

---

# Wissenschaftliche Untersuchung der Energieverbrauchsentwicklung und Maßnahmen zur Steigerung der produkt- bezogenen Energieeffizienz

Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie

Endbericht

Berlin, Freiburg, Darmstadt

---



# Impressum

## **Autoren**

Uta Weiß, ifeu (Gesamtprojektleitung)

Mandy Werle, ifeu

Dr. Lars-Arvid Brischke, ifeu

Leon Leuser, ifeu

Benjamin Schmolck, ifeu

Alexander Woywode, ifeu

Dr. Corinna Fischer, Öko-Institut (Projektleitung)

Yifaat Baron, Öko-Institut

Markus Blepp, Öko-Institut

Carl-Otto Gensch, Öko-Institut

Dr. Tilman Hesse, Öko-Institut

Friedhelm Keimeyer, Öko-Institut

Ina Rüdener, Öko-Institut

Britta Stratmann, Öko-Institut

Jürgen Sutter, Öko-Institut

## **Ausarbeitung der Labelgestaltung**

Susanne Walter, suwadesign

## **Laufzeit des Vorhabens**

Mai 2015 – Juni 2018

## **Erscheinungsjahr**

2018

## **Auftraggeber**

Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi), Fachreferat: II B 3

# Inhalt

---

<b>Abbildungsverzeichnis</b>	<b>7</b>
<b>Tabellenverzeichnis</b>	<b>11</b>
<b>Abkürzungsverzeichnis</b>	<b>14</b>
<b>Zusammenfassung</b>	<b>15</b>
<b>1 Einleitung</b>	<b>23</b>
<b>2 Analyse nationaler Energieeinsparungen durch EU-Ökodesign- und Energieverbrauchskennzeichnung für ausgewählte Produktgruppen</b>	<b>24</b>
2.1 Hintergrund und Fragestellung	24
2.2 Einsparungen bei Heizgeräten und Warmwasserbereitern	26
2.2.1 Zielsetzung	26
2.2.2 Methode	26
2.2.3 Datengrundlage	26
2.2.4 Annahmen BAU-Szenario	27
2.2.5 Annahmen Basisszenario Ökodesign	27
2.2.6 Annahmen Sensitivitätsszenario Ökodesign	28
2.2.7 Hochrechnung auf den Gebäudebestand	29
2.2.8 Ergebnisse	30
2.3 Einsparungen bei Beleuchtung	39
2.3.1 Hintergrund und Zielsetzung	39
2.3.2 Rechtslage	39
2.3.3 Methode	42
2.3.4 Daten und Annahmen	46
2.3.5 Ergebnisse	52
2.3.6 Abgeschätzte Einsparungen	66
2.4 Einsparungen bei Elektromotoren	68
2.4.1 Hintergrund und Zielsetzung	68
2.4.2 Methode	69
2.4.3 Datengrundlage	69
2.4.4 Annahmen BAU-Szenario	69
2.4.5 Annahmen Ökodesignszenario	69
2.4.6 Ergebnisse	70
2.4.7 Interpretation	70
2.5 Einsparungen bei Haushaltskühl- und Gefriergeräten	71

# Inhalt

---

2.5.1	Hintergrund und Zielsetzung	71
2.5.2	Begriffsdefinitionen	72
2.5.3	Methode	73
2.5.4	Daten und Annahmen	75
2.5.5	Kühlgeräte (inkl. Kühl-Gefrierkombinationen)	76
2.5.6	Gefriergeräte (Truhen und Schränke)	87
2.5.7	Interpretation	98
<b>2.6</b>	<b>Einsparungen bei Lüftungsanlagen</b>	<b>105</b>
2.6.1	Zielsetzung	105
2.6.2	Methode	105
2.6.3	Datengrundlage	106
2.6.4	Annahmen BAU-Szenario	107
2.6.5	Annahmen Ökodesign- / Energielabel-Szenario	107
2.6.6	Ergebnisse	107
2.6.7	Interpretation	108
<b>2.7</b>	<b>Gesamtergebnis und Schlussfolgerungen</b>	<b>109</b>
<b>2.8</b>	<b>Abschätzung zusätzlicher Energieeinsparungen durch eine anspruchsvolle Ausgestaltung von EU-Labeling und Ökodesign-Verordnungen</b>	<b>111</b>
<b>3</b>	<b>Europäische und nationale Politikoptionen zur Steigerung der produktbezogenen Energieeffizienz</b>	<b>113</b>
3.1	Hintergrund und Themenauswahl	113
3.2	Weiterentwicklung der europäischen Energiekennzeichnung	118
3.2.1	Ausgangspunkt und Vorüberlegungen	118
3.2.2	Designvorschläge für das vollständige Energielabel	121
3.2.3	Designvorschläge für die reduzierten Symbole zur Anwendung im Internet	125
3.3	Zulässigkeit nationaler Standards für energieverbrauchsrelevante Produkte	127
3.3.1	Hintergrund und Fragestellung	127
3.3.2	Rechtlicher Rahmen	128
3.3.3	Gestaltungsspielraum der Mitgliedstaaten für nationale Produktstandards	133
3.3.4	Ergebnis	153
3.4	Senkung des Stromverbrauchs durch Nutzung verhaltensökonomischer Instrumente auf Stromrechnungen	154

# Inhalt

---

3.4.1	Verhaltensökonomische Instrumente auf Stromrechnungen	155
3.4.2	Fazit	161
<b>3.5</b>	<b>Klima- und Lüftungsanlagen: Nationale Strategien zur Hebung von Einsparpotenzialen</b>	<b>163</b>
3.5.1	Ausgangssituation	163
3.5.2	Rahmenbedingungen für politische Maßnahmen	167
3.5.3	Hemmnisse	173
3.5.4	Strategien zur Hebung des Potenzials: Instrumente und Maßnahmen	175
3.5.5	QuickCheck zur Kurzbewertung von Bestandsanlagen	182
3.5.6	Systemlabel für Klima- und Lüftungsanlagen	187
<b>3.6</b>	<b>Realer Heizungsbetrieb: Nationale Handlungsfelder zur Steigerung der Energieeffizienz</b>	<b>193</b>
3.6.1	Adressierung von Einsparpotenzialen im realen Betrieb von Heizungsanlagen	194
3.6.2	Handlungsoptionen	203
3.6.3	Zusammenfassung und Schlussfolgerungen	210
<b>3.7</b>	<b>Europäische und nationale Politikoptionen für Wasserhähne und Duschen</b>	<b>212</b>
3.7.1	Produkte und Technologien	212
3.7.2	Stand des politischen Prozesses und bestehende Instrumente	214
3.7.3	Einsparpotenziale für Deutschland	218
3.7.4	Exkurs: Durchspülung der Kanalisation	232
3.7.5	Politikoptionen	233
3.7.6	Politikoptionen für Deutschland	240
<b>3.8</b>	<b>Beleuchtung: Auswirkungen von Rebound-Effekten und gesellschaftlichen Trends auf den Energieverbrauch sowie Möglichkeiten der Adressierung durch politische Instrumente</b>	<b>242</b>
3.8.1	Energieverbrauch und Energieeffizienz der Beleuchtung	242
3.8.2	Energieeinsparung und Energieeffizienz	247
3.8.3	Analyse weiterer Einflussfaktoren auf den Energieverbrauch	250
3.8.4	Handlungsempfehlungen zur Sicherung der Effizienzgewinne	258
<b>3.9</b>	<b>TV-Geräte: Energieverbrauch und Einsparpotenziale durch Verkaufszahlen, Energieeffizienz und Bildschirmdiagonale</b>	<b>265</b>
3.9.1	Rolle verschiedener Faktoren für den Gesamtenergieverbrauch der verkauften Geräte	265

# Inhalt

---

3.9.2	Entwicklung im Bestand	273
3.9.3	Empfehlungen zu Bildschirmgröße und Sitzabstand	277
<b>4</b>	<b>Schlussfolgerungen</b>	<b>286</b>
<b>5</b>	<b>Literatur</b>	<b>291</b>

# Abbildungsverzeichnis

---

Abbildung 2.1	Entwicklung des Bestandes an Heizungsanlagen	30
Abbildung 2.2	Entwicklung und Zusammensetzung der jährlichen Verkäufe von Heizanlagen	31
Abbildung 2.3	Projizierte und tatsächliche Entwicklung der jährlichen Verkäufe an Heizanlagen	32
Abbildung 2.4	Absatzentwicklung verschiedener Technologien zur Warmwasserbereitung	33
Abbildung 2.5	Entwicklung der Kollektorfläche (Solarthermie)	33
Abbildung 2.6	Beispiele für Glühlampen, die durch die Sonderlampen-Ausnahme noch auf den Markt dürfen	53
Abbildung 2.7	Entwicklung der Verkaufsanteile nach Lampenart 2005-2020	55
Abbildung 2.8	Entwicklung der Bestände nach Lampenart 2005-2020, kumuliert	57
Abbildung 2.9	Entwicklung des Energieverbrauchs nach Lampenart 2005-2020, kumuliert	58
Abbildung 2.10	Entwicklung der Verkaufsanteile nach Lampenart 2005-2030	62
Abbildung 2.11	Bestandsentwicklung nach Lampenart 2005-2030, kumuliert	63
Abbildung 2.12	Entwicklung des Energieverbrauchs nach Lampenart 2005-2030, kumuliert	64
Abbildung 2.13	Entwicklung des durchschnittlichen jährlichen Energieverbrauchs pro verkauftem Kühlgerät differenziert nach Energieeffizienzklassen	77
Abbildung 2.14	Entwicklung der Verkaufsstückzahlen von Kühlgeräten inkl. Kühl-Gefrierkombinationen nach Energieeffizienzklassen	78
Abbildung 2.15	Entwicklung des Gesamtenergieverbrauchs aller pro Jahr verkauften Kühlgeräte (inkl. Kühl-Gefrierkombinationen)	79
Abbildung 2.16	Entwicklung des durchschnittlichen jährlichen Energieverbrauchs pro verkauftem Kühlgerät im Vergleich zu den jährlich verkauften Kühlgeräten	80
Abbildung 2.17	Status quo: Entwicklung der Verkaufsanteile nach Energieeffizienzklassen in den Jahren 2005 bis 2015 (exklusive 2009)	82
Abbildung 2.18	BAU-Szenario: Trendfortschreibung der Verkaufsanteile nach Energieeffizienzklassen bis 2030	84
Abbildung 2.19	ECO-Szenario: Trendfortschreibung der Verkaufsanteile nach Energieeffizienzklassen bis 2030	86
Abbildung 2.20	ECO-Szenario: Entwicklung des durchschnittlichen jährlichen Energieverbrauchs pro verkauftem Kühlgerät, der jährlichen Verkaufszahlen sowie des Gesamtenergieverbrauchs	87

Abbildung 2.21	Entwicklung des durchschnittlichen jährlichen Energieverbrauchs pro verkauftem Gefriergerät differenziert nach Energieeffizienzklassen	88
Abbildung 2.22	Entwicklung der Verkaufsstückzahlen von Gefriergeräten nach Energieeffizienzklassen	89
Abbildung 2.23	Entwicklung des Gesamtenergieverbrauchs aller pro Jahr verkauften Gefriergeräte	90
Abbildung 2.24	Entwicklung des durchschnittlichen jährlichen Energieverbrauchs pro verkauftem Gefriergerät im Vergleich zu den jährlich verkauften Gefriergeräten	90
Abbildung 2.25	Status quo: Entwicklung der Verkaufsanteile nach Energieeffizienzklassen in den Jahren 2005 bis 2015 (exklusive 2009)	92
Abbildung 2.26	BAU-Szenario: Trendfortschreibung der Verkaufsanteile nach Energieeffizienzklassen bis 2030	94
Abbildung 2.27	ECO-Szenario: Trendfortschreibung der Verkaufsanteile nach Energieeffizienzklassen bis 2030	96
Abbildung 2.28	ECO-Szenario: Entwicklung des durchschnittlichen jährlichen Energieverbrauchs pro verkauftem Gefriergerät, der jährlichen Stückverkäufe sowie des Gesamtenergieverbrauchs	97
Abbildung 2.29	Durchschnittlicher Energieverbrauch neuer Kühlgeräte in Deutschland und Europa	100
Abbildung 2.30	Entwicklung des Energieverbrauchs der verkauften Neugeräte im ECO- und BAU-Szenario	101
Abbildung 2.31	Veränderungen (Zunahme) des Energieverbrauchs im Bestand bei Kühl- und Gefriergeräten im BAU- und ECO-Szenario	102
Abbildung 2.32	Entwicklung der Gesamtenergieverbräuche der Neugeräte in der Sensitivitätsrechnung	104
Abbildung 2.33	Veränderungen des Energieverbrauchs im Bestand in der Sensitivitätsrechnung	104
Abbildung 3.1	Pfeil für geschachtelte Anzeige, hier für Effizienzklasse A+++	121
Abbildung 3.2	Label-Entwurf mit Angabe des Jahresverbrauchs und drei produktspezifischen Piktogrammen (suwadesign/ifeu)	123
Abbildung 3.3	Label-Variante mit Raum für vier Piktogramme (zweiter Froststern: Platzhalter) (suwadesign/ifeu)	124
Abbildung 3.4	Vorschlag der EU-Kommission für ein reduziertes Symbol in papierbasiertem Fernabsatz und Werbematerial	125
Abbildung 3.5	Vorschlag der EU-Kommission für ein reduziertes Symbol im Online-Fernabsatz	125
Abbildung 3.6	Testsymbol aus der Marktstudie Leenheer et al. (2014)	126
Abbildung 3.7	Symbol-Variante 1 zur Anzeige der Energieeffizienzklasse und der Ranges im Internet (suwadesign/ifeu)	126
Abbildung 3.8	Symbol-Variante 2 zur Anzeige der Energieeffizienzklasse und der Ranges im Internet (suwadesign/ifeu)	126
Abbildung 3.9	Systematik Klima- und Lüftungsanlagen in Nichtwohngebäuden nach DIN V 18599-7 (DIN 2011)	164

Abbildung 3.10	Mögliches Maßnahmenbündel zur Hebung von Einsparpotenzialen bei Klima- und Lüftungsanlagen entlang der Beratungskette	176
Abbildung 3.11	Gestaltung des QuickChecks für Kälteanlagen, Seite 1 (suwadesign/ifeu)	184
Abbildung 3.12	Gestaltung des QuickChecks für Kälteanlagen, Seite 2 (suwadesign/ifeu)	185
Abbildung 3.13	Gestaltung des QuickChecks für Kälteanlagen, Seite 3 (suwadesign/ifeu)	186
Abbildung 3.14	Grafische Gestaltung des Labels zur Inspektion von Klima- und Lüftungsanlagen (suwadesign/ifeu)	189
Abbildung 3.15	Akteure im Markt für Heizungsanlagen sowie verwandte Produkte und Dienstleistungen	194
Abbildung 3.16	Maßnahmenkette zur Erschließung von Effizienzpotenzialen im Heizungs-Praxisbetrieb	200
Abbildung 3.17	Anteile der Sektoren am Gesamtstromverbrauch für Beleuchtung	243
Abbildung 3.18	Endenergieverbrauch Strom nach Sektoren und Anwendungsbereichen im Jahr 2014	244
Abbildung 3.19	Kumulierter Primärenergieverbrauch für unterschiedliche Lampentypen bei 25.000 h Leuchtdauer und etwa gleichem Lichtstrom	245
Abbildung 3.20	Endenergieverbrauch für Beleuchtung in Deutschland nach Sektoren	246
Abbildung 3.21	Verkaufte Lampen und Verkaufte Lampenleistung [MW] nach Technologie in Deutschland zwischen 2005 und 2015	247
Abbildung 3.22	Energieproduktivität, Bruttoinlandsprodukt und Primärenergieverbrauch in Deutschland 1990 bis 2015	248
Abbildung 3.23	Einflussgrößen auf den Gesamtgerätestromverbrauch	249
Abbildung 3.24	Lichtkonsum in Mrd. Lumen-Stunden nach verschiedenen Energiequellen in Großbritannien zwischen 1700 und 2000	251
Abbildung 3.25	Beleuchtung in der EU für alle Sektoren, linke vertikale Achse für installierte Leistung und Stromverbrauch, rechte vertikale Achse für Beleuchtungsdauer und installierte Kapazität	252
Abbildung 3.26	Vergleich der Energieeffizienz von Smart-Lamps, bei Nicht- (blau) sowie Berücksichtigung des Standby-Verbrauchs (rot), Leuchtdauer: 1 h/d, Standby: 23 h/d, für 27 getestete Smart Lamps, als Vergleich die Energieeffizienz einer Glühlampe (Incandescent Lamps)	257
Abbildung 3.27	Veränderung der Lampenarten in den GHD-Sektoren Verkauf, Produktion und Büro	262
Abbildung 3.28	Systematische Darstellung der Handlungsempfehlungen	263
Abbildung 3.29	Jahresenergieverbrauch pro Gerät, Anzahl Verkäufe und Gesamt-Energieverbrauch für Flachbildschirme	265
Abbildung 3.30	Entwicklung der Verkäufe nach Energieeffizienzklasse	266
Abbildung 3.31	Entwicklung der Verkaufszahlen nach Größe	267

Abbildung 3.32	Entwicklung des Jahresenergieverbrauchs pro Gerät nach Bildschirmdiagonale	268
Abbildung 3.33	Jahresenergieverbrauch verkaufter Fernsehgeräte nach Klasse und Größe im Jahr 2011	269
Abbildung 3.34	Jahresenergieverbrauch verkaufter Fernsehgeräte nach Klasse und Größe im Jahr 2016	269
Abbildung 3.35	Gesamtenergieverbrauch aller neu verkauften Fernsehgeräte nach Klasse und Größe im Jahr 2011	270
Abbildung 3.36	Gesamtenergieverbrauch aller neu verkauften Fernsehgeräte nach Klasse und Größe im Jahr 2016	270
Abbildung 3.37	Gerätespezifischer Jahresenergieverbrauch neuer Fernsehgeräte nach Technologie	271
Abbildung 3.38	Gesamt-Energieverbrauch (GWh) und Verkaufszahlen (in Stück) neuer Fernsehgeräte nach Technologie	272
Abbildung 3.39	Gesamt-Energieverbrauch (GWh) und gerätespezifischer Jahresenergieverbrauch (kWh) neuer Fernsehgeräte nach Technologie	273
Abbildung 3.40	Bestand an Flachbildschirmen nach destatis und modelliert mit GfK-Daten	274
Abbildung 3.41	Entwicklung der Bestandszahlen nach Technologie mit Daten von destatis	275
Abbildung 3.42	Entwicklung der Bestandszahlen nach Technologie, modelliert mit GfK-Daten	275
Abbildung 3.43	Gesamtenergieverbrauch im Bestand - nach Destatis berechnet	276
Abbildung 3.44	Gesamtenergieverbrauch im Bestand - mit GfK-Daten modelliert	277
Abbildung 3.45	Realer Gesamtenergieverbrauch neuer Fernsehgeräte nach Größe, 2006-2016	278
Abbildung 3.46	Simulierter Gesamtenergieverbrauch neuer Fernsehgeräte nach Größe (Simulation 2), 2006-2016	279
Abbildung 3.47	Einsparungen durch verkleinerte Bildschirmdiagonalen pro Jahr und kumuliert in den Simulationen 1 und 2	280

# Tabellenverzeichnis

---

Tabelle 0.1	Gesamte abgeschätzte Einsparungen für Deutschland durch Ökodesign- und Energielabel-Verordnungen	16
Tabelle 2.1	Abgeschätzte Produktgruppen	25
Tabelle 2.2	Datengrundlage	26
Tabelle 2.3	Primärenergiefaktoren und Emissionsfaktoren	27
Tabelle 2.4	Anlagenanteile im Neubau vs. Ersatzanlagen	29
Tabelle 2.5	Einsparpotenziale Los 1	34
Tabelle 2.6	Gegenüberstellung Basis- und Sensitivitätsszenario für Los 1: Minimale und maximale Einsparungen	35
Tabelle 2.7	Einsparpotenziale Los 2	35
Tabelle 2.8	Gegenüberstellung Basis- und Sensitivitätsszenario für Los 2: Minimale und maximale Einsparungen	36
Tabelle 2.9	Vergleich der errechneten Einsparungen mit den anteiligen Einsparungen für D laut Ecodesign Impact Accounting	36
Tabelle 2.10	Regulierungsstufen bei Beleuchtung	39
Tabelle 2.11	Empfehlungen von 2016 bezüglich RoHS-Ausnahmen für Quecksilber in CFL und LFL und erwartete Auswirkungen	41
Tabelle 2.12	Generelle Beschreibung der beiden zugrunde gelegten Szenarien „BAU“ und „ECO“	45
Tabelle 2.13	Vergleich der Verkäufe im Jahr 2005 in der EU-28 und in DE	47
Tabelle 2.14	Ermittlung der Korrekturfaktoren abhängig von der zu erwartenden Anzahl von Lampen pro Haushalt	48
Tabelle 2.15	Verkäufe im Jahr 2005 (EU und DE) nach Anwendung der Korrekturfaktoren	48
Tabelle 2.16	Geschätzte Bestände in EU und Deutschland	49
Tabelle 2.17	Durchschnittliche Leistung (W) von Lampentypen; zwischen 2005 und 2015 ermittelt aus GfK-Verkaufsdaten (gewichtet), danach angenommen	51
Tabelle 2.18	Primärenergiefaktoren und CO <sub>2</sub> -Emissionsfaktoren für Strom	52
Tabelle 2.19	Energieeinsparungen 2008-2020 infolge der Ökodesign-Richtlinie, in Gigawattstunden/Jahr	59
Tabelle 2.20	Entwicklung der Anzahl verkaufter Lampen pro Haushalt im Jahr für die EU und DE 2008-2030 (BAU und ECO Szenarien)	61
Tabelle 2.21	Energieeinsparungen infolge der Ökodesign-Richtlinie 2008-2030, im GWh/Jahr	65
Tabelle 2.22	Geschätzte Einsparungen für Lampen durch Ökodesign	67
Tabelle 2.23	Vergleich der Einsparungen Deutschlands mit den EU Einsparungen nach Ecodesign Impact Accounting	67

Tabelle 2.24	Anforderungen der VO 640/2009	68
Tabelle 2.25	Primärenergiefaktoren und Emissionsfaktoren	69
Tabelle 2.26	Einsparpotenziale für Primärenergie und CO <sub>2</sub>	70
Tabelle 2.27	Vergleich der Einsparungen von vier Produktgruppen	70
Tabelle 2.28	Einführung von Maßnahmen zur Regulierung von Haushalts-Kühl- und Gefriergeräten	72
Tabelle 2.29	Generelle Beschreibung der beiden zugrunde gelegten Szenarien „BAU“ und „ECO“	74
Tabelle 2.30	Primärenergiefaktor und CO <sub>2</sub> -Emissionsfaktoren für Strom	76
Tabelle 2.31	Geschätzte Einsparungen für Kühlgeräte (inkl. Kühl-Gefrierkombinationen)	98
Tabelle 2.32	Geschätzte Einsparpotenziale für Gefriergeräte	98
Tabelle 2.33	Aggregierte Einsparpotenziale: Kühl- und Gefriergeräte	98
Tabelle 2.34	Vergleich der Einsparungen mit den Prognosen aus dem Ecodesign Impact Accounting	99
Tabelle 2.35	Jährliche Steigerung der Verkaufszahlen in der Haupt- und Sensitivitätsrechnung	103
Tabelle 2.36	Anzahl der Abgänge in der Haupt- und Sensitivitätsrechnung	103
Tabelle 2.37	Datenquellen für derzeitige Situation und bisherige Entwicklung	106
Tabelle 2.38	Primärenergiefaktoren und Emissionsfaktoren	106
Tabelle 2.39	Datenquellen für Ökodesign- und Energielabel-Szenario	106
Tabelle 2.40	Einsparpotenziale für Primärenergie und CO <sub>2</sub>	107
Tabelle 2.41	Vergleich der errechneten Einsparungen mit den anteiligen Einsparungen für D laut Ecodesign Impact Accounting	108
Tabelle 2.42	Gesamte abgeschätzte Einsparungen für Deutschland durch Ökodesign- und Energielabel-Verordnungen	109
Tabelle 3.1	Priorisierung von Produktgruppen für weitere Maßnahmen	114
Tabelle 3.2	Revisionsdaten der Produktgruppen mit bestehendem Energielabel (Stand: Mai 2018)	119
Tabelle 3.3	Elemente im EnWG mit Bezug zu verhaltensökonomischen Instrumenten	156
Tabelle 3.4	Relevante Förderprogramme zur Sanierung von Klima- und Lüftungsanlagen (Stand: Januar 2017)	171
Tabelle 3.5	Übersicht über freiwillige Kennzeichnungen für Armaturen in Europa	217
Tabelle 3.6	Energieverbrauch in der EU-28 für Wasserhähne und Duschköpfe	220
Tabelle 3.7	Wasser- und Energieeinsparpotenziale EU-28	221
Tabelle 3.8	Vergleich der projizierten Einsparungen mit denen bei anderen Ökodesign-Produkten	222
Tabelle 3.9	Angenommene prozentuale Einsparungen für das PolitikszENARIO "Verbindliche Kennzeichnung"	223
Tabelle 3.10	Geschätzte Primärenergie-Einsparungen (EU-27) durch eine verpflichtende Kennzeichnung des Energieverbrauchs	223

Tabelle 3.11	Angenommene prozentuale Einsparungen für das Politikscenario "Generische Ökodesign-Anforderungen"	224
Tabelle 3.12	Geschätzte Primärenergie-Einsparungen (EU-27) im Szenario „Generische Ökodesign-Anforderungen“	224
Tabelle 3.13	Angenommene Verteilung von Durchflussraten in der EU-28	225
Tabelle 3.14	Angenommene prozentuale Einsparungen für das Politikscenario "Spezifische Ökodesign-Anforderungen"	225
Tabelle 3.15	Geschätzte Primärenergie-Einsparungen (EU-27) im Szenario „Spezifische Ökodesign-Anforderungen“	226
Tabelle 3.16	Primärenergieeinsparungen und Verbraucherkosten verschiedener Politikscenarien für die EU 28 im Jahr 2030	226
Tabelle 3.17	Berechnete jährliche Verkäufe in Millionen Stück, EU-27	228
Tabelle 3.18	Berechnete Bestände für Deutschland (in Millionen Stück)	229
Tabelle 3.19	Berechnete Verkäufe für Deutschland (in Millionen Stück)	229
Tabelle 3.20	Berechnete technische Einsparpotenziale für Deutschland	230
Tabelle 3.21	Geschätzte Primärenergie-Einsparungen für Deutschland durch eine verpflichtende Kennzeichnung	231
Tabelle 3.22	Geschätzte Primärenergie-Einsparungen für Deutschland durch generische Ökodesign-Anforderungen	231
Tabelle 3.23	Geschätzte Primärenergie-Einsparungen für Deutschland durch spezifische Ökodesign-Anforderungen (Durchflussbegrenzung)	232
Tabelle 3.24	Angenommene Verkaufszahlen von LED und Smart Lamps in Deutschland in 2020	258
Tabelle 3.25	Empfohlener Sitzabstand (in Vielfachen der Bildschirmdiagonale) für optimale Bildqualität nach verschiedenen Quellen	283
Tabelle 3.26	Errechneter empfohlener Sitzabstand (in Mehrfachem der Bildschirmdiagonale) um das ganze Bild auf einen Blick erfassen zu können	283
Tabelle 3.27	Maximale empfohlene Bildschirmgrößen für gegebene Sitzabstände	285

# Abkürzungsverzeichnis

---

BAU	Business as Usual
BIP	Bruttoinlandsprodukt
CFL	Compact Fluorescent Lamp (Kompaktleuchtstofflampe oder "Energiesparlampe")
CO <sub>2</sub>	Kohlendioxid
CO <sub>2</sub> e	CO <sub>2</sub> -Äquivalente
EC	Europäische Kommission
ECO	Ökodesign (Szenario)
EE	Endenergie
EEV	Endenergieverbrauch
EG	Europäische Gemeinschaft
EU	Europäische Union
EWG	Europäische Wirtschaftsgemeinschaft
GEV	Gesamtenergieverbrauch
GfK	Gesellschaft für Konsumforschung
GLS	General Lighting Service (Klassische Glühfaden-Lampe)
GWh	Gigawattstunden
kWh	Kilowattstunden
LED	Light Emitting Diode (Leuchtdiode)
LFL	Linear Fluorescent Lamp (Leuchtstoffröhre)
MWh	Megawattstunden
PE	Primärenergie
PEV	Primärenergieverbrauch
Tsd.	Tausend
TWh	Terawattstunden
VO	Verordnung
ZVEI	Zentralverband Elektrotechnik- und Elektronikindustrie e.V.

# Zusammenfassung

---

Die Effizienz energiebetriebener Produkte hat sich in den letzten 15 Jahren signifikant verbessert. Als zentraler Treiber für diese Entwicklung können die EU-Richtlinien zur Energieverbrauchskennzeichnung und zum Ökodesign sowie die entsprechenden Durchführungsverordnungen angesehen werden. Gleichwohl sind noch immer große Anstrengungen zur Erfüllung der europäischen und nationalen Energie- und Klimaziele erforderlich.

Die vorliegende Studie hatte den Auftrag, die wissenschaftliche Basis für langfristige Strategien zur Steigerung der produktbezogenen Energieeffizienz und zur Senkung des von Produkten verursachten Energieverbrauchs zur Verfügung zu stellen. Darüber hinaus sollten konkrete Vorschläge zur Ausgestaltung und Weiterentwicklung von Maßnahmen zur Senkung des Energieverbrauchs von Produkten entwickelt werden.

Als zentraler Bestandteil der Studie wurden Wirkungs- und Potenzialabschätzungen zu nationalen Einsparwirkungen von Ökodesign- und Energiekennzeichnungsverordnungen für sechs ausgewählte Produktgruppen durchgeführt. Hierzu zählen Heizkessel und Warmwasserbereiter, Beleuchtung, Elektromotoren, Haushaltskühl- und Gefriergeräte sowie Lüftungsanlagen. Im Gegensatz zu den bereits existierenden Abschätzungen wurde vorliegend ein neuer Ansatz gewählt, der eine bis dato bestehende Forschungslücke zu füllen gedenkt: Überwiegend stellen die bestehenden Abschätzungen Ex-Ante-Projektionen dar, die auf hypothetischen Szenarien basieren. Vorliegend wurden jedoch tatsächliche Verkaufs- oder Leistungsdaten zugrunde gelegt und somit Energieeinsparungen retrospektiv abgeschätzt. Darüber hinaus beziehen sich existierende Wirkungs- und Potenzialabschätzungen in der Regel auf die EU insgesamt. Die Effekte von Ökodesign- und Energiekennzeichnungsverordnungen können aber je nach Mitgliedsland sehr unterschiedlich ausfallen, da sie unter anderem vom bereits erreichten Effizienzstandard, vom Klima im jeweiligen Land oder Nutzungsgewohnheiten abhängen. Die im Rahmen dieser Studie durchgeführten Abschätzungen beleuchten somit erstmals Wirkungen auf nationaler Ebene.

Basierend auf diesen Abschätzungen wurden als zweiter zentraler Bestandteil der Studie sowohl europäische als auch nationale Handlungsfelder identifiziert, Politikoptionen untersucht, Handlungsmöglichkeiten aufgezeigt und Umsetzungsempfehlungen ausgesprochen. Der Fokus lag hierbei auf fünf Produktgruppen – Klima- und Lüftungsanlagen, Heizgeräte, Wasserhähne und Duschköpfe, Beleuchtung sowie TV-Geräte – und drei Querschnittsthemen: die Weiterentwicklung der europäischen Energieeffizienzkenzeichnung, die Zulässigkeit nationaler Standards für energieverbrauchsrelevante Produkte, die über Ökodesign und Labelling hinausgehen, sowie die Senkung des Stromverbrauchs durch Nutzung verhaltensökonomischer Instrumente auf Stromrechnungen.

## **Wirkungs- und Potenzialabschätzungen**

Die im Rahmen der Studie durchgeführten Wirkungs- und Potenzialabschätzungen für nationale Einsparwirkungen von Ökodesign- und Energiekennzeichnungsverordnungen für Heizkessel, Warmwasserbereiter, Beleuchtung, Elektromotoren, Haushaltskühl- und Haus-

haltsgefriergeräte sowie Lüftungsanlagen zeigen insgesamt robuste Primärenergie- und CO<sub>2</sub>-Emissionseinsparungen (vgl. Tabelle 0.1).

Tabelle 0.1 Gesamte abgeschätzte Einsparungen für Deutschland durch Ökodesign- und Energielabel-Verordnungen

	Primärenergieeinsparung (TWh/a)		CO <sub>2</sub> Emissionseinsparung (1000 t/a)	
Heizkessel – Hauptszenario	11,00	22,00	2.162,50	4.456,50
Heizkessel – Sensitivität	12,70	24,10	2.499,50	4.858,90
Warmwasserbereiter – Hauptszenario	5,00	27,70	768,50	4.006,70
Warmwasserbereiter – Sensitivität	4,40	21,00	676,90	3.055,00
Beleuchtung	7,58	7,10	1.150,00	1.040,00
Motoren <sup>1</sup>	73,90	109,60	11.200,00	15.000,00
Haushaltskühl- und Gefriergeräte – Hauptszenario	2,30	5,10	365,00	763,00
Haushaltskühl- und Gefriergeräte – Sensi- tivität	2,30	4,90	364,00	730,00
Lüftungsanlagen	3,10	38,10	600,00	6.600,00
Total (Hauptszenario)	102,88	209,60	16.246,00	31.866,20
Total (Sensitivität)	103,98	204,80	16.490,40	31.283,90
Total ohne Motoren (Hauptszenario)	28,98	100,00	5.046,00	16.866,20
Total ohne Motoren (Sensitivität)	30,08	95,20	5.290,40	16.283,90

Durch eine anspruchsvollere Ausgestaltung von Ökodesign- und Energiekennzeichnungsverordnungen können darüber hinaus zusätzliche Einsparungen zwischen 2020 und 2030 generiert werden. Die abgeschätzten zusätzlichen Einsparungen für Deutschland betragen kumuliert für die Jahre 2020 bis 2030 30 TWh Endenergie bzw. 44 TWh Primärenergie und 6,6 Mio. t CO<sub>2</sub>. Hierfür wurden alle Produktgruppen (Revisionen und neue Verordnungen) betrachtet, die nach den derzeitigen Planungen der EU-Kommission ab 2020 in Kraft treten werden. Hinzu kamen alle Revisionen (incl. von freiwilligen Vereinbarungen) und neuen Verordnungen, die derzeit in Arbeit, aber noch nicht abgeschlossen sind und evtl. schon vor 2020 in Kraft treten können, sowie Produktgruppen, die in der Vorstudie zum Arbeitsplan 2016 bis 2019 vorgeschlagen, aber von der EU-Kommission noch nicht in den aktuellen Arbeitsplan aufgenommen wurden.

Erkennbar wurde allerdings auch, dass die nationalen Einsparungen durchweg geringer ausfallen, als es bei einer Übertragung der EU-28-Projektionen auf Deutschland zu erwarten wäre. Ein wahrscheinlicher Grund hierfür ist, dass im Basisszenario neue Geräte in

<sup>1</sup> Für die Abschätzung zu Motoren lagen keine nationalspezifischen Daten vor. Daher wurde sie als Anteil der im Ecodesign Impact Accounting angenommenen EU-Einsparungen vorgenommen. Mit den anderen Produktgruppen ist der Wert daher nicht vergleichbar, er dürfte um ein Mehrfaches höher liegen als bei Verwendung national spezifischer Daten.

Deutschland bereits recht effizient sind. Folgende Schlussfolgerungen können vor diesem Hintergrund gezogen werden:

- Um die Vorteile der Ökodesign- und Energiekennzeichnungsmaßnahmen voll auszuschöpfen, sollten sie zügig eingeführt werden;
- Die Marktüberwachung ist von entscheidender Bedeutung, um die Einhaltung der Vorschriften zu gewährleisten;
- Ökodesign und Energiekennzeichnung könnten noch strenger sein. Beispielsweise könnte der Break-even-Punkt anstelle des Lowest Life Cycle Cost-Punktes als Bezugspunkt für die Gestaltung von Anforderungen herangezogen werden. Deutschland sollte sich auf Basis nationaler Marktanalysen für anspruchsvolle Standards einsetzen.

Steigende Umsätze und der relativ hohe Verbrauch von Altgeräten führen zudem dazu, dass der Gesamtenergieverbrauch für Produktgruppen wie Heizkessel und Kälteanlagen trotz immer effizienterer Neugeräte weiter steigt. Auf nationaler Ebene sollte sich die Politik daher auf den Energieverbrauch des gesamten Bestands und nicht nur auf die Effizienz neuer Geräte konzentrieren.

- Die Politik sollte darauf abzielen, die Ausmusterung alter Geräte und die Marktdurchdringung mit neuen effizienten Geräten zu beschleunigen, soweit dies aus einer Lebenszyklusperspektive empfehlenswert ist (insbesondere bei Heiz- und Kühlgeräten, aber auch bei Warmwasserbereitern).
- Ein weiteres wichtiges Handlungsfeld ist die richtige Konfiguration und Einstellung von Geräten und Anlagen bei Inbetriebnahme, die regelmäßige Anpassung der Einstellungen an den realen Betrieb sowie die Wartung von Altanlagen. In Kapitel 3 werden hierzu Instrumente entwickelt.
- Im Rahmen einer "Suffizienzpolitik" könnte die Politik beginnen, sich mit der Anzahl genutzter Geräte zu befassen. Beispielsweise könnte der Parallelbetrieb mehrerer, nicht vollständig genutzter Kühlgeräte im Rahmen der Energieberatung adressiert werden oder es könnte eine kostenlose Entsorgung dieser Geräte angeboten werden.

Weiterhin wurde untersucht, in welchem Umfang eine anspruchsvollere Ausgestaltung von EU-Labeling- und Ökodesign-Verordnungen zusätzliche Energieeinsparungen zwischen 2020 und 2030 generieren könnte. Zu diesem Zweck wurde angenommen, dass die Bundesregierung sich bei den Verhandlungen zu den Produktverordnungen für dynamische und anspruchsvolle Ökodesign- und Label-Standards einsetzt.

Es wurde pauschal angenommen, dass durch diese Maßnahmen die Einsparungen um 10 % erhöht werden können. Die abgeschätzten zusätzlichen Einsparungen für Deutschland betragen kumuliert für die Jahre 2020 bis 2030 30 TWh Endenergie (44 TWh Primärenergie) und 6,6 Mio t CO<sub>2</sub>.

### **Europäische und nationale Politikoptionen**

Die Potenzialanalysen verdeutlichen, dass zusätzliche Energieeffizienzpotenziale gehoben werden können. Entsprechend lag ein weiterer Fokus der Studie auf der Neu- und Weiterentwicklung von politischen Instrumenten.

### *Weiterentwicklung der europäischen Energieeffizienzkennzeichnung*

Am 1. August 2017 trat die Rahmen-Verordnung zur Energieverbrauchskennzeichnung (EU 2017/1369) in Kraft und ersetzt damit die frühere Rahmenrichtlinie zur Energieverbrauchskennzeichnung von 2010 (Richtlinie 2010/30/EU). Die neue Rahmenverordnung zielt auf eine ambitioniertere Ausgestaltung des Labels. Kernpunkt ist die Abschaffung der Plus-Klassen, die durch die technischen Produkt-Weiterentwicklungen erforderlich geworden waren, und die Wiedereinführung der A-G-Effizienzklassen-Skala.

Im Rahmen der Studie wurde ein weiterentwickeltes Labeldesign für Haushaltskühl- und Gefriergeräte ausgearbeitet – diese Produktgruppe steht als eine der ersten unter der neuen Rahmenverordnung zur Revision an. Ein Kernanliegen war, dass das Label sich vom bisherigen Label unterscheidet. Hintergrund: Verbraucher sollen das reskalierte Label auf einen Blick vom bisherigen Label unterscheiden können. Außerdem wurde großen Wert auf Verständlichkeit gelegt. Nicht zuletzt sollte das Design aber auch einige grundsätzliche Haltungen und Einstellungen transportieren, nämlich eine vertrauenswürdige, transparente Informationsvermittlung auf Augenhöhe. Der Eindruck einer Bevormundung sollte vermieden werden, vielmehr sollten Neutralität und Offenheit ausgedrückt. Gleichzeitig sollte das Design Wertigkeit und Qualität signalisieren.

### *Zulässigkeit nationaler Standards für energieverbrauchsrelevante Produkte, die über Ökodesign und Labelling hinausgehen*

Rechtsgutachtlich wurde die Frage untersucht, ob und inwieweit der nationale Gesetzgeber Anforderungen an energieverbrauchsrelevante Produkte stellen kann, die über die europäischen Vorgaben hinausgehen. Im Ergebnis hängt der Handlungsspielraum der Mitgliedstaaten davon ab, ob und inwieweit von der Ökodesign-Richtlinie eine Sperrwirkung bezüglich der angestrebten Regelung ausgeht.

Eine solche „nationale Regelungen sperrende“ Wirkung kann die Richtlinie grundsätzlich nur dann entfalten, wenn für die zu regelnde Produktgruppe bereits eine Ökodesign-Durchführungsverordnung existiert. Darüber hinaus entfaltet die Ökodesign-Richtlinie (i. V. m. der jeweiligen Durchführungsverordnung) nur für die Ökodesign-Anforderungen eine Sperrwirkung, die in der Ökodesign-Durchführungsverordnung entweder explizit geregelt sind, oder für die i. S. v. Art. 6 Abs. 2 der Ökodesign-Richtlinie bewusst vorgesehen wurde, dass sie nicht erforderlich sind.

Besteht eine Sperrwirkung, verbleibt dem nationalen Gesetzgeber nur in den engen Grenzen der Schutzverstärkungsklauseln aus Art. 114 Abs. 4 bzw. 5 AEUV ein eingeschränkter Handlungsspielraum. Zudem muss die EU-Kommission Maßnahmen explizit billigen. In der Praxis dürfte dies keine Spielräume für den Erlass strengerer Ökodesign-Anforderungen eröffnen, denn es erscheint beinahe ausgeschlossen, dass dargelegt werden kann, dass die europäischen Anforderungen der Ökodesign-Verordnung dem Umweltschutz nicht genügen und dies auf einem spezifischen Problem der Bundesrepublik beruht.

Entfaltet die Ökodesign-Richtlinie aus den oben genannten Gründen keine Sperrwirkung, so muss sich die nationale Maßnahme am Primärrecht, also den Grundfreiheiten, und insbesondere an der Warenverkehrsfreiheit messen lassen. National strengere Anforderungen sind möglich, sie müssen jedoch aus Gründen des Umweltschutzes gerechtfertigt sowie diskriminierungsfrei und verhältnismäßig sein.

Insbesondere sollte im Rahmen der Studie geklärt werden, ob eine Verpflichtung zum Zählereinbau bei Heiz- oder Klima- und Lüftungsgeräten auf nationaler Ebene zulässig wäre. Hier konnte festgestellt werden, dass eine entsprechende Verpflichtung nicht von der Sperrwirkung der Ökodesign-Richtlinie erfasst ist, da Art. 6 Abs. 1 S. 2 Ökodesign-Richtlinie greift: Danach können die Mitgliedstaaten im Zusammenhang mit der Umsetzung der Gebäude-Richtlinie strengere Anforderungen an die Energieeffizienz von gebäudetechnischen Systemen stellen als in den Durchführungsverordnungen der Ökodesign-Richtlinie vorgesehen. In Art. 1 Abs. 3 der Gebäude-Richtlinie ist hierzu explizit vorgesehen, dass es sich bei den Anforderungen der Gebäude-Richtlinie um Mindestanforderungen handelt, die die Mitgliedstaaten nicht daran hindern, weitreichendere Maßnahmen einzuführen oder beizubehalten. Zudem sind die Mitgliedstaaten in Art. 8 Abs. 2 Gebäude-Richtlinie dazu angehalten, die Einführung intelligenter Messsysteme bei der Errichtung oder größeren Renovierungen von Gebäuden zu unterstützen. Eine Verpflichtung zum Zählereinbau bei Heiz- oder Klima- und Lüftungsgeräten auf nationaler Ebene ist danach zulässig, sofern die Maßnahme mit dem Primärrecht, also den Grundfreiheiten vereinbar und darüber hinaus verhältnismäßig ist.

#### *Senkung des Stromverbrauchs durch Nutzung verhaltensökonomischer Instrumente auf Stromrechnungen*

Die Stromrechnung als regelmäßiges Kommunikationsmedium zwischen Stromanbieter und Stromkunden kann ein geeignetes Medium sein, um Stromeinsparungen anzureizen. Im Rahmen dieser Studie wurden jedoch zahlreiche Hemmnisse identifiziert, die dazu führen, dass Energieeinsparpotenziale nicht ausgeschöpft werden.

Der gesetzlich festgeschriebene Anforderungskatalog an die Stromrechnung umfasst sowohl komparatives als auch historisches Feedback – allerdings wird in der Praxis deutlich, dass Stromversorger diesbezüglich zumeist an der Minimalgrenze entlang agieren: Stichproben von Musterrechnungen, die im Rahmen der Studie durchgeführt wurden, haben gezeigt, dass die vorgeschriebenen Grafiken mit dem Vergleich des eigenen Jahresverbrauchs zum Jahresverbrauch von Vergleichsgruppen meist erst auf den hinteren Seiten der Energierechnung abgebildet sind. Damit wird ein Großteil der Kunden nicht angesprochen. Teilweise sind die Grafiken zudem kaum aussagekräftig, da sich die Vergleichskategorien ausschließlich auf Haushalte ohne elektrische Warmwasserbereitung, Stromheizung oder elektrische Wärmepumpe beziehen. Ferner wird in der Regel lediglich der Verbrauch von zwei Rechnungsjahren angegeben, der aktuelle Verbrauch und der des Vorjahres.

Um in der Breite Stromsparreize zu realisieren, sind eine Vielzahl von Maßnahmen notwendig. Insbesondere sollten verhaltensökonomische Instrumente auf Stromabrechnungen gestärkt bzw. ergänzt werden. Förderlich sind insbesondere soziale Vergleiche und Einspar-Zielsetzungen, die ggf. mittels Gamification-Elementen erreicht werden könnten.

Darüber hinaus wurden Politikoptionen für Klima- und Lüftungsanlagen, Heizgeräte, Wasserhähne und Duschköpfe, Beleuchtung und TV-Geräte untersucht. Maßgeblich für die Auswahl dieser Produktgruppen war, dass nicht ausgeschöpfte Einsparpotenziale erkennbar waren sowie politische „Gelegenheitsfenster“ bestanden.

#### *Klima- und Lüftungsanlagen*

Bei Klima- und Lüftungsanlagen liegen vor allem im Gebäudebestand große Energieeinsparpotenziale brache. Im Rahmen der Studie wurden Hemmnisse bei der Hebung dieser Potenziale entlang einer Beratungskette identifiziert, Strategien und Lösungsmöglichkeiten

zur Steigerung der Energieeffizienz entwickelt und in mehreren Stakeholder-Workshops diskutiert.

Zentral im Rahmen der Studie war die Entwicklung eines QuickChecks zur Kurzbewertung von Bestandsanlagen und eines Systemlabels. Die Ausarbeitung erfolgte in Zusammenarbeit mit der Parallelstudie Ecofys et al. (2018), die für die technische Entwicklung und Programmierung der Tools verantwortlich zeichnete. Aufgabe des QuickChecks ist es, Empfängern eine Einschätzung über die Größenordnung der Energiekosten der Anlage zu liefern. Außerdem werden Einsparpotenziale abgeschätzt und eine Aussage zum Handlungsbedarf gegeben. Zielgruppen für Aussteller sind Auditoren, Energieberater, technisch versierte Mitarbeiter und Wartungsunternehmen. Zielgruppen für Empfänger sind sowohl technisch versierte Mitarbeiter als auch Empfänger mit nicht-technischer Ausrichtung.

Das Systemlabel zur erweiterten Inspektion in der Detailberatung zeigt auf, wie energieeffizient die Anlage ist, und zwar unter Berücksichtigung ihrer Dimensionierung und Betriebsweise. Der Betreiber erhält damit eine Aussage zur Systemeffizienz seiner Anlage, die erheblich über die Energieeffizienz der eingesetzten Komponenten hinausgeht. In der vorliegenden Form ist das Label für Bestandsanlagen gedacht. Eine Übertragung auf Neuanlagen ist aber empfehlenswert und könnte sowohl die Vermarktung energieeffizienter Anlagen unterstützen als auch deren Qualitätssicherung verbessern.

Damit hat die Studie für den konkreten Fall Klima- und Lüftungsanlagen gezeigt, dass eine Erweiterung der Energiekennzeichnung vom Produktansatz auf den Systemansatz möglich und sinnvoll ist, um die mit der Systemebene verbundenen größeren Einsparpotenziale zu adressieren.

### *Heizungsanlagen im realen Betrieb*

Bei Heizungsanlagen war im Rahmen der Studie der effiziente Praxisbetrieb zentraler Untersuchungsgegenstand. Der effiziente Heizungs-Praxisbetrieb wird schon heute durch verschiedenste Instrumente adressiert: vorhanden ist insbesondere ein insgesamt als umfassend einzustufendes Informations-, Beratungs- und Förderangebot. Ordnungsrechtlich flankiert wird der effiziente Praxisbetrieb von Heizungsanlagen allerdings bislang nur teilweise – überwiegend zielen ordnungsrechtliche Instrumente auf die Anschaffung energieeffizienter Geräte, unabhängig von der Art ihrer Systemeinbindung.

Im Rahmen der Studie wurden entlang einer gedachten Maßnahmenkette zur Erschließung von Effizienzpotenzialen im Heizungs-Praxisbetrieb Handlungsfelder identifiziert. Dies betrifft insbesondere die Transparenz des Verbrauchs, ein Monitoring des Praxisbetriebs, die Dimensionierung und Inbetriebnahme von Heizungsanlagen, Heizungsregelungen und die Ausbildung im Handwerk. Zudem wurden Handlungsoptionen zur Realisierung weiterer Effizienz- und Energieeinsparpotenziale aufgezeigt: z. B. könnte eine Effizienzanzeige versteckte Ineffizienzen aufzeigen. Die in Zusammenhang mit der Anzeige erhobenen Messdaten könnten darüber hinaus für weitergehende Dienstleistungen und Analysen verwendet werden. Aber auch die einfache Verbrauchsabrechnung könnte – wenn sie verständlicher ausgestaltet wäre – die Transparenz verbessern und so die Einsparmotivation fördern. Ein Betriebsbericht nach Inbetriebnahme neuer Wärmeerzeuger könnte Eigentümern die energetische Qualität ihrer neuen Heizung verdeutlichen und die Grundlage einer systematischen Optimierung liefern. Und schließlich sollten auch Ausbildungsinhalte und der Ausbildungsumfang die Bedeutung und die zentrale Rolle eines effizienten Heizungs-Praxisbetriebs widerspiegeln. Nicht zuletzt ist aber das Gesamtpaket entscheidend: Handlungsoptionen zur Realisierung von Effizienz- und Einsparpotenzialen müssen inei-

nderergreifen und aufeinander abgestimmt sein. Insbesondere ordnungsrechtliche Anforderungen müssen in der Praxis handhabbar sein. Und auch auf Marktseite müssen Hersteller, Installateure und Handwerker zusammenwirken. Hierfür bietet insbesondere die Digitalisierung neue Möglichkeiten.

### *Wasserhähne und Duschköpfe*

Die Studie erarbeitete Vorschläge, wie die Bundesregierung auf europäischer und nationaler Ebene agieren könnte, um die Energieeinsparpotenziale bei Wasserhähnen und Duschen zu heben. Zu diesem Zweck wurden die Potenziale für Deutschland anhand des in der Ökodesign-Vorstudie des Joint Research Centres über Wasserhähne und Duschen (im Folgenden: „JRC-Vorstudie“) geschätzten EU-Potenzialen geschätzt und die dort vorgeschlagenen Politikoptionen bewertet. Zudem wurden bestehende freiwillige Label ausgewertet. Hieraus ergab sich mit Stand Juli 2017 eine Politikempfehlung für ein verpflichtendes EU-Label sowie ausgewählte Ökodesign-Anforderungen. Neuere Entwicklungen sind nicht berücksichtigt.

### *Beleuchtung*

Mit der zunehmenden Verbreitung von LED-Lampen wird auch das Thema Rebound-Effekte virulent. Wie groß entsprechende Auswirkungen auf das Einsparpotenzial von Effizienzsteigerungen tatsächlich sind und wie sie sich begrenzen lassen, ist allerdings noch kaum untersucht worden. Hierzu wurde vorliegend ein Beitrag geleistet.

Direkte Rebound-Effekte im Bereich der Beleuchtung sind bei einem einfachen Ersatz ineffizienter Lampen durch effizientere als gering anzunehmen. Vorliegend wird von einer Minderung der potentiellen Stromeinsparungen durch Energieeffizienzverbesserungen von ca. 15 % bis 2030 ausgegangen. Hervorgerufen werden können diese Rebound-Effekte durch Nutzungszeitverlängerungen, Nutzung mehrerer und/oder hellerer Lampen, eines Anstiegs der zu beleuchtenden Fläche oder durch neue Beleuchtungsanwendungen.

Daneben tragen auch verschiedene gesellschaftliche Trends zur Steigerung der Nachfrage nach Beleuchtung, neuen Anwendungen und damit verbunden zu einer Steigerung des Energieverbrauchs bei. Zwei gesellschaftliche Trends – kleinere Haushalte und mehr Wohnfläche sowie Digitalisierung – wurden hier näher betrachtet und ihr potentieller Beitrag zu einer zukünftigen Steigerung des Energieverbrauchs für Beleuchtung dargestellt.

Zur Minimierung direkter Rebound-Effekte und Adressierung der vorgenannten gesellschaftlichen Trends werden im Rahmen der Studie Handlungsempfehlungen aufgezeigt. Diese reichen von informativem (z. B. im Kontext der Nationalen Top-Runner-Initiative der Bundesregierung) bis hin zu regulatorischen Maßnahmen.

### *TV-Geräte*

Für TV-Geräte wurden vertiefende Untersuchungen zu der Frage durchgeführt, auf welche Faktoren die Entwicklung des Gesamtenergieverbrauchs der neu verkauften Geräte vor allem zurückzuführen ist. Betrachtet wurden hierbei die Entwicklung der Verkaufszahlen, der Energieeffizienz, der Bildschirmdiagonale und der Technologien (Ersatz von CRT durch Flachbildschirme und von Plasma durch LED). Hierdurch sollten Einsparpotenziale besser verstanden und Interventionen gezielter geplant werden können.

Dabei wird deutlich, dass es eine sehr starke und schnelle Effizienzentwicklung der verkauften Geräte gegeben hat. Interessant ist, dass Klassen E und F zum Zeitpunkt ihres Verbotes bereits nicht mehr auf dem Markt erhältlich sind – die Verordnungen kamen also deutlich zu spät. Auch setzt eine starke Effizienzentwicklung bereits vor Einführung des Labels ein, beschleunigt sich dann allerdings auch noch einmal. Eine rasante Entwicklung der Verkaufszahlen zehrt allerdings einen Teil der Effizienzgewinne auf.

Zugleich nimmt die Größe der verkauften Geräte stark zu. Die populärsten Größenklassen sind und bleiben 30 – 34 und 40 – 44 Zoll, aber es ist ein Wachstum bei den drei größten Größenklassen ab 55 Zoll bis v. a. 55 – 59 Zoll zu beobachten. Das dürfte sich insbesondere bis 2012 auf den Energieverbrauch auswirken, da der Jahresenergieverbrauch der verschiedenen Bildschirmgrößen zu diesem Zeitpunkt noch stark auseinanderklafft. Anschließend sinkt er quer über alle Größen und nähert sich bei den verschiedenen Größen einander stärker an. Jedoch bleibt die Größe für den Jahresenergieverbrauch (JEV) weiterhin ebenso bedeutsam wie die Klasse: Eine niedrigere Effizienzklasse wird durch eine niedrigere Größenklasse in der Regel (über-)kompensiert.

Hinsichtlich der Technologien gibt es zwar deutliche Effizienzunterschiede zwischen den Technologien. Dennoch spielen die Technologieanteile an den Verkäufen praktisch keine Rolle für die Entwicklung des gesamten Energieverbrauchs. Viel wichtiger ist die Entwicklung des gerätespezifischen Jahresenergieverbrauchs innerhalb der Technologien, insbesondere LCD. Der Grund ist, dass LCD den Markt dominiert und alle anderen Technologien marginal sind.

Die Rolle des Technologiewandels wurde außerdem noch einmal separat für den Gerätebestand betrachtet. Auch hier zeigt sich, dass die Effizienzentwicklung innerhalb der LCD-Geräte bedeutsamer für den Gesamtenergieverbrauch ist als der Ersatz von Plasmageräten durch LCD, da diese ohnehin keine großen Marktanteile hatten.

Des Weiteren wurde untersucht, ob begründete Empfehlungen zum optimalen Verhältnis von Bildschirmgröße und Abstand zum Bildschirm gegeben werden können, die zur Wahl kleinerer Bildschirme und damit zu Energieeinsparungen führen könnten. Allerdings lässt sich weder aus ergonomischer oder gesundheitlicher Sicht noch aufgrund der optimalen Bildqualität eine Aussage ableiten, die geeignet wäre, das Wachstum der Bildschirmgrößen wesentlich einzudämmen. Dennoch kann eine Kommunikation zur bedarfsgerechten Wahl der Bildschirmgröße sinnvoll sein. Das Argument des empfohlenen Bildschirmabstands ist hier aber weniger relevant. Eher könnte hervorgehoben werden, dass große Diagonalen erhebliche Kosten verursachen – beispielsweise verdreifacht sich der Jahresenergieverbrauch in etwa, wenn die Bildschirmdiagonale von 30 auf 60 Zoll verdoppelt wird. Des Weiteren könnten praktische Tipps gegeben werden, die für die Wahl der richtigen Größe zu bedenken sind. Zusätzlich könnte man „Maximalgrößen“ für bestimmte Abstände angeben, d. h. die Kommunikation sollte nicht in Begriffen des richtigen Abstands für eine gegebene Größe, sondern in Begriffen der richtigen Größe für einen gegebenen Abstand formuliert werden.

# 1 Einleitung

---

Energieeffizienz und Energiesparen sind Schlüsselbereiche für den Erfolg der Energiewende und das Erreichen der Klimaschutzziele. Auf nationaler Ebene verfolgt Deutschland deshalb das Ziel, den Primärenergieverbrauch bis zum Jahr 2020 um 20 % und bis zum Jahr 2050 um 50 % zu senken. Langfristig soll damit ein Beitrag zur Senkung der Treibhausgas-Emissionen in der EU um 80 - 95 % bis zum Jahr 2050 geleistet werden.

Ein zentraler Treiber des Stromverbrauchs – und teilweise auch des Wärmeverbrauchs – ist die Energieeffizienz von Produkten (z. B. „Weiße Ware“, Unterhaltungselektronik, Wärmeerzeuger etc.). Die Effizienz energiebetriebener Produkte hat sich in den letzten 15 Jahren zwar signifikant verbessert, insbesondere durch die EU-Richtlinien zur Energieverbrauchskennzeichnung und zum Ökodesign sowie auf diese zurückgehende Verordnungen. Dennoch sind weitere Anstrengungen auf diesem Feld erforderlich.

Vor diesem Hintergrund hatte die vorliegende Studie den Auftrag, die wissenschaftliche Basis für Strategien zur Steigerung der produktbezogenen Energieeffizienz und zur Senkung des von Produkten verursachten Energieverbrauchs zur Verfügung zu stellen. Hierzu wurden insbesondere aktuelle Entwicklungsstandards, technische Hintergründe, gesellschaftliche Trends sowie rechtliche und marktwirtschaftliche Rahmenbedingungen analysiert, aufbereitet und bewertet. Darüber hinaus sollten konkrete Vorschläge zur Ausgestaltung und Weiterentwicklung von Maßnahmen zur Senkung des Energieverbrauchs von Produkten entwickelt werden.

Im Folgenden werden die Studienschwerpunkte dargestellt sowie Ergebnisse, Schlussfolgerungen und Handlungsempfehlungen zusammengefasst. Als zentraler Bestandteil der Studie wurden Wirkungs- und Potenzialabschätzungen zu nationalen Einsparwirkungen von Ökodesign- und Energiekennzeichnungsverordnungen für sechs ausgewählte Produktgruppen durchgeführt. Hierzu zählen Heizgeräte und Warmwasserbereiter, Beleuchtung, Elektromotoren, Haushaltskühl- und Gefriergeräte sowie Lüftungsanlagen. Im Gegensatz zu den bereits existierenden Abschätzungen wurde ein neuer Ansatz gewählt, der eine bis dato bestehende Forschungslücke zu füllen gedenkt. Überwiegend stellen die bestehenden Abschätzungen Ex-Ante Projektionen dar, die auf hypothetischen Szenarien basieren. Vorliegend wurden jedoch tatsächliche Verkaufs- oder Leistungsdaten zugrunde gelegt. In einem zweiten Schritt wurde untersucht, in welchem Umfang eine anspruchsvollere Ausgestaltung von Ökodesign- und Energiekennzeichnungsverordnungen zusätzliche Energieeinsparungen zwischen 2020 und 2030 generieren kann. Basierend auf diesen Abschätzungen wurden als zweiter zentraler Bestandteil der Studie sowohl europäische als auch nationale Handlungsfelder identifiziert, Politikoptionen untersucht, Handlungsoptionen aufgezeigt und Umsetzungsempfehlungen ausgesprochen.

# 2 Analyse nationaler Energieeinsparungen durch EU-Ökodesign- und Energieverbrauchskennzeichnung für ausgewählte Produktgruppen

---

## 2.1 Hintergrund und Fragestellung

Ziel war es, die nationalen Einsparwirkungen von Ökodesign- und Energiekennzeichnungsverordnungen für ausgewählte Produktgruppen abzuschätzen. Alle bisher vorliegenden Schätzungen zu den Wirkungen dieser Maßnahmen (Vorstudien, Impact Assessments, Ecodesign Impact Accounting Kemna et al. (2016), Van Holsteijn en Kemna B. V. (2014) sowie unabhängige Studien wie Ballu und Toulouse (2010), Elstrand et al. (2014), Irrek et al. (2010), Molenbroek et al. (2012), Smith et al. (2016) sind Ex-ante-Projektionen, die auf hypothetischen Szenarien basieren. Bisher existierten keine retrospektiven Studien, die die Auswirkungen von Ökodesign oder Energiekennzeichnung anhand von tatsächlichen Verkaufs- oder Leistungsdaten bewerten.

Zudem beziehen sich die genannten Studien alle auf die EU insgesamt. Die Effekte der Verordnungen können aber je nach Mitgliedsland sehr unterschiedlich ausfallen, da sie unter anderem vom bereits erreichten Effizienzstandard, nationalem Klima oder Nutzungsgewohnheiten abhängen. Über die Wirkungen auf nationaler Ebene ist ebenfalls nicht viel bekannt.

Zwei Studien von Topten Europe Michel et al. (2014, 2015) sind retrospektiv ausgerichtet und betrachten auch nationale Märkte: Sie haben die Entwicklung der Effizienz neu verkaufter weißer Ware und Fernsehgeräte für die EU und eine Reihe von Mitgliedsstaaten beobachtet. Hier wird aber wiederum nicht versucht, die Auswirkungen von Ökodesign und Energiekennzeichnung zu isolieren.

Die vorliegende Studie ist ein erster Versuch, diese Forschungslücken teilweise zu schließen. Die nationalen Wirkungen der Verordnungen werden für sechs Produktgruppen abgeschätzt. Die Auswahl fiel auf diejenigen Gruppen, die laut Ecodesign Impact Accounting die höchsten projektierten Einsparungen für 2020 aufwiesen (vgl. Tabelle 2.1). Darunter waren drei Gruppen, die zum Zeitpunkt der Untersuchung erst vor kurzem reguliert worden waren (Heizkessel, Warmwasserbereiter und Klimaanlage) und drei weitere mit einer längeren Regulierungsgeschichte (Elektromotoren, Haushaltskühl- und -gefriergeräte, Beleuchtung). Dementsprechend musste für die ersten drei Produktgruppen projektiv gearbeitet werden, für die übrigen konnte auf Datenreihen aus der Vergangenheit zurückgegriffen werden.

Tabelle 2.1 Abgeschätzte Produktgruppen

Produktgruppe	Ökodesign-Verordnung		Energiekennzeichnungs-Verordnung		Prognostizierte Einsparungen (EU-28, Primärenergie (TWh/a))	
	Nr.	in Kraft seit	Nr.	in Kraft seit	2020	2030
ENER 1: Heizkessel	813/2013	26.9.2015	811/2013	26.9.2015	465	763
ENER 2: Heizwasserbereiter	814/2013	26.9.2015	812/2013	26.9.2015	176	291
ENER 8/9/19: Beleuchtung	244/2009; 245/2009	1.9.2009; 13.4.2010	874/2012	1.9.2013	282	356
ENER 10: Elektromotoren	640/2009	16.6.2011	keine	keine	351	521
ENER 13: Haushaltskühl- und Gefriergeräte	643/2009	1.7.2010	1060/2010	30.11.2011	167	217
ENER 21 / ENTR 6: Lüftungsanlagen	1253/2014	1.1.2016	1254/2014	1.1.2016	115	212

Weitere Abschätzungen wurden für den Fall einer anspruchsvolleren Ausgestaltung der Ökodesign- und Energieverbrauchskennzeichnungsverordnungen vorgenommen (vgl. Kapitel 2.8).

## 2.2 Einsparungen bei Heizgeräten und Warmwasserbereitern

### 2.2.1 Zielsetzung

Am 26.9.2015 treten die Ökodesign-Verordnungen 813/2013 (Heizgeräte) und 814/2013 (Warmwasserbereiter) sowie die Energiekennzeichnungs-Verordnungen 811/2013 (Heizgeräte) und 812/2013 (Warmwasserbereiter) in Kraft. Ziel der Kurzstudie ist die Projektion, welche nationalen Einsparungen durch diese Verordnungen zu erwarten sind. Zielgrößen sind die jährlichen Einsparungen an Endenergie und Primärenergie sowie CO<sub>2</sub>-Emissionen für die Summe der neu verkauften Anlagen in den Zieljahren 2020 und 2030.

### 2.2.2 Methode

Die Einsparungen wurden gegenüber einem Business-as-Usual-Szenario als Fortschreibung existierender Trends modelliert. Berücksichtigte Technologien waren:

1. Los 1 (Heizgeräte): Biomasse, Wärmepumpen, Öl-Niedertemperaturtechnik (NT), Öl-Brennwerttechnik (BW), Gas-NT, Gas-BW
2. Los 2 (Warmwasserbereiter): Elektro-Durchlauferhitzer, Elektro-Speicher, Gas-Durchlauferhitzer, Gas-Speicher BW, Gas-Speicher NT, Solarthermie, Warmwasser-Wärmepumpe

### 2.2.3 Datengrundlage

Die Daten zur derzeitigen Situation und bisherigen Entwicklung wurden den folgenden Quellen entnommen:

Tabelle 2.2 Datengrundlage

		Los 1 (Heizgeräte)	Los 2 (Warmwasserbereiter)
Bestand		VHK Prep Study Los1; BDH Anlagenbestand 2014; BDEW 2015: Wie heizt Deutschland? und vertrauliche Angaben	VHK Prep Study Los2; BRG consult: Germany water heaters 2015; für Solarthermie: BDH, BSW
Absatz		BDH Marktentwicklung 2004-2014, VHK Prep Study Los 1,	Prep Study Los2; BRG con-sult: Germany water heaters 2015
Durchschnittlicher Verbrauch je Anlagentyp; ermittelt aus	Anlagenbestand	s. o.	s. o.
	Gesamtverbrauch eines Energieträgers je Anwendungszweck	BMWi 2015: Zahlen und Fakten	BMWi 2015: Zahlen und Fakten
Beheizte Fläche (Wohn- und Nichtwohngebäude)		Stat. Bundesamt 2013: Fachserie 5 Reihe 3: Bautätigkeit und Wohnungen - Bestand an Wohnungen; NWG: dena 2015: Gebäudereport	

Die folgenden Primärenergiefaktoren und Emissionsfaktoren wurden verwendet:

Tabelle 2.3 Primärenergiefaktoren und Emissionsfaktoren

Energieträger	Primärenergiefaktor	Quelle	Emissionsfaktor (g/kWh)	Quelle
Heizöl	1,1	DIN 18599	270	VHK 2014 <sup>1</sup>
Erdgas	1,1	DIN 18599	198	VHK 2014
Strom	2,5	VHK 2014: Ecodesign Impact Accounting Part 1	2010: 410	VHK 2014
			2015: 398	
			2020: 380	
			2025: 360	
			2030: 340	
			Jahre dazwischen interpoliert	

### 2.2.4 Annahmen BAU-Szenario

Für das BAU-Szenario wurden die folgenden Annahmen getroffen:

#### Los 1

Bei der Niedertemperaturtechnologie werden jedes Jahr 5 % weniger Geräte verkauft. Die weniger verkauften Niedertemperatur-Technologien werden durch Brennwerttechnologien ersetzt. Ab 2021 wird nur die Hälfte der aus dem Markt gehenden NT Geräte durch BW ersetzt sowie 40 % durch Wärmepumpen. Es werden insgesamt etwas weniger Geräte verkauft.

Der Wärmepumpenabsatz steigt von 2016 bis 2020 mit 2 % pro Jahr infolge verbesserter MAP Förderbedingungen.

#### Los 2

Bei den Niedertemperatur-Technologien werden jedes Jahr 5 % weniger Geräte verkauft. Im Gegenzug wächst die Brennwert-Technologie im Absatz um 2,5 % pro Jahr. Der Absatz von Solarthermie steigert sich konstant um 4200 Anlagen pro Jahr (Vorstudie Los 2). Der Wärmepumpenabsatz steigt ab 2016 mit 2,5 % pro Jahr infolge verbesserter MAP Förderbedingungen.

### 2.2.5 Annahmen Basisszenario Ökodesign

Für das Basisszenario mit Ökodesign und Energiekennzeichnung wurden folgende Annahmen getroffen:

<sup>1</sup>Seit Erstellung der Studie sind weitere Aktualisierungen des Ecodesign Impact Accounting erschienen (aktuellste Version: (Kemna et al. 2016)). Die Darstellung spiegelt den damaligen Stand wieder.

**Los 1**

Die Änderungen durch die Verordnungen greifen ab Oktober 2015. Die Niedertemperatur-Technologien gehen jährlich um 50 % im Absatz zurück. Branchenquellen gehen davon aus, dass Hersteller vielfach versuchen werden ihre NT-Geräte auf 86 % Wirkungsgrad zu trimmen, um sie somit noch auf dem Markt halten zu können. Zudem sind auch weiterhin Gas-thermen im NT-Modus erlaubt. Im Gegenzug nehmen die Brennwerttechnologien bis 2020 jährlich um 2 % im Absatz zu, ab 2021 nur um 1 %. Der Wärmepumpenabsatz steigt bis 2020 um jährlich 5 %, dann um jährlich 2,5 %. Die Absatzgesamtzahl erhöht sich leicht infolge leicht verstärkten Austauschs.

**Los 2**

Die Änderungen durch die Verordnungen greifen ab Oktober 2015. Hierdurch gehen die Elektrospeicher jährlich um 5 % im Absatz zurück. Sie werden hauptsächlich durch Durch-lauferhitzer ersetzt, die jährlich um 1 % im Absatz zunehmen. Die Niedertemperatur-Technologien gehen jährlich um 50 % im Absatz zurück; im Gegenzug nehmen die Brennwerttechnologien jährlich um 2,5 % im Absatz zu und die Wärmepumpen nehmen bis 2020 jährlich um 5 % im Absatz zu, ab 2021 um 10 %. Der Absatz von Solarthermie steigert sich bis 2020 konstant um 6300 Anlagen pro Jahr (1,5\*Base Case), ab 2021 um 8400 Anlagen pro Jahr (2\*Base Case). Insgesamt verringert sich der Absatz durch einen Trend hin zu kombinierter Raumwärme und Warmwasser Erzeugung.

**2.2.6 Annahmen Sensitivitätsszenario Ökodesign**

Für das Sensitivitätsszenario wurden folgende Annahmen getroffen:

**Los 1**

Die Änderungen durch die Verordnungen greifen ab Oktober 2015. Die Niedertemperatur-Technologien gehen im Gegensatz zum Basisszenario jährlich um 80 % im Absatz zurück. Im Gegenzug nehmen die Brennwerttechnologien bis 2020 jährlich um 2,5 % im Absatz zu, ab 2021 nur noch um 0,5 % (da die NT-Technologien zu diesem Zeitpunkt praktisch vom Markt verschwunden sind). Der Wärmepumpenabsatz steigt wie im Basisszenario bis 2020 um jährlich 5 %, dann um jährlich 2,5 %. Die Absatzgesamtzahl erhöht sich leicht infolge leicht verstärkten Austauschs.

**Los 2**

Die Änderungen durch die Verordnungen greifen ab Oktober 2015. Die Elektrospeicher gehen im Gegensatz zum Basisszenario jährlich um 10 % im Absatz zurück. Sie werden bis 2020 zu 60 % durch E-Durchlauferhitzer ersetzt, zu 20 % durch Wärmepumpen und zu 5 % durch Solarthermie (der Rest fällt weg wegen Trend zu kombinierter Raumwärme und WW-Erzeugung). Ab 2021 ändert sich das Verhältnis zu 40 / 30 / 10 %. Der Absatz der Gas-Durchlauferhitzer bleibt konstant. Die Niedertemperatur-Technologien gehen wie im Basisszenario jährlich um 50 % im Absatz zurück. Sie werden zu 50 % durch Brennwerttechnologie und zu 40 % durch Solarthermie ersetzt (der Rest fällt weg). Insgesamt verringert sich der Absatz durch einen Trend hin zu kombinierter Raumwärme und Warmwasser Erzeugung.

Dieses Szenario wird als eher optimistisch betrachtet, da es wahrscheinlich scheint, dass ein schneller Rückgang der Elektrospeicher aufgrund der bestehenden Infrastruktur hauptsächlich durch eine Zunahme der Elektro-Durchlauferhitzer kompensiert werden würde. Es wurde daher noch ein zweites Sensitivitätsszenario betrachtet, in dem die wegfallenden Elektrospeicher zu 70 % durch Durchlauferhitzer ersetzt werden, zu 10 % durch Wärmepumpen und zu 5 % durch Solarthermie.

### 2.2.7 Hochrechnung auf den Gebäudebestand

Da die Daten zu Anlagenbestand und -verkäufen sowie durchschnittlichem Verbrauch pro Anlage nur für Wohngebäude vorliegen, wurden die Verbräuche und Einsparpotenziale mittels des Flächenanteils näherungsweise auf den gesamten Gebäudebestand hochgerechnet.

#### Anteil Anlagen im Neubau vs. Ersatz

Den Anteil haben wir abgeschätzt, indem wir die Anzahl der Geräte in neuen Wohnungen bzw. Gebäuden von dem gesamten Zubau neuer Anlagen im betreffenden Jahr abgezogen haben. Bei Heizungen sind wir von einer Anlage pro Gebäude ausgegangen, bei Heißwasserbereitern haben wir entsprechend der Bestandszahlen 0,27 pro Wohnung bzw. 0,43 pro Gebäude ermittelt. (Bei den übrigen Gebäuden ist die Heißwasserbereitung in die Heizungsanlage integriert). Aus beiden ermittelten Zahlen für die Anzahl von Geräten im Neubau (die sehr nah beieinanderlagen) haben wir den Mittelwert ermittelt.

Daraus ergeben sich folgende Anteile für Anlagen im Neubau vs. Ersatzanlagen:

Tabelle 2.4 Anlagenanteile im Neubau vs. Ersatzanlagen

	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Verkaufte Heizungen im Neubau (Tsd.)	198,4	171,4	173,1	147,5	122,9	109,1	111,3	125,0	128,5	130,9
Heizungen Ersatz (Tsd.)	595,6	563,6	588,9	402,5	495,6	528,9	501,2	504,0	522,0	555,6
Heizungen Ersatz in %	75	77	77	73	80	83	82	80	80	81
Verkaufte WW-Bereiter Neubau im Durchschnitt (Tsd.)	77,0	66,5	67,8	57,5	47,7	42,5	43,4	49,3	52,2	54,3
WW-Bereiter Ersatz Durchschnitt (Tsd.)	1.476,5	1.463,0	1.493,8	1.407,6	1.439,0	1.461,2	1.411,9	1.421,6	1.446,4	1.423,5
% Ersatz Durchschnitt	95	96	96	96	97	97	97	97	97	96

#### Austauschrate

Aus den oben genannten Zahlen lässt sich für Los 1 für die Jahre 2010-2012 eine Austauschrate von 2,5 % und für 2013 eine Austauschrate von 2,7 % ermitteln. Die von der Vorstudie von VHK angenommenen Absatzzahlen ergeben demgegenüber eine geschätzte

Austauschrate von 4,6 % für 2010 (fast doppelt so hoch). Dies erklärt einen Teil der deutlich höher eingeschätzten Einsparungen.

Für Los 2 lässt sich für 2012 eine Austauschrate von 14 % ermitteln. Aus der Vorstudie von VHK lässt sich für Deutschland keine angenommene Austauschrate ermitteln, da die einzigen vorliegenden Bestandszahlen (für 2004) im Lichte der anderen für Deutschland vorliegenden Zahlen unplausibel sind (mehr als dreimal so hoch wie 2012).

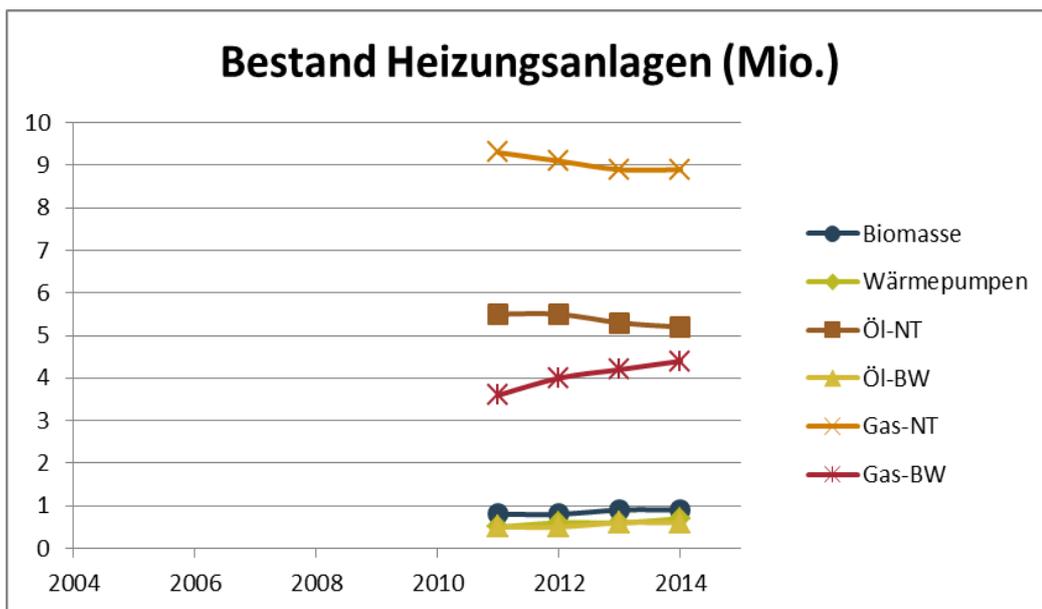
### 2.2.8 Ergebnisse

#### Entwicklung bis 2014

##### Los 1

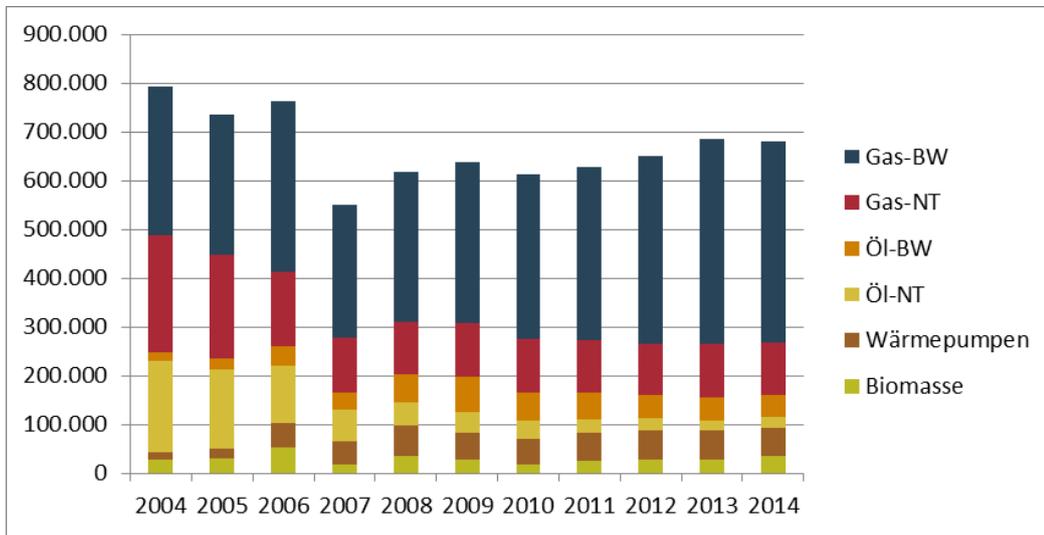
Abbildung 2.1 zeigt die Entwicklung des Anlagenbestandes, Abbildung 2.2 die Entwicklung des Absatzes. Abbildung 2.3 stellt die reale Entwicklung des Absatzes (nach Zahlen des BDH) der von VHK in der Vorstudie prognostizierten Entwicklung gegenüber.

Abbildung 2.1 Entwicklung des Bestandes an Heizungsanlagen



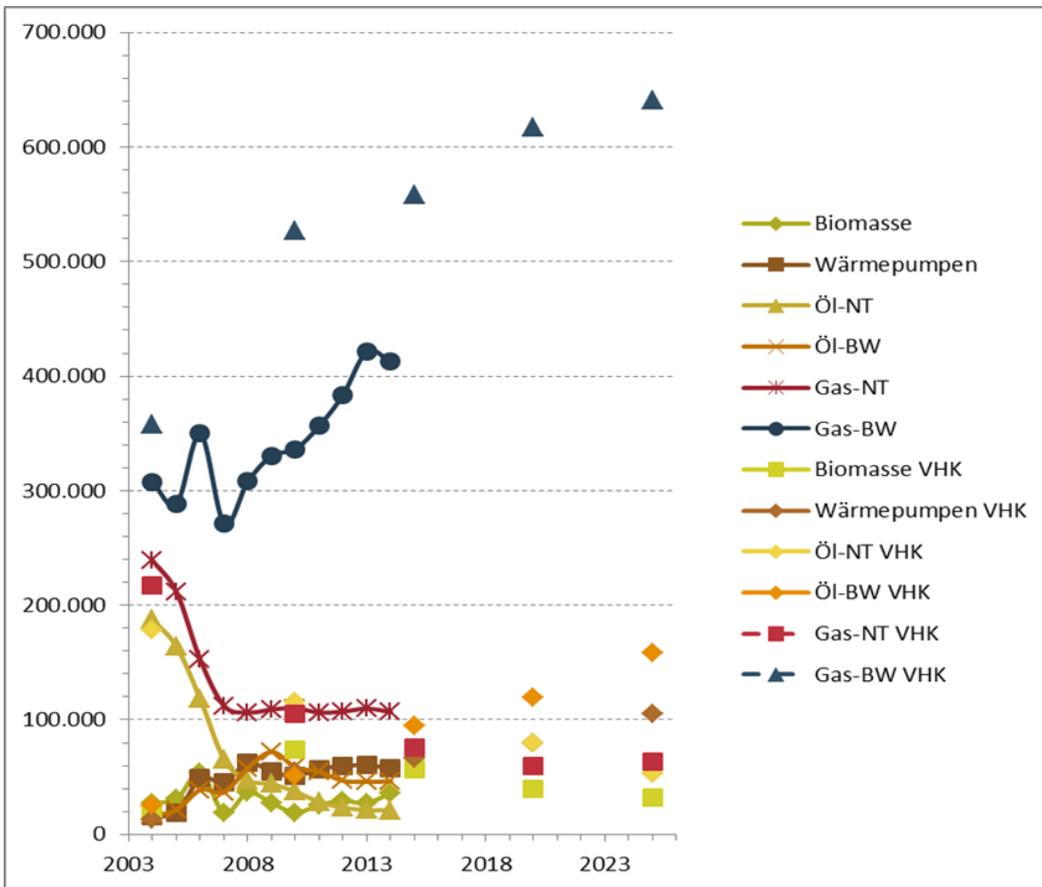
Quellen: BDH Anlagenbestand 2011, 2012, 2013, 2014

Abbildung 2.2 Entwicklung und Zusammensetzung der jährlichen Verkäufe von Heizanlagen



Quelle: BDH Marktentwicklung 2004-2014

Abbildung 2.3 Projizierte und tatsächliche Entwicklung der jährlichen Verkäufe an Heizanlagen

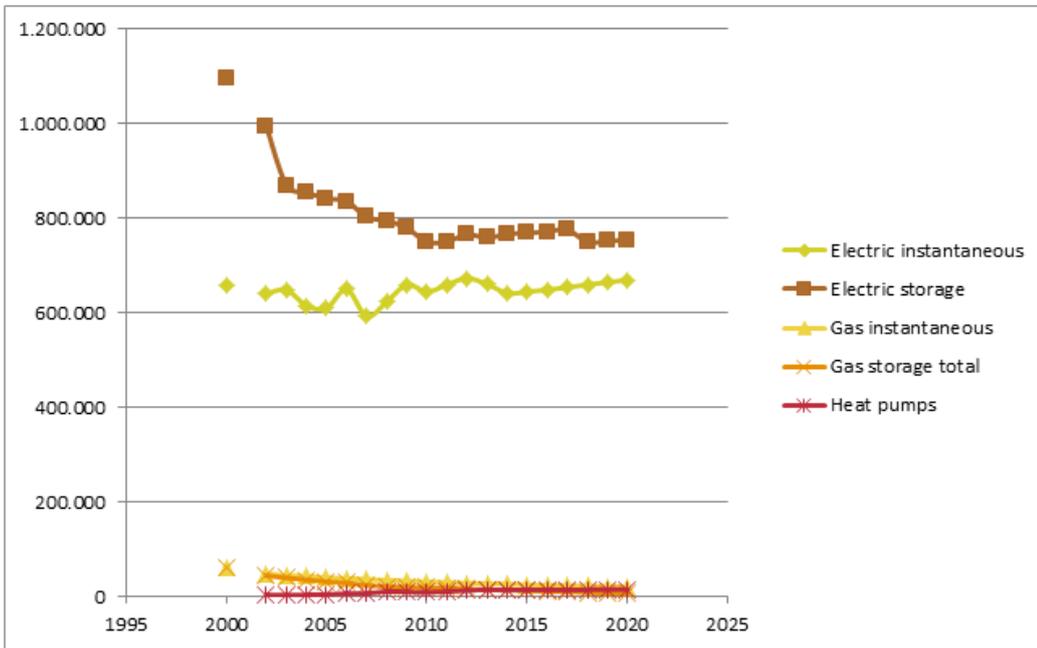


Quellen: BDH Marktentwicklung 2004-2014, VHK 2007.

Los 2

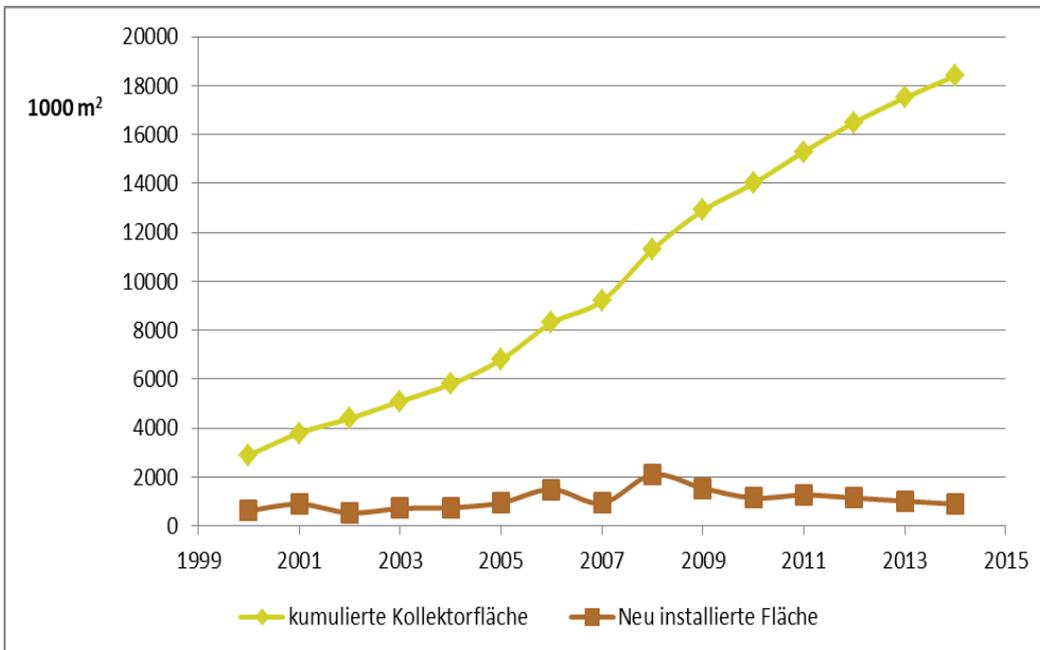
Abbildung 2.4 zeigt die Absatzentwicklung verschiedener Technologien zur Warmwasserbereitung im Vergleich. Abbildung 2.5 verdeutlicht die jährlich hinzukommende sowie die kumulierte Kollektorfläche für Solarthermie.

Abbildung 2.4 Absatzentwicklung verschiedener Technologien zur Warmwasserbereitung



Quelle: BRG Consult 2015; VHK 2007: Prep Study Los 2

Abbildung 2.5 Entwicklung der Kollektorfläche (Solarthermie)



Quelle: Bundesverband für Solarwirtschaft

### Einsparpotenziale

Tabelle 2.5 zeigt die Einsparpotenziale für Los 1 (Heizgeräte) in den verschiedenen Szenarien, jeweils hochgerechnet auf den gesamten Gebäudebestand.

Die „jährlichen“ Einsparungen entsprechen den Einsparungen, die jedes Jahr beim selben Jahr hinzugekommenen Neuanlagen entstehen (Differenz der im BAU-Fall hinzugekommenen Neuanlagen zu den im Ecodesign-Fall hinzugekommenen Anlagen).

Bei den „kumulierten“ Einsparungen werden die jährlichen Einsparungen aufaddiert. Sie entsprechen in groben Zügen den in der Vorstudie und dem Ecodesign Impact Accounting berechneten „jährlichen Einsparungen im Bestand“: Da nur über 15 Jahre abgeschätzt wurde, kann davon ausgegangen werden kann, dass im ECO- und BAU-Fall in den ersten Jahren im Wesentlichen dieselben Altanlagen aus dem Bestand gehen. Erst nach diesem Zeitraum beginnen auch die 2015 hinzugekommenen Neuanlagen in wesentlichem Umfang aus dem Bestand zu gehen. Daher entstehen die Einsparungen vor allem durch die Differenz bei den Neuanlagen.

Tabelle 2.5 Einsparpotenziale Los 1

Einsparungen Los 1									
BAU-Szenario									
	jährlich 2020		jährlich 2030		kumuliert bis 2020		kumuliert bis 2030		
EE-Verbrauch (TWh)	13,2		12,7		79,7		208,5		
PE-Verbrauch (TWh)	14,8		14,3		88,9		232,9		
CO <sub>2</sub> -Emissionen (1000 t)	2.781,1		2.670,7		16.764,6		43.853,0		
Ökodesign- und Energiekennzeichnung: Basisszenario									
	jährlich 2020		jährlich 2030		kumuliert bis 2020		kumuliert bis 2030		
	TWh/a	%	TWh/a	%	TWh	%	TWh	%	
EE-Einsparung	2,0	14,8	0,3	2,4	10,1	12,6	20,5	9,8	
PE-Einsparung	2,1	14,3	0,3	2,4	11,0	12,4	22,0	9,5	
	1000 t	%	1000 t	%	1000 t	%	1000 t	%	
CO <sub>2</sub> -Minderung	418,4	15	79,7	3,0	2.162,5	12,9	4.456,5	10,2	
Ökodesign- und Energiekennzeichnung: Sensitivitätsszenario									
	jährlich 2020		jährlich 2030		kumuliert bis 2020		kumuliert bis 2030		
	TWh/a	%	TWh/a	%	TWh	%	TWh	%	
EE-Einsparung	1,8	13,3	0,6	4,7	11,6	14,6	22,4	10,7	
PE-Einsparung	1,9	12,8	0,7	4,6	12,7	14,3	24,1	10,3	
	1000 t	%	1000 t	%	1000 t	%	1000 t	%	
CO <sub>2</sub> -Minderung	378,5	13,6	139,2	5,2	2.499,5	14,9	4.858,9	11,1	

In 2020 erbringt das Basisszenario die höheren Einsparungen, danach das Sensitivitätsszenario. In Tabelle 2.6 sind die Ergebnisse der beiden Szenarien noch einmal gegenübergestellt (normal gesetzt: Basisszenario; fett und kursiv gesetzt: Sensitivitätsszenario).

Tabelle 2.6 Gegenüberstellung Basis- und Sensitivitätsszenario für Los 1: Minimale und maximale Einsparungen

	jährlich 2020		jährlich 2030		kumuliert bis 2020		kumuliert bis 2030	
	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max
EE-Einsparung (TWh)	1,8	2,0	0,3	0,6	10,1	11,6	20,5	22,4
PE-Einsparung (TWh)	1,9	2,1	0,3	0,7	11,0	12,7	22,0	24,1
CO <sub>2</sub> -Minderung (1000 t)	378,5	418,4	79,7	139,2	2.162,5	2.499,5	4.456,5	4.858,9

Tabelle 2.7 zeigt die Einsparpotenziale für Los 2 für das Basisszenario und das Sensitivitätsszenario II. Das Sensitivitätsszenario I liegt zwischen beiden Werten. In Tabelle 2.8 sind die Ergebnisse der beiden Szenarien noch einmal gegenübergestellt (normal gesetzt: Basisszenario; fett und kursiv gesetzt: Sensitivitätsszenario).

Tabelle 2.7 Einsparpotenziale Los 2

Einsparungen Los 2									
BAU-Szenario									
	jährlich 2020		jährlich 2030		kumuliert bis 2020		kumuliert bis 2030		
EE-Verbrauch (TWh)	4,8		4,8		29,0		76,0		
PE-Verbrauch (TWh)	11,8		11,8		71,0		189,0		
CO <sub>2</sub> -Emissionen (1000 t)	1.802,2		1.613,8		11.026,6		28.011,4		
Ökodesign und Energiekennzeichnung: Basisszenario									
	jährlich 2020		jährlich 2030		kumuliert bis 2020		kumuliert bis 2030		
	TWh/a	%	TWh/a	%	TWh	%	TWh	%	
EE-Einsparung	0,6	12	1,1	23,6	2,1	7,1	11,2	14,7	
PE-Einsparung	1,4	11,9	2,8	23,6	5,0	7,0	27,7	14,6	
	1000t	%	1000t	%	1000t	%	1000t	%	
CO <sub>2</sub> -Minderung	215,1	11,9	381,0	23,6	768,5	7,0	4.006,7	14,3	
Ökodesign- und Energiekennzeichnung: Sensitivitätsszenario II									
	jährlich 2020		jährlich 2030		kumuliert bis 2020		kumuliert bis 2030		
	TWh/a	%	TWh/a	%	Min	Max	Min	Max	

Einsparungen Los 2								
EE-Einsparung	0,5	9,7	0,8	16,6	1,8	6,3	8,5	11,1
PE-Einsparung	1,1	9,6	2,0	16,6	4,4	6,2	21,0	11,1
	<b>1000t</b>	<b>%</b>	<b>1000t</b>	<b>%</b>	<b>1000t</b>	<b>%</b>	<b>1000t</b>	<b>%</b>
CO <sub>2</sub> -Minderung	173,9	9,7	267,8	16,6	676,9	6,1	3.055,0	10,9

Tabelle 2.8 Gegenüberstellung Basis- und Sensitivitätsszenario für Los 2: Minimale und maximale Einsparungen

	jährlich 2020		jährlich 2030		kumuliert bis 2020		kumuliert bis 2030	
	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max
EE-Einsparung (TWh)	0,5	0,6	0,8	1,1	1,8	2,1	8,5	11,2
PE-Einsparung (TWh)	1,1	1,4	2,0	2,8	4,4	5,0	21,0	27,7
CO <sub>2</sub> -Minderung (1000 t)	173,9	215,1	267,8	381,0	676,9	768,5	3.055,0	4.006,7

In Tabelle 2.9 werden die errechneten Einsparungen verglichen mit den Einsparungen, die sich für Deutschland ergeben würden, wenn man die laut Ecodesign Impact Accounting für die EU ermittelten Zahlen anhand verschiedener Quotienten anteilig auf Deutschland verteilen würde. Die verwendeten Quotienten sind der Anteil Deutschlands an der bebauten Fläche (14 %) und der Anteil Deutschlands am BIP (20 %).<sup>1</sup>

Tabelle 2.9 Vergleich der errechneten Einsparungen mit den anteiligen Einsparungen für D laut Ecodesign Impact Accounting

	2020				2030			
	Min	Max	EU Anteil Min	EU Anteil Max	Min	Max	EU Anteil Min	EU Anteil Max
Los 1								
PE-Einsparung (TWh)	11,0	12,7	69,6	99,7	22,0	24,1	111,4	159,6
CO <sub>2</sub> -Minderung (1000 t)	2.162,5	2.499,5	14.540,8	20.830,2	4.456,5	4.858,9	23.575,9	33.773,2
Los 2								
	Min	Max	EU Anteil	EU Anteil	Min	Max	EU Anteil	EU Anteil

<sup>1</sup> Andere Quotienten, wie der Bevölkerungsanteil (16 %) und der Anteil Deutschlands am Primärenergieverbrauch 2010 für Los 1 (17 %) liegen dazwischen.

	2020		2030		2030		2030	
			Min	Max			Min	Max
PE-Einsparung (TWh)	4,4	5,0	25,0	35,8	21,0	27,7	41,1	58,6
CO <sub>2</sub> -Minderung (1000 t)	676,9	768,5	4.235,2	6.067,0	3.055,0	4.006,7	6.352,8	9.100,6

## Interpretation

Die ermittelten Potenziale erscheinen bestenfalls moderat, wenn man sie mit dem gesamten Energieverbrauch für Heizen und Warmwasser vergleicht. Allerdings sind hier erhebliche Unsicherheiten in der Abschätzung zu berücksichtigen:

1. Die Entwicklung der zukünftigen Absatzzahlen unterliegt Unsicherheiten und Schwankungen. Schon kleine Veränderungen bei einer prozentualen Zunahme oder Abnahme können bei Anlagen mit hohen Bestandszahlen, wie etwa Elektro-Durchlauferhitzer, erhebliche Auswirkungen haben.
2. Die Hochrechnung auf den gesamten Gebäudebestand unterliegt großen Unsicherheiten, da bei Nichtwohngebäuden andere Anlagentypen und -größen vorherrschen dürften.
3. Alternative Primärenergiefaktoren (etwa deutschlandspezifische dynamische Faktoren) ergeben leicht unterschiedliche Ergebnisse – tendenziell höhere Primärenergieeinsparungen in den ersten Jahren und dafür höhere in den späteren Jahren.
4. Gleiches gilt für die CO<sub>2</sub>-Emissionsfaktoren, die bei den VHK Vorgaben in den Anfangsjahren niedriger sind als die Deutschland-spezifischen, und später leicht höher.

Sensitivitätsanalysen zeigen aber, dass die Aussagen in der Größenordnung in etwa belastbar sind.

Gegenüber den Zahlen, die sich aus der anteiligen Umlage der EU-Einsparungen lt. Ecodesign Impact Accounting auf Deutschland ergeben, sind die hier vorgelegten Zahlen aus zwei Gründen belastbarer:

1. Eine anteilige Umlage wird der Tatsache nicht gerecht, dass die Struktur des Bestandes und Marktes für die hier betrachteten Gerätegruppen in den EU-Mitgliedstaaten sehr unterschiedlich ist. Dagegen wurde in der hier vorgelegten Betrachtung mit empirischen Zahlen zum Bestand und Markt in Deutschland gearbeitet
2. Die Zahlen des Ecodesign Impact Accounting beruhen ihrerseits aus den Abschätzungen der Vorstudien zu Los 1 und Los 2, die mit Projektionen auf der Basis älterer Daten (z. B. Bestandsdaten von 2004) arbeiten.

Der Hauptgrund für den nur moderaten Effekt dürfte bei den Heizgeräten darin liegen, dass die Situation im Bestand und insbesondere bei den Verkaufszahlen in Deutschland schon im Business-as-usual-Fall recht günstig ist. So machten Brennwerttechniken im Jahr 2014 schon über 2/3 aller Verkäufe und ein Viertel des Bestandes aus. Bei den Heißwasserbereitern ist die Situation ein wenig anders: Im Jahr 2014 machten Elektro-Durchlauferhitzer und Elektrospeicher zusammen 96 % aller Verkäufe aus. Das führt aber wiederum dazu, dass ein vollständiger Systemwechsel unwahrscheinlich ist, Elektrospeicher am ehesten durch Elektro-Durchlauferhitzer ersetzt werden und die übrigen Techno-

logien auch bei hohen Wachstumsraten wegen der geringen Ausgangsbestände nur langsam nennenswerte Anteile erreichen.

Mögliche politische Schlussfolgerungen könnten sein:

#### **Heizgeräte:**

1. Da nur noch wenig Spielraum zur Verbesserung der Technologie der verkauften Neukessel besteht, sollte das Augenmerk eher auf folgenden Aspekten liegen:
2. Verbesserung der Performance des Gesamtsystems;
3. Verstärkter Austausch von Altanlagen;
4. Brennstoffwechsel zu erneuerbaren Energien;
5. Verbesserung der Gebäudedämmung;
6. Verringerung der beheizten Wohnfläche.
7. Da die Brennwerttechnologie bereits eine hohe Marktdurchdringung hat und vor allem der Wechsel zu erneuerbaren Energien noch einen Qualitätssprung bringen könnte, ist eine rechtzeitige Reskalierung des Labels sinnvoll.

#### **Warmwasserbereiter:**

Hier müsste eine verstärkte Förderpolitik und ggf. eine Verschärfung der Anforderungen bei Ökodesign und Energielabel für eine stärkere Marktdurchdringung alternativer Technologien sorgen. Die Warmwasserbereitung mit Strom kann angesichts wachsender EE-Anteile durchaus eine sinnvolle Technologie sein, sollte aber effizient mit Hilfe von Wärmepumpen erfolgen; eine weitere wichtige Option ist die Solarthermie.

#### **Politische Maßnahmen zum Technologiewechsel im Heizwasserbereich**

Es existieren bereits folgende KfW-Fördertatbestände im Programm „Energieeffizient sanieren“:

- Umstellung des Warmwassersystems, d. h. Integration in die Heizungsanlage (inklusive notwendiger Sanitärarbeiten wie Austausch der Armaturen)
- Lieferung und Einbau der solarthermischen Anlage
- Anschluss solarthermische Anlage an das Warmwasser- und/oder Heizsystem, inklusive Solarspeicher, Steigleitungen

Außerdem werden thermische Solaranlagen und Wärmepumpen im Rahmen des Marktanzreizprogrammes über die BAFA gefördert.

Welche verbleibenden Hemmnisse existieren, und mit welchen Maßnahmen ein verstärkter Technologiewechsel befördert werden könnte, bedürfte einer tieferen Analyse.

## 2.3 Einsparungen bei Beleuchtung

### 2.3.1 Hintergrund und Zielsetzung

Ziel der Kurzstudie ist die Abschätzung, welche nationalen Einsparungen bei Beleuchtung durch die EU-Verordnungen Nr. 244/2009/EC (Ökodesign Lampen mit ungebündeltem Licht), 1194/2012/EC (Ökodesign Lampen mit gebündeltem Licht) und VO 874/2012 (Energiekennzeichnung) zu erwarten sind. Zielgrößen sind die jährlichen Einsparungen an Endenergie, Primärenergie und CO<sub>2</sub>-Emissionen in den Zieljahren 2020 und 2030.

Die Abschätzung umfasst die folgenden Lampentypen:

- GLS (General Lighting Service): Klassische Glühfaden-Lampe – „*Herkömmliche Glühlampe*“ bezeichnet eine Glühlampe, deren Glühfaden von einer evakuierten oder mit einem Inertgas gefüllten Hülle umschlossen ist.“ (244/2009/EG)
- Halogenlampen (tungsten halogen) – „eine Glühlampe, deren Glühfaden aus Wolfram besteht und von einer mit Halogenen oder Halogenverbindungen gefüllten Hülle umschlossen ist“ (244/2009/EG).
- LFL (Linear Fluorescent Lamps): „Leuchtstoffröhren“, verschiedene Technologien – „beidseitig gesockelte lineare Leuchtstofflampen“ (2011/65-/EU).
- CFL (Compact Fluorescent Lamps): Kompaktleuchtstofflampen oder „Energiesparlampen“ – „einseitig gesockelte (Kompakt-) Leuchtstofflampen“ (2011/65-/EU).
- LED (Light Emitting Diodes oder Leuchtdiode): Eine LED-Lampe „bezeichnet eine Lampe, die eine oder mehrere LED enthält“ (244/2009/EG).

### 2.3.2 Rechtslage

Tabelle 2.10 gibt eine Übersicht über die verschiedenen Stufen der Ökodesign- und Energiekennzeichnungs-Verordnungen.

Tabelle 2.10 Regulierungsstufen bei Beleuchtung

Maßnahme	Gilt ab	Verordnung
<p>Stufe 1: Klare Lampen mit einem Bemessungslichtstrom &gt; 950 Lumen (lm) müssen die Energieklasse C oder höher haben --&gt; Verbot des Inverkehrbringens von klaren Glühlampen (GLS) über 75 W;</p> <p>Alle matten Lampen müssen die Energieklasse A oder höher haben --&gt; Marktverbot aller matten Glühlampen (GLS).</p> <p>Glühlampen mit Sockel S14, S15 oder S19 sind ausgenommen.</p>	1.9.2009	244/2009/EC
<p>Stufe 2: Klare Lampen mit einem Bemessungslichtstrom &gt; 725 lm müssen die Energieklasse C oder höher haben --&gt; Verbot des Inverkehrbringens von</p>	1.9.2010	244/2009/EC

Maßnahme	Gilt ab	Verordnung
klaren Glühlampen über 60 W; Glühlampen mit Sockel S14, S15 oder S19 sind ausgenommen.		
Stufe 3: Klare Lampen mit einem Bemessungslichtstrom > 450 lm müssen die Energieklasse C oder höher haben --> Verbot des Inverkehrbringens von Glühlampen über 40 W Glühlampen mit Sockel S14, S15 oder S19 sind ausgenommen.	1.9.2011	244/2009/EC
Stufe 4: Alle Lampen müssen die Energieklasse C oder höher haben --> Verbot des Inverkehrbringens aller Glühlampen über 7 W; Phase-out Halophosphat-Fluoreszenzlampen (T4, T8, U-förmig, T9 ringförmig, T10, T12); Glühlampen mit Sockel S14, S15 oder S19 sind ausgenommen.	1.9.2012	244/2009/EC
Stufe 1: Netzspannungsglühlampen > 450 lm müssen die Energieklasse D haben; Sonstige Glühlampen ≤ 450 lm müssen die Energieklasse C haben und > 450 lm die Energieklasse B. Andere Lampen müssen die Energieklasse A (teilweise B) haben.	1.9.2013	(1194/2012/EU)
Stufe 5: Funktionalitäts-Anforderungen an CFL- und LFL-Lampen; Ausnahme für Glühlampen mit Sockel S14, S15 oder S19 aufgehoben.	1.9.2013	(244/2009/EC)
Stufe 2: Netzspannungsglühlampen müssen die Energieklasse D oder höher haben; Sonstige Glühlampen müssen die Energieklasse B oder höher haben. Andere Lampen müssen die Energieklasse A (teilweise B) haben.	1.9.2014	(1194/2012/EU)
Stufe 3: Netzspannungsglühlampen und sonstige Glühlampen müssen die Energieklasse B haben--> Verbot der Klasse C bei Halogenlampen mit gebündeltem Licht; Andere Lampen müssen die Energie Klasse A+ (teilweise A) haben--> Verbot der Klasse B bei LED-Lampen mit gebündeltem Licht	1.9.2016	(1194/2012/EU);
Stage 6: Phase out klarer Halogenlampen außer Sockel G9 und R7	Ursprünglich 1.9.2016 --> 1.9.2018	(244/2009/EC) und 2015/1428/EU
Phase out Halogenlampen mit Sockel G9 und R7 (244/2009/EC)	1.9.2018	2015/1428/EU

Quellen: Hauer et al. (2013) und EU COM (2015)

Ein weiterer wesentlicher Einflussfaktor ist die RoHS-Richtlinie (Restriction of certain hazardous substances in electrical and electronic equipment) 2011/65/EU. Sie verbietet den Einsatz u. a. von Quecksilber in elektronischen Produkten, die auf dem EU-Markt verkauft werden. Im Frühling 2016 wurde eine Bewertung von Ausnahmen dieser Richtlinie für CFL- und LFL-Lampen abgeschlossen (Gensch et al. 2016). Tabelle 2.11 liefert eine Übersicht über mögliche Effekte, falls die Empfehlungen aus der Bewertung umgesetzt werden.

Tabelle 2.11 Empfehlungen von 2016 bezüglich RoHS-Ausnahmen für Quecksilber in CFL und LFL und erwartete Auswirkungen

Ausnahme	Empfehlung	Erwartete, in der Berechnung berücksichtigte Auswirkungen
1. Quecksilber in einseitig gesockelten (Kompakt-) Leuchtstofflampen, die folgende Werte (je Brennstelle) nicht übersteigen:		
a Für allgemeine Beleuchtungszwecke < 30 W: 2.5 mg**	Verlängerung abgelehnt. 18 Monate Übergangszeit empfohlen.	Die betroffenen Lampen werden spätestens bis 2020 aus dem Verkehr gezogen: Das betrifft 95 % aller CFL-Lampen.
b Für allgemeine Beleuchtungszwecke ≥ 30 W und < 50 W: 3.5 mg**		
c Für allgemeine Beleuchtungszwecke ≥ 50 W und < 150 W: 5 mg	3 Jahre Verlängerung empfohlen.	Die betroffenen Lampen haben einen kleinen Marktanteil (1 - 3 %) und sind weniger relevant für den Haushaltsbereich. Ab 2025 werden keine Verkäufe mehr erwartet.
d Für allgemeine Beleuchtungszwecke ≥ 150 W: 15 mg		
e Für allgemeine Beleuchtungszwecke mit runder oder quadratischer Bauform und einem Röhrendurchmesser von ≤ 17 mm: 7 mg**	3 Jahre Verlängerung empfohlen. Neuer Quecksilbergrenzwert soll dem Minamata-Abkommen ab 2020 angepasst werden.	Die betroffenen Lampen haben einen kleinen Marktanteil (~ 1 %) und werden spätestens bis 2022 aus dem Verkehr gezogen.
2a. Quecksilber in beidseitig gesockelten linearen Leuchtstofflampen für allgemeine Beleuchtungszwecke, die folgende Werte (je Lampe) nicht übersteigen:		
1 Tri-Phosphor-Lampen mit normaler Lebensdauer und einem Röhrendurchmesser von < 9 mm (z. B. T2): 4 mg**	5 Jahre Verlängerung empfohlen.	Die betroffenen Lampen werden spätestens bis 2024 aus dem Verkehr gezogen. 2014 wurden EU-weit 200.000 solche Lampen verkauft – Die Auswirkungen sind vernachlässigbar.
2 Tri-Phosphor-Lampen mit normaler Lebensdauer und einem Röhrendurchmesser von ≥ 9 mm und ≤ 17 mm (z. B. T5): 3 mg**		Die betroffenen Lampen werden spätestens bis 2020 aus dem Verkehr gezogen.
3 Tri-Phosphor-Lampen mit normaler Lebensdauer und einem Röhrendurchmesser von > 17 mm und ≤ 28 mm (z. B. T8): 3.5 mg**	Verlängerung abgelehnt. 18 Monate Übergangszeit empfohlen.	
4 Tri-Phosphor-Lampen mit normaler Lebensdauer und einem Röhren-		

Ausnahme	Empfehlung	Erwartete, in der Berechnung berücksichtigte Auswirkungen
durchmesser von > 28 mm (z. B. T12): 3.5 mg**		
5 Tri-Phosphor-Lampen mit langer Lebensdauer (≥ 25 000 Std.): 5 mg**	5 Jahre Verlängerung empfohlen.	Die betroffenen Lampen werden spätestens bis 2024 aus dem Verkehr gezogen. 2014 wurden 9 Millionen Lampen dieser Art EU-weit verkauft, zum größten Teil an kommerzielle Konsumenten, deshalb werden vernachlässigbare Auswirkungen erwartet.

\*Alle Ausnahmen sind wie in Artikel 5 spezifiziert weiter gültig für Produkte in den Annex I-Kategorien 8 (Medizinische Geräte) und 9 (Überwachungs- und Kontrollinstrumente) – Auswirkungen auf Anwendungen im Haushaltsbereich sind nicht zu erwarten.

\*\*Quecksilber-Grenzwerte sind im Dezember 2011 (1b, 1e, 2a1-3 und 2a5) bzw. Dezember 2012 (1a und 2a4) in Kraft getreten.

### 2.3.3 Methode

#### 2.3.3.1 Generelles Vorgehen

Im Folgenden werden für Beleuchtung die Einsparungen abgeschätzt, die durch die genannten Ökodesign- und Energiekennzeichnungs-Verordnungen im Bestand resultieren. Die Hypothese, die diesen Abschätzungen zu Grunde liegt, ist folgende:

Die beiden Verordnungen tragen dazu bei, dass es am Markt eine stärkere Verschiebung zu energieeffizienteren Lampen gibt. Im Fall Beleuchtung ist diese Verschiebung auch mit einer Verschiebung von konventionellen Lampen zu neuen Technologien (d. h. LED) verbunden. Hieraus wiederum ergeben sich aufgrund des Neukaufs dieser Lampen in der Zukunft Einsparungen im Gesamtenergieverbrauch der Lampen im Bestand.

Mit Hilfe von Daten der Gesellschaft für Konsumforschung (GfK 2016, vgl. Kapitel 2.3.4) wurde zunächst für die Jahre 2005 bis 2015 eine Status-quo-Analyse durchgeführt (identisch mit der ersten Phase des ECO-Szenarios, vgl. Tabelle 2.12).

Zur Berechnung der jährlichen Einsparungen in den Zieljahren 2020 und 2030 wurden anschließend folgende Szenarien definiert:

- **BAU-Szenario:** Beim Business-as-Usual (BAU)-Szenario wird angenommen, dass die beiden Verordnungen (VO (EG) Nr. 244/2009/EC und delegierte VO (EU) Nr. 1194/2012) nicht in Kraft getreten wären. Als Basis hierfür dient die reale Entwicklung von 2005 bis kurz vor Einführung der Verordnungen (2008<sup>1</sup>), die erst bis 2020 und dann bis 2030 fortgeschrieben wird.

<sup>1</sup> Verordnung 244/2009/EC ist im März 2009 in Kraft getreten. Die erste Regulierungsstufe griff ab September 2009, effektiv in Form eines Verbots, Glühlampen ab 100 W in Verkehr zu bringen. Im Zuge des-

- **ECO-Szenario:** Das ECO-Szenario bildet die Situation ab, die durch die Einführung der Verordnungen entstanden ist. Als Basis hierfür dient die reale Entwicklung bis 2015, die dann ebenfalls erst bis 2020 und dann bis 2030 fortgeschrieben wird.

Da die Maßnahmen der Verordnungen zu unterschiedlichen Zeitpunkten eingeführt wurden (siehe Tabelle 2.10), wird vereinfachend 2008 als Zeitpunkt angenommen, ab dem die Ist-Entwicklung dem ECO-Szenario zugerechnet und für das BAU-Szenario die Entwicklung hypothetisch fortgeschrieben wird.

Es wird davon ausgegangen, dass sowohl im BAU- als auch im ECO-Szenario aus dem Ersatz alter durch neue Lampen Einsparungen resultieren.

Zur Berechnung der zusätzlichen Einsparungen im ECO-Szenario wird die Differenz zwischen dem im BAU-Szenario zu erwartenden jährlichen Energieverbrauch im Bestand und dem im ECO-Szenario zu erwartenden (kleineren) Energieverbrauch ermittelt.

Es werden die jährlichen Einsparungen an Endenergie, Primärenergie und CO<sub>2</sub>-Emissionen für die Zieljahre 2020 und 2030 berechnet.

### 2.3.3.2 Berücksichtigung der RoHS-Richtlinie

In beiden Szenarien wurden die Auswirkungen der RoHS-Richtlinie berücksichtigt. Als Folge der Bewertung von Ausnahmen der RoHS-Richtlinie für Quecksilber in CFL- und LFL-Lampen, die 2015-2016 stattgefunden hat, ist derzeit anzunehmen, dass für bestimmte Lampen dieser Gruppen die Ausnahmen nicht mehr verlängert werden. Die Richtlinie sieht eine Übergangszeit vor, in der Lampen noch auf den Markt kommen dürfen. Für Lampen, bei denen die Ausnahmeregelung nicht verlängert wird, ist davon auszugehen, dass sie kurz nach Ende der Übergangszeit aus dem Verkehr gezogen werden. Es ist ferner davon auszugehen, dass die Auswirkungen der RoHS-Richtlinie beide Szenarien auf die gleiche Art beeinflussen werden. Erwartete Auswirkungen auf die Lampenverkäufe sind in Tabelle 2.11 zusammengestellt. Anders als im Fall der Glühlampe ist bei den Quecksilber-Lampen eine Steigerung der Verkäufe kurz vor dem Phase-out weniger zu erwarten. In einem Gespräch mit dem Europäischen Beleuchtungsverband (Öko-Institut 2017) wurde dieser Trend, besonders bei den CFL Lampen, u. a. mit der besseren Funktionalität der LED-Alternativen begründet (Lichtfarbe, Startverzögerung).

### 2.3.3.3 Marktentwicklung nach 2020

Die Entwicklung des Marktes nach 2020 ist stark von der Entwicklung des Marktes für LED-Beleuchtung beeinflusst. Dieser wird von gegenläufigen Trends beeinflusst, was für die Einschätzung der Verkäufe ab 2020 eine große Unsicherheit bedeutet:

- Die LED-Lampen haben im Durchschnitt eine längere Lebensdauer als andere Lampentypen. Auch wenn die Lebensdauer von Lampen unterschiedlicher Qualität variieren kann, ist zu erwarten, dass Lampen seltener ausgetauscht werden müssen. Die LED-Lampen-Lebensdauer in VHK (2016) ist mit 40 Jahren angegeben (20.000 Lebensstunden durch 500 Stunden im Jahr). Auch bei Annahme einer 20-jährigen Lebensdauer

---

sen stiegen vor der ersten Regulierungsstufe die Verkäufe von 100 W-Glühlampen zunächst deutlich an („Hamsterkäufe“).

werden die ersten verkauften Lampen erst 2027 aus dem Bestand genommen. Erwartete Auswirkung: Es ist zu erwarten, dass die jährlichen Verkäufe von Jahr zu Jahr abnehmen werden.

- Manche Akteure erwarten als möglichen Rebound-Effekt, dass die Zahl der Lampen pro Haushalt steigen wird. Erwartete Auswirkung: Dieser Trend wirkt dem obengenannten Lebensdauer-Trend entgegen, wobei die Stärke dieses Effektes unklar ist.
- Die Dimensionen der LED-Module ermöglichen ihren Einbau nicht nur in Lampen, sondern auch direkt als integrierte Komponente der Leuchte. Dadurch ergab sich in den letzten Jahren ein Trend, Leuchten mit festeingebauten und somit nicht austauschbaren LED-Modulen zu verkaufen. Laut einer Studie der Verbraucherzentrale Rheinland-Pfalz werden zunehmend Leuchten mit fest verbauten LEDs im Handel angeboten (VZ-RLP, 2016a). Eine Prüfung des Marktes im November 2016 zeigte, dass bereits 42 % der angebotenen Leuchten feste, nicht austauschbare LED-Module enthalten (VZ-RLP, 2016b). Es ist unklar, wie solche Leuchten bei der Berechnung des zukünftigen Bestandes berücksichtigt werden sollen. Die zentrale Frage ist, wie viele Lampen durch den Kauf einer integrierten LED-Leuchte ersetzt werden. In manchen Fällen hatte die ursprüngliche Leuchte eine einzige Lampe, in anderen mehrere Lampen. Erwartete Auswirkung: Es ist unklar, wie sich dieser Trend auf den gesamten Lampenbestand und somit auf den Energieverbrauch auswirkt.
- LED-Lampen haben eine niedrige Leistung und verbrauchen deshalb im Vergleich mit herkömmlichen Lampen weniger Energie (z. B. benötigt ein LED-Lampenersatz für eine 60 W-Glühlampe mit 806 Lumen nur 9 W). Vor diesem Hintergrund ist zu erwarten, dass manche Konsumenten die Lampen länger brennen lassen könnten, das heißt, dass die tägliche Brenndauer sich im Laufe der Zeit ändern wird. Erwartete Auswirkung: Die erwartete Abnahme des Energieverbrauchs fällt geringer aus als bei gleichbleibender Brenndauer.

Aufgrund der obengenannten Unsicherheiten bei der Marktentwicklung der LEDs wird die Abschätzung zweistufig ausgeführt. Die erste Abschätzung erfolgt bis 2020, also für einen Zeitraum, in dem die LEDs noch in die erste Phase der Marktdurchdringung sind und der Einfluss dieser Trends noch relativ gering ist. Zwischen 2020 und 2030 ist zu erwarten, dass der Einfluss dieser Entwicklungen deutlicher wird. Hier wird die Einschätzungsmethodik geändert (siehe Kapitel 2.3.3.3). Die Schätzung ab 2020 besitzt eine geringere Verlässlichkeit.

### 2.3.3.4 Berücksichtigung von Vorwegnahme-Effekten

In den Jahren zwischen 2005 und 2008 lässt sich in den Verkaufsdaten der GfK ein Rückgang der Verkäufe von GLS-Lampen und Halogenlampen beobachten. Im Jahr 2009 hingegen, kurz vor dem Inkrafttreten des ersten Ökodesign-Stufe, stiegen die Verkäufe von GLS-Lampen um mehr als 30 %. Parallel dazu wuchs der Absatz von Halogenlampen. Dies kann als Reaktion der Marktteilnehmer auf das erwartete Inkrafttreten der VO 244/2009/EC interpretiert werden. Im BAU-Szenario wäre eine solche Vorwegnahme nicht zu erwarten gewesen; die Daten ab 2008 wurden daher dort nicht berücksichtigt und die Entwicklung der Verkäufe „geglättet“.

### 2.3.3.5 Übersicht über die Szenarien

Eine Übersicht über die allgemeine Vorgehensweise zur Definition der Szenarien findet sich in Tabelle 2.12.

Tabelle 2.12 Generelle Beschreibung der beiden zugrunde gelegten Szenarien „BAU“ und „ECO“

Beschreibung	
BAU-Szenario	<p><u>Ist-Entwicklung 2005 bis 2008</u></p> <p><u>Trendfortschreibung von 2010 bis 2030</u> (zweistufig wegen LED-Entwicklung) unter der Annahme, dass die verschiedenen Stufen der Ökodesign- und Energiekennzeichnungs-Verordnungen ab 2009 nicht in Kraft getreten wären und unter Außerachtlassung der Daten aus 2009.</p> <p>Ungebündelte Lampen:</p> <p>Kein Verbot der Klassen E, D, C (kein effektives Verbot von GLS-Lampen nach 2012 und Halogen-Lampen nach 2018)</p> <p>Kein Verbot von Halophosphat-Fluoreszenzlampen</p> <p>Keine Einführung von Funktionalitäts-Anforderungen an CFL- und LFL-Lampen (Auswirkungen wurden im Modell nicht berücksichtigt, da nicht davon auszugehen ist, dass sie die Verkäufe signifikant beeinflusst haben)</p> <p>Ungebündelte Lampen:</p> <p>Kein Verbot der Klassen E, D, C (kein effektives Verbot von GLS-Lampen nach 2013 und Halogen-Lampen nach 2016) Kein Verbot der Klassen B und teilweise A (kein effektives Verbot von Halo-Phosphor-LFL-Lampen und anderen weniger effizienten Lampen).</p> <p>Keine Einführung der Klassen A+ und A++</p>
ECO-Szenario	<p><u>Ist-Entwicklung 2005 bis 2015</u></p> <p><u>Trendfortschreibung von 2016 bis 2030</u> (zweistufig wegen LED-Entwicklung).</p>
In beiden Szenarien	<p>CFL &lt;50 W werden nach 2019 nicht mehr auf dem Markt verkauft</p> <p>CFL &gt;50 W und CFL mit runder oder quadratischer Bauform werden nach 2023 nicht mehr auf dem Markt verkauft (sehr kleiner Marktanteil)</p> <p>LFL T8 und T5 werden nach 2019 nicht mehr auf dem Markt verkauft</p> <p>LFL T1, T9 (Kreis- und U-Form) und LFL Longlife (alle Durchmesser) werden nach 2023 nicht mehr auf dem Markt verkauft (sehr kleine Marktanteile - natürlicher Phase-out)</p>
LED-	Die GfK-Daten zeigen ein langsames Wachstum der LED-Verkäufe zwischen 2007 (0,3 %

### Beschreibung

Entwicklung des Lampenmarktes) und 2013 (9 %). Es wird angenommen, dass die LED-Anteile zwischen 2014 und 2020 proportional zum Anteil der Lampen, die ersetzt werden, ansteigen. In beiden Szenarien werden CFL und LFL im Laufe der Zeit komplett ersetzt. Im ECO-Szenario gilt das auch für GLS- und Halogen-Lampen, die im BAU-Szenario deutlich langsamer ersetzt werden. Um den Aspekt der integrierten LED-Leuchten beim Energieverbrauch zu berücksichtigen, wird bezüglich der Energieleistung ab 2016 ein Anteil des LED-Bestands als LED-Lampen und ein weiterer Anteil als LED-Leuchten (höhere Leistung) angerechnet.

### 2.3.4 Daten und Annahmen

Zur Berechnung der zusätzlichen Einsparungen im ECO-Szenario wird die Differenz zwischen dem im BAU-Szenario zu erwartenden jährlichen Energieverbrauch im Bestand und dem im ECO-Szenario zu erwartenden (kleineren) Energieverbrauch im Bestand ermittelt.

Zuerst wurden die Energieverbräuche für jedes Szenario ermittelt. Diese wurden pro Lampenart auf Basis des jährlichen Bestandes, der gewichteten Leistung und typischer jährlicher Betriebsstunden berechnet, zum Beispiel für GLS im ECO-Szenario:

$$X_{GLSECO2010} * 450 * \phi_{ECO2010} = Y_{GLS2010}$$

(Jährlicher GLS-Bestand \* Jährliche GLS-Betriebszeit (Std.) \* Gewichtete Leistung = Jährlicher GLS Energieverbrauch)

Die einzelnen Komponenten der Gleichung wurden wie folgt ermittelt

#### Jährlicher Bestand

Datengrundlage sind

- reale Marktdaten der Gesellschaft für Konsumforschung zu den neu verkauften Lampen in Deutschland für den Zeitraum 2005 bis 2015 (GfK 2016);
- Daten aus dem MELISA-Modell (VhK 2016<sup>1</sup>) zu den jährlichen Verkäufen und dem jährlichen Bestand in der EU.

Um die jährlichen Bestände in Deutschland zu ermitteln, wurde zunächst der Ausgangsbestand im Jahr 2005 bestimmt. Weil die GfK keine Bestandsdaten für Deutschland hat, geschah dies durch Kombination der deutschen Verkaufsdaten mit den Verkaufs- und Bestandsdaten für die EU. Es wurde angenommen, dass die Anteile deutscher Verkäufe an den EU-Verkäufen in etwa den Anteilen des deutschen Bestandes am EU-Bestand entsprechen, da die Lebensdauern der Lampen in Deutschland und der EU in etwa gleich sein sollten. Daher sollte man den Bestand in Deutschland ermitteln können, wenn man die Verkaufsanteile Deutschlands auf den EU-Bestand anwendet.

<sup>1</sup> Es wurden nur die Daten für den Haushaltssektor zur Bestandsermittlung verwendet, da die GfK-Daten wahrscheinlich nur die Haushaltsprodukte abdecken (Nur GLS, Halogen, CFL und LFL und nur Verkäufe in Baumärkten, Internetverkäufe etc.)

In einem ersten Schritt wurden die EU-Verkaufsdaten mit den deutschen Verkaufsdaten verglichen, um den Anteil der in Deutschland verkauften Lampen an allen in der EU verkauften Lampen zu ermitteln. Dies erfolgte pro Lampenart sowie insgesamt zur Kontrolle. In 2005 ergibt der Vergleich die Marktanteile, die in Tabelle 2.13 spezifiziert sind.

Tabelle 2.13 Vergleich der Verkäufe im Jahr 2005 in der EU-28 und in DE

Lampenart	EU-28-Verkäufe (ECO) Tausend (10 <sup>3</sup> ) Einheiten	DE-Verkäufe (ECO) Tausend (10 <sup>3</sup> ) Einheiten	Anteil DE an den EU- Verkäufen (%)
GLS	1.214.950,2	50.374,6	4 %
Halogen	226.657,1	14.776,9	7 %
CFL	150.725,2	8.855,1	6 %
LFL	24.076,8	4.177,8	17 %
LED	0,0	0,0	-
Total	1.616.409,2	78.184,0	5 %

Da dieser Anteil zu klein erschien, war klar, dass ein Korrekturfaktor für die GfK-Daten nötig ist. Dies hat damit zu tun, dass die GfK-Daten nicht alle Verkäufe abdecken. Laut GfK sollte die Marktabdeckung zwischen 50 und 70 % betragen. Bei Betrachtung der Lampenanzahl pro Haushalt wird jedoch klar, dass die tatsächliche Abdeckung kleiner sein muss.

Um den Faktor zu ermitteln, wurde als erstes aus den EU-Bestandsdaten in VHK (2016) kalkuliert, wie viele Lampen pro Haushalt EU-weit zu finden sind. Anschließend wurden die für Deutschland ermittelten Verkaufsanteile (Tabelle 2.13) auf den EU-Bestand angewendet, um daraus einen fiktiven Bestand für Deutschland zu ermitteln. Durch Division durch die Anzahl der deutschen Haushalte ergab sich für Deutschland ebenfalls ein fiktiver Bestand pro Haushalt. Die Bestände pro Haushalt in der EU und Deutschland wurden verglichen und daraus Korrekturfaktoren für die GfK-Daten ermittelt. Für das Jahr 2005 ergab sich ein Korrekturfaktor von 4,25.

#### Exkurs: Ermittlung des Korrekturfaktors für deutsche Lampenverkäufe für das Jahr 2005

Verkäufe von Lampen in Deutschland wurden aus GfK-Daten ermittelt. Diese decken aber nur einen Teil des Marktes ab, so dass ein Korrekturfaktor nötig wurde. Korrekturfaktoren wurden für die Jahre 2005 bis 2013 berechnet, für die entsprechende Daten in VHK (2016) vorlagen. Um sie zu ermitteln, wurde als erstes aus den EU-Bestandsdaten kalkuliert, wie viele Lampen pro Haushalt EU-weit zu finden sind. Anschließend wurden die für Deutschland ermittelten Verkaufsanteile (Tabelle 2.13) auf den EU-Bestand angewendet, um daraus einen fiktiven Bestand für Deutschland zu ermitteln. Durch Division durch die Anzahl der deutschen Haushalte ergab sich für Deutschland ebenfalls ein fiktiver Bestand pro Haushalt. Die Bestände pro Haushalt in der EU und Deutschland wurden verglichen und daraus Korrekturfaktoren für die GfK-Daten ermittelt.

Zwischen 2006 und 2013 sinken die so ermittelten Korrekturfaktoren kontinuierlich (Tabelle 2.14). Der Wert für 2005 weicht als kumulatives Ergebnis verschiedener Unregelmäßig-

keiten in den Daten gegenüber diesem Trend deutlich nach unten ab. Um diese Anomalie zu korrigieren, wurde beschlossen, den Trend von 2006 bis 2013 nach vorne zu extrapolieren, woraus sich ein Korrekturfaktor von 4,25 für das Jahr 2005 ergibt.

Tabelle 2.14 Ermittlung der Korrekturfaktoren abhängig von der zu erwartenden Anzahl von Lampen pro Haushalt

	Haushalte im Jahr (in Millionen)		Lampen/HH	Fiktiver Bestand Lampen/HH	Korrekturfaktor	Lampen/HH
	EU	DE	EU	DE gemäß Berechnung		DE nach Anwendung Korrekturfaktor
2005	194,6	39,2	23,7	6,7	3,57	23,8
2006	198,6	39,8	24,3	6,0	4,02	24,3
2007	200,6	39,7	25,5	6,4	4,00	25,5
2008	202,6	40,1	26,4	6,7	3,94	26,4
2009	208,5	40,2	25,9	8,3	3,10	25,9
2010	210,1	40,3	25,5	7,9	3,21	25,5
2011	212,2	39,5	24,9	8,5	2,93	24,9
2012	213,5	39,7	24,5	8,9	2,76	24,5
2013	213,8	39,9	24,4	10,2	2,40	24,4

Nach der Korrektur sieht der Vergleich der Verkäufe für 2005 wie folgt aus (Tabelle 2.15):

Tabelle 2.15 Verkäufe im Jahr 2005 (EU und DE) nach Anwendung der Korrekturfaktoren

Lampenart	EU-28 Verkäufe ECO Tausend (10 <sup>3</sup> ) Stück	DE-Verkäufe ECO Tausend (10 <sup>3</sup> ) Stück	Anteil DE (%)
GLS	1.214.950	214.192	18 %
Halogen	226.657	62.831	28 %
CFL	150.725	37.651	25 %
LFL	24.076	17.764	74% *
LED	0	0	0 %
Total	1.616.409	332.439	21 %

\*Der Anteil der LFL-Lampen ist relativ hoch. Das könnte damit zu tun haben, dass die GfK-Daten teilweise auch Verkäufe im gewerblichen Markt abdecken, in dem LFL-Lampen einen größeren Anteil an den Verkäufen haben. Bei Betrachtung der Gesamtsumme kann trotzdem davon ausgegangen werden, dass die Angaben zum großen Teil für die Verkäufe im Haushaltssektor repräsentativ sind.

Der deutsche-Bestand für 2005 (Anfang des betrachteten Zeitraums) wurde danach als Anteil des EU-Bestandes ermittelt. Hierfür wurde angenommen, dass die Verkaufsanteile (Tabelle 2.15) den Bestandsanteilen in etwa entsprechen, und diese prozentualen Anteile wurden auf den EU-Bestand angewendet.

Daraus ergeben sich für 2005 die folgenden deutschen Bestände (Tabelle 2.16):

Tabelle 2.16 Geschätzte Bestände in EU und Deutschland

Lampenart	EU-28 Bestände	DE-Bestände	Anteil DE (%)
	Tausend (10 <sup>3</sup> ) Stück	Tausend (10 <sup>3</sup> ) Stück	
GLS	2.685.922	473.520	18 %
Halogen	697.757	193.423	28 %
CFL	963.721	240.742	25 %
LFL	271.540	200.343	74 %
LED	0	0	
Total	4.618.940	1.108.028	24 %

Nach 2005 ergeben sich die jährlichen Bestände aus den Veränderungen im Vergleich zum Vorjahr (jährliche Verkäufe (Zugänge) und ausscheidende Lampen (Abgänge)) wie folgt:

- Die jährlichen Verkäufe können mithilfe der Daten der Gesellschaft für Konsumforschung (GfK 2016) für alle neu verkauften Lampen von 2005 bis 2030 bestimmt werden. Für das „BAU-Szenario“ wurden die realen Marktdaten von 2005 bis 2008 genutzt und für den Zeitraum von 2009 bis 2030 mithilfe von Annahmen fortgeschrieben (zweistufig). Für das „ECO-Szenario“ wurden analog die realen Marktdaten für den Zeitraum von 2005 bis 2015 genutzt und für den Zeitraum von 2016 bis 2030 fortgeschrieben. Die Annahmen, die den Fortschreibungen zugrunde liegen, sind in Kapitel 2.3.3 genauer erläutert.
- Über die jährlichen Abgänge liegen keine Informationen vor. Daher werden Annahmen getroffen, um die Abgänge auf Basis der Verkäufe und der durchschnittlichen Lebenszeit (in Jahren) zu ermitteln. Eine GLS Lampe, die durchschnittlich 2 Jahre im Betrieb ist, zum Beispiel, kommt 2008 auf dem Markt und wird 2010 als Abgang berechnet. Der GLS-Bestand im Jahr 2009 ist das Ergebnis der Summe des Bestands im Jahr 2008 und der GLS-Zugänge (Neuverkäufe) im Jahr 2009 abzüglich der Abgänge (GLS, die 2007 verkauft wurden). Die Betriebszeiten werden für jede Lampenart auf Basis von Annahmen im Ökodesign-MELISA-Modell für beide Verordnungen (VHK 2016) festgelegt, und sind wie folgt:
  - GLS: 2 Jahre in Betrieb;
  - Halogen: 2,2 - 4,4 Jahre in Betrieb: Mittelwert: 3 Jahre in Betrieb;
  - CFL: 12 Jahre in Betrieb (Angaben für CFLi, den häufigsten Typ in Haushalten);
  - LFL: 15 Jahre in Betrieb (Durchschnittswert für T8-Sorten, die den größten Marktanteil haben);

- LED: 40 Jahre in Betrieb (die Lebensdauer liegt außerhalb des betrachteten Zeitraums von 20 Jahren – die Lampen werden nicht vom Bestand abgezogen)

### **Gewichtete Leistung**

Da die gewichtete Leistung im Bestand nicht bekannt ist, wird für 2005 bis 2015 ersatzweise die gewichtete Leistung der in diesem Jahr verkauften Lampen jedes Typs verwendet (siehe Tabelle 2.17).<sup>1</sup> Diese Leistung wurde den GfK-Daten (GfK 2016) entnommen. Sie beinhalten die Verkaufszahlen pro Energieleistungsbandbreite (z. B. <3 Watt, 3-9 Watt usw. und insgesamt, separat für jede der in Abschnitt 2.3.1 definierten Lampenkategorien sowie insgesamt. Auf Basis der Verteilung der Verkäufe zwischen den Energieleistungsgruppen wurde eine gewichtete durchschnittliche Leistung pro Lampenart ermittelt.

---

<sup>1</sup> Daraus ergibt sich eine gewisse Unschärfe, da die im Vorjahr verkauften Lampen ja weiterhin im Bestand sind und Änderungen der gewichteten Leistung bei den Neuverkäufen nicht voll auf den Bestand durchschlagen. Allerdings sind die jährlichen Veränderungen gering.

Tabelle 2.17 Durchschnittliche Leistung (W) von Lampentypen; zwischen 2005 und 2015 ermittelt aus GfK-Verkaufsdaten (gewichtet), danach angenommen

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
GLS	47,2	47,1	46,4	46,6	49,8	45,0	46,1	41,1	38,4	36,4	31,9	31,9	31,9	31,9	31,9	31,9
Halogen	46,2	46,8	46,2	44,1	43,1	42,3	41,7	40,2	38,5	37,9	37,9	37,9	37,9	37,9	37,9	37,9
CFL	12,1	11,9	11,6	11,2	11,1	11,1	11,2	11,5	11,4	11,7	12,4	12,4	12,4	12,4	12,4	12,4
LFL	31,1	31,3	30,8	30,8	30,7	30,5	30,2	29,6	29,4	29,4	29,0	29,0	29,0	29,0	29,0	29,0
LED	Keine Lampen		1,5	1,5	1,8	2,2	2,9	4,0	5,0	5,8	6,3	6,8	7,2	7,1	7,2	7,3
LED Integrierte Leuchten werden ab 2016 in der LED Leistung berücksichtigt *												9,7	10,1	10,2	10,3	10,4

\*Die Leistungen für LED-integrierte Leuchten wurden auf Basis eines Marktchecks ermittelt, in dem eine Auswahl von 3 Leuchtentypen berücksichtigt wurde (Tischleuchte, Deckenleuchte, Gartenleuchte).

Nach 2015 werden die jährlichen gewichteten Energieverbrauchswerte für 2015 weiter entwickelt. Bei GLS, Halogen, CFL und LFL findet in dieser Zeit schon der Phase-out statt, weshalb davon auszugehen ist, dass keine wesentliche technologische Verbesserung mehr stattfinden wird, die die Energieleistung noch beeinflusst. Für LED wird eine leichte Zunahme der durchschnittlichen Leistung erwartet, da die Produktbandbreite zuerst im niedrigen und erst später im höheren Leistungsbereich entwickelt wurde.

**Jährliche Betriebszeiten**

Bei den jährlichen Betriebszeiten wurde ein EU-Durchschnittswert verwendet (VHK 2016), da angenommen wurde, dass Deutschland durch seine geographische Lage in etwa in der Mitte des Spektrums zwischen den nördlichen und südlichen EU-Staaten angesiedelt ist. Die Werte betragen

- GLS: 450 Stunden/Jahr;
- Halogen: 450 Stunden/Jahr;
- CFL: 500 Stunden/Jahr (Angabe für CFLi, den häufigsten Typ in Haushalten);
- LFL: 700 Stunden/Jahr;
- LED: 500 Stunden/Jahr.

**Primärenergie- und CO<sub>2</sub>-Emissionsfaktoren**

Die folgenden Primärenergie- und CO<sub>2</sub>-Emissionsfaktoren werden für den Stromverbrauch in privaten Haushalten verwendet:

Tabelle 2.18 Primärenergiefaktoren und CO<sub>2</sub>-Emissionsfaktoren für Strom

Energieträger	Primärenergiefaktor	CO <sub>2</sub> -Emissionsfaktor (g/kWh)	Quelle
Strom	2,5	2010: 410	VHK 2014
		2015: 395	
		2020: 380	
		2025: 360	
		2030: 340	
		Jahre dazwischen interpoliert	

**2.3.5 Ergebnisse**

**2.3.5.1 Erste Stufe der Marktentwicklung: 2005 bis 2020**

Folgende Annahmen liegen der Marktentwicklungsfortschreibung bis 2020 zugrunde:

In beiden Szenarien bewirkt die RoHS-Richtlinie eine Abnahme der CFL- und der LFL-Verkäufe. Beide Lampenarten werden größtenteils ab Juli 2016 nicht mehr von der Richtlinie ausgenommen, und dürfen folglich nur noch bis Januar 2018 auf dem Markt verkauft wer-

den. Nach 2019 dürfen nur noch Lampen mit besonderer Form (rund/viereckig) oder mit längerer Lebensdauer verkauft werden, welche aber nur geringe Marktanteile haben. Am Ende des ersten betrachteten Zeitraums sind daher nur noch kleinere Verkaufszahlen dieser Lampenart zu erwarten. Bei CFL-Lampen wird dieser Phase-out-Prozess etwas schneller durchlaufen, weil geeignete LED-Alternativen für die CFL sich schneller entwickelt haben als geeignete LED Alternativen für die LFL. Ebenso findet in beiden Szenarien ein Verbot der Halophosphat-LFL-Lampen statt. Da solche Lampen aber eher gegen die bereits weit entwickelten Triband-Phosphor-LFL eingetauscht werden, findet keine Entwicklung von LED-Alternativen statt und der Phase-out lässt sich schlecht an den Verkaufszahlen erkennen.

In jedem Szenario sinken die GLS- und die Halogen-Verkäufe auf eine andere Weise ab. Im ECO-Szenario ergibt sich diese Tendenz aus den Verordnungen und den hieraus resultierenden Lampen-Verboten. Trotz des Ökodesign-Verbots zeigen die GfK-Daten, dass in geringem Umfang weiter Glühlampen auf dem Markt verkauft werden. Dies ergibt sich durch eine Ausnahme für „Sonderlampen“, die vom Geltungsbereich der Regulierung ausgenommen sind. Auch wenn dies nicht der ursprüngliche Zweck der Ausnahme war, werden dadurch heute zum Teil auch Glühlampen, die für normale Anwendungen benutzt werden können, auf den Markt gebracht (siehe Abbildung 2.6). Es wird davon ausgegangen, dass dieser Effekt sich fortsetzt, auch wenn die Mengen deutlich abnehmen werden. Im BAU-Szenario hingegen dürfen die GLS- und die Halogen-Lampen weiterverkauft werden. Diese weitere Vermarktung wirkt sich hemmend auf die Entwicklung der LED-Verkäufe aus.

Abbildung 2.6 Beispiele für Glühlampen, die durch die Sonderlampen-Ausnahme noch auf den Markt dürfen



Quelle: Aufnahme: Yifaat Baron, Oktober 2016, Öko-Institut

Im ECO-Szenario ist die Entwicklung der LED-Verkäufe bis 2020 maßgeblich auf die verschiedenen Verbote zurückzuführen, zunächst die GLS-, Halophosphat-LFL- und Halogenlampenverbote (Ökodesign-Verbote) und kurz danach die CFL- und LFL-Lampenverbote (RoHS). Insofern steigen die LED-Verkäufe abhängig von der Anzahl der auszutauschenden Lampen an, wenn die ursprünglichen Lampenarten nicht mehr erhältlich sind. Bis 2020 werden die Gesamt-LED-Verkäufe daher einen Zuwachs verzeichnen. Im BAU-Szenario hingegen begünstigen nur die CFL- und LFL-Verbote diese Entwicklung. Daher ist hier eine langsamere Entwicklung der LED-Technologien zu erwarten. Durch den langsameren Marktzuwachs werden folglich die Preise dieser Leuchtmittel erst verzögert fallen.

Aufgrund der unterschiedlichen Entwicklungen, welche die LED-Verkäufe beeinflussen, können diese nicht ohne weiteres beziffert werden. Zur Vereinfachung des Prozesses wurden die LED-Verkäufe auf Basis der Gesamt-Verkaufszahlen für alle Lampentypen ermittelt.

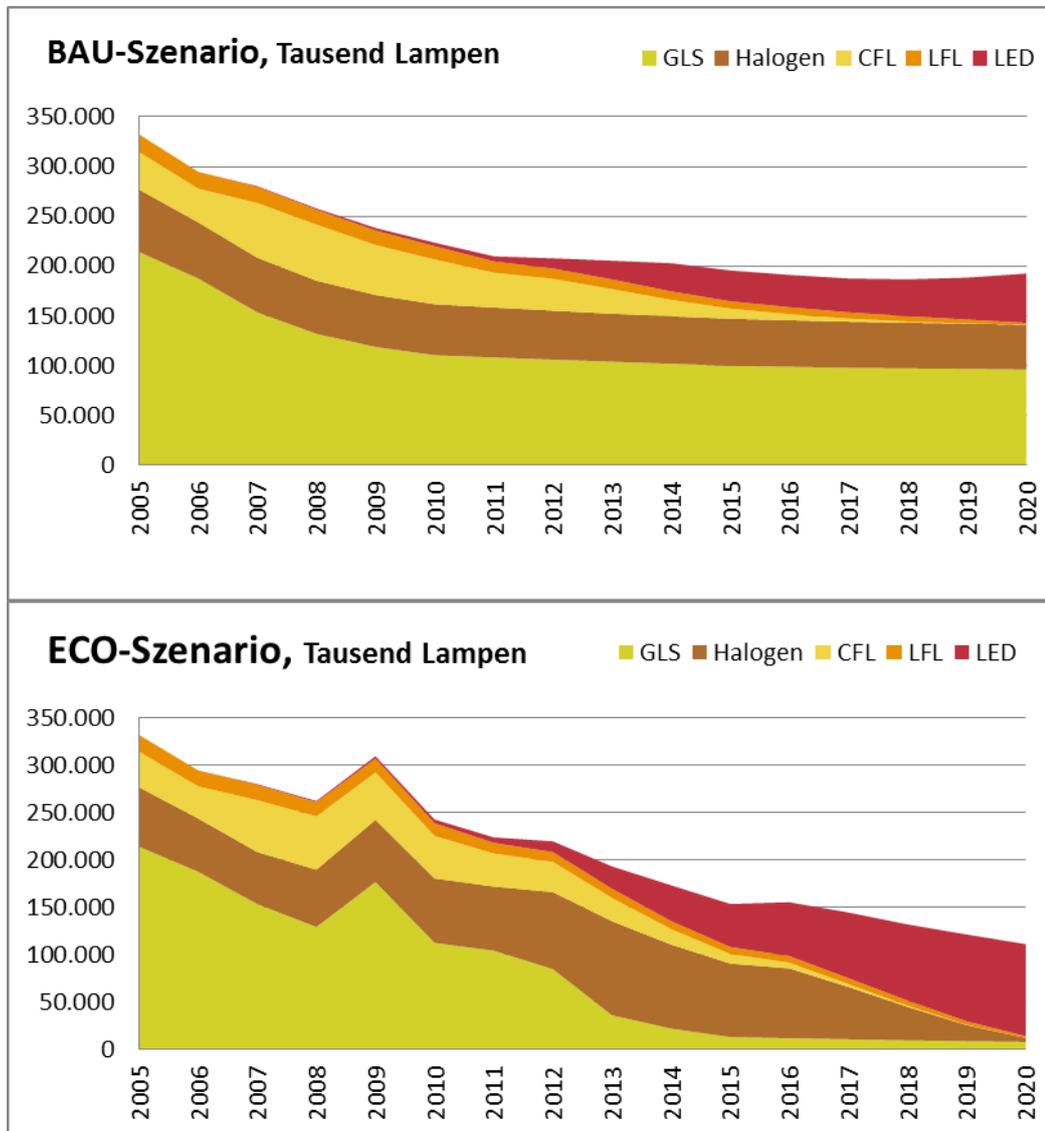
Die Entwicklung der Gesamtverkäufe wurde im ECO-Szenario auf der Basis des VhK-MELISA-Modell (VhK 2016) für die EU ermittelt. Die Anzahl der jährlich pro EU-Haushalt gekauften Lampen wurde als Grundlage für die Berechnung eines Vergleichswertes in Deutschland verwendet. Auf Basis der Verkäufe pro Haushalt konnte die Gesamtverkaufszahl für Deutschland ermittelt werden.

Die Bezifferung der LED-Verkäufe ergibt sich nach Abzug der Verkaufszahlen für andere Lampen von der Gesamtverkaufszahl. Im BAU-Szenario, wo eine langsamere Entwicklung der LED-Verkäufe zu erwarten ist, wurde die Berechnung auf Grundlage der LED-Verkäufe im ECO-Szenario durchgeführt. Für den Zeitraum von 2010 bis 2020 wurden die LED-Verkaufszahlen als langsam ansteigender Anteil der LED-Verkäufe im ECO-Szenario ermittelt. Die Methodik dieser Ermittlung ist in Abschnitt 2.3.3 näher beschrieben.

#### **Entwicklung der Verkaufszahlen differenziert nach Lampenart**

Abbildung 2.7 zeigt die Entwicklung der Verkaufsanteile nach Lampenart für die Jahre 2005 bis 2020 in beiden Szenarien.

Abbildung 2.7 Entwicklung der Verkaufsanteile nach Lampenart 2005-2020



Quelle: Eigene Darstellung

Bis 2008 sind die Verkaufszahlen in beiden Szenarien gleich.

Infolge der Ökodesign-Verordnung lassen sich erste Einflüsse des Marktverbotes klarer Glühlampen (GLS) über 100 W im **ECO-Szenario** schon 2008 erkennen. Vermutlich in Erwartung des Phase-out steigen die Verkäufe der GLS-Lampen 2008 und nehmen dann 2009 wieder ab, nachdem die erste Stufe der Regulierung in Kraft getreten ist. Die zu erwartenden nächsten Stufen des Glühlampenverbots spiegeln sich im sinkenden Trend der GLS-Lampen im ECO-Szenario bis 2012 wider. Es ist davon auszugehen, dass auch nach diesem Datum weitere GLS-Verkäufe durch die Sonderlampen-Ausnahme legal möglich sein werden. Auch wenn es Belege dafür gibt, dass die Ausnahme zum Teil missbraucht wird, führt das Verbot zu einer Reduzierung der durchschnittlichen Leistung der GLS-Lampen, die auf den Markt gebracht werden (siehe Tabelle 2.17).

Als Reaktion auf das GLS-Verbot erkennt man im **ECO-Szenario** zudem zuerst eine Steigerung der Halogen-Verkäufe ab 2010. Dieser Trend nimmt in den folgenden Jahren zu und „kompensiert“ zum Teil den Verlust in der GLS-Verfügbarkeit. Es ist zu erwarten, dass dieser Trend erst ab 2016 abnimmt, wenn weitere Regulierungsstufen in Kraft getreten sind und parallel zu dieser Entwicklung bei Haushaltslampen die Verfügbarkeit von LED-Lampen zu- und die Preise abnehmen.

Im BAU-Szenario ist auch ohne die Ökodesign-Regulierung eine Abnahme der GLS- und Halogen-Verkäufe zu erwarten – diese ist noch vor 2008 erkennbar und hat wahrscheinlich damit zu tun, dass die Aufmerksamkeit der Konsumenten für Energieeffizienz und die möglichen Kosteneinsparungen steigt. Deshalb wird dieser Trend im BAU-Szenario weiter fortgeschrieben, wenn auch langsamer. Es ist davon auszugehen, dass dieser abnehmende Trend auch zum Teil von der Entwicklung der LED-Technologien in Richtung besserer Funktionalität und niedrigerer Beschaffungskosten unterstützt wird.

Die Verkäufe von **CFL-Lampen** fangen in **beiden Szenarien** 2013 an abzunehmen. Ab 2016 wird dieser Trend stärker, bis die Lampen 2020 als Folge der RoHS-Richtlinie fast vom Markt verschwinden. Der Einfluss der RoHS-Richtlinie trägt im BAU-Szenario innerhalb von ein paar Jahren dazu bei, die Konkurrenz im Markt auf Glühlampen, Halogenlampen und LED-Lampen zu reduzieren. Im ECO-Szenario bedeutet dieser Einfluss, dass sich die LED-Lampen ab 2020 als dominante Beleuchtungstechnologie durchsetzen.

Die Tatsache, dass die CFL-Verkäufe schon früher abnahmen, kann zum Teil mit der Entwicklung des LED-Marktes zu tun haben. Obwohl die ersten LED-Verkäufe bereits 2007 getätigt wurden, waren sowohl ihre Verfügbarkeit als auch die Preise dieser Technologie in den ersten Jahren ein Hindernis für ihre Marktakzeptanz. Ab 2013 stieg die Verfügbarkeit unterschiedlicher LED-Lampen bezüglich des Angebots an unterschiedlichen Sockeln und unterschiedlicher Lichtausbeute (Lumen). Gleichzeitig kam es zu einer bereits ab 2015 deutlich erkennbaren Kostenreduktion. Weil LEDs eine bessere Funktionalität bieten (wärmeres Licht, höhere Schaltzyklen, schnelles „Angehen“ und keine Flickereffekte), stellen sie eine gute Alternative dar für Konsumenten, die energieeffizientere Produkte suchen. Aufgrund dessen ist auch nicht zu erwarten, dass das von der RoHS-Richtlinie vorgesehene CFL-Verbot einen Rebound-Effekt in Bezug auf die Verkaufszahlen von Halogenlampen haben könnte.

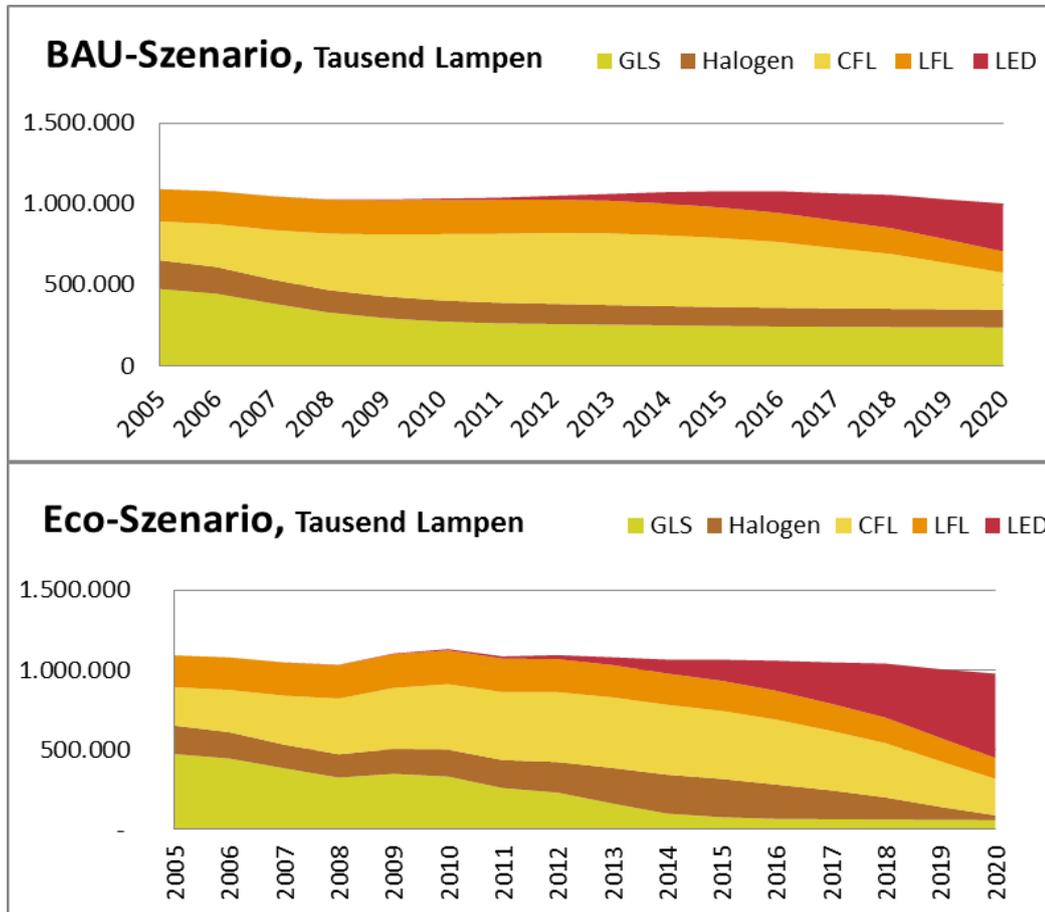
Weil der Ersatz von **LFL-Lampen** nur durch LED-Alternativen möglich ist, bleiben die Verkäufe relativ stabil. Erst nach 2016 ist eine leichte Abnahme erkennbar, die wahrscheinlich mit der Verfügbarkeit der ersten LED-Alternativen zu tun hat (besonders für T8-Lampen, die auch den größeren Marktanteil haben als T5). Diese Abnahme wird durch die RoHS-Richtlinie beschleunigt, bis die für den Haushaltsbereich relevanten Lampen dann 2020 zum Großteil verboten werden.

Es ist zu erwarten, dass die Entwicklung der **LED-Lampen** stark mit der Marktverfügbarkeit anderer Lampenarten zusammenhängt. Unter der Voraussetzung, dass GLS- und Halogen-Lampen nicht verboten werden (BAU-Szenario), ist davon auszugehen, dass sich die LED-Verfügbarkeit langsamer entwickeln wird. Infolgedessen steigen die Verkaufszahlen für LED im **BAU-Szenario** langsamer als im **ECO-Szenario**.

Die jährlichen Marktbestände werden anhand der Verkäufe (Zugänge) und der davon abhängigen Abgänge ausgehend vom 2005-Bestand berechnet. Abbildung 2.8 zeigt die Entwicklung der Bestände in beiden Szenarien zwischen 2005 und 2020. Die unterschiedlichen Trends, die die Verkaufszahlen beeinflussen, spiegeln sich auch in der Bestandsentwick-

lung wider. Dies wird allerdings bei den verschiedenen Lampenarten in Abhängigkeit von ihrer jeweiligen Lebensdauer unterschiedlich schnell sichtbar.

Abbildung 2.8 Entwicklung der Bestände nach Lampenart 2005-2020, kumuliert

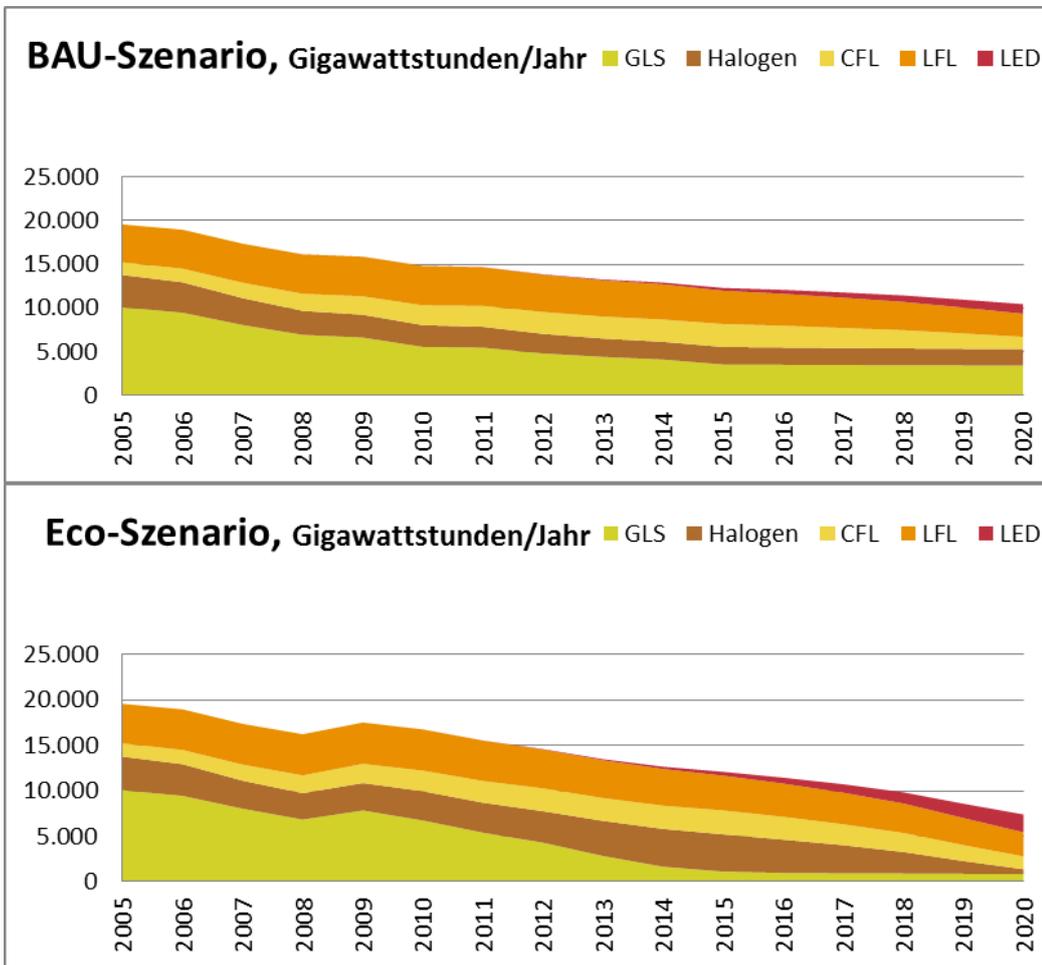


Quelle: Eigene Darstellung

### Entwicklung des Gesamtenergieverbrauchs

Der Gesamtenergieverbrauch wurde in jedem Szenario auf der Grundlage der Bestandsentwicklung berechnet (Abbildung 2.9).

Abbildung 2.9 Entwicklung des Energieverbrauchs nach Lampenart 2005-2020, kumuliert



Quelle: Eigene Darstellung

Den Unterschied zwischen beiden Szenarien (BAU-ECO =  $\Delta$ ) machen die Energieeinsparungen aus, die infolge der Ökodesign-Richtlinie eingetreten sind. Die Energieeinsparungen in GWh/Jahr für die Jahre 2008-2020 sind in Tabelle 2.19 dargestellt. Da die Verkaufszahlen bis 2008 gleich ausfallen, unterscheiden sich die beiden Szenarien bis zu diesem Jahr nicht.

Tabelle 2.19 Energieeinsparungen 2008-2020 infolge der Ökodesign-Richtlinie, in Gigawattstunden/Jahr

	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
GLS	57	-1238	-1213	45	473	1551	2428	2399	2501	2508	2516	2529	2538
Halogen	-143 <sup>1</sup>	-404	-721	-905	-1211	-1753	-2129	-2097	-1683	-1135	-438	508	1358
CFL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
LFL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
LED	0	0	0	-1	-4	-17	-48	-97	-189	-329	-483	-673	-863
Gesamt	-86	-1643	-1935	-861	-742	-219	251	205	629	1043	1596	2364	3032
Im Vergleich zum BAU-Bestand Vorjahr		-1 %	-10 %	-13 %	-6 %	-5 %	-2 %	2 %	2 %	5 %	9 %	14 %	22 %

<sup>1</sup> Werte mit negativem Vorzeichen bedeuten, dass der Verbrauch im ECO-Szenario höher ist als im BAU.

Im Jahr 2008 gibt es im ECO-Szenario noch einen Mehrverbrauch von 86 GWh des ECO-gegenüber dem BAU-Szenario. Dieser steigt zwischen 2009-2010 stark an, wahrscheinlich eine Folge der Hamsterkäufe von GLS- und Halogenlampen kurz vor den jeweiligen Ökodesign-Regulierungsstufen. Ab 2011 sinkt der Mehrverbrauch und wird 2014 durch Einsparungen ersetzt, die bis auf 3032 GWh in 2020 steigen.

Kurz vor Inkrafttreten des ersten Glühlampenverbots (Sept. 2009, 100 W-Glühlampen) nahmen die Verkäufe von **Glühlampen** deutlich zu, fielen jedoch nach dem Verbot wieder. Der steigende Energieverbrauch für Glühlampen setzte sich – wie oben ersichtlich – bis 2013 fort. Dabei unterscheiden sich die beiden Szenarien insofern, als im ECO-Szenario zunächst ein höherer Verbrauch zu verzeichnen war, der dann jedoch langsam abnahm. Ab 2014 fällt dann der Verbrauch von Glühlampen im BAU-Szenario deutlich höher aus.

Ein ähnlicher Trend ist auch bei den **Halogenlampen** erkennbar, allerdings mit dem Unterschied, dass der Trend hier erst später einsetzte (aufgrund des späteren Inkrafttretens des Halogenverbots).

Bei den Quecksilberlampen (**CFL, LFL**) waren keine Unterschiede zu erwarten, da sie nicht gleichermaßen von dem Ökodesign-Verbot betroffen waren<sup>1</sup>. Die Tatsache, dass Quecksilberlampen fast vom Markt verschwanden, ist vielmehr auf die Verwendungsverbote der RoHS-Richtlinie zurückzuführen.

Bei den **LEDs** ergibt sich der Unterschied zwischen den beiden Szenarien durch den langsamen Zuwachs der LED-Technologien im BAU-Szenario. Die Tatsache, dass hier GLS- und Halogenlampen keinem Verbot unterliegen, gibt Grund zur Annahme, dass LEDs andere Lampenarten nicht so schnell substituieren wie im ECO Szenario, was zu einer langsameren Marktentwicklung führt.

Während die kumulierten Einsparungen für den Zeitraum 2008-2015 noch bei - 5.029,9 Gigawattstunden liegen, liegt dieser Wert im Zeitraum 2008 bis 2020 schon bei 3.634,6 Gigawattstunden, was den Trend sehr deutlich zeigt.

### 2.3.5.2 Zweite Stufe der Marktentwicklung: Ergänzung der Daten bis 2030

#### Ermittlung der Verkaufszahlen

Durch den Vergleich der EU-Werte mit den Zahlen für Deutschland zwischen 2005 und 2015 (echte Kaufdaten von GfK) konnte festgestellt werden, dass die Anzahl der gekauften Lampen pro Haushalt im Jahr in Deutschland schneller abnimmt als in der EU. Dies dürfte auf einen früheren Umstieg auf energieeffiziente LED-Lampen zurückzuführen sein, da diese eine längere Lebensdauer haben (CFL 12 Jahre, LFL 15 Jahre, LED fast 40 Jahre) als GLS (2 Jahre) und Halogen (3-4 Jahre).

---

<sup>1</sup> Funktionale Anforderungen sind in dem Modell nicht berücksichtigt, da sie nicht auf den Energieverbrauch bezogen sind. Auch wenn bei den LFL-Lampen ein Phase-out der weniger effizienten Lampen vielleicht zum Teil durch die Ökodesign-Richtlinie beeinflusst war, ist dies im Modell vernachlässigt worden (z. B. T8-Halophosphat-Leuchtstoffe mit T8 Triband-Phosphor). LFL-Lampen haben eine längere Lebenszeit bei Privatverbrauchern (residential use). Außerdem hat diese Lampenart im Vergleich zu anderen Lampen einen niedrigen Anteil an den Verkäufen. Deshalb ging man davon aus, dass anders als bei gewerblichen Verbrauchern der Unterschied in Haushalten relativ gering und daher vernachlässigbar ist.

Für das Jahr 2030 prognostizieren VHK (2016) dann einen sehr niedrigen Wert der Neukäufe für die EU, der vermuten lässt, dass Deutschland und die EU zu diesem Zeitpunkt näher beieinanderliegen werden. Basierend auf dieser Annahme wurden die Werte für der Anzahl verkaufter Lampen pro Haushalt in Deutschland im Verhältnis zum Absatz in der EU abgeschätzt (siehe Tabelle 2.20).

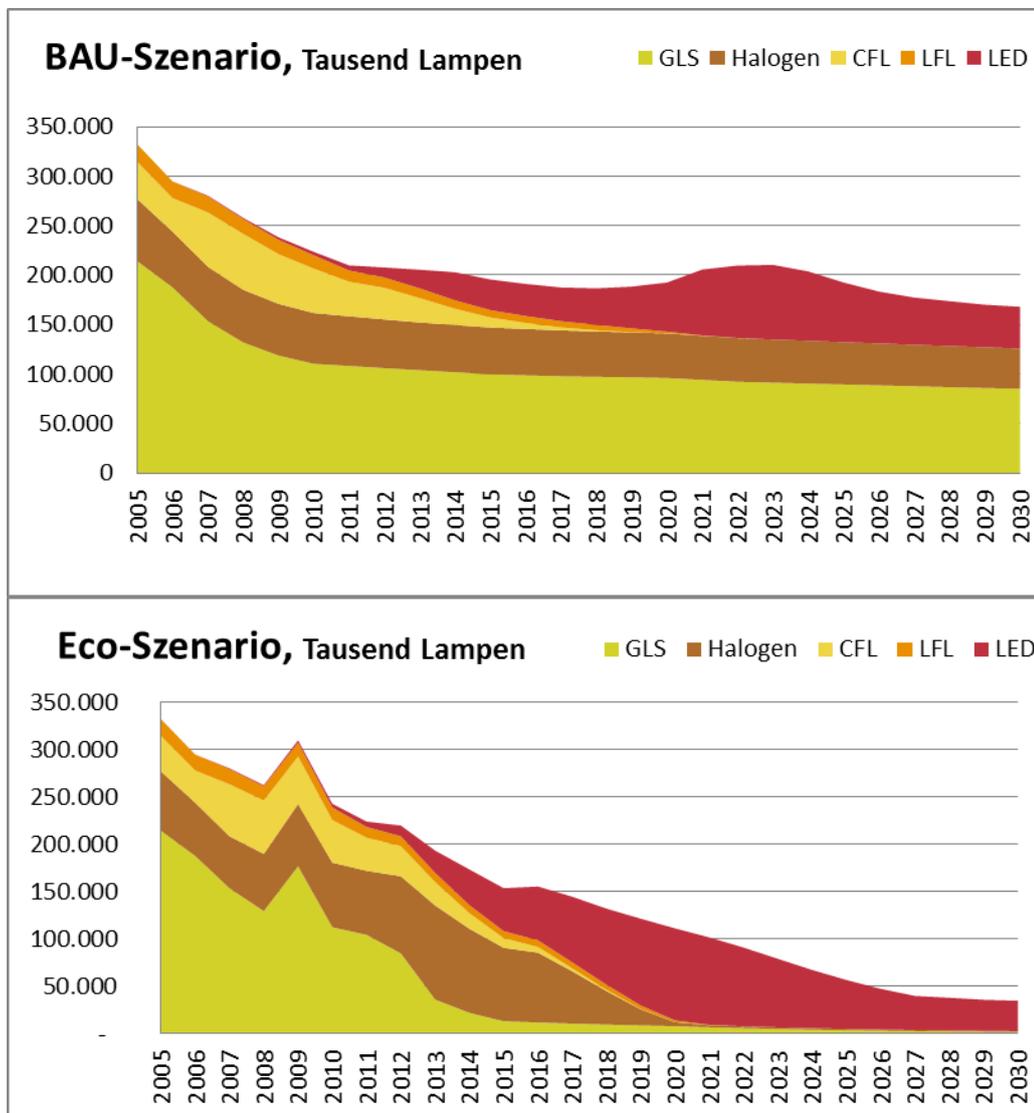
Tabelle 2.20 Entwicklung der Anzahl verkaufter Lampen pro Haushalt im Jahr für die EU und DE 2008-2030 (BAU und ECO Szenarien)

Jahr	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
EU: ECO	8,3	8,5	8,9	8,5	7,5	6,5	5,5	4,9	4,4	4,5	4,6	4,7	4,8
DE: ECO	8,5	7,4	7,1	6,5	7,7	6,0	5,7	5,5	4,8	4,3	3,8	3,8	3,5
DE: BAU	8,5	7,4	7,1	6,4	5,9	5,5	5,3	5,2	5,1	5,0	4,8	4,7	4,6
Jahr	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
EU: ECO	4,8	4,8	4,2	3,6	2,7	2,1	1,6	1,2	1,0	0,8	0,7	0,8	0,8
DE: ECO	3,2	3,0	2,7	2,5	2,2	1,9	1,6	1,4	1,1	1,0	0,9	0,9	0,8
DE: BAU	4,6	4,6	4,7	5,0	5,1	5,1	5,0	4,7	4,5	4,3	4,2	4,1	4,1

Zur Ermittlung der Gesamtverkäufe wurden danach die Werte pro Haushalt mit der Anzahl der Haushalte in Deutschland multipliziert. Auf Basis dieser ermittelten Gesamtverkäufe pro Jahr und der geschätzten Anteile für GLS-, Halogen, CFL- und LFL-Lampen wurden für jedes Szenario die LED-Verkäufe berechnet. Abbildung 2.10 zeigt die Entwicklung der Verkäufe für den Zeitraum 2005-2030 in beiden Szenarien.

Ab 2020 reduziert sich der Markt im BAU-Szenario auf drei Hauptlampenarten: GLS, Halogen und LED, während im ECO-Szenario fast nur noch LED-Lampen verkauft werden.

Abbildung 2.10 Entwicklung der Verkaufsanteile nach Lampenart 2005-2030



Quelle: Eigene Darstellung

Die **CFL**-Verkaufszahlen fallen infolge der RoHS-Richtlinie im Jahr 2021 nur noch sehr gering aus (46.000 Lampen), und ab 2024 läuft diese Lampenart voraussichtlich ganz aus. Bei **LFL**-Lampen dürfte dieser Prozess etwas verzögert eintreten, da Longlife-LFLs noch als Ersatzlampen für andere LFLs verkauft werden können. Aufgrund dessen ergeben sich für 2020 etwas höhere LFL-Verkäufe (2021: 467.000). Man kann jedoch davon ausgehen, dass auch diese Lampenart 2024 nicht mehr verkauft bzw. gekauft wird. Da die LED-Lampenfärbung „warmweiß“ von Privatkonsumenten bevorzugt wird, sind weitere Verkäufe als Sonderlampen wie bei GLS und Halogen, siehe Abschnitt 2.3.5.1, nicht zu erwarten.

Wie in Abschnitt 2.3.5.1 beschrieben dürfen **GLS- und Halogen-Lampen** im BAU-Szenario weiter verkauft werden. Aufgrund der wahrgenommenen Zuverlässigkeit und Energieeffizienz der LED-Lampen ist auch im BAU-Szenario zu erwarten, dass Konsumenten anfangen werden, GLS- und Halogenlampen durch LED-Lampen zu substituieren. Vor diesem Hintergrund wird zwischen 2020 und 2030 eine langsame Abnahme der GLS- und Halogenverkäufe im BAU-Szenario berücksichtigt (um ca. 12 % bei GLS und ca. 10 % bei Halogen). Im

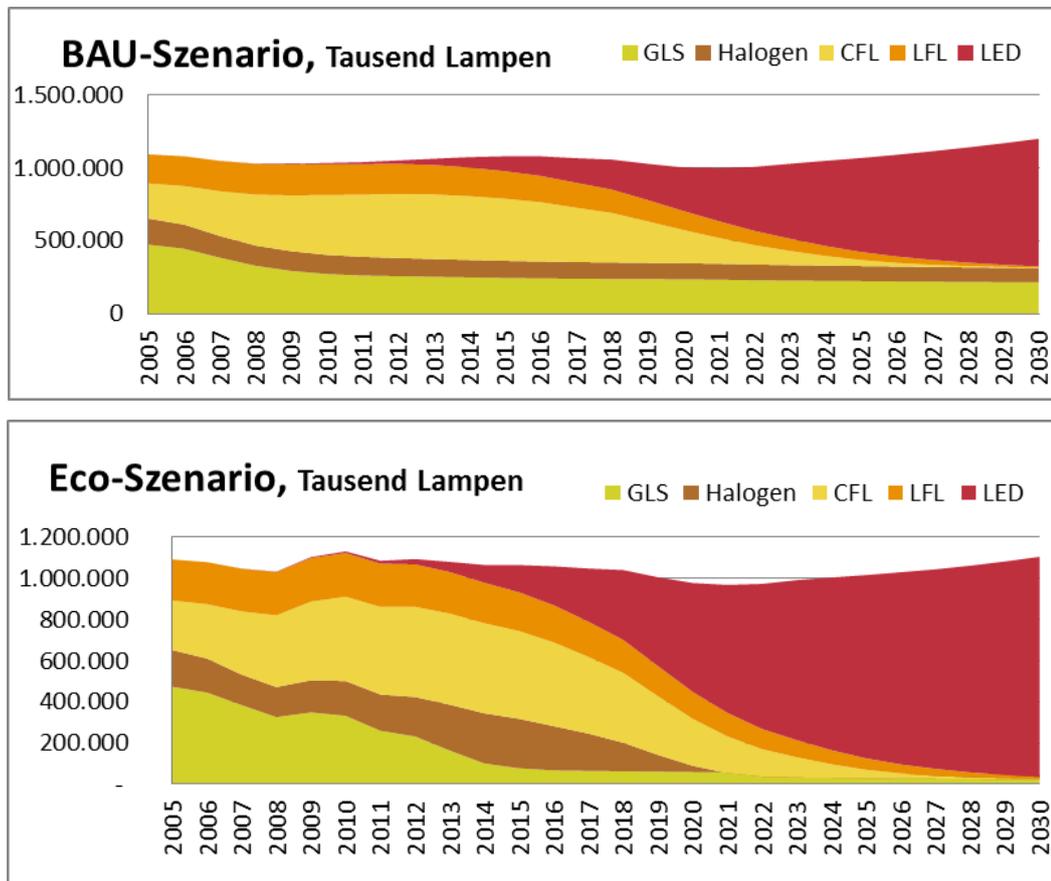
ECO-Szenario hingegen werden nur noch Verkäufe in kleinen Mengen erwartet, die durch die Ausnahme für Sonderlampen möglich sind, aber ebenfalls langsam zurückgehen werden.

Der Ermittlung der **LED**-Verkäufe erfolgte auf Grundlage der Gesamtanzahl der Verkäufe. Das MELISA-Modell schätzt die EU-weiten Verkäufe bis 2030 und berechnet dazu, wie viele Lampen pro Haushalt im Jahr gekauft werden.

**Entwicklung des Bestandes und des Energieverbrauches**

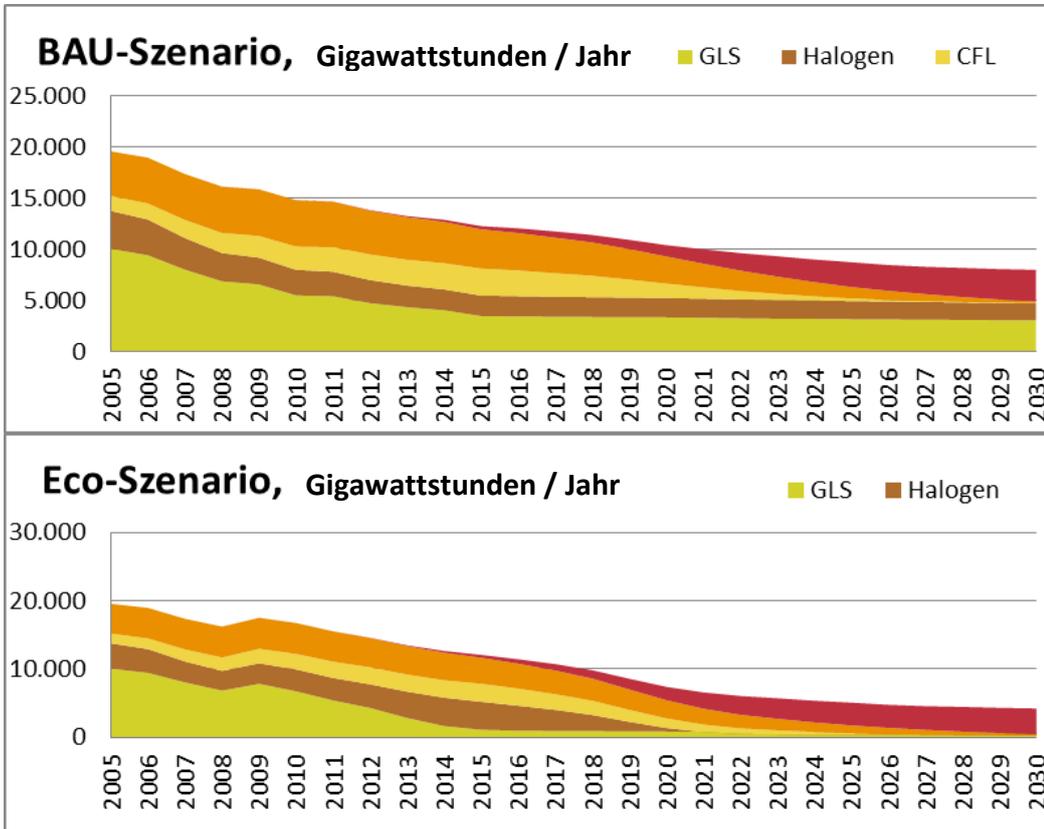
Der Bestand sowie der Energieverbrauch lassen sich dann auf Basis der Verkaufsdaten ermitteln, wie in Abschnitt 2.3.4 beschrieben. Abbildung 2.11 und Abbildung 2.12 zeigen diese Entwicklungen.

Abbildung 2.11 Bestandsentwicklung nach Lampenart 2005-2030, kumuliert



Quelle: Eigene Darstellung

Abbildung 2.12 Entwicklung des Energieverbrauchs nach Lampenart 2005-2030, kumuliert



Quelle: Eigene Darstellung

Der Unterschied zwischen beiden Szenarien (BAU-ECO = Δ) ergibt die Energieeinsparungen, die infolge der Ökodesign-Richtlinie erzielt wurden. Die Energieeinsparungen in GWh/Jahr sind für die Jahre 2008-2030 in Tabelle 2.21 wiedergegeben. Bis 2008 sind die Verkäufe in beiden Szenarien gleich.

Tabelle 2.21 Energieeinsparungen infolge der Ökodesign-Richtlinie 2008-2030, im GWh/Jahr

	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
GLS	57	-1238	-1213	45	473	1551	2428	2399	2501	2508	2516	2529
Halogen	-143	-404	-721	-905	-1211	-1753	-2129	-2097	-1683	-1135	-438	508
CFL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
LFL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
LED	0	0	0	-1	-4	-17	-48	-97	-189	-329	-483	-673
Gesamt	-86	-1643	-1935	-861	-742	-219	251	205	629	1043	1596	2364
Im Vergleich zu BAU Bestand des Vorjahrs		-10 %	-13 %	-6 %	-5 %	-2 %	2 %	2 %	5 %	9 %	14 %	22 %
	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	
GLS	2538	2531	2507	2492	2487	2479	2469	2457	2443	2428	2411	
Halogen	1358	1902	2136	2157	2144	2131	2116	2102	2087	2071	2055	
CFL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
LFL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
LED	-863	-989	-1045	-1024	-969	-928	-860	-810	-774	-730	-688	
Gesamt	3032	3444	3598	3625	3662	3682	3726	3749	3755	3768	3778	
Im Vergleich zu BAU- Vorjahr	29 %	34 %	37 %	39 %	41 %	42 %	44 %	45 %	46 %	47 %	47 %	

Über den gesamten Zeitraum von 2008 bis 2030 betrachtet, steigen die im ECO-Szenario gegenüber dem BAU-Szenario erzielten Energieeinsparungen. Ist im Jahr 2008 noch ein Mehrverbrauch von 86 GWh im ECO-Szenario gegenüber BAU zu verzeichnen, der in den Jahren 2009 und 2010 steil ansteigt, so sinkt dieser Mehrverbrauch in diesem Szenario ab 2011. Ab 2014 entstehen Einsparungen gegenüber BAU, die im Jahr 2020 schon 3.032 GWh, und 2030 gar 3.778 GWh betragen.

Ab 2011 fällt der **Glühlampenverbrauch** im BAU-Szenario höher aus als im ECO-Szenario. Die Einsparungen steigen dann im ECO-Szenario bis 2015/2016 schnell an und bleiben dann über den restlichen Betrachtungszeitraum annähernd konstant, da im BAU-Szenario ein Sockelverbrauch von GLS-Lampen bestehen bleibt, während die Glühlampe im Eco-Szenario praktisch keine Rolle mehr spielt. Auch wenn im BAU-Szenario kein Verbot zugrunde gelegt wurde, sind ein Rückgang der Glühlampe parallel zu der Entwicklung der LEDs und ein entsprechender Preisrückgang zu erwarten, wenn auch langsamer als im ECO-Szenario.

Bei den **Halogenlampen** ist der Trend ähnlich und gleichermaßen verzögert. Der Verbrauch der Halogenlampen fällt im BAU-Szenario ab 2019 deutlich höher aus als im ECO-Szenario und schwächt sich erst ab 2024 ab.

Bei den Quecksilberlampen (**CFL, LFL**) sind Unterschiede hingegen nicht zu erwarten, da die Verbote auf die RoHS-Richtlinie zurückzuführen sind. Bei den **LEDs** ergibt sich der Unterschied durch die langsamere Marktdurchdringung der LED-Technologien im BAU-Szenario. Infolgedessen ergibt sich ein immer noch deutlich höherer Energieverbrauch im BAU gegenüber dem ECO-Szenario Jahr 2030.

Während die kumulierten Einsparungen im Zeitraum 2008 - 2020 3.634,6 Gigawattstunden betragen, belaufen sie sich für den Zeitraum 2008 - 2030 bereits auf 40.421,2 Gigawattstunden. Der Trend spiegelt sich in diesen Zahlen sehr deutlich wider.

## 2.3.6 Abgeschätzte Einsparungen

### 2.3.6.1 Einsparungen

Tabelle 2.22 zeigt die abgeschätzten Einsparungen für die Lampen. Dargestellt sind jeweils die Einsparungen im Bestand für 2015 sowie in den Zieljahren 2020 und 2030, sowie auch (BAU-Szenario – ECO-Szenario).

Auch wenn jährliche Einsparungen bei den Neuverkäufen schon ab 2015 zu erkennen sind, sind die kumulierten Einsparungen im Bestand erst zu einem späteren Zeitpunkt erkennbar, weil sich die kurz vor dem Verbot getätigten Glühlampen- und Halogen-Verkäufe im Bestand noch auswirken.

Tabelle 2.22 Geschätzte Einsparungen für Lampen durch Ökodesign

(BAU-ECO)	Bestand 2015		Bestand 2020		Bestand 2030	
	Jährlich	Kumuliert. v. 2008	Jährlich	Kumuliert. v. 2008	Jährlich	Kumuliert. v. 2008
EE-Einsparung (GWh/a)	205 (2 %)	-5.029,9 (-5 %)	3.032 (29%)	3.634,6 (2,4 %)	3.778 (47 %)	40.421,2 (37 %)
PE-Einsparung (GWh/a)	511,6 (4 %)	-12.574,7 (- 0,1 %)	7.580,7 (73 %)	9.086,6 (6 %)	9444,5 (118 %)	101.053,0 (92 %)
CO <sub>2</sub> -Minderung [1000t]	80,8 (0,002 %)	-2.065,3 (-5 %)	1.152,3 (0,029 %)	1.311,7 (2,2 %)	1.284,4 (0,047 %)	12.997,3 (156,7 %)

### 2.3.6.2 Interpretation

Die ermittelten Potenziale für Deutschland für das Jahr 2030 fallen deutlich niedriger aus, als man aufgrund der im Ecodesign Impact Accounting für die EU-28 ermittelten Werte erwarten könnte, wenn man den Anteil deutschen Haushalte an den europäischen Haushalten anlegt (sie müssten 2030 ~18 % der EU-Werte betragen). Wenn man die Zahlen mit früheren Zeitpunkten innerhalb des betrachteten Zeitraums vergleicht, ist außerdem klar zu erkennen, dass sich dieser Trend im Laufe der Zeit ändert (Tabelle 2.23).

Tabelle 2.23 Vergleich der Einsparungen Deutschlands mit den EU Einsparungen nach Ecodesign Impact Accounting

	berechnete Einsparung für DE	EU-Werte nach Ecodesign Impact Ac- counting	Anteil deut- scher HH an alle EU-HH	erwartete Einsparung in DE aufgrund Anzahl HH	Abweichung um Faktor
Primärenergie (TWh/a)					
2015	0,51	128	18,92 %	24	47
2020	7,58	282	18,69 %	53	7
2025*	9,2	351	18,40 %	65	7
2030	9,4	356	18,01 %	64	7
CO <sub>2</sub> (Mio t / a)					
2015	0,08	29	18,92 %	5	69
2020	1,15	43	18,69 %	8	7
2025*	1,33	51	18,40 %	9	7
2030	1,28	48	18,01 %	9	7

\*Daten für 2025 wurden zusätzlich eingefügt, da in diesem Jahr in unserer Modellierung die höchsten Einsparungen anfallen.

Die extrem starke Abweichung für 2015 dürfte mit dem in der EU-Modellierung nicht berücksichtigten Effekt der „Hamsterkäufe“ für GLS in 2009 und 2010 zusammenhängen, die dazu führen, dass Einsparungen überhaupt erst ab 2014 auftreten. Die Differenzen in den folgenden Jahren könnten damit zusammenhängen, dass in Deutschland auch im BAU-Szenario schon effizientere Lampen erwartet werden als im EU-Durchschnitt.

Ab 2020 liegen die deutschen Primärenergieeinsparungen näher an dem zu erwartenden Wert. Eine mögliche Erklärung für diese Inkonsistenz ist möglicherweise, dass die RoHS-Verbote für CFL und LFL im VhK-Ecodesign Impact Accounting nicht berücksichtigt wurden, was in der Modellierung für Deutschland zu einem schnelleren Umstieg auf LEDs führt (besonders im ECO-Szenario, in dem LEDs auch andere Lampenarten ersetzen). Im EU-Szenario sinkt der Verbrauch durch LFL und CFL ebenfalls, allerdings später und in geringerem Umfang als in Deutschland. Es ist nicht ganz klar, ob dahinter die Annahme eines Teilausstieges steht, wobei nur noch effizientere LFL und CFL zugelassen sind, oder eines Komplettsverbots mit Umstieg auf LED.

## 2.4 Einsparungen bei Elektromotoren

### 2.4.1 Hintergrund und Zielsetzung

Seit 12.8.2009 ist die Ökodesign-Verordnung VO 640/2009 für Elektromotoren in Kraft, ergänzt durch die VO 4/2014, welche einige Ausnahmen präzisiert. Im Scope sind 2-6-polige Motoren bis 1000 V in einem Leistungsbereich zwischen 0,75 kW und 375 kW.

Die Verordnung stellt folgende Anforderungen, basierend auf dem Standard 60034-30:2008 (neu IEC 60034-30-1:2014):

Tabelle 2.24 Anforderungen der VO 640/2009

Datum	Stufe	Anforderung
16.6.2011	1	IEC 2
1.1.2015	2	Motoren von 7,5 bis 375 kW: IEC 3 oder IEC 2 mit drehzahlvariablem Antrieb
1.1.2017	3	Motoren von 0,75 bis 375 kW: IEC 3 oder IEC 2 mit drehzahlvariablem Antrieb

Eine Revision der Verordnung ist im Verordnungstext für August 2016 vorgesehen. Parallel wurde eine Vorstudie zu ENER Los 30 Motoren und Antriebe (außerhalb des Anwendungsbereichs der Verordnung 640/2009) durchgeführt. Darauf aufbauend wurde ein Arbeitsdokument vorgelegt. Das Dokument schlägt vor, die VO 640/2009 aufzuheben und alle Regelungen zu Motoren in eine einzige zukünftige Ökodesign-Verordnung zu integrieren. Dabei wird eine Erweiterung des Scopes vorgeschlagen. Insbesondere sollen einphasige sowie achtpolige Motoren in den Scope einbezogen werden und der Leistungsbereich soll erweitert werden auf Werte zwischen 0.12 kW und 1000 kW.

Ziel dieser Kurzstudie ist eine Abschätzung, welche nationalen Einsparungen durch diese Verordnungen angenommen werden können, um hieraus Schlussfolgerungen für die anstehende Revision ziehen zu können. Zielgrößen sind die jährlichen Einsparungen an Primärenergie sowie CO<sub>2</sub>-Emissionen in den Zieljahren 2020 und 2030.

#### 2.4.2 Methode

Da keine belastbaren Verkaufsdaten zu Elektromotoren vorlagen, aus denen die Effizienz der Motoren hervorgeht, konnten die Einsparungen nur auf Basis von Modellierungen ermittelt werden. Sie wurden durch den Vergleich eines Business-as-Usual-Szenarios (BAU) mit einem Ökodesign-Szenario (ECO) berechnet.

#### 2.4.3 Datengrundlage

Als Basis dienten die im Ökodesign Impact Accounting (VHK 2015) ermittelten Verbrauchsdaten (Strom und Primärenergie) für das BAU- und ECO-Szenario. Es kann davon ausgegangen werden, dass die Zusammensetzung der in Deutschland verkauften Motoren etwa dem europäischen Durchschnitt entspricht (Buchert et al. 2014). Daher konnten die anteiligen Verbrauchsdaten für Deutschland mit Hilfe des Anteils Deutschlands am EU-Bruttosozialprodukt ermittelt werden.

Die folgenden Primärenergiefaktoren und Emissionsfaktoren wurden verwendet (entsprechend den für die Berechnungen von Los 1 und Los 2 verwendeten):

Tabelle 2.25 Primärenergiefaktoren und Emissionsfaktoren

Energieträger	Primärenergiefaktor	Quelle	Emissionsfaktor (g/kWh)	Quelle
Strom	2,5	VHK 2014: Ecodesign Impact Accounting Part 1	2010: 410 2015: 398 2020:380 2025:360 2030:340 Jahre dazwischen interpoliert	VHK 2014

#### 2.4.4 Annahmen BAU-Szenario

Im BAU-Szenario steigt die Effizienz der neu verkauften Motoren von 71,9 % im Jahr 2010 auf 81,1 % im Jahr 2030. Die Effizienz aller Motoren im Bestand steigt von 71,4 % (2010) auf 80,5 % (2030).

#### 2.4.5 Annahmen Ökodesignszenario

Im Ökodesign-Szenario steigt die Effizienz der neu verkauften Motoren von 71,9 % im Jahr 2010 auf 96,1 % im Jahr 2030, wovon 10 Prozentpunkte auf drehzahlvariable Antriebe zurückzuführen sind. Die Effizienz aller Motoren im Bestand steigt von 71,4 % (2010) auf 95,9 % (2030).

## 2.4.6 Ergebnisse

Aus den oben genannten Annahmen errechnen sich die folgenden jährlichen Einsparpotenziale für Primärenergie und CO<sub>2</sub> im gesamten Motorenbestand in den Zieljahren 2020 und 2030:

Tabelle 2.26 Einsparpotenziale für Primärenergie und CO<sub>2</sub>

	2020	2030
BAU-Szenario		
Primärenergie (TWh/a)	659	683
CO <sub>2</sub> (Mt/a)	100,2	93,0
Ökodesign- und Energiekennzeichnungs-Szenarien		
Primärenergie (TWh/a)	585	574
CO <sub>2</sub> (Mt/a)	89,0	78,1
Einsparungen		
Primärenergie (TWh/a)	73,9	109,6
CO <sub>2</sub> (Mt/a)	11,2	15,0

## 2.4.7 Interpretation

Die ermittelten Potenziale entsprechen für das Jahr 2030 aufgrund der sehr ähnlichen Datenbasis gut den durch das Ecodesign Impact Accounting für die EU-28 ermittelten.

Von allen bisher analysierten Produktgruppen bieten Elektromotoren die höchsten Einsparpotenziale (vgl.)

Tabelle 2.27 Vergleich der Einsparungen von vier Produktgruppen

Einsparungen	Los 1 Heizkessel	Los 2 Warmwasser	Los 10 Lüftungsanlagen	Los 11 Elektromotoren
Primärenergie (TWh/a)				
2020	11,0 – 12,7	4,4 – 5,0	3,1	73,9
2030	22,0 – 24,1	21,0 – 27,7	38,1	109,6
CO <sub>2</sub> (Mio t / a)				
2020	2,2 – 2,5	0,7 – 0,8	0,6	11,2
2030	4,5 – 4,9	3,1 – 4,0	6,6	15,0

Eine mögliche Einschränkung liegt darin, dass die Methodik nicht ganz vergleichbar ist. Während für die übrigen Produktgruppen spezifische Verkaufszahlen für Deutschland für die Modellierung verwendet werden konnten, liegen diese für Elektromotoren nicht vor, so dass die Einsparungen durch eine Übertragung der projizierten EU-Einsparungen auf Deutschland berechnet wurden.

Da die Verteilung der Effizienzen jedoch in Deutschland sehr ähnlich ist wie im EU-Durchschnitt, kann davon ausgegangen werden, dass diese Zahlen recht belastbar sind. Tatsächlich könnten die Einsparungen sogar noch höher liegen. In den Statistiken von Eurostat wird die Produktion synchroner Servomotoren nicht klar dokumentiert. Gerade diese permanenterrregten Synchronmotoren zeichnen sich jedoch durch eine hohe Energieeffizienz aus. Da mit fremderregten Asynchronmaschinen höhere Effizienzklassen nur mit wesentlichen größeren Bauformen und höheren Stückgewichten erreicht werden können, was nicht immer mit den geometrischen und statischen Anforderungen älterer Maschinen in Einklang zu bringen ist, wird davon ausgegangen, dass die Effizienzanforderungen der Ökodesign-Richtlinie eine deutliche Marktverschiebung hin zu permanenterrregten Synchronmotoren angestoßen haben, die in der Projektion noch nicht abgebildet ist.

Diese Entwicklung wird sich fortsetzen, wenn die derzeit diskutierte IE4-Effizienzklasse als Mindestanforderung implementiert wird. Sie ist mit den heutigen fremderregten Asynchronmotoren nur in oberen Leistungsbereichen zu erreichen. Bei kleineren und mittleren Motoren wird IE4 derzeit nur von permanenterrregten Synchronmaschinen erreicht.

Weitere deutliche Einsparpotenziale könnten insbesondere realisiert werden durch eine Ausweitung der Ökodesign-Verordnung auf kleinere Elektromotoren im Leistungsbereich zwischen 0.12 kW und 0.75 kW aufgrund der sehr hohen Stückzahlen.

## 2.5 Einsparungen bei Haushaltskühl- und Gefriergeräten

### 2.5.1 Hintergrund und Zielsetzung

Ziel der Kurzstudie ist die Abschätzung, welche nationalen Einsparungen bei Haushaltskühl- und Gefriergeräten durch die beiden letzten Verordnungen – einmal zu Ökodesign (EG) Nr. 643/2009 und einmal zur Energiekennzeichnung VO 1060/2010 – zu erwarten sind. Zielgrößen sind die jährlichen Einsparungen an Endenergie, Primärenergie und Treibhauspotenzial in den Zieljahren 2020 und 2030. Einsparungen, die aus früheren Ökodesign und Energiekennzeichnungs-Verordnungen resultieren, wurden nicht quantifiziert.

Tabelle 2.28 gibt eine Übersicht über die verschiedenen Stufen der Ökodesign und Energiekennzeichnungs-Verordnungen.

Tabelle 2.28 Einführung von Maßnahmen zur Regulierung von Haushalts-Kühl- und Gefriergeräten

Maßnahme	Gilt seit	Verordnung	Amtsblatt vom
Einführung des Energieeffizienz-labels mit den Klassen A bis G	1.1.1995	Richtlinie 94/2/EG zur Durchführung der Richtlinie 92/75/EWG	17.2.1994
Verbot der Klassen D, E und F	18.9.1999	Richtlinie 96/57/EG	18.9.1996
Zusätzliche Klassen A+ und A++ hinzugefügt	1.7.2004	Richtlinie 2003/66/EG	9.7.2003
Verbot der Klassen B und C	1.7.2010	Verordnung (EG) Nr. 643/2009	23.7.2009
Zusätzliche Klasse A+++ hinzugefügt, insgesamt neue Labelversion (grafisch)	20.12.2011	Delegierte Verordnung (EU) 1060/2010	30.11.2010
Verbot der Klasse A	1.7.2012	Verordnung (EG) Nr. 643/2009	23.7.2009
Verschärfung des Grenzwerts für die Klasse A+	1.7.2014	Verordnung (EG) Nr. 643/2009 und Delegierte Verordnung 1060/2010	23.7.2009

\*Die Auswirkungen von grau-hinterlegten Maßnahmen wurden in dieser Studie nicht berücksichtigt.

Die Durchführungsmaßnahme zum Ökodesign von Kühl- und Gefriergeräten im Haushalt wurde im Sommer 2009 als **Verordnung (EG) 643/2009** veröffentlicht. Seit Juli 2010 sind hierdurch die Energieeffizienzklassen B und C verboten. Die Klasse A wurde ab Juli 2012 verboten; seither müssen demnach alle neu auf den Markt gebrachten Geräte mindestens die Anforderungen der Energieeffizienzkategorie A+ erfüllen. Die Verordnung zur Energieeffizienzkennzeichnung von Haushaltskühl- und Gefriergeräten (**VO (EU) 1060/2010**) wurde am 30. November 2010 veröffentlicht. Hierdurch wurde der Energiekennzeichnung ab 30. November 2011 die neue Energieeffizienzkategorie A+++ hinzugefügt. Ab 1. Juli 2014 wurde über die **VO (EU) 1060/2010** zusätzlich der Schwellenwert für Klasse A+ leicht angehoben und zugleich in der **Ökodesign-Verordnung (EG) Nr. 643/2009** der Schwellenwert für das Verbot entsprechend geändert. Für den Verbraucher änderte sich hierdurch nichts.

Im Januar 2015 startete die Vorbereitungsstudie zur Überarbeitung der Ökodesign-Verordnung (EG) Nr. 643/2009 und der delegierten Verordnung (EU) Nr. 1060/2010. Der Endbericht wurde im März 2016 veröffentlicht. Seither gab es aufgrund der andauernden Überarbeitung der Rahmenrichtlinie<sup>1</sup> keine weiteren Aktivitäten zur Aktualisierung der nachgeordneten Rechtsakte.

## 2.5.2 Begriffsdefinitionen

Abschnitt 2.5.5 behandelt die Kategorie „**Kühlgeräte**“. Der Begriff „Kühlgeräte“ umfasst dabei folgende Gerätekategorien:

<sup>1</sup> Richtlinie 2010/30/EU des Europäischen Parlaments und des Rates vom 19. Mai 2010 über die Angabe des Verbrauchs an Energie und anderen Ressourcen durch energieverbrauchsrelevante Produkte mittels einheitlicher Etiketten und Produktinformationen. Amtsblatt der Europäischen Union, 18.6.2010, L153/1-12.

- Kühlschränke ohne Gefrierfach,
- Kühlschränke mit Gefrierfach,
- Kühl-Gefrierkombinationen.

Abschnitt 2.5.6 behandelt die Kategorie „Gefriergeräte“, die folgende Gerätekategorien umfasst:

- Gefriertruhen und
- Gefrierschränke.

### 2.5.3 Methode

In der vorliegenden Kurzstudie werden für Haushalts-Kühl- und Gefriergeräte die Einsparungen abgeschätzt, die durch die beiden letzten Ökodesign- und Energiekennzeichnungs-Verordnungen für Kühl- und Gefriergeräte im Bestand resultieren. Die Hypothese, die diesen Abschätzungen zugrunde liegt, ist, dass die beiden Verordnungen dazu beitragen, dass es am Markt eine stärkere Verschiebung zu energieeffizienteren Geräten gibt. Hieraus wiederum ergeben sich aufgrund des Neukaufs dieser Geräte in der Zukunft Einsparungen im Gesamtenergieverbrauch der Geräte im Bestand.

Mit Hilfe von Daten der Gesellschaft für Konsumforschung (GfK 2016, vgl. Abschnitt 2.5.4) wurde zunächst für die Jahre 2005 bis 2015 eine Status-quo Analyse durchgeführt (siehe Abschnitt 2.5.5.1 und 2.5.6.1).

Zur Berechnung der jährlichen Einsparungen in den Zieljahren 2020 und 2030 wurden folgende Szenarien definiert:

- **BAU-Szenario:** Beim Business-as-Usual (BAU)-Szenario wird angenommen, dass die beiden Verordnungen (VO (EG) Nr. 643/2009 und delegierte VO (EU) Nr. 1060/2010) nicht in Kraft getreten wären. Als Basis hierfür dient die reale Entwicklung von 2005 bis zur Einführung der Verordnungen, die dann bis 2030 fortgeschrieben wird.
- **ECO-Szenario:** Das ECO-Szenario bildet die Situation ab, die durch die Einführung der Verordnungen entstanden ist. Als Basis hierfür dient die reale Entwicklung bis 2015, die dann ebenfalls bis 2030 fortgeschrieben wird.

Da die Maßnahmen der Verordnungen zu unterschiedlichen Zeitpunkten eingeführt wurden (siehe Tabelle 19), wird vereinfachend 2010 als Zeitpunkt angenommen, ab dem die Ist-Entwicklung dem ECO-Szenario zugerechnet wird und für das BAU-Szenario die Entwicklung hypothetisch fortgeschrieben wird.

Im Jahr 2009 lässt sich in den Verkaufsdaten der GfK bereits ein Abfall der Verkäufe von A-Geräten beobachten. Dies kann als Reaktion der Marktteilnehmer auf das erwartete Inkrafttreten der VO 643/2009 interpretiert werden. Im BAU-Szenario wäre eine solche Vorwegnahme nicht zu erwarten gewesen; die Daten für 2009 wurden daher dort nicht berücksichtigt und die Entwicklung der Verkäufe „geglättet“.

Eine Übersicht über die allgemeine Vorgehensweise zur Definition der Szenarien findet sich in Tabelle 2.29. Eine genaue Beschreibung der Szenarien und den der Fortschreibung

zugrundeliegenden Annahmen erfolgt in den Abschnitten 2.5.5.2 für Kühlgeräte und 2.5.6.2 für Gefriergeräte.

Tabelle 2.29 Generelle Beschreibung der beiden zugrunde gelegten Szenarien „BAU“ und „ECO“

Beschreibung	
BAU-Szenario	<p><u>Ist-Entwicklung 2005 bis 2008</u>  <u>Trendfortschreibung von 2010 bis 2030</u> unter der Annahme, dass die verschiedenen Stufen der Ökodesign- und Energiekennzeichnungs-Verordnungen ab 2010 nicht in Kraft getreten wären und unter Außer-Acht-Lassen der Daten aus 2009.</p> <p>⇒ <u>Kein</u> Verbot der Klassen A, B u. C.            ⇒ <u>Keine</u> Einführung der Klasse A+++.</p>
ECO-Szenario	<p><u>Ist-Entwicklung 2005 bis 2015</u>  <u>Trendfortschreibung von 2016 bis 2030</u></p>

In beiden Szenarien ergeben sich jährliche Veränderungen im Gesamtenergieverbrauch aller Geräte im Bestand als Differenz aus den folgenden beiden Faktoren:

- Gesamtenergieverbrauch der jährlich neu verkauften Geräte (Zugänge); dieser setzt sich wiederum zusammen aus:
  - Anzahl der Zugänge
  - durchschnittlicher Energieverbrauch der Zugänge.
- Gesamtenergieverbrauch der jährlich aus dem Bestand ausscheidenden Geräte (Abgänge); zusammengesetzt aus
  - Anzahl der Abgänge
  - durchschnittlicher Energieverbrauch der Abgänge.

Zusammengefasst:  $\Delta_{\text{Gesamtenergieverbrauch (GEV)}} = \text{GEV}_{\text{Zugänge}} - \text{GEV}_{\text{Abgänge}}$ .

$\text{GEV}_{\text{Zugänge}}$  kann mit Hilfe der Daten der Gesellschaft für Konsumforschung (GfK 2016) für alle neu verkauften Geräte von 2010 bis 2030 bestimmt werden.

Über  $\text{GEV}_{\text{Abgänge}}$  liegen keine Informationen vor. Daher werden folgende Annahmen getroffen:

- Den Berechnungen wird eine Geräte-Lebensdauer von 15 Jahren zugrunde gelegt.
- Folglich wird davon ausgegangen, dass der Energieverbrauch der Abgänge von 2010 bis 2024 für BAU und ECO-Szenario identisch ist, da die gleichen Altgeräte ersetzt werden.
- Erst wenn die im Jahr 2010 neu gekauften Geräte nach Ende ihrer Lebensdauer ersetzt werden, unterscheiden sich die Szenarien hinsichtlich der Abgänge. Dies ist aufgrund der angenommen 15-jährigen Lebensdauer ab 2025 der Fall. Im BAU- und ECO-Szenario beginnen also ab 2025 Geräte mit unterschiedlichem Energieverbrauch aus dem Bestand auszuschneiden.

- Anzahl und durchschnittlicher Energieverbrauch der Abgänge der Jahre 2025 bis 2030 entsprechen hierbei jeweils Anzahl und durchschnittlichem Energieverbrauch der neu verkauften Geräte aus den Jahren 2010 bis 2015. Der Gesamtenergieverbrauch dieser Abgänge entspricht demnach dem Gesamtenergieverbrauch der neu verkauften Geräte des ECO- und BAU-Szenarios von 2010 bis 2015. Konkret: Im ECO-Szenario beginnen ab 2025 die ab 2010 verkauften effizienteren Neugeräte auszuschneiden. Es kommen also einerseits effizientere Geräte hinzu als im BAU-Szenario, andererseits schneiden auch effizientere Geräte aus.
- Es wird davon ausgegangen, dass sowohl im BAU- als auch im ECO-Szenario aus dem Ersatz von Altgeräten durch Neugeräte Einsparungen resultieren.
- Zur Berechnung der zusätzlichen Einsparungen im ECO-Szenario wird die Differenz zwischen den im BAU-Szenario zu erwartenden Einsparungen (Zu- vs. Abgänge) und den im ECO-Szenario zu erwartenden (größeren) Einsparungen (Zu- vs. Abgänge) gebildet. Die Einsparung durch das ECO-Szenario resultiert schließlich aus der Differenz zwischen „GEV (Zugänge-Abgänge); BAU“ und „GEV (Zugänge-Abgänge); ECO“:

$$\begin{aligned}
 & \text{Einsparungen}_{\text{gesamt}} \\
 & = \\
 & (\text{BAU-Gesamtenergie}_{\text{Zugänge}} - \text{BAU-Gesamtenergie}_{\text{Abgänge}}) \\
 & - \\
 & (\text{ECO-Gesamtenergie}_{\text{Zugänge}} - \text{ECO-Gesamtenergie}_{\text{Abgänge}})
 \end{aligned}$$

- Es werden die jährlichen Einsparungen an Endenergie, Primärenergie und Treibhauspotenzial im Bestand für die Zieljahre 2020 und 2030 berechnet.

#### 2.5.4 Daten und Annahmen

Datengrundlage zur Berechnung der Einsparungen sind reale Marktdaten der Gesellschaft für Konsumforschung zu den neu verkauften Geräten für den Zeitraum 2005 bis 2015 (GfK 2016). Diese Daten beinhalten folgende Angaben für die in Abschnitt 2.5.2 definierten Gerätekategorien:

- Verkaufszahlen pro Energieeffizienzklasse und gesamt,
- Anteile der Energieeffizienzklassen an den Gesamtverkäufen,
- Durchschnittlicher Energieverbrauch pro Effizienzklasse.

Diese Daten wurden sowohl aufgesplittet nach Gesamtvolumen in Litern als auch übergreifend dargestellt. Ab Januar 2012 wurden die Geräte den Energieeffizienzklassen nach der neuen Labelversion gemäß Verordnung (EU) 1060/2010 zugeteilt.

Die Abschnitte 2.5.5.1 und 2.5.6.1 stellen auf Basis dieser Daten den Status quo dar.

Für das „BAU-Szenario“ wurden die realen Marktdaten von 2005 bis 2008 genutzt und ab 2010 bis 2030 mit Hilfe von Annahmen fortgeschrieben. Für das „ECO-Szenario“ wurden analog die realen Marktdaten für den Zeitraum von 2005 bis 2015 genutzt und ab 2016 bis 2030 fortgeschrieben. Die Annahmen, die den Fortschreibungen zugrunde liegen, werden in den Abschnitten 2.5.5.2 und 2.5.6.2 genauer erläutert.

Der folgenden Primärenergie- und CO<sub>2</sub>-Emissionsfaktoren für den Stromverbrauch in privaten Haushalten wurden verwendet:

Tabelle 2.30 Primärenergiefaktor und CO<sub>2</sub>-Emissionsfaktoren für Strom

Energieträger	Primärenergiefaktor	CO <sub>2</sub> -Emissionsfaktor (g/kWh)	Quelle
Strom	2,5	2010: 410	VHK 2014
		2015: 398	
		2020: 380	
		2025: 360	
		2030: 340	
		Jahre dazwischen interpoliert	

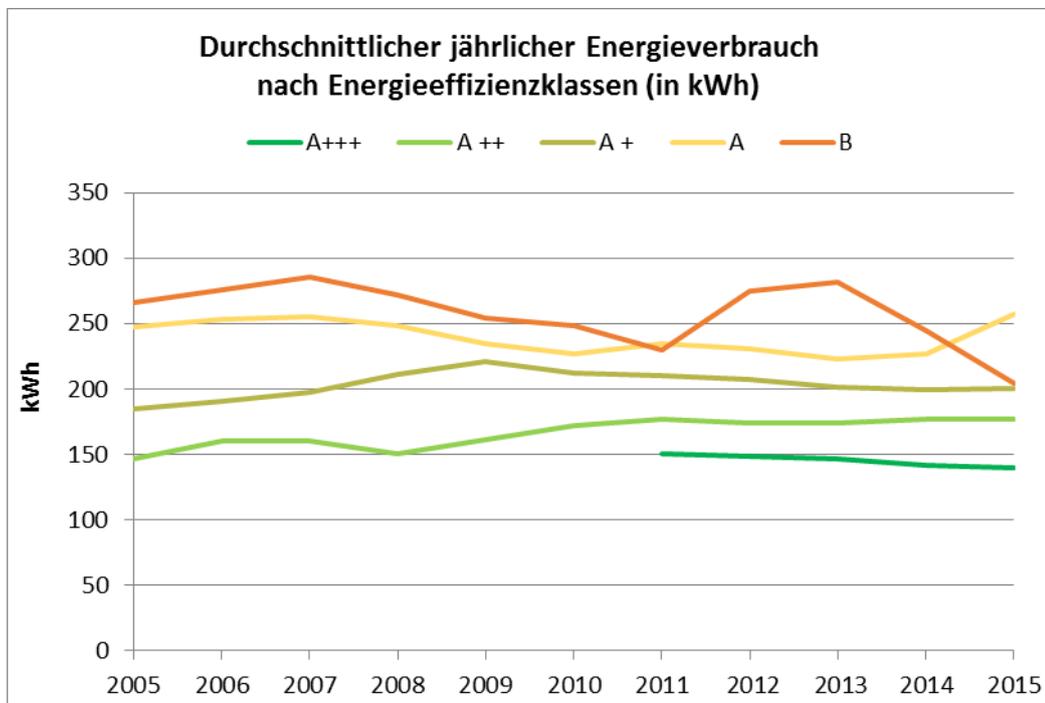
## 2.5.5 Kühlgeräte (inkl. Kühl-Gefrierkombinationen)

### 2.5.5.1 Status-quo-Analyse von 2005 bis 2015

#### Entwicklung des Energieverbrauchs und der Verkaufszahlen differenziert nach Energieeffizienzklassen

Abbildung 2.13 zeigt die Entwicklung des durchschnittlichen jährlichen Energieverbrauchs pro verkauftem Kühlgerät differenziert nach Energieeffizienzklassen für die Jahre 2005 bis 2015. Der durchschnittliche jährliche Energieverbrauch je Energieeffizienzklasse weist demnach seit Beginn der Regulierung über die Ökodesign-Verordnung (EG) Nr. 643/2009 in 2010/2011 nur geringe Schwankungen auf. Die größten Schwankungen sind bei Energieeffizienzklasse B zu erkennen. Dies ist wahrscheinlich auf die geringe Anzahl erfasster Geräte zurückzuführen.

Abbildung 2.13 Entwicklung des durchschnittlichen jährlichen Energieverbrauchs pro verkauftem Kühlgerät differenziert nach Energieeffizienzklassen



Quelle: Eigene Darstellung

Abbildung 2.14 zeigt die Entwicklung der Verkaufszahlen von Kühlgeräten nach Energieeffizienzklassen. Die Energieeffizienz der Kühlgeräte hat demnach kontinuierlich zugenommen: In 2005 dominierten noch die Klassen A und B den Markt, in 2015 hingegen A+ und A++.

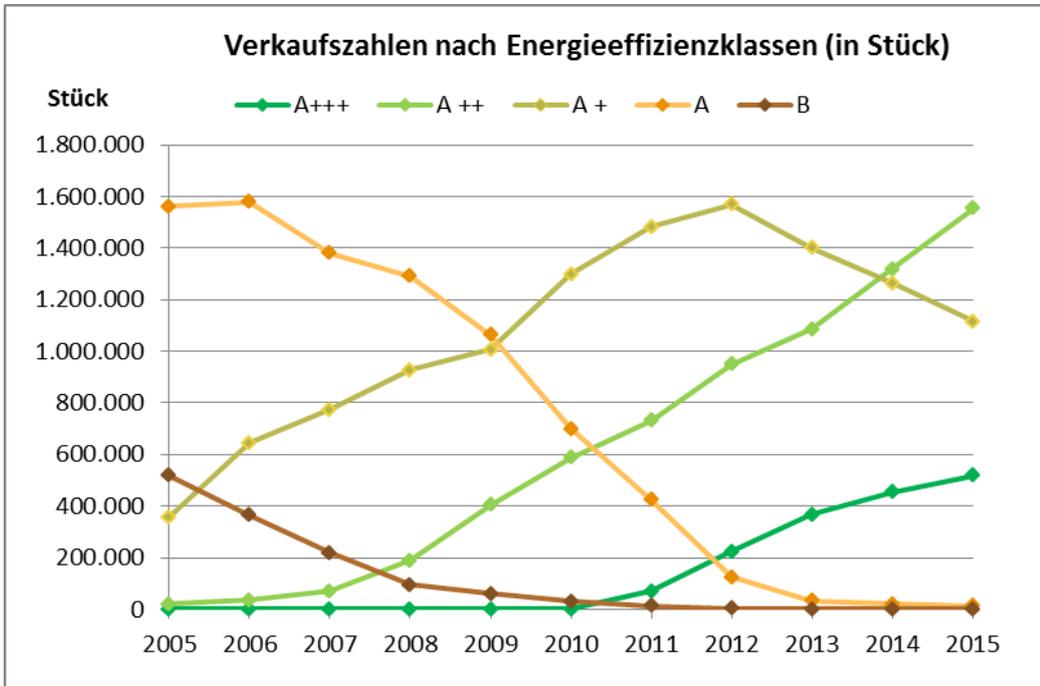
Der Verkauf von A+-Geräten stieg seit ihrer Einführung in 2004 kontinuierlich an – bis 2012. Ab hier ist ein deutlicher Rückgang zu erkennen. Dieser könnte aus der ersten Verbotstufe von A-Geräten ab Juli 2012 resultieren, wodurch A+-Geräte zu den energieineffizientesten Geräten auf dem Markt wurden. Hinzu kommt die Einführung von A+++ ab Dezember 2011. Der Anteil von A+++-Geräten hingegen stieg bis 2007 eher langsam, dann etwas schneller und kontinuierlich an. Mittlerweile ist A++ die meistverkaufte Energieeffizienzklasse.

Der Anstieg von A+++-Geräten ab 2011 wiederum war sehr unmittelbar: Obwohl diese Klasse erst ab Dezember 2011 offiziell eingeführt wurde, gab es hier bereits einen Anteil verkaufter Geräte, der in den folgenden Jahren kontinuierlich anstieg.

Geräte der Klasse B wurden schon vor ihrem Verbot ab Juli 2010 fast nicht mehr verkauft. Geräte der Klasse C, die ebenfalls ab Juli 2010 verboten wurden, waren bereits ab 2005 nur noch mit einem Anteil von 0,3 % vertreten.

Abbildung 2.14 zeigt auch deutlich, dass das absehbare Verbot von Klasse A-Geräten (erste Stufe ab Juli 2012) über die Ökodesign-Verordnung einen sehr starken Effekt hatte: Von 2009 bis 2012 verringerte sich ihr Anteil an den Gesamtverkäufen von 42 auf 4 % (2009: 1.064.021; 2012: 123.610 Geräte).

Abbildung 2.14 Entwicklung der Verkaufsstückzahlen von Kühlgeräten inkl. Kühl-Gefrierkombinationen nach Energieeffizienzklassen

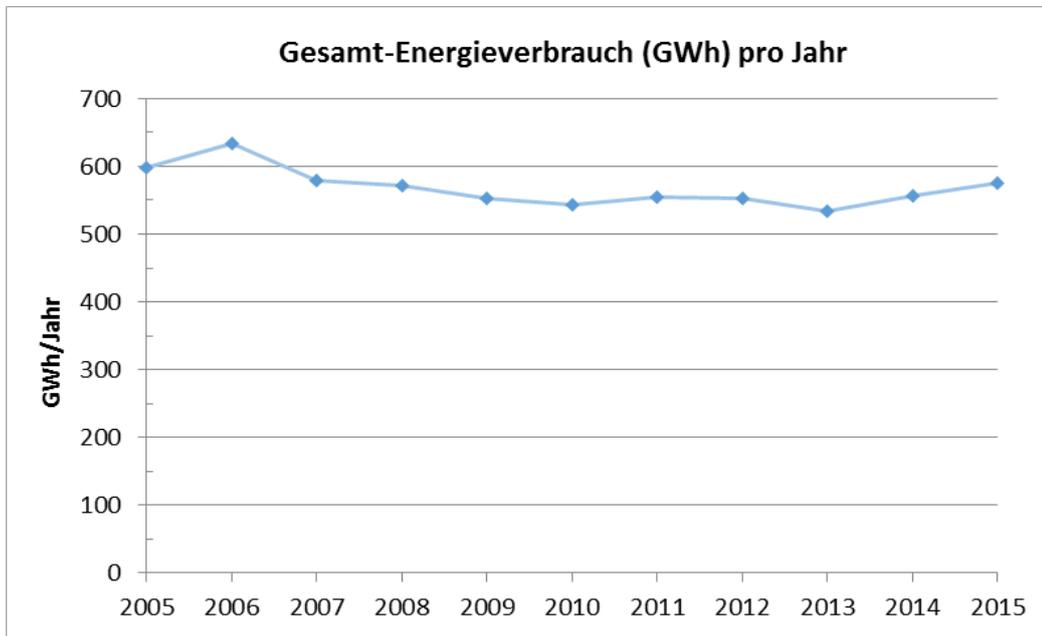


Quelle: Eigene Darstellung

### Entwicklung des Gesamtenergieverbrauchs

Anders als aufgrund der Entwicklung der Energieeffizienz der verkauften Geräte erwartet, hat sich der Gesamtenergieverbrauch aller pro Jahr verkauften Kühlgeräte von 2005 bis 2015 nur um 4 % verringert (vgl. Abbildung 2.15 597 GWh in 2005; 575 GWh in 2015). Nach einem Anstieg in 2006 mit nachfolgendem Abfall blieb der Gesamtenergieverbrauch bis 2015 mit geringen Schwankungen weitgehend konstant.

Abbildung 2.15 Entwicklung des Gesamtenergieverbrauchs aller pro Jahr verkauften Kühlgeräte (inkl. Kühl-Gefrierkombinationen)



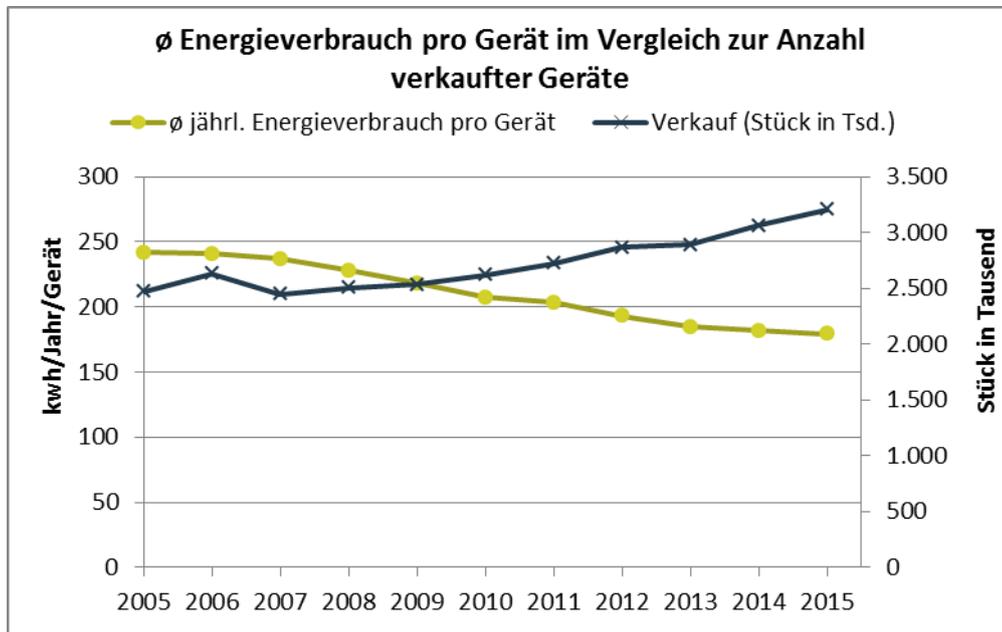
Quelle: Eigene Darstellung

Wie in Abschnitt 2.5.3 bereits beschrieben, resultiert der Gesamtenergieverbrauch der jährlich neu verkauften Geräte aus folgenden Kenngrößen:

- Anzahl der Zugänge (Verkaufszahlen),
- durchschnittlicher Energieverbrauch der Zugänge.

Abbildung 2.16 zeigt die Entwicklungen dieser Kenngrößen.

Abbildung 2.16 Entwicklung des durchschnittlichen jährlichen Energieverbrauchs pro verkauftem Kühlgerät im Vergleich zu den jährlich verkauften Kühlgeräten



Quelle: Eigene Darstellung

Der durchschnittliche jährliche Energieverbrauch pro Kühlgerät hat sich demnach von 2005 bis 2015 um etwa 26 % verringert (von 242 kWh in 2005 auf 179 kWh in 2015). Sowohl von 2007 bis 2010 als auch von 2011 bis 2014 gab es eine deutliche Verringerung des durchschnittlichen Energieverbrauchs. Letztere resultiert vermutlich aus dem Verbot der Klasse A ab Juli 2012; erstere durch den Anstieg der Verkäufe von A+++-Geräten zu Gunsten von A- und B-Geräten. Gleichzeitig zeigt die Abbildung auch, dass sich die jährlichen Verkaufszahlen um 30 % erhöht haben – von knapp 2,5 Mio. in 2005 auf 3,2 Mio. in 2015.

Die Zunahme der Verkaufszahlen bewirkt, dass sich der Gesamtenergieverbrauch – wie in Abbildung 2.15 gezeigt – trotz der deutlichen Reduktion des durchschnittlichen jährlichen Energieverbrauchs pro Kühlgerät nicht wesentlich verringert hat.

### 2.5.5.2 Szenarien

Für beide Szenarien (BAU und ECO) soll der durchschnittliche jährliche Gesamtenergieverbrauch aller neu gekauften Geräte in den Jahren 2010 bis 2030 bestimmt werden, um so aus der Differenz „Zu- vs. Abgänge“ für jedes Szenario die Einsparung im ECO-Szenario im Vergleich zum Bau-Szenario zu berechnen (vgl. Abschnitt 2.5.3).

Eine Fortschreibung der Entwicklung des Gesamtenergieverbrauchs in den Jahren 2005 bis 2009 (BAU-Szenario) bzw. 2005 bis 2015 (ECO-Szenario) für die Folgejahre wäre allerdings wenig aussagekräftig, da die Treiber hierfür nicht erkennbar werden. Daher erfolgt die Fortschreibung differenziert nach Energieeffizienzklassen. Der durchschnittliche jährliche Gesamtenergieverbrauch wird aus den folgenden Daten berechnet:

1. Durchschnittlicher jährlicher Energieverbrauch pro neu verkauftem Gerät nach Energieeffizienzklassen,
2. Relativer Anteil der Energieeffizienzklassen an den Gesamtverkäufen,
3. Anzahl der jährlich insgesamt verkauften Geräte.

Aus den relativen Verkaufsanteilen (2.) können mit Hilfe der insgesamt verkauften Geräte (3.) die absoluten Verkaufszahlen je Energieeffizienzklasse berechnet werden. Mit Hilfe des durchschnittlichen jährlichen Energieverbrauchs pro Energieeffizienzklasse (1.) errechnet sich daraus schließlich der durchschnittliche jährliche Gesamtenergieverbrauch aller neu verkauften Kühlgeräte.

Die folgenden Abschnitte geben die jeweils getroffenen Annahmen wieder.

### **BAU-Szenario**

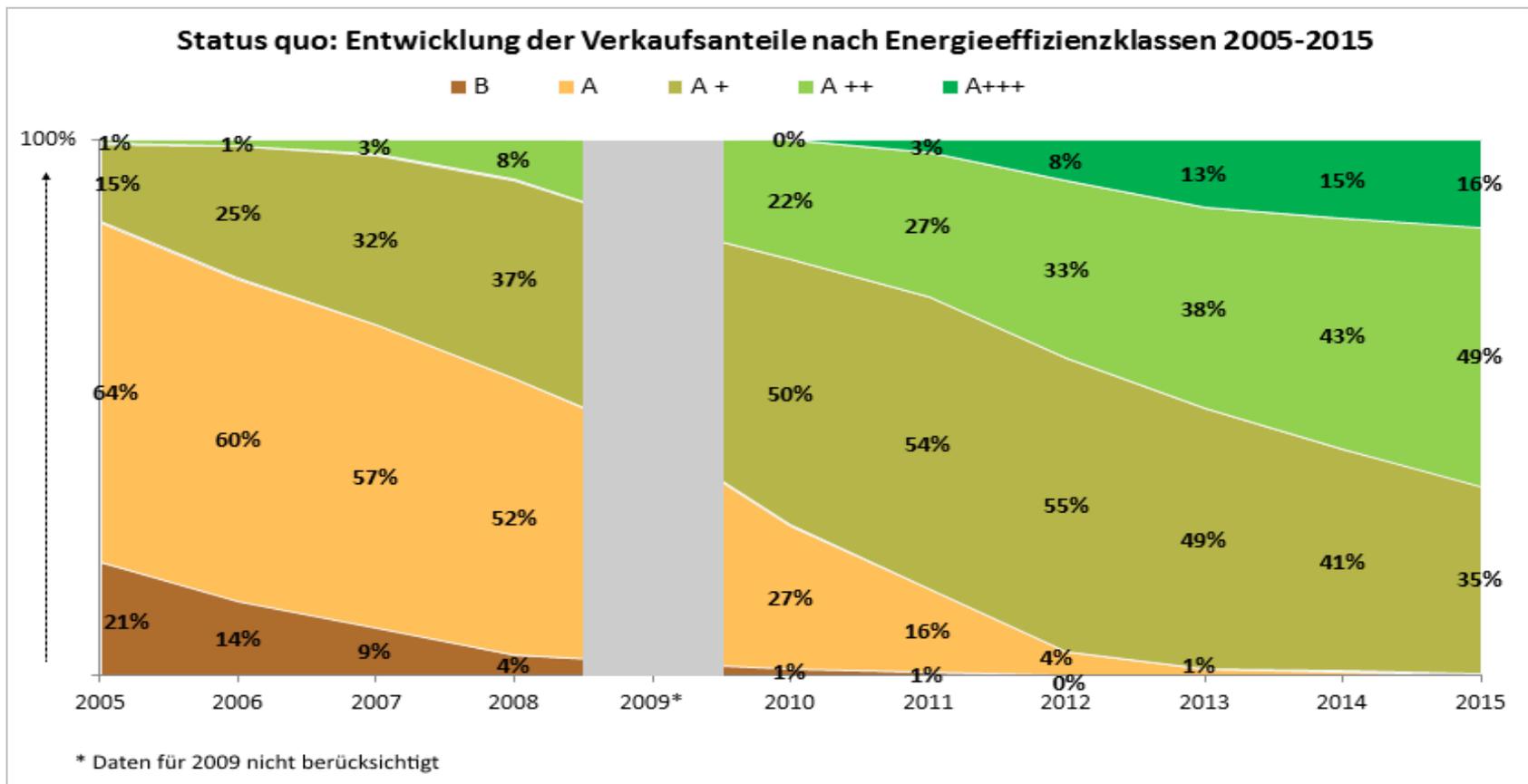
Für das BAU-Szenario wurden die folgenden Annahmen getroffen:

1. Durchschnittlicher jährlicher Energieverbrauch pro Gerät und Energieeffizienzklasse:
  - 2005 bis 2009: Ist-Verbrauchswerte nach GfK 2016,
  - 2010 bis 2030: für diese Jahre wurde die Annahme getroffen, dass sich die durchschnittlichen jährlichen Energieverbrauchswerte innerhalb der Klassen seit 2009 nicht weiter verändern. Grund für diese Annahme ist, dass die Schwellenwerte der Klassen gleich bleiben und kein besonderer Anreiz für eine Verbesserung innerhalb einer Klasse besteht, da dies nicht auf dem Label sichtbar wird.
2. Relativer Anteil der Energieeffizienzklassen an den Gesamtverkäufen:
  - 2005 bis 2008: Ist-Werte nach GfK 2016,
  - 2010 bis 2030: Der Trend für 2010 bis 2030 wurde anhand der realen prozentualen Verkaufsanteile von 2005 bis 2008 extrapoliert (Annahmen im Detail siehe unten). Für die Energieeffizienzklasse B wurden die realen Daten der GfK genommen, da diese Klasse bereits 2008 nur noch einen Anteil von 4 % aufwies.
3. Anzahl der jährlich insgesamt verkauften Geräte:

Da sich die Verkaufszahl „Gesamt“ in den Jahren 2005 bis 2015 je um durchschnittlich 3 % erhöht hat, wurde für die Jahre ab 2016 konservativ angenommen, dass sich die Verkaufszahl „Gesamt“ pro Jahr in den ersten fünf Jahren zunächst um drei, dann um zwei und zuletzt um 1 % erhöht (in 5-Jahres-Schritten).

Abbildung 2.17 zeigt zunächst die reale Entwicklung der Verkaufsanteile nach Energieeffizienzklassen in den Jahren 2005 bis 2015.

Abbildung 2.17 Status quo: Entwicklung der Verkaufsanteile nach Energieeffizienzklassen in den Jahren 2005 bis 2015 (exklusive 2009)



Quelle: Eigene Darstellung

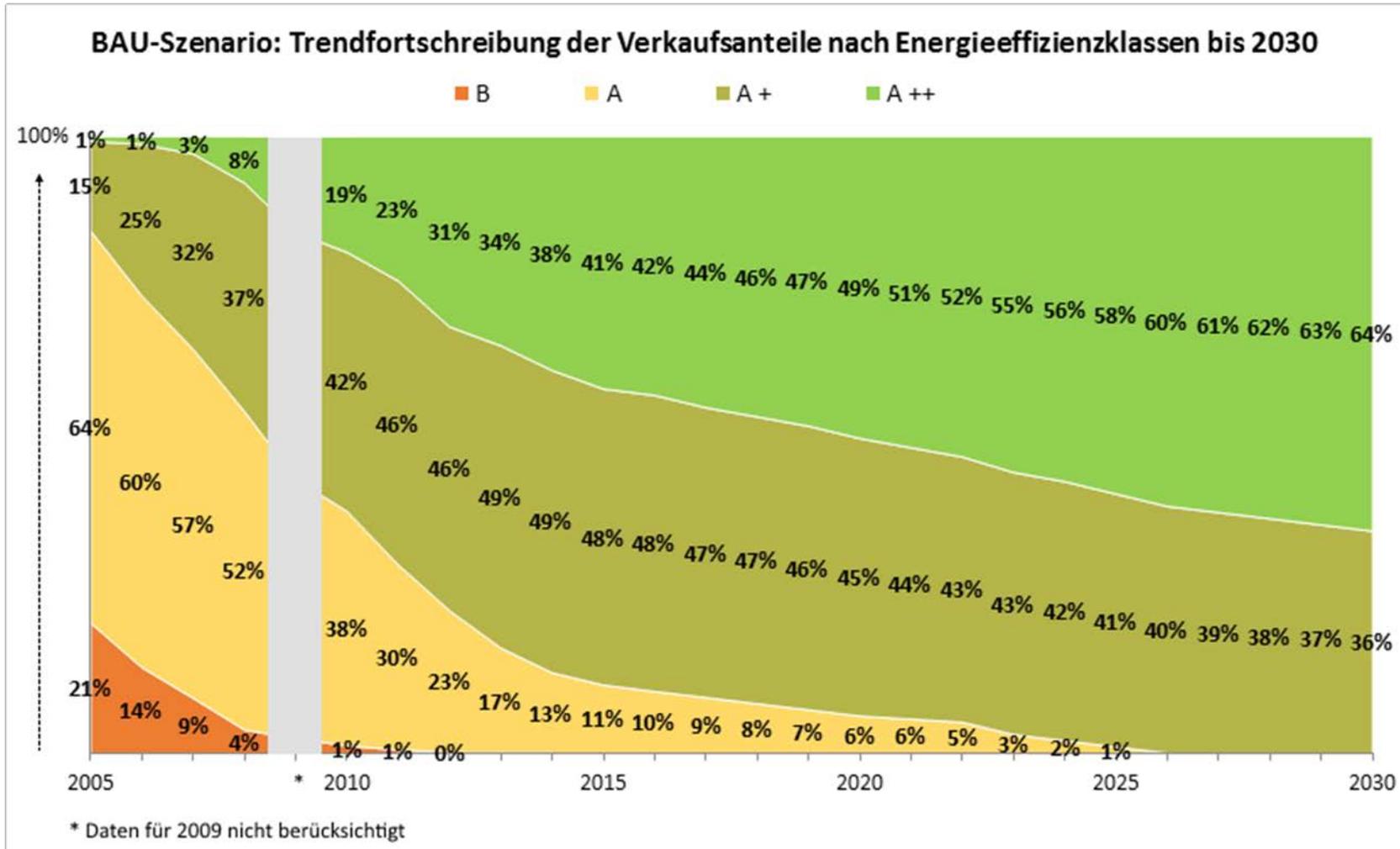
Die Trendfortschreibung in Abbildung 2.18 wurde unter der Annahme durchgeführt, dass die verschiedenen Stufen der Ökodesign- und Energiekennzeichnungs-Verordnungen ab 2010 nicht in Kraft getreten sind. Das bedeutet

- kein Verbot der Klassen A, B und C,
- keine Einführung der Klasse A+++.

Der Trendfortschreibung liegen folgende Annahmen zugrunde:

- Die Verkaufsanteile von Klasse A++-Geräten nehmen stetig zu, da sie die effizientesten Geräte darstellen.
- Die Anteile der A-Geräte hingegen nehmen bis 2015 stark ab, da dies die ineffizientesten Geräte auf dem Markt sind, und laufen dann bis 2025 langsam aus.
- A+-Geräte nehmen erst zugunsten der A-Geräte stark zu und beginnen dann ab 2016 aufgrund der stetig ansteigenden A++-Verkäufe wieder abzunehmen.
- Die genauen prozentualen Verkaufszahlen wurden so gewählt, dass die Kurven stetig verlaufen.

Abbildung 2.18 BAU-Szenario: Trendfortschreibung der Verkaufsanteile nach Energieeffizienzklassen bis 2030



Quelle: Eigene Darstellung

## ECO-Szenario

Für das ECO-Szenario wurden die folgenden Annahmen getroffen:

### 1. Durchschnittlicher jährlicher Energieverbrauch pro Gerät und Energieeffizienzklasse:

- 2010 bis 2015: Ist-Verbrauchswerte nach GfK 2016,
- 2016 bis 2030: für diese Jahre wurde die Annahme getroffen, dass sich die durchschnittlichen jährlichen Energieverbrauchswerte innerhalb der Klassen seit 2015 nicht weiter verändern, da keine Neudefinition der Klassen vorgenommen wird und keine Anreize für Verbesserungen innerhalb einer Klasse bestehen.

### 2. Relativer Anteil der Energieeffizienzklassen an den Gesamtverkäufen

- 2010 bis 2015: Ist-Werte nach GfK 2016,
- 2016 bis 2030: Der Trend bis 2030 wurde anhand der realen prozentualen Verkaufsanteile von 2010 bis 2015 extrapoliert (Details siehe unten). Die Energieeffizienzklasse A wies bereits im Jahr 2015 keine Verkäufe mehr auf.

### 3. Anzahl der jährlich insgesamt verkauften Geräte:

Da sich die Verkaufszahl „Gesamt“ in den Jahren 2005 bis 2015 je um durchschnittlich 3 % erhöht haben, wurde für die Jahre ab 2016, analog zum BAU-Szenario, konservativ angenommen, dass sich die Verkaufszahl „Gesamt“ pro Jahr in den ersten fünf Jahren zunächst um drei, dann um zwei und zuletzt um 1 % erhöht (in 5-Jahres-Schritten).

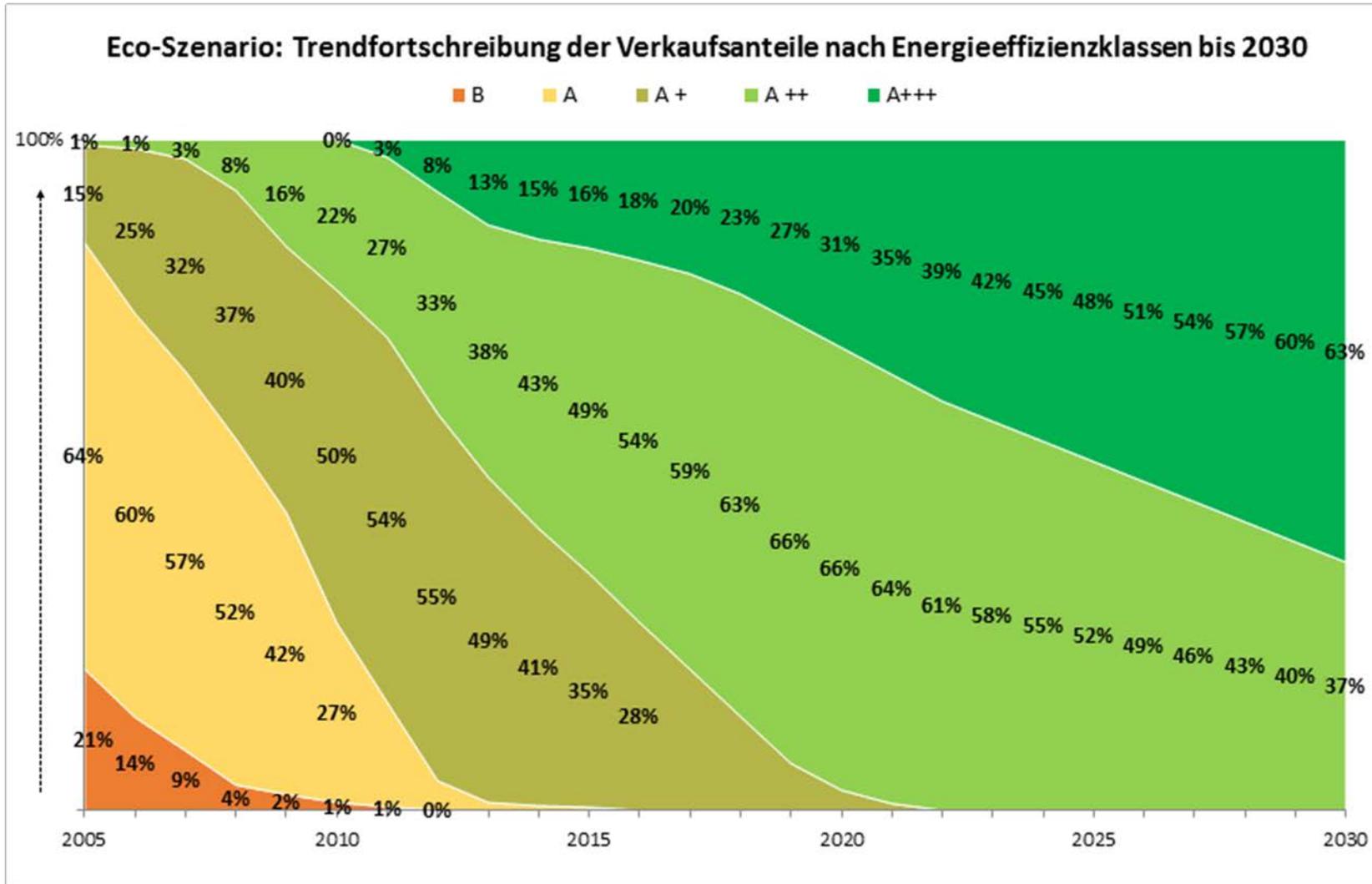
Die Trendfortschreibung in Abbildung 2.18 wurde anhand der bisherigen verschiedenen Stufen der Ökodesign- und Energiekennzeichnungs-Verordnungen von 2010 bis 2015 und unter Berücksichtigung der hierdurch ausgelösten, in Abschnitt 2.5.5.1 erläuterten Entwicklungen extrapoliert.

Der Trendfortschreibung liegen folgende weitere Annahmen zugrunde:

- Die Verkaufsanteile von Klasse A+++-Geräten nehmen stetig zu, da sie die effizientesten Geräte darstellen.
- Die Anteile der A+-Geräte hingegen nehmen ab 2015 weiterhin stark ab, da dies die ineffizientesten Geräte auf dem Markt sind. Ab 2022 liegt ihr Anteil bei 0 %.
- A++-Geräte nehmen zunächst auf Kosten der A+-Geräte stark zu und beginnen dann ab 2022 aufgrund der stetig ansteigenden A+++-Verkäufe wieder abzunehmen.
- Die genauen Prozentzahlen wurden so gewählt, dass die Kurven stetig verlaufen.

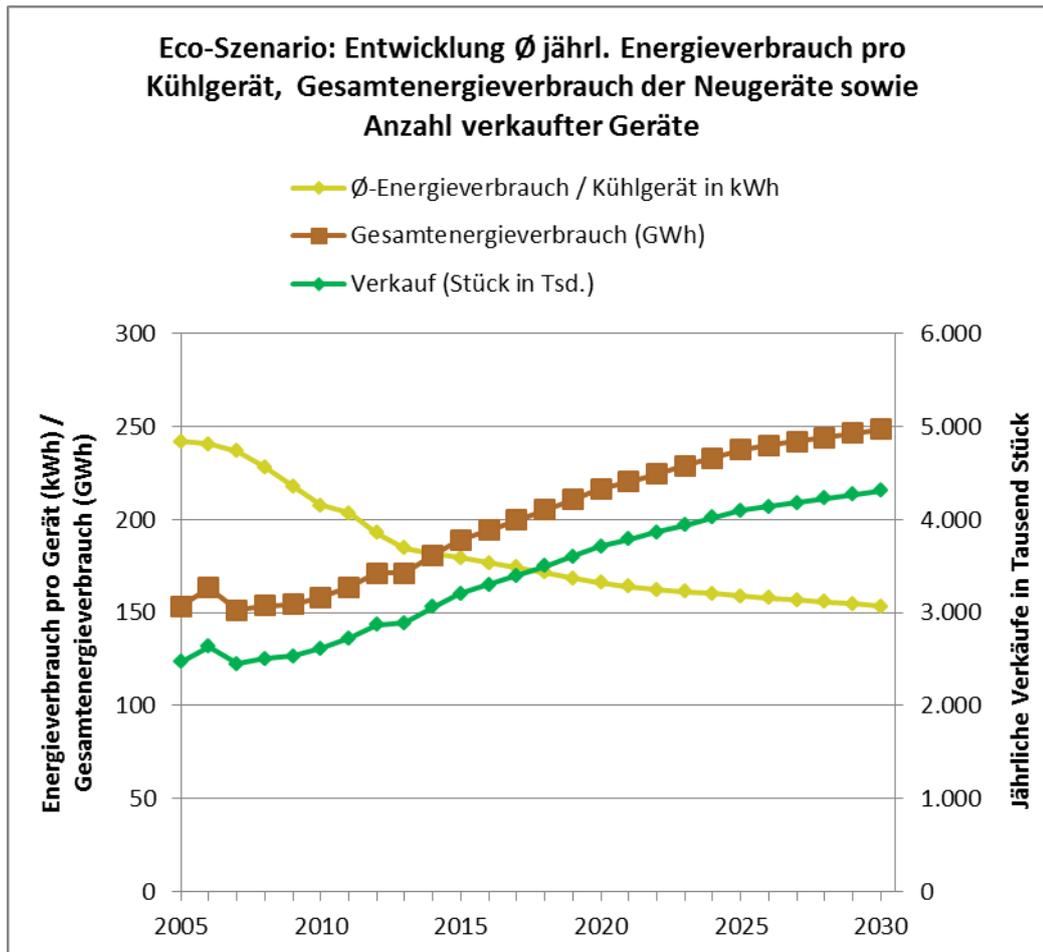
Die resultierende Verteilung auf die einzelnen Effizienzklassen zeigt Abbildung 2.19

Abbildung 2.19 ECO-Szenario: Trendfortschreibung der Verkaufsanteile nach Energieeffizienzklassen bis 2030



Auffällig ist die Entwicklung des Gesamtenergieverbrauchs der neu verkauften Geräte. Trotz der stark zunehmenden Anteile an A++- und A+++-Geräten und einem sinkenden Energieverbrauch pro Gerät steigt er aufgrund der wachsenden Verkaufszahlen insgesamt an. Der Anstieg folgt im Wesentlichen den Verkaufszahlen und wird durch den sinkenden Verbrauch pro Gerät kaum beeinflusst (Abbildung 2.20).

Abbildung 2.20 ECO-Szenario: Entwicklung des durchschnittlichen jährlichen Energieverbrauchs pro verkauftem Kühlgerät, der jährlichen Verkaufszahlen sowie des Gesamtenergieverbrauchs



Quelle: Eigene Darstellung

## 2.5.6 Gefriergeräte (Truhen und Schränke)

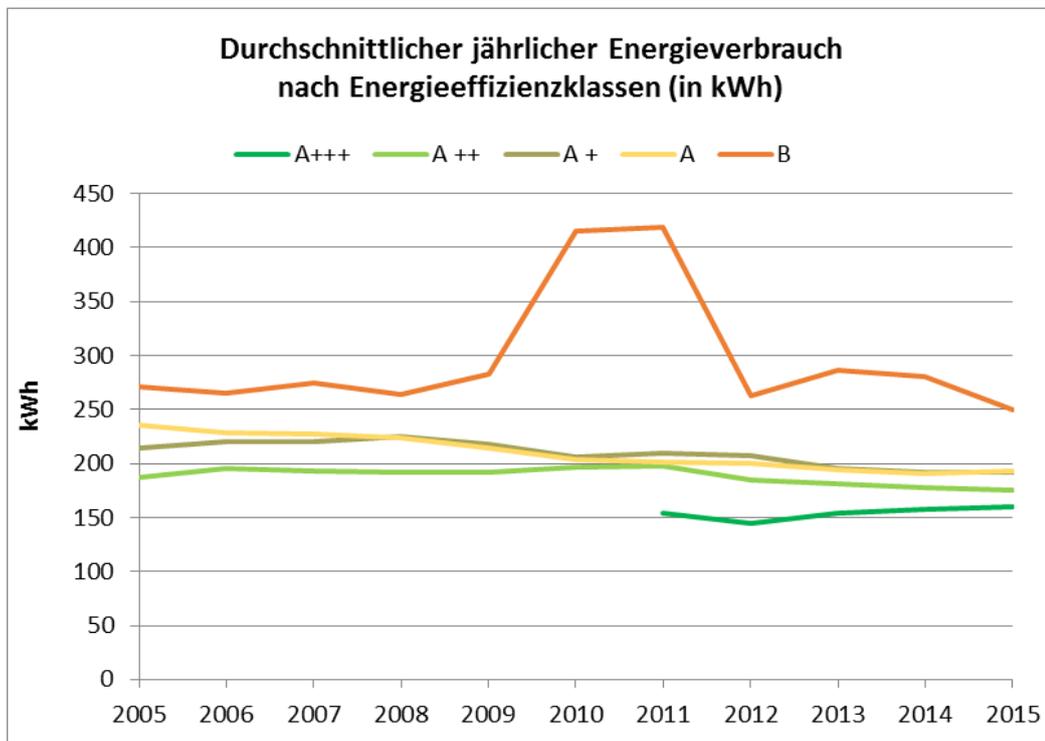
### 2.5.6.1 Status-quo-Analyse von 2005 bis 2015

#### Entwicklung des Energieverbrauchs und der Verkaufszahlen differenziert nach Energieeffizienzklassen

Abbildung 2.21 zeigt die Entwicklung des durchschnittlichen jährlichen Energieverbrauchs pro verkauftes Gefriergerät differenziert nach Energieeffizienzklassen für die Jahre 2005 bis 2015. Der durchschnittliche jährliche Energieverbrauch je Energieeffizienzklasse weist demnach seit Beginn der Regulierung über die Ökodesign-Verordnung (EG) Nr. 643/2009

in 2010/2011 nur geringe Schwankungen auf. Die größten Abweichungen zeigt die Energieeffizienzklasse B in 2010 und 2011. Dies ist wahrscheinlich auf eine geringe Anzahl erfasster Geräte zurückzuführen.

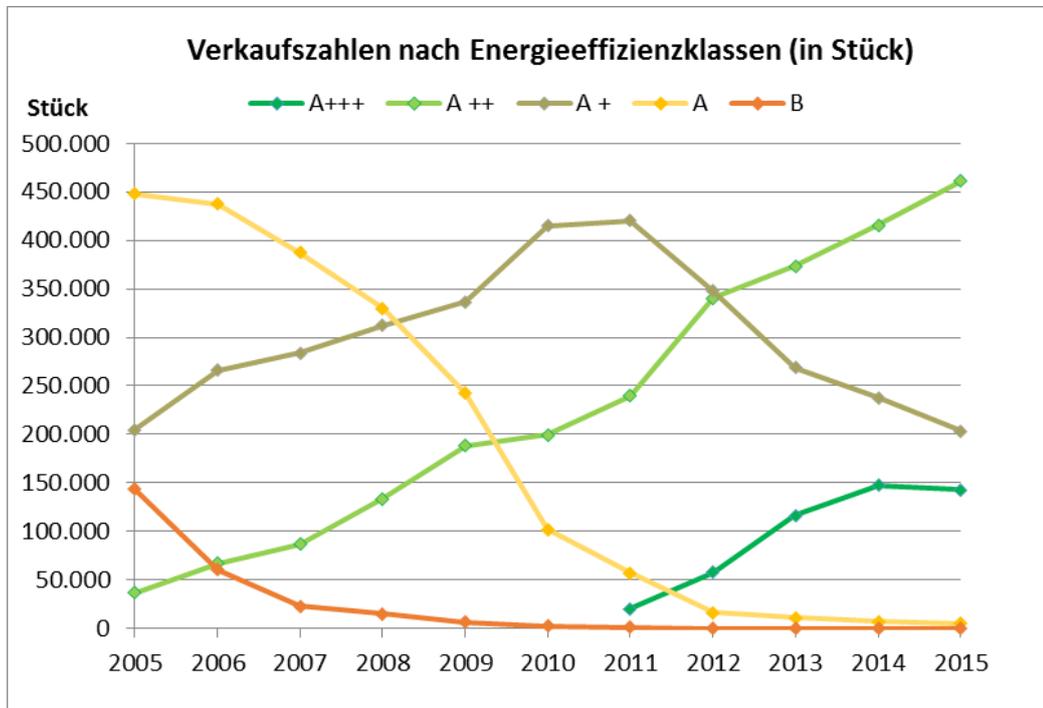
Abbildung 2.21 Entwicklung des durchschnittlichen jährlichen Energieverbrauchs pro verkauftem Gefriergerät differenziert nach Energieeffizienzklassen



Quelle: Eigene Darstellung

Abbildung 2.22 zeigt die Entwicklung der Verkaufszahlen von Gefriergeräten nach Energieeffizienzklassen. Ihr Verlauf ist der Entwicklung der Verkaufszahlen von Kühlgeräten sehr ähnlich (vgl. Abbildung 2.14). Auch hier hat die Energieeffizienz der Geräte kontinuierlich zugenommen. In 2005 dominieren ebenfalls noch die Klassen A und A+ den Markt, in 2015 hingegen A++, A+ und zunehmend auch A+++.

Abbildung 2.22 Entwicklung der Verkaufsstückzahlen von Gefriergeräten nach Energieeffizienzklassen

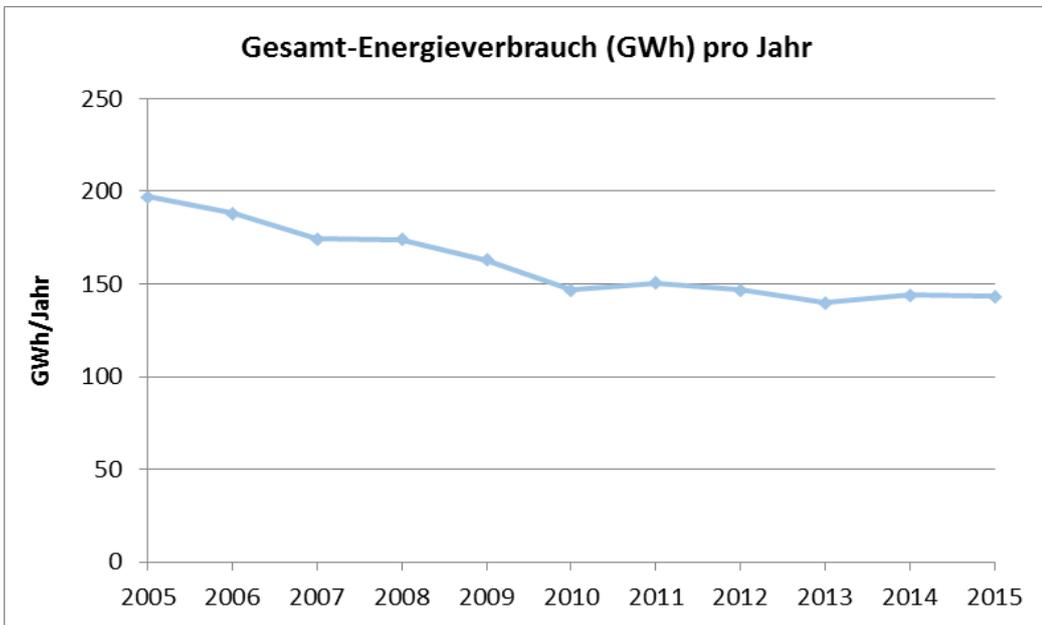


Quelle: Eigene Darstellung

### Entwicklung des Gesamtenergieverbrauchs

Der Gesamtenergieverbrauch aller pro Jahr verkauften Gefriergeräte hat sich von 2005 bis 2015 um 27 % verringert (vgl. Abbildung 2.23: 197 GWh in 2005; 143 GWh in 2015). Nach einer Abnahme bis 2010 bleibt der Gesamtenergieverbrauch in den Folgejahren mit geringen Schwankungen weitgehend konstant.

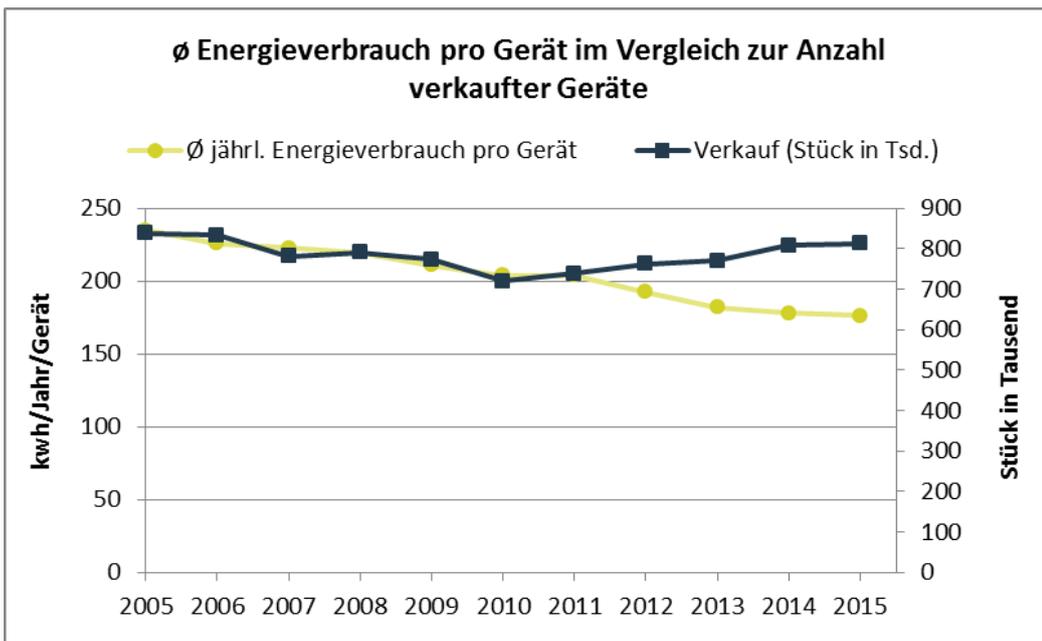
Abbildung 2.23 Entwicklung des Gesamtenergieverbrauchs aller pro Jahr verkauften Gefriergeräte



Quelle: Eigene Darstellung

Abbildung 2.24 zeigt die Entwicklungen der Kenngrößen „durchschnittlicher jährlicher Energieverbrauch pro Gefriergerät“ und „jährliche Verkaufszahlen“, aus denen sich der Gesamtenergieverbrauch – wie in Abbildung 2.23 dargestellt – berechnet.

Abbildung 2.24 Entwicklung des durchschnittlichen jährlichen Energieverbrauchs pro verkauftem Gefriergerät im Vergleich zu den jährlich verkauften Gefriergeräten



Quelle: Eigene Darstellung

Der durchschnittliche jährliche Energieverbrauch pro Gefriergerät hat sich demnach von 2005 bis 2015 um etwa 25 % verringert (von 235 kWh in 2005 auf 176 kWh in 2015). Gleichzeitig zeigt die Abbildung, dass die jährlichen Verkaufszahlen, nach einer kontinuierlichen Abnahme von 2005 bis 2010, von 2010 bis 2015 um 13 % zunahm (von 719.000 in 2010 auf 813.000 in 2015).

Vergleicht man die Anzahl der verkauften Geräte in 2005 mit der in 2015, so sieht man, dass die Anzahl nahezu identisch ist (838.000 in 2005 im Vergleich zu 813.000 in 2015). Im Gegensatz zu den Kühlgeräten spiegelt sich im Gesamtzeitraum daher die Reduktion des durchschnittlichen jährlichen Energieverbrauchs pro Gerät (-25 %) nahezu identisch im Gesamtenergieverbrauch pro Jahr (-27 %) wider und wird nicht durch steigende Verkaufszahlen kompensiert.

Allerdings ist seit 2010 zwar einerseits weiterhin eine deutliche Reduktion des Energieverbrauchs pro Gerät, andererseits aber ein erneuter Anstieg der Verkaufszahlen zu beobachten, was dazu führt, dass zwischen 2010 und 2015 der Gesamtenergieverbrauch weitgehend stagniert. Für diesen Zeitraum ist also eine ähnliche Situation zu beobachten wie bei den Kühlgeräten: Einsparungen pro Gerät werden durch Mehrverkäufe aufgehoben.

### 2.5.6.2 Szenarien

Das BAU- und ECO-Szenario für die Gefriergeräte wurde analog zu den Szenarien für die Kühlgeräte erstellt (vgl. Abschnitt 2.5.5.2).

#### Bau-Szenario

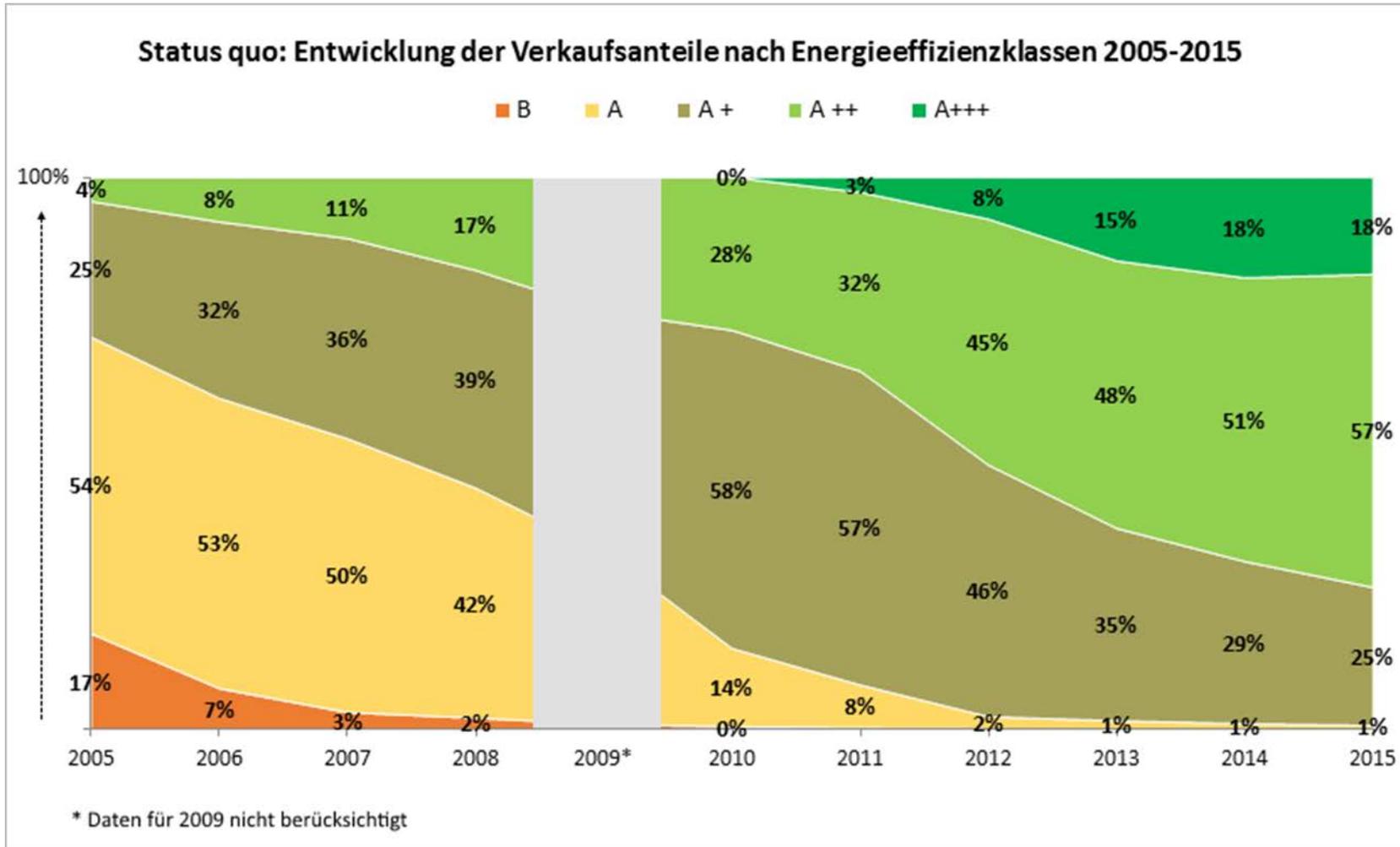
Für das BAU-Szenario wurden für die Punkte

1. Durchschnittlicher jährlicher Energieverbrauch pro Gerät und Energieeffizienzklasse und
  2. Relativer Anteil der Energieeffizienzklassen an den Gesamtverkäufen
- die Annahmen analog wie für die Kühlgeräte getroffen (vgl. Abschnitt 2.5.5.2).
3. Anzahl der jährlich insgesamt verkauften Geräte:

Da sich die Verkaufszahl „Gesamt“ in den Jahren 2010 bis 2015 jeweils um 3, 3, 1, 5 und 1 % erhöht hat, wurde für die Jahre ab 2016 konservativ angenommen, dass sich die Verkaufszahl „Gesamt“ pro Jahr zunächst um 2 % und ab 2023 dann nur noch um 1 % erhöht.

Abbildung 2.25 zeigt zunächst die reale Entwicklung der Verkaufsanteile nach Energieeffizienzklassen in den Jahren 2005 bis 2015.

Abbildung 2.25 Status quo: Entwicklung der Verkaufsanteile nach Energieeffizienzklassen in den Jahren 2005 bis 2015 (exklusive 2009)



Quelle: Eigene Darstellung

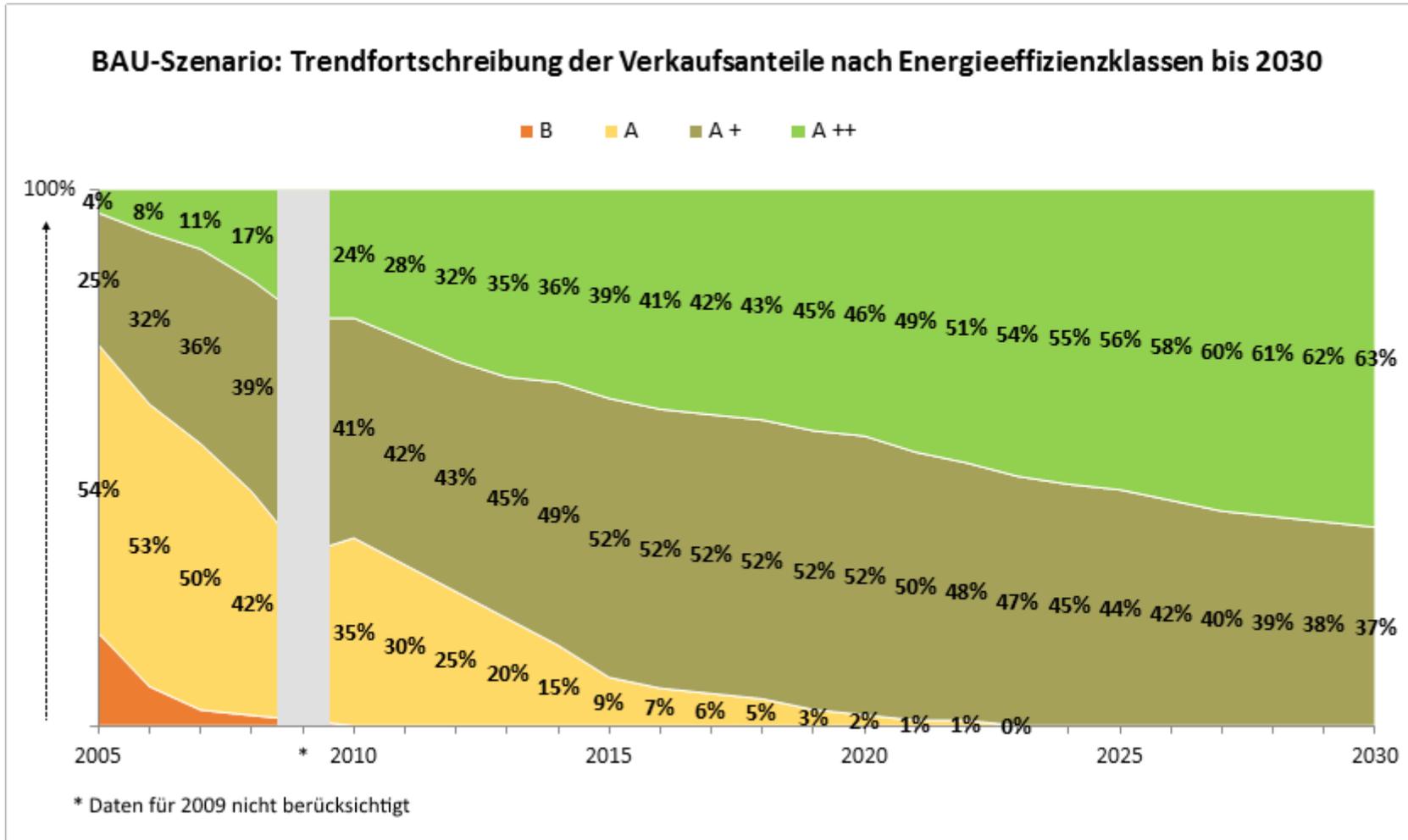
Die Trendfortschreibung in Abbildung 2.26 wurde unter der Annahme durchgeführt, dass die verschiedenen Stufen der Ökodesign und Energiekennzeichnungs-Verordnungen ab 2010 nicht in Kraft getreten sind. Das bedeutet

- kein Verbot der Klassen A, B und C,
- keine Einführung der Klasse A+++.

Der Trendfortschreibung liegen folgende Annahmen zugrunde:

- Die Verkaufsanteile von Klasse A++-Geräten nehmen stetig zu, da sie die effizientesten Geräte darstellen.
- Die Anteile der A-Geräte hingegen nehmen bis 2015 stark ab, da dies die ineffizientesten Geräte auf dem Markt sind, und laufen dann bis 2023 langsam aus.
- A+-Geräte nehmen erst zugunsten der A-Geräte stark zu, bleiben dann zwischen 2015 und 2020 relativ konstant, um dann ab 2021 aufgrund der stetig ansteigenden A++-Verkäufe wieder abzunehmen.
- Die genauen prozentualen Verkaufszahlen wurden so gewählt, dass die Kurven stetig verlaufen.

Abbildung 2.26 BAU-Szenario: Trendfortschreibung der Verkaufsanteile nach Energieeffizienzklassen bis 2030



Quelle: Eigene Darstellung

## ECO-Szenario

Für das ECO-Szenario wurden für die Punkte

1. durchschnittlicher jährlicher Energieverbrauch pro Gerät und Energieeffizienzklasse und
  2. relativer Anteil der Energieeffizienzklassen an den Gesamtverkäufen
- die Annahmen analog wie für die Kühlgeräte getroffen (vgl. Abschnitt 2.5.5.2).
3. Anzahl der jährlich insgesamt verkauften Geräte:

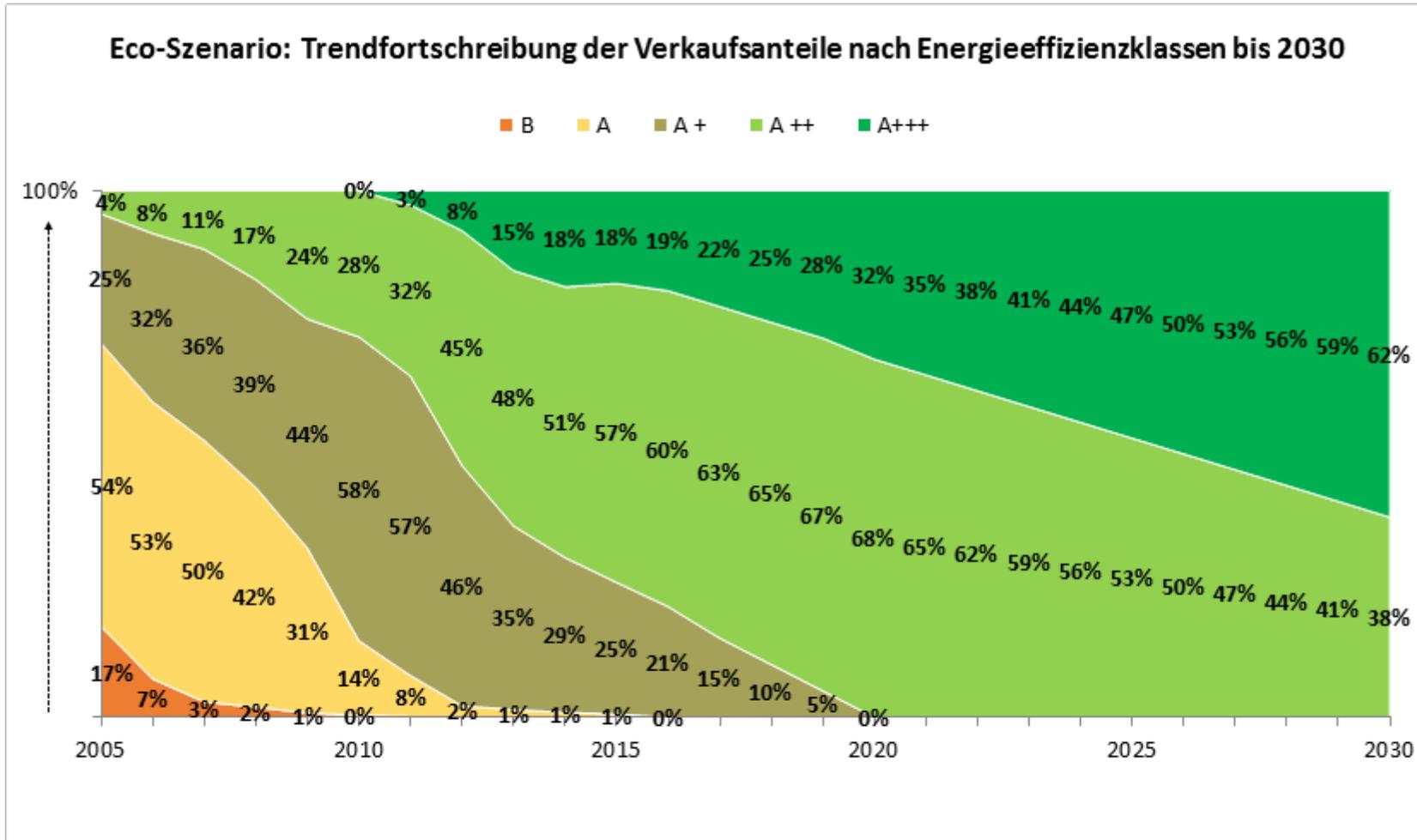
Da sich die Verkaufszahl „Gesamt“ in den Jahren 2010 bis 2015 jeweils um 3, 3, 1, 5 und 1 % erhöht hat, wurde für die Jahre ab 2016, analog zum BAU-Szenario, konservativ angenommen, dass sich die Verkaufszahl „Gesamt“ pro Jahr zunächst um 2 % und ab 2023 dann nur noch um 1 % erhöht.

Die Trendfortschreibung in Abbildung 2.27 wurde anhand der bisherigen verschiedenen Stufen der Ökodesign- und Energiekennzeichnungs-Verordnungen von 2010 bis 2015 und unter Berücksichtigung der hierdurch ausgelösten, in Abschnitt 2.5.6.1 erläuterten Entwicklungen extrapoliert.

Der Trendfortschreibung liegen folgende weitere Annahmen zugrunde:

- Die Verkaufsanteile von A+++-Geräten nehmen stetig zu, da sie die effizientesten Geräte darstellen.
- Die Anteile der A+-Geräte hingegen nehmen ab 2015 weiterhin stark ab, da dies die ineffizientesten Geräte auf dem Markt sind. Ab 2020 liegt ihr Anteil bei 0 %.
- A++-Geräte nehmen zunächst auf Kosten der A+-Geräte stark zu und beginnen dann ab 2022 aufgrund der stetig ansteigenden A+++-Verkäufe wieder abzunehmen.
- Die genauen prozentualen Verkaufszahlen wurden so gewählt, dass die Kurven stetig verlaufen.

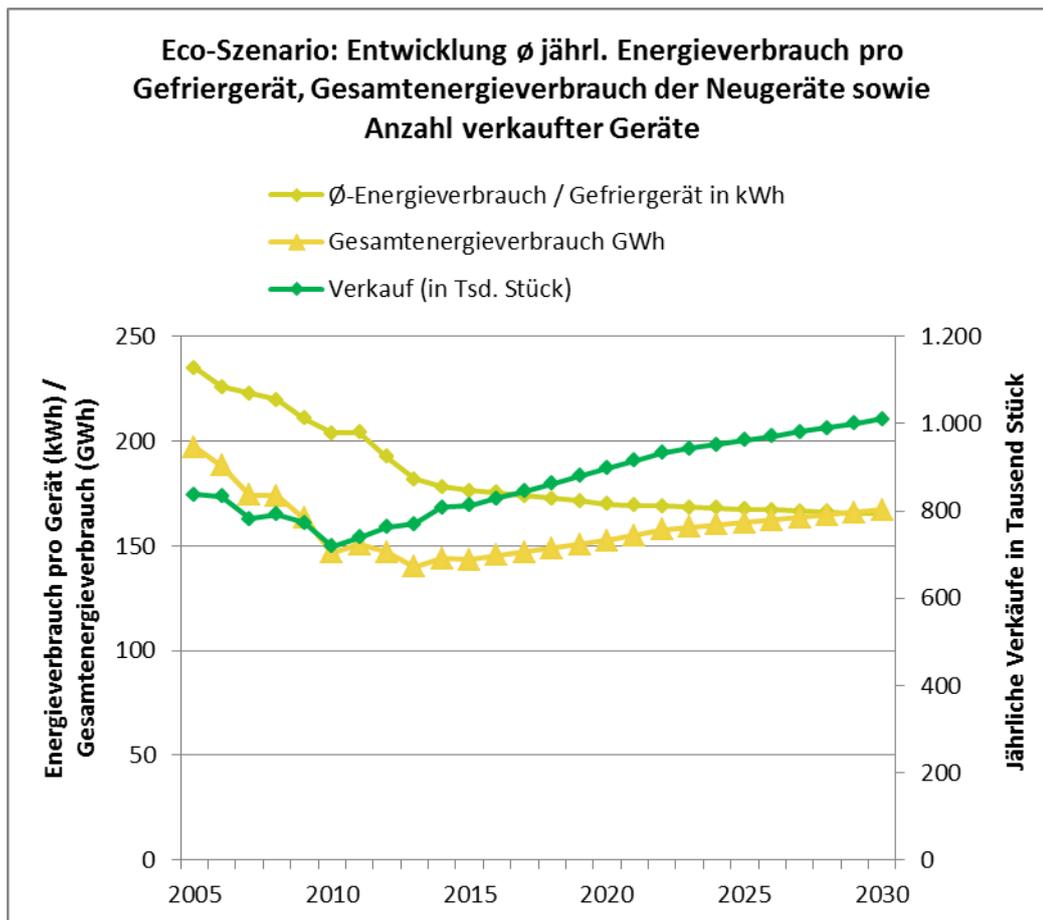
Abbildung 2.27 ECO-Szenario: Trendfortschreibung der Verkaufsanteile nach Energieeffizienzklassen bis 2030



Quelle: Eigene Darstellung

Auch bei den Gefriergeräten steigt der Gesamtenergieverbrauch der Neugeräte trotz sinkenden Verbrauchs pro Gerät, wenn auch nicht so stark wie bei den Kühlgeräten. Ab 2017 entwickelt er sich weitgehend parallel zu den Verkäufen (Abbildung 2.28).

Abbildung 2.28 ECO-Szenario: Entwicklung des durchschnittlichen jährlichen Energieverbrauchs pro verkauftem Gefriergerät, der jährlichen Stückverkäufe sowie des Gesamtenergieverbrauchs



Quelle: Eigene Darstellung

### 2.5.6.3 Abgeschätzte Einsparungen

#### Einsparungen

Tabelle 2.31 und Tabelle 2.32 zeigen zum einen die abgeschätzten Einsparungen für die Kühlgeräte und zum anderen die für Gefriergeräte. Dargestellt sind jeweils die Einsparungen im Bestand in den Zieljahren 2020 und 2030. Diese ergeben sich aus der Summe der jährlichen Differenzen zwischen ECO und BAU-Szenario bis zum Zieljahr (da ja in jedem Jahr X die Einsparungen aus den in den Vorjahren erfolgten Gerätetauschen über die Geräte-Lebensdauer von 15 Jahren weiter anfallen).

Tabelle 2.33 zeigt die Summe aus Kühl- und Gefriergeräten.

Tabelle 2.31 Geschätzte Einsparungen für Kühlgeräte (inkl. Kühl-Gefrierkombinationen)

	Bestand 2020	Bestand 2030
EE-Einsparung (TWh/a)	0,66	1,56
PE-Einsparung (TWh/a)	1,65	3,89
Minderung CO <sub>2</sub> e (1000 t/a)	258	581

Tabelle 2.32 Geschätzte Einsparpotenziale für Gefriergeräte

	Bestand 2020	Bestand 2030
EE-Einsparung (TWh/a)	0,27	0,49
PE-Einsparung (TWh/a)	0,68	1,22
Minderung CO <sub>2</sub> e (1000 t/a)	107	186

Tabelle 2.33 Aggregierte Einsparpotenziale: Kühl- und Gefriergeräte

	Bestand 2020	Bestand 2030
EE-Einsparung (TWh/a)	0,93	2,04
PE-Einsparung (TWh/a)	2,33	5,11
Minderung CO <sub>2</sub> e (1000 t/a)	365	766

### 2.5.7 Interpretation

Im Jahr 2020 ergeben sich für Kühl- und Gefriergeräte gemeinsam jährliche Stromeinsparungen von rund 0,93 TWh/a im Bestand. Das entspricht dem jährlichen Stromverbrauch von 579.000 Personen, einer Stadt wie Essen. Im Jahr 2030 sind es schon 2,04 TWh/a, der Stromverbrauch von fast 1,3 Millionen Menschen, beinahe so vielen, wie in der Stadt München leben.

Damit wurde das 2,5-fache an Primärenergie eingespart: 2,33 TWh in 2020 und 5,11 TWh in 2030. Das entspricht dem gesamten Bedarf an fossilen Energien und Fernwärme für 447.000 bzw. 981.000 Menschen, fast so vielen wie Duisburg bzw. Köln Einwohner haben.

Die beachtlichen Einsparungen bleiben trotzdem um rund einen Faktor 10 hinter dem zurück, was sich rechnerisch ergeben würde, wenn man die laut der abschließenden Fas-

sung des Ecodesign Impact Accounting (VHK 2015) für die EU ermittelten Zahlen anhand verschiedener Quotienten anteilig auf Deutschland verteilen würde (Tabelle 2.34). Die verwendeten Quotienten sind der Anteil Deutschlands an der EU-Bevölkerung (rund 16 %) und der Anteil Deutschlands am BIP (rund 20 %).

Tabelle 2.34 Vergleich der Einsparungen mit den Prognosen aus dem Ecodesign Impact Accounting

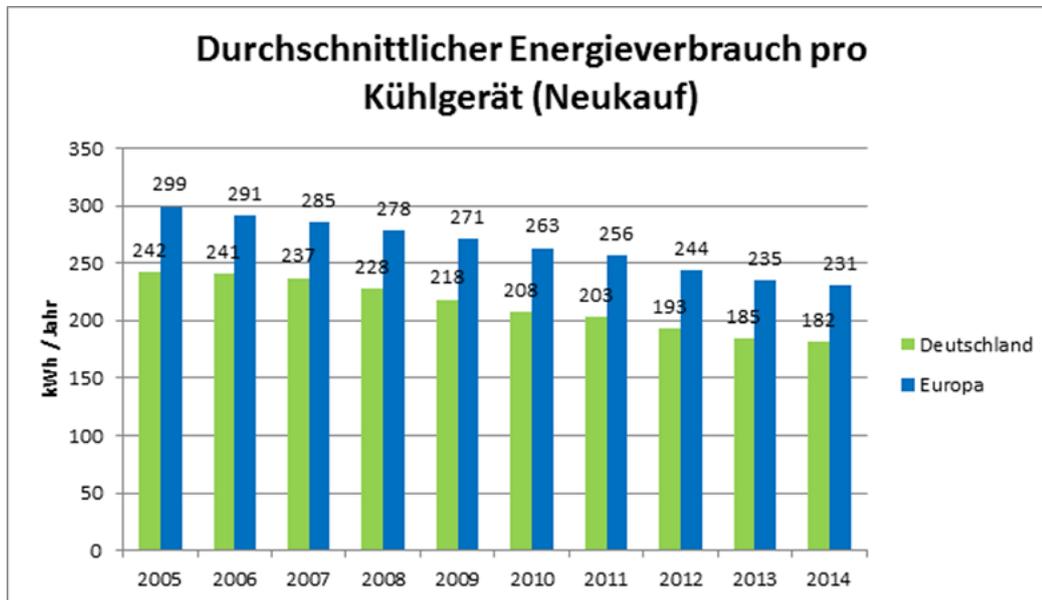
	2020			2030		
	Eigene Schätzung	EU-Anteil		Eigene Schätzung	EU-Anteil	
		(nach Bevölkerung)	(nach BIP)		(nach Bevölkerung)	(nach BIP)
EE-Einsparung	0,93	10,89	13,55	2,04	14,14	17,59
PE-Einsparung (TWh/a)	2,33	27,15	33,77	5,09	352,7	43,88
Minderung CO <sub>2</sub> e (1000 t/a)	365	4.064	5.056	763	4.714	5.865

Für diese Abweichung gibt es verschiedene methodische wie auch sachliche Gründe. Zum einen kann davon ausgegangen werden, dass die Projektionen im Ecodesign Impact Accounting aus verschiedenen Gründen systematisch überschätzt sind. Wie die Autoren selbst erläutern, konnten spät erfolgte Abschwächungen in den Verordnungen teils nicht berücksichtigt werden. Es erwies sich auch als schwer, die Effekte des Labels zuverlässig abzuschätzen. Die beiden wichtigsten Gründe dürften aber die folgenden sein: Das Impact Accounting wurde als Sekundäranalyse von Daten aus Vorstudien und Impact Assessments durchgeführt, die ihrerseits teilweise veraltet und lückenhaft waren. Sie spiegeln nicht mehr den Stand der Technik zum Umsetzungszeitpunkt wieder, weshalb davon ausgegangen werden kann, dass autonome Technikentwicklungen zu wenig berücksichtigt wurden und im BAU-Szenario in der Wirklichkeit weniger Strom verbraucht wird als in den Studien angenommen. Und schließlich wurde bei den Projektionen von einer 100 %-igen Umsetzung der Verordnung ausgegangen; Nonkonformität wurde nicht berücksichtigt.

Umgekehrt können auch bestimmte in dieser Studie getroffene Annahmen die Abweichung beeinflussen. Sollten beispielsweise die Anteile hocheffizienter Geräte schneller wachsen als angenommen oder würden die Verkaufszahlen insgesamt weniger rasch steigen, würden sich die Einsparungen erhöhen.

Ein zentraler Grund für die Abweichung dürfte schließlich sein, dass der Gerätebestand und insbesondere der Neugerätepool in Deutschland im Vergleich zu anderen EU-Staaten schon vor der Einführung der Verordnungen vergleichsweise effizient war. Die markanten Unterschiede sind in Abbildung 2.29 deutlich zu erkennen. Der zusätzliche Effekt der Einführung der Verordnungen ist dadurch kleiner.

Abbildung 2.29 Durchschnittlicher Energieverbrauch neuer Kühlgeräte in Deutschland und Europa

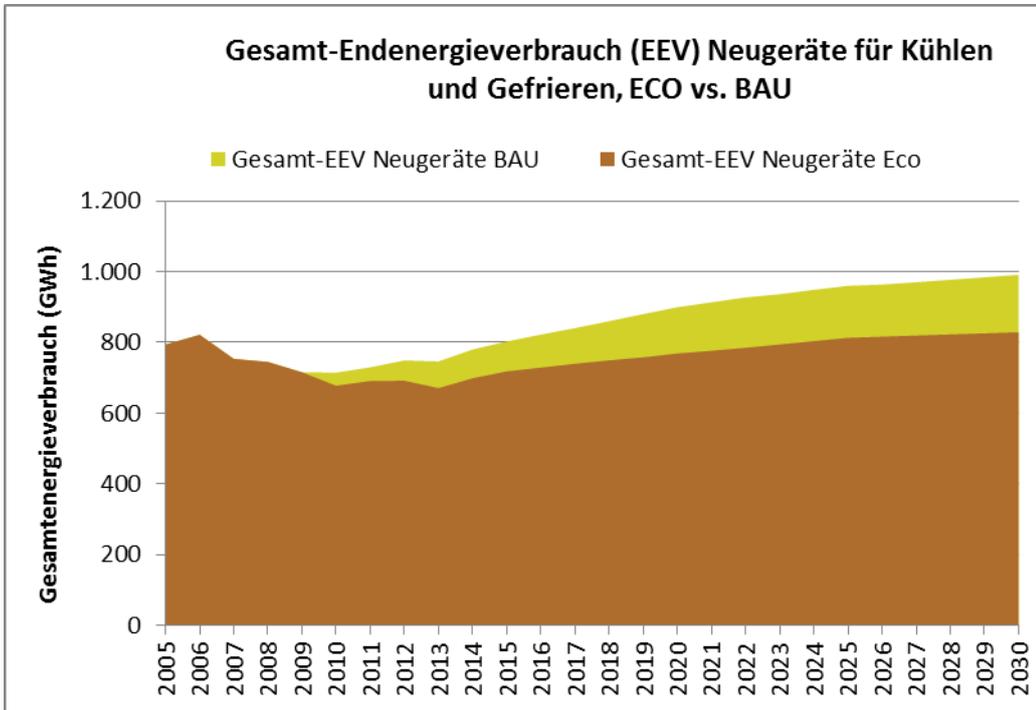


Quelle: Eigene Darstellung mit Daten aus TopTen 2015 (Europa) und GfK 2016 (Deutschland)

Ein bemerkenswerter Befund ist schließlich, dass die Gesamtenergieverbräuche sowohl bei den Neugeräten als auch in der Differenz zwischen jährlich verkauften Neugeräten und ausscheidenden Geräten nach der hier vorgelegten Modellierung in beiden Szenarien (BAU- und ECO) *ansteigen*. Die rechnerischen Einsparungen ergeben sich nur aus dem flacheren Anstieg im ECO-Szenario. Der Hauptgrund sind die stark ansteigenden Verkaufszahlen (vgl. Abbildung 2.16 und Abbildung 2.20).

Abbildung 2.30 zeigt den jährlichen Energieverbrauch aller neu verkauften Geräte im BAU- und im ECO-Szenario. Die Einsparungen ECO gegenüber BAU sind durch das gelbe Segment veranschaulicht. Über die Zeit ergibt sich jedoch ein Anstieg der Verbräuche.

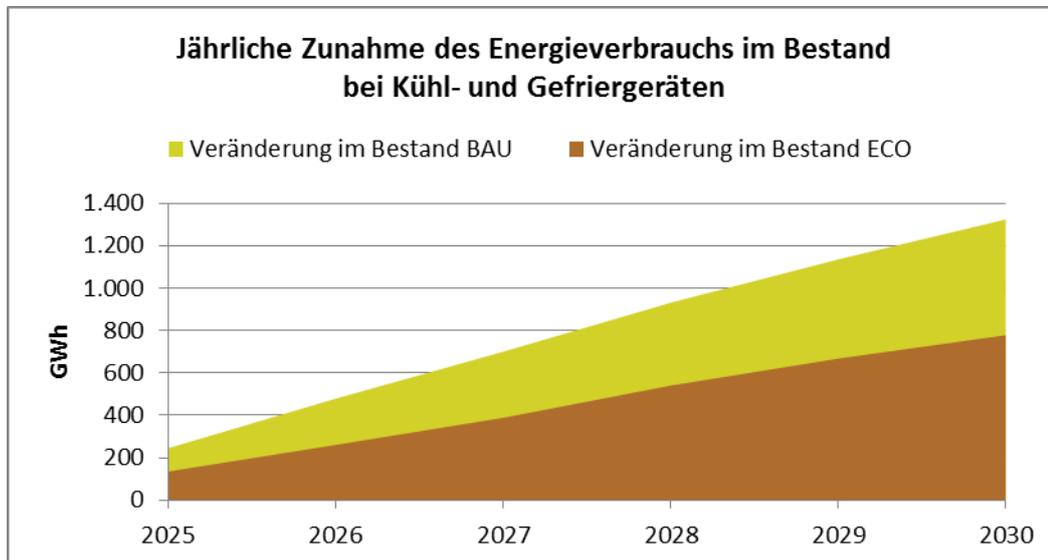
Abbildung 2.30 Entwicklung des Energieverbrauchs der verkauften Neugeräte im ECO- und BAU-Szenario



Quelle: Eigene Darstellung

Abbildung 2.31 zeigt für die Jahre 2025 bis 2030 die jährlichen Veränderungen im Gesamtenergieverbrauch aller Kühl- und Gefriergeräte im Bestand. Sie ergeben sich aus dem Verbrauch der neu hinzukommenden Geräte abzüglich des Verbrauchs der ausscheidenden Geräte (bis 2024 ist diese Differenz nicht berechenbar, da der Verbrauch der ausscheidenden Geräte nicht bekannt ist). Deutlich wird auch hier, dass der Gesamtenergieverbrauch im Bestand sowohl im ECO-als auch im BAU-Szenario zunimmt, wenn auch im ECO-Szenario langsamer und leicht abflachend. Auch hier ist die Ursache wieder die hohe Anzahl der Neuverkäufe, die die Effizienzgewinne sowie die Gewinne durch Ausmusterung von Altgeräten überkompensiert.

Abbildung 2.31 Veränderungen (Zunahme) des Energieverbrauchs im Bestand bei Kühl- und Gefriergeräten im BAU- und ECO-Szenario



Quelle: Eigene Darstellung

Das Fazit ist, dass durch die Ökodesign- und Energiekennzeichnungsmaßnahmen erhebliche Einsparungen gegenüber einem Business-as-usual-Szenario zu verzeichnen sind. Sie fallen zwar geringer aus als im EU-Durchschnitt, dies ist jedoch eher ein positives Zeichen, da es im Wesentlichen darauf zurückzuführen ist, dass die in Deutschland angebotenen Neugeräte im EU-Durchschnitt bereits sehr effizient sind.

Bedenklich ist allerdings, dass sowohl der Energieverbrauch der jährlich verkauften Neugeräte als auch der Gesamtenergieverbrauch im Bestand in beiden Szenarien ansteigt. Dies ist auf die steigende Zahl von Neuverkäufen zurückzuführen, während die Anzahl ausgemusterter Altgeräte der Anzahl der Neukäufe 15 Jahre vorher entspricht und somit dahinter zurückbleibt.

Es handelt sich hier allerdings um Szenarioannahmen. Würden die Neuverkäufe geringer zunehmen oder Altgeräte verstärkt ausgemustert, so würde sich ein anderes Bild zeichnen. Dies zeigt eine Sensitivitätsrechnung mit folgenden Änderungen in den Annahmen:

- Langsamere Steigerung der Zahlen der jährlich neu verkauften Geräte (Tabelle 2.35),
- Ausmusterung einer höheren Anzahl von Geräten. In der Hauptrechnung wird angenommen, dass ab 2025 in jedem Jahr X genau die Anzahl der Geräte ausgemustert wird, die 15 Jahre zuvor verkauft wurde. In der Sensitivitätsrechnung wird angenommen, dass mehr Geräte ausgemustert werden, und zwar eine Zahl, die genau in der Mitte zwischen der Zahl der Neuverkäufe 15 Jahre zuvor und der (höheren) Zahl der Neuverkäufe im Jahr X liegt (Tabelle 2.36)

Tabelle 2.35 Jährliche Steigerung der Verkaufszahlen in der Haupt- und Sensitivitätsrechnung

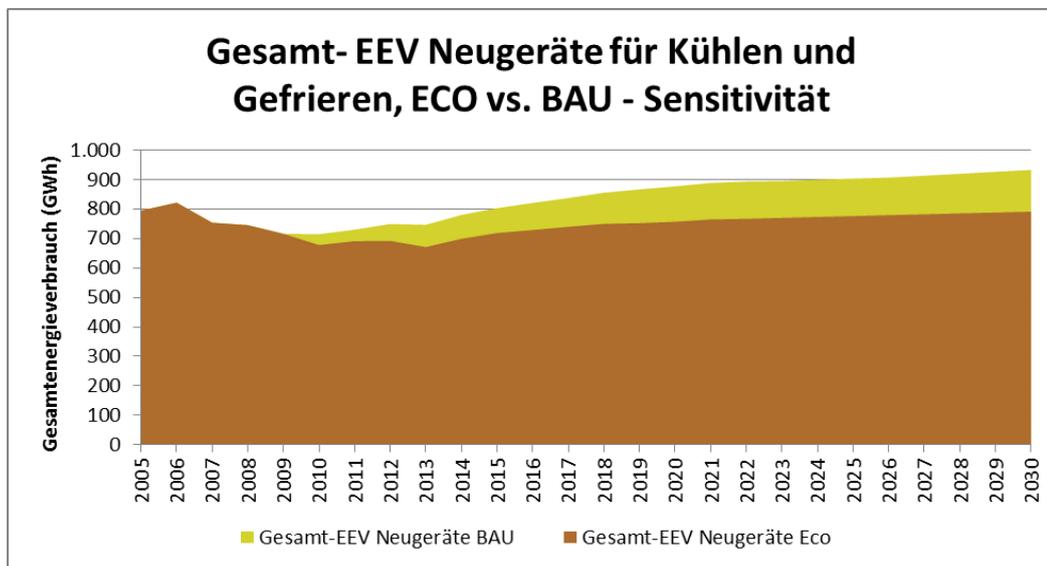
Jährl. Steigerung d. Neuerkäufe in %	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
	Kühlgeräte														
Hauptrechnung	3	3	3	3	3	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1
Sensitivität	3	3	3	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Gefriergeräte															
Hauptrechnung	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1
Sensitivität	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Tabelle 2.36 Anzahl der Abgänge in der Haupt- und Sensitivitätsrechnung

	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Kühlgeräte – Abgänge in Tsd. Stück						
Hauptrechnung	2.616,6	2.722,8	2.868,4	2.888,8	3.060,0	3.204,1
Sensitivität	3.241,5	3.313,9	3.406,3	3.436,2	3.541,7	3.633,9
Gefriergeräte – Abgänge in Tsd. Stück						
Hauptrechnung	719,1	738,6	763,0	769,7	807,7	812,6
Sensitivität	808,4	822,6	839,4	847,3	870,9	878,1

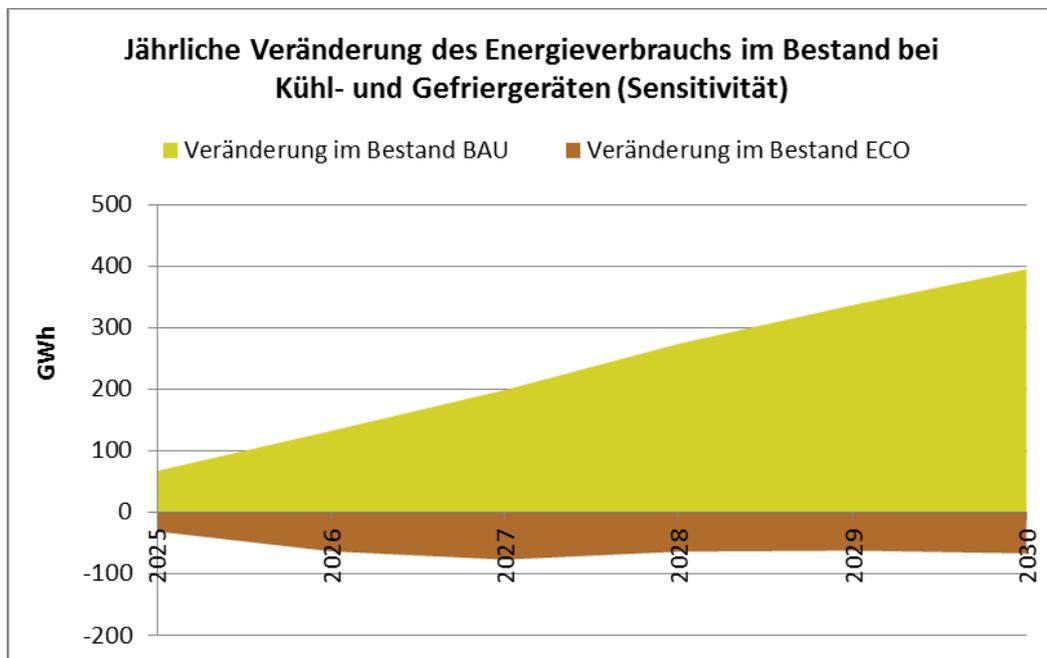
Im Ergebnis führt das zu einer abflachenden Kurve beim Gesamtenergieverbrauch der Neugeräte (Abbildung 2.32) und im ECO-Szenario auch zu Energieeinsparungen über die Zeit (Abbildung 2.33).

Abbildung 2.32 Entwicklung der Gesamtenergieverbräuche der Neugeräte in der Sensitivitätsrechnung



Quelle: Eigene Darstellung

Abbildung 2.33 Veränderungen des Energieverbrauchs im Bestand in der Sensitivitätsrechnung



Quelle: Eigene Darstellung

Daraus ergeben sich Handlungsempfehlungen für die Politik.

Aus der bereits guten Ausgangslage Deutschlands bei der Effizienz von Neugeräten folgt: Damit auch Deutschland von weiteren Verbesserungen bei Neugeräten verstärkt profitieren kann, müssten Ökodesign- und Energiekennzeichnungsverordnungen stringenter wer-

den. Die Durchsetzungschancen auf EU-Ebene sind allerdings fraglich, da für den Durchschnitt der EU die derzeitigen Regelungen bereits große Einsparungen bieten.

Aus der starken Sensitivität der Ergebnisse für Veränderungen in den Verkaufszahlen und der Anzahl ausgemusterter Altgeräte ergibt sich: Nationale Handlungsmöglichkeiten und -bedarf bestehen bei Altgeräten. Es sollten verstärkte Maßnahmen angedacht werden, um ineffiziente Altgeräte aus dem Verkehr zu ziehen. Die folgenden Zielsetzungen sollten verfolgt werden:

- Beschleunigter Ersatz von Altgeräten durch effiziente Neugeräte.
- Ersatzlose Entsorgung / Stilllegung überzähliger Altgeräte bei Mehrfachausstattung.
- Reduzierung von Leistungsumfang und / oder Geräteausstattung anlässlich eines Neukaufs (z. B. Verkleinerung des Gefriervolumens, wie etwa typischerweise beim Ersatz eines Kühl- und eines Gefriergerätes durch eine Kühl-Gefrier-Kombination).

## 2.6 Einsparungen bei Lüftungsanlagen

### 2.6.1 Zielsetzung

Am 1.1.2016 tritt die Ökodesign-Verordnung 1253/2014 für Lüftungsanlagen sowie die Energiekennzeichnungs-Verordnungen 1254/2014 für Wohnraumlüftungsgeräte in Kraft. Ziel der Kurzstudie ist die Projektion, welche nationalen Einsparungen durch diese Verordnungen zu erwarten sind. Zielgrößen sind die jährlichen Einsparungen an Endenergie und Primärenergie sowie CO<sub>2</sub>-Emissionen in den Zieljahren 2020 und 2030.

### 2.6.2 Methode

Eine Lüftungsanlage verbraucht einerseits Strom. Andererseits wird im Vergleich zu natürlicher Lüftung Wärmeenergie eingespart. Dies kompensiert den verbrauchten Strom über, so dass eine Lüftungsanlage bereits im BAU-Fall zu Energieeinsparungen führt. Die zusätzlichen Einsparungen durch Ökodesign und Energielabel setzen sich aus zwei Quellen zusammen:

- Verringerter Stromverbrauch
- Erhöhter Anteil von Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung; dadurch höhere Einsparung von Wärmeenergie.

Die Einsparungen wurden gegenüber einem Business-as-Usual-Szenario modelliert, in dem existierende Trends fortgeschrieben wurden. Berücksichtigte Technologien waren:

- Lüftungsanlagen ohne Wärmerückgewinnung
- Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung.

### 2.6.3 Datengrundlage

Die Daten zur derzeitigen Situation und bisherigen Entwicklung wurden den folgenden Quellen entnommen:

Tabelle 2.37 Datenquellen für derzeitige Situation und bisherige Entwicklung

Parameter	Quelle
Bestand 2009	IWU 2013
Absatz	FGH 2013/2014; Hörer und Händel 2013; IWO 2013
Austausch Altanlagen	Kaup 2014
Anteil Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung	IWO 2013
Durchschnittlicher Stromverbrauch bzw. Energiegewinn durch Wärmerückgewinnung pro Stück	Rivière et al. 2009, Kaup 2014

Die folgenden Primärenergiefaktoren und Emissionsfaktoren wurden verwendet (entsprechend den für die Berechnungen von Los 1 und Los 2 verwendeten):

Tabelle 2.38 Primärenergiefaktoren und Emissionsfaktoren

Energieträger	Primärenergiefaktor	Quelle	Emissionsfaktor (g/kWh)	Quelle
Fernwärme	1,1	DIN 18599	210	ÖI/ISI
Strom	2,5	VHK 2014: Ecodesign Impact Accounting Part 1	2010: 410 2015: 398 2020:380 2025:360 2030:340 Jahre dazwischen interpoliert	VHK 2014

Die Daten zum Ökodesign- und Energielabel-Szenario wurden den folgenden Quellen entnommen:

Tabelle 2.39 Datenquellen für Ökodesign- und Energielabel-Szenario

Parameter	Quelle
Jährliche prozentuale Einsparung	VHK 2014; Beginn der Einsparungen von 2011 nach 2016 verschoben

### 2.6.4 Annahmen BAU-Szenario

Für das BAU-Szenario wurden die folgenden Annahmen getroffen:

Der Bestand im Jahr 2009 betrug insgesamt 937.090 Stück, davon 856.630 ohne und 196.600 mit Wärmerückgewinnung (WRG). Hinzu kommen die Neuanlagen. Deren jährliche Verkäufe steigen zwischen 2010 und 2014 von 25.000 auf 53.000; danach bis 2020 jährlich um 12 %, anschließend flacht die jährliche Steigerung bis 2030 jährlich um einen Prozentpunkt bis auf 2 % ab. Abgezogen werden die Altanlagen, von denen jährlich 6,4 % ausgetauscht werden. Daraus ergibt sich eine Lebensdauer von rund 15 Jahren, so dass bis 2030 noch keine Geräte ausgetauscht werden, die unter die 2016 in Kraft tretende Ökodesign- und Energielabel-Verordnung fallen und die abgehenden Anlagen daher im BAU- und im Ökodesign-Szenario identisch sind.

Der Anteil an Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung steigt von 67 % im Jahr 2010 auf 80 % 2014 und bleibt dann konstant.

Der Energieverbrauch pro Stück steigt zwischen 2010 und 2030 für Anlagen ohne WRG von 85 auf 107 kWh und für Anlagen mit WRG von 5349 auf 7979 kWh; gleichzeitig steigt der Energiegewinn durch WRG von knapp 100.000 kWh auf 141.000 kWh.

### 2.6.5 Annahmen Ökodesign- / Energielabel-Szenario

Es werden dieselben Annahmen zum Anlagenbestand getroffen wie im BAU-Szenario. Im Einklang mit dem Ökodesign Impact Accounting wird angenommen, dass in diesem Bestand im Startjahr der Maßnahmen (hier 2016) 1 % Strom durch verbesserte Effizienz und 1 % Wärmeenergie durch einen höheren Anteil von Anlagen mit Wärmerückgewinnung eingespart werden. Bis 2030 steigt die Einsparung kontinuierlich bis auf 19 % Strom und 16 % Wärme.

### 2.6.6 Ergebnisse

Aus den oben genannten Annahmen errechnen sich die folgenden Einsparpotenziale für Primärenergie und CO<sub>2</sub> in den Zieljahren 2020 und 2030:

Tabelle 2.40 Einsparpotenziale für Primärenergie und CO<sub>2</sub>

	2020	2030
Primärenergie Strom (TWh/a)	0,3	4,5
Primärenergie Wärme (TWh/a)	2,8	33,6
Primärenergie gesamt (TWh/a)	3,1	38,1
CO <sub>2</sub> Strom (Mt/a)	0,1	0,6
CO <sub>2</sub> Wärme (Mt/a)	0,5	6,0
CO <sub>2</sub> gesamt (Mt/a)	0,6	6,6

Tabelle 2.41 zeigt einen Vergleich mit den Zahlen, die sich ergeben würden, wenn man die im Ecodesign Impact Accounting errechneten Einsparungen anteilig anhand verschiedener Indikatoren auf Deutschland umrechnen würde.

Tabelle 2.41 Vergleich der errechneten Einsparungen mit den anteiligen Einsparungen für D laut Ecodesign Impact Accounting

	Errechnet	EU-Anteil nach...		
		Bebauter Fläche	Bevölkerung	BIP
PE-Einsparung 2020 (TWh/a)	3,1	17,6	20,2	25,2
PE-Einsparung 2030 (TWh/a)	38,1	31,8	36,3	45,4

### 2.6.7 Interpretation

Die ermittelten Potenziale entsprechen für das Jahr 2030 gut den durch das Ecodesign Impact Accounting für die EU-28 ermittelten. Sie sind sehr bedeutend; die 38 TWh entsprechen beispielsweise knapp 5 % des gesamten Primärenergiebedarfs für Raumwärme in Deutschland.

Im Jahr 2020 liegen sie dagegen noch deutlich niedriger. Hauptgrund dafür dürfte sein, dass die Maßnahmen fünf Jahre später greifen als im Ecodesign Impact Accounting angenommen. Dafür wächst der Anlagenbestand in Deutschland schneller als für den Anlagenbestand der EU-28 im Ecodesign Impact Accounting angenommen, so dass zehn Jahre später vergleichbare Potenziale erreicht werden können. Bei weiter schnell wachsendem Anlagenbestand sind noch höhere Einsparungen in den kommenden Jahren zu erwarten.

## 2.7 Gesamtergebnis und Schlussfolgerungen

In diesem Kapitel wurden Szenarioanalysen zur Ermittlung der nationalen Energieeinsparung in Deutschland aus Ökodesign und Energiekennzeichnung für sechs Produktgruppen vorgestellt. Für fünf Produktgruppen konnten nationale Absatz-, Bestands- und Energieverbrauchsdaten verwendet werden, für zwei Produktgruppen lagen auch retrospektive Daten über die Entwicklung nach der Einführung von Ökodesign und Kennzeichnungsmaßnahmen vor. Die Analyse zeigt robuste Einsparungen (vgl. Tabelle 2.42), die allerdings durchweg geringer ausfallen, als es bei einer Übertragung von EU-28-Projektionen auf Deutschland zu erwarten wäre. Neben wahrscheinlichen Überschätzungen auf EU-Ebene ist ein weiterer möglicher Grund, dass im Basisszenario neue Geräte in Deutschland bereits recht effizient sind.

Tabelle 2.42 Gesamte abgeschätzte Einsparungen für Deutschland durch Ökodesign- und Energielabel-Verordnungen

	Primärenergie-einsparung (TWh/a)		CO <sub>2</sub> Emissions-einsparung(1000 t/a)	
	2020	2030	2020	2030
Heizkessel - Hauptszenario	11,00	22,00	2.162,50	4.456,50
Heizkessel - Sensitivität	12,70	24,10	2.499,50	4.858,90
Warmwasserbereiter - Hauptszenario	5,00	27,70	768,50	4.006,70
Warmwasserbereiter - Sensitivität	4,40	21,00	676,90	3.055,00
Beleuchtung	7,58	7,10	1.150,00	1.040,00
Motoren <sup>1</sup>	73,90	109,60	11.200,00	15.000,00
Haushaltskühl- und Gefriergeräte - Hauptszenario	2,30	5,10	365,00	763,00
Haushaltskühl- und Gefriergeräte - Sensitivität	2,30	4,90	364,00	730,00
Lüftungsanlagen	3,10	38,10	600,00	6.600,00
Total (Hauptszenario)	102,88	209,60	16.246,00	31.866,20
Total (Sensitivität)	103,98	204,80	16.490,40	31.283,90
Total ohne Motoren (Hauptszenario)	28,98	100,00	5.046,00	16.866,20
Total ohne Motoren (Sensitivität)	30,08	95,20	5.290,40	16.283,90

Steigende Umsätze und der relativ hohe Verbrauch von Altgeräten führen jedoch dazu, dass der Gesamtenergieverbrauch für Produktgruppen wie Kessel und Kälteanlagen trotz

<sup>1</sup> Für die Abschätzung zu Motoren lagen keine nationalspezifischen Daten vor. Daher wurde sie als Anteil der im Ecodesign Impact Accounting angenommenen EU-Einsparungen vorgenommen. Mit den anderen Produktgruppen ist der Wert daher nicht vergleichbar, er dürfte um ein Mehrfaches höher liegen als bei Verwendung national spezifischer Daten.

immer effizienterer Neugeräte weiter steigt. Daraus ergeben sich die folgenden Schlussfolgerungen für die Politik der EU und der Mitgliedstaaten:

- Um die Vorteile der Ökodesign- und Energiekennzeichnungsmaßnahmen voll auszuschöpfen, sollten sie zügig eingeführt werden;
- Darüber hinaus ist die Marktüberwachung von entscheidender Bedeutung, um die Einhaltung der Vorschriften zu gewährleisten;
- Ökodesign und Energiekennzeichnung könnten noch strenger sein. Beispielsweise könnte der Break-even-Punkt<sup>1</sup> anstelle des Lowest Life Cycle Cost-Punktes<sup>2</sup> als Bezugspunkt für die Gestaltung von Anforderungen herangezogen werden;
- Auf nationaler Ebene sollte sich die Politik auf den Energieverbrauch des gesamten Bestands und nicht nur auf die Effizienz neuer Geräte konzentrieren. Es gibt zwei Hauptmöglichkeiten:
  - Die Politik sollte darauf abzielen, die Ausmusterung alter Geräte und die Marktdurchdringung neuer effizienter Geräte zu beschleunigen, soweit dies aus einer Lebenszyklusperspektive empfehlenswert ist (insbesondere bei Heiz- und Kühlgeräten, aber auch bei Warmwasserbereitern).
  - Im Rahmen einer "Suffizienzpolitik" (Fischer und Griebhammer 2013; Heyen und Fischer 2013; Zahrnt und Schneidewind 2013) könnte die Politik beginnen, sich mit der Anzahl und Größe von Geräten in Haushalten zu befassen. Der Parallelbetrieb mehrerer, nicht vollständig genutzter Kühlgeräte könnte im Rahmen der Energieberatung adressiert werden oder es könnte eine kostenlose Entsorgung dieser Geräte angeboten werden. Eine ehrgeizigere Politik, z. B. in der Stadtplanung, könnte das Problem der immer größer werdenden Wohnfläche pro Kopf angehen, das unter anderem zu einem steigenden Wärmeenergiebedarf führt.

---

<sup>1</sup> Anspruchsniveau, bei dem die durchschnittlichen Lebenszykluskosten des BAU den durchschnittlichen Lebenszykluskosten der unter Ecodesign geregelten Produkte entsprechen

<sup>2</sup>

## 2.8 Abschätzung zusätzlicher Energieeinsparungen durch eine anspruchsvolle Ausgestaltung von EU-Labeling und Ökodesign-Verordnungen

Um einen Politikvorschlag für den National Energy and Climate Plan (NECP) machen zu können, wurde untersucht, in welchem Umfang eine anspruchsvollere Ausgestaltung von EU-Labeling- und Ökodesign-Verordnungen zusätzliche Energieeinsparungen zwischen 2020 und 2030 generieren könnte. Hierfür wurden alle Produktgruppen (Revisionen und neue Verordnungen) betrachtet, die nach den derzeitigen Planungen der Kommission ab 2020 in Kraft treten werden. Hinzu kamen alle Revisionen (incl. von freiwilligen Vereinbarungen) und neuen Verordnungen, die derzeit in Arbeit, aber noch nicht abgeschlossen sind und evtl. schon vor 2020 in Kraft treten können, sowie Produktgruppen, die in der Vorstudie zum Arbeitsplan 2016-2019 vorgeschlagen, aber von der Kommission noch nicht in den aktuellen Arbeitsplan aufgenommen wurden. Im Einzelnen umfasst das:

Produktgruppen, die nach den derzeitigen Planungen der Kommission ab 2020 in Kraft treten werden:

- Neue Verordnungen: professionelle Waschmaschinen, Trockner und Geschirrspüler, unterbrechungsfreie Stromversorgung, Fenster, smarte Geräte, Gebäudeautomation, Kühlcontainer, Wasserhähne und Duschbrausen, Photovoltaikpanels und Wechselrichter, Aufzüge, Wasserkocher, Hochdruckreiniger
- Revisionen: Heizkessel und Kombiboiler, Heißwasserbereiter, Bildgebende Geräte, Luftkonditionierer und Komfortventilatoren, Haushaltsbacköfen und Kochplatten, Haushaltswaschmaschinen, Haushaltsgeschirrspüler, Festbrennstoffheizgeräte, Haushaltswäschetrockner, Staubsauger, Einzelraumheizgeräte, luftbasiertes Heizen und Kühlen, professionelle Kühlgeräte, Spielkonsolen, Lüftungsgeräte

Revisionen und neue Verordnungen, die derzeit in Arbeit, aber noch nicht abgeschlossen sind und evtl. schon vor 2020 in Kraft treten können:

- Neue Verordnungen: gewerbliche Kühlgeräte, Kompressoren, Beleuchtungssysteme, Werkzeugmaschinen, Server,
- Revisionen: Computer, Displays, Standby und vernetztes Standby, externe Stromversorgung, Beleuchtung, Elektromotoren, Zirkulationspumpen, industrielle Ventilatoren, Wasserpumpen, Haushaltskühl- und Gefriergeräte, Set-Top-Boxen, Transformatoren, Reifen

Produktgruppen, die in der Vorstudie zum Arbeitsplan 2016-2019 vorgeschlagen, aber von der Kommission noch nicht in den aktuellen Arbeitsplan aufgenommen wurden:

- Händetrockner, Haartrockner, elektronische Kleingeräte.

Es wurde in den folgenden Schritten vorgegangen:

### Abschätzung der Endenergieeinsparungen auf EU-Ebene

Soweit vorhanden, wurden zunächst für alle genannten Produktgruppen die besten Schätzungen für die EU-weiten Strom- und Brennstoffeinsparungen für die Jahre 2020 und 2030 ermittelt. Quellen waren Vorstudien, Impact Assessments, Arbeitsdokumente, Verordnungen

gen mit ihren Er-wägungsgründen, Berichte der Kommission an das Parlament, die Arbeitsplanstudie 2016-2019, das Ecodesign Impact Accounting sowie Schätzungen des EEB. Für zu erwartende Revisionen lagen noch nicht überall Schätzungen vor. Daher wurden aus den vorhandenen Prognosen für Revisionen ein Schätzwert gebildet, um wie viel die Einsparungen aus einer Erstverordnung durch eine Revision nochmals erhöht werden könnten (für 2020 um rund 80 %, für 2030 um rund 50 %). Diese Werte wurden für zu erwartende Revisionen angesetzt, für die noch keine Schätzungen vorlagen.

### **Übertragung auf Deutschland**

Die so ermittelten EU-weiten Endenergieeinsparungen an Endenergie wurden nun auf Deutschland heruntergebrochen. Zu diesem Zweck wurde aus den Erfahrungen mit den Produktgruppen Heizgeräte und Warmwasserbereiter, Beleuchtung, Haushaltskühl- und Gefriergeräte sowie Lüftungsanlagen ein Schätzwert gebildet, der auf die EU-Einsparungen angewendet werden konnte. Unter Berücksichtigung des deutschen Strommixes und seiner voraussichtlichen Änderungen wurden mit deutschlandsspezifischen Primärenergie- und Emissionsfaktoren die Primärenergieeinsparungen und CO<sub>2</sub>-Einsparungen für Deutschland für die Jahre 2020 und 2030 ermittelt, für die Zwischenjahre interpoliert und abhängig vom Startzeitpunkt der Maßnahmen bis 2030 aufaddiert. So konnte eine Gesamtsumme an deutschlandsspezifischen Einsparungen für alle Verordnungen und Revisionen bis 2030 ermittelt werden.

### **Potenziale durch eine anspruchsvollere Ausgestaltung**

Es wurde angenommen, dass die Bundesregierung sich bei den Verhandlungen zu den Produktverordnungen für dynamische und anspruchsvolle Ökodesign- und Label-Standards einsetzt. Dabei sollen u. a.

- das Anforderungsniveau stets auf aktuelle Verkaufszahlen gestützt werden;
- verhaltenslenkende Anreize für energieeffizientes Verbraucherverhalten (z. B. Hervorhebung von Ökoprogrammen) eingeführt werden;
- Rebound-Effekte und technologiespezifische Ausnahmen begrenzt werden;
- Anforderungen stärker am tatsächlichen Verbraucherverhalten orientiert werden und
- auf Verständlichkeit und Übersichtlichkeit des Labels geachtet werden.

Es wurde pauschal angenommen, dass durch diese Maßnahmen die Einsparungen um 10 % erhöht werden können.

### **Ergebnisse**

Die abgeschätzten zusätzlichen Einsparungen für Deutschland betragen kumuliert für die Jahre 2020-2030 30 TWh Endenergie (44 TWh Primärenergie) und 6,6 Mio. t CO<sub>2</sub>.

# 3 Europäische und nationale Politikoptionen zur Steigerung der produktbezogenen Energieeffizienz

---

## 3.1 Hintergrund und Themenauswahl

Aufgabe der Studie war auch, neue oder modifizierte Politikinstrumente zu entwickeln, um bisher nicht gehobene Energieeffizienzpotenziale zu mobilisieren. Es wurden drei Querschnittsthemen sowie fünf produktspezifische Themen untersucht.

### Querschnittsthemen

Aus dem Kontext des Projektes ergaben sich drei Schwerpunktthemen: die Weiterentwicklung der europäischen Energieeffizienzkennzeichnung, die Zulässigkeit nationaler Standards für energieverbrauchsrelevante Produkte, die über Ökodesign und Labelling hinausgehen, sowie die Senkung des Stromverbrauchs durch Nutzung verhaltensökonomischer Instrumente auf Stromrechnungen.

- In den Projektzeitraum fielen zum einen die Diskussionen um die *Weiterentwicklung der europäischen Energieeffizienzkennzeichnung*, nämlich die Revision der Energiekennzeichnungsrichtlinie 2010/30/EU, zum anderen die Erarbeitung der Verordnung 2017/1369. In dem Forschungsprojekt wurden verschiedene Zuarbeiten zur Formulierung der neuen Verordnung geleistet und insbesondere Vorschläge für die grafische Gestaltung erarbeitet (Abschnitt 3.2).
- Da die Wirkungsabschätzungen zeigen, dass beispielsweise bei Heizgeräten in Deutschland anspruchsvollere Standards sinnvoll sein können, wurde ein Rechtsgutachten zur Frage erstellt, inwieweit nationale Produktstandards gesetzt werden können. Untersucht wurde,
  - ob auf nationaler Ebene Standards für Produktgruppen gesetzt werden können, für die noch keine Ökodesign-Verordnungen in Kraft sind, und
  - ob speziell im Gebäudesektor weitergehende Anforderungen auf Basis der europäischen Gebäuderichtlinie (EPBD) zulässig sind (z. B. Informationsanforderungen), die über bestehende Anforderungen der Ökodesign-Verordnungen hinausgehen (Abschnitt 3.3).
- Da das Gutachten ergab, dass der Spielraum für Ordnungsrecht auf nationaler Ebene sehr begrenzt ist und nur für wenige Produktgruppen besteht, kommen als nationale Maßnahmen insbesondere Kommunikationsinstrumente in Frage. In diesem Zusammenhang wurden die Potenziale für eine *Senkung des Stromverbrauchs durch Nutzung verhaltensökonomischer Instrumente*, insbesondere informative Stromrechnungen, eruiert (Abschnitt 3.4).

## Produktspezifische Themen

Der erste Schritt bestand in der Bestimmung prioritärer Produktgruppen. Hierfür wurden insgesamt 60 Gruppen energierelevanter Produkte betrachtet, die im Rahmen des Ökodesignprozesses reguliert oder für eine Regulierung in Betracht gezogen worden waren. Für diese Gruppen wurden geschätzte Einsparpotenziale und existierende Ökodesign- und Energielabelmaßnahmen zusammengestellt. Sie wurden zudem daraufhin bewertet, ob noch nicht ausgeschöpfte Potenziale bestehen, ob sich im Ökodesign- und Energielabelprozess Gelegenheitsfenster ergeben und ob Möglichkeiten der politischen Instrumentierung bestehen. Insbesondere anhand der Auswahlkriterien „Nicht ausgeschöpfte Einsparpotenziale“ und bestehender Gelegenheitsfenster wurden die Produktgruppen für eine von drei Arten von Folgeaktivitäten priorisiert: Ökodesign und Energielabelling, weitere nationale Politikmaßnahmen oder vertiefende Untersuchungen, die klären sollen, ob und welche Möglichkeiten tatsächlich bestehen. Tabelle 3.1 gibt eine Übersicht über die Resultate.

Tabelle 3.1 Priorisierung von Produktgruppen für weitere Maßnahmen

Produktgruppe	Priorität		
	für Ökodesign / Energie-label	für weitere nationale Maßnahmen	für weitere Untersuchungen
Heizkessel und Kombiboiler	1. Priorität	1. Priorität	1. Priorität
Fernsehgeräte, Displays inkl. Anzeigetafeln	1. Priorität	1. Priorität	2. Priorität
Beleuchtung gesamt	1. Priorität	1. Priorität	2. Priorität
Warmwasserbereiter	1. Priorität	1. Priorität	keine
Elektromotoren	1. Priorität	noch unklar	1. Priorität
Leerlauf- und Schein-Aus-Verluste inkl. Netzwerk-Standby	1. Priorität	noch unklar	2. Priorität
Wasserhähne und Duschköpfe	2. Priorität	1. Priorität	2. Priorität
Gewerbliche Kühlgeräte (Theken und Regale)	2. Priorität	2. Priorität	2. Priorität
Haushalts-Kühl- und Gefriergeräte	2. Priorität	2. Priorität	keine
Haushalts-Wäschetrockner	2. Priorität	2. Priorität	keine
Unternehmensserver	2. Priorität	2. Priorität	keine
Wasserkocher	2. Priorität	2. Priorität	keine
Ladegeräte und Netzteile	2. Priorität	keine	keine
Haushalts-Geschirrspülmaschinen	2. Priorität	keine	keine
Mobiltelefone	2. Priorität	keine	keine
Händetrockner	2. Priorität	keine	keine
Ventilatoren (industriell)	2. Priorität	noch unklar	keine

Produktgruppe	Priorität		
	für Ökodesign / Energie-label	für weitere nationale Maßnahmen	für weitere Untersuchungen
Klima- und Lüftungstechnik im Haushalt	2. Priorität	noch unklar	noch unklar
Wasserpumpen (Zirkulationspumpen unter 2,5 kW (Nassläufer-Umwälzpumpen))	2. Priorität	noch unklar	noch unklar
Unterbrechungsfreie Stromversorgung	2. Priorität	noch unklar	noch unklar
Fenster	keine	2. Priorität	2. Priorität
Einfache Set-Top-Boxen	keine	keine	keine
Bildgebende Geräte	keine	keine	keine
Gewerbliche Beleuchtung	keine	keine	keine
Waschtrockner	keine	keine	keine
Staubsauger	keine	keine	keine
Komplexe Set-Top-Boxen	keine	keine	keine
Haushaltslampen, ungerichtet	keine	keine	keine
Haushaltslampen, gerichtet	keine	keine	keine
Raumlüfter bzw. Lüftungsanlagen	keine	keine	keine
Haushalts- und Gewerbeöfen für Speisen (Elektrobacköfen, Kochfelder und Dunstabzugshauben)	keine	keine	keine
Gewerbliche Waschmaschinen, Geschirrspüler und Trockner	keine	keine	keine
Kompressoren	keine	keine	keine
Smart Appliances	keine	keine	keine
Stromerzeugung unter 50 MW	keine	keine	keine
Beleuchtungskontrollsysteme	keine	keine	keine
Professionelle Kühlgeräte	keine	keine	keine
Transformatoren	keine	keine	keine
Spielkonsolen	keine	keine	keine
Industrie- und Laboröfen	keine	keine	keine
Werkzeugmaschinen	keine	keine	keine
Dampfkessel	keine	keine	keine
Stromkabel	keine	keine	keine
Gebäudeautomation	keine	keine	keine
Haartrockner	keine	keine	keine

Produktgruppe	Priorität		
	für Ökodesign / Energie-label	für weitere nationale Maßnahmen	für weitere Untersuchungen
Aufzüge	keine	keine	keine
Kühlcontainer	keine	keine	keine
Wechselrichter für Photovoltaik	keine	keine	keine
Hochdruck-Reinigungsgeräte	keine	keine	keine
Drahtlose Ladegeräte für Unterhaltungselektronik	keine	keine	keine
Toaster	keine	keine	keine
Gateways	keine	keine	keine
Mobilfunk-Basisstationen	keine	keine	keine
Heißgetränke-Automaten	keine	keine	keine
Router	keine	keine	keine
Einzelraumheizgeräte	keine	noch unklar	noch unklar
Luftbasiertes Heizen und Kühlen	keine	noch unklar	noch unklar
Haushaltswaschmaschinen	noch unklar	2. Priorität	keine
PCs (Desktop / Laptop) und Computermonitore	noch unklar	keine	keine
Wasserpumpen	noch unklar	keine	keine
Festbrennstoffkessel	noch unklar	keine	keine
Gebäudeautomation	noch unklar	noch unklar	noch unklar
Kühlcontainer	noch unklar	noch unklar	noch unklar

Als relevante Produktgruppen für europäische oder nationale Maßnahmen boten sich folglich an: Mit erster Priorität Heizgeräte, Fernsehgeräte und Displays, Beleuchtung, Warmwasserbereiter sowie Wasserhähne und Duschköpfe. Mit zweiter Priorität ergaben sich gewerbliche Kühlgeräte, Haushaltskühl- und Gefriergeräte, Haushalts-Wäschetrockner, Unternehmensserver, Wasserkocher und Fenster. Auf europäischer Ebene ergaben sich zusätzlich noch Ladegeräte und Netzteile, Haushalts-Geschirrspülmaschinen, Mobiltelefone, Händetrockner, industrielle Ventilatoren, Klima- und Lüftungstechnik im Haushalt sowie Wasserpumpen und unterbrechungsfreie Stromversorgung.

Im weiteren Auswahlprozess wurde insbesondere berücksichtigt, ob zeitnah Handlungsbedarf im europäischen Ökodesign- und Energielabelprozess bestand und ob es eine Anschlussfähigkeit an laufende nationale Politikprozesse, Maßnahmen oder Stakeholder-Anliegen gab. Außerdem wurden Einsparpotenziale und Handlungsmöglichkeiten außer-

halb des Geltungsbereichs der europäischen Ökodesign- und Energielabelprozesse betrachtet, etwa im Geräte- und Anlagenbestand.

Im Ergebnis wurden die folgenden Produktgruppen im Rahmen der Studie näher behandelt: Klima- und Lüftungsanlagen, Heizgeräte, Wasserhähne und Duschköpfe, Beleuchtung und TV-Geräte.

- *Klima- und Lüftungsanlagen* (Abschnitt 3.5) weisen hohe Energieeffizienzpotenziale auf, insbesondere im Gebäudebestand. Daher sind sie interessant, obwohl sie in der Screening-Untersuchung, die ja auf mögliche Ökodesign- und Energiekennzeichnungsverordnungen, also Neugeräte fokussiert, nicht priorisiert wurden. Als komplexe Systeme gehen sie zudem über die in Ökodesign- und Energiekennzeichnung üblicherweise betrachtete Produktebene hinaus; zudem beschränken sich die bestehenden Ökodesign- und Energieverbrauchskennzeichnungsverordnungen für die Klimatisierung auf kleine Geräte unterhalb von 12 kW Kälteleistung. In Deutschland sind für Klimaanlage mit mehr als 12 kW Kälteleistung sogenannte energetische Inspektionen nach § 12 EnEV verpflichtend durchzuführen, für Lüftungsanlagen sind sie sinnvoll. Energetische Inspektionen werden heute aber nur in Einzelfällen durchgeführt. Es wurden Strategien und Instrumente entwickelt, wie Einsparpotenziale bei Klima- und Lüftungsanlagen gehoben werden können, auch unabhängig von der energetischen Inspektion.

In einem zweiten Schritt wurden außerdem grafische und textliche Vorschläge für zwei Labelling-Ansätze entwickelt. Die Labelling-Vorschläge basieren auf Konzepten der Studie *Untersuchung der Potentiale von Lüftungstechnik als Beitrag zur Umsetzung des klimaneutralen Gebäudebestandes 2050* Ecofys Germany, dem Institut für Luft- und Kältetechnik Dresden sowie schiller engineering (im Folgenden Ecofys et al. 2018). Dabei handelt es sich um zwei verschiedene, sich jeweils ergänzende Ansätze:

- ein QuickCheck liefert eine Voreinschätzung als Initialberatung: wie dringend ist eine tiefergehende Untersuchung der Anlage? In welcher Größenordnung liegen die Energiekosten, gibt es Einsparpotenziale?
  - ein Systemlabel zur erweiterten Inspektion in der Detailberatung zeigt auf, wie energieeffizient die Anlage ist, und zwar unter Berücksichtigung ihrer Dimensionierung und Betriebsweise.
- Auch bei *Heizgeräten* wurden die Effizienzpotenziale des realen Betriebs im Bestand betrachtet (Abschnitt 3.6) Heutige Instrumente zielen hauptsächlich auf die Effizienz einzelner Geräte wie Kessel und Pumpen ab. Der reale Betrieb der Gesamtanlage wird bisher instrumentell wenig und vor allem über „weiche“ Maßnahmen adressiert. Dabei gibt es Hinweise, dass dadurch erhebliche Einsparpotenziale nicht ausgeschöpft werden, insbesondere bei komplexeren Wärmeerzeugern wie Brennwertkesseln oder Wärmepumpen. Auch die großen Einsparpotenziale durch Anpassung der Wärmenachfrage an den tatsächlichen Bedarf der Nutzer werden bislang kaum genutzt. Im Berichtszeitraum wurden die bisherigen Arbeiten fortgesetzt. Konkret wurde der Status quo der politischen Instrumentierung im Bereich des realen Heizungsbetriebs betrachtet. Daraus wurden Handlungsfelder abgeleitet, die es mit Blick auf die politische Zielstrategie zu adressieren gilt. Darüber hinaus wurden Einzelpotenziale ausgewählter Handlungsfelder und Handlungsoptionen aufgezeigt
- *Wasserhähne und Duschen* (Abschnitt 3.7) sind im Arbeitsplan der Kommission für Ökodesign und Energiekennzeichnung enthalten. Da die Warmwasserbereitung sehr energieintensiv ist, bietet sie hohe Einsparpotenziale. Im Projekt wurden auf der Basis der existierenden Vorstudie die Einsparpotenziale für Deutschland ermittelt. Existierende

freiwillige Kennzeichnungen aus verschiedenen Ländern wurden verglichen und Politikvorschläge für eine Energiekennzeichnung entwickelt.

- Beim Thema *Beleuchtung* (Abschnitt 3.8) wurden die Auswirkungen von Rebound-Effekten und gesellschaftlichen Trends auf den Energieverbrauch sowie Möglichkeiten der Adressierung durch politische Instrumente untersucht.
- Für *TV-Geräte* (Abschnitt 3.9) wurden vertiefende Untersuchungen durchgeführt, um Einsparpotenziale und mögliche Interventionen besser zu verstehen. Zu diesem Zweck wurde der Verbrauch im Bestand vergleichend auf Basis von destatis-Bestandsdaten berechnet und von GfK- Verkaufsdaten modelliert, um die Rolle des Technologiewandels bei Energieeinsparungen zu verstehen. Des Weiteren wurde untersucht, ob begründete Empfehlungen zum optimalen Verhältnis von Bildschirmgröße und Abstand zum Bildschirm gegeben werden können, was zur Wahl kleinerer Bildschirme und damit zu Energieeinsparungen führen könnte.

## 3.2 Weiterentwicklung der europäischen Energiekennzeichnung

### 3.2.1 Ausgangspunkt und Vorüberlegungen

#### 3.2.1.1 Bisherige Entwicklung der EU-Energieverbrauchskennzeichnung

Die europäische Energieverbrauchskennzeichnung begann mit der ersten Richtlinie zur Energieverbrauchskennzeichnung von 1992, infolge derer die charakteristischen Energieeffizienzklassen A bis G von dunkelgrün bis rot eingeführt wurden. Dieses Design wurde weltweit in vielen Ländern außerhalb der EU in leicht abgewandelter Form übernommen (Waide und Watson 2013).

Die technische Entwicklung führte dann dazu, dass bei den meisten Produktgruppen die oberen Effizienzklassen „vollliefen“ – so konnte das Label keine Unterscheidung zwischen mehr oder weniger effizienten Produkten liefern. Daher wurde 2010 nach langwierigen Diskussionen im politischen Raum eine zweite Richtlinie verabschiedet, die Richtlinie 2010/30/EU, die gleichzeitig den Geltungsbereich auf sogenannte energieverbrauchsrelevante Produkte erweiterte. Diese zweite Richtlinie erlaubt drei zusätzliche Effizienzklassen A+, A++ und A+++. Die Ergänzung um die sogenannten Plusklassen wurde von vielen Seiten kritisiert: Studien konnten zeigen, dass Verbraucher die Unterschiede zwischen den Plusklassen deutlich schwächer wahrnahmen als zwischen den drei oberen Klassen in der A-G-Skala. Damit verbunden sind ein geringerer Motivationseffekt sowie eine geringere angegebene zusätzliche Zahlungsbereitschaft für energieeffizientere Produkte (siehe z. B. Heinzle und Wüstenhagen 2010, Waide und Watson 2013).

Weitere Effizienzfortschritte führten jedoch dazu, dass die beste Klasse A+++ in vielen Produktgruppen schon erreicht wurde (siehe z. B. im vorliegenden Bericht die Verkaufsan-teile von Kühl- und Gefriergeräten in Deutschland in den Abschnitten 2.5.5 und 2.5.6). Zudem wurden schrittweise durch steigende Ökodesign-Anforderungen Produkte der unteren Effizienzklassen vom Markt genommen, ohne dass dies für Verbraucher nachvollziehbar wäre: so ist bei Kühl- und Gefriergeräten, Geschirrspülern und Waschmaschinen

A+ die schlechteste erlaubte Klasse auf dem Markt. In diesen Fällen verliert das Label einen Gutteil seiner früheren Wirksamkeit – eine Reskalierung ist dringend erforderlich.

Am 1. August 2017 trat daher die Rahmen-Verordnung zur Energieverbrauchskennzeichnung (EU 2017/1369) in Kraft und ersetzt die frühere Rahmenrichtlinie zur Energieverbrauchskennzeichnung von 2010 (Richtlinie 2010/30/EU). Die neue Rahmenverordnung zielt auf eine ambitioniertere Ausgestaltung des Labels. Kernpunkt ist eine Wiedereinführung der A-G-Skala, denn dadurch werden sowohl die Wirksamkeit und Funktion des Labels zur Verbrauchermotivation zum Erwerb hoch energieeffizienter Produkte als auch die Motivation der Geräteindustrie zur Entwicklung hoch effizienter Produkte gestärkt. Innovationsanreize sollen dadurch gesetzt werden, dass die jeweils besten Produkte anfangs in Klasse B, bei zu erwartender schneller Entwicklung ausnahmsweise in Klasse C eingestuft werden. Überdies werden künftige Überprüfungen und damit verbundene Reskalierungen schon heute in der Verordnung verankert. Darüber hinaus soll eine europäische Datenbank die Informationsgrundlage für alle wichtigen Akteure verbessern. Die Um- und Durchsetzung der Regelungen wird verbessert durch eine stringenter Gestaltung der Marktüberwachung und durch die Ausgestaltung als Verordnung, die unmittelbar in jedem Mitgliedsstaat gilt.

### 3.2.1.2 Kommende Produktgruppen zur Revision

Die ersten fünf Verordnungen zu revidierten Produktgruppen sollen bis 2. November 2018 erlassen werden (siehe Tabelle 3.2). Die entsprechenden neuen Energielabel sollen dann jeweils 12 Monate nach Inkrafttreten in den Geschäften sichtbar sein. Da zur Wiedererkennung durch die Verbraucher eine einheitliche Gestaltung über die verschiedenen Produktgruppen hinweg angestrebt wird, das Layout aber in den produktspezifischen Verordnungen festgelegt wird, ist die erste dieser revidierten Produktgruppen entscheidend für das künftige Layout des Labels.

Die EU-Kommission hat im Dezember 2017 ein Arbeitspapier zur ersten zu revidierenden Produktgruppe veröffentlicht: Haushalts-Kühlgeräte (EU COM 2017). Die Entwicklung des neuen Designs wird sich daher zuallererst an dieser Produktgruppe festmachen.

Tabelle 3.2 Revisionsdaten der Produktgruppen mit bestehendem Energielabel (Stand: Mai 2018)

Produktgruppe	VO Nr.	Inkrafttreten	Review lt. VO	Frist bis Erlass der revidierten VOs, geändert durch VO EU 2017/1369	Status
HH-Kühlgeräte	1060/2010	30.11.2010	4 Jahre nach Inkrafttreten	2.11.2018	Im Gang
Geschirrspülmaschinen	1059/2010	30.11.2010	4 Jahre nach Inkrafttreten	2.11.2018	Im Gang
HH-Waschmaschinen	1061/2010	30.11.2010	4 Jahre nach Inkrafttreten	2.11.2018	Im Gang
HH-Lampen und Leuchten	874/2012	16.10.2012	3 Jahre nach Inkrafttreten	2.11.2018	Im Gang
Fernsehgeräte	1062/2010	30.11.2010	5 Jahre nach Inkrafttreten	2.11.2018	Im Gang

Luftkonditionierer	626/2011	26.7.2011	5 Jahre nach Inkrafttreten	2.8.2023	Überarbeitungsstudie abgeschlossen
HH-Wäschetrockner	392/2012	1.11.2012	5 Jahre nach Inkrafttreten	2.8.2023	Zwischenbericht der Überarbeitungsstudie liegt vor.
Staubsauger	665/2013	2.8.2013	5 Jahre nach Inkrafttreten	2.8.2023	Überarbeitungsstudie begonnen
Wohnraumlüftungsgeräte	1254/2014	25.11.2014	1.1.2020	2.8.2023	
Kommerzielle Kühlgeräte	2015/1094	28.7.2015	5 Jahre nach Inkrafttreten	2.8.2023	
Backöfen und Dunstabzugshauben	65/2014	20.2.2014	1.1.2021	2.8.2023	
Einzelraumheizgeräte	2015/1186	10.8.2015	1.1.2024	2.8.2023	
Heizkessel und Kombiboiler	811/2013	26.9.2013	5 Jahre nach Inkrafttreten	Überprüfung bis 2.8.2025, ggf. Erlass neuer Rechtsakte bis 2.8.2026	Überarbeitungsstudie läuft
Warmwasserbereiter	812/2013	26.9.2013	5 Jahre nach Inkrafttreten	Überprüfung bis 2.8.2025, ggf. Erlass neuer Rechtsakte bis 2.8.2026	Überarbeitungsstudie zu separaten Anforderungen abgeschlossen
Festbrennstoffkessel	2015/1187	10.8.2015	1.1.2022	Überprüfung bis 2.8.2025, ggf. Erlass neuer Rechtsakte bis 2.8.2026	

Quelle Überarbeitungsstatus: BAM (2018)

### 3.2.1.3 Festlegungen zum Layout des neuen Energielabels in der Rahmenverordnung zur Energieverbrauchskennzeichnung

#### Vollständiges Energielabel

Hinsichtlich des Layouts legt die Rahmenverordnung EU 2017/1369 hauptsächlich fest, dass die Energieklassen mit den Buchstaben A bis G benannt sein sollen und die Farbskala von dunkelgrün bis rot reichen soll (Art. 2 Abs. 19). In Ausnahmefällen können die Label weniger Klassen und Farben aufweisen (Art. 11 Abs. 19 und 11). Im Übrigen ist das Layout in den delegierten Rechtsakten festzulegen (Art. 11 Abs. 3 (b)).

#### Darstellung in der Werbung, in technischen Produktunterlagen und im Fernverkauf

Die Rahmenverordnung sieht vor, dass in visuell wahrnehmbarer Werbung und in technischem Werbematerial zumindest die Energieeffizienzklasse zu nennen ist. (Art. 6 (a)); zu spezifizieren in delegierten Rechtsakten lt. Artikel 16 Abs. 3(j). Weggefallen ist dabei die Einschränkung auf Werbung, in der energiebezogene oder Preisinformation enthalten ist. Hierdurch wird Rechtsklarheit geschaffen, da sich energiebezogene Informationen in der Vergangenheit teilweise schwer abgrenzen ließen. Außerdem wird sichergestellt, dass Verbrauchern die Informationen zur Energieeffizienz durchgängig zur Verfügung stehen.

Die Darstellung des Labels im Fernabsatz soll in delegierten Rechtsakten produktspezifisch festgelegt werden (Artikel 12 Abs. 3(g)), ebenso die Darstellung des Labels im Internet bzw. im Online-Fernabsatz (Art. 12 Abs. 3 (e)). Beim Offline-Fernabsatz muss nicht unbedingt

ein Label gezeigt werden, sondern in den Verordnungen festgelegte Informationen gegeben werden.

Zum Vergleich: Bisher ist die Online-Anzeige des Labels in den bestehenden produktspezifischen Verordnungen so geregelt, dass eine geschachtelte Anzeige zulässig ist. So kann zunächst ein (platzsparender) farbiger Pfeil wie in Abbildung 3.1 gezeigt werden, hinter dem ein Link zum vollständigen Label steht.

Abbildung 3.1 Pfeil für geschachtelte Anzeige, hier für Effizienzklasse A+++



Quelle: European Commission (2014)

Im Folgenden werden sowohl Vorschläge für das vollständige Energielabel als auch für eine reduzierte Version für die Anwendung im Internet beschrieben.

### 3.2.2 Designvorschläge für das vollständige Energielabel

In ihrem Arbeitspapier zur Revision von Haushalts-Kühlgeräten von Dezember 2017 hat die EU-Kommission auch den vorläufigen Label-Entwurf zur Diskussion gestellt (EU COM 2017). Dieser Entwurf wird auf Wunsch des Auftraggebers zum Anlass genommen, um eine genauer ausgearbeitete Gestaltung zu entwerfen. Die Labelvorschläge wurden in Zusammenarbeit mit der Designerin Susanne Walter (suwadesign) konzipiert. Abbildung 3.2 und Abbildung 3.3 zeigen die entstandenen Entwürfe.

Das Label ist – wie die bestehenden Label – sprachneutral gehalten, damit es europaweit einsetzbar ist. Teilweise hatten Verbraucher bislang Schwierigkeiten, einzelne Piktogramme zu verstehen. Vor der endgültigen Entscheidung und dem Roll-Out eines Labeldesigns mit den darin enthaltenen Piktogrammen empfiehlt es sich daher, Verbraucherbefragungen durchzuführen, um die Verständlichkeit des Labels zu testen (vgl. auch Waide und Watson 2013).

#### Grundgedanken des Designs

Die Erfahrung zeigt, dass gestalterische Aspekte bei der Kennzeichnung nicht unterschätzt werden dürfen. Auch Format und Design sind entscheidend für die Wirksamkeit des Labels. Randbedingung ist dabei, dass das Design sich deutlich vom bestehenden Label unterscheidet, sodass die Veränderung für Verbraucher sofort visuell erfassbar ist – das vermeidet Missverständnisse bei der Skalierung.

Das Label soll ein breites Publikum ansprechen, nicht nur Verbraucher, die sich für Ökologie interessieren. In der Vergangenheit hat sich gezeigt, dass eine allgemeine Qualitätswahrnehmung im Zusammenhang mit dem Label eine bessere Motivationswirkung hat als rein ökologische Aspekte (wie sie etwa durch eine Betonung der Farbe Grün hervorgerufen werden könnten). Technische Elemente sind weniger leicht verständlich und für den Verbraucher weniger wichtig und werden daher im vorgeschlagenen Entwurf statt im Zentrum am unteren Rand dargestellt. Der jährliche Energieverbrauch mit der Angabe "kWh per

annum" hat sich oft als schwer verständlich erwiesen (vgl. Dünnhoff und Palm 2014, Dünnhoff 2016). Deshalb wird ein zusätzliches Piktogramm in Form eines stilisierten Steckers vorgeschlagen, um die Verständlichkeit für Verbraucher zu verbessern.

### **Vorgeschlagenes Label: leicht verständlich und barrierefrei**

Ein klares, übersichtliches Design und gute Kontraste helfen dem Anwender, das Label schnell zu verstehen. Die farbigen Balken erhalten mehr Platz und sind leichter und schneller zu greifen. Der jährliche Energieverbrauch nimmt einen prominenten Platz ein. Schrift und Piktogramme sind aufgrund ihrer Größe und Kontraste gut lesbar.

### **Europäische Kommission als Herausgeberin des Labels**

Die blaue Überschrift des Labels zusammen mit der europäischen Flagge unterstreicht die europäische Herkunft und trennt den Emittenten vom thematischen Inhalt. Wie auch im vorläufigen Entwurf der EU-Kommission, wird aus Gründen der Sprachneutralität darauf verzichtet, das Wort Energie auszuschreiben. Stattdessen symbolisiert ein Blitz-Piktogramm das Thema Energie und ersetzt obendrein die Endung des Wortes Energie. Der Blitz ist jetzt blau, dynamischer und mit abgerundeten Kanten. So sieht es weniger martialisch und sympathischer aus.

### **Wertiges Design**

Der weiße Raum, die Grau- und Schwarztöne und das übersichtliche Design wirken attraktiv und edel. Grau und gedeckte Farben sind ein aktueller Trend, der mit Qualität und Ruhe verbunden ist; dieser Trend wird sich voraussichtlich fortsetzen. Im Gegensatz dazu können laute Farben eher kindlich wirken. Die Piktogramme wurden grafisch vereinfacht.

### **Vermittlung von Transparenz, Neutralität, Information und Offenheit**

Das Design mit seiner Klarheit, dem Weißraum und dem rationellen Einsatz von Farbe vermittelt Wert, Solidität und Neutralität. Der Weißraum und die linearen Symbole strahlen Offenheit aus. Die Gestaltung des Labels zielt nicht darauf ab, einen "ökologischen Look" zu vermitteln oder einer bestimmten moralischen oder politischen Sichtweise zu folgen, da diese als bevormundend empfunden werden könnte. Stattdessen soll das Label aufklären und Verbraucher in die Lage versetzen, informierte und eigenverantwortliche Entscheidungen zu treffen.

Abbildung 3.2 Label-Entwurf mit Angabe des Jahresverbrauchs und drei produktspezifischen Piktogrammen (suwadesign/ifeu)

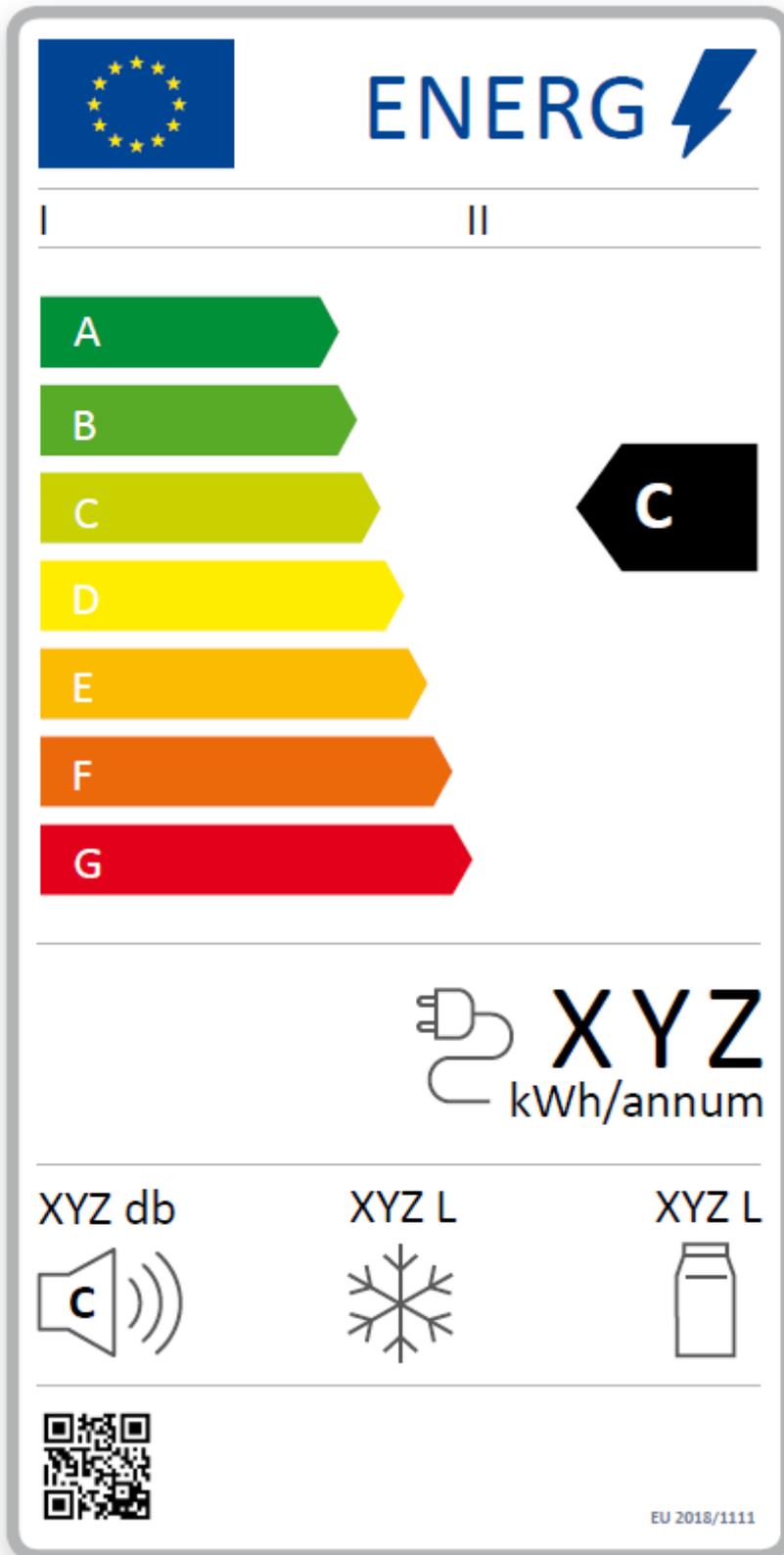
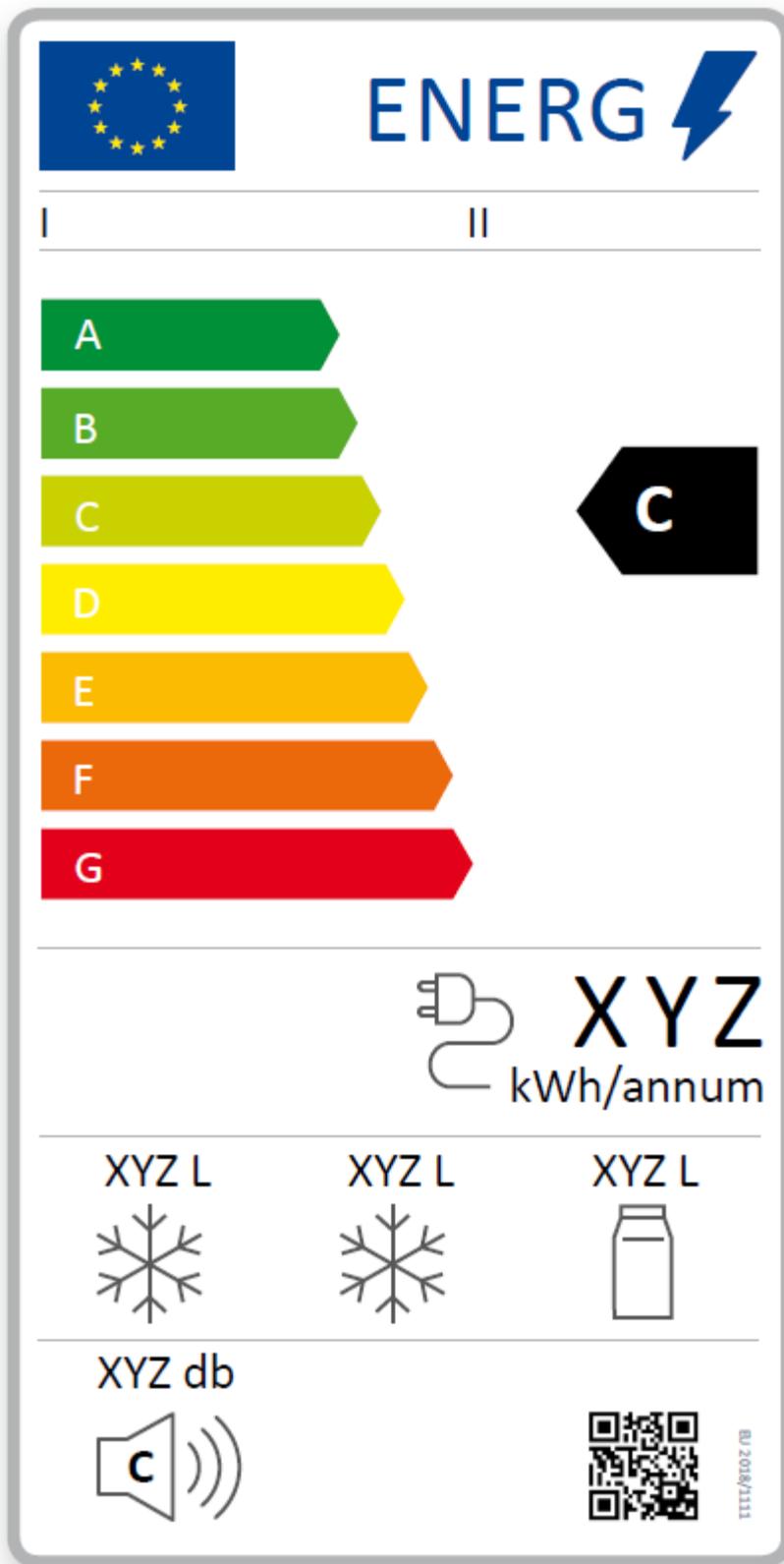


Abbildung 3.3 Label-Variante mit Raum für vier Piktogramme (zweiter Froststern: Platzhalter) (suwadesign/ifeu)



### 3.2.3 Designvorschläge für die reduzierten Symbole zur Anwendung im Internet

Symbole wie der Pfeil aus Abbildung 3.1 dienen dazu, eine platzsparende Effizienzklassenangabe im Internet zu liefern. Im Arbeitspapier der EU-Kommission zu einer revidierten Verordnung für Haushalts-Kühlgeräte (EU COM 2017) finden sich zu diesem Zweck zwei Pfeilsymbole, die in Abbildung 3.4 und Abbildung 3.5 dargestellt sind. Für den papierbasierten Fernabsatz und Werbematerial wird dabei zusätzlich die Angabe des „Range“, also der Bandbreite von der besten zur schlechtesten Klasse, verlangt – dies soll Verbrauchern das Verständnis erleichtern, da bei unterschiedlichen Produktgruppen unterschiedliche Ranges im Einsatz sein werden.

Abbildung 3.4 Vorschlag der EU-Kommission für ein reduziertes Symbol in papierbasiertem Fernabsatz und Werbematerial



Quelle: EU COM (2017)

Abbildung 3.5 Vorschlag der EU-Kommission für ein reduziertes Symbol im Online-Fernabsatz



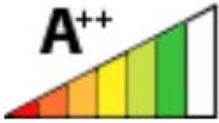
Quelle: EU COM (2017)

Es gibt allerdings Hinweise, dass eine andere Darstellung als die oben gezeigten farbigen Pfeile sinnvoller sein könnte. So hat eine Marktstudie zu Online-Labeln gezeigt, dass ein Symbol mit verschiedenen farbigen Klassen eine bessere Motivationswirkung hat als der einfache farbige Pfeil (Leenheer et al. 2014). Für die Studie wurden insgesamt etwa 10.000 Personen in zehn europäischen Ländern befragt.

Ergebnisse der Marktforschung zu Online-Labeln (Leenheer et al. 2014):

- Online-Label haben einen signifikanten Einfluss auf die Energieeffizienz beim Kauf von Produkten, und zwar in der Phase der Vorauswahl deutlich stärker als bei der Endauswahl.
- Damit Online-Label in dieser Phase gut erfasst werden können, müssen sie reduziert werden. Das vollständige Label hat online teilweise sogar negative Effekte.
- Die getesteten Online-Label-Formate waren von ihrer Effektivität her sehr unterschiedlich. Am besten schnitt das in Abbildung 3.6 dargestellte Symbol ab; der heute verwendete farbige Pfeil war weniger effektiv.
- Online-Label sollten daher speziell für die Online-Umgebung entwickelt werden. Das Studienergebnis stand nur für einen bestimmten Typ Label, eine eigenständige Entwicklung ist immer noch notwendig.

Abbildung 3.6 Testsymbol aus der Marktstudie Leenheer et al. (2014)



### Grundgedanken des Designs für das reduzierte Label

Da das gesamte Label weniger effektiv ist als ein vereinfachtes Symbol, bietet es sich an, das traditionelle Label zu vereinfachen. Gleichzeitig sollte der charakteristische Kern des Labels, die farbigen Balken, erhalten bleiben. Es empfiehlt sich daher, die farbigen Balken in den Pfeil zu integrieren, um eine reduzierte, aber aussagekräftige Version des Labels zu erhalten. Gleichzeitig sollte der Range angegeben werden, um eine Verwechslungsgefahr mit bestehenden, parallel existierenden Labels auszuschließen.

Abbildung 3.7 und Abbildung 3.8 zeigen erste Ansätze. Für einen Einsatz im Internet müssten die Icons noch eine zusätzliche Web-Optimierung durchlaufen.

Abbildung 3.7 Symbol-Variante 1 zur Anzeige der Energieeffizienzklasse und der Ranges im Internet (suwadesign/ifeu)



Abbildung 3.8 Symbol-Variante 2 zur Anzeige der Energieeffizienzklasse und der Ranges im Internet (suwadesign/ifeu)



## 3.3 Zulässigkeit nationaler Standards für energieverbrauchsrelevante Produkte

### 3.3.1 Hintergrund und Fragestellung

Die Steigerung der Energieeffizienz ist einer der zentralen Ansatzpunkte, um das Zwei-Grad-Ziel der internationalen Klimapolitik zu erreichen. Je effizienter Geräte arbeiten, desto weniger Energie verbrauchen sie, was insgesamt den Energiebedarf reduziert und damit auch den Ausstoß schädlicher Treibhausgase. Deshalb sieht die Klimastrategie der Europäischen Union bis 2020 die Steigerung der Energieeffizienz um 20 % gegenüber dem Stand von 1990 vor.

Zur Erreichung dieses Zieles ist es notwendig, Hersteller dazu zu bewegen, ihre Produkte und Geräte so zu gestalten, dass sie bei gleicher Leistung möglichst wenig Energie benötigen. Aus diesem Grund hat die Europäische Union die sogenannte Ökodesign-Richtlinie 2009/125/EG<sup>1</sup> erlassen, die einen Gesamtrahmen für den Erlass von Ökodesign-Anforderungen an energieverbrauchsrelevante Produkte festlegt. Hierunter sind solche Gegenstände zu verstehen, deren Nutzung den Verbrauch von Energie in irgendeiner Weise beeinflussen und die in Verkehr gebracht und/oder in Betrieb genommen werden.<sup>2</sup> Aufgrund der Ökodesign-Richtlinie sind bereits diverse Ökodesign-Anforderungen in Durchführungs-Verordnungen festgelegt worden.<sup>3</sup> Prominentestes Beispiel ist wohl die Verordnung (EG) Nr. 1275/2008,<sup>4</sup> die zu einem faktischem Verbot der Glühlampe geführt hat.

Aus deutscher Sicht ergibt sich in diesem Zusammenhang die Frage, ob und inwieweit der nationale Gesetzgeber Anforderungen an energieverbrauchsrelevante Produkte stellen kann, die über die europäischen Vorgaben hinausgehen. Hierfür wird zunächst der Rechtsrahmen dargestellt, der Auswirkungen auf den Gestaltungsspielraum des nationalen Gesetzgebers haben könnte. Davon ausgehend wird der verbleibende Handlungsspielraum untersucht.

---

<sup>1</sup> Richtlinie 2009/125/EG des europäischen Parlaments und des Rates vom 21.10.2009 zur Schaffung eines Rahmens für die Festlegung von Anforderungen an die umweltgerechte Gestaltung energieverbrauchsrelevanter Produkte (Ökodesign-Richtlinie, ABl. Nr. L 285, 10 ff).

<sup>2</sup> Vgl. Art. 2 Nr. 1 der Ökodesign-Richtlinie.

<sup>3</sup> Eine jeweils aktualisierte Übersicht über die erlassenen Ökodesign-Verordnungen findet sich unter: [http://ec.europa.eu/growth/industry/sustainability/ecodesign\\_de](http://ec.europa.eu/growth/industry/sustainability/ecodesign_de), letzter Zugriff am 27.2.2017; zum derzeitigen Stand vgl. EU-Kommission, Ecodesign legislation (Stand: 10.2.2017), abrufbar unter: [https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/list\\_of\\_ecodesign\\_measures.pdf](https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/list_of_ecodesign_measures.pdf), letzter Zugriff am 27.2.2017.

<sup>4</sup> Verordnung (EG) Nr. 1275/2008 der Kommission vom 17.12.2008 zur Durchführung der Richtlinie 2005/32/EG des Europäischen Parlaments und des Rates im Hinblick auf die Festlegung von Ökodesign-Anforderungen an den Stromverbrauch elektrischer und elektronischer Haushalts- und Bürogeräte im Bereitschafts- und im Aus-Zustand (ABl. Nr. L 339, 45 ff).

### 3.3.2 Rechtlicher Rahmen

#### 3.3.2.1 Die Ökodesign-Richtlinie 2009/125/EG als Rahmenrichtlinie

Wie eingangs erwähnt, ist die Steigerung der Energieeffizienz ein wesentlicher Bestandteil der Klimaschutzstrategie der Europäischen Union. Deshalb wurde bereits 2005 die Richtlinie 2005/32/EG zur Schaffung eines Rahmens für die Festlegung von Anforderungen an die umweltgerechte Gestaltung energiebetriebener Produkte erlassen.<sup>1</sup> Um auch die Einsparungspotenziale bei Produkten zu nutzen, die zwar keine Energie verbrauchen, erzeugen oder übertragen, deren Nutzung aber dennoch den Verbrauch von Energie beeinflusst, wurde die Neufassung der Ökodesign-Richtlinie 2009/125/EG auf sogenannte „energieverbrauchsrelevante Produkte“ ausgeweitet.<sup>2</sup>

Das Ziel der Ökodesign-Richtlinie ist einerseits, die umweltgerechte, energieeffiziente Gestaltung von Produkten, um den europaweiten Energiebedarf zu senken.<sup>3</sup> Andererseits soll die Festlegung gemeinschaftlicher Ökodesign-Anforderungen der Stärkung des gemeinsamen Binnenmarktes dienen, um den freien Handel dieser Produkte zu gewährleisten.<sup>4</sup>

Dabei ist zu beachten, dass in der Ökodesign-Richtlinie selbst keine Standards festgelegt werden. Vielmehr schafft sie einen Gesamtrahmen für die Festlegung gemeinschaftlicher Ökodesign-Anforderungen für energieverbrauchsrelevante Produkte.<sup>5</sup> Die konkrete Festlegung der Ökodesign-Anforderungen erfolgt gem. Art. 15 Abs. 1 Ökodesign-Richtlinie im Wege von Durchführungsmaßnahmen, die von der EU-Kommission erlassen werden.<sup>6</sup> Grundsätzlich besteht die Möglichkeit, dass diese in der Form von Verordnungen, Richtlinien oder Beschlüssen ergehen. Bisher wurden jedoch nur Durchführungs-Verordnungen (im Folgenden auch als Ökodesign-Verordnungen bezeichnet) erlassen, da diese in den Mitgliedstaaten unmittelbar wirken. In rund 25 Bereichen hat die EU-Kommission bis heute Ökodesign-Verordnungen erlassen, unter anderem Verordnungen bezüglich Raumklimageräten und Komfortventilatoren,<sup>7</sup> Computern und Computerservern<sup>8</sup> und Haushaltsgeschirrspülern.<sup>9</sup>

<sup>1</sup> Richtlinie 2005/32/EG des europäischen Parlaments und des Rates vom 06.7.2005 zur Schaffung eines Rahmens für die Festlegung von Anforderungen an die umweltgerechte Gestaltung energiebetriebener Produkte und zur Änderung der Richtlinie 92/42/EWG des Rates sowie der Richtlinien 96/57/EG und 2000/55/EG des Europäischen Parlaments und des Rates (ABl. Nr. L 191, 29 ff).

<sup>2</sup> Vgl. Erwägungsgründe (2) bis (4) Ökodesign-Richtlinie.

<sup>3</sup> Vgl. Art. 1 Abs. 2 Ökodesign-Richtlinie.

<sup>4</sup> Vgl. Erwägungsgrund (2) sowie Art. 1 Abs. 1 Ökodesign-Richtlinie.

<sup>5</sup> Erwägungsgrund (8) Ökodesign-Richtlinie.

<sup>6</sup> In Art. 15 Ökodesign-Richtlinie ist zudem vorgesehen, dass Standards durch Selbstregulierungsmaßnahmen der Industrie gesetzt werden können. Bisher wurden jedoch keine Standards in diesem Wege festgelegt.

<sup>7</sup> Verordnung (EU) Nr. 206/2012 der Kommission vom 06.3.2012 zur Durchführung der Richtlinie 2009/125/EG des Europäischen Parlaments und des Rates im Hinblick auf die Festlegung von Anforderungen an die umweltgerechte Gestaltung von Raumklimageräten und Komfortventilatoren (ABl. Nr. L 72, 7 ff).

<sup>8</sup> Verordnung (EU) Nr. 617/2013 der Kommission vom 26.6.2013 zur Durchführung der Richtlinie 2009/125/EG des Europäischen Parlaments und des Rates im Hinblick auf die Festlegung von Anforderungen an die umweltgerechte Gestaltung von Computern und Computerservern (ABl. Nr. L 175, 13 ff).

<sup>9</sup> Verordnung (EU) Nr. 1016/2010 der Kommission vom 10.11.2010 zur Durchführung der Richtlinie 2009/125/EG des Europäischen Parlaments und des Rates im Hinblick auf die Festlegung von Anforderungen an die umweltgerechte Gestaltung von Haushaltsgeschirrspülern (ABl. Nr. L 293, 31 ff).

Die Umsetzung der Ökodesign-Richtlinie erfolgt in Deutschland durch das Energieverbrauchsrelevante-Produkte-Gesetz (EVPG),<sup>1</sup> welches am 25.11.2011 in Kraft trat.<sup>2</sup> Dabei ist zu beachten, dass der deutsche Gesetzgeber im EVPG selbst keine materiellen Standards setzt, sondern im Wesentlichen die Vorgaben der Ökodesign-Richtlinie wiederholt. Insbesondere sind demnach die nationalen Behörden (der Bundesländer) für die Marktüberwachung und den Vollzug der Ökodesign-Richtlinie bzw. ihrer Durchführungs-Verordnungen zuständig. Zudem enthält § 3 EVPG eine Verordnungsermächtigung zugunsten der Bundesregierung zur Umsetzung von Durchführungsmaßnahmen der Ökodesign-Richtlinie. Auf dieser Grundlage ist die Verordnung zur Durchführung des EVPG (EVPG-Verordnung – EVPGV)<sup>3</sup> ergangen, die am 18.8.2013 in Kraft trat. § 1 EVPGV regelt die Voraussetzungen für das Inverkehrbringen bzw. die Inbetriebnahme energieverbrauchsrelevanter Produkte. Hierbei wird dann lediglich auf die von der EU-Kommission erlassenen Ökodesign-Verordnungen Bezug genommen. Ergänzend dazu ist in § 2 EVPGV festgelegt, dass ein Verstoß gegen diese Vorgaben eine Ordnungswidrigkeit darstellt.

### 3.3.2.2 Die Energieverbrauchskennzeichnungs-Richtlinie 2010/30/EU

Zur Erreichung des Energieeinsparziels der Europäischen Union von 20 % des Energieverbrauchs bis 2020 wurde zudem die Richtlinie 2010/30/EU über die Angabe des Verbrauchs an Energie durch energieverbrauchsrelevante Produkte mittels einheitlichen Etiketten und Produktinformationen (Kennzeichnungs-Richtlinie) erlassen.<sup>4</sup> Damit wird das System zur Kennzeichnung verschiedener Energieeffizienzklassen von A<sup>+++</sup> bis G, das für Haushaltsgeräte bereits durch die Richtlinie 92/75/EWG<sup>5</sup> etabliert wurde, auf sämtliche energieverbrauchsrelevante Produkte ausgeweitet. Danach werden die Hersteller bestimmter Produkte verpflichtet, an den Geräten Etiketten anzubringen, die übersichtlich und vergleichbar Auskunft über die Energieeffizienz der Geräte geben. Die Kennzeichnungs-Richtlinie soll Verbraucher genaue, sachdienliche und vergleichbare Information über den Energieverbrauch von Produkten zur Verfügung stellen, damit sie sich beim Kauf für die energieeffizientesten Geräte entscheiden können.

Ebenso wie die Ökodesign-Richtlinie, ist auch im Rahmen der Kennzeichnung-Richtlinie der Erlass konkreter Vorschriften für bestimmte Produktgruppen der EU-Kommission überlassen. Auch diese ergehen in der Regel in Form von Verordnungen (im Folgenden auch als Kennzeichnungs-Verordnungen bezeichnet), die in den Mitgliedstaaten unmittelbar gelten. Allerdings handelt es sich hierbei um delegierte Rechtsakte i. S. v. Art. 290 Vertrages über die Arbeitsweise der Europäischen Union (AEUV).<sup>6</sup> Bisher wurden in rund 17 Bereichen Kennzeichnungs-Verordnungen erlassen,<sup>7</sup> unter anderem Verordnungen bezüglich elektri-

<sup>1</sup> Energieverbrauchsrelevante-Produkte-Gesetz vom 27. Februar 2008 (BGBl. I S. 258), das zuletzt durch Artikel 332 der Verordnung vom 31. August 2015 (BGBl. I S. 1474) geändert worden ist.

<sup>2</sup> Die Vorgängerrichtlinie 2005/32/EG wurde durch das Energiebetriebene-Produkte-Gesetz vom 27.2.2008 umgesetzt.

<sup>3</sup> EVPG-Verordnung vom 14. August 2013 (BGBl. I S. 3221), die durch Artikel 1 der Verordnung vom 18. Januar 2017 (BGBl. I S. 85) geändert worden ist.

<sup>4</sup> Richtlinie 2010/30/EU des Europäischen Parlaments und des Rates vom 19.5.2010 über die Angabe des Verbrauchs an Energie und anderen Ressourcen durch energieverbrauchsrelevante Produkte mittels einheitlicher Etiketten und Produktinformationen (Kennzeichnungs-Richtlinie, ABl. Nr. L 153, 1 ff).

<sup>5</sup> Richtlinie 92/75/EWG des Rates vom 22.9.1992 über die Angabe des Verbrauchs an Energie und anderen Ressourcen durch Haushaltsgeräte mittels einheitlicher Etiketten und Produktinformationen (ABl. Nr. L 297, 16 ff).

<sup>6</sup> Konsolidierte Fassung des Vertrags über die Arbeitsweise der Europäischen Union (ABl. Nr. C 202, 47 ff).

<sup>7</sup> Eine jeweils aktualisierte Übersicht über die erlassenen Kennzeichnungs-Verordnungen findet sich unter: [http://ec.europa.eu/growth/industry/sustainability/ecodesign\\_de](http://ec.europa.eu/growth/industry/sustainability/ecodesign_de), letzter Zugriff am 27.2.2017; zum

schen Lampen und Leuchten,<sup>1</sup> Haushaltsgeschirrspüler<sup>2</sup> sowie Haushaltsbacköfen und -dunstabzugshauben.<sup>3</sup>

Im Zusammenhang der aufgeworfenen Fragestellung sind die Ökodesign-Verordnung Nr. 813/2013<sup>4</sup> für Raumheizanlagen und Kombiheizgeräte (im Folgenden auch als Raumheizungs-Ökodesign-Verordnung bezeichnet) sowie die dazugehörige Kennzeichnungs-Verordnungen 811/2013<sup>5</sup> für diese Produktgruppe hervorzuheben. Die Durchführungs-Verordnungen der Ökodesign-Richtlinie und die delegierten Verordnungen der Kennzeichnungs-Richtlinie treffen dabei häufig Regelungen bezüglich gleicher Produktgruppen. Die Ökodesign-Mindeststandards sind dabei häufig nicht mit der Einteilung der Energieklassen harmonisiert.<sup>6</sup> So ordnet beispielsweise die Raumheizungs-Ökodesign-Verordnung an, dass die jahreszeitbedingte Raumheizungs-Energieeffizienz von Raumheizgeräten mit Brennstoffkessel mit einer Wärmenennleistung von mindesten 70 kW nicht unter 86 % fallen darf. Aus der Kennzeichnungs-Verordnung 811/2013, die sich auf dieselbe Produktgruppe bezieht, ergibt sich aus Anhang II Teil 1 Tabelle 1, dass in die Energieeffizienzklasse B alle die Geräte fallen, die eine Energieeffizienz von 82 % bis 90 % haben. Folglich können aufgrund der Ökodesign-Verordnung nur noch Geräte der Effizienzklasse B vermarktet werden. Die Energieeffizienzskaalen wurden also nicht dahingehend angepasst, dass die Geräte, die gerade nur die Mindestanforderung der Ökodesign-Verordnung von 86 % Energieeffizienz erfüllen, auch in die unterste Energieeffizienzklasse der Kennzeichnungs-Verordnung fallen.

Derzeit ist eine Neufassung der Kennzeichnungs-Richtlinie geplant, die in Form einer Verordnung nach Art. 288 Abs. 2 AEUV erfolgen soll.<sup>7</sup> Der Wechsel vom Instrument der Richtlinie zur Verordnung wird damit begründet, dass es dem allgemeinen Ziel der EU-Kommission Rechnung trägt, das rechtliche Umfeld für die Mitgliedstaaten und die Wirtschaftsbeteiligten zu vereinfachen, sowie eine einheitlichen Anwendung und Umsetzung

derzeitigen Stand vgl. EU-Kommission, Energy Labelling legislation (Stand: 10.2.2017), abrufbar unter: [https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/list\\_of\\_energylabellingmeasures.pdf](https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/list_of_energylabellingmeasures.pdf), letzter Zugriff am 27.2.2017.

<sup>1</sup> Delegierte Verordnung (EU) Nr. 874/2012 der Kommission vom 12.7.2012 zur Ergänzung der Richtlinie 2010/30/EU des Europäischen Parlaments und des Rates im Hinblick auf die Energieverbrauchskennzeichnung von elektrischen Lampen und Leuchten (ABl. Nr. L 258, 1 ff).

<sup>2</sup> Delegierte Verordnung (EU) Nr. 1059/2010 der Kommission vom 28.9.2010 zur Ergänzung der Richtlinie 2010/30/EU des Europäischen Parlaments und des Rates im Hinblick auf die Kennzeichnung von Haushaltsgeschirrspülern in Bezug auf den Energieverbrauch (ABl. Nr. L 314, 1 ff).

<sup>3</sup> Delegierte Verordnung (EU) Nr. 65/2014 der Kommission vom 1.10.2013 zur Ergänzung der Richtlinie 2010/30/EU des Europäischen Parlaments und des Rates im Hinblick auf die Energieverbrauchskennzeichnung von Haushaltsbacköfen und -dunstabzugshauben (ABl. Nr. L 29, 1 ff).

<sup>4</sup> Verordnung (EU) Nr. 813/2013 der Kommission vom 2.8.2013 zur Durchführung der Richtlinie 2009/125/EG des Europäischen Parlaments und des Rates im Hinblick auf die Festlegung von Anforderungen an die umweltgerechte Gestaltung von Raumheizgeräten und Kombiheizgeräten (Raumheizungs-Ökodesign-Verordnung, ABl. Nr. L 239, 136 ff).

<sup>5</sup> Delegierte Verordnung (EU) Nr. 811/2013 der Kommission vom 18.2.2013 zur Ergänzung der Richtlinie 2010/30/EU des Europäischen Parlaments und des Rates im Hinblick auf die Energiekennzeichnung von Raumheizgeräten, Kombiheizgeräten, Verbundanlagen aus Raumheizgeräten, Temperaturreglern und Solareinrichtungen sowie von Verbundanlagen aus Kombiheizgeräten, Temperaturreglern und Solareinrichtungen (ABl. Nr. L 239, 1 ff).

<sup>6</sup> Dazu ausführlich: Nusser/Reintjes, Das neue Recht der Energieverbrauchskennzeichnung für energieverbrauchsrelevante Produkte, EuZW 2012, 446, 449 f.

<sup>7</sup> Europäische Kommission, COM(2015) 341 vom 15.7.2015: „Vorschlag für eine Verordnung des Europäischen Parlaments und des Rates zur Festlegung eines Rahmens für die Energieeffizienzkenzeichnung und zur Aufhebung der Richtlinie 2010/30/EU“, abrufbar unter: [http://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:e285ab78-2ba4-11e5-9f85-01aa75ed71a1.0020.02/DOC\\_1&format=PDF](http://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:e285ab78-2ba4-11e5-9f85-01aa75ed71a1.0020.02/DOC_1&format=PDF), letzter Zugriff am 27.2.2017.

der vorgeschlagenen Rechtsvorschriften in der gesamten Europäischen Union zu gewährleisten.<sup>1</sup> In den Erwägungsgründen des Verordnungsentwurfes wird die Neuordnung damit begründet, dass der Rahmen für die Energieverbrauchskennzeichnung aktualisiert werden muss, um die Wirksamkeit der Richtlinie zu verbessern.<sup>2</sup>

### 3.3.2.3 Die Richtlinie über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden 2010/31/EU

Gestützt auf ihre Kompetenz im Energiesektor aus Art. 194 Abs. 2 AEUV erließ die Europäische Union die Richtlinie 2010/31/EU über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden (Gebäude-Richtlinie),<sup>3</sup> die die Vorgänger-Richtlinie 2002/91/EG<sup>4</sup> weiterentwickelte. Ziel der Richtlinie ist es, die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden zu erhöhen um die enormen Energieeinsparpotenziale im Wärmesektor optimal auszuschöpfen.

Dabei überlässt es die Richtlinie den Mitgliedstaaten, die konkreten Instrumente zur Erreichung der Ziele einzuführen. Sie müssen allerdings Mindestanforderungen an die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden (Art. 4 Gebäude-Richtlinie) und gebäudetechnischen Systemen (Art. 8 Gebäude-Richtlinie) aufstellen. Hierbei haben sie grundsätzlich einen weiten Gestaltungsspielraum (Art. 1 Abs. 3 Gebäude-Richtlinie). Zudem muss für Neubauten sichergestellt werden, dass diese ab 2019 (bei Nutzung durch Behörden als Eigentümer) bzw. ab 2021 (alle sonstigen Gebäude) den Anforderungen an ein „Niedrigstenergiegebäude“<sup>5</sup> entsprechen (Art. 9 Abs. 1 Gebäude-Richtlinie). Für Bestandsgebäude, deren Gesamtenergieeffizienz insbesondere anlässlich von Sanierungsmaßnahmen gesteigert werden kann, sind Maßnahmen zu entwickeln, die zur Verbreitung des Niedrigstenergiegebäude-Standards führen (Art. 9 Abs. 2 Gebäude-Richtlinie). Insbesondere sind die Mitgliedstaaten nach Art. 10 der Richtlinie angehalten, geeignete Finanzierungs- und Anreizinstrumente zu entwickeln. Ein wesentliches Instrument der Richtlinie ist zudem die Einführung von Energieausweisen (Art. 11 Gebäude-Richtlinie), die über die Gesamtenergieeffizienz der Gebäude informieren und zudem Referenzwerte wie die Mindestanforderungen an die Energieeffizienz enthalten. Damit soll Eigentümern und Mietern der Vergleich und die Beurteilung der Gesamtenergieeffizienz ermöglicht werden, um so einen Anreiz für die Errichtung bzw. Sanierung von Gebäuden mit möglichst hoher Energieeffizienz zu schaffen.

Die Umsetzung der Richtlinie erfolgt in Deutschland durch das Energieeinsparungsgesetz (EnEG)<sup>6</sup> und die auf dessen Grundlage ergangene Energieeinsparverordnung (EnEV).<sup>7</sup>

### 3.3.2.4 Die Energieeffizienz-Richtlinie 2012/27/EU

Die Energieeffizienz-Richtlinie 2012/27/EU<sup>1</sup> führt die Bestimmungen der Energiedienstleistungs-Richtlinie<sup>2</sup> und der Kraft-Wärme-Kopplung-Richtlinie<sup>3</sup> zusammen. Damit wollte die

<sup>1</sup> Europäische Kommission, COM (2015) 341, Begründung 2.4.

<sup>2</sup> Europäische Kommission, COM (2015) 341, Erwägungsgrund (3).

<sup>3</sup> Richtlinie 2010/31/EU des Europäischen Parlaments und des Rates vom 19.5.2010 über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden (Gebäude-Richtlinie, ABl. Nr. L 153, 13 ff).

<sup>4</sup> Richtlinie 2002/91/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 16.12.2002 über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden (ABl. Nr. L 1, 65 ff).

<sup>5</sup> Vgl. hierzu Art. 2 Ziffer 2 Gebäude-Richtlinie; nähere Erläuterung auch unter Kap. 3.7.

<sup>6</sup> Energieeinsparungsgesetz in der Fassung der Bekanntmachung vom 1. September 2005 (BGBl. I S. 2684), das zuletzt durch Artikel 1 des Gesetzes vom 4. Juli 2013 (BGBl. I S. 2197) geändert worden ist.

<sup>7</sup> Energieeinsparverordnung vom 24. Juli 2007 (BGBl. I S. 1519), die zuletzt durch Artikel 3 der Verordnung vom 24. Oktober 2015 (BGBl. I S. 1789) geändert worden ist.

Europäische Union zur Erreichung der sogenannten „20-20-20-Ziele“<sup>4</sup> des Klima- und Energiepaketes 2020 beitragen.<sup>5</sup> Hierzu sind in der Energieeffizienz-Richtlinie Maßnahmen zum Ausbau von Kraft-Wärme-Kopplung und Fernwärme vorgesehen,<sup>6</sup> ebenso sowie die Einführung sog. Energieeffizienzverpflichtungssysteme.<sup>7</sup> Die Mitgliedstaaten müssen zudem sicherstellen, dass der Energieverbrauch für den Endkunden individuell erfasst wird und ihm entsprechende Abrechnungsinformationen zur Verfügung stehen. Daneben ist in Art. 27 der Energieeffizienz-Richtlinie eine Änderung in Art. 6 der Ökodesign-Richtlinie vorgesehen, ebenso wie die Einfügung eines weiteren Erwägungsgrundes in die Ökodesign-Richtlinie.<sup>8</sup>

### 3.3.2.5 Die Erneuerbare-Energien-Richtlinie 2009/28/EU

Die Steigerung des Anteils erneuerbarer Energien auf 20 % am Gesamtenergieverbrauch ist ebenfalls Teil der Klimastrategie der Europäischen Union. Hierzu wurde die Erneuerbare-Energien-Richtlinie 2009/28/EU<sup>9</sup> erlassen. Der Kernpunkt der Richtlinie ist die Festlegung von verbindlichen nationalen Gesamtzielen. Deutschland ist danach verpflichtet den Anteil erneuerbarer Energien am Gesamtenergieverbrauch bis zum Jahr 2020 auf 18 % zu steigern.<sup>10</sup> Zur Erreichung dieser nationalen Zielvorgaben sind die Mitgliedstaaten verpflichtet, geeignete Maßnahmen zu unternehmen, insbesondere können sie Förderregelungen einführen.

<sup>1</sup> Richtlinie 2012/27/EU des Europäischen Parlaments und des Rates vom 25.10.2012 zur Energieeffizienz, zur Änderung der Richtlinien 2009/125/EG und 2010/30/EU und zur Aufhebung der Richtlinien 2004/8/EG und 2006/32/EG (ABl. Nr. L 315, 1 ff).

<sup>2</sup> Richtlinie 2006/32/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 5.4.2006 über Endenergieeffizienz und Energiedienstleistungen und zur Aufhebung der Richtlinie 93/76/EWG des Rates (ABl. Nr. L 114, 64 ff).

<sup>3</sup> Richtlinie 2004/8/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 11.2.2004 über die Förderung einer am Nutzwärmebedarf orientierten Kraft-Wärme-Kopplung im Energiebinnenmarkt und zur Änderung der Richtlinie 92/42/EWG (ABl. Nr. L 52, 50 ff).

<sup>4</sup> Das Klima- und Energiepaket 2020 der Europäischen Union sieht vor, dass bis 2020 die Treibhausgasemissionen um 20 % gegenüber dem Stand von 1990 sinken, 20 % der Energien aus erneuerbaren Quellen geliefert wird und die Energieeffizienz um 20 % gesteigert wird, vgl. Lecheler/Recknagel in: Dausies, EU-Wirtschaftsrecht, M. Energierecht, Rn. 259.

<sup>5</sup> Topp in: Danner/Theobald, Energierecht, § 76 Fernwärmerecht, Rn. 38.

<sup>6</sup> Art. 14 Energieeffizienz-Richtlinie; vgl. hierzu Topp in: Danner/Theobald, Energierecht § 76 Fernwärmerecht, Rn. 39f.

<sup>7</sup> Diese richten sich an die Verteilnetzbetreiber und/oder Energielieferanten, die ihre die Endkunden zu Energieeffizienzmaßnahmen veranlassen sollen; ausführlicher dazu: Martin, Die Energieeffizienzrichtlinie, EnWZ 2012, 62 ff.

<sup>8</sup> Siehe hierzu Kap. 3.2.3.

<sup>9</sup> Richtlinie 2009/28/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23.4.2009 zur Förderung der Nutzung von Energie aus erneuerbaren Quellen und zur Änderung und anschließenden Aufhebung der Richtlinien 2001/77/EG und 2003/30/EG (ABl. Nr. L 140, 16 ff).

<sup>10</sup> Vgl. Anhang I, Teil A i. V. m. Art. 3 Erneuerbare-Energien-Richtlinie.

### 3.3.3 Gestaltungsspielraum der Mitgliedstaaten für nationale Produktstandards

Wie bereits geschildert,<sup>1</sup> schafft die Ökodesign-Richtlinie einen Rahmen für die Rechtsangleichung nationaler Standards für energieverbrauchsrelevante Produkte. Damit zielt sie gerade auf die Beseitigung nationaler Rechtsunterschiede. Demnach schränkt sie den Gestaltungsspielraum der Mitgliedstaaten grundsätzlich ein. Es stellt sich jedoch die Frage nach der Rechtsangleichungsintensität der Ökodesign-Richtlinie, d. h. danach inwieweit sie auf die mitgliedstaatlichen Rechtssysteme einwirkt und den Mitgliedstaaten Regelungsbefugnisse belässt.<sup>2</sup> Ob eine Richtlinie eine abschließende Regelung beabsichtigt und insofern einzelstaatliche Maßnahmen ausschließt, ist durch Auslegung zu ermitteln, wobei der Wortlaut, die Zielsetzung und die Regelungssystematik zu beachten sind.<sup>3</sup> Für den Gestaltungsspielraum des nationalen Gesetzgebers ist es also entscheidend, ob und in wieweit die Ökodesign-Richtlinie eine Sperrwirkung entfaltet.

#### 3.3.3.1 Sperrwirkung der Ökodesign-Richtlinie

Ob die Ökodesign-Richtlinie grundsätzlich eine Sperrwirkung entfalten soll, hängt von verschiedenen Faktoren ab. Ausschlaggebend sind hierfür sowohl die Rechtsgrundlage, auf der sie erlassen wurde, als auch die Auslegung der Ökodesign-Richtlinie selbst, da diese Faktoren Rückschlüsse auf die von der Ökodesign-Richtlinie ausgehende Rechtsangleichungsintensität zulassen.

Mit Rechtsangleichung ist „die sachbezogene Annäherung mitgliedstaatlicher Vorschriften an unionsrechtlich vorgegebene Standards gemeint, mit denen nationale Rechtsunterschiede und die hierdurch bewirkten Markteingriffe [...] beseitigt werden sollen.“<sup>4</sup> Die Begriffe Koordinierung und Harmonisierung werden hierzu synonym verwendet.<sup>5</sup> Bezüglich der Rechtsangleichungsintensität kann grundsätzlich zwischen zwei Methoden unterschieden werden: der vollständigen und der teilweisen Harmonisierung. Von einer vollständigen Harmonisierung<sup>6</sup> ist auszugehen, wenn eine Richtlinie so gefasst ist, dass die Mitgliedstaaten bezüglich des von der Richtlinie erfassten Sachbereichs keinerlei Regelungen erlassen oder beibehalten dürfen, die in der Richtlinie nicht vorgesehen sind.<sup>7</sup> Anders ausgedrückt verbleibt den Mitgliedstaaten bei einer Vollharmonisierung kein Handlungsspielraum, weil von einer abschließenden Harmonisierungsmaßnahme eine Sperrwirkung ausgeht.<sup>8</sup> Im Gegensatz dazu ist den Mitgliedstaaten bei einer teilweisen Harmonisierung der Erlass bzw. die Beibehaltung nationaler Standards möglich, obwohl diese sachgegenständlich auch von der Harmonisierungsrichtlinie erfasst sind.<sup>9</sup>

<sup>1</sup> Siehe Kap. 1 und 2.1.

<sup>2</sup> Leible/Schröder in: Streinz, Art. 114 AEUV, Rn. 25.

<sup>3</sup> Leible/Schröder in: Streinz, Art. 114 AEUV, Rn. 26; vgl. hierzu auch Klinski, Zur Vereinbarkeit nationaler Klimaschutzregelungen für Gebäude und Gebäudetechnik mit Öko-Design-Vorschriften der EU (unveröffentlichtes Manuskript), S. 21.

<sup>4</sup> Korte in: Calliess/Ruffert, Art. 114 AEUV Rn. 22.

<sup>5</sup> Korte in: Calliess/Ruffert, Art. 114 AEUV Rn. 22.

<sup>6</sup> Auch „Vollharmonisierung“ oder „totale Harmonisierung“ genannt.

<sup>7</sup> Tietje in: Grabitz/Hilf/Nettesheim, Art. 114 AEUV Rn. 39.

<sup>8</sup> Korte in: Calliess/Ruffert, Art. 114 Rn. 27 f., 69.

<sup>9</sup> Tietje in: Grabitz/Hilf/Nettesheim, Art. 114 AEUV Rn. 41.

## Kompetenzgrundlage

Um die angestrebte Harmonisierungsintensität der Ökodesign-Richtlinie zu bewerten, ist auch die Kompetenzgrundlage heranzuziehen, aufgrund derer sie erlassen wurde. Wie die Vorgängerrichtlinie 2005/32/EG wurde sie auf Art. 95 des Vertrags zur Gründung der Europäischen Gemeinschaft (EG-Vertrag)<sup>1</sup> (heute Art. 114 AEUV) gestützt. Die Europäische Union berief sich demnach auf ihre Kompetenz zur Angleichung von Rechtsvorschriften im Binnenmarkt. Wird eine Richtlinie auf diese Kompetenz gestützt, verbleibt den Mitgliedstaaten – anders als bei anderen Kompetenztiteln – grundsätzlich nur ein geringer Gestaltungsspielraum aufgrund der sogenannten „Schutzverstärkungsklauseln“ in Art. 114 Abs. 4 bzw. 5 AEUV (siehe hierzu Kap. 5.3.3). Dies schließt grundsätzlich auch aus, dass sich die Mitgliedstaaten auf die sonstigen im Primärrecht vorgesehenen Rechtfertigungsmöglichkeiten berufen können. Insbesondere können sie nationale Maßnahmen nicht auf die Rechtfertigungsmöglichkeiten im Rahmen der Warenverkehrsfreiheit aus Art. 36 AEUV stützen.<sup>2</sup> Hintergrund ist, dass die Mitgliedstaaten zwar grundsätzlich die in Art. 34 AEUV geregelte Warenverkehrsfreiheit gewährleisten müssen. Diese garantiert den Herstellern und Verbrauchern, dass Waren über die Grenzen der Mitgliedstaaten hinweg frei gehandelt werden können. Allerdings sind von diesem Grundsatz gem. Art. 36 AEUV Ausnahmen zulässig. Darüber hinaus sind nach der Cassis-de-Dijon-Rechtsprechung des EuGH auch Ausnahmen aus zwingenden Gründen des Allgemeinwohls zulässig,<sup>3</sup> wozu auch der Umweltschutz gehört.<sup>4</sup> Allerdings ist ein Rückgriff hierauf ausgeschlossen, wenn die Richtlinie aufgrund von Art. 114 AEUV erlassen wurde, da die Schutzverstärkungsklauseln sonst umgangen würden.

Obwohl die Ökodesign-Richtlinie thematisch auch im Bereich der Umweltschutz- oder Energiepolitik zu verorten ist, wurde sie nicht auf die entsprechenden Kompetenztitel gestützt.

- Die Europäische Union hat nach Art. 192 AEUV (früher Art. 175 EG-Vertrag) die Kompetenz im Bereich der Umweltschutzpolitik tätig zu werden. Im Gegensatz zu den Harmonisierungsmaßnahmen, die aufgrund von Art. 114 AEUV ergehen, verbleibt den Mitgliedstaaten bei Richtlinien, die auf die Umweltpolitik gestützt werden, gem. Art. 193 AEUV ein weiterer Gestaltungsspielraum, da solche Richtlinien sie nicht daran hindern, verstärkte Schutzmaßnahmen beizubehalten oder zu ergreifen. Die Mitgliedstaaten können also über die Anforderungen des Unionsrechts hinausgehen. Zwar müssen sie auch in diesem Falle die EU-Kommission informieren, allerdings ist – anders als bei Art. 114 AEUV – nicht vorgesehen, dass die Maßnahme erst von der EU-Kommission gebilligt werden muss. Jedoch ist zu beachten, dass sich dieses mitgliedstaatliche Vorgehen am Primärrecht und insbesondere an den Grundfreiheiten messen lassen muss, d. h. strengere nationale Maßnahmen deren Vorgaben entsprechen müssen.<sup>5</sup>
- Nachdem durch den Vertrag von Lissabon der Europäischen Union auch eine Kompetenz in der Energiepolitik (Art. 194 AEUV) eingeräumt wurde, kann die Europäische Union Rechtsakte unter anderem zur Förderung der Energieeffizienz und Energieeinsparungen erlassen. Hierbei ist den Mitgliedstaaten ebenfalls ein recht weiter Gestaltungsspielraum eingeräumt, denn sie dürfen durch diese Maßnahmen der Europäischen Uni-

<sup>1</sup> Konsolidierte Fassung des Vertrags zur Gründung der Europäischen Gemeinschaft (ABl. Nr. C 325, 33 ff).

<sup>2</sup> Korte in: Calliess/Ruffert, Art. 114 Rn. 28, 74.

<sup>3</sup> Leible/T. Streinz in: Grabitz/Hilf/Nettesheim, Art. 34 AEUV Rn. 107, EuGH, Urt. v. 20.2.1979 – Rs 120/78, Rn. 8.

<sup>4</sup> Leible/T. Streinz in: Grabitz/Hilf/Nettesheim, Art. 34 AEUV Rn. 117.

<sup>5</sup> Classen in: von der Groeben/Schwarze/Hatje, Art. 114 Rn. 205.

on nicht daran gehindert werden, die Bedingungen für die Nutzung ihrer Energieresourcen, ihrer Wahl zwischen verschiedenen Energiequellen und die allgemeine Struktur ihrer Energieversorgung zu bestimmen. Außerdem ist hier – im Gegensatz zu Art. 114 Abs. 4 und 5 AEUV – kein spezielles Verfahren für das Beibehalten bzw. die Einführung nationaler Sonderregelungen vorgesehen. Allerdings müssen sich auch diese Maßnahmen am Primärrecht und damit insbesondere an den Grundfreiheiten messen lassen.

Es bleibt festzuhalten, dass den Mitgliedstaaten bei Rechtsakten, die auf der umwelt- bzw. energiepolitischen Kompetenz der Europäischen Union ergangen sind, ein größerer Gestaltungsspielraum verbleibt als bei Maßnahmen aufgrund der Kompetenz zur Angleichung von Rechtsvorschriften. Allerdings müssen sich einzelstaatliche Maßnahmen dann am Primärrecht und dort insbesondere an den Grundfreiheiten messen lassen. Im Gegensatz dazu verbleibt den Mitgliedstaaten bei Harmonisierungsmaßnahmen im Rahmen von Art. 114 AEUV nur noch im Rahmen der Schutzverstärkungsklauseln aus Art. 114 Abs. 4 bzw. 5 AEUV ein Gestaltungsspielraum. Insbesondere können sie nicht auf die allgemeinen Rechtfertigungsmöglichkeiten aus Art. 36 AEUV zurückgreifen. Dies bedeutet für die Ökodesign-Richtlinie, die auf dieser Grundlage ergangen ist, dass der verbleibende Gestaltungsspielraum eher eng ist.

Es kann zwar durchaus kritisch beurteilt werden, dass die Ökodesign-Richtlinie auf die Kompetenz aus Art. 114 AEUV gestützt wurde, denn ausweislich des Art. 1 Abs. 2 S. 2 der Ökodesign-Richtlinie ist der Umweltschutz neben der Sicherheit der Energieversorgung, das inhaltlich vorrangige Ziel.<sup>1</sup> Allerdings ist die Ökodesign-Richtlinie ihrer Konzeption nach eine produktbezogene Regelung, was die die Abstützung auf Art. 114 AEUV (bzw. Art. 95 EG-Vertrag) erklärt.<sup>2</sup> Die Rechtsangleichung im Binnenmarkt ist also zumindest auch ein wesentliches Ziel der Ökodesign-Richtlinie, was sich sowohl in ihren Erwägungsgründen als auch in ihrem ersten Artikel niedergeschlagen hat.<sup>3</sup> Damit ist davon auszugehen, dass die Abstützung der Ökodesign-Richtlinie auf den Kompetenztitel zur Angleichung von Rechtsvorschriften im Binnenmarkt rechtlich Bestand haben wird.

### Warenverkehrsklausel

Bei der Frage, ob von der Ökodesign-Richtlinie eine Sperrwirkung ausgeht, kommt es zudem insbesondere auf die Auslegung von Art. 6 Abs. 1 S. 1 Ökodesign-Richtlinie an. Dieser lautet wie folgt:

„Die Mitgliedstaaten dürfen das Inverkehrbringen und/oder die Inbetriebnahme eines Produkts in ihrem Hoheitsgebiet nicht unter Berufung auf Ökodesign-Anforderungen betreffend die in Anhang I Teil 1 genannten Ökodesign-Parameter, die von der jeweils geltenden Durchführungsmaßnahme erfasst werden, untersagen, beschränken oder behindern, wenn das Produkt allen einschlägigen Bestimmungen der jeweils geltenden Durchführungsmaßnahme entspricht und mit der in Artikel 5 genannten CE-Kennzeichnung versehen ist.“

Daraus ergibt sich, dass es den Mitgliedstaaten untersagt ist, den Handel mit den Produkten, die unter eine Durchführungsmaßnahme fallen, unter Berufung auf die in Anhang I

<sup>1</sup> Schomerus in: Jepsen/Reintjes/Rubik/Schomerus, Grundkonzeption eines Top-Runner-Modells auf EU-Ebene, S. 83.

<sup>2</sup> Schomerus in: Jepsen/Reintjes/Rubik/Schomerus, Grundkonzeption eines Top-Runner-Modells auf EU-Ebene, S. 83.

<sup>3</sup> Vgl. Erwägungsgründe (2) und (8) sowie Art. 1 Abs. 1 Ökodesign-Richtlinie.

Teil 1 aufgeführten Ökodesign-Parameter zu behindern, wenn das Produkt die Anforderungen der Ökodesign-Verordnung erfüllt. Das schließt auch die Einführung strengerer Ökodesign-Anforderungen ein. Diese Auslegung ergibt sich zudem daraus, dass die Ökodesign-Richtlinie nicht auf Grundlage der Umweltschutzkompetenz der Europäischen Union erlassen, sondern auf die Kompetenz zur Angleichung der Rechtsvorschriften im Binnenmarkt gestützt wurde. Hierdurch haben die Richtliniengeber den produktbezogenen Charakter der Ökodesign-Richtlinie in den Vordergrund gerückt und damit das Ziel der Schaffung eines Binnenmarktes für energieverbrauchsrelevante Produkte. Demnach verbleibt dem nationalen Gesetzgeber nur ein Gestaltungsspielraum in den engen Grenzen des Art. 114 Abs. 4 bis 6 AEUV. Dies wird in Erwägungsgrund (11) der Richtlinie explizit klar gestellt. Dieser lautet:

„Hält es ein Mitgliedstaat für erforderlich, nationale Bestimmungen beizubehalten, die durch überragende Erfordernisse des Umweltschutzes gerechtfertigt sind, oder auf neue wissenschaftliche Erkenntnisse gestützte nationale Bestimmungen zum Schutz der Umwelt aufgrund eines spezifischen Problems für diesen Mitgliedstaat, das sich nach dem Erlass der betreffenden Durchführungsmaßnahme ergibt, einzuführen, so ist dies unter Beachtung von Artikel 95 Absätze 4, 5 und 6 des [EG-]Vertrags zulässig, in dem die vorherige Anmeldung bei der Kommission und deren Billigung vorgesehen sind.“

### Zwischenergebnis

Damit bleibt festzuhalten, dass die Ökodesign-Richtlinie den Mitgliedstaaten grundsätzlich nur im Rahmen der Schutzverstärkungsklauseln aus Art. 114 Abs. 4 und 5 AEUV (bzw. Art. 95 EG-Vertrag) einen eng begrenzten Handlungsspielraum belässt. Insofern entfaltet sie grundsätzlich eine Sperrwirkung für Maßnahmen der Mitgliedstaaten. Es stellt sich jedoch die Frage, wann diese Sperrwirkung greift und wie weitreichend sie ausgestaltet ist.

#### 3.3.3.2 Reichweite der Sperrwirkung

Zunächst ist zu beachten, dass die Ökodesign-Richtlinie erst dann eine Sperrwirkung für nationale Maßnahmen entfalten kann, wenn bezüglich der zu regelnden Produktgruppe bereits eine Ökodesign-Verordnung ergangen ist. Dann ist weiter zu untersuchen, wie weit die Sperrwirkung reicht, wenn für eine Produktgruppe eine Ökodesign-Verordnung erlassen wurde.

#### Durchführungs-Verordnung als Voraussetzung für die Sperrwirkung der Ökodesign-Richtlinie

Der Erlass einer Ökodesign-Verordnung ist für die Sperrwirkung der Ökodesign-Richtlinie deshalb nötig, weil diese eine Rahmenrichtlinie ist,<sup>1</sup> die selbst keine Standards festlegt. Vielmehr gibt sie nur einen Rahmen zum Erlass von Durchführungsrechtsakten vor, in denen die EU-Kommission dann nach einem bestimmten Verfahren selbst die Standards festlegt. Solange keine Ökodesign-Verordnung existiert, entfaltet die Ökodesign-Richtlinie nur insofern Wirkung, als dass die EU-Kommission die Kompetenz hat, eine Ökodesign-Verordnung für diese Produktgruppe zu erlassen. Die Richtlinie selbst hat jedoch noch

<sup>1</sup> Schomerus in: Jepsen/Reintjes/Rubik/Schomerus, Grundkonzeption eines Top-Runner-Modells auf EU-Ebene, S. 90.

keine produktbezogenen Standards festgelegt, insofern kann der Mitgliedstaat schon denklogisch nicht von diesen abweichen.

Dies entspricht auch der Systematik von Art. 114 Abs. 4 und 5 AEUV i. V. m. dem Wortlaut des Art. 6 Abs. 1 und 2 der Ökodesign-Richtlinie. Danach ist es den Mitgliedstaaten nur verboten, die Einfuhr eines Produktes zu beschränken, das in Übereinstimmung mit der jeweils geltenden Ökodesign-Verordnung hergestellt und entsprechend gekennzeichnet wurde. Folglich gilt die Sperrwirkung der Ökodesign-Richtlinie nur, wenn durch die Europäische Union tatsächlich Standards festgelegt werden. Hierfür spricht auch das in Art. 5 Abs. 2 des Vertrages über die Europäische Union (EU-Vertrag)<sup>1</sup> niedergelegte Prinzip der begrenzten Einzelermächtigung, wonach die Europäische Union nur innerhalb der Grenzen der Zuständigkeiten tätig wird, die die Mitgliedstaaten ihr in den Verträgen übertragen haben. Alle der Europäischen Union nicht in den Verträgen übertragenen Zuständigkeiten verbleiben bei den Mitgliedstaaten. Dass spricht dagegen, eine Rahmenrichtlinie dahingehend auszulegen, dass sie für sämtliche Produktgruppen eine Sperrwirkung entfalten soll. Bei einem so weitreichenden Verständnis wären die Mitgliedstaaten gehindert, Ökodesign-Anforderungen an sämtliche Produkte zu stellen, die in der Zukunft eventuell unter eine Ökodesign-Verordnung fallen könnten. Dies würde den Handlungsspielraum des nationalen Gesetzgebers übermäßig einschränken. Dies gilt insbesondere, weil das Verfahren zum Erlass der Durchführungs-Verordnungen aufgrund der Komplexität der Materie und des Umfangs der potentiellen Produktgruppen langwierig ist und die EU-Kommission nicht die Personalstärke hat, um zeitnah für sämtliche Produkte Regelungen zu erlassen. Zumal nicht feststeht, ob ein bestimmtes Produkt überhaupt jemals unter eine Ökodesign-Verordnung fallen wird. Wenn der nationale Gesetzgeber aber bereits mit dem Erlass einer Rahmenrichtlinie an der Verabschiedung eigener Standards gehindert sein soll, würde das den Erlass solcher Vorschriften europaweit unmöglich machen, obwohl die Europäische Union das Problem selbst nicht zeitnah lösen kann. Dies kann nicht die Absicht beim Erlass der Ökodesign-Richtlinie gewesen sein.

Es stellt sich lediglich die Frage, ob das anders zu bewerten ist, wenn bezüglich einem Produkt schon das in Art. 15 Ökodesign-Richtlinie geregelte Verfahren eingeleitet ist oder das Produkt in das Arbeitsprogramm der EU-Kommission<sup>2</sup> (Art. 16 Ökodesign-Richtlinie) aufgenommen wurde.

Zur Beantwortung dieser Frage kann der Grundsatz der Unionstreue herangezogen werden. Dieser ist in Art. 4 Abs. 3 EU-Vertrag geregelt:

„Nach dem Grundsatz der loyalen Zusammenarbeit achten und unterstützen sich die Union und die Mitgliedstaaten gegenseitig bei der Erfüllung der Aufgaben, die sich aus den Verträgen ergeben.

Die Mitgliedstaaten ergreifen alle geeigneten Maßnahmen allgemeiner oder besonderer Art zur Erfüllung der Verpflichtungen, die sich aus den Verträgen oder den Handlungen der Organe der Union ergeben.

<sup>1</sup> Konsolidierte Fassung des Vertrags über die Europäische Union (ABl. Nr. C 202, 13 ff).

<sup>2</sup> Arbeitsprogramm für die Jahre 2012 bis 2014: Europäische Kommission, SWD(2012) 434 vom 7.12.2012: „Commission Staff Working Document – Establishment of the Working Plan 2012-2014 under the Ecodesign Directive“, abrufbar unter: [http://www.eup-network.de/fileadmin/user\\_upload/Work\\_plan\\_2012.PDF](http://www.eup-network.de/fileadmin/user_upload/Work_plan_2012.PDF), letzter Zugriff am 27.2.2017; Arbeitsprogramm für die Jahre 2016 bis 2019: Europäische Kommission, COM(2016) 773 vom 30. November 2016: „Ökodesign-Arbeitsprogramm 2016–2019“, abrufbar unter: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:52016DC0773&from=EN>, letzter Zugriff am 27.2.2017.

Die Mitgliedstaaten unterstützen die Union bei der Erfüllung ihrer Aufgabe und unterlassen alle Maßnahmen, die die Verwirklichung der Ziele der Union gefährden könnten.“

Dieser Grundsatz ist vor allem bedeutsam im Zusammenhang mit der Umsetzung von Richtlinien. Hierfür können die Mitgliedstaaten die Umsetzungsfrist zwar grundsätzlich ausschöpfen. Allerdings ist es ihnen vor Ablauf der Umsetzungsfrist verwehrt, nationalstaatliche Maßnahmen zu ergreifen, die geeignet sind, das Ziel der Richtlinie „ernstlich in Frage zu stellen“.<sup>1</sup> Daraus könnten sich für die Mitgliedstaaten sogar schon vor der Verabschiedung eines Unionsrechtsaktes Unterlassenspflichten ergeben: nach der Rechtsprechung des Europäischen Gerichtshofs (EuGH) ist dies der Fall, wenn die Mitgliedstaaten im Bereich der ausschließlichen Unionskompetenz ausnahmsweise befugt sind, vorläufig tätig zu werden. In diesem Fall müssen sie auf einen Vorschlag der EU-Kommission schon dann Rücksicht nehmen, wenn dieser noch nicht als verbindliche Rechtsnorm verabschiedet wurde.<sup>2</sup> Die Rechtsprechung hat demnach aus dem Prinzip der Unionstreue die Pflicht der Mitgliedstaaten abgeleitet, bei nationalen Rechtsetzungsvorhaben auf gemeinschaftsrechtliche Rechtsetzungsprojekte Rücksicht zu nehmen, damit die nationale Maßnahme nicht die sich konkret abzeichnende Maßnahme der Europäischen Union beeinträchtigt. Die Mitgliedstaaten sollen dann einer „Stillhaltepflicht“ unterliegen, wenn der unionsrechtliche Rechtsetzungsprozess oder die spätere Umsetzung des Rechtsaktes erheblich beeinträchtigt wäre.<sup>3</sup> Es ist allerdings noch nicht geklärt, ob daraus eine allgemeine Stillhaltepflicht der Mitgliedstaaten während des Rechtsetzungsverfahrens des Unionsrechtsaktes abgeleitet werden kann. Hiergegen ließe sich argumentieren, dass die Mitgliedstaaten grundsätzlich nur an geltendes Gemeinschaftsrecht gebunden sind, nicht aber an unkonkrete Vorschläge.<sup>4</sup>

Bezüglich der Produkte, die lediglich im Arbeitsprogramm aufgeführt sind, sind die Mitgliedstaaten wohl nicht zum „Stillhalten“ verpflichtet. Zwar besteht mit der Aufnahme in das Arbeitsprogramm grundsätzlich die Möglichkeit, dass in Zukunft eine Regelung bezüglich dieser Produktgruppe getroffen wird. Für den nationalen Gesetzgeber ist damit die Absicht der EU-Kommission erkennbar, eben diese Produktgruppe zu regeln. Allerdings ist allein durch die Aufnahme in die Liste nicht absehbar, ob bzw. zu welchem Zeitpunkt tatsächlich eine Regelung erfolgen wird. Beispielsweise kann sich im Zuge der Vorstudien oder des Impact Assessment herausstellen, dass das Produkt für doch nicht geeignet für eine unionsweite Regelung gehalten wird. Zudem ist zu bedenken, dass das Konsultationsverfahren sehr langwierig ist und es Jahre dauern kann, bis eine Ökodesign-Verordnung verabschiedet wird. Darüber hinaus haben die Mitgliedstaaten gegenüber der EU-Kommission keine Sanktionsmöglichkeiten, wenn sie es unterlässt Durchführungsmaßnahmen zu erlassen.<sup>5</sup> Deshalb ist es fernliegend, allein die Aufnahme in diese Liste als eine sich konkret abzeichnende Maßnahme einzustufen und schon damit eine Sperrwirkung der Ökodesign-Richtlinie anzunehmen.

Will ein Mitgliedstaat Standards für Produkte einführen, für die bereits ein Verfahren nach Art. 15 der Ökodesign-Richtlinie eingeleitet wurde, könnte dies jedoch anders zu beurtei-

<sup>1</sup> Obwexer in: von der Groeben/Schwarze/Hatje, Art. 4 EU-Vertrag Rn. 132; EuGH, Urteil vom 18.12.1997 - Rs. C-129/96; NVwZ 1998, 385.

<sup>2</sup> Meyring, Europarechtliche Stillhalteverpflichtung bei der nationalen Gesetzgebung, EuR 2003, 949, 950, unter Verweis auf EuGH Rs. 804/79 (Seefischerei – Erhaltungsmaßnahmen) Slg. 1997, I-7411, Rn. 37.

<sup>3</sup> Meyring, Europarechtliche Stillhalteverpflichtung bei der nationalen Gesetzgebung, EuR 2003, 949, 950.

<sup>4</sup> Meyring, Europarechtliche Stillhalteverpflichtung bei der nationalen Gesetzgebung, EuR 2003, 949, 951.

<sup>5</sup> Schomerus in: Jepsen/Reintjes/Rubik/Schomerus, Grundkonzeption eines Top-Runner-Modells auf EU-Ebene, S. 92.

len sein. In einem solchen Fall könnte die im Abstimmungsverfahren befindliche Ökodesign-Verordnung nämlich als eine sich konkret abzeichnende Maßnahme gewertet werden, die der Mitgliedstaat dann nicht beeinträchtigen dürfte. Vielmehr könnten die Mitgliedstaaten angehalten sein, ihre Vorstellungen bei der Erarbeitung der Ökodesign-Verordnung zur Geltung bringen.<sup>1</sup> Damit könnte der Erlass einer nationalen Regelung die Ziele der Europäischen Union gefährden. Allerdings wären die Mitgliedstaaten dadurch an unkonkrete Vorschläge gebunden und nicht an geltendes Unionsrecht. Zudem ist zu beachten, dass der oben genannte Grundsatz im Zusammenhang mit der Umsetzung von Richtlinien entwickelt wurde. Er bezieht sich also auf eine Situation, in der die Mitgliedstaaten zur Umsetzung der Richtlinie selbst tätig werden müssen, um diese in das nationale Recht zu implementieren. Bei den Durchführungs-Verordnungen der Ökodesign-Richtlinie ist dies jedoch nicht der Fall, da sie unmittelbare Geltung in den Mitgliedstaaten entfalten. Aufgrund dieses Anwendungsvorrangs überlagert eine europäische Ökodesign-Verordnung die nationalen Regelungen so, dass diese auch dann nicht mehr anwendbar sind, wenn sie noch nicht aufgehoben oder angepasst wurden. Dementsprechend ist es nur schwer vorstellbar, dass der Erlass einer nationalen Maßnahme die Verwirklichung der Ziele der Europäischen Union gefährden kann. Dies würde dagegen sprechen, dass der nationale Gesetzgeber bereits dann am Erlass einer Regelung gehindert ist, wenn bereits ein Verfahren nach Art. 15 der Ökodesign-Richtlinie eingeleitet ist.

Auch wenn es dem nationalen Gesetzgeber grundsätzlich offen steht, Regelungen bezüglich solcher Produkte zu erlassen, für die noch keine Ökodesign-Verordnung ergangen ist, muss sich eine solche Regelung stets am Primärrecht messen lassen, also auch an den Grundfreiheiten und dort insbesondere an der Warenverkehrsfreiheit. Eine Rechtfertigung der Maßnahme aus Umweltschutzgründen erscheint dabei naheliegend. Diese Maßnahmen dürfen dann nicht diskriminierend sein und müssen insbesondere dem Grundsatz der Verhältnismäßigkeit entsprechen.<sup>2</sup>

### **Umfang der Sperrwirkung im Falle einer Ökodesign-Verordnung**

Es stellt sich allerdings die Frage nach der sachgegenständlichen Reichweite der Ökodesign-Richtlinie und damit nach dem Umfang der von ihr ausgehenden Sperrwirkung. Dabei ist zu beachten, dass sich die sachgegenständliche Reichweite einer Harmonisierungsmaßnahme in aller Regel nur auf Einzelaspekte einer Rechtsmaterie erstreckt. Der Grund hierfür ist, dass die EU keine Gesamtkodifikation anstreben kann,<sup>3</sup> da ihr aufgrund des Prinzips der begrenzten Einzelermächtigung<sup>4</sup> eine so weitgehende Kompetenz fehlt.<sup>5</sup>

Zunächst ist festzuhalten, dass eine Sperrwirkung nur für die Produkte eingreifen kann, die von der Ökodesign-Verordnung erfasst sind.<sup>6</sup> So sind beispielsweise Raumheizgeräte und Kombiheizgeräte mit einer Wärmenennleistung von unter 400 kW gem. Art. 1 der Raumheizungs-Ökodesign-Verordnung explizit von dem Anwendungsbereich dieser Verordnung ausgenommen. Für diese Geräte kann die Ökodesign-Richtlinie in Verbindung mit der Raumheizungs-Ökodesign-Verordnung keine Sperrwirkung entfalten.

---

<sup>1</sup> Schomerus in: Jepsen/Reintjes/Rubik/Schomerus, Grundkonzeption eines Top-Runner-Modells auf EU-Ebene, S. 93.

<sup>2</sup> Vergleiche hierzu sogleich unter Kap. 3.3.

<sup>3</sup> Tietje in: Grabitz/Hilf/Nettesheim, Art. 114 AEUV Rn. 36.

<sup>4</sup> Siehe hierzu 3.2.1.

<sup>5</sup> Classen in: von der Groeben/Schwarze/Hatje, Art. 114 Rn. 24.

<sup>6</sup> Schomerus in: Jepsen/Reintjes/Rubik/Schomerus, Grundkonzeption eines Top-Runner-Modells auf EU-Ebene, S. 111.

Für die Reichweite der Ökodesign-Richtlinie ist neben Art. 6 Abs. 1 Ökodesign-Richtlinie insbesondere dessen Abs. 2 relevant:

„Die Mitgliedstaaten dürfen das Inverkehrbringen und/oder die Inbetriebnahme eines Produkts in ihrem Hoheitsgebiet, das mit der in Artikel 5 genannten CE-Kennzeichnung versehen ist und für das die jeweils geltende Durchführungsmaßnahme vorsieht, dass keine Ökodesign-Anforderung erforderlich ist, nicht unter Berufung auf Ökodesign-Anforderungen betreffend die in Anhang I Teil 1 genannten Ökodesign-Parameter untersagen, beschränken oder behindern.“

Zunächst ist zu beachten, dass sich sowohl Art. 6 Abs. 1 als auch Abs. 2 nur auf Ökodesign-Parameter des Anhangs I Teil 1 der Ökodesign-Richtlinie beziehen. Für Teil 2 des Anhangs I, also die Anforderungen an die Bereitstellung von Informationen, gilt diese Sperrwirkung nicht. Dementsprechend sind weitergehende Informationsanforderungen als in der Ökodesign-Verordnung vorgesehen zulässig. Hierfür spricht auch die Zielsetzung des freien Warenverkehrs, zu dessen Verwirklichung die Rechtangleichung im Binnenmarkt erfolgt. Stellt ein Mitgliedstaat lediglich strengere Anforderungen an die Informationen, die der Hersteller zur Verfügung stellen muss, zwingt dies den Hersteller nicht, sein Produkt an bestimmte Standards anzupassen und sein Produkt zu ändern. Informationsanforderungen haben damit einen weitaus geringeren Einfluss auf die Ausübung der Warenverkehrsfreiheit.

Unabhängig davon lässt sich aus Art. 6 Abs. 1 der Ökodesign-Richtlinie entnehmen, dass eine Sperrwirkung bezüglich der Ökodesign-Parameter eintritt, „die von der jeweils geltenden Durchführungsmaßnahme erfasst werden“. Regelt eine Durchführungsmaßnahme bestimmte Parameter explizit, kann ein Mitgliedstaat keine nationale Maßnahme zur Regelung eben dieser Parameter erlassen. So sind beispielsweise in Anhang II der Raumheizungs-Ökodesign-Verordnung Grenzwerte für den Ausstoß von Stickoxiden (Nr. 4) festgelegt. Dies hat zur Folge, dass es den Mitgliedstaaten versagt ist, eigene höhere oder niedrigere Grenzwerte für den Stickoxidausstoß festzulegen.

Aus Art. 6 Abs. 2 der Ökodesign-Richtlinie ergibt sich, dass die Sperrwirkung der Ökodesign-Verordnung auch dann gelten soll, wenn die Ökodesign-Verordnung vorsieht, dass bestimmte Ökodesign-Anforderungen nicht erforderlich sind. Damit verbleibt den Mitgliedstaaten kein Spielraum zur Regelung dieser Parameter.<sup>1</sup>

Fraglich ist allerdings, ob dies auch gilt, wenn die Ökodesign-Verordnung einen bestimmten Parameter nicht erfasst, aber auch nicht explizit anordnet, dass keine Ökodesign-Anforderung erforderlich ist. In diesem Zusammenhang ist insbesondere auch Art. 15 Abs. 6 UAbs. 2 zu beachten:

„Die Durchführungsmaßnahmen können auch vorsehen, dass für bestimmte Ökodesign-Parameter nach Anhang I Teil 1 keine Ökodesign-Anforderungen aufzustellen sind.“

Dass der EU-Kommission diese Möglichkeit explizit gegeben wird, lässt darauf schließen, dass nur das ausdrückliche Absehen von der Festlegung eines Ökodesign-Parameters die Sperrwirkung der Verordnung auch auf diesen Parameter ausdehnt.<sup>2</sup> Damit die Durchfüh-

<sup>1</sup> Schomerus in: Jepsen/Reintjes/Rubik/Schomerus, Grundkonzeption eines Top-Runner-Modells auf EU-Ebene, S. 111.

<sup>2</sup> Tölle, Der Rechtsrahmen für den Erlass von Ökodesign-Anforderungen, S. 185 f.

rungs-Verordnung im Falle der „Nichtregelung“ eine Sperrwirkung entfaltet, muss diese selbst ausdrücklich vorsehen, dass für bestimmte Ökodesign-Parameter nach Anhang I Teil 1 keine Ökodesign-Anforderungen aufzustellen sind. Zudem muss die „Nichtregelung“ dem Verordnungsgeber bewusst gewesen sein. Ein unbewusstes „Übersehen“ oder „Vergessen“ kann dagegen keine Sperrwirkung für den nationalen Gesetzgeber zur Folge haben.<sup>1</sup> Bestehen Zweifel daran, ob der Verordnungsgeber eine ausdrückliche „Nichtregelung“ treffen wollte, ist eine solche nicht anzunehmen und eine Sperrwirkung abzulehnen. Will die Europäische Union die Mitgliedstaaten in ihrer Gesetzgebungskompetenz einschränken, muss dies auch aufgrund des Subsidiaritätsprinzips ausdrücklich erfolgen.<sup>2</sup>

Problematisch ist dies vor allem, wenn sich die ausdrückliche und bewusste „Nichtregelung“ lediglich aus den Erwägungsgründen der Ökodesign-Verordnung ergibt. Diese zu Beginn der Unionsrechtsakte aufgeführten Gründe sollen dem Rechtsanwender Hinweise für Umsetzung des Rechtsaktes geben. Allerdings ordnen sie ihrer Natur nach selbst keine verbindlichen Rechtsfolgen an, vielmehr sind sie lediglich deklarativer Natur. Verbindliche Bestimmungen werden dagegen nur in den jeweiligen Artikel bzw. Anhängen der Verordnungen getroffen. Da aber die „Nichtregelung“ i. S. v. Art. 6 Abs. 2 bzw. Art. 15 Abs. 6 Ökodesign-Richtlinie rechtlich gesehen eine Regelung ist, ist diese grundsätzlich in die Artikel bzw. Anhänge der Verordnungen aufzunehmen. Ist sie lediglich in den Erwägungsgründen festgehalten, spricht dies gegen eine Sperrwirkung der jeweiligen Verordnung.<sup>3</sup> Andererseits kann diese enge Auslegung von Art. 6 Abs. 2 bzw. Art. 15 Abs. 6 Ökodesign-Richtlinie dem Willen des Verordnungsgebers im Einzelfall widersprechen. Ist in den Erwägungsgründen unmissverständlich dargelegt, dass ein bestimmter Ökodesign-Parameter nicht geregelt werden soll und auch die Mitgliedstaaten an einer Regelung gehindert sein sollen, kann die Berücksichtigung der Erwägungsgründe zu der Auslegung führen, dass ausnahmsweise doch von einer Sperrwirkung auszugehen ist.<sup>4</sup> Um diese Frage zu klären, bedarf es einer genauen Auslegung der jeweiligen Verordnungstexte.

#### **Exkurs: Auslegung der Raumheizungs-Ökodesign-Verordnung 813/2013**

So werden beispielsweise in Anhang II der Raumheizungs-Ökodesign-Verordnung, lediglich Anforderungen an die jahreszeitbedingte Raumheizungs-Energieeffizienz (Nr. 1), an die Warmwasserbereitungs-Energieeffizienz (Nr. 2), an den Schalleistungspegel (Nr. 3), an den Ausstoß von Stickoxiden (Nr. 4) und an die Produktinformationen (Nr. 5) gestellt. Andere Anforderungen an Ökodesign-Parameter finden sich jedoch nicht. Im verbindlichen Teil der Durchführungs-Verordnung findet sich auch keine „Nichtregelung“ i. S. v. Art. 6 Abs. 2 Ökodesign-Richtlinie bezüglich anderer Ökodesign-Parameter. Es stellt sich also die Frage, ob die Raumheizungs-Ökodesign-Verordnung auch den Erlass einer nationalen Regelung sperrt, die Anforderungen an die von der Verordnung nicht erwähnten Ökodesign-Parameter i. S. d. Anhangs I Teil 1 der Ökodesign-Richtlinie stellt.

<sup>1</sup> Schomerus in: Jepsen/Reintjes/Rubik/Schomerus, Grundkonzeption eines Top-Runner-Modells auf EU-Ebene, S. 112.

<sup>2</sup> Schomerus in: Jepsen/Reintjes/Rubik/Schomerus, Grundkonzeption eines Top-Runner-Modells auf EU-Ebene, S. 112.

<sup>3</sup> So Schomerus in: Jepsen/Reintjes/Rubik/Schomerus, Grundkonzeption eines Top-Runner-Modells auf EU-Ebene, S. 112 f.

<sup>4</sup> Schomerus in: Jepsen/Reintjes/Rubik/Schomerus, Grundkonzeption eines Top-Runner-Modells auf EU-Ebene, S. 113; Tölle, Der Rechtsrahmen für den Erlass von Ökodesign-Anforderungen, S. 185 f.

Als Auslegungshilfe dienen hier die Erwägungsgründe (5) bis (7). Danach wurden für Raumheizgeräte und Kombiheizgeräte folgende bedeutsame Umweltmerkmale identifiziert (Erwägungsgrund (5)):

- Der Energieverbrauch während der Nutzung,
- für Heizgeräte mit Wärmepumpe der Schalleistungspegel und
- für Raumheizgeräte, die mit fossilen Brennstoffen betrieben werden, der Ausstoß von Stickoxiden, Kohlenstoffmonoxid, Feinstaub und Kohlenwasserstoff.

Allerdings enthält die Verordnung keinerlei Anforderungen an den Ausstoß von Kohlenstoffmonoxid, Feinstaub oder Kohlenwasserstoff, obwohl diese als bedeutsame Umweltmerkmale identifiziert wurden. Es stellt sich demnach die Frage, ob die Ökodesign-Verordnung auch den Erlass einer nationalen Regelung sperrt, die hinsichtlich dieser Emissionen Anforderungen an eine umweltgerechte Gestaltung von Raumheizgeräten stellen. Diese Frage wird in Erwägungsgrund (6) beantwortet. Dort wird erläutert, dass zum Zeitpunkt des Erlasses der Verordnung eine Festlegung diesbezüglich nicht angebracht ist, weil zum diesem Zeitpunkt keine geeigneten europäischen Messmethoden zur Erfassung dieser Emissionen zur Verfügung standen. Da sie aber ein bedeutsames Umweltmerkmal für Raumheizgeräte sind, die mit fossilen Brennstoffen betrieben werden, ist die Festlegung von Standards diesbezüglich aber grundsätzlich sinnvoll und insofern erforderlich. Die EU-Kommission hat dementsprechend nicht von einer Regelung abgesehen, weil diese Emissionen irrelevant für die Umweltbilanz von Raumheizgeräten sind, sondern weil eine Regelung zum Zeitpunkt des Erlasses der Verordnung schlicht nicht möglich war. Deshalb wird in Erwägungsgrund (6) ausdrücklich klargestellt, dass nationale Vorschriften, die sich auf diese Parameter beziehen, solange bestehen bleiben oder erlassen werden können bis entsprechende Anforderungen der Europäischen Union in Kraft treten.

Es stellt sich dann noch die Frage, wie es zu werten ist, dass die Verordnung auch keine Anforderungen an andere in Anhang I Teil 1 der Ökodesign-Richtlinie aufgeführte Ökodesign-Parameter bei Raumheizungs- und Kombiheizgeräten vorsieht. In Erwägungsgrund (7) wird festgestellt, dass aus der Vorstudie hervorgeht, dass Anforderungen diesbezüglich nicht erforderlich sind. Das könnte die Auslegung nahelegen, dass die EU-Kommission von der Möglichkeit Gebrauch gemacht hat, i. S. v. Art. 6 Abs. 2 bzw. Art. 15 Abs. 6 Ökodesign-Richtlinie für bestimmte Parameter vorzusehen, dass für sie keine Anforderungen aufzustellen sind. Dies würde dann auch den Erlass nationaler Anforderungen an diese Parameter verbieten. Allerdings ist eine solche Auslegung nicht zwingend. Vergleicht man die Erwägungsgründe (6) und (7) fällt auf, dass die EU-Kommission bei Erwägungsgrund (6) ausdrücklich klargestellt hat, dass die Mitgliedstaaten weiterhin Regelungen bezüglich dieser Emissionen treffen dürfen. Im Gegensatz dazu ist in Erwägungsgrund (7) nicht ausdrücklich geregelt ist, dass die Mitgliedstaaten keine Vorschriften bezüglich der dort erwähnten Ökodesign-Anforderungen treffen dürfen. Regelt die EU-Kommission einen Teilbereich ausdrücklich, dann wäre es auch zu erwarten, dass sie den anderen Bereich ausdrücklich regelt. Diese Argumentation wird dadurch gestärkt, dass die Mitgliedstaaten grundsätzlich einen Handlungsspielraum haben und die Begrenzung desselben die Ausnahme darstellt, was wiederum eine klare Anordnung erfordert. Insofern ist die Auslegung der Erwägungsgründe, die insgesamt und nicht losgelöst voneinander betrachtet werden müssen, nicht eindeutig. Diese Unklarheiten bzw. Zweifel sprechen dagegen, dass die EU-Kommission

eine ausdrückliche „Nichtregelung“ i. S. v. Art. 6 Abs. 2 bzw. Art. 15 Abs. 6 Ökodesign-Richtlinie treffen wollte<sup>1</sup> um damit eine Sperrwirkung für die Mitgliedstaaten zu erreichen.

### **Ausnahmen von der Sperrwirkung gem. Art. 6 Abs. 1 S. 2 Ökodesign-Richtlinie auf Grundlage der Gebäude-Richtlinie**

Mit dem Erlass der Energieeffizienz-Richtlinie 2012/27/EU wurde in Art. 6 Abs. 1 der Ökodesign-Richtlinie ein Satz 2 eingefügt, der eine Ausnahme von der Sperrwirkung der Ökodesign-Richtlinie enthält:

„Die von den Mitgliedstaaten nach Artikel 4 Absatz 1 und Artikel 8 der Richtlinie 2010/31/EU festgelegten Anforderungen an die Gesamtenergieeffizienz und Systemanforderungen bleiben davon [Art. 6 Abs. 1 Satz 1] unberührt.“

Der Hintergrund für die Einfügung dieser Ausnahme wird in dem neu eingefügten Erwägungsgrund (35a) erläutert:

„Gemäß der Richtlinie 2010/31/EU des Europäischen Parlaments und des Rates vom 19. Mai 2010 über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden (\*) sind die Mitgliedstaaten verpflichtet, Anforderungen an die Gesamtenergieeffizienz von Gebäudekomponenten, die Teil der Gebäudehülle sind, und Systemanforderungen an die Gesamtenergieeffizienz, die ordnungsgemäße Installation und angemessene Dimensionierung, Einstellung und Überwachung der gebäudetechnischen Systeme, die in bestehenden Gebäuden eingebaut werden, festzulegen. Es ist mit den Zielen dieser Richtlinie zu vereinbaren, dass diese Anforderungen unter bestimmten Umständen die Installation von energieverbrauchsrelevanten Produkten, die mit dieser Richtlinie und ihren Durchführungsmaßnahmen in Einklang stehen, einschränken können, sofern durch diese Anforderungen keine ungerechtfertigten Marktbarrieren errichtet werden.

\* ABl. L 153 vom 18.6.2010, S. 13.“

Das bedeutet, dass die Mitgliedstaaten nicht daran gehindert sind, strengere Ökodesign-Anforderungen einzuführen, wenn sie die Mindestanforderungen an die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden (Art. 4 Abs. 1 der Gebäude-Richtlinie) und an gebäudetechnische Systeme (Art. 8 der Gebäude-Richtlinie) aufstellen.<sup>2</sup>

Da die Sperrwirkung der Ökodesign-Richtlinie in diesem Zusammenhang also nicht mehr greift, lebt die Bindung an das Primärrecht und insbesondere die Grundfreiheiten wieder auf, weshalb diese Anforderungen keine ungerechtfertigten Marktbarrieren darstellen dürfen, also insbesondere nicht diskriminierend sein dürfen und verhältnismäßig sein müssen.

### **Zwischenergebnis**

Damit bleibt festzuhalten, dass die Ökodesign-Richtlinie grundsätzlich nur dann eine Sperrwirkung für den nationalen Gesetzgeber entfaltet, wenn für die zu regelnde Produktgruppe bereits eine Ökodesign-Verordnung erlassen wurde. Diese Sperrwirkung greift

<sup>1</sup> Schomerus in: Jepsen/Reintjes/Rubik/Schomerus, Grundkonzeption eines Top-Runner-Modells auf EU-Ebene, S. 112.

<sup>2</sup> Siehe hierzu auch Kap. 3.7.

jedoch nur, soweit in der Durchführungs-Verordnung Anforderungen i. S. v Anhang I Teil 1 der Ökodesign-Richtlinie festlegt sind oder die EU-Kommission i. S. v. Art. 6 Abs. 2 Ökodesign-Richtlinie vorgesehen hat, dass keine diesbezüglichen Ökodesign-Anforderungen erforderlich sind. Zudem kommt eine Ausnahme von der Sperrwirkung aufgrund der Gebäude-Richtlinie in Betracht. Es muss also für jede Produktgruppe gesondert untersucht werden, inwieweit die für sie geltende Ökodesign-Verordnung zu einer Sperrwirkung der Ökodesign-Richtlinie führt.

### 3.3.3.3 Folgen für die Zulässigkeit nationaler Maßnahmen

Die Zulässigkeit einer mitgliedstaatlichen Maßnahme, die ein energieverbrauchsrelevantes Produkt betrifft, hängt also davon ab, ob die Ökodesign-Richtlinie eine Sperrwirkung entfaltet. Ist dies der Fall, so sind einzelstaatliche Maßnahmen nur noch auf Grundlage der Schutzverstärkungsklauseln des Art. 114 Abs. 4 und 5 AEUV (bzw. früher Art. 95 Abs. 4 und 5 EG-Vertrag) zulässig.

- Nach Art. 114 Abs. 4 AEUV darf ein Mitgliedstaat einzelstaatliche Regelungen nach dem Erlass einer Harmonisierungsrichtlinie nur beibehalten, wenn diese durch wichtige Erfordernisse i. S. d. Art. 36 AEUV oder in Bezug auf den Schutz der Arbeitsumwelt oder den Umweltschutz gerechtfertigt sind.
- Will ein Mitgliedstaat neue Regelungen einführen, darf er dies gem. Art. 114 Abs. 5 AEUV nur unter den zusätzlichen Voraussetzungen, dass die Regelung auf neue wissenschaftliche Erkenntnisse gestützt werden kann und sie aufgrund eines spezifischen Problems für diesen Mitgliedstaat ergeht, das sich nach dem Erlass der Harmonisierungsmaßnahme ergibt.<sup>1</sup>

In beiden Fällen muss der Mitgliedstaat die EU-Kommission hierüber informieren. Auf dieser Grundlage entscheidet die EU-Kommission, ob sie die einzelstaatliche Regelung billigt oder ablehnt, nachdem sie geprüft hat, ob die Regelung eine willkürliche Diskriminierung und/oder eine verschleierte Beschränkung des Handels zwischen den Mitgliedstaaten darstellt und/oder ob sie das Funktionieren des Binnenmarkts behindert.

Der EuGH und die herrschende Lehre verstehen Art. 114 Abs. 4 und 5 AEUV als „Harmonisierungsdurchbrechungsklauseln“, weil sie ein Abweichen vom Prinzip der Rechtsangleichung ermöglichen. Da es sich bei den Schutzverstärkungsklauseln um Ausnahmenvorschriften handele, seien diese nach allgemeinen Auslegungsgrundsätzen eng auszulegen.<sup>2</sup> Dies folge zudem unmittelbar aus der Schutzniveaunklausel in Art. 114 Abs. 3 AEUV, die der Europäischen Union vorschreibt, dass sie bei dem Erlass von Maßnahmen in den Bereichen Gesundheit, Sicherheit, Umweltschutz und Verbraucherschutz ein hohes Schutzniveau anstreben muss. Da schon bei Erlass des Rechtsaktes ein hohes Schutzniveau angestrebt wurde, kann nur in Ausnahmefällen die Notwendigkeit für ein darüber hinausgehenden Schutz gegeben sein.<sup>3</sup> Es spricht vieles dafür, dass der EuGH auch in Zukunft an dieser

<sup>1</sup> Zu den Schutzverstärkungsklauseln allgemein siehe auch: Classen in: von der Groeben/Schwarze/Hatje, Art. 114 Rn. 206 ff.; Korte in: Calliess/Ruffert, Art. 114 AEUV Rn. 69 ff.; Tietje in: Grabitz/Hilf/Nettesheim, Art. 114 AEUV Rn. 166 ff.; Schomerus in: Jepsen/Reintjes/Rubik/Schomerus, Grundkonzeption eines Top-Runner-Modells auf EU-Ebene, S. 84 ff.

<sup>2</sup> Tietje in: Grabitz/Hilf/Nettesheim, Art. 114 AEUV Rn. 160; Vgl. zum Meinungsstand auch Korte in: Calliess/Ruffert, Art. 114 Rn. 78.

<sup>3</sup> Tietje in: Grabitz/Hilf/Nettesheim, Art. 114 AEUV Rn. 160.

engen Auslegung festhalten wird.<sup>1</sup> Dementsprechend ist der Gestaltungsspielraum des nationalen Gesetzgebers nach dieser Auffassung eher begrenzt.

Bisher wurde von den Schutzverstärkungsklauseln nur begrenzt Gebrauch gemacht. Die meisten dieser Fälle betrafen die Beibehaltung strengerer Vorschriften, wobei die EU-Kommission den überwiegenden Teil genehmigte.<sup>2</sup> Demgegenüber hat die EU-Kommission bisher nur in einem Fall die nachträgliche Einführung einer nationalen Regelung gebilligt,<sup>3</sup> in allen übrigen Verfahren hat sie dies soweit ersichtlich abgelehnt.<sup>4</sup> Hierbei handelte es sich um eine niederländische Regelung, die strengere Anforderungen an die Behandlung von Holz mit Kreosot stellte als in der Richtlinie 76/769/EWG<sup>5</sup> vorgesehen, die durch die Richtlinie 94/60/EG<sup>6</sup> geändert wurde. Ausschlaggebend für die Billigung war die besondere geografische Lage der Niederlande, die es nötig macht, dass die Ufer von Wasserstraßen in besonders großem Umfang befestigt werden müssen. Deshalb haben die Niederlande den höchsten Verbrauch an mit Kreosot behandeltem Holz. Da dieses Holz insbesondere zur Uferbefestigung genutzt wird, führt die Auslaugung von Kreosotbestandteilen dazu, dass die Gewässer zum größten Teil über das akzeptable Maß hinaus mit PAH-Verbindungen verseucht sind.<sup>7</sup> Diese strengeren Anforderungen wurden also nur deshalb gebilligt, weil die Niederlande weitaus mehr als andere Mitgliedstaaten auf die Verwendung von kreosotbehandeltem Holz zur Uferbefestigung angewiesen sind und sie insofern ein gesteigertes Interesse an strengeren Regelungen haben.

Aufgrund dieser Entscheidungspraxis des EuGH lässt Art. 114 AEUV den Mitgliedstaaten faktisch keine Spielräume für den Erlass strengerer Ökodesign-Anforderungen, denn nach den vom EuGH angelegten Kriterien ist es nahezu ausgeschlossen, dass erfolgreich darge-

---

<sup>1</sup> Nach der Gegenauffassung sind bei der Anwendung der Schutzverstärkungsklauseln die Rechtsangleichung im Binnenmarkt und beispielsweise der Umweltschutz als gleichwertige Vertragsziele im Wege der praktischen Konkordanz auszugleichen. Diese Ansicht vermittelt den Mitgliedstaaten demnach einen weiteren Gestaltungsspielraum, da der Binnenmarkt nicht per se als übergeordnetes Ziel eingestuft wird. Vgl. Korte in: Calliess/Ruffert, Art. 114 Rn. 79f.

<sup>2</sup> Korte in: Calliess/Ruffert, Art. 114 Rn. 134, unter Verweis auf: Entsch. 1999/831/EG vom 26.10.1999, ABl. 1999 Nr. L 329/15; Entsch. 2004/1/EG vom 16.12.2003, ABl. 2004 Nr. L 1/20; für Ablehnungen siehe z. B.: Entsch. 1999/830/EG vom 26.10.1999, ABl. 1999 Nr. L 329/1; Entsch. 2003/829/EG vom 25.11.2003, ABl. 2003 Nr. L 311/46.

<sup>3</sup> Entscheidung der Kommission 2002/59/EG vom 23.1.2002 über den vom Königreich der Niederlande gemäß Artikel 95 Absatz 5 EG-Vertrag mitgeteilten Entwurf einzelstaatlicher Rechtsvorschriften über die Beschränkungen des Inverkehrbringens und der Verwendung von mit Kreosot behandeltem Holz (ABl. Nr. L 23, 37 ff).

Bereits zuvor hatten die Niederlande eine Ausnahmegenehmigung im Rahmen von Art. 95 Abs. 4 EG-Vertrag (heute Art. 114 Abs. 4 AEUV) erwirkt: Entscheidung der Kommission 1999/832/EG vom 26.10.1999 zu den vom Königreich der Niederlande notifizierten nationalen Bestimmungen über die Beschränkungen des Inverkehrbringens und der Verwendung von Kreosot (ABl. Nr. L 329, 25 ff).

<sup>4</sup> Schomerus in: Jepsen/Reintjes/Rubik/Schomerus, Grundkonzeption eines Top-Runner-Modells auf EU-Ebene, S. 87, unter Verweis auf: Entsch. 1999/836/EG v. 26.10.1999, ABl. 1999 Nr. L 329/100; Entsch. 2000/509/EG v. 22.03.2001, ABl. 2000 Nr. L 205/7; Entsch. 2001/570/EG v. 13.07.2001, ABl. 2001 Nr. L 202/37; Entsch. 2001/571/EG v. 18.07.2001, ABl. 2001 Nr. L 202/37; Entsch. 2003/1/EG v. 18.12.2002, ABl. Nr. L 1/72; Entsch. 2003/653/EG v. 02.09.2003, ABl. Nr. L 230/34.

<sup>5</sup> Richtlinie 76/769/EWG des Rates vom 27.07.1976 zur Angleichung der Rechts- und Verwaltungsvorschriften der Mitgliedstaaten für Beschränkungen des Inverkehrbringens und der Verwendung gewisser gefährlicher Stoffe und Zubereitungen (ABl. Nr. L 262, 201 ff).

<sup>6</sup> Richtlinie 94/60/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 20.12.1994 zur vierzehnten Änderung der Richtlinie 76/769/EWG zur Angleichung der Rechts- und Verwaltungsvorschriften der Mitgliedstaaten für Beschränkungen des Inverkehrbringens und der Verwendung gewisser gefährlicher Stoffe und Zubereitungen (ABl. Nr. L 365, 1ff).

<sup>7</sup> Entscheidung der Kommission 2002/59/EG, Erwägungsgründe 84 ff; Entscheidung der Kommission 1999/832/EG, Erwägungsgrund 102.

legt werden kann, dass die europäischen Anforderungen der Ökodesign-Verordnung dem Umweltschutz nicht genügen und dies auf einem spezifischen Problem des jeweiligen Mitgliedstaates beruht.

Entfaltet die Ökodesign-Richtlinie keine Sperrwirkung, weil es bezüglich einer Produktgruppe noch keine Ökodesign-Verordnung gibt oder weil die Ausnahme des Art. 6 Abs. 1 S. 2 Ökodesign-Richtlinie greift oder weil der sachgegenständliche Anwendungsbereich nicht eröffnet ist, müssen sich die Regelungen am Primärrecht und insbesondere an den Grundfreiheiten messen lassen.

Im Falle der Ökodesign-Richtlinie ist insbesondere zu prüfen, ob gegen die Warenverkehrsfreiheit verstoßen wird und ob sich dies ggf. rechtfertigen lässt. Die in Art. 34 AEUV geregelte Warenverkehrsfreiheit garantiert den Herstellern und Verbrauchern, dass Waren über die Grenzen der Mitgliedstaaten hinweg frei gehandelt werden können. Folglich ist es den Mitgliedstaaten verboten, mengenmäßige Ein- oder Ausfuhrbeschränkungen sowie Maßnahmen gleicher Wirkung zu erlassen. Hierunter versteht der EuGH jede Maßnahmen, die „geeignet ist, den innergemeinschaftlichen Handel unmittelbar oder mittelbar, tatsächlich oder potenziell zu behindern“.<sup>1</sup> Wobei zu beachten ist, dass von diesem Grundsatz gem. Art. 36 AEUV Ausnahmen zulässig sind. Zudem lässt der EuGH Ausnahmen aufgrund von zwingenden Gründen des Allgemeinwohls zu.<sup>2</sup> Hierzu gehört der auch der Schutz der Umwelt.<sup>3</sup> Diese Maßnahmen dürfen allerdings weder eine willkürlichen Diskriminierung noch eine verschleierte Beschränkung des Handels zwischen den Mitgliedstaaten darstellen. Zudem müssen sie verhältnismäßig sein, d. h. die mitgliedstaatliche Regelung muss geeignet sein, die Erreichung des verfolgten Ziels zu gewährleisten, und darf nicht über das hinausgehen, was dazu erforderlich ist.<sup>4</sup> Dabei muss das durch die Regelung verfolgte Ziel legitim sein, was bei Maßnahmen zum Schutz der Umwelt in der Regel der Fall ist. Zudem muss die Maßnahme angemessen sein, d. h. die Beeinträchtigung muss in einem angemessenen Verhältnis zu dem verfolgten Zweck stehen. Hierbei wird also zwischen der Intensität der Beeinträchtigung des freien Warenverkehrs und dem erhöhten Schutz des betroffenen Rechtsgutes (in diesem Fall also in der Regel der Umweltschutz) abgewogen. Eine Maßnahme kann auch dadurch angemessen ausgestaltet sein, dass sie Übergangsregelungen vorsieht. Bislang hat die Prüfung der Angemessenheit geringe Bedeutung. Dies hängt auch damit zusammen, dass sich diese Prüfung meist mit der der Erforderlichkeit überschneidet.<sup>5</sup>

Will der nationale Gesetzgeber eine technische Spezifikation für eine bestimmte Produktgruppe festlegen, muss er diese zudem gegenüber der EU-Kommission aufgrund des Art. 8 der Richtlinie 98/34/EG<sup>6</sup> notifizieren.

---

<sup>1</sup> Kingreen in: Calliess/Ruffert, Art. 36 AEUV Rn. 37; EuGH, Urt. v. 11.7.1974, Rs. 8/74, NJW 1975, 515, 516, Rn. 5.

<sup>2</sup> Leible/T. Streinz in: Grabitz/Hilf/Nettesheim, Art. 34 AEUV Rn. 107, EuGH, Urt. v. 20.2.1979 - Rs 120/78, Rn. 8.

<sup>3</sup> Leible/T. Streinz in: Grabitz/Hilf/Nettesheim, Art. 34 AEUV Rn. 117.

<sup>4</sup> Kingreen in: Calliess/Ruffert, Art. 36 AEUV Rn. 89.

<sup>5</sup> Kingreen in: Calliess/Ruffert, Art. 36 AEUV Rn. 98.

<sup>6</sup> Richtlinie 98/34/EG des Europäischen Parlaments und des Rates 22.6.1998 über ein Informationsverfahren auf dem Gebiet der Normen und technischen Vorschriften (ABl. Nr. L 204, 37 ff).

### 3.3.3.4 Zwischenergebnis

Es bleibt im Ergebnis also festzuhalten, dass von der Ökodesign-Richtlinie nur in Verbindung mit der jeweiligen Durchführungs-Verordnung eine Sperrwirkung zu Lasten des Gestaltungsspielraums der Mitgliedstaaten ausgeht, soweit wie diese Ökodesign-Verordnung sachgegenständlich reicht. Entfaltet die Ökodesign-Richtlinie i. V. m. der jeweiligen Durchführungs-Verordnung eine Sperrwirkung, so sind einzelstaatliche Maßnahmen nur noch auf Grundlage der Schutzverstärkungsklauseln des Art. 114 Abs. 4 und 5 AEUV zulässig. Entfaltet sie keine Sperrwirkung, müssen sich die mitgliedstaatlichen Maßnahmen am Primärrecht und insbesondere an der Warenverkehrsfreiheit messen lassen.

Ausgehend von diesen Annahmen wird nun untersucht, inwiefern weitergehende Informationsanforderungen (Abschnitt 3.3.3.5), Verpflichtungen zum Zählereinbau (Abschnitt 3.3.3.6) und ein Verbot von mit fossilen Brennstoffen befeuerten Heizkesseln (Abschnitt 3.3.3.7) zulässig sind.

### 3.3.3.5 Gestaltungsspielraum bei Informationsanforderungen

Zur Beurteilung des Gestaltungsspielraumes, der den Mitgliedstaaten bei der Einführung zusätzlicher Informationsanforderung verbleibt, kommt es abermals darauf an, wie weit die Sperrwirkung der Ökodesign-Richtlinie wirkt.

Wie bereits geschildert, gibt bereits der Wortlaut der Warenverkehrsklauseln Aufschluss darüber, dass die Sperrwirkung nur für solche Ökodesign-Parameter gelten soll, die in Anhang I Teil 1 der Ökodesign-Richtlinie aufgelistet sind. Die Anforderungen an die Bereitstellung von Informationen sind jedoch in Anhang I Teil 2 aufgelistet. Damit erstreckt sich die Warenverkehrsklausel grundsätzlich nicht auf diese Informationsanforderungen, d. h. diesbezüglich ist keine Sperrwirkung angestrebt, trotz der Erläuterungen in Erwägungsgrund (11).<sup>1</sup> Aufgrund der oben erläuterten Systematik der Ökodesign-Richtlinie bezieht sich dieser Erwägungsgrund nur auf Ökodesign-Anforderungen, die von Anhang I Teil 1 erfasst sind. Die Mitgliedstaaten dürfen damit weitergehende Informationsanforderungen an die Hersteller der von einer Durchführungsmaßnahme erfassten Produkte stellen. Diese Informationsanforderungen müssen sich dann aber am Primärrecht und insbesondere an den Grundfreiheiten messen lassen. Dabei kommt eine Rechtfertigung zum Schutz der Umwelt in Betracht. Vorausgesetzt ist dann, dass die Maßnahmen nicht diskriminierend wirken und verhältnismäßig sind.

Darüber hinaus muss geklärt werden, ob die Kennzeichnungs-Richtlinie eine Sperrwirkung für die Mitgliedstaaten entfaltet, sodass sie keine zusätzlichen Informationsanforderungen stellen können.

Betrachtet man auch hier zunächst die Kompetenzgrundlage, auf der die Kennzeichnungs-Richtlinie erlassen wurde, fällt auf, dass sie auf die Kompetenz in der Energiepolitik (Art. 194 AEUV) gestützt wurde. Damit verbleibt den Mitgliedstaaten grundsätzlich ein größerer Handlungsspielraum als bei Harmonisierungsmaßnahmen, die – wie die Ökodesign-Richtlinie – auf Grundlage der Kompetenz zur Rechtsangleichung des Binnenmarktes ergehen.

---

<sup>1</sup> Vgl. Kap. 3.1.2.

Ein solches Verständnis legt auch der Entwurf der EU-Kommission<sup>1</sup> zum Erlass einer neuen Verordnung über einen Gesamtrahmen für die Energieeffizienzkenzeichnung nahe. Diese Verordnung des Parlaments und des Rates soll die bestehende Kennzeichnungs-Richtlinie ablösen. Danach will die EU-Kommission auch in 2015 die „Bereitstellung von Informationen über energieverbrauchsrelevante Produkte, die das Energieetikett ergänzen könnten“ nicht einschränken:

„Der Vorschlag [für eine neue Energiekennzeichnungs-Verordnung] beruht auf Artikel 194 Absatz 2 des Vertrags über die Arbeitsweise der Europäischen Union (AEUV), der die Rechtsgrundlage für Maßnahmen im Energiebereich darstellt. Zwar könnte die Energieeffizienzkenzeichnung auch den Artikel 114 als Rechtsgrundlage haben (die Richtlinie über die Energieverbrauchskennzeichnung von 1992<sup>2</sup> hatte eine solche Rechtsgrundlage, da im Vertrag Bestimmungen für den Energiebereich fehlten), doch besteht die Gefahr, dass dadurch die Rechtsetzung der Mitgliedstaaten hinsichtlich der Bereitstellung von Informationen über energieverbrauchsrelevante Produkte, die das Energieetikett ergänzen könnten, unbeabsichtigter Weise eingeschränkt wird<sup>3</sup>. Die Energieeffizienzkenzeichnung ist auf die Aspekte Energie und Ressourcen während des Gebrauchs des Produkts beschränkt. Da der Vertrag eine spezifische Rechtsgrundlage für den Energiebereich enthält, wird es als sinnvoll erachtet, von dieser Gebrauch zu machen.

<sup>2</sup> Richtlinie 92/75/EG des Rates.

<sup>3</sup> Beispiel: Das Verbraucherschutzrecht Frankreichs hinsichtlich der Bereitstellung von Informationen über die Verfügbarkeit von Ersatzteilen.“<sup>2</sup>

Da bereits die Kennzeichnungs-Richtlinie von 2010 auf Art. 194 Abs. 2 AEUV gestützt wurde, lässt sich aus dieser Begründung schließen, dass die Kennzeichnungs-Richtlinie nicht bezweckt, die Mitgliedstaaten davon abzuhalten, weitergehende Informationen von den Herstellern zu fordern. Die Kennzeichnungs-Richtlinie strebt also keine Harmonisierung bezüglich aller denkbaren produktbezogenen Informationen an, sondern bezieht sich lediglich auf bestimmte Informationen.

Wie auch die Ökodesign-Richtlinie, entfaltet die Kennzeichnungs-Richtlinie nur dann eine Sperrwirkung, wenn für eine bestimmte Produktgruppe eine delegierte Verordnung erlassen wurde, die die Informationsanforderungen an diese Produktgruppe regelt. Durch die Auslegung der einzelnen Kennzeichnungs-Verordnungen lässt sich ermitteln, für welche Art von Informationen die Kennzeichnungs-Richtlinie eine Sperrwirkung entfaltet.

Zunächst enthalten die Kennzeichnungs-Verordnungen die Grenzwerte für die Einordnung in die Energieeffizienzklassen. Von diesen Grenzwerten dürfen die Mitgliedstaaten auch nicht abweichen, da die Energieeffizienz der Produkte zwingend einheitlich klassifiziert werden muss, um eine europaweite Vergleichbarkeit zu erreichen. Insofern können die Mitgliedstaaten auch nicht eigene strengere Grenzwerte einführen. Dies würde die Warenverkehrsfreiheit und den Handel im Binnenmarkt zu stark beeinträchtigen und gegen

<sup>1</sup> Europäische Kommission, COM(2015) 341 vom 15.7.2015: „Vorschlag für eine Verordnung des Europäischen Parlaments und des Rates zur Festlegung eines Rahmens für die Energieeffizienzkenzeichnung und zur Aufhebung der Richtlinie 2010/30/EU“, abrufbar unter: [http://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:e285ab78-2ba4-11e5-9f85-01aa75ed71a1.0020.02/DOC\\_1&format=PDF](http://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:e285ab78-2ba4-11e5-9f85-01aa75ed71a1.0020.02/DOC_1&format=PDF), letzter Zugriff am 27.2.2017.

<sup>2</sup> Europäische Kommission, COM (2015) 341, Begründung 2.1.

die Warenverkehrsklausel in Art. 8 der Kennzeichnungs-Richtlinie verstoßen, der wie folgt lautet:

„Die Mitgliedstaaten dürfen das Inverkehrbringen oder die Inbetriebnahme innerhalb ihres Hoheitsgebiets von Produkten, die von dieser Richtlinie und dem anwendbaren delegierten Rechtsakt erfasst sind und deren Bestimmungen entsprechen, nicht untersagen, beschränken oder behindern.“

Darüber hinaus muss für jeden Fall gesondert untersucht werden, welche Informationen zu welchen Parametern das Energielabel aufgrund der jeweiligen Kennzeichnungs-Verordnung enthalten muss. Grundsätzlich enthält dies immer die Einordnung in die Energieeffizienzklassen. Daneben kommen aber auch Angaben über andere Faktoren in Betracht, wie beispielsweise Wasserverbrauch, Lärm oder andere Qualitätsmerkmale. Wie diese Informationen auf dem Energieeffizienzlabel anzubringen sind, wird ebenfalls in den Kennzeichnungs-Verordnungen geregelt, die Muster zur Gestaltung der Labels enthalten. Diese Muster zeigen das Layout des Labels, sowie die farbliche und grafische Gestaltung der Energieeffizienzklassen, verschiedene Icons und Bezeichnungen. Die Mitgliedstaaten sind an die Einhaltung dieser Vorgaben gebunden und müssen gem. Art. 3 Abs. 1b) der Kennzeichnungs-Richtlinie sicherstellen, dass

„hinsichtlich der dieser Richtlinie unterliegenden Produkte untersagt wird, dass Etiketten, Marken, Symbole oder Beschriftungen verwendet werden, die den in dieser Richtlinie sowie in den einschlägigen delegierten Rechtsakten enthaltenen Anforderungen nicht entsprechen, wenn diese beim Endverbraucher zu Irreführung oder Unklarheit hinsichtlich des Verbrauchs an Energie oder gegebenenfalls anderen wichtigen Ressourcen während des Gebrauchs führen können.“

Damit wird klar, dass die Mitgliedstaaten keine Labels oder Etiketten einführen dürfen, die von den Vorgaben der jeweiligen Durchführungs-Verordnungen abweichen, denn die Kennzeichnungs-Richtlinie dient der Information des Verbrauchers, um den energieeffizientesten Geräten einen Verkaufsvorteil zu verschaffen. Dieser Vorteil könnte jedoch durch Unklarheiten, die zu Irrtümern bei den potentiellen Käufern führen, zunichte gemacht werden.

Allerdings kann sich die Sperrwirkung der Kennzeichnungs-Richtlinie nur auf die Angaben und Informationen beziehen, die tatsächlich in einer Durchführungs-Verordnung erfasst sind. Unterlässt es die EU-Kommission jedoch bestimmte Informationsanforderung zu regeln, wie beispielsweise Hinweise zur Klimaregion, in der das Gerät einzusetzen ist, sind die Mitgliedstaaten nicht daran gehindert, diese Informationen vom Hersteller einzufordern. Anders als die Ökodesign-Richtlinie in Art. 6 Abs. 2, enthält die Kennzeichnungs-Richtlinie nämlich keine Vorschrift darüber, dass sie auch dann eine Sperrwirkung entfalten soll, wenn die EU-Kommission bestimmte Informationsanforderungen in den delegierten Verordnungen nicht geregelt hat. Insofern ist die Sperrwirkung der Kennzeichnungs-Richtlinie weniger weitreichend, denn sie greift nur bei positiv geregelten Informationsanforderungen.

Dementsprechend verbleibt dem nationalen Gesetzgeber letztlich ein großer Handlungsspielraum, der jedoch von der Art der geforderten Information abhängt. Sind bestimmte Informationen von der (delegierten) Kennzeichnungs-Verordnung erfasst, löst dies eine entsprechende Sperrwirkung aus. Insofern können keine weitergehenden Anforderungen gestellt oder abweichende Skalen verwendet werden. Handelt es sich jedoch um andere Informationen, wie beispielsweise die Verfügbarkeit von Ersatzteilen, die Herkunft der

einzelnen Produktbestandteile oder deren Wiederverwertbarkeit, können die Mitgliedstaaten Informationsanforderungen stellen. Allerdings müssen sich auch diese mitgliedstaatlichen Maßnahmen am Primärrecht und damit an den Grundfreiheiten messen lassen. Insbesondere müssen sie verhältnismäßig, d. h. erforderlich und geeignet sein. Hieran sind jedoch keine zu hohen Anforderungen zu stellen, da – wie bereits unter Kap. 5.3.2.2 erwähnt – Informationsanforderungen einen weitaus geringeren Einfluss auf die Ausübung der Warenverkehrsfreiheit haben.

### 3.3.3.6 Zulässigkeit einer Verpflichtung zum Zählereinbau bei Heiz- oder Klima- und Lüftungsgeräten

Bisher finden sich in diversen Gesetzen Regelungen zum Einbau von Zählern, deren (europarechtliche) Zulässigkeit nicht angezweifelt wird. So sind beispielsweise Fernwärmeversorgungsunternehmen gemäß § 18 Abs. 1 AVBFernwärmeV<sup>1</sup> verpflichtet, Messeinrichtungen einzubauen, um das verbrauchsabhängige Entgelt ermitteln zu können. Vergleichbar ist in § 4 HeizkostenV<sup>2</sup> geregelt, dass der Verbrauch von Wärme und Warmwasser der einzelnen (Wohn-)einheiten in Gebäuden erfasst werden muss, weshalb die einzelnen Räume mit entsprechenden Geräten auszustatten sind. Darüber hinaus ist in Anlage III Nr. 1. c) EEWärmeG<sup>3</sup> vorgesehen, dass Wärmepumpen über einen Wärmemengen- und Stromzähler<sup>4</sup> verfügen müssen, deren Messerwerte die Berechnung der Jahresarbeitszahl der Wärmepumpe ermöglichen.

Unabhängig davon ist zu untersuchen, inwieweit von der Ökodesign-Richtlinie eine Sperrwirkung für eine nationale Regelung ausgeht, die den Einbau von Verbrauchszählern an energieverbrauchsrelevanten Produkten vorsieht. Grundsätzlich könnte eine solche Verpflichtung als Ökodesign-Anforderung i. S. v. Anhang I Teil 1 der Ökodesign-Richtlinie verstanden werden, da der Zählereinbau mit der Installation, Wartung oder Nutzung der Geräte im Zusammenhang stehen kann.

Dabei kommt zunächst eine Einschränkung der Sperrwirkung aufgrund von Art. 6 Abs. 1 S. 2 der Ökodesign-Richtlinie in Betracht. Danach können die Mitgliedstaaten im Zusammenhang mit der Umsetzung der Gebäude-Richtlinie strengere Anforderungen an die Energieeffizienz von gebäudetechnischen Systemen stellen als in den Durchführungs-Verordnungen der Ökodesign-Richtlinie vorgesehen. Insbesondere ist in Art. 1 Abs. 3 der Gebäude-Richtlinie explizit vorgesehen, dass es sich bei ihren Anforderungen um Mindestanforderungen handelt, die die Mitgliedstaaten nicht daran hindern können, weitreichendere Maßnahmen einzuführen oder beizubehalten. Zudem sind die Mitgliedstaaten in Art. 8 Abs. 2 Gebäude-Richtlinie dazu angehalten, die Einführung intelligenter Messsysteme bei der Errichtung oder größeren Renovierungen von Gebäuden zu unterstützen. Auch die in diesem Zusammenhang festgelegten Anforderungen bleiben von der Sperrwirkung des Art. 6 Abs. 1 Ökodesign-Verordnung unberührt. Bereits auf dieser Ebene spricht vieles dafür, dass eine Verpflichtung zum Zählereinbau nicht von der Sperrwirkung der Ökodesign-

<sup>1</sup> Verordnung über Allgemeine Bedingungen für die Versorgung mit Fernwärme vom 20. Juni 1980 (BGBl. I S. 742), die zuletzt durch Artikel 16 des Gesetzes vom 25. Juli 2013 (BGBl. I S. 2722) geändert worden ist.

<sup>2</sup> Verordnung über Heizkostenabrechnung in der Fassung der Bekanntmachung vom 5. Oktober 2009 (BGBl. I S. 3250).

<sup>3</sup> Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz vom 7. August 2008 (BGBl. I S. 1658), das zuletzt durch Artikel 9 des Gesetzes vom 20. Oktober 2015 (BGBl. I S. 1722) geändert worden ist.

<sup>4</sup> Bei mit fossilen Brennstoffen angetriebenen Wärmepumpen ist gem. Anlage III Nr. 2. EEWärmeG statt dem Stromzähler ein Brennstoffzähler erforderlich.

sign-Richtlinie erfasst ist, weil hier die Ausnahme des Art. 6 Abs. 1 S. 2 Ökodesign-Richtlinie greift.

Darüber hinaus ist zu klären, ob bereits eine Ökodesign-Verordnung ergangen ist, die die Ökodesign-Richtlinie soweit konkretisiert, dass sie für den nationalen Gesetzgeber eine Sperrwirkung entfaltet. Zwar gibt es diverse Ökodesign-Verordnungen auf diesem Gebiet, allerdings treffen diese keine Aussagen zum Einbau von Zählern. Weder die Ökodesign-Verordnung 206/2012 zu Raumklimageräten und Komfortventilatoren<sup>1</sup> noch die Ökodesign-Verordnung 1253/2014 zu Lüftungsanlagen<sup>2</sup> regeln einen Zählereinbau. In den genannten Verordnungen hat die EU-Kommission auch nicht i. S. v. Art. 6 Abs. 2 Ökodesign-Richtlinie vorgesehen, dass keine diesbezügliche Ökodesign-Anforderung erforderlich ist. Gleiches gilt auch für die Raumheizungs-Ökodesign-Verordnung 813/2013. Dementsprechend entfaltet die Ökodesign-Richtlinie keine Sperrwirkung. Die Maßnahmen zum Zählereinbau müssen sich also am Primärrecht und insbesondere an den Grundfreiheiten messen lassen.

In Betracht kommt hierbei insbesondere eine Rechtfertigung aus Gründen des Umweltschutzes. Zu beachten ist dabei, dass diese Regelungen nicht diskriminierend sein dürfen und die Verhältnismäßigkeit gewahrt werden muss. Da es der Einbau von Zählern erforderlich machen kann, dass der Hersteller sein Produkt anpassen muss, je nach der technischen Lösung, die gewählt wird bzw. umsetzbar ist, sind an die Verhältnismäßigkeit hier in der Regel höhere Anforderungen zu stellen, als bei der Regelung zusätzlicher Informationspflichten.

### **3.3.3.7 Zulässigkeit eines Vollverbotes von Heizkesseln, die mit fossilen Brennstoffen befeuert werden**

Ob der nationale Gesetzgeber ein Verbot von mit fossilen Brennstoffen betriebenen Heizkesseln einführen darf, hängt davon ab, ob eine solche Regelung von der Sperrwirkung der Ökodesign-Verordnung erfasst wäre.

Zunächst ist zu untersuchen, ob die Raumheizungs-Ökodesign-Verordnung 813/2013 den Einsatz bestimmter Energieträger regelt bzw. ganz bewusst und explizit nicht regelt. Wie bereits dargelegt, enthält die Verordnung nur Anforderungen an die jahreszeitbedingte Raumheizungs-Energieeffizienz (Nr. 1), an die Warmwasserbereitungs-Energieeffizienz (Nr. 2), an den Schalleistungspegel (Nr. 3), an den Ausstoß von Stickoxiden (Nr. 4) und an die Produktinformationen (Nr. 5). Grenzwerte für den Ausstoß von Kohlenstoffmonoxid, Feinstaub und Kohlenwasserstoff werden jedoch nicht aufgestellt und ausweislich des Erwägungsgrundes (6) sind die Mitgliedstaaten nicht daran gehindert, entsprechende Regelungen zu erlassen, bis die Europäische Union selbst Anforderungen festlegt. Damit hat die EU-Kommission den Einsatz von Brennstoffen nicht explizit geregelt und auch nicht explizit vorgesehen, dass keine Regelung getroffen werden soll. Dies spricht gegen eine Sperrwir-

---

<sup>1</sup> Verordnung (EU) Nr. 206/2012 der Kommission vom 6.3.2012 zur Durchführung der Richtlinie 2009/125/EG des Europäischen Parlaments und des Rates im Hinblick auf die Festlegung von Anforderungen an die umweltgerechte Gestaltung von Raumklimageräten und Komfortventilatoren (ABl. Nr. L 72, 7 ff).

<sup>2</sup> Verordnung (EU) Nr. 1253/2014 der Kommission vom 7.7.2014 zur Durchführung der Richtlinie 2009/125/EG des Europäischen Parlaments und des Rates hinsichtlich der Anforderungen an die umweltgerechte Gestaltung von Lüftungsanlagen (ABl. Nr. L 337, 8 ff).

kung der Ökodesign-Verordnung. Damit entfaltet die Ökodesign-Richtlinie keine Sperrwirkung für ein Verbot von Ölheizkesseln.

Zudem kommt hier ein Ausschluss der Sperrwirkung dadurch in Betracht, dass ein Verbot von Ölheizkesseln im Zusammenhang mit der Umsetzung der Gebäude-Richtlinie erfolgen könnte. In einem solchen Fall stellt Art. 6 Abs. 1 S. 2 der Ökodesign-Richtlinie ausdrücklich klar, dass die Sperrwirkung des Art. 6 Abs. 1 S. 1 nicht greifen soll. Insbesondere müssen Mitgliedstaaten aufgrund der Gebäude-Richtlinie gewährleisten, dass bis zum 31.12.2020 alle neuen Gebäude Niedrigstenergiegebäude sind. Darunter versteht man gem. Art. 2 Ziffer 2 Gebäude-Richtlinie

„ein Gebäude, das eine sehr hohe, nach Anhang I bestimmte Gesamtenergieeffizienz aufweist. Der fast bei Null liegende oder sehr geringe Energiebedarf sollte zu einem ganz wesentlichen Teil durch Energie aus erneuerbaren Quellen — einschließlich Energie aus erneuerbaren Quellen, die am Standort oder in der Nähe erzeugt wird — gedeckt werden.“

Diese hohen Anforderungen an die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden und das Erfordernis, dass der verbleibende Energiebedarf zu einem ganz wesentlichen Teil aus erneuerbaren Quellen stammen muss, kann es faktisch unmöglich machen, fossile Energieträger zur Wärmeerzeugung zu nutzen. Damit haben die Mitgliedstaaten einen großen Spielraum zur Einschränkung fossiler Energieträger, um die „Gesamtenergieeffizienz“ von Gebäuden und gebäudetechnischen Systemen zu steigern. Hierfür spricht auch Art. 1 Abs. 3 der Gebäude-Richtlinie. Dieser lautet wie folgt:

„Bei den Anforderungen dieser Richtlinie handelt es sich um Mindestanforderungen; sie hindern die einzelnen Mitgliedstaaten nicht daran, verstärkte Maßnahmen beizubehalten oder zu ergreifen. Die betreffenden Maßnahmen müssen mit dem Vertrag über die Arbeitsweise der Europäischen Union vereinbar sein. Sie werden der Kommission notifiziert.“

Damit können die Mitgliedstaaten im Rahmen der Gebäude-Richtlinie auch strengere Anforderungen vorsehen. Dies ist möglich, da die Richtlinie aufgrund der Umweltkompetenz der Europäischen Union erlassen wurde. Bei deren Umsetzung haben die Mitgliedstaaten also einen weiten Umsetzungsspielraum.

Bisher hat europaweit nur Dänemark Heizkessel verboten, die mit Erdgas oder fossilem Öl betrieben werden. Bereits 2013 wurde der Einbau von Ölheizkesseln in Neubauten und ab 2016 auch in Bestandsbauten untersagt.<sup>1</sup> Hierüber hat Dänemark die EU-Kommission im Rahmen der in der Richtlinie 98/34/EG notifiziert.<sup>2</sup>

Unabhängig davon ließe sich ein Vollverbot für fossile Energieträger auch auf der Grundlage von Art. 194 Abs. 2 UAbs. 2 AEUV rechtfertigen. Danach darf das Recht eines Mitglied-

<sup>1</sup> Ropenus für Bund der Energieverbraucher: „Dänemark: Eine Energiewende für Strom, Wärme und Verkehr“, abrufbar unter: [http://www.energieverbraucher.de/de/daenemark\\_3186/NewsDetail\\_16310/](http://www.energieverbraucher.de/de/daenemark_3186/NewsDetail_16310/), letzter Zugriff am 27.2.2017.

<sup>2</sup> Unter der Notifizierungsnummer 2013/192/DK (Dänemark) ist am 11.4.2013 bei der EU-Kommission die Mitteilung Dänemarks bezüglich der Verordnung über die Veröffentlichung der Bauverordnung 2010(BR10) eingegangen, abrufbar unter: <http://ec.europa.eu/growth/tools-databases/tris/de/index.cfm/search/?trisation=search.detail&year=2013&num=192&mLang=DE>, letzter Zugriff am 27.2.2017.

staates, seine Wahl zwischen verschiedenen Energiequellen und die allgemeine Struktur seiner Energieversorgung zu bestimmen, nicht eingeschränkt werden. Bei einem Verbot der Befuerung von Heizkesseln mit fossilen Brennstoffen handelt es sich letztlich um die Wahl der Energiequellen, die bei dem jeweiligen Mitgliedstaat verbleiben muss.

Unabhängig davon, weshalb die Ökodesign-Richtlinie für ein Verbot von Erdölheizkesseln keine Sperrwirkung entfaltet, muss sich eine solche Regelung ebenfalls am Primärrecht und damit den Grundrechten messen lassen. Insbesondere muss sie verhältnismäßig sein. Deshalb darf das Verbot nicht auf Heizkessel ausgeweitet werden, die ausschließlich mit erneuerbaren Energien (also Biogas oder Bioheizöl) betrieben werden, was aus der Regelung klar hervorgehen muss.

### 3.3.4 Ergebnis

Im Ergebnis hängt der den Mitgliedstaaten verbleibende Handlungsspielraum davon ab, ob und inwieweit von der Ökodesign-Richtlinie eine Sperrwirkung bezüglich der angestrebten Regelung ausgeht.

Eine solche Wirkung kann die Richtlinie grundsätzlich nur dann entfalten, wenn für die zu regelnde Produktgruppe bereits eine Ökodesign-Verordnung existiert, weil sie als Rahmenrichtlinien selbst keine materiellen Regelungen bezüglich einzelner Produktgruppen trifft, sondern nur einen Gesamtrahmen zur Festlegung der Ökodesign-Anforderungen schafft.

Existiert bereits eine Ökodesign-Verordnung, bezieht sich diese Sperrwirkung jedoch in jedem Fall nur auf die Ökodesign-Parameter des Anhangs I Teil 1 der Ökodesign-Richtlinie, nicht jedoch auf die des Teils 2 und damit gerade nicht auf Informationsanforderungen. Darüber hinaus entfaltet die Ökodesign-Richtlinie (i. V. m. der jeweiligen Durchführungsverordnung) nur für die Ökodesign-Anforderungen eine Sperrwirkung, die in der Ökodesign-Verordnung entweder explizit geregelt sind oder für die i. S. v. Art. 6 Abs. 2 der Ökodesign-Richtlinie bewusst vorgesehen wurde, dass sie nicht erforderlich sind. Im Gebäudereich haben die Mitgliedstaaten zudem aufgrund von Art. 6 Abs. 1 S. 2 Ökodesign-Richtlinie – der die Sperrwirkung der Richtlinie in diesem Bereich einschränkt – einen großen Gestaltungsspielraum, um zur Erfüllung der Gebäude-Richtlinie Anforderungen an die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden und gebäudetechnischen Systemen aufstellen zu können.

Wird eine solche Sperrwirkung festgestellt, verbleibt dem nationalen Gesetzgeber nur in den engen Grenzen der Schutzverstärkungsklauseln aus Art. 114 Abs. 4 bzw. 5 AEUV ein eingeschränkter Handlungsspielraum. Zudem muss die EU-Kommission die Maßnahme explizit billigen. In der Praxis dürfte dies keine Spielräume für den Erlass strengerer Ökodesign-Anforderungen eröffnen, denn es erscheint beinahe ausgeschlossen, dass dargelegt werden kann, dass die europäischen Anforderungen der Ökodesign-Verordnung dem Umweltschutz nicht genügen und dies auf einem spezifischen Problem der Bundesrepublik beruht.

Entfaltet die Ökodesign-Richtlinie aus den oben genannten Gründen jedoch keine Sperrwirkung, so muss sich die nationale Maßnahme am Primärrecht, also auch an den Grundfreiheiten und insbesondere an der Warenverkehrsfreiheit messen lassen. Hierfür müssen sie aus Gründen des Umweltschutzes gerechtfertigt sowie diskriminierungsfrei und verhältnismäßig sein.

### 3.4 Senkung des Stromverbrauchs durch Nutzung verhaltensökonomischer Instrumente auf Stromrechnungen

Angesichts drängender Umweltprobleme stellt sich die Frage, wie umweltpolitische Instrumente wirksamer gestaltet werden können. In diesem Zusammenhang rücken die Akteure – Verbraucher, Bürger, Unternehmen, Kommunen – und die Menschen, die jeweils Entscheidungen treffen, in den Vordergrund. Neuere Erkenntnisse der Verhaltensökonomik und der Psychologie sollen helfen, Defizite bestehender Instrumente zu überwinden und neue, wirkungsvolle Instrumente zu entwickeln. Mit den Forschungsprojekten INCENT I<sup>1</sup> und INCENT II<sup>2</sup> (Beckenbach et al. 2016) hat das Umweltbundesamt untersucht, wie umweltökonomische Instrumente verhaltensökonomisch fundiert gestaltet werden können, um die Bürger zu einem umweltfreundlichen Verhalten anzuregen.

Typische verhaltensökonomische bzw. umweltpsychologische<sup>3</sup> Instrumente umfassen z. B.: Zielsetzung (goal setting), Aktivierung sozialer Normen und / oder sozialen Vergleichs, sowie gezieltes Feedback, um Handlungsfolgen transparent zu machen. Diese sind im Marketing schon weit verbreitet – zur Senkung des Stromverbrauchs wurden sie jedoch noch nicht erschöpfend eingesetzt. In diesem Papier wird auf Basis dieser und weiterer Untersuchungsergebnisse eine Weiterentwicklung der „bisherigen informativen Stromrechnung“ vorgestellt.

Nach Art ihrer Verbraucheransprache lassen sie sich nach vier Instrumententypen unterscheiden (ebd.):

- **Kognitionsbezogene Instrumente** „zielen auf alle Aspekte, die mit der Informationsverarbeitung, dem Wissensaufbau und dem Entscheiden verbunden sind“. Sie erzeugen und fokussieren die Aufmerksamkeit, geben Informationen über Sachverhalte und Handlungsmöglichkeiten, verstärken Motivation und Verhalten und erleichtern die Entscheidung (ebd.). Beispiele sind aufbereitete Informationen auf Webseiten oder in Broschüren, außerdem Feedbacksysteme zum eigenen Energieverbrauch.
- **Interaktionsbezogene Instrumente** „zielen auf die soziale Einbettung des Menschen“. Sie appellieren an soziale Normen, initiieren Wettbewerbe oder Kooperationen, adressieren die soziale Einbindung und stellen soziale Vorbilder dar (ebd.).
- **Anreizorientierte Instrumente** sprechen den individuellen und/oder kollektiven Vorteil an und erzeugen positive und/oder negative finanzielle Anreize. Beispiele für anreizbezogene Instrumente sind marktliche Instrumente wie Verbrauchssteuern, aber auch Belohnungssysteme wie Prämien für die Teilnahme in einem Internetportal (ebd.).
- **Vorschreibende Instrumente** umfassen vor allem staatliche Ge- und Verbote. Im engeren Sinne sind sie keine verhaltensökonomischen Instrumente, da dem Verbraucher hier keine echte Entscheidungsfreiheit bleibt (ebd.).

<sup>1</sup> „Bestandsaufnahme innovativer Erklärungsansätze – Innovative Ansätze zur Verbesserung der Anreizwirkung umweltpolitischer Instrumente – Teilvorhaben I“

<sup>2</sup> „Weiterentwicklung des umweltökonomischen Instrumentariums – Innovative Ansätze zur Verbesserung der Anreizwirkung umweltpolitischer Instrumente – Teilvorhaben II“

<sup>3</sup> Hier gibt es eine weitgehende Überschneidung zwischen den Disziplinen, wobei sich die Umweltpsychologie schon länger mit der Thematik befasst.

Im Rahmen von INCENT II (ebd.) wurde eine umfangreiche Literaturrecherche zur Anwendung verhaltensökonomischer Instrumente durchgeführt, um die Wirksamkeit dieser Instrumente zu evaluieren. In der Regel wurde die Wirkung eines ganzen Instrumentenbündels untersucht, und nur selten die Wirkung einzelner Instrumente. Zu den Instrumentenbündeln gehörten in 97 % der Fälle kognitionsbezogene Instrumente, in 79 % der Fälle interaktionsbezogene Instrumente und in 48 % der Fälle anreizorientierte Instrumente. Bei 57 % der untersuchten Berichte lag der Schwerpunkt auf verhaltensökonomischen Instrumenten im Politikfeld Energie. In 90 % der Anwendungen zeigte sich ein positiver Effekt und nur in 8 % der Anwendungen ein negativer Effekt. Die höchsten Einsparungen erzielten Instrumentenbündel, welche einen Fokus auf Nachbarschaftswettbewerbe legten. Am meisten Adressaten wurden über Energiesparberichte erreicht, die im Zusammenhang mit den Energierechnungen versendet wurden – hierbei wurden allerdings nur geringe Einsparungen pro Haushalt von im Durchschnitt 2,5 % realisiert. Ferner zeigte sich, dass es Unterschiede in der Wirkung der Instrumente auf verschiedene Personengruppen, wie etwa Geschlechtern gibt (ebd.).

### **3.4.1 Verhaltensökonomische Instrumente auf Stromrechnungen**

Der Stromverbrauch privater Haushalte beträgt ca. 25 % des gesamten Stromverbrauchs in Deutschland. Davon lässt sich ein erheblicher Teil einsparen. Das ifeu (2015) beispielsweise simuliert eine Reduktion des Stromverbrauchs um bis zu 70 % durch eine Kombination aus Effizienz- und Suffizienz-Maßnahmen.

Um einen Teil dieser theoretischen Einsparpotenziale zu heben, ist eine geeignete Instrumentierung erforderlich.

Die Stromrechnung ist ein regelmäßiges und verpflichtendes Kommunikationsmedium vom Stromanbieter zu den Stromkunden. Dies könnte sie zu einem geeigneten Medium machen, um Haushalte zu einem stromsparenden Verhalten zu motivieren. Zu klären ist allerdings, inwieweit Informationen auf der Stromrechnung über den Rechnungsbetrag hinaus von den Haushalten überhaupt wahrgenommen werden. Wesentliche Hemmnisse dabei sind die Komplexität der Stromrechnung und ihr seltenes Erscheinen (in der Regel einmal jährlich).

#### **3.4.1.1 Bestandsaufnahme verhaltensökonomischer Instrumente auf Stromrechnungen**

Durch das Energiewirtschaftsgesetz werden Stromanbieter bisher angehalten, einzelne Elemente mit Bezug zu verhaltensökonomischen Instrumenten auf ihren Stromrechnungen zu platzieren (siehe Tabelle 3.3).

Tabelle 3.3 Elemente im EnWG mit Bezug zu verhaltensökonomischen Instrumenten

Element	Rechtliche Quelle	Art des Instruments
Einfachheit der Darstellung der Information	§ 40 Abs. 1 des EnWG	-
Verbrauch im vergleichbaren Vorjahreszeitraum	§ 40 Abs. 2 Nr. 5 EnWG	historisches Feedback
Grafiken, wie sich der eigene Jahresverbrauch zu dem Jahresverbrauch von Vergleichsgruppen verhält	§ 40 Abs. 2 Nr. 6 EnWG	komparatives Feedback

Quelle: Beckenbach et al. (2016)

Im Prinzip haben sowohl historisches als auch komparatives Feedback das Potenzial, die Aufmerksamkeit für den eigenen Stromverbrauch zu wecken, einen ersten Anstoß zur Stromeinsparung zu geben und – wenn es wiederholt wird – die Ergebnisse von Stromsparebemühungen transparent zu machen und somit unterstützend zu wirken. Es kommt dabei jedoch sehr auf die Ausgestaltung im Einzelnen an. Zudem ist das Instrument alleine nur wenig wirksam; nur als Bestandteil eines geeigneten Instrumentenmixes, der neben dem Feedback weitere Elemente wie Stromsparberatung und Wettbewerbe umfasst, entfaltet es größere Wirkung (Fischer 2008, Karlin et al. 2015, Stieß et al. 2017).

Zur Auswirkung der Häufigkeit der Stromrechnung auf den Verbrauch gibt es nur wenig aktuelle Untersuchungen. Einige etwas ältere Studien verweisen zwar auf positive Wirkungen (z.B. ifeu (2007) über 8 % Einsparungen mit Hilfe von zweimonatlich gestellten Stromrechnungen in Norwegen). Dünnhoff und Palm (2016) ermittelten allerdings in einer repräsentativen Verbraucherbefragung im Zuge der Studie „Verständlichkeit von Stromrechnungen“, dass 91 % der befragten Verbraucher ihre Stromrechnung nur einmal im Jahr erhalten – und die große Mehrheit von 69 % eine häufigere Stromrechnung auch gar nicht für notwendig erachten. Dies kann aber auch damit zusammenhängen, dass Verbraucher ihre Stromrechnung bislang vorwiegend als bürokratischen, mit Kosten verbundenen Vorgang empfinden. Eventuell würden Verbraucher in transparenten und motivierend gestalteten Stromrechnungen und bei als passender empfundenen Feedbacks einen größeren Nutzen sehen. Erheblich positiver sehen das auch die Teilnehmer des Laborexperiments bei INCENT II: hier fänden 79 % eine häufigere Stromrechnung gut oder sehr gut (Beckenbach et al. 2016).

### Komparatives Feedback

Das komparative Feedback stellt den eigenen Jahresstromverbrauch in Bezug zum Verbrauch von Vergleichsgruppen. Zur Erstellung der geforderten Grafik haben der BDEW und der Verband kommunaler Unternehmen (VKU) einen Leitfaden mit vorgeschlagenen Vergleichswerten herausgegeben (BDEW und VKU 2013). Die gesetzlich vorgeschriebenen Grafiken mit dem Vergleich des eigenen Jahresverbrauchs zum Jahresverbrauch von Vergleichsgruppen werden meist jedoch erst auf den hinteren Seiten der Energierechnung abgebildet. Teilweise sind sie kaum aussagekräftig, da sich die Vergleichskategorien ausschließlich auf Haushalte ohne elektrische Warmwasserbereitung, Stromheizung oder elektrische Wärmepumpe beziehen. Folglich ermöglichen die Werte objektiv für etwa ein Viertel der Haushalte keine aussagekräftige Einordnung (Dünnhoff und Palm 2016, S. 5). Zudem ermittelten Dünnhoff und Palm (2016), dass weniger als die Hälfte der Befragten (44 %) auf die Grafik zum Vergleich des eigenen Jahresstromverbrauchs zum Jahresver-

brauch einer Vergleichsgruppe aufmerksam geworden sind. Immerhin halten 25 % der Befragten die Grafik für persönlich interessant und hilfreich (ebd.).

In einer stichprobenartigen Recherche zu dieser Untersuchung wurden aktuelle Musterrechnungen von 25 Stromversorgern in Bezug auf die Gestaltung der verhaltensökonomischen Instrumente untersucht, insbesondere des komparativen Feedbacks. Bestandteil waren hierbei auch die zehn größten Stromversorger Deutschlands aus dem Jahre 2010 mit einem kumulierten Marktanteil von über 50 % (BDEW 2013).

Dabei stand die Frage im Vordergrund, ob das komparative Feedback auf eine motivierende und aktivierende Weise gegeben wird. Es zeigt sich, dass die Grafiken mit dem Vergleich des eigenen Jahresverbrauchs zu dem Jahresverbrauch von Vergleichsgruppen erst auf den hinteren Seiten abgebildet werden. Ihre Darstellung ist oft in schwarz/weiß gehalten, obwohl die übrige Rechnung zwei- oder mehrfarbig gestaltet ist. Beides senkt die Wahrscheinlichkeit, dass der Vergleich wahrgenommen wird und Aufmerksamkeit weckt.

### Historisches Feedback

Das historische Feedback stellt den eigenen Stromverbrauch in Relation zum eigenen Stromverbrauch in der Vergangenheit. In den vorliegenden Studien zu Feedback wird historisches Feedback nur sehr selten separat untersucht. Die wenigen Befunde sind gemischt. Darby (2006) stellt in einem Literaturreview fest, dass historisches Feedback effektiv ist, während Karlin et al. (2015) in einer umfangreichen und methodisch gut kontrollierten Metastudie keinen zusätzlichen Effekt eines historischen Vergleichs gegenüber direktem Feedback zum aktuellen Verbrauch finden.<sup>1</sup> Die EEA (2013) schließt aus einem Literaturreview, dass historisches Feedback nur in Kombination mit anderen Maßnahmen (z.B. Energieberatung und direktes Feedback z.B. über Smart Meter) wirksam ist.

In der Praxis wird normalerweise der Verbrauch von zwei Rechnungsjahren angegeben, also der aktuelle Verbrauch und der des Vorjahres. So hat in der hier untersuchten Stichprobe von Rechnungen nur ein einziger Anbieter den Verbrauch über drei Abrechnungsperioden gezeigt. Motivierende Elemente, die zum Stromsparen anreizen, finden sich in der Regel nicht. So geben 9 von 25 Stromversorgern den historischen Stromverbrauch nur als Zahl an. Die übrigen Anbieter stellen ihn zusätzlich grafisch dar, allerdings kombiniert mit der Darstellung des Stromverbrauchs der Vergleichsgruppen. Nur ein Anbieter kommuniziert den historischen Stromverbrauch zusätzlich auf der ersten Seite der Rechnung und gibt an, um wieviel Prozent er gesunken oder gestiegen ist. Hinzu kommt, dass in fast der Hälfte der Fälle der jeweilige Verbrauch nicht auf den gleichen Bezugszeitraum hochgerechnet wurde. In diesen Fällen ist die Verbrauchsentwicklung für Verbraucher ohnehin nicht aussagekräftig.

Für Verbraucher nachvollziehbarer und spannender könnten historische Vergleiche zwischen einem aktuell gemessenen Monatsverbrauch mit dem eines Vorjahresmonats sein. Hier stellen sich Verbrauchern schneller die Frage, warum es zu Abweichungen gekommen ist. Diese Art des Feedbacks stieß bei einer Verbraucherbefragung von Birzle-Harder et al. (2008) denn auch auf erheblich größeres Interesse als der Vergleich des Jahresverbrauchs.

---

<sup>1</sup> Dasselbe gilt allerdings auch für den Vergleich mit anderen sozialen Gruppen.

### 3.4.1.2 Förderliche Bedingungen und Hemmnisse für innovative Stromrechnungen

#### Mögliche förderliche Rahmenbedingungen

Warum könnten Energieversorger ein Interesse am Einsatz von Anreizen zum Stromsparen auf Stromrechnungen entwickeln? Aktuelle Studien und Marktforschungen zeigen ein eher angespanntes Umfeld der Energieversorger. So stellt Edelmann (2015) nach einer Befragung im Auftrag des BDEW von 160 Energieversorgungsunternehmen in Deutschland, Österreich und der Schweiz fest: 41 % der befragten Energieversorger finden, ihre wirtschaftliche Situation habe sich in den letzten zwei Jahren verschlechtert. Schwierigkeiten bereitet dabei insbesondere die fossile Stromerzeugung, aber auch der Stromabsatz findet sich unter den Bereichen mit negativer Wirkung an dritter Stelle. Dienstleistungen hingegen schreiben 35 % der Befragten eine positive Wirkung zu.

Kundenbetreuung und -bindung werden von Stadtwerken als wichtigste Felder für innovative Geschäftsmodelle gesehen (ebd.). Gerade der Anteil von Haushaltskunden in der klassischen Grundversorgung sinkt kontinuierlich und liegt heute nur noch bei ca. 33 %. 24 % aller Haushaltskunden werden nicht vom örtlichen Grundversorger beliefert (BNetzA und BKartA 2016). Daher geht es häufig schlicht darum, durch Investitionen in Kundenbindung und eine klare Positionierung als nachhaltiger Energieversorger kostspieligen Preiskämpfen mit weiter sinkenden Vertriebsmargen zu entgehen – so die Empfehlung von Rödl und Partner (2016).

Eine leicht verständliche Rechnung, die glaubwürdig zum Stromsparen motiviert, könnte daher als kostengünstiges Instrument zur Kundenbindung genutzt werden und dabei helfen, den Versorger als nachhaltiges Unternehmen der Energiewende zu positionieren. Dass Hilfen zum Stromsparen von den Kunden als faires Angebot wahrgenommen werden und ein Gefühl größerer Nähe erzeugen, bestätigt eine etwas ältere Befragung von Birzle-Harder et al. (2008). Von Vorteil ist dabei, dass schon heute nach Angaben von Marktteilnehmern die anfallenden Kosten pro Kunde fast ausschließlich über den Grundpreis statt über den Arbeitspreis pro Kilowattstunde finanziert werden. Außerdem sinkt der finanzielle Anreiz für Kunden, den Versorger zu wechseln, wenn ihr Stromverbrauch sinkt: die Einsparungen fallen mit sinkendem Verbrauch ebenfalls geringer aus. Weiterhin bieten Digitalisierung und der kommende Smart-Meter-Rollout noch vielfältige weitere Möglichkeiten, innovative Stromrechnungen mit Beratungsdienstleistungen zu verknüpfen. In diesem Zusammenhang ist auch das Förderprogramm Einsparzähler der Bundesregierung zu nennen.

Auch der Trend zur Rekommunalisierung der Energieversorgung kann unterstützend wirken. Im Rahmen von Klimaschutzplänen von Kommunen spielt der Stromverbrauch eine große Rolle; hier könnten kommunale Energieversorger als Akteure zur Mitwirkung motiviert oder verpflichtet werden.

#### Hemmnisse

Eine Reihe von Hemmnissen steht der Umsetzung innovativer Stromrechnungen mit verhaltensökonomischen Instrumenten entgegen:

#### Vielfalt der verpflichtenden Elemente auf der Stromrechnung

Trotz (oder wegen) der aktuellen Regulierungen durch das Energiewirtschaftsgesetz sind Stromrechnungen heute lang, komplex und von einer Vielzahl von fachspezifischen Begriffen

fen (inkl. deren Erläuterungen) und rechtlichen Hinweisen durchsetzt (Beckenbach et al. 2016). Zusätzliche verpflichtende Elemente auf der Stromrechnung könnten deren Komplexität weiter erhöhen.

### **Die Stromrechnung als Kommunikationsmittel ist negativ konnotiert**

Stromversorger nennen häufig Bedenken, über die Rechnung mit dem Kunden zu kommunizieren, da Rechnungen negativ konnotiert seien. Daher streben sie eher an, mit ihren Kunden über motivierende Formate wie Faltblätter zu kommunizieren – diese werden allerdings von den Kunden häufig mit Werbung in Verbindung gebracht und nicht unbedingt gelesen.

### **Kosten und Softwareschwierigkeiten**

Gegen Änderungen der Stromrechnung zur Verbesserung der Wirkung von Stromsparreizen sprechen aus Sicht der EVU insbesondere die Kosten und der Aufwand zur Umstellung der Software. Dies trifft vor allem zu, wenn sich die Rechnung durch die Änderungen um ein Blatt erweitern würde, was zusätzlichen Aufwand im Versand und ggf. sogar erhöhte Portokosten mit sich brächte.

### **Fehlende Kundendaten für aussagekräftiges komparatives Feedback**

In Bezug auf die Nutzung der „Stromeffizienzklassen für Haushalte“ auf der Stromrechnung bestehen für die Stromversorger Schwierigkeiten in der Umsetzung, da hierfür Daten der Kunden (Haushaltstyp, Haushaltsgröße, Warmwasserbereitung etc.) benötigt werden, sofern nur die persönliche Klasse abgebildet werden soll. Wenn die gesamte Grafik verwendet wird, könnte es jedoch auch zu praktischen Schwierigkeiten kommen, durch z. B. den notwendigen Farbdruck, eine zusätzlich benötigte Seite für die Grafik oder die steigende Komplexität aufgrund zusätzlicher Kategorien.

### **Geringe Motivation der Energieversorger**

Ein großes Hemmnis für eine breitenwirksame Implementierung verhaltensökonomischer Instrumente auf der Stromrechnung stellt dagegen die momentan noch geringe Motivation der Energieversorger dar. Geringe Margen im Arbeitspreis mindern zwar den Widerspruch zwischen der unternehmerischen Ausrichtung auf Wachstum der verkauften Strommenge und Einsparungen bei Kunden, doch sind die vielfältigen Ansätze zu Stromeinsparungen heute vor allem ein Mittel für Kundenbindung und Marketing. So fehlen heute ordnungsrechtliche Rahmenbedingungen, die dazu führen würden, Energieversorger zum Einsatz breitenwirksamer Instrumente zu bewegen. Die fehlende Motivation kann auch ein Grund für die teils unzulängliche Ausgestaltung der verpflichtenden Elemente aus dem EnWG sein.

### **Auf Kundenseite: Stromeinsparung im Vergleich zum Versorgerwechsel wirtschaftlich uninteressant**

Auf Kundenseite verlangt die Stromeinsparung meist eine Investition in neue Geräte oder eine Verhaltensänderung, macht also Mühe oder verursacht Kosten. Dies ist für Verbraucher häufig uninteressant, solange durch einen Versorgerwechsel deutlich mehr Geld eingespart werden kann.

### 3.4.1.3 Weiterentwicklung bestehender Instrumente und Möglichkeiten neuer Instrumente

#### Optimierung des bestehenden komparativen Feedbacks

Das Forschungsprojekt „Stromeffizienzklassen für Haushalte“ (ISOE und Öko-Institut 2016)<sup>1</sup> liefert mit Vergleichswerten für den Stromverbrauch nach Haushaltsgröße, Gebäudetyp und Art der Warmwasserbereitung eine Möglichkeit zur veränderten Gestaltung des gesetzlich vorgeschriebenen komparativen Feedbacks. Die Werte wurden in ähnlicher Form auch für den „Stromspiegel für Deutschland“ des BMUB genutzt. Der Vorteil liegt hierbei in der zusätzlichen Unterscheidungsmöglichkeit zwischen Ein- und Mehrfamilienhäusern, sowie der Beachtung von elektrischer Warmwasserbereitung.

Sind die Stromrechnungen verständlich und transparent gestaltet, so helfen auch häufigere Stromrechnungen den Kunden dabei, ihren Verbrauch und ihr stromsparendes Verhalten besser auszuwerten. Monatliche Stromrechnungen etwa empfehlen sich besonders, wenn Smart Meter vorhanden sind. Hier sollte dann auch ein grafischer Vergleich der Monate des laufenden Jahres mit denen des Vorjahres erfolgen.

Genauer analysiert werden sollten weitere Kommunikationskanäle, über die verhaltensökonomische Instrumente den Kunden erreichen können. Eine verstärkte Nutzung digitaler Medien zur Rechnungsstellung bietet die Möglichkeit, dem Kunden einen einfachen Zugang zu weiterführenden Informationen zu ermöglichen und gleichzeitig Kosten und Ressourcen einzusparen. Verbrauchsdaten können über längere Zeiträume einfach verglichen werden, ohne alte Rechnungen in Ordnern zu suchen. Hier bietet es sich auch an, künftige Erkenntnisse des BAFA-Förderprogramms Einsparzähler zu nutzen.

#### Möglichkeiten neuer Instrumente

Zur Entwicklung neuer Instrumente auf der Stromrechnung sollten mögliche Änderungen der gesetzlichen Anforderungen an die Stromrechnung untersucht werden. Die verhaltensökonomischen Instrumente sollten dabei verpflichtend auf der ersten, ersatzweise der zweiten Seite platziert werden. Im Gegenzug könnten heute erforderliche Bestandteile auf den hinteren Seiten platziert werden; gegebenenfalls bieten sich auch Möglichkeiten, die Anforderungen zu entschlacken.

In Zusammenarbeit mit dem Energielieferanten Städtische Werke AG Kassel hat INCENT II mittels Verbraucherinterviews mehrere verhaltensökonomische Rechnungsdesigns mit unterschiedlichen Instrumentenbündeln entwickelt. Hierzu wurden alle Inhalte, die nicht unmittelbar zahlungsrelevant sind, von der ersten Seite entfernt, um dort verhaltensökonomische Instrumente zu platzieren. Zunächst wurden drei Rechnungsdesigns – erstens ein Rechnungsdesign mit sozialem Vergleich mit Energiespartipp, zweitens ein vorgegebenes Einsparziel mit Energiespartipp und drittens ein vorgegebenes Einsparziel mit monetärem Anreiz und Energiespartipp – in einer Befragung mit 500 Personen überprüft. Im Anschluss daran wurden in einem Laborexperiment 13 verschiedene Rechnungsdesigns mit 550 Teilnehmern einer Überprüfung unterzogen. (Beckenbach et al. 2016).

In der Umfrage erzielte die Rechnung mit einem vorgegebenen Ziel und Anreiz die höchste Wirkung, gefolgt von der Rechnung mit einem sozialen Vergleich. Beim Experiment war die

---

<sup>1</sup> Gefördert durch das BMBF

Rechnung, mittels derer ein Wettbewerb initiiert wurde, am erfolgreichsten. Die Probanden wurden hierbei in zwei Gruppen eingeteilt und traten in einem „Stromspar-Nachbarschaftswettbewerb“ gegeneinander an. Fraglich ist hierbei jedoch, ob es in der Realität auch zu einer ähnlichen „Spielstimmung“ käme. Die zweitstärkste Wirkung erzielte die Rechnung, die eine Stromsparzielsetzung motivierte (ohne Anreiz). Keinen Erfolg zeigten Rechnungen, die umweltbezogene Normen adressierten, ebenso wenig eine Rechnung mit Motivierung des Kaufs von Stromsparprodukten. Außerdem stellte sich heraus, dass unterschiedliche Personengruppen verschieden auf die Rechnungen reagieren. Hier spielen beispielsweise der Bildungsstand, die umweltbezogene Einstellung und das Kostenbewusstsein eine Rolle (ebd.).

Diese Möglichkeiten neuer Instrumente und insbesondere die spielerischen Elemente sollten in Workshops mit Stromversorgern genauer untersucht werden. Dabei gilt es vor allem, das generelle Interesse an innovativen Stromrechnungen abzufragen und konkrete Umsetzungsmöglichkeiten zu prüfen.

Darüber hinaus – aber im größeren Kontext zu sehen – wäre es hilfreich, verpflichtende Anreize für Energieversorger in diesem Sinne zu schaffen, etwa durch präzise Verpflichtungen zur Senkung des Stromabsatzes im Sinne von Artikel 7 der Energieeffizienzrichtlinie 2012/27/EU.

### 3.4.2 Fazit

Die Stromrechnung als regelmäßiges Kommunikationsmedium zwischen Stromanbieter und Stromkunden könnte ein geeignetes Medium darstellen, zum Stromsparen zu motivieren. Heutige Stromrechnungen sind jedoch lang, komplex und mit ihrer Vielzahl von fachspezifischen Begriffen und rechtlichen Hinweisen für viele Verbraucher unverständlich. Die Anforderungen des EnWG an die Verwendung verhaltensökonomischer Instrumente werden bisher zumeist nur zu einem Minimum erfüllt und sprechen daher einen Großteil der Kunden nur wenig an; die unscheinbare Darstellung der Grafiken auf den hinteren Seiten der Stromrechnung verringert ihre Wirkung zusätzlich. Ein wichtiger Grund hierfür liegt in der Tatsache, dass die Energieversorger keinen ausreichenden intrinsischen Anreiz haben, diese oder andere Interventionen zur Senkung des Stromverbrauchs so zu gestalten, dass sie ihre Wirkung in der Breite entfalten.

Wie die bisherigen Forschungen zum Thema gezeigt haben, bieten sich als Stromsparanreize vor allem zwei Interventionen an. Soziale Vergleiche, wie etwa die Stromeffizienzklassen, bewirken eine Orientierung für die Verbraucher, um die Höhe des eigenen Stromverbrauchs einschätzen zu können. Zielsetzungen, ggf. mit einem weiteren Anreiz, oder andere spielerische Elemente können die Motivation von Verbrauchern stimulieren, den eigenen Stromverbrauch – unabhängig von dessen Höhe – zu mindern. Diese Interventionen müssen, um erfolgreich zu sein, möglichst auffallend (z.B. bunt) auf der ersten Rechnungsseite platziert sein.

Ein Interesse von Stromversorgern, mit der Stromrechnung echte Stromsparanreize zu bieten, lässt sich heute vor allem mit Kundenbindung oder der Darstellung einer besonderen ökologischen Ausrichtung begründen. Auch im Zuge der Digitalisierung und damit verbundener zusätzlicher Energieberatungs- oder Effizienzdienstleistungen (z.B. über das Förderprogramm Einsparzähler) ist denkbar, dass Stromversorger in stärkerem Maße als heute wirksame Stromsparanreize auf der Stromrechnung platzieren.

Eine Vielzahl von Hemmnissen steht derartig weiterentwickelten Stromrechnungen entgegen. Verschiedene Kooperationen in Studien (s.o. Städtische Werke Kassel, welche die Wirkung von Rechnungen mit Anreizen untersuchten, allerdings nicht im realen Betrieb verwendeten) zeigen jedoch, dass diese Hindernisse nicht unüberwindbar sind.

Aus den hier zusammengefassten Erkenntnissen lassen sich folgende Handlungsempfehlungen und Schlussfolgerungen ableiten:

- Mit Hilfe von **strukturierten Befragungen von Stromversorgern** oder mittels **Workshops** sollten (gesetzliche, softwaretechnische, technische ...) Hemmnisse, mögliche Anreize und das Interesse an innovativen Stromrechnungen sowie konkrete Umsetzungsmöglichkeiten untersucht werden.
- Durch eine **Analyse möglicher Änderungen der gesetzlichen Anforderungen an die Stromrechnung** (ggf. Entschlackung der Anforderungen) können Bestandteile, die nicht unmittelbar die Rechnungsbeträge betreffen, auf hintere Seiten gesetzt werden und die **verhaltensökonomischen Instrumente verpflichtend auf die erste oder zweite Seite**. Hierfür sollten auch die Erkenntnisse des Projektes INCENT II zur Gestaltung von Stromrechnungen genutzt werden.
- Mit einer **Verkürzung der Zeiträume zwischen den einzelnen Stromrechnungen** können Stromkunden ihren Verbrauch und ihr stromsparendes Verhalten besser evaluieren und so eventuell weitere Einsparpotenziale nutzen. In diesem Zusammenhang wäre denkbar, den Instrumentenmix in Abhängigkeit von der Wirkung jeweils neu zu gestalten (eignet sich besonders, wenn Smart Meter vorhanden sind) (ebd., S. 130).
- Eine **verstärkte Nutzung digitaler Medien** zur Rechnungsstellung bietet die Möglichkeit, Ressourcen einzusparen und dem Kunden einen einfachen Zugang zu weiterführenden Informationen zu ermöglichen. Verbrauchsdaten können über längere Zeiträume einfach verglichen werden, ohne alte Rechnungen in Ordnern zu suchen. Hier bietet es sich auch an, künftige Erkenntnisse des Förderprogramms Einsparzähler zu nutzen. Dies beinhaltet auch eine Analyse von anderen (digitalen) Kommunikationskanälen, über die verhaltensökonomische Instrumente den Kunden erreichen können
- Im europäischen Kontext wäre es wünschenswert, wenn etwa eine Neufassung des Artikels 7 der Energieeffizienzrichtlinie verpflichtende Anreize zur Energieeinsparung für Energieversorger schaffen würde.

## 3.5 Klima- und Lüftungsanlagen: Nationale Strategien zur Hebung von Einsparpotenzialen

Neben einem Ausbau der erneuerbaren Energien, insbesondere der erneuerbaren Wärme, sind noch erhebliche Anstrengungen zur Verbesserung der Energieeffizienz von Gebäuden erforderlich. Nicht vernachlässigt werden dürfen dabei die großen Einsparpotenziale bei Klima- und Lüftungsanlagen, die in der Energieeffizienzstrategie Gebäude auf 200 PJ geschätzt werden (BMWi 2015) – zumal insgesamt im Bereich Klimatisierung und Lüftung von einem steigendem Endenergiebedarf ausgegangen werden muss, da die Zahl der Kühltage mit dem Klimawandel steigt und gleichzeitig Komfortansprüche zunehmen (siehe dazu die Szenarienentwicklung von Prognos et al. (2015)).

Schiller et al. (2014) schätzen, dass es bundesweit etwa 400.000 Klima- und Lüftungsanlagen gibt, wobei insbesondere ältere Anlagen Einsparpotenziale von bis zu 50 % des Energieverbrauchs aufweisen. Dabei liegen in der Raumlufttechnik noch deutlich größere Einsparpotenziale als in der Kälteerzeugung.

Der nationale Aktionsplan Energieeffizienz (NAPE) fasst sektorübergreifende Effizienzmaßnahmen zusammen. Als Teil des NAPE soll ein Instrumentenbündel für Klima- und Lüftungsanlagen geschaffen werden, das die Nachfrage nach energetischen Inspektionen und Beratung anreizt, die Umsetzung von Energiesparmaßnahmen unterstützt, den Vollzug der Inspektionen stärkt und auch Neuanlagen berücksichtigt. Zu diesem Zweck hat das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) mit Unterstützung der Autoren im März und April 2016 drei Workshops mit Branchenverbänden, einem erweiterten Stakeholder-Kreis sowie mit Betreibern öffentlicher Liegenschaften durchgeführt, deren Ergebnisse in das vorliegende Papier einfließen. Zudem hat im Juni 2016 eine parallele Studie von Ecofys Germany, dem Institut für Luft- und Kältetechnik Dresden sowie schiller engineering zur Untersuchung der Potenziale von Klima- und Lüftungstechnik als Beitrag zur Umsetzung des klimaneutralen Gebäudebestandes 2050 (im Folgenden Ecofys et al. 2018) ihre Arbeit aufgenommen. In Zusammenarbeit mit Ecofys, ILK Dresden und schiller engineering wurden 2017 und 2018 zwei weitere Workshops mit Herstellern und Planern von Klima- und Lüftungsanlagen durchgeführt.

### 3.5.1 Ausgangssituation

Für Klimaanlage mit einer Kälteleistung von über 12 kW gilt eine Pflicht zur energetischen Inspektion nach § 12 EnEV, die Betreiber über den energetischen Zustand und die Einsparpotenziale ihrer Anlage informieren soll<sup>1</sup>. De facto werden diese Inspektionen jedoch nur in seltenen Fällen umgesetzt; so schätzen Schiller et al. (2014), dass die Pflicht nur für maximal 3 % der betroffenen Klimaanlage erfüllt wird. Ende 2015 hat sich die Durchführungsquote Schätzungen zufolge auf etwa 10 % erhöht (Mai 2016). Für reine Lüftungsanlagen ohne Kälteerzeugung gilt die Inspektionspflicht nicht – obwohl hier die Einsparpotenziale in gleicher Weise bestehen und eine energetische Inspektion überaus empfehlenswert wäre. Aber auch unabhängig von der Inspektion gilt es, Anlagenbetreiber über Einsparpotenziale zu informieren und Wege zur Umsetzung von Einsparmaßnahmen bei Klima- und Lüftungsanlagen zu ebnen.

---

<sup>1</sup> Diese Pflicht ist die nationale Umsetzung einer vergleichbaren Inspektionspflicht aus Art. 15 Richtlinie 2010/31/EU, der sogenannte Energy Performance of Buildings Directive (EPBD). In der novellierten EPBD 2018 soll die Untergrenze jedoch auf 70 kW Kälteleistung angehoben werden.

### 3.5.1.1 Begriffsbestimmungen

Die Definition der Klimaanlage im Sinne der EnEV unterscheidet sich von der ingenieurmäßigen Sichtweise:

Die EnEV selbst enthält keine eigene Legaldefinition für Klimaanlagen. Beim Erlass der EnEV 2007 verwies die Bundesregierung auf die erste Fassung der EU-Gebäuderichtlinie EPBD (Richtlinie 2002/91/EG), deren Legaldefinition wie folgt lautet:

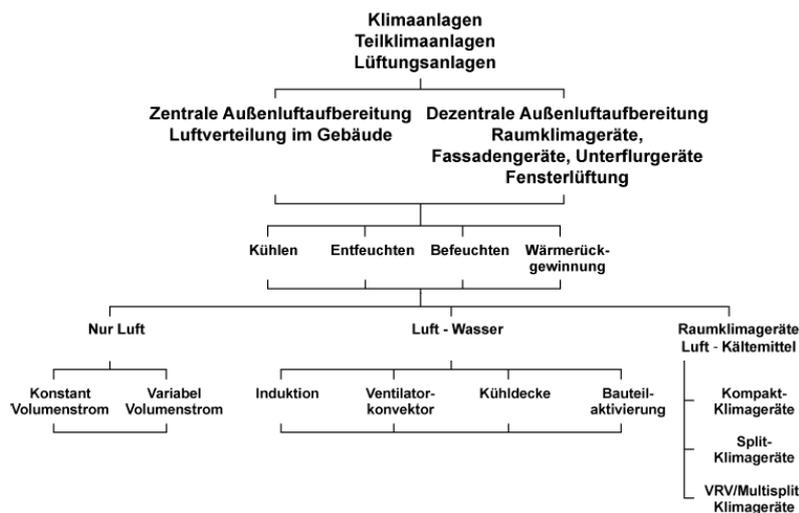
“Im Sinne dieser Richtlinie bezeichnet der Ausdruck „Klimaanlage“ eine Kombination sämtlicher Bauteile, die für eine Form der Luftbehandlung erforderlich sind, bei der die Temperatur, eventuell gemeinsam mit der Belüftung, der Feuchtigkeit und der Luftreinheit, geregelt wird oder gesenkt werden kann.“

Die Anwendungsgrenze hinsichtlich der Nennleistung wird wie folgt ausgelegt:

„Die in der EnEV an Klimaanlagen auf Grundlage der Nennleistungsgrenze (12 kW) gestellten Anforderungen bzw. Pflichten beziehen sich auf die einzelne Anlage, nicht auf das Gebäude, wobei unter einer Anlage in Einklang mit der Definition der Richtlinie 2010/31/EU die Summe aller zur Erfüllung der jeweiligen Klimatisierungsaufgabe erforderlichen Bestandteile zu verstehen ist. Teilanlagen, die wesentliche Komponenten gemeinsam nutzen, sind als eine Anlage anzusehen.“ (Fachkommission Bautechnik der Bauministerkonferenz 2014)

Eine Kategorisierung von Klimaanlagen liefert DIN V 18599-7 (ohne Bezug zur EnEV) (Abbildung 3.9).

Abbildung 3.9 Systematik Klima- und Lüftungsanlagen in Nichtwohngebäuden nach DIN V 18599-7 (DIN 2011)



Zentrale Systeme: Zentrale Außenluftaufbereitung (gebäude-, abschnitts- oder geschossweise) und Verteilung der Zuluft über Luftkanalsysteme, unabhängig von der Art der zusätzlichen Raumkühlung.

Dezentrale Systeme: Raumweise Außenluftaufbereitung oder natürliche Lüftung über Fenster. Zusätzliche Raumkühlsysteme mit Wasser oder Kältemittel als Wärmeträger.

Konkretisierungen, was unter einer Klimaanlage gemäß EnEV zu verstehen ist, liefern außerdem zwei technische Regeln:

Die DIN SPEC 13779 unterscheidet Klimaanlage im Sinne der nationalen Umsetzung der europäischen Gebäuderichtlinie EPBD im Rahmen der EnEV wie folgt:

- Klima- und Teilklimaanlagen mit Lüftungsfunktion; Einteilung in THM-C-Klassen je nach thermodynamischer Funktion (THM-C2 bis THM-C4 sind Teilklimaanlagen mit den Funktionen Heizen und Befeuchten, Heizen und Kühlen sowie Heizen, Kühlen und Befeuchten; THM-C5 kennzeichnet eine Vollklimaanlage mit allen thermodynamischen Funktionen: Heizen, Kühlen, Be- und Entfeuchten)
- Anlagen zur Raumkühlung ohne Lüftungsfunktion (Raumkühlsysteme, Raumklimageräte, Kühldecken usw.).

Diese Definition unterscheidet sich von der ingenieurmäßigen Sichtweise dadurch, dass die Klimaanlage im Sinne der EnEV an die Funktion Kühlung gekoppelt ist, unabhängig davon, ob und wie der Raum oder die Zuluft gekühlt wird. Die DIN SPEC 15240 legt ebenfalls die Definition der DIN SPEC 13779 zugrunde und nennt für den Anwendungsbereich beispielhaft folgende Anlagensysteme und Anlagen zur Kühlenergiebereitstellung:

- Klimaanlage zur Luftaufbereitung
- Split-, Multi-Split-, VRF-Anlagen (Variable Refrigerant Flow)
- Kühldecken und Betonkernaktivierung
- Verdunstungskühlung und freie Kühlung über Kühlturm
- geothermische Kühlung; Grund- und Oberflächenwasserkühlung (DIN 2013).

### 3.5.1.2 Umfang der Inspektion nach EnEV § 12 und DIN SPEC 15240

#### Anforderungen an Inspektion laut EnEV 2014 § 12 Absatz 2:

„Die Inspektion umfasst Maßnahmen zur Prüfung der Komponenten, die den Wirkungsgrad der Anlage beeinflussen, und der Anlagendimensionierung im Verhältnis zum Kühlbedarf des Gebäudes. Sie bezieht sich insbesondere auf

- die Überprüfung und Bewertung der Einflüsse, die für die Auslegung der Anlage verantwortlich sind, insbesondere Veränderungen der Raumnutzung und -belegung, der Nutzungszeiten, der inneren Wärmequellen sowie der relevanten bauphysikalischen Eigenschaften des Gebäudes und der vom Betreiber geforderten Sollwerte hinsichtlich Luftmengen, Temperatur, Feuchte, Betriebszeit sowie Toleranzen, und
- die Feststellung der Effizienz der wesentlichen Komponenten.“

**Die DIN SPEC 15240 sieht mehrere Stufen mit unterschiedlichem Inspektionsumfang und verschiedenen durchzuführenden Tätigkeiten vor:**

- Stufe A: Energetische Inspektion für einfache Klimaanlage; normaler Arbeitsumfang für kleine Gebäude und nur einzelne klimatisierte Nutzungsbereiche ohne RLT-Geräte zur Außenluftaufbereitung. Beispiele für einfache Klimaanlage in diesem Sinne sind Split- und Multisplitanlagen sowie VRF-Systeme (*Variable Refrigerant Flow*).

- Stufe B: Energetische Inspektion; normaler Arbeitsumfang für klimatisierte Nutzungsbereiche und Gebäude sowie umfangreiche Anlagentechnik mit vielen thermodynamischen Funktionen. Diese Stufe umfasst die Klimaanlage mit Außenluftaufbereitung (RLT-Teil). Anders als in Stufe A sind in Stufe B Messungen erforderlich, z.B. die Luftvolumenströme der RLT-Geräte.
- Stufe C: Optionale Leistungen bei umfassenden Inspektionen, die bei besonderen Verdachtsmomenten berücksichtigt werden können (DIN 2013).

### Wer kann die energetischen Inspektionen durchführen?

Die EnEV sieht zur Durchführung der Inspektionen vorrangig Ingenieure vor. Es gibt aber nur wenige Ingenieurbüros, die sich auf dieses Thema spezialisiert haben. Allerdings gibt es mittlerweile relativ umfangreiche Listen von Inspektoren: Der Fachverband Gebäude-Klima e.V. (FGK) nennt auf seiner Liste rund 1500 Inspektoren (Stand Mai 2018), die Bundesprüfstelle TGA rund 700 Inspektoren (Stand März 2018), wobei eine Stichprobe gezeigt hat, dass der Großteil der Inspektoren aus der TGA-Liste auch in der FGK-Liste verzeichnet sind (Fachverband Gebäude-Klima 2018, Bundesindustrieverband Technische Gebäudeausrüstung 2018).

#### 3.5.1.3 Kosten und Wirtschaftlichkeit der energetischen Inspektion

Gute energetische Inspektionen sind aufwändig, da in vielen Fällen Messungen vor Ort erforderlich sind (z.B. Luftvolumenströme). Außerdem ist eine Besichtigung der Gegebenheiten (Anlage, Gebäude, Bedarfe) vor Ort und ein ausführliches Gespräch mit dem Betreiber notwendig, um einzuschätzen, ob die Anlagen und ihre Regelung für den vorgesehenen Zweck geeignet sind. Gerade Altanlagen passen beispielsweise von ihrer Auslegung her nicht in den Betrieb, wenn sie noch für Raucher ausgelegt sind und dementsprechend große Luftvolumenströme vorsehen.

Der Zeitaufwand für die Inspektion einer kleineren Klimaanlage mit einer Leistung von 12–50 kW wird auf anderthalb Arbeitstage geschätzt. Für größere Systeme rechnet man mit sieben Arbeitstagen, in Ausnahmefällen zehn Arbeitstage<sup>1</sup>. Für komplexe Anlagen mit Fernkälte und vielen Gebäuden (Bsp. Uni-Campus) können mehrere Wochen veranschlagt werden.

Die Kosten einer energetischen Inspektion liegen nach Angaben von Branchenvertretern zwischen 1.000 und 1.800 Euro pro Anlage, wobei normalerweise mehrere Anlagen vorhanden sind und die Kosten sich auf mindestens 5.000 Euro summieren. Ein großes Bürogebäude kann auf eine Größenordnung von bis zu 15.000–18.000 Euro kommen. Werden anschließend Maßnahmen umgesetzt, handelt es sich um eine vorgezogene, energetisch motivierte Sanierung. Da sich bei Inspektionen aber Einsparpotenziale bis etwa 50 % des Endenergieverbrauchs für die Klimatisierung zeigen, amortisieren sich die Kosten der energetischen Inspektion bei anschließender Umsetzung von Maßnahmen in der Regel schnell.

<sup>1</sup> Persönliche Mitteilung Herr Händel, Fachverband Gebäude-Klima e.V., 24.2.2015.

### 3.5.2 Rahmenbedingungen für politische Maßnahmen

Politische Maßnahmen sind abhängig vom Kontext oder Governance-Rahmen. Für die Energiesparpotenziale von Klima- und Lüftungsanlagen sind dies die gesetzlichen Regelungen, das heißt insbesondere der § 12 EnEV und ihr Vollzug. Die Ökodesign- und Energieverbrauchskennzeichnungsvorgaben betreffen vor allem kleinere Klima- und Lüftungsgeräte und werden hier nicht betrachtet. Hingegen spielen alternative Möglichkeiten zu Energieeinsparungen eine Rolle, das können zum Beispiel automatisierte Monitoringsysteme sein. Außerdem können Audits und Zertifizierungen Anreize schaffen, energetische Inspektionen oder andere Beratungen durchzuführen. Fördermittel können die Umsetzung von Maßnahmen unterstützen, und auch die Vorbildfunktion der öffentlichen Hand kann zu einer förderlichen Rahmenbedingung werden.

Hilfreich für eine stringente Überwachung der Inspektionspflicht könnte eine zentrale Registrierung von Klimaanlage sein. Inspektionspflichtige Klimaanlage werden zurzeit nicht zentral erfasst. Das Deutsche Institut für Bautechnik (DiBt) vergibt zwar Registriernummern für Berichte von durchgeführten energetischen Inspektionen, es erfasst aber weder die Anlagen selbst, noch deren technische Daten. Überwachungsbehörden wissen daher nicht ohne weiteres, in welchen Gebäuden inspektionspflichtige Klimaanlage installiert sind.

Unabhängig von energetischen Inspektionen haben Angehörige verschiedener Berufsgruppen regelmäßig Zugang zu Klima- und Lüftungsanlagen vor Ort. Diese Fachleute könnten für den Vollzug eine Rolle spielen, zum Beispiel, weil sie Rückmeldungen über die Zahl der inspektionspflichtigen Anlagen geben. Sie könnten aber auch die Betreiber auf die Inspektionspflicht hinweisen.

- Techniker, die mit der Wartung der RLT-Anlage betraut sind

Die raumlufttechnische Anlage (RLT-Anlage) ist neben der Kälteanlage Bestandteil der Klimaanlage. Wartung, insbesondere der RLT-Teile, erfolgt vor allem aus Hygienegründen regelmäßig, meist einmal im Jahr.

- Hygiene-Inspektoren

Hygiene-Inspektionen nach VDI 6022 werden aus Haftungsgründen in vielen Unternehmen durchgeführt, vor allem bei größeren Betreibern, die eher Inspektionen durchführen lassen, und bei Klimaanlage mit Luftbefeuchtung (je höher der Feuchtegrad, desto höher das Risiko von Keimen wie Legionellen). Von einer vollständigen Abdeckung des Anlagenbestands ist allerdings nicht auszugehen. Die Richtlinie VDI 6022 empfiehlt Inspektionen abhängig vom Anlagentyp alle zwei bis drei Jahre.

Die Inspektionen werden teilweise direkt von Wartungsbetrieben durchgeführt. Da mikrobiologische Proben entnommen und im Labor untersucht werden müssen, werden auch häufig Betreiber von Laboren eingesetzt (Umweltlabore, teilweise größere Anbieter wie Institut Fresenius) oder aber andere von der Wartung der Anlage unabhängige Dienstleister. Die Bandbreite der anbietenden Unternehmen reicht von kleinen Sachverständigen- oder Ingenieurbüros bis hin zu großen Dienstleistern wie den TÜV-Gesellschaften oder DEKRA. Prüfer mit Hochschulabschluss sind typischerweise Biologen, Chemiker oder Umweltingenieure.

- Kälteanlagentechniker, welche die gesetzliche Dichtheitsprüfung durchführen

Die Verpflichtung ergibt sich aus der F-Gas-Verordnung 517/2014/EU. Die Umsetzung in Deutschland erfolgt durch die Verordnung zum Schutz des Klimas vor Veränderungen durch den Eintrag bestimmter fluorierter Treibhausgase (Chemikalien-Klimaschutzverordnung – ChemKlimaschutzV). Neben Klimaanlageanlagen erfasst die F-Gas-Verordnung auch alle anderen kältetechnischen Anlagen wie beispielsweise Supermärkte, Prozesskälteerzeuger und Kühlräume. Die Kontrollintervalle hängen vom CO<sub>2</sub>-Äquivalent des Kältemittels in Tonnen ab. Von 5 t bis unter 50 t CO<sub>2</sub>-Äquivalenten muss alle zwölf Monate kontrolliert werden, bei höheren CO<sub>2</sub>-Äquivalenten häufiger, bis hin zu Kontrollintervallen von drei Monaten. Ist ein Leckage-Erkennungssystem vorhanden, so vergrößern sich die Zeitabstände<sup>1</sup>.

Zur Dichtheitsprüfung müssen Fachbetriebe und die durchführenden Mitarbeiter zertifiziert sein, zudem müssen die Prüfungen sowohl beim Klimaanlageanlagenbetreiber als auch im prüfenden Betrieb dokumentiert werden. Kälteanlagenentechniker im Verband VDKF (Verband deutscher Kälte-Klima-Fachbetriebe e.V.) vergeben bei der Dichtheitsprüfung ein Prüfsiegel: Auf die Anlage kommt eine neunstellige Anlagennummer, welche die Anlage eindeutig identifiziert. Das Siegel zeigt auch den nächsten Prüfungstermin an (wie beispielsweise das TÜV-Siegel bei Pkw)<sup>2</sup>, der VDKF führt eine anonymisierte Datenbank der Anlagen. Etwa 900 Kältefachbetriebe nutzen die entsprechende Software (Stand Januar 2015). Mehrere RLT-Anlagen, die sich eine gemeinsame Kälteerzeugung teilen, zählen als eine Anlage (Fachkommission Bautechnik der Bauministerkonferenz 2014, S. 17).

Die Dichtheitsprüfung betrifft zurzeit fast alle größeren Klimaanlageanlagen mit Kältemitteln. Ausnahmen gibt es z.B. bei geothermischer Kühlung. Allerdings sieht die F-Gas-Verordnung ein (begrüßenswertes) Phase-Down von F-Gasen bis auf 21 % der heutigen Mengen in 2030 vor. Das heißt, dass Betreiber verstärkt auf klimaschonende Alternativen setzen müssen, die dann ggf. nicht mehr unter die Pflicht zur gesetzlichen Dichtheitsprüfung fallen<sup>3</sup>.

- Schornsteinfeger

In wenigen Bundesländern, z. B. in Mecklenburg-Vorpommern, gibt es eine verpflichtende Besichtigung von Lüftungsanlagen durch den Schornsteinfeger (RüGVO 2012)<sup>4</sup>.

### 3.5.2.1 Monitoring, Benchmarks und Automatisierung in der europäischen Gebäuderichtlinie

Betreiber von Klimaanlageanlagen wissen häufig nicht, wie viel Strom ihre Anlage verbraucht. Selbst neue Klimaanlageanlagen werden meist nicht mit eigenen Stromzählern ausgestattet.

<sup>1</sup> BMUB 2014, siehe

[https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/378/dokumente/vortrag\\_munzert.pdf](https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/378/dokumente/vortrag_munzert.pdf)

<sup>2</sup> Persönliche Information Volker Hudetz, VDKF, November 2015

<sup>3</sup> Umweltbundesamt 2015, siehe <https://www.umweltbundesamt.de/themen/wirtschaft-konsum/produkte/fluorierte-treibhausgase-fckw/rechtliche-regelungen/haeufig-gestellte-fragen-zu-f-gas-verordnung>

<sup>4</sup> Verordnung über die Reinigung und Überprüfung von Anlagen und die Gebührenerhebung durch das Schornsteinfegerhandwerk (Reinigungs-, Überprüfungs- und Gebührenerhebungsverordnung - RÜGVO M-V) vom 7. Dezember 2012

Die europäische Gebäuderichtlinie (EPBD 2010) unterstützt eine Automatisierung in Artikel 15 Abschnitt 1: „Ist ein elektronisches Überwachungs- und Steuerungssystem vorhanden, so können die Mitgliedstaaten die Häufigkeit der Inspektionen verringern bzw. die Inspektionen einschränken.“ Es gilt jedoch zu prüfen, inwieweit die Ausstattung der Anlagen mit Stromzählern diese Automatisierung erfüllt. Außerdem hängt die Einsparwirkung zusätzlicher Stromzähler davon ab, ob die Verbrauchswerte ausgelesen und analysiert werden.

### 3.5.2.2 Audits und Zertifizierung

Umwelt- oder Energiemanagement-Zertifizierungen und Audits können die Nachfrage nach energetischen Inspektionen steigern, da sie unter anderem die Einhaltung gesetzlicher Anforderungen voraussetzen. Für Unternehmen sind Zertifizierungen entweder interessant, um ihre gesellschaftliche Verantwortung sichtbar zu machen (Corporate Social Responsibility), oder weil sich daraus finanzielle Vorteile ergeben. So ist ein Energiemanagementsystem nach DIN EN ISO 50001 bzw. ein Umweltmanagementsystem nach EMAS Voraussetzung, um den sogenannten Spitzenausgleich nach dem Stromsteuergesetz und Energiesteuergesetz geltend machen zu können (§ 10 StromStG, § 55 EnergieStG). Seltener hilfreich für die energetischen Inspektionen dürften jedoch die Audits nach §§ 8 ff. EDL-Gesetz sein.

Eine EMAS-Zertifizierung (Eco Management and Audit Scheme) setzt voraus, dass gesetzliche Normen eingehalten werden. Hierüber ist ein Nachweis erforderlich: das treibt die Nachfrage nach energetischen Inspektionen.

Eine Zertifizierung über ein Energiemanagement-System nach ISO 50001 setzt zwar die Einhaltung gesetzlicher Normen voraus, ein detailliertes Compliance-Audit oder ein entsprechender Nachweis ist jedoch nicht notwendig. Insofern dürften die Zertifizierungen nach ISO 50001 nur geringen Einfluss auf die Nachfrage nach energetischen Inspektionen haben. Da es sich hier um eine international gültige Norm handelt, sind die Anforderungen nur schwer beeinflussbar.

Energie-Audits nach §§ 8 ff. EDL-Gesetz sind für alle Unternehmen, die keine Kleinstunternehmen oder kleine und mittlere Unternehmen (KMU) sind. Die Energie-Audits dürften zurzeit jedoch nur in Ausnahmefällen eine Rolle für die Nachfrage nach energetischen Inspektionen spielen, denn

- es müssen nur 90 % des Gesamtenergieverbrauchs durch das Audit abgedeckt werden, im produzierenden Gewerbe werden die Gebäude daher meist herausfallen.
- Wenn ein Gebäudeenergieausweis vorliegt, kann auf die Betrachtung von Kühlung und Lüftung verzichtet werden.
- Sanierungsmaßnahmen, die ausschließlich der Vermieter vornehmen könnte, müssen nicht betrachtet werden (Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle 2015).

### 3.5.2.3 Fördermittel

Finanzielle Förderung von Sanierungsmaßnahmen an Klimaanlagen kann die Umsetzung verbessern und erhebliche Potenziale heben. Einen Überblick über die derzeit wichtigsten

Förderprogramme bietet Tabelle 3.4 (eine detailliertere Aufstellung hat der FGK erarbeitet<sup>1</sup>). Es fällt auf, dass einzig die KfW mit ihren vergünstigten Krediten sowohl Maßnahmen auf der Kälteerzeugungs- als auch auf der RLT-Seite fördern. Zuschüsse im Rahmen des Querschnittstechnologien-Programms beschränken sich hingegen auf die Raumluftechnik; die NKI beschränkt sich in der Kälte-Klima-Richtlinie auf die Kälteerzeugung und in der Kommunalrichtlinie ebenfalls auf die Raumluftechnik. Energetische Inspektionen von Lüftungsanlagen, die ja nicht gesetzlich vorgeschrieben sind, werden nicht explizit gefördert.

---

<sup>1</sup> [https://www.fgk.de/images/Aktuelle\\_Dokumente/18-05-09\\_Foerderprogramme.pdf](https://www.fgk.de/images/Aktuelle_Dokumente/18-05-09_Foerderprogramme.pdf) - Stand Januar 2018

Tabelle 3.4 Relevante Förderprogramme zur Sanierung von Klima- und Lüftungsanlagen (Stand: Januar 2017)

Träger	Programm	Relevante Förderschwerpunkte	Förderberechtigte
BAFA	Energiemanagementsysteme	Messtechnik	Unternehmen
BAFA	Marktanreizprogramm (Innovationsförderung thermische Solaranlagen)	Solarkollektoranlagen zur solaren Kälteerzeugung im Gebäudebestand und bei Neubau	Hausbesitzer bzw. Betreiber einer Anlage
BAFA	NKI-Kälte-Klima-Richtlinie	Neuerrichtung, Teilsanierung und Vollsanieung von Kälteanlagen	Unternehmen, gemeinnützige Organisationen, Kommunen, kommunale Gebietskörperschaften, Zweckverbände und Eigenbetriebe, Schulen, Krankenhäuser, kirchliche Einrichtungen
BAFA	Querschnittstechnologien (Systemische Optimierung und Einzelmaßnahmen)	Optimierung RLT-Anlagen (keine Kälteanlagen und Kühlmittelkreisläufe), Komponententausch	Kleine und mittlere Unternehmen bis 250 Beschäftigte (KMU) <sup>1</sup> , sonstige Unternehmen bis 500 Beschäftigte, bei geringerem Förderumfang große Unternehmen mit mehr als 500 Beschäftigten <sup>2</sup>
BAFA	Pilotprogramm Einsparzähler	Förderung von Energiedienstleistern, die bei Dritten Energieeinsparungen bewirken. Hierzu müssen Energieverbrauchsdaten geräte- oder anlagengruppenscharf erfasst werden, es besteht jedoch keine Beschränkung hinsichtlich technischer oder sonstiger Maßnahmen.	Unternehmen
KfW	Energieeffizient Bauen und Sanieren	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einbau, Austausch, Optimierung RLT-Anlagen</li> <li>• Kälteerzeugung und -verteilung</li> <li>• Mess-, Steuer- und Regelungstechnik</li> <li>• Notwendige Planungsarbeiten und Einregulierung der geförderten Anlage</li> <li>• Aufwendungen für Energiemanagementsysteme</li> </ul>	Unternehmen (Nr. 276, 277 und 278) Kommunen (Nr. 217 und 218) Kommunale Unternehmen (Nr. 219 und 220)
KfW	Erneuerbare Energien – Premium (Nr. 271)	Solarkollektoranlagen zur solaren Kälteerzeugung	Unternehmen, Privatpersonen und Freiberufler, Landwirte, Kommunen, kommunale Gebietskörperschaften und Gemeindeverbände, gemeinnützige

<sup>1</sup> KMU nach der Definition der EU-Kommission: [http://www.bafa.de/bafa/de/energie/querschnittstechnologien/publikationen/definition\\_und\\_berechnung\\_kmude.pdf](http://www.bafa.de/bafa/de/energie/querschnittstechnologien/publikationen/definition_und_berechnung_kmude.pdf)

<sup>2</sup> Seit Mai 2016

Träger	Programm	Relevante Förderschwerpunkte	Förderberechtigte
			Antragsteller und Genossenschaften
PtJ	NKI-Kommunalrichtlinie	Energieberatung Investive Maßnahmen: Sanierung und Austausch von RLT-Geräten	Kommunen und kommunale Unternehmen
VDI/VDE	StepUp!	Ausschreibungsverfahren mit Förderung von: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Investive Stromeinsparmaßnahmen im antragstellenden Unternehmen</li> <li>• Sammelprojekte zur Bündelung gleichartiger Maßnahmen</li> <li>• Förderquote: maximal 30 % der Investitionsmehrkosten</li> </ul> Nicht-investive Optimierungsmaßnahmen werden nicht gefördert, erhöhen aber durch größere Stromeinsparungen die Chance, den Zuschlag zu erhalten.	Unternehmen, darunter auch Contractoren und kommunale Unternehmen

#### 3.5.2.4 Vorbildfunktion der öffentlichen Hand

Öffentlichen Gebäuden des Bundes kommt eine besondere Bedeutung zu, denn sie sollen bei der Steigerung der Energieeffizienz und Reduzierung des Energieverbrauchs eine Vorbildfunktion<sup>1</sup> erfüllen. Auch die Bundesländer haben sich verpflichtet, diese Vorbildfunktion für ihre Liegenschaften zu erfüllen<sup>2</sup>. Die Vorbildfunktion bei öffentlichen Gebäuden ergibt sich auch aus Art. 5 EED-RL<sup>3</sup> wonach diese eine besondere Einsparverpflichtung zu erfüllen haben.

Als Betreiberin der Bundesliegenschaften ist die Bundesanstalt für Immobilienaufgaben (BImA) zur energetischen Inspektion der Klimaanlage gemäß § 12 EnEV verpflichtet. Der Bundesregierung lagen im Juli 2015 jedoch weder Angaben zur Gesamtzahl noch zum Einbauort der von der Pflicht nach § 12 EnEV betroffenen Klimaanlage in öffentlichen Gebäuden vor<sup>4</sup>. Ein im April 2016 im BMWi durchgeführter Workshop zu Klima- und Lüftungsanlagen in öffentlichen Gebäuden ergab, dass derzeit für einen großen Teil der Anlagen Ausschreibungen durchgeführt werden und erste Inspektionsberichte eingehen.

#### 3.5.3 Hemmnisse

Eine Vielzahl von Hemmnissen steht sowohl der Durchführung einer energetischen Inspektion als auch den weiterführenden Maßnahmen entgegen. Die Hemmnisse wurden in großen Teilen während der Workshops identifiziert.

##### **Fehlende Sensibilisierung, Informationsmängel bei Endkunden sowie Aus- und Weiterbildungsdefizite**

Viele Betreiber von Klima- und Lüftungsanlagen wissen nicht von der gesetzlichen Inspektionspflicht für Klimaanlage über 12 kW Kälteleistung. Ebenso ist Betreibern der Nutzen einer energetischen Inspektion und weiterführender Maßnahmen nicht bekannt. Da Klima- und Lüftungsanlagen häufig als unveränderlicher Teil der technischen Gebäudeausrüstung wahrgenommen werden, fehlt es auch grundsätzlich an Bewusstsein für die wirtschaftlichen und energetischen Einsparpotenziale bei Klima- und Lüftungsanlagen.

##### **Finanzielle Hemmnisse: Verfügbarkeit von Kapital, Wirtschaftlichkeitskalkül**

Es ist von der Branche abhängig, ob ein Unternehmen über genug finanzielle Mittel verfügt, um eine Sanierung durchzuführen. Schwierig gestaltet sich dies vor allem für energieintensive Kleinstbetriebe, wie zum Beispiel Bäckereien, Metzgereien und Wäschereien. Ein großes Problem sind Wirtschaftlichkeitsberechnungen, bei denen kurze Amortisationszeiten von häufig deutlich weniger als fünf Jahren gefordert werden: in dieser Zeit können sich nur wenige Investitionen amortisieren. Auch das Rechnungswesen kann ein Hemmnis bilden, denn große Wartungsausgaben zählen im Rechnungswesen häufig als Einmalausgaben. Nur über den Komponentenansatz (ähnlich den International Financial Reporting Standards IFRS) können die Wartungsausgaben als Aktiva bilanziert, über mehrere Jahre

---

<sup>1</sup> Energiekonzept der Bundesregierung (2010)

<sup>2</sup> Eckpunkte Energieeffizienz der Bundesregierung (2011)

<sup>3</sup> Richtlinie 2012/27/EU

abgeschrieben und die Betriebsergebnisse so verstetigt werden. Der Komponentenansatz ist jedoch im deutschen HGB nicht geregelt.

Für Mieter in Gewerbeimmobilien besteht das besondere Hemmnis, dass sie meist keine verbrauchsabhängige Abrechnung erhalten und dadurch Energieeinsparungen kaum in ihr Wirtschaftlichkeitskalkül eingehen. In der Regel erhalten sie eine flächenbezogene Abrechnung für Lüftung und Klimatisierung – damit fehlen Anreize zum sparsamen Verhalten. Anreize für eine verbrauchsabhängige Abrechnung für Vermieter gibt es kaum, zumal der Bereich Lüftung und Klimatisierung nicht Teil der Heizkostenverordnung ist und somit gesetzlich nicht geregelt ist.

Bei Neuanlagen führen Budgetrestriktionen dazu, dass keine Monitoringsysteme oder zusätzliche Zähler installiert werden.

### **Technische Hemmnisse**

Jede Anlage ist individuell auf ein Gebäude eingestellt. In den ersten drei Jahren nach Inbetriebnahme einer Klimaanlage muss die Anlage meist regelmäßig angepasst werden, bis die Einstellungen für alle Räume zur Zufriedenheit funktionieren. Danach sind Betreiber gehemmt, noch einmal in das System einzugreifen.

Ein Austausch einer Anlage kann zum Beispiel bei Industrieunternehmen den laufenden Betrieb stören und dadurch zu Umsatzeinbußen führen. Bei Lüftungsanlagen in Reinräumen sind Abschaltungen hochkomplex und werden daher in der Regel vermieden.

### **Strukturelle und rechtliche Hemmnisse**

Nach Veränderungen an der Anlage können sich neue, höhere Anforderungen zum Beispiel beim Brandschutz ergeben (Bestandschutz) – dies kann ein Grund sein, auf Einsparmaßnahmen zu verzichten. Nur wenige Betreiber setzen Empfehlungen aus den Inspektionsberichten direkt um. Insbesondere bei größeren Unternehmen kommen Investitionszyklen hinzu, Altanlagen werden dann meist nur umgerüstet, wenn im Rahmen eines Sanierungsplans ohnehin saniert wird.

Hinzu kommt, dass der Gebäudeenergieausweis keinen Anreiz für Effizienzmaßnahmen bietet: Aufgrund der Berechnungsmethode werden mögliche Energieeinsparungen durch Sanierungsmaßnahmen an Klimaanlagen im Gebäudeenergieausweis nicht ausreichend ersichtlich. So wird ein Komponententausch in die Berechnung eingehen, nicht jedoch die Optimierung der Anlage, obwohl diese erhebliche Einsparungen bringen würde.

Den Betreibern fehlt aufgrund von Personaleinsparungen in der Vergangenheit häufig Fachpersonal, welches das Thema vor Ort betreuen, die Inspektionen und späteren Sanierungsmaßnahmen ausschreiben sowie die Berichte fachlich auswerten kann. Außerdem hemmen örtliche Strukturen und unterschiedliche Zuständigkeiten die einheitliche Ausschreibung von Inspektionen und damit die einheitliche Qualität der Berichte. Hier wurde ein Mangel an standardisierten Verfahrensvorschriften festgestellt, um Ausschreibungen von Inspektionen und Sanierungsplänen durchführen zu können.

In vielen Fällen besteht ein Investor-Nutzer-Dilemma, wenn Nutzer, die für den Energieverbrauch aufkommen, nicht diejenigen sind, die die Entscheidung zur Sanierung einer Anlage treffen können, und daher wenig Anreiz für energiesparendes Verhalten haben. In öffentlichen Gebäuden hat zusätzlich der allgemeine Instandhaltungsstau zur Folge, dass Klima- und Lüftungsanlagen nicht als prioritär wahrgenommen werden.

### 3.5.4 Strategien zur Hebung des Potenzials: Instrumente und Maßnahmen

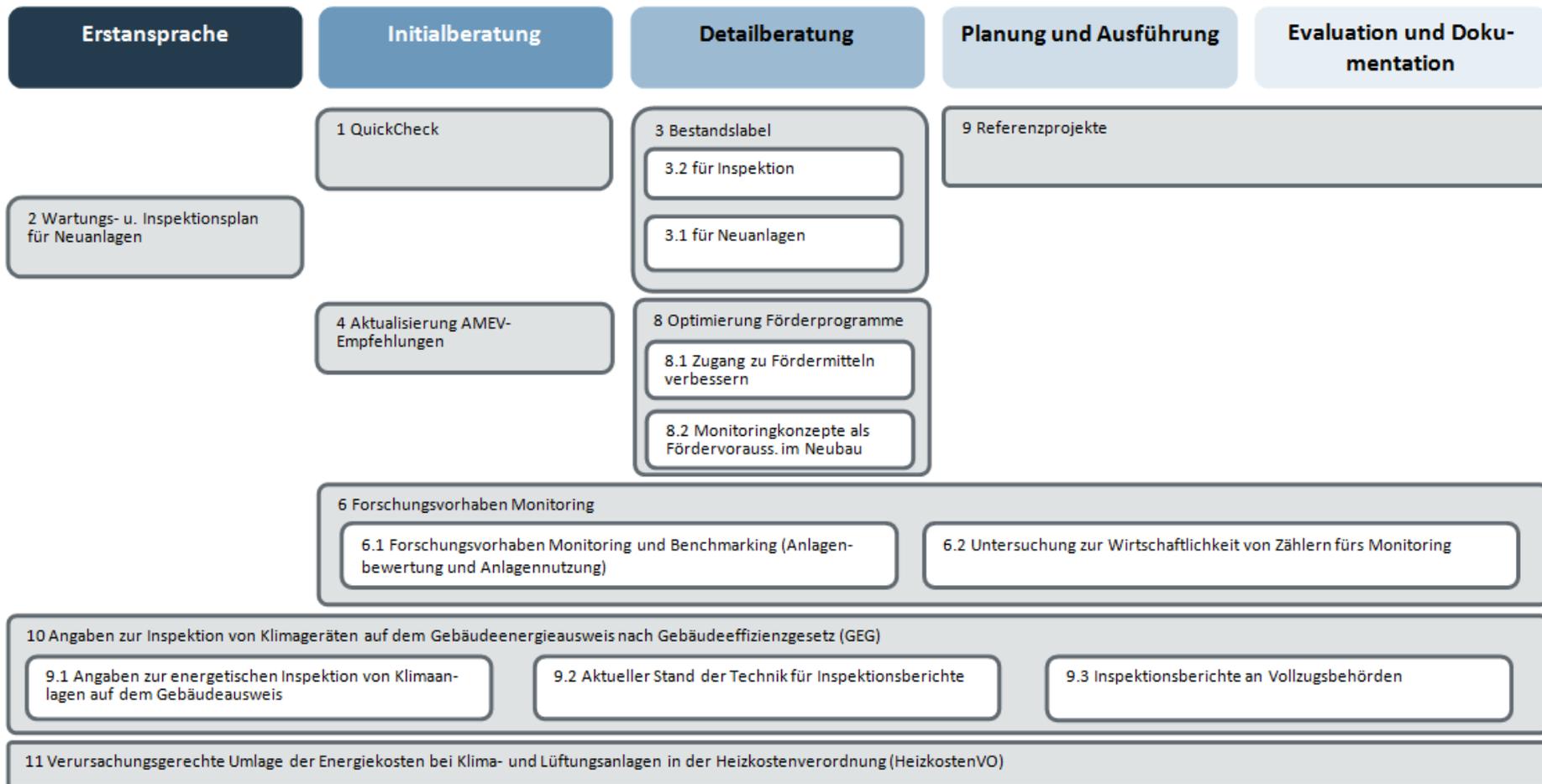
Im Folgenden werden Strategien zur Hebung der Energieeinsparpotenziale untersucht, die auch in den entsprechenden Workshops diskutiert wurden. Es hat sich gezeigt, dass der Umsetzung von Einsparmaßnahmen eine Bandbreite an Hemmnissen entgegensteht. Viele dieser Hemmnisse betreffen sowohl die Privatwirtschaft als auch die öffentliche Hand. Empfohlene Maßnahmen sollen die Hemmnisse adressieren und die Potenziale heben.

Vielen Betreibern von Klima- und Lüftungsanlagen sind die Einsparpotenziale ihrer Anlagen nicht bewusst. Vor einer energetischen Sanierung müssen daher zunächst Aufmerksamkeit und Interesse erregt werden, bevor eine Initialberatung erste Einschätzungen liefern kann. Ein detaillierteres Gutachten kann dann die Grundlage für die eigentlichen Sanierungsmaßnahmen darstellen. In Anlehnung an NABU (2012) lässt sich der gesamte Prozess der energetischen Sanierung in die Schritte Erstansprache – Initialberatung – Detailberatung – Planung und Ausführung – Evaluation und Dokumentation unterteilen.

Speziell für Klima- und Lüftungsanlagen zeigt sich, dass nahezu bei jedem dieser Schritte neue Hemmnisse auftauchen. Selbst wenn ein Betreiber auf das Thema aufmerksam wurde und den Schritt der energetischen Inspektion (Initialberatung) bewältigt hat, führt dies nicht automatisch zu einer Umsetzung von Maßnahmen. Diese erfordern in der Regel Detailkenntnisse, um die Maßnahmen fachkundig ausschreiben zu können sowie entsprechende finanzielle Mittel und die Überwindung interner Widerstände. Bei der Konzeption eines Instrumentenbündels empfiehlt es sich daher, gezielt die gesamte Beratungskette zu adressieren. Die folgenden Eckpunkte zeigen mögliche Instrumente und Maßnahmen auf, um die Einsparpotenziale von Klima- und Lüftungsanlagen zu heben.

Abbildung 3.10 verdeutlicht das Verhältnis der einzelnen Instrumente und Maßnahmen zu den Entscheidungs- und Umsetzungsphasen der Beratungskette.

Abbildung 3.10 Mögliches Maßnahmenbündel zur Hebung von Einsparpotenzialen bei Klima- und Lüftungsanlagen entlang der Beratungskette



Quelle: Eigene Darstellung

## 1. Öffentlichkeitsarbeit

Angesichts ausgeprägter informatorischer Hemmnisse ist Öffentlichkeitsarbeit zu Energiesparmöglichkeiten bei Klima- und Lüftungsanlagen notwendig. Es gibt heute schon verschiedene Faltblätter, die über die energetische Inspektion informieren (z. B. des Fachverbands Gebäude Klima (FGK) oder von einzelnen Unternehmen). Wünschenswert wären aber mit der Branche erarbeitete Kommunikationsmaterialien, die das Logo des BMWi tragen und dadurch bei Betreibern besonderes Vertrauen schaffen. Die Materialien sollten die Chancen der energetischen Inspektion und der Umsetzung von Einsparmaßnahmen in den Vordergrund stellen. Auch das BMWi hat während der Laufzeit dieses Projekts und in Zusammenarbeit mit den Forschungsnehmern von Ecofys et al. (2018) ein Faltblatt („Die Luft ist rein“) sowie weitere Informationen auf der BMWi-Webseite deutschland-machts-effizient.de veröffentlicht. Der Vertrieb des Infoflyers soll neben den Kanälen des BMWi über die Branchenverbände erfolgen, die eine Selbstverpflichtung zur Verteilung des Faltblatts über ihre Mitgliedsunternehmen unterzeichnen könnten. Der Infolyer könnte dann vorrangig im Rahmen von Wartungsarbeiten oder anderen Inspektionen an die Kunden übergeben werden, z. B. durch Wartungsunternehmen, Kältemittel-Dichtheitsprüfer oder Hygieneinspektoren.

## 2. Wartungs- und Inspektionsplan für Neuanlagen; Informationen vor dem Anlagenkauf

Schon beim Einbau von Neuanlagen sollten die Betreiber auf zukünftige energetische Inspektionen und Sanierungen aufmerksam gemacht werden. Dies sollte in erster Linie über einen Wartungs- und Inspektionsplan erfolgen, der dem Betreiber durch den Planer oder Anlagenbauer übergeben wird. Sofern nicht ohnehin ein Monitoring der Anlage vorgesehen ist, sollte die erste energetische Inspektion zwei Jahre nach dem Einbau der Anlage eingeplant werden, um eine Optimierung des realen Betriebs zu ermöglichen. Darüber hinaus ist zu prüfen, ob schon vor dem Kauf der Neuanlage informatorisch angesetzt werden sollte. In diesem frühen Stadium könnte die Frage beantwortet werden, ob überhaupt eine Klimaanlage notwendig ist, oder ob andere Alternativen wie zusätzliche Außenverschattung den gleichen Zweck erfüllen. Außerdem könnte über Vor- und Nachteile verschiedener Anlagentypen informiert werden.

## 3. QuickCheck – Kurzbewertung von Bestandsanlagen

Klimaanlagen sowie reine Lüftungsanlagen ohne Kälteerzeugung im Bestand könnten über eine freiwillige Kurzbewertung mit Kennzeichnung adressiert werden. Die Kurzbewertung mit Kennzeichnung lässt sich nicht ordnungsrechtlich ausgestalten, da kein einheitlicher Adressat erkennbar ist. Ziel ist eine Erstellung mit Hilfe eines qualitativen Bewertungsverfahrens, vergleichbar mit den Bewertungsverfahren des geplanten gebäudeindividuellen Sanierungsfahrplans für Wohngebäude. Die Kurzbewertung soll vor allem Handlungsbedarf im Hinblick auf Betriebsoptimierung und Austausch einzelner Komponenten der Anlage aufzeigen. Dabei muss die Bewertungsskala plausibel, nachvollziehbar und reproduzierbar sein. Der Betreiber erhielte dann eine grafische Visualisierung durch die Kennzeichnung und eine erste Abschätzung der erforderlichen Maßnahmen. Bei mehreren parallel untersuchten Anlagen ließe sich als zusätzliches Ergebnis eine Anlagenübersicht mit grober Prioritätenliste zum energetischen Zustand der Anlagen im Unternehmen erstellen.

Eine derartige Kurzbewertung ist mittlerweile in Zusammenarbeit mit den Forschungsnehmern der Studie Ecofys et al. (2018) erarbeitet worden. Details zu den technischen Hintergründen beschreiben Ecofys et al. (2018), die grafische Gestaltung und Entwicklung der Texte für die Empfänger geschah im vorliegenden Projekt und ist in Abschnitt 3.5.5 dargestellt.

#### 4. Aktualisierung AMEV-Empfehlungen und Arbeitsblätter

Staatliche und kommunale Verwaltungen können Empfehlungen des Arbeitskreises Maschinen- und Elektrotechnik staatlicher und kommunaler Verwaltungen (AMEV) als Vertragsvorlagen und für Ausschreibungen nutzen. Für Klima- und Lüftungsanlagen wird dort bereits § 12 EnEV angesprochen, ein Verweis auf die DIN SPEC 15240 steht jedoch noch aus<sup>141</sup>. Auch die bereits sehr detaillierten Arbeitskarten für Lüftungs- sowie Kälteanlagen behandeln bisher lediglich die regelmäßigen Wartungen und Hygieneinspektionen, die energetische Inspektion fehlt hier<sup>142</sup>. Idealerweise sollten zudem bei der Aktualisierung die Empfehlungen für Klima- und Lüftungsanlagen zusammengeführt werden. Weitere einschlägige AMEV-Empfehlungen betreffen die Ermittlung der Kosten für den Betrieb der technischen Gebäudeausrüstung, Instandhaltung und Wartung. Auch hier sollten jeweils relevante Aspekte der energetischen Optimierung von Klima- und Lüftungsanlagen integriert werden.

Staatliche und kommunale Verwaltungen können Empfehlungen des *Arbeitskreises Maschinen- und Elektrotechnik staatlicher und kommunaler Verwaltungen* (AMEV) als Vertragsvorlagen und für Ausschreibungen nutzen. Für Klima- und Lüftungsanlagen wird dort bereits § 12 EnEV angesprochen, die Anforderungen der DIN SPEC 15240 fehlten jedoch bislang. Mittlerweile wurden Ausarbeitungen von Ecofys et al. als Verweise auf die DIN SPEC 15240 in die Kälte-Empfehlungen 2017 aufgenommen<sup>143</sup>. Hingegen sind die ebenfalls relevanten Empfehlungen „RLT-Anlagenbau“ und „Wartung“ noch nicht aktualisiert. Auch die bereits sehr detaillierten Arbeitskarten für Klima- und Lüftungsanlagen sowie Kälteanlagen behandeln jedoch bisher lediglich die regelmäßigen Wartungen und Hygieneinspektionen, wogegen die energetische Inspektion noch fehlt.<sup>144</sup>

#### 5. Systemlabel

##### 5.1 Systemlabel für Bestandsanlagen bei energetischer Inspektion

Aufbauend auf die Erstberatung könnte die Inspektion mit konkreten Anforderungen nach der DIN SPEC 15240 durchgeführt werden. Hier könnte ein sehr viel differenzierteres Label entwickelt werden. Es könnte dabei auf das bestehende Verfahren der DIN SPEC 15240 zur energetischen Inspektion aufsetzen und über die Energieeffizienz der Anlagenkomponenten hinaus einen stärkeren Fokus auf Dimensionierung und Betrieb der Anlage richten. Ergebnis sollte eine leicht verständliche grafische Darstellung mit einer Klassifizierung sein, die dem Betreiber Auskunft über die energetische Qualität seiner Anlage in ihrem realen Betrieb in Bezug auf vergleichbare Anlagen liefert<sup>145</sup>. Die Anlagenbewertung und Erstellung des Labels könnte dabei über ein durch die Bundesregierung finanziertes Tool unterstützt werden, das potenziellen Akteuren kostenfrei zur Verfügung gestellt wird. Dieses Label soll die Betreiber motivieren, die Empfehlungen der Inspektion durchzuführen.

<sup>141</sup> <http://www.amev-online.de/AMEVInhalt/Funktionsnavigation/Broschuerenuebersicht/>; relevant sind die Broschüren „Kälte 2007“, „RLT – Anlagenbau 2011“ und „Wartung 2014“

<sup>142</sup> <http://www.amev-online.de/AMEVInhalt/Betriebsfuehrung/Vertragsmuster/Wartung%202014/> unter den Ziffern KG430 bis KG439

<sup>143</sup> <http://www.amev-online.de/AMEVInhalt/Funktionsnavigation/Broschuerenuebersicht/>; relevant sind die Broschüren „Kälte 2017“, „RLT – Anlagenbau 2011“ und „Wartung 2014“

<sup>144</sup> <http://www.amev-online.de/AMEVInhalt/Betriebsfuehrung/Vertragsmuster/Wartung%202014/> unter den Ziffern KG430 bis KG439

<sup>145</sup> Ein entsprechendes Konzept haben Schiller, Mai, Offermann et al. (2017) im Rahmen der Potenzialstudie erarbeitet.

Ein derartiges Berechnungsverfahren einschließlich Programmierung ist zwischenzeitlich von Ecofys et al. (2018) entwickelt worden. Außerdem ist die Gestaltung des zu vergebenen Labels und erste Ansätze zu Begleittexten in der vorliegenden Studie erarbeitet worden. Näheres dazu findet sich in Abschnitt 3.5.6.

## 5.2 Systemlabel für Neuanlagen

Das Berechnungsverfahren mit Vergabe eines Systemlabels könnte darüber hinaus auch für Neuanlagen verwendet werden. In diesem Fall könnte das Verfahren mit Beginn des Planungsprozesses eingesetzt werden, um zunächst gemeinsam mit dem Bauherrn das angestrebte Zielniveau der Anlage zu bestimmen. Im weiteren Prozess könnte es die tatsächliche Zielerreichung unterstützen. Zur endgültigen Labelvergabe wäre eine systematische Inbetriebnahme durch unabhängige Dritte erforderlich, was die Qualitätssicherung bei Neuanlagen verbessern und gute Planungsleistungen im Markt sichtbar machen würde<sup>146</sup>.

## 6. Optimierung von Förderprogrammen

Förderprogramme können für die Durchführung von Energiesparmaßnahmen ausschlaggebend sein; hier ist daher eine Optimierung empfehlenswert. Dabei sollte vor allem auf eine Ausweitung, Konkretisierung und bessere Abstimmung von Beratungs- und Investitionsbausteinen für Klima- und Lüftungsanlagen innerhalb bestehender Förderprogramme hingewirkt werden. Hilfreich für Antragsteller wäre eine klare Darstellung von Förderprogrammen nach Anwendungsfall. Und schließlich könnte die Forderung von Monitoringkonzepten bei Förderung von Neuanlagen den energieeffizienten Betrieb neuer Anlagen erheblich erleichtern.

### 6.1 Zugang zu Fördermitteln verbessern

Damit Betreiber von Klima- und Lüftungsanlagen leichter Fördermittel beantragen können, sollten die Förderprogramme nach Betreiberbedürfnissen systematisiert werden. Abhängig von Anlagentyp und Anwendungsfall könnte ein Förderprogramm-Lotse erstellt werden und im Rahmen der BMWi-Effizienzkampagne kommuniziert werden. Dabei geht es nicht darum, Informationen über die BAFA-Merkblätter zu den Programmen hinaus zur Verfügung zu stellen – stattdessen soll ein möglichst einfacher Zugang für potenzielle Antragsteller geschaffen werden, die noch nicht wissen, welches Förderprogramm für sie in Frage kommt.

Parallel sollte die Förderübersicht dazu genutzt werden, bestehende Förderprogramme im Hinblick auf Maßnahmen an Klima- und Lüftungsanlagen besser abzustimmen. Zu prüfen ist dabei insbesondere eine Ausweitung und Konkretisierung von Beratungsbausteinen sowie die jeweilige Abstimmung mit der Förderung von investiven Maßnahmen an Klima- und Lüftungsanlagen. Außerdem sollte sichergestellt sein, dass der nachträgliche Einbau von Energiezählern, insbesondere Stromzählern, an Klima- und Lüftungsanlagen im Bestand durch die Förderprogramme adressiert wird.

---

<sup>146</sup> Dieses Konzept wurde bei einem in Kooperation mit der Parallelstudie Ecofys et al. (2018) durchgeführten Workshop mit Planern am 17.5.2018 im BMWi diskutiert und präzisiert und von den Teilnehmern grundsätzlich begrüßt.

## 6.2 Monitoringkonzepte als Fördervoraussetzung im Neubau

Häufig verbrauchen Neuanlagen im realen Betrieb deutlich mehr Energie als in der Planung berechnet, weil die Anlagenparameter nicht optimiert wurden. Die Abweichung ist dabei bei komplexen Anlagen noch erheblich größer als bei einfachen Anlagenkonzepten. Idealerweise sollte daher die Leistungsphase des Planers die Betriebsoptimierung in der ersten Betriebsphase einschließen, am besten über ein von Beginn an konzipiertes Monitoring. Unterstützt werden könnte eine derartige Betriebsoptimierung, indem das Vorhandensein von Monitoringkonzepten Fördervoraussetzung für energieeffiziente Nichtwohngebäude wird, z. B. bei KfW-Programmen.

## 7. Forschungsvorhaben Monitoring

### 7.1 Forschungsvorhaben zu Monitoring und Benchmarking

Eine breit aufgestellte Studie sollte durchschnittliche energetische und wirtschaftliche Potenziale auf dem deutschen Markt je nach Anlagentyp und -dimensionierung herausarbeiten. Eine solche Studie sollte aufbauend auf dem Monitoring von Anlagen auch Kennwerte für ein Benchmarkingsystem liefern. Betreiber von Klima- und Lüftungsanlagen können dann konkreter und glaubwürdiger über den Nutzen einer energetischen Inspektion informiert werden. Monitoringsysteme sollten vor allem für Lüftungsanlagen weiterentwickelt werden. Die Studie sollte insbesondere die Erkenntnisse des Forschungsnetzwerks „Energie in Gebäuden und Quartieren“ mit der Forschungsinitiative EnOB (Forschung für energieoptimiertes Bauen) mit Schwerpunkt energetische Betriebsoptimierung einbeziehen.

### 7.2 Forschungsvorhaben zur Wirtschaftlichkeit von Zählern und Sensorik

Ein effektives Monitoring von Klima- und Lüftungsanlagen benötigt Energiemengenzähler sowie die Messung von Nutzen- und anderen Einflussgrößen. Selbst der Energieverbrauch der Anlage wird in den meisten Fällen nicht gesondert erfasst. Ein kontinuierliches Monitoring der Anlagen würde jedoch wesentlich erleichtert, wenn neue Anlagen standardmäßig mit Zählern und einer Sensorik ausgestattet würden. Zudem würde sich die Belastbarkeit der Verbrauchsangaben für Klimatisierung im Energieausweis erhöhen. In einem ersten Schritt sollte daher eine zweite Studie untersuchen, wie ein energetisches Monitoring von Klima- und Lüftungsanlagen ermöglicht werden kann und inwieweit eine Ausstattung von Neuanlagen mit Energiezählern und Sensoren über die dadurch erzielbaren Einsparungen wirtschaftlich wird. Bei nachgewiesener Wirtschaftlichkeit sollte geprüft werden, inwieweit für Neuanlagen die Ausstattung mit Strom- bzw. Energiemengenzähler standardmäßig vorgesehen werden kann. In diesem Zusammenhang sollte auch geprüft werden, ob der Einbau von Zählern und Sensoren auch über Anforderungen der Ökodesign-Produktverordnungen vorgegeben werden könnte.

## 8. Referenzprojekte

Referenzprojekte können gelungene Wege zur energetischen Sanierung aufzeigen, den aktuellen Stand der Technik darstellen und Vorbehalte von Marktteilnehmern entschärfen. Hier gilt es, Referenzprojekte darzustellen, die in der Breite auf den Gebäudebestand übertragbar sind und so Erfolgsgeschichten der energetischen Sanierung von Klima- und Lüftungsanlagen liefern.

## 9. Vollzug und Qualität der energetischen Inspektion verbessern

### 9.1 Angaben zur energetischen Inspektion von Klimaanlage auf dem Gebäudeenergieausweis

Auf dem Gebäudeenergieausweis sollte angegeben werden, ob eine Inspektionspflicht besteht, wann die Anlage gebaut oder zuletzt erneuert wurde, wann die letzte Inspektion durchgeführt wurde und unter welcher Nummer der Inspektionsbericht bei DIBt registriert wurde. So könnte eine Datenbasis für den Vollzug des § 12 EnEV geschaffen werden und gleichzeitig der Umsetzungsstand der Verpflichtung aus § 12 EnEV unkompliziert den Miet- oder Kaufinteressenten verdeutlicht werden. Schließlich wäre auch für den Betreiber das Bestehen der Inspektionspflicht transparent.

Mit Hilfe der oben vorgeschlagenen zusätzlichen Angaben auf dem Gebäudeenergieausweis könnte das DIBt die energetischen Inspektionen in die elektronischen Stichprobenkontrollen aufnehmen. Damit wäre es erstmals möglich, auf unkomplizierte Weise die überwältigende Mehrheit von Betreibern zu kontrollieren, die ihrer Pflicht zur energetischen Inspektion nicht nachkommen.

Erreichte Einsparungen werden heute häufig nicht als Verbesserungen im Energieausweis abgebildet. Bei der Überarbeitung der Berechnungsmethodik für den Gebäudeenergieausweis sollte Wert darauf gelegt werden, dass Einsparungen auch zu besseren Ergebnissen auf dem Gebäudeenergieausweis führen.

### 9.2 Aktueller Stand der Technik für Inspektionsberichte in EnEV/GEG

Bisher enthält die EnEV kaum konkretisierte Regelungen zum Inspektionsverfahren oder zur Anfertigung von Inspektionsberichten. Dies führt dazu, dass Inspektionen unterschiedlichen Prüfmaßstäben unterliegen und Inspektionsberichte sowohl in ihrer Aussagekraft als auch in der Qualität erheblich divergieren.

Vor diesem Hintergrund sollte im Gebäudeenergiegesetz bei der Erstellung von Inspektionsberichten auf den „aktuellen Stand der Technik“ verwiesen werden. Darüber hinaus sollte im Rahmen der Gesetzesbegründung darauf hingewiesen werden, dass der aktuelle Stand der Technik durch die DIN SPEC 15240 beschrieben wird.

### 9.3 Inspektionsberichte an Vollzugsbehörden

Inspektionsberichte sollten der entsprechenden Vollzugsbehörde nicht nur wie bisher auf Verlangen, sondern grundsätzlich immer vorgelegt werden. Hierzu ist erforderlich, dass die Anlagenbetreiber nach dem Gebäudeenergiegesetz gesetzlich verpflichtet werden, Inspektionsberichte jeweils bei der zuständigen Vollzugsbehörde einzureichen.

## 10. Verursachungsgerechte Umlage der Energiekosten bei Klima- und Lüftungsanlagen in der Heizkostenverordnung (HeizkostenVO)

Werden mehrere Nutzer über eine zentrale Klima- oder Lüftungsanlage versorgt, so ist heute keine verursachergerechte Umlegung der Energiekosten üblich. In der Regel werden die Kosten des Anlagenbetriebs pauschal, z. B. über die belegten Quadratmeter, umgelegt. Dabei sind Einsparungen zu erwarten, wenn Nutzer ihre Betriebskosten durch Verhaltensänderungen senken können.

Die europäische Energieeffizienzrichtlinie (Energy Efficiency Directive – EED) fordert in Artikel 9 eine verbrauchsbasierte Abrechnung für Gebäude mit zentraler Kälteerzeugung bis 31.12.2016 – soweit technisch machbar und kosteneffizient durchführbar. Bislang al-

lerdings fehlen technische Regeln für eine rechtssichere Umsetzung bei raumluftechnischen Anlagen. Das Energieeinsparungsgesetz (EnEG) fordert zwar ihren energiesparenden Betrieb und schließt raumluftechnische und Kühlanlagen in die Vorschriften zur Verordnungsermächtigung ein (§ 2 Abs. 1 u. 2, § 3a). In der HeizkostenVO sind Klima- und Lüftungsanlagen bislang jedoch nicht geregelt.

In der Branche sind jedoch Weiterentwicklungen erkennbar: So hat der VDI im Januar 2017 den Entwurf einer Erweiterung der bestehenden Richtlinie VDI 2077 mit dem Blatt 4 "Verbrauchskostenerfassung für die Technische Gebäudeausrüstung; RLT- und Kälteanlagen" veröffentlicht, die Verfahren und Methoden zur verursachungsgerechten Umlage der Verbrauchskosten definiert. Auch sind am Markt erste Produkte zur Verbrauchsmessung bei variablen Luftvolumenströmen („Luftzähler“) verfügbar, und der 2016 gegründete Normungsausschuss beim DIN zur Qualitätssicherung dieser Produkte (NA 041-02-52-01: „Luftzähler und Luftenergiezähler“) plant, im Laufe des Jahres 2018 einen Norm-Entwurf zu veröffentlichen.

Diese Entwicklungen werden jedoch nur breite Auswirkungen auf den Gebäudebestand entfalten können, wenn die HeizkostenVO Klima- und Lüftungsanlagen und ihre Energieträger angemessen einbezieht und eine verursachergerechte Umlage fordert. In diesem Sinne sollte auf eine Überarbeitung der HeizkostenVO hingewirkt werden. Hierfür sollten insbesondere die Ergebnisse der VDI-Richtlinienerarbeitung zur VDI 2077 genutzt werden.

### 3.5.5 QuickCheck zur Kurzbewertung von Bestandsanlagen

Als konkrete Einzelmaßnahme wird im Folgenden die Entwicklung und insbesondere grafische und textliche Gestaltung des sogenannten QuickChecks zur Kurzbewertung von Bestandsanlagen beschrieben. Die Entwicklung erfolgte in einem iterativen Prozess in Zusammenarbeit mit den Auftragnehmern der Parallelstudie (Ecofys, ILK Dresden und schiller engineering), welche die technische Konzeption und Programmierung verantwortet haben, sowie dem BMWi und der Designerin Susanne Walter (suwadesign). Eine Veröffentlichung des Tools auf der Webseite des BMWi ist zurzeit in Vorbereitung.

Aufgabe des QuickChecks ist es, Empfängern eine Voreinschätzung über die Größenordnung der Energiekosten seiner Anlage zu liefern. Außerdem werden Einsparpotenziale abgeschätzt und eine Einschätzung zum Handlungsbedarf gegeben. Aussteller des QuickChecks könnten neben Auditoren und Energieberater auch technisch versierte Mitarbeiter und Wartungsunternehmen sein. Zielgruppen für Empfänger sind sowohl technisch versierte Mitarbeiter als auch Empfänger mit nicht-technischer Ausrichtung.

Hinsichtlich der Anlagen unterscheidet der QuickCheck danach, ob es sich um Lüftungsanlagen oder Kälteanlagen handelt. Bei kombinierten Anlagen werden beide Bereiche getrennt durchlaufen und erhalten jeweils eigene Ergebnisse. Ein derartiges Vorgehen ist auch für Betreiber sinnvoll, da beide Bereiche in der Regel sehr unterschiedliche Energieverbräuche aufweisen (die Lüftung ist meist deutlich energieaufwändiger) und auch jeweils andere Maßnahmen erfordern. Ohnehin notwendig ist eine getrennte Betrachtung auch, wenn etwa eine gemeinsame Kälteanlage mehrere Gebäudebereiche mit jeweils eigenen Lüftungsanlagen versorgt.

Die QuickCheck-Texte sind modular aufgebaut und variieren je nach Anlage. Sie sind vollständig automatisiert, sodass sich der Text je nach festgestellte potenziellen Problemen entsprechend ändert. Zusätzlich kann es aber wichtige Hinweise geben, die nicht in der

automatisierten Prüfung enthalten sind; z. B. wenn der Aussteller schon bei einer ersten Sichtprüfung Missstände oder Verbesserungsmöglichkeiten feststellt. Für diese Fälle wird dem Aussteller ein freies, abgegrenztes Feld für eigene Anmerkungen zur Verfügung gestellt.

Da die Zielgruppen für Empfänger auch technisch Unkundige einschließen, wurde bei der Formulierung der Schwerpunkt auf Verständlichkeit der Erläuterungen und einen angenehmen Lesefluss gelegt. Wo notwendig und sinnvoll, wurden technische Hintergründe kurz erklärt.

### **Grundgedanken der Gestaltung**

Bei der Entwicklung der Gestaltung standen folgende Ziele im Vordergrund:

- Übersichtlichkeit, Leserfreundlichkeit, leichte Verständlichkeit
- Einschätzung relevanter Aspekte auf einen Blick
- Motivation zur Beschäftigung mit dem Thema und zum Handeln.

Die Tonalität des QuickChecks sollte hochwertig, klar, offen und auf Augenhöhe sein. Keinesfalls sollten sich Empfänger bevormundet fühlen. Außerdem wurde die Gestaltung im Corporate Design der BMWi-Kampagne „Deutschland macht's effizient“ gehalten. Das entwickelte Design des QuickChecks für das Beispiel Kälteanlagen ist in den Abbildungen 3.11, 3.12 und 3.13 dargestellt. Die modularen Textblöcke sind dort vollständig aufgeführt; in der Realität wird der Text also meist kürzer ausfallen, da nicht alle Punkte zutreffen werden. In der Regel wird sich daher insgesamt eine kompaktere Darstellung ergeben.

### **Wesentliche Aspekte der Gestaltung des QuickChecks**

**Verständlichkeit:** Die Gestaltung ist klar und aufgeräumt und arbeitet mit guten Kontrasten. Dies sorgt für eine schnelle Verständlichkeit. Die Tasten auf Seite 1 mit Beschriftung von „niedrig“ bis „sehr hoch“ verdeutlichen eine qualitative Herangehensweise. Die Ampel für den Handlungsbedarf liefert ein intuitiv verständliches Ergebnis.

**Wertige Gestaltung:** Weißraum, sparsame Farbgebung und „glänzende“ Tasten strahlen Hochwertigkeit und Ruhe aus.

**Transparenz/Neutralität/Aufklärung/Offenheit:** Klarheit, Weißraum und sparsamer Gebrauch von Farbe vermitteln neben Wertigkeit auch Solidität und Neutralität. Weißraum und lineare Piktogramme sowie helle Grundstimmung der Gestaltung stehen für Offenheit und Transparenz, Aufklärung statt Bevormundung.

**Grafische Ergebnisdarstellung auf der ersten Seite:** Die grafische Ergebnisdarstellung hat eine schnelle Übersicht über das QuickCheck-Ergebnis zum Ziel. Sie soll einen Einstieg zu den ausführlichen Texten liefern und den Empfänger motivieren, weiterzulesen. Die Dringlichkeit des Handelns soll auf einen Blick erfasst werden.

**Textseiten mit Piktogrammen:** Die Funktion der Piktogramme ist, die Texte sowohl aufzulockern als auch zu strukturieren. Auf diese Art wird der Leser durch den Text geleitet. Die jeweils passende Bebilderung verdeutlicht die Personalisierung der Textpassagen.

Abbildung 3.11 Gestaltung des QuickChecks für Kälteanlagen, Seite 1 (suwadesign/ifeu)




<p><b>FÜR</b></p> <p>Musterfirma Straße Hausnummer Ort</p>	<p><b>VON</b></p> <p>Musteraussteller Straße Hausnummer Ort</p>	
<p>Gebäudeteil Stockwerk</p>	<p>Telefonnummer E-Mail</p>	<p><b>KÄLTEANLAGE</b></p>

# ENERGIE QuickCheck

06/2018

Seite 1/3

## ENERGIEVERBRAUCH



Geschätzte Kosten des Energieverbrauchs: XXX bis XXX Euro pro Jahr

## UNGENUTZTES EINSARPOTENZIAL



Die Anlage verbraucht viel mehr Energie als notwendig.

## HANDLUNGSBEDARF



Hier gibt es dringenden Handlungsbedarf!

## QUICKCHECK-EINSCHÄTZUNG

Ihre Anlage verbraucht sehr viel Energie und es findet sich ein sehr hohes ungenutztes Einsparpotenzial – es wird Energie verschwendet. Der QuickCheck zeigt dringenden Handlungsbedarf: Ihre Anlage sollte unbedingt optimiert werden! So können Sie Kosten sparen, Wartungsaufwand verringern und das Gebäudeklima verbessern.

Abbildung 3.12 Gestaltung des QuickChecks für Kälteanlagen, Seite 2 (suwadesign/ifeu)

# ENERGIE QuickCheck

06/2018

Seite 2/3

## QUICKCHECK BEDEUTET:

Sie erhalten eine erste Einschätzung Ihrer Anlage – der QuickCheck ersetzt keine energetische Inspektion. Im Rahmen einer energetischen Inspektion wird Ihre Anlage detailliert analysiert. Der Energie-Inspekteur oder die Energie-Inspektorin liefert Ihnen dann praxisorientierte Vorschläge, mit welchen Maßnahmen sich Geld sparen lässt und wie gleichzeitig der Komfort gesteigert werden kann.



Nach § 12 der Energieeinsparverordnung (EnEV) ist die energetische Inspektion bei Klimaanlage mit mehr als 12 kW Leistung in regelmäßigen Abständen, mindestens alle zehn Jahre, durchzuführen. Ihre Anlage fällt aufgrund des Baualters wahrscheinlich unter die Inspektionspflicht nach §12 EnEV.

## QUICKCHECK-ERGEBNISSE ZUR KÄLTETECHNIK

Der Energieverbrauch Ihrer Anlage kostet Sie wahrscheinlich zwischen X.XXX und XX.XXXX Euro im Jahr. Das sind vergleichsweise hohe Kosten. Was sind die Kostentreiber? Ihre Daten deuten auf folgende Ursachen hin:

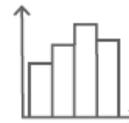
### Ihre Anlage nutzt keine freie Kühlung.

Häufig lässt sich Energie sparen, wenn Umgebungskälte zur Kühlung mitgenutzt wird, zum Beispiel mit Umgebungsluft als Kältequelle. Häufig kann eine freie Kühlung auch ohne großen Aufwand nachgerüstet werden – es lohnt sich, diese Möglichkeit zu prüfen.



### Im Teillastbetrieb arbeitet Ihre Anlage wahrscheinlich wenig effizient.

Häufig müssen Kälteanlagen nicht ihre volle Leistung erbringen. Wenn das Rückkühlsystem sich an diesen sogenannten Teillastbetrieb anpasst, kann Energie gespart werden. Bei Ihnen ist das offenbar nicht der Fall. Es lohnt sich, diese Möglichkeit für den Teillastbetrieb zu untersuchen.



### Die Pumpen Ihrer Kälteanlage laufen in der Kühlsaison durchgehend.

Pumpen sind ein wesentlicher Stromverbraucher Ihrer Kälteanlage. Geregelt Pumpen laufen nur abhängig vom Bedarf – wenn die Pumpen durchgehend in Betrieb sind, wird Energie verschwendet. Eine Inspektion sollte Möglichkeiten untersuchen, die Betriebszeiten der Pumpen zu senken.



### Das Kaltwasser Ihrer Kälteanlage ist eventuell kälter als notwendig.

Das Kaltwasser Ihrer Kälteanlage ist auf eine Vorlauftemperatur von 6°C ausgelegt. Oft ist aber eine so niedrige Temperatur nicht notwendig, um die Räume zu kühlen, wie Sie es wünschen. In diesen Fällen können oft erhebliche Mengen Energie eingespart werden, wenn die Anlage auf höhere Vorlauftemperaturen des Kaltwassers eingestellt wird.



Abbildung 3.13 Gestaltung des QuickChecks für Kälteanlagen, Seite 3 (suwadesign/ifeu)

## ENERGIE QuickCheck

06/2018

Seite 3/3

### Ihre Kälteanlage ist überaltert.

Ihre Kälteanlage wurde vor 19XX gebaut. Mit Ihrer Anlage entgehen Ihnen wesentliche technische Weiterentwicklungen: neue Anlagen sind viel energieeffizienter. Wenn Sie die Möglichkeit haben, die Kälteanlage zu erneuern, können Sie Energie einsparen.



Zusätzliche Hinweise und Empfehlungen Ihres QuickCheck-Ausstellers oder Ihrer QuickCheck-Ausstellerin

### DER WEG ZU EINER EFFIZIENTEN ANLAGE

#### Weiter geht es mit dem Energie-Inspekteur oder der Energie-Inspekteurin.

Sie prüfen die Dimensionierung Ihrer Anlagen, zum Beispiel die notwendigen Luftvolumenströme. Außerdem untersuchen sie Komponenten und Einstellungen Ihrer Anlagen. Dabei berücksichtigen sie auch das Umfeld und die Nutzungsbedingungen. So können sie verdeckte Fehler aufspüren, die einem effizienten Betrieb entgegenstehen. Die energetische Inspektion liefert Ihnen klare Aussagen zum Zustand Ihrer Anlagen und legt den Schwerpunkt auf Maßnahmen, die sich schnell amortisieren.



#### Ihr Vorteil: eine effizient laufende Anlage spart Energiekosten.

Schon mit geringen Investitionen können häufig 30% Energie eingespart und das Raumklima verbessert werden. Das ist im Hinblick auf die Laufzeiten hochgradig wirtschaftlich. Aber auch Ihr Betriebsumfeld wird es Ihnen danken, denn ein angenehmeres Raumklima mit weniger Geräuschen und Zugerscheinungen steigert den Komfort – und schafft somit eine Umgebung, in der es sich besser leben und arbeiten lässt.



#### Nutzen Sie Unterstützung und staatliche Fördermittel.

Weitere Informationen rund um das Thema Anlagenoptimierung finden Sie unter [www.deutschland-machts-effizient.de](http://www.deutschland-machts-effizient.de); dort erhalten Sie auch Hinweise auf Förderprogramme, die Ihnen bei der Umsetzung von Empfehlungen zur Verfügung stehen. Listen qualifizierter Fachleute, bei denen Sie eine energetische Inspektion in Auftrag geben können, finden Sie unter [www.fgk.de](http://www.fgk.de) und [www.btga.de](http://www.btga.de).



### 3.5.6 Systemlabel für Klima- und Lüftungsanlagen

Im Unterschied zum QuickCheck ist das Systemlabel ein Werkzeug für die Detailberatung. Hier geht es daher nicht um automatisierte Analysen und Darstellung wahrscheinlicher Verbesserungsmöglichkeiten, sondern um eine klare und kompakte Darstellung bereits erarbeiteter Ergebnisse. Das Systemlabel ergänzt die energetische Inspektion von Klima- und Lüftungsanlagen, indem es die Inspektionsergebnisse so zusammenfasst, dass die Bewertung auf einen Blick erkennbar ist. Bei der Bewertung der Energieeffizienz der Anlage berücksichtigt das Systemlabel dabei sowohl die Dimensionierung als auch die Betriebsweise der Anlage. Das heißt, der Betreiber erhält eine Aussage zur Systemeffizienz seiner Anlage, die weit über die Energieeffizienz der eingesetzten Komponenten hinausgeht.

In der vorliegenden Form ist das Label für Bestandsanlagen gedacht. In einem zweiten Schritt bietet sich aber eine Übertragung auf Neuanlagen an, wie in Abschnitt 3.5.4 skizziert. Im Idealfall könnten Bauherren dann Anlagen einer bestimmten Effizienzklasse beauftragen; Planer könnten den Planungsprozess auf die Zielerreichung ausrichten und nach Inbetriebnahme über eine unabhängige Prüfung belegen, dass die angestrebte Effizienzklasse erreicht wurde.

Die technische Entwicklung des Labels stammt von den Forschungsnehmern der Parallelstudie Ecofys et al. 2018 (Ecofys, ILK Dresden und schiller engineering). Inhaltlich entspricht das Verfahren einer Weiterentwicklung der bestehenden energetischen Inspektion zur Systembewertung (DIN SPEC 15240), wobei eine Bewertung von Dimensionierung und Betriebsweise ergänzt wurde, weitere Verfahren der Kälteerzeugung integriert und Energieeffizienzklassen bestimmt wurden. Zusätzliche auf dem Label dargestellte Aspekte, die allgemeine Gestaltung sowie textliche Erläuterungen wurden in einem iterativen Prozess mit zwischen den Auftragnehmern der Parallelstudie, dem BMWi und der Designerin Susanne Walter (suwadesign) erarbeitet.

#### Effizienzklassen: Farbige Skala von A bis F

Die Bewertung lehnt sich an die von der EU-Energieeffizienzkenzeichnung bekannte farbige Skala von A bis G in dunkelgrün bis rot an. Damit die Klassen sich in ihrem Energieverbrauch ausreichend voneinander abgrenzen, wurde die Zahl der Klassen für das Systemlabel jedoch auf sechs reduziert. Insofern ergibt sich eine Skala von A bis F, die ebenfalls von dunkelgrün bis rot eingefärbt sind.

#### Systemblick mit zusätzlichen Aspekten

Der Systemansatz wurde zusätzlich erweitert, indem ergänzende, für Klima- und Lüftungsanlagen wichtige Aspekte aufgenommen wurden, die jeweils durch ein entsprechendes Piktogramm dargestellt werden und eine Bewertung in Form von null bis drei Sternen erhalten.

Sommerlicher Wärmeschutz: Label für Anlagen mit Kälteerzeugung erhalten ein Piktogramm für den sommerlichen Wärmeschutz des Gebäudes: am meisten Energie wird gespart, wenn schon die Wärmeeinträge reduziert werden können – das vermindert den Kühlbedarf und somit den Energieverbrauch der Anlage.

Ausstattung mit Zählern und Sensorik: Außerdem wird für alle Anlagen ein Piktogramm für die Qualität der Ausstattung mit Zählern und Sensorik integriert. Hintergrund ist die Be-

obachtung, dass ein Großteil der Klima- und Lüftungsanlagen intransparent arbeitet, vor allem, wenn keine Gebäudeleittechnik vorhanden ist. So werden Stromverbräuche häufig nicht über separate Zähler erfasst, Volumenströme sowie Wärme- bzw. Kältemengen werden nicht oder nur unzureichend gemessen und auch Soll- und Betriebstemperaturen werden nur in Teilen erfasst. Dadurch lässt sich jedoch nur schwer erkennen, ob die Anlage ordnungsgemäß arbeitet. Hinzu kommt: je komplexer die Anlage ist, desto anfälliger ist sie aber erfahrungsgemäß für ineffiziente oder fehlerhafte Betriebsweisen. In Extremfällen reicht das bis zum gleichzeitigen Betrieb von Heizung und Klimatisierung. Insofern ist eine angemessene Ausstattung mit Zählern und Sensorik eine Grundvoraussetzung für einen dauerhaft energieeffizienten Betrieb.

Ökologie des Kältemittels: Viele der in Kälteanlagen üblichen Kältemittel haben Treibhauspotenziale von mehreren Tausend; d. h. sie sind mehrere tausend Mal so klimaschädlich wie CO<sub>2</sub>. Über Leckagen gelangen Teile der Kältemittel in die Atmosphäre und tragen dort so zum Klimawandel bei. Für die Klimaschädlichkeit von Kälteanlagen sind die Kältemittel daher ein relevanter Faktor. Das Label erhält daher zusätzlich ein Piktogramm mit Bewertung der Klimawirkung des Kältemittels. Hilfreich ist der Blick auf die Klimawirkung des Kältemittels auch für Betreiber von Kälteanlagen mit besonders schädlichen Kältemitteln, die Einschränkungen aus der EU-F-Gas-Verordnung unterliegen, nach der ein Quotensystem für einen schrittweisen Ausstieg aus diesen Kältemitteln sorgt.

### **Grafische Gestaltung in Anlehnung an die EU-Energieverbrauchskennzeichnung**

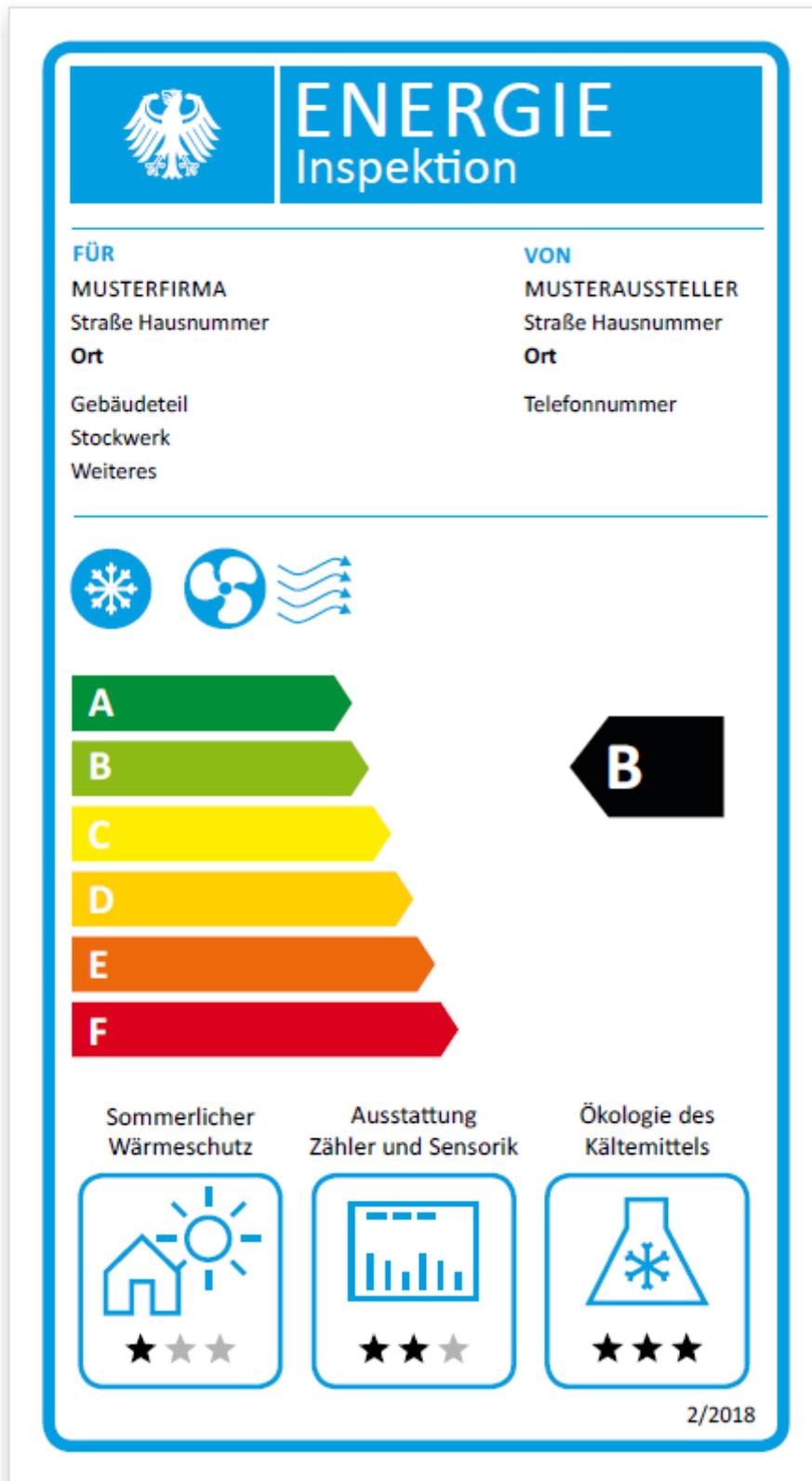
Die grafische Gestaltung bewegt sich hier in engeren Vorgaben als beim QuickCheck: das Label soll sich an das bestehende EU-Energielabel anlehnen. Da das Label nur für den deutschen Markt gedacht ist, muss es nicht sprachneutral sein, ähnlich wie das ebenfalls an das EU-Energielabel angelehnte Heizungsanlagenlabel<sup>147</sup>. Dennoch sollten die Begriffe jeweils durch ein Piktogramm ergänzt werden – dabei ist eine gute Verständlichkeit der Piktogramme ein Kernanliegen. Die Klassen sollen sich von A bis G erstrecken, die Farben sollten den Farben des EU-Labels entsprechen und von dunkelgrün bis rot reichen.

Abbildung 3.14 zeigt die entwickelte Gestaltung des Labels.

---

<sup>147</sup> <http://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Infografiken/Energie/eu-label-heizungsanlagen.html>

Abbildung 3.14 Grafische Gestaltung des Labels zur Inspektion von Klima- und Lüftungsanlagen (suwadesign/ifeu)



### Zusätzliche Aspekte auf dem Label: Begleittexte

Ähnlich wie beim in Abschnitt 3.5.5 dargestellten QuickCheck sind erläuternde, automatisierte Begleittexte geplant. Erläuterungsbedürftig ist sind dabei einerseits die erreichte Energieeffizienzklasse, andererseits die Piktogramme und Bewertungen der zusätzlichen Aspekte. Im Projektzeitraum entstanden erste Begleittexte zu den Piktogrammen; diese Texte wurden in Zusammenarbeit mit den Forschungsnehmern Ecofys, ILK Dresden und schiller engineering (Ecofys et al. 2018) erstellt (Stand Juli 2018, endgültige Beschreibungen noch offen).

#### Sommerlicher Wärmeschutz

★★★: Die durch die Kälteanlage versorgten Räumen verfügen über einen sehr guten sommerlichen Wärmeschutz. In allen Bereichen entstehen im Sommer keine unnötigen Wärmeeinträge durch Sonneneinstrahlung. Alle kritischen Fenster sind mit einem hochwirksamen intelligent geregelten Sonnenschutz ausgestattet. So wird nicht nur Ihr Energiebedarf für Kühlung, sondern auch Ihr Energiebedarf für Heizung und Beleuchtung minimiert – das ist umweltfreundlich und spart Kosten.

★★★: Bei den durch die Kälteanlage versorgten Räumen werden die Mindestanforderungen an den sommerlichen Wärmeschutz gemäß EnEV übertroffen. Der offensichtlich vorhandene hochwirksame Sonnenschutz verfügt jedoch über keine oder nur eine unzureichende automatische Regelung. Durch Nachrüstung einer entsprechenden intelligenten Regelung könnten Sie nicht nur den Energieverbrauch für die Kälteerzeugung, sondern auch für Heizung und Beleuchtung reduzieren – das ist umweltfreundlich und spart Kosten.

★★★: Bei den durch die Kälteanlage versorgten Räumen sind die Mindestanforderungen an den sommerlichen Wärmeschutz gemäß EnEV erfüllt. Somit sind die diesbezüglichen gesetzlichen Vorgaben, die seit 2009 für Neubauten gelten, eingehalten. Es wird dennoch empfohlen - nicht zuletzt bei einer Erneuerung der Sonnenschutzanlagen - Verbesserungsmöglichkeiten in Betracht zu ziehen.

★★★: Die durch die Kälteanlage versorgten Räume sind im Sommer offensichtlich unzureichend gegen Wärmeeinträge durch Sonneneinstrahlung geschützt und erfüllen, zumindest teilweise, nicht einmal die Mindestanforderungen an den sommerlichen Wärmeschutz gem. EnEV. Es gibt keine oder nur Sonnenschutzvorrichtungen. Dadurch verbraucht Ihre Kälteanlage viel Energie, um die unnötigen Wärmeeinträge wegzukühlen. Es lohnt sich deshalb, eine Nachrüstung von wirksamen Sonnenschutzeinrichtungen zu prüfen!

#### Zähler und Sensorik

★★★: Ihre Anlage ist hervorragend mit Zählern und Sensorik ausgestattet. Sie umfasst separate Zähler zur Bestimmung aller wesentlichen Effizienzkenngößen. Die gemessenen Werte werden über die Gebäudeleittechnik oder ein Energiemanagementsystem aufgezeichnet und zusammengeführt, sodass der Anlagenbetrieb umfassend ausgewertet werden kann oder bestenfalls sogar automatisch optimiert wird. Fehler, Unregelmäßigkeiten und Abweichungen im Betrieb werden so ersichtlich. Die Anlagennutzung kann optimiert und Investitionsentscheidungen auf eine sichere Basis gestellt werden. Nicht zuletzt erleichtern die vorhandenen Zähler und Sensoren auch die energetische Inspektion.

★★★: Ihre Anlage ist gut mit Zählern und Sensorik ausgestattet. Wesentliche Komponenten Ihrer Anlage werden durch separate Zähler erfasst. Bei größeren Anlagen werden die gemessenen Daten über einen längeren Zeitraum von einem Jahr aufgezeichnet. Die Betriebseffizienz der Anlage kann über die vorhandenen Zähler ausreichend gut nachvollzogen werden, um Optimierungsmaßnahmen zu ergreifen. Nicht zuletzt erleichtern die vorhandenen Zähler und Sensoren auch die energetische Inspektion.

★★★: Ihre Anlage verfügt über eine Minimalausstattung mit zumindest einem separaten Energiezähler. Dadurch wird zumindest die Größenordnung und Relevanz des Energieverbrauchs der Anlage deutlich. Fehler, Unregelmäßigkeiten und Abweichungen im Betrieb werden jedoch nur extrem begrenzt ersichtlich. Auch für eine Optimierung der Anlagenutzung und belastbare Investitionsentscheidungen wären Nachrüstungen hilfreich.

★★★: Es sind keine separaten Energiezähler vorhanden. Damit entgehen Ihnen wesentliche Diagnose- und Steuerungsmöglichkeiten. Schon der Istzustand der Anlage, sowie die damit verbundenen Betriebskosten, sind unter diesen Umständen nicht oder nur extrem grob zu ermitteln. Eine darüber hinaus wünschenswerte Erkennung von Betriebsfehlern, Optimierung der Anlagenutzung und eine Absicherung von Investitionsentscheidungen ist nicht möglich. Es empfiehlt sich daher dringend, zusätzliche Zähler und Sensoren nachzurüsten.

### Ökologie des Kältemittels

★★★: Ihre Kälteanlage arbeitet mit natürlichem Kältemittel. Aus Klimaschutzsicht haben Sie damit eine sehr gute Wahl getroffen!

★★★: Ihre Kälteanlage arbeitet mit einem synthetischen Kältemittel mit einem Treibhauspotenzial von bis zu 150, das heißt es ist bis zu 150-mal so klimaschädlich wie CO<sub>2</sub>. Das bedeutet, dass selbst geringe Kältemittlemissionen klimaschädlich sind. Deshalb müssen Kältemittelleckagen so weit wie möglich vermindert werden – hierzu gibt es regelmäßige und für viele Anlagen gesetzlich vorgeschriebene Dichtheitsprüfungen. Die EU-F-Gas-Verordnung (Verordnung (EU) Nr. 517/2014) sorgt außerdem über ein Quotensystem für einen schrittweisen Ausstieg aus den klimaschädlichen Kältemitteln. Sie werden nach und nach auf dem Markt knapper, sodass Nachfüllmengen sich verteuern und Umrüstungen wirtschaftlich attraktiver werden.

★★★: Ihre Kälteanlage arbeitet mit einem synthetischen Kältemittel mit einem Treibhauspotenzial von 150 bis 2500, d. h. es ist mehr als 150 bis 2500-mal so klimaschädlich wie CO<sub>2</sub>. Das bedeutet, dass selbst geringe Kältemittlemissionen sehr klimaschädlich sind. Deshalb müssen Kältemittelleckagen so weit wie möglich vermindert werden – hierzu gibt es regelmäßige und für viele Anlagen gesetzlich vorgeschriebene Dichtheitsprüfungen. Die EU-F-Gas-Verordnung (Verordnung (EU) Nr. 517/2014) sorgt außerdem über ein Quotensystem für einen schrittweisen Ausstieg aus den klimaschädlichen Kältemitteln. Sie werden nach und nach auf dem Markt knapper, sodass Nachfüllmengen sich verteuern und Umrüstungen wirtschaftlich attraktiver werden.

★★★: Die Kälteanlage arbeitet mit einem Kältemittel, das nicht mehr verwendet werden darf oder einem unbekanntem Kältemittel oder mit einem Kältemittel, dessen Treibhausgaspotenzial gleich oder über 2500 ist. Für letztere Kältemittel gelten ab 2020 teilweise

Serviceverbote (Verordnung (EU) Nr. 517/2014). Es wird daher dringend empfohlen, umgehend auf ein klimafreundliches Kältemittel umzustellen.

### 3.6 Realer Heizungsbetrieb: Nationale Handlungsfelder zur Steigerung der Energieeffizienz

Der Gebäudesektor hat einen wesentlichen Anteil am deutschen Gesamtenergiebedarf und an den Treibhausgasemissionen in Deutschland. Rund 35 % des Endenergieverbrauchs und rund ein Drittel der Treibhausgasemissionen entfallen auf den Gebäudebereich (BMWi 2017). Mit Blick auf die Ziele des Pariser Abkommens gilt es jedoch, bis 2050 einen (nahezu) klimaneutralen Gebäudebestand zu erreichen<sup>148</sup>. Um dieses Ziel zu erreichen, sind neben einem weitgehenden Einsatz erneuerbarer Energien erhebliche Endenergieeinsparungen erforderlich. Eine Steigerung sowohl der Energieeffizienz der Gebäudehülle durch Wärmedämmung und vergleichbare Maßnahmen als auch Effizienzverbesserungen der Anlagentechnik sind daher unabdingbar. Zusätzlich können durch Verhaltensänderungen und eine sinnvolle Anpassung von Heizung, Lüftung und Kühlung an die Bedürfnisse der Bewohner wesentliche Einsparungen erreicht werden.

Ein Großteil der Energie im Gebäudebereich – ca. 75 % – wird in privaten Haushalten zum Heizen verwendet (BMUB 2017). Speziell für Heizungssysteme zeigt sich indes, dass erhebliche Einsparpotenziale bestehen. Aktuell liegt das durchschnittliche Alter von Heizkesseln in Deutschland bei 17,6 Jahren; über ein Drittel ist sogar älter als 20 Jahre (BMWi 2017b). Ineffiziente Konstanttemperaturkessel oder Niedertemperaturkessel sind daher noch in vielen Haushalten zu finden. Darüber hinaus birgt der reale Betrieb von Heizungsanlagen erhebliche Möglichkeiten zur Steigerung der Effizienz und zur Realisierung von Energieeinsparungen: Sei es, weil die Geräte- bzw. Anlagenperformance verbessert oder der individuelle Heizwärmebedarf angepasst werden kann. Nach Angaben der Verbraucherzentralen sind 90 % aller Heizungen nicht optimal eingestellt und verbrauchen so unnötig viel Energie (VZBV 2012). Insbesondere bei energieeffizienten Heiztechniken zeigt der Praxisbetrieb Optimierungsbedarf. So ist beispielsweise der Brennwertnutzen bei installierten Brennwertkesseln oftmals nur unzureichend, mit der Folge, dass die Gerätetechnik ihr vorhandenes Potenzial nicht ausschöpfen kann (VZBV 2011). Auch Wärmepumpen bleiben oftmals hinter ihrem Potenzial zurück (Auer und Schöte 2016). Hier ist es z. B. wichtig, dass die Wärmepumpe zum Gebäude passt und gut eingestellt ist. Mithilfe transparenter Verbrauchsanalysen sowie Steuerungsmechanismen lässt sich überdies der Heizwärmebedarf individuell anpassen. Zentraler Treiber ist hier die zunehmende Digitalisierung. Diese Entwicklung bietet die Chance, kostengünstige und nutzerfreundliche Mess-, Steuerungs- und Regelungstechnik auf Gebäudeebene zu implementieren.

Die vorliegende Untersuchung betrachtet den Status quo der politischen Instrumentierung im Bereich des realen Heizungsbetriebs und leitet hieraus Handlungsfelder ab, die es mit Blick auf die politische Zielstrategie zu adressieren gilt. Darüber hinaus werden Einzelpotenziale ausgewählter Handlungsfelder und Handlungsoptionen aufgezeigt.

---

<sup>148</sup> Im Pariser Klimaschutzabkommen hat sich eine breite Staatengemeinschaft darüber hinaus darauf verständigt, in der zweiten Hälfte des Jahrhunderts Klimaneutralität anzustreben (Art. 4 (1)).

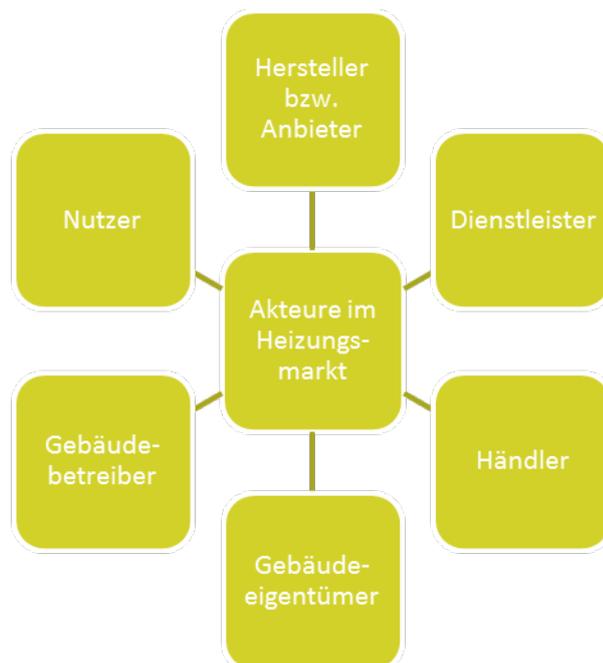
### 3.6.1 Adressierung von Einsparpotenzialen im realen Betrieb von Heizungsanlagen

#### 3.6.1.1 Markt für Heizungsanlagen sowie verwandte Produkte und Dienstleistungen

Der Heizungsmarkt in Deutschland ist geprägt von einer großen Anzahl veralteter Heizkessel und einer geringen Modernisierungsrate. Auch Optimierungsmaßnahmen an Heizungen fehlen im großen Umfang. Die Altersstruktur im Heizungsbestand spricht zwar prinzipiell für die Haltbarkeit der Anlagen, derartig alte Heizungsanlagen verursachen jedoch höhere Verbräuche, Kosten und CO<sub>2</sub>-Emissionen als moderne und optimierte Anlagen.

Die Strukturen im Heizungsmarkt sind geprägt von den Akteuren in diesem Feld und deren Interessenslagen. Zu den wesentlichen Akteuren im Heizungsmarkt zählen insbesondere die in der nachfolgenden Abbildung dargestellten:

Abbildung 3.15 Akteure im Markt für Heizungsanlagen sowie verwandte Produkte und Dienstleistungen



Obwohl das Problem ineffizienter Heizungsanlagen im Praxisbetrieb seit Jahren bekannt ist, kommt die Heizungsmodernisierung nur schwer in Gang. Eine Vielzahl von Hemmnissen steht einer Modernisierung im großen Maßstab entgegen, wie die folgenden Beispiele zeigen.

Auf Endkundenseite:

- Investitions- und Transaktionskosten und Höhe der Einsparungen: Der Endkunde kann in der Regel nicht abschätzen, in welchem Verhältnis die anfallenden Kosten zu den zukünftigen finanziellen Einsparungen stehen. Die finanziellen Einsparungen hängen stark

von den zukünftigen Entwicklungen der Energiepreise ab und sind somit risikobehaftet. Klimafreundliche Heizungstechnologien und insbesondere Maßnahmen zur Heizungsoptimierung sind in der Regel über die Nutzungsdauer wirtschaftlich. Gleichwohl stehen zu Beginn der Maßnahme erst einmal z. T. sowohl hohe Transaktions- als auch Investitionskosten.

- Nutzer-Investor-Dilemma bzw. Mieter-Vermieter-Dilemma: Die Vorteile der Energie-sparmaßnahmen kommen dem Mieter zugute, während Vermieter die Investitionskosten tragen.
- Nicht zuletzt spielen verhaltensökonomische Effekte eine Rolle: Der Status Quo Bias etwa beschreibt die Tatsache, dass Menschen vor Veränderungen zurückschrecken, selbst wenn der bestehende Zustand wirtschaftlich nachteilig für sie ist (Samuelson und Zeckhauser 1988). Der Endowment-Effekt führt dazu, dass Menschen Güter, die sie selbst besitzen, höher bewerten als andere Güter (Kahnemann et al. 1991). Auf den Wärmebereich übertragen kann dies dazu führen, dass die Energieeffizienz der eigenen Heizungsanlage systematisch überschätzt wird und daher von Optimierungsmaßnahmen abgesehen wird.

Auf Anbieterseite:

- Auftragslage und Verfügbarkeit von Fachkräften: Für viele Unternehmen der Branche sind konkurrierende Absatzfelder wie z. B. die Badsanierung attraktiver als eine Heizungsoptimierung. Bei der momentan guten Auftragslage stehen wenige Handwerker für den Heizungsbereich zur Verfügung. Zudem besteht im Handwerk generell sowie speziell im Heizungssegment ein Fachkräftemangel (ZDH 2006).
- Qualifikation der Fachkräfte: Der Nationale Qualifizierungsfahrplan stellt fest, dass die Qualifikation der Mitarbeiter in ihrem Beruf in der Regel hoch ist, dass aber Defizite bezüglich gewerkeübergreifender und prozeduraler Kenntnisse festzustellen sind. Für die Anwendung von Klimaschutztechnologien ist oft mehr Fachwissen erforderlich, weil man Technologien „ausreizt“ (z. B. hybride Kessel mit höherem Steuerungs-aufwand, Luftdichtheit bei Dämmung, Programmierung bei Gebäudeautomatisation usw.) (BuildUpSkills 2013).
- Bekannte technologiekonservative oder -konservierende Pfade: Das Handwerk ist zwar grundsätzlich technologieoffen, Installateure empfehlen allerdings vielfach Technologien, die sich bereits langfristig als zuverlässig und hinsichtlich ihrer Funktion zur Wärmebereitstellung als problemlos erwiesen haben (INER 2015).
- Vertriebssystem: Das dreistufige Vertriebssystem des Handwerks führt zur Bindung an einzelne Hersteller und deren Produktpolitik. Dadurch haben es andere Hersteller oder Anbieter von Zusatzlösungen schwer, unmittelbaren Marktzugang zu erhalten.

Ein neuer Impuls im Heizungsmarkt kann von der zunehmenden Digitalisierung ausgehen: Mithilfe z. B. digitaler Messungen, Analysen und verbraucherfreundlichen Tools könnten hemmende Effekte gemildert werden. Beispielsweise könnten Transaktions- und Investitionskosten reduziert werden, ein neues Marktgefüge durch zusätzliche Marktteilnehmer und neuartige Zusammenschlüsse entstehen und neue Auszubildende gewonnen werden. Zudem könnten Marktteilnehmer wie z. B. Gebäudeeigentümer oder Mieter, als Nutzer von Einspar- und Effizienzprodukten, durch verbraucherfreundliche Tools und Feedback-Mechanismen zur Umsetzung von Optimierungsmaßnahmen angeregt werden. Mithilfe programmierbarer oder intelligenter Thermostate kann z. B. via App von unterwegs der eigene Heizverbrauch gesteuert werden.

Eine zentrale Rolle spielt auch das Handwerk: Nur mit verfügbaren Fachkräften können Einsparpotenziale im Rahmen der Anlagenperformance realisiert werden. Handwerker sind Ansprechpartner, Berater und Maßnahmenumsetzer und damit wesentliche Gestalter im Kontext der erfolgreichen Wärmewende.

### 3.6.1.2 Status quo der politischen Instrumentierung

Die Effizienzstrategie der Bundesregierung folgt dem Dreiklang „informieren, fördern und fordern“: Information, Kommunikation und Beratung sollen Energieverbraucher sensibilisieren, die zielgenaue Förderung von Energieeffizienzinvestitionen ein höheres Effizienzniveau anreizen und das Ordnungsrecht flankierend für flächendeckende Mindestniveaus sorgen (BMW 2014). Getreu diesem Grundsatz adressiert eine Vielzahl von Instrumenten auch Effizienzpotenziale im Heizungsbereich. Nachfolgend wird untersucht, wie gegenwärtig der reale Heizungsbetrieb von der politischen Instrumentierung in den Blick genommen wird.

#### Information

Das BMWi sowie andere Einrichtungen auf Bundes-, Länder- und Kommunalebene informieren Verbraucher auf vielfältige Weise über Möglichkeiten zur Hebung von Einsparpotenzialen bei Heizungsanlagen. Den realen Heizungsbetrieb adressieren vor allem

- die BMWi-Effizienzkampagne „Deutschland macht’s effizient“: Unter der Rubrik „Heizen“ finden sich Informationen zur Heizungsoptimierung.<sup>149</sup> Mit dem Flyer „Bringen Sie Ihre Heizung auf den neuesten Stand“ informiert das BMWi darüber hinaus über den hydraulischen Abgleich und den Pumpenaustausch sowie deren Förderung im Rahmen des Programms „Heizungsoptimierung“.<sup>150</sup>
- die BMUB-Klimaschutzkampagne „Klima sucht Schutz“: Unter der Rubrik „Energie sparen“ werden Tipps zum energieeffizienten Heizen gegeben.<sup>151</sup>
- der UBA-Ratgeber „Das Energie-Sparschwein“: Hier werden Eigenheimbesitzer und Bauherren über Möglichkeiten zum Wärmeschutz und Heizenergieeinsparungen informiert.<sup>152</sup>
- die UBA-Broschüre „Energiesparen im Haushalt“: Die Broschüre gibt u. a. Energiespartipps für das Heizen.<sup>153</sup>
- das Dena-Modellvorhaben „Bewusst heizen, Kosten sparen“: Im Rahmen dieses Praxistests wurden Einsparmöglichkeiten für Wärmeenergie durch Energiedatenmanagement in ca. 1.000 Miethaushalten überprüft.<sup>154</sup>
- die Kampagne von co2online „Meine Heizung kann mehr“ (vom BMUB im Rahmen der Nationalen Klimaschutzinitiative gefördert): Hier wird der hydraulische Abgleich umfas-

<sup>149</sup> <http://www.deutschland-machts-effizient.de/KAENEF/Navigation/DE/Alltag/Heizen/heizen.html>.

<sup>150</sup> [https://www.deutschland-machts-effizient.de/KAENEF/Redaktion/DE/Publikation/2016/flyer-bringen-sie-ihre-heizung-auf-den-neuesten-stand.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=4](https://www.deutschland-machts-effizient.de/KAENEF/Redaktion/DE/Publikation/2016/flyer-bringen-sie-ihre-heizung-auf-den-neuesten-stand.pdf?__blob=publicationFile&v=4).

<sup>151</sup> <https://www.klima-sucht-schutz.de/energie-sparen/heizenergie-sparen/heizkosten-sparen/richtig-heizen-die-10-besten-tipps/>.

<sup>152</sup> <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/ratgeber-energie-sparschwein>.

<sup>153</sup> <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/energiesparen-im-haushalt>.

<sup>154</sup> <https://www.dena.de/themen-projekte/projekte/gebaeude/modellvorhaben-bewusst-heizen-kosten-sparen/>.

send in den Blick genommen und in der Rubrik „Rund um die Heizung“ z. B. über Thermostate informiert.<sup>155</sup>

- der „Heiz-Check“ der Verbraucherzentralen: Ein Energieberater analysiert hier das Heizsystem vor Ort und gibt Empfehlungen zur Verbesserung der Effizienz.<sup>156</sup>
- der „Solarwärme-Check“ der Verbraucherzentralen: Ein Energieberater analysiert die solarthermische Anlage vor Ort und gibt Empfehlungen zur Verbesserung der Effizienz.<sup>157</sup>
- die „Aktion Brennwertcheck“ der Verbraucherzentralen: Im Rahmen einer Felduntersuchung wurden ca. 1.000 Brennwertkessel in privaten Wohngebäuden im Praxisbetrieb getestet und Verbraucher über Optimierungsbedarf informiert.<sup>158</sup>
- Online-Angebote wie der co2online-„Heizspiegel“ oder „Heiz-Check“: Hier können Heizenergieverbräuche verglichen werden.<sup>159</sup>
- „Heizungs-Check“ des Zentralverbandes Sanitär Heizung Klima (ZVSHK): Bewertung des Heizsystems vor Ort nach standardisiertem Verfahren durch Fachkundige.<sup>160</sup>

Insgesamt ist ein umfassendes Informations- und Beratungsangebot zur Erschließung von Effizienzpotenzialen bei Heizungsanlagen im realen Betrieb vorhanden. Auch in einer Studie des ifeu (2016) wird dies bestätigt. Aus Verbrauchersicht stellt sich das Informations- und Beratungsangebot jedoch als überwiegend unübersichtlich und intransparent dar (TNS Infratest 2013).<sup>161</sup> Viele Informationsangebote in der „Beratungskette“ setzen darüber hinaus erst auf höherer Stufe an: Die Erstansprache bzw. das Schaffen von Aufmerksamkeit für die Problematik nimmt in der Kommunikation nur einen kleinen Raum ein. Verbraucher, die sich bereits mit der Thematik beschäftigt haben und weitere Schritte anstoßen möchten, treffen hingegen auf ein breites Spektrum an Informations- und Beratungsmöglichkeiten.

## Förderung

Das vorhandene Förderangebot nimmt den realen Heizungsbetrieb in den Blick durch Programme wie z. B.

- „Heizungsoptimierung“: Seit August 2016 werden z. B. der Ersatz von u. a. Heizpumpen durch hocheffiziente Pumpen sowie der hydraulische Abgleich am Heizsystem finanziell gefördert. Zusätzlich können Optimierungsmaßnahmen an bestehenden Anlagen wie z. B. die Anschaffung und Installation von voreinstellbaren Thermostatventilen oder das Einstellen der Heizkurve gefördert werden.<sup>162</sup>
- „Heiz-Check“ und „Solarwärme-Check“ der Verbraucherzentralen: Die Überprüfung des Heizsystems wird finanziell vom BMWi gefördert, sodass für die Inanspruchnahme nur

<sup>155</sup> <https://www.meine-heizung.de/>.

<sup>156</sup> <https://www.verbraucherzentrale-energieberatung.de/beratung/heiz.html>.

<sup>157</sup> <https://www.verbraucherzentrale-energieberatung.de/beratung/solarwaerme.html>.

<sup>158</sup> <http://www.vzbv.de/pressemitteilung/nur-jede-dritte-brennwertheizung-haelt-was-sie-verspricht>.

<sup>159</sup> <https://www.heizspiegel.de/heizspiegel/>, <https://www.heizspiegel.de/heizcheck/>.

<sup>160</sup> <https://www.zvshk.de/fachwissen-fuer-shk-gewerke/energiewende/heizungs-check/>.

<sup>161</sup> Im Auftrag der Messe Frankfurt befragte TNS Infratest 1.043 Haushalte anlässlich der internationalen Fachmesse ISH vom 12. - 16. März 2013.

<sup>162</sup> [http://www.bafa.de/DE/Energie/Energieeffizienz/Heizungsoptimierung/heizungsoptimierung\\_node.html](http://www.bafa.de/DE/Energie/Energieeffizienz/Heizungsoptimierung/heizungsoptimierung_node.html).

noch eine Kostenbeteiligung i. H. v. 40 Euro fällig wird. Für einkommensschwache Haushalte ist das Beratungsangebot kostenfrei.<sup>163</sup>

- „Pilotprogramm Einsparzähler“: Seit Mai 2016 werden Unternehmen und Unternehmenskonsortien gefördert, die bei Endkunden innovative Pilotprojekte zur Einsparung von z. B. Gas oder Wärme erproben, demonstrieren und in den Markt einführen wollen.<sup>164</sup>
- „Marktanreizprogramm“ (MAP): Mit dem Programm wird die Nutzung von erneuerbaren Energien bei der Wärmeerzeugung gefördert. Das Programm sieht Effizienzkriterien vor, wie Mindestwirkungsgrade und bestimmte Werte für die Jahresarbeitszahl bei Wärmepumpen, sowie ertragsabhängige Förderungen für große Solarkollektoren.<sup>165</sup>
- Zusatzförderung „Anreizprogramm Energieeffizienz“ (APEE): Wer im Rahmen des MAP über eine Antragsberechtigung verfügt, kann einen Bonus für den Austausch besonders ineffizienter Altanlagen z. B. durch eine moderne Biomasseanlage oder Wärmepumpe erhalten, wenn zugleich das gesamte Heizungssystem optimiert wird.<sup>166</sup>
- Zusatzförderung „Nachträgliche Optimierung“: Ein einmaliger Zuschuss für eine bereits geförderte Heizung kann gewährt werden, wenn die Heizung optimiert oder ein Wärmepumpencheck durchgeführt wird.<sup>167</sup>
- „Querschnittstechnologien“: Gefördert werden investive Maßnahmen zur Erhöhung der Energieeffizienz durch den Einsatz von hocheffizienten am Markt verfügbaren Querschnittstechnologien.<sup>168</sup>
- KfW Energieeffizient Sanieren: Im Rahmen der verschiedenen Programmteile werden Kredite oder Investitionszuschüsse gewährt.<sup>169</sup>
- Regionale Förderprogramme wie z. B. das Bayerische „10.000 Häuser Programm“: Im Programmteil „EnergieSystemHaus“ wird z. B. der Einsatz eines innovativen Heiz-/Speicher-Systems mit Energiemanagementsystem gefördert.<sup>170</sup>

Das Förderangebot kann insgesamt als recht umfassend betrachtet werden. Allerdings wird es von vielen Stakeholdern und Marktteilnehmern als unübersichtlich empfunden (ifeu 2016). Die Fördermittelnachfrage spiegelt dies in Teilen wider. Mit der neuen „Förderstrategie Energieeffizienz und Wärme aus erneuerbaren Energien“ soll sich dies zukünftig ändern (BMW 2017c). Insbesondere sollen ein „One Stop Shop“ integriert werden, zur Fördermittelvergabe „aus einer Hand“. Auch die Verankerung einer stärkeren Effizienzkontrolle wäre in diesem Rahmen wünschenswert.

<sup>163</sup> <https://www.verbraucherzentrale-energieberatung.de/beratung/>.

<sup>164</sup> [http://www.bafa.de/DE/Energie/Energieeffizienz/Einsparzaehler/einsparzaehler\\_node.html](http://www.bafa.de/DE/Energie/Energieeffizienz/Einsparzaehler/einsparzaehler_node.html).

<sup>165</sup> <http://www.erneuerbare-energien.de/EE/Navigation/DE/Foerderung/Marktanreizprogramm/marktanreizprogramm.html>.

<sup>166</sup> [http://www.bafa.de/DE/Energie/Heizen\\_mit\\_Erneuerbaren\\_Energien/Anreizprogramm\\_Energieeffizienz/anreizprogramm\\_energieeffizienz\\_node.html](http://www.bafa.de/DE/Energie/Heizen_mit_Erneuerbaren_Energien/Anreizprogramm_Energieeffizienz/anreizprogramm_energieeffizienz_node.html).

<sup>167</sup> [http://www.bafa.de/DE/Energie/Heizen\\_mit\\_Erneuerbaren\\_Energien/Nachtraegliche\\_Optimierung/nachtraegliche\\_optimierung\\_node.html](http://www.bafa.de/DE/Energie/Heizen_mit_Erneuerbaren_Energien/Nachtraegliche_Optimierung/nachtraegliche_optimierung_node.html).

<sup>168</sup> [http://www.bafa.de/DE/Energie/Energieeffizienz/Querschnittstechnologien/querschnittstechnologien\\_node.html](http://www.bafa.de/DE/Energie/Energieeffizienz/Querschnittstechnologien/querschnittstechnologien_node.html).

<sup>169</sup> <https://www.kfw.de/inlandsfoerderung/Privatpersonen/Bestandsimmobilie/Energieeffizient-Sanieren/>

[ren/F%C3%B6rdermittelgeber/?wt\\_cc1=wohnen&wt\\_cc2=pri|bestandimmobilie&wt\\_mc=43276558689\\_197619121919&wt\\_kw=e\\_43276558689\\_kfw%20energieeffizient%20sanieren&wt\\_cc3=43276558689\\_kwd-20293520140\\_197619121919](https://www.kfw.de/inlandsfoerderung/Privatpersonen/Bestandsimmobilie/Energieeffizient-Sanieren/F%C3%B6rdermittelgeber/?wt_cc1=wohnen&wt_cc2=pri|bestandimmobilie&wt_mc=43276558689_197619121919&wt_kw=e_43276558689_kfw%20energieeffizient%20sanieren&wt_cc3=43276558689_kwd-20293520140_197619121919).

<sup>170</sup> [https://www.energieatlas.bayern.de/buerger/10000\\_haeuser\\_programm.html](https://www.energieatlas.bayern.de/buerger/10000_haeuser_programm.html).

## Ordnungsrecht

Energieeffizienz im Heizungsbereich ist auch ordnungsrechtlich verankert, z. B.:

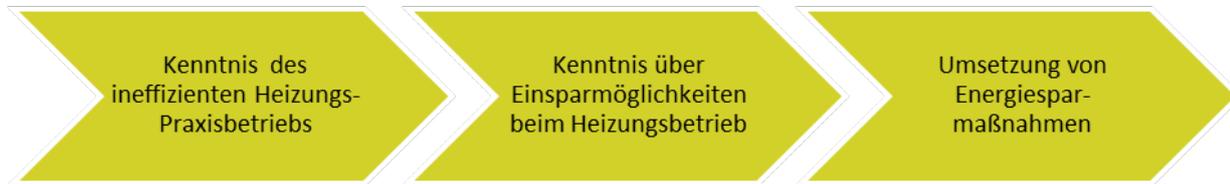
- Einbau und Betrieb energieeffizienter und energiesparender Heizungsanlagen: Das Energieeinsparungsgesetz (EnEG) schreibt in §§ 2, 3 den Einbau und Betrieb energieeffizienter und energiesparender Heizungsanlagen fest.
- Betriebsverbot für alte Öl- und Gas-Heizkessel in § 10 Abs. 1 der Energieeinsparverordnung (EnEV): Grundsätzlich dürfen 30 Jahre alte Konstanttemperaturkessel nicht mehr betrieben werden. Ausnahmen bestehen allerdings für Ein- und Zweifamilienhäuser, wenn der Eigentümer zum Stichtag 1. Februar 2002 selbst das Gebäude bewohnt hat und seitdem kein Eigentümerwechsel stattgefunden hat oder mit Blick auf die Maßnahmenwirtschaftlichkeit.
- Nachträgliche Armaturen- und Leitungsdämmung in § 10 Abs. 2 EnEV: Bisher ungedämmte Armaturen und Wärmeverteilungsleitungen heizungstechnischer Anlagen müssen grundsätzlich gedämmt werden.
- Effizienzlabel für Altanlagen: Seit 1. Januar 2016 sieht das geänderte Energieverbrauchskennzeichnungsgesetz (EnVKG) vor, dass Eigentümer und Mieter durch ein Label über den Effizienzstatus ihres Heizkessels informiert werden, sofern dieser älter als 15 Jahre ist.
- Grenzwerte für Emissionen von Heizungsanlagen: Die 1. Bundes-Immissionsschutzverordnung (BImSchV) regelt, dass Öl- und Gasfeuerungsanlagen maximal 11 % Abgasverluste aufweisen dürfen.
- Verbrauchsabhängige Abrechnung der Heizkosten: Die Heizkostenverordnung (HeizkostenV) verpflichtet Betreiber einer gemeinschaftlich genutzten Heizungsanlage grundsätzlich zur verbrauchsabhängigen Abrechnung der Heizkosten.

Angesichts der seit Jahren niedrigen Sanierungsrate bei Heizkesseln von etwa 3 % (ZVSHK 2017) zielen die vorhandenen Instrumente jedoch zumeist auf einen Geräte austausch bzw. die Erhöhung der Austauschrate (so z. B. das Betriebsverbot für alte Heizkessel oder das Effizienzlabel für Altanlagen). Der energieeffiziente Praxisbetrieb von Heizanlagen wird hingegen ordnungsrechtlich kaum flankiert. Vorherrschend sind in diesem Bereich Fachinformationen und Empfehlungen sowie von Fachkreisen erarbeitete Regelwerke wie z. B. die VOB/C DIN 18380 – diese verpflichtet zur Durchführung eines hydraulischen Abgleichs.

### 3.6.1.3 Handlungsfelder zur Erschließung von Effizienzpotenzialen im Heizungs-Praxisbetrieb

Der aufgezeigte Status quo der Instrumentierung macht deutlich, dass zwar vor allem mit Blick auf das Informations- und Beratungsangebot sowie die vorhandenen Fördermöglichkeiten eine Vielzahl von Instrumenten den effizienten Heizungs-Praxisbetrieb adressiert. Gleichwohl sind nicht alle Bereiche entlang der Maßnahmenkette vom Bewusstmachen bzw. der Kenntnis des ineffizienten Heizungsbetriebes bis hin zur Umsetzung von Maßnahmen zur Betriebsoptimierung und bedürfnisorientierten Anpassung des individuellen Wärmebedarfs abgedeckt.

Abbildung 3.16 Maßnahmenkette zur Erschließung von Effizienzpotenzialen im Heizungs-Praxisbetrieb



Bisher fehlt eine Adressierung insbesondere bei folgenden Punkten:

- **Transparenz des Verbrauchs:**

Für viele Verbraucher stellt sich der eigene Heizwärmeverbrauch intransparent dar: sie können die Höhe ihres Verbrauchs gar nicht nennen (Öko-Institut und co2online 2016). Die Heizkostenabrechnung als Instrument zur Verbrauchsvisualisierung ist beispielsweise aufgrund ihrer Komplexität und Unübersichtlichkeit für viele nur schwer oder kaum nachzuvollziehen. Oftmals können der eigene Verbrauch nicht eingeordnet und Einsparbemühungen beim Verbrauch der Heizenergie nicht erkannt werden. Auch eine digitale Visualisierung des Verbrauchs unabhängig von der Abrechnung, beispielsweise in Webportalen, kommt bislang nur selten zum Einsatz und wird durch politische Maßnahmen noch kaum adressiert.

- **Heizkesseldimensionierung und –inbetriebnahme:**

Für einen effizienten Betrieb sind die richtige Heizkesseldimensionierung, eine korrekte Heizlastberechnung sowie eine optimale Abstimmung auf das Gebäude und der Komponenten untereinander Grundvoraussetzungen. Auch die Einstellung von Betriebszeiten, Nachtabsenkungen und die Vornahme eines hydraulischen Abgleichs sind für den effizienten Praxisbetrieb wichtig – diese Arbeitsschritte wären vor allem bei der Installation zu berücksichtigen. In vielen Fällen wird jedoch der Heizkessel mit den werksmäßig vorgefundenen Standardeinstellungen in Betrieb genommen, oder Voreinstellungen wie Betriebszeiten oder Nachtabsenkungen werden außer Acht gelassen. Ein effizienter Heizungs-Praxisbetrieb ist so nicht möglich. Bislang werden diese Aspekte hauptsächlich durch Förderangebote adressiert, die jedoch keine hohen Fallzahlen erreichen.

- **Heizungsregelung:**

Mithilfe von intelligenten oder programmierbaren Thermostaten kann die Heizenergienachfrage z. B. an Abwesenheitszeiten angepasst werden oder Wetterprognosen können in die Regelung des Kessels einbezogen werden. Hierdurch lassen sich erhebliche Energie- und Heizwärmeeinsparungen realisieren. Bislang werden solche Heizungssteuerungen aber nur auf Entwicklerseite im Pilotprogramm Einsparzähler gefördert.

- **Monitoring des Heizungs-Praxisbetriebs:**

Bislang ist es für Heizungsbetreiber und -nutzer im Regelfall nicht ohne weiteres möglich, einen nicht funktionsgerechten oder ineffizienten Heizungsbetrieb zu erkennen. Während beispielsweise der Tachometer und der Drehzahlmesser beim Auto jedermann Aufschluss über wesentliche Parameter bei seiner Fortbewegung gibt, funktionie-

ren Wärmeerzeuger traditionell als „Blackbox“. Der ineffiziente Heizungsbetrieb ist für den Betreiber intransparent.

- Hinweise auf Optimierungsmöglichkeiten:

Für die maßgeblichen Akteure im Heizungsbereich (z. B. Handwerker, Bezirksschornsteinfeger) besteht heute keine Hinweispflicht auf einen festgestellten ineffizienten Heizungs-Praxisbetrieb. Lediglich das Effizienzlabel für Altanlagen, mit dem Heizkessel ausgezeichnet werden, die älter als 15 Jahre sind, signalisiert die Effizienz des Heizkessels.

- Betriebsoptimierung und Dimensionierung der Heizanlage als Merkmal der energetischen Qualität:

Eine energieeffizient laufende Heizung spart Energie und Kosten. Insbesondere Heizkosten stellen bei vielen Verbrauchern einen beträchtlichen Teil der zu leistenden Nebenkosten dar. Aus diesem Grund ist die Kenntnis über die Qualität der Heizung z. B. für Mieter bei der Wohnungssuche ein wichtiger Entscheidungsfaktor. Eine entsprechende Information könnte beispielsweise in den Gebäudeenergieausweis aufgenommen werden. Bislang enthält der Gebäudeenergieausweis jedoch keinen diesbezüglichen Hinweis auf eine z. B. regelmäßig stattfindende Betriebsoptimierung der Heizung.

- Ausbildung im Handwerk mit Fokus auf den energiesparenden Betrieb:

Im ausführenden Handwerk ist oftmals mangelnde Fachkenntnis im Hinblick auf Fehlerbehebung im Heizungsbetrieb, Techniken, Technologien und effizienten Heizungsbetrieb zu beklagen (ifeu 2016). Vorhandene Energieeffizienzpotenziale im Heizungsbereich werden somit häufig nicht entdeckt oder schlicht nicht ausgeschöpft.

#### 3.6.1.4 Einsparpotenziale ausgewählter Handlungsfelder

Der reale Betrieb von Heizungsanlagen birgt erhebliche Möglichkeiten zur Steigerung der Effizienz und zur Realisierung von Energieeinsparungen. Im Folgenden werden Einsparpotenziale für ausgewählte Handlungsfelder aufgezeigt:

##### Informationen und Feedback zu Heizwärmeverbrauch und -kosten

- Visualisierung von Heizwärmeverbrauch und -kosten mithilfe von Energiedatenmanagement

Feedbacksysteme zum Energieverbrauch, insbesondere zum Stromverbrauch, sind wissenschaftlich recht umfangreich untersucht worden. Einfache Verbrauchsfeedbacks ohne weitere Dienstleistungen erreichen meist Einsparungen zwischen 1 und 5 % (Wade und Eyre 2015). Es gibt jedoch Anzeichen dafür, dass Informationsdefizite der Verbraucher im Heizungsbereich noch größer als im Strombereich sind. Dies betrifft insbesondere Zentralheizungen in Gebäuden mit mehreren Wohnungen, bei denen der Verbrauch auf die einzelnen Bewohner umgelegt wird (vgl. Öko-Institut und co2online 2016, wonach die Rechnungsempfänger in der Regel für ihren eigenen Verbrauch nur Informationen über Verteilereinheiten wie Stricheinheiten oder Kubikmeter statt einen Energieverbrauch in Kilowattstunden erhalten). Laut einer Studie von Techem (2016) unterschätzt die Mehrheit der Verbraucher auch die Größenordnung ihrer Heizkosten ganz erheblich: nur 10 % der 2.000 Befragten konnte einen durchschnittlich realistischen Wert bezogen auf die Nebenkosten angeben; über 35 % kannten ihre Heizkosten gar nicht (Techem 2016).

Tatsächlich deuten einige Forschungs- und Modellvorhaben im Heizungsbereich auf die Möglichkeit signifikanter Einsparungen durch Verbrauchsvisualisierung und -feedback hin. So gelang im Modellvorhaben „Bewusst heizen, Kosten sparen“, bei denen 189 Mieter und Mieterinnen verschiedener Liegenschaften über einen Zeitraum von drei Jahren monatlich über ihren Heizenergieverbrauch informiert wurden, eine durchschnittliche Reduzierung des Heizenergieverbrauchs um zehn Prozentpunkte (dena 2017). Dass auch Haushalte mit geringem Einkommen von vorwiegend IT-basiertem Verbrauchsfeedback profitieren und dabei signifikante Einsparungen erreichen, zeigt eine Evaluation eines vorwiegend IT-basierten Feedbacksystems in Sozialwohnungen in verschiedenen Ländern Europas, bei dem einzelne Pilotstandorte Heizenergieeinsparungen von über 30 % erreichten (IWU und HTC 2013). Weitergehende Systeme mit detaillierten Analysen des Energieverbrauchs im Gebäude, die auch Anomalien oder den Energieverbrauch einzelner Anlagen und Geräte aufzeigen, können noch weit größere Einsparungen erreichen: so weisen Granderson und Lin (2016) Einsparungen von bis zu 20 % in großen Gebäuden nach.

Auch mit Hilfe einer transparenteren, leichter nachvollziehbaren und Heizverbräuche besser vergleichbar machenden Abrechnung kann eine signifikante Minderung des Heizenergieverbrauchs erzielt werden. So schätzen Öko-Institut und co2online (2016), dass durch eine flächendeckend einzuführende transparentere Heizkostenabrechnung der Heizenergieverbrauch um 3,5 bis 7 % gesenkt und so eine CO<sub>2</sub>-Emissionsminderung von 1,7 bis 3,3 Mio. t CO<sub>2</sub> pro Jahr erreicht werden könnte. Die Abschätzung beruht auf Evaluationsergebnissen von Modellprojekten und Auswertungen von Verbrauchsdaten aus dem „Energiesparkonto“ sowie Evaluationen des Instruments „Heizgutachten“.

In jedem Fall sollten Visualisierungen und Feedbacksysteme auch verhaltensökonomische Aspekte berücksichtigen. Eine umfangreiche Darstellung derartiger Aspekte einschließlich experimenteller Formate für den Strombereich liefert beispielsweise das UBA-Projekt INCENT II.<sup>171</sup>

### Optimierte Betriebsführung und Dimensionierung

- Effizienter und fehlerfreier Betrieb

Durch eine Optimierung der Heizungsanlage lassen sich erhebliche Einsparpotenziale erschließen. Eine derartige Optimierung kann beispielsweise umfassen: einen hydraulischen Abgleich, den Einbau von Thermostatventilen, korrekte Einstellung von Regelungen und Pumpen sowie der Heizkurve. Dass eine derartige Optimierung in der Praxis nur selten erfolgt, zeigt beispielsweise der „Brennwert-Check“ des VZBV: über drei Viertel der in der „Aktion Brennwertcheck“ getesteten rund 1.000 Kessel (78 %) waren nicht hydraulisch abgeglichen (VZBV 2011). Hochgerechnet auf die Gesamtzahl der in Deutschland installierten Heizkessel ergibt dies, dass bei 15,75 Mio. Kesseln kein hydraulischer Abgleich vorgenommen wurde.

Im Rahmen des Optimus-Projekts wurden Einsparpotenziale durch eine technische Optimierung des Heizungssystems bei 92 Gebäuden im Raum Norddeutschland bei Ein- und Mehrfamilienhäusern in der Praxis ermittelt (Innung für Sanitär- und Heizungstechnik Wilhelmshaven et al. 2005). Die Optimierung umfasste dabei einen vereinfachten hydraulischen Abgleich mit Voreinstellung der Thermostatventile und Einstellung der Pumpe sowie die Einstellung des Reglers. Im Mittel bewirkte die Optimierung eine Hei-

<sup>171</sup> <https://www.adelphi.de/de/projekt/incent-ii-experimentelle-entwicklung-von-anreizmechanismen-f%C3%BCr-die-umweltpolitik>.

zenergieeinsparung von 8 kWh/(m<sup>2</sup>a) bezogen auf die beheizte Fläche. Bei neueren Gebäuden sind die Einsparpotenziale höher: komplexere Anlagen und die Möglichkeit größerer solarer Gewinne über die Fenster führen zu durchschnittlichen Einsparungen von 19 kWh/(m<sup>2</sup> a). In älteren Gebäuden hingegen können zusätzliche Einsparpotenziale gehoben werden, wenn gleichzeitig ein Pumpentausch erfolgt und die alte Umwälzpumpe durch eine Hocheffizienzpumpe ersetzt wird.

- Heizungssteuerung und bessere Anpassung an Nutzerbedürfnisse

Mithilfe programmierbarer oder intelligenter Thermostate kann die Heizenergienachfrage z. B. an Abwesenheitszeiten angepasst und Wetterprognosen mit einbezogen werden. Fraunhofer IBP (2013) kamen in einer „Simulationsstudie zum Energieeinsparpotenzial einer Heizungsregelung mit Abwesenheitserkennung und Wetterprognose“ zu dem Ergebnis, dass der Heizenergiebedarf hierdurch um 14 bis 26 % reduziert werden kann.

- Dimensionierung

Der „Brennwert-Check“ des VZBV ergab, dass etwa die Hälfte der rund 1.000 getesteten Kessel erheblich größer dimensioniert war als nötig (VZBV 2011). Rechnet man diese Zahl auf die Gesamtheit der in Deutschland installierten Kessel hoch, bedeutet dies, dass etwa 10,5 Mio. Heizkessel überdimensioniert sind und damit ihr Effizienzpotenzial nicht optimal ausschöpfen.

Auch Wärmepumpen sind vielfach überdimensioniert. Ein Grund hierfür liegt im Berechnungsverfahren zur Ermittlung des Wärmebedarfs. In der Regel werden hohe Sicherheiten aufgeschlagen, passive Wärmeeinträge bleiben hingegen unberücksichtigt (Hubacher 2010). Wer vorschriftsmäßig den Wärmebedarf berechnet, liegt für den Normalbetrieb somit bereits um ca. 20 bis 25 % höher als notwendig, in der Praxis wird sogar von einer 35-prozentigen Überdimensionierung bei vielen Anlagen ausgegangen (Hubacher 2010).

### 3.6.2 Handlungsoptionen

Im Folgenden werden Handlungsoptionen aufgezeigt, die die unter 6.2.1.3 aufgeführten Handlungsfelder adressieren.

#### 3.6.2.1 Transparenz verbessern und Einsparmotivation fördern

##### **Versteckten ineffizienten Heizungsbetrieb durch Einführung einer Effizienzanzeige sichtbar machen**

Messungen zeigen, dass viele Heizungsanlagen nicht funktionsgerecht und ineffizient betrieben werden (VZBV 2011, IfHK 2004, Wolter 2016). Selbst als energieeffizient geltende Gas-Brennwertkessel oder Wärmepumpen schöpfen ihr vorhandenes Energieeffizienzpotenzial oftmals nicht aus. Im Praxisbetrieb bleiben sie hinter den Herstellerangaben zurück. Gründe hierfür sind z. B. falsche oder nicht optimierte Einstellungen, fehlende Komponentenabstimmung oder das Außerachtlassen von Nutzerverhalten und Gebäudeanforderungen. Insbesondere Heizungstechnologien wie Brennwertkessel, Wärmepumpen und andere Wärmeerzeuger auf Basis erneuerbarer Energien müssen optimal eingestellt und Parameter aufeinander abgestimmt werden. Dies gilt umso mehr vor dem Hintergrund der Effizienzstrategie der Bundesregierung und der internationalen sowie europäischen Verpflichtungen Deutschlands.

Bislang ist es für Heizungsbetreiber im Regelfall jedoch nicht ohne weiteres möglich, den nicht funktionsgerechten und ineffizienten Heizungsbetrieb zu erkennen. Stattdessen funktionieren Wärmeerzeuger traditionell als „Blackbox“. Eine Effizienzanzeige soll dazu dienen, dem Betreiber leicht sichtbar zu machen, ob die Heizungsanlage ordnungsgemäß und effizient läuft. Sie soll die Qualität von Heiztechnik im Praxisbetrieb transparent und überprüfbar machen sowie dazu anreizen, effizienzsteigernde Optimierungsmaßnahmen zu ergreifen.

Mithilfe des Einbaus von Messtechnik können Rückschlüsse auf die Anlageneffizienz gezogen werden. Abhängig von der jeweiligen Heizungstechnologie sollten für die Energieeffizienz relevante Parameter jederzeit gemessen und angezeigt werden. Bei Brennwertkesseln sollte beispielsweise die tatsächliche Brennwertnutzung gemessen und angezeigt werden. Sie ist ein wichtiges Kriterium für die Effizienz des Kessels und stark von den individuellen Gegebenheiten und vom Nutzerverhalten abhängig. Bei Wärmepumpen stellt die Jahresarbeitszahl eine wesentliche Größe zur Quantifizierung der Effizienz dar.

Zur Information des Heizungsbetreibers bzw. -nutzers sollte ein die Effizienz anzeigender Gesamtparameter auf einer digitalen Anzeige mit leicht verständlichem Interface angegeben und z. B. als Skala (rot bis grün), Schulnote oder Emoji verständlich dargestellt werden. Eine solche Effizienzanzeige sollte gut sichtbar am Heizkessel angebracht und jederzeit ohne größeren Aufwand einsichtbar sein. Für den Handwerker bzw. Heizungsinstallateur sollten darüber hinaus weiterführende Informationen z. B. zu Vor- und Rücklauftemperatur und zum Taktverhalten (Anzahl Brennerstarts) abrufbar sein.

Als gesetzlich geforderter Standard sollte die Einführung einer Effizienzanzeige idealerweise im Ökodesign verankert werden. Als Regelungspunkt bietet sich die Durchführungsverordnung 813/2013 für Raum- und Kombiheizgeräte sowie die Durchführungsverordnung 1189/2015 für Festbrennstoffkessel an. Für Smart Appliances läuft derzeit eine Vorstudie zu einer Durchführungsverordnung. Ersatzweise besteht die Möglichkeit, auf nationaler Ebene einen entsprechenden Standard zu setzen (z. B. in der EnEV): Eine Pflicht zur Ausstattung von Wärmeerzeugern mit einer Effizienzanzeige wird nicht von der Sperrwirkung der Ökodesign-Richtlinie erfasst – die rechtliche Zulässigkeit einer Effizienzanzeige muss sich damit am Primärrecht, insbesondere den Grundfreiheiten, messen lassen.<sup>172</sup> Eine verpflichtende Effizienzanzeige müsste demnach durch den Umweltschutz gerechtfertigt, nichtdiskriminiert und verhältnismäßig sein.<sup>173</sup> Aufgrund der einfachen technischen Umsetzung und verhältnismäßig geringen Mehrkosten im Vergleich zu einer Nachrüstung sollte die Pflicht zur Integration einer Effizienzanzeige zunächst nur für neu installierte Wärmeerzeuger gelten.

Die Effizienzanzeige benötigt in der Regel eine gewisse Speicherung gemessener Daten, etwa zur Berechnung und Anzeige der Jahresarbeitszahl. Diese Datenspeicherung sollte so ausgestaltet werden, dass Drittanbieter mit Beratungsprodukten auf diese Daten aufsetzen können und so über die reine Feedbackfunktion hinausgehen können. Erfolge könnte dies über einen (geschützten) Online-Zugriff oder über die Möglichkeit, die gemessenen Daten als Datensatz auf einen lokalen Speicher herunterzuladen.

---

<sup>172</sup> vgl. dazu juristisches Kurzgutachten in Kapitel 3.2

<sup>173</sup> ebd.

## Heizkostenabrechnung transparenter gestalten - Anpassung der Heizkostenverordnung

Für etwa die Hälfte des deutschen Wohnungsbestands (ca. 18 Mio. Wohnungen) und damit deren Bewohner und Bewohnerinnen ist hinsichtlich der Verteilung von Kosten für Heizung und Warmwasser die Heizkostenverordnung (HeizkostenV) anwendbar. Auf deren Grundlage erhalten Wohnungseigentümergeinschaften, Mieter und Mieterinnen sowie sonstige Nutzungsberechtigte in der Regel einmal jährlich ihre Heizkostenabrechnung. Die Heizkostenabrechnung ist ein niedriginvestives Instrument, das Verbrauchstransparenz ermöglicht und als Basis für Energieeinsparungen dienen kann. Entsprechendes gilt auch für die Gasabrechnung, für die das EnWG die gesetzliche Grundlage bildet.

Für die meisten Verbraucher und Verbraucherinnen ist die Heizkostenabrechnung jedoch aufgrund ihrer Komplexität und Unübersichtlichkeit nur schwer oder kaum nachzuvollziehen. Oftmals können der eigene Verbrauch nicht eingeordnet und Einsparbemühungen beim Verbrauch der Heizenergie nicht erkannt werden. Auch die Bedeutung der Heizkosten ist vielen nicht klar: In einer repräsentativen Umfrage unter Bewohnern und Bewohnerinnen von Mehrfamilienhäusern konnten 35 % ihre Heizkosten nicht einschätzen, nur 10 Prozent gaben einen realistischen Wert von 40 bis 50 % Anteil an den Nebenkosten an (Techem 2016). Dies verhindert das Ausschöpfen von Effizienzpotenzialen.

Eine transparentere Heizkostenabrechnung sollte die folgenden Elemente enthalten:<sup>174</sup>

### 1. Verpflichtende Angabe des Heizwärme-Wohnungsverbrauchs in Kilowattstunden

Der in der Heizkostenabrechnung aufgeführte Wohnungsverbrauch für Heizwärme in Heizkostenverteilereinheiten ist für Verbraucher und Verbraucherinnen keine Größe, die eingeordnet werden kann, und aus der Rückschlüsse auf das Verbrauchsverhalten gezogen werden können. In der Heizkostenverordnung sollte deshalb festgeschrieben werden, dass der Wohnungsverbrauch für Heizwärme auch in der geläufigen und leicht einzuordnenden Maßeinheit Kilowattstunden angegeben werden muss (vgl. auch Öko-Institut und co2online 2016). § 3a Nr. 3 EnEG stellt eine geeignete Ermächtigungsgrundlage hierfür dar. Eine Angabe des Heizwärme-Wohnungsverbrauchs in Kilowattstunden dient zudem der Vergleichbarkeit: Bei den Heizkostenverteilereinheiten handelt es sich um relative Werte; d. h., in jeder Abrechnungsperiode repräsentiert eine Heizkostenverteilereinheit einen unterschiedlichen Verbrauchswert. Eine jährliche Vergleichbarkeit ist somit nicht gegeben.

Damit Verbraucher diesen Verbrauchswert in Kilowattstunden einordnen können, empfiehlt sich die Verwendung eines Band-Tachos mit Energieeffizienzklassen, der vielen vom Gebäudeenergieausweis her bekannt sein dürfte (vgl. auch Öko-Institut und co2online 2016). Der Verbrauchswert könnte aus dem Mittelwert der letzten drei Jahresverbräuche bezogen auf die Quadratmeterzahl der Wohnung gebildet werden.

### 2. Verpflichtende Angabe der Verteilung des Verbrauchs in einem Mehrfamiliengebäude

Der individuelle Heizwärme-Wohnungsverbrauch hängt bei ungedämmten Gebäuden u. a. maßgeblich von der Lage der jeweiligen Wohnung im Gebäude ab. Viele Verbraucher und Verbraucherinnen wissen dies jedoch nicht oder können evtl. bekannte Unterschiede nicht quantifizieren. Aus diesem Grund sollte die Heizkostenverordnung vorsehen, dass eine entsprechende Darstellung verpflichtender Bestandteil der Heizkostenabrechnung ist. Schematisch könnten z. B. die einzelnen Wohneinheiten eines Mehrfamiliengebäudes

<sup>174</sup> Die folgenden Elemente beziehen sich der Übersichtlichkeit wegen nur auf die Heizkostenabrechnung nach Heizkostenverordnung.

farblich gekennzeichnet dargestellt werden (vgl. auch Öko-Institut und co2online 2016). Alternativ sollte eine entsprechende Regelung in die „Richtlinie zur Durchführung der verbrauchsabhängigen Heiz- und Warmwasserkostenabrechnung“ aufgenommen werden. Die Richtlinie gilt für die jeweiligen Mitgliedsunternehmen der beiden großen Verbände – der Arbeitsgemeinschaft Heiz- und Wasserkostenverteilung e.V. und die Fachvereinigung Heizkostenverteiler Wärmekostenabrechnung e.V.

Eine Darstellung der Verbrauchsverteilung kann Mieter und Mieterinnen dazu anregen, besonders auf den jeweiligen Heizverbrauch zu achten. Bei Vermietern und Vermieterinnen wiederum kann eine Darstellung in der Heizkostenabrechnung dazu anregen, Sanierungsmaßnahmen wie v. a. der obersten Geschossdecke, der Außenwände und der Kellerdecke vorzunehmen.

### 3. Verpflichtende Angabe einheitlich gestalteter Verbrauchsanalysen

Verbraucher und Verbraucherinnen sollten ihren gegenwärtigen Heizwärmeverbrauch und die hierfür zu veranschlagenden Kosten mit denen in Vorjahreszeiträumen vergleichen können. Es wird deshalb vorgeschlagen, die Heizkostenverordnung, auf Grundlage des § 3a Nr. 3 EnEG, um eine verpflichtend anzugebende, einheitlich gestaltete Verbrauchsanalyse zu ergänzen (vgl. auch Öko-Institut und co2online 2016). Diese soll die Entwicklung der Heizwärmeverbräuche und der -kosten über einen Zeitraum von drei Jahren enthalten. Bei der Gestaltung sollten die Verbände mit einbezogen werden.

### 4. Verpflichtende Angabe über Preise, die dem Betrieb der zentralen Heizungsanlage zugrunde liegen (in der Regel Grund- und Verbrauchspreis)

Bisher erhalten Verbraucher und Verbraucherinnen in ihrer Heizkostenabrechnung in der Regel keine Informationen darüber, welche Preise (Grund- und ggf. Verbrauchspreis) dem Betrieb der Heizungsanlage zugrunde liegen. Im Sinne der Transparenz und der Kontrollmöglichkeit des Wirtschaftlichkeitsgebots sollte die verpflichtende Angabe darüber in die Heizkostenverordnung aufgenommen werden (vgl. auch Öko-Institut und co2online 2016).

### 5. Unterjährige Verbrauchsinformationen verfügbar machen

In der Regel erhalten Verbraucher lediglich einmal jährlich ihre Heizkostenabrechnung und damit Einblick in ihren tatsächlichen Gesamtverbrauch. Eine bloß einmalige Verbrauchsvisualisierung pro Jahr ist zur Anpassung des individuellen Verbrauchsverhaltens allerdings ungeeignet. Hingegen belegen verschiedene Studien, dass unterjährige Verbrauchsinformation, am besten gekoppelt an die Heizperioden, zu einer nachhaltigen Reduzierung des Heizenergieverbrauchs führen (dena 2017).

Sind Liegenschaften schon mit Funktechnik für die Übertragung der Verbrauchsdaten ausgestattet<sup>175</sup>, so ist der Umstieg auf ein Energiedatenmanagement, das einen regelmäßigen online-Zugriff auf Verbrauchsdaten erlaubt, in der Regel wirtschaftlich: In diesen Fällen entstehen Kosten von rund 30 Euro pro Liegenschaft, die in den meisten Fällen von den Einsparungen übertroffen werden (dena 2017).

Beim Vorhandensein von funkauslesbaren Zählern (z. B. elektronische Heizkostenverteiler) sollte deshalb die Heizkostenverordnung vorschreiben, dass eine grafisch aufbereitete Verbrauchsinformation elektronisch verfügbar gemacht wird. Dies könnte mittels eines

<sup>175</sup> Laut dena (2017) ist dies bei rund 50 % der Liegenschaften heute schon der Fall, Schätzungen für 2020 gehen von 70 % der Liegenschaften aus, die mit Funktechnik ausgestattet sind (dena 2017).

QR-Codes auf der Heizkostenabrechnung sichergestellt werden. Eine elektronisch vorliegende Datensammlung vereinfacht zudem die Inanspruchnahme von Beratungsangeboten durch Dritte, da relevante Daten einfach übermittelt und ausgelesen werden können (Öko-Institut und co2online 2016).

#### **6. Hinweis- und Erläuterungspflicht für Verbrauchs- und Kostensprünge sowie Kontaktinformationen zum Energiesparen**

Ersteller von Heizkostenabrechnungen sollten in der Heizkostenverordnung dazu verpflichtet werden, auf Sprünge beim Heizverbrauch sowie auf gestiegene oder gesunkene Kostenpositionen hinzuweisen, und sollten diese erläutern. Auf diese Weise kann z. B. auf die Wirksamkeit von Energieeffizienzmaßnahmen hingewiesen werden.

Darüber hinaus sollten weiterführende Kontaktinformationen und Angebote zum Energiesparen in die Heizkostenabrechnung aufgenommen werden (z. B. der Caritas-StromsparCheck).

### **3.6.2.2 Optimierte Betriebsführung und Dimensionierung**

#### **Installationsvoraussetzungen für einen effizienten Heizungs-Praxisbetrieb, wie z. B. die Vornahme des hydraulischen Abgleichs, ordnungsrechtlich verankern.**

Der hydraulische Abgleich sorgt für eine optimale Wärmeverteilung im Gebäude. Ohne hydraulischen Abgleich kann es dazu kommen, dass vom Heizzentrum entfernte Heizkörper nicht richtig warm werden, wohingegen Heizkörper, die nahe am Heizzentrum liegen, zu heiß werden. Durch eine exakte Regulierung und Abstimmung kann stets die richtige Wassermenge mit der richtigen Temperatur zur richtigen Zeit dort erreicht werden, wo Wärme nachgefragt wird.

Eine den hydraulischen Abgleich verpflichtend fordernde Regelung in der EnEV kann erhebliche Einsparpotenziale heben. Überprüft werden sollte diese Anforderung durch den Bezirksschornsteinfeger auf Grundlage eines vom Eigentümer vorzulegenden Nachweises (Einstellungsprotokoll des Heizungsinbetriebnehmenden).

#### **Heizkessel: Störungsmeldung bei unveränderter Werkseinstellung.**

Momentan ist für den Heizungsbetreiber nicht erkennbar, ob die Heizungsanlage lediglich mit Standardeinstellungen bzw. der Werkseinstellung in Betrieb genommen wurde. Solange die Heizung störungsfrei funktioniert, fällt ein ineffizienter Betrieb meist lange Zeit nicht auf. In Absprache mit Heizungsherstellern sollte deshalb erreicht werden, dass Heizkessel nur unter Berücksichtigung individueller Voreinstellungen in Betrieb genommen werden können. Der Betrieb des Heizkessels bei unveränderter Werkseinstellung sollte eine Störungsmeldung zur Folge haben, damit der Heizungsbetreiber merkt, dass ein erhebliches Sparpotenzial verschenkt wird.

#### **Verbraucher-Checkliste zur Inbetriebnahme**

Eine Vielzahl von Verbrauchern, die einen neuen Wärmeerzeuger installiert haben oder eine bestehende Heizungsanlage warten lassen, haben in der Regel kaum Kenntnis darüber, welche Arbeiten vorgenommen wurden, welche Auswirkungen sie auf die Funktionsweise und den Betrieb der Heizungsanlage haben und ob die Ausführung durch den beauftragten Handwerker tatsächlich fachgerecht erfolgte. Entscheidend ist in der Regel

der störungsfreie Betrieb – ist dieser gewährleistet, so wird die Anlageneffizienz nur selten hinterfragt. Ein Grund für die beschriebene Unkenntnis ist im Grad der Technisierung des Themas zu sehen: Um entsprechende Aussagen des Handwerkers zu verstehen und einordnen zu können, bedarf es oftmals einer gewissen Vorkenntnis, die bei den meisten Endkunden nicht vorhanden ist.

Eine Checkliste, die hier eine Hilfestellung bietet, kann dazu beitragen, die vorhandene Hürde aufzubrechen und den Heizungsbetrieb auch für Laien transparenter zu machen. Eine derartige Checkliste könnte die notwendigen Arbeitsschritte auflisten und den Einstellungsbedarf bei der Inbetriebnahme verdeutlichen, z. B. durch die Abfrage von Zeiten zur Nachtabsenkung der Kesseltemperatur. Die Checkliste könnte zum einen auf der BMWi-Effizienzkampagnen-Seite unter der Rubrik Heizen eingestellt werden. Zum anderen sollte sie bei Verbraucherzentralen und anderen Stakeholdern erhältlich sein und bei Energieberatungen übergeben werden. In die Erstellung sollten die Fachverbände der Installateure und Hersteller mit eingebunden werden.

### **Angemessene Dimensionierung des Heizsystems ordnungsrechtlich verankern**

Durch einen zu großen Heizkessel erhöht sich die Zahl der Brennerstarts (sog. taktender Betrieb) und damit auch der Schadstoffausstoß. Ein ruhiger Normalbetrieb ist so nicht möglich, der Energieverbrauch und die -kosten erhöhen sich und der Verschleiß nimmt zu. Ebenso ist die korrekte Dimensionierung der Heizkörper entscheidend: Nur wenn alle Heizkörper für die Heizleistung ausreichend dimensioniert sind, kann die Heizungsanlage auf dem richtigen Temperaturniveau arbeiten. Andernfalls wird in der Regel die Vorlauf-temperatur so hoch gestellt, dass der knapp dimensionierte Heizkörper noch warm wird. Dann jedoch ist die Vorlauf-temperatur für die übrigen Heizkörper zu hoch und diese lassen sich deutlich schlechter über die Thermostatventile regeln. Außerdem steigen die Verteilungsverluste, und auch der maximal zu erreichende Brennwerteffekt ist eng an die Systemtemperaturen gekoppelt. Auch bei Wärmepumpen spielt die Dimensionierung im Hinblick auf die Effizienz eine wichtige Rolle. Daher sollte auch hier eine angemessene Dimensionierung als gesetzliche Anforderung formuliert werden.

Bei der Planung einer Heizung sollte individuell die Heizlast berechnet und die Zukunftsoffenheit des Systems bedacht werden. Die individuelle Heizlast im Laufe der Einsatzzeit eines Kessels verändert sich bei den meisten Verbrauchern über die Zeit (z. B. durch Auszug von Kindern), und auch ein Wechsel des Energieträgers (Hinwendung zu erneuerbaren Energien) sollte berücksichtigt werden.

Durch eine diesbezügliche Anforderung in der EnEV für Neuanlagen kann sichergestellt werden, dass ein energieeffizienter Betrieb möglich ist. Überprüft werden könnte diese Anforderung für Heizkessel durch den Bezirksschornsteinfeger auf Grundlage eines vom Eigentümer vorzulegenden Berechnungsnachweises (siehe folgender Abschnitt zur Dimensionierungsplakette). Auch für Wärmepumpen wäre eine ähnliche Überprüfung denkbar.

### **Einführung einer Dimensionierungsplakette für neue Heizungsanlagen**

Eine angemessene Dimensionierung von Heizanlagen bei Neuanlagen könnte über die Einführung einer Dimensionierungsplakette als Qualitätssymbol verdeutlicht werden. Bei einem Kesseltausch oder z. B. dem geplanten Einbau einer Wärmepumpe könnte der mit der Installation beauftragte Handwerker mithilfe einer App die individuelle Heizlast berechnen. Alternativ könnte die Heizlastberechnung auch vom Großhandel bei der Kessel- bzw. Wärmepumpen-Bestellung angeboten werden. Die App zur Berechnung der Heizlast

könnte vom BMWi in Zusammenarbeit mit den Verbänden erstellt werden. Auf Basis der Eingaben könnte dann eine Plakette erstellt und ausgedruckt werden, die als grober Schnellcheck eine Auskunft darüber gibt, ob die Dimensionierung richtig gewählt wurde. Zur Gewährleistung individueller Gegebenheiten sollten Abweichungen zu einer angemessenen Dimensionierung auf der Plakette vermerkt werden können. Die Plakette sollte so dann, wie auch beim Label, auf den Heizkessel geklebt werden, um sicherzustellen, dass der Bezirksschornsteinfeger diese im Rahmen der Feuerstättenschau überprüfen kann. Durch Einführung einer derartigen Plakette könnte zum einen der Blick von Endverbrauchern auf die Auslegung und Dimensionierung der Heizungsanlage geschärft werden und die Relevanz des Themas für die Ausschreibungs- bzw. Auftragsphase gesteigert werden. Zum anderen würde der Vollzug einer möglichen EnEV-Anforderung für Neuanlagen erheblich vereinfacht, da die Vorlage eines Berechnungsnachweises durch den Heizungsbetreiber entfallen könnte.

### **Betriebsbericht 30 Tage nach Inbetriebnahme als Energieeffizienznachweis**

Die Einführung einer Effizienzanzeige und der damit verbundenen Messtechnik könnte als Anknüpfungspunkt für eine Inbetriebnahmeprüfung dienen: Beim Kauf eines neuen Wärmeerzeugers sollte vorgesehen werden, dass der Installateur nach einer Anfangslaufzeit einen Betriebsbericht zur Energieeffizienz erstellt. Der Bericht könnte auf den gemessenen und gespeicherten Daten beruhen und 30 Tage nach der Inbetriebnahme bzw. nach Beginn der ersten Heizperiode als Grundlage zur Überprüfung der störungsfreien Betriebsweise und Effizienz der Heizanlage genutzt werden. Damit könnte ein derartiger Bericht Bestandteil des Gewährleistungsanspruches sein. § 13 Abs. 2 EnEV könnte vor diesem Hintergrund wie folgt ergänzt werden: „Heizkessel dürfen in Gebäuden nur dann zum Zwecke der Inbetriebnahme eingebaut oder aufgestellt werden, wenn die Anforderungen nach Anlage 4a eingehalten und eine energieeffiziente Betriebsweise gewährleistet wird“. Ein Betriebsbericht, der einen ordnungsgemäßen Betrieb zeigt, könnte als Nachweis für den energieeffizienten Betrieb gewertet werden. Installateure von Wärmeerzeugern können den Betriebsbericht als Qualitätsmerkmal für die Geräte- und Anlagentechnik und ihre fachgerechte Installation nutzen. Zudem würden Schwachstellen im Betrieb und ihre Ursachen für den Installateur schneller ersichtlich, sodass eventuell auftretende Probleme besser behoben werden könnten.

Berichtsformate und -inhalte könnten in weiten Teilen von Heizungsherstellern erarbeitet und den Partnerbetrieben zur Verfügung gestellt werden, sodass die Installateure bei bestimmten Analyseergebnissen auf passende Textblöcke und Erklärungsmuster zurückgreifen können. Dadurch würde die Zusammenarbeit zwischen Hersteller und Installateur gestärkt, wie es z. B. auch bei aktuellen Entwicklungen zur Digital Maintenance der Fall ist. Gleichzeitig könnte das fachliche Verständnis der Installateure gestärkt und die Dienstleistung für den Kunden verbessert werden.

### **3.6.2.3 Ausbildungsinhalte optimieren**

Die Optimierung des Heizungssystems nimmt heute sowohl in der Ausbildung als auch im täglichen Betrieb nur noch eine untergeordnete Rolle ein. In den 70er Jahren war für einen Zentralheizungsbauer der korrekte Abgleich eines Heizungssystems noch Teil der Grundausbildung (Enbasa 2017). Im Jahr 2003 wurden allerdings die Berufe Gas- und Wasserinstallateur und Heizungs- und Lüftungsbauer in der Ausbildung zusammengefasst. Der Zentralheizungsbauer heißt seitdem Anlagenmechaniker für Sanitär-, Heizungs- und Klimatechnik und setzt sich in der regulären Ausbildungszeit von 3,5 Jahren mit neuen Ausbildungs-

komponenten wie Solar- und Elektrotechnik sowie Gebäudemanagementsysteme auseinander. Die Tatsache, dass der Beruf und die dazugehörige Ausbildung immer komplexer werden, stellt an die von Nachwuchssorgen geplagte Branche und die Auszubildenden hohe Anforderungen. Gleichzeitig werden aber zu bestimmten Ausbildungsinhalten, wie z. B. die Optimierung des Heizungssystems, angesichts der Fülle der zu erlernenden Inhalte nur Grundkenntnisse vermittelt. Der Ausbildungsumfang gemäß Rahmenlehrplan beträgt hierfür insgesamt 80 Unterrichtsstunden (von insgesamt 1020 Unterrichtsstunden) (Kultusministerkonferenz 2016). Nur im Rahmen von zusätzlichen Schulungen bzw. Weiterbildungen können darüber hinausgehende Kenntnisse vermittelt werden.

Dem Ausbildungspunkt „Versorgungstechnische Anlagen einstellen und energetisch optimieren“ (Lernfeld 14 des Rahmenplans) sollte mehr Raum gegeben werden. Darüber hinaus sollten zur Durchführung energetischer Optimierungen insbesondere digitale Analysen und Auswertungen genutzt werden.

### 3.6.3 Zusammenfassung und Schlussfolgerungen

Bis zum Jahr 2050 gilt es, einen (nahezu) klimaneutralen Gebäudebestand als Beitrag zum Klimaschutz vorweisen zu können. Um dieses Ziel zu erreichen, sind unter anderem erhebliche Endenergieeinsparungen erforderlich. Heizenergie stellt einen Großteil der im Gebäudebereich relevanten Energieverbrauchsmenge dar. Vor diesem Hintergrund ist ein effizienter Heizungsbetrieb, der in der Praxis die Potenziale ausschöpft, die technisch möglich und realisierbar sind, essentiell.

Der effiziente Heizungs-Praxisbetrieb wird schon heute durch verschiedene Instrumente adressiert: vorhanden sind insbesondere ein breites Informations-, Beratungs- und Förderangebot. Ordnungsrechtlich flankiert wird der effiziente Praxisbetrieb von Heizungsanlagen allerdings bislang nur teilweise – überwiegend zielen ordnungsrechtliche Instrumente auf die Anschaffung energieeffizienter Geräte, unabhängig von der Art ihrer Systemeinbindung. Auch der Markt für Heizungsmodernisierungen sowie für verwandte Produkte und Dienstleistungen kommt nur schwer in Gang: hier sind vielfältige Markthemmnisse sowohl auf Endkundenseite als auch auf Anbieterseite zu überwinden.

Entlang einer gedachten Maßnahmenkette zur Erschließung von Effizienzpotenzialen im Heizungs-Praxisbetrieb sind bislang nicht alle Bereiche (ausreichend) adressiert: Auf der Stufe des Bewusstmachens bzw. der Kenntnis des ineffizienten Heizungsbetriebes über die Kenntnis über Einsparmöglichkeiten im Heizungsbetrieb bis hin zur Umsetzung von Maßnahmen zur Betriebsoptimierung und bedürfnisorientierten Anpassung des individuellen Wärmebedarfs lassen sich verschiedene Handlungsfelder identifizieren. Dies betrifft insbesondere die Transparenz des Verbrauchs, ein Monitoring des Praxisbetriebs, die Dimensionierung und Inbetriebnahme von Heizungsanlagen, Heizungsregelungen und die Ausbildung im Handwerk. Innerhalb dieser Handlungsfelder sind verschiedene Handlungsoptionen zur Realisierung weiterer Effizienz- und Energieeinsparpotenzialen denkbar: z. B. könnte eine Effizienzanzeige versteckte Ineffizienzen aufzeigen. Die in Zusammenhang mit der Anzeige erhobenen Messdaten könnten darüber hinaus für weitergehende Dienstleistungen und Analysen verwendet werden. Aber auch die einfache Verbrauchsabrechnung könnte – wenn sie verständlicher ausgestaltet wäre – die Transparenz verbessern und so die Einsparmotivation fördern. Ein Betriebsbericht nach Inbetriebnahme neuer Wärmeerzeuger könnte Eigentümern die energetische Qualität ihrer neuen Heizung verdeutlichen und die Grundlage einer systematischen Optimierung liefern. Und schließlich sollten auch

Ausbildungsinhalte und der Ausbildungsumfang die Wichtigkeit und die zentrale Rolle eines effizienten Heizungs-Praxisbetriebs widerspiegeln.

Nicht zuletzt ist aber das Gesamtpaket entscheidend: Handlungsoptionen zur Realisierung von Effizienz- und Einsparpotenzialen, wie die hier aufgezeigten, müssen ineinandergreifen und aufeinander abgestimmt sein. Insbesondere ordnungsrechtliche Anforderungen müssen in der Praxis handhabbar sein. Und auch auf Marktseite müssen Hersteller, Installateure und Handwerker zusammenwirken. Hierfür bietet insbesondere die Digitalisierung neue Möglichkeiten.

## 3.7 Europäische und nationale Politikoptionen für Wasserhähne und Duschen

Das vorliegende Kapitel erarbeitet Vorschläge, wie die Bundesregierung auf europäischer und nationaler Ebene agieren könnte, um die Energie-Einsparpotenziale bei Wasserhähnen und Duschen zu heben. Es basiert auf Informationen auf der Ökodesign-Vorstudie des Joint Research Centres über Wasserhähne und Duschen<sup>176</sup> (im Folgenden: „JRC-Vorstudie“) sowie weiteren Recherchen, die entsprechend gekennzeichnet sind. Zunächst werden die behandelten Produkte und Technologien (Gegenstand des Papiers; technischer Kontext; Wassersparttechnologien) vorgestellt (Abschnitt 3.7.1). In Abschnitt 3.7.2 werden kurz der Stand des bisherigen Politikprozesses und die existierenden Instrumente zusammengefasst. In Abschnitt 3.7.3 wird die Sinnhaftigkeit der Maßnahmen anhand der Einsparpotenziale begründet. Die Potenziale für Deutschland werden anhand der in der JRC-Vorstudie geschätzten EU-Potenzialen geschätzt. Dabei wird etwas ausführlicher auf die Methodik eingegangen, um auch die Unsicherheiten deutlich zu machen und ein Urteil über die Belastbarkeit der Zahlen zu ermöglichen. Abschnitt 3.7.4 setzt sich kurz mit dem Problem der evtl. mangelnden Durchspülung der Kanalisation bei flächendeckendem Einsatz von Wassersparttechnologien auseinander, während Abschnitt 3.7.5 Folgerungen für die Politikoptionen auf EU- und nationaler Ebene zieht.

Das Kapitel stellt den Sachstand von Juli 2017 dar; neuere Entwicklungen insbesondere bei den Politikoptionen sind nicht berücksichtigt. Mit Stand von Juli 2018 haben sich die Empfehlungen dahingehend weiterentwickelt, dass Ökodesign-Maßnahmen nicht mehr ins Auge gefasst werden, und eine verbindliche Energieeffizienzkennzeichnung unter Berücksichtigung von Performanceaspekten (nicht allein durchflussbasiert) empfohlen wird.

### 3.7.1 Produkte und Technologien

**Gegenstand** der Untersuchung sind Wasserhähne und Duschen (System aus Mischer, Hahn und Duschkopf) jeweils im Haushalts- und Nichthaushaltsbereich. Nicht betrachtet werden Badewannen, da die ausschlaggebende Größe hierbei das Volumen ist, so dass mit einer Wasserspararmatur nichts gewonnen ist. Eine Unterscheidung in Küchen- und Badwasserhähne ist im Prinzip sinnvoll, da bei Küchenwasserhähnen bei vielen Anwendungen ebenfalls das Volumen die ausschlaggebende Größe ist (Handwäsche von Geschirr, Waschen von Lebensmitteln, Wasserentnahme zum Kochen oder Trinken). Jedoch ist Nutzerverhalten unterschiedlich; u.U. werden einige dieser Tätigkeiten auch unter fließendem Wasser erledigt. Baulich lassen sich Küchen- und Badezimmerwasserhähne kaum unterscheiden. In der Folge wird die Unterscheidung in der Studie nicht aufrechterhalten.

Zum **technischen Kontext** gehören die Systeme der Heißwasserbereitung und der Wasserversorgung und -verteilung. Der tatsächliche Energieverbrauch bei der Nutzung von heißem Wasser wird zum einen von der verbrauchten Menge bestimmt. Sie kann durch die Gestaltung von Wasserhähnen und Duschen mit beeinflusst werden. Zum anderen ist die Effizienz der Systeme der **Heißwasserbereitung** wichtig. Diese wurden in Los 2 behandelt und sind durch VO 814/2013 (Ökodesign) und VO 812/2013 (Energiekennzeichnung) reguliert.

---

<sup>176</sup> JRC Technical Report: MEErP Preparatory Study on Taps and Showers, Februar 2014, [http://susproc.jrc.ec.europa.eu/taps\\_and\\_showers/stakeholders.html](http://susproc.jrc.ec.europa.eu/taps_and_showers/stakeholders.html)

Während Deutschland wie der größte Teil Europas mit einem Hochdrucksystem der **Wasserversorgung** arbeitet (typischerweise rund 3 bar), existieren in ca. 50 % des Marktes in Großbritannien, Irland und einigen mittel-osteuropäischen Ländern Niederdrucksysteme mit Drücken zwischen 0,1 und 0,4 bar, in denen das Wasser mittels Schwerkraft von Wassertürmen aus verteilt wird. Für diese niedrigen Drücke sind manche Wasserspartechnologien ungeeignet.

Im Folgenden werden existierende **Wasserspartechnologien** vorgestellt. Die Informationen stützen sich weitgehend auf die JRC-Vorstudie, bis auf die dort nicht erwähnten Pulsatoren, eine neuere Technologie, die bei einer Internetrecherche identifiziert wurde.

- Veränderung des **Durchfluss- bzw. Sprühmusters**. Die Technologie wird seit den 70er Jahren eingesetzt. Das Prinzip lautet hier: Es wird weniger Wasser eingesetzt, das aber mit mehr Druck, schnellerem Durchfluss, kleineren Tropfen und / oder geänderten Mustern verteilt wird. Möglich ist eine Reduzierung auf 6-9 l statt 12l / min. bei Duschen. Das Wassersparpotenzial liegt bei 25 %, die Amortisationszeit bei 0,4 bis 2 Jahren.
- **Perlatores**: Das Wasser wird mit Luft vermischt, um ein größeres Volumen zu erzeugen. Die Technik wird typischerweise mit einem **Durchflussregulator** (Durchflussbegrenzer, Strahlregulator) kombiniert, um druckbedingte Schwankungen des Durchflusses zu verhindern. Durchflussregulatoren können bei verschiedenen Drücken arbeiten, wichtig ist eine Anpassung an das jeweilige System. Es existieren Spezialprodukte für Niederdrucksysteme. Die in Verbindung mit einem Perlator erzeugten niedrigen Durchflussraten sind für Niederdrucksysteme allerdings u.U. nicht geeignet wg mangelndem Komfort bzw Funktionalität. Bei elektrischen Duschen kommt die Gefahr der Verbrennung hinzu. Das Wassersparpotenzial einer Kombination von Perlator und Durchflussregulator beträgt 5-50 %. Bei Duschen kann ein Durchfluss von 6-9 l/min erreicht werden. Der Nachrüstungspreis mit Perlator und Durchflussregulator beträgt für Wasserhähne 5,50 – 20 EUR, die Amortisationszeit 7-20 Monate.

Verbraucherbewertungen im Internet sind weitgehend zweigeteilt in sehr gute und sehr schlechte, wohl abhängig vom Wasserdruck. Die Rezensionen legen nahe, dass der Komfort bei ausreichendem Wasserdruck als gut empfunden wird, bei niedrigem Wasserdruck als unbefriedigend.

- **Pulsatoren**: Das Wasser wird in einem schnellen Puls ausgestoßen. Durch die sehr schnelle Frequenz soll der Eindruck eines durchgehenden Wasserstrahls entstehen. Die Wasserersparnis erfolgt durch die kurzen Pausen zwischen den Pulsen. Rezensionen im Internet zeigen ein ähnliches Bild wie bei Perlatores.
- **Umschalter** („eco button“/„boost button“): Ein Druckknopf erlaubt, zwischen zwei verschiedenen Durchflussraten zu wählen. Üblicherweise ist die sparsame Einstellung die Standardeinstellung. Die Einsparung beträgt 10-50 % (stark abhängig davon, wie viel die Ecofunktion genutzt wird), die Amortisationszeit 1,6 – 4,6 Jahre.
- **Zwei-Stufen-Armatur**: Um von geringem zu hohem Durchfluss oder von kaltem zu heißem Wasser zu wechseln, muss ein Widerstand überwunden werden und / oder der Hahn kehrt automatisch zur sparsamen Position zurück. Eine weitere Variante ist, dass der Hahn in Neutralstellung kaltes Wasser liefert. Die Einsparungen betragen 5-30 % (bei kaltem Wasser in Neutralstellung handelt es sich um Energieeinsparungen, bei Armaturen mit Widerstand um Wassereinsparung). Sie hängt stark vom Nutzerverhalten ab. Die Zusatzkosten betragen 30-40 EUR, die Amortisationszeit 3,4 – 9,9 Jahre.
- **Selbstschlussarmatur**: Wasser wird auf Knopfdruck geliefert und schaltet sich von selbst wieder ab. Diese Armaturen werden vor allem im Nicht-Haushaltsbereich eingesetzt. Die Laufzeit des Wassers muss wohlüberlegt sein, um nicht zu Mehrverbräuchen zu führen. Die Wassereinsparung beträgt 50-60 %. Die Kosten für eine Nachrüstung betragen 12-24, die Amortisationszeit 0,3-0,8 Jahren. Diese Angaben beruhen auf der JRC-

Vorstudie. Nach unserer Auffassung wäre genauer zu klären, wodurch die Wassereinsparung erfolgt, da der Nutzer ja üblicherweise den Knopf so oft betätigen wird, wie Wasser benötigt wird. Daher handelt es sich bei dieser Technologie eher um einen Schutz gegen versehentlich vergessenes Abschalten als um eine Technologie zur Wassereinsparung bei bestimmungsgemäßer Nutzung. Dies könnte sich auf die Einsparwirkung auswirken.

- **Sensorarmaturen:** Wasser wird geliefert, so lange Hände vor einen Sensor gehalten werden. Auch diese Technologie wird typischerweise im Nicht-Haushaltsbereich eingesetzt, eine Ausweitung in den Haushalt ist aber im High-End-Bereich möglich. Die Wassereinsparung beträgt 50 – 60 %, die Mehrkosten 150 EUR; die Amortisationszeit 2,3 – 7 Jahre. Auch hier wäre analog zur Selbstschlussarmatur zu prüfen, wodurch die Einsparung zustande kommt.
- **Thermostatische Mischer:** Sie ermöglichen die Temperaturvorwahl und halten Temperatur und Durchfluss konstant. Damit verkürzt sich die Zeit, die das Wasser laufen muss, um die gewünschte Temperatur zu erreichen. Das Einsparpotenzial beträgt um 50 %, die Mehrkosten durchschnittlich 60 EUR, die Amortisationszeit 1 – 5,2 Jahre. Die korrekte Installation ist sehr wichtig und die Technologie kann nicht bei Drücken unter 1 bar verwendet werden.
- **Produktintegrierte Wasserzähler.** Sie wirken indirekt auf das Nutzerverhalten, indem sie ein Feedback zum Verbrauch geben. Die Ersparnis hängt sehr davon ab, wie Nutzerinnen und Nutzer auf die Information reagieren. Die Mehrkosten betragen 10 – 100 EUR, die Amortisationszeit bei Duschen 0,6 – 19,2 Jahre (4,9 Jahre im Durchschnitt) und bei Wasserhähnen 3 – 99 Jahre (25 Jahre im Durchschnitt).

### 3.7.2 Stand des politischen Prozesses und bestehende Instrumente

#### 3.7.2.1 EU-Prozess

Die Ökodesign-**Vorstudie** der EU-Kommission zu Wasserhähnen und Duschköpfen (im Folgenden: JRC-Vorstudie<sup>177</sup>) wurde vom JRC IPTS durchgeführt und startete im Januar 2013. Insgesamt fanden drei Treffen mit Stakeholdern statt: ein Kick-Off im Juni 2013 und zwei Treffen von sogenannten Technischen Arbeitsgruppen im Oktober 2013 und März 2014. Ein Entwurf des Berichtes wurde für das zweite Treffen vorgelegt; eine neuere Fassung ist seither nicht erhältlich. (Zu den diskutierten Politikoptionen vgl. Kapitel 3.7). Seit 2017 wird die Vorstudie aktualisiert, parallel gibt es Bemühungen der Herstellerverbände, ein gemeinsames freiwilliges Label zu entwickeln. Bis Juni 2018 hat noch keine öffentliche Konsultation stattgefunden.

#### 3.7.2.2 Bestehende Instrumente

In Europa existieren eine Reihe **freiwilliger Kennzeichnungen**. Das portugiesische ANQIP, das schwedische Energieeffizienzlabel-Label und die Schweizer Energieetikette für Sanitärprodukte sind national ausgerichtete, unter Beteiligung von Regierungsstellen erarbeitete Initiativen. Das European Water Label und WELL-Label sind Initiativen von Industrieverbänden mit europäischem Anspruch. Sie wurden explizit als Antwort der Industrie auf den

<sup>177</sup> JRC Technical Report: MEErP Preparatory Study on Taps and Showers, Februar 2014, [http://susproc.jrc.ec.europa.eu/taps\\_and\\_showers/stakeholders.html](http://susproc.jrc.ec.europa.eu/taps_and_showers/stakeholders.html)

beginnenden Ökodesign-Prozess entwickelt (WELL) bzw. neu konzipiert und europäisiert (EWL), um einer möglichen europäischen Regulierung eine eigene Aktivität entgegenzusetzen zu können. Eine geplante Zusammenführung dieser beiden Label scheiterte von Seiten des WELL-Labels. Nicht akzeptiert wurden die auf die Durchflussmenge begrenzte Metrik des EWL und das vorgesehene „a la carte“-System, bei dem hinzugefügte Icons ausgewählt werden können.

Die Systeme wurden auf Basis von deren Selbstdarstellungen und Dokumenten im Internet sowie von Interviews mit Yvonne Orgill, Bathroom Manufactures Association, für das EWL und Sarah Brückner, EUnited Valves, für das WELL-Label recherchiert. Auf den Jour Fixes beim BMWi am 14.3.2017 und 9.5.2017 wurden Zwischenergebnisse vorgestellt.

In der Regel handelt es sich um Selbstdeklarationen, die stichprobenartig geprüft werden. Lediglich beim WELL-Label wird vorab durch ein Partner-Prüfinstitut geprüft.

Die Label verwenden unterschiedliche Metriken und Kriterien für die Kennzeichnung. Außer beim schwedischen Label basiert die Einstufung in die Klassen bei allen Labeln auf der **Durchflussrate** in l/min<sup>178</sup>, die jedoch je nach Label unterschiedlich ermittelt wird. Das European Water Label, die Schweizer Energieetikette und das WELL-Label<sup>179</sup> ermitteln die Durchflussrate an einem oder mehreren einem spezifischen Messpunkten (definiert durch die Wassertemperatur, den Zeitpunkt nach dem Öffnen der Armatur, den Eingangswasserdruck und / oder andere Randbedingungen). Beim WELL-Label wird diese Messung anschließend noch durch eine physikalische Gleichung in die zur Erhitzung notwendige Energie bei einer gegebenen Temperaturdifferenz umgerechnet. Beim Schweizer Label kommt ein Bonus oder Malus für bestimmte technische Eigenschaften hinzu, beispielsweise bei Selbstschlussarmaturen ein Malus für zu lange Nachlaufzeiten.

Das schwedische Label hingegen ermittelt den **Energieverbrauch für spezifische definierte Aktivitäten** (bei Wasserhähnen beispielsweise das Ausspülen eines mit Lebensmittelfarbe verschmutzten Testtuches). Gemessen werden die Parameter, die für die Erfüllung der Aufgabe relevant sind, beispielsweise beim Ausspültest die benötigte Zeit und Wassermenge, bis das durch das Tuch laufende Wasser klar bleibt.<sup>180</sup> Hieraus werden Durchflussrate und Energieverbrauch ermittelt. Auf diese Weise werden nicht einfach Armaturen mit geringem Durchfluss positiv bewertet, sondern Armaturen, die die Aufgabe effizient lösen, beispielsweise wenn die benötigte Zeit und Wassermenge durch ein intelligentes Sprühmuster gering ausfallen. Die Bewertung ergibt sich aus der Kombination mehrerer Aufgaben.

Weiterhin müssen die Produkte in der Regel bestimmte Mindestanforderungen erfüllen, um gekennzeichnet werden zu können. So müssen bei der Schweizer Energieetikette, beim schwedischen Label und beim WELL-Label auch die jeweils gültigen allgemeinen Normen für Sanitärwaren eingehalten werden, beim EWL müssen die nationalen gesetzlichen Vorschriften eingehalten werden, bei ANQIP gibt es für bestimmte Produkte eine Mindestdurchflussmenge und beim schwedischen Label muss ein Qualitätsmanagementsystem implementiert sein.

---

<sup>178</sup> Beim EWL gelten für Badewannen und Toiletten andere Kriterien, diese Produkte sind hier jedoch nicht berücksichtigt.

<sup>179</sup> Bei ANQIP waren genauere Informationen nicht auf Englisch erhältlich.

<sup>180</sup> Quelle: Leseprobe der schwedischen Norm SS 820000 für Waschtischarmaturen. Für die Norm für Duschen ist leider keine Leseprobe erhältlich.

Bei der Art und Weise, wie deutlich gemacht wird, auf welche Kriterien sich das Label bezieht, beschreiten die Label sehr unterschiedliche Wege. Alle Label verwenden eine Skala mit Buchstaben. Bei ANQIP ist der Buchstabe groß dargestellt, nebenan klein die Einordnung auf der Skala, die Skala ist mit „Wassereffizienz“ betitelt. Zusätzlich erfolgt eine Kennzeichnung der Durchflussmenge anhand von einem bis fünf Tropfen. Alle anderen Label verwenden ein Design analog zum EU-Energielabel mit Farben und unterschiedlichen Balkenlängen. Beim EWL ist transparent, dass dieser Klassifizierung die Durchflussrate zugrunde liegt, da die einzelnen Balken mit einer Spanne an Durchflussraten beschriftet sind („bis 6 l/min“, „6-8 l/min“ etc.). Bei WELL (wo ja auch zumindest ein rechnerischer Energieverbrauch zugrunde liegt), haben die einzelnen Balken keine separaten Beschriftungen; die Balkenskala insgesamt trägt aber den Titel „Energie“, und zusätzlich wird die Durchflussmenge in l/min numerisch angegeben. Beim Schweizer Label trägt die Balkenskala den Titel „Energie“, es wird aber auf Einzelangaben bei den einzelnen Balken verzichtet, so dass nicht wirklich deutlich wird, dass das Label in Wirklichkeit auf der Durchflussmenge beruht. Beim schwedischen Label vereint ist die Balkenskala ist mit „Energie“ betitelt, die einzelnen Balken mit der Spanne eines Energieeffizienzindex beschriftet (z. B. „< 1,6“, „1,6-2,2“). Mit Hilfe von Icons werden die für die Erfüllung der Aufgaben durchschnittlich erforderliche Wassermenge und Zeit sowie der rechnerische Jahresenergieverbrauch angegeben.

Schließlich werden optionale oder verpflichtend weitere Angaben auf dem Label gemacht. Beim EWL gibt es ein „Baukastensystem“ verschiedener freiwilliger Zusatzangaben. U. a. kann der Energiebedarf basierend auf der Durchflussrate berechnet und mit Hilfe durchschnittlicher jährlicher Nutzungszeiten ein Jahresenergieverbrauch ermittelt werden, der ebenfalls optional auf dem Label angegeben werden kann. Es ist geplant, diese Anforderung verpflichtend zu gestalten. Zudem können bis zu drei Icons für vorhandene technische Funktionen hinzugefügt werden. Der Fokus liegt hierbei auf energie- oder wassersparenden Funktionen, z. B. thermostatischen Mischer, Kaltwasser in Neutralstellung oder Zwei-Phasen-Armatur (vgl. Abschnitt 3.7.1). Bei ANQIP werden Nutzerfreundlichkeit und Leistungsfähigkeit mit bewertet, es liegen jedoch keine detaillierten englischsprachigen Informationen darüber vor, wie dies geschieht. Das WELL-Label vergibt „Komfortsterne“ für bestimmte Funktionen, wobei die Bezeichnung etwas irreführend ist: Bis auf das Kriterium Geräuschentwicklung handelt es sich nicht um Komfort-, sondern um Energiesparfunktionen wie Temperaturbegrenzung, thermostatischen Mischer oder Selbstschluss (also diejenigen Funktionen, die beim EWL mittels Icon angegeben werden können und beim Schweizer Label als Bonus oder Malus in die Klassifizierung mit einfließen).

Tabelle 3.5 fasst die Stärken und Schwächen der verschiedenen Instrumente zusammen. Mit einem einfachen Ampelsystem ist die Ausprägung verschiedener relevanter Kriterien farblich gekennzeichnet. Bei den Kriterien „Zahl zertifizierter Produkte“, „Verteilung auf Klassen“, „Geographische Reichweite“ und „Sichtbarkeit für Verbraucher“ markieren die Farben den Erfolg des Labels im Sinne einer flächendeckenden Entscheidungshilfe für Verbraucherinnen und Verbraucher (schwarz: hoch, mittelgrau: mittel, hellgrau: gering). Bei den Kriterien „Kriterien“ und „Verifizierung“ markieren die Farben das Anspruchsniveau bzw. die Strenge des Labels (schwarz: hoch, mittelgrau: mittel, hellgrau: gering).

Tabelle 3.5 Übersicht über freiwillige Kennzeichnungen für Armaturen in Europa

	ANQIP	Schweden	Schweiz	EWL	WELL
Produkte	Wasserhähne Küche und Bad, Duschköpfe, Duschen, Durchflussbegrenzer (ohne Buchstaben)	Wasserhähne Küche und Bad, Duschen und Mischarmaturen für Dusche	Nur Warmwasser. Duschbrausen, Mehrbrausen-Duschsysteme, Mischer, Selbstschluss u. Sensorarmaturen, Strahlregler (Durchlaufbegrenzer) f. Wasserhähne u. Duschen	Badewannen, WC-Anlagen u. -becken, Spülkästen u. -vorrichtungen, Waschbeckenarmaturen, Duschregler, Handbrausen, Grauwasser-Recyclinggeräte, Küchenarmaturen, Urinalregler, el. Duschen, Durchflussregler	Waschtischarmaturen, Duscharmaturen, Duschköpfe und -schläuche (Energieverbrauch), Zubehörteile, Toiletten und Urinale (nur Durchfluss)
Zahl zertifizierter Produkte	gering (2016: 223)	gering (2014: 205)	hoch (ca. 2500)	hoch (2016: über 6000, darunter aber u.U. baugleiche)	mittel (260 verschiedene, rund 2000 insgesamt) <sup>1</sup>
Verteilung auf Klassen	schmal (überwiegend A++ - A)	schmal (überwiegend A und B)	breit (alle Klassen vertreten)	breit (alle Klassen vertreten)	sehr schmal (praktisch nur A), als Gütesiegel verstanden
Geographische Reichweite	nur Portugal, Ausweitung auf Griechenland und Zypern angedacht	nur Schweden	nur Schweiz	überwiegend UK, Ausweitung begonnen und Roadmap	international; vorwiegend deutsche Hersteller
Sichtbarkeit f. Verbraucher	?	?	gut (breit im Handel vertreten)	schlecht (Verbraucherkommunikation ist dem Hersteller freigestellt)	schlecht (Verbraucherkommunikation ist dem Hersteller freigestellt)
Kriterien	differenziert (Energieverbrauch (basierend auf Durchflussraten), Nutzerfreundlichkeit, Leistungsfähigkeit (unklar, wie ermittelt))	sehr differenziert (Allgemeine Normen, Energieverbrauch für definierte Aktivitäten, QM-System)	differenziert (Allgemeine Normen, Durchflussrate, Bonus / Malus für Zusatzfunktionen)	einfach (Durchflussrate (freiwillig auch Energieverbrauch, auf Durchflussrate basierend kalkuliert))	differenziert (Allgemeine Normen, Energieverbrauch basierend auf Durchflussrate, „Sterne“ für Komfortfunktionen)
Verifizierung	mittel (stichprobenartige Marktüberwachung)	?	mittel (stichprobenartige Marktüberwachung)	mittel (stichprobenartige Marktüberwachung)	streng (Vorab-Prüfung und stichprobenartige Marktüberwachung)

Quelle: Eigene Darstellung

<sup>1</sup> Im Internet gelistet sind 135 Produkte. Laut Auskunft auf der Website 260 Produkte. Dabei handelt es sich laut Auskunft von Sarah Brückner um „Familien“ baugleicher Produkte, die sich nur in der Optik unterscheiden, insgesamt rund 2000 Produkte.

### 3.7.3 Einsparpotenziale für Deutschland

Einsparpotenziale an Energie und Wasser für Deutschland werden in diesem Papier grob auf der Basis der JRC-Vorstudie geschätzt. Zudem werden vorhandene Unsicherheiten angegeben. Es werden zum einen theoretische (technische) Einsparpotenziale, zum anderen die Einsparpotenziale durch drei in der JRC-Vorstudie entwickelte Politiksznarien: „Verpflichtende Kennzeichnung“, „generische Ökodesign-Anforderungen“ und „spezifische Ökodesign-Anforderungen“ dargestellt und auf Deutschland übertragen. Die Einsparpotenziale für das Politiksznario „Eingebaute Wasserzähler“ werden nicht dargestellt, da die Annahmen dieses Szenarios von Stakeholdern stark kritisiert wurden (vgl. Abschnitt 3.7.5.1).

Die Ermittlung der Potenziale erfolgt in folgenden Schritten: Zunächst wird dargestellt, wie die Einsparpotenziale in der EU-28 in der JRC-Vorstudie ermittelt wurden (Abschnitt 3.7.3.1). Anschließend werden die Annahmen der JRC-Vorstudie über den Bestand (zur Information auch über die Verkäufe) in der EU und Deutschland präsentiert (Abschnitt „Bestand und Verkäufe

226. Hieraus werden in Abschnitt 3.7.3.2 eigene Rückschlüsse auf die Einsparungen für Deutschland gezogen.

#### 3.7.3.1 Einsparungen für die EU-28 gemäß JRC-Vorstudie

##### **Ermittlung des gesamten Energie- und Wasserverbrauchs durch Wasserhähne und Duschen**

Energie- und Wasserverbrauch werden in Task 3 der JRC-Vorstudie wie folgt für die EU-28 berechnet:

##### ***Berechnung für den Haushaltsbereich***

Der **Wasserverbrauch** ergibt sich als gesamter Wasserentzug (=Wasserentnahme aus Wasserreservoir) einschließlich Leitungsverlusten.

Zunächst wurde Wasserverbrauch am Einsatzort des Wasserhahns / der Dusche berechnet. Dies geschah separat für vier europäische Regionen, jeweils auf der Basis von

- Daten über den gesamten Wasserverbrauch der Länder dieser Region für Haushaltszwecke und
- einer Hochskalierung von Daten repräsentativer Länder über die Aufteilung auf verschiedene Anwendungszwecke.

Es wurde auf der Basis angenommener Varianzen im Nutzerverhalten pro Region und Verwendungszweck (baden, duschen, Geschirrspülen etc.) eine Basis-, eine Minimal- und eine Maximalvariante geschätzt (Best Case/Worst Case). Diese Varianten wurden unter Berücksichtigung der Bevölkerungszahl über alle vier Regionen aggregiert, um einen Wert für die EU-28 zu erhalten.

Der größte Wasserverbrauch im Haushalt stammt demnach von Duschen (31 %), Toiletten-spülung (25 %), Wasserhähnen (Küche und Bad gemeinsam 22 %) und Waschmaschinen (12 %). Die Schätzunsicherheiten sind hoch: Das aggregierte Best-Case-Szenario über alle

Verwendungszwecke weicht gegenüber dem Basisszenario um 24 % nach unten ab, das Worst Case Szenario um 31 % nach oben.

Anschließend wurden Annahmen über Leitungsverluste hinzuaddiert (angenommen wurden 24 % Leitungsverluste).

In der Folge werden nur die Ergebnisse für Wasserhähne und Duschen berücksichtigt.

Der **Energieverbrauch** ergibt sich als Summe von:

- **Physikalisch notwendiger Energie** zur Erhitzung des Warmwassers von angenommenen 15 Grad auf 60 Grad (46-55 % des Endenergiebedarfs, 27-35 % des Primärenergiebedarfs). Um sie zu ermitteln, werden auf der Basis des gesamten Wasserverbrauchs eine Reihe von Plausibilitäts-Annahmen zu Menge und Temperatur des verbrauchten Warmwassers für verschiedene Anwendungszwecke (wie Duschen, Putzen, Händewaschen...) vorgenommen. Zu beachten ist hier die Unsicherheit der Annahmen.
- **Umwandlungsverluste im Heißwasserbereiter** (32-38 % des Endenergiebedarfs, 42-55 % des Primärenergiebedarfs). Sie werden auf der Basis der Los 2-Studie ermittelt und hinzugezählt. Angenommen wird eine Systemeffizienz von 72 % im Durchschnitt, 75 % im Best Case.
- Energie, die zur **Wassergewinnung und -aufbereitung** benötigt wird. (2-7 % des Endenergiebedarfs, 3-10 % des Primärenergiebedarfs). Der Energiebedarf hierfür wird geschätzt, die Variationsbreite der Schätzungen ist hoch. Die Abweichungen zum geschätzten durchschnittlichen Bedarf betragen im Best Case -25 %, im Worst Case +43 %;
- Energie, die zur **Abwasserreinigung** benötigt wird (5-15 % des Endenergiebedarfs, 7-22 % des Primärenergiebedarfs). Sie wird ebenfalls geschätzt, die Abweichungen der Extremschätzungen zum Basisszenario betragen -85 % bis +422 %.

Zur Berechnung der Primärenergie wird angenommen, dass sich die Energieträger zur Heißwasserbereitung zusammensetzen aus 40 % Elektrizität, 40 % Gas und 20 % Heizöl. Die Energie zur Wassergewinnung, -aufbereitung und Abwasserreinigung wird zu 100 % als Elektrizität festgesetzt.

### **Berechnung für den Nicht-Haushaltsbereich**

Zur Berechnung des **Wasserverbrauchs** wird analog zunächst der gesamte Wasserverbrauch der EU-28 für den Nicht-Haushaltsbereich zur Grundlage genommen. Auf der Basis einer DEFRA-Studie<sup>1</sup> wird eine Aufteilung auf verschiedene Sektoren (Gastronomie, Handel, Hotel, Bildung, Gesundheit etc.) und dort jeweils auf Anwendungszwecke (Toiletten, Küche, Dusche etc...) vorgenommen. Leitungsverluste werden hinzugerechnet. Der **Energieverbrauch** wird ebenfalls analog zum Haushaltsbereich aus Annahmen über den Heißwasserverbrauch, physikalisch benötigte Energie, Umwandlungsverluste sowie Energieaufwand für Wassergewinnung und Abwasserentsorgung berechnet.

### **Ergebnisse**

Die Ergebnisse sind hier nur wiedergegeben für den angegebenen Energiemix von 40 % Strom, 40 % Gas und 20 % Öl für die Heißwasserbereitung. Bei Variation des Energiemixes werden die Variationsbreiten noch größer.

<sup>1</sup> DEFRA Market Transformation Programme: BNWAT06: Domestic water use in new and existing buildings Supplementary briefing note. <http://efficient-products.ghkint.eu/spm/download/document/id/959.pdf>

Tabelle 3.6 Energieverbrauch in der EU-28 für Wasserhähne und Duschköpfe

	Haushaltsbereich				Nicht-Haushaltsbereich			
	Wasserhahn		Dusche		Wasserhahn		Dusche	
	Baseline Szenario	Abweichungen	Baseline Szenario	Abweichungen	Baseline Szenario	Abweichungen	Baseline Szenario	Abweichungen
<b>Endenergie</b>								
PJ/Jahr	380	-64 % bis +70 %	1310	-37 % bis +46 %	139	-92 % bis +72 %	56,8	-88 % bis +63 %
TWh/Jahr	105,56		363,89		38,61		15,78	
<b>Primärenergie</b>								
PJ / Jahr	660	-64 % bis +289 %	2080	-48 % bis +109 %	233	-94 % bis +317 %	90,2	-90 % bis +201 %
TWh / Jahr	183,33		577,78		64,72		25,06	

Quelle: Eigene Darstellung mit Werten aus JRC 2014

### Ermittlung der gesamten Einsparpotenziale durch Wasserhähne und Duschen

#### Technische Potenziale

In Task 3 der JRC-Vorstudie wird das Einsparpotenzial im Bestand berechnet, **wenn Geräte im Bestand sofort gegen sparsame Alternativen ausgetauscht werden würden**. (Keine Szenarienrechnung über Zeit). Dies geschieht top down, ausgehend von den oben ermittelten Verbräuchen. Es werden prozentuale Einsparpotenziale geschätzt und auf die Verbräuche angewendet.

Hierzu werden zunächst angenommene

- Nutzungsmuster (Nutzungshäufigkeit und –dauer pro Tag) und
- Durchflussraten pro Minute

definiert. Dies geschieht jeweils wieder mit einem Baseline-, Best Case- und Worst-Case-Szenario.

Für die Abschätzung der Einsparpotenziale werden kombiniert:

- Annahmen über das technisch erreichbare Einsparpotenzial pro Armatur (13 % – 38 % für Wasserhähne, 7 % – 40 % für Duschen);
- Annahmen darüber, wie sich das Nutzungsverhalten verändern würde (15 % längere Nutzungszeiten, die geringere Wasserdurchflüsse kompensieren sollen);
- Bildung einer durchschnittlichen Einsparung aus den beiden oberen Faktoren (21 % für Wasserhähne, 20 % für Duschen)
- Annahmen darüber, bei welchem Anteil der Armaturen die Einsparungen realisiert werden können (u. a. unter Berücksichtigung bereits bestehender Spararmaturen sowie Funktionsunterschieden zwischen Küchen-, Badewannen- und Waschbeckenhähnen). Angenommen wird eine Umsetzung bei 21 % der Wasserhähne und 60 % der Duschen im Haushaltsbereich sowie 31,5 % der Wasserhähne und 90 % der Duschen im Nicht-haushaltsbereich.

Wendet man diese prozentualen Werte auf die Gesamtverbräuche an, ergeben sich die in Tabelle 3.7 angegebenen Einsparpotenziale für die EU-28. Die angegebenen Zahlen stammen aus der JRC-Vorstudie. Wir gehen davon aus, dass in den grau gefärbten Zellen ein Fehler vorliegt, da das Verhältnis zwischen Haushalts- und Nicht-Haushalts-Duschen für die Kriterien Wassereinsparung und Energieeinsparung nicht konstant ist: Die aggregierte Wassereinsparung bei den Nicht-Haushaltsduschen beträgt demnach ca. 6,8 % der Einsparung bei den Haushaltsduschen, die Energieeinsparung aber nur 2,5 %. Pro Stück ist die Wassereinsparung höher, die Energieeinsparung aber niedriger als bei den Haushaltsduschen. Eine mögliche Erklärung wäre, dass angenommen wurde, dass im Nicht-Haushaltsbereich häufiger kalt geduscht wird. Dies wird allerdings im Text nicht erläutert.

Tabelle 3.7 Wasser- und Energieeinsparpotenziale EU-28

		Haushaltsbereich		Nicht-Haushaltsbereich		Gesamt	Abweichung
		Hahn	Dusche	Hahn	Dusche		
Summe EU 28							
Wassereinsparung	Mm <sup>3</sup> /a	514	1480	209	101	2300	-59 % - +248 %
Energieeinsparung Heißwasserbereitung	PJ/a	8,55	97,2	5,33	2,4	114	-66 % - +338 %
	TWh/a	2,38	27,00	1,48	0,67	31,67	
Endenergie-Einsparung System	PJ/a	18,4	176	10,6	4,33	209	-69 % - 302 %
	TWh/a	5,11	48,89	2,94	1,20	58,06	
PE-Einsparung System	PJ/a	32	279	17,8	6,87	336	-74 % - +539 %
	TWh/a	8,89	77,50	4,94	1,91	93,33	
pro Stück							
Wassereinsparung	m <sup>3</sup> /a	0,43	3,7	2,95	4,21		
Energieeinsparung Heißwasserbereitung	MJ/a	7,15	244	75,2	100		
	kWh/a	1,99	67,78	20,89	27,78		
Endenergie-Einsparung System	MJ/a	15,4	440	150	181		
	kWh/a	4,28	122,22	41,67	50,28		
PE-Einsparung System	MJ/a	26,7	700	251	288		
	kWh/a	7,42	194,44	69,72	80,00		

Quelle: Eigene Darstellung mit Werten aus JRC 2014

Die Summe der Einsparungen beträgt im Durchschnitt 336 PJ = 93 TWh, die obere Grenze 2145 PJ = 596 TWh und die untere Grenze (Summe): 88 PJ = 24,4 TWh. Tabelle 3.8 zieht einen Vergleich mit den projizierten Einsparungen bei anderen durch Ökodesign und Ener-

giekennzeichnung regulierten Produkten und zeigt, dass die Einsparungen auch bei konservativen Annahmen noch erheblich sind und über denen verschiedener anderer Produktgruppen liegen.

Tabelle 3.8 Vergleich der projizierten Einsparungen mit denen bei anderen Ökodesign-Produkten

Produktgruppe	Geschätzte Primärenergieeinsparungen (PJ/a)	% der Gesamteinsparungen (ohne Wasserarmaturen)
Systemenergieeinsparung Wasserarmaturen – obere Grenze	2145	65%
Elektromotoren	1215	37%
Haushaltsbeleuchtung	351	10%
Systemenergieeinsparungen Wasserarmaturen – Durchschnitt	336	10%
Standby	315	10%
Ventilatoren	305	9%
Fernsehgeräte	252	8%
Umwälzpumpen	207	6%
Luftkonditionierer und Komfortventilatoren	99	3%
Systemenergieeinsparungen Wasserarmaturen – untere Grenze	88	3%
Externe Stromversorgung	81	2%
Einfache Set-Top-Boxen	54	2%
Haushaltskühlgeräte	36	1%
Haushaltsgeschirrspüler	18	1%
Haushaltswaschmaschinen	14	0%
Total (ohne Wasserarmaturen)	3294	

Quelle: JRC 2014

Im Folgenden werden die Einsparungen durch verschiedene Politikszenerarien dargestellt, die in Task 7 der JRC-Vorstudie abgeschätzt wurden. Es handelt sich um die Szenarien „Verbindliche Ressourceneffizienzkennezeichnung“, „Generische Ökodesign-Anforderungen“ und „Spezifische Ökodesign-Anforderungen“; sie werden in Abschnitt 3.7.5.1 näher erläutert.

### Potenzial durch verbindliche Ressourceneffizienzkennezeichnung

Bei diesem Politikszenerario sollte der Wasser- und / oder Energieverbrauch ähnlich dem derzeitigen EU-Energielabel klassifizierend gekennzeichnet werden. Es wurden gegenüber Task 3 konservativere Annahmen zu den prozentualen Einsparpotenzialen gemacht und

diese wurden über die Zeit (mit zunehmender Marktdurchdringung) gestaffelt. Berücksichtigt wurde auch, dass die Maßnahme grundsätzlich nur bei 35 % der Wasserhähne greifen würde, da die übrigen 65 % (Badewannenwasserhähne, Küchenwasserhähne) zur Füllung vorgegebener Behälter verwendet werden würden. Die resultierenden prozentualen Einsparpotenziale für das PolitikszENARIO zeigt Tabelle 3.9.

Tabelle 3.9 Angenommene prozentuale Einsparungen für das PolitikszENARIO "Verbindliche Kennzeichnung"

Prozentuale Einsparungen bei Produktgruppe...	2015	2025
Haushalts-Wasserhähne	1 %	5 %
Nicht-HH-Wasserhähne	2 %	7 %
Haushalts-Duschen	3 %	11 %
Nicht-HH-Duschen	4 %	17 %

Quelle: Eigene Darstellung mit Werten aus JRC 2014

Daraus errechnen sich die in Tabelle 3.10 angegebenen Einsparungen an Primärenergie (in der JRC-Vorstudie nicht angegeben). Die Einsparungen pro Stück sind durchschnittliche Einsparungen durch die Maßnahme über alle Produkte im Bestand (nicht nur die regulierten). Sie dienen nur als rechnerische Größe, mit deren Hilfe in Abschnitt 3.7.3.2 die Einsparungen für Deutschland berechnet werden können.

Tabelle 3.10 Geschätzte Primärenergie-Einsparungen (EU-27) durch eine verpflichtende Kennzeichnung des Energieverbrauchs

	pro Stück (kWh/a)		gesamt (TWh/a)	
	2015	2025	2015	2025
HH-Hahn	1,5	7,4	1,8	9,2
Nicht-HH-Hahn	17,4	61,0	1,2	4,5
HH-Dusche	44,9	164,5	18,1	67,8
Nicht-HH-Duschen	15,2	64,8	0,4	1,6
SUMME			21,5	83,0

Quelle: Eigene Berechnungen auf Basis von Daten aus JRC 2014

Für 2030 wird in der JRC-Vorstudie in der Summe eine Einsparung von 308 PJ/a (=85,6 TWh/a) angegeben.

### Potenzial durch generische Ökodesign-Anforderungen

In der JRC-Vorstudie ist nicht im Einzelnen beschrieben, welche generischen Anforderungen angenommen werden. Es werden nur Beispiele genannt:

- Technologien zur Begrenzung des Durchflusses (z. B. Zwei-Stufen-Armatur, Selbstschlussarmatur) und / oder

- Technologien zum Management der Wassertemperatur und / oder der Heißwassernutzung (z. B. Zwei-Stufen-Armatur für Heißwassernutzung, Kaltwasser in Neutralstellung, thermostatischer Mischer).

Es wurde angenommen, dass die durchschnittliche Einsparung sowohl bei Wasserhähnen als auch bei Duschen 5 % beträgt. Das Nutzerverhalten war dabei bereits berücksichtigt. Die Annahmen über den Anteil der durchschnittlich erreichbaren Produkte entsprechen denjenigen aus dem Szenario „Ressourceneffizienz-kennzeichnung“. Hieraus ergeben sich folgende prozentuale Einsparpotenziale:

Tabelle 3.11 Angenommene prozentuale Einsparungen für das PolitikszENARIO "Generische Ökodesign-Anforderungen"

Prozentuale Einsparungen bei Produktgruppe...	2015	2020
Haushalts-Wasserhähne	1 %	1 %
Nicht-HH-Wasserhähne	1 %	2 %
Haushalts-Duschen	2 %	3 %
Nicht-HH-Duschen	2 %	5 %

Quelle: Eigene Darstellung mit Werten aus JRC 2014

Daraus errechnen sich die in Tabelle 3.12 angegebenen Einsparungen an Primärenergie (in der JRC-Vorstudie nicht angegeben). Die Einsparungen pro Stück sind durchschnittliche Einsparungen durch die Maßnahme über alle Produkte im Bestand (nicht nur die regulierten). Sie dienen nur als rechnerische Größe, mit deren Hilfe in Abschnitt 3.7.3.2 die Einsparungen für Deutschland berechnet werden können.

Tabelle 3.12 Geschätzte Primärenergie-Einsparungen (EU-27) im Szenario „Generische Ökodesign-Anforderungen“

	pro Stück (kWh/a)		gesamt (TWh/a)	
	2015	2020	2015	2020
HH-Hahn	1,5	1,5	1,8	1,8
Nicht-HH-Hahn	8,7	17,4	0,6	1,3
HH-Dusche	29,9	44,9	12,1	18,3
Nicht-HH-Duschen	7,6	19,0	0,2	0,5
SUMME			14,7	21,9

Quelle: Eigene Berechnungen auf der Basis von Daten aus JRC 2014

Für 2030 wird in der JRC-Vorstudie eine Summe eine Einsparung von 79 PJ/a (=21,9 TWh/a) angegeben.

**Potenzial durch spezifische Ökodesign-Anforderungen (Durchflussbegrenzung)**

Um die Einsparungen dieses Szenarios schätzen zu können, wurde eine Verteilung der Durchflussraten der derzeit auf dem Markt befindlichen Produkte zugrunde gelegt.

Tabelle 3.13 Angenommene Verteilung von Durchflussraten in der EU-28

Perzentil	Durchflussrate W-Hähne (l/min)	Durchflussrate Duschen (l/min)
15	5,8	10
50	9,5	12
85	13,2	14
98	16,9	16

Quelle: Eigene Darstellung mit Werten aus JRC 2014

Darauf aufbauend wurde angenommen, dass bei einem Start im Jahr 2010

- bis 2015 die 15 % der Produkte, die derzeit über dem 85. Perzentil liegen, auf einen Verbrauch des 85. Perzentils reduziert werden können (entspricht für Wasserhähne 13,2 l/min., für Duschen 14 l/min.);
- bis 2016 50 % der Produkte, die derzeit über dem 50. Perzentil liegen, auf einen Verbrauch entsprechend dem 50. Perzentil reduziert werden können (entspricht für Wasserhähne 9,5 l und für Duschen 12 l).

Es wurden wiederum Abschläge für längere Nutzungszeiten, für grundsätzlich erreichbare Produkte und eine zeitlich gestaffelte Marktdurchdringung berücksichtigt. Daraus ergeben sich folgende prozentuale Einsparpotenziale:

Tabelle 3.14 Angenommene prozentuale Einsparungen für das PolitikszENARIO "Spezifische Ökodesign-Anforderungen"

Prozentuale Einsparungen bei Produktgruppe...	2015	2020
Haushalts-Wasserhähne	1 %	4 %
Nicht-HH-Wasserhähne	1 %	7 %
Haushalts-Duschen	1 %	6 %
Nicht-HH-Duschen	1 %	6 %

Quelle: Eigene Darstellung mit Werten aus JRC 2014

Daraus errechnen sich die in Tabelle 3.15 angegebenen Einsparungen an Primärenergie (im Bericht nicht angegeben). Die Einsparungen pro Stück sind durchschnittliche Einsparungen durch die Maßnahme über alle Produkte im Bestand (nicht nur die regulierten). Sie dienen nur als rechnerische Größe, mit deren Hilfe in Abschnitt 3.7.3.2 die Einsparungen für Deutschland berechnet werden können.

Tabelle 3.15 Geschätzte Primärenergie-Einsparungen (EU-27) im Szenario „Spezifische Ökodesign-Anforderungen“

	pro Stück (kWh/a)		gesamt (TWh/a)	
	2015	2020	2015	2020
HH-Hahn	1,5	5,9	1,8	7,3
Nicht-HH-Hahn	8,7	61,0	0,6	4,4
HH-Dusche	15,0	89,7	6,0	36,6
Nicht-HH-Duschen	3,8	22,9	0,1	0,6
SUMME			8,5	48,9

Quelle: Eigene Berechnungen auf Basis von Daten aus JRC 2014

Für 2030 wird in der JRC-Vorstudie in der Summe eine Einsparung von 167 PJ/a (=46,4 TWh/a) angegeben.

### Übersicht über Einsparungen und jährliche Kosten für Verbraucher

Tabelle 3.16 gibt die in der JRC-Vorstudie erstellte Übersicht über die projizierten Primärenergieeinsparungen und Verbraucherkosten im Jahr 2030 wieder. Die höchsten Einsparungen und geringsten Kosten ergeben sich demnach aus der verbindlichen Kennzeichnung.

Tabelle 3.16 Primärenergieeinsparungen und Verbraucherkosten verschiedener Politikszenerarien für die EU 28 im Jahr 2030

Politikszenerario	Primärenergieverbrauch (TWh/Jahr)			Verbraucherkosten (Mrd. EUR/ Jahr)		
	Total	Abwei-chung	Abwei-chung in %	Total	Abwei-chung	Abwei-chung in %
BAU	869,4	0,0	0	166	0	0
Verbindliche Kennzeichnung	783,9	-85,6	-11 %	162	-4	-3 %
Generische Ökodesign-Anforderungen	847,8	-21,9	-3 %	171	4	3 %
Spezifische Ökodesign-Anforderungen (Durchflussbegrenzung)	823,1	-46,4	-6 %	166	-1	0

Quelle: Eigene Darstellung auf Basis von Werten aus JRC 2014

### Bestand und Verkäufe

Die JRC-Vorstudie ermittelt Bestand und Verkäufe für die EU 27 sowie für einzelne Mitgliedstaaten. Für Kroatien lagen noch keine Daten vor, es wird aber davon ausgegangen, dass diese Daten aufgrund der geringen Bevölkerungszahl das Ergebnis nicht wesentlich beeinflussen.

## EU-27

Bei der Erstellung der JRC-Vorstudie lagen keine Zahlen zu Verkauf und Bestand in Stück vor.

Die **Bestände** wurden bottom-up anhand von Annahmen über die durchschnittliche Anzahl von Produkten pro Haushalt bzw. Einrichtung (Restaurant, Krankenhaus, Bildungseinrichtung etc.) sowie über die Anzahl der Haushalte / Einrichtungen geschätzt. Zur Abschätzung des zeitlichen Verlaufes wurden Annahmen über das Wachstum der Haushaltszahlen hinterlegt.

Die Schätzung unterliegt hohen Unsicherheiten (tatsächliche Anzahl von Produkten pro Haushalt oder Einrichtung und für die meisten Einrichtungen die tatsächliche Anzahl der Einrichtungen).

Für **Verkäufe** wurde zunächst von den Prodcop-Daten ausgegangen. Da sich hieraus aber ebenfalls hohe Unsicherheiten ergaben (u. a. mussten die Verkaufszahlen geschätzt werden, da die Verkäufe nur nach Gewicht angegeben waren; Hochrechnungen auf der Basis von Stakeholderangaben für einzelne Länder wichen stark von den Prodcop-Daten ab u. a.) wurden diese Zahlen in der Folge nicht weiter verwendet. Vielmehr wurden in einer alternativen Herangehensweise die jährlichen Verkäufe aus den Beständen (wie oben ermittelt) und Annahmen über die Lebensdauer errechnet.

Deutschland ist unter den Mitgliedstaaten mit den meisten so errechneten Verkäufen (17,1 % der Haushalts-Wasserhähne, 17,6 % der Nicht-HH-Wasserhähne, 17,1 % der Haushalts-Duscharmaturen und -köpfe; 12,8 % der Nicht-Haushalts-Duscharmaturen und -köpfe).

In Tabelle 3.17 werden die so errechneten Verkaufszahlen der nach Prodcop ermittelten Spanne der „apparent consumption“ zur Kontrolle gegenübergestellt. Mit Ausnahme der Duschköpfe (Zelle grau markiert) liegen die Zahlen innerhalb der Spanne.

Tabelle 3.17 Berechnete jährliche Verkäufe in Millionen Stück, EU-27

Jährliche Verkäufe	2012	2050
HH-Wasserhähne	74,8	78
Nicht-HH-Wasserhähne	7,1	7,3
Summe Wasserhähne	81,9	85,3
Spanne der „apparent consumption“ nach Prodcop	60-191	
HH-Duscharmaturen	24,9	26
Nicht-HH-Duscharmaturen	2,4	2,5
Summe Duscharmaturen	27,3	28,5
Spanne der „apparent consumption“ nach Prodcop	19-33	
HH-Duschköpfe	39,9	41,6
Nicht-HH-Duschköpfe	3,4	3,6
Summe Duschköpfe	43,3	45,2
Spanne der „apparent consumption“ nach Prodcop	53-58	

Quelle: Eigene Darstellung auf Basis von Werten aus JRC 2014

## Deutschland

Tabelle 3.18 zeigt die Bestände in Deutschland laut JRC-Vorstudie. Sie wurden dort aus der Anzahl der Haushalte bzw. Einrichtungen und der Anzahl installierter Produkte pro Haushalt bzw. Einrichtung ermittelt. Tabelle 3.18 gibt die aus diesen Zahlen und der geschätzten Lebensdauer ermittelten jährlichen Verkäufe an. Zum Vergleich wird die „apparent consumption“ gegenübergestellt, die für 2012 aus den Prodcop-Daten ermittelt wurde.

Tabelle 3.18 Berechnete Bestände für Deutschland (in Millionen Stück)

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2020	2025	2030	2050
HH-Wasserhähne	204	205	205	206	207	207	210	212	213	214
Nicht-HH-Wasserh.	12,4	12,4	12,4	12,5	12,5	12,6	12,7	12,8	12,9	13
Wasserhähne gesamt	216,4	217,4	217,4	218,5	219,5	219,6	222,7	224,8	225,9	227
HH-Duscharmaturen	68	68	68	69	69	69	70	71	71	71
Nicht-HH-Duscharm.	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1
Duscharmaturen gesamt	71,1	71,1	71,1	72,1	72,1	72,1	73,1	74,1	74,1	74,1
HH-Duschköpfe	68	68	68	69	69	69	70	71	71	71
Nicht-HH-Duschköpfe	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1
Duschköpfe gesamt	71,1	71,1	71,1	72,1	72,1	72,1	73,1	74,1	74,1	74,1

Quelle: Eigene Darstellung auf Basis von Werten aus JRC 2014

Tabelle 3.19 Berechnete Verkäufe für Deutschland (in Millionen Stück)

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2020	2025	2030	2050	Z. Vergl.: "apparent cons." 2012
HH-Wasserhähne	12,8	12,8	12,8	12,9	12,9	13	13,1	13,2	13,3	13,4	
Nicht-HH.-Wasserhähne	1,24	1,24	1,24	1,25	1,25	1,26	1,27	1,28	1,28	1,28	
Wasserhähne gesamt	14,04	14,04	14,04	14,15	14,15	14,26	14,37	14,48	14,58	14,68	15,2
HH-Duscharmaturen	4,3	4,3	4,3	4,3	4,3	4,3	4,4	4,4	4,4	4,5	
Nicht-HH-Duscharmaturen	0,31	0,31	0,31	0,31	0,31	0,31	0,31	0,32	0,32	0,32	
Duscharmaturen gesamt	4,61	4,61	4,61	4,61	4,61	4,61	4,71	4,72	4,72	4,82	2,7
HH-Duschköpfe	6,8	6,8	6,8	6,9	6,9	6,9	7	7,1	7,1	7,1	
Nicht-HH-Duschköpfe	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,45	0,45	0,46	0,46	
Duschköpfe gesamt	7,24	7,24	7,24	7,34	7,34	7,34	7,45	7,55	7,56	7,56	n.a.

Quelle: Eigene Darstellung auf Basis von Werten aus JRC 2014

### 3.7.3.2 Resultat: Einsparungen für Deutschland

Im Folgenden werden die Einsparpotenziale an Primärenergie für Deutschland geschätzt. Zu diesem Zweck wird jeweils das in der JRC-Vorstudie ermittelte durchschnittliche Einsparpotenzial pro Wasserhahn bzw. Dusche anhand der (ebenfalls in der JRC-Vorstudie geschätzten) Bestandszahlen für Deutschland auf Deutschland hochgerechnet. Dabei wird

unter „Dusche“ die Kombination aus einer Duscharmatur und einem Duschkopf verstanden.

### Theoretisches / technisches Potenzial

Die zugrunde gelegten Einsparungen pro Stück sind in Tabelle 3.7 dargestellt. Wenn man die Annahme aus der JRC-Vorstudie, Task 3, zugrunde legt, dass das EU-Einsparpotenzial durch den kompletten Austausch aller Produkte zustande kommt (soweit möglich und nicht bereits ausgetauscht), und gleichzeitig annimmt, dass die Lebensdauer von Wasserhähnen und Duscharmaturen 16 Jahre beträgt, kann das skizzierte Potenzial bei einem Inkrafttreten der Maßnahmen im Jahr 2020 im Jahr 2036 realisiert sein. Da für 2036 keine Zahlen vorlagen, wurden die Bestandszahlen aus dem Jahr 2030 verwendet.

Daraus ergibt sich ein Potenzial von insgesamt 16,5 TWh Primärenergieeinsparung pro Jahr, wovon der weitaus größte Teil auf Duschen im Haushalt entfällt (Tabelle 3.20). Das entspricht einer Größenordnung von knapp 12 % des deutschen Haushaltsstromverbrauchs. Zu beachten ist, dass es sich um ein theoretisches Potenzial handelt, das durch politische Instrumente mehr oder weniger ausgeschöpft werden kann.

Tabelle 3.20 Berechnete technische Einsparpotenziale für Deutschland

	Wasserhahn		Dusche		Summe
	HH	Nicht-HH.	HH	Nicht-HH.	
Potenzial pro Stück (kWh/Jahr)	7,4	69,7	194,4	80,0	
D Bestand 2030	213	12,9	71	3,1	
D Potenzial 2035 (TWh / Jahr)	1,58	0,90	13,81	0,25	16,53

Quelle: Eigene Berechnungen auf Basis von Werten aus JRC 2014

### Potenzial durch das Szenario „Verbindliche Ressourceneffizienzkenzeichnung“

Die zugrunde gelegten Einsparungen pro Stück sind in Tabelle 3.10 genannt. Es wurde davon ausgegangen, dass die Maßnahmen im Jahr 2020 in Kraft treten. Die Einsparungen, die gemäß der JRC-Vorstudie nach 5 bzw. 15 Jahren anfallen, wurden also für 2025 und 2035 angesetzt. Da für 2035 keine Bestandszahlen vorliegen, wurden die Bestandsschätzungen für 2030 angesetzt. Daraus ergeben sich die in Tabelle 3.21 dargestellten Einsparungen an Primärenergie in TWh/a. Es fällt auf, dass das Potenzial im Jahr 2035 fast so hoch eingeschätzt wird wie das gesamte technische Potenzial, was zu hoch gegriffen sein kann.

Tabelle 3.21 Geschätzte Primärenergie-Einsparungen für Deutschland durch eine verpflichtende Kennzeichnung

	Wasserhahn		Dusche		Summe
	HH	Nicht-HH.	HH	Nicht-HH.	
Potenzial pro Stück 2025 (kWh/Jahr)	1,5	17,4	44,9	15,2	
D Bestand 2025 (Mio.)	212	12,8	71	3,1	
D Potenzial 2025 (TWh / Jahr)	0,3	0,2	3,2	0,0	3,8
Potenzial pro Stück 2035 (kWh/Jahr)	7,4	61,0	164,5	64,8	
D Bestand 2030 (Mio.)	213,0	12,9	71,0	3,1	
D Potenzial 2035 (TWh / Jahr)	1,6	0,8	11,7	0,2	14,2

Quelle: Eigene Berechnungen auf Basis von Werten aus JRC 2014

**Potenzial durch das Szenario „Generische Ökodesign-Anforderungen“**

Die zugrunde gelegten Einsparungen pro Stück sind in Tabelle 3.12 aufgeführt. Es wurde davon ausgegangen, dass die Maßnahmen im Jahr 2020 in Kraft treten. Die Einsparungen, die gemäß der JRC-Vorstudie nach 5 bzw. 10 Jahren anfallen, wurden also für 2025 und 2030 angesetzt. Daraus ergeben sich die in Tabelle 3.22 dargestellten Einsparungen an Primärenergie in TWh/a. Sie betragen im Jahr 2030 knapp ein Viertel des theoretischen Potenzials.

Tabelle 3.22 Geschätzte Primärenergie-Einsparungen für Deutschland durch generische Ökodesign-Anforderungen

	Wasserhahn		Dusche		Summe
	HH	Nicht-HH.	HH	Nicht-HH.	
Potenzial pro Stück 2025 (kWh/Jahr)	1,5	8,7	29,9	7,6	
D Bestand 2025 (Mio.)	212	12,8	71	3,1	
D Potenzial 2025 (TWh / Jahr)	0,3	0,1	2,1	0,0	2,6
Potenzial pro Stück 2030 (kWh/Jahr)	1,5	17,4	44,9	19,0	
D Bestand 2030 (Mio.)	213	12,9	71	3,1	
D Potenzial 2030 (TWh / Jahr)	0,3	0,2	3,2	0,1	3,8

Quelle: Eigene Berechnungen auf Basis von Werten aus JRC 2014

**Potenzial durch das Szenario „Spezifische Ökodesign-Anforderungen“**

Die Einsparungen wurden geschätzt unter Bezug auf die Einsparungen pro Stück in Tabelle 3.15. Auch hier wurde davon ausgegangen, dass die Maßnahmen im Jahr 2020 in Kraft treten. Die Einsparungen, die gemäß der JRC-Vorstudie nach 5 bzw. 10 Jahren anfallen, wurden also für 2025 und 2030 angesetzt. Daraus ergeben sich die in Tabelle 3.23 gelisteten Einsparungen an Primärenergie in TWh/a; im Jahr 2030 rund die Hälfte des theoretischen Potenzials.

Tabelle 3.23 Geschätzte Primärenergie-Einsparungen für Deutschland durch spezifische Ökodesign-Anforderungen (Durchflussbegrenzung)

	Wasserhahn		Dusche		Summe
	HH	Nicht-HH.	HH	Nicht-HH.	
Potenzial pro Stück 2025 (kWh/Jahr)	1,5	8,7	15,0	3,8	
D Bestand 2025 (Mio.)	212	12,8	71	3,1	
D Potenzial 2025 (TWh / Jahr)	0,3	0,1	1,1	0,0	1,5
Potenzial pro Stück 2030 (kWh/Jahr)	5,9	61,0	89,7	22,9	
D Bestand 2030 (Mio.)	213	12,9	71	3,1	
D Potenzial 2030 (TWh / Jahr)	1,3	0,8	6,4	0,1	8,5

Quelle: Eigene Berechnungen auf Basis von Werten aus JRC 2014

### 3.7.4 Exkurs: Durchspülung der Kanalisation

In der JRC-Vorstudie wurden auch vorhandene wissenschaftliche Studien zum Thema Durchspülung der Kanalisation ausgewertet.<sup>1</sup> Geklärt werden sollte die Frage, ob der großflächige Einsatz von Wasserspararmaturen zu vermehrten Verstopfungen oder Stagnationen führt.

Die Studien zeigen, dass eine Reihe von Faktoren gemeinsam für die Verstopfungsgefahr verantwortlich ist, darunter der Eintrag von Festkörpern und Toilettenpapier, die Faserfestigkeit des Toilettenpapiers sowie die Länge, das Gefälle und der Durchmesser von Rohren. Mangelnde Durchspülung kann unter bestimmten Umständen insbesondere dort dazu beitragen, wo nur wenige Verbrauchspunkte angeschlossen sind (z. B. einzelne Gebäude). Der entscheidende Faktor für die Durchspülung ist die Durchflussmenge pro Toilettenspülung. Wenn diese zu sehr reduziert wird, werden Festkörper nicht mehr hinreichend abtransportiert. Die Studie der Plumbing Efficiency Research Coalition setzt den kritischen Punkt bei 3 l pro Spülung an, in Verbindung mit langen Rohren mit wenig Gefälle. Abfluss aus anderen Quellen wurde nicht als relevanter Faktor für die Durchspülung identifiziert. Eine Reduzierung der Wassermenge bei Duschen und (Heiß-)Wasserhähnen würde demnach keine speziellen Probleme verursachen. Da nur eine geringe Anzahl von Studien ausgewertet wurden und diese sich nicht speziell mit dem Abfluss aus Duschen und Wasserhähnen befassten, scheinen jedoch weitere Untersuchungen nötig.

<sup>1</sup> UK Environmental Agency (2008): Less water to waste - Impact of reductions in water demand on wastewater collection and treatment Systems. Science project SC060066. [https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment\\_data/file/291475/scho0208bnqv-e-e.pdf](https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/291475/scho0208bnqv-e-e.pdf); Plumbing Efficiency Research Coalition (2012): The Drainline Transport of Solid Waste in Buildings; <http://www.plumbingefficiencyresearchcoalition.org/projects/drainline-transport-of-solid-waste-in-buildings/>; Monteiro A.M., Matos C., Silva- Afonso A., Bentes I. (2013): Study of the impact caused in sewerage networks by the "in situ" reuse of greywater, CIBW 062 Symposium 2013, [http://www.irbnet.de/daten/iconda/CIB\\_DC27082.pdf](http://www.irbnet.de/daten/iconda/CIB_DC27082.pdf)

### 3.7.5 Politikoptionen

Dieses Kapitel stellt zunächst die auf EU-Ebene diskutierten Politikoptionen und deren Bewertung durch die Autoren der JRC-Vorstudie, die Kommission und die Stakeholder vor (Abschnitt 3.7.5.1). Im Anschluss werden diese Optionen bewertet und eine Empfehlung für einen EU-Politikansatz gegeben (Abschnitt 3.7.5.2). Schließlich werden Handlungsmöglichkeiten für die Bundesregierung aufgezeigt (Abschnitt 3.7.6).

#### 3.7.5.1 Auf EU-Ebene diskutierte Politikoptionen

Das Kapitel behandelt die Optionen, die in der JRC-Vorstudie modelliert und auf dem 2. Treffen der Technischen Arbeitsgruppe (Technical Working Group, TWG) diskutiert wurden. Außerdem fließen die Erkenntnisse aus den Gesprächen mit Vertreterinnen des EWL und des WELL-Labels ein. Eventuelle informelle Diskussionen (kommissionsintern oder zwischen Kommission und Stakeholdern) konnten nicht berücksichtigt werden.

Folgende Politikoptionen wurden in der JRC-Vorstudie und auf dem TWG-Treffen diskutiert:

#### Verbindliche Ressourceneffizienzkenzeichnung

Der Begriff „Ressourceneffizienzkenzeichnung“ wurde auf EU-Ebene als neutraler Oberbegriff gewählt, da eine Kennzeichnung sich auf den Wasser- und/oder Energieverbrauch beziehen kann. Die Sprachregelung wird hier zunächst beibehalten; zu überlegen wäre aber, im (nationalen) politischen Kontext von Energiekenzeichnung zu sprechen, da Energieverbrauch in Deutschland wesentlich relevanter ist als Wasserverbrauch.

Die Kennzeichnung könnte beruhen:

- auf dem **Wasserdurchfluss** oder
- auf dem **Energieverbrauch zur Erhitzung des definierten Wasserdurchflusses** um eine definierte Temperaturdifferenz oder
- auf dem den **Energieeinsatz für spezifische Funktionen**, wie es die schwedischen Normen SS 82 00 00 (Wasserhähne) und SS 82 00 01 (Duschen) tun. Hier wird der Energieverbrauch für eine definierte Aktivität (gekennzeichnet durch Hebelposition, Wasserdurchfluss, Wasserdruck, Temperatur, Dauer des Wasserflusses) gemessen. Zur Definition von Produktfunktionen und Messung assoziierter Energieverbräuche existiert aber keine harmonisierte europäische Norm.

Der Energieverbrauch wird dabei jeweils nur als die zur Erhitzung nötige physikalische Energie ermittelt. Dies ist eine einfache und vergleichbare Metrik, hat aber keinerlei Aussagekraft in Bezug auf den realen Energieverbrauch im Haushalt, da dieser wesentlich von der Effizienz des vorgelagerten Systems zur Warmwasserbereitung abhängt.

Zusätzliche Optionen wären, für die Kennzeichnung **zusätzliche Anforderungen** wie die Erfüllung allgemeiner Normen für Sanitärprodukte zu stellen, oder **weitere (Komfort- oder Energiespar-)funktionen** zu bewerten, wie etwa beim WELL-Label oder der Schweizer Energieetikette. Dies könnte beispielsweise in Form von Punkten oder zusätzlichen Skalen geschehen

Das verbindliche Label war in der JRC-Vorstudie die präferierte Option. Es wurde allerdings beim 2. TWG-Treffen von einer Reihe industrieller Stakeholder aus verschiedenen Gründen abgelehnt. Dazu zählen:

- Überschneidungen mit bestehenden freiwilligen Labeln;
- Sachkunde und Vertrautheit mit den Technologien seien bei der Industrie größer als bei staatlichen Stellen, weshalb eine freiwillige, industriegetragene Lösung sachgemäßer sei;
- mangelnde Marktüberwachung, die zu Betrug einlade und ungleiche Bedingungen schaffe.

Verbraucherorganisationen begrüßten hingegen den Vorschlag und waren skeptisch gegenüber freiwilligen Labeln, insbesondere aufgrund deren Vielfalt, möglicher irreführender oder falscher Kennzeichnungen sowie der Schwierigkeit, eine ausreichende Marktabdeckung zu erreichen.

### Spezifische Ökodesign-Vorgaben

Konkret wurde eine **Limitierung des Wasserdurchflusses** diskutiert. Laut der JRC-Vorstudie verspricht sie hohe Einsparungen zu geringen Kosten. Diese Lösung wurde von Industrie-Stakeholdern beim 2. TWG-Treffen stark abgelehnt und in der Folge von der Kommission als nicht praktikabel und politisch durchsetzbar angesehen. Als praktisches Problem wurde die Schwierigkeit angeführt, die betroffenen Produkte sinnvoll abzugrenzen. Bei Küchen- und Badewannenwasserhähnen ist die Durchflussbegrenzung nicht sinnvoll, da es hier um das Auffüllen vorgegebener Behälter geht. Eine Durchflussbegrenzung würde nur das Auffüllen verzögern und somit die Funktion einschränken und die Akzeptanz unterhöhlen, ohne eine Einsparung zu liefern. Weitere genannte Akzeptanzprobleme beziehen sich auf mögliche Komforteinbußen und generellen Widerstand gegen EU-Regulierung in privaten Bereichen. Andere Stakeholder begrüßten solche Vorgaben hingegen als einfache Methode, insbesondere für den Nicht-Haushaltsbereich.

### Generische Ökodesign-Vorgaben

Als generische Ökodesign-Vorgaben wurden diskutiert:

- Verpflichtende **wassersparende Features** in bestimmten Produkten (z. B. Zweistufenarmaturen und Umschaltarmaturen, bei Wasserhähnen die Lieferung von Kaltwasser in Neutralstellung und bei Duschen thermostatische Mischer);
- verpflichtende Integration von **Wasserzählern** in bestimmte Produkte;
- Vorschriften zur Reparaturfreundlichkeit, Nachrüstungsmöglichkeit und Zerlegbarkeit (**Ressourceneffizienzanforderungen**).

Wasserzähler wurden von Stakeholdern generell abgelehnt. Als Nachteile wurden die im Vergleich zur Armatur kürzere Lebensdauer, Schwierigkeiten bei Wartung und Reinigung sowie die Schwierigkeit genannt, den Spareffekt präzise zu bestimmen. Es wurde davon ausgegangen, dass der Spareffekt in der JRC-Vorstudie überschätzt wurde, da die Reaktion der Verbraucher zu optimistisch eingeschätzt wurde.

Verpflichtende wassersparende Features haben laut der Modellierung von allen Instrumenten den geringsten Einspareffekt (79 PJ oder 21,9 TWh EU-weit) bei gleichzeitig höchsten jährlichen Kosten für Verbraucher (noch über dem BAU). Trotzdem wurden sie von

einigen Stakeholdern als vergleichsweise einfache und leicht zu akzeptierende Möglichkeit begrüßt, besonders im Nicht-Haushaltsbereich.

Die Ressourceneffizienzanforderungen haben keinen Einfluss auf den Energie- und Wasserverbrauch im Betrieb, der aber die Haupt-Umweltwirkung darstellt, und wurden in der Studie und im 2. TWG-Treffen nicht weiter thematisiert.

Weitere Politikoptionen (Freiwillige Vereinbarung, Verbraucheraufklärung) wurden in der JRC-Vorstudie nicht modelliert und auf dem TWG nicht diskutiert. Verbraucheraufklärung ist als horizontale Maßnahme zusätzlich zu allen Optionen zu verstehen. Freiwillige Vereinbarungen könnten nur für Ökodesign-Maßnahmen in Frage kommen. Zur Abschätzung von deren Effekten könnten die Abschätzungen zu Ökodesign-Maßnahmen mit einem Abschlag zugrunde gelegt werden. Die Energiekennzeichnungs-Richtlinie sieht hingegen bewusst keinen Mechanismus zur Anerkennung freiwilliger Vereinbarungen vor, um konkurrierenden Labels zur EU-Energiekennzeichnung vorzubeugen.

### 3.7.5.2 Bewertung und Empfehlung

#### Spezifische Ökodesign-Anforderungen

Mangels harmonisierter Messnormen für andere denkbare Parameter wurde bisher ausschließlich die **Begrenzung der Durchflussmenge** diskutiert. Sie ist wegen der vergleichsweise hohen Einsparungen zu geringen Kosten attraktiv. Inhaltlich sind nicht alle gegen diese Anforderung vorgebrachten Argumente schlagkräftig. Die Schwierigkeit, im Bereich der Wasserhähne die zu regulierenden Produkte sinnvoll abzugrenzen, würde entfallen, wenn man die Maßnahme auf Duschen beschränken würde. Sie stellen ohnehin den weit überwiegenden Anteil des Einsparpotenzials. Auch eine Einschränkung des Komforts ist nicht zwingend, da Produkte existieren, die bei geringerem Durchfluss einen vergleichbaren Komfort bieten (vgl. Erfahrungen mit der Schweizer Energieetikette).

Allerdings ist es schwierig, das Anforderungsniveau passend festzulegen. Ist die Anforderung anspruchsvoll, dann würden bestimmte Produkte (Wellness- und Luxusprodukte) grundsätzlich vom Markt genommen, was voraussichtlich auf Akzeptanzprobleme stoßen wird. Ist dies nicht gewünscht, muss die Mindestanforderung sehr schwach sein, was sie weitgehend unwirksam machen würde. Alternativ müssten Luxus- und Wellnessprodukte von der Regulierung ausgenommen werden, was wiederum bedeutende Schlupflöcher eröffnen würde. Bei verschiedenen Akteuren besteht eine starke Befürchtung, dass eine solche Anforderung zu erheblichen Akzeptanzproblemen führen und zur Diskreditierung der Ökodesign-Richtlinie im Speziellen und der EU im Allgemeinen ausgeschlachtet werden kann. Daher scheint eine solche Anforderung derzeit auf EU Ebene kaum oder gar nicht politisch durchsetzbar und nicht empfehlenswert.

Eine Alternative bestünde darin, wie in der schwedischen Norm vorgesehen, den Energieverbrauch für bestimmte, definierte Aktivitäten zu bestimmen. Hieraus könnte ein **Energieeffizienzindex** analog dem für andere Produkte verwendeten EEI gebildet und für die Entwicklung spezifischer Ökodesign-Anforderungen genutzt werden. Gefordert würde also nicht ein niedriger Durchfluss per se, sondern die Fähigkeit, vorgegebene Aufgaben mit einer geringen Durchflussmenge bzw. Energieverbrauch zu lösen. Auf diese Weise könnten Mindestfunktionen für Verbraucherinnen und Verbraucher gesichert werden; in das Portfolio der zu lösenden Aufgaben könnten ggf. auch bestimmte Komfortfunktionen aufgenommen werden. Voraussetzung wäre die Entwicklung harmonisierter Normen. Die

schwedische Norm könnte hierbei als Vorbild dienen. Dies bedeutet einen gewissen Zeitbedarf, wäre aber ein vielversprechender Weg, der das Problem Komforteinbußen und Abgrenzung der Produkte umgeht.

Spezifische Anforderungen könnten sich außerdem auf andere Eigenschaften als die Durchflussmenge beziehen. Ein sinnvoller Aspekt wären im Nicht-Haushaltsbereich die **Nachlaufzeiten bzw. –mengen** von Sensor - oder Knopfdruckarmaturen.

### Generische Ökodesign-Anforderungen

Die Diskussion hier fokussiert auf den verpflichtenden Einbau **wassersparender Features**. Eingebaute Wasserzähler werden nicht berücksichtigt. Obwohl diese Option von den untersuchten Szenarien die geringsten Einsparungen bietet, liegen diese immer noch deutlich über den projizierten Einsparungen für andere regulierte Produktgruppen wie Haushaltskühlgeräte, Geschirrspüler und Waschmaschinen. Die Akzeptanz dürfte deutlich höher sein als bei einer Begrenzung des Durchflusses: Zwar wird die Entscheidungsumgebung für Verbraucherinnen und Verbraucher so strukturiert, dass sparsames Verhalten nahegelegt oder vereinfacht wird, jedoch wird die Entscheidungsfreiheit selbst nicht beeinträchtigt („Nudge“). Ein Gegenargument sind die höheren jährlichen Verbraucherkosten. Dabei ist aber die hohe Unsicherheit der Schätzungen zu beachten. Die tatsächliche Einsparung ist durch das Nutzungsverhalten stark beeinflussbar. Zudem dürften durch Skaleneffekte noch Möglichkeiten zur Kostenreduktion bestehen. Damit bleiben ausgewählte generische Ökodesign-Anforderungen eine interessante Option. Es muss jedoch sorgfältig geprüft werden, welche der Anforderungen die höchsten Einsparpotenziale, leichteste Umsetzung und geringsten Lebenszykluskosten bieten und für Verbraucherinnen und Verbraucher keine unzumutbare Einschränkung darstellen. Es müssten zudem Technologien sein, die unabhängig vom Wasserversorgungssystem (Hoch- oder Niederdruck) Vorteile bieten, oder es müsste Ausnahmen für spezielle Niederdruck-Armaturen geben (was jedoch wiederum ein mögliches Schlupfloch darstellt). Eine denkbare Anforderung, die diese Kriterien erfüllen würde, wäre eine Verpflichtung für Wasserhähne, **in Neutralstellung kaltes Wasser** zu liefern. Für weitere Anforderungen, beispielsweise den verpflichtenden Einbau von Umschaltern oder thermostatischen Mischern in Duschen, wäre das Verhältnis des Nutzens zu Kosten und Einschränkung der Wahlfreiheit noch zu prüfen.

### Verbindliche Ressourceneffizienzkennzeichnung

Die verbindliche klassifizierende Ressourceneffizienzkennzeichnung ist sehr attraktiv, da sie von allen modellierten Optionen die höchsten Einsparungen und geringsten Kosten verspricht. Zudem dürfte die Akzeptanz hoch sein, da die Kennzeichnung nicht in die Entscheidungsfreiheit der Konsumentinnen und Konsumenten eingreift. Die von Industrieverbänden vorgebrachten Argumente sind größtenteils nicht stichhaltig. Mit der Durchflussmenge und der Möglichkeit, diese in die zur Erwärmung physikalisch notwendige Energie umzurechnen, existieren einfache Metriken, die keine technischen Spezialkenntnisse verlangen und von verschiedenen freiwilligen Labeln bereits erfolgreich angewendet werden. Bei den damit befassten Regierungsstellen, etwa in Portugal, Schweden oder der Schweiz ist ausreichende Sachkenntnis vorhanden. Die bestehenden freiwilligen Systeme ersetzen andererseits keine Pflichtkennzeichnung, da sie nicht die nötige Reichweite haben, um eine flächendeckende Transparenz bei Verbraucherinnen und Verbrauchern herzustellen. Die Probleme der Marktüberwachung bestehen bei jeder Produktgruppe und sprechen nicht gegen eine Pflichtkennzeichnung an sich, sondern für verbesserte Kontrollen. Im Übrigen können auch freiwillige Label gefälscht werden.

Zu klären ist, wie die Kennzeichnung ausgestaltet werden soll. Welche Kriterien sollen für die Einstufung herangezogen werden? Wie soll die Bezeichnung der Klassen und ggf. numerische Verbrauchsangaben erfolgen? Sollen Zusatzkriterien gelten und sollen ggf. zusätzlichen Angaben gemacht werden? (die beiden letzten Fragen beziehen sich auch auf den Umgang mit energiesparenden Features wie thermostatischer Mischer, Selbstschluss oder Kaltwasser in Neutralstellung)

### Kriterien für die Einstufung

Hierfür bestehen verschiedene Möglichkeiten (vgl. dazu die Ansätze der bestehenden Label in Abschnitt 3.7.2.2):

- Die Einstufung aufgrund von **Durchflussraten**;
- Die Umrechnung der Durchflussraten mittels physikalischer Gleichungen in die zur Erhitzung der gelieferten Wassermenge **benötigte Energie**, die dann zur Klassifizierung herangezogen wird, wie etwa beim WELL-Label;
- die Messung bzw. Berechnung des Energieverbrauchs für **spezifische Aktivitäten**. Hieraus könnte ein Energieeffizienzindex entwickelt werden, wie unter „Spezifische Ökodesign-Anforderungen“ beschrieben.

Vorteile der beiden ersten Optionen sind, dass sie einfach und europaweit ohne zusätzliche Normen messbar sind. Der Durchfluss an Wasser ist als Stellvertreter für den Energieverbrauch geeignet, da mit steigendem Durchfluss bei Warmwasser die notwendige Energie für die Warmwasserbereitung steigt, und bei Kaltwasser die notwendige Energie für die Wasserbereitstellung und Abwasserentsorgung. Die Ermittlung der benötigten physikalischen Energie erfordert einen zusätzlichen Rechenschritt, der jedoch leicht zu vollziehen ist, da keine weiteren Angaben oder Messungen benötigt werden. Da Durchflussrate und benötigte physikalische Energie bei gegebener Temperatur zueinander proportional sind, würde sich an der Einteilung in die Klassen bei Armaturen, die bestimmungsgemäß überwiegend Warmwasser liefern nichts ändern. Es könnte allerdings zu einer Verschiebung der Rangfolge zwischen Armaturen führen, die bestimmungsgemäß ausschließlich oder überwiegend Kaltwasser liefern und solchen, die eher Warmwasser liefern. Wird eine solche Metrik gewählt, sollten daher ausschließlich Warmwasser-Armaturen gekennzeichnet werden. Der Unterschied könnte außerdem dann eine Rolle spielen, falls die Klassen beschriftet werden oder eine zusätzliche numerische Angabe gemacht werden soll (vgl. dazu im nächsten Abschnitt).

Sowohl bei Durchflussraten als auch bei darauf basierenden physikalischen Energieverbräuchen handelt es sich um reine **Verbrauchsangaben**. Es gehen keine Performancekriterien in die Berechnung ein. Das hat positive und negative Seiten. Einerseits ist eine solche Metrik sehr geeignet, um die Aufmerksamkeit auf absolute Verbräuche zu lenken und transparent zu machen, dass etwa Wellnessanwendungen mit hohen Durchflüssen ihren „Preis“ haben. Auf der anderen Seite können geringe Durchflussraten bei Einsatz billiger, einfacher Technologien mit geringer Leistung verbunden sein, was das Label diskreditieren könnte. Abhilfe könnten Anforderungen an Mindest-Durchflussraten oder die Aufnahme zusätzlicher Performancekennzeichnungen schaffen, für die aber zunächst einmal Normen entwickelt werden müssten. Eine weitere Möglichkeit wäre ein Bonus- oder Malussystem für bestimmte Funktionen wie beim Schweizer Label; hiermit könnten Defizite in der Funktion „bestraft“ und energiesparende Features „belohnt“ werden.

Die Basierung der Klassen auf einem Energieeffizienzindex wäre konsistent mit dem Vorgehen bei der Energiekennzeichnung anderer Produktgruppen und würde vermeiden, dass

eine gute Einstufung aufgrund schlechter Performance zustande kommt. Je nach Ausgestaltung der zu erfüllenden Funktionen könnte sie allerdings auch verschleiern, dass bestimmte Komfortfunktionen absolut viel Energie und Wasser benötigen. Hier kommt es auch auf die Ausgestaltung der Bezeichnungen und Zusatzangaben an (s.u.) Ein Nachteil ist weiter, dass entsprechende harmonisierte Messnormen nicht vorliegen und ihre Entwicklung längere Zeit in Anspruch nehmen würde.

Ein Energieeffizienzindex wäre sinnvoll, um Konsistenz herzustellen, falls spezifische Öko-design-Vorgaben entwickelt werden sollen. Für ein Label allein erscheint er bei entsprechender Ausgestaltung ebenfalls sinnvoll (etwa in Kombination mit einer absoluten Angabe des Wasserdurchflusses). Er wird jedoch weniger dringend benötigt als beim Ökodesign, denn hier geht es nicht darum, viel verbrauchenden Produkten den Marktzugang zu verweigern, sondern nur deren „Preis“ deutlich zu machen. Dafür wäre eine einfache verbrauchs-basierte Metrik ebenso gut oder sogar besser geeignet.

### **Bezeichnung der Klassen und numerische Verbrauchsangaben**

Die Bezeichnung der Klassen und eventuelle zusätzliche numerische Verbrauchsangaben stellen aus verschiedenen Gründen eine Herausforderung dar:

- Ziel des Labels (Energieeinsparung) und gewählte Metrik (Wasserdurchfluss) können voneinander abweichen;
- der rechnerisch ermittelte Energiebedarf für eine bestimmte Wassermenge bei bestimmter Temperatur hat keinen Bezug zu realen Energieverbräuchen im Anwendungsfall, da diese u. a. von der Wassertemperatur, von der jeweils gezapften Kaltwasser- und Warmwassermenge und vom verwendeten System zur Heißwasserbereitung abhängen;
- der Jahresverbrauch hängt extrem von den sehr breit variierenden Nutzungsmustern ab.

Für diese Herausforderung können sehr unterschiedliche Lösungen gewählt werden, wie unter 3.7.2.2 dargestellt. Unseres Erachtens sollte die gewählte Lösung folgende Kriterien erfüllen:

- Die Bezeichnungen sollten für die Verbraucherinnen und Verbraucher verständlich sein. (Hierdurch scheidet die Lösung aus, die Balken mit den Werten eines Energieeffizienzindex zu beschriften, wie in Schweden).
- Idealerweise sollte der Zusammenhang zwischen Wasser- und Energieverbrauch deutlich werden.
- Die Bezeichnung der Balkenskala oder einzelner Balken sollte der gewählten Metrik für die Klassifizierung nicht widersprechen, da dies Verwirrung und Vertrauensverluste produzieren kann, wenn es bekannt wird
- Etwaige numerische Angaben sollten möglichst konsistent mit Werten sein, die in der Praxis auftreten und von Nutzer/innen selbst ermittelt werden können; zumindest sollten die Angaben richtungssicher sein in der Hinsicht, dass Armaturen mit gekennzeichnetem höherem Verbrauch auch in der Praxis einen höheren Verbrauch aufweisen.
- Es sollte eine Angabe vorhanden sein, die Verbraucher/innen erlaubt, die absoluten (Wasser- und / oder Energie-)verbräuche verschiedener Armaturen zu vergleichen und nicht nur deren Energieeffizienz. Dies erlaubt, die „Kosten“ von Komfortfunktionen zu erkennen und Rebound zu vermeiden.

Daraus leiten sich die folgenden Gestaltungsempfehlungen ab:

- Erfolgt die Klassifizierung auf Basis des Wasserdurchflusses, so könnte die Gesamtskala bzw. das Label dennoch mit „Energie“ betitelt werden, da Wasserdurchfluss und Energieverbrauch ja grundsätzlich proportional sind. Die einzelnen Balken sollten dann aber nicht mit Werten für den Wasserdurchfluss (l/min.) beschriftet werden, um Verwirrung zu vermeiden.
- Erfolgt die Klassifizierung (für Warmwasserarmaturen) auf Basis der benötigten physikalischen Energie, dann ist die Skalenbezeichnung „Energie“ noch angemessener. Eine numerische Angabe bei den einzelnen Balken sollte nicht gemacht werden, da sie für Verbraucher/innen nicht verständlich sein dürfte.
- Erfolgt die Klassifizierung auf Basis eines Energieeffizienzindex, so sollten die einzelnen Balken aus demselben Grund ebenfalls nicht bezeichnet werden.
- Sehr sinnvoll ist eine numerische Angabe, die den Vergleich des absoluten Verbrauchs zwischen verschiedenen Armaturen erlaubt. Hier wäre die Durchflussmenge in l/min am geeignetsten, da Jahresenergie- oder -wasserverbräuche zu wenig Praxisbezug haben. Richtungssicher in Bezug auf Energie ist diese Angabe allerdings nur dann, wenn ausschließlich Armaturen gekennzeichnet werden, die bestimmungsgemäß Warmwasser liefern.

### Zusatzkriterien und Zusatzangaben

Bestimmte Zusatzkriterien für eine Kennzeichnung können sinnvoll sein, etwa die Erfüllung der relevanten europäischen Normen für Sanitärwaren, oder bei einem durchflussmengenbasierten Label eine Mindestdurchflussmenge.

Ein wichtiges Element einer Energiekennzeichnung wäre eine Angabe, ob die Armatur für **Niederdrucksysteme** geeignet ist.

Mit weiteren zusätzlichen Icons sollte aufgrund von Problemen mit dem Verbraucherverständnis und der Überladung des Labels sparsam umgegangen werden. Statt der Kennzeichnung verschiedener Energiesparfunktionen mittels Icons könnte ein besserer Weg sein, diese mit Hilfe von Bonus- und Malusregeln in die Berechnung der Klassifikation einzubeziehen. Die Ausgestaltung dessen müsste jedoch noch diskutiert werden, um Schlupflöcher zu vermeiden. Komfortfunktionen sollten nicht gekennzeichnet werden; es steht den Unternehmen frei, diese zu bewerben.

### Empfehlung: Abgestufte Paketlösung

Eine zeitlich abgestuften „Paketlösung“ ermöglicht eine optimale Ausschöpfung der möglichen Einsparungen bei gleichzeitiger Minimierung der Akzeptanzprobleme. Eine mögliche und sinnvolle Sofortmaßnahme wäre eine **Ressourceneffizienzkenzeichnung** mit einer Einstufung nach Durchflussraten oder ggf. nach darauf basierenden Energieverbräuchen (dies allerdings nur bei Warmwasser-Armaturen; zudem sollten die berechneten Energieverbräuche nicht numerisch auf dem Label erscheinen). Auf diese Weise kann sofort mit der Kennzeichnung begonnen werden. Die oben genannten Ausgestaltungs-kriterien sollten berücksichtigt werden. Kombiniert werden könnte das Label mit einer Anforderung an einen Mindestdurchfluss oder es könnten Bonus-/Malusregelungen einbezogen werden, um zu vermeiden, dass Produkte eine gute Kennzeichnung mittels sehr schlechter Funktion erkaufen.

Parallel können einer ersten Stufe ausgewählte **generische und spezifische Ökodesign-Anforderungen** mit hohem Einsparpotenzial, hoher Akzeptanz und geringen Kosten eingeführt werden, die nicht auf spezielle Messmethoden angewiesen sind. Kandidaten wären die generische Anforderung an Wasserhähne, Kaltwasser in Neutralstellung zu liefern und spezifische Anforderungen an Selbstschluss- und Sensorarmaturen bezüglich der Begrenzung der Nachlaufzeiten bzw. -wassermengen.

Zugleich kann ein Normungsmandat erteilt und mit der Entwicklung **harmonisierter Normen** begonnen werden, um Definitionen von Funktionen und Aktivitäten und einen darauf basierenden **Energieeffizienzindex** zu entwickeln. Dies dient als vorbereitende Arbeit für die Definition **weiterer spezifischer Ökodesign-Anforderungen**, die in späteren Stufen eingeführt werden. Ökodesign-Anforderungen könnten ggf. auf Duschen beschränkt werden, da diese den größten Teil des Einsparpotenzials beisteuern. Zu diskutieren wäre, ob dies gleichzeitig aus Konsistenzgründen einen Systemwechsel beim Label mit sich bringen sollte und wie schwierig ein solch späterer Systemwechsel wäre.

Wenn Industrieverbände eine Pflichtkennzeichnung ablehnen, so liegt die „Bringschuld“ bei ihnen. Sie müssen demonstrieren, dass mit den existierenden oder neu zu konzipierenden freiwilligen Labeln der weit überwiegende Teil der am Markt angebotenen Produkte einheitlich und vergleichbar gekennzeichnet werden kann, dass eine ausreichende Spreizung der Klassen vorhanden ist und dass dies auch für den Verbraucher auf dem Produkt oder im Onlineshop sichtbar wird. Zudem sollten Kontrollmechanismen verlangt werden. Konkurrierende Label sollten nicht möglich sein, so dass die beiden in Deutschland verwendeten Systeme (WELL und EWL) eine Einigung herbeiführen müssten. Zu prüfen wäre, ob diesbezüglich eine Vereinbarung getroffen werden kann. Da freiwillige Vereinbarungen unter der Energiekennzeichnungs-Richtlinie nicht möglich sind, könnte rechtlich geprüft werden, ob eine solche Vereinbarung (insbesondere wenn sie sich auf die Ressource Wasser bezieht) unter der Ökodesign-Richtlinie möglich wäre, etwa unter Berufung auf mögliche Informationsanforderungen.

### 3.7.6 Politikoptionen für Deutschland

#### 3.7.6.1 Engagement auf EU-Ebene

Eine Regelung auf EU-Ebene ist zu bevorzugen, da sie die größten Einsparungen erbringt und einen einheitlichen Binnenmarkt erlaubt. Daher empfehlen wir, dass Deutschland sich bei der Wiederaufnahme des Prozesses für eine **anspruchsvolle EU-Regelung** einsetzt. Sie sollte sich aus den oben skizzierten Bausteinen „Verpflichtende Ressourceneffizienzzeichnung auf Basis der Durchflussmenge oder rechnerischem Energieverbrauch“, „sofort umsetzbare Ökodesign-Anforderungen“ und „Normungsmandat zur Bestimmung eines Energieeffizienzindex als Vorbereitung für weitere spezifische Ökodesign-Anforderungen“ zusammensetzen.

#### 3.7.6.2 Möglichkeiten auf nationaler Ebene

Zeichnet sich auf EU-Ebene keine Chance auf eine schnelle und anspruchsvolle Regulierung ab, könnte auf nationaler Ebene mit gutem Beispiel vorangegangen werden. Handlungsoptionen wären:

- **Industrievereinbarung** auf nationaler Ebene, in der sich wichtige Hersteller oder Industrieverbände zur Umsetzung einer freiwilligen Kennzeichnung verpflichten, die die oben skizzierten Kriterien erfüllt;
- Einführung eines **verpflichtenden nationalen Labels** entsprechend den oben für das EU-Label skizzierten Kriterien;
- flankierend: Integration des Themas in **sämtliche Energieberatungsangebote**, z. B. bei Verbraucherzentralen und Klimaagenturen (wurde hier nicht näher untersucht).

## **3.8 Beleuchtung: Auswirkungen von Rebound-Effekten und gesellschaftlichen Trends auf den Energieverbrauch sowie Möglichkeiten der Adressierung durch politische Instrumente**

In Wissenschaft und interessierter Fachöffentlichkeit wird in den vergangenen Jahren zunehmend über Rebound-Effekte und ihre Auswirkungen auf Energieeinsparungen diskutiert. Wie groß die Auswirkungen dieser Effekte sind und wie sie sich begrenzen lassen, ist umstritten bzw. noch kaum untersucht. Zudem gibt es weitere Einflussfaktoren auf den Energieverbrauch, die es zu beachten gilt um dauerhafte, absolute Energieeinsparungen zu erreichen.

In diesem Kapitel wird zunächst die Bedeutung der Beleuchtung für den Endenergieverbrauch Strom in Deutschland sowie den jeweiligen Verbrauchssektoren eingeordnet. Darauf folgend wird der aktuelle Stand der angestrebten Energieeffizienzsteigerung, die diesbezügliche Regulierung sowie die Marktdurchdringung energieeffizienter LED-Lampen in Europa und Deutschland dargestellt. Im dritten Abschnitt werden die Bedeutung von Energieeffizienzsteigerungen für angestrebte absolute Einsparungen des Endenergieverbrauchs kritisch beleuchtet und weitere Einflussfaktoren auf den Stromverbrauch vorgestellt. Von diesen werden im vierten Abschnitt Rebound-Effekte sowie die beiden gesellschaftlichen Trends „kleinere Haushalte“ und „Digitalisierung“ mit Blick auf Beleuchtung in privaten Haushalten näher untersucht. Die möglichen Auswirkungen auf den Stromverbrauch für Beleuchtung werden abgeschätzt. In der Vergangenheit gingen Energieeffizienzsteigerungen zumeist mit einer Ausweitung der Inanspruchnahme von Beleuchtung einher. Daher werden im letzten Abschnitt Handlungsempfehlungen zur Eingrenzung der verbrauchssteigernden Wirkung der untersuchten Faktoren aufgezeigt. Diese dienen dazu, das durch die Effizienzsteigerung der LED-Lampen mögliche Einsparpotenzial zu maximieren.

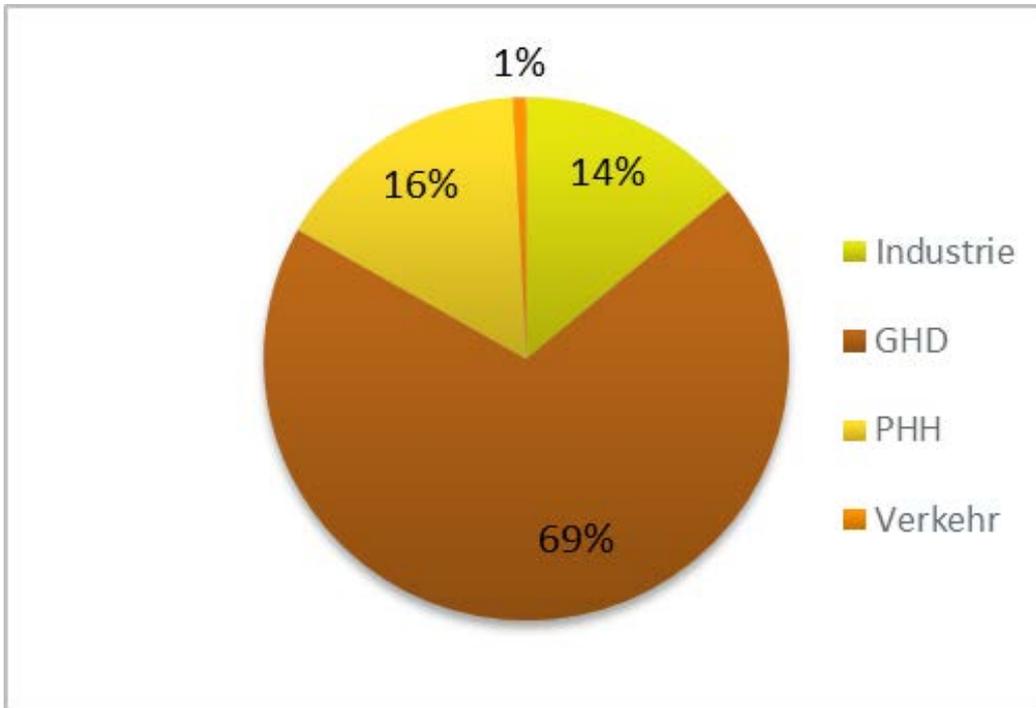
### **3.8.1 Energieverbrauch und Energieeffizienz der Beleuchtung**

#### **3.8.1.1 Energieverbrauch der Beleuchtung nach Sektoren**

Auf Beleuchtung entfiel für das Jahr 2014 ein Anteil von etwa 16 % des gesamten Endenergieverbrauchs Strom in Deutschland. Dies entspricht ca. 490 TWh. Die Sektoren mit den größten Anteilen hieran sind Gewerbe, Handel und Dienstleistungen (GHD), gefolgt von privaten Haushalten und Industrie. Der Verkehrssektor ist für den Beleuchtungsstromverbrauch kaum relevant.

Der höchste Stromverbrauch für Beleuchtung entsteht im Sektor GHD: hier fließen 52,4 TWh Strom in die Beleuchtung. Mit einem Anteil von fast 42 % am Gesamtstromverbrauch des Sektors ist die Beleuchtung die wichtigste Stromanwendung im GHD-Bereich.

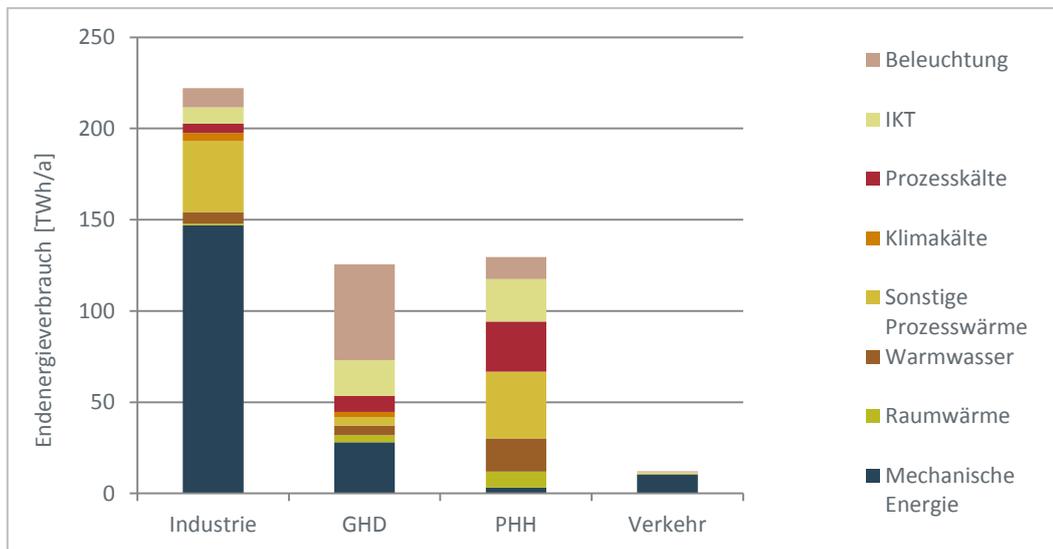
Abbildung 3.17 Anteile der Sektoren am Gesamtstromverbrauch für Beleuchtung



Quelle: Eigene Darstellung, Datenquelle: BMWi (2016)

Mit deutlichem Abstand folgt der Haushaltssektor (s. Abbildung 3.17), der 12,1 TWh seines Strom für die Beleuchtung verbraucht, was 10 % des Gesamtstromverbrauchs der Haushalte entspricht (ebd.). Im Sektor Industrie ist der Anteil der Beleuchtung mit 10,5 TWh relativ gering (14 % am gesamten Stromverbrauch für Beleuchtung). Im Verkehr hingegen entfällt nur ein sehr geringer Teil des Stromverbrauchs auf die Beleuchtung. In Abbildung 3.18 sind die Gesamtstromverbräuche nach Sektoren dargestellt (ebd.). Es zeigt sich damit, dass in der Diskussion um Energieeinsparungen im Bereich der Beleuchtung weit mehr auf den Sektor GHD als auf die privaten Haushalte abgestellt werden sollte.

Abbildung 3.18 Endenergieverbrauch Strom nach Sektoren und Anwendungsbereichen im Jahr 2014



Quelle: Eigene Darstellung, Datenquelle: BMWi (2016)

### 3.8.1.2 Energieeffizienz und Regulierungen von Lampen

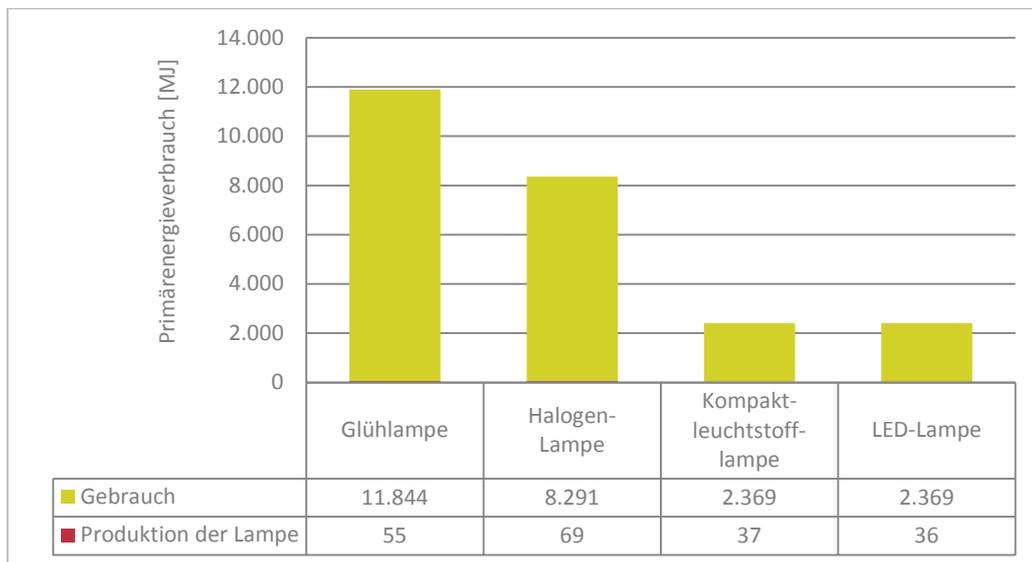
Das Thema energieeffiziente Beleuchtung wird häufig öffentlichkeitswirksam diskutiert, in den vergangenen Jahren insbesondere mit Bezug auf die Mindestenergieeffizienz-Anforderungen der Ökodesign-Richtlinie<sup>1</sup>. Hierbei standen vor allem die privaten Haushalte im Vordergrund – obwohl wie gezeigt der Stromverbrauch für Beleuchtung des GHD-Sektors weitaus bedeutender ist. In der öffentlichen Debatte stand das Thema insbesondere wegen bestimmten Charakteristika verschiedener Lampentypen. Weniger im Fokus dagegen war die von der EU mit der Regulierung intendierte Steigerung der Energieeffizienz mit dem Ziel von Endenergieeinsparungen.

Die Energieeffizienz von Lampen, derzeit definiert als Lichtausbeute<sup>2</sup>, wird angegeben als Lichtstrom [Lumen] pro Leistung [Watt]. Liegt die Lichtausbeute für eine Kerze bei 0,02 bis 0,22 lm/W, so hat sich diese durch die Erfindung der Glühlampe auf 10 bis 30 lm/W verbessert. Zunächst mit der Leuchtstoff- und Kompaktleuchtstofflampe (KLL) und anschließend mit der LED-Lampe wurde eine weitere Effizienzsteigerung um den Faktor 6 bis 10 auf 60 bis 100 lm/W erreicht (Dena 2013; US Department of Energy 2012).

<sup>1</sup> Allgemein wurde von einem Glühlampen-Verbot gesprochen, was jedoch nicht exakt zutrifft, da es sich um Mindestenergieeffizienz-Anforderungen handelte, die faktisch zu einem Glühlampenverbot führten, da diese die Anforderungen nicht erfüllen konnten.

<sup>2</sup> An der Sinnhaftigkeit dieser Gleichsetzung von Energieeffizienz und Lichtausbeute gibt es von verschiedenen Seiten Zweifel, die diesem Papier jedoch nicht eingehender behandelt werden können. Daher wird im Folgenden auch weiterhin die momentan gültige Definition übernommen (Mordziol 2016, persönl. Kommunikation, September 2016).

Abbildung 3.19 Kumulierter Primärenergieverbrauch für unterschiedliche Lampentypen bei 25.000 h Leuchtdauer und etwa gleichem Lichtstrom

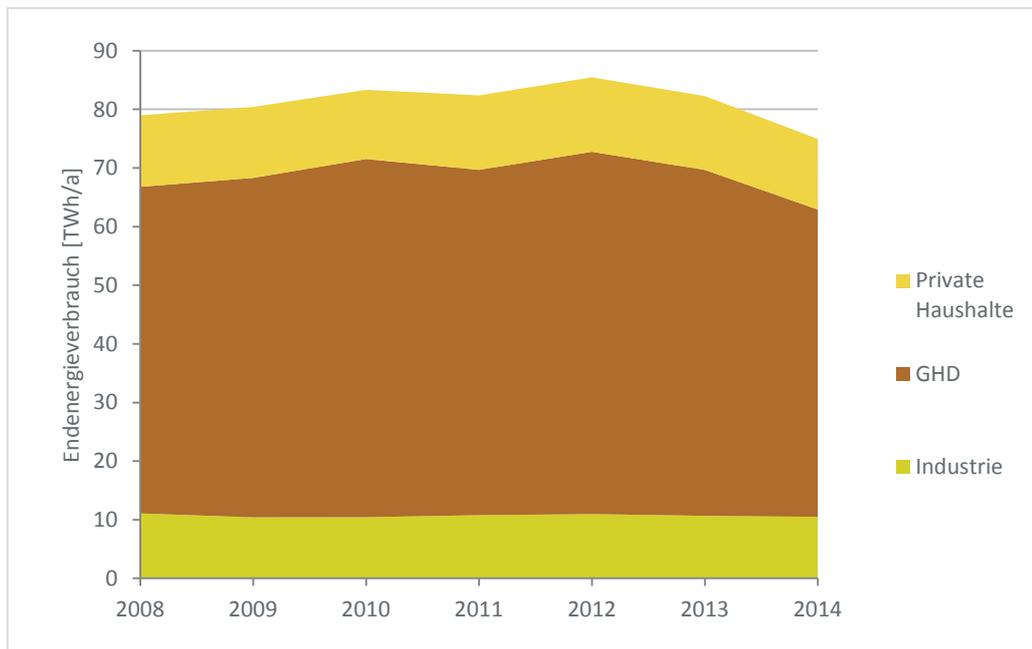


Quelle: Eigene Darstellung, Datenquelle: Osram (2016); zu ähnlichen Ergebnissen kommen Meta-Studien von US Department of Energy (2012) und Tähkämö et al. (2014)

Wie Abbildung 3.19 zeigt, hat sich durch die Technologiesprünge in der Beleuchtungstechnik der Primärenergieverbrauch pro Lampe für eine gegebene Leuchtdauer stark verringert. Der Energieverbrauch fällt dabei fast ausschließlich in der Nutzungsphase einer Lampe an. Durch die Verbesserung der Energieeffizienz von Lampen in den vergangenen zwei Jahrzehnten konnte somit der Primärenergieverbrauch pro Lampe signifikant gesenkt werden.

Von weiter verschärften Mindestenergieeffizienz-Standards, die zu einem Phase-Out der Glühlampen führten, und einer Marktdurchdringung von LED-Lampen, wird erwartet, dass sich der Energieverbrauch durch Beleuchtung auf einen Bruchteil des heutigen verringert. Es wird davon ausgegangen, dass EU-weit bis zum Jahr 2020 eine Endenergieeinsparung von bis zu 70 TWh/a erreicht werden kann (dena 2014). Internationale Studien wie (IEA 2015) deuten allerdings darauf hin, dass die Einspareffekte deutlich geringer ausfallen als erhofft. Und auch in Deutschland hat sich der Stromverbrauch für Beleuchtung bisher nur leicht verringert (siehe Abbildung 3.20).

Abbildung 3.20 Endenergieverbrauch für Beleuchtung in Deutschland nach Sektoren



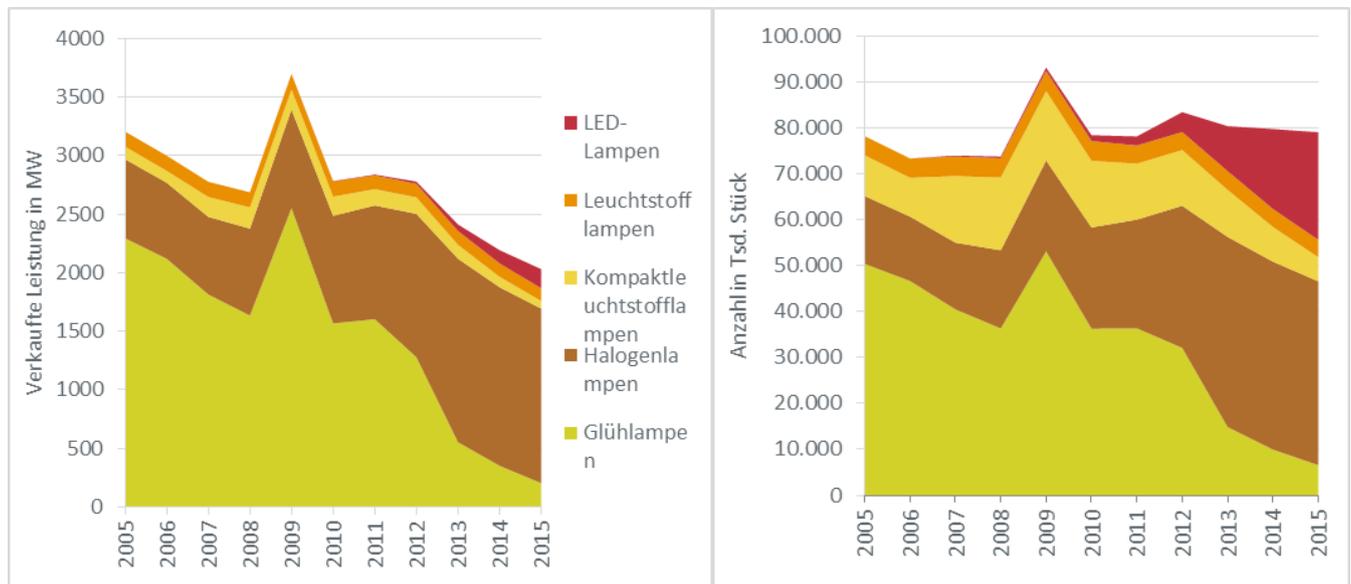
Quelle: Eigene Darstellung, Datenquelle: BMWi (2016)

Anders als erhofft ist vor allem die Halogenlampe zum Ersatz der Glühlampe geworden: ihre Verkaufszahlen stiegen zwischen 2007 und 2013 rapide an (477 % Steigerung, DEA 2015). Dadurch wurden die erwarteten absoluten Energieeinsparungen stark gebremst. Dies ist insbesondere darauf zurückzuführen, dass die beiden energieeffizienteren Alternativen KLLs und LED-Lampen jeweils mit Problemen zu kämpfen hatten. Die LED-Lampen stellten zur Zeit des Inkrafttretens der ersten Ökodesign-Durchführungsmaßnahme für Beleuchtung noch keinen technisch und finanziell adäquaten Ersatz für die Glühlampe dar. Die KLLs kamen insbesondere wegen der Aufwärmphase, die dazu führt, dass die Helligkeit nur langsam zunimmt, der Farbtemperatur sowie der Quecksilberproblematik bei Bruch oder Entsorgung der Lampen verstärkt in Kritik.

Mittlerweile können LED-Lampen jedoch im Gegensatz zur „ungeliebten“ Kompaktleuchtstofflampe praktisch alle Beleuchtungsbedürfnisse erfüllen. Zwar haben sich auch die KLLs technisch verbessert, die Quecksilberproblematik bleibt jedoch bestehen. Aus diesem Grund und wegen der größeren Entwicklungspotenziale von LED-Lampen werden KLLs in diesem Papier nicht mehr als Substitutionsoption für Glühlampen betrachtet.

Die Verkaufszahlen von LED-Lampen haben sich wegen sinkender Preise sowie dem Angebots eines vollwertigen Ersatzes zur Glühlampe in Deutschland in den vergangenen Jahren dynamisch entwickelt (siehe Abbildung 3.21 links). Die Halogenlampen dominieren jedoch noch immer die verkaufte Lampenleistung in Deutschland (siehe Abbildung 3.21 rechts). Damit haben diese weiterhin einen großen Einfluss auf den Stromverbrauch durch Beleuchtung. Die positive Marktentwicklung der LED-Lampen hätte durch ein schnelleres Phase-Out der Halogen-Lampen verstärkt werden können (IEA 2015).

Abbildung 3.21 Verkaufte Lampen und Verkaufte Lampenleistung [MW] nach Technologie in Deutschland zwischen 2005 und 2015



Quelle: GfK (2016)

Für ein schnelleres Phase-Out der Halogenlampen hätte auch die Preisentwicklung gesprochen. Die Preise für LED-Lampen haben sich in den vergangenen Jahren stärker reduziert als zuvor angenommen (DEA 2015). Schon heute sind LED-Lampen zu Preisen auf dem Markt, die erst für 2020 bis 2025 prognostiziert wurden. Daneben haben große Händler wie IKEA und Erco für 2016 angekündigt, ihre komplette Lampen-Produktpalette auf LED-Lampen umzustellen (ebd., S. 8). Dennoch haben die EU-Mitgliedstaaten entschieden, das Phase-Out von Halogen-Lampen<sup>1</sup> um zwei Jahre zum 1. September 2018 zu verschieben.<sup>2</sup>

Weiterhin bestehen damit große Potenziale für Energieeinsparungen durch Energieeffizienzverbesserungen im Bereich Beleuchtung. Diese dürften sich in den kommenden Jahren deutlicher zeigen, sobald es zu einer stärkeren Marktdurchdringung von LED-Lampen kommt. Deren dynamische Entwicklung wird durch die relativ kurze Lebensdauer von zwei bis drei Jahren von Glüh- und Halogenlampen begünstigt.

### 3.8.2 Energieeinsparung und Energieeffizienz

Nicht nur im Bereich Beleuchtung ist die Steigerung der Energieeffizienz ein wichtiges Thema. Die Bundesregierung und die Europäische Union (EU) verfolgen das Ziel, den absoluten Primärenergieverbrauch bis 2020 um 20 % zu senken. Dies soll insbesondere durch eine Steigerung der Energieeffizienz erreicht werden.

Diese Entwicklung zeigt sich deutlich in Abbildung 3.22, bezogen auf die Gesamtwirtschaft. So hat sich die Energieproduktivität der deutschen Wirtschaft seit 1990 um 56,2 % verbes-

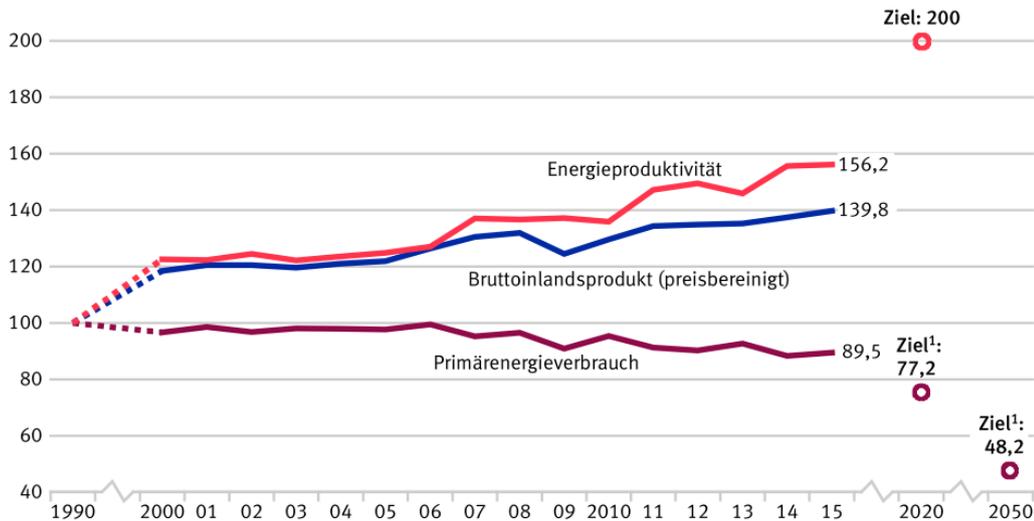
<sup>1</sup> R7s-Halogenglühlampen sind hiervon nicht betroffen, ebenso Halogenlühlampen mit einer Spannung < 230 V.

<sup>2</sup> S. dazu <https://ec.europa.eu/energy/en/news/phase-out-inefficient-lamps-postponed-1-september-2018>

sert. Das entspricht einer Steigerungsrate von ca. 1,8 % pro Jahr. Jedoch zeigt sich auch, dass sich der Primärenergieverbrauch im gleichen Zeitraum nur um 10,5 % verringert hat (Statistisches Bundesamt 2016).

Abbildung 3.22 Energieproduktivität, Bruttoinlandsprodukt und Primärenergieverbrauch in Deutschland 1990 bis 2015

**Energieproduktivität und Wirtschaftswachstum**  
1990 = 100



1 Das Ziel entspricht einer Senkung des Primärenergieverbrauchs um 20 % gegenüber 2008 (77,2) in 2020 bzw. um 50 % gegenüber 2008 (48,2) in 2050 (Energiekonzept).

Quelle: Statistisches Bundesamt, Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen e. V.

Quelle: Statistisches Bundesamt (2016)

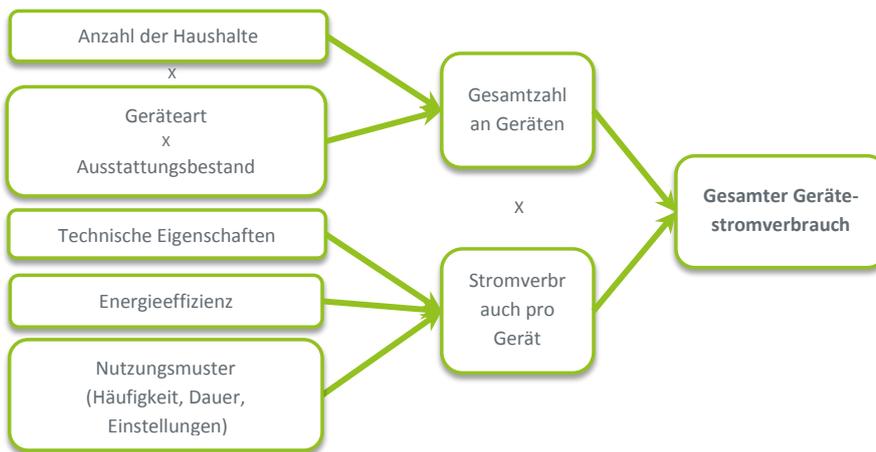
Im Bereich der privaten Haushalte ist ein ähnliches Phänomen zu beobachten. So hat sich die Energieeffizienz von Haushaltsgeräten durch die Rahmenrichtlinie 2010/30/EU zur Kennzeichnung des Energieverbrauchs und die Ökodesign-Richtlinien 2005/32/EG und 2009/125/EG der Europäischen Union (EU) deutlich verbessert. Bei Wäschetrocknern, Kühl- und Gefriergeräten verbesserte sich die Energieeffizienz um bis zu 70 % zwischen 1996 und 2011 (Witte 2012). Dennoch stieg der Stromverbrauch der privaten Haushalte zwischen 1990 und 2014 um knapp 11 % auf 129,7 TWh/a. Seit dem Höhepunkt des Stromverbrauchs im Jahr 2010 mit 141 TWh/a ist jedoch ein rückläufiger Trend festzustellen (BDEW 2015).

**Energieeffizienz führt nicht notwendigerweise zu Energieeinsparungen**

Eine Steigerung der Energieeffizienz geht somit nicht zwangsläufig mit einem geringeren Endenergieverbrauch einher. Energieeffizienz stellt ein relatives Maß dar; sie bezeichnet das Verhältnis von Input (Energie) und Output (Energiedienstleistung). Bleibt der Output konstant oder wächst er langsamer als die Effizienz, dann führen Steigerungen der Energieeffizienz zu einer Senkung des Energieverbrauchs. Wenn jedoch der Output schneller steigt als die Effizienz, oder wenn der Input für andere Anwendungen vermehrt genutzt wird, entfallen die Einsparungen. Dieser Zusammenhang und die weiteren Einflussgrößen werden exemplarisch für den gesamten Gerätestromverbrauch in Abbildung 3.23 dargestellt. Hier ist zu sehen, wie parallel zu Energieeffizienzsteigerungen weitere Effekte auftreten können, die verbrauchssteigernd wirken. Wohlstandsgewinne, in Form eines Anstiegs des Durchschnittseinkommens, können sich etwa durch eine Steigerung des Ausstattungs-

bestands zeigen. Neue technische Entwicklungen und gesellschaftliche Trends wie die Digitalisierung führen dazu, dass sich technische Eigenschaften von Geräten verändern. Sie sind nun beispielsweise über Funknetzwerke miteinander verbunden und steuerbar. Durch Neuentwicklungen kann die Anzahl verschiedener Geräte in einem Haushalt ansteigen.

Abbildung 3.23 Einflussgrößen auf den Gesamtgerätestromverbrauch



Quelle: Brischke et al. (2015), eigene Überarbeitung

Ein weiterer gesellschaftlicher Trend zu kleineren Haushalten und damit einer größeren Anzahl an Haushalten führt dazu, dass gesamtwirtschaftlich gesehen mehr Geräte benötigt werden. Es ist jedoch für jedes Gerät einzeln zu prüfen, in wie weit es hierdurch zu längeren Nutzungszeiten und damit einer Steigerung des Stromverbrauchs kommt. In der Regel werden Geräte in größeren Haushalten gemeinsam genutzt, weshalb der Pro-Kopf-Stromverbrauch mit steigender Haushaltsgröße abnimmt (BDEW 2014). Ein weiteres Phänomen, das den Einspareffekt reduziert, ist der in den vergangenen Jahren verstärkt diskutierte *Rebound-Effekt* (Umweltbundesamt 2015; Santarius 2012). Ein Rebound-Effekt beschreibt die durch eine Energieeffizienzsteigerung hervorgerufene oder zumindest ermöglichte Verminderung der durch eben diese Steigerung erwarteten Energieeinsparung. Dieser Effekt wird durch psychologische, ökonomische, technologische oder andere systemische Reaktionen auf die Effizienzsteigerung hervorgerufen. Der (direkte) Rebound-Effekt kann sich beispielsweise durch Änderungen in *Nutzungsmustern* ausdrücken. Insgesamt können zwischen drei Arten von Rebound-Effekten unterschieden werden:

- 1. Direkter Rebound Effekt** – Steigerung der Nachfrage nach einem Gut oder einer Dienstleistung, nachdem die Energieeffizienz seiner Herstellung gestiegen ist. Beispiel: Effiziente Lampen werden wegen ihres geringeren Energieverbrauchs länger eingeschaltet gelassen oder Räume werden heller beleuchtet.
- 2. Indirekter Rebound-Effekt** – durch eine Energieeffizienzsteigerung eines Produktes entsteht eine erhöhte Nachfrage nach anderen Gütern oder Dienstleistungen. Diese erhöhte Nachfrage ergibt sich aus der mit der Energieeffizienzsteigerung freigewordenen Kaufkraft, Zeit oder anderen freigewordenen Ressourcen. Beispiel: Effiziente Lampen führen zu sinkenden Stromkosten. Dieses Geld wird nun für die Anschaffung eines zusätzlichen Fernsehgeräts verwendet.

**3. Makroökonomischer Rebound-Effekt** - Kumulierte Effekte von Energieeffizienzsteigerungen führen zu Preisänderungen, veränderten Anreizen o. ä. in großen Teilen der Wirtschaft. Beispiel: Wenn sich spritsparende Autos durchsetzen und dadurch insgesamt weniger Benzin verbraucht wird, sinkt der Preis für Mineralölprodukte und diese können in anderen Bereichen intensiver konsumiert werden.

Sollen Energieeinsparungen zielsicher erreicht werden, reicht damit eine Fokussierung auf die Energieeffizienz nicht aus. Es müssen alle Einflussfaktoren in den Blick genommen und auf ihr verbrauchssteigerndes bzw. -reduzierendes Potenzial hin untersucht werden.

### **3.8.3 Analyse weiterer Einflussfaktoren auf den Energieverbrauch**

#### **3.8.3.1 Historische Entwicklung der Beleuchtung**

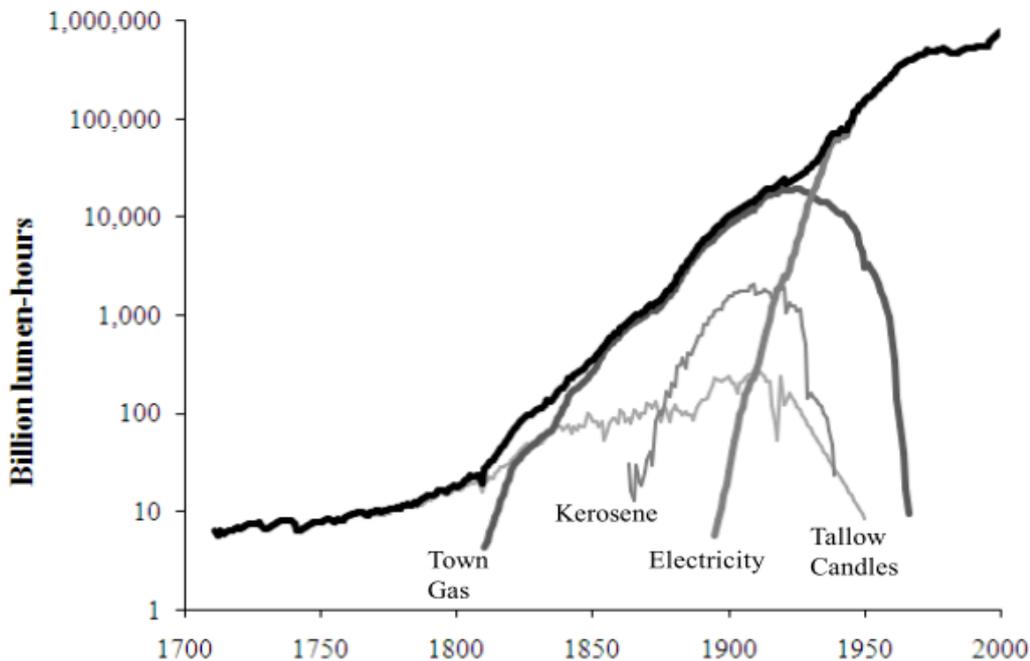
Eine Berücksichtigung aller wesentlichen Einflussfaktoren auf den (Beleuchtungs-) Endenergieverbrauch ist essentiell, um geplante Einsparungen zu erreichen. Dies verdeutlicht sehr eindrücklich ein Blick in die Vergangenheit.

Zwischen 1700 und 2000 verbesserte sich die Energieeffizienz der Beleuchtung von der Kerze zur massenproduzierten Glühlampe drastisch. Der Realpreis für Licht verringerte sich in Folge dessen um das 3000-fache. So kam es durch die Effizienzsteigerungen und damit verbundenen Realpreissenkungen zu einer massiven Ausweitung der Inanspruchnahme der Beleuchtungsleistung. Die Beleuchtungsdauer stieg an, ebenso die Beleuchtungsstärke sowie die beleuchteten Flächen: dadurch wuchs die Beleuchtungsleistung insgesamt bis zum Jahr 2000 um das 40.000-fache (siehe Abbildung 3.24) (Fouquet und Pearson 2012, 2006)<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> Die Studien von Fouquet und Pearson untersuchten die Beleuchtung in England. Die Zahlen beziehen sich folglich auf die Entwicklung im genannten Zeitraum in England.

Abbildung 3.24 Lichtkonsum in Mrd. Lumen-Stunden nach verschiedenen Energiequellen in Großbritannien zwischen 1700 und 2000



Quelle: Fouquet und Pearson (2012)

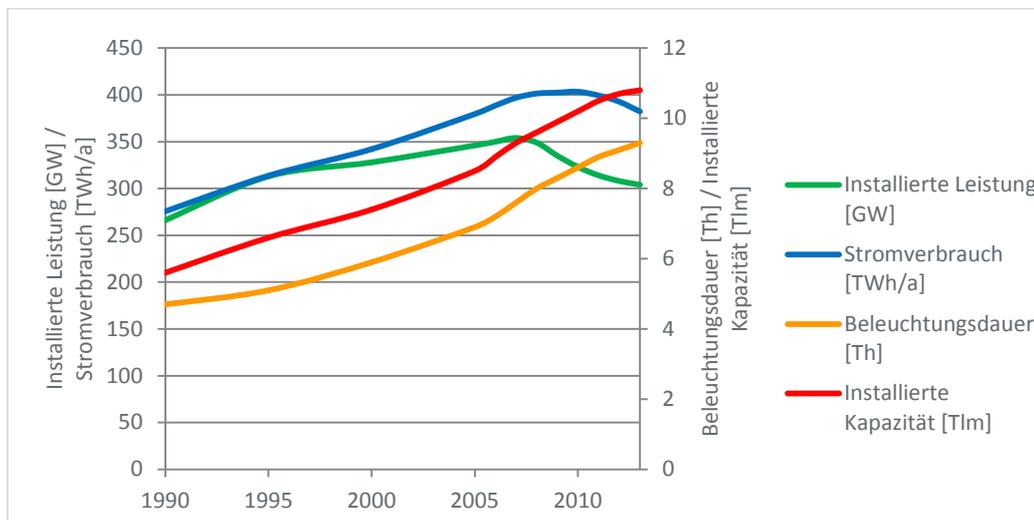
Aus ihrer Studie folgern Fouquet und Pearson: Die Umstellung der Beleuchtung auf LEDs werde langfristig den globalen Energieverbrauch für Beleuchtung kaum reduzieren – zu stark seien die gegenläufigen Effekte durch Einkommenszuwächse und eine Ausweitung der Beleuchtungsleistung. Weitere Studien wie jene von Tsao et al. (2010) sowie Hicks und Theis (2014) bestätigen diese Einschätzung: anfängliche Einsparungen vermindern sich langfristig zu großen Teilen durch eine höhere Inanspruchnahme an Beleuchtungsleistung.

### Trends der vergangenen 20 Jahre bestätigen historische Studien

Die ersten beiden Studien wurden von verschiedenen Seiten u. a. wegen ihrer Datengrundlage kritisiert (Saunders und Tsao 2012; Jenkins 2015). Doch auch genauere Daten für die EU für ein kürzeres Zeitfenster von 1990 bis 2013 zeigen, dass ein Trend zu einer weiteren Ausweitung der Beleuchtung besteht (Kemna und Lemeire 2015a). So hat sich die installierte Beleuchtungskapazität sich von 1990 bis 2013 von 5,6 Tlm auf 10,8 Tlm fast verdoppelt. Ebenfalls verdoppelt haben sich die Betriebszeiten von 4,7 Th auf 9,3 Th. Durch Effizienzgewinne reduzierten sich jedoch die installierte Leistung und der Energieverbrauch in den vergangenen Jahren leicht – verglichen mit 1990 ist dennoch ein Anstieg zu verzeichnen<sup>1</sup> (siehe Abbildung 3.25). Setzt sich der Trend zu einer weiteren Ausweitung der Beleuchtungsleistung fort, wird folglich der Stromverbrauch für Beleuchtung auch bei einem vollständigen Umstieg auf LED-Lampen erheblich weniger sinken als bei einem reinen Austausch von Lampen.

<sup>1</sup> Beleuchtungsleistung: 266 GW (1990), 354 GW (2007), 304 GW (2013); Energieverbrauch: 276 TWh (1990), 397 TWh (2007), 382 TWh (2013)

Abbildung 3.25 Beleuchtung in der EU für alle Sektoren, linke vertikale Achse für installierte Leistung und Stromverbrauch, rechte vertikale Achse für Beleuchtungsdauer und installierte Kapazität



Quelle: Kemna und Lemeire (2015b), eigene Darstellung

### 3.8.3.2 Rebound-Effekte und gesellschaftliche Trends

Um das Einsparpotential durch Energieeffizienzsteigerungen einschätzen zu können, ist es notwendig, die Treiber für einen weiteren Anstieg des Stromverbrauchs näher zu untersuchen. Als mögliche Haupttreiber für die Minderung der Energieeinsparungen von Energieeffizienzverbesserungen werden hier direkte Rebound-Effekte und die gesellschaftlichen Trends der Verkleinerung der Haushaltsgröße sowie der Digitalisierung näher betrachtet.

Einige Einflussfaktoren können wegen nicht vorhandenen Daten nicht weiter untersucht werden. Indirekte und makroökonomische Rebound-Effekte sind schwer quantifizierbar. Weitere Effekte wie allgemeine Einkommenszuwächse und weiteres Wirtschaftswachstum (in Form einer Steigerung des Bruttoinlandsprodukts BIP) sind in dieser Betrachtung ebenfalls ausgeklammert. Deren Bedeutung sollte jedoch nicht aus dem Blick geraten: wie Jackson (2011) zeigt, ist es fraglich, ob es bei weiterem wirtschaftlichen Wachstum durch alleinige Energieeffizienzsteigerung zu nennenswerten, geplanten und auch aus ökologischen Erfordernissen notwendigen Energieeinsparungen kommen kann.

Die folgende Untersuchung wird mit Fokus auf private Haushalte durchgeführt. Der wesentlich bedeutendere GHD-Sektor muss hier aus drei Gründen weitgehend ausgeklammert werden. Zum einen sind für diesen Sektor kaum genauere Daten zu finden. In der einzig verfügbaren umfangreichen Studie zum Energieverbrauch des GHD-Sektors in Deutschland (Schloman et al. 2014) wurde die Veränderung der Anteile der verwendeten Lampentypen über vier Jahre hinweg präsentiert. Eine Darstellung der Trends zu Brenndauer und installierten Beleuchtungskapazitäten, die für eine Untersuchung zu direkten Rebound-Effekten notwendig wäre, ist hier allerdings nicht zu finden. Zweitens sind bisher kaum Arbeiten zu Rebound-Effekten für den GHD-Sektor sowie generell auf Unternehmensebene zu finden. Und zuletzt ist festzustellen, dass sich die ausgewählten gesellschaftlichen Trends im Sektor der Privaten Haushalte nicht analog auf den GHD-Sektor übertragen lassen. Eine weitere Untersuchung könnte hier zunächst Trends in der Beleuchtung im GHD-Sektor identifizieren und im Anschluss näher empirisch untersuchen.

## Direkte Rebound-Effekte I: Nutzungszeitverlängerung und Ausweitung der Energiedienstleistung

Direkte Rebound-Effekte im Bereich der Beleuchtung sind bei einem einfachen Ersatz ineffizienter Lampen durch effizientere als gering anzunehmen. Sie können in diesem Fall insbesondere aus zwei Gründen hervorgerufen werden:

### 1. Direkter Rebound-Effekt durch Nutzungszeitverlängerung

Durch die Anwendung von LED-Lampen kann bei Verbrauchern der Eindruck entstehen, dass es aufgrund der hohen Effizienz der Lampen für den Stromverbrauch nicht mehr relevant sei, diese beim Verlassen des Raumes auszuschalten.

### 2. Direkter Rebound-Effekt durch direkte Ausweitung der Energiedienstleistung

Durch die Nutzung von effizienten LED-Lampen könnten Verbraucher stimuliert werden, mehr oder hellere Lampen als zuvor in ihren Wohnungen zu installieren, da der resultierende Stromverbrauch noch immer geringer ist als mit den zuvor verwendeten Lampen.

In einer Studie untersuchten Schleich et al. (2014b) die direkten Rebound-Effekte durch eine Umstellung auf Kompaktleuchtstofflampen oder LED-Lampen mit einer repräsentativen Umfrage unter mehr als 6.000 deutschen Haushalten. Sie schätzen den direkten Rebound-Effekt beim Austausch einer durchschnittlichen Lampe auf 6 %, wovon 60 % auf Grund hellerer Lampen zustande kommt. Für den häufigsten Fall, beispielsweise den Austausch einer Lampe im Wohnzimmer, schätzen sie den direkten Rebound-Effekt auf 3 %. Hier sind 60 % dieses Effekts auf eine längere Nutzungsdauer zurückzuführen. Für eine Abschätzung dieses Effekts wird angenommen, dass sich der gesamte Stromverbrauch für Beleuchtung in Privaten Haushalten bei einer konsequenten Umstellung auf LED-Lampen um 50 bis 70 % auf 3,6 - 6 TWh/a bis 2030 reduzieren könnte. Bei einem angenommenen Rebound-Effekt von 6 % würde dieser den Verbrauch um 0,24 - 0,36 TWh/a steigern.

Jedoch weisen die Autoren darauf hin, dass die Schätzungen auf Antworten der Teilnehmer basieren. So können trotz des großen Samples Abweichungen auftreten, da die Teilnehmer eigene Schätzungen zu vergangenen Handlungen angeben. Weiterhin geben die Autoren zu bedenken, dass ihre Studie nur Kurzzeit-Effekte umfasst. Weitere (Langzeit-)Effekte wie Grenz-, Innovations- und Diffusions-Effekte<sup>1</sup> konnten nicht abgedeckt werden. Weiterhin beschränkt sich die Studie auf den Lampentausch; eine Installation zusätzlicher Lampen wurde nicht betrachtet. Diese zusätzlichen Installationen sowie die Entwicklung ganz neuer Beleuchtungsanwendungen durch die neuen technologischen Möglichkeiten die LEDs mit sich bringen, bergen jedoch ein großes Potenzial für weitere Rebound-Effekte.

## Direkte Rebound-Effekte II: Neue Beleuchtungsanwendungen

Der direkte Rebound-Effekt kann ebenfalls durch die Ausweitung der Beleuchtungsleistung in Form eines Anstiegs an beleuchteter Fläche und neuer Beleuchtungsanwendungen eintreten.

---

<sup>1</sup> Der Grenzeffekt (engl. Frontier effect) bezeichnet nach (DIN 2009, S. 7–8) einen spezifischen Rebound-Effekt, der daraus resultiert, dass durch Effizienzgewinne Möglichkeiten für neue Produkte, Anwendungen und ganz neue Industrien geschaffen werden. (DIN 2013, S. 12–13) geben an, dass vermutlich große Teile des Rebounds in der Vergangenheit auf diesen Effekt zurückgehen. (ebd., S. 13) bezeichnet als Innovations- und Diffusionseffekt solche, die als Reaktion auf sich ändernde Energiepreise durch Lernen und Investments in Forschung und Entwicklung hervorgerufen werden. Diese haben durch Veränderungen im Produktspektrum langfristige Auswirkungen auf den Energieverbrauch.

So kam es schon bei früheren Technologiesprüngen zu erheblichen Steigerungen in der Inanspruchnahme von Beleuchtungsleistungen und damit auch des Energieverbrauchs für Beleuchtungsanwendungen, weil mit neuen Technologien auch neue Anwendungsgebiete erschlossen werden konnten. Mit den neuen Technologien gingen in der Regel eine Verbesserung und Ausweitung von Nutzenaspekten (Sicherheit, Beleuchtungsstärke, Lichtqualität), aber auch eine erhebliche Steigerung der Energieeffizienz einher. Häufig kam es im Zuge von Effizienzsteigerungen auch zu Kostensenkungen, die weiterhin zu einer breiteren Anwendung beitrugen. Auch wenn die Ablösung ineffizienter Glühlampen und Halogenlampen keinen Energieträgerwechsel darstellt, geht die Einführung von LEDs ähnlich den anderen Prozessen mit Energieeffizienzverbesserungen als auch mit weiteren Änderungen von Nutzenaspekten und Produktcharakteristiken einher. Diese Entwicklung ist daher wie beschrieben nicht monokausal auf einen Rebound-Effekt, der aufgrund einer Effizienzsteigerung eintritt, zurückzuführen sondern ist wesentlich beeinflusst durch die Veränderung weiterer Nutzenaspekte. Er betrifft weiterhin nicht nur private Haushalte, sondern hat das Potenzial die in allen Sektoren den Bereich der Beleuchtung grundlegend zu verändern.

So kommen derzeit durch die LED-Technik neue Beleuchtungsanwendungen auf den Markt, die mit den bisherigen Beleuchtungstechniken nicht realisierbar waren. Diese resultieren zum einen aus dem Technologiesprung der Entwicklung von LEDs, die mit ihrer Größe und weiteren Eigenschaften wie der einfachen Änderbarkeit der Farbe ganz neue Anwendungen zulassen. Zum anderen ermöglicht der starke Preisverfall, der in den vergangenen Jahren eingesetzt hat, diese Anwendungen immer stärker auch in der Breite. Diese reichen von neuen Beleuchtungsoptionen für Wahrzeichen und andere Großbauten wie Stadien bis hin zu Leuchtschläuchen und anderen Anwendungen zu dekorativen Zwecken (Halper 2012; Keith 2016).

Vor diesem Hintergrund ist davon auszugehen, dass es hierdurch mittelfristig zu einer massiven Zunahme an neuen Beleuchtungsmöglichkeiten und deren Anwendung kommen wird. Dies dürfte maßgeblich zur Minderung der theoretischen Einsparpotenziale beitragen. Eine empirische Abschätzung zu möglichen Steigerungen des Stromverbrauchs durch diese Entwicklung lässt sich jedoch, wegen der damit einhergehenden Transformation im Bereich der Beleuchtung, kaum treffen.

### **Trend I: Kleinere Haushalte und mehr Wohnfläche**

Neben Rebound-Effekten tragen auch verschiedene gesellschaftliche Trends zur Steigerung der Nachfrage nach Beleuchtung, neuen Anwendungen und damit verbunden zu einer Steigerung des Energieverbrauchs bei. Hier sollen exemplarisch zwei gesellschaftliche Trends – kleinere Haushalte und mehr Wohnfläche sowie Digitalisierung – näher betrachtet und ihr potentieller Beitrag zu einer zukünftigen Steigerung des Energieverbrauchs für Beleuchtung dargestellt werden.

Auch für die Zukunft wird von einem weiteren Anstieg der Pro-Kopf-Wohnfläche ausgegangen. Dieser ist neben Wohlstandszuwächsen und weiteren Phänomenen vor allem auf den Trend zu kleineren Haushalten zurückzuführen. So wird davon ausgegangen, dass die pro-Kopf-Wohnfläche von heute 45 m<sup>2</sup> um etwa 20 % auf etwa 55 m<sup>2</sup> im Jahr 2030 ansteigt. Dieser Anstieg ist insbesondere für den Heizenergiebedarf von Bedeutung.

Jedoch ist auch davon auszugehen, dass hierdurch die Beleuchtungsleistung pro Person auch zunehmen wird. Unter der Annahme einer Beleuchtungsstärke von 200 Lux<sup>1</sup> und 100 lm/W für LED-Lampen steigt damit die benötigte Leistung von 90 W/Person auf 110 W/Person an. Für Deutschland könnte sich hierdurch eine Steigerung der Stromnachfrage von etwa 0,6 TWh/a ergeben<sup>2</sup>. Momentan liegt der Stromverbrauch für Beleuchtung in privaten Haushalten bei ca. 12 TWh/a insgesamt (BMW i 2016).

## Trend II: Digitalisierung

Auch im Bereich der Beleuchtung ergeben sich durch die Digitalisierung neue Chancen und Möglichkeiten. So können sogenannte Smart Lamps<sup>3</sup>, angesteuert über ein Smartphone oder eine zugehörige Fernbedienung, an- und ausgeschaltet, die Farben gewechselt und gedimmt werden. Dies bietet zum einen Chancen durch verbesserte Steuerungsmöglichkeiten, zum anderen jedoch auch Rebound-Risiken die zu einem Mehrverbrauch führen können.

Weiterhin sind Anwendungen auf dem Markt bei denen in der Lampe Lautsprecher, Kamera, Bewegungssensoren, Wifi-Repeater oder Mikrofone eingebaut sind. Diese bieten wiederum zum einen Chancen für Einsparungen, wenn sie substituierend zum Einsatz kommen. So könnten beispielsweise die eingebauten Lautsprecher sehr viel größere Lautsprecherboxen ersetzen. Additiv eingesetzt führen diese Zusatzfunktionen jedoch zu einer Steigerung des Stromverbrauchs. Für die Ansteuerung müssen diese Lampen ständig in einem Netzwerk-Standby verbleiben. (Kemna und Lemeire 2015a) berichten „die Philosophie bei diesen Lampen [sei], dass sie ‘immer an’ sind.“<sup>4</sup>

Kofod (2016) testete 34<sup>5</sup> verschiedene Smart Lamps in einer Studie für die internationale Energieagentur IEA im Rahmen des „Solid State Lighting Annex“. Es sind vier verschiedene Typen an Smart Lamps, je nach Kommunikationsinfrastruktur und damit verbundenen Standby-Stromverbrauch, zu unterscheiden.

- Typ A: Es ist ein Gateway vorhanden (durchschnittliche Leistungsaufnahme 1,6 W) mit dem die einzelnen Lampen (durchschnittliche Standby-Leistungsaufnahme 0,38 W) angesteuert werden können. Daher hängt die Leistungsaufnahme pro Lampe von der Anzahl der angeschlossenen Lampen ab. Bei nur einer angeschlossenen Lampe beträgt die Standby-Leistungsaufnahme 1,98 W, bei fünf angeschlossenen Lampen 0,7 W pro Lampe und bei 50 Lampen 0,41 W pro Lampe. Von diesem Typ sind 17 der 34 getesteten Modelle.
- Typ B: Bei Ansteuerung über Bluetooth liegt die durchschnittliche Standby-Leistungsaufnahme pro Lampe bei 0,42 W. 13 Modelle wurden von diesem Typ getestet.

<sup>1</sup> Annahme nach DIN EN 12464 zur Beleuchtung von Arbeitsplätzen. 200 lx wird hier für Garderoben, Bäder, Toiletten, Kantinen, Teeküchen vorgeschrieben. Verschiedene Beleuchtungshersteller (s. <https://de.paulmann.com/beratung/licht-tipps/raeume-ausleuchten/>) geben Werte zwischen 100 Lux für Wohnraum/Flur und 300 Lux für Küche und Bad an. Ein Lux entspricht einem Lumen pro Quadratmeter.

<sup>2</sup> Bei angenommenen 80 Mio. Einwohnern und einer Beleuchtungsdauer von 1 h pro Tag.

<sup>3</sup> Für diese bezieht sich dieses Papier auf die Definition der „Preparatory Study on Light Sources for Ecode-sign and/or Energy Labelling Requirements“ (Fachkommission Bautechnik der Bauministerkonferenz 2014)

<sup>4</sup> „the functional philosophy of these lamps is that they are ‚always on“.

<sup>5</sup> Diese lassen sich unterteilen in: 27 Smart Lamps mit 200-1000 lm, 5 Smart Lamps zu dekorativen Zwecken mit 50-75 lm, sowie 2 dimmbaren Smart Lamps

- Typ C: Dieser Lampentyp, dem nur zwei der 34 Modelle angehören, wird über WiFi angesteuert. Die Standby-Leistungsaufnahme liegt bei diesen bei 2,22 W pro Modell.
- Typ D: Zur Steuerung dieser Modelle kommt eine Fernbedienung zum Einsatz. Die Standby-Leistungsaufnahme der zwei getesteten Lampen liegt jeweils bei 0,34 W.

Eine typische Lampe ist pro Tag etwa ein bis zwei Stunden eingeschaltet (Kofod 2015). Geht man von einer Stunde Beleuchtungsdauer aus, trägt der Standby-Stromverbrauch bei den 27 getesteten Modellen im Durchschnitt 51 % zum Gesamtstromverbrauch bei (35 % bei 2 h Leuchtdauer). Bei 12 der getesteten Modelle liegt Stromverbrauch durch Standby über dem durch die tatsächliche Beleuchtung (5 Stück bei 2 Stunden Leuchtdauer).

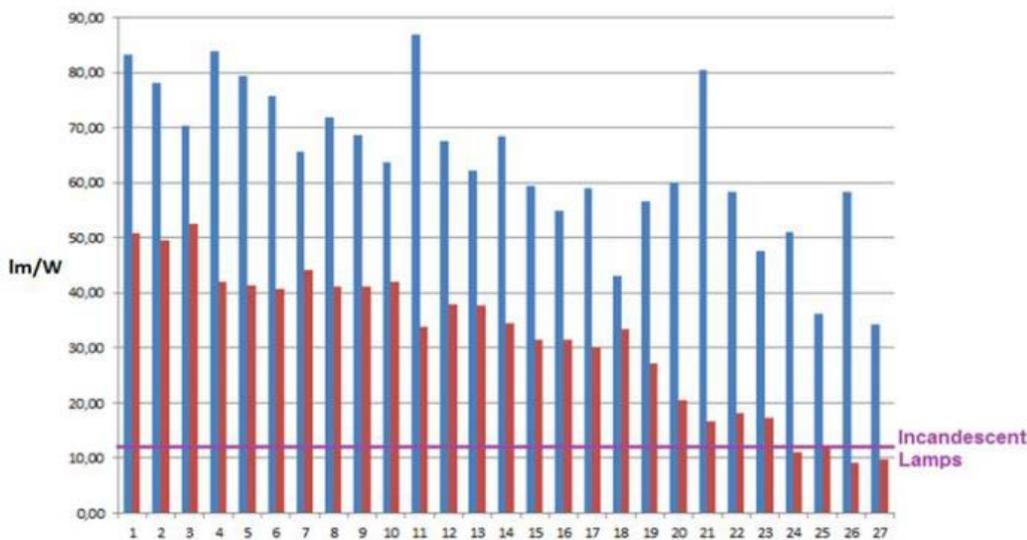
Um die Effizienz mit herkömmlichen Lampen vergleichen zu können, schlägt Kofod (2016) daher eine „Gesamtenergieeffizienz“<sup>1</sup> vor. Die Berechnung dieser berücksichtigt den Standby-Stromverbrauch der Smart Lamps. Daher spielt in der vorgeschlagenen Form die Leuchtdauer eine wichtige Rolle. In Abbildung 3.26 sind die herkömmliche Energieeffizienz sowie die vorgeschlagene „Gesamtenergieeffizienz“ für eine Leuchtdauer von einer Stunde am Tag dargestellt. Hier zeigt sich, wie drastisch sich die Energieeffizienz bei Einbeziehung des Standby-Stromverbrauchs reduziert. Liegt die herkömmlich gemessene Energieeffizienz zwischen 34 und 87 lm/W, so reduziert sich diese bei einer Stunde auf 9 bis 51 lm/W (bei 2 h Leuchtdauer auf 16 bis 64 lm/W). Damit liegt die „angepasste Energieeffizienz“ bei vier der getesteten Modelle sogar noch unter der einer Glühlampe.

Noch größeren Einfluss hat der Standby-Verbrauch bei Lampen mit geringem Lichtstrom, die für dekorative Zwecke eingesetzt werden. Bei diesen wird durch den Standby-Stromverbrauch im besten Fall genauso viel, im schlechtesten sechsmal so viel Strom verbraucht wie zur Beleuchtung (ebd.). Hierdurch verringert sich die ohnehin schon geringere Energieeffizienz bei allen fünf getesteten Modellen auf 3 bis 7 lm/W.

---

<sup>1</sup> Engl. Overall efficiency

Abbildung 3.26 Vergleich der Energieeffizienz von Smart-Lamps, bei Nicht- (blau) sowie Berücksichtigung des Standby-Verbrauchs (rot), Leuchtdauer: 1 h/d, Standby: 23 h/d, für 27 getestete Smart Lamps, als Vergleich die Energieeffizienz einer Glühlampe (Incandescent Lamps)



Quelle: Kofod (2016)

In Kemna und Lemeire (2015a) wird jedoch berichtet, dass eine sehr viel geringere Netzwerk-Standby-Leistungsaufnahme von bis zu 10 mW möglich ist. Bei den heute verfügbaren Modellen liegt diese bei min. 0,17-0,25 W (Kofod 2015). Die Relevanz einer Regulierung der Smart Lamps wurde auch in der aktuellen EU-Vorstudie zur Beleuchtung (Kemna und Lemeire 2015a) erkannt. Es wird darauf hingewiesen, dass die Standby-Stromverbräuche bei einer zukünftigen Regulierung berücksichtigt werden sollen. Denn gegenwärtig liegen die gemessenen Werte unter den Grenzwerten der horizontalen Regulierung des Network-Standbys<sup>1</sup>, die zum 1. Januar 2015 einen Grenzwert von 6,0 W bei allen vernetzten Geräten mit Ausnahme von HiNa-Geräten festlegt<sup>2</sup>.

Diese Regulierung schlägt im Fall der Smart Lamps drastisch fehl. Da es zukünftig eine Vielzahl von Smart Lamps in einem Haushalt geben könnte, deren kumulierter Standby-Stromverbrauch durchaus sehr viel höher als diese Begrenzung könnte, ist es besonders wichtig, eine separate Regulierung für diese neue Anwendung zu treffen. Auch das Verhältnis zwischen dem für Beleuchtung benötigten und dem durch Standby verursachten Stromverbrauch macht die Notwendigkeit hierfür deutlich. Die Dänische Energieagentur schlägt eine maximale Netzwerk-Standby-Leistungsaufnahme von 0,3 W vor (Kofod 2015). Für das freiwillige US Energy Star Label gelten 0,5 W. Laut Kofod (2016) werden für die überarbeitete Beleuchtungsregulierung der EU bei der Revision 2018 im ersten Entwurf ebenfalls 0,5 W vorgeschlagen. Verschiedene Mitgliedsstaaten drängen jedoch sowohl auf einen niedrigeren Grenzwert für die Standby-Leistungsaufnahme von Lampen als auch eine weitere Absenkung dieses Werts in drei Schritten.

<sup>1</sup> Regulation 801/2013 (Lot 26): Networked standby losses of energy using products (s. <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:32013R0801>)

<sup>2</sup> Zum 1. Januar 2017 sinkt der Grenzwert auf 3,0 Watt und zum 1. Januar 2019 auf 2,0 Watt.

Eine kurze, konservative Abschätzung zeigt die Bedeutung einer Regulierung des Standby-Stromverbrauchs. So geht der Produzent Philips davon aus, dass bis 2020 75 % des globalen Beleuchtungsmarkts LED-Lampen sind<sup>1</sup>. Übernimmt man diese Zahl für Deutschland, bedeutet dies 60 Mio. verkaufte LED-Lampen im Jahr 2020<sup>2</sup>. Von diesen LED-Lampen könnten 10,6 Mio. Exemplare verkauft sein – unter der Annahme, dass bis dahin 10 % aller verkauften LED Smart Lamps sind. Nimmt man weiter an, dass pro Lampe die Standby-Leistungsaufnahme bei 0,7 W liegt<sup>3</sup> und alle verkauften Smart Lamps installiert wurden, erzeugen diese einen zusätzlichen Standby-Stromverbrauch von 65 GWh/a. Bei einer Begrenzung der Standby-Leistungsaufnahme auf 0,3 W würde sich dieser auf ca. 28 GWh/a begrenzen lassen. Eine Abschätzung bis 2030 ist aufgrund der nicht vorhersehbaren Marktdurchdringung der Smart Lamps nicht möglich.

Tabelle 3.24 Angenommene Verkaufszahlen von LED und Smart Lamps in Deutschland in 2020

Jahr	Verkaufte (in Tsd.)	LED	Anteil LED	Verkaufte Smart Lamps (in Tsd.)	Anteil Smart Lamps an verkauften LED
2015	23.435		Ca. 30 %	0	0 %
2017	32.000		40 %	320	1 %
2018	40.000		50 %	1.200	3 %
2019	52.000		65 %	3.120	6 %
2020	60.000		75 %	6.000	10 %

### 3.8.4 Handlungsempfehlungen zur Sicherung der Effizienzgewinne

#### 3.8.4.1 Zusammenfassung der Analyseergebnisse

Die hier betrachteten Phänomene im Einzelnen führen nach konservativen Schätzungen zu einer Minderung der potentiellen Stromeinsparungen durch Energieeffizienzverbesserungen von ca. 15 % bis 2030. Durch den direkten Rebound-Effekt I beim Lampenaustausch betragen diese 0,24 bis 0,36 TWh/a, weitere 0,6 TWh/a wurden für den Trend zu größeren Wohnfläche pro Kopf und 0,065 TWh/a durch den Standby-Stromverbrauch von Smart Lamps abgeschätzt. Bei letzteren bezieht sich die Abschätzung auf 2020, da die Marktentwicklung bis 2030 schwer abzuschätzen ist. Somit könnten diese Effekte zusammengenommen zu einem Strommehrverbrauch von etwa 1,0 TWh/a führen. Dies mag bei einem theoretischen Reduktionspotential des Beleuchtungsendenergieverbrauchs im Bereich private Haushalte von 6,0 bis 8,4 TWh/a auf 3,5 bis 6 TWh/a gering erscheinen. Doch muss darauf hingewiesen werden, dass es sich hierbei um konservative Schätzungen handelt, für andere Sektoren keine detaillierten Daten vorliegen und weiterhin wichtige Einflussgrößen

<sup>1</sup> <http://www.dw.com/de/aus-f%C3%BCr-halogenspots-led-als-ersatz/a-19507591>

<sup>2</sup> s. Kapitel 3 GfK-Daten: verkauftes jährliches Gesamtvolumen 80 Mio. Lampen

<sup>3</sup> S.o. die Hälfte der von (Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle 2015) getesteten Modelle entspricht Typ A. Bei 5 installierten Lampen fällt hier ein Standby-Stromverbrauch von 0,7 W pro Lampe an.

wie neue Anwendungsmöglichkeiten, die sich durch die LED-Lampen bieten, sich in ihrem Umfang derzeit nicht abschätzen lassen. Historisch hat sich gezeigt, dass der Energieverbrauch für Beleuchtung in Folge von Energieeffizienzverbesserungen nicht verringert, sondern im Gegenteil erheblich zugenommen hat. Auch in der EU steigen die installierte Beleuchtungskapazität sowie die Beleuchtungsdauer kontinuierlich an. Daher wurden Handlungsempfehlungen erarbeitet, um diese stromverbrauchssteigernden Effekte einzugrenzen und im besten Fall zu reduzieren.

### 3.8.4.2 Handlungsempfehlungen zu untersuchten Einflussfaktoren

#### Handlungsempfehlungen zur Adressierung des direkten Rebound-Effekts

Der direkte Rebound-Effekt I in der oben genannten sehr engen Definition, die zusätzliche Lampen-Installationen ausschließt, wird die Einsparungen vermutlich nur in geringem Umfang vermindern. Um diesen Effekt zu minimieren, könnten energiesparende Sensoren wie Bewegungsmelder und Helligkeitssensoren, die automatisch das Licht dimmen, verstärkt in Informationskampagnen als Option zur Reduktion des Energieverbrauchs an die Verbraucher herangetragen werden. Zudem sollte in solchen Kampagnen auf empfohlene Beleuchtungsstärken je nach Raum und Nutzung<sup>1</sup> hingewiesen sowie auf die Vorteile von Bewegungsmeldern z. B. für Flure oder Treppenhäuser hingewiesen werden. Einen aktuellen Rahmen für eine solche Informationskampagne bietet die Nationale Top-Runner-Initiative der Bundesregierung.

#### Handlungsempfehlungen zur Adressierung des direkten Rebound-Effekts II

Der direkte Rebound-Effekt durch neue Beleuchtungsanwendungen ist durch gesetzliche Regelungen nur sehr schwierig zu adressieren. Dies ist vor allem vor dem Hintergrund des Steigerungspotenzials, das dieses Phänomen mit sich bringt, problematisch. Hier gilt es insbesondere für neue Möglichkeiten der Beleuchtung im öffentlichen Raum zu prüfen, inwieweit diese geregelt werden könnten. Sie ist auch in Bezug auf das Thema der Lichtverschmutzung wichtig, gegen die verschiedene europäische Staaten schon Gesetze erlassen haben. Diese Regulierungen zielen nicht nur auf den Naturschutz und Lichtverschmutzung, sondern wie im Fall Frankreichs auch auf Energieeinsparungen.

Eine der ersten Regelungen wurde in Italien in der Lombardei schon im Jahr 2000 beschlossen. Hier müssen etwa die Lichtemissionen nach 23 Uhr um mindestens 30 % gesenkt werden, es dürfen nur Lampen mit der höchsten Energieeffizienz eingesetzt werden und Fassadenbeleuchtungen müssen von oben nach unten erfolgen (Meier 2016). Diese Regelungen gelten heute in vielen Regionen Italiens. 2007 wurde in Slowenien als erstem Land der EU ein weitreichendes Gesetz gegen Lichtverschmutzung beschlossen (Held et al. 2013, S. 146). Dieses legt fest, dass Kommunen für die Straßenbeleuchtung pro Einwohner maximal 44,5 kWh/a verbrauchen dürfen. Inklusive der Beleuchtung von Autobahnen und Bundesstraßen, darf der Verbrauch nicht mehr als 50 kWh/a betragen (Mohar 2013). Weiterhin wurden Vorgaben zur maximalen Leistung von Werbeflächen (in W/m<sup>2</sup>) gemacht und deren Abschaltung nach 24 Uhr festgelegt. Bodenleuchten wurden verboten und weitreichende Vorschriften zur Fassadenbeleuchtung beschlossen.

<sup>1</sup> So gibt der Hersteller Paulmann beispielsweise 100 lm/m<sup>2</sup> für Wohnräume und 300 lm/m<sup>2</sup> für Küche und Bad an. <https://de.paulmann.com/beratung/licht-tipps/raeume-ausleuchten/> (zuletzt abgerufen 12.10.2016) Diese Werte entsprechen in etwa den Vorschriften der DIN EN 12464 für die Beleuchtung vergleichbarer Arbeitsräume (s.o.).

In Frankreich wurde das Thema Beleuchtung explizit auch mit dem Ziel von Energieeinsparungen verbunden. So erhofft sich die Regierung durch das im Jahr 2013 beschlossene Gesetz, 250.000 Tonnen CO<sub>2</sub> sowie 200 Mio. Euro an Energiekosten pro Jahr einzusparen. Das Gesetz regelt beispielsweise, dass in Büro- und Arbeitsräume spätestens 1 Stunde nach Arbeitsschluss das Licht gelöscht sein muss sowie Schaufenster und Fassaden zwischen 1 und 7 Uhr nicht beleuchtet werden dürfen. Für verschiedene Bestimmungen des Gesetzes ist jedoch Paris ausgenommen. Darüber hinaus können Kommunen Ausnahmen beantragen (Ministère de l'Écologie du Développement durable et de l'Énergie 2013)<sup>1</sup>.

In Deutschland gibt es bisher noch keine solch weitreichenden Einschränkungen von Lichtemissionen. Derzeit ist es nach Bundesimmissionschutzgesetz (BImSchG) möglich, Lichtemissionen von gewerblichen Anlagen einzuschränken, „wenn sie nach Art, Ausmaß oder Dauer geeignet sind, Gefahren, erhebliche Nachteile oder erhebliche Belästigungen [...] herbeizuführen“. Verschiedene Naturschutz-Organisationen wie der NABU aber auch das Forschungsprojekt „Verlust der Nacht“ (Krause et al. 2014a) haben deshalb eine „Technische Anleitung (TA) Licht“ im Rahmen des Bundesimmissionsschutzrechts gefordert. Diese würde eine bundeseinheitliche rechtsverbindliche Definition, wann Lichtmissionen als schädliche Umwelteinwirkungen einzustufen sind, und entsprechende Grenz- und Richtwerte festschreiben. Eine solche hat die Bundesregierung jedoch, mit Verweis auf die Hinweise zur Messung, Beurteilung und Minderung von Lichtmissionen der Bund-/Länder-Arbeitsgemeinschaft Immissionsschutz (LAI), die für den Vollzug des BImSchG konkret genug seien, bislang abgelehnt (Deutscher Bundestag 2015).

Weitere Möglichkeiten zur Regelung bestehen im Rahmen des Bundesnaturschutzgesetzes, das Lichtmissionen als „schädliche Umwelteinwirkungen“ anerkennt, Landesnaturschutzgesetze<sup>2</sup>, Landesbaurecht und durch die Bauleitplanung der Kommunen (Hettlich und Herzog 2009). Krause et al. (2014) schlagen vor, dass Umweltämter zeitliche Einschränkungen der Betriebszeiten erlassen sollten. Weitere Maßnahmen, die Kommunen ergreifen können, werde von Krause et al. (2014b) näher detailliert besprochen.

Die Autoren des Papiers schließen sich den Empfehlungen von Krause et al. an, dass im Rahmen von BImSchG auf die Entwicklung einer TA Licht gedrängt werden sollte, die bundeseinheitliche, gesetzliche Anforderungen für Lichtenanlagen schaffen würde. Hierbei sollten auch neue Lichtenwendungen wie LED-Mediascreens miteinbezogen werden.

### **Handlungsempfehlungen zur Adressierung des Trends I: Kleinere Haushalte und steigende Wohnfläche**

Stromverbrauchssteigerungen durch eine steigende pro-Kopf-Wohnfläche und kleinere Haushalte könnte über Informationskampagnen, in denen deutlichere Empfehlungen für die Beleuchtungsstärke pro Quadratmeter gegeben werden, entgegengewirkt werden. Die Nationale Top-Runner-Initiative (NTRI) der Bundesregierung bietet hierfür aktuell eine Möglichkeit, diese Informationen der Bevölkerung näher zu bringen.

### **Handlungsempfehlungen zur Adressierung des Trends II: Digitalisierung**

Ökodesign und Energieeffizienz-Label können durch eine überarbeitete Regulierung insbesondere den Trend zur Digitalisierung adressieren. Hierfür ist es wichtig, zunächst adäqua-

<sup>1</sup> <http://www.nachhaltigleben.ch/1-blog/2250-ganz-frankreich-schaltet-nachts-fuers-energiesparen-die-lichter-aus> (zuletzt abgerufen: 17.10.2016)

<sup>2</sup> so sind beispielsweise in Baden-Württemberg sogenannte Skybeamer nur ausnahmsweise zugelassen.

te Testmethoden zur Messung des Standby-Verbrauchs zu entwickeln sowie die Definition der Lampeneffizienz so zu überarbeiten, dass diese den Standby-Verbrauch berücksichtigt (Kofod 2015).

Weiterhin sollte der Standby-Verbrauch bei einer kommenden Überarbeitung der Richtlinien berücksichtigt werden. Die Dänische Energieagentur schlägt einen maximalen Standby-Verbrauch von 0,3 W vor, was angesichts der Anzahl der potentiell alleine in einem Haushalt installierten Lampen, zu befürworten ist. Weiterhin wäre zu prüfen, ob dieser durch eine gestufte Maßnahme schrittweise weiter abgesenkt werden kann, da sich hieraus Planungssicherheiten für die Industrie ergeben und besser Entwicklungen stimuliert werden können als bei den regulären Revisionen (DeLaski et al. 2015).

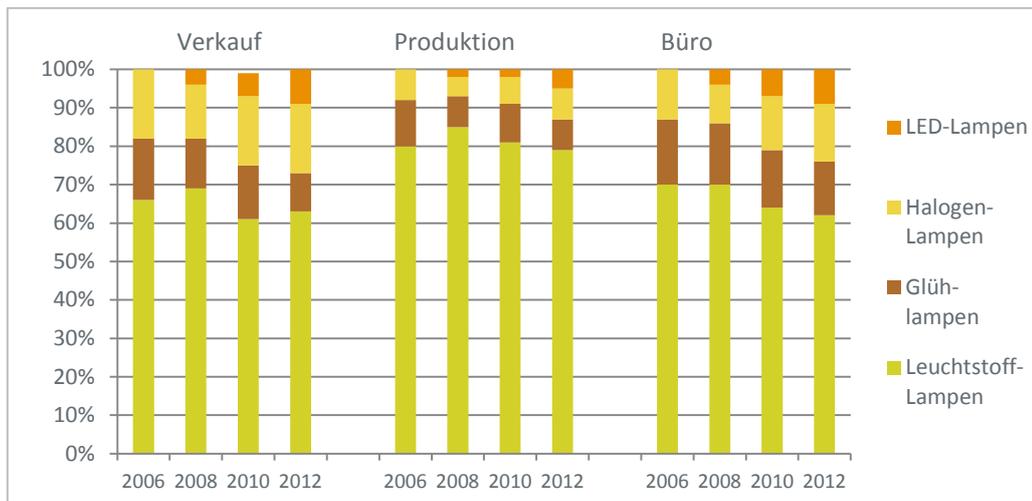
Zudem ist es anzuraten, den Standby-Verbrauch auf dem Effizienzlabel deutlich zu machen, beispielsweise in dem dieser bei der Berechnung der Lampeneffizienz berücksichtigt und im Rahmen eines Jahresstromverbrauchs auf dem Label angegeben wird.

In Informationskampagnen wie der NTRI sollten Verbraucher darauf aufmerksam gemacht werden, dass auch für Smart Lamps das Ausschalten über Fernsteuerung oder Smartphone keine Alternative zum klassischen Lichtschalter ist. Nur wenn dieser betätigt wird, wird der Standby-Verbrauch vermieden.

### **Handlungsempfehlung zur Adressierung des Stromverbrauchs für Beleuchtung im GHD-Sektor**

Knapp 70 % des Stromverbrauchs für Beleuchtung in Deutschland wird im GHD-Sektor hervorgerufen. Daher besteht hier ein großes Potenzial für Einsparungen an Endenergie, auch wenn – wie Abbildung 3.27 zeigt – in diesem Sektor überwiegend energieeffiziente Leuchtstoff-Lampen zum Einsatz kommen. Zwei Gründe sprechen dennoch dafür, diesen Sektor verstärkt in den Blick zu nehmen. Zum einen stehen heute LED-Lampen zur Verfügung, die Leuchtstoff-Lampen in bestehenden Fassungen ersetzen können. Diese Lampen haben eine etwas höhere Energieeffizienz als Leuchtstoff-Lampen und benötigen darüber hinaus kein Vorschaltgerät, was Endenergieeinsparungen von bis zu 50 % ermöglicht. Weiterhin können im Sektor-GHD bedeutende Einsparungen von bis zu 40 % durch moderne Beleuchtungssysteme erreicht werden. Dies ist möglich unter anderem durch eine automatische Anpassung der Beleuchtungsstärke an das verfügbare Tageslicht, durch Anwesenheitssensoren und Zeitsteuerung (Zembrot 2011). Die EU hat zur Regulierung von Beleuchtungssystemen einen Prozess (Lot 37) gestartet.

Abbildung 3.27 Veränderung der Lampenarten in den GHD-Sektoren Verkauf, Produktion und Büro



Quelle: Schlomann et al. (2014), eigene Darstellung

Es werden für den GHD-Sektor drei Handlungsempfehlungen gegeben.

1. Abgesehen von der Studie von Schlomann et al. (2014) liegt bisher keine genauere Untersuchung zu diesem Sektor vor. Daher besteht großer Forschungsbedarf, um diesen Sektor besser adressieren zu können. Es wird daher empfohlen die Monitoring Studie von Schlomann et al. (2014) kontinuierlich fortzuführen.
2. Im Rahmen der aktuellen NTRI wird empfohlen, das Thema Beleuchtung im Hinblick auf den GHD-Sektor beispielsweise über Informationsangebote zu adressieren. Insbesondere die LED-Lampen als Ersatz für Leuchtstofflampen bieten hier weiteres Einsparpotenzial von bis zu 50 % durch Effizienzsteigerungen.
3. Sollte sich die Einschätzung eines großen Einsparpotenzials bestätigen, so sollte auf eine Regulierung von Beleuchtungssystemen im Rahmen der Ecodesign-Richtlinie gedrängt werden.

### 3.8.4.3 Zusammenfassung der Handlungsempfehlungen

In Abbildung 3.28 werden Handlungsbedarf und -empfehlungen übersichtsartig dargestellt. Die Betonung von informatorischen Maßnahmen im Bereich private Haushalte zeigt: Es kann hier nicht auf ein Instrumentarium zurückgegriffen werden, mit dem die betrachteten Einflussfaktoren auf den Stromverbrauch im Bereich Beleuchtung direkter adressiert werden können. Dies ist daher schwierig, da eine direkte Adressierung dieser Faktoren im Bereich der Privaten Haushalte schnell in deren Freiheit eingreifen würde.

Abbildung 3.28 Systematische Darstellung der Handlungsempfehlungen



Quelle: Eigene Darstellung

Für eine umfassende Begrenzung beispielsweise von Rebound-Effekten werden daher häufig rahmende Maßnahmen auf höherer Ebene wie Caps, absolute Obergrenzen, auf Emissionen oder Ressourcennutzung vorgeschlagen, um dieser Herausforderung zu begegnen. Eine eingehendere Analyse solcher Instrumente kann jedoch in diesem Papier nicht erfolgen.

Im Folgenden werden die getroffenen Handlungsempfehlungen nach Art der Maßnahme zusammengefasst.

- **EU-Energielabel:** Zur Angabe der Energieeffizienz von Smart Lamps sollte darauf gedrängt werden, dass bei der Berechnung der Standby-Verbrauch mitberücksichtigt wird. Weiterhin sollte bei der Angabe des Stromverbrauchs pro 1000 Leuchtstunden berücksichtigt werden, dass diese bei Smart Lamps mit einer Standby-Zeit von 22.000 bis 23.000 Stunden einhergeht (je nach angenommener täglicher Brenndauer). Dieser Standby-Verbrauch sollte transparent bei der Verbrauchsangabe berücksichtigt werden.
- **Ökodesign-Verordnung:** Die VO (EU) Nr. 1194/2012, die LED-Lampen reguliert, sollte dahingehend überarbeitet werden, dass für den Standby-Verbrauch von Smart Lamps eine Obergrenze von maximal 0,3 W pro Lampe eingeführt wird. Diese Überarbeitung sollte zugleich eine Absenkung dieser Obergrenze in mehreren Schritten berücksichtigen, um den Weg für zukünftige Verbesserungen vorzugeben.

Es sollte weiterhin darauf gedrängt werden nach Abschluss der Preparatory Study für das Lot 37 eine Regulierung von Beleuchtungssystemen im GHD-Sektor einzuführen, falls diese die Einschätzung bestätigt, dass sich hierdurch signifikante Einsparungen ergeben.

- **Kommunikationsmaßnahmen im Rahmen der nationalen Top-Runner Initiative (NTRI):** Informationen zur empfohlenen Beleuchtungsstärke je nach Raum und entsprechender Nutzung können Verbrauchern Orientierung geben. Empfehlungen zur Verwendung von energiesparenden Sensoren wie Bewegungs- und Helligkeitssensoren, die Verbrauchern

das Energiesparen leicht machen, sollten zukünftig stärker in Informationsangeboten berücksichtigt werden. Im Rahmen der Nationalen Top-Runner-Initiative wurden für private Haushalte erste Prototypen zur Verbraucherberatung erstellt. Für den Bereich Beleuchtung sind dies eine „Checkliste für den Kauf einer neuen LED-Lampe im Einzelhandel“ und eine Info-Grafik „Neue LED-Lampe gesucht? So finden Sie die Richtige!“<sup>1</sup>. In diesem Informationsmaterial sollten die genannten Empfehlungen aufgenommen werden. Weiterhin wäre es vorstellbar, im Produktfinder<sup>2</sup> die Angaben zur Beleuchtungsstärke zu ergänzen.

Abgesehen von diesen Informationsmaterialien für private Haushalte wäre es wünschenswert, im Rahmen der NTRI auch den Beleuchtungsstromverbrauch des GHD-Sektors zu adressieren. Hier könnte mit informatorischen Maßnahmen und Empfehlungen wie sie vom Bundesweiten Energieeffizienz-Berater-Netzwerk<sup>3</sup> gegeben werden, insbesondere die Verwendung von LED-Lampen bei Ersatz von Leuchtstoff-Lampen, Bewegungs- und Helligkeitssensoren sowie Zeitschaltuhren beworben werden.

- **Immissionsschutzgesetzgebung:** Im Rahmen von BImSchG und LImSchG sollte auf die Entwicklung einer TA Licht gedrängt werden. Das Beispiel aus Frankreich zeigt, dass durch die Begrenzung von Beleuchtung im öffentlichen Raum Naturschutz und Energieeinsparungen in Einklang gebracht werden können.
- **Forschungsbedarf:** Zur besseren Adressierung des Energieverbrauchs im GHD-Sektor besteht großer Forschungsbedarf. So wäre eine kontinuierliche Fortführung der Studie von Schlomann et al. (2014) wünschenswert, um genauere Einblicke zu erlangen. Verschiedene Schwerpunkte in jeder Studie würden schrittweise ein detailliertes Monitoring des Energieverbrauchs in diesem Sektor erlauben.

<sup>1</sup> Diese können hier abgerufen werden: Checkliste <http://www.deutschland-machts-effizient.de/KAENEF/Redaktion/DE/PDF-Anlagen/A-led-checkliste.pdf?blob=publicationFile&v=2> Info-grafik <http://www.deutschland-machts-effizient.de/KAENEF/Redaktion/DE/Standardartikel/Dossier/A-beleuchten-infografik.html> (zuletzt abgerufen 12.10.2016)

<sup>2</sup> [http://www.deutschland-machts-effizient.de/KAENEF/Redaktion/DE/NTRI/EcoTopTen/Liste\\_Lampe\\_n/Top10-Lampen-Liste\\_Formular.html](http://www.deutschland-machts-effizient.de/KAENEF/Redaktion/DE/NTRI/EcoTopTen/Liste_Lampe_n/Top10-Lampen-Liste_Formular.html) (zuletzt abgerufen 12.10.2016)

<sup>3</sup> S. hierzu <http://www.energieeffizienz-im-betrieb.net/energiesparen-unternehmen/beleuchtung-gewerbe-industrie.html> (zuletzt abgerufen 12.10.2016)

### 3.9 TV-Geräte: Energieverbrauch und Einsparpotenziale durch Verkaufszahlen, Energieeffizienz und Bildschirmdiagonale

Für TV-Geräte wurden vertiefende Untersuchungen zu der Frage durchgeführt, auf welche Faktoren die Entwicklung des Gesamtenergieverbrauchs der neu verkauften Geräte vor allem zurückzuführen ist. Betrachtet wurden hierbei die Entwicklung der Verkaufszahlen, der Energieeffizienz, der Bildschirmdiagonale und der Technologien (Ersatz von CRT durch Flachbildschirme und von Plasma durch LED). Hierdurch sollten Einsparpotenziale besser verstanden und Interventionen gezielter geplant werden können (Abschnitt 3.9.1).

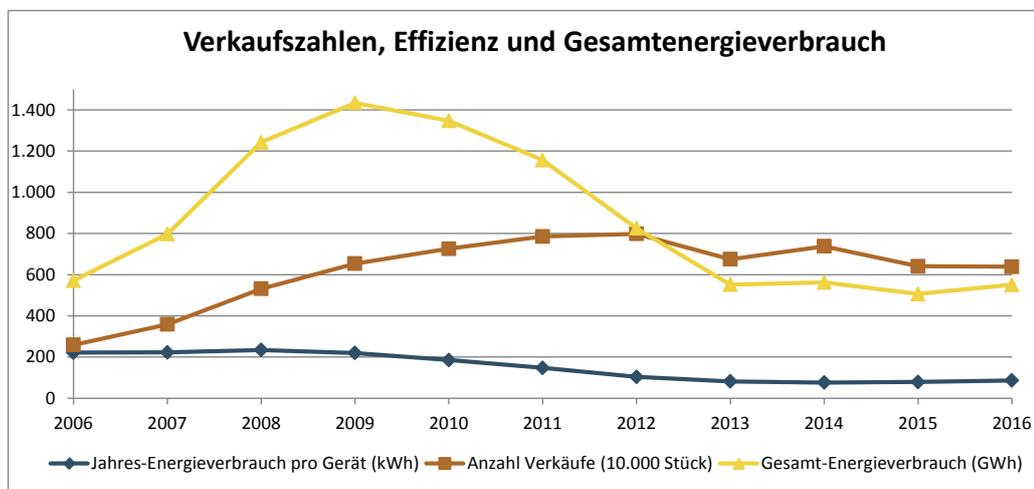
Die Rolle des Technologiewandels wurde außerdem noch einmal separat für den Gerätebestand betrachtet (Abschnitt 3.9.2).

Des Weiteren wurde untersucht, ob begründete Empfehlungen zum optimalen Verhältnis von Bildschirmgröße und Abstand zum Bildschirm gegeben werden können, die zur Wahl kleinerer Bildschirme und damit zu Energieeinsparungen führen könnten (Abschnitt 3.9.3).

#### 3.9.1 Rolle verschiedener Faktoren für den Gesamtenergieverbrauch der verkauften Geräte

Datenbasis waren Verkaufszahlen der GfK für 2006-2016, aufgeschlüsselt nach Bildschirmdiagonale, Energieeffizienzklasse (ab 2009, vollständig ab 2012), Technologie und Jahresenergieverbrauch pro Gerät. Gewisse Einschränkungen in der Datenqualität sind vorhanden; teilweise existieren unplausible Schwankungen in den Zahlen sowie geringe Rundungsfehler. Abbildung 3.29 zeigt den Jahresenergieverbrauch pro Gerät, die Anzahl der verkauften Geräte und den Gesamt-Energieverbrauch für Flachbildschirme.

Abbildung 3.29 Jahresenergieverbrauch pro Gerät, Anzahl Verkäufe und Gesamt-Energieverbrauch für Flachbildschirme



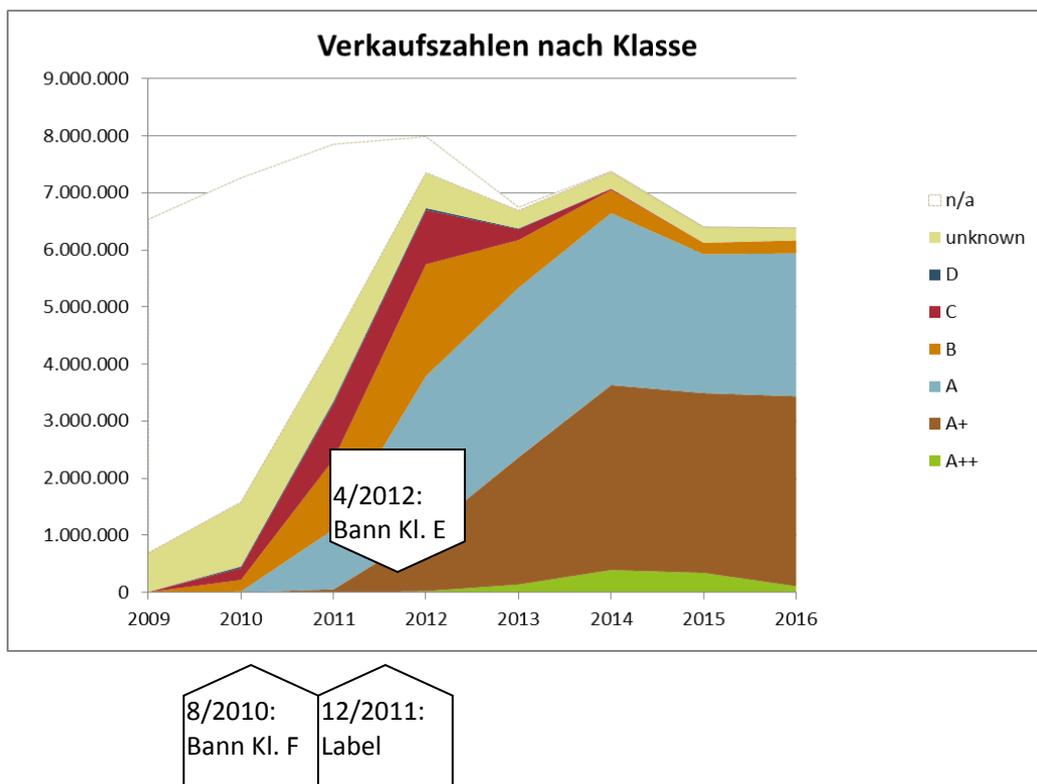
Quelle: GfK

Die Abbildung macht deutlich, dass der Gesamt-Energieverbrauch sich nach einem Höhepunkt im Jahr 2009 wieder etwa auf dem Niveau von 2006 einpendelt, wofür vor allem der sinkende Jahresenergieverbrauch pro Gerät verantwortlich ist. Die dynamische Entwicklung der Verkäufe flacht nach 2011 wieder ab, sie hat aber wohl einen Teil der Effizienzgewinne aufgezehrt. Im Folgenden werden die einzelnen Faktoren Effizienz, Größe und Technologie separat betrachtet.

**Effizienz**

Abbildung 3.30 verdeutlicht die starke und schnelle Effizienzentwicklung der verkauften Geräte. Interessant ist, dass Klassen E und F zum Zeitpunkt ihres Verbotes bereits nicht mehr auf dem Markt erhältlich sind – die Verordnungen kamen also deutlich zu spät. Auch setzt eine starke Effizienzentwicklung bereits vor Einführung des Labels ein, beschleunigt sich dann allerdings auch noch einmal.

Abbildung 3.30 Entwicklung der Verkäufe nach Energieeffizienzklasse

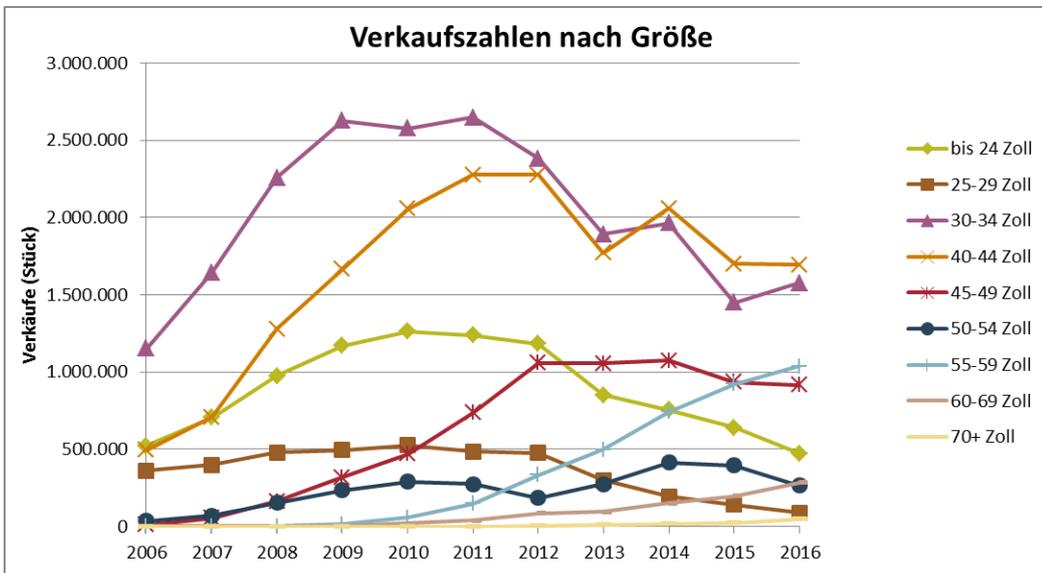


Quelle: GfK

**Größe**

Zugleich nimmt die Größe der verkauften Geräte stark zu. Die populärsten Größenklassen sind und bleiben 30-34 und 40-44 Zoll, aber es ist ein Wachstum bei den drei größten Größenklassen ab 55 Zoll – v.a. 55-59 Zoll zu beobachten.

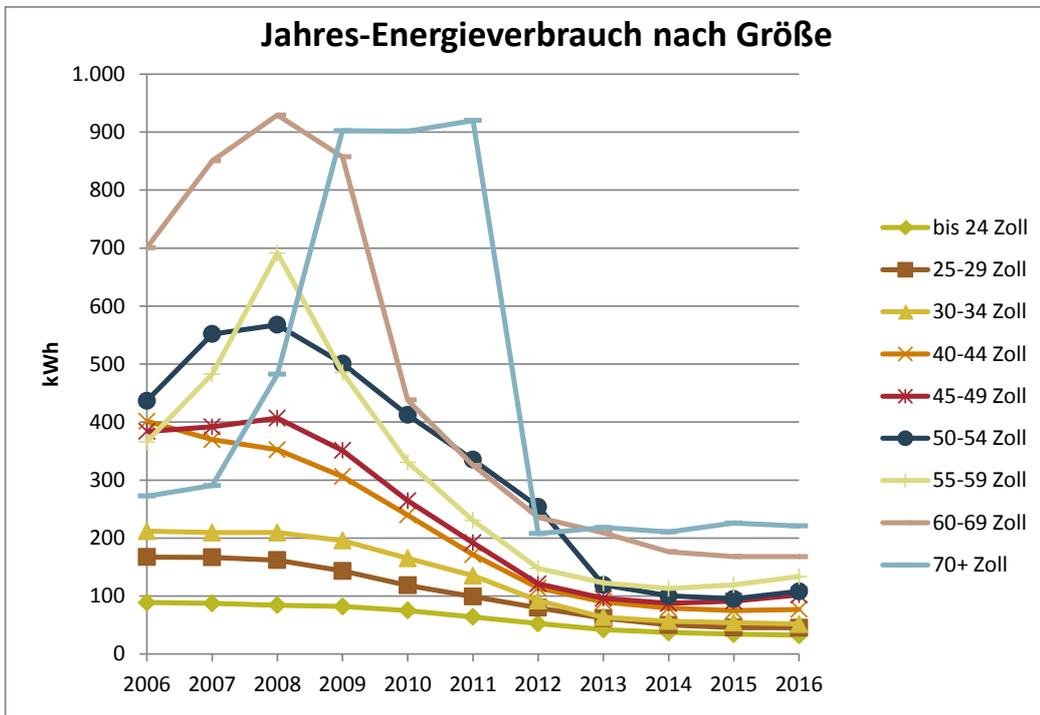
Abbildung 3.31 Entwicklung der Verkaufszahlen nach Größe



Quelle: Eigene Darstellung auf Basis von GfK-Daten

Das dürfte sich insbesondere bis 2012 auf den Energieverbrauch auswirken, da der Jahresenergieverbrauch der verschiedenen Bildschirmgrößen zu diesem Zeitpunkt noch stark auseinanderklafft. Anschließend sinkt er quer über alle Größen und nähert sich bei den verschiedenen Größen einander stärker an. (Abbildung 3.32) (Der starke Knick zwischen 2008 und 2012 bei den Geräten über 70 Zoll ist vermutlich auf die sehr schmale Datenbasis zurückzuführen).

Abbildung 3.32 Entwicklung des Jahresenergieverbrauchs pro Gerät nach Bildschirmdiagonale

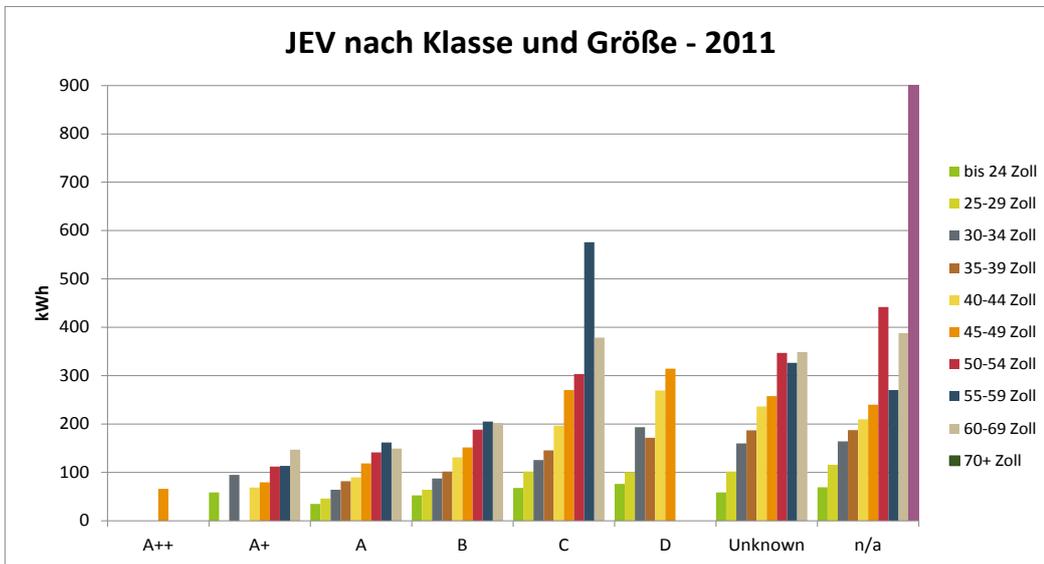


Quelle: Eigene Darstellung auf Basis von GfK-Daten

**Kombinierter Einfluss von Größe und Klasse auf den Gesamtenergieverbrauch**

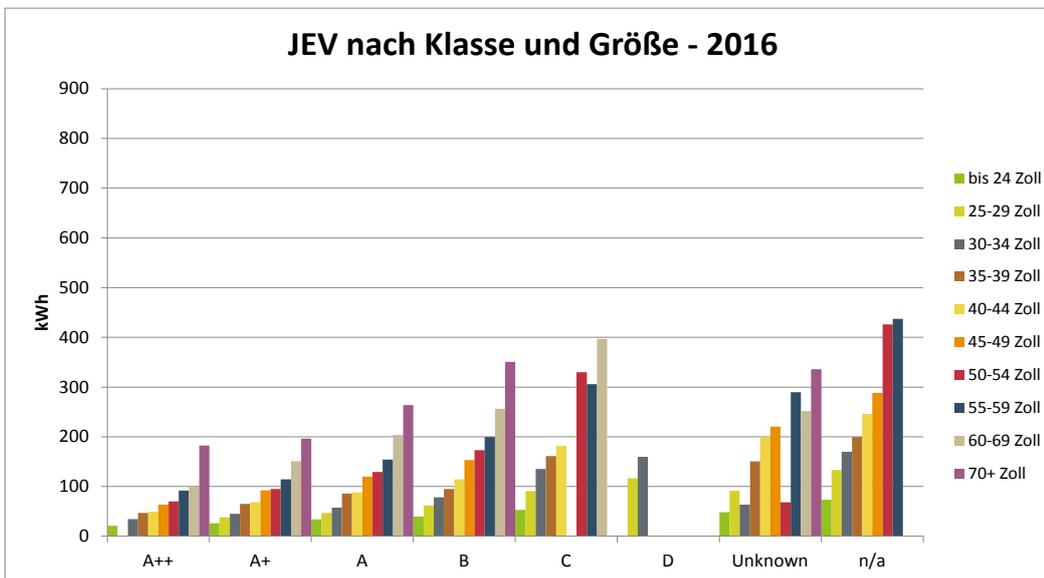
Abbildung 3.33 und Abbildung 3.34 zeigen den Jahresenergieverbrauch neu verkaufter Geräte, aufgeschlüsselt nach Klasse und Größe, im Vergleich. Es wird zum einen deutlich, dass die Größe einen ebenso bedeutenden Einfluss auf den Jahresenergieverbrauch hat wie die Effizienzklasse. So verbraucht beispielsweise ein 30-34-Zoll-Gerät der Klasse B im Jahre 2016 weniger als ein 40-44-Zoll-Gerät der Klasse A. Als Faustregel lässt sich festhalten, dass die Steigerung um eine Größenklasse die Effizienzverbesserung um eine Effizienzklasse aufzehrt. Gleichzeitig ist allerdings auch zu sehen, dass der Jahresenergieverbrauch zwischen 2011 und 2016 quer über alle Größen und Klassen sinkt.

Abbildung 3.33 Jahresenergieverbrauch verkaufter Fernsehgeräte nach Klasse und Größe im Jahr 2011



Quelle: Eigene Darstellung auf Basis von GfK-Daten

Abbildung 3.34 Jahresenergieverbrauch verkaufter Fernsehgeräte nach Klasse und Größe im Jahr 2016



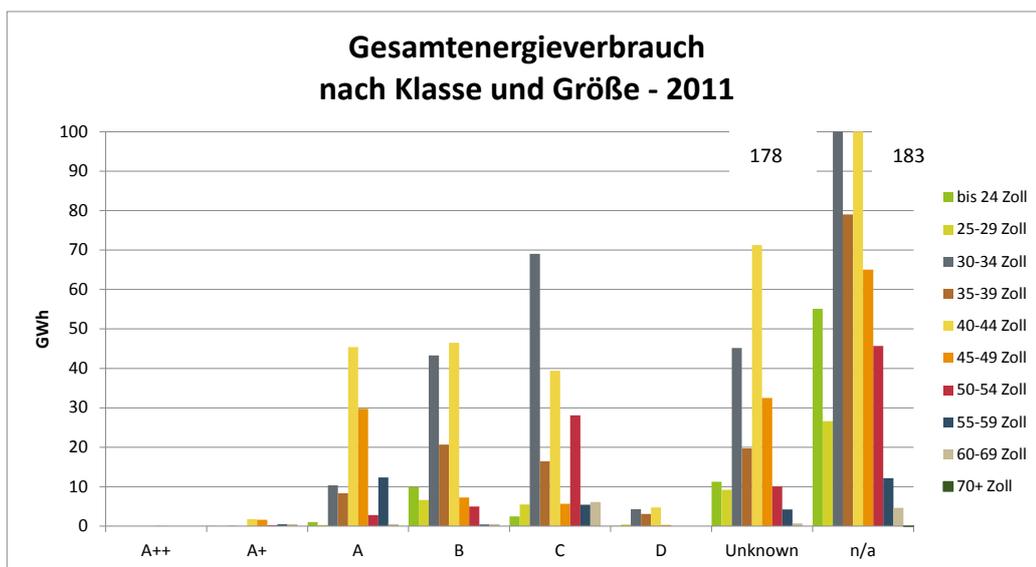
Quelle: Eigene Darstellung auf Basis von GfK-Daten

Abbildung 3.35 und Quelle: Eigene Darstellung auf Basis von GfK-Daten

Abbildung 3.36 zeigen den entsprechenden Vergleich für den Gesamtenergieverbrauch aller neu verkaufter Geräte; hier sind also die Verkaufszahlen mit berücksichtigt. Einige Fakten springen sofort ins Auge: Erstens sinkt der Anteil der Geräte mit unbekannter Energieeffizienzklasse rapide, da die Kennzeichnungsverordnung langsam greift. Zweitens verschieben sich die Verbräuche stark in die Klassen A+ und A, da andere Geräte kaum noch

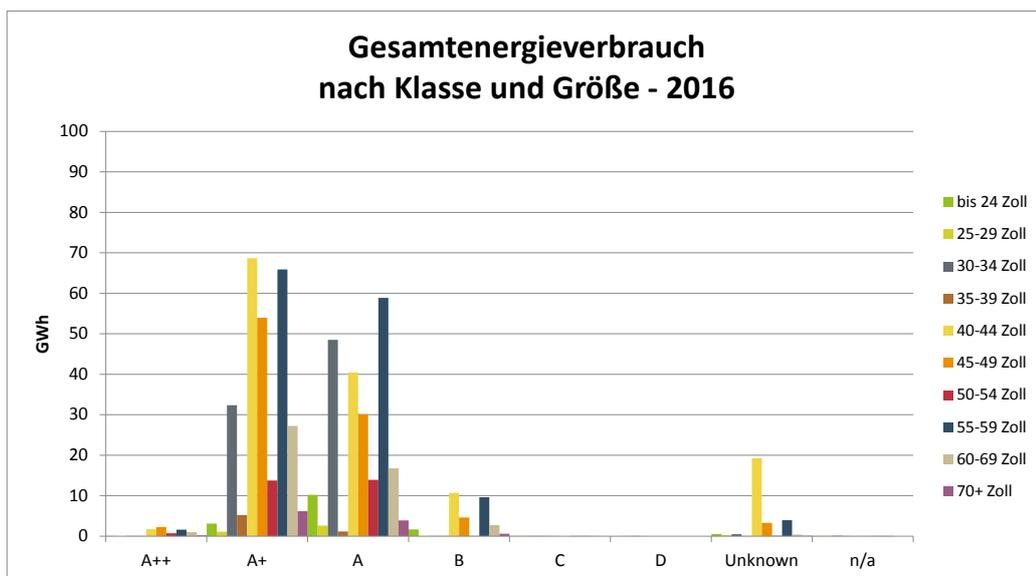
verkauft werden. Drittens sinken die Verbräuche aber dennoch kaum, was auf erhöhte Verkaufszahlen zurückzuführen ist. Betrachtet man die einzelnen Größenklassen, bemerkt man zwischen 2011 und 2016 starke Verschiebungen der Verbräuche in die wachsenden Größenklassen 40-44, 45-49 und 55-59 Zoll.

Abbildung 3.35 Gesamtenergieverbrauch aller neu verkauften Fernsehgeräte nach Klasse und Größe im Jahr 2011



Quelle: Eigene Darstellung auf Basis von GfK-Daten

Abbildung 3.36 Gesamtenergieverbrauch aller neu verkauften Fernsehgeräte nach Klasse und Größe im Jahr 2016



Quelle: Eigene Darstellung auf Basis von GfK-Daten

Als Zwischenfazit ist festzuhalten, dass die Größe für den Jahresenergieverbrauch (JEV) weiterhin ebenso bedeutsam ist wie die Klasse: Eine niedrigere Effizienzklasse wird durch eine niedrigere Größenklasse in der Regel (über-)kompensiert. Allerdings sinkt der JEV bei

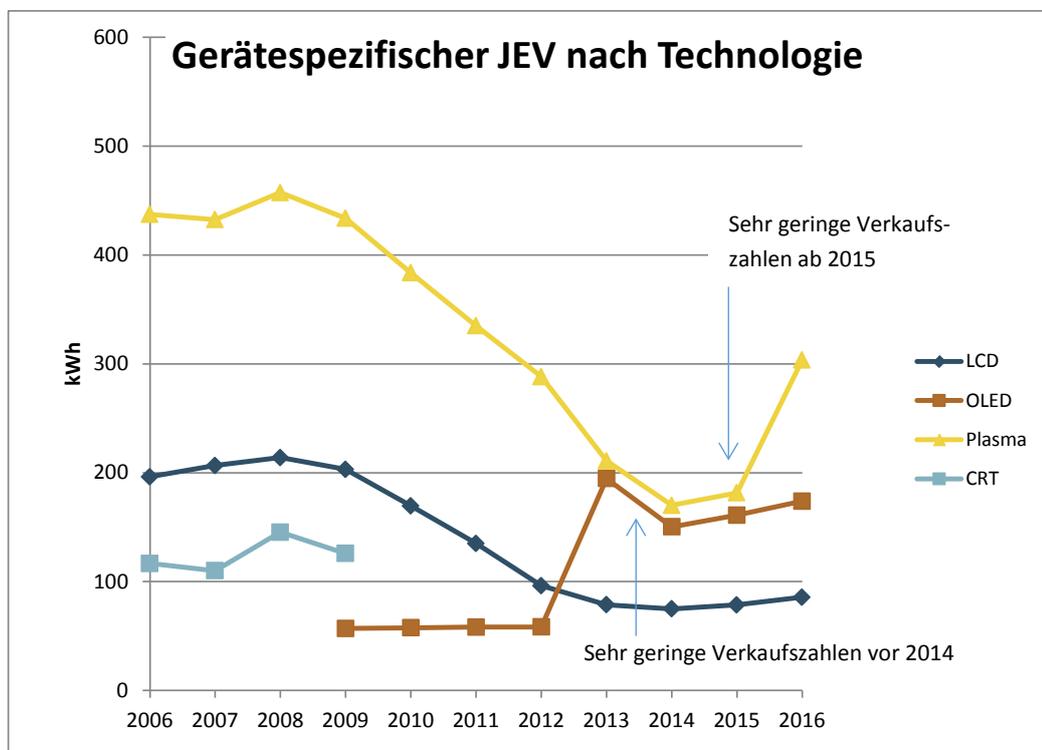
allen Klassen und Größen im Zeitverlauf. Des Weiteren haben große Geräte der Klassen A+ und A einen zunehmenden Anteil am Gesamtenergieverbrauch, während früher die mittelgroßen Geräte der Klassen A-C dominierten.

**Technologie**

Abbildung 3.37 zeigt den gerätespezifischen Jahresenergieverbrauch neuer Fernsehgeräte, aufgeschlüsselt nach Technologie, im Zeitverlauf. Die Zahlen für OLED vor 2013 und für Plasmageräte ab 2015 sind allerdings wenig aussagekräftig, da sie auf sehr geringen Verkaufszahlen beruhen. Es ist einerseits ein deutlicher Unterschied im JEV zwischen den Technologien zu beobachten. Noch eindrucksvoller ist allerdings der im Zeitverlauf rapide sinkende JEV innerhalb derselben Technologie: Sowohl bei Plasma- als auch bei LCD-Geräten sinkt er um mehr als die Hälfte.

Die Grafik zeigt die Entwicklung des gerätespezifischen Jahresenergieverbrauchs neuer Fernsehgeräte zwischen 2006 und 2016, aufgeschlüsselt nach Technologie. Der Verbrauch von CRT-Geräten ist nur bis 2009 erfasst und schankt zwischen etwa 110 und 150 kWh/a. Der Verbrauch von Plasmageräten liegt 2006 bei rund 440 kWh/a, bleibt bis 2008 weitgehend konstant und sinkt bis 2014 kontinuierlich auf rund 175 kWh/a. Danach steigt er wieder rapide auf 300 kWh in 2016; die Grafik vermerkt aber zugleich, dass dem ab 2015 sehr geringe Verkaufszahlen zugrunde liegen.

Abbildung 3.37 Gerätespezifischer Jahresenergieverbrauch neuer Fernsehgeräte nach Technologie

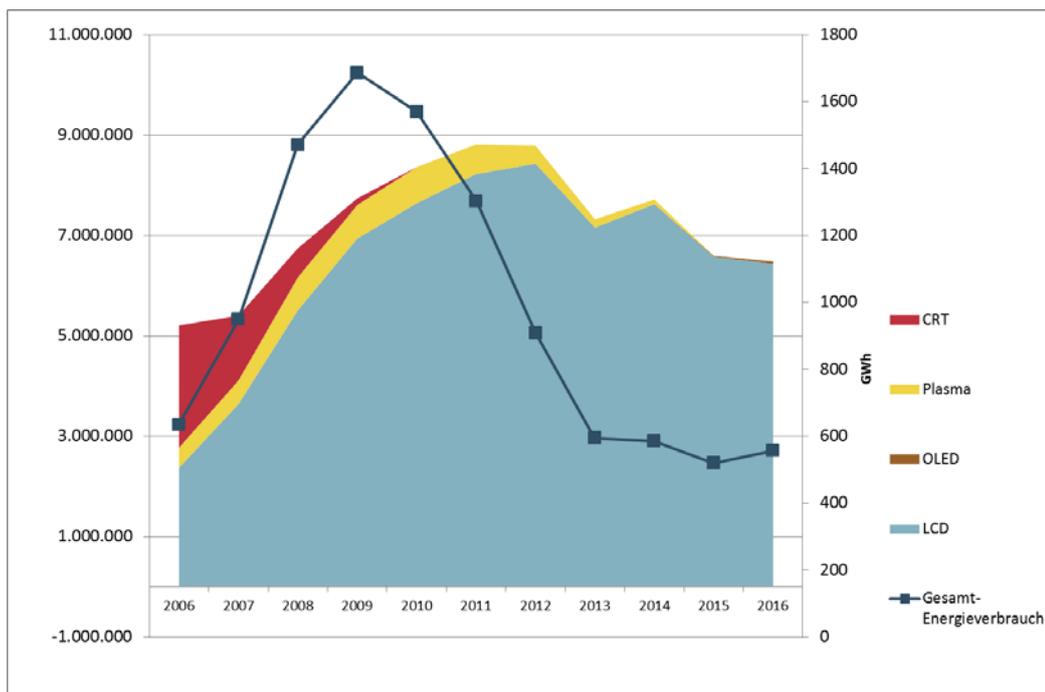


Quelle: Eigene Darstellung auf Basis von GfK-Daten

Abbildung 3.38 und Abbildung 3.39 zeigen den Gesamtenergieverbrauch aller neu verkauften Geräte und setzen ihn ins Verhältnis einerseits zu den Verkaufszahlen, andererseits zum gerätespezifischen JEV. Auf Abbildung 3.38 ist zu sehen, dass der Gesamt-

energieverbrauch nach einem Höhepunkt im Jahr 2009 stark absinkt und sich ab 2013 in leicht unter dem Niveau von 2006 einpendelt. Dieses starke Absinken steht in keinem erkennbaren Verhältnis zu den Verkaufsanteilen der Technologien: Zwar sinken die Anteile der Plasmageräte noch leicht zugunsten von LED, dies erfolgt jedoch erst nach dem ersten starken Rückgang des Gesamtenergieverbrauchs. Die Form der Kurve folgt ab 2011 vielmehr der Zahl der Verkäufe, allerdings sorgen Effizienzgewinne dafür, dass der Energieverbrauch stärker absinkt als die Verkäufe.

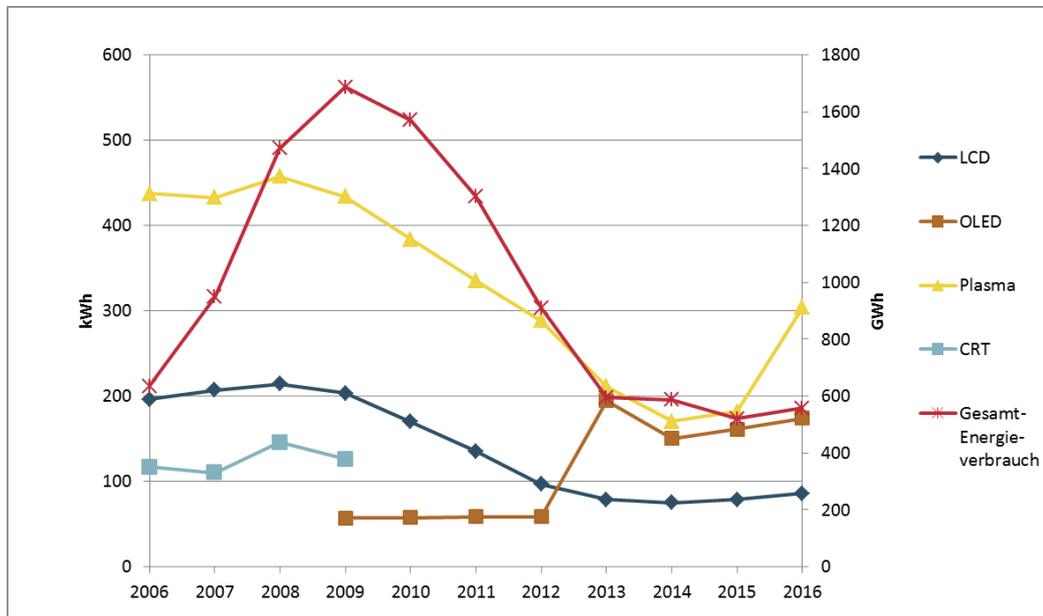
Abbildung 3.38 Gesamt-Energieverbrauch (GWh) und Verkaufszahlen (in Stück) neuer Fernsehgeräte nach Technologie



Quelle: Eigene Darstellung auf Basis von GfK-Daten

Abbildung 3.39 zeigt, dass die Entwicklung des Gesamtenergieverbrauchs – neben der Rolle der Verkaufszahlen – besser durch die Effizienzentwicklung innerhalb der einzelnen Technologien erklärt wird als durch deren Verkaufsanteile. Der Gesamtenergieverbrauch sinkt parallel zum gerätespezifischen Verbrauch der Plasma- und insbesondere der dominierenden LCD-Technologie.

Abbildung 3.39 Gesamt-Energieverbrauch (GWh) und gerätespezifischer Jahresenergieverbrauch (kWh) neuer Fernsehgeräte nach Technologie



Quelle: Eigene Darstellung auf Basis von GfK-Daten

Zusammenfassend lässt sich schließen, dass es zwar deutliche Effizienzunterschiede zwischen den Technologien gibt. Dennoch spielen die Technologieanteile an den Verkäufen praktisch keine Rolle für die Entwicklung des gesamten Energieverbrauchs. Viel wichtiger ist die Entwicklung des gerätespezifischen JEV innerhalb der Technologien, insbesondere LCD. Der Grund ist, dass LCD den Markt dominiert und alle anderen Technologien marginal sind.

### 3.9.2 Entwicklung im Bestand

Eine weitere Frage war, ob der Ersatz von Plasma- durch LED-Bildschirme den Energieverbrauch im Bestand gesenkt hat. Um dies zu ermitteln, wurden zwei verschiedene, vergleichende Modellierungen des TV-Bestandes in den Jahren 2005-2015 durchgeführt: zum einen auf Basis von Daten des Statistischen Bundesamtes, zum anderen mit GfK-Daten.

#### Mit Daten des statischen Bundesamtes

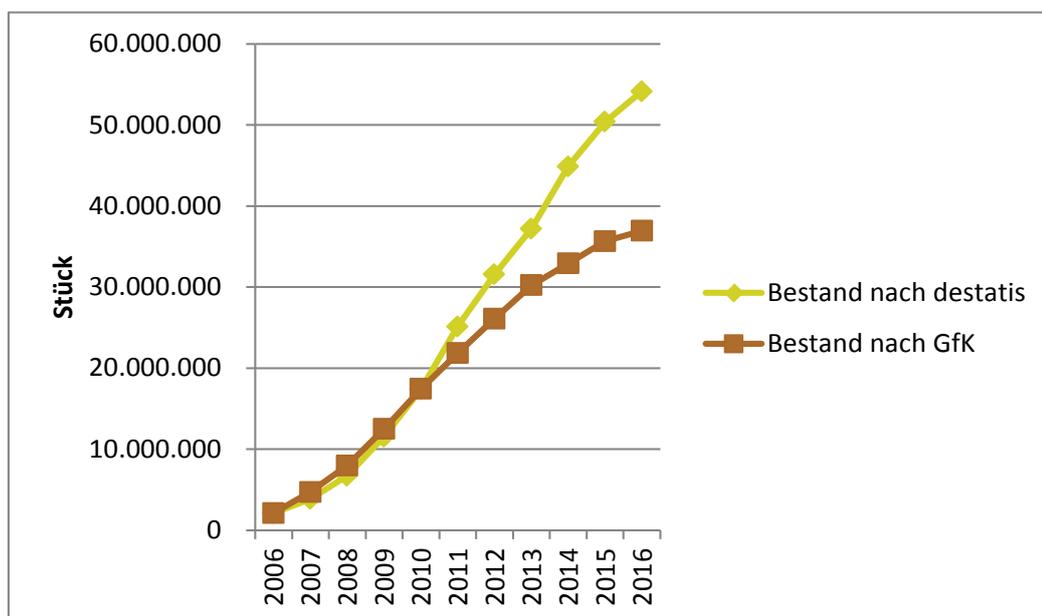
Die Anzahl der Geräte pro Haushalt wurde den laufenden Wirtschaftsrechnungen (LWR) bzw. der Einkommens- und Verbrauchsstichprobe (EVS) entnommen. Diese wurde mit der Anzahl der Haushalte multipliziert. Die Anzahl der Haushalte wurde vom Statistischen Bundesamt bis 2010 auf der Basis einer Fortschreibung der Volkszählungsdaten von 1987 ermittelt. Die Ergebnisse des Zensus 2011 ergaben, dass diese Daten vermutlich fehlerhaft sind. Daher wurden für die Zwecke dieser Studie die Ergebnisse des Zensus 2011 zugrunde gelegt und für die Jahre 2012-2015 Vorausberechnungen sowie für die Jahre 2005-2010 Trend-Rückprojektionen angestellt.

### Mit Daten der GfK

Zugrunde gelegt wurde der Gerätebestand laut statistischem Bundesamt im Startjahr 2005. Jährlich wurden die Zugänge gemäß GfK-Verbrauchsdaten addiert und die vermutlichen Abgänge abgezogen. Die Zahl der Abgänge ergab sich aus der von Prakash et al. (2016) ermittelten durchschnittlichen Lebensdauer der Geräte.

Aus beiden Verfahren ergaben sich bei den Flachbildschirmen sehr unterschiedliche Projektionen für den gesamten Bestand (Abbildung 3.40). Die Ergebnisse aus der Modellierung mit GfK-Daten sind vermutlich die realistischeren, da der vom statistischen Bundesamt projizierte Anstieg der Haushaltszahlen vermutlich zum Teil auf die Verkleinerung von Haushalten zurückzuführen ist, so dass gleichzeitig die Anzahl der Geräte pro Haushalt sinkt.

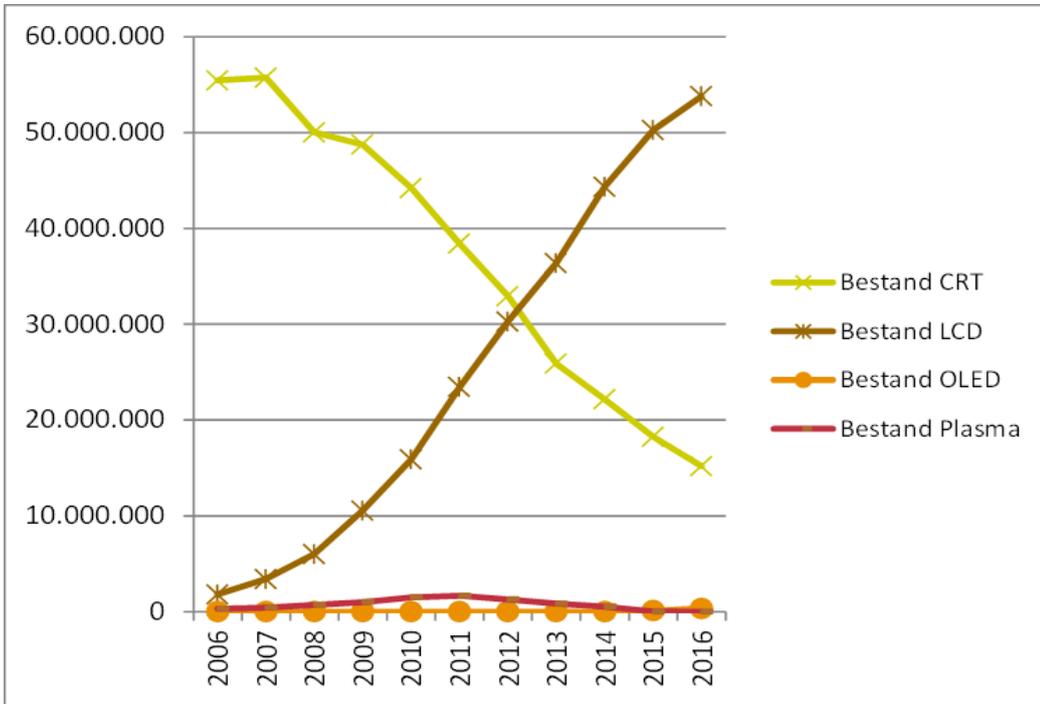
Abbildung 3.40 Bestand an Flachbildschirmen nach destatis und modelliert mit GfK-Daten



Quelle: Eigene Darstellung auf Basis von GfK-Daten

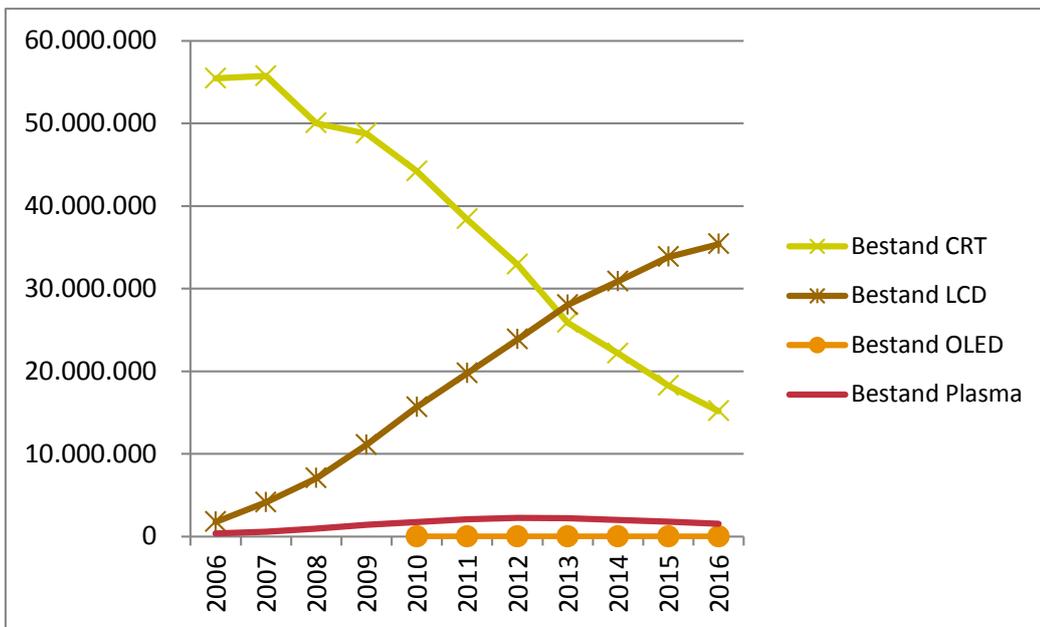
Die Bestandszahlen teilen sich wie folgt auf die Technologien auf:

Abbildung 3.41 Entwicklung der Bestandszahlen nach Technologie mit Daten von destatis



Quelle: Eigene Darstellung

Abbildung 3.42 Entwicklung der Bestandszahlen nach Technologie, modelliert mit GfK-Daten

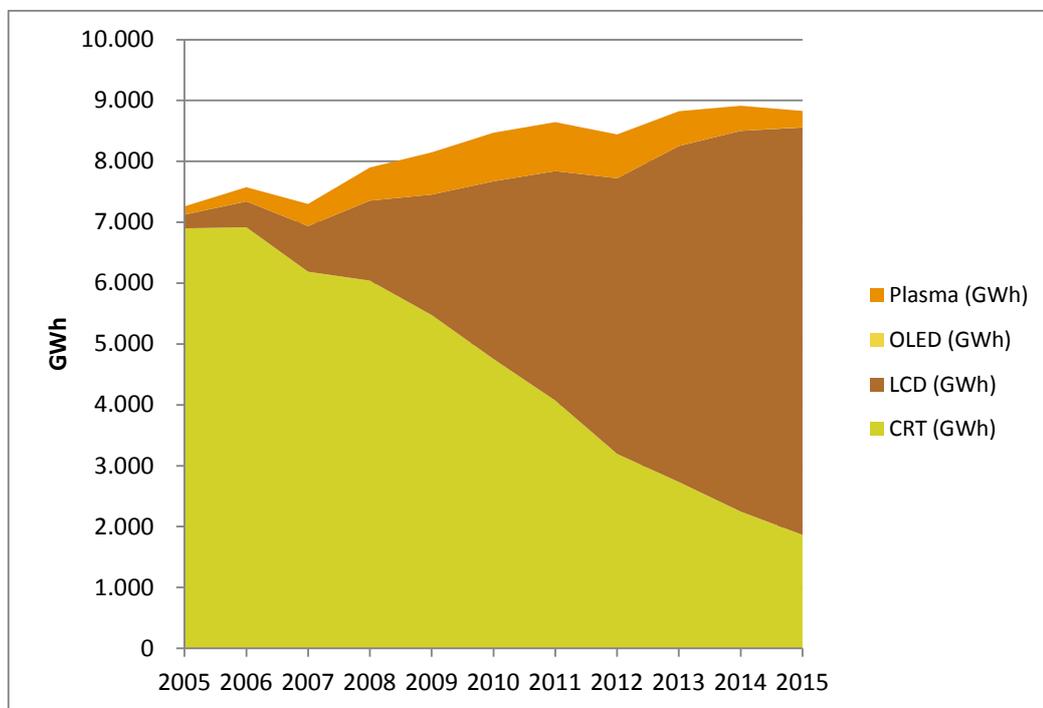


Quelle: Eigene Darstellung

Der Unterschied besteht insbesondere in den um 50% höheren Bestandszahlen für LCD-Geräte, wenn man mit Daten des statistischen Bundesamtes modelliert.

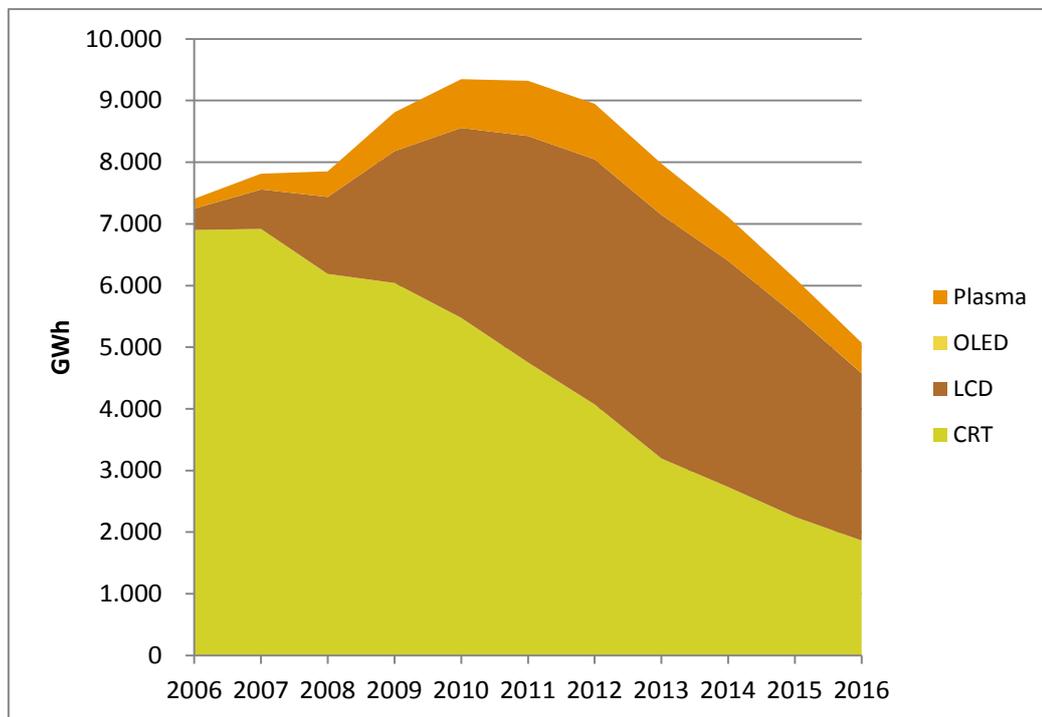
Für beide Varianten wurde der gesamte Energieverbrauch ermittelt und nach Technologien aufgeschlüsselt. Zuerst mussten die Anteile der verschiedenen Technologien am gesamten Gerätebestand im Startjahr ermittelt werden. Die Destatis-Daten waren nur nach CRT und Flachbildschirm aufgeschlüsselt. Die Aufteilung der Flachbildschirme nach Technologien im Startjahr 2005 wurde aus den Verkäufen der einzelnen Technologien von deren Markteinführung an in den vorangegangenen Jahren ermittelt. Der Energieverbrauch im Startjahr 2005 wurde berechnet, indem der Bestand an Geräten pro Technologie mit dem durchschnittlichen Jahresenergieverbrauch eines Gerätes einer bestimmten Technologie multipliziert wurde. Der Energieverbrauch in den Folgejahren ergab sich dann jeweils, indem der Energieverbrauch der Zugänge – technologiespezifisch – addiert und der Energieverbrauch der Abgänge abgezogen wurde. Daraus ergeben sich je nach Bestandsdaten unterschiedliche Entwicklungen (siehe Abbildung 3.43 und Abbildung 3.44).

Abbildung 3.43 Gesamtenergieverbrauch im Bestand - nach Destatis berechnet



Quelle: Eigene Darstellung

Abbildung 3.44 Gesamtenergieverbrauch im Bestand - mit GfK-Daten modelliert



Quelle: Eigene Darstellung

Nach der Bestandsrechnung mit Destatis-Daten sinkt der Verbrauch kaum. Zwar sinkt der Verbrauch der CRT-Geräte deutlich und derjenige der der Plasma-Geräte leicht, aber der Gesamtverbrauch der LCD-Geräte steigt überproportional, was auf deren stark wachsende Anzahl zurückzuführen ist. Nach der Modellierung mit GfK-Daten sinkt der Verbrauch im Bestand, was insbesondere durch den Ersatz von CRT-durch LCD-Geräte zurückzuführen ist. Wie schon ausgeführt, dürfte diese Variante die realistischere sein, da hier reale Verkaufsdaten zugrunde liegen, während die rechnerische Ermittlung der Bestände aus den Haushaltszahlen außer Acht lässt, dass die Anzahl der Geräte pro Haushalt sinken kann. Der Ersatz von Plasmageräten durch LCD spielt in beiden Modellierungen eine geringe Rolle, da diese ohnehin keine großen Marktanteile hatten.

### 3.9.3 Empfehlungen zu Bildschirmgröße und Sitzabstand

Da sich gezeigt hat, dass die Bildschirmgröße eine relevante Rolle für den Jahresenergieverbrauch von Fernsehgeräten spielt (vgl. Kapitel 3.9.1), war eine weitere Frage, ob der Energieverbrauch von Fernsehgeräten durch die Reduktion der verkauften Bildschirmgrößen eingedämmt werden kann, und ob Empfehlungen zur optimalen Bildschirmgröße – bezogen auf einen gegebenen Sitzabstand – dabei eine hilfreiche Rolle spielen können. Zu diesem Zweck wurden zunächst Simulationen durchgeführt, welchen Effekt eine Veränderung der verkauften Bildschirmgrößen auf den Gesamtenergieverbrauch haben könnte, und zweitens recherchiert, welche sinnvollen Empfehlungen zum Verhältnis von Bildschirmgröße und Sitzabstand gegeben werden könnte und ob eine Befolgung dieser Empfehlungen sich auf die verkauften Größen auswirken würde.

### 3.9.3.1 Einsparpotenziale durch Reduktion der verkauften Bildschirmgrößen

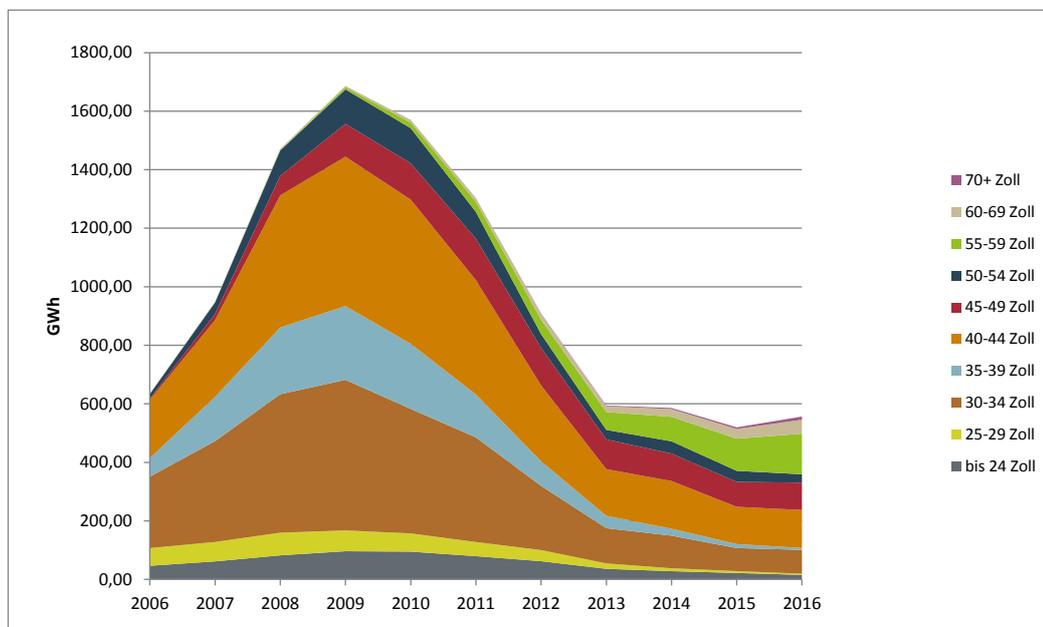
Um die Einsparpotenziale zu ermitteln, wurden auf Basis der GfK-Verkaufsdaten zwei Szenarien gerechnet, in denen für den betrachteten Zeitraum 2006 bis 2016 eine hypothetische alternative Verteilung der Größenklassen angenommen wurde.

In Szenario 1 wurde angenommen, dass je 30% der Käuferinnen und Käufer von Geräten in den obersten vier Größenklassen sich für ein Gerät der nächstkleineren Klasse entschieden hätte. Im radikaleren Szenario 2 wurde angenommen, dass keine Geräte mehr verkauft werden, die größer als 49 Zoll sind (beispielsweise durch eine Ökodesign-Verordnung). Die Verkäufe würden sich in die Größenklasse 45-49 Zoll verlagern.

Die errechneten Einsparungen, die sich daraus ergeben, sind bescheiden. In Szenario 1 betragen die kumulierten Einsparungen über 11 Jahre gerade einmal 77 GWh. In Szenario 2 wären es immerhin 402 GWh, was aber pro Jahr immer noch eine sehr geringe Einsparung bedeutet. Die Ergebnisse für Szenario 2 sind in Abbildung 3.45 und Abbildung 3.46 detaillierter dargestellt. Es ist zu sehen, dass der Energieverbrauch für die vier Größenklassen ab 50 Zoll wegfällt. Er verlagert sich aber zu einem großen Teil in die Größenklasse 40-49 Zoll. Dieser Effekt beginnt erst ab etwa 2013 deutlich ins Gewicht zu fallen, da die Verkaufszahlen der sehr großen Geräte bis dahin eher gering waren. Aber auch ab 2013 sinkt der Gesamtenergieverbrauch nur leicht, da die Unterschiede zwischen den einzelnen Geräten doch nicht groß genug sind, um einen deutlichen Effekt zu erzielen.

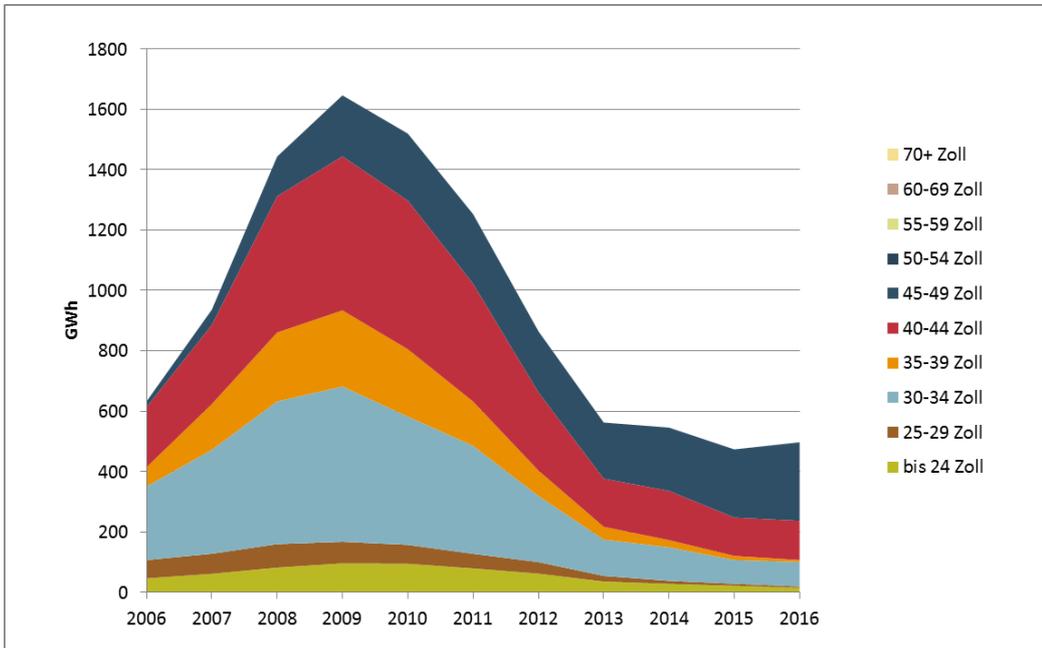
Abbildung 3.47 zeigt noch einmal zusammenfassend die Einsparungen pro Jahr und kumuliert für beide Simulationen.

Abbildung 3.45 Realer Gesamtenergieverbrauch neuer Fernsehgeräte nach Größe, 2006-2016



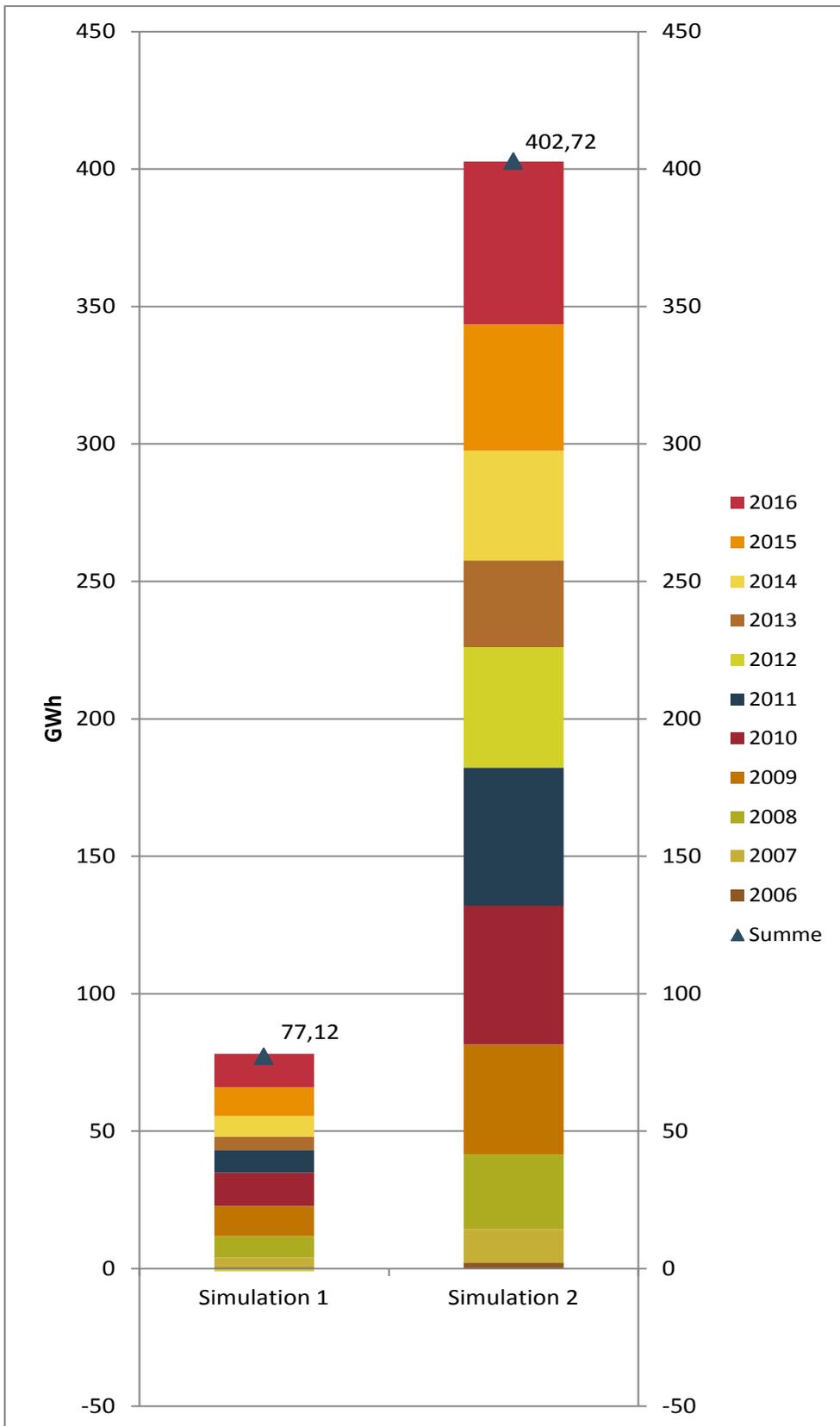
Quelle: Eigene Darstellung

Abbildung 3.46 Simulierter Gesamtenergieverbrauch neuer Fernsehgeräte nach Größe (Simulation 2), 2006-2016



Quelle: Eigene Darstellung

Abbildung 3.47 Einsparungen durch verkleinerte Bildschirmdiagonalen pro Jahr und kumuliert in den Simulationen 1 und 2



Quelle: Eigene Darstellung



### 3.9.3.2 Empfehlungen zum Verhältnis von Sitzabstand und Bildschirmgröße

Es sollte eruiert werden, ob Empfehlungen zur optimalen Bildschirmgröße bei gegebenem Sitzabstand gegeben werden können, worauf sich etwaige Empfehlungen gründen (z.B. Ergonomie, Gesundheit, Sehkomfort) und ob die Berücksichtigung solcher Empfehlungen bei üblichen Wohnzimmergrößen zu einer Wahl kleinerer Bildschirme führen würde als bisher.

Zu diesem Zweck wurde eine Stichwortsuche im Internet durchgeführt. Neun verschiedene originäre Internetquellen konnten ausgewertet werden: Stiftung Warentest, CHIP.de, t-online, heise.de, vier Online-Magazine unbekannter Trägerschaft, ein Gesundheitsportal (praxisvita). Ein Beitrag in Focus online war inhaltsgleich mit dem Beitrag in CHIP.de; ein Beitrag in stern.de inhaltsgleich mit dem Beitrag in praxisvita. Die Quellen äußerten sich bis auf eine nicht zur optimalen Bildschirmgröße bei gegebenem Sitzabstand, sondern nur zum optimalen Sitzabstand. Nur in dem Online-Magazin „Geniale Tipps“ findet sich eine zusätzliche Liste mit der empfohlenen Bildschirmdiagonale für einen gegebenen Abstand (der z. B. durch die Wohnzimmereinrichtung determiniert sein kann). Die Ergebnisse werden im Folgenden dennoch wiedergegeben, um ggf. Umkehrschlüsse ziehen zu können.

#### Begründung des optimalen Verhältnisses von Sitzabstand und Bildschirmgröße

Bei den aufgeführten Gründen für den optimalen Sitzabstand waren sich die Quellen weitgehend einig, obwohl nicht alle Gründe von allen Quellen diskutiert wurden.

Alle Quellen thematisierten die optimale Bildwahrnehmung bzw. Fernseherlebnis. Als Nachteile eines zu großen Abstandes (bzw. im Umkehrschluss eines im Verhältnis zum Abstand zu kleinen Bildschirms) wurde genannt, dass feine Details nicht mehr zu erkennen seien und sich kein „Kinoerlebnis“ einstelle. Als Nachteile eines zu geringen Abstandes (bzw. im Umkehrschluss eines im Verhältnis zum Abstand zu großen Bildschirms) wurden ein pixeliges oder unscharfes Bild, ein flimmerndes Bild sowie die Tatsache genannt, dass nicht mehr das gesamte Bild auf einen Blick erfasst werden kann. Die maximal mit den Augen erfassbare Größe konnte rechnerisch ermittelt werden. Da das individuelle Blickfeld aber zwischen 10° und 30° variieren kann, ergibt sich dadurch eine sehr hohe Varianz; dieses Argument eignet sich daher kaum als Begründung für eine empfohlene Bildschirmgröße bei gegebenem Abstand.

Wesentliche ergonomische oder gesundheitliche Aspekte konnten – abgesehen von einem Anstrengen oder Reizen der Augen – nicht identifiziert werden, auch nicht bei einer gezielten Zusatzrecherche nach ergonomie- oder gesundheitsbezogenen Aspekten. Eine Quelle gab an, dass der Abstand zum Bildschirm wegen der elektromagnetischen Strahlung mindestens 2 m betragen sollte, daraus lassen sich jedoch keine Rückschlüsse auf Bildschirmgrößen treffen.

#### Einflussfaktoren auf das optimale Verhältnis zwischen Sitzabstand und Bildschirmgröße

Über die Faktoren, die das optimale Verhältnis beeinflussen, sind sich die Quellen ebenfalls weitgehend einig, auch wenn ebenfalls nicht alle Quellen alle Faktoren behandeln. Aufgeführt werden:

- Sehschärfe: Je besser die eigene Sehschärfe, desto weiter weg sollte man von dem Bild sitzen, da es sonst verpixelt wirken kann.

- **Auflösung:** Je geringer die Auflösung des Fernsehers ODER des gesendeten Signals ist, desto größer sollte der Abstand sein, da das Bild sonst verpixelt wirken kann (bei einem niedrigauflösenden Signal bietet ein hochauflösender Fernseher keinen Vorteil).
- **Flimmern und Bildmodus:** Der Bildschirmabstand muss gegenüber der Standardempfehlung, die sich aus den übrigen Faktoren ergibt, erhöht werden, wenn unerwünschtes Flimmern vermieden werden soll. Manche Quellen geben einen etwa 30 % höheren Abstand an. Eine Quelle führt aus, dass der nötige Zusatzabstand sich je nach Bildmodus unterscheidet. Bei der sog. „Halbbild“ oder „Interlace“-Technik, bei der die Zeilen abwechselnd aufgebaut werden, erkennbar an einem „i“ hinter der Angabe der Pixelzahl (z. B. 1080i) ist das Flimmern höher, der nötige Abstand daher größer. Bei der „Vollbild“- oder „Progressive“-Technik (erkennbar an einem „p“) flimmert das Bild weniger, so dass näher an den Bildschirm gerückt werden kann.

### Resultate: Empfohlener Sitzabstand

Die konkreten Zahlen für den empfohlenen Sitzabstand variieren zwischen den einzelnen Quellen sehr stark. Das hängt u. a. damit zusammen, dass bestimmte Quellen versuchen, mehrere der genannten Faktoren einzubeziehen und die Angaben entsprechend ausdifferenzieren (in Form von Tabellen oder Online-Rechnern), während andere pauschale Mittelwerte angeben. Zudem sind die Bezeichnungen für die Auflösung nicht einheitlich, so dass manchmal nicht klar ist, welche konkrete Auflösung mit einer bestimmten Bezeichnung gemeint ist. („HD“ kann sowohl die niedrigere Auflösung „HD ready“ als auch die höhere „Full HD“ meinen; mit „Ultra HD“ kann die auch als „4K bezeichnete Auflösung von 3840 x 2160 bezeichnet sein oder auch noch höhere Auflösungen (die allerdings selten sind)).

Mit einer Ausnahme ist nicht klar, ob das Flimmern oder die Sehschärfe berücksichtigt wurden oder nicht bzw. welcher Wert hier angenommen wurde. Zudem geben manche Quellen eine Spannbreite an, andere eine spezifische Entfernung.

Hier sollen nur die Faktoren aus denjenigen Quellen aufgeführt sein, die zwischen verschiedenen Auflösungen differenzieren. Angegeben ist jeweils der Faktor, mit dem die Bildschirmdiagonale multipliziert werden soll, um die empfohlene Entfernung zu erhalten. Im Umkehrschluss kann daraus eine empfohlene Bildschirmgröße bei gegebenem Sitzabstand ermittelt werden. Der Online-Rechner des Display Magazins stellt explizit klar, dass es sich um Mindestabstände handelt, die nicht unterschritten werden sollten, aber überschritten werden können. Die anderen Quellen machen dazu keine Aussage oder sprechen von „optimalen“ oder „empfohlenen“ Entfernungen.

### Kriterium: Bildqualität

Tabelle 3.25 stellt dar, welchen Sitzabstand (gemessen in Vielfachen der Bildschirmdiagonale) die einzelnen Quellen für verschiedene Auflösungen empfehlen, wenn optimale Bildqualität gewährleistet sein soll.

Tabelle 3.25 Empfohlener Sitzabstand (in Vielfachen der Bildschirmdiagonale) für optimale Bildqualität nach verschiedenen Quellen

Auflösung	SD (576 x 720)		HD ready (1280 x 720 (720p) oder 1920 x 1080 (1080i)		Full HD (1920 x 1080)		4 K (3840 x 2160)	
	min	max	min	max	min	max	min	max
Empfohlener Abstand								
Chip.de	2,6	2,6			1,56	1,56	0,78	0,78
TV Tipp	2,0	3,0			1,6	2,1	1,4	1,8
Geniale Tipps	2,5	3	1,3*	2,4*	1,3*	2,4*		
StiWa	3	3	2**	2**	2**	2**		
Display Magazin Tabelle***	3	3,6	1,5	2	1	1,3		
Display Magazin Online-Rechner***	3,7	3,7	2,9	2,9	2,0	2,0		

\*Die Werte für HD ready und Full HD wurden von den Autoren rechnerisch ermittelt aus der Aussage, man könne bei „HD und Full HD“ „über einen Meter“ abziehen. Setzt man einen Meter an, kommt man auf keinen konstanten Faktor. Der Faktor vergrößert sich vielmehr mit der Bildschirmdiagonale. Das Minimum liegt je nach Bildschirmdiagonale zwischen 1,3 und 1,9, das Maximum zwischen 1,8 und 2,4.

\*\* Wert von 2 bezieht sich auf Blu-Ray. Unklar, ob damit HD ready oder Full HD gemeint ist (wohl eher nicht 4 K)

\*\*\*Die Differenz zwischen Online-Rechner und Tabelle ergibt sich möglicherweise aus der Berücksichtigung des Flimmerns und der Wahl von 100 % Sehschärfe beim Online-Rechner.

**Kriterium: erfassbares Blickfeld**

Tabelle 3.26 gibt die Bildschirmabstände wieder, die sich bei unterschiedlich großem Blickfeld ergeben, wenn das ganze Bild auf einen Blick erfasst werden soll.

Tabelle 3.26 Errechneter empfohlener Sitzabstand (in Mehrfachem der Bildschirmdiagonale) um das ganze Bild auf einen Blick erfassen zu können

Empfohlener Abstand	bei 30°	bei 10°
	Blickfeld	Blickfeld
errechnet aus heise.de und Blickfeldrechner auf <a href="https://www.google.de/search?q=sehwinkel+berechnen&amp;ie=utf-8&amp;oe=utf-8&amp;gws_rd=cr&amp;ei=oDebWIKKPIiY6ASPw4PQAg">https://www.google.de/search?q=sehwinkel+berechnen&amp;ie=utf-8&amp;oe=utf-8&amp;gws_rd=cr&amp;ei=oDebWIKKPIiY6ASPw4PQAg</a>	0,9	2,8

**Weitere Aspekte**

Verschiedene Quellen formulieren Überlegungen, die man anstellen sollte, um die Größe eines Fernsehgerätes bedarfsgerecht zu wählen. Dazu gehören u. a. die Aspekte,

- Wie weit möchte bzw. kann man von dem Fernsehgerät entfernt sitzen?

- Wie viel Platz hat man zur Verfügung? Passt das Gerät überhaupt an die Wand oder auf den Schrank?
- Wofür möchte man den Fernseher benutzen? Als Hauptbildschirm für lange Fernsehbende im Wohnzimmer (größer) oder als Zweitgerät im Nebenzimmer (kleiner)?
- Möchte man große Blockbuster schauen (größer) oder nur die "20 Uhr-Nachrichten" (kleiner)?
- Welche Erfahrungen hat man selber mit dem alten Fernsehgerät gemacht? War die Größe ausreichend oder möchte man eine viel größere Bilddiagonale?
- Der Fernseher wirkt im Geschäft in der Regel kleiner als im heimischen Wohnzimmer. Man kann dem abhelfen, indem man zu Hause über die benötigte Größe nachdenkt und z. B. ein Maßband oder eine Pappschablone ins Geschäft mitnimmt.

### Schlussfolgerungen

Weder aus ergonomischer oder gesundheitlicher Sicht noch aufgrund der optimalen Bildqualität lässt sich eine Aussage ableiten, die geeignet wäre, das Wachstum der Bildschirmgrößen wesentlich einzudämmen:

Hinsichtlich der Bildqualität ergibt sich unter Bereinigung von Ausreißern und wenig belastbaren Aussagen für SD eine Spanne vom 2 bis 3,6fachen der Bildschirmdiagonale, bei HD ready sowie Full HD vom 1,5 bis 2fachen und bei 4 K vom 0,8 bis 1,8-fachen. Hinsichtlich des Gesichtsfeldes ergibt sich eine Spanne vom 0,9 bis 2,8fachen der Bildschirmdiagonale. Das bedeutet für etwaige Empfehlungen zur Bildschirmgröße:

- SD: Die breite Spanne und insgesamt größeren empfohlenen Abstände sind für die Praxis irrelevant, weil diese Geräte praktisch nicht mehr neu verkauft werden; eine Empfehlung hierzu hätte daher wenig Effekt.
- Bei HD ready (ebenfalls nur noch wenig verkauft) und Full HD (größter Teil des Marktes) könnte das 1,5 bis 2fache der Bildschirmgrößen kommuniziert werden. Dies dürfte nicht wesentlich zur Reduktion der Bildschirmgrößen beitragen: Bei rund 3 m Sitzabstand wären hiermit Bildschirmdiagonalen bis 1,50 m, also 59 Zoll möglich. Reduziert würden also nur die sehr großen Bildschirme ab 60 Zoll, was entsprechend der Simulationen in Abschnitt 3.9.3.1 nur geringe Einspareffekte hat.
- Bei 4 K könnten noch mehr Daten gesammelt werden; die empfohlenen Abstände sind hier aber noch kleiner.

Dennoch kann eine Kommunikation zur bedarfsgerechten Wahl der Bildschirmgröße sinnvoll sein. Das Argument des empfohlenen Bildschirmabstands ist hier aber weniger relevant. Eher könnte hervorgehoben werden, dass große Diagonalen erhebliche Kosten verursachen – beispielsweise verdreifacht sich der Jahresenergieverbrauch in etwa, wenn die Bildschirmdiagonale von 30 auf 60 Zoll verdoppelt wird.

Des Weiteren könnten die einzelnen Faktoren kommuniziert werden, die die passende Größe für einen gegebenen Abstand bestimmen, sowie weitere die oben genannten weiteren praktischen Tipps gegeben, die für die Wahl der richtigen Größe zu bedenken sind.

Zusätzlich könnte man „Maximalgrößen“ für bestimmte Abstände angeben, d. h. die Kommunikation sollte nicht in Begriffen des richtigen Abstands für eine gegebene Größe, sondern in Begriffen der richtigen Größe für einen gegebenen Abstand formuliert werden. Dabei sollte deutlich werden, dass es sich hier nicht um empfohlene Größen handelt, son-

dern um Größen, die für ein gutes Seherlebnis (d. h. Bild mit einem Blick erfassbar und / oder Bild nicht verpixelt) nicht überschritten werden sollen. Hierfür könnte beispielsweise der Faktor 2 für HD / Full HD verwendet werden. Sinnvoll wäre eine Aufbereitung als Tabelle, die für verschiedene Sitzabstände die jeweilige Maximalgröße angibt, z. B. wie in Tabelle 3.27.

Tabelle 3.27 Maximale empfohlene Bildschirmgrößen für gegebene Sitzabstände

Sitzabstand	maximale Bildschirmdiagonale für HD / Full HD	
	cm	Zoll
1,5 m	75	30
1,75 m	87,5	34
2 m	100	39
2,5 m	125	49
3 m	150	59

## 4 Schlussfolgerungen

---

### Wirkungsabschätzungen für Ökodesign- und Energiekennzeichnungsverordnungen in Deutschland und daraus abgeleiteter Weiterentwicklungsbedarf

Im Rahmen der Studie wurden Wirkungsabschätzungen für die Ökodesign- und Energieverbrauchskennzeichnungsverordnungen in Deutschland für die folgenden Produktgruppen durchgeführt: Heizkessel, Warmwasserbereiter, Beleuchtung, Motoren, Haushaltskühl- und Gefriergeräte und Lüftungsanlagen. Mit Ausnahme der Produktgruppe Motoren beruhen die Abschätzungen auf spezifischen Daten für den deutschen Markt.

Die Wirkungsabschätzungen zeigen, dass mit Hilfe dieser Maßnahmen relevante nationale Einsparungen erreicht werden konnten. In Summe ergeben sich für die genannten Produktgruppen die folgenden Einsparungen:

- im Jahr 2020 Primärenergieeinsparungen von insgesamt 103 TWh/a (ohne Motoren 24 TWh<sup>1</sup>) und CO<sub>2</sub>-Einsparungen von 16 Mio. t (ohne Motoren 5 Mio. t)
- im Jahr 2030 Primärenergieeinsparungen von insgesamt 210 TWh/a (ohne Motoren 100 TWh/a) und CO<sub>2</sub>-Einsparungen von 32 Mio. t (ohne Motoren 17 Mio. t).
- Weiterhin wurde untersucht, in welchem Umfang eine anspruchsvollere Ausgestaltung von EU-Labeling- und Ökodesign-Verordnungen zusätzliche Energieeinsparungen zwischen 2020 und 2030 generieren könnte. Es wurde pauschal angenommen, dass durch ambitioniertere Maßnahmen die Einsparungen um 10 % erhöht werden können. Die abgeschätzten zusätzlichen Einsparungen für Deutschland betragen kumuliert für die Jahre 2020 bis 2030 30 TWh Endenergie (44 TWh Primärenergie) und 6,6 Mio. t CO<sub>2</sub>.

Aus diesen Befunden können Möglichkeiten abgeleitet werden, die Wirkung dieser Instrumente noch zu optimieren.

- Bei einzelnen Produktgruppen, wie Heizkesseln oder TV-Geräten, sind die Kriterien insbesondere angesichts des in Deutschland bereits erreichten Effizienzstandards sehr schwach. Möglichkeiten zur Verschärfung von Kriterien sind beispielsweise die Orientierung am Break-even-Point statt an den niedrigsten Lebenszykluskosten sowie die Begrenzung von und technologiespezifischen Ausnahmen.
- Schwache Kriterien können auch dadurch zustande kommen, dass die Marktentwicklung nicht adäquat berücksichtigt wird. So traten Ökodesign-Anforderungen bei Fernsehern etwa erst dann in Kraft, als die betroffenen Geräte bereits nicht mehr auf dem Markt waren. Bei Produktgruppen, die einen relevanten Energieverbrauch oder relevante Einsparpotenziale haben oder bei denen eine schnelle technische Entwicklung zu be-

---

<sup>1</sup> Für die Abschätzung zu Motoren musste mangels nationalspezifischer Daten auf den Anteil der im Eco-design Impact Accounting angenommenen EU-Einsparungen zurückgegriffen werden. Mit den anderen Produktgruppen ist der Wert daher nicht vergleichbar, er dürfte um ein Mehrfaches höher liegen als bei Verwendung national spezifischer Daten.

obachten ist, empfiehlt es sich daher, parallel zur Durchführung von EU-Vorstudien eine nationale Marktanalyse bezüglich der verkauften Effizienzklassen und der Mehrkosten gegenüber weniger effizienten Geräten durchzuführen. Die durch die Rahmenverordnung zur Energieverbrauchskennzeichnung von 2017 geschaffene Produktdatenbank kann hierzu eine wertvolle Hilfe sein. Auf diese Weise kann belegt werden, dass eine hohe Marktdurchdringung effizienter Geräte bei einer entsprechenden Zielsetzung der Hersteller erreichbar ist, aber auch, wie Standards ausgestaltet sein müssten, um weitere Verbesserungen zu erreichen. Auf Basis dieser Informationen sollte Deutschland für anspruchsvolle Effizienzstandards und zügige Einführung der Maßnahmen eintreten.

Die realen Effekte der Maßnahmen werden vermutlich durch Umgehung der Vorschriften und nicht praxisadäquate Messmethoden geschwächt. Auf der Basis von Forschungsprojekten wie ANTICSS, CompliantTV, ATLETE, MarketWatch etc. muss an der Entwicklung von an die tatsächlichen Einsatzbedingungen angepassten Messmethoden weitergearbeitet und unter Nutzung der Produktdatenbank die Marktüberwachung weiter entwickelt werden.

### **Rahmen für europäische und nationale Maßnahmen in der Produkteffizienzpolitik**

Ökodesign und die EU-Energieverbrauchskennzeichnung haben sich als erfolgreiches Instrument der Effizienzpolitik erwiesen. Da Neugeräte in Deutschland schon recht effizient sind, ist der Einfluss von Ökodesign- und Energielabelmaßnahmen hier jedoch geringer als im EU-Durchschnitt. Alleine reichen die europäischen Maßnahmen nicht aus, um die deutschen Energie- und Klimaziele zu erfüllen. Eine nationale Verschärfung der produktspezifischen Anforderungen ist in der Regel nicht möglich. Daher sind weitere Maßnahmen notwendig.

Als signifikantes Handlungsfeld bleibt der Altgerätebestand, vor allem bei Produktgruppen, bei denen der Kauf nicht in erster Linie von der technischen Entwicklung getrieben ist (z.B. Kühlgeräte, Klima- und Lüftungsanlagen, Motoren, Heizkessel, Warmwasserbereiter). Er wird durch die EU-Maßnahmen nicht adressiert. Politische Instrumente sollten einerseits auf den Ersatz von Geräten hinwirken, deren technischer Standard deutlich überholt ist. Ein anderes wichtiges Handlungsfeld ist die richtige Konfiguration und Einstellung von Geräten und Anlagen bei Inbetriebnahme, die regelmäßige Anpassung der Einstellungen an den realen Betrieb sowie die Wartung von Altanlagen. Und nicht zuletzt bestehen Möglichkeiten dort, wo auch besonders große Einsparpotenziale liegen: beim Einsatz von Geräten in Gebäuden, wo die europäische Gebäuderichtlinie größeren Spielraum lässt als EU-Ökodesign und Energieverbrauchskennzeichnung.

### **Weiterentwicklung der Energieverbrauchskennzeichnung**

#### *Gestaltung der Label als wesentliches Element für ihre Wirksamkeit*

Die Rahmenverordnung zur Energieverbrauchskennzeichnung (EU 2017/1369) zielt auf eine ambitioniertere Ausgestaltung des Labels. Ein zentral damit verbundener Punkt der Verordnung ist die Wiedereinführung der Effizienzklassenskala von A bis G.

Verbraucherstudien zeigen, dass das Design des Labels ist mitentscheidend für seine Wirksamkeit. Daher sollte auf die Entwicklung der grafischen Gestaltung bei den kommenden neuen Labels großen Wert gelegt werden. Eine Konsequenz der EU-Kommission aus dieser Erkenntnis ist, dass im Rahmen der Revision der Verordnung zu Haushaltskühl- und Gefriergeräten die graphische Gestaltung des Labels beispielhaft weiterentwickelt wird.

Die grafische Entwicklung bewegt sich in einem Spannungsfeld zwischen Wiedererkennbarkeit (d. h. Label für neue Produktgruppen sollten jeweils ein grundsätzlich einheitliches Erscheinungsbild erhalten) und Unterscheidbarkeit vom bisherigen Label (d. h. Verbraucher müssen die Veränderung (und Reskalierung) vom bestehenden Label sofort visuell erfassen – das vermeidet Missverständnisse). Darüber hinaus ist die Neugestaltung ist auch die Gelegenheit, beim bisherigen Labeldesign erkannte Schwächen zu beheben. Das betrifft etwa die Verbesserung der Verständlichkeit bei der Angabe des Jahresenergieverbrauchs „kWh per annum“, die regelmäßig in Verbraucherbefragungen schlechte Verständniswerte erreicht hat., sowie die Gestaltung von Piktogrammen.

Nicht zuletzt transportiert die Gestaltung auch grundsätzliche Haltungen und Einstellungen des Labels. Das Label ist allgemein anerkannt, weil es vertrauenswürdige, transparente Informationen liefert. Es soll eine Kommunikation auf Augenhöhe vermitteln, mit Hilfe derer Verbraucher informierte und eigenverantwortliche Entscheidungen treffen. Eine moralische oder ökologische Haltung könnte als bevormundend empfunden werden, vielmehr sollte das Label hochwertig wirken und den Eindruck von Qualität vermitteln.

*Erweiterung der Kennzeichnung vom Produktansatz auf den Systemansatz, von der Unterstützung der Kaufentscheidung zur Sensibilisierung über den Anlagenbetrieb und zur Qualitätssicherung*

Untersuchungen zeigen für viele Bereiche deutlich größere Einsparpotenziale, wenn statt der Produktebene die Systemebene betrachtet wird. Dies trifft auch auf das Beispiel Klima- und Lüftungsanlagen zu, wo große Einsparpotenziale durch korrekte Dimensionierung und passgenauen Betrieb erreichbar sind, die auf der Produktebene nicht ersichtlich sind.

Das im Rahmen des Projektes entwickelte Systemlabel kann hier eine wichtige Funktion einnehmen. Der Betreiber einer Bestandsanlage erhält eine Aussage zur Systemeffizienz seiner Anlage, die weit über die Energieeffizienz der eingesetzten Komponenten hinausgeht. Damit übernimmt das Label an dieser Stelle eine neue Funktion im Vergleich zum Einsatz der EU-Energieverbrauchskennzeichnung. An der Bestandsanlage unterstützt es keine Kaufentscheidung, sondern sensibilisiert für die reale Performance, motiviert zu weiteren Schritten und hilft, ein vormals weitgehend intransparentes System im Kontext zu verstehen.

Eine weitere Rolle kann das Systemlabel bei Neuanlagen übernehmen: eine Übertragung auf Neuanlagen wäre sinnvoll und empfehlenswert. Ein Neuanlagenlabel würde Bauherren ermöglichen, Anlagen einer bestimmten Effizienzklasse zu beauftragen; Planer könnten den Planungsprozess auf die Zielerreichung ausrichten und nach Inbetriebnahme über eine unabhängige Prüfung belegen, dass die angestrebte Effizienzklasse erreicht wurde. So könnte das Label hier einerseits die klassische Rolle der Unterstützung der Kaufentscheidung und Vermarktung energieeffizienter Produkte einnehmen. Darüber hinaus würde es als neue Rolle die Qualitätssicherung mittels unabhängiger Prüfung dokumentieren.

Nicht zuletzt würde eine breite Einführung der Systemlabel für Bestands- und Neuanlagen ermöglichen, Erfahrungen mit Systemlabeln zu sammeln und eine Ausweitung des Systemgedankens bei der Energiekennzeichnung in anderen Bereichen unterstützen.

Der Energieverbrauchskennzeichnung verwandte Tools können auch an anderer Stelle der Beratungskette Erstansprache – Initialberatung – Detailberatung - Planung und Ausführung genutzt werden. Ein Beispiel sind „kleine“ Formen von Systemlabeln wie der ebenfalls im Projekt entwickelte QuickCheck für Lüftungs- und Kälteanlagen mit grafisch gestaltetem

Ergebnisbericht für die Initialberatung. Der QuickCheck nutzt grafische Mittel, um ein Ergebnis griffig zu verdeutlichen; seine Gestaltung weist aber auch darauf hin, dass noch keine endgültige Bewertung wie bei einer „vollständigen“ Energiekennzeichnung abgegeben wird. Damit kann er dazu dienen, für die Performance einer Anlage im System zu sensibilisieren und zu weitergehenden Aktivitäten wie einer energetischen Inspektion zu motivieren.

### **Verbrauchsmessung und Feedbacksysteme**

Bei der Untersuchung der Handlungsoptionen hat sich gezeigt, dass fehlende Transparenz über Energieverbrauch und Betrieb von Geräten und Anlagen ein wesentliches Hemmnis für Energieeinsparungen ist.

#### *Beispiel verhaltensökonomische Instrumente auf Stromrechnungen*

Heutige Stromrechnungen sind lang, komplex und mit ihrer Vielzahl von fachspezifischen Begriffen und rechtlichen Hinweisen für viele Verbraucher unverständlich. Transparentere Informationen in Verbindung mit verhaltensökonomischen Instrumenten auf der Stromrechnung könnten die Informationslage für Verbraucher verbessern, zum Beispiel durch soziale Vergleiche mit anderen Bevölkerungsgruppen, und die Motivation stimulieren, den eigenen Stromverbrauch zu mindern, etwa durch Zielsetzungen oder spielerische Elemente. Die Digitalisierung bietet hier zusätzliche Möglichkeiten für Energieberatungs- oder Effizienzdienstleistungen. So ist denkbar, dass Stromversorger in stärkerem Maße als heute wirksame Stromsparanreize auf der Stromrechnung platzieren. Damit derartige Anreize für Verbraucher effektiv sind, müssten die Zeiträume zwischen den einzelnen Stromrechnungen erheblich verkürzt werden. Außerdem empfiehlt sich eine verstärkte Nutzung digitaler Medien zur Rechnungsstellung. Dafür sollten mögliche Änderungen der gesetzlichen Anforderungen an die Stromrechnung geprüft werden, mittels derer verhaltensökonomische Instrumente verpflichtend auf die erste oder zweite Seite gesetzt würden und Bestandteile, die nicht unmittelbar die Rechnungsbeträge betreffen, auf hintere Seiten platziert würden.

#### *Beispiel Heizungsanlagen*

Bei Heizungsanlagen bestehen hohe Einsparpotenziale durch eine Steigerung der Geräte- bzw. Anlagenperformance und durch Anpassung an den individuellen Heizwärmebedarf. Gleichzeitig ist der Heizungsbetrieb für Verbraucher in der Regel intransparent (Black Box), sodass vielfach vorhandene Optimierungsmöglichkeiten kaum genutzt werden. In der vorliegenden Untersuchung wurde deutlich, dass zur Bewusstseinsbildung bei Verbrauchern in erster Linie Transparenzinstrumente sinnvoll wären. Vor allem ist hier an eine verpflichtende Effizienzanzeige zu denken, welche den ineffizienten Heizungsbetrieb sichtbar macht. Parallel dazu sollten auch Heizkostenabrechnungen transparenter gestaltet werden. Zur Unterstützung ordnungsgemäßer Inbetriebnahmen sollten bei größeren Anlagen über 70 kW ein verpflichtendes Inbetriebnahmemonitoring über 30 Tage gefordert werden. Wünschenswert ist, dass sich Monitoring des realen Betriebs über die Gerätegrößen hinweg durchsetzt. Zentraler Treiber hierfür die zunehmende Digitalisierung. Sie bietet die Chance, kostengünstige und nutzerfreundliche Mess-, Steuerungs- und Regelungstechnik auf Gebäudeebene zu implementieren. Anforderungen an verpflichtende Zähler / Sensorik in Neuanlagen sollten daher auch in Ökodesign-Anforderungen sowie wo möglich und relevant in nationale Regelungen wie das zukünftige Gebäudeenergiegesetz eingehen.

### *Beispiel Klima- und Lüftungsanlagen*

Auch für Klima- und Lüftungsanlagen gilt, dass ein Großteil der Klima- und Lüftungsanlagen intransparent arbeitet. So werden Stromverbräuche nur selten über separate Zähler erfasst, Volumenströme sowie Wärme- bzw. Kältemengen kaum (ausreichend) gemessen und auch Soll- und Betriebstemperaturen werden nur in Teilen erfasst. Daher ist eine angemessene Ausstattung mit Zählern und Sensorik eine Grundvoraussetzung für einen dauerhaft energieeffizienten Betrieb. Die Ausstattung mit Zählern und Sensorik wird über das vorliegend entwickelte Systemlabel durch eigenes Piktogramm mit Bewertung der Zählerausstattung adressiert, sollte aber auch Eingang in das Ordnungsrecht für Neuanlagen finden, etwa in Ökodesign-Verordnungen oder Gebäudeenergiegesetz.

### **Mehr als Effizienz: Rebound-Effekte adressieren**

Bei den Produktgruppen Fernsehgeräten, Kühl- und Gefriergeräten sowie Beleuchtung konnten in den Wirkungsabschätzungen signifikante Rebound-Effekte festgestellt werden. Diese Effekte gehen insbesondere auf wachsende Verkaufszahlen zurück; Größe und Performance der Geräte sind ein zusätzlicher relevanter Einflussfaktor. Nationale politische Instrumente sollten daher darauf hinwirken, dass eher ein Ersatz alter ineffizienter Geräte als Zusatzanschaffungen und -nutzungen erfolgen.

Auch bei der Beleuchtung wird mit der zunehmenden Verbreitung von LED-Lampen wird das Thema Rebound-Effekte virulent. Wie groß entsprechende Auswirkungen auf das Einsparpotenzial von Effizienzsteigerungen tatsächlich sind und wie sie sich begrenzen lassen, ist allerdings noch kaum untersucht worden. Hierzu wird vorliegend von einer Minderung der potentiellen Stromeinsparungen durch Energieeffizienzverbesserungen von ca. 15 % bis 2030 ausgegangen. Hervorgerufen werden können diese Rebound-Effekte durch Nutzungszeitverlängerungen, Nutzung mehrerer und/oder hellerer Lampen, eines Anstiegs der zu beleuchtenden Fläche oder durch neue Beleuchtungsanwendungen. Daneben tragen verschiedene gesellschaftliche Trends zur Steigerung der Nachfrage nach Beleuchtung, neuen Anwendungen und damit verbunden zu einer Steigerung des Energieverbrauchs bei. Zwei gesellschaftliche Trends – kleinere Haushalte und mehr Wohnfläche sowie Digitalisierung – wurden hier näher betrachtet und ihr potentieller Beitrag zu einer zukünftigen Steigerung des Energieverbrauchs für Beleuchtung dargestellt. Handlungsempfehlungen reichen von informativ bis hin zu regulatorischen Maßnahmen, z. B. durch eine Konkretisierung des Bundesimmissionsschutzrechts im Hinblick auf Lichtverschmutzung. Auch bei künftigen Regulierungen sollten Rebound-Effekte von Anfang an mitgedacht und in die Entwicklung der Anforderungen einbezogen werden.

# 5 Literatur

---

Auer, F. und Schote, H. (2016). Wärmepumpen auf dem Prüfstand: Wärme aus der Umwelt auch gut für die Umwelt? Gebäudetechnik in Wissenschaft und Praxis, 137. Jahrgang, Heft 6, S. 422 – 429. Essen.

Ballu, M. und Toulouse, E. (2010). Energy Saving in Practice. Potential and Delivery of EU Ecodesign Measures. Verfügbar unter <https://www.coolproducts.eu/s/Energy-savings-in-practice.pdf>.

BAM (2018). Ökodesign / Energielabel. Informationsseiten der Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM).  
[https://netzwerke.bam.de/Netzwerke/Navigation/DE/Evpg/evpg\\_uebersicht.html](https://netzwerke.bam.de/Netzwerke/Navigation/DE/Evpg/evpg_uebersicht.html).

BDEW (2013). Die 10 größten deutschen Stromversorger 2010.

BDEW (2014). Energie-Info Stromverbrauch im Haushalt. Berlin.

BDEW (2015). Netto-Elektrizitätsverbrauch nach Verbrauchergruppen. bdew – Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e.V.  
<https://www.bdew.de/energie/verteilnetzbetreibers-datenaustauschbedarf/#cat/Daten%252FGrafiken%5CEnergie%20allgemein%5CEnergiedaten%5C3.%20Stromversorgung/3-12-netto-elektrizitaetsverbr-nach-verbrauchergruppen-de>.

BDEW und VKU (2013). Leitfaden – Kundenrechnung Strom unter Berücksichtigung der EnWG Novelle 2011. Berlin.

BDH (2013). Lüftungsanlagen 2013. Eine gemeinsame Statistik des FGK und des Bundesindustrieverbandes Deutschland Haus-, Energie- und Umwelttechnik e. V. (BDH).

BDH (2014). Lüftungsanlagen 2014. Eine gemeinsame Statistik des FGK und des Bundesindustrieverbandes Deutschland Haus-, Energie- und Umwelttechnik e. V. (BDH).

Beckenbach, F., Daskalakis, M., Bühren, C., Hofmann, D., Kollmorgen, F., Kind, C., Savelsberg, J., Kahlenborn W. und Puke S. (2016). Verhaltensökonomische Erkenntnisse für die Gestaltung umweltpolitischer Instrumente. Kassel, Berlin: Universität Kassel und adelphi, im Auftrag des Umweltbundesamts.  
[https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1968/publikationen/2017-01-05\\_endbericht\\_incent\\_ii\\_final\\_v2.pdf](https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1968/publikationen/2017-01-05_endbericht_incent_ii_final_v2.pdf).

Birzle-Harder, B., Deffner J. und Götz, K. (2008). „Lust am Sparen oder totale Kontrolle.“ Akzeptanz von Stromverbrauchs-Feedback. Ergebnisse einer explorativen Studie zu Feedback-Systemen in vier Pilotgebieten im Rahmen des Projektes Intelliekon.  
<http://www.isoe.de/shop/literatur/sonstige-materialien/lust-am-sparen-oder-totale-kontrolle-akzeptanz-2.htm>.

BMUB (2016). Stromspiegel für Deutschland 2016. <http://www.die-stromsparinitiative.de/fileadmin/bilder/Stromspiegel/broschuere/Stromspiegel-2016-web.pdf>.

BMUB (2017). Gebäude. <http://www.bmub.bund.de/themen/klima-energie/energieeffizienz/gebaeude/>.

BMWi (2014). Nationaler Aktionsplan Energieeffizienz. [https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Energie/nationaler-aktionsplan-energieeffizienz-nape.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=6](https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Energie/nationaler-aktionsplan-energieeffizienz-nape.pdf?__blob=publicationFile&v=6) (10.07.2017).

BMWi (2016). Energiedaten. Zahlen und Fakten nationale und internationale Entwicklung. Berlin.

BMWi (2017). Energiewende im Gebäudebereich. Gebäude energieeffizienter machen <https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Dossier/gebaeudesanierung.html;jsessionid=B74D79F723733DF792C2FFEEF12D0055>.

BMWi (2017b). Energieeffizienz von Heizgeräten. <https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Artikel/Energie/energieeffizienz-heizgeraete.html>.

BMWi (2017c). Förderstrategie Energieeffizienz und Wärme aus erneuerbaren Energien. <https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Energie/foerderstrategie-energieeffizienz.html>.

BNetzA und BKartA (2016). Monitoringbericht 2015. Bonn.

Brischke, L.-A., Leuser, L., Baedeker, C., Lehmann F. und Thomas, S. (2015). Energy sufficiency in private households enabled by adequate appliances. In: ECEEE Summer Study proceedings 2015. S. 1571–1582.

Buchert, M., Manhart, A. und Sutter, J. (2014). Untersuchung zu Seltenen Erden: Permanentmagnete im industriellen Einsatz in Baden-Württemberg. Öko-Institut e. V., Freiburg 2014.

BuildUpSkills (2013). Nationaler Qualifizierungsfahrplan: [http://www.bauinitiative.de/fileadmin/user\\_upload/bilder/Bericht/Roadmap\\_Version2\\_1\\_3.03.2013\\_endg-inkl-Letter-liste.pdf](http://www.bauinitiative.de/fileadmin/user_upload/bilder/Bericht/Roadmap_Version2_1_3.03.2013_endg-inkl-Letter-liste.pdf).

Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (2015). Merkblatt für Energieaudits.

Bundesindustrieverband Technische Gebäudeausrüstung e.V. (2018). BUPS - Bundesprüfstelle. <http://www.btga.de/index.php/ct-menu-item-59/ct-menu-item-64>.

Callies, C. und Ruffert M. (2016). EUV/AEUV – Das Verfassungsrecht der Europäischen Union mit Europäischer Grundrechtcharta, 5. Auflage 2016.

Danner, W. und Theobald C. (2016). Energierecht – Energiewirtschaftsgesetz mit Verordnungen, EU-Richtlinien, Gesetzesmaterialien, Gesetze und Verordnungen zu Energieeinsparungen und Umweltschutz sowie andere energiewirtschaftlich relevante Regelungen, 90. Ergänzungslieferung September 2016.

Darby, S. (2006). The Effectiveness of Feedback on Energy Consumption. A Review for Defra of the Literature on Metering, Billing and Direct Displays. In: Environmental Change Institute University of Oxford.

Dauses, M. (2016). Handbuch des EU-Wirtschaftsrechts, 40. Ergänzungslieferung Juni 2016.

DEA (2015). European LED Market Evolution and Policy Impacts. Danish Energy Agency, Energy Piano, CLASP European Programme.

DeLaski, A., Sameer, K., McMahon, J. E., Amann J. und Mauer J. (2015). What does the next generation of MEPS look like ? In: ECEEE Summer Study proceedings 2015. S. 1655–1663.

dena (2013). Europäische Energieeffizienz-Anforderungen an Beleuchtung. Berlin.

dena (2017). Modellprojekt Bewusst heizen, Kosten sparen. Abschlussbericht Verbraucherauswertung und Mieterbefragung in den Heizperioden 2012 bis 2016. Berlin.

Deutscher Bundestag (2015). Drucksache 18/4853. Antwort der Bundesregierung auf die Kleine Anfrage der Abgeordneten Sylvia Kotting-Uhl, Peter Meiwald, Steffi Lemke, weiterer Abgeordneter und der Fraktion BÜNDNIS 90/DIE GRÜNEN. Berlin.

DIN (2009). DIN SPEC 13779:2009-12 – Lüftung von Nichtwohngebäuden – Allgemeine Grundlagen und Anforderungen für Lüftungs- und Klimaanlageanlagen und Raumkühlsysteme – Nationaler Anhang zu DIN EN 13779:2007-09. Berlin: Beuth Verlag GmbH.

DIN (2011). DIN V 18599-7:2011-12 – Energetische Bewertung von Gebäuden – Berechnung des Nutz-, End- und Primärenergiebedarfs für Heizung, Kühlung, Lüftung, Trinkwarmwasser und Beleuchtung – Teil 7: Endenergiebedarf von Raumlufttechnik- und Klimakältesystemen für den. Berlin: Beuth Verlag GmbH.

DIN (2013). DIN SPEC 15240:2013-10 – Lüftung von Gebäuden – Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden – Energetische Inspektion von Klimaanlageanlagen. Berlin: Beuth Verlag GmbH.

Dünnhoff, E. (2016). Verständlichkeit der Energielabel für Heizkessel und Warmwasserbereiter und des Effizienzlabels für Heizungsanlagen. Mainz.  
<http://www.verbraucherzentrale-rlp.de/media245955A.pdf>.

Dünnhoff, E. und Palm, A. (2014). Verständlichkeit des Energielabels aus Verbrauchersicht – Ergebnisse von zwei Gruppendiskussionen und einer repräsentativen Verbraucherbefragung. Mainz. <http://www.verbraucherzentrale-rlp.de/media231306A.pdf>.

Dünnhoff, E. und Palm, A. (2016): Verständlichkeit von Stromrechnungen. Mainz.

E.ON (2016). Musterrechnung. <https://www.eon.de/pk/de/service/stromrechnung.html>.

Ecofys Germany, Institut für Luft- und Kältetechnik Dresden und schiller engineering (2018). Untersuchung der Potenziale von Klima- und Lüftungstechnik als Beitrag zur Umsetzung des klimaneutralen Gebäudebestandes 2050. Im Auftrag des BMWi. Köln, Dresden, Hamburg. In Vorbereitung.

Edelmann, H. (2015). Stadtwerkstudie 2015 – Gewohnte Wege verlassen. Düsseldorf.

Elsland, R., Bradke, H., und Wietschel, M. (2014). A European Impact Assessment of the Eco-design Requirements for Heating Systems – What Kind of Savings can we Expect? Energy Procedia 62, S. 236–245.

Enbausa (2017). <http://www.enbausa.de/heizung/aktuelles/artikel/bafa-programm-heizungsoptimierung-laeuft-zaeh-5269.html>.

EU COM (2017). Draft Commission Regulation implementing Directive 2009/125/EC of the European Parliament and of the Council with regard to ecodesign requirements for household refrigerating appliances and low noise refrigerating appliances repealing Regulation (EC) No 6. Brüssel: European Commission.

<https://netzwerke.bam.de/Netzwerke/Content/DE/Downloads/Evpg/Weisse-Ware/013-workdoc-2017-12.pdf?blob=publicationFile>.

EU COM (2015). Commission Regulation (EU) 2015/1428 of 25 August 2015 amending Commission Regulation (EC) No 244/2009 with regard to ecodesign requirements for non-directional household lamps and Commission Regulation (EC) No 245/2009 with regard to ecodesign requirements for fluorescent lamps without integrated ballast, for high intensity discharge lamps, and for ballasts and luminaires able to operate such lamps and repealing Directive 2000/55/EC of the European Parliament and of the Council and Commission Regulation (EU) No 1194/2012 with regard to ecodesign requirements for directional lamps, light emitting diode lamps and related equipment. <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=uriserv%3AOJ.L.2015.224.01.0001.01.ENG>.

European Commission (2014). Energy Labelling Tools. <https://ec.europa.eu/energy/en/energy-labelling-tools>.

European Environment Agency (2013). Achieving energy efficiency through behaviour change: what does it take? Copenhagen.

Fachkommission Bautechnik der Bauministerkonferenz (2014). Auslegungsfragen zur Energieeinsparverordnung - Teil 19. In: 53, S. 160.

Fachverband Gebäude-Klima e. V. (2018). Liste qualifizierter Fachleute. <https://www.fgk.de/index.php/qualifizierte-fachleute>.

Fischer, C. (2008). Feedback on household electricity consumption: A tool for saving energy? In: Energy Efficiency 1, S. 79–104.

Fouquet, R. und Pearson P. (2012). The long run demand for lighting: elasticities and rebound effects in different phases of economic development. In: Economics of Energy and Environmental Policy 1, S. 83–100.

Fouquet, R. und Pearson P. J. G. (2006). Seven centuries of energy services: The price and use of light in the United Kingdom (1300-2000). In: Energy Journal 27, S. 139–177.

Fraunhofer IBP (2013). Simulationsstudie zum Energiesparpotenzial einer Heizungsregelung mit Anwesenheitserkennung und Wetterprognose. IBP Mitteilung Nr. 40. [https://www.ibp.fraunhofer.de/content/dam/ibp/de/documents/Publikationen/IBP-Mitteilungen-optimiert/527\\_d.pdf](https://www.ibp.fraunhofer.de/content/dam/ibp/de/documents/Publikationen/IBP-Mitteilungen-optimiert/527_d.pdf).

Gensch, C., Baron, Y., Blepp, M., Deubzer, O., Moch, K., Moritz, S., peer reviewed by Gibbs, A. (2016). Assistance to the Commission on technological, socio-economic and cost-benefit assessment related to exemptions from the substance restrictions in electrical and electronic equipment (RoHS Directive) - Pack 9, 2016. <http://rohs.exemptions.oeko.info/>.

GfK (2016). Marktdaten der Gesellschaft für Konsumforschung. (unveröffentlicht, zum Zweck der Analyse erworben)

Grabitz, E., Hilf, M., Nettesheim, M. (2016). Das Recht der Europäischen Union, 60. Ergänzungslieferung Oktober 2016.

Granderson, J. und Lin, G. (2016). Building energy information systems: Synthesis of costs, savings, and best-practice uses. Energy Efficiency. Volume 9, Issue 6, pp 1369 – 1384. <https://link.springer.com/article/10.1007/s12053-016-9428-9>.

Halper, M. (2012). Another myth of LED energy savings. In: ZDNet. <http://zdnet.com/article/another-myth-of-led-energy-savings/>.

Hauer, K., Schaäppi, B., Kofod, C., Krivošík, J., Staša, M. und Geilinger, E. (2013). EU Ecodesign and Energy Label Regulation for Domestic Lighting, prepared by Come On Labels, PremiumLight and Euro Topten MAX. <http://www.come-on-labels.eu/download/new-energy-labelling-legislation-for-light-sources-explained>.

Heinzle, S. L. und Wüstenhagen, R. (2010). Disimproving the European Energy Label's value for consumers? Results from a consumer survey. In: IWOe-HSG University of St. Gallen.

Held, M., Hölker F. und Jessel B. (2013). Schutz der Nacht – Lichtverschmutzung, Biodiversität und Nachtlandschaft. BfN-Skript. Bonn.

Hettlich, P. und R. Herzog (2009). Lichtverschmutzung – Es werde Schatten. In: Politische Ökologie, S. 69–70.

Hicks, A. L. und Theis T. L. (2014). An agent based approach to the potential for rebound resulting from evolution of residential lighting technologies. In: International Journal of Life Cycle Assessment 19, S. 370–376.

Hörer, D. und Händel C. (2013). Kontrollierte Lüftung im Aufwind. [www.sbz-online.de](http://www.sbz-online.de) 2013.

Hubacher (2010). <https://www.sbz-online.de/SBZ-2010-5/Je-einfacher-die-Anlage-desto-hoher-die-Arbeitszahl,QUIEPTI3MjU2OCZNSUQ9MTAxOTAY.html>.

IEA (2015). Updated Benchmarking Report: Impact of 'Phase-Out' Regulations on Lighting Markets. International Energy Agency (IEA) 4E. S. 1–66.

ifeu (2007). Innovative Stromrechnungen als Beitrag zur nachhaltigen Transformation des Elektrizitätssystems. Heidelberg.

ifeu (2015). Stromeinspareffekte durch Energieeffizienz und Energiesuffizienz im Haushalt. Berlin.

ifeu (2016). 13 Maßnahmen gegen Energieverschwendung im Heizungskeller – Kurzgutachten zur Stärkung von Instrumenten und Maßnahmen für Energieeinsparungen im Bestand: Beispiel Heizkessel. Kurzgutachten im Auftrag des BUND. Heidelberg.

IfHK (2004). Abschlussbericht Felduntersuchung: Betriebsverhalten von Heizungsanlagen mit Gas-Brennwertkesseln. Wolfenbüttel.

INER (2015). Erneuerbare Energien zur individuellen Wärme- und Kälteerzeugung. Innovationen und Herausforderungen auf dem Weg in den Wärmemarkt.

<http://www.ifne.de/download/W-Inno%20Bericht%20final.pdf>.

Innung für Sanitär- und Heizungstechnik Wilhelmshaven, Forschungsgruppe Praxisnahe Berufsausbildung der Universität Bremen, Berufsbildende Schulen II Aurich, Trainings- und Weiterbildungszentrum Wolfenbüttel, WILO AG (2005). Abschlussbericht „Umweltkommunikation in der mittelständischen Wirtschaft am Beispiel der Optimierung von Heizungssystemen durch Information und Qualifikation zur nachhaltigen Nutzung von Energieeinsparpotenzialen“ (OPTIMUS-Projekt). Teil 1 – Überblick und Allgemeiner Teil. Wilhelmshaven.

Irrek, W., Tholen, L. und Franke, M. (2010). Task 3 report: Outlook on the estimated GHG emission reductions. Revised and up-dated final report.

[https://ec.europa.eu/clima/sites/clima/files/effort/docs/impact\\_ggas\\_en.pdf](https://ec.europa.eu/clima/sites/clima/files/effort/docs/impact_ggas_en.pdf).

ISOE und Öko-Institut (2016). Stromeffizienzklassen für Haushalte.

<http://www.stromeffizienzklassen.de/>.

IWO Institut für Wärme und Oeltechnik e.V. (2013). Energetische Gebäudesanierung in Deutschland. Studie Teil 1: Entwicklung und energetische Bewertung alternativer Sanierungsfahrpläne. Teil 2: Prognose der Kosten alternativer Sanierungsfahrpläne und Analyse der finanziellen Belastungen für Eigentümer und Mieter bis 2050.

IWU (2013). Maßnahmen zur Umsetzung der Ziele des Energiekonzepts im Gebäudebereich – Zielerreichungsszenario. BMVBS-Online-Publikation 03/2013.

IWU und HTC (2013). D7.2 eSESH Pilot Outcomes. Project co-funded by the European Commission within the ICT Policy Support Programme

[http://www.iwu.de/fileadmin/user\\_upload/dateien/i\\_n\\_e/esesh\\_D7.2.pdf](http://www.iwu.de/fileadmin/user_upload/dateien/i_n_e/esesh_D7.2.pdf).

Jackson, T. (2011). Prosperity without growth: economics for a finite planet. London: Earthscan.

Jenkins, J. (2015). Will LEDs Trigger Rebound Effects? Examining the Key Evidence. In: Energycollective. S. 1–9. <http://www.theenergycollective.com/jessejenkins/2151551/leds-efficient-lights-and-rebound-effects>.

Jepsen, D., Reintjes, N., Rubik, F., Stecker, R., Engel, F., Eisenhauer, P., Schomerus, T. and Spengler L. (2011). Grundkonzeption eines produktbezogenen Top-Runner-Modells auf der EU-Ebene, Gutachten im Auftrag des Umweltbundesamtes, 2011.

<https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/grundkonzeption-eines-produktbezogenen-top-runner>.

Kahnemann, D., Knetsch, J. L., Thaler, R. H. (1991). Anomalies: The Endowment Effect, Loss Aversion, and Status Quo Bias. *Journal of Economic Perspectives*. Volume 5, No. 1, pp. 193 – 206. <http://doi.org/10.1257/jep.5.1.193> (10.07.2017).

Karlin, B., Zinger J. F. und Ford R. (2015). The effects of feedback on energy conservation: A meta-analysis. In: *Psychological Bulletin* 141, S. 1205–1227.

Kaup, C. und Kampeis P. (2014). Studie zur Entwicklung des Energiebedarfs zentraler Raumluftechnischer Anlagen in Nicht-Wohngebäuden in Deutschland. Studie für den Fachverband Gebäude-Klima e. V. und den Herstellerverband Raumluftechnische Geräte e.V. Umwelt-Campus Birkenfeld, Bietigheim-Bissingen 2014

Keith, D. (2016). LED Salad and Jevon's Paradox. In: Harvard. <http://www.keith.seas.harvard.edu/blog/led-salad-and-jevons-paradox>.

Kemna, R. und Lemeire C. (2015a). Preparatory Study on Light Sources for Ecodesign and/or Energy Labelling Requirements - Final Report, Task 3 Use of Light Sources. Brüssel: VITO, in cooperation with VHK.

Kemna, R. und Lemeire C. (2015b). Preparatory Study on Light Sources for Ecodesign and/or Energy Labelling Requirements - Final Report, Task 2. Brüssel: VITO, in cooperation with VHK.

Kemna, R. und Lemeire C. (2015c). Preparatory Study on Light Sources for Ecodesign and/or Energy Labelling Requirements ('Lot 8/9/19') - Final report Task 4 - Technologies. Brussels: VITO, in cooperation with VHK.

Kemna, R., Wierda, L. und Aarts, S. (2016). Ecodesign Impacts Accounting. Status report January 2016. Interim report, final revision (revised in June 2016) (Van Holsteijn en Kemna for the European Commission, Hrsg.), Delft.

Klinski, S. Zur Vereinbarkeit nationaler Klimaschutzregelungen für Gebäude und Gebäudetechnik mit Öko-Design-Vorschriften der EU (unveröffentlichtes Manuskript).

Kofod, C. (2015). Is Smart Lighting Energy Smart? In: 8th International Conference on Energy Efficiency in Domestic Appliances and Lighting – EEDAL'15. Lucerne: EEDAL Conference.

Kofod, C. (2016). Solid State Lighting Annex : Task 7 : Smart Lighting – New Features Impacting Energy Consumption. Kopenhagen: IEA 4E Solid State Lighting Annex.

Krause, K., Pottharst M. und Hasenöhr U. (2014a). Steuerung nächtlicher Außenbeleuchtung - Anforderung und Handlungsoptionen für eine Reduzierung von Lichtverschmutzung für Bund und Länder. Erkner: TU Berlin, IRS - Leibnitz-Institut für Raumbezogene Sozialforschung.

Krause, K., Pottharst M. und Hasenöhr U. (2014b). Licht in Maßen - Umwelt- und sozialverträgliche Beleuchtung in Kommunen. Erkner: TU Berlin, IRS - Leibnitz-Institut für Raumbezogene Sozialforschung.

Kultusministerkonferenz (2016). Rahmenplan für den Ausbildungsberuf Anlagenmechaniker\*in für Sanitär-, Heizungs- und Klimatechnik

[http://www.kmk.org/fileadmin/Dateien/pdf/Bildung/BeruflicheBildung/rlp/Anlagenmechaniker\\_SHK\\_16-01-29-E.pdf](http://www.kmk.org/fileadmin/Dateien/pdf/Bildung/BeruflicheBildung/rlp/Anlagenmechaniker_SHK_16-01-29-E.pdf).

Leenheer, J., Elsen, M., Nella, M., van der Wagt, M. und Lloyd L. (2014). Study on the effects on consumer behaviour of online sustainability information displays. Rotterdam.

[https://www.centerdata.nl/sites/default/files/projectbestanden/online\\_energy\\_labelling\\_-\\_final\\_report.pdf](https://www.centerdata.nl/sites/default/files/projectbestanden/online_energy_labelling_-_final_report.pdf).

Mai, R. (2016). 8 Jahre Energetische Inspektion von Klimaanlage – ein Status Quo. Berlin: TGA-Kongress 2016. S. 1–14.

Mainova (2016). Musterrechnung. [https://www.mainova.de/static/de-mainova/downloads/Rechnungserklaerung\\_0311.pdf](https://www.mainova.de/static/de-mainova/downloads/Rechnungserklaerung_0311.pdf).

Martin, B. (2012). Die Energieeffizienzrichtlinie, Zeitschrift für das gesamte Recht der Energiewirtschaft (EnWZ) 2012, 62.

Meier, J. (2016). Schmutziges Licht: Die Abschaffung der Nacht. In: Blätter für deutsche und internationale Politik.

Meyring, B. (2003). Europarechtliche Stillhalteverpflichtungen bei der nationalen Gesetzgebung, Europarecht (EuR) 2003, 949.

Michel, A., Attali, S. und Bush, E. (2014). European TV market 2007–2013. Energy efficiency before and during the implementation of the Ecodesign and Energy Labelling regulations. Second report, complemented with 2013 sales data. Zürich: Topten International Services.

Michel, A., Attali, S. und Bush, E. (2015). Energy efficiency of White Goods in Europe: monitoring the market with sales data. Changes and trends regarding energy efficiency, energy consumption, size and price in the markets of refrigerators, washing machines and tumble driers in the EU, France and Portugal, 2004 to 2014. Zürich: Topten International Services.

Ministère de l'Écologie du Développement durable et de l'Énergie (2013). Eclairer pour bien la nuit. Paris.

Mohar, A. (2013). Aktiver Nachtschutz in Slowenien – Verordnung zur Vermeidung von Lichtverschmutzung. In: Held, Martin/Hölker, Franz/Jessel, Beate (Hg.): Schutz der Nacht – Lichtverschmutzung, Biodiversität und Nachtlandschaft. BfN-Skript. S. 129–129. Bonn.

Molenbroek, E., Cuijpers, M. und Blok, C. (2012). Economic benefits of the EU Ecodesign Directive. Improving European Economies.

[http://www.ecofys.com/files/files/ecofys\\_2012\\_economic\\_benefits\\_ecodesign.pdf](http://www.ecofys.com/files/files/ecofys_2012_economic_benefits_ecodesign.pdf).

N-ERGIE (2016). Musterrechnung. <https://www.n-ergie.de/privatkunden/service/musterrechnung.html>.

Nusser, J., Reintjes N. (2012). Das neue Recht der Energieverbrauchskennzeichnung für energieverbrauchsrelevante Produkte, Europäische Zeitschrift für Wirtschaftsrecht (EuZW) 2012, 446.

Öko-Institut (2017). Protocol of stakeholder Meeting of 22 March 2017 with LightingEurope and its Members; Socio-economic aspects of changes to lamp exemptions under the RoHS Directive, summary of main aspects discussed prepared by Oeko-Institut e.V.

Öko-Institut und co2online (2016). Climate Change 01/2016. Informativ und transparente Heizkostenabrechnung als Beitrag für den Klimaschutz. Dessau-Roßlau.

Osram (2016). Osram - Product Lifecycle Management.

[https://www.osram.com/osram\\_com/sustainability/environmental/product-lifecycle-management/index.jsp](https://www.osram.com/osram_com/sustainability/environmental/product-lifecycle-management/index.jsp).

Prakash, S., Antony, F., Dehoust, G., Gensch, C.-O., Graulich, K., Gsell, M., Köhler, A., Schleicher, T. und Stamminger, R. (2016). Einfluss der Nutzungsdauer von Produkten auf ihre Umweltwirkung: Schaffung einer Informationsgrundlage und Entwicklung von Strategien gegen „Obsoleszenz“. Öko-Institut e.V. und Friedrich-Wilhelm-Universität Bonn im Auftrag des Umweltbundesamts (UBA), Dessau.

Rheinenergie (2016). Musterrechnung.

[http://www.rheinenergie.com/de/privatkundenportal/service\\_1/rechnungserklaerung\\_1/index.php](http://www.rheinenergie.com/de/privatkundenportal/service_1/rechnungserklaerung_1/index.php).

Rivière, P., Adnot, J., Grignon-Masse, L., Marchio, D., Andre, P., Detroux, L., Lebrun, J., Teodorose, V., Alexandre, J. L., Sa, E., Benke, G., Bogner, T., Conroy, A., Hitchin, R., Pout, C., Thorpe, W. and Karatasou, S. (2009). Preparatory study on the environmental performance of residential room conditioning appliances (airco and ventilation). Study on residential ventilation - Final report February, 2009, after SH comments.

Rödl und Partner (2016). Unternehmensstrategie von Stadtwerken und kommunalen Energieversorgungsunternehmen.

Samuelson, W. und Zeckhauser, R. (1988). Status quo bias in decision making. *Journal of Risk and Uncertainty*, Volume 1, Issue 1, pp.7 – 59.

<https://link.springer.com/article/10.1007%2FBF00055564>.

Santarius, T. (2012). Der Rebound-Effekt. Über die unerwünschten Folgen der erwünschten Energieeffizienz. Wuppertal: Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie GmbH.

Saunders, H. D. und Tsao J. Y. (2012). Rebound effects for lighting. In: *Energy Policy* 49, S. 477–478.

Schiller, H., Mai R. und Händel C. (2014). Chancen der Energetischen Inspektion für Gesetzgeber, Anlagenbetreiber und die Branche. Fraunhofer IRB Verlag.

Schleich, J., Mills B. und Dütschke E. (2014). A brighter future? Quantifying the rebound effect in energy efficient lighting. In: *Energy Policy* 72, S. 35–42.

Schlomann, B., Wohlfahrt, K., Kleeberger, H., Hardi, L., Geiger, B., Pich, A., Gruber, E., Gerspacher, A., Holländer E. und Roser A. (2014): Energieverbrauch des Sektors Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (GHD) in Deutschland für die Jahre 2011 bis 2013 - Schlussbericht an das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie. Karlsruhe, München, Nürnberg.

Smith, M., Hermelink, A., Cuijpers, M., Molenbroek, E. und Surmeli, N. (2016). Benefits of Ecodesign for EU households. Final report (Ecofys by order of ANEC / BEUC, Hrsg.).

Stadtwerke Hamburg (2016). Musterrechnung.

<https://www.hamburgenergie.de/privatkunden/service/rechnungserklaerung-strom/>.

Statistisches Bundesamt (2016). Umweltökonomische Gesamtrechnung 2016 - Nachhaltige Entwicklung in Deutschland Indikatoren zu Umwelt und Ökonomie. Wiesbaden.

Stieß, I., Birzle-Harder, B., Freitag E., Götz, K., Kunkis, M., Schietinger, E., Wefer, J., Fischer, C., Brommer, E. und Brohmann B. (2017). Stromeffizienzklassen für Haushalte (SE-Klassen für Haushalte): Förderung von Stromsparinnovationen in Haushalt, Markt und Gerätetechnik. Frankfurt/Freiburg: ISOE - Institut für sozial-ökologische Forschung, Öko-Institut.

Streinz, R. (2012). EUV/AEUV – Vertrag über die Europäische Union und Vertrag über die Arbeitsweise der Europäischen Union, 2. Auflage.

Tähkämö, L., Martinsons, C., Ravel, P., Grannec F. und Zissis G. (2014). Solid State Lighting Annex – Life Cycle Assessment of Solid State Lighting Final Report. International Energy Agency 4E Solid State Lighting Annex Task 1. S. 44.

Techem (2016). Energiekennwerte 2016. Eine Studie von Techem zum Wärme- und Wasserverbrauch in Mehrfamilienhäusern. Eschborn.

<https://www.techem.de/ueber-techem/energiekennwerte.html>.

Tölle, S. (2016). Der Rechtsrahmen für den Erlass von Ökodesign-Anforderungen, Dissertation.

Tsao, J. Y., Saunders, H. D., Creighton, J. R., Coltrin M. E. und Simmons J. A. (2010). Solid-state lighting: an energy-economics perspective. In: Journal of Physics D: Applied Physics 43, S. 0–17.

Umweltbundesamt (2015). Rebound-Effekte: Ihre Bedeutung für die Umweltpolitik. Dessau-Roßlau.

US Department of Energy (2012). Life-Cycle Assessment of Energy and Environmental Impacts of LED Lighting Products. Washington, DC.

Van den Bergh, J. C. J. M. (2011). Energy Conservation More Effective With Rebound Policy. In: Environmental and Resource Economics 48, S. 43–58.

Vattenfall (2016). Musterrechnung. [https://www.vattenfall.de/de/file/interaktive-rechnungserlaeuterung\\_79041295.pdf?WT.ac=search\\_success](https://www.vattenfall.de/de/file/interaktive-rechnungserlaeuterung_79041295.pdf?WT.ac=search_success).

VHK (2014). Van Holsteijn en Kemna: Ecodesign Impacts Accounting. Part 1. Status November 2013 Report for the European Commission, Specific contract No. ENER/C3/412-2010/FV575-2012/12/SI2.657835.

VHK (2015). Van Holsteijn en Kemna, Ecodesign Impact Accounting. Final – Status May 2015. Report for the European Commission, Specific contract No. ENER/C3/412-2010/FV575-2012/12/SI2.657835.

VHK (2016). Model for European Light Source Analysis (MELISA) v3, prepared for the European Commission, Brussels, 13 July 2016.

Von der Groeben, H., Schwarze, J., und Hatje A. (2015): Europäisches Unionsrecht – Vertrag über die Europäische Union, Vertrag über die Arbeitsweise der Europäischen Union, Charta der Grundrechte der Europäischen Union, 7. Auflage.

VZBV (2011). Aktion Brennwertcheck. [https://www.verbraucherzentrale-energieberatung.de/downloads/Aktion\\_Brennwertcheck\\_Langfassung\\_Juli\\_2011.pdf](https://www.verbraucherzentrale-energieberatung.de/downloads/Aktion_Brennwertcheck_Langfassung_Juli_2011.pdf).

VZBV (2012). Heizung: Mit der richtigen Einstellung eine Menge Geld sparen. <https://www.handwerksblatt.de/politik-wirtschaft/43-die-handwerkskammern-in-deutschland/hwk-dortmund/19183-heizung-mit-der-richtigen-eistellung-eine-menge-geld-sparen-1.html>.

VZ-RLP (2016a). Marktcheck Leuchten - Energieverbrauchskennzeichnung von Leuchten und Marktanteil von Leuchten mit fest verbauten LEDs - Ergebnisse des fünften Marktchecks April 2016, <https://www.verbraucherzentrale-rlp.de/media240637A.pdf>

VZ-RLP (2016b). Anteil der Leuchten mit fest eingebauten LED-Lampen steigt – Presse Mitteilung vom 17.11.2016

Wade, J. und Eyre, N. (2015). Energy Efficiency Evaluation: The evidence for real energy savings from energy efficiency programmes in the household sector. London.

Waide, P. und Watson R. (2013). The New European Energy Label: Assessing Consumer Comprehension and Effectiveness as a Market Transformation Tool. <http://clasp.ngo/en/Resources/Resources/PublicationLibrary/2013/Assessing-Consumer-Comprehension-of-the-EU-Energy-Label.aspx>.

Witte, J. (2012). Für Hausgeräte ist Supereffizienz angesagt. In: VDI-Nachrichten. Düsseldorf: VDI Verlag GmbH.

Wolter, G. (2016). Initiative für die Wärmewende, ALFA – Anlageneffizienz gestern, heute und morgen. Vortrag BBU, 11.10.2016.

ZDH (2006). Fachkräftebedarf im Handwerk. <https://www.zdh.de/themen/wirtschaft-energie-umwelt/konjunktur-umfragen/sonderumfragen/fachkraeftebedarf-im-handwerk/>.

Zembrot, D. (2011). European Lighting System Legislation (LSL): A concrete contribution to implement the 2020 EU Energy Strategy. Brussels: European Lamp Companies Federation, CELMA. [http://www.lightingeurope.org/uploads/files/CELMA\\_ELC\\_LSL\\_Presentation\\_D.Zembrot\\_E\\_P\\_25012011.pdf](http://www.lightingeurope.org/uploads/files/CELMA_ELC_LSL_Presentation_D.Zembrot_E_P_25012011.pdf).

ZVSHK (2017). Pressemitteilung vom 13.02.2017. <https://www.zvshk.de/presse/details/artikel/6938-22017-rekordumsatz-fuer-heizungsbauer-und-installateure/>.