

Sektorziele 2030 und klimaneutrales Baden-Württemberg 2040

Foliensatz zum Teilbericht Sektorziele 2030

Juni 2022



VORSTELLUNG DES FORSCHUNGSVORHABENS, VORGEHENSWEISE

Kurzüberblick über das Forschungsvorhaben

Erste Projektphase (Januar bis Mai 2022):

- Fokus: Ableitung von Sektorzielen 2030
- 2040 wird bereits mitgedacht

Zweite Projektphase (Mitte 2022 bis Mitte 2023):

- Vertiefter Blick auf den Pfad 2030 bis 2040
- Abgleich mit Bundesziel 2045
- Erarbeitung konkreter Maßnahmen

Breit aufgestelltes **Forschungskonsortium**

Zentrale Setzungen und Annahmen

- **Zielszenario**
 - Was ist erforderlich, um die Ziele 2030/2040 zu erreichen?
 - Szenario = mögliche Zukunftsentwicklung; keine Prognose
- **Quellenbilanzierung**: nur Emissionen, die in BW entstehen, sind relevant (Stromimport = emissionsneutral)
- **Sektorenabgrenzung** nach amtlicher Statistik (nahezu identisch mit Abgrenzung auf Bundesebene)
- **Kernenergieausstieg** bis Ende 2022 (nach Gesetzeslage)
- **Kohleausstieg** bis 2030 (KoaV Bund und Land BW: „... beschleunigter Ausstieg aus der Kohleverstromung nötig. Idealerweise gelingt das schon bis 2030.“)
- Ab 2030 **CCS** (Carbon Capture and Storage) für die Zementindustrie und die Restemissionen der Müllheizkraftwerke
- Für 2030 und 2040 Anrechnung der **Senke Wald** → Zielsetzungen sind ansonsten nicht zu erreichen
- **Basisjahr 2019**, da finale Energiebilanz 2020 noch nicht vorliegt und der Energieverbrauch 2020 durch Corona-Maßnahmen verzerrt ist

Grenzen des Forschungsvorhabens

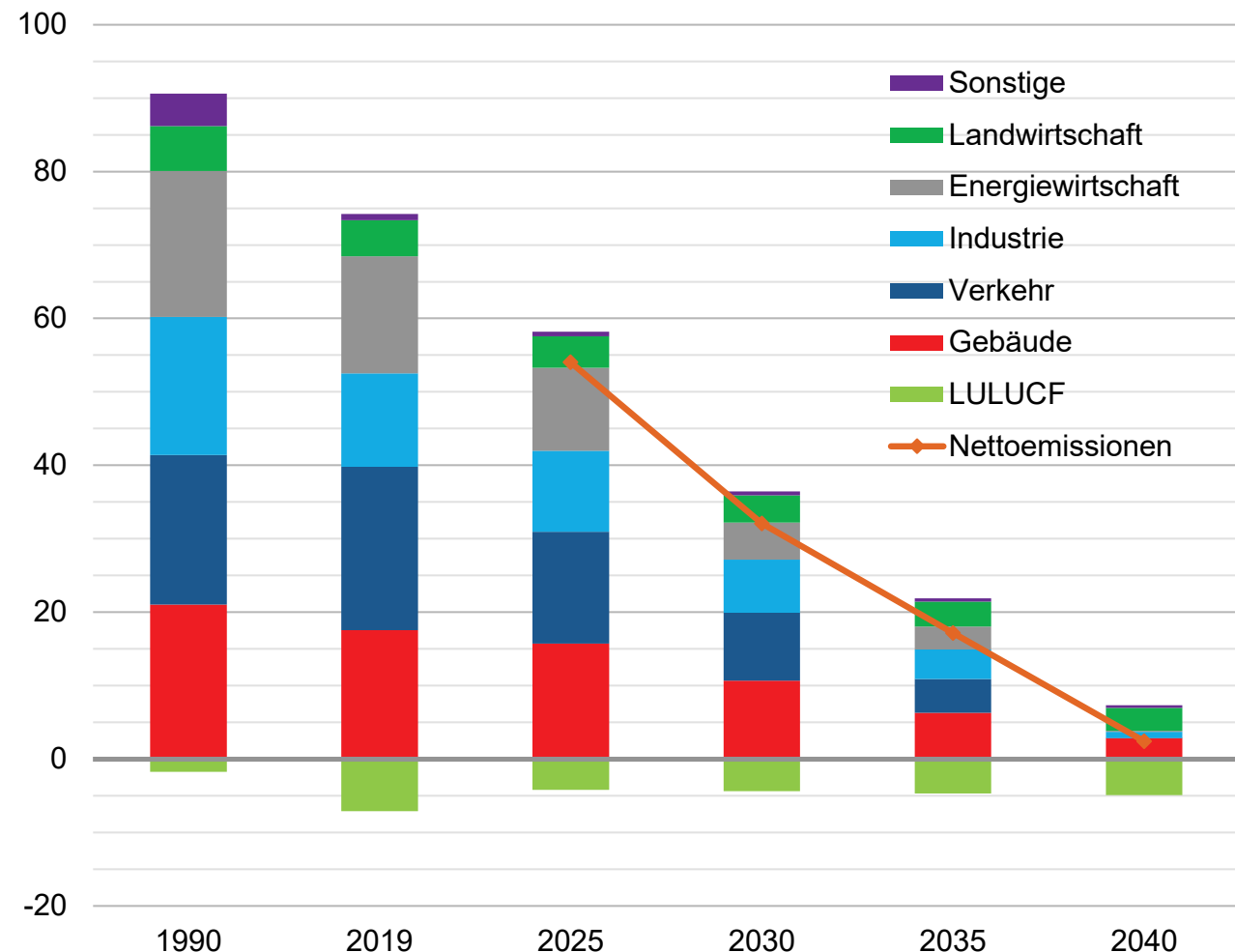
- **Mittel- bis langfristiger Betrachtungshorizont** vs. aktuelle Situation (Ukraine-Krieg, Gaskrise, Inflation)
 - Abstrahierung erforderlich
 - insgesamt sehr hohe Unsicherheiten
- Keine Aussagen zur **Versorgungssicherheit** möglich
- Hohe **Unsicherheiten** durch äußerst hohes Ambitionsniveau der Ziele
- Weiterer **Forschungs- und Untersuchungsbedarf** (außerhalb dieses Vorhabens):
 - Ausbaubedarf von Infrastrukturen (Strom-, Wärme-, Wasserstoff-, CO₂-Netze)
 - Erzeugung von Wasserstoff und PtL (Power to Liquid) in BW?
 - Ökonomische Analysen (z.B. Kosten-/Nutzen-Analysen, Verteilungswirkungen, Wertschöpfungs- und Beschäftigungseffekte)
 - Bedarf und Qualifizierung von Fachkräften

GESAMTERGEBNISSE

Zielszenario zur Entwicklung der THG-Emissionen bis 2040

- -65 % bis 2030 gegenüber 1990 nur erreichbar mit Anrechnung der Senke LULUCF
- 2040 noch Restemissionen, insb. Landwirtschaft und Gebäude
- Trotz CCS-Einsatz keine Klimaneutralität erreichbar, Nettoemissionen im Jahr 2040 rund 2,4 Mio. t
- Weitere Minderungsmaßnahmen mit Blick auf 2040 zu diskutieren (Gebäude, Kompensation, direct air capture)

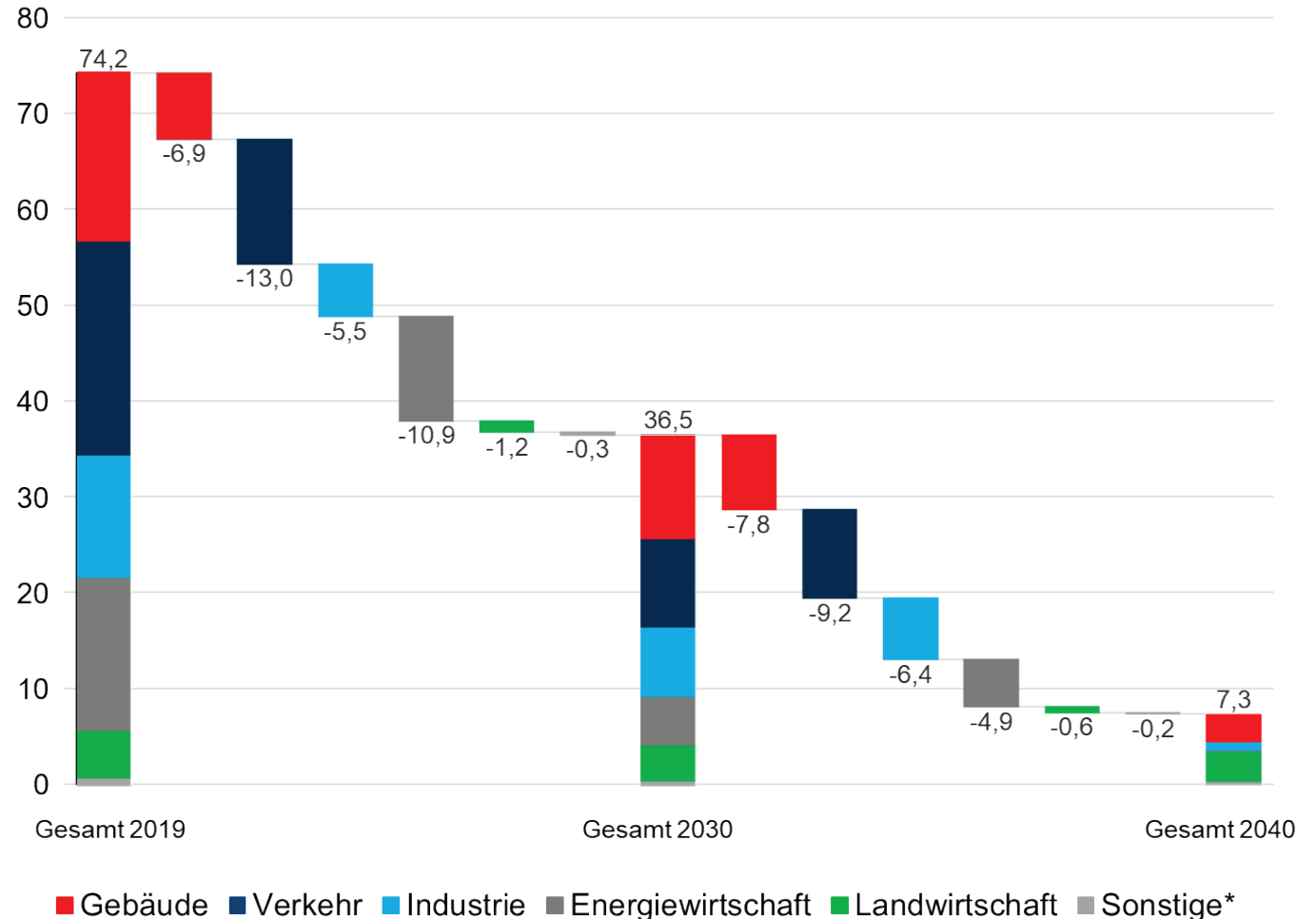
Treibhausgasemissionen [Mio. t CO₂-Äq.]



Veranschaulichung der Minderungsbeiträge im Zielszenario

- Dargestellt sind die Emissionen mit CCS, aber ohne Berücksichtigung der Senke LULUCF
- Verkehrssektor: Sektor mit den höchsten THG-Emissionen 2019
→ erbringt sowohl bis 2030, als auch bis 2040 die größten Minderungsbeiträge
- Beitrag der Energiewirtschaft bis 2030 aufgrund des angesetzten Kohleausstiegs relativ groß
- In den Sektoren Gebäude und Industrie sind die Minderungsbeiträge nach 2030 höher, verglichen mit 2019 - 2030

Beitrag zur THG-Minderung nach Sektor [Mio. t CO₂-Äq.]



Vorschläge für sektorale Zielsetzungen 2030

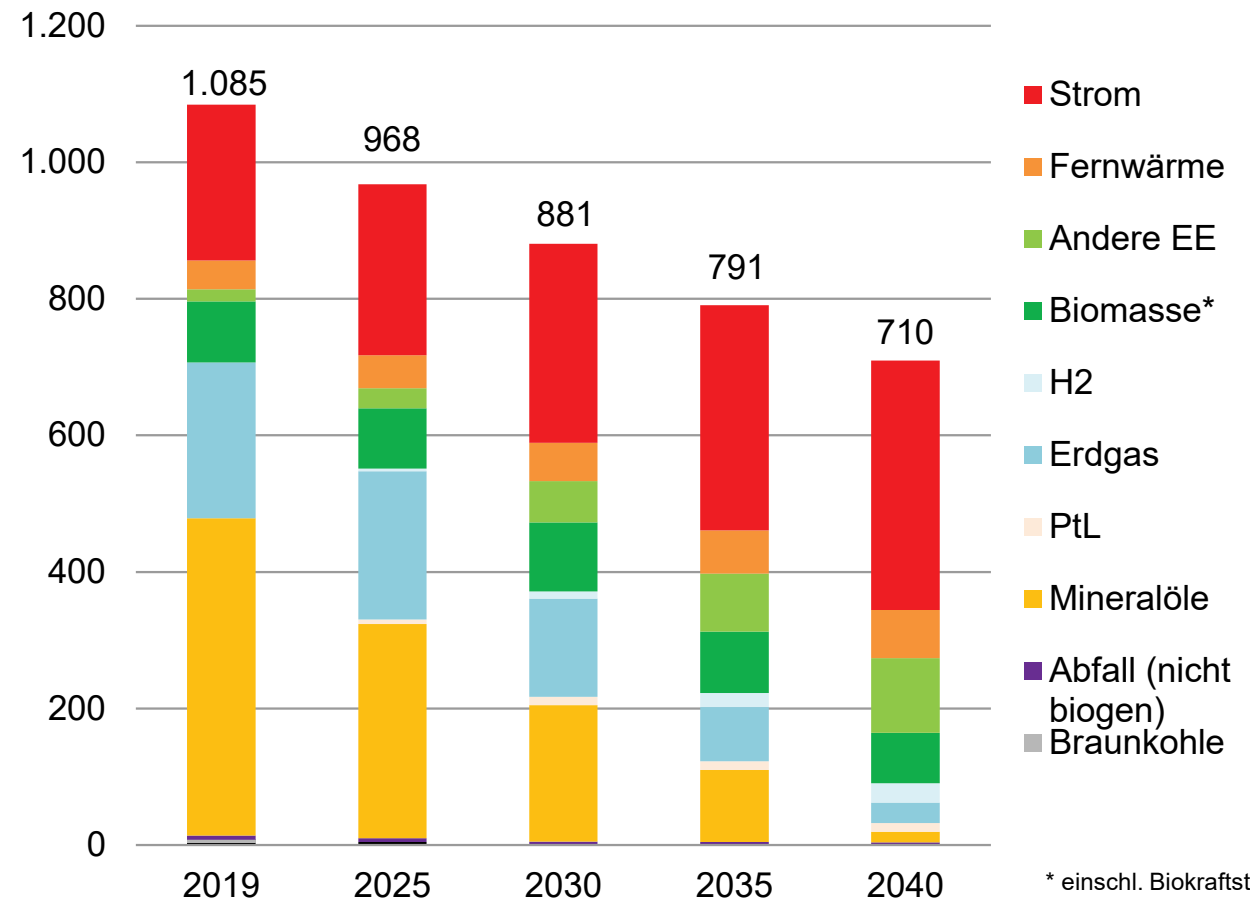
- Von den Energiesektoren erbringt die Energiewirtschaft (Strom, Fernwärme, Raffinerien) den größten absoluten und relativen Minderungsbeitrag gegenüber 1990
- Das **Ambitionsniveau** in allen Sektoren (außer Sonstige) **liegt höher als auf Bundesebene**, teilweise aufgrund höherem Ausgangsniveau (Gebäude, Verkehr), teilweise wegen struktureller Unterschiede (Industriestruktur, keine Braunkohle in der Energiewirtschaft, kleinteiligere Landwirtschaft)

Sektor	1990	2019	2030	Minderung
	Mio. t. CO ₂ -Äq.			2030 ggü. 1990
Gebäude	21,0	17,6	10,7	49 %
Verkehr	20,3	22,2	9,2	55 %
Industrie	18,8	12,7	7,2	62 %
Energiewirtschaft	19,9	15,9	5,1	75 %
Landwirtschaft	6,1	4,9	3,7	39 %
Sonstige	4,4	0,8	0,5	88 %
Summe (ohne LULUCF)	90,6	74,2	36,5	60 %
LULUCF			-4,4	
Summe (inkl. LULUCF)			32,1	65 %

Entwicklung des Energieverbrauchs im Zielszenario

- Über alle Verbrauchssektoren hinweg (Gebäude, Verkehr, Industrie) zentral: **Elektrifizierung** (Wärmepumpen, Elektromobilität, Prozesswärme)
- Bruttostromverbrauch steigt bis 2030 um gut 20 %, bis 2040 um mehr als 50 % gegenüber 2019
- **Gasverbrauch sinkt** bis 2030 insb. im Gebäudebereich, aber auch im Industriesektor (Gasverbrauch zur Stromerzeugung steigt bis 2030 → nicht in Endenergiebilanz enthalten)
- Bis 2030 mehr als **Halbierung des Mineralölverbrauchs** (Heizöl, Kraftstoffe)
- Endenergieverbrauch sinkt bis 2030 insgesamt um knapp 20 %; Hauptgründe:
 - Gebäudesanierung
 - Effizienzgewinne durch Elektrifizierung

Endenergieverbrauch [PJ]



* einschl. Biokraftstoffe
Andere EE einschl. Umweltwärme

Bedarf für Wasserstoff und PtL im Zielszenario

- Gesamtbedarf (H₂, PtL) steigt bis 2030 nur moderat an
- Nach 2030 relativ starker Aufwuchs des Wasserstoffbedarfs, insbesondere im Umwandlungssektor (Strom-/Fernwärmeerzeugung, Raffinerien)
- Grundannahme: grüner Wasserstoff und PtL werden importiert
 - Erzeugung im Land würde 2040 rund 57 TWh Strom erfordern
(zum Vergleich: Bruttostromverbrauch 2019: 72 TWh; 2040 ohne H₂- und PtL-Bereitstellung 111 TWh)
 - (Anteilige) Erzeugung im Land würde Stromimport bilanziell vergrößern

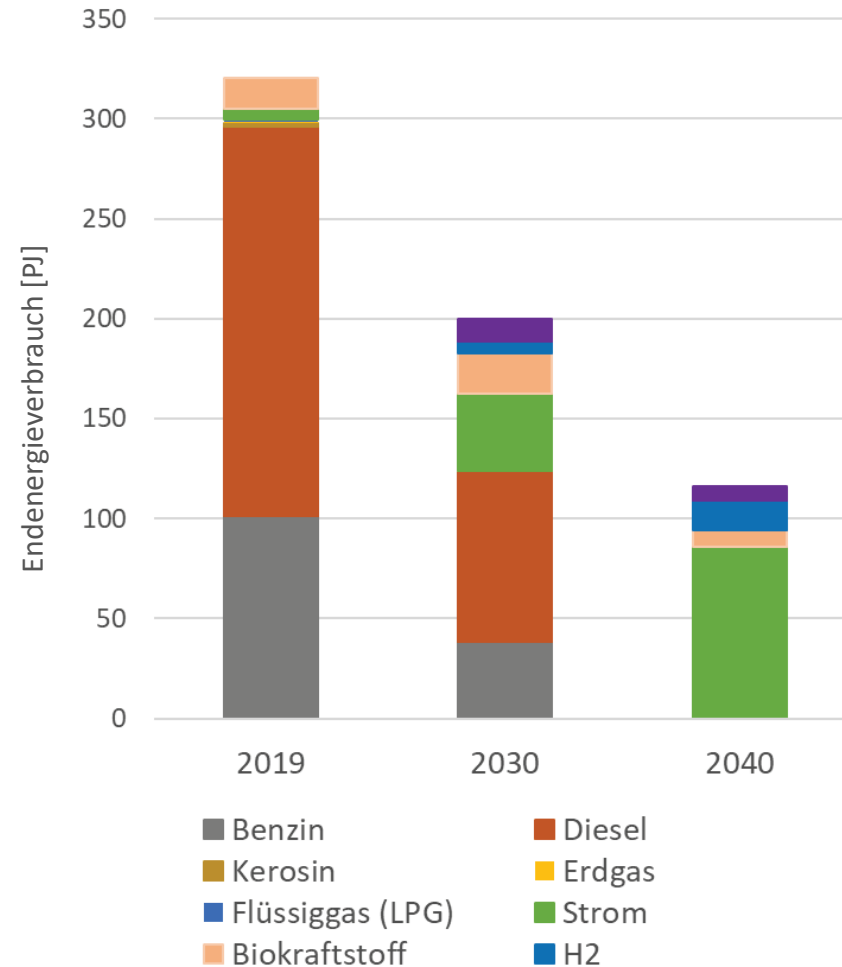
SEKTORALE ERGEBNISSE

Verkehr

- Relative Minderung in BW mit -58 % deutlich ambitionierter als im Bund mit -48 % (2030 ggü. 2019)
- Elektrifizierung deckt sich mit Zielen des Bundes-Koalitionsvertrags (15 Mio. E-Pkw in 2030)

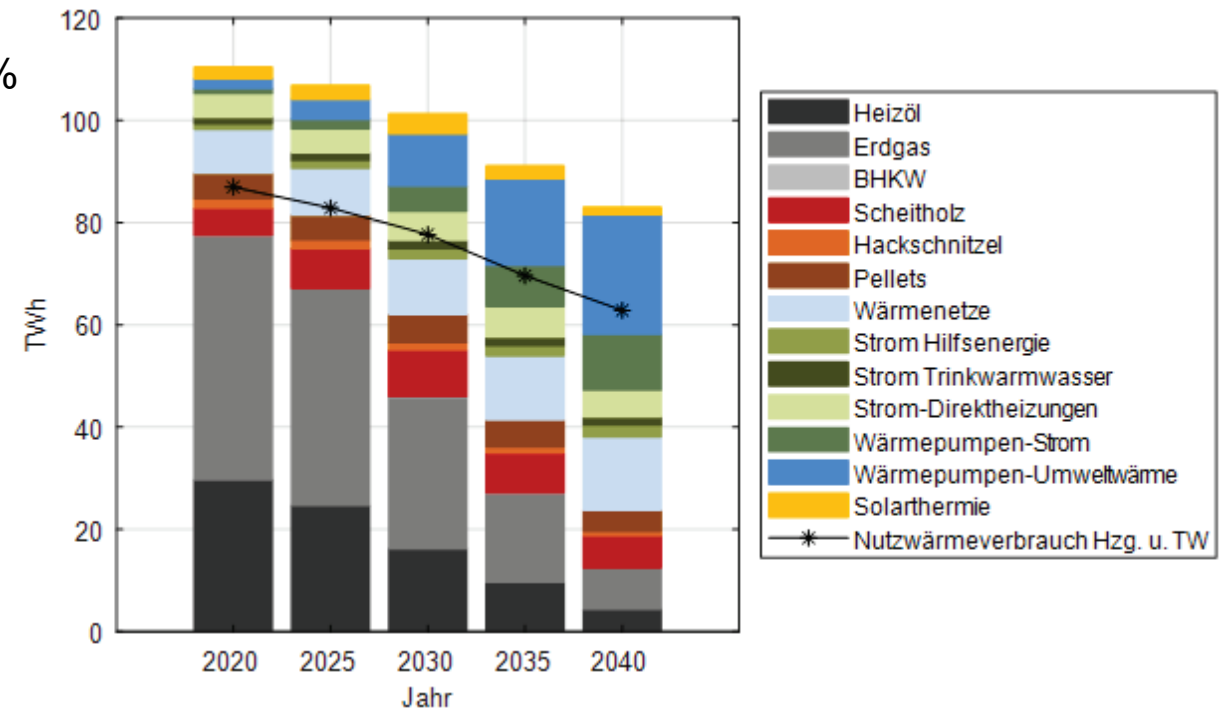
Was sind die größten Herausforderungen bis 2030?

- Verlagerung und Vermeidung setzen Umsetzung ambitionierter MIV-Push-Maßnahmen voraus → Deutliche Preissignale insbesondere beim Parken + Neuverteilung Verkehrsfläche in den Städten
- Nahezu Verdoppelung des ÖPNV trotz Corona-Einbruch → Hoher Finanzbedarf (+ Bedarf an Fahrer*innen), Drittnutzerfinanzierung möglicher Ansatz
- Verfügbarkeit von PtL im industriellen Maßstab



Gebäude

- Größte Herausforderungen bis 2030?
 - Keine neu eingebauten fossil betriebenen Heizkessel ab 2023 - weder im Neubau noch im Bestand
 - Wärmepumpen werden Standard und (übergangsweise) mit Heizstäben unterstützt (anders als im Bund)
 - Die Zahl der Wärmenetzanschlüsse muss bis 2030 um 62 % gesteigert werden
- Was ist anders als auf Bundesebene bis 2030?
 - THG-Minderung seit 1990: bundesweit 41 %, BW: 17 % (höherer Bevölkerungszuwachs, mehr EZFH)
 - THG-Minderung bis 2030 ggü. 2019: bundesweit 48 %, BW: 39 %
 - Neubau-Anforderung wie Bund
 - Sanierungs-Anforderung EH 55 (Bund EH 70), beides bereits ein Jahr früher als im Bund (2023)
- Langfristige Besonderheiten/Schwierigkeiten
 - Restemissionen 2040: 2,8 Mt



Industrie

Zentrale Herausforderungen:

- Prozessbedingte Emissionen aus sechs **Zementwerken** (~20 %) und verteilter **Gasverbrauch in der Prozesswärme** (~40 %)

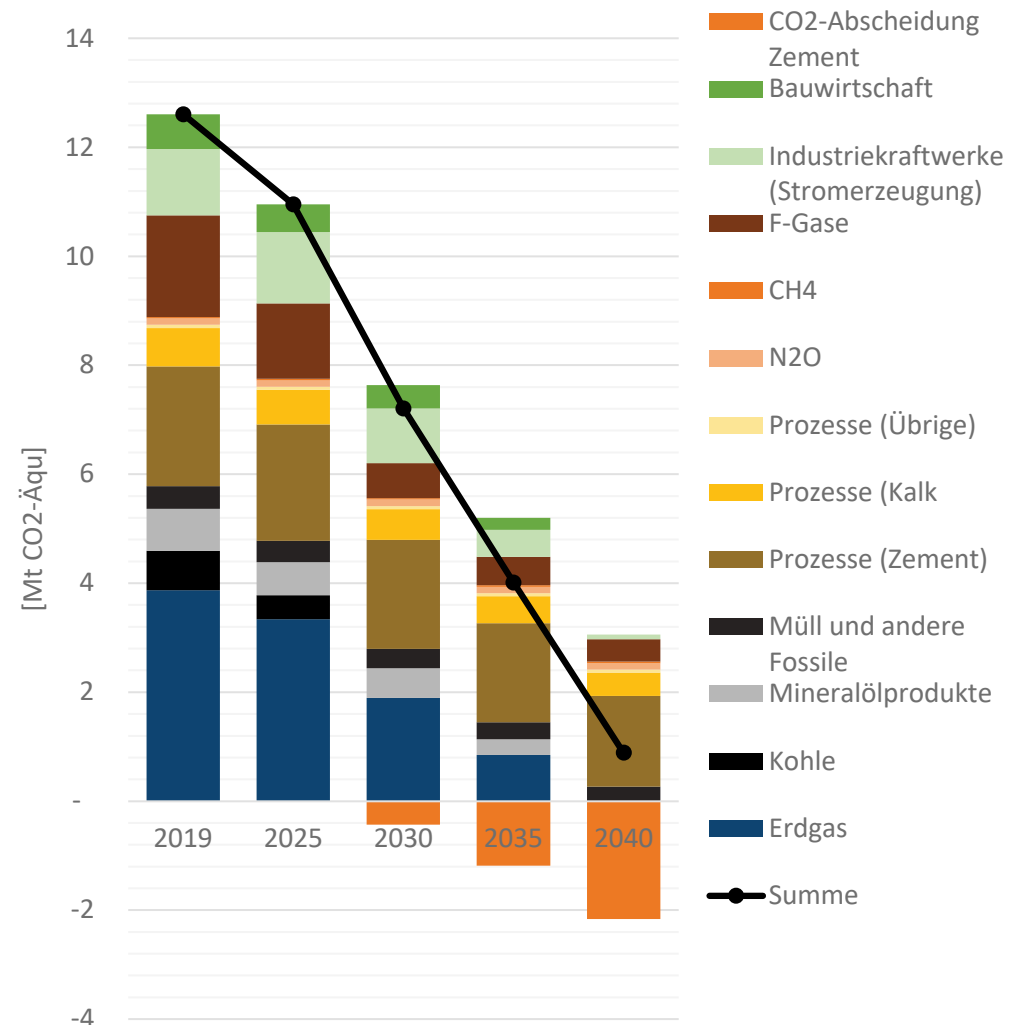
Drei Schlüsselstrategien

1. Elektrifizierung der Prozesswärme:

- Halbierung Gasverbrauch und Ausstieg aus der Kohle bis 2030
- Bis 2030 alle großen Dampferzeuger auf hybride Anlagen umgerüstet (Strom & Gas)
- Breites Ausrollen von HT-Wärmepumpen für Anwendungen <150°C (Papier, Ernährung)
- Wasserstoff schließt Lücken, z.B. bei Öfen der Glasherstellung oder Metallverarbeitung (~1 TWh bis 2030)

2. **CCS bei Zement:** Ausrollen von CCS auf alle sechs Zementwerke nötig um prozessbedingte Emissionen zu senken, kombiniert mit Biomasse-Priorisierung (BECCS); 1. Anlage vor 2030

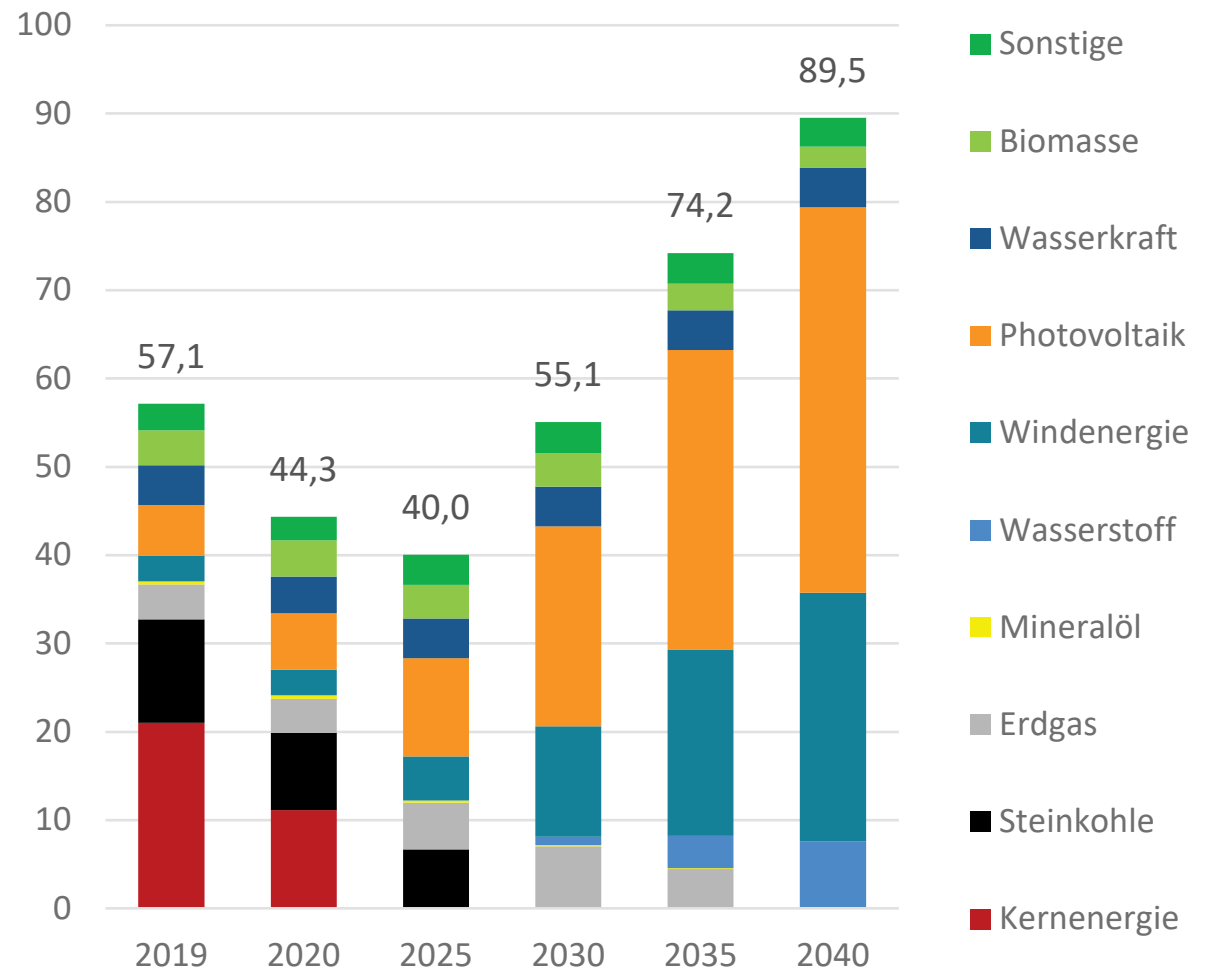
3. **Energie- und materialeffiziente Circular Economy:** Sehr wichtige Strategie, aber nicht ausreichend



Stromerzeugung

- **Kohleausstieg** erbringt relativ großen Beitrag bis 2030; Minderungspotenzial jedoch geringer als auf Bundesebene (keine Braunkohle)
- **Massiver Ausbau von PV und Windenergie**
 - Mehr als Verdreifachung des PV-Bestands bis 2030
 - 2030 sind rd. 1.400 Windenergieanlagen installiert (rd. 6 GW; Ende 2021: 1,7 GW, rd. 760 Anlagen)
- **Biomasseverstromung** steigt bis 2030 leicht an, sinkt jedoch langfristig deutlich
- Relativ geringe Ausbaupotenziale für Wasserkraft bzw. Geothermieanlagen
- **EE-Anteil an Bruttostromerzeugung** wächst auf
 - 82 % (2030)*
 - 98 % (2040)* (* ohne Pumpstromerzeugung)
- **Stromimporte** steigen zunächst deutlich an

Bruttostromerzeugung [TWh]



Fernwärmeerzeugung

- **Größte Herausforderung bis 2030: Ersatz der Wärmemengen aus Kohlekraftwerken bei steigendem Fernwärmebedarf**
- Strategien bis 2030:
 - Kurzfristiger Einstieg in die Nutzung von Großwärmepumpen
 - Mehr Wärme aus Biomasseheiz(kraft)werken
 - Schneller Ausbau der thermischen Nutzung von Tiefengeothermie
- Langfristig:
 - Substitution von Erdgas durch Wasserstoff
 - Weniger Strom-, mehr Wärmeerzeugung in Müllheizkraftwerken
 - Weiterer Ausbau der Nutzung von Großwärmepumpen und Tiefengeothermie
 - Direkte Stromnutzung (Elektrokessel)
- Aus- und Neubau von Wärmenetzen erforderlich

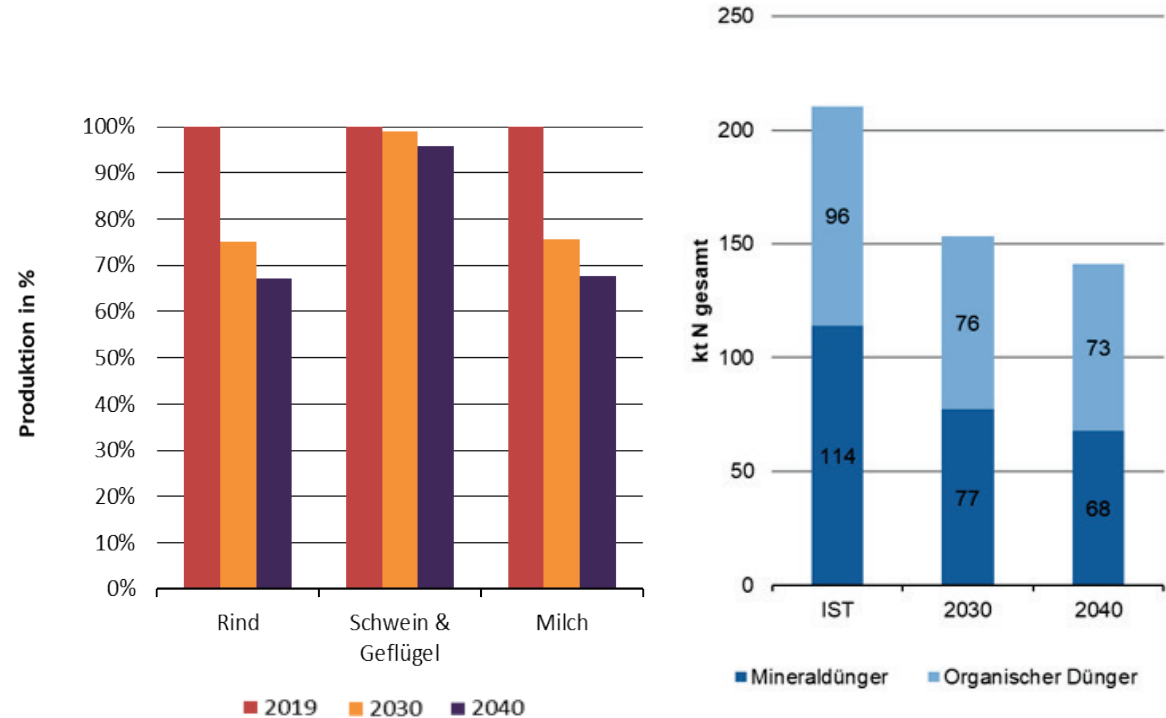
Landwirtschaft

Im Vergleich zu Deutschland:

- Geringerer Anteil aus Bodennutzung
 - Stickstoffanwendung 143 ggü. 166 kg N/ha DE (86 %)
- höherer Anteil Emissionen aus der Tierhaltung
 - Summe : 58 % ggü. 53 %; Verdauung: 43 % statt 38 %
- Methodenwechsel 2022 verstärkt dies

→ **Tierhaltung (Wiederkäuer) rückt bereits bis 2030 in BW in den Fokus**

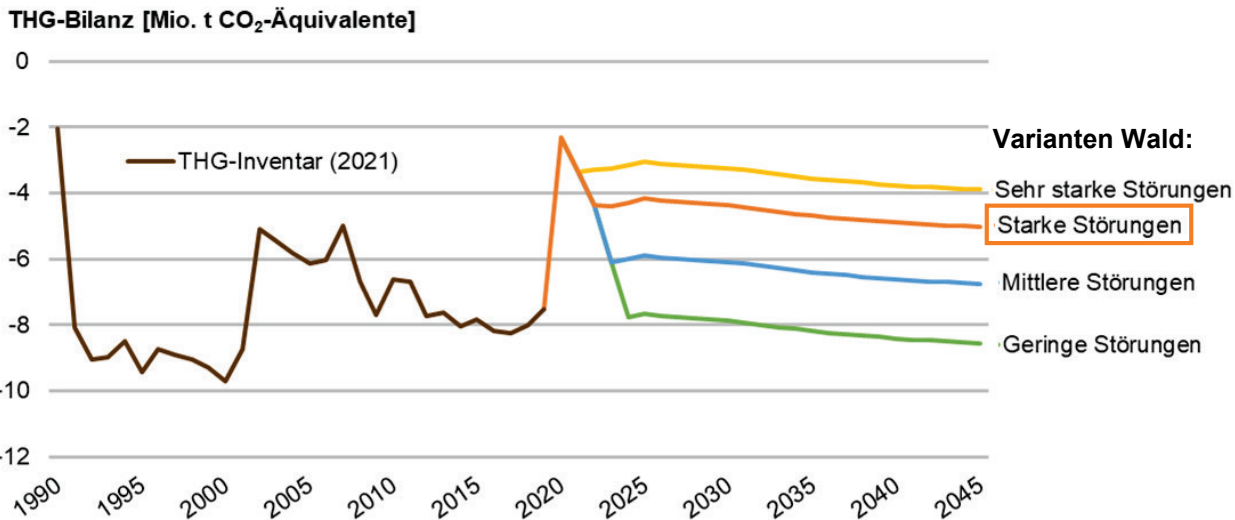
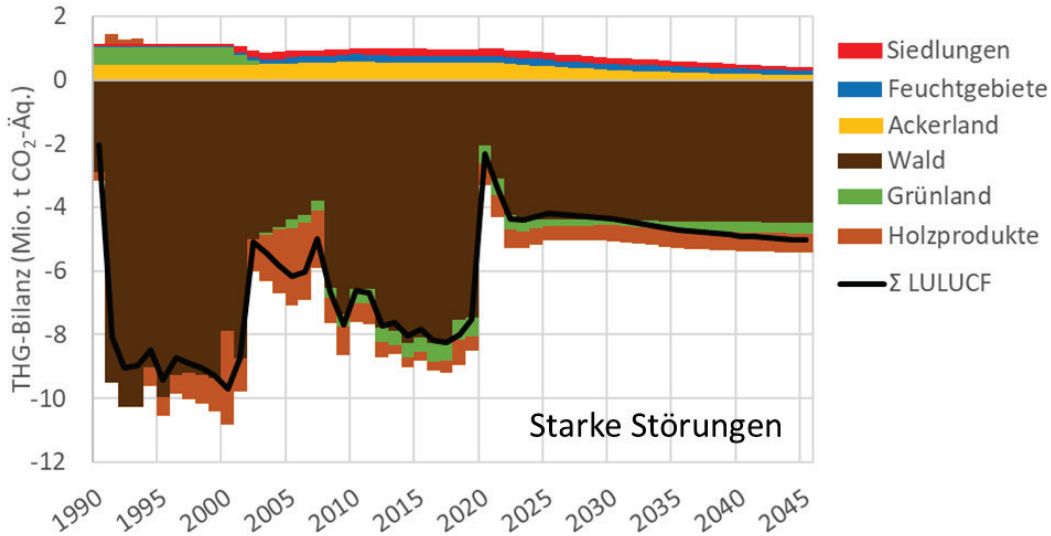
- Größere %-Abnahme im Tierbestand pro Jahr bis 2030 (s. Tabelle) als in DE (KIS-Szenario für DE, ohne Klimaneutralität)
- Wie wird Tierbestand politisch adressiert? (Tierwohl & Wiedervernässung von Mooren, Stickstoff)
- Bedeutung der Nachfrage = zentral!



Abnahme Tiere (% p.a.)

	1990-2019	2019-2030	2030-2040
BW: Kühe	-2,3%	-2,1%	-1,1%
BW: Rinder	-2,0%	-2,4%	-1,0%
DE: Kühe	-1,9%	-0,6%	-1,9%
DE: Rinder	-2,2%	-0,9%	-2,2%

LULUCF (Landnutzung, Landnutzungsänderung und Forstwirtschaft)



Im Vergleich zu Deutschland:

- Mehr Wald als im bundesweiten Mittel
- Deutlich weniger organische Böden als im bundesweiten Mittel
- Bei 9 % der Landfläche in DE:
13 % der Senken, 2 % der Quellen
- BL-Abstimmung nötig: welches LULUCF-Ziel je BL?

Herausforderungen

- Unsicherheit der Waldsenke, dominiert die THG-Bilanz im LULUCF-Sektor
→ konservative Variante für Gesamtbilanz gewählt
- Holzproduktspeicher nimmt bis 2030 um 33 % zu
- Wiedervernässung: 30 % bis 2030, 56 % bis 2040
- Agroforst: 4.000 ha bis 2030, 7.000 ha bis 2040
- Netto-Flächenneuanspruchnahme:
2,5 ha/Tag in 2030, 0 ha/Tag ab 2035

Zusammenfassung und Fazit

- Das Ambitionsniveau des Pfades hin zu „Klimaneutralität bis 2040“ ist insgesamt äußerst hoch
- Dabei stellt das -65 %-Ziel für 2030 die deutlich größere Herausforderung dar, als das Klimaneutralitätsziel 2040, da bis 2030
 - keine Potenziale zur intersektoralen Verschiebung von Minderungsbeiträgen bestehen und
 - das Zeitfenster zur Umsetzung von effektiven Maßnahmen sehr rasch kleiner wird.
- Bis 2040 ist die vollständige Dekarbonisierung der Energienutzung in der Industrie, im Verkehrssektor sowie der Strom- und Fernwärmeerzeugung erforderlich
- Klimaneutralität ist ohne CCS und ohne die Anrechnung der natürlichen Senke Wald nicht zu schaffen
- 2040 werden noch Restemissionen bestehen (Gebäude, Landwirtschaft, Abfallwirtschaft), deshalb sind weitere Maßnahmen erforderlich (z.B. Kompensation, CO₂-Abscheidung aus der Luft)