

ifeu -
Institut für Energie-
und Umweltforschung
Heidelberg gGmbH



Nachhaltige Biomassepotenziale in Baden-Württemberg

Kurzgutachten

unter Mitarbeit von:

**Institut für Umweltstudien
Weisser und Ness GmbH, Potsdam**



**Gefördert durch den
Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland,
Landesverband Baden-Württemberg**

Heidelberg, November 2005

Nachhaltige Biomassepotenziale in Baden-Württemberg

Kurzgutachten

Gefördert durch den
Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland,
Landesverband Baden-Württemberg

Autoren:

Dr. Guido Reinhardt (IFEU)
Dipl.-Biol. Karl Scheurlen (IUS)
Dipl.-Ing. Phys. Sven Gärtner (IFEU)

IFEU – Institut für Energie- und Umwelt- forschung Heidelberg gGmbH

Wilckensstraße 3
69120 Heidelberg
Tel. +49-(0)6221-4767-0
Fax +49-(0)6221-4767-19
www.ifeu.de
E-Mail: guido.reinhardt@ifeu.de

IUS – Weisser & Ness GmbH

Benzstraße 7A
14482 Potsdam
Tel. +49-(0)331-74889-3
Fax +49-(0)331-74889-59
www.weisser-ness.de
E-Mail: potsdam@weisser-ness.de

Inhalt

1. Hintergrund und Fragestellung.....	4
2. Vorgehensweise.....	4
3. Bioenergiepotenziale in Baden-Württemberg (Basisszenario).....	5
4. Nachhaltige Bioenergiepotenziale in Baden-Württemberg	6
5. BUND-Nachhaltigkeitsszenario.....	10
6. Flächen- und Nutzungskonkurrenzen	11
7. Ergebnisse: zentrale Aussagen und Belastbarkeit.....	13
8. Schlussfolgerungen.....	14
9. Anhang.....	16
9.1 Randbedingungen bei der Ableitung der Bioenergiepotenziale.....	16
9.2 Bioenergiepotenziale im Detail	17
9.3 Literatur.....	18

1. Hintergrund und Fragestellung

In den letzten Jahren wuchs die energetische Nutzung von Biomassen sprunghaft an. Davon betroffen waren insbesondere die Bereiche Biokraftstoffe und Biogas bedingt durch national wirksame Instrumente wie die Mineralölsteuerbefreiung auf Biokraftstoffe oder das novellierte Erneuerbare-Energie-Gesetz (EEG). Der Landesverband Baden-Württemberg des Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland verfolgt diese Entwicklung in Baden-Württemberg besonders aufmerksam, denn möglicherweise könnte ein weiteres Ansteigen der Nutzung von Biomassen zur energetischen Nutzung der Realisierung anderer Nachhaltigkeitsziele des Naturschutzes oder auch des Boden- und Gewässerschutzes entgegenstehen.

Andererseits ist nicht hinreichend bekannt, welche Biomassepotenziale in Baden-Württemberg unter besonderer Berücksichtigung solcher Nachhaltigkeitsziele überhaupt existieren. Aber erst bei Kenntnis dieser Potenziale lassen sich politische Forderungen oder Strategien für einen weiteren nachhaltigen Ausbau der Bioenergien ableiten.

Ziel dieser Arbeit ist es, die Biomassepotenziale unter verschiedenen Szenarien und dabei unter besonderer Berücksichtigung verschiedener Nachhaltigkeitsziele größenordnungsmäßig abzuleiten bzw. zusammenzustellen und daraus Schlussfolgerungen zu ziehen.

Die Arbeit wurde vom Landesverband Baden-Württemberg des Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland finanziell gefördert.

2. Vorgehensweise

Die Bestimmung der Biomassepotenziale in Baden-Württemberg erfolgt für drei Szenarien:

- **Basis:** Das Basisszenario entspricht weitgehend einer Fortschreibung der heutigen Situation ohne steuernden Maßnahmen
- **Nachhaltig:** Bei dem Nachhaltigkeitsszenario wird eine Reihe an Nachhaltigkeitszielen aus den Bereichen des Natur-, Boden- und Gewässerschutzes sowie der Land- und Forstwirtschaft berücksichtigt.
- **BUND:** Das BUND-Nachhaltigkeitsszenario entspricht dem Nachhaltigkeitsszenario, unterstellt aber zusätzlich 100 % Ökolandbau.

Eine Zusammenstellung der Einzelkriterien dieser Szenarien befindet sich im Anhang und die detaillierten Beschreibungen für die Herleitung der Potenzialzahlen in den entsprechenden Kapiteln 3 (Basisszenario), Kap. 4 (Nachhaltigkeitsszenario) und Kap. 5 (BUND-Nachhaltigkeitsszenario).

Die Biomassepotenziale der Szenarien werden für zwei Bezugspunkte, kurzfristig, 2010, und mittelfristig, 2020, zusammengestellt.

3. Bioenergiepotenziale in Baden-Württemberg (Basisszenario)

Bisher wurden die Bioenergiepotenziale für Baden-Württemberg lediglich für einzelne Fraktionen wie Holz oder Biomasse aus der Landwirtschaft bzw. für einzelne Verwendungszwecke wie für die Produktion von Strom oder Biogas aus Biomasse oder in nur grob zusammengestellten Übersichten veröffentlicht (u.a. /Holzfibel 2005/, /NBBW 2005/, /ITAS 2005/, /ITAS 2004/, /DLR et al. 2002/). Eine in sich geschlossene, vollständige Übersicht aller potenziellen Biomassefraktionen zur Bioenergiegewinnung lag bisher noch nicht vor.

Dem Umfang dieses Vorhabens entsprechend wurden die Bioenergiepotenziale für Baden-Württemberg über alle Biomassefraktionen ohne besondere Berücksichtigung weiterer Nachhaltigkeitsziele abgeleitet (= Basisszenario, s. **Abb. 1**, Einzelheiten über die Ableitung siehe Anhang 9.1). Sie setzen sich zusammen aus einer Reihe an organischen Reststoffen und aus Bioenergie aus Anbaubiomasse wie Raps für Biodiesel oder Energiemais für die Biogasproduktion. Während die Potenziale bei der ersten Gruppe direkt an das Aufkommen der organischen Reststoffe gekoppelt ist, hängen die Potenziale bei der Anbaubiomasse von den für Energiepflanzen verfügbaren Anbauflächen und zusätzlich von der Art der Energiepflanzen ab. So beträgt beispielsweise der Bioenergieertrag von Raps für Biodiesel nur einen Bruchteil desjenigen von Energiegetreide. Aus diesem Grunde wurden hier zwei Szenarien gerechnet: „Anbaubiomasse Minimum“ und „Anbaubiomasse Maximum“.

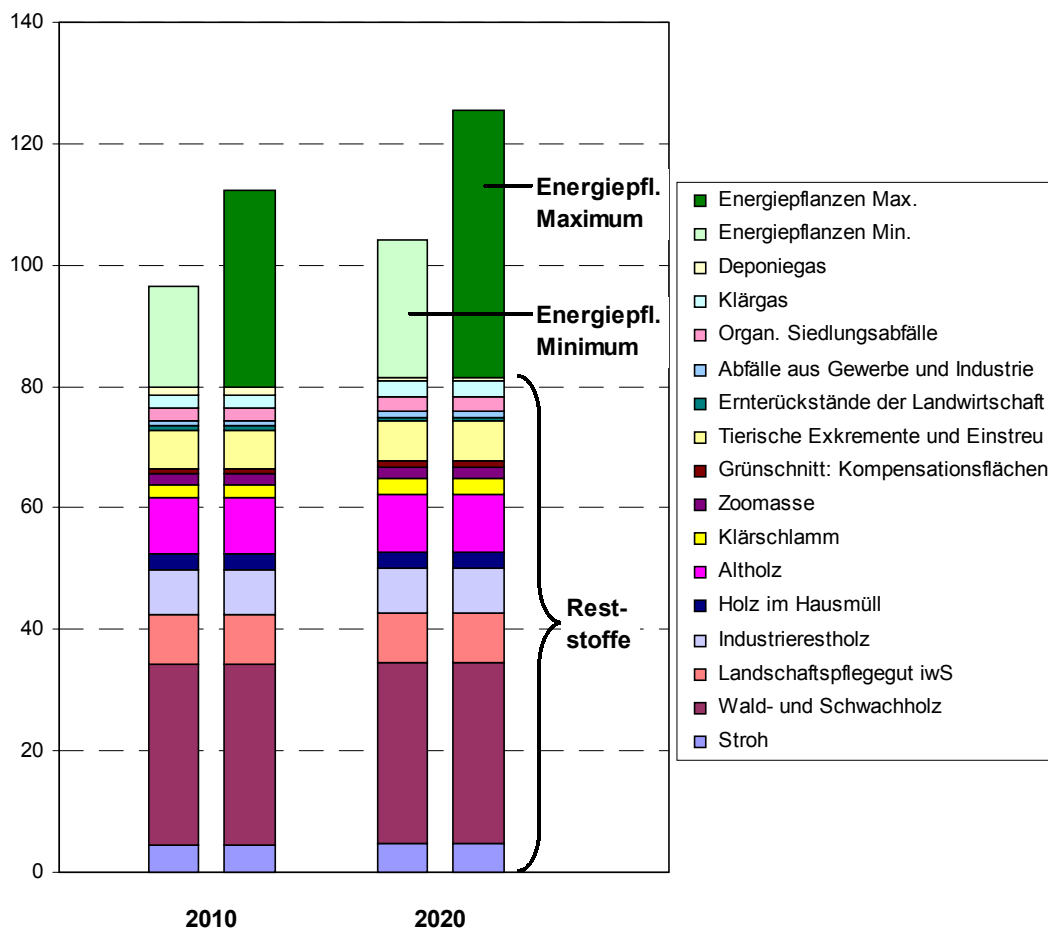


Abb. 1: Bioenergiepotenziale in Baden-Württemberg für das Basisszenario (in PJ/a)

4. Nachhaltige Bioenergiepotenziale in Baden-Württemberg

Die in Abb. 1 dargestellten Bioenergiepotenziale für Baden-Württemberg sind im Großen und Ganzen unter den Randbedingungen einer „Business-as-usual“-Weiterentwicklung abgeleitet. D. h. sie spiegeln in etwa die bisherige Situation wider und entsprechen demnach nicht in allen Bereichen den Zielen einer nachhaltigen Entwicklung. Beispielsweise ist in diesen Potenzialen nicht berücksichtigt, dass zukünftig Flächen für den gesetzlich festgeschriebenen Biotopverbund nach §3 Bundesnaturschutzgesetz ausgewiesen werden müssen, wodurch die Bioenergiepotenziale vermindert werden, oder dass andererseits durch aus Naturschutzsicht wünschenswerte Pflegemaßnahmen mehr Biomasse anfällt.

Um den Ansprüchen einer nachhaltigen Entwicklung gerecht zu werden, ist bei der Ableitung „nachhaltiger Biomassepotenziale“ eine Reihe an Nachhaltigkeitszielen aus dem Bereich des Natur-, Boden- und Gewässerschutzes und der Land- und Forstwirtschaft zu berücksichtigen. Hierzu zählen z.B. der Ökolandbau, die Kompensationsflächen aus der naturschutz- und baurechtlichen Eingriffsregelung oder auch die im Sinne der Nachhaltigkeit angestrebte verminderte Flächenversiegelung für Gewerbe, Verkehr und Kommunen. Die Auswirkungen der Nachhaltigkeitsziele auf die Bioenergiepotenziale von Reststoffen und Anbaubiomasse lassen sich in vier Kategorien fassen (s. **Abb. 2**): erstens gleichbleibende Potenziale z. B. bei Klärschlamm oder Deponiegas, zweitens verminderte Potenziale z. B. durch Nutzungsbeschränkungen oder geringere Flächenpotenziale und drittens zusätzliche Potenziale wie z. B. aus der Offenlandpflege zum Erhalt oder zur Entwicklung bestimmter Biotoptypen.

Im Folgenden werden diese Kategorien einschließlich der hier betrachteten Nachhaltigkeitsziele im Einzelnen kurz aufgeführt und ihr Einfluss auf die Potenziale dargestellt:

a) Gleichbleibende Potenziale

Es existiert eine Reihe von Potenzialen, die von den Forderungen des Naturschutzes und von Nachhaltigkeitszielen zu Flächenbelegungen nicht betroffen sind. Dies sind im Einzelnen: Deponiegas, Klärgas, Ernterückstände der Landwirtschaft, Tierische Exkremente und Einstreu, Grünschnitt von Kompensationsflächen, Zoomasse, Klärschlamm, Altholz, Holz im Hausmüll, Industrierestholz und Landschaftspflegegut (s. Abb. 2, teilweise zusammengefasst).

b) Geringere Potenziale (Reststoffe)

Von den in Kap. 2 aufgeführten Potenzialen ergeben sich Reduktionen für zwei Rubriken durch Forderungen des Naturschutzes: Für Reststroh aus der Landwirtschaft und für Wald- und Schwachholz. Dies hängt damit zusammen, dass durch den Vorschlag des Nachhaltigkeitsbeirats der Landesregierung Baden-Württembergs, ein Schutzgebietssystem auf 15 % der Landesfläche zu etablieren (siehe Tab. 1), wovon allein 5 % als Totalreservate ohne jegliche Pflege und Nutzung ausgewiesen werden sollen, weniger Flächen für die Entnahme der genannten land- und forstwirtschaftlichen Reststoffe zur Verfügung stehen.

c) Geringere Potenziale (Anbaubiomasse)

Durch Anforderungen des Natur-, Boden- und Gewässerschutzes werden Flächen beansprucht, die zwar zusätzliche Biomassepotenziale liefern können (s. nächster Abschnitt), andererseits für einen Energiepflanzenanbau (oder andere Nutzungsalternativen wie für den Anbau stofflich genutzter nachwachsender Rohstoffe) nicht mehr zur Verfügung stehen. Diese Flächenpotenziale werden durch folgende Ansprüche verringert:

- Erosionsschutz stark erosionsgefährdeter Standorte
- Gewässerschutz durch Gewässerrandstreifen
- Naturschutzflächen (alle Kategorien im Sinne des Nachhaltigkeitsbeirates, s. Tab. 1)

Des Weiteren verursacht eine Ausweitung des Ökolandbaus einen höheren Flächenbedarf als die konventionelle Landwirtschaft bei gleichbleibendem Selbstversorgungsgrad. Bei der Ableitung der „nachhaltigen Potenziale“ wurde von einem Ökolandbauanteil von 20 % entsprechend der Ziele des BMVEL ausgegangen.

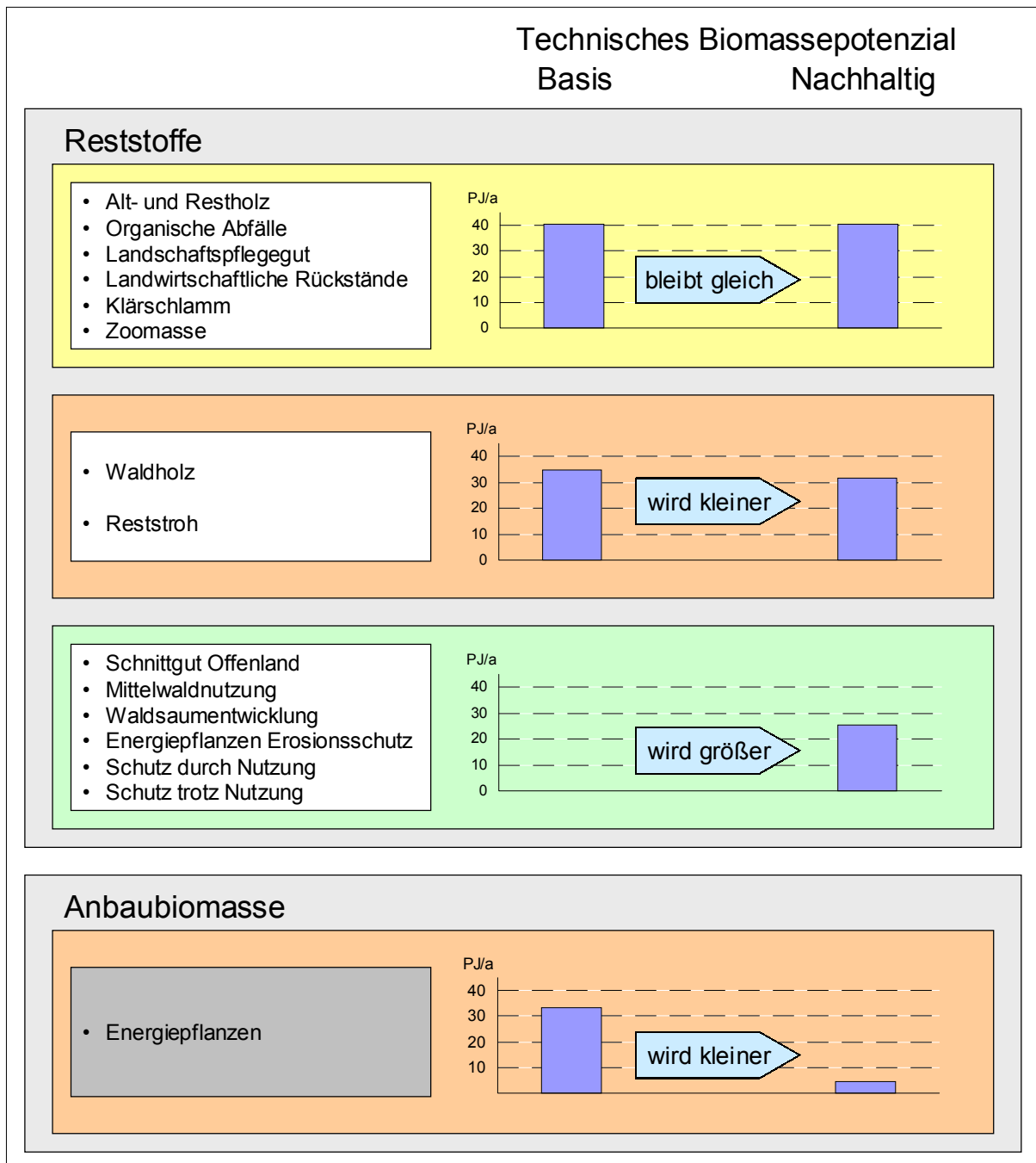


Abb. 2: Unterschiede der Bioenergiepotenziale in Baden-Württemberg der beiden Szenarien „Basis“ und „Nachhaltig“ (Angaben in PJ/a)

d) Zusätzliche Potenziale

Durch Anforderungen des Natur-, Boden- und Gewässerschutzes ergeben sich nicht nur Nutzungsrestriktionen, sondern teilweise auch zusätzliche Bioenergiepotenziale insbesondere durch die anfallende Biomasse bei der Pflege bestimmter Biotope bzw. Flächen. Im Folgenden sind die einzelnen Rubriken mit zusätzlichen Biomassepotenzialen aufgeführt.

- **Offenland**

Potenziell kann holz- und halmgutartige Biomasse aus der so genannten Offenlandpflege energetisch genutzt werden. Hierbei handelt es sich um die aus Naturschutzgründen wünschenswerte Pflege z.B. folgender Biotoptypen: Großseggenriede, Röhrichte, Zwergstrauchheiden, Hoch- und Übergangsmoore sowie teilweise um Feuchtgrünland und Trockenrasen.

- **Waldsaumentwicklung**

Aus Naturschutzsicht wünschenswert ist zukünftig eine naturschutzfachlich begründete Entwicklung und Pflege von Waldsäumen in Form einer stufig gehaltenen Übergangszone zwischen den an den Wald angrenzenden Flächen und der Kernzone des Waldes. Während der Entwicklungsphase der Waldsäume, d.h. nur befristet, kann die dabei potenziell anfallende Mehrmenge an Holz gegenüber der ansonsten standardmäßigen bewirtschafteten Fläche genutzt werden.

- **Mittel- und Niederwald**

Der Erhalt und Ausdehnung historischer Waldnutzungsformen wie z. B. Mittel- und Niederwald auf geringen Teilflächen des Gesamtwaldes ist aus Artenschutzgründen erwünscht. Auf diesen Flächen wird typischerweise eine größere Menge Biomasse entnommen als auf den übrigen Flächen des Waldes, da der größte Teil der im Zuge des Waldumbaus bzw. der Waldpflege anfallenden Biomasse energetisch genutzt wird. D. h. die energetisch nutzbare Biomassemenge erhöht sich, ohne dass sich die Fläche des Waldes insgesamt verändert.

- **Gewässerrandstreifen**

Das Wasserhaushaltsgesetz (WHG) und die EU-Wasserrahmenrichtlinie geben allgemeine Ziele der Verminderung stofflicher Einträge in die Gewässer vor. Ein Mittel zur Erreichung dieser Ziele sind Gewässerrandstreifen, die Stoffeinträge aus landwirtschaftlichen Flächen in die Gewässer abpuffern. Auf diesen Flächen sollen aus Sicht des Gewässerschutzes keine Pflanzenschutzmittel und Düngemittel angewendet werden. Aus Naturschutzsicht ist eine Nutzungsaufgabe an den Gewässerrandstreifen i.d.R. erwünscht. Die Breite und Anordnung der Gewässerrandstreifen ist in Baden-Württemberg durch § 68b des Baden-Württembergischen Wassergesetzes geregelt. Demnach werden auf den im Außenbereich 10 m breiten Gewässerrandstreifen der Erhalt von Bäumen und Sträuchern, die Umwandlung von Acker in Grünland und ggf. die Beschränkung des Einsatzes von Pflanzenschutz- und Düngemitteln angestrebt.

Darüber hinaus stellt die Länderarbeitsgemeinschaft Wasser /LAWA 2004/ vor dem Hintergrund der Wasserrahmenrichtlinie klar, dass die *flächendeckenden* Gewässerrandstreifen eine *Mindestbreite* von 10 m haben müssen und fordert darüber hinaus die Sicherung zusammenhängender Niederungsareale als Pufferzonen, z.B. durch Ausweisung von Feuchtgrünland und Nutzungseinschränkungen auf wasserwirtschaftlich und für den Stoffrückhalt bedeutsamen Flächen.

Um die stofflichen Einträge in Gewässer deutlich zu minimieren, wird vor diesem Hintergrund ein Puffer um die Gewässer mit einer Breite von 30 m vorgeschlagen, auf dem lediglich eine extensive, d. h. düngemittel- und PSM-freie Bewirtschaftung oder Nutzungsaufgabe erfolgen darf – wobei eine Nutzungsaufgabe nur dort in Frage kommt, wo sie mit den Naturschutzzielen in Einklang steht.

- **Erosionsschutz**

In Baden-Württemberg gibt es laut Umweltplan einen unveränderten Trend zur Erosionsgefährdung, da weiterhin viele erosionsverursachende Kulturarten wie Mais und Zuckerrüben in hügeligen Ackerbaugebieten angebaut werden (NBBW 2005). Deshalb wird hier vorgeschlagen, dass auf stark erosionsgefährdeten Standorten aus Gründen des Bodenschutzes eine Umnutzung von derzeit mit einjährigen Ackerfrüchten bestellten Feldern hin zum Anbau mehrjähriger Kulturen erfolgen soll. Diese sind aufgrund der längeren Phasen der Bodenbedeckung und aufgrund der besseren Durchwurzelung des Bodens besonders geeignet, erosionsbedingten Umweltauswirkungen vorzubeugen. Die mehrjährigen Kulturen lassen sich potenziell energetisch nutzen, so dass hieraus Bioenergiepotenziale erwachsen.

- **Schutz durch Nutzung, Schutz trotz Nutzung**

Der Nachhaltigkeitsbeirat der Landesregierung Baden-Württembergs hat eine Empfehlung zur Festlegung von Naturschutzflächen abgegeben, bei der ein differenziertes Nutzungssystem zur Umsetzung der Belange des Naturschutzes unter Berücksichtigung von §3 und §5 BNatSchG (Biotopverbundflächen), §24a-Biotopen, Bann- und Schonwäldern und FFH-Gebieten angestrebt werden soll (NBBW 2004). Danach sollen 5 Prozent der Landesfläche von jeglicher Nutzung ausgenommen werden (Totalreservat) und jeweils weitere 5 Prozent durch Nutzung, d.h. überwiegend gemäß den Zielen von Naturschutz und Landschaftspflege gepflegt, bzw. trotz Nutzung geschützt werden, d.h. einer naturschutzverträglichen extensiven Nutzung zugeführt werden (siehe Tab. 1). Von den beiden letztgenannten Rubriken lassen sich energetische Biomassepotenziale ableiten. Zum Teil fallen in die Rubrik „Schutz durch Nutzung“ auch Offenlandflächen (siehe oben); die Überschneidungen sind bei der Ableitung der Potenziale berücksichtigt. Es ist an dieser Stelle darauf hinzuweisen, dass das oben skizzierte Nutzungssystem nicht die Kulisse der Vogelschutzgebiete beinhaltet. Das Ziel der Naturschutzverbände ist ein Anteil der Natura2000-Flächen, d.h. von FFH-Gebieten und Vogelschutzgebieten, von 22 % der Landesfläche.

Tab. 1: Vorschlag des Nachhaltigkeitsbeirats der Landesregierung Baden-Württembergs zur „Festlegung von Naturschutzflächen“ (NBBW 2004)

Nutzungstyp	Beschreibung	Heutiger Wert	Zielvorschlag
(1) <i>Schutz vor Nutzung</i>	Totalschutz, d.h. in den Flächen findet keine wirtschaftliche Nutzung und keine Pflege statt („Urwald“)	ca. 1,2 Prozent	5 Prozent
(2) <i>Schutz durch Nutzung</i>	Flächen zum Schutz und zur Entwicklung traditioneller Kulturlandschaftselemente (Hutungen, Streuwiesen, Auwiesen etc.). Pflege findet statt; wirtschaftliche Nutzung nur begrenzt.	ca. 2,4 Prozent	5 Prozent
(3) <i>Schutz trotz Nutzung</i>	Flächen als Puffer, die unter Wahrung ökologischer Belange genutzt werden können. Zur Entwicklung eines Biotopverbundes. Entspricht heutigen FFH-Gebieten ohne (1) und (2).	ca. 4,2 Prozent	5 Prozent
Gesamt Schutzgebietssystem		ca. 7,8 Prozent	15 Prozent

Abb. 3 listet die entsprechenden Biomassepotenziale aus dem Bereich „Zusätzliche Potenziale“ für 2010 und 2020 auf. Die Unterschiede zwischen 2010 und 2020 sind im Wesentlichen darauf zurückzuführen, dass 2010 die meisten Potenziale zwar theoretisch bereits vorhanden, aber nicht zu 100 % in so kurzer Zeit erschlossen werden können.

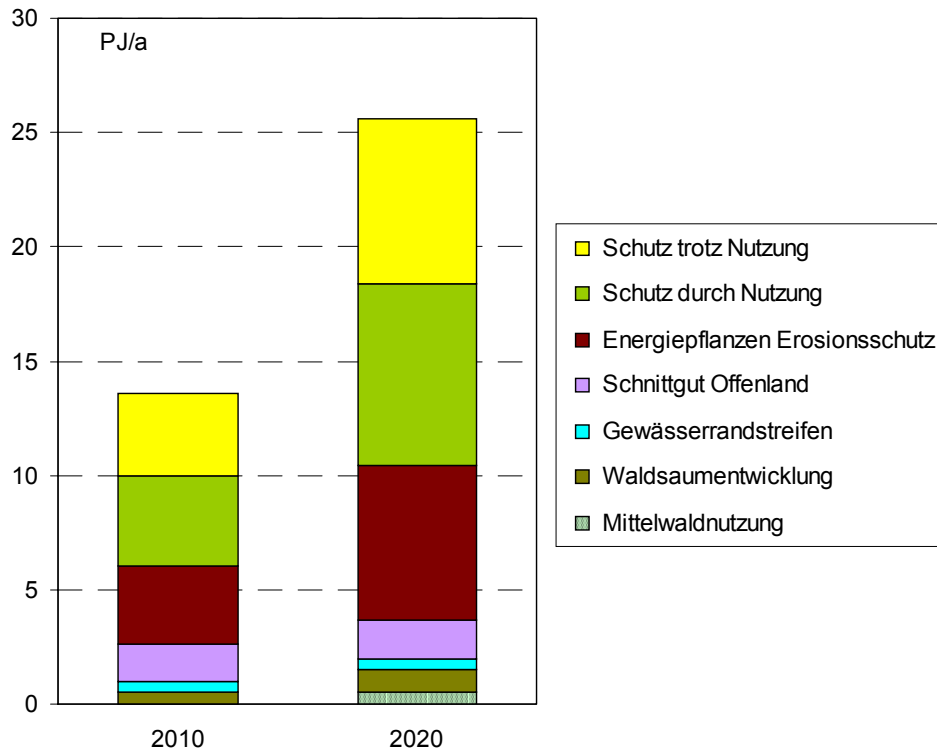


Abb. 3: Zusätzliche Bioenergiepotenziale in Baden-Württemberg durch Anforderungen des Natur-, Boden- und Gewässerschutzes

5. BUND-Nachhaltigkeitsszenario

Das BUND-Nachhaltigkeitsszenario unterscheidet sich vom bereits beschriebenen Nachhaltigkeitsszenario durch die Forderung von 100 % Ökolandbau als Fernziel. Das hat auf die Biomassepotenziale, gegenüber den nachhaltigen Potenzialen, vor allem zwei Auswirkungen:

- Im Fall eines 100%igen Ökolandbaus werden keine Flächen in der Landwirtschaft für andere Zwecke, und damit auch nicht für Energiepflanzen, zur Verfügung stehen. Der Bereich Anbaubiomasse entfällt somit komplett.
- Die Potenziale für die Nutzung des Reststrohs verändern sich, denn die veränderten Anbauregimes beim Ökolandbau und die veränderten Führung bei der Tierhaltung haben deutlich unterschiedliche Reststrommengen zur Folge.

In beiden Fällen vermindern sich die Biomassepotenziale. Wie hoch diese Potenzialänderungen ausfallen und welche Unterschiede sich daraus gegenüber den beiden anderen Szenarien „Basis“ und „Nachhaltig“ ergeben, ist detailliert in Kapitel 6 dargestellt.

6. Flächen- und Nutzungskonkurrenzen

Der Flächenbedarf für die aufgeführten Nachhaltigkeitsziele aus dem Natur-, Boden- und Gewässerschutz sowie dem Bereich der Landwirtschaft beträgt bei vollständiger Umsetzung bis 2020 ca. 235.000 ha in Baden-Württemberg (s. **Abb. 4**). Ob diese Flächen zur Verfügung stehen werden, kann nicht vorhergesagt werden, denn dies hängt insbesondere von der politischen Entwicklung der zukünftigen Landwirtschaft ab. Eine Prognose des zukünftigen Flächenbedarfs der konventionellen Landwirtschaft ist für die kommenden Jahrzehnte nicht belastbar abzuleiten. Um dennoch den Flächenbedarf der zuvor beschriebenen Nachhaltigkeitsziele in den Kontext des landwirtschaftlichen Flächenbedarfs zu stellen, dient folgende Gegenüberstellung: Dient als weiteres Nachhaltigkeitsziel, dass in Deutschland 100 % der Nahrungs- und Futtermittel selbst produziert werden und Baden-Württemberg mit einem proportionalen Anteil dazu beiträgt, dann bleiben 2010 ca. 190.000 und im Jahr 2020 ca. 260.000 ha für alle anderen Flächenansprüche übrig.

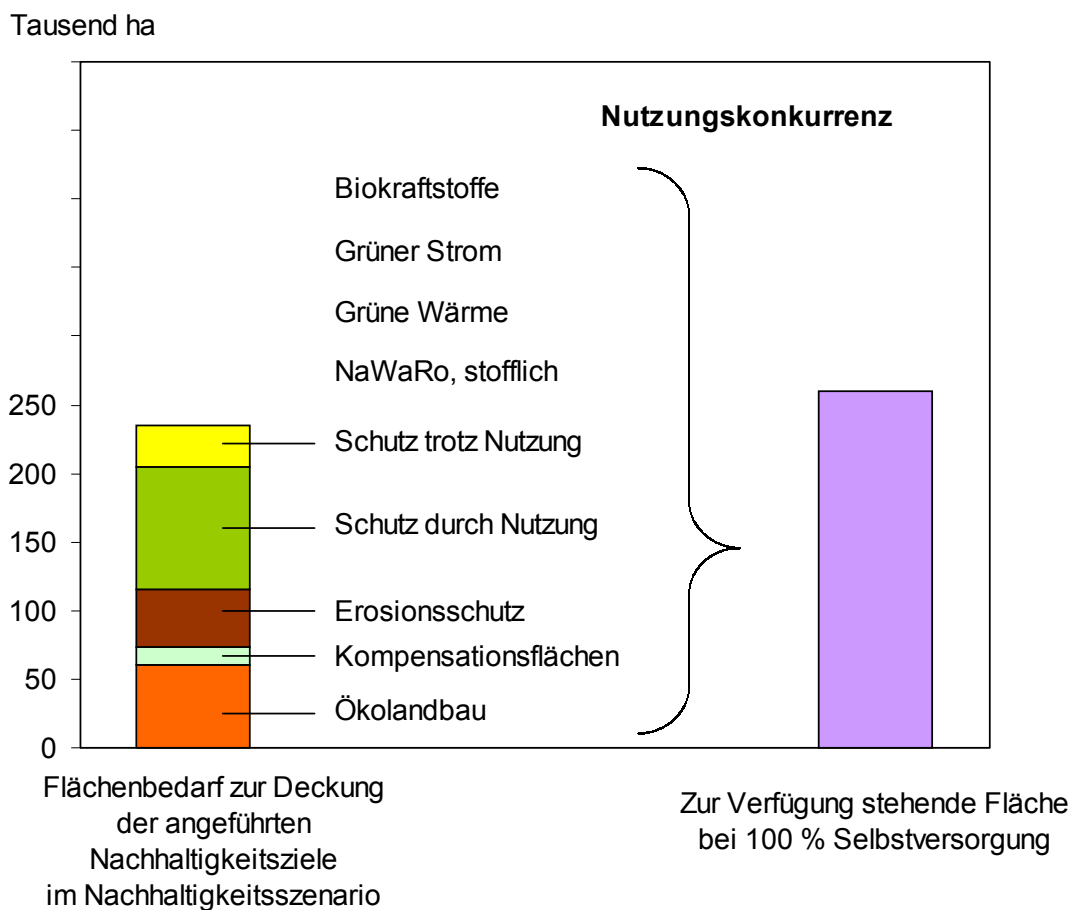


Abb. 4: Flächenbedarf bei vollständiger Umsetzung der aufgeführten Nachhaltigkeitsziele aus den Bereichen des Natur-, Boden- und Gewässerschutzes sowie der Landwirtschaft (entsprechend dem Nachhaltigkeitsszenario) und zur Verfügung stehende Flächen in Baden-Württemberg 2020

Neben den genannten Nachhaltigkeitszielen aus dem Bereich des Natur-, Boden- und Gewässerschutzes wie auch der Land- und Forstwirtschaft gibt es jedoch noch eine Reihe weiterer Nachhaltigkeitsziele wie Klimaschutz oder die Schonung von Ressourcen. Unter dem Aspekt des Flächenbedarfs fällt hierunter insbesondere die Bioenergie aus Anbaubiomasse

(Biokraftstoffe, grüner Strom, grüne Wärme) oder auch die stoffliche Nutzung nachwachsender Rohstoffe. Da es hierfür in Baden-Württemberg keine festgeschriebenen Ziele gibt, können diese flächenmäßig nicht beziffert werden. Numerisch stünden für diese allerdings lediglich 35.000 ha an Fläche in Baden-Württemberg zur Verfügung, würden die anderen Nachhaltigkeitsziele bis 2020 vollständig umgesetzt (s. Abb. 4).

Legt man darüber hinaus das vom BUND geforderte Ziel 100 % Ökolandbau zugrunde, dann schrumpft die „zur Verfügung stehende Fläche“ derart zusammen, dass die aufgeführten Nachhaltigkeitsziele nicht vollständig erreichbar sind (in der Abb. 4 nicht dargestellt).

Damit wird deutlich,

- dass Fläche auch in Baden-Württemberg mittlerweile ein äußerst knappes Gut darstellt und die diversen Nachhaltigkeitsziele um die verbleibenden Flächen zum Teil massiv konkurrieren und
- dass zukünftig die Nutzungskonkurrenz um die Biomassen in dem Maße zunehmen wird, wie die Umsetzung der Nachhaltigkeitsziele voranschreitet.

7. Ergebnisse: zentrale Aussagen und Belastbarkeit

Abb. 5 gibt einen Überblick über die hier abgeleiteten Bioenergiepotenziale „Basis“, „Nachhaltig“ und „BUND“ für Baden-Württemberg 2010 und 2020 (zur Definition der Szenarien siehe Kap. 2). Dabei zeigt sich:

- Der größte Teil der Bioenergiepotenziale Baden-Württembergs ergibt sich aus der Nutzung von organischen Reststoffen.
- Der Anbau von Energiepflanzen hat insbesondere unter Berücksichtigung der Anforderungen aus dem Natur-, Boden- und Gewässerschutz eine nur untergeordnete Rolle.
- Zudem steht er in Konkurrenz zu anderen Nutzungsmöglichkeiten der „freien Anbaufläche“ wie insbesondere in Konkurrenz zum Anbau stofflich genutzter nachwachsender Rohstoffe. Im Extremfall (BUND-Szenario) bleibt für ihn überhaupt kein Platz mehr.

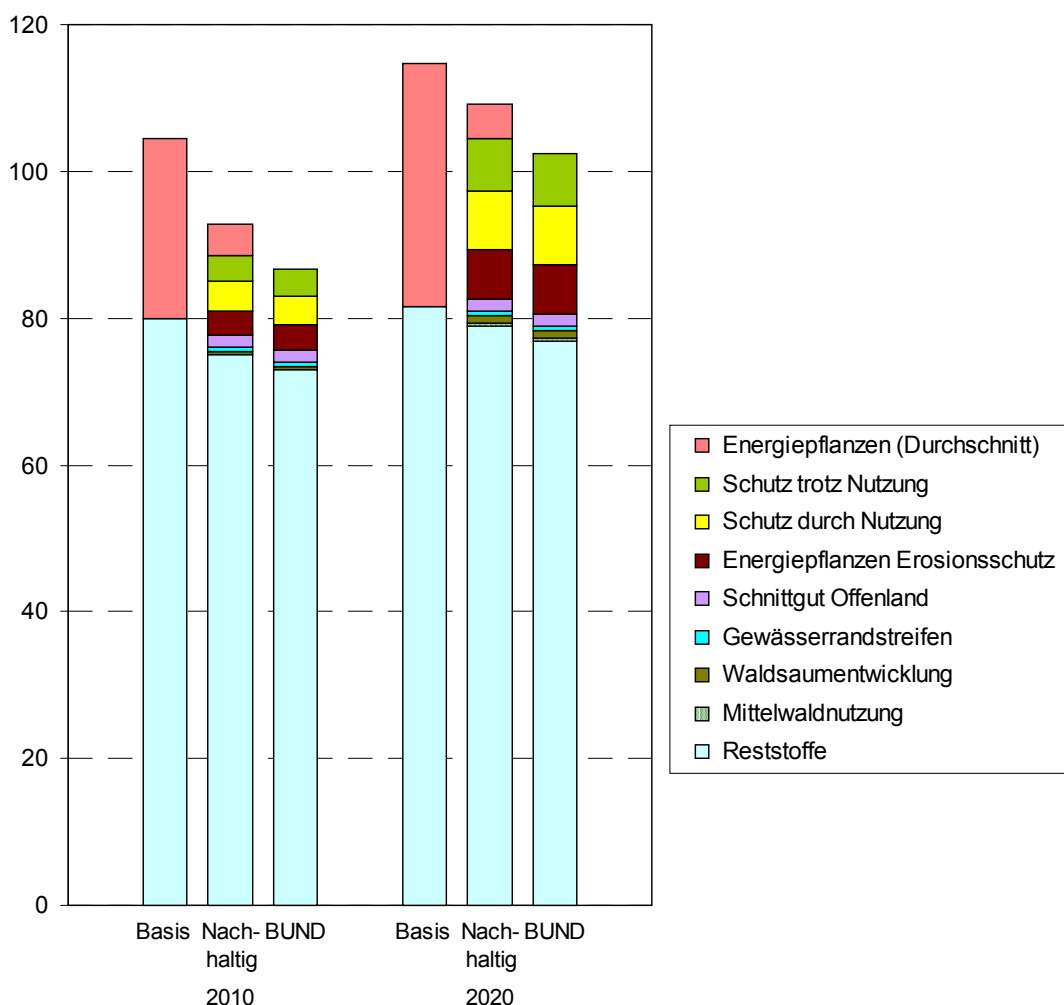


Abb. 5: Bioenergiepotenziale für Baden-Württemberg in PJ/a

- Aus den Anforderungen des Natur-, Boden- und Gewässerschutzes ergeben sich im Bereich der organischen Reststoffe geringere Bioenergiepotenziale, die mit ca. 5 PJ jährlich jedoch nicht besonders ins Gewicht fallen.
- Andererseits ergeben sich aus den Anforderungen des Natur-, Boden- und Gewässerschutzes durch Synergieeffekte mit ca. 25 PJ jährlich nicht unerhebliche zusätzliche Bioenergiepotenziale. Diese überwiegen sogar die zuvor genannten Minderpotenziale,

so dass festgehalten werden kann, dass im Saldo die Anforderungen des Natur-, Boden- und Gewässerschutzes im Bereich der organischen Reststoffe zu einer Erhöhung des Gesamtpotenziale gegenüber dem „business as usual“ führt.

- Bei Berücksichtigung der diversen Nachhaltigkeitsziele ergeben sich in der Summe zwar kleinere Potenziale, die Unterschiede sind jedoch – gemessen an den Gesamtpotenzialen – relativ gering.
- Die hier abgeleiteten Potenziale konnten aufgrund der geringen Ressourcen nur grob bestimmt werden. Die Genauigkeit der Ergebnisse reicht für die hier diskutierte Fragestellung und gezogenen Schlussfolgerungen aus, für spezielle Einzelfragestellungen müssten diese Analysen jedoch im Bedarfsfall vertieft werden. Des Weiteren konnten innerhalb der einzelnen Kategorien keine Abstufungen der Erschließbarkeit vorgenommen werden, die für das Ableiten von Prioritätensetzungen und Förderprogrammen notwendig wären. Insofern liefert diese Arbeit Erkenntnisse über die grundsätzlichen Potenziale und deren Verhältnisse, aber je nach Fragestellung und potenziellen Realisierungs- bzw. Umsetzungsstrategien müssten entsprechende Detailanalysen folgen.

8. Schlussfolgerungen

Aus den Ergebnissen der Potenzialanalysen zur Bioenergie für Baden-Württemberg ist erkennbar, dass es stattliche Bioenergiepotenziale in Baden-Württemberg gibt, die mit circa 100 PJ etwa 6 % des derzeitigen Primärenergiebedarfs Baden-Württemberg abdecken könnten. Davon können ca. 90 PJ jährlich unter nachhaltigen Bedingungen bereitgestellt und genutzt werden. Insbesondere zeigt sich auch, dass mit ca. 25 PJ jährlich ein nicht unerhebliches Potenzial zur Verfügung steht, das sich als Synergieeffekt aus den Anforderungen eines nachhaltigen Natur-, Boden- und Gewässerschutzes ergibt. Aus diesem Grund sollten gerade diese Potenziale vorrangig erschlossen werden.

Somit ergeben sich aus Sicht einer nachhaltigen Bioenergiebereitstellung folgende Schlussfolgerungen:

- **Identifikation der aus Sicht der diskutierten Nachhaltigkeitsziele schützenswerten Flächen – als Grundlage für eine spätere Erschließung von Bioenergiepotenzialen**
 - Die „noch fehlenden“ Schutzgebiete mit 100 %-Nutzungsbeschränkungen entsprechend dem Vorschlag des Nachhaltigkeitsbeirats der Landesregierung Baden-Württemberg (= 3,8 % der Landesfläche, entsprechend ca. 135.000 ha)
 - Die „noch fehlenden“ Schutzgebiete „Schutz durch Nutzung“ entsprechend dem Vorschlag des Nachhaltigkeitsbeirats der Landesregierung Baden-Württemberg (= 2,6 % der Landesfläche, entsprechend ca. 90.000 ha)
 - Die „noch fehlenden“ Schutzgebiete „Schutz trotz Nutzung“ entsprechend dem Vorschlag des Nachhaltigkeitsbeirats der Landesregierung Baden-Württemberg (= 0,8 % der Landesfläche, entsprechend ca. 30.000 ha)
 - Die durch Anbau mehrjähriger Kulturen zu schützenden stark erosionsgefährdeten Flächen
 - Die zu entwickelnden Waldsäume, gegebenenfalls in einer naturschutzfachlich begründeten Abstufung
 - Die zu pflegenden Offenlandflächen ebenfalls gegebenenfalls in einer naturschutzfachlich begründeten Abstufung
 - Die in Mittel- bzw. Niederwald zu entwickelnden Waldgebiete
 - Die noch auszuweitenden Gewässerrandstreifen

- **Ausweisung bzw. Festschreiben der aus Sicht der diskutierten Nachhaltigkeitsziele schützenswerten Flächen – als Grundlage für eine spätere Erschließung von Bioenergiepotenzialen**
 - Die als schützenswert identifizierten Flächen müssen ausgewiesen, in Entwicklungsplänen festgeschrieben oder mit anderen geeigneten Instrumenten (siehe z. B. /NBBW 2004/) für eine kurz-, mittel- oder langfristige Umwidmung der bisherigen Nutzungsform festgelegt werden. Dazu gehört beispielsweise die Ausweisung von Naturschutzgebieten oder die Festlegung von Gewässerrandstreifen im Zuge von Flurneuordnungsverfahren.

- **Erschließung der Bioenergiepotenziale**
 - Vorrangig sollten die Bioenergiepotenziale erschlossen werden, die sich als Synergieeffekte aus den Anforderungen des Natur-, Boden- und Gewässerschutzes ergeben (s. Abb. 3), da damit außer dem Klimaschutz und dem Einsparen fossiler Energieträger gleichzeitig auch weitere Nachhaltigkeitsziele erfüllt werden.
 - Parallel dazu sollten auch die Biomassefraktionen aus den anderen organischen Reststoffen erschlossen werden, zumal sich hierunter weitere bedeutende Potenziale befinden.
 - Aus Sicht des Naturschutzes sind Programme und Initiativen, die Anbaubiomasse fördern, zu überprüfen, wie sie sich auf eine Realisierung der genannten Nachhaltigkeitsziele aus dem Natur-, Boden- und Gewässerschutz sowie der Landwirtschaft auswirken und gegebenenfalls zu modifizieren. Hierbei ist insbesondere auch zu berücksichtigen, dass die wenigen potenziell verfügbaren Anbauflächen auch für andere Nutzungen wie für stofflich genutzte nachwachsende Rohstoffe nutzbar sind.

- **Forschungsbedarf**

Nicht alle der hier aufgestellten Schlussfolgerungen können sofort umgesetzt werden, da in einigen Teilbereichen noch nicht hinreichend tiefe Informationen vorliegen. Dies betrifft insbesondere eine Feinanalyse der vorhandenen Bioenergiepotenziale und die mit deren Erschließung verbundenen Kosten:

 - Bioenergiepotenziale: Nicht in allen Teilbereichen konnten hier die Bioenergiepotenziale detailliert bestimmt werden, so dass für eine differenzierte Ausrichtung einer zukünftigen Erschließung dieser Potenziale und gegebenenfalls für Prioritätensetzungen oder Rangfolgen entsprechende Detailanalysen notwendig sind.
 - Erschließungskosten: In der Regel sind mit der Erschließung der Bioenergiepotenziale Kosten verbunden, die teilweise beträchtlich sein können. Dies gilt für die noch nicht erschlossenen Bioenergiepotenziale aus Reststoffen in gleichem Maße wie für die mit den vorgestellten Nachhaltigkeitszielen verbundenen zusätzlichen Potenzialen. Nicht in allen Fällen sind die Erschließungskosten jedoch bekannt. Zudem steigen in der Regel die Erschließungskosten mit dem Grad der bereits erschlossenen Biomassen an. Auch diese Abhängigkeiten sind bisher noch nicht ausreichend detailliert abgeleitet.
 - Infolge der Kenntnislücken bei den Erschließungskosten sind auch die CO₂-Vermeidungskosten nicht für alle Biomassefraktionen bekannt. Da bekanntermaßen bei den CO₂-Vermeidungskosten oftmals äußerst große Unterschiede auftreten und die energetische Nutzung von Biomassen neben dem Einsparen fossiler Energien insbesondere auch Klimagas einsparen helfen sollen, sollte der Ermittlung der CO₂-Vermeidungskosten eine hohe Priorität eingeräumt werden.

9. Anhang

9.1 Randbedingungen bei der Ableitung der Bioenergiepotenziale

Bei der Ableitung der Bioenergiepotenziale Baden-Württembergs wurde eine Reihe an Festsetzungen getroffen. Im Folgenden werden die wichtigsten, ergebnisrelevanten Annahmen bzw. Festlegungen aufgelistet – insbesondere solche, die die betrachteten Nachhaltigkeitsziele betreffen.

Potenzialbegriff

Von den diversen möglichen Potenzialen wie theoretisches, technisches, erschließbares oder wirtschaftliches Potenzial wurde hier im Wesentlichen das so genannte technische Potenzial ermittelt, bei dem die Potenziale abgebildet werden, die unter den derzeitigen technischen Möglichkeiten nutzbar sind. In Einzelfällen jedoch wurde dieses Potenzial bereits unter verschiedenen Gesichtspunkten angepasst, d.h. verringert, wenn z. B. absehbar ist, dass die Nutzung von 100 % des technischen Potenzials nicht nachhaltig wäre (z. B. wenn man das gesamte technisch sammelbare Stroh vom Feld entfernen würde und dadurch langfristig die Bodenfruchtbarkeit in Mitleidenschaft ziehen würde) oder wenn z. B. absehbar ist, dass die technischen Potenziale zwar vorhanden sind, sich aber nicht zu 100 % bereits bis 2010 realisieren lassen. Insofern sind die dargestellten Potenziale bereits eine Mischung von technischen Potenzialen mit Komponenten der Nachhaltigkeit und Erschließbarkeit.

Bioenergiepotenziale des Basis-Szenarios

- Leitlinie: Business-as-usual-Entwicklung
- Leitlinie: Stoffliche Nutzung anfallender Biomasse hat grundsätzlich Vorrang vor energetischer Nutzung
- Reststroh: Bergequote durchschnittlich 60 %
- Wald: Keine Totholznutzung
- Waldholz: Keine Nutzung von Schwachholz < 7 cm

Bioenergiepotenziale des Nachhaltigkeits-Szenarios (Zu den Details siehe Kapitel 3)

- Ausgangsbasis: Leitlinien wie Basis-Szenario
- Landwirtschaft: 100 % Selbstversorgungsgrad mit Nahrungs- und Futtermittel im Saldo
- Ökolandbau: Anteil: 20 %
- Naturschutz: 5 % der Fläche Baden-Württembergs: Schutz vor Nutzung
- Naturschutz: 5 % der Fläche Baden-Württembergs: Schutz durch Nutzung
- Naturschutz: 5 % der Fläche Baden-Württembergs: Schutz trotz Nutzung
- Naturschutz: Offenlandpflege
- Naturschutz: Waldsaumentwicklung
- Naturschutz: Mittel- und Niederwaldentwicklung auf 5 % der Waldflächen
- Boden- und Gewässerschutz: Ausweitung der Gewässerrandstreifen auf 30 m (ohne kleine Gräben oder intermittierende Gewässer)
- Bodenschutz: Mehrjährige Kulturen auf stark erosionsgefährdeten Standorten

Bioenergiepotenziale des BUND-Nachhaltigkeits-Szenarios

- Ausgangsbasis: Nachhaltigkeitsszenario (Rest siehe Kapitel 5)

9.2 Bioenergiepotenziale im Detail

Tabelle 1: Technische Biomassepotenziale der einzelnen Biomassefraktionen in den Szenarien Basis und Nachhaltig für 2010 und 2020 in Baden-Württemberg

	2010		2020	
	Basis [PJ/a]	Nachhaltig [PJ/a]	Basis [PJ/a]	Nachhaltig [PJ/a]
Reststoffe: Festbrennstoffe				
Stroh	4,4	4,0	4,6	4,1
Wald- und Schwachholz	29,9	25,1	29,9	27,5
Mittelwaldnutzung	0,0	0,0	0,0	0,5
Waldsaumentwicklung	0,0	0,5	0,0	1,0
Gewässerrandstreifen	0,0	0,5	0,0	0,5
Landschaftspflegegut iwS	8,3	8,3	8,3	8,3
Schnittgut Offenland	0,0	1,7	0,0	1,7
Industrierestholz	7,3	7,3	7,3	7,3
Holz im Hausmüll	2,8	2,8	2,7	2,7
Altholz	9,1	9,1	9,5	9,5
Klärschlamm	2,1	2,1	2,5	2,5
Zoomasse	1,9	1,9	1,9	1,9
Grünschnitt: Kompensationsflächen	0,7	0,7	1,1	1,1
Energiepflanzen Erosionsschutz	0,0	3,4	0,0	6,8
Schutz durch Nutzung	0,0	4,0	0,0	7,9
Schutz trotz Nutzung	0,0	3,6	0,0	7,2
Zwischensumme (Abw. durch Rundung)	66,4	74,8	67,8	90,5
Reststoffe: Biogas				
Tierische Exkrememente und Einstreu	6,5	6,6	6,5	6,8
Ernterückstände der Landwirtschaft	0,7	0,7	0,7	0,7
Abfälle aus Gewerbe und Industrie	0,8	0,8	0,8	0,8
Organ. Siedlungsabfälle	2,1	2,1	2,5	2,5
Klärgas	2,1	2,1	2,7	2,7
Deponiegas	1,5	1,5	0,5	0,5
Zwischensumme	13,6	13,8	13,8	14,0
Energiepflanzen				
Maximum (100 % Festbrennstoffe, optional)	32,4	5,5	43,9	6,1
Minimum (100 % Biokraftstoffe, optional)	16,6	2,8	22,5	3,1
Gesamtsumme (ohne Energiepflanzen)	80	89	82	104
Szenario Maximum				
Summe Reststoffe: Festbrennstoffe	66,4	74,8	67,8	90,5
Summe Reststoffe: Biogas	13,6	13,8	13,8	14,0
Summe Energiepflanzen Maximum	32,4	5,5	43,9	6,1
Gesamtsumme	112	94	125	111
Szenario Minimum				
Summe Reststoffe: Festbrennstoffe	66,4	74,8	67,8	90,5
Summe Reststoffe: Biogas	13,6	13,8	13,8	14,0
Summe Energiepflanzen Minimum	16,6	2,8	22,5	3,1
Gesamtsumme	97	91	104	108

9.3 Literatur

- /DLR et al. 2002/ Nitsch J., Klann U., Nast M., Bradke H., Jochem E., Mannsbart W., Staiß F., Mantel E., Steinborn F.: Struktur und Entwicklung der zukünftigen Stromversorgung Baden-Württembergs. Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) e.V., Institut für Technische Thermodynamik, Stuttgart, Fraunhofer-Institut Systemtechnik und Innovationsforschung (ISI), Karlsruhe, Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg (ZSW), Stuttgart
- /DLR et al. 2004/ Nitsch J., Krewitt W., Nast M., Viebahn P. (DLR), Gärtner S., Pehnt M., Reinhardt G., Schmidt R., Uihlein A. (IFEU), Barthel C., Fishedick M., Merten F. (Wuppertal Institut): Ökologisch optimierter Ausbau der Nutzung erneuerbarer Energien in Deutschland. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (Hrsg.), Referat Öffentlichkeitsarbeit, Berlin, service@bmu.bund.de
- /Holzfibel 2005/ Wirtschaftsministerium (Hrsg.): Holz-Energie-Fibel. Wirtschaftsministerium Stuttgart, poststelle@wm.bwl.de
- /ITAS 2004/ Leible L. et al.: Gaserzeugung aus Biomasse – Systemanalytische Begleitforschung. Tagungsbeitrag „Nachwachsende Rohstoffe für Baden-Württemberg - Forschungsprojekte für den Ländlichen Raum“. 14. Oktober 2004, Universität Hohenheim
- /ITAS 2005/ Rösch C., Raab K., Stelzer V., Johann J.: Grünlandnutzung zur Energieerzeugung – am Beispiel Baden-Württemberg. Der fortschrittliche Landwirt, 5 (2005), 62-63
- /LAWA 2004/ Länderarbeitsgemeinschaft Wasser: Gemeinsamer Bericht von LAWA und LABO zu Anforderungen an eine nachhaltige Landwirtschaft aus Sicht des Gewässer- und Bodenschutzes vor dem Hintergrund der Wasserrahmenrichtlinie. Hannover.
- /NBBW 2004/ Radermacher F. J., Renn O., Kaule G., Zeddies J., Höpfner U., Fritz P., Gundert-Remy U., Rahmstorf S., Wicke L.: Neue Wege zu einem nachhaltigen Flächenmanagement in Baden-Württemberg. Sondergutachten. Der Nachhaltigkeitsbeirat der Landesregierung Baden-Württemberg, Stuttgart, info@nachhaltigkeitsbeirat-bw.de
- /NBBW 2005/ Fritz P., Gundert-Remy U., Höpfner U., Kaule G., Radermacher F. J., Rahmstorf S., Renn O., Wicke L., Zeddies J.: Statusbericht 2005 zum Umweltplan Baden-Württemberg. Der Nachhaltigkeitsbeirat der Landesregierung Baden-Württemberg, info@nachhaltigkeitsbeirat-bw.de
- /Ökoinstitut et al. 2004/ Fritsche U. R., Dehoust G., Jenseit W., Hünecke K., Rausch L., Schüler D., Wiegmann K. (Ökoinstitut), Heinz A. (FGU), Thrän D. (IE), Gärtner S., Patyk A., Reinhardt G. (IFEU) et al.: Stoffstromanalyse zur nachhaltigen energetischen Nutzung von Biomasse. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (Hrsg.), Berlin
- /Reinhardt et al 2005/ Reinhardt G., Gärtner S., Pehnt M.: Flächen- und Nutzungskonkurrenzen in der Biomassenutzung. Energiewirtschaftliche Tagesfragen 55. Jg. (2005) Heft 6, S. 410-415
- /Umweltplan 2001/ Umweltplan Baden-Württemberg 2001, <http://www.uvm.baden-wuerttemberg.de/umweltplan/>