

Konkurrenzanalyse zur energetischen Biomassenutzung: Stationär oder mobil?

Einleitung

F. Staiß,
H. Böhnisch,
H. Seul
ZSW
frithjof.staiss@zsw-bw.de

Die politischen Strategien zum Ausbau Erneuerbarer Energien (EE) fokussieren sich derzeit auf das "Verdoppelungsziel 2010", das zunächst auf europäischer, später auch auf nationaler Ebene beschlossen wurde. Danach soll der Anteil EE am Primärenergieverbrauch bis zum Jahr 2010 in Deutschland gegenüber dem Jahr 2000 auf mindestens 4,2% erhöht werden. Für das Erreichen dieses und weitergehender Ziele spielt die verstärkte Nutzung biogener Energieträger aus naheliegenden Gründen eine zentrale Rolle: Relativ niedrige Kosten, dezentrale Verfügbarkeit, Lagerbarkeit, vielfältige Nutzungsmöglichkeiten und nicht zuletzt der politische Wunsch auf diesem Weg der Land- und Forstwirtschaft neue Einkommensquellen zu erschließen.

Andererseits sind die Nutzungspotenziale in Deutschland ebenso wie in anderen Ländern der EU begrenzt. Es stellt sich daher die Frage, ob bzw. wann es zu einer Konkurrenzsituation um die Nutzung von Bioenergieträgern für stationäre und mobile Anwendungen kommen kann und wie dann die Prioritäten zu setzen sind. Problematisiert wurde das Thema bisher kaum, wohl auch deshalb, weil Nutzungskonflikte erst längerfristig auftreten werden. Sind bestimmte Stoffströme aber z.B. durch gezielt gesetzte energiepolitische Randbedingungen erst einmal festgelegt, ist es nur schwer möglich, diese zu verändern. Insofern kommt der Frage auch strategische Bedeutung zu. Mit den

weiteren Ausführungen soll hierzu ein Diskussionsbeitrag geleistet werden.

Technische Nutzungspotenziale biogener Energieträger

Die technischen Nutzungspotenziale biogener Energieträger sind auf europäischer und bundesdeutscher Ebene vielfach untersucht worden. Die in *Abb. 1* dargestellte Struktur für Deutschland basiert auf einer Auswertung von 24 Studien. Danach beträgt das technische Potenzial im Mittel etwa 1.260 PJ/a. Damit ließen sich 8,7% des gegenwärtigen Primärenergieverbrauchs oder – bei einer mittleren Konversionsrate von Biomasse in Kraftstoffe von 50% - etwa 23% des Kraftstoffverbrauchs decken.

Das Biomassepotenzial besteht zum überwiegenden Teil aus holzartiger Biomasse (43%), wovon etwa ein Viertel auf den sog. ungenutzten Holzzuwachs entfällt. Gemeint ist damit, dass in den vergangenen 50 Jahren weniger Holz geschlagen wurde als zuwuchs. Ebenfalls erheblich ist das Aufkommen an Reststroh aus der Landwirtschaft und besonders das Potenzial des gezielten Anbaus von Energiepflanzen. Der hier angegebene Betrag basiert auf der Annahme, dass in Deutschland dauerhaft auf etwa 2 Mio. ha nachwachsende Rohstoffe oder Energiepflanzen angebaut werden können, d.h. auf einer Fläche, die rund 70% größer ist als die derzeitigen Stilllegungsflächen in der Landwirtschaft. In der Literatur finden sich jedoch teilweise niedrigere, mit bis zu 5 Mio. ha aber auch deutlich höhere Angaben.

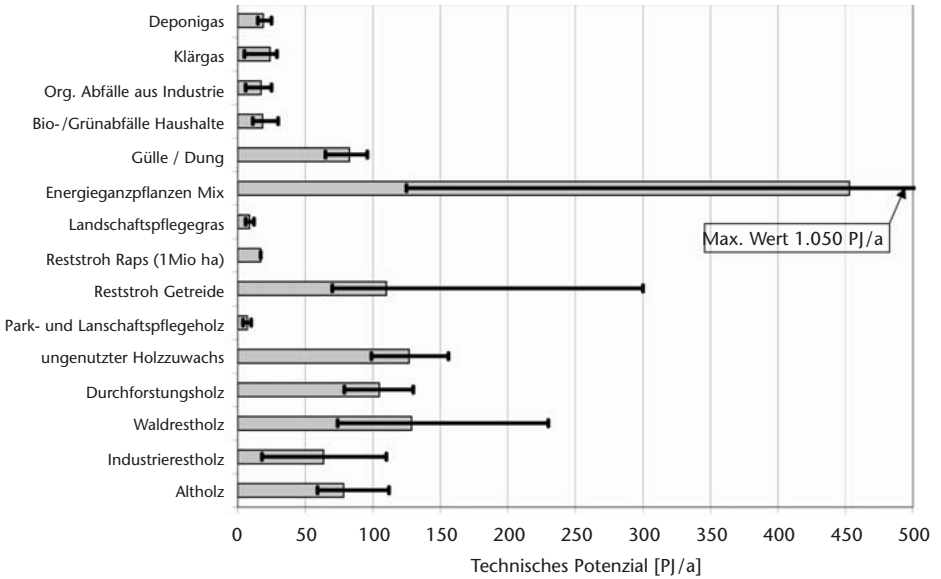
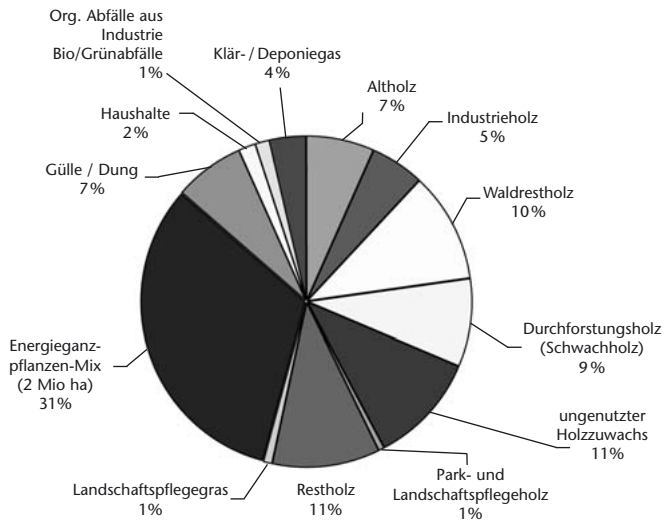


Abbildung 1: Minimal- und Maximalwerte (oben) sowie Mittelwerte (unten) des technisch nutzbaren Bioenergieträgerpotenzials in Deutschland (Auswertung von Literaturangaben)



Ges. technisches Potenzial BRD 1.260 PJ/a

Mittelwerte

“Freies” Biomassepotenzial für die Kraftstoffbereitstellung

Interessanter als die Betrachtung des technischen Potenzials ist die Frage, wie viel davon tatsächlich für eine Biokraftstofferzeugung erschlossen werden kann und zu welchen Kosten. Zu berücksichtigen sind dabei bereits etablierte und absehbare Stoffströme für die Wärmebereitstellung und Stromerzeugung. Hierbei handelt es sich einerseits um traditionell gewachsene Strukturen wie die Holznutzung im privaten Bereich oder im holzbe- und -verarbeitenden Gewerbe, andererseits wurden und werden durch Förderprogramme auf Bundes- und Landesebene oder das Erneuerbare-Energien-Gesetz gezielt bestimmte Anwendungen unterstützt. Eine Umlenkung dieser Stoffströme in mobile Anwendungen scheint daher – unabhängig davon, ob dies sinnvoll erscheint – bestenfalls langfristig möglich.

Tab. 1 zeigt eine Abschätzung der aus heutiger Sicht für mobile Anwendungen prinzipiell verbleibenden Anteile des Biomassepotenzials. So ist z.B. davon auszugehen, dass im Zuge des durch das Erneuerbare-Energien-Gesetz induzierten Baus von Holz(heiz-)kraftwerken in zwei bis drei Jahren die Potenziale von Altholz praktisch vollständig erschlossen sein werden.

Hinzuweisen ist weiterhin auf die Nichtverfügbarkeit des ungenutzten Holzzuwachses, weil im Sinne einer konservativen Abschätzung davon auszugehen ist, dass eine energetische Nutzung des anfallenden Restholzes nur dann möglich ist, wenn das (hochwertige) Stammholz geschlagen wird. Derzeit ist jedoch nicht zu erwarten, dass der Einschlag steigen wird. Ebenfalls konservativ angesetzt wurde mit 1,5 Mio. ha der Energiepflanzenanbau für mobile Anwendungen (s.o.). Insgesamt reduziert sich damit das für

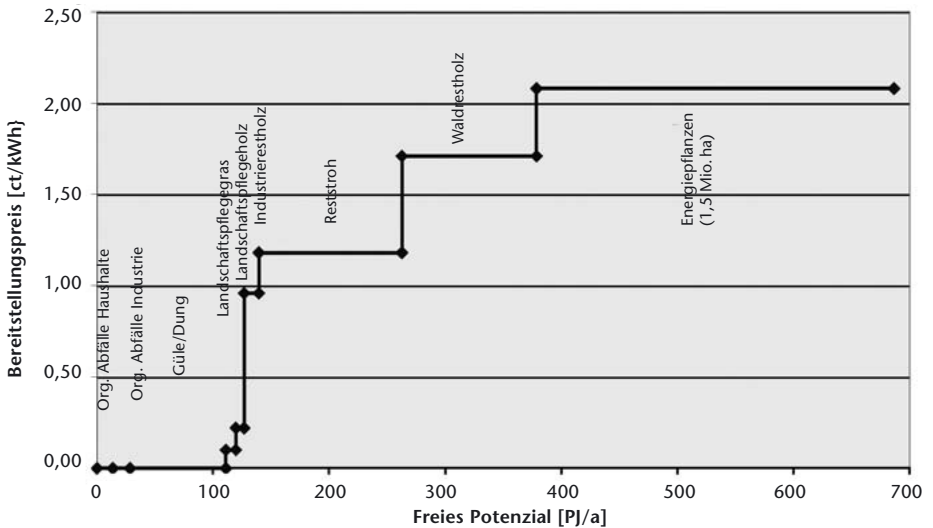
mobile Anwendungen "freie" Potenzial auf etwa die Hälfte des o.g. technischen Potenzials. Dennoch sind die daraus erzielbaren Beiträge für die Kraftstoffversorgung beträchtlich.

*Tabelle 1:
Abschätzung der
Verfügbarkeit von
Bioenergieträgern für
mobile Anwendungen*

Wie realistisch die Ausschöpfung der Ressourcen ist, hängt von zahlreichen weiteren Randbedingungen ab, nicht zuletzt von den Kosten.

Art	Mittelwert [PJ/a]	Bereits genutzt/ eingeschränkt verfügbar	Freies Potenzial [PJ/a]
Altholz unbehandelt	25	100%	0
Altholz behandelt	30	100%	0
Altholz kontaminiert	23	100%	0
Industrierestholz	63	80%	13
Waldrestholz	129	10%	116
Durchforstungsholz (Schwachholz)	105	100%	0
ungenutzter Holzzuwachs	127	100%	0
Park- und Landschaftspflegeholz	7	0%	7
Reststroh	127	3%	123
Landschaftspflegegras	9	0%	9
Energiepflanzen Mix	453	1,5 Mio. ha	308
Gülle/Dung	83	0%	83
Org. Abfälle Haushalte	18	20%	15
Org. Abfälle aus Industrie	17	20%	14
Klär-/Deponiegas	43	100%	0
Gesamt	1.259		687

Abb. 2 zeigt dazu die Kosten-Potenzial-Kurve für das "freie" Nutzungspotenzial, das mit gegenwärtigen bzw. absehbaren Bereitstellungspreisen korreliert wurde.



Im Zusammenhang mit *Tab. 1* folgt daraus, dass die kostengünstigsten Ressourcen größtenteils zur Wärme- und Stromerzeugung genutzt werden. Nennenswerte Potenziale für mobile Anwendungen finden sich nur bei Gülle/Dung und Reststroh aus der Landwirtschaft (insgesamt ca. 200 PJ/a). Die Potenziale bei Waldrestholz und Energiepflanzen sind jeweils etwa doppelt so groß, mit bis zu 2€ct/kWh aber deutlich teurer. Bei einem durchschnittlichen Konversionsgrad der Biokraftstoffbereitstellung von 50% bedeutet dies, dass sich allein der Biomassekostenanteil je Liter Benzinäquivalent auf 40€ct beläuft.

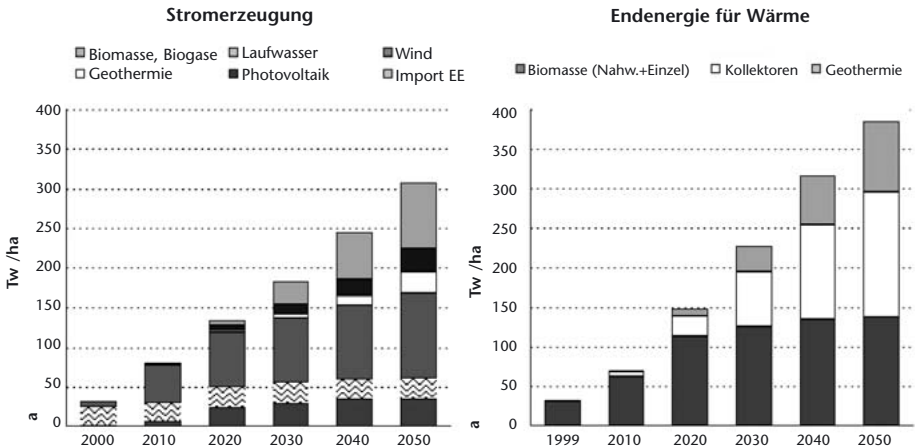
*Abbildung 2:
Kosten-Potenzial-Kurve
für das "freie"
Biomassepotenzial in
Deutschland*

Szenarien der Biomassenutzung in Deutschland

Energieszenarien, die einen Schwerpunkt auf den Ausbau EE legen, gehen davon aus, dass die Biomassenutzung in den nächsten 10 bis 15 Jahren einer starken Wachstumsdynamik unterliegt, dann aber aufgrund der Potenzialgren-

zen nur noch langsam steigt. Ein solches Szenario ist das sog. Nachhaltigkeitsszenario, das vom Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt und dem Wuppertal-Institut für das Umweltbundesamt erarbeitet wurde und u.a. vom Bundesumweltministerium für strategische Überlegungen herangezogen wird. Grundlage des Szenarios bildet im Strommarkt die politisch verankerte Verdoppelung des Anteils Erneuerbarer Energien auf 12,5 % bis zum Jahr 2010 und das Ziel des Bundesumweltministeriums bis zum Jahr 2020 etwa 20% zu erreichen (Abb. 3). Die Stromerzeugung aus Biomasse beträgt dann etwa 25 TWh, was bei einem elektrischen Wirkungsgrad der Anlagen von etwa 30 % (je nach Wärmeauskopplung bei Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen) einem Primärenergieeinsatz von 300 PJ/a entspricht. Jenseits des Jahres 2020 steigt die Stromerzeugung nur noch langsam und pendelt sich bei 30-35 TWh/a ein.

Abbildung 3:
Stromerzeugung (links)
in Wärmeerzeugung
(rechts) aus Erneuerbaren
Energien im UBA-
Nachhaltigkeitsszenario;
Primärenergieverbrauch
Biomasse: 2020: ca.
700 PJ, 2050: ca. 900 PJ



¹M. Fishedick, J. Nitsch, u.a.: Langfristszenarien für eine nachhaltige Energienutzung in Deutschland, Studie im Auftrag des Umweltbundesamtes, UBA-FB 000314, Juli 2002

Im Wärmemarkt liegt der Schwerpunkt des Anstiegs ebenfalls im Zeitraum bis 2020. Der Einsatz von Biomasse beträgt dann etwa 400 PJ/a und steigt bis zum Jahr 2050 auf knapp 500 PJ/a.

In der Summe geht das Szenario für die stationäre Nutzung von Biomasse bis zum Jahr 2020 von etwa 700 PJ/a bzw. bis zum Jahr 2050 von etwa 900 PJ/a aus. Gemessen am o.g. technischen Potenzial verbleiben also noch rund 600 PJ/a im Jahr 2020 bzw. rd. 400 PJ/a im Jahr 2050 für den mobilen Bereich, der im Rahmen der Studie nicht eingehender untersucht wird. Bei einem Konversionsgrad von 50 % könnten demnach im Jahr 2020 rund 300 PJ/a in Form von Biokraftstoffen bereit gestellt werden. Berücksichtigt man in einem optimistischen Fall, dass der Endenergieverbrauch im Verkehr bis dahin um 20 % zurückgeht, ließen sich etwa 13 % des Bedarfs aus heimischen Bioenergieträgern decken.

Regionale Betrachtung am Beispiel des Neckar-Odenwald-Kreises

Ob sich dieser auf einer hoch aggregierten Betrachtungsebene abgeleitete Biokraftstoffanteil tatsächlich erreichen lässt, kann anhand kleinräumiger Betrachtungen überprüft werden. Exemplarisch wurde dazu der Neckar-Odenwald-Kreis untersucht, eine eher ländlich geprägte Region im Norden Baden-Württembergs, die günstige Voraussetzungen für eine verstärkte Biomassenutzung bietet. Insgesamt leben in der Region rund 150.000 Einwohner auf einer Fläche von 1.140 km². Die Einwohnerdichte von 132 Einwohner je km² liegt damit etwa 50 % unter dem Bundesdurchschnitt. Rund ein Viertel der Bevölkerung lebt in vier größeren Kommunen – Mosbach, Buchen, Walldürren und Neckarelz – von denen Mosbach mit gut 10.000 Einwohnern die größte ist. Neben sechs weiteren Kommunen mit

3.000 bis 5.000 Einwohnern leben insgesamt 90.000 Personen in 112 Orten mit weniger als 2.800 Einwohnern.

Die Energieversorgungsstruktur ist aufgrund der geringen Bevölkerungsdichte durch ein relativ schwach ausgebautes Erdgasnetz gekennzeichnet. Entsprechend dominiert im Wärmemarkt (Niedertemperaturwärme) Heizöl mit einem Anteil von 64 %, gefolgt von Strom (Speicherheizungen) mit 15 %, Biomasse mit 13 % (!) und Erdgas mit etwa 6 %. Der Rest verteilt sich auf Fernwärme und Kohle.

*Abbildung 4:
Potenziale der energetischen Nutzung im Neckar-Odenwald-Kreis (gesamt 2,8 PJ/a entsprechend 785.000 MWh)*

Das in der Region verfügbare Biomassepotenzial setzt sich etwa zur Hälfte aus Restholz, zu einem Sechstel aus Reststroh und einem Fünftel aus dem Potenzial für den Energiepflanzenanbau zusammen. Geringe Beiträge entfallen auf Biomüll, Gülle/Dung aus der Landwirtschaft und Grünabfälle wie Rasenschnitt (*Abb. 4*).

Hackschnitzel aus Restholz (Industrie, Wald, Sonst.)	MWh/a	154.800
<i>Heute in Einzelöfen genutztes Holz</i>	<i>MWh/a</i>	<i>250.800</i>
Summe Holz	MWh/a	405.600
Stroh	MWh/a	131.100
Energiepflanzen	MWh/a	176.100
Grünabfälle (Rasenschnitt etc.)	MWh/a	16.700
Organische Abfälle (Biomüll)	MWh/a	19.300
Gülle/Dung	MWh/a	36.600
Summe	MWh/a	785.400

Im Vergleich zu den Biomassepotenzialen auf Bundesebene ist der Holzanteil in der Region überdurchschnittlich hoch, das Potenzial für den Energiepflanzenanbau hingegen geringer (*vgl. Abb. 1*). Mit dem Bioenergiepotenzial von 19 GJ/a je Einwohner, das ein Viertel höher liegt als im Bundesdurchschnitt, ließen sich z.B. 40 % des gegenwärtigen Nutzwärmebedarfes in der Region decken. Bemerkenswert

ist auch, dass mehr als ein Drittel des Holzaufkommens bereits genutzt wird.

Die mögliche Entwicklung der Biomassenutzung in der Region lässt sich nicht losgelöst von Veränderungen in anderen Bereichen betrachten, die durch mehr oder weniger intensive energiepolitische Eingriffe charakterisiert sind. Um dies abzubilden wurden insgesamt vier Szenarien entwickelt:

Szenario Status quo/Trend

- Prinzip: "Im Vergleich zu heute ändert sich nicht viel."
- Energetische Sanierung von Altbauten nachrangig: bis 2050 sinkt der Nutzwärmebedarf nur um 15 %.
- Die Struktur der Wärmeversorgung bleibt im Wesentlichen erhalten (lediglich Kesselerneuerungen, Wirkungsgraderhöhungen). Der Stromanteil im Wärmemarkt geht deutlich zurück. Nahwärmenetze spielen nur eine untergeordnete Rolle.
- Erreichte CO₂-Minderung im Wärmemarkt im Jahr 2020/2050: -21 %/-42 %

Szenario Angebotsoptimierung

- Prinzip: "Ambitionierter Klimaschutz ohne Wärmedämmung"
- Energetische Sanierung von Altbauten nachrangig: bis 2050 sinkt der Nutzwärmebedarf nur um 15 %.
- Schneller Ausbau von Nahwärmesystemen einschließlich des Ersatzes von Einzelöfen: bis 2040 wird das gesamte Biomasseaufkommen in Heiz- und Heizkraftwerken genutzt.
- Die Nutzung von Solarthermie und Geothermie bleibt vernachlässigbar.
- Erreichte CO₂-Minderung im Wärmemarkt im Jahr 2020/2050: -30 %/-58 %

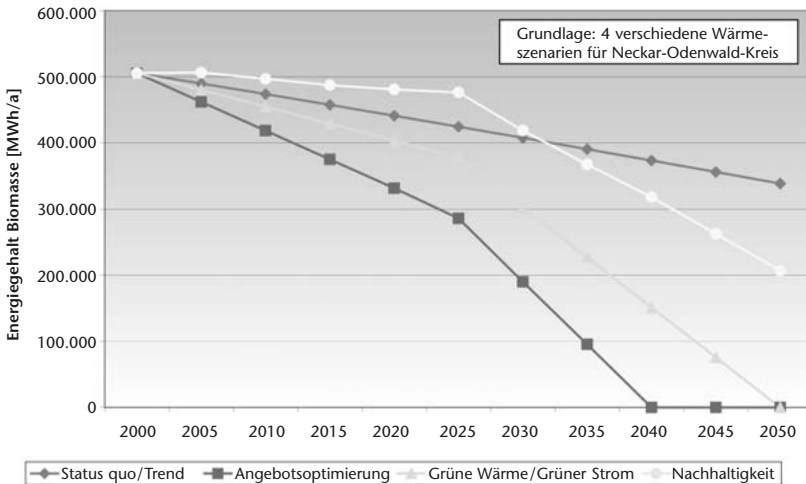
Szenario Grüne Wärme/Grüner Strom

- Prinzip: "Reduktion des Wärmebedarfs und Nutzung preiswerter Erneuerbarer Energien"
- Umfassende energetische Sanierung von Altbauten: bis 2050 sinkt der Nutzwärmebedarf um 50%.
- Ausbau von Nahwärmesystemen einschließlich des Ersatzes von Einzelöfen: bis 2050 wird das gesamte Biomasseaufkommen in Heiz- und Heizkraftwerken genutzt.
- Die Nutzung von Solarthermie und Geothermie bleibt vernachlässigbar.
- Erreichte CO₂-Minderung im Wärmemarkt im Jahr 2020/2050: -39 %/-86 %

Szenario Nachhaltigkeit

- Prinzip: "Mobilisierung aller Optionen"
- Umfassende energetische Sanierung von Altbauten: bis 2050 sinkt der Nutzwärmebedarf um 50%.
- Bis 2050 werden 70 % des Nutzwärmebedarfes durch Nahwärme gedeckt; je zur Hälfte auf der Basis von Biomasse und Solarenergie.
- Solare Nahwärmesysteme werden mit bis zu 70% solarem Deckungsgrad realisiert (2050), Biomasseheizwerke werden solar unterstützt.
- Nennenswerte Bedeutung elektrisch betriebener Wärmepumpen mit Erdsonden als Einzelheizungen
- Erreichte CO₂-Minderung im Wärmemarkt im Jahr 2020/2050: -39 %/-88 %

In den vier Szenarien werden verschiedene Anteile der im Landkreis vorhandenen Bioenergieträger für die stationäre Energieversorgung eingesetzt. Dementsprechend nehmen die verbleibenden Potenziale für die Herstellung von Biokraftstoffen unterschiedlich schnell ab (*Abb. 5*).



Um daraus die erreichbaren Anteile am gesamten Kraftstoffverbrauch in der Region ermitteln zu können, sind Annahmen über die Entwicklung des Personen- und Güterverkehrsaufkommen zu treffen. In Anlehnung an andere Untersuchungen wird u.a. von folgenden Rahmendaten ausgegangen:

- Der Pkw-Bestand erhöht sich langfristig von derzeit 550 Pkw je 1.000 Einwohner bis 2050 nur geringfügig auf 570.
- Die gegenwärtige Fahrleistung je Pkw von 13.800 km/a erhöht sich bis 2050 um 10 %.
- Der Kraftstoffbedarf für den Güterverkehr in der Region bleibt mit einem Anteil von 20 % bezogen auf den Pkw-Bereich konstant.

Darüber hinaus spielen die spezifischen Kraftstoffverbräuche und die erreichbaren Biomassekonversionsraten (Umwandlung von Biomasse in Kraftstoff) eine Rolle.

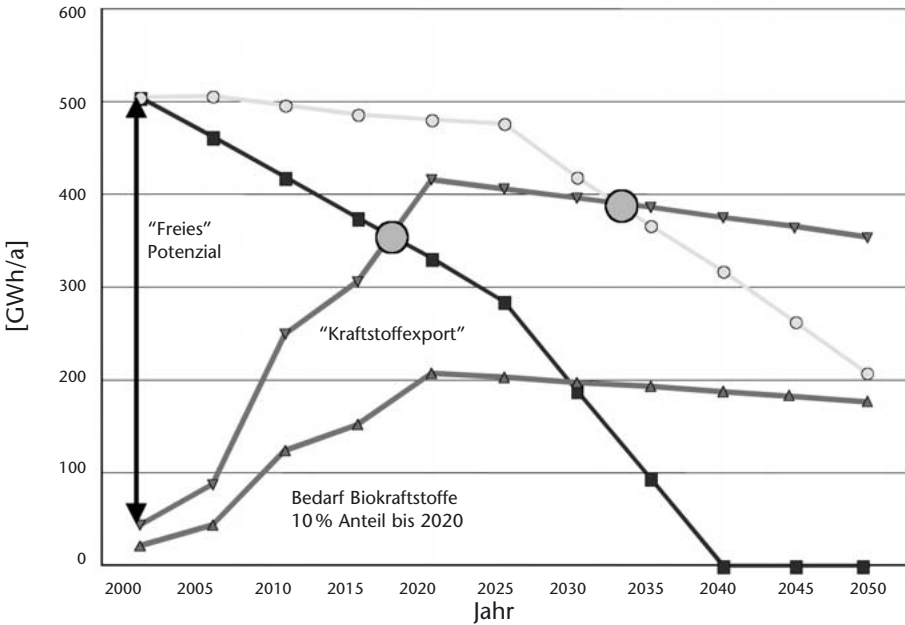
*Abbildung 5:
Restpotenziale zur
Kraftstofferzeugung in
Abhängigkeit der
Entwicklung in den vier
Wärmeszenarien*

Dafür werden zwei Varianten betrachtet:

- Variante "hoher Kraftstoffverbrauch":
Der Pkw-Flottenverbrauch sinkt von derzeit 9,0l/100 km auf 7,8l/100 km im Jahr 2020 und 6l/100 km im Jahr 2050. Die Biomassekonversionsrate beträgt 50%.
- Variante "geringer Kraftstoffverbrauch":
Der Pkw-Flottenverbrauch sinkt von derzeit 9,0l/100 km auf 6,6l/100 km im Jahr 2020 und 3l/100 km im Jahr 2050. Die Biomassekonversionsrate beträgt 60%.

Unter den gesetzten Annahmen wurde in *Abb. 6* der Bio-kraftstoffbedarf ermittelt, wenn bis zum Jahr 2020 ein Anteil von 10% erreicht werden soll. Die Gegenüberstellung zu den Angebotskurven in *Abb. 5* deutet – trotz der zahlreichen gesetzten Annahmen – zum einen darauf hin, dass es in biomassereichen Regionen wie dem Neckar-Odenwald-Kreis auf absehbare Zeit möglich ist, relativ hohe Anteile des Kraftstoffbedarfs zu decken und darüber hinaus in nennenswertem Umfang Bioenergieträger in andere Regionen zu "exportieren", um auch dort entsprechende Beiträge zur Energieversorgung zu erreichen.

Andererseits lässt sich dieser "Exportbedarf" anhand der Strukturdaten der übrigen Landkreise in Baden-Württemberg allein für mobile Anwendungen auf zusätzlich die gleiche Menge abschätzen, die in der Region selbst verbraucht wird. Je nachdem, wie sich längerfristig der Bedarf an Biomasse zur Strom- und Wärmeerzeugung entwickelt, kann es dann nicht mehr ausgeschlossen werden, dass es bereits ab etwa 2015 zu einer Nutzungskonkurrenz zwischen stationären und mobilen Anwendungen kommt.



Handlungsoptionen im Bereich der Biokraftstoffe

Die Ergebnisse der Überlegungen zum Neckar-Odenwald-Kreis sollten aufgrund der zahlreichen und zum Teil "weichen" Annahmen nicht überinterpretiert werden. Zudem steht eine Übertragung auf das gesamte Bundesgebiet noch aus, wobei es auch hier Netto-Exporteure wie Mecklenburg-Vorpommern und Netto-Importeure wie Nordrhein-Westfalen geben würde. Andererseits: Unter den gegenwärtigen energiepolitischen Rahmenbedingungen scheint es nicht unrealistisch, dass eine verstärkte Nutzung von Bioenergien sehr viel eher dem Szenario "Angebots-optimierung" folgen würde als dem Nachhaltigkeitsszenario. Dafür spricht, dass im Unterschied zu Neubauten (Energieeinsparverordnung) nur sehr begrenzte Möglich-

Abbildung 6: Verfügbarkeit und Bedarf von Bioenergien für mobile Anwendungen im Neckar-Odenwald-Kreis

keiten bestehen bestimmte Wärmedämmstandards im Gebäudebestand durchzusetzen (z.B. bei Bauteilerneuerungen oder Gebäudeerweiterungen). Eine aus energetischer und ökologischer Sicht wünschenswerte deutliche Erhöhung der energetischen Sanierungsraten lässt sich derzeit praktisch nur über monetäre Anreize wie Steuererleichterungen, zinsverbilligte Darlehen oder Zuschüsse erreichen, die direkt oder indirekt die öffentlichen Haushalte belasten (z.B. CO₂-Gebäudesanierungsprogramm). Entsprechende Instrumente sind aber unpopulär und angesichts des enormen Mittelbedarfes politisch nicht beschlussfähig.

Im Unterschied zu Maßnahmen auf der Energiebedarfsseite sind die Freiheitsgrade auf der Energieversorgungsseite größer. Ein gutes Beispiel hierfür ist das Erneuerbare-Energien-Gesetz, künftig vielleicht auch ein Regeneratives Wärmegesetz. Abgesehen davon, dass derartige Regelungen öffentliche Haushalte nicht belasten, ist es politisch sicherlich sehr viel attraktiver, sich für die Nutzung Erneuerbarer Energien zu engagieren als für die Wärmedämmung bei Altbauten – und zwar nicht nur auf Bundes- oder Landesebene, sondern vor allem auch auf lokaler Ebene.

Wenn also eine angebotsoptimierte Entwicklung bei der stationären Nutzung von Biomasse eintritt, welche Handlungsalternativen ergeben sich dann für den Bereich der regenerativen Kraftstoffe, wenn dieser ebenfalls nennenswert weiterentwickelt werden soll?

1. "Verstärkter Import"

Naheliegend ist zum einen der verstärkte Import, unabhängig davon, ob die Kraftstoffe biogenen Ursprungs sind oder aus anderen erneuerbaren Ressourcen gewonnen werden. In diesem Fall wird die bestehende Importabhängigkeit des

Kraftstoffmarktes nicht reduziert, es kann jedoch eine Diversifizierung nach Regionen erreicht werden. Eine Erhöhung der inländischen Wertschöpfung erfolgt dadurch wahrscheinlich nicht.

2. "Wasserstoff aus Erneuerbaren Energien"

Die verstärkte Nutzung anderer heimischer Ressourcen wäre im Prinzip als Alternative zum Import denkbar, in Frage kommt dafür aber praktisch ausschließlich Wasserstoff, der aus überschüssiger regenerativer Stromerzeugung bereitgestellt wird. Größere Mengen sind aus heutiger Sicht nur vorstellbar, wenn die von der Bundesregierung erarbeitete Strategie zur Windnutzung auf See entsprechend umgesetzt werden kann. Aber selbst wenn aus der Stromproduktion der bis 2020 erwartbaren Offshore-Windleistung von 13.000 MW z.B. 10% in Form von Wasserstoff oder wasserstoffreichen Energieträgern zur Verfügung gestellt würden, ließe sich der Anteil regenerativer Kraftstoffe am gegenwärtigen Gesamtbedarf – abgesehen von den Kosten – nur um etwa einen halben Prozentpunkt erhöhen.

3. "Substitution von Biomasse in stationären Anwendungen"

Im Unterschied zum Kraftstoffmarkt besteht im Wärme- und Strommarkt prinzipiell die Möglichkeit der Substitution von Biomasse durch solare und geothermische Techniken. Das Potenzial hierfür ist aber vor allem aus ökonomischen Gründen auf absehbare Zeit begrenzt.

4. "Wärmedämmung statt Biomassenutzung"

Zur Erhöhung des inländischen Biokraftstoffanteils scheint deshalb eher eine energiepolitische Strategie zielführend, die durch entsprechende Steuerungsinstrumente eine Entwicklung vermeidet, wie sie im o.g. Szenario "Angebots-optimierung" für den Strom- und Wärmemarkt dargestellt

wurde und den Verlauf stärker in Richtung auf das Nachhaltigkeitsszenario lenkt. Die Möglichkeiten dazu wären im Rahmen der Debatte über Energiespar- und Effizienzmaßnahmen zu prüfen, aber auch im Bereich des Erneuerbaren-Energien-Gesetzes und dem geplanten Regenerativen Wärmegesetz. Dies gilt besonders hinsichtlich der Auswirkungen auf die "Lieferantenregionen" von Biomasse.

5. "Verbesserung der Konversionsraten Biomasse zu Kraftstoff"

Ebenfalls dürfte es lohnend sein zu prüfen, ob bzw. wie sich die Konversionsraten Biomasse zu Kraftstoff erhöhen lassen. Aufgrund der großen Bedeutung von Energiepflanzen für den Biokraftstoffmarkt läuft dies auf die Frage hinaus, wieviel Liter Dieselmotorkraftstoff- oder Benzinäquivalente sich je Hektar Anbaufläche gewinnen lassen.

Wie relevant die Optionen 4. und 5. werden können, hängt entscheidend davon ab, ob zum politischen Ziel erklärt wird einen möglichst hohen Anteil regenerativer Kraftstoffe aus inländischer Produktion zu erreichen. Während im Erneuerbare-Energien-Gesetz das Inlandskonzept verankert ist – der Strom wird nur entsprechend vergütet, wenn die Anlagen im deutschen Hoheitsgebiet betrieben werden und in das deutsche Stromnetz einspeisen – gilt dies für den Kraftstoffsektor nicht. Gegen die europäische Warenverkehrsfreiheit ließe sich dies wohl auch kaum durchsetzen. Insofern müsste die Politik andere Maßnahmen ergreifen um die Perspektiven des deutschen Biokraftstoffmarktes abzusichern, insbesondere in der Weise, dass die Stoffströme nicht zu einseitig in stationäre Anwendungen gelenkt werden. Für den Stromsektor würde dies z.B. bedeuten, die Zuführung von Stroh in Kohlekraftwerken auch weiterhin nicht in den Geltungsbereich des Erneuerbare-Energien-Gesetzes einzubeziehen und mit der Fest-

legung der Vergütungssätze speziell für Waldrestholz und Energiepflanzen keine zu hohen Anreize zur Verstromung zu schaffen. Analog wären die Effekte bei der Ausgestaltung eines Regenerativen Wärmegesetzes zu berücksichtigen.

Parallel dazu müsste die Planungssicherheit für Biokraftstoffproduzenten erhöht werden. Speziell die derzeit im Mineralölsteuergesetz vorgesehene zeitliche Befristung der Steuerbegünstigung scheint wenig dazu geeignet neue Verfahren der Biomassekonversion weiterzuentwickeln und/oder einzusetzen. Dies gilt auch für die mengenbezogene Steuerbegünstigung. Sehr viel sachgerechter ist hier eine energiebezogene Förderung. Darüber hinaus wäre es wichtig, quantitative Ziele zu setzen, etwa, dass mindestens ein 10%-iger Anteil am Kraftstoffverbrauch aus heimischen Quellen erreicht werden soll.

Unter den gegenwärtigen energiepolitischen Rahmenbedingungen kann der regenerative Kraftstoffpfad in Deutschland so aussehen, dass die inländische Produktion von Biodiesel zunächst weiter ansteigt und durch die Produktion von Ethanol ergänzt wird, sofern hier Planungssicherheit und Wettbewerbsfähigkeit gegeben sind. Bei steigender Nachfrage nach Biomasse für die Strom- und Wärmeerzeugung kommt es dann längerfristig zu einem Rückgang der Biokraftstoffproduktion, die durch steigende Importe kompensiert wird (s.o. Handlungsalternative 1).

Gegen ein solches Szenario sprechen derzeit weder ökonomische Argumente (Energiebereitstellungskosten, Wertschöpfung in der Land- und Forstwirtschaft) noch ökologische Argumente, denn so ist z.B. der CO₂-Vermeidungsfaktor von Biomasse im Stromsektor deutlich höher als im Kraftstoffsektor. Es ist also vor allem die hohe Importabhängigkeit des Kraftstoffmarktes, die Alternativen wie die

Handlungsoptionen 4 und 5 überlegenswert macht. Parallel kann durch klare Zielsetzungen zum inländischen Biokraftstoffmarkt und verlässliche Randbedingungen auch ein innovationsfreundliches Umfeld geschaffen werden, mit dem besonders Technologien zur Konversion fester Biomasse der Weg geebnet werden kann. Gemeint ist damit z.B. die Ethanolherstellung aus Reststroh und die Herstellung wasserstoffreicher Produktgase bei der Vergasung von Biomasse. Damit ließen sich nicht nur die bereits vorhandenen Reststoffe nutzen, sondern auch die verfügbaren Anbauflächen für Energiepflanzen gegenüber der Produktion von Biodiesel oder Ethanol aus Zuckerrüben sehr viel effizienter erschließen, weil die in Form von Kraftstoff gewinnbare Energiemenge je Hektar Anbaufläche im Mittel um den Faktor 2 bis in günstigen Fällen um den Faktor 3 größer ist.

Allerdings besteht in diesem Bereich bislang eine technologische Lücke. Zwar lassen sich Großanlagen im Raffineriemaßstab realisieren, dezentrale Anlagen zur Produktion entsprechender Biokraftstoffe bzw. Zwischenprodukte im Leistungsbereich von wenigen 10 MW sind jedoch noch nicht Stand der Technik, weder in Deutschland noch im Ausland. Das Anwendungspotenzial für derartige Anlagen ist dabei durchaus beachtlich: Allein in Baden-Württemberg ließen sich potenziell mehrere Dutzend realisieren. Hochinteressant kann eine solche Strategie aber vor allem mit Blick auf die Ressourcenlage im Ausland sein. Zu ihrer Umsetzung bedarf es entsprechender Förderung von Forschung, Entwicklung und Demonstration. Die Erfahrungen aus anderen Bereichen wie der Windenergie oder Photovoltaik belegen jedoch auch, dass das Vorhandensein eines stabilen inländischen (Basis-)Marktes mindestens ebenso wichtig ist.

Zusammenfassung

Die Ausführungen zeigen, dass die in Deutschland vorhandenen Biomassepotenziale ausreichend sind um nennenswerte Anteile des Kraftstoffverbrauchs aus Erneuerbaren Energien zu decken. Aufgrund gewachsener Strukturen und energiepolitischer Maßnahmen fließen jedoch umfangreiche Stoffströme in stationäre Anwendungen. Berücksichtigt man, dass eine Umlenkung in den mobilen Bereich zum Teil weder sinnvoll noch in absehbarer Zeit möglich ist, so reduziert sich das "freie" Potenzial für die Herstellung von Biokraftstoffen auf etwa die Hälfte des gesamten für den Energiesektor verfügbaren Biomassepotenzials. Dennoch ließen sich damit über 10% des gegenwärtigen Kraftstoffverbrauchs decken. Im Wesentlichen handelt es sich um Reststroh aus der Landwirtschaft, Waldrestholz und um den Anbau von Energiepflanzen, die im Vergleich zu Altholz, Industrierestholz, Gülle usw. relativ hohe Kosten verursachen.

Durch Instrumente wie das Erneuerbare-Energien-Gesetz, verschiedene staatliche Förderprogramme oder derzeit diskutierte gesetzliche Regelungen für die verstärkte Nutzung Erneuerbarer Energien im Wärmemarkt ist absehbar, dass die Nutzung von Bioenergieträgern im stationären Bereich in den nächsten 10 bis 15 Jahren deutlich zunehmen wird. Wie exemplarische Betrachtungen für eine ländlich geprägte Region in Baden-Württemberg zeigen, kann es dann durchaus zu einem Nutzungskonflikt um die knappe Ressource Bioenergie kommen. Dabei dürfte eine Dominanz stationärer gegenüber mobiler Anwendungen wahrscheinlich sein. Der damit verbundene Rückgang der inländischen Biokraftstoffproduktion müsste durch Importe regenerativer Kraftstoffe aus dem Ausland kompensiert werden, wenn die dann erreichten regenerativen Anteile an der Kraftstoffver-

sorgung aufrechterhalten oder ausgebaut werden sollen. Die gegenwärtig extrem starke Abhängigkeit dieses Sektors von Lieferungen aus dem Ausland würde dann nur vorübergehend reduziert. Soll dies vermieden werden, muss die Politik entsprechende Vorgaben machen: Neben verschiedenen Maßnahmen in anderen Bereichen gilt es, stabile Randbedingungen für die inländische Biokraftstoffproduktion zu schaffen. In einem solchen Umfeld können sich dann auch Verfahren zur dezentralen Konversion fester Biomasse etablieren, die heute noch nicht zur Verfügung stehen. Angesichts der beträchtlichen Potenziale im Ausland kann eine Technologieführerschaft Deutschlands perspektivisch hochinteressant sein. Die Erfahrungen aus anderen Bereichen zeigen, dass dafür nicht nur die Unterstützung von Forschung und Entwicklung notwendig ist, sondern auch ein funktionsfähiger inländischer Basismarkt, in dem sich Innovationen behaupten müssen, aber auch erfolgreich für den Export weiterentwickelt werden können.