



Bundesministerium für
Ernährung, Landwirtschaft
und Verbraucherschutz



Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V.

Nachhaltige Nutzung von Biomassepotenzialen

Projektförderung des Bundesministeriums für Ernährung,
Landwirtschaft und Verbraucherschutz





Inhalt

Einleitung	4
1 Steigerung der Erträge von Pflanzen zur energetischen und stofflichen Nutzung	9
2 Reduzierung von Flächeninanspruchnahmen	11
3 Erschließung bisher nicht genutzter Flächen unter Beachtung sonstiger gesellschaftlicher Ziele	13
4 Stärkere Nutzung von Rest- und Abfallstoffen	14
5 Steigerung der Ressourceneffizienz durch Optimierung der Konversionsverfahren	16
6 Recycling zur Reduzierung des Rohstoffverbrauchs	17
7 Fazit	18
8 Anlage	19
8.1 Fördermaßnahmen zur Ertragssteigerung	19
8.2 Fördermaßnahmen zur Reduzierung von Flächeninanspruchnahmen	20
8.3 Fördermaßnahmen zur Erschließung zusätzlicher Flächenpotenziale	21
8.4 Fördermaßnahmen zur Erschließung der Potenziale von Rest- und Abfallstoffen	22
8.5 Fördermaßnahmen zur Steigerung der Ressourceneffizienz	23
8.6 Fördermaßnahmen zur Kaskadennutzung	24

Einleitung

Im Hinblick auf die weitere globale Bevölkerungsentwicklung, knapper werdende fossile Rohstoffquellen und den fortschreitenden Klimawandel steht Deutschland wie auch alle anderen Länder vor gewaltigen Herausforderungen. Die zentrale Aufgabe wird es sein, eine wachsende Weltbevölkerung ausreichend mit Nahrungsmitteln, Energie und Rohstoffen zu versorgen und dabei darauf zu achten, Natur und Umwelt nicht zu beeinträchtigen. Hierfür sind intelligente Lösungsansätze zu entwickeln, die einer ressourceneffizienten, nachhaltigen Wirtschaftsweise gerecht werden.

In diesem Zusammenhang nimmt die Bedeutung der Biomassebereitstellung zu. Biomasse ist zwar erneuerbar, aber aufgrund der begrenzten Verfügbarkeit entsprechender Anbauflächen sowie nachhaltig nutzbarer Reststoffpotenziale dennoch limitiert.

Bei der Flächennutzung für den sogenannten „Non-Food-Bereich“ wird allgemein zwischen energetischer und stofflicher Biomassenutzung unterschieden. Während die energetische Biomassenutzung nicht zuletzt aufgrund verschiedener Förderinstrumentarien bislang einen breiteren Raum einnimmt, wird die stoffliche Biomassenutzung insbesondere in der chemischen Industrie, aber auch im Baubereich und bei der Herstellung biobasierter Endprodukte in den nächsten Jahren eine zunehmend wichtige Rolle spielen.

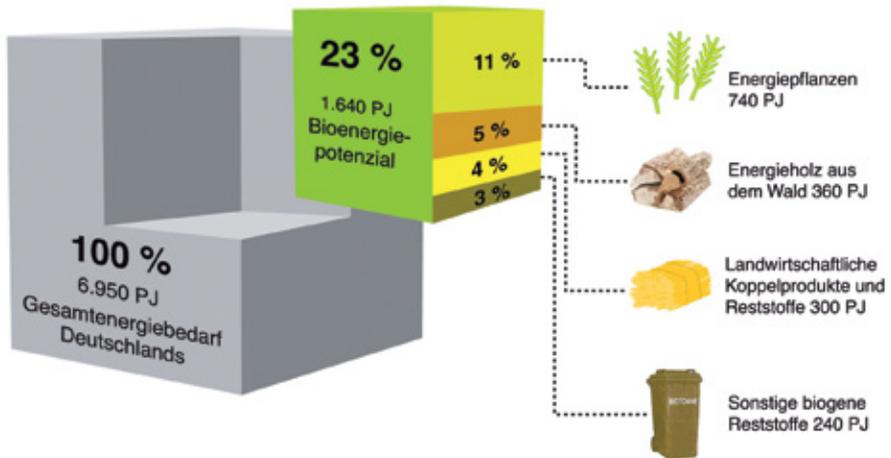
Im 2010 veröffentlichten Energiekonzept der Bundesregierung werden konkrete Ziele und Szenarien für eine umweltschonende, zuverlässige und bezahlbare Energieversorgung im Zeithorizont bis 2050 formuliert. Entsprechend der Zielformulierung der Industriestaaten sollen nach diesem Konzept bis 2050 die Treibhausgasemissionen gegenüber dem Jahr 1990 um mindestens 80 % gesenkt werden. Der Anteil erneuerbarer Energien am Bruttoendenergieverbrauch soll bis 2050 auf 60 % gesteigert werden, wobei der Primärenergieverbrauch um 50 % gesenkt werden soll.

In der dem Konzept zugrunde liegenden Studie „Energieszenarien für ein Energiekonzept der Bundesregierung“, die im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie (BMWi) entstand, wird dabei der energetischen Nutzung von Biomasse in den Szenarien für das Jahr 2050 eine hohe Bedeutung

zugeordnet. In Energieeinheiten ausgedrückt wird für die energetische Verwertung von Biomasse in Deutschland für 2050 ein Potenzial zwischen 1.717 und 2.150 Petajoule (PJ) Primärenergie dargestellt. Dieses Potenzial verteilt sich auf Waldholz, Reststoffe und landwirtschaftliche Koppelprodukte wie Stroh, Grünschnitt sowie gezielt landwirtschaftlich produzierte Energiepflanzen.

Für die Produktion von einem Petajoule Primärenergie (rund 278 Mio. kWh) wird eine Ackerfläche von 5.500 Hektar benötigt. Bei einem Konversionsfaktor von 0,32 (siehe Abschnitt 5) können mit dieser Primärenergie rund 25.000 Haushalte mit Strom versorgt werden.

Einheimische Bioenergie: Was kann sie 2050 leisten?



Quelle/Bild: FNR

Zahlen gerundet

Von der Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V. (FNR) veröffentlichte Potenzialabschätzungen (siehe nachfolgende Grafik) zeigen, dass die im Energiekonzept in Bezug auf Biomasse für 2050 dargestellten Projektionen – je nach Szenario¹ – zu mindestens drei Viertel aus heimischen Rohstoffquellen gedeckt werden könnten.

¹ Szenariendefinition und weitere Details siehe BMWi-Studie „Energieszenarien für ein Energiekonzept der Bundesregierung“ (Prognos, EWi, GWS 2010)

Allerdings werden diese wirtschaftlich nutzbaren Energiepotenziale nicht unmittelbar in voller Höhe der energetischen Biomassenutzung zur Verfügung stehen. Vielmehr sind hierbei auch andere Nachfrageströme wie beispielsweise aus dem stofflichen Nutzungsbereich sowie generell die Preis- und Kostenrelationen zwischen Rohstoffen und Endproduktion auf den In- und Auslandsmärkten zu berücksichtigen. Auch die Effizienz in Bezug auf die Erreichung von Nachhaltigkeitszielen und darauf ausgerichtete Rahmenbedingungen werden die Flächennutzung und Rohstoffverwertung in den nächsten Jahrzehnten zunehmend beeinflussen.

2012 wurden in Deutschland bereits 2,125 Mio. Hektar für die Energiepflanzenproduktion genutzt. Für die Erfüllung der vorgenannten Zielszenarien des Energiekonzepts ist in Kombination mit einer deutlichen Steigerung der Nutzung bislang kaum genutzter Stroh- und Grünlandpotenziale bis 2050 in etwa eine Verdoppelung der durch Energiepflanzen belegten Ackerfläche erforderlich. Dass in Deutschland eine Erweiterung der Energiepflanzenproduktion auf mehr als 4 Mio. Hektar trotz steigender Anforderungen an die Welternährung und Berücksichtigung von Naturschutzrestriktionen realistisch möglich ist, wird durch einschlägige Studien gestützt (siehe u. a. Bahrs, Zeddies, 2012: Bericht „Globale Analyse und Abschätzung des Biomasse-Flächennutzungspotenzials“).

Für die Substitution fossiler Rohstoffquellen in der stofflichen Nutzung wurden bislang weder für Deutschland noch für die EU konkrete Gesamtziele formuliert. Auch für diesen Bereich ist jedoch künftig von einem steigenden Biomasse- und Flächenbedarf auszugehen. Nachwachsenden Rohstoffen wird vor allem für die chemische Industrie als alternative, nicht endliche Kohlenstoffquelle eine hohe Bedeutung zukommen. Ferner sind beim künftigen Biomasse- und Flächenbedarf auch die weiteren Entwicklungen im Baubereich zu berücksichtigen. Dämmstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen und konstruktive Holzwerkstoffe spielen hier bereits heute eine wichtige Rolle. Gerade in diesem Bereich kann mit der Verwendung biobasierter Werkstoffe Kohlenstoff vergleichsweise langfristig gebunden und somit ein besonders positiver Klimaschutzbeitrag erzielt werden.

Sowohl mit dem Aktionsplan zur stofflichen Nutzung nachwachsender Rohstoffe (2009) als auch mit dem Nationalen Biomasseaktionsplan für Deutschland (2009) beschreibt die Bundesregierung die Sicherung der nachhaltigen Erzeugung von Biomasse und die Reduzierung von Nutzungskonkurrenzen als besonders wichtige Handlungsfelder.

Nicht unerhebliche Unsicherheiten bezüglich der Formulierung und des Eintritts von Zukunftsszenarien zur Flächennutzung sowie auch wachsende Anforderungen an den Natur- und Umweltschutz erfordern in diesem Zusammenhang neben nachhaltigen Ertragssteigerungen auf begrenzten Flächen eine hocheffiziente Nutzung der knappen Ressource Biomasse. **Diese Ressourceneffizienz ist der Schlüssel für die Realisierung hoher Substitutionsziele bei gleichzeitiger Berücksichtigung der Prinzipien nachhaltigen Wirtschaftens.**

Neben verlässlichen politischen und sozioökonomischen Rahmenbedingungen bedarf es in diesem Zusammenhang weiterer Anstrengungen insbesondere im Bereich Forschung und Entwicklung. National und in Teilen über Ländergrenzen hinweg gibt dabei das Förderprogramm Nachwachsende Rohstoffe des BMELV wertvolle Impulse.

Aktivitäten des BMELV zur Erschließung ungenutzter Potenziale und effizienter Nutzung vorhandener Biomasse im Rahmen des Förderprogramms Nachwachsende Rohstoffe:

Unter Berücksichtigung der wichtigsten makroökonomischen Rahmenbedingungen sowie verschiedener agrarökonomischer Analysen wurden mit Blick auf die nachhaltige Mobilisierung von Biomasse und deren effiziente Nutzung nachstehende sechs Kernbereiche identifiziert, die im Rahmen der Forschungs- und Entwicklungsförderung des BMELV über die FNR mit Blick auf die o. g. Herausforderungen bereits berücksichtigt werden, aber zukünftig noch mehr als bisher im Fokus der Arbeit stehen müssen:

1. Steigerung der Erträge von Pflanzen zur energetischen und stofflichen Nutzung,
2. Reduzierung von Flächeninanspruchnahmen,
3. Erschließung bisher nicht land- und forstwirtschaftlich genutzter Flächen für die Biomasseerzeugung unter Beachtung sonstiger gesellschaftlicher Ziele,
4. Sicherstellung einer nachhaltigen und ressourcenschonenden Gewinnung und Verwendung der Biomasse und Entlastung der Fläche durch stärkere Nutzung von Rest- und Abfallstoffen,
5. Steigerung der Ressourceneffizienz durch Optimierung der Konversionsverfahren,
6. Recycling als Beitrag zur Reduzierung des Rohstoffverbrauchs und damit zur Steigerung der Flächennutzungseffizienz.

Ziel der oben genannten und nachfolgend näher erläuterten Maßnahmen ist es, das derzeit zur Verfügung stehende Biomassepotenzial effizienter zu nutzen und zusätzliche Nutzungspotenziale zu erschließen.

Mithilfe dieser Maßnahmen könnte der in den „Energieszenarien für ein Energiekonzept der Bundesregierung“ vom August 2010 für das Jahr 2050 erwartete Betrag der Primärenergiebereitstellung aus Biomasse von rund 2.160 PJ vollständig aus heimischen Quellen gedeckt werden. Deutschland könnte so eine größere Unabhängigkeit in der Energieversorgung erreichen und zusätzliche Wertschöpfung und Arbeitsplätze im Inland generieren. Bezüglich der stofflichen Nutzung wird dabei die Kaskadennutzung (erst stoffliche, dann energetische Verwertung der Rohstoffe) an Bedeutung gewinnen.

Die konsequente Erschließung zusätzlicher Potenziale, die von darauf ausgerichteten Forschungs- und Entwicklungsstrategien und entsprechenden Förderprogrammen des BMELV flankiert wird, ermöglicht es, den Beitrag der Biomasseproduktion zur Energieversorgung sowie auch zur Bereitstellung von Industrierohstoffen weiter zu erhöhen, ohne die Reduzierung der Abhängigkeit von Biomasse-Importen sowie Nutzungskonkurrenzen mit anderen gesellschaftlichen Anforderungen (Nahrungsmittelversorgung, Naturschutz usw.) zu vernachlässigen.

Nachfolgend werden bereits begonnene Aktivitäten sowie der zur Sicherung der Rohstoffbasis noch bestehende Handlungsbedarf mit einigen ausgewählten Projektbeispielen näher beschrieben. Es wird darüber hinaus für einige Kernbereiche eine Ableitung des zusätzlich erschließbaren Biomassepotenzials vorgenommen.

Da die Förderprogramme des BMELV nahezu vollständig auf nationale Aktivitäten ausgerichtet sind, wird dabei auf die Darstellung internationaler Zusammenhänge verzichtet.

1 Steigerung der Erträge von Pflanzen zur energetischen und stofflichen Nutzung

Kulturpflanzen zur Nahrungs- und Futtermittelproduktion werden seit Jahrhunderten züchterisch bearbeitet und haben, auch durch die Konzentration der kommerziellen Züchtung auf besonders bedeutsame Arten wie Weizen, Mais und Raps, eine hohe Ertragsleistung erreicht. Neue Energie- und Rohstoffpflanzen wie schnellwachsende Baumarten als Alternative zu Waldholz oder alternative Ölpflanzen mit für industrielle Zwecke maßgeschneidertem Fettsäuremuster werden hingegen erst seit wenigen Jahren gezielt züchterisch bearbeitet. Gerade bei diesen neuen Kulturpflanzen ist deshalb bei einer intensiven züchterischen Bearbeitung noch mit überdurchschnittlichen Ertragssteigerungen zu rechnen.

Neben direkter Ertragswirkung und dem Gehalt an wertgebenden Inhaltsstoffen sind in modernen Züchtungsprogrammen abiotische und biotische Risiken besonders zu berücksichtigen. Gerade der Klimawandel, dem die vorgenannten Aktionspläne und das Energiekonzept der Bundesregierung entgegenwirken sollen, kann dazu beitragen, dass durch Züchtung gesteigerte Ertragspotenziale in der Praxis nicht umgesetzt werden können, weil sich Temperatur- und Niederschlagsverteilung in eine ungünstige Richtung ändern und dadurch u. a. bisher regional weniger bedeutsame Schaderreger verstärkt auftreten können.

Wird von einer Fortschreibung der bei etablierten Kulturen in den letzten Jahren durchschnittlich erreichten Ertragszuwächse ausgegangen, so kann bis zum Jahre 2050 mit einer jährlichen Ertragssteigerung von 1,5 % gerechnet werden. Das nach heutigem Ertragsniveau für eine Produktionsfläche von etwas mehr als 4 Mio. Hektar realistische Bioenergiepotenzial von 740 PJ könnte so um 500 PJ auf rund 1.250 PJ im Jahre 2050 gesteigert werden. Geht man davon aus, dass sich die möglichen Risiken stärker auswirken werden und daher die jährliche Ertragssteigerung auf 0,8 % begrenzt bleibt, so könnte das Potenzial immer noch auf 1.000 PJ im Jahre 2050 ausgebaut werden.

Durch Ertragssteigerungen bei der Energie- und Rohstoffpflanzenproduktion kann **ein Zuwachs zwischen 260 und 500 PJ erwartet** werden. 500 PJ entsprechen nach derzeitigem Ertragsniveau einer **Produktionsfläche von 2,75 Mio. Hektar!**

Die nachhaltige Steigerung der ökonomischen und ökologischen Effizienz des Energie- und Rohstoffpflanzenanbaus war und ist Gegenstand von gezielten Förderinitiativen des BMELV. Die Forschungsförderung des BMELV zur züchterischen Bearbeitung alternativer Energiepflanzen, aber auch zur Steigerung der ökonomischen und ökologischen Effizienz der Anbauverfahren trägt in erheblichem Maße dazu bei, die beschriebenen Potenziale zu erschließen.

2 Reduzierung von Flächeninanspruchnahmen

Neben der Erhöhung der Flächennutzungseffizienz verspricht in Europa besonders der demografische Wandel weitere Anbauflächenpotenziale für Non-Food-Zwecke. Ertragsteigerungen und sinkenden Bevölkerungszahlen steht jedoch auch eine erhöhte Flächeninanspruchnahme im Siedlungs- und Infrastrukturbereich gegenüber.

Nach wie vor wird in Deutschland jeden Tag Acker- und Grünland durch die Ausweitung von Siedlungs- und Verkehrsflächen versiegelt. Ziel der Bundesregierung ist es, diesen Wert von derzeit etwa 77 Hektar pro Tag bis 2020 auf 30 Hektar pro Tag zu reduzieren.

2004 lag die Flächeninanspruchnahme für Siedlungs- und Verkehrsflächen noch bei 131 Hektar, also rund 1,3 Mio. m² pro Tag! **Bei ungebremster Flächeninanspruchnahme würden der deutschen Landwirtschaft im Zeitraum bis 2050 durch Bautätigkeit fast 1,5 Mio. Hektar Produktionsfläche verloren gehen.**

Auf die Flächeninanspruchnahme wirkt sich ein weiterer Umstand aus: Nach dem Bundesnaturschutzgesetz müssen Eingriffe in Natur und Landschaft, und dies schließt die Umnutzung von Land- und Forstwirtschaftsflächen für andere Zwecke ein, durch Naturschutzmaßnahmen auf anderen Flächen wieder ausgeglichen werden. Als Beispiele sind die Etablierung von Streuobstwiesen und Hecken oder die Herausnahme gewässernaher Flächen aus der Produktion zu nennen. Durch Flächeninanspruchnahme sinken nicht nur Wertschöpfungspotenziale im ländlichen Raum, sondern auch Potenziale für die Rohstoffpflanzenproduktion.

Das BMELV setzt sich, u. a. im Rahmen der Ressortabstimmungen zur Verabschiedung einer Bundeskompensationsverordnung, intensiv für eine Stärkung von Maßnahmen ein, die im Interesse des Erhalts des für die Landwirtschaft wichtigen Produktionsfaktors Boden und gleichzeitig angemessener Berücksichtigung von Umweltschutzanforderungen Produktion und Naturschutzmaßnahmen sinnvoll miteinander verbinden. Was in diesem Bereich möglich sein könnte, zeigt das in der Anlage zum Kernbereich 2 dargestellte Projektbeispiel. Dabei bleibt die Bedeutung des sogenannten produktionsintegrierten

Naturschutzes nicht auf Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen beschränkt. Vielmehr ergeben sich interessante Verknüpfungen zur effizienten Ausgestaltung von Agrarumweltmaßnahmen, die im Zuge der Weiterentwicklung der gemeinsamen europäischen Agrarpolitik (Stichworte: Greening, ökologische Vorrangflächen) an Bedeutung gewinnen werden.

Da nicht alle Ausgleichs- oder Vorrangflächen 2050 für produktionsintegrierte Naturschutzmaßnahmen zur Verfügung stehen werden, ist derzeit von einem Anteil von 25 % bis 50 % der relevanten Flächen auszugehen. Außerdem wird aufgrund der extensiven Bewirtschaftungsform der auf die Erbringung ökologischer Leistungen ausgerichteten Produktion ein 30-prozentiger Ertragsabschlag im Vergleich zur konventionellen Produktion unterstellt.

Durch eine zielgerichtete Nutzung von Synergieeffekten zwischen Landwirtschaft und Naturschutz könnten auf Ausgleichsflächen zwischen **50 und 110 PJ zusätzliches Biomassepotenzial erschlossen** werden. 110 PJ entsprächen nach derzeitigem Ertragsniveau einer **Produktionsfläche von 0,65 Mio. Hektar!**

3 Erschließung bisher nicht genutzter Flächen unter Beachtung sonstiger gesellschaftlicher Ziele

Außerhalb der heute land- und forstwirtschaftlich genutzten Flächen können zusätzliche Anbaupotenziale auf bisher nicht produktiv genutzten Sonderstandorten erschlossen werden. Dazu gehören u. a. Stadt- und Industriebrachen, stillgelegte Deponien, Strom- und Bahntrassen, ehemals militärisch genutzte Flächen und Bergbaufolgelandschaften. Aus aktuellen Entwicklungen (z. B. Wegfall von Bundeswehrstandorten, Ausbau der Stromnetze, Schließung von Deponien aufgrund sinkender Mengen an nicht recycelbaren oder energetisch nutzbaren Abfällen, Braunkohleförderung mit künftig hoher Bedeutung der Tagebau-Renaturierung) ergeben sich für diesen Bereich besonders interessante Potenziale, aber im Detail auch erheblicher Forschungs- und Entwicklungsbedarf.

Die betroffenen Flächen sind häufig aufgrund von Schadstoffbelastungen und geringen Bodenwerten nicht für die Nahrungsmittelerzeugung geeignet. Einige Rohstoffpflanzen wie Schnellwachsende Baumarten stellen bei ausreichender Wasserversorgung deutlich geringere Ansprüche an die Bodenverhältnisse. Schadstoffe können grundsätzlich innerhalb der Nutzungskette (z. B. über Filteraschen) für eine Entsorgung aufkonzentriert werden.

Nach vorläufigen Schätzungen der FNR könnten im Jahre 2050 unter Berücksichtigung von Anforderungen des Naturschutzes sowie anderer Nutzungen (z. B. Solaranlagen) um 300.000 Hektar Sonderstandorte für die Biomasseproduktion verfügbar sein. Auf diesen Flächen könnten konservativ geschätzt bis zu 70 PJ Primärenergie produziert werden. Die weitere Absicherung der Potenziale in diesem Bereich ist eine wichtige Aufgabe für künftige Forschungsprojekte.

Für den Bereich künftig nutzbarer Sonderstandorte wird eine Spanne zwischen **50 und 70 PJ zusätzliches Biomassepotenzial** geschätzt. 70 PJ entsprechen nach derzeitigem Ertragsniveau einer **Produktionsfläche von rund 0,38 Mio. Hektar**.

4 Stärkere Nutzung von Rest- und Abfallstoffen

Auf dem weiteren Weg hin zur biobasierten Wirtschaft ist neben der vorrangigen Sicherstellung einer ausreichenden Nahrungsmittelversorgung auch die Versorgung der Wirtschaft mit Futtermitteln, biobasierten Rohstoffen und Energieträgern zentrale Aufgabe. Vor diesem Hintergrund ist es wichtig, vor allem solche Biomasse-Ressourcen möglichst effizient zu nutzen, die für eine unmittelbare Nahrungsmittelversorgung nicht geeignet sind. In diesem Zusammenhang spielen Reststoffe aus der Lebensmittelindustrie, Landschaftspflegematerial sowie landwirtschaftliche Koppelprodukte (Stroh, organische Reststoffe aus der Tierhaltung sowie der Biomassekonversion) eine wichtige Rolle.

Zur Erschließung der Reststoffpotenziale hat die Bundesregierung über Rahmenbedingungen (vor allem im EEG 2012 mit der Einsatzstoffvergütungsklasse 2, der Sondervergütungsklasse für kleine Gülleanlagen und der Reduzierung von Mais und Getreidekorn im Gärsubstrat) neue Impulse gesetzt.

Energie- und inhaltsstoffreiche Reststoffe fallen nach einer aktuellen Studie zur „Bestandsaufnahme zum biogenen Reststoffpotenzial der deutschen Lebensmittel- und Biotechnik-Industrie“ in hohen Mengen in der Erstverarbeitung von Ölsaaten, Zuckerrüben und Getreide an. Allerdings führt diese Studie auch zu dem Ergebnis, dass diese Reststoffe bereits überwiegend für die Produktion energiereicher Futtermittel genutzt werden, die ansonsten importiert werden müssten. Von einem jährlichen Reststoffaufkommen in der deutschen Lebensmittel- und Biotechnik-Industrie zwischen 13 und 14 Mio. Tonnen Trockensubstanz (t TS/a) könnten nach dieser Studie lediglich 0,5 Mio. t TS/a für Non-food-Zwecke verfügbar gemacht werden.

Noch gering ist die praktische Bedeutung der energetischen und stofflichen Nutzung von Landschaftspflegematerial. Daneben wird künftig die Nutzung überschüssiger Grünlandaufwüchse in Anlagen zur Bioenergieproduktion sowie in Bioraffineriekonzepten an Bedeutung gewinnen, sofern es in der Rinderhaltung nicht zu einer deutlichen Renaissance der Weidenutzung kommt.

Auf etwa der Hälfte der in Deutschland verfügbaren Ackerfläche (rund 6 von 12 Mio. Hektar) wird aktuell Getreide (ohne Körnermais) produziert. Nach einer vom Deutschen Biomasseforschungszentrum koordinierten, vom BMU geförderten Studie fallen dabei jährlich rund 30 Mio. t Frischmasse (FM) Stroh an. Je nach verwendeter Humusbilanzierungsmethode und unter Berücksichtigung des Bedarfs der regional ungleich verteilten Viehhaltung schätzen die Verfasser der Studie die energetisch und stofflich nutzbaren sowie technisch erschließbaren Getreidestrohpotenziale Deutschlands auf rund 8 bis etwas mehr als 13 Mio. t FM. Der mittlere Wert entspricht dabei rund 140 PJ Primärenergieertrag je Jahr.

Ähnlich hoch und dabei im Vergleich mit Stroh bereits zu hohen Anteilen genutzt sind die Potenziale von Gülle aus der Viehhaltung.

Die Potenziale der Rest- und Abfallstoffe sind in einschlägigen Potenzialabschätzungen nach derzeitigem Kenntnisstand bereits angemessen berücksichtigt. Im Interesse der Entschärfung von Nutzungskonkurrenzen und der Erreichung der energie- und klimapolitischen Ziele kommt es besonders darauf an, die theoretisch vorhandenen Potenziale praktisch umzusetzen.

Das **Reststoffpotenzial**, wie es in der Grafik auf Seite 5 mit insgesamt **540 PJ** dargestellt wird, entspräche **bei Notwendigkeit einer vollständigen Substitution durch landwirtschaftlich erzeugte Rohstoffpflanzen** nach derzeitigem Ertragsniveau einer **Produktionsfläche von knapp 3 Mio. Hektar**.

5 Steigerung der Ressourceneffizienz durch Optimierung der Konversionsverfahren

Ebenso wie der Ertrag der land- und forstwirtschaftlichen Produktion durch züchterische Maßnahmen und verbesserte Anbauverfahren gesteigert werden kann, lässt sich die Effizienz der Energieproduktion im Strom-, Wärme- und Kraftstoffsektor sowie in der Produktion chemischer Grundstoffe und biobasierter Kunst- und Werkstoffe verbessern. Die Steigerung der Ressourceneffizienz (z. B. hinsichtlich Energie- und Materialeinsatz, Flächenbedarf und THG-Optimierung) ist ein wesentliches Ziel der Bundesregierung.

Durch geeignete technische Weiterentwicklungen oder neue Verwertungsrouten, zu nennen ist hier das Beispiel Brennstoffzelle, ist es möglich, bei der Erzeugung von Wärme, Strom und Kraftstoffen höhere Wirkungsgrade und damit höhere Energieausbeuten zu erhalten. Ebenso lässt sich auch durch eine effizientere Nutzung von Stoffströmen und Nebenprodukten deutlich mehr Endenergie aus den Rohstoffen bzw. je Flächeneinheit gewinnen. Das betrifft zum Beispiel die weitgehende Verwertung von Abwärme über Kraft-Wärme-Kopplung und die möglichst vollständige stoffliche und energetische Nutzung von Rohstoffen in sogenannten Kaskaden.

Der durchschnittliche Konversionsfaktor bei der Stromerzeugung auf Basis von Biomasse liegt heute bei 0,32. Wenn es über technische Verbesserungen und kombinierte Lösungen gelingt, diesen Konversionsfaktor bis zum Jahr 2050 auf durchschnittlich 0,5 zu erhöhen, wird bei gleichbleibender Endenergieproduktion rund ein Drittel der für die Stromerzeugung benötigten Fläche für andere Nutzungen frei.

Bezogen auf das Beispiel der Stromerzeugung aus Biogas wäre bei Steigerung des Konversionsfaktors von 0,32 auf 0,5 ein Flächenpotenzial von mehreren 100 Tausend Hektar mit entsprechenden **zusätzlichen Energiepotenzialen bis zu 100 PJ erreichbar**.

Im Energiekonzept der Bundesregierung ist allerdings eine erhebliche Einsparung von Primärenergie durch Effizienzsteigerungen bereits berücksichtigt.

6 Recycling zur Reduzierung des Rohstoffverbrauchs

Damit die Szenarien des Energiekonzepts Realität und die Ziele des Aktionsplans zur stofflichen Nutzung der Bundesregierung umgesetzt werden, muss sich neben anderen Voraussetzungen wie veränderten Ernährungsgewohnheiten und verantwortungsvollem Umgang mit Energie die sogenannte Kaskadennutzung durchsetzen. In der Kaskadennutzung gewinnt man aus nachwachsenden Rohstoffen, die zunächst chemisch-technisch genutzt wurden, erst am Ende ihres Lebenszyklus Energie. Die Kaskadennutzung verlängert die Zeiträume, in denen CO₂ in den Rohstoffen gebunden bleibt, und verringert die Menge an benötigten Rohstoffen sowie die für die Biomasseproduktion benötigten land- und forstwirtschaftlichen Produktionsflächen. Ein Schlüssel ist dabei die Nutzung systemintegrierter Lösungen wie Bioraffineriekonzepte. Grundsätzlich müssen alle Stoffströme auf diesen Ansatz überprüft werden.

7 Fazit

Über weitere Fortschritte in den dargestellten 6 Kernbereichen können die Biomassepotenziale und die Rohstoffnutzungseffizienz erheblich gesteigert werden. Eine Deckung des in den Energieszenarien zum Energiekonzept der Bundesregierung dargestellten Primärenergiebedarfs aus Biomasse bei gleichzeitiger Berücksichtigung des Rohstoffbedarfs der stofflichen Nutzung, der Belange des Natur- und Umweltschutzes sowie des Vorrangs der Ernährungssicherung ist damit ohne zusätzliche Biomasse- oder Energieträgerimporte möglich.

Im Interesse einer effizienten Nutzung der Ressourcen sollten künftig flankierend marktübergreifende und marktkonforme Förderinstrumente zum Einsatz kommen. Hierzu sowie auch zu neuen Systemlösungen und einer weiteren Stärkung der Kreislaufwirtschaft wird das BMELV gemeinsam mit der FNR konkrete Konzeptansätze weiterentwickeln.

8 Anlage

Aktuelle Projektförderung des BMELV zu den 6 Kernbereichen des Maßnahmenpakets zur Rohstoffsicherung

8.1 Fördermaßnahmen zur Ertragssteigerung

Agrar- und forstwissenschaftliche Themen gehören zu den besonders wichtigen Schwerpunkten innerhalb des Förderprogramms Nachwachsende Rohstoffe. Dabei sind Untersuchungen zu vielfältigen Anbausystemen, zur Erweiterung des Artenspektrums der Nutzpflanzen, zur züchterischen Optimierung von Energie- und Rohstoffpflanzenarten und -sorten sowie zur Stabilisierung der Erträge von besonderer Bedeutung.

Intensiv geforscht wird zu allen wichtigen landwirtschaftlichen Kulturen sowie auch zu gänzlich neuen Arten wie z. B. zu der aus Nordamerika stammenden Durchwachsenen Silphie (*Silphium perfoliatum*) als neue Energiepflanze oder zum Kaukasischen Löwenzahn (*Taraxacum koksaghyz*) für die Produktion von Naturkautschuk unter mitteleuropäischen Anbaubedingungen.

Derzeit laufende Förderschwerpunkte zum Anbau sowie zur Züchtung sind:

1. Aktuelle Züchtungsstrategien im Bereich der nachwachsenden Rohstoffe,
2. Nachhaltige Optimierung der Energie- und Rohstoffpflanzenproduktion,
3. Züchtung zur Anpassung von Energie- und Rohstoffpflanzen an den Klimawandel
4. Untersuchungen zur Humus- und Nährstoffwirkung organischer Reststoffe

Ein interessantes Beispiel innerhalb des sehr breit angelegten Maßnahmenbündels des BMELV zur Anbau- und Züchtungsforschung ist das Verbundvorhaben „Züchtung schnellwachsender Baumarten der Gattungen *Populus*, *Robinia* und *Salix* für den Kurzumtrieb (kurz FASTWOOD), das mit insgesamt knapp 6 Mio. € gefördert wird. In diesem, in einer ersten Phase bereits im Herbst 2008 begonnenen Verbund arbeiten Experten aus verschiedenen Bundes- und Landesinstitutionen gemeinsam mit modernen konventionellen Züchtungsmethoden an neuen Klonen der Gattungen Pappel, Weide und Robinie, die eine möglichst breite Eignung für unterschiedliche Boden- und Klimaverhältnisse mit hohem Leistungsvermögen und verbesserter Resistenz

gegenüber pilzlichen Schaderregern wie Blattrostbefall vereinen sollen. Aufgrund unterschiedlicher Anforderungen, die sich aus der stofflichen und energetischen Nutzung schnellwachsender Feldgehölze ergeben, ist dabei eine möglichst variable Gestaltung von Umtriebszeiten (Erntezyklen) bedeutsam.

Weitere Informationen: www.energiepflanzen.info/projekte/fastwood/

8.2 Fördermaßnahmen zur Reduzierung von Flächeninanspruchnahmen

Das BMELV unterstützt verschiedene Untersuchungen zur Machbarkeit einer Integration der Biomasseproduktion in Agrarumweltmaßnahmen sowie in die Ausgleichspraxis. Bei diesen Vorhaben geht es letztlich darum, Naturschutz und Produktion auf der Fläche intelligent, zum beiderseitigen Vorteil miteinander zu kombinieren.

Relevante Vorhaben sind auf die Förderung der Biodiversität sowie den aktiven Klima-, Boden- und Gewässerschutz ausgerichtet. Die Maßnahmen werden in enger Abstimmung und teils in direkter Zusammenarbeit mit Natur- und Umweltschutzverbänden umgesetzt.

Ein Beispiel innerhalb der Forschungslandschaft ist das seit 2007 laufende Kooperationsprojekt „Entwicklung extensiver Landnutzungskonzepte für die Produktion nachwachsender Rohstoffe als mögliche Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen“, kurz ELKE. Dabei werden Konzepte für den Anbau von nachwachsenden Rohstoffen entwickelt, die derart nachhaltig ausgestaltet werden sollen, dass die Flächen aus Naturschutzsicht gegenüber einer konventionellen Bewirtschaftung aufgewertet und als Ausgleichs- und Ersatzmaßnahme anerkannt werden können. ELKE gehörte 2012 zu den ausgewählten Orten der Initiative „Deutschland – Land der Ideen“.

Weitere Informationen: www.energiepflanzen.info/projekte/elke/

8.3 Fördermaßnahmen zur Erschließung zusätzlicher Flächenpotenziale

Aktivitäten zur Erschließung zusätzlicher Flächenpotenziale, die nicht in Konkurrenz zur Nahrungs- und Futtermittelproduktion stehen, wird das BMELV in den kommenden Jahren deutlich ausbauen. Relevante Maßnahmen des BMELV fokussieren bislang auf Schnellwuchsplantagen und streifenförmige Agroforstsysteme auf Deponien und Rekultivierungsflächen. Künftig wird eine thematische Erweiterung entsprechender Förderinitiativen angestrebt. Dabei sind u. a. auch die Flächenpotenziale in diesem Bereich genauer zu untersuchen.

Ein in Bezug auf die Zwischenergebnisse und Flächenpotenziale besonders vielversprechendes Projekt trägt die Kurzbezeichnung KUPAD [Kurzumtriebsplantagen zur nachhaltigen Biomassebereitstellung auf Deponieflächen/Altdeponien (KUPAD)].

Durch die Nutzung abgeschlossener Deponien für den Anbau schnellwachsender Hölzer sollen einerseits bisher ungenutzte Flächenpotenziale für die Erzeugung von Energieholz genutzt werden. Andererseits stellt der Bewuchs durch die Stoffwechselaktivitäten der Pflanzen eine aktive Wasserhaushaltsschicht in der durchwurzelten Bodenzone dar, wodurch ein ökologisch und ökonomisch sinnvoller Beitrag zur Oberflächengestaltung von Deponieflächen geleistet werden kann.

Bisherige Zwischenergebnisse deuten überraschend hohe Ertragsleistungen für schnellwachsende Baumarten auf den im Vorhaben genutzten Deponien an. Weitere Informationen: www.hawk-hhg.de/pressestelle/179339_189235.php

8.4 Fördermaßnahmen zur Erschließung der Potenziale von Rest- und Abfallstoffen

Die Vielschichtigkeit relevanter Maßnahmen im Förderprogramm nachwachsender Rohstoffe ist bereits enorm.

Laufende Förderbekanntmachungen zu diesem Bereich betreffen:

- Biokraftstoffe aus Lignocellulose,
- Mikrobiologische Prozesse in Biogasanlagen
- die stoffliche Nutzung von Lignin

Neben einer weiteren Vertiefung bestehender Potenzialanalysen sind dabei insbesondere relevante Aktivitäten zur Konversion von Rest- und Abfallstoffen zu berücksichtigen. Da weitgehend flächenunabhängig produzierbar, gehören auch Rohstoffe und Energie auf Basis von Algen zu diesem Potenzial.

Im Rahmen des Projekts „Strohbau 2012–2013 Erweiterte Zulassung, Qualitätssicherung und Strohbaurichtlinie“ soll für die Strohbauweise in Deutschland ein klarer Bezugsrahmen für die Anwender erarbeitet werden. Das Bauen mit Stroh soll eine attraktive, wählbare und technisch sichere Alternative zu herkömmlichen Bauweisen werden. Flankierend erfolgen die Optimierung des Herstellungsprozesses und die Qualitätssicherung als Voraussetzung für die Erweiterung der Zulassung. Ferner werden Grundlagen für eine fachgerechte Fachkräfteausbildung zum Strohbau geschaffen. Weitere Informationen: www.fasba.de/

In einem weiteren Projektbeispiel geht es um die „Effiziente energetische Verwertung von Pferdemist durch den Einsatz innovativer Techniken der kontinuierlichen Feststofffermentation und Gärreststabilisierung“. Hierzu gehören der Einsatz des Aufstromverfahrens für eine leistungsfähige Biogaserzeugung, die gezielte Stabilisierung der Gärreste für eine effiziente, nachhaltige und emissionsmindernde Nährstoffrückführung sowie die Entwicklung einer effizienten und praxisgerechten Prozesskette. Als begleitende Untersuchungen werden Analysen der thermischen Gärreststabilisierung (Pelletierung) hinsichtlich der beeinflussenden Prozessparameter (Temperatur, Druck) in Bezug auf eine nachhaltige und effiziente Nährstoffrückfuhr sowie zur Emissionsreduktion umgesetzt.

Weitere Informationen: www.uni-goettingen.de/de/113800.html

8.5 Fördermaßnahmen zur Steigerung der Ressourceneffizienz

Die Vielzahl relevanter Fördermaßnahmen umfasst alle Bereiche der Bioenergienutzung, z. B. die Verbesserung der Kraftstoffproduktion und Verbrennungs- und Vergasungsprozesse in verschiedenen Leistungsklassen oder auch die Steigerung der Rohstoffnutzungseffizienz von Biogasanlagen, sowie auch der stofflichen Nutzung nachwachsender Rohstoffe. Bei allen Fördermaßnahmen wird der Nachhaltigkeit der Lösungen eine hohe Bedeutung zugemessen.

Laufende Förderbekanntmachungen betreffen:

- Mikrobiologische Prozesse in Biogasanlagen,
- die Erforschung neuer und innovativer Methoden, Verfahren und Nutzungskonzepte zur energetischen Nutzung fester Biobrennstoffe,
- die Effizienz der Ethanolgewinnung aus Lignocellulose,
- intelligente Lösungen zur kombinierten Nutzung von Bioenergie und anderen erneuerbaren Energien,
- die Effizienzsteigerung für dezentrale Bioenergie-Nutzungskonzepte
- die Entwicklung von Konversionsrouten für chemische Grundstoffe und Energie aus Algen,
- innovative Ansätze zur Effizienzsteigerung sowie zur Reduzierung von Treibhausgasemissionen bei Biokraftstoffaltanlagen
- Biobasierte Polymere und Biobasierte Naturfaserverstärkte Kunststoffe
- die Synthese und Anwendung von Spezial- und Feinchemikalien aus nachwachsenden Rohstoffen
- die Steigerung der Nutzung von Stärke als chemisch-technischer Rohstoff
- die stoffliche und konstruktive Nutzung von Holz

Seit Ende 2012 kooperieren Forschungseinrichtungen und Unternehmen im Verbundvorhaben „Bioraffinerie auf Basis kohlenhydratreicher Algenbiomasse, Nutzung von Stärke und Protein“. Ziel dieses Bioraffineriekonzeptes auf Algenbasis ist eine gekoppelte stoffliche und energetische Verwertung von stärkehaltiger Algenbiomasse. Die Hauptfraktion Stärke wird für die Produktion von Ethanol eingesetzt, für die Proteinfraction sollen neue Verwertungswege aufgezeigt werden – insbesondere solche, die sich mit der CO₂-Quelle aus dem biotechnischen Ethanolprozess ergeben. Die Wertschöpfung aus stärkereicher Algenbiomasse soll zum einen durch die

Proteinverwertung, zum anderen durch die Gesamtverwertung der Algenrestbiomasse zu Biogas und die Schließung von Stoffkreisläufen für CO₂ und anorganische Nährstoffe erhöht werden. Dies führt zusätzlich zu einer Verbesserung der Klimabilanz der Ethanolproduktion der 1. Generation. Die Optimierung der Stärkeproduktion mit Mikroalgen erfolgt in einem 2-stufigen Prozess in Flachplatten-Airliftreaktoren der Subitec. Um eine stabile Produktion über längere Zeiträume zu erreichen, soll ein online-Monitoring wichtiger Prozessparameter und deren Steuerung eingesetzt werden. Die Eignung und kostengünstige Bereitstellung von CO₂ aus der Ethanolfermentation für die Algenproduktion wird getestet. Die Reststoffe aus der Ethanolfermentation werden zu Biogas vergoren, und sowohl Nährstoffe als auch Wasseranteil in die Algenproduktion rückgeführt. Lösliche und partikuläre Proteinfraktionen sowie Proteinhydrolysate sollen isoliert werden, um neue Wertschöpfungspfade zu erschließen.

Weitere Informationen: www.igb.fraunhofer.de

8.6 Fördermaßnahmen zur Kaskadennutzung

Im Rahmen des Förderprogramms Nachwachsende Rohstoffe wurden verschiedene Forschungs- und Entwicklungsprojekte begonnen, die auf Basis einer Förderbekanntmachung aus dem Jahr 2008 schwerpunktmäßig noch unzureichende Teilprozesse von ansonsten weitgehend marktreifen Koppel- und Kaskadennutzungskonzepten bearbeiten. Auch Ansätze zur Verbesserung der ökonomischen und ökologischen Effizienz bestehender Ketten werden unterstützt.

Im Detail ist der Forschungs- und Entwicklungsbedarf in diesem Bereich noch erheblich, z. B. bezüglich einer effizienten getrennten Erfassung von Biokunststoffen für eine nachfolgende energetische Nutzung oder ein Recycling zu neuen Produkten unter Berücksichtigung von Energie- und Treibhausgasbilanzen. Hierzu werden weitere Förderschwerpunkte folgen.

Laufende Fördermaßnahmen betreffen:

- die stoffliche Nutzung von Lignin
- die Nutzung und Verarbeitung von bei der Stärkegewinnung anfallenden Nebenströmen und Nebenprodukten (innerhalb des Förderschwerpunkts „Stärke als chemisch-technischer Rohstoff“)

- Untersuchungen zur Humus- und Nährstoffwirkung organischer Reststoffe aus Biomassekonversionsanlagen (u. a. mit dem Ziel, mineralische Düngemittel nachhaltig zu substituieren).

Ein aktuelles Projektbeispiel in diesem Bereich ist das Vorhaben „Verminderung der Metabolisierung vagabundierender Stärke im Prozesswasser von Papierfabriken zur verbesserten Effizienz der Biomassenutzung“.

Beim Altpapierrecycling gehen nennenswerte Mengen an Stärke in das Prozesswasser über. Im Prozesswasser wird dieser Teil der Stärke relativ schnell metabolisiert, sodass nur ein kleiner Teil im Faservlies zurückgehalten und ein geringer Festigkeitsgewinn im Fertigpapier erreicht werden kann. Der größte Teil dieser Stärke geht mit dem Abwasser verloren. Projektziel ist es, Voraussetzungen dafür zu schaffen, dass die im Altpapier vorhandene Stärke effektiv zur Festigkeitsentwicklung im Fertigpapier genutzt werden kann. Um dies zu erreichen, soll die Stärkemetabolisierung durch Behandlung des Prozesswassers vermindert werden. Dabei soll durch geeignete verfahrenstechnische Lösungen und Betriebsbedingungen die Wirksamkeit der für die Metabolisierung verantwortlichen Mikroorganismen und Enzyme verringert werden. Durch die Nutzung der festigkeitswirksamen Anteile der vagabundierenden Stärke wird dieser nachwachsende Rohstoff mehrfach genutzt und in dessen Folge primäre Masse- und Oberflächenstärke eingespart. Dadurch wird die Effizienz der Biomassenutzung in der Papierindustrie durch innovative Nutzungskaskaden verbessert. Der so eingesparte nachwachsende Rohstoff Stärke kann in der Folge für andere Einsatzmöglichkeiten genutzt werden. Weitere Informationen: www.ptspaper.de

Impressum

Herausgeber

Bundesministerium für Ernährung,
Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV)
11055 Berlin

Stand

Juni 2013

Text

Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV)

Redaktion

Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V. (FNR)
OT Gülzow, Hofplatz 1, 18276 Gülzow-Prüzen
Tel.: 03843/6930-0
Fax: 03843/6930-102
info@fnr.de
www.fnr.de

Gestaltung und Herstellung

www.tangram.de, Rostock

Bildnachweis

FNR/Florian Sonntag

Druck

www.steffendruck.de, Friedland

Bestellinformation

Diese und weitere Publikationen können Sie kostenlos bestellen:

Internet: www.bmelv.de/publikationen

E-Mail: publikationen@bundesregierung.de

Fax: 01805-77 80 94

(Festpreis 14 Ct/Min, abweichende Preise a. d. Mobilfunknetzen möglich)

Tel.: 01805-77 80 90

(Festpreis 14 Ct/Min, abweichende Preise a. d. Mobilfunknetzen möglich)

Diese Broschüre wird im Rahmen der Öffentlichkeitsarbeit des BMELV kostenlos herausgegeben.
Sie darf nicht im Rahmen von Wahlwerbung politischer Parteien oder Gruppen eingesetzt werden.

Weitere Informationen finden Sie im Internet unter
www.bmelv.de

