

Roadmap

für eine nachhaltige Biomassenutzung in der Oberrheinregion



WISSENSCHAFT
SCIENCES



Das OUI Biomasse Projektteam dankt dem Interreg IV Programm, der Wissenschaftsoffensive der Trinationalen Metropolregion Oberrhein (TMO) und allen anderen Förderern für die Finanzierung des Projekts. Unser Dank richtet sich ferner an die Mitglieder des externen Projektbeirats für die vielen Anregungen und die Begleitung unserer Arbeit. Ebenso gilt unser Dank dem TRION Netzwerk für Energie und Klima für die Kooperation im Bereich Kommunikation, Event Management und die Vermittlung von Kontakten mit Fachleuten im Bereich Bioenergie. Unser Dank gilt insbesondere auch allen Teilnehmern der Stakeholder Workshops in Frankreich, Deutschland und der Schweiz sowie den Fachleuten aus der Praxis, die ihr wertvolles Wissen und ihre Erfahrungen mit uns geteilt haben.

Das „OUI Biomasse“ Projekt wurde von Juli 2012 bis Juni 2015 realisiert. Ein Großteil der Forschung basiert daher auf statistischen und anderen Datenquellen aus den Jahren 2010 und 2011, sofern nicht anders vermerkt. Die drei untersuchten Teilregionen der Oberrheinregion werden im Folgenden als Frankreich, Deutschland und Schweiz bezeichnet. Detaillierte Informationen bezüglich Datenquellen, Berechnungen und weiterführender Literatur werden im wissenschaftlichen Abschlussbericht des Projekts aufgeführt, der Ende 2015 veröffentlicht wird.



Untersuchte Teilregionen	
In Frankreich:	Département du Bas-Rhin : Haguenau- Wissembourg, Molsheim, Saverne, Sélestat-Erstein, Strasbourg Département du Haut-Rhin : Altkirch, Colmar, Ribeauvillé, Mulhouse, Thann-Guebwiller
In Deutschland:	Baden-Württemberg (BW), Landkreise: Baden-Baden, Freiburg, Karlsruhe Stadt, Karlsruhe Land, Rastatt, Breisgau-Hochschwarzwald, Emmendingen, Ortenaukreis, Lörrach, Waldshut Bundesland Rheinland Pfalz (RP), Landkreise: Landau, Germersheim, Südliche Weinstraße
In der Schweiz:	Kantone Basel Stadt (BS), Basel Land (BL), Jura (JU), Aargau (AG), Solothurn (SO)

1	Einleitung	4
2	Aktuelle Situation der Biomasse- und Bioenergieproduktion	6
2.1	Rechtlicher Rahmen und Strategien	7
2.2	Landnutzung in der Oberrheinregion	7
2.3	Relevante Biomassequellen in der Oberrheinregion	8
2.3.1	Forstwirtschaftliche Biomasse	8
2.3.2	Landwirtschaftliche Flächennutzung und Biomasseproduktion	9
2.3.3	Abfälle, Reststoffe und Klärschlamm	10
2.4	Bioenergieproduktion	11
2.5	Akteure im Bereich Bioenergie	13
3	Perspektiven für Biomasse als Energieträger in der ORR	14
3.1	Beschreibung der Szenarien	15
3.2	Szenarienergebnisse	17
3.3	Nachhaltigkeitsherausforderungen	20
4	Handlungsoptionen für eine nachhaltige, energetische Biomassenutzung	22
5	Glossar	26

1 | Einleitung



Die Vereinten Nationen stufen zwei Ziele der nachhaltigen Entwicklung als besonders wichtig für die transformative Herausforderung in Industriestaaten ein. Das erste Ziel ist, vordringlich Maßnahmen zur Minderung des Klimawandels und seiner Auswirkungen zu ergreifen, das zweite, Zugang zu bezahlbarer, verlässlicher, nachhaltiger und moderner Energie für alle zu sichern¹. Eine nachhaltige Biomassenutzung zur Energiebereitstellung kann zur Erreichung dieser Ziele beitragen. Obwohl Bioenergie lediglich mit geschätzt 2–6% zur Energieerzeugung in Europa beiträgt und offenkundig ihre Grenzen hat, bringt sie auch gewisse Vorteile mit sich. Dazu gehören die im Vergleich zu fossilen Energiequellen regionale Verfügbarkeit von Biomasse in Europa und der Vorteil, dass Bioenergie im Gegensatz zu anderen erneuerbaren Energieträgern wie Photovoltaik und Windenergie direkt gespeichert werden kann. Aus ökologischer Sicht ist Bioenergie erneuerbar und kann dazu beitragen, Treibhausgasemissionen zu senken. Infolge des Bedarfs an begrenzt verfügbarem fruchtbarem Land, der notwendigen Ressourcen für Anbau, Gewinnung und Umwandlung der Biomasse sowie insbesondere der bei der Verbrennung entstehenden Emissionen bringt sie jedoch häufig größere Auswirkungen als andere erneuerbare Energien mit sich. Im Vergleich zur spezifischen Gesamtenergie nachfrage der Region, die bei ca. 30'000 kWh pro Person und Jahr liegt, deckt Biomasse nur einen kleinen Teil der Energieversorgung ab und das theoretische Potential ist begrenzt. Angesichts nationaler Ziele, die Produktion erneuerbarer Energien zu erhöhen, wird Biomasse jedoch eine Rolle zu spielen haben und es gilt diese vom Anbau bis zur Nutzung unter den Aspekten der Nachhaltigkeit zu optimieren.

Als Beitrag zu einer nachhaltigen Entwicklung der Biomassenutzung als erneuerbare Energiequelle wurde von den Projektpartnern des Interreg IV Projekts „OUI Biomasse“ eine Roadmap für eine nachhaltige Biomassenutzung in der Oberrheinregion (ORR), im Folgenden Roadmap genannt, erarbeitet. Die ORR umschließt das gesamte Gebiet der Region Elsass in Frankreich, den Nordwesten der Schweiz mit fünf Kantonen sowie in Deutschland einen Großteil Badens und den südlichsten Teil von Rheinland Pfalz. Mit einer Fläche von rund 21'500 km² hat die ORR ca. 6 Millionen Einwohner (2012)², davon 3 Millionen Berufstätige. Die Region zählt 1'776 Ortschaften. Der Anteil von Wäldern und landwirtschaftlicher Nutzfläche des gesamten Gebietes³ liegt bei 43% und 37%.

Wie die aktuelle Situation im ersten Teil der Roadmap (Kapitel 2) zeigt, werden diese Gebiete bereits intensiv bewirtschaftet. Ein Grund hierfür ist auch die starke politische und finanzielle Unterstützung von Bioenergie in den drei Regionen. Die meisten in der Roadmap untersuchten Biomassetypen werden daher bereits genutzt, entweder als Rohstoffressourcen oder bis zu einem gewissen Grad für die Bioenergieerzeugung im Rahmen verschiedener in der Region bestehender Biomassekonversionspfade. Holz stellt dabei gegenwärtig den wichtigsten Bioenergieträger insbesondere für die Wärmeerzeugung dar. Landwirtschaftliche Erzeugnisse und Rückstände werden hauptsächlich in Vergärungsprozessen zur Biogasgewinnung eingesetzt. Auch organische Abfälle und Grünabfälle werden der Vergärung zugeführt. Energie aus Abfallverbrennung wird aufgrund des Anteils an organischen Abfällen zu den teilweise erneuerbaren Energien gezählt. Im Zusammenhang mit den verschiedenen bestehenden und entstehenden Energieumwandlungspfaden sind zahlreiche unterschiedliche Akteure beteiligt. Wie Biomasse zur künftigen Energieversorgung beitragen könnte, wird im zweiten Teil der Roadmap (Kapitel 3) aufgezeigt. Dort werden drei Szenarien möglicher Biomassenutzung für die Energieerzeugung vorgestellt und diskutiert: Business as Usual (BAU), Maximum Exploitation (MaxEx) und Conservation and Recreation (ConsRec). Ausgewählte Ergebnisse dieser Szenarien werden anschließend in Bezug auf die entstehenden Nachhaltigkeitsherausforderungen analysiert. Abschließend werden im letzten Kapitel (Kapitel 4) Handlungsoptionen für identifizierte Schwerpunktbereiche präsentiert und Schlussfolgerungen für verschiedene Biomassewertschöpfungsketten und die beteiligten Akteure abgeleitet.

Der Fokus der Arbeiten im Rahmen dieses Projektes richtete sich auf die Analyse verschiedener Energieumwandlungspfaden und nicht auf die stoffliche Nutzung von Biomasse. Obwohl die stoffliche Nutzung nicht analysiert wurde, ist festzustellen, dass der Druck auf die energetische Nutzung von Biomasse zugunsten stofflicher Nutzungen zunehmen wird. Es ist jedoch anzunehmen, dass sich der Wettbewerb zwischen energetischer und stofflicher Nutzung in den meisten Fällen für den betrachteten Zeithorizont (bis 2030) nicht kritisch auswirken wird, da zahlreiche Biomasseträger in der ORR (Gülle, feste Siedlungsabfälle, bestimmte landwirtschaftliche Reststoffe) gegenwärtig noch nicht effizient in Bio-raffinerien verarbeitet werden können.

¹ Quelle: sustainabledevelopment.un.org

² Quelle: TMO: Oberrhein Zahlen und Fakten 2014

³ Quelle: www.alsaeco.com

2 | Aktuelle Situation der Biomasse und Bioenergieproduktion

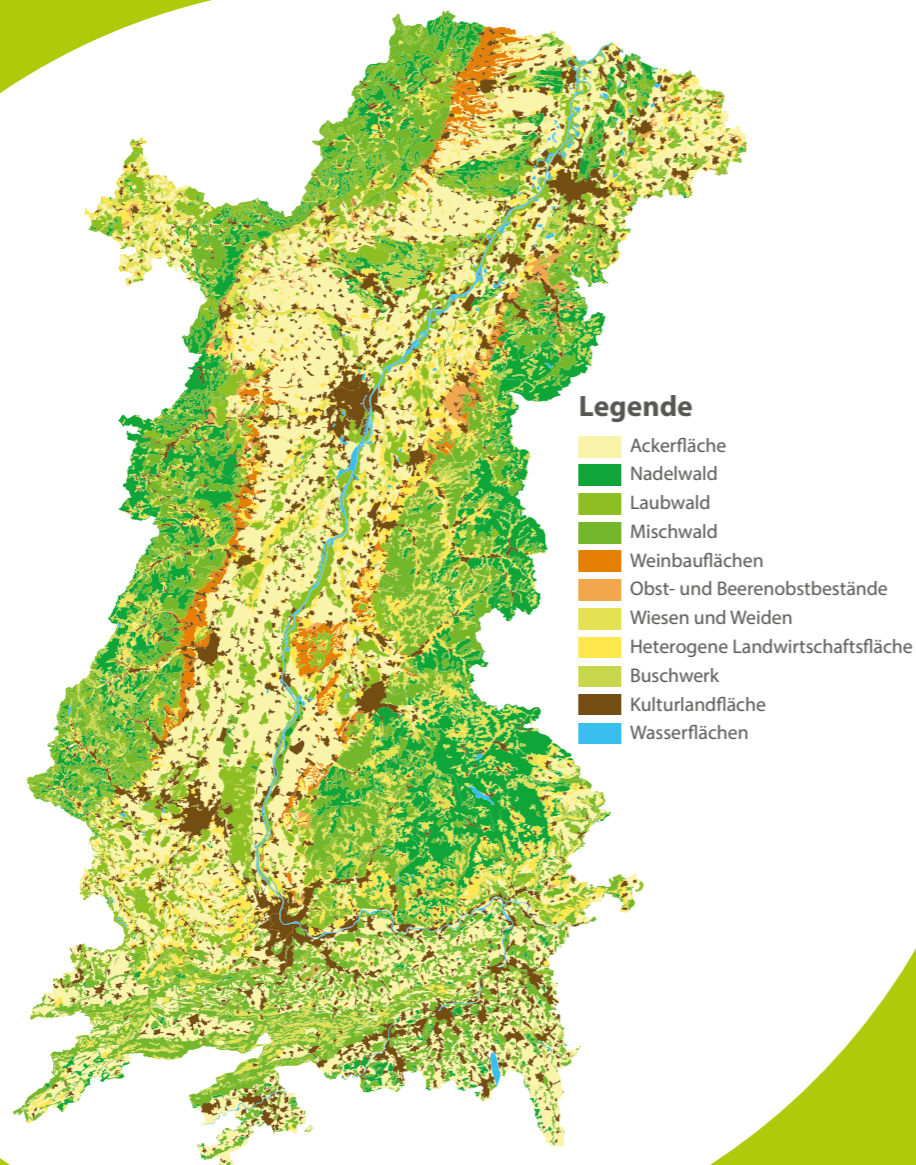


Abbildung 1 Corine Landnutzungskarte der ORR mit relevanten Landnutzungskategorien (2006)⁴

⁴ Quelle: CORINE Land Cover (CLC2006); Umweltbundesamt, DLR-DFD 2009

2.1 Rechtlicher Rahmen und Strategien

Eine Gemeinsamkeit der rechtlichen Rahmenbedingungen und langfristigen Ausrichtungen der drei Länder besteht in der starken politischen Unterstützung der Bioenergieerzeugung mittels Strategien und Anreizen, welche die Nutzung von Bioenergie als erneuerbaren Energieträger fördern. In allen drei Ländern wurden deshalb Einspeisevergütungen für aus Biomasse erzeugten Strom eingeführt. Auch für Wärmeerzeugung aus Holz existieren unterstützende finanzielle Maßnahmen. Nationale Unterschiede im rechtlichen Rahmenwerk und den Strategien im Hinblick auf Biomassenutzung zur Energieerzeugung bestehen in erster Linie in der Nutzung von Energiepflanzen für die Biogaserzeugung, der Holznutzung für die Wärmeerzeugung und hinsichtlich der Biokraftstoffquoten. Während in der Schweiz der Leitsatz der Nutzungshierarchie „Teller, Trog, Tank“ sehr strikt angewendet wird, wurde die rechtliche und finanzielle Unterstützung der Energiepflanzenproduktion in Deutschland erst 2014 eingeschränkt, so dass neue

Biogasanlagen künftig im Wesentlichen nur dann wirtschaftlich betrieben werden können, wenn sie Abfälle und Reststoffe verwenden oder wenn es sich um kleine Anlagen mit einer Leistung bis 75 kW handelt, die Gülle einsetzen. Energiepflanzen werden in Deutschland und Frankreich jedoch weiterhin für die Erzeugung von Biokraftstoffen genutzt, deren Beimischung zu konventionellen Kraftstoffen durch europäische und nationale Quoten festgelegt ist. Gewisse Nachhaltigkeitsaspekte werden bei der Biokraftstoffproduktion in allen drei Ländern berücksichtigt. In der Schweiz existieren keine nationalen Quoten für Biokraftstoffe, dafür weitreichende Vorschriften hinsichtlich umfassender ökologischer und sozialer Kriterien, die neben einer positiven Energiebilanz beachtet werden müssen. Bestimmte rechtliche Vorschriften erschweren den grenzüberschreitenden Biomassetransport, insbesondere wenn es sich dabei um Abfallstoffe handelt.

- Politische Unterstützung der Bioenergieerzeugung ist in allen drei Regionen vorhanden, obwohl sich die konkrete Ausgestaltung der Anreize für die Bioenergieerzeugung von Region zu Region unterscheidet.
- Aufgrund wachsender Kenntnisse über ökologische und soziale Auswirkungen der Bioenergieerzeugung werden in jüngster Zeit restriktivere Konzepte angewendet, die sich je nach Region im Ausmaß unterscheiden.
- Gesetzliche Rahmenbedingungen in den drei Regionen erschweren den grenzüberschreitenden Biomassetransport.

2.2 Landnutzung in der Oberrheinregion

Die Landnutzungskategorien in der ORR zeigen eine deutliche räumliche Verteilung gemäß der spezifischen topographischen Struktur der Region (s. Abbildung 1, Seite 6). Insgesamt werden rund 37 % der ORR landwirtschaftlich genutzt. Ackerflächen konzentrieren sich hierbei in der Rheintalebene. Dauergrünland ist meist in den Hügelregionen und entlang von Flüssen zu finden. Weinanbau stellt nur 2 % der Gesamtfläche dar, bleibt jedoch ein wichtiger Wirtschaftssektor der ORR. Weinanbaugebiete liegen vorwiegend an den Hängen des Schwarzwalds, der Vogesen und des Kaiserstuhls. Mit rund 43 % ist der höchste Anteil der Landfläche der gesamten ORR⁵ von Wäldern bedeckt. Sie befinden sich vorwiegend in den Hügelregionen Schwarzwald, Vogesen und Jura. Laubwälder treten im Schwarzwald mit 10 % Bodenbedeckung verhältnismäßig selten auf, sind jedoch

in den Vogesen mit 19 % häufiger anzutreffen. Umgekehrt stellen Nadelwälder im Schwarzwald (18 %) einen größeren Anteil als in den Vogesen (9 %) dar. Die größten städtischen Ballungsräume sind Karlsruhe, Straßburg, Mülhausen und Basel. In der ORR herrschen verhältnismäßig günstige klimatische Bedingungen. Unter dem Einfluss der Burgundischen Pforte strömen warme und feuchte mediterrane Luftmassen in die Region und beeinflussen das lokale Klima. Überdies liegt der Rheingraben dank seiner Entfernung vom Atlantischen Ozean im Übergangsbereich zwischen ozeanischem und kontinentalem Klima, was sich in einer Jahresdurchschnittstemperatur von ca. 10°C im Großteil des Rheintals niederschlägt. Zusammengenommen ergeben diese Faktoren günstige Bedingungen für die Biomasseproduktion.

- Ein Großteil der ORR (43 % Wald, 37 % Landwirtschaftsfläche) wird bereits intensiv für die Biomasseproduktion genutzt.
- Aufgrund der topographischen Struktur und den klimatischen Gegebenheiten verfügt die ORR über günstige Bedingungen für die Biomasseproduktion.

⁵ Quelle: CORINE Land Cover, 2006

2.3 Relevante Biomassequellen in der ORR

Drei Biomassequellen wurden in dieser Studie angesichts der geschätzten vorhandenen Energiemengen als besonders wichtig für die energetische Nutzung identifiziert. Holz als wichtigster Bioenergieträger, der bereits in der Wärmeerzeugung genutzt und in der ORR rund 500 kWh/Kopf/Jahr beisteuert, wird in Abschnitt 2.3.1. präsentiert. Landwirtschaftliche Reststoffe und Gülle, die ein theoretisches Potential von rund 200 kWh/Kopf/Jahr aufweisen,

jedoch nur zu einem kleinen Prozentanteil Verwendung finden, werden in Abschnitt 2.3.2 vorgestellt. Organische und Grünabfälle besitzen ein Potential von ca. 90 kWh/Kopf/Jahr, während Klärschlamm aus Kläranlagen bis rund 50 kWh/Kopf/Jahr zur Bioenergieproduktion beisteuern kann. Diese Energieträger werden in Abschnitt 2.3.3 behandelt.

2.3.1 Forstwirtschaftliche Biomasse

Holz ist der wichtigste erneuerbare Energieträger für die Wärmeerzeugung in der ORR. In Abbildung 2 werden die für die stoffliche Nutzung gewonnenen Mengen an Stamm- und Industrieholz sowie Energieholz dargestellt. Aufgrund der Holzmenge aus lokalen Wäldern, die gegenwärtig für die Energieerzeugung bestimmt ist sowie dem durchschnittlichen Heizwert von Holz von 2'650 kWh/m³, liegt das geschätzte Energiepotential aus Holz bei durchschnittlich rund 500 kWh/Kopf/Jahr in der ORR mit 400 in Frankreich, 520 in Deutschland und 570 in der Schweiz oder bei rund 1–2% des durchschnittlichen

Gesamtenergieverbrauchs pro Kopf. Die Vorteile von Holz als erneuerbarer Energieträger sind seine regionale Verfügbarkeit, die Möglichkeit der Speicherung und der bedarfsgerechten Bereitstellung. Die geschätzten Mengen der Gesamtnutzung von Holz per Hektar Wald liegen bei rund 5 m³ in Frankreich, 6 m³ in Deutschland und 7 m³ in der Schweiz. Angesichts eines grob geschätzten durchschnittlichen jährlichen Holzzuwachses von 8 bis 9 m³/ha scheint ein auch von Experten bestätigtes theoretisches Potential für eine geringe zusätzliche Nutzung von Wäldern gegeben.

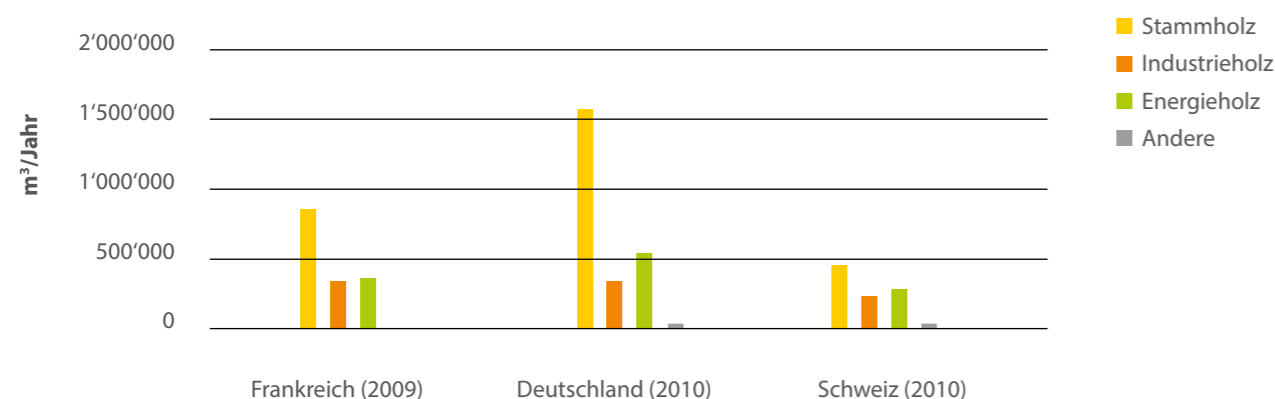


Abbildung 2: Holzerte und angegebener Nutzungszweck in Frankreich⁶, Deutschland⁷ und der Schweiz⁸

- Forstwirtschaftliche Biomasse wird in der ORR bereits weitgehend genutzt und bietet ein geschätztes zusätzliches Potential von rund 10%.
- Der größte Holzanteil in der ORR wird als Stammholz für stoffliche Nutzung gewonnen.
- Energieholz trägt in Frankreich mit rund 400 kWh/Kopf/Jahr, in Deutschland mit rund 520 kWh/Kopf/Jahr und in der Schweiz mit rund 570 kWh/Kopf/Jahr zur Energiebilanz bei. Das entspricht etwa 1–2% des Gesamtenergiebedarfs.

2.3.2 Landwirtschaftliche Flächennutzung und Biomasseproduktion

Die landwirtschaftliche Nutzfläche (LN) in der ORR umfasst rund 783'000 Hektar, wobei 43% auf Frankreich, 37% auf Deutschland und 20% auf die Schweiz entfallen. Die Ausrichtung der landwirtschaftlichen Produktion unterscheidet sich in den drei Teilregionen erheblich (Abbildung 3). Im Elsass ist der Anbau von Kulturpflanzen auf Ackerland mit rund 70% der gesamten landwirtschaftlichen Nutzfläche der französischen ORR vorherrschend. In der Schweiz überwiegt die Viehwirtschaft mit einem hohen Anteil an Dauergrünland, welches nahezu 50% der

gesamten landwirtschaftlichen Nutzfläche der Schweizer ORR ausmacht. Dagegen liegt der geringste Anteil an Dauergrünland im Elsass mit nur ca. 23%. Dauerkulturen wie Wein- und Obstanbau sind im deutschen Teil der ORR verhältnismäßig stark verbreitet (11% der deutschen LN), auch im Elsass stark vertreten (rund 5% der französischen LN), in der Schweiz jedoch unerheblich. Damit unterscheidet sich die Landnutzung zwischen den drei Teilregionen signifikant, was für die energetische Nutzung der Biomasse verschiedene Möglichkeiten bietet.

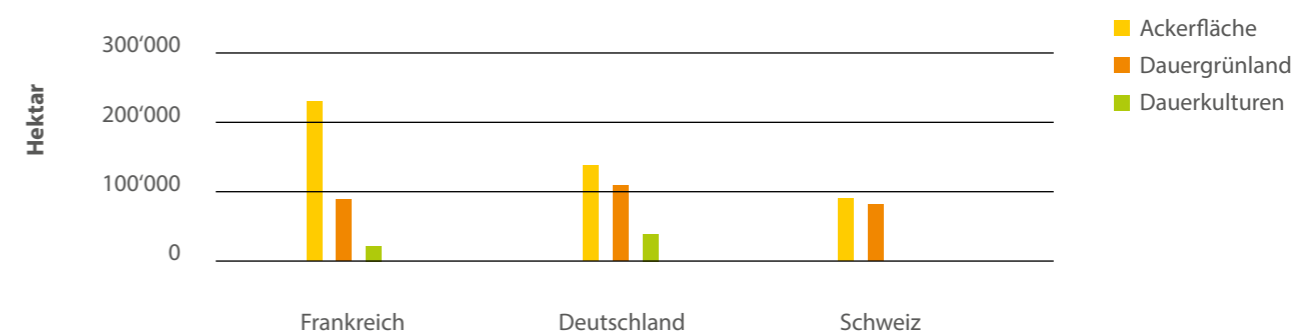


Abbildung 3: Landwirtschaftliche Bodennutzung in der ORR und entsprechende Flächen in den drei Ländern in 2010⁹

Insgesamt dominiert der Anbau von Kulturpflanzen auf Ackerland für Nahrungsmittel und Futter. Der Anteil biologischer Nahrungsmittel- und Futtererzeugung (auf Ackerland) ist in allen Teilregionen gering. Energiepflanzen für die Biogaserzeugung werden aufgrund früherer spezifischer Einspeisetarife im Rahmen des Erneuerbare-Energien-Gesetzes (EEG) fast ausschließlich in der deutschen Teilregion angebaut. Der Anbau von Energiepflanzen

für die Biokraftstofferzeugung ist gering und existiert nur in Frankreich und Deutschland infolge der EU-Quoten für erneuerbare Energien im Transportsektor, die in der Schweiz keine Entsprechung finden. Ein geringer Anteil tierischer Exkremente (Jauche, Dung) fließt in die Biogasproduktion ein. Reststoffe aus landwirtschaftlichem Anbau auf Ackerland (z.B. Stroh) werden gegenwärtig kaum für die Bioenergieproduktion genutzt.

- Die drei Teilregionen unterscheiden sich in der landwirtschaftlichen Nutzung erheblich: im Elsass dominiert der Anbau auf Ackerland, insbesondere von Mais; in der Schweiz sind Dauergrünland und Viehwirtschaft vorherrschend; der deutsche Teil der ORR liegt dazwischen, mit dem höchsten Anteil an Dauerkulturen.
- Reststoffe aus landwirtschaftlichem Anbau auf Ackerland (z. B. Stroh) werden gegenwärtig kaum für die Bioenergieproduktion genutzt. Die energetische Konversion von 50% der in der ORR generierten landwirtschaftlichen Reststoffe könnte jedoch schätzungsweise 170 kWh/Kopf/Jahr Biogas erzeugen.
- Unter der Annahme, dass 50% der erzeugten Gülle in Biogasanlagen verarbeitet würde, könnten in der ORR rund 30 kWh/Kopf/Jahr an Biogas produziert werden. Gegenwärtig wird nur ein geringer Anteil an Gülle aus der Viehwirtschaft genutzt.



6 Quelle: Agreste – Alsace (2011): http://agreste.agriculture.gouv.fr/IMG/pdf_R4211A14.pdf

7 Quelle: ForstBW (2010): Jahresbericht 2010 des Landesbetriebes ForstBW. 56. Jahrgang, Forstwirtschaftsjahr 2010 http://forstbw.de/fileadmin/Website_pictures/Gescha%CC%88ftsberichte/ForstBW_JahresberichtMaterialband_2010.pdf

8 Quelle: BFE: Energieholzstatistik 2011

9 Quelle: Eigene Berechnungen basierend auf statistischen Daten

2.3.3 Abfälle, Reststoffe und Klärschlamm

In der Abfallrahmenrichtlinie definiert die Europäische Union Abfall als „jeden Stoff oder Gegenstand, dessen sich sein Besitzer entledigt, entledigen will oder entledigen muss“¹⁰. Obwohl Abfallstatistiken in den verschiedenen Ländern und Verwaltungsregionen erhebliche Unterschiede aufweisen, was die Kennzeichnung verschiedener Abfalltypen angeht, werden im Folgenden sechs wichtige Abfallarten kurz erläutert, welche als Biomasse energetisch genutzt werden können.

1. Haushaltsabfall ist größtenteils nicht-rezyklierbarer Abfall, der in Haushalten anfällt. Eine Untersuchung von Haushaltsabfallanalysen in Deutschland in Regionen mit getrennter Sammlung von Bioabfällen zeigt, dass Haushaltsabfall mit rund 30 % einen hohen Gewichtsanteil an Biomasse enthält. Die gleiche Menge wird in der Schweiz erreicht, jedoch auch in Regionen ohne getrennte Sammlung von Bioabfällen¹¹.

2. Sperrmüll ist Abfall, der für die reguläre Abfallentsorgung zu sperrig ist. Dieser Abfall wird separat oder in Abfallsammelstationen gesammelt. Eine Untersuchung von Sperrmüll aus Deutschland zeigt, dass dieser zu 40 % aus Holz besteht.

3. Altholz ist Abfallholz, das als Material verwendet wurde (z. B. beim Bau oder für Möbel) und energetisch genutzt werden kann. Schätzungen zu anfallendem und für die Energieproduktion genutztem Altholz in der ORR gestalten sich schwierig, da Stammholz, Holzprodukte und Altholz intensiv importiert und exportiert werden.

4. Organischer Abfall bezeichnet den biologisch abbaubaren Teil von Haushaltsabfällen. In einigen Gebieten der ORR wird organischer Abfall getrennt gesammelt, in

anderen zusammen mit dem Haushaltsabfall. In Frankreich und in der Schweiz wird die getrennte Sammlung von organischem Abfall auf Kommunalebene organisiert und ist freiwillig. In Deutschland schreibt ein jüngst erlassenes Gesetz die separate Sammlung von organischen Abfällen ab 2015 vor. Unter der Annahme, dass 30 % des Haushaltsabfalls aus organischem Material bestehen, das mittels anaerober Vergärung verarbeitet werden kann, könnten pro Einwohner ca. 36 kWh Biogas pro Jahr erzeugt werden. Bei dieser Schätzung wird nicht berücksichtigt, dass gleichzeitig die der Verbrennung zur Verfügung stehende Abfallmenge reduziert würde.

5. Grünabfälle stammen aus Privatgärten oder von für den Landschaftsbau zuständigen städtischen Einrichtungen und werden in den meisten Regionen getrennt gesammelt oder einzeln den Abfallsammelstationen zugeführt. Unter der Annahme, dass die Gesamtmenge der angegebenen Grünabfälle in einer Biogasanlage verwertet würde, könnten Grünabfälle mit geschätzten 50 kWh/Kopf/Jahr zur Bioenergieproduktion beitragen.

6. Klärschlamm aus Kläranlagen ist ein Abfallprodukt, welches von kommunalen und industriellen Kläranlagen aus Abwasser erzeugt wird. Aus diesem Klärschlamm können durchschnittlich 30 Liter Biogas pro Einwohner pro Tag erzeugt werden¹². Grob geschätzt könnte Klärschlamm somit rund 50 kWh/Kopf/Jahr zur Bioenergieerzeugung beitragen. Ein Großteil dieser erzeugten Energie wird bereits für den Energieverbrauch der Kläranlagen genutzt.

In Abbildung 4 werden die erzeugten Mengen an Haushaltsabfall einschließlich Sperrmüll und Grünabfälle pro Kopf für die drei Regionen im Jahr 2010 dargestellt.

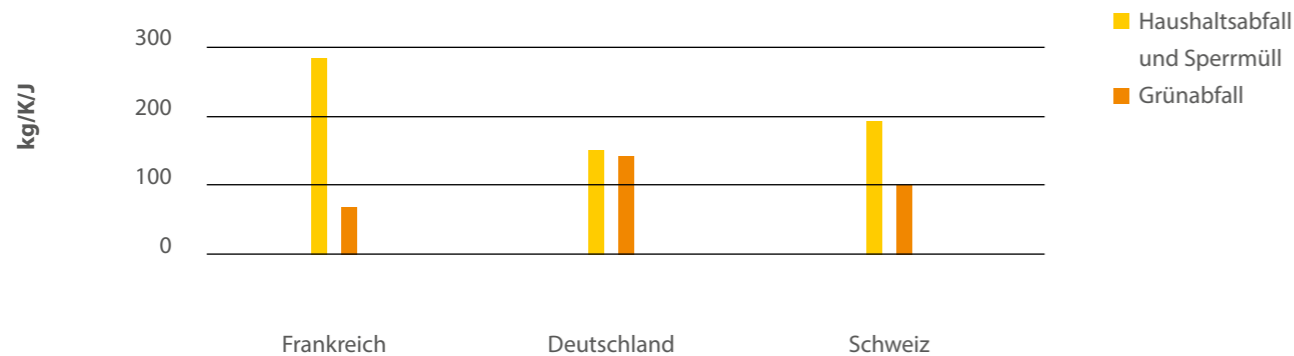


Abbildung 4: Erzeugte Haushalts- und Grünabfälle in Kilogramm pro Kopf und Jahr pro Region in 2010¹³

- Haushalts- und Sperrmüll werden gegenwärtig hauptsächlich verbrannt. Aufgrund des enthaltenen Anteils organischer Materialien wird die von Abfallverbrennungsanlagen produzierte Energie als teilweise erneuerbar verbucht (50 %).
- Die Trennung von organischem und nicht-organischem Haushaltsabfall unterscheidet sich zwischen den Ländern sowie zwischen Verwaltungseinheiten und Kommunen innerhalb der einzelnen Länder erheblich.

2.4 Bioenergieproduktion

Unter den in der ORR vorhandenen Biomasse-Energiekonversionspfaden wurden drei als besonders wichtig und gut etabliert identifiziert. Hierzu gehören die Verbrennung von Holzbiomasse, die anaerobe Vergärung, welche in Biogas- und Klärgasanlagen der Abwasser-

behandlung genutzt wird, sowie Energie aus Abfällen durch Abfallverbrennung. Die geschätzte Bioenergieproduktion in der ORR pro Kopf und Jahr aus diesen Konversionspfaden ist in Abbildung 5 dargestellt.

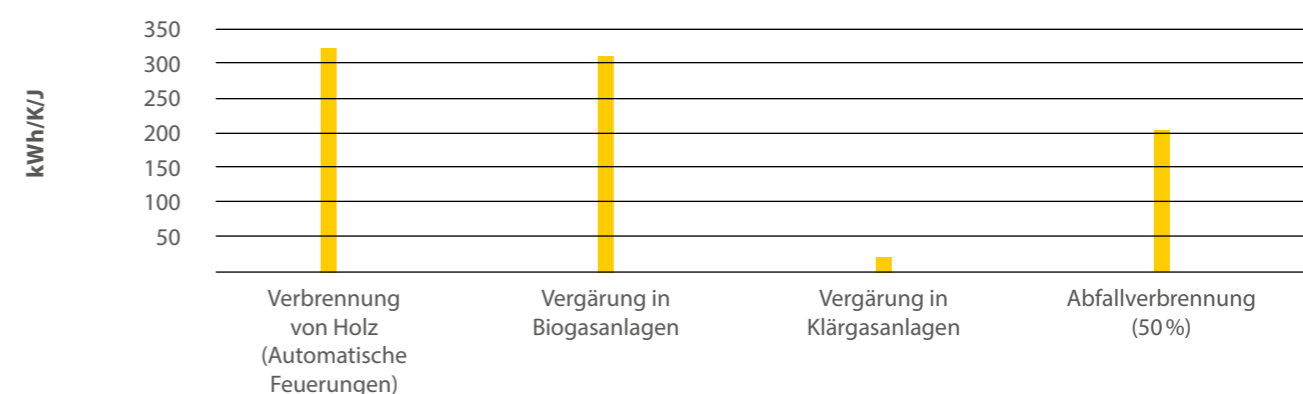


Abbildung 5: Geschätzte Bioenergieerzeugung aus den wichtigsten Biomasse-Energiekonversionspfaden in der ORR in kWh pro Kopf pro Jahr (einschließlich 50 % Energie aus Abfallverbrennungsanlagen, die als erneuerbar deklariert wird)

Im Folgenden werden diese Pfade und die entsprechenden Anlagen genauer präsentiert.

1. Die **Verbrennung von Holzbiomasse** erzeugt in **Holzheizkraftwerken** sowohl Wärme als auch Strom oder in **automatischen Holzfeuerungen** überwiegend Wärme. Bioenergie wird gewöhnlich durch die Nutzung lokaler Holzrohstoffe (Holzscheite und Hackschnitzel), importierter Rohstoffe (z. B. im Ausland produzierte Pellets)

oder Rückstände aus Holzverarbeitenden Industrien produziert. Die Anzahl, installierte Leistung und geschätzte Bioenergieproduktion in automatischen Holzfeuerungen in der ORR werden in Tabelle 1 dargestellt. Für den deutschen Teil der ORR lagen keine Daten vor, so dass diese ausgehend von der baden-württembergischen Gesamtanzahl von Holzfeuerungsanlagen für die ORR abgeschätzt wurden.

Tabelle 1: Installierte Leistung von automatischen Holzfeuerungen in Frankreich¹⁴, Deutschland¹⁵ und der Schweiz¹⁶

	Frankreich	Deutschland (geschätzt)	Schweiz
Anzahl der 2011 erfassten Anlagen	449	12'500	3'827
Installierte Gesamtleistung (kW)	148'000	470'000	326'600
Durchschnittliche installierte Leistung (kW/Anlage)	330	38	85
Installierte Leistung pro Einwohner (kW/Kopf)	0,08	0,17	0,23
Geschätzte Wärmeenergieerzeugung (2'100 h pro Jahr) (kWh/Jahr)	310'800'000	987'000'000	685'860'000
Geschätzte Wärmeenergieerzeugung (kWh/Kopf/Jahr)	167	359	491

10 Quelle: <http://www.fead.be/en/legislative-overview/waste-framework-directive-2/summary-of-the-directive/>
 11 Quelle: <http://www.news.admin.ch/NSBSubscriber/message/attachments/33601.pdf>
 12 Quelle: Holinger (2012): Energieeffizienz und Energieproduktion auf ARA www.infrawatt.ch/sites/default/files/2012_BAFU%20&%20Holinger_Energieeffizienz%20und%20Energieproduktion%20auf%20ARA.pdf
 13 Quelle: in Anlehnung an FB1.1 Projektbericht

14 Quelle: [Energiebase-donnees-chaufferies-bois-01-12-2011](http://www.energiebase-donnees-chaufferies-bois-01-12-2011)
 15 Quelle: Potenzialatlas Bioenergie in den Bundesländern: http://www.unendlich-viel-energie.de/media/file/234.AEE_Potenzialatlas_Bioenergie_Baden-Wuerttemberg_jan13.pdf
 16 Quelle: BFS: Schweizerische Holzenergiestatistik 2011

Für Frankreich standen keine spezifischen Daten über Holzheizkraftwerke zur Verfügung. In Deutschland gibt es rund 7 Holzheizkraftwerke mit einer installierten Gesamtleistung von ca. 16'000 kW_{el}. In der Schweiz wird ein Holzheizkraftwerk mit einer Leistung von 37'000 kW_{el} in Basel betrieben und eine Erweiterung ist in Planung. Hinzu kommen in jedem Land zahlreiche kleine Holzfeuerungsanlagen.

2. **Anaerobe Vergärung** wird eingesetzt in **Biogasanlagen** zur Erzeugung von Biogas aus Bio- und Grünabfällen, anderen Reststoffen und Energiepflanzen oder in **Klärgasanlagen** zur Erzeugung von Biogas haupt-

sächlich aus Klärschlämmen der Abwasserreinigung. Das erzeugte Biogas wird in erster Linie in Strom und Wärme umgewandelt, kann aber auch zu Biomethan aufbereitet und ins Gasnetz eingespeist werden. Die Stromerzeugung überwiegt jedoch wegen der starken Förderung mittels Einspeisevergütungen. Frankreich verfügt über fünf Biogasanlagen in Littenheim, Ribeauvillé, Laure, Friesenheim und Obernai. In Deutschland gibt es ca. 74 Biogasanlagen. In der Schweiz verarbeiten 14 Biogasanlagen verschiedene organische Reststoffe aus Haushalten, Industrie und Landwirtschaft. Die Anzahl und Leistung der Biogasanlagen in der ORR wird in Tabelle 2 dargestellt.

Tabelle 2: Energieerzeugung in Biogasanlagen in Frankreich¹⁷, Deutschland¹⁸ und der Schweiz¹⁹

	Frankreich	Deutschland (BW)	Schweiz
Anzahl der 2013 erfassten Anlagen	5	74	14
Installierte elektrische Leistung (kW _{el})	2'625	100'837	3'600
Durchschnittliche installierte Leistung (kW _{el} /Anlage)	525	1'363	257
Installierte Leistung pro Einwohner (kW _{el} /Kopf)	1	37	2,58
Geschätzte Bioenergieerzeugung pro Jahr (6'000 Std./Jahr, Stromerzeugung 1/3 der Gesamterzeugung) (kWh _(el+th) /Jahr)	47'250'000	1'815'066'000	64'800'000
Geschätzte Bioenergieerzeugung (kWh _(el+th) /Kopf/Jahr)	25	660	46

Anzahl und Leistung der Klärgasanlagen in der ORR wird in Tabelle 3 dargestellt. Ein Großteil dieser Anlagen produziert Strom und Wärme für den Eigenverbrauch.

Tabelle 3: Installierte Leistung von Biogasanlagen mit Klärschlammverarbeitung in Frankreich¹⁷, Deutschland²⁰ und der Schweiz¹⁹

	Frankreich	Deutschland (BW)	Schweiz
Anzahl der 2013 erfassten Anlagen	16	45	16
Installierte elektrische Leistung (kW _{el})	Keine Daten	4'365	2'300
Durchschnittliche installierte Leistung (kW _{el} /Anlage)	Keine Daten	97	144
Installierte Leistung pro Einwohner (kW _{el} /Kopf)	Keine Daten	1,59	1,65
Geschätzte Bioenergieerzeugung pro Jahr (6'000 Std./Jahr, Stromerzeugung 1/3 der Gesamterzeugung) (kWh _(el+th) /Jahr)	Keine Daten	78'576'000	41'400'000
Geschätzte Bioenergieerzeugung (kWh _(el+th) /Kopf/Jahr)	Keine Daten	29	30

3. Bei der **Energiegewinnung aus Abfällen** wird Wärme und Strom durch Abfallverbrennung erzeugt. In Frankreich, Deutschland und der Schweiz werden 50% des Stroms aus **Abfallverbrennungsanlagen** aufgrund des im Siedlungsabfall enthaltenen Anteils organischer Abfälle als erneuerbar deklariert. Frankreich verfügt über vier Abfallverbrennungsanlagen, die in Colmar, Straßburg, Sausheim und Schweighouse liegen. In Deutschland steht eine Abfallverbrennungsanlage in Eschbach

(Breisgau). Große Mengen des Haushaltsabfalls aus der deutschen ORR werden in der Abfallverbrennungsanlage in Basel und außerhalb der ORR beispielsweise in Mannheim verbrannt. Der Schweizer Teil der ORR zählt fünf Abfallverbrennungsanlagen, wobei die größte in der Stadt Basel, eine in Solothurn und drei weitere im Kanton Aargau liegen. Die Anzahl der Abfallverbrennungsanlagen und deren Energieerzeugung wird in Tabelle 4 dargestellt.

Tabelle 4: Anzahl und Energieerzeugung von Abfallverbrennungsanlagen in Frankreich²¹, Deutschland²² und der Schweiz²³. Die Zahlen stellen 50% der Gesamtenergieproduktion dar, welche als erneuerbar deklariert werden.

	Frankreich		Deutschland (BW)		Schweiz	
Anzahl der Anlagen	4		1		5	
	Wärme	Strom	Wärme	Strom	Wärme	Strom
Erzeugung erneuerbar (MWh/Jahr)	237'000	75'500	80'000	60'000	619'500	171'500
Erzeugung pro Kopf (kWh/Kopf/Jahr)	168	41	29	22	444	123

- Die wichtigsten Biomasse-Energiekonversionspfade in der ORR sind Holzverbrennung, anaerobe Vergärung und Abfallverbrennung.
- In der Region finden diese Technologien seit langem eine breite Anwendung und haben zum Aufbau einer hohen Fachkompetenz geführt.

2.5 Akteure im Bereich Bioenergie

In der ORR wirken im Bereich der Bioenergie zahlreiche Akteure in oftmals mehreren Rollen mit. Einige Akteure aus unterschiedlichen Tätigkeitsfeldern wurden im Rahmen des Projekts interviewt: Planungs- und Bauunternehmen von Bioenergieanlagen, Eigentümer und Betreiber von Bioenergieanlagen, Biomasselieferanten, Technologieanbieter, regionale Ämter sowie Verbände.

Auf Landesebene unterhalten die verschiedenen Akteure häufig Geschäftsbeziehungen (z. B. Verträge) oder sind durch formelle oder informelle Netzwerke verbunden. Wichtige Verträge bestehen zwischen Biomasseanbietern und den Betreibern von Bioenergieanlagen. Die Akteure sind in mehreren Verbänden organisiert, die den Informations- und Wissensaustausch fördern. Insgesamt sind alle Akteure von nationalen und regionalen Institutionen

und rechtlichen Rahmenbedingungen abhängig, welche die Entwicklung von Bioenergieprojekten stark beeinflussen. Basierend auf nationalen und regionalen Rechtsvorschriften gehören finanzielle Förderprogramme, wie Vergütungssysteme für Stromeinspeisung, andere Subventionen und technische Regelungen zu den wichtigsten Einflussfaktoren. Verhältnismäßig wenige Akteure sind in mehr als einem Land der Oberrheinregion tätig. Hierbei handelt es sich im Wesentlichen um Planungs- und Bauunternehmen sowie Technologieanbieter. Letztere sind meist außerhalb der ORR angesiedelt. Regionale Institutionen und Verbände im Bereich Biomasse und Bioenergie verfügen über eher informelle Kontakte zum Informations- und Wissensaustausch.

17 Quelle: <http://www.energivie.info/sites/default/files/documents/rapport-final-biogaz.pdf>
 18 Quelle: <https://www.landwirtschaft-bw.info/pb/MLR.Landwirtschaft,Lde/Startseite/Erneuerbare+Energien/Biogaz>
 19 Quelle: Bundesamt für Energie: Liste aller KEV Bezüger 2013
 20 Quelle: http://www.statistik.baden-wuerttemberg.de/UmweltVerkehr/Landesdaten/EN_Klaergas_KR_0000.asp

21 Quelle: Le Schéma régional Climat Air Énergie pour l'Alsace (SRCAE) 2012
 22 Quelle: <http://www.itas.kit.edu/pub/v/2010/rich10a.pdf>
 23 Quelle: Individual websites of waste incineration plants in Schweiz.

3 | Perspektiven für Biomasse als Energieträger in der ORR



Im Rahmen des Projekts wurden Szenarien entwickelt und analysiert, die unterschiedliche Entwicklungen der künftigen Biomasseproduktion und –nutzung in der ORR bis 2030 darstellen. Die entwickelten Szenarien werden in Abschnitt 3.1 präsentiert. Die Szenarioanalyse wird in Abschnitt 3.2. erläutert. Ziel dieser Untersuchung war

es, die verschiedenen Möglichkeiten zu skizzieren, die sich regionalen Akteuren im Hinblick auf die nachhaltige Biomassenutzung für die Bioenergieproduktion bieten. Abschließend werden diese Szenarien hinsichtlich der Nachhaltigkeitsauswirkungen in Abschnitt 3.3. diskutiert.

3.1 Beschreibung der Szenarien

Die Szenarien basieren auf verschiedenen zukünftigen Ausprägungen nationaler und europäischer Rahmenbedingungen, die sich auf die künftige Biomasseerzeugung und –nutzung zur Energieerzeugung in der ORR auswirken. Zur Ausgestaltung der Szenarien wurden die „Treiber“ Energie-, Agrar-, Naturschutzpolitik und Bioenergie-technologien genutzt. Jedes Szenario beschreibt eine in der französischen, deutschen und schweizerischen Teilregion gleichgerichtete Entwicklung unter Berücksichtigung nationaler Differenzen. Rahmenbedingungen wie Landnutzungsänderungen durch Urbanisierung und Ent-

wicklungen der landwirtschaftlichen Erträge sind Fortschreibungen vergangener Trends und für alle Szenarien gleich. Für die Szenarioanalyse wird ein Modell der landwirtschaftlichen Landnutzung und Biomasseproduktion ohne ökonomische Modellierung angewendet.

Drei Szenarien wurden entwickelt und analysiert: Szenario 1 Business as usual (BAU), Szenario 2 Maximum Exploitation (MaxEx) und Szenario 3 Conservation and Recreation (ConsRec). Wesentliche Elemente der Szenarien werden in den folgenden drei Abschnitten vorgestellt²⁴.

Szenario 1 Business as usual (BAU)

Im BAU Szenario bleiben die aktuellen politischen und wirtschaftlichen Bedingungen, die sich auf die Produktion und Nutzung von Biomasse in der Oberrheinregion auswirken, bis 2030 unverändert. Ferner wird angenommen, dass bis 2030 keine neuen Bioenergie-technologien wirtschaftlich konkurrenzfähig werden, so dass die ener-

getische Nutzung von Biomasse auf die bereits bewährten und angewandten Technologien beschränkt bleibt (Abbildung 6). Aufgrund jüngster Änderungen in den nationalen Regelungen hinsichtlich erneuerbarer Energie basiert dieses Szenario nicht auf einer Extrapolation vergangener Entwicklungen.



Abbildung 6: Relevante Konversionspfade für Bioenergieanlagen im BAU Szenario

Für die Biokraftpolitik der EU wird angenommen, dass die Nutzung von Biokraftstoffen aus Nahrungspflanzen auf 7% beschränkt wird, entsprechend des in Kürze erwarteten Kompromisses zwischen Europäischem Parlament und Europäischem Rat.

Die Vorgaben, welche auf der neuen „Greening“ Architektur der GAP beruhen (ökologische Vorrangflächen, Diversifizierung des Anbaus, Erhaltung von Dauergrünland), werden die Bereitstellung energetisch nutzbarer landwirtschaftlicher Biomasse beeinflussen. Für die Schweiz wird von einer Beibehaltung der aktuellen Agrarpolitik ausgegangen. In allen drei Ländern erfolgt die Umstellung auf ökologischen Landbau entsprechend früherer Trends.

Die Ausgestaltung der Agrarpolitik im Hinblick auf Deutschland und Frankreich basiert auf der aktuellen Reform der Gemeinsamen Agrarpolitik (GAP 2014–2020).

²⁴ Die Szenarioannahmen und Spezifikationen des Modells für Landnutzung und Biomasseproduktion sind im wissenschaftlichen Bericht des Projekts dokumentiert.

Szenario 2 Maximum Exploitation (MaxEx)

Im MaxEx Szenario wird davon ausgegangen, dass die allgemeinen politischen und wirtschaftlichen Bedingungen eine Ausdehnung der energetischen Biomassenutzung bis 2030 begünstigen werden. Es wird angenommen, dass sich die Bedingungen auf eine Weise ändern, die eine weitreichende Nutzung des regionalen Biomassepotenzials ermöglicht. Im Hinblick auf erneuerbaren Strom wird erkannt, dass zur Erreichung der Klima-

schutzziele die Bioenergienutzung erheblich erhöht werden muss. Da Bioenergie grundlastfähig ist, kann sie zum Ausgleich anderer schwankender erneuerbarer Energien eingesetzt werden. Neben bereits genutzten Biomassekategorien und angewandten Konversionspfaden, werden neue Pfade und ungenutzte Biomassekategorien in der Bioenergieproduktion eingesetzt (Abbildung 7).

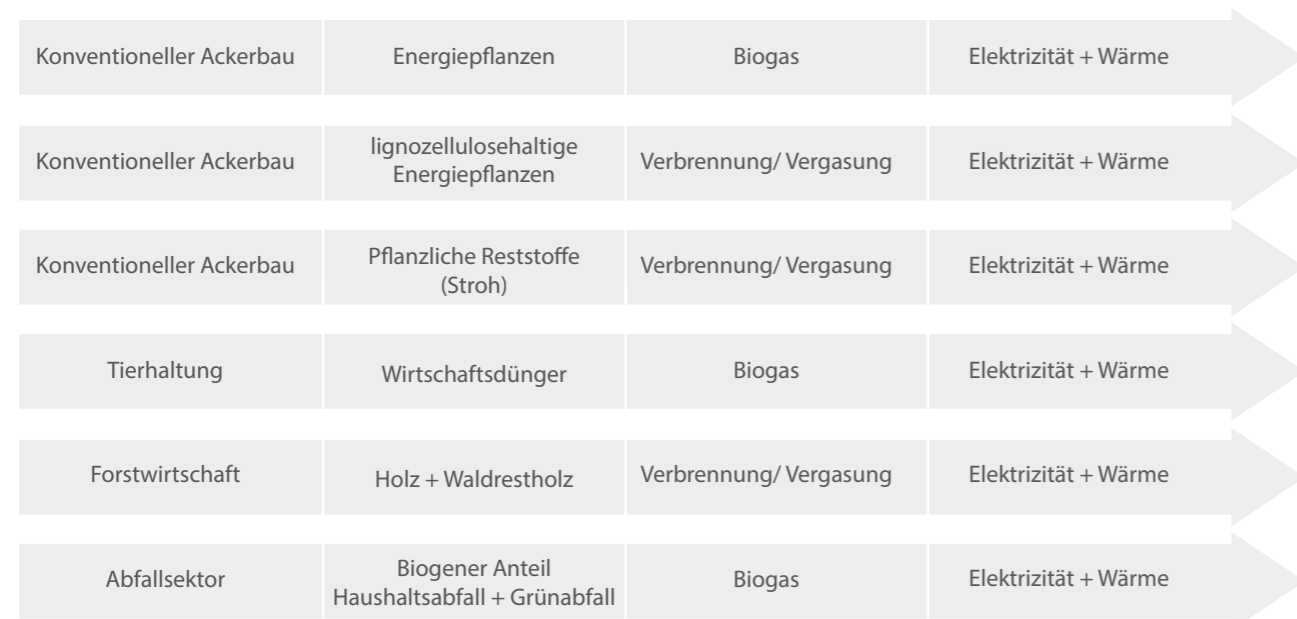


Abbildung 7: Relevante Konversionspfade für neue Bioenergieanlagen im MaxEx Szenario

Es wird davon ausgegangen, dass das ursprüngliche europäische Biokraftstoffziel (10 % des Kraftstoffverbrauchs in 2020) der Erneuerbare Energien Richtlinie 2009/28/EC beibehalten und bis 2030 verlängert wird. Dies wird zu einem erhöhten Biokraftstoffverbrauch innerhalb der EU führen und erfordert folglich mehr Biomasse für die Produktion von Biokraftstoff. Ferner wird angenommen, dass in der EU aufgrund von Importen und der Einführung von Biokraftstoffen der 2. Generation²⁵ keine zusätzliche Landwirtschaftsfläche für Energiepflanzen erforderlich ist, um das 10 % Ziel 2030 zu erreichen.

Die Bedingungen im Hinblick auf Agrar- und Umweltpolitik sowie Naturschutz entsprechen im Wesentlichen denen des BAU Szenarios. Da der Fokus jedoch auf der erhöhten Bioenergieproduktion liegt, werden „Greening“ Anforderungen der Gemeinsamen Agrarpolitik (GAP) der EU zurückgenommen. Schließlich werden in diesem Szenario angesichts anderer, wirtschaftlich attraktiverer Landnutzungen keine weiteren Flächen auf ökologischen Landbau umgestellt.

Szenario 3 Conservation and Recreation (ConsRec)

Dieses Szenario stellt eine Entwicklung dar, bei der ökologische Anforderungen an Bedeutung gewinnen. Naturschutz und Landschaftserhaltung spielen eine größere Rolle, was sich in den Annahmen zur Agrarpolitik niederschlägt und die landwirtschaftliche Flächennutzung beeinflusst. Die ökologische Ausrichtung des Szenarios wirkt sich sowohl auf die Bioenergiepolitik als auch auf

grundsätzliche Bedingungen der Biomassenutzung aus. Es wird unterstellt, dass die Biomassenutzung auf ressourcenschonende Weise erfolgen muss. Dies führt dazu, dass lediglich Teile der vorhandenen Biomasse genutzt werden. Die energetische Nutzung von Biomasse wird auf Reststoffe und Abfälle beschränkt (Abbildung 8).

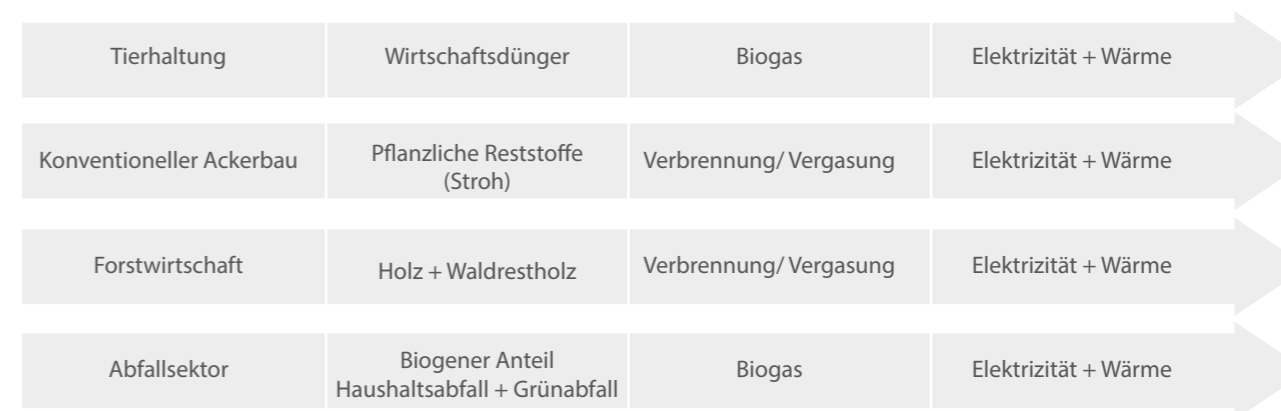


Abbildung 8: Relevante Konversionspfade für neue Bioenergieanlagen im ConsRec Szenario

Der Fokus auf ökologische Aspekte wirkt sich auch auf die künftige Gestaltung der europäischen Agrarpolitik aus. Es wird davon ausgegangen, dass „Greening“ Anforderungen nach 2020 intensiviert werden: Ökologische Vorrangflächen werden auf 10% des Ackerlandes ausgedehnt. Anforderungen hinsichtlich der Anbaudiversifi-

zierung werden verschärft. Umbruch von Grünland wird verboten. Die Förderung des ökologischen Landbaus unter der zweiten Säule der GAP wird erheblich ausgebaut, was zu höheren Umstellungsraten auf biologische Landwirtschaft führen wird. Eine ähnliche Entwicklung wird für die Schweiz angenommen.

3.2 Szenarienergebnisse

Künftige landwirtschaftliche Flächennutzung und Biomasseproduktion

Je nach Ausrichtung der künftigen Agrarpolitik kommt es bis 2030 zu Änderungen in den landwirtschaftlichen Flächenkategorien wie in Abbildung 9 dargestellt. In den BAU und ConsRec Szenarien wird die konventionell genutzte landwirtschaftliche Nutzfläche (LN) aufgrund der Umstellung auf biologische Landwirtschaft und den Anforderungen ökologischer Vorrangflächen reduziert. Die potentielle Rohstoffproduktion für Bioenergie gestaltet sich in der konventionellen und ökologischen Landwirtschaft äußerst unterschiedlich. Im ökologischen Landbau ist der Anbau von Energiepflanzen aufgrund

der hohen Preise für ökologische Nahrungsmittel im Allgemeinen nicht wirtschaftlich. Im Hinblick auf landwirtschaftliche Reststoffe und Abfälle ist in der biologischen Landwirtschaft angesichts der Bestrebung, Nährstoffe wiederzuverwerten und die Bodenqualität zu verbessern, die Nutzung von Reststoffen aus dem Ackerbau (z. B. Stroh) für die Energieerzeugung ausgeschlossen. Nichtsdestotrotz passt die Biogaserzeugung zu biologischen Anbausystemen, soweit auf landwirtschaftliche Wirtschaftsdünger (Gülle, Mist), Klee gras und Grassilage zurückgegriffen wird.

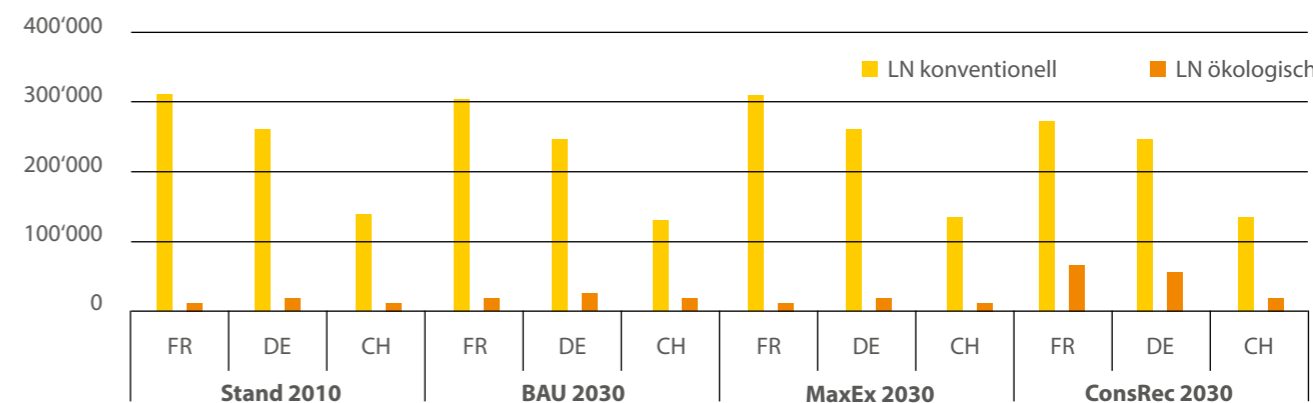


Abbildung 9: Entwicklung landwirtschaftlicher Nutzfläche (in ha)

²⁵ Biokraftstoffe der 1. Generation werden aus Nahrungspflanzen (Getreide, zuckerhaltige Pflanzen, Ölfrüchte) erzeugt, Biokraftstoffe der 2. Generation werden aus Nichtnahrungsmittelpflanzen, lignozellulosehaltigen Pflanzen und organischen Reststoffen und Abfällen produziert.

Im MaxEx Szenario erhöht sich die konventionell bewirtschaftete Ackerfläche aufgrund begrenzten Dauergrünlandumbruches, keiner weiteren Umstellung auf ökologischen Landbau und dem Verzicht auf ökologische Vorrangflächen. Dies erhöht die Chancen für mehr Energiepflanzenanbau und energetische Nutzung von Ernterückständen. In den BAU und MaxEx Szenarien bleibt die „virtuelle Landnutzung“²⁶ für Biokraftstoffherzeugung im französischen und deutschen Teil der ORR unverändert. Das ConsRec Szenario beschreibt eine Situation ohne Nutzung von Biokraftstoff der 1. Generation in der EU.

Es wird davon ausgegangen, dass sich der gegenwärtige Anbau von Energiepflanzen für landwirtschaftliche Biogasanlagen in Deutschland aufgrund der 20 Jahre garantierten Einspeisetarife in allen drei Szenarien fortsetzt. Das MaxEx Szenario gestattet zusätzliche Flächen für den Anbau von Energiepflanzen im französischen und deutschen Teil der ORR für die Biogasproduktion und Verbrennung von lignozellulosehaltigen Nutzpflanzen. In der Schweiz werden keine Energiepflanzen angebaut (Abbildung 10).

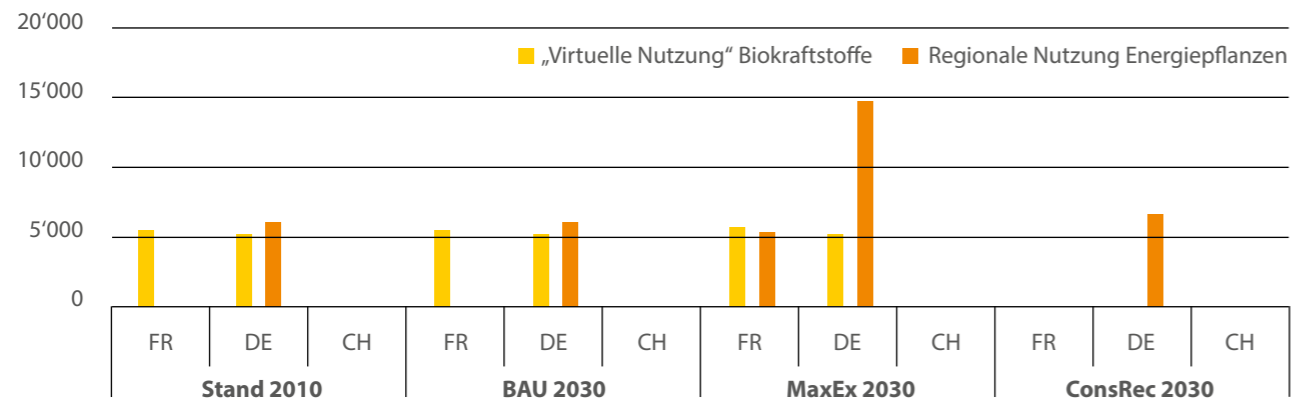


Abbildung 10: Ackerfläche mit Energiepflanzen (in ha)

Im Vergleich zur Referenzsituation 2010 ist die Produktion von Nahrungs- und Futtermitteln in allen Szenarien höher, auch im MaxEx Szenario mit zusätzlichem Energiepflanzenanbau. Aufgrund der stärkeren ökologischen Ausrichtung fällt der Produktionsanstieg im ConsRec Szenario jedoch geringfügiger aus. Biomasse aus Ackerbaureststoffen und Wirtschaftsdünger für die Bioenergieherzeugung unterscheidet sich je nach Teilregionen der ORR erheblich (Abbildung 11). Der potentielle Beitrag von Ernterückständen (Stroh) ist insgesamt niedrig und in be-

stimmten Gebieten nicht vorhanden. Ernterückstände für die Bioenergieproduktion im Elsass hängen stark von der partiellen Nutzung von Maisrückständen ab. Das höchste Biogaspotential aus Wirtschaftsdünger liegt aufgrund der hohen Viehhaltungsdichte in der Nordwestschweiz. Unter den gegenwärtigen Bedingungen (BAU Szenario) ist die Mobilisierung von Gülle für Biogas begrenzt und Ernterückstände werden nicht genutzt. Strengere ökologische Standards (ConsRec Szenario) werden die energetische Nutzung von Ernterückständen begrenzen.

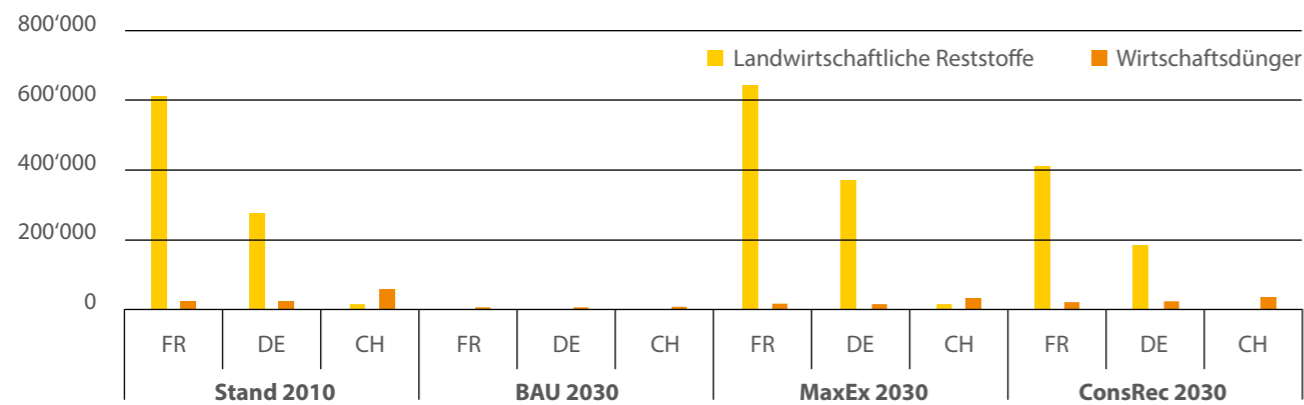


Abbildung 11: Landwirtschaftliche Biomasse für die Bioenergieproduktion aus Ernterückständen und Gülle (in t Trockenmasse)

²⁶ „Virtuelle Landnutzung“ bedeutet den rechnerischen Beitrag der ORR – im nationalen Durchschnitt – zur französischen bzw. deutschen Landnutzung für Biokraftstoffherzeugung, unabhängig vom realen regionalen Ursprung der Rohstoffe für die Biokraftstoffherstellung. Mit anderen Worten, die virtuelle Landnutzung soll den Anteil der Fläche des Raps-, Sonnenblumen-, Weizen-, Roggen-, Mais- und Zuckerrübenanbaus darstellen, der für die Biokraftstoffproduktion bestimmt ist, unabhängig vom direkten Absatz dieser Erzeugnisse in der ORR für die Biokraftstoffproduktion oder der Kompensation höherer Anteile für die Biokraftstoffproduktion in anderen Regionen.

Künftige forstwirtschaftliche Biomasse für Bioenergie

Auf Grundlage der Forstinventare wurde das Potential für das zusätzlich verfügbare Waldrestholz aus der Holzenernte abgeschätzt. Im BAU Szenario wird angesichts der gegenwärtigen Bedingungen der Bioenergieförderung bis 2030 nur ein kleiner Teil des Waldrestholzes mobilisiert (Abbildung 12). Höhere Anreize für Bioenergie (MaxEx Szenario) werden zu einem deutlichen Anstieg der Nutzung forstwirtschaftlicher Rückstände führen. Die Menge des zusätzlichen Waldrestholzes für die Bioenergieproduktion wird angesichts des bereits genutzten Energieholzes begrenzt bleiben. Strengere Kriterien

für den Verbleib von Biomasse in Wäldern und die Ausdehnung von Naturschutzgebieten (ConsRec Szenario) wird die Nutzung von Waldrestholz für die Bioenergieproduktion einschränken. Ferner limitiert die fortschreitende Waldzertifizierung (z. B. FSC²⁷ Zertifizierung des Staatswaldes in Baden-Württemberg) die Gewinnung von Waldrestholz. Insgesamt ist die Energieholzgewinnung und –nutzung in der ORR bereits hoch, so dass eine zusätzliche Nutzung begrenzt oder in einigen Gebieten angesichts ökologisch begründeter Restriktionen gänzlich unmöglich ist.

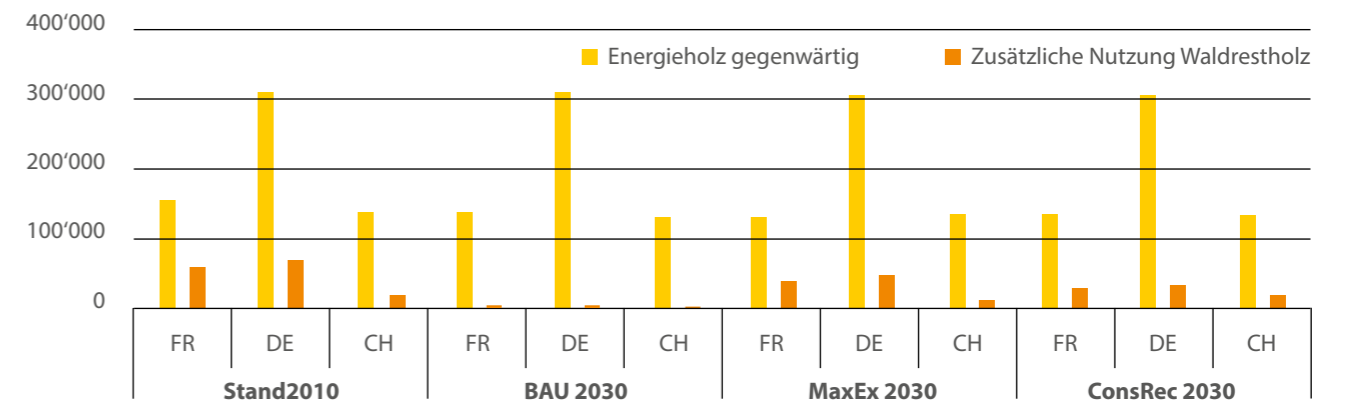


Abbildung 12: Energetisch genutzte Biomasse aus der Forstwirtschaft in t Holz pro Jahr

Künftige Entwicklungen im Abfallsektor

Eine bessere Nutzung des biogenen Anteils im Siedlungsabfall für die Bioenergieproduktion kann mittels verschiedener Pfade erreicht werden:

- Getrennte Sammlung von Bioabfall („Biotonne“) mit anschließender Vergärung (Biogaserzeugung) vor Kompostierung
- Umleitung von Bioabfall von der direkten Kompostierung zur Vergärung (Biogasproduktion) mit anschließender Kompostierung
- Umleitung eines Teils des Grünabfalls (Sammlung privater Gartenreststoffe, Reststoffe aus öffentlichen Parks, Straßenbegleitgrün usw.) von der direkten Kompostierung zur Vergärung (Biogasproduktion) mit anschließender Kompostierung
- Verbesserte Sammlung von Grünabfällen mit anschließender Vergärung (Biogasproduktion) vor Kompostierung

Unter gegenwärtigen Bedingungen (BAU Szenario) kann nur ein Teil des Bioenergiepotentials aus dem biogenen Anteil von Siedlungsabfall von der Verbrennung zur Vergärung umgeleitet werden. Gründe hierfür sind Verzögerungen bei der Schaffung und Verbesserung von Systemen der getrennten Abfallsammlung, bereits getätigte Investitionen („sunk costs“) in Kompostierungsanlagen und Müllverbrennungsanlagen, niedrige Einspeisetarife (bzw. der Ausstieg aus Einspeisetarifen in der Schweiz) und lokale Konflikte in Zusammenhang mit Abfallgebühren. Im MaxEx Szenario liegt der Fokus auf der Bioenergieproduktion aus Haushaltsabfällen, so dass die Potentiale hier mehr oder weniger ausgeschöpft werden. Aufgrund der ökologischen Ausrichtung im ConsRec Szenario ist die Nutzung von Reststoffen und Abfällen hier vorrangig, was als umweltfreundlicher betrachtet wird. Die Bioabfallmenge wird aufgrund unterschiedlicher Politiken, Lebensmittelverschwendung einzudämmen, jedoch geringfügig reduziert.

²⁷ Quelle: Forest Stewardship Council

- Unter den gegenwärtigen Bedingungen kann nur eine begrenzte Zunahme der Bioenergieerzeugung erwartet werden.
- Ökologische Anforderungen beeinflussen die für die Bioenergieproduktion verfügbare Biomasse durch veränderte Landflächennutzung und Einschränkungen der Reststoffgewinnung.
- „Virtuelle Landnutzung“ für die Biokraftstoffproduktion wirkt sich nur geringfügig auf die landwirtschaftliche Flächennutzung in der ORR aus.
- Relevante neue Anbauflächen für Energiepflanzen könnten nur erschlossen werden, falls der Umbruch von Dauergrünland erlaubt werden würde.
- Der potentielle zusätzliche Beitrag von Energiepflanzen zur Bioenergieerzeugung ist äußerst begrenzt, wenn die Nahrungs- und Futtermittelproduktion in der ORR zumindest erhalten werden soll.
- Der potentielle Beitrag landwirtschaftlicher Reststoffe (Stroh) ist insgesamt gering und in einigen Gebieten nicht vorhanden.
- Energieholzgewinnung und -nutzung sind bereits hoch, so dass eine zusätzliche Nutzung eingeschränkt und in einigen Gebieten aufgrund ökologischer Anforderungen nicht möglich ist.

3.3 Nachhaltigkeitsherausforderungen

Die Ergebnisse der Szenarien wurden einer systematischen Nachhaltigkeitsbewertung unterzogen mit dem Ziel, Vorteile und Herausforderungen, die mit den verschiedenen Biomassenutzungsarten für die Energieproduktion in der ORR verbunden sind, herauszuarbeiten.

Die Beurteilung basierte auf dem anerkannten Integrativen Konzept nachhaltiger Entwicklung. Auf dieser Grundlage wurde eine Auswahl spezifischer Regeln auf das OUI Biomasse Projekt angewendet, die in Tabelle 5 aufgeführt sind.

Tabelle 5: Nachhaltigkeitsregeln, die in der Beurteilung des OUI Biomasse Projekts berücksichtigt wurden

- | | |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> • Schutz der menschlichen Gesundheit • Gewährleistung der Grundversorgung • Autonome Sicherung des Lebensunterhalts anhand von Einkommen aus Eigenarbeit • Gerechter Zugang zur Nutzung natürlicher Ressourcen • Nachhaltige Nutzung erneuerbarer Ressourcen | <ul style="list-style-type: none"> • Nachhaltige Nutzung nicht erneuerbarer Ressourcen • Nachhaltige Nutzung der Umwelt als Senke für Abfälle und Emissionen • Nachhaltige Entwicklung des Sach-, Human- und Wissenskapitals • Erhaltung der kulturellen Funktion der Natur |
|--|---|

Diese neun Regeln wurden auf die Entwicklungen in den Szenarien angelegt, um die Auswirkungsrichtung im Hinblick auf die Nachhaltigkeit zu bewerten. Im Folgenden werden ausgewählte Ergebnisse vorgestellt.

Nachhaltige Nutzung nicht erneuerbarer Ressourcen, gerechter Zugang zur Nutzung natürlicher Ressourcen und nachhaltige Nutzung der Umwelt als Senke für Abfälle und Emissionen: Die Ergebnisse der Bewertung zeigen, dass alle Szenarien das Potential besitzen, den Verbrauch von fossiler und Atomenergie sowie Treibhausgasemissionen teilweise zu senken. Dies hat verschiedene Gründe: 1) die zusätzliche Nutzung von Holzpotentialen in allen drei Szenarien, 2) den zusätzlichen Anbau von Energiepflanzen in Frankreich und Deutschland (MaxEx Szenario), 3) die Nutzung des

Energiepotentials aus Reststoffen und Abfällen aus Landwirtschaft und Haushalten, einschließlich Klärschlamm. Im MaxEx Szenario wird der positive Effekt aufgrund der durch den Umbruch von Dauergrünland entstehenden Treibhausgasemissionen reduziert. Zusätzlich wird die Ausbreitung umweltfreundlicher landwirtschaftlicher Produktion, beispielsweise durch ökologischen Landbau, beschränkt. Das ConsRec Szenario ist hinsichtlich dieser drei Nachhaltigkeitsregeln am ausgeglichensten.

Schutz der menschlichen Gesundheit: Die Verbrennung von Holz in kleinen Heizungsanlagen ohne Filter verursacht Partikel- und Stickstoffdioxidemissionen. Der Anteil zusätzlich genutzten Holzes ist in den meisten Regionen in allen drei Szenarien verhältnismäßig niedrig. Jedoch könnten zusätzliche Emissionen aus der Holzver-

brennung in kleinen Heizungsanlagen ohne Filter gesundheitliche Probleme in einigen lokalen Situationen und insbesondere im MaxEx und RecCons Szenario verschärfen. Dies geschieht mit grösster Wahrscheinlichkeit im Winter in den schmalen Tälern des Schwarzwaldes und der Vogesen.

Nachhaltige Nutzung erneuerbarer Ressourcen: Insbesondere im MaxEx Szenario können Probleme mit der Bodenqualität, Biodiversität und Landschaft auftreten. Zu den Gründen hierfür gehören die Ausdehnung des Energiepflanzenanbaus und der Umbruch von Dauergrünland. Besonders wichtig ist in diesem Zusammenhang, dass ein Teil des Dauergrünlands, welches für den Maisanbau genutzt werden würde, eine relativ hohe Bodenqualität hat und große Bedeutung für die Biodiversität und Landschaft darstellt. Dies könnte zu einer Degradation von Bodenqualität und Landschaft führen. Nachhaltige Nutzung von Ernterückständen zu Energiezwecken erfordert eine genaue Betrachtung des Humusgehalts des Bodens um die Fruchtbarkeit und Biodiversität zu erhalten. Diese Aspekte haben einen großen Einfluss auf die Speicherung von Kohlenstoff in landwirtschaftlichen Böden und somit auf die Verringerung der Treibhausgasemissionen.

Erhaltung der kulturellen Funktion der Natur: Wälder, Dauergrünland und Ackerflächen sind ein wichtiger Teil historisch gewachsener Landschaften. Diese Umgebung ist zum einen für große Teile der lokalen Bevölkerung Grundlage ihres Heimatgefühls. Zum anderen stellt die Schönheit der Landschaft einen wichtigen Faktor für Touristen dar, die beispielsweise den Schwarzwald mit weiten Wäldern und malerischen Tälern und Weiden verbinden. Der Umbruch eines Teils dieses Dauergrünlandes wie im MaxEx Szenario könnte sich negativ auf diese Nachhaltigkeitsregel auswirken.

Autonome Sicherung des Lebensunterhalts anhand von Einkommen aus Eigenarbeit: Die Szenarien zeigen verschiedene Auswirkungen hinsichtlich der regionalen wirtschaftlichen Entwicklungspotentiale. Insbesondere die intensivere Nutzung biogener Haushaltsabfälle, die Nutzung von Wirtschaftsdünger (Gülle, Mist) und Grasüberschüssen von Dauergrünland, aber auch die Dauerkultur von Niederwald mit Kurzumtrieb im Rheintal können wirtschaftliche Vorteile und Arbeitsplätze stabilisieren bzw. neu schaffen. Die höchste positive Wirkung wird hierbei im MaxEx Szenario erreicht.

Nachhaltige Entwicklung von Sach-, Human- und Wissenskapital: Zusätzliches Wissen im Bereich Biomassenutzung für Energiezwecke und die entsprechenden Kompetenzen werden aufgrund der höchsten Implementierungsquote von erneuerbaren Energieträgern für die Energieproduktion am besten im MaxEx Szenario entwickelt.

Zusammenfassend zeigt die Nachhaltigkeitsbewertung, dass kein einzelnes Szenario nachhaltiger als die anderen ist. Jedes Szenario weist spezifische Vorteile und Nachteile hinsichtlich der Nachhaltigkeit auf. Hinzu kommt, dass diese Ergebnisse in den Teilregionen partiell unterschiedlich ausfallen. Hier sind lokal ausgerichtete Detailanalysen oder projektspezifische Analysen der Nachhaltigkeit erforderlich.



4 | Handlungsoptionen für eine nachhaltige, energetische Biomassenutzung



4 | Handlungsoptionen für eine nachhaltige, energetische Biomassenutzung

Basierend auf der dargestellten Ist-Situation und den Szenarien wurden im Projekt fünf Handlungsbereiche und 15 Handlungsoptionen für eine nachhaltige, energetische Biomassenutzung ermittelt. Dabei stellt der erste

Handlungsbereich, „Sicherstellung einer nachhaltigen Energieproduktion“ mit der entsprechenden Handlungsoption gleichzeitig eine Prämisse dar, welche für alle nachfolgenden Handlungsoptionen gilt.

- A Sicherstellung einer nachhaltigen Bioenergieproduktion
- B Verbesserte Effizienz existierender Bioenergiekonversionspfade und Bioenergienutzungen
- C Eingeschränkte Mobilisierung zusätzlicher Biomasse für die Bioenergiegewinnung
- D Stärkung regionaler Innovation
- E Verbesserung der Datenbasis bezüglich der Bioenergieproduktion in der ORR als Entscheidungsgrundlage

A Sicherstellung nachhaltiger Bioenergieproduktion

1. Einbezug von Nachhaltigkeitsbewertungen in die Planung

Verschiedene Pfade der energetischen Biomasseproduktion und -nutzung werden zunehmend im Hinblick auf deren Auswirkungen auf die Nachhaltigkeit diskutiert. Dabei haben sich einander widersprechende Positionen entwickelt, z. B. zum Thema Biokraftstoffe. Eine Akzeptanz der Bioenergieerzeugung bei betroffenen Stakeholdern und Bürgern kann deshalb nicht allgemein vorausgesetzt werden. Die Einbindung dieser Interessengruppen in die Formulierung regionaler Energiestrategien könnte einen hilfreichen Ansatz darstellen. Um der Debatte zu mehr Transparenz zu verhelfen, sollten während der Weiterentwicklung regionaler Strategien und konkreter Projekte Nachhaltigkeitsbewertungen durchgeführt werden. Auf diese Weise müssen verschiedene Kriterien und Dimensionen der Nachhaltigkeit integrativ berücksichtigt werden. Aspekte sind dabei übergeordnete, wie die langfristige Erhaltung der Bodenfruchtbarkeit in der Region oder projektspezifische, wie Biomassetransportwege. Diese sollen bereits bei Planung und Betrieb von Bioenergieanlagen minimiert werden, um die damit verbundenen Emissionen und andere negative Auswirkungen wie Lärm zu reduzieren, damit ökologische Vorteile als ein Schlüsselargument für die Nutzung regionaler Biomasse als Energieträger erhalten bleiben.

Verantwortliche Akteure: Anlagenbetreiber, Biomasselieferanten, Energielieferanten, Projektentwickler, regionalpolitische Entscheidungsträger, regionale Verwaltung, Zivilgesellschaftsorganisationen

B Verbesserte Effizienz existierender Bioenergiekonversionspfade und Bioenergienutzungen

2. Verbesserung der Effizienz bestehender Bioenergiekonversionspfade

Die energetische Nutzung von Biomasse beansprucht bereits einen hohen Anteil bestehender Potentiale, insbesondere im Holzsektor. Deshalb sollte ein Schwerpunkt auf die Effizienzverbesserung bestehender Bioenergieproduktion gesetzt werden, um mehr nutzbare Energie aus beschränkt verfügbaren regionalen Biomasseressourcen zu erzeugen. Mit gezielten Anreizmaßnahmen könnten Aufrüstungs- und Erneuerungsinvestitionen für eine erhöhte Effizienz unterstützt werden, wenn die Nachhaltigkeit sichergestellt ist. Zusätzlich sollten auch alternative Nutzungskonzepte, wie Holz und Biogas gezielt für industrielle Hochtemperaturprozesse einzusetzen, zur Verbesserung der Nachhaltigkeit geprüft werden.

Verantwortliche Akteure: Anlagenbetreiber, Projektentwickler, regionalpolitische Entscheidungsträger

3. Verbesserung der Wärmenutzung in Bioenergieanlagen

Bioenergieanlagen und insbesondere Biogasanlagen nutzen häufig unzureichend die aus der Kraft-Wärme-Kopplung produzierte Wärme. Deshalb sollten Optionen für die optimale Wärmenutzung oder alternativ die Aufbereitung des erzeugten Biogases zu Biomethan und Einspeisung in ein Gasnetz untersucht werden. Vorteile von Biomethan sind die von der Biogaserzeugung getrennte Wärmenutzung und der mögliche Einsatz als Treibstoff. Die Förderung der Biomethanherzeugung sollte stärker in die Förderung der Strom- und Wärmeherzeugung integriert werden.

Verantwortliche Akteure: Anlagenbetreiber, Technologieanbieter, Energielieferanten, Netzbetreiber

4. Aufrüstung von kleinen Holzfeuerungen mit modernen Technologien für den Brennvorgang oder Ersatz durch Fernwärmenetze

Negative Auswirkungen der vermehrten energetischen Nutzung von Holz in Kleinfeuerungsanlagen könnten durch Optimierung mittels moderner Technologie für den Brennvorgang oder einer Rauchgasfilterung reduziert werden. Eine andere Möglichkeit wäre der Bau/Ausbau lokaler Fernwärmenetze mit zentraler, optimierter Wärmeproduktion in dichten Siedlungsgebieten. In diesem Fall könnte zusätzlich die Effizienz der Biomassenutzung verbessert werden. Diese Lösung ist jedoch nur für Siedlungen mit einem gewissen Wärmebedarf von Privathaushalten und Gewerbe anwendbar.

Verantwortliche Akteure: Anlagenbetreiber, Technologieanbieter, regionalpolitische Entscheidungsträger

5. Kontrollierte Nutzung von Altholz

Die Datenbasis für Altholz war für dieses Projekt gering und sollte verbessert werden. Es kann davon ausgegangen werden, dass das langfristige Potential in der gleichen Größenordnung liegt wie die stoffliche Holznutzung in der Region und deshalb optimal genutzt werden sollte, d. h. unter Vermeidung unsachgemäßer Verbrennung und langer Transportdistanzen sowie Maximierung der Energienutzung.

Verantwortliche Akteure: Entsorgungsbetriebe, Abfallverbrennungsanlagen

6. Umleitung des feuchten, biogenen Anteils von Haushaltsabfällen von der Verbrennung oder direkten Kompostierung hin zu Vergärung vor Kompostierung

Zusätzlich zu den etablierten Konversionspfaden der Abfallverbrennung und Kompostierung sind gewerbliche Biogasanlagen an den gleichen Biomassequellen interessiert. Aus dem Blickwinkel der Kaskadennutzung oder Mehrfachverwertung könnte langfristig eine gezielte Trennung von biogenem Abfall und Vergärung vor Kompostierung eine bessere Alternative darstellen. Verunreinigungen von Biomasseströmen könnten jedoch Nachbehandlungen wie beim Klärschlamm (Monoverbrennung und Nährstoffrückgewinnung) erfordern. Bei erfolgreicher technologischer Entwicklung könnten in Zukunft für diese Biomassefraktion auch andere Verwertungstechnologien in Frage kommen wie beispielsweise die hydrothermale Karbonisierung.

Verantwortliche Akteure: Lokalpolitische Entscheidungsträger und Verwaltungen, Betreiber von Abfallverbrennungs-, Kompostierungs- und Biogasanlagen

C Eingeschränkte Mobilisierung zusätzlicher Biomasse für die Bioenergiegewinnung

7. Bessere Nutzung der technischen Potentiale landwirtschaftlicher Reststoffe sowie Gülle und Mist für die Biogasproduktion

Obgleich technische Potentiale für die energetische Nutzung landwirtschaftlicher Reststoffe und Gülle existieren, erfordern die regionale Verteilung und durchschnittliche Größe der landwirtschaftlichen Betriebe neue Biogaskonzepte, die auch unter diesen Umständen kosteneffizient sind. Neben der notwendigen Innovation kleiner wirtschaftlicher Biogasanlagen muss auch die Bereitschaft der Landwirte in die Biogasproduktion einzusteigen berücksichtigt werden, sowie gezielte regionale Anreize und Unterstützung in Erwägung gezogen werden.

Verantwortliche Akteure: Technologieanbieter, Betreiber von Biogasanlagen, Landwirte

8. Eingeschränkte erhöhte energetische Nutzung von Waldrestholz unter Beachtung ökologischer Grenzen

Unter der Prämisse der Priorität stofflicher Nutzung ist eine Ausweitung der Energieholznutzung nicht erstrebenswert. Bei der Ernte von Stamm- und Industrieholz anfallendes Waldrestholz wird teilweise bereits für die Energieerzeugung genutzt. Das regionale Potential des nicht genutzten Waldrestholzes ist schwierig einzuschätzen. Begrenzte Potentiale sind jedoch abhängig von lokalen Gegebenheiten beispielsweise in Bezug auf Nährstoffrückführung und Umweltschutz verfügbar. Ferner müssen diesbezügliche Auflagen der Forstzertifizierung berücksichtigt werden.

Verantwortliche Akteure: Forstbehörden, private Waldbesitzer, Biomasselieferanten, Anlagenbetreiber

9. Vermehrte Steuerung und Koordination des verschärften Wettbewerbs zwischen verschiedenen Biomassekonversionspfaden

Die meisten Biomassequellen können verschiedenen Nutzungen und Bioenergiekonversionspfaden zugeführt werden. Für viele landwirtschaftliche Kulturpflanzen und forstwirtschaftliches Holz existiert bereits ein starker Wettbewerb. Auch organische Reststoffe aus der Landwirtschaft, organische Abfälle aus der Industrie und der organische Anteil des Haushaltsabfalls unterliegen einem verstärkten Wettbewerb. Diese Konkurrenz sollte für eine erfolgreiche Projektplanung berücksichtigt werden. Eine lokale Bewertung der wirtschaftlichen, ökologischen und gesellschaftlichen Aspekte der verschiedenen Optionen der Bioenergiekonversion und deren

Kombinationen sollten für die Optimierung der energetischen Biomassenutzung berücksichtigt werden. Dies erfordert ein intensiveres Engagement der betroffenen Stakeholder und einen offenen Dialog. Netzwerke und langfristige Versorgungsverträge für eine stabile lokale Biomasseversorgung können durch die Einbindung von Biomasselieferanten als Teilhaber in Bioenergieprojekten erreicht werden.

Verantwortliche Akteure: Lokal- und regionalpolitische Entscheidungsträger, Lokal-/Regionalverwaltung, Biomasselieferanten, Projektentwickler, Anlagenbetreiber, Zivilgesellschaftsorganisationen

10. Stark begrenzte Chancen für zusätzlichen Energiepflanzenanbau in der ORR

Künftige Beschränkungen oder die Abschaffung von Quoten für die Biokraftstoffnutzung in der EU werden sich nur geringfügig auf die Flächennutzung in der ORR auswirken. Deshalb kann nur von begrenzter Ackerfläche und Energiepflanzenproduktion für neue regionale energetische Nutzungen ausgegangen werden. Ohne bedeutende Änderungen in der EU- und/oder nationalen Politik im Hinblick auf erneuerbare Energien wird neuer Anbau von Energiepflanzen wenigen spezifischen Situationen vorbehalten bleiben (z. B. Niederwald mit Kurzumtrieb auf Grenzertragsflächen), welche jedoch genutzt werden sollten.

Verantwortliche Akteure: Landwirte, Anlagenbetreiber

D Stärkung regionaler Innovation

11. Verstärkung der Unterstützung für regionale Innovation und Pilotprojekte

Begrenzte regionale Biomassepotentiale bedürfen entsprechender innovativer Lösungen, um Anlagen mit beschränkten Biomassemengen effizient betreiben zu können. Veränderte Förderkonzepte (z. B. EEG Novellierung in Deutschland) sollten Technologieanbieter und Projektentwickler motivieren, weiter an innovativen Lösungen zu arbeiten, um die reduzierte finanzielle Unterstützung unter regionalen Bedingungen erfolgreich zu bewältigen. Hinzu kommt, dass verschiedene rechtliche Rahmenbedingungen in den drei Teilregionen grenzüberschreitende Anwendungen von Bioenergie-technologien und Anlagenkonzepten erschweren. Zielorientierte regionale Aktionen und Programme für Forschung und Innovation könnten helfen, diese Barrieren zu überwinden.

Verantwortliche Akteure: Regionalpolitische Entscheidungsträger, Forschungseinrichtungen, Technologieanbieter, Projektentwickler

12. Weiterführung und grenzüberschreitende Fortsetzung von Programmen für lokale Bioenergiekonzepte und -implementierungen

Das bundesweite Konzept der Bioenergiedörfer hat die Nutzung regionaler Biomasseressourcen für die Bioenergieproduktion in Deutschland erfolgreich gefördert. Ein Bioenergiedorf deckt einen Großteil seines Strom- und Wärmebedarfs durch lokale Produktion hauptsächlich durch die Nutzung regional bereitgestellter Biomasse. „Energistadt“ ist ein ähnliches Label, das in der Schweiz weithin für das nachhaltige Energiemanagement auf kommunaler Ebene verwendet wird und die Nutzung erneuerbarer Energie im Allgemeinen fördert. In Zusammenhang mit diesen erfolgreichen Programmen wurden zwei Stoßrichtungen identifiziert: zum einen sollten sich regionale Akteure für deren Weiterführung oder Einführung auf nationaler Ebene stark machen, zum anderen sollten lokale Initiativen dabei unterstützt werden, diese Möglichkeiten zu nutzen.

Verantwortliche Akteure: Regionalpolitische Entscheidungsträger

E Verbesserung der Datenbasis bezüglich der Bioenergieproduktion in der ORR als Entscheidungsgrundlage

13. Verbesserung der Erhebung und Verfügbarkeit von Daten über Biomasse und Bioenergie in der ORR

Gegenwärtig sind verfügbare Daten über Biomasserzeugung und -potentiale in der ORR oft nur heterogen, unvollständig oder nicht direkt vergleichbar. Häufig werden verschiedene Datenkategorien genutzt oder die Daten sind auf verschiedenen Regional- oder Produktgruppenebenen aggregiert. Diese Schwierigkeiten treten bei allen untersuchten Biomassequellen auf: Forstflächen und Holzgewinnung, landwirtschaftliche Landnutzung und -produktion, einschließlich Reststoffe und Gülle sowie biogene Abfälle. Folglich sollte die Datenerhebung, -auswertung und -zugänglichkeit in der Region verbessert werden. Dies erfordert einen verbesserten Austausch und eine Abstimmung statistischer Ansätze durch die verantwortlichen Verwaltungen.

Verantwortliche Akteure: ORR Ämter, Regionalverwaltungen, nationale und regionale Statistikämter

14. Periodische Erhebung der Bioenergieproduktionsgrundlagen und Biomasseversorgungspfade in der Region

Informationen über die gegenwärtige Bioenergieproduktion und die entsprechenden Biomasselieferketten sind unvollständig und unterscheiden sich je nach Bioenergiekonversionspfad und Teilregion. Ferner sind die Definition und die Klassierungen von Bioenergieproduktionsanlagen in allen drei Ländern verschieden. Wichtige Grunddaten für die Entwicklung von Bioenergiestrategien in der ORR und Projektplanung fehlen daher. Eine regelmäßige Berichterstattung über die Entwicklung der Bioenergieproduktion auf regionaler Ebene würde die Entscheidungsfindung in der Region verbessern. Hier sei nochmals darauf hingewiesen, dass eine Vorbedingung für eine derartige Erhebung ein gemeinsamer Ansatz bei der Datenerhebung, -auswertung und -darstellung entlang der gesamten Biomassekonversionspfade ist.

Verantwortliche Akteure: ORR Ämter, Regionalverwaltungen, nationale und regionale Statistikämter

15. Verstärkung des Informationsaustausches und der Koordination mit Hinblick auf die verschiedenen Bioenergiestrategien der Teilregionen und die Nutzung des Optimierungspotentials

Die meisten rechtlichen Rahmenbedingungen bezüglich der Biomasseproduktion und -nutzung werden auf nationaler Ebene in entsprechenden Strategien und Regelungen hinsichtlich erneuerbarer Energie geschaffen und unterscheiden sich erheblich zwischen den drei Ländern. Angesichts des regionalen Charakters von Biomasse sollte eine langfristige grenzüberschreitende Strategie für die energetische Biomassenutzung in Erwägung gezogen werden. Dies würde einen intensiveren Informationsaustausch und eine verbesserte Koordination zwischen den betroffenen Ländern voraussetzen. Gleichzeitig wäre damit die Chance verbunden, in gegenseitigen Lernprozessen von Erfolgen und Fehlschlägen zu lernen.

Verantwortliche Akteure: Nationale und regionale Verwaltungen und Entscheidungsträger, Verbände

Biomasse wird definiert als organisches Material, das direkt oder indirekt durch Photosyntheseprozesse erzeugt und nicht durch geologische Prozesse verändert wurde (wie fossile Brennstoffe z. B. Rohöl, Kohle oder Erdgas). Zu den wichtigsten Biomassetypen gehören forstwirtschaftliche Erzeugnisse, Agrarerzeugnisse im Allgemeinen oder insbesondere Energiepflanzen, landwirtschaftliche Reststoffe wie Gülle, organische Anteile von Abfällen und Schlämme, die in Kläranlagen erzeugt werden.

Energiepflanzen sind Pflanzen, die gezielt für die energetische Biomassenutzung angebaut werden. Energiepflanzen auf landwirtschaftlichen oder Grenzertragsflächen bestehen entweder aus einjährigen oder mehrjährigen Pflanzen und können in fünf verschiedene Kategorien aufgeteilt werden: 1. Ölhaltige Pflanzen wie Sonnenblumen, Raps, Soja und Ölpalme, 2. Zuckerkhaltige Pflanzen wie Zuckerrüben, 3. Stärkehaltige Pflanzen wie Mais, Weizen und Gerste, 4. Holz aus Niederwald mit Kurzumtrieb und 5. Grasartige Pflanzen wie Miscanthus.

Forstwirtschaftliche Biomasse kann aus bewirtschafteten Wäldern, Kurzumtriebsplantagen auf Forstflächen und Bäumen in Siedlungs- oder Infrastrukturfächen gewonnen werden. Die genutzten Rohstoffe können entweder Stammholz, d. h. ganze Bäume oder entastete Stämme aus der (vor-) kommerziellen Ausdünnung, umgestürzte Bäume oder andere forstwirtschaftliche Rückstände sein. Primäre forstwirtschaftliche Rückstände bestehen aus Stümpfen und Reststoffen aus der Holzgewinnung wie Äste, Zweige und Blätter. Sekundäre forstwirtschaftliche Rückstände entstehen bei der Holzverarbeitung, z. B. Sägemehl, Rinde, Holzspäne, Schwarzlauge.

Holzfeuerungsanlagen sind automatische Holzverbrennungsanlagen, die durch die Verbrennung von Pellets, Hackschnitzeln, Holzscheiten und Holzreststoffen überwiegend Wärme produzieren.

Holzheizkraftwerke erzeugen Wärme und Strom mit Hilfe von Kraft-Wärme-Kopplung.

Klärgasanlagen werden in Kläranlagen betrieben und nutzen Vergärungstechnologien zur Verarbeitung von hauptsächlich Klärschlamm zur Erzeugung von Strom und Wärme mit Hilfe von Kraft-Wärme-Kopplung, die größtenteils von den Kläranlagen zur Selbstversorgung verwendet werden.

Landwirtschaftliche Reststoffe sind Nebenprodukte der landwirtschaftlichen Produktion mit primären Rückständen aus dem Anbau und der Ernte der Pflanzen wie Stroh und anderer Pflanzenreste. Sekundäre Rückstände entstehen bei der Verarbeitung der geernteten Pflanzen in der Nahrungsmittelproduktion oder anderen Verarbeitungsanlagen. Zu den typischen Reststoffen gehören Hülsen, Kerne und Schalen. Gülle aus der Viehhaltung ist eine separate Kategorie landwirtschaftlicher Abfälle.

Organische Abfälle bestehen im Allgemeinen aus Reststoffen aus Gewerbe, Handel und Haushalten. Hierzu gehören alle biologisch abbaubaren Abfälle wie Siedlungsabfall, Bauholz und Altmöbel, Klärgas, Klärschlamm und Deponiegas.

5 | Glossar

Abkürzungen

ha	Hektar
J	Jahr
kW	Kilowatt
kW _{el}	Kilowatt elektrische Leistung
kWh	Kilowatt-Stunden (3.6 MJ oder 8.6*10 ⁻¹¹ Mtoe)
kW _{th}	Kilowatt thermische Leistung
LN	Landwirtschaftliche Nutzfläche
MW	Megawatt
ORR	Oberrheinregion
t	Tonnen
W	Watt

Abfallverbrennungsanlagen erzeugen Energie in Form von Strom und/oder Wärme aus der Verbrennung von Abfall. In Frankreich, Deutschland und der Schweiz werden 50% des in Abfallverbrennungsanlagen generierten Stroms als erneuerbar deklariert.

Bioenergie ist aus der Biomassekonversion gewonnene Energie, die direkt als Kraftstoff genutzt oder zu Flüssigkeiten oder Gasen verarbeitet werden kann.²⁸

Biogasanlagen erzeugen mittels Vergärung von Energiepflanzen, Gülle und anderen organischen Reststoffen Biogas, welches durch Kraft-Wärme-Kopplung in Strom und Wärme umgewandelt wird. In manchen Biogasanlagen wird Biogas zu Biomethan aufbereitet, welches in das Gasnetz eingespeist und auch als Kraftstoff verwendet werden kann.

Impressum

Herausgeber: Karlsruher Institut für Technologie (KIT) | Deutsch-Französisches Institut für Umweltforschung (DFIU), Institut franco-allemand de recherche sur l'environnement | Hertzstraße 16, 76187 Karlsruhe
 Gestaltung: Werbeagentur goetzing und komplizen GmbH, Ettlingen | www.goetzing-komplizen.de
 Bildnachweise: fotolia, Panthermedia
 Stand: August 2015

²⁸ Quelle: IEA: <https://www.iea.org/topics/renewables/subtopics/bioenergy/>

Die Inhalte dieses Leitfadens sind Ergebnis des INTERREG IV Oberrhein Projekts „OUI Biomasse – Innovationen für eine nachhaltige Biomassenutzung in der Oberrheinregion“ und wurden von den Mitgliedern des Konsortiums erarbeitet.

Mitglieder des Konsortiums

- Andreas Fritz und Barbara Koch, Professur für Fernerkundung und Landschaftsinformationssysteme (FeLis), Universität Freiburg
- Matthieu Bosansky, Cyril Pallares und Emmanuel Riviere, Association pour la Surveillance et l'Etude de la Pollution Atmosphérique (ASPA)
- Yaxian Hu and Nikolaus Kuhn, Departement Umweltwissenschaften (DUW), Universität Basel
- Christian Bidart, Wolf Fichtner, Magnus Fröhling, Russell McKenna, Ann-Kathrin Müller, Andreas Rudi, Frank Schultmann und Kira Schumacher, Deutsch-Französisches Institut für Umweltforschung (DFIU), Karlsruher Institut für Technologie (KIT)
- Stéphane Vuilleumier, Génétique Moléculaire, Génomique, Microbiologie (GMGM), Université de Strasbourg
- Rémi Barbier und François-Joseph Daniel, Gestion Territoriale de l'Eau et de l'Environnement (GESTE), Ecole Nationale du Génie de l'Eau et de l'Environnement de Strasbourg (ENGEES)
- Severin Bühler, Christoph Hugi und Olga Steiger, Institut für Ecopreneurship (IEC), Hochschule für Life Sciences, Fachhochschule Nordwestschweiz
- Martin Knapp, Rolf Meyer, Alexandra Pehle und Volker Stelzer, Institut für Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse (ITAS), Karlsruher Institut für Technologie (KIT)
- David Elsaesser und Ralf Schulz, Institut für Umweltwissenschaften (IfU), Universität Koblenz-Landau
- Jean-Francois Brilhac, Cornelius Schönnenbeck und Maximilien Valente, Laboratoire de Gestion des Risques et Environnement (GRE), Université de Haute Alsace
- Anne-Cécile Roger, Laboratoire des Matériaux, Surfaces et Procédés pour la Catalyse (LMSPC), Université de Strasbourg
- Joelle Duplay, Gaetana Quaranta und Gerhard Schäfer, Laboratoire d'Hydrologie et de Géochimie de Strasbourg (LHyGeS), CNRS/ Université de Strasbourg
- Rahim Aguejdad, Nadège Blond, Jean-Luc Ponche, Wissal Selmi, Aziz Serradj, Grzegorz Skupinski, Jérémy Stark und Christiane Weber, Laboratoire Image, Ville, Environnement (LIVE), CNRS/ Université de Strasbourg

Assoziierte Projektpartner

- Alsace Energivie
- Alsace VITAE
- Ecole nationale d'architecture de Strasbourg
- Fraunhofer Institut für System- und Innovationsforschung (ISI)
- Landesforsten Rheinland-Pfalz (Zentralstelle der Forstverwaltung)
- Powerfarm Holding GmbH
- Stadtwerke Karlsruhe GmbH
- TRION
- Europäische Konföderation der Oberrheinischen Universitäten (EUCOR)

Finanzierungspartner



**Wissenschaftsoffensive
sciences**



Baden-Württemberg
MINISTERIUM FÜR FINANZEN UND WIRTSCHAFT



Rheinland-Pfalz
MINISTERIUM FÜR SOZIALES,
ARBEIT, GESUNDHEIT
UND DEMOGRAPHIE



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra



Kanton
Basel
Stadt



Kanton
Basel
Landschaft