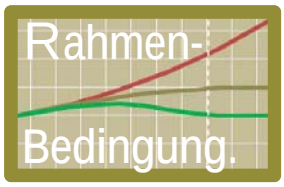
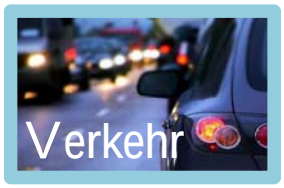
Ansatz-Hilfen zur Szenariogestaltung



Ra. Bevölkerung
Rb. Bruttoinlandsprodukt
Rc. Selbstversorgung

Ga. Beheizte Flächen
Gb. Wärmeschutz
Gc. Wärmepumpe

BAG
Planen, Bauen, Wohnen



Va. Verkehrsleistung
Vb. Modalsplit
Vc. Elektrotraktion *

BAG
Mobilität & Verkehr

Pa. Materialdurchsatz
Pb. Brennstoffanteil
Pc. Grundstoffsynthese

Bei Interesse:
Bildung einer
Ad hoc-Arbeitsgruppe

Ea. Solarenergie
Eb. Windenergie
Ec. Bioenergie

BAG
Energie

*) Fahrzeuge mit Elektroantrieb (Batterie, Oberleitung, Induktionsschleifen, Stromschienen)

5

Ea. Solarenergie

6 ## Bedeutung

7 Die Solarenergie beitet neben der Windenergie das größte Erweiterungspotenzial zur Substitution der fossilen Energien.

8 Im Jahr 2015 waren **Photovoltaik**-Anlagen mit einer Leistung von ca. **40 GW** in Betrieb, [S.2.17]
9 davon etwa 70% **Dachflächenanlagen.** Von den **solargeeigneten Dachflächen** [S.2.24]
Deutschlands (356 Tsd. ha) waren damit erst **5,5%** mit PV-Modulen belegt (19,5 Tsd. ha). [D.1.127]
Dazu kam noch ein Anteil von 0,5% an Solarkollektoren zur Wärmegewinnung (1,9 Tsd. [D.1.123]
ha). [D.1.122]

Als **Flächenbezug** für die solare Dachnutzung dient hier der in den amtlichen Statistiken [S.1.9]
einheitlich erfasste Wert für **Gebäude- und Freiflächen** (Städte, Ortschaften, sonstige besiedelte [S.1.10]
Flächen; 3.277 Tsd. ha in 2015). Bezogen auf die Gebäude- und Freiflächen liegt das **Potenzial** solargeeigneter Dachflächen bei etwas über **9%** und die heutige **Belegung bei 0,7%**.

15 Die übrigen 30% Photovoltaik entfielen auf **Freiflächenanlagen**. Neben anders kaum [S.1.13]
nutzbaren Konversionsflächen bieten Landwirtschaftsflächen prinziepiell ein sehr großes Potenzial. Bezogen auf die **Landwirtschaftsfläche** Deutschlands waren mit PV-Freiflächenanlagen erst **0,1%** belegt.

16

17 ## Zielansatz im Startszenario

18 - Die solar genutzten Dachflächen nehmen 7,0% der Gebäude- und Freiflächen und damit [S.1.10]
drei Viertel des solar geeigneten Dachflächenpotenzials ein .
19 - Mit einem Dachflächenanteil von über 99% dominiert die Stromerzeugung mit [S.2.13]
Photovoltaik, Solarthermie ist nicht von Bedeutung.
20 - Die solaren Freiflächenanlagen dienen ausschließlich der Stromerzeugung mit [S.1.13]
Photovoltaik und belegen eine Fläche in der Größe von 2,5% der Landwirtschaftsfläche (wegen des begrenzten Potenzials an Konersionsflächen ist anzunehmen, dass es sich größtenteils tatsächlich um Landwirtschaftsflächen handelt).

21

22 ## Begründung

23 Die Solarenergie spielt mit einem Anteil von 53% an der künftigen Stromerzeugung die [S.2.183]
24 Hauptrolle bei der Substitution der fossilen Energien. Im Vergleich mit Windenergie oder [S.2.186]
Energiepflanzenanbau sind die visuellen, akustischen und ökologischen Belastungen der Solarenergie gering.

25 Die gewählte **Dachflächenbeanspruchung** liegt bei drei Vierteln des Potenzials an solargeeigneten Dachflächen. Damit ist berücksichtigt, dass ein Viertel der solargeeigneten Dachflächen aus anderen Gesichtspunkten heraus (z. B. Statik, Denkmalschutz, sonstige Nutzungskonkurrenzen) frei gehalten werden sollten.

26 Die gewählte **Freiflächenbeanspruchung** liegt bei 2,5% der Landwirtschaftsfläche. Um die Ackerflächen für die Nahrungsmittelproduktion dadurch nicht zu beschneiden, ist die Energiepflanzenanbaufläche entsprechend reduziert worden.

27 Mit Freiflächen-PV-Anlagen wird im Vergleich zu Biogas aus Energiepflanzenanbau mit [S.2.21]
28 dem 18-fachen Energieertrag pro Hektar gerechnet. [S.2.99]

29 Vorteilhaft bei der Solarenergie erscheint auch die Möglichkeit der dezentralen Verteilung und einer verbrauchsnahen Erzeugung.

30 Auf eine Ausweitung der heutigen Solarthermieflächen wurde zugunsten der Photovoltaik verzichtet: Pilotprojekte* zur Speicherung der größtenteils in der warmen Jahreshälfte anfallenden Solarwärme für die Heizperiode mit Nahwärmenetzen und großen Warmwasserspeichern lassen vermuten, dass diese Technologie energetisch (verlustreich) und ökonomisch (aufwändig) dem Wärmepumpen-Pfad unterlegen ist.
*) Mangold D., Riegger M., Schmidt T., Solare Nahwärme und Langzeit-Wärmespeicher. FORSCHUNGSBERICHT ZUM BMU-VORHABEN 0329607L, WISSENSCHAFTLICH-TECHNISCHE PROGRAMM BEGLEITUNG FÜR SOLARTHERMIE2000PLUS. München, 17.08.2009.

31 http://www.solites.de/download/literatur/AB-SUN%20VI%20FKZ%200329607L.pdf

32

33 ## Herausforderungen

34 Die Annahmen zum solargeeigneten **Dachflächenpotenzial** von 9% der Gebäude- und Freiflächen stammen aus einer Hochrechnung von einem Solarkataster für den Landkreis Osnabrück auf deutsche Verhältnisse, die mit Unsicherheiten behaftet ist. Andere Quellen gehen von erheblich geringeren Potenzialen aus, wie z. B. 4% nach Kaltschmitt*. [S.1.10]
*) M. Kaltschmitt, W.Streicher, A. Wiese, Erneuerbare Energien. Springerverlag, Berlin Heidelberg 2006.

35 Es ist offen, inwieweit eine Reduzierung nutzbarerLandwirtschaftsflächen durch Überbauung mit **Freiflächenanlagen** gesellschaftlich als sinnvoll akzeptiert wird.

36 Der hohe Solarstromanteil erfordert die Speicherung erheblich größerer Energiemengen im Sommerhalbjahr für das Winterhalbjahr, als dies bei höheren Windstromanteilen der Fall wäre. Bei **Lanzeitstromspeicherung** in Form von Wasserstoff betrifft dies die Kapazitäten an Salzkavernen zur Gasspeicherung.

37

38 ## Beispielvariante: Entlastung Dachflächen durch Freiflächen

39 - In Anlehnung an Kaltschmitt werden für **Dachflächenanlagen** lediglich **4% der Gebäude- und Freiflächen** vorgesehen anstelle 7% im Startszenario. [S.1.10]

40 > Der **Deckungsausgleich** erfolgt in diesem Fall durch die Ausweitung der **Photovoltaik-Freiflächen** gegenüber Startszenario **um 66%** (2,5 > 4,1% der Landwirtschaftsfläche), die dann landwirtschaftlich allenfalls noch extensiv nutzbar sind. [S.1.13]

41

42 ## Beispielvariante: Entlastung Landwirtschaftsfl. durch Onshore-Windparks

43 - Die **Freiflächen-Photovoltaik** wird zur Entlastung der Landwirtschaftsflächen von energetischer Beanspruchung **nicht weiter ausgebaut** und liegt bei 0,1% der Landwirtschaftsfläche gegenüber 2,5% im Startszenario. [S.1.13]

44 > Zur Deckung wäre eine **Ausweitung der onshore-Windparkflächen** gegenüber Startszenario **um 75%** (2,1 > 3,7% der Bodenfläche) erforderlich. [S.1.34]

45 > Die mindestens erforderliche **Wasserstoff-Speicherkapazität** für Lanzeitspeicherung wäre dagegen um **43% geringer** als im Startszenario (129 > 74 TWh). [S.2.219]

46

47 Beispielvariante: Entlastung von Freiflächenanl. durch leicht reduzierte Ansprüche

48 - Leichte Rücknahme der Ansprüche an die folgenden mit Energie erbrachten Leistungen **um jeweils 5%** gegenüber dem Status bzw. dem Startszenario:

49 ° Handels- und Dienstleistungsvolumen (Stromverbrauch) [S.4.30]

50 ° Produktionsvolumen bzw. Materialdurchsatz in Industrie und Gewerbe (Strom) [S.4.37]

51 ° Beheizte Wohnflächen [S.4.48]

52 ° Beheizte Gewerbeflächen [S.4.54]

53 ° Produktionsvolumen bzw. Materialdurchsatz in Industrie und Gewerbe (Prozesswärme) [S.4.102]

54 ° Personenverkehrsleistung Straße/Schiene [S.4.126]

55 ° Güterverkehrsleistung Straße/Schiene/Binnenschifffahrt [S.4.151]

56 ° Luftverkehrsleistung [S.4.177]

57 ° Grundstofferzeugung (gegenüber Status halbiert) für die Kuststoffproduktion [S.4.195]

58 > Zur Deckung wären **28% weniger Freiflächenanlagen** als im Startszenario erforderlich (2,5 > 1,8% der Landwirtschaftsfläche). [S.1.13]

59

60 Beispielvariante: Entlastung von Freiflächenanl. durch stärker reduzierte Ansprüche

61 - Rücknahme der Ansprüche an die mit Energie erbrachten Leistungen (siehe oben) **um jeweils 10%** gegenüber dem Status bzw. dem Startszenario.

71 > Zur Deckung wären **55% weniger Freiflächenanlagen** als im Startszenario erforderlich (2,5 > 1,8% der Landwirtschaftsfläche). [S.1.13]

72

73 **Beschlossener Ansatz zum Plädoyer im Plenum**

74 Solar genutzte Dachflächen: 7,0% der Gebäude-&Freifläche wie Start-S. oder -------- [ ]

75 Freiflächenanlagen: 2,5% der Landwirtschaftsfläche wie Start-S. oder ---------- [ ]

76 Anspruch-Reduzierung: ±0% wie Start-S. oder um ---------- [ ]

77 Wer hält das Pädoyer im Plenum (maximal 3 Minuten)?
_____

5

Eb. Windenergie

6 **Bedeutung**

7 Die Windenergie beitet neben der Solarenergie das größte Erweiterungspotenzial zur Substitution der fossilen Energien. Im Jahr 2015 waren **Onshore-Windenergieanlagen** [S.1.34]

8 mit einer Leistung von 41 GW in Betrieb. Die Onshore-Windparks belegten ca. 0,5% der Bodenfläche Deutschlands. Nach einer vom Umweltbundesamt herausgegebenen Studie* liegt das grundsätzlich verfügbare Flächenpotenzial bei 13,8% der Bodenfläche, das lasse [D.1.190]
"...folgende Rückschlüsse zu:

9 *1. Die Windenergie an Land kann ihrer Schlüsselrolle im Portfolio der erneuerbaren Energien gerecht werden.*
2. Grundsätzlich stehen ausreichend Standorte für die Windenergienutzung zur Verfügung.
3. Das ermittelte Potenzial ist über ganz Deutschland verteilt.
4. Moderne Windenergieanlagen können auch im Binnenland eine sehr hohe Auslastung erreichen.
5. Im bundesweiten Betrachtungsmaßstab ermöglicht das ermittelte Potenzial eine Nutzung der Windenergie an möglichst konfliktarmen und kosteneffizienten Standorten. "

10 *) Fraunhofer Institut für Windenergie und Energiesystemtechnik (IWES), Potenzial der Windenergienutzung an Land. Herausgegeben vom Umweltbundesamt. Dessau-Roßlau, Juni 2013.
https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/378/publikationen/potenzial_der_windenergie.pdf

12 Nach einer anderen Studie des IWES* sind 7,9% der Bodenfläche ohne Restriktionen für Windenergienutzung geeignet, und ohne dafür Wälder und Schutzgebiete in Anspruch nehmen zu müssen. Es wurde außerdem ermittelt, dass jährlich das 5,6-fache der

13 heutigen Windstrommenge erzeugt werden könnte (70 > 390 TWh/a), wenn in jedem der Bundesländer lediglich 2% der Bodenfläche genutzt würden. [S.2.32]
*) Fraunhofer Institut für Windenergie und Energiesystemtechnik (IWES), Potenzial der Windenergienutzung an Land - Kurzfassung. Herausgegeben vom Bundesverband WindEnergie e.V.. Berlin, Mai 2011, 2. Auflage März 2012.

14 https://www.wind-energie.de/sites/default/files/download/publication/studie-zum-potenzial-der-windenergienutzung-land/bwe_potenzialstudie_kurzfassung_2012-03.pdf

15 Die **Offshore Windenergie** befindet sich in einer stürmischen Aufbaufphase: Innerhalb der letzten vier Jahre verzehntfachte sich die installierte und im Netzbetrieb befindliche Leistung von 0,5 GW (2013) auf 5,3 GW (2017)*. Bis 2025 wird mit einem Ausbau auf knapp 11 GW gerechnet*.
*) Deutsche Windguard GmbH, Status des Offshore-Windenergieausbaus in Deutschland 2017. Varel, 17.01.2018.

16 https://www.wind-energie.de/sites/default/files/download/publication/factsheet-status-des-offshore-windenergieausbaus-deutschland-2017/20180117_factsheet_status_offshore-windenergieausbau_2017.pdf

17 Die Bundesregierung hatte sich im Jahr 2002 das Ziel von 25 GW Offshore-Windleistung im Jahr 2030 gesetzt, dieses im Jahr 2014 zur Minderung der Subventionslast aber auf 15 GW reduziert. Im 'Cuxhavener Apell' forderten die nördlichen Bundesländer die Bundesregierung 2017 auf, das Ausbauziel bis 2035 auf mindestens 30 GW zu erhöhen*.
*) Norddeutscher Rundfunk NDR, Küstenländer wollen Offshore-Windkraft ausbauen. Online, Stand: 11.09.2017 11:57 Uhr.

18 https://www.ndr.de/nachrichten/Nordlaender-wollen-Offshore-Windkraft-ausbauen,windpark532.html

19

Zielansatz im Startszenario

- Die Onshore-Windparks mit rund 200 GW installierter Leistung nehmen 2,1% der Bodenfläche Deutschlands ein . [S.1.34] [S.2.30]
- In der deutschen Nord- und Ostsee sind offshore-Windparks mit 54 GW Leistung installiert. [S.2.35]

Begründung

Die Windenergie spielt mit einem Anteil von 45% an der künftigen Stromerzeugung eine tragende Rolle bei der Substitution der fossilen Energien. [S.2.182] [S.2.186]

Im Gegensatz zu Energiepflanzenanbau und Solarfreiflächen sind die **Onshore-Windparkflächen** nahezu uneingeschränkt weiter landwirtschaftlich nutzbar.

Die gewählte Onshore-Flächenbeanspruchung liegt lediglich bei gut einem Viertel des restriktionsfreien Potenzials (7,9%). Damit kann die Belegung auf dasjenige Viertel an Standorten beschränkt bleiben, die das beste Verhältnis von Ertrag zu Belastungen aufweisen.

Der Ansatz für die Leistung der **Offshore-Windenergie** ist an einer IWES-Studie* orientiert:

"*Die Potenzialgrenze der Offshore-Windenergie beträgt (...) 54.000 MW installierte Leistung. Dieser Wert ergibt sich aus der maximal installierbaren Leistung in Nord- und Ostsee unter Berücksichtigung des Raumbedarfs gemäß dem Raumordnungsplan des Bundesamts für Schifffahrt und Hydrographie (BSH).* "

*) Fraunhofer Institut für Windenergie und Energiesystemtechnik IWES, Energiewirtschaftliche Bedeutung der Offshore-Windenergie für die Energiewende. Herausgegeben von der Stiftung Offshore-Windenergie. Berlin 2013.

https://www.fraunhofer.de/content/dam/zv/de/forschungsthemen/energie/Energiewirtschaftliche-Bedeutung-von-Offshore-Windenergie.pdf

Wesentliche Vorteile der Offshore- gegenüber Onshore-Windanlagen sind Vermeidung von Konflikten durch Nutzung unbewohnter Flächen und höhere Energieausbeute durch ungehinderte Luftbewegung.

Im Unterschied zur Solarenergie ist das Windstromangebot gleichmäßiger über das Jahr verteilt Gehäufte Starkwindphasen in der kalten Jahreszeit fallen mit erhöhtem Energiebedarf zusammen. Zur Überbrückung von Mangelphasen ist weniger Lanzeitspeicherkapazität erforderlich, als bei höherem Solarstromanteil.

Herausforderungen

Windenergieanlagen sind weithin sichtbare Bauwerke mit Höhen von bis zu 200 Metern. Vor allem aus der Bewegung der Rotoren resultieren erhebliche visuelle, akustische und ökologische Belastungen. Es ist offen, ob das gewählte Maß an Windparkflächen mit den damit verbundenen Belastungen künftig als bester Kompromiss gesellschaftlich akzeptiert wird.

Die langfristigen politischen Rahmensetzungen für die **Onshore-Windenergie** liegen teilweise deutlich unterhalb der hier angenommenen Windparkfläche von 2,1% der Bodenfläche. Für Niedersachsen beispielsweise, dem Bundesland mit der zurzeit größten installierten Windleistung und hervorragenden Ausbaumöglichkeiten, sieht ein Windenergieerlass* aus dem Jahr 2016 im Jahr 2050 einen Flächenbedarf von lediglich 1,4 % der Landesfläche vor.

*) Land Niedersachsen, Niedersächsisches Ministerialblatt 5324. Hannover, 24.02.2016.

https://www.umwelt.niedersachsen.de/download/96713/Planung_und_Genehmigung_von_Windenergieanlagen_an_Land_in_Niedersachsen_und_Hinweise_fuer_die_Zielsetzung_und_Anwendung_Windenergieerlass_Ministerialblatt_vom_24.02.2016_.pdf

40 Im Vergleich mit Photovoltaik ist Windstrom durch wesentlich größere Leistungspitzen im Verhältnis zur Jahresdruchschnittsleistung gekennzeichnet. Im Fall von Langzeitstromspeicherung in Form von Wasserstoff muss entweder die Leistung der Elektrolyseanlagen entsprechend groß ausgelegt oder Leistungsspitzen unverwertet abgeregelt werden.

41 Bei **Offshore-Windenergie** sind die folgenden Punkte kritisch:
- Mögliche Belastungen des ökologisch sensiblen Wattenmeeres.
- Starker Netzausbau von Nord- und Ostsee nach Süddeutschland erforderlich.
- Gegenber Onshore-Windenergie erheblich höheren Gestehungskosten.

42

43 **Beispielvariante zur Entlastung Onshore durch Solar**

44 - In Anlehnung an den Niedersächsischen Windenergieerlass werden für **Onshore-Windparks** lediglich **1,4% der Bodenfläche** vorgesehen, ein Drittel weniger als im Startszenario. [S.1.34]

45 > Der **Deckungsausgleich** erfolgt in diesem Fall durch die Ausweitung der **Photovoltaik-Freiflächen** gegenüber Startszenario um 51% (2,5 > 3,7% der Landwirtschaftsfläche), die dann landwirtschaftlich allenfalls noch extensiv nutzbar sind. [S.1.13]

46 > Die mindestens erforderliche **Wasserstoff-Speicherkapazität** für Lanzeitspeicherung liegt um **25% höher** als im Startszenario (129 > 161 TWh). [S.2.219]

47

48 **Beispielvariante: Entlastung Offshore durch Onshore**

49 - Die Potnezialgrenze für **Offshore-Windenergie** in Deutschland, die dem Startszenario zugrunde liegt, wird mit **30 GW** nur zu 56% ausgeschöpft, das entspricht einer Verdoppelung der Zielsetzung der Bundesregierung für 2030 aus dem Jahr 2014. [S.2.35]

50 > Zur Deckung wäre bespielsweise eine **Ausweitung der onshore-Windparkflächen** gegenüber Startszenario **um 24%** (2,1 > 2,6% der Bodenfläche) erforderlich. [S.1.34]

51

52 **Beispielvariante: Entlastung Onshore durch leicht reduzierte Ansprüche**

53 - Leichte Rücknahme der Ansprüche an die folgenden mit Energie erbrachten Leistungen **um jeweils 5%** gegenüber dem Status bzw. dem Startszenario: [S.2.35]

54 ° Handels- und Dienstleistungsvolumen (Stromverbrauch) [S.4.30]

55 ° Produktionsvolumen bzw. Materialdurchsatz in Industrie und Gewerbe (Strom) [S.4.37]

56 ° Beheizte Wohnflächen [S.4.48]

57 ° Beheizte Gewerbeflächen [S.4.54]

58 ° Produktionsvolumen bzw. Materialdurchsatz in Industrie und Gewerbe (Prozesswärme) [S.4.102]

59 ° Personenverkehrsleistung Straße/Schiene [S.4.126]

60 ° Güterverkehrsleistung Straße/Schiene/Binnenschifffahrt [S.4.151]

61 ° Luftverkehrsleistung [S.4.177]

62 ° Grundstofferzeugung (gegenüber Status halbiert) für die Kuststoffproduktion [S.4.195]

63 > Zur Deckung wären bespielsweise nahezu **20% weniger onshore-Windparkflächen** als im Startszenario erforderlich (2,1 > 1,7% der Bodenfläche). [S.1.34]

64

65 **Beispielvariante: Entlastung Onshore durch stärker reduzierte Ansprüche**

66 - Rücknahme der Ansprüche an die mit Energie erbrachten Leistungen (siehe oben) **um jeweils 10%** gegenüber dem Status bzw. dem Startszenario.

76 > Zur Deckung wären bespielsweise 38**% weniger onshore-Windparkflächen** als im Startszenario erforderlich (2,1 > 1,3% der Bodenfläche). [S.1.34]

77

78 **Beschlossener Ansatz zum Plädoyer im Plenum**

79 Onshore-Windparkflächen→Solarflächen: 2,1% der Bodenfläche wie Start-S. oder --

80 Offshore-Ausbau→Onshore-Windparkfächen: 54 GW wie Start-S. oder ----------

81 Anspruch-Reduzierung→Onshore-Windparkflächen: ±0% wie Start-S. oder um ------

82 Wer hält das Pädoyer im Plenum (maximal 3 Minuten)?

_____

5

Ec. Bioenergie

6 **Bedeutung**

7 Am gesamten Endenergieverbrauch Deutschlands im Statusjahr (2.606 TWh) hatte die Bioenergie einen Anteil von insgesamt 6,4%, darunter: [S.5.25]

8 3,3% Holz und Holzabfälle (86 TWh) [S.5.19]

9 1,4% Strom aus Biogas (36 TWh) [S.2.110]

10 1,2% Biodiesel und Bioethanol (31 TWh, davon lediglich 2/3 aus eigenem Anbau) [S.5.16]

11 0,5% Strom aus Holz und festen Bioabfällen (13 TWh) [S.2.85]

13 Wegen geringer Flächenerträge und vielfältiger Nutzungskonkurrenzen ist das Potenzial an Bioenergie im Gegensatz zu Windenergie und Solarenergie eng begrenzt und bereits zu einem erheblichen Teil genutzt. Mit der Möglichkeit einer nennenswerten Ausweitung ist nicht zu rechnen.

14 In einer zukunftsfähigen Energieversorgung, die zu 100% auf erneuerbaren Energien beruht, wird die Bioenergie daher nur bescheidene Energiemengen beisteuern können. Allerdings wird die Bioenergie in bestimmten Anwendungsbereichen eine nahezu unverzichtbare Rolle spielen, beispielsweise bei der Kraftstoffproduktion oder bei auf offene Flamme und kohlenstoffhaltige Brennstoffe angewiesenen Produktionsprozessen.

15 Hier die Anteile der einzelnen Bioenergiequellen am **Brutto-Bionergieaufkommen** (254 TWh) und die **Ressourcen-/Flächenbeanspruchung*** im Jahr 2015: [S.1.12]

*) Die Flächenbeanspruchung ist hier in **% der Landwirtschaftsfläche LF** angegeben. Der in der Kalkulation angegebene Anteil an der Ackerfläche wurde mit dem Verhältnis 64% Ackerfläche / LF umgerechnet. [S.1.14]

18 **51,3% Energieholz** (131 TWh) [S.2.54]

19 - dafür wird eine Holzmenge von 46% des jährlichen Zuwachses in den deutschen Wäldern verwendet, teilweise als Frischholz und teilweise als Abfallholz nach Ende der stofflichen Nutzung. [S.2.52]

20 **29,4% Biogas aus Energiepflanzenanbau** (75 TWh) [S.2.100]

21 - dafür werden 7,9% der Landwirtschaftsfläche beansprucht [S.1.16]

22 **5,9% Biogas aus Abfall- und Reststoffverwertung** (15 TWh) [S.2.102]

23 **1,9% Biogas aus Kläranlagen und Deponien** (5 TWh) [S.2.103]

24 **5,3% Biodiesel** und energetisch genutztes Pflanzenöl **aus eigenem Anbau** (13 TWh) [S.2.126]

25 - dafür werden 4,2% der Landwirtschaftsfläche beansprucht [S.1.17]

26 **3,9% Biodiesel** und energetisch genutztes Pflanzenöl **aus Importen** (10 TWh) [S.2.128]

27 - die ins Ausland verlagerte Erzeugung würde in Deutschland zusätzlich 3,1% der Landwirtschaftsfläche beanspruchen

28 **2,2% Bioethanol** aus Getreide- und Rübenanbau (7 TWh) [S.2.142]

29 - dafür werden 1,1% der Landwirtschaftsfläche beansprucht [S.1.18]

30 Insgesamt wurden für die Erzeugung von **Bioenergie Anbauflächen** in der Größe **16,3% der Landwirtschaftsfläche** beansprucht, 13,2% in Deutschland und 3,1% [S.1.12]

31 Äquivalenzflächen für Bioenergieimporte. [S.1.14]

32 Die einschlägigen Energieszenarien weisen sehr unterschiedliche Zielansätze auf, was die **für vertretbar gehaltene Flächenbeanspruchung** durch Energiepflanzenanbau betrifft:

- Ein Extrem findet sich mit **22%** der Landwirtschaftsfläche in der **Leitstudie 2011** des Umweltministeriums. [D.1.369]

33 - Das andere Extrem bildet die Studie des Umweltbundesamtes "**Treibhausgasneutrales Deutschland 2050**", dort wird Energiepflanzenanbau auf lange Sicht für überhaupt **nicht mehr vertretbar** gehalten. [D.1.370]

Zielansatz im Startszenario

- Vom **Holzzuwachs** in den Wäldern werden **44%** energetisch genutzt und zu 100% für Prozesswärme verwendet. [S.2.52] [S.2.63]
- Von der anfallenden Menge an **Getreidestroh** wird **ein Drittel** energetisch genutzt und ebenfalls zu 100% für Prozesswärme verwendet. [S.2.69] [S.2.73]
- Energiepflanzenanbau für **Biogas** auf **9,2%** der Landwirtschaftsfläche. Zusammen mit dem Biogas aus Abfällen, Reststoffen, Kläranlagen und Deponien wird es zu 74% als Kraftstoff (komprimiertes Biomethan) verwendet, der Rest für Prozesswärme. [S.1.16] [S.2.114] [S.2.105]
- Aus der **Optimierung** des **Energiepflanzenanbau**s für Biogas resultiert ein **um 20% reduzierter Biogasertrag** pro Hektar gegenüber heutigen Erträgen. [S.2.99]
- Raps- und Ölpflanzenanbau für **Biodiesel** auf **1,7%** der Landwirtschaftsfläche. Der Biodiesel wird vollständig für landwirtschaftliche Maschinen und andere schwer elektrifizierbare mobile Anwendungen verwendet. [S.1.17] [S.2.130]
- Getreide- und Rübenanbau für **Bioethanol nicht vorgesehen**. [S.1.18]

Begründung

Durch Begrenzung der **Holz**nutzung auf 44% des Zuwachses in den Wäldern wird Übernutzung vermieden und die Leistungsfähigkeit der Wald-Ökosysteme bleibt auf lange Sicht erhalten. Dabei wird angenommen, dass das gesamte stofflich genutzte Holz nach Ende der Nutzungsdauer ebenfalls energetisch genutzt werden kann. [D.1.252]

Durch Begrenzung der energetischen Nutzung von **Getreidestroh** auf 33% der anfallenden Menge des Zuwachses wird die Beeinträchtigung von Humusbilanz und Fruchtbarkeit der Ackerböden vermieden . [D.1.308]

Durch Beschränkung der **Energiepflanzenanbaufläche** für Biogas und Biodiesel auf insgesamt 10,8% der Landwirtschaftsfläche bleiben die energetisch beanspruchten Landwirtschaftsflächen inklusive der Solar-Freiflächen (2,5%) mit 13,3% ziemlich genau auf heutigem Niveau. Damit wird eine Verschärfung der Nutzungskonkurrenzen mit der Nahrungsmittelerzeugung vermieden. [S.1.13]

Mit der **Optimierung** des **Energiepflanzenanbau**s für Biogas wird die heute dominierende Mais-Monokultur durch langfristig aufrecht zu erhaltende Anbauformen ersetzt, was Bodenerosion, Humusgehalt, Ökolandbau, Biodiversität und Artenschutz betrifft. [S.2.99]

Heute werden 73% der Prozesswärme mit Brennstoffen erzeugt. Durch Verwendung der energetisch genutzten Mengen an **Holz und Stroh komplett für Prozesswärme** plus etwas Biogas kann ein Brennstoffanteil von immerhin noch 51% gehalten werden (für die andere Hälfte wird Strom eingesetzt). Es ist davon auszugehen, dass damit genügend Brennstoffe für alle die Produktionsprozesse zur Verfügung stehen, die auf offene Flamme oder Kohlenstoff angewiesen sind. [54] [55] [S.4.109] [S.4.120]

Die Verwendung von komprimiertem **Biomethan als Kraftstoff** für die verbliebenen Verbrennungsantriebe bei Straßen-/Schienenfahrzeugen und Binnenschiffen erscheint vorteilhaft: Höherer Energieertrag pro Hektar im Vergleich zu Biodiesel aus Rapsöl oder Biomethan aus Getreide und Rüben; Vermeidung von Wandlungsverlusten bei Weiterverarbeitung zu Flüssigkraftstoffen; Vermeidung großer Wandlungsverluste bei der Synthetisierung von Flüssigkraftstoffen aus Wind-/Solarstrom; Geringeres Tankvolumen und bessere Handhabbarkeit als Wasserstoff.

Durch Beibehaltung eines kleinen Flächenanteils für **Biodiesel** können zumindest die landwirtschaftlichen Maschinen weiter mit Verbrennungsmotoren aus eigenem Anbau betrieben werden.

59 **Herausforderungen**

60 Welcher **Anteil** des **Getreidestoh**s nachhaltig energetisch genutzt werden kann, ist umstritten, das Nds. Landwirtschaftsministerium geht beispielsweise von lediglich 20% aus. [D.1.307]

61 Welcher künftige **Anteil Energiepflanzenanbau** an der Landwirtschaftsfläche als vertretbar anzusehen ist, ist offen. Das Umweltbundesamt geht in der Studie "Treibhausgasneutrales Deutschland 2050" beispielsweise von einem völligen Verzicht aus, unter anderem aufgrund der zunehmenden Konkurrenz um fruchtbare Anbauflächen, der unverhältnismäßig hohen Flächenintensität der Energiegewinnung aus Anbaubiomasse im Vergleich mit anderen erneuerbaren Energiequellen und der sozioökonomisch problematischen Verknüpfung mit den Lebensmittelpreisen am Weltmarkt. [D.1.370]

62 **Optimierter Energiepflanzenanbau** für Biogas: Die Annahme von lediglich 20% Ertragsminderung gegenüber Maisanbau erscheint ziemlich optimistisch. Als idealtypischer Ansatz für eine auf lange Sicht naturverträgliche Anbauform erscheinen aus heutiger Sicht beispielsweise Wildpflanzen als Biogassubstrat. Die bundesweite Feldforschung durch die bayrische Landesanstalt für Wein- und Gartenbau lässt ein hohes Problemlösungspotenzial erkennen. Durch die damit verbundene Extensivierung liegen die heute erreichbaren Methanerträge allerdings erst bei knapp der Hälfte von Mais. [D.1.382]

63 Der völlige **Verzicht auf** die heute nahezu ausschließliche **Verstromung von Biogas** (zu 99,6%) zugunsten Verkehr und Prozesswärme würde einen Paradigmenwechsel darstellen. [S.2.108]

64

65 **Beispielvar.: Entlastung Ackerböden durch weniger energetische Strohnutzung**

66 - Von der anfallenden Menge an **Getreidestroh** wird lediglich **20%** energetisch genutzt anstatt 33% im Startszenario. [S.2.69]

67 > Zur Schließung der Deckungslücke bei Prozesswärme mit Strom wäre beispielsweise eine **Ausweitung der onshore-Windparkflächen** gegenüber Startszenario **um 5%** (2,1 > 2,2% der Bodenfläche) erforderlich. [S.1.34]

68

69 **Beispielvar.: Entlastung Landwirtschaftsfl. durch Energiepflanzenanbau-Verzicht**

70 - **Verzicht** auf den **Energiepflanzenanbau** für Biogas und Biodiesel zugunsten der [S.1.16]
71 Nahrungsmittelproduktion, im Startszenario waren 10,8% der Landwirtschaftsfläche [S.1.17]
72 davon beansprucht. [S.1.19]

73 > Zur Schließung der Deckungslücke bei Kraftstoffen mit aus Wind-/Solarstrom synthetisiertem Methan wäre beispielsweise eine **Ausweitung der onshore-Windparkflächen** gegenüber Startszenario **um 26%** (2,1 > 2,6% der Bodenfläche) erforderlich. [S.1.34]

74

75 **Beispielvar.: Entlastung Ackerflächen durch extensiven Energiepflanzenanbau**

76 - Ein langfristig aufrecht zu erhaltender Energiepflanzenanbau für Biogas auf Basis von Wildkräutern bringt nach heutigem Forschungsstand lediglich die Hälfte des heutigen Methanertrages aus Maisanbau (26 MWh/ha/a statt 52). Hier wird im Gegensatz zum optimistischen Ansatz im Startszenario (41 MWh/ha/a entsprechend 80% von Mais) angenommen, dass ohne Abstriche an der Langzeitverträglichkeit keine nenneswerten Ertragssteigerungen mehr erreicht werden. [S.2.99]

77 > Zur Schließung der Deckungslücke bei Prozesswärme durch Strom wäre beispielsweise eine **Ausweitung der onshore-Windparkflächen** gegenüber Startszenario **um 6%** (2,1 > 2,2% der Bodenfläche) erforderlich*. [S.1.34]

78 *) ACHTUNG: Im Fall höherer Kraftstoffbedarfe, als hier angenommen, würde sich der Strombedarf wesentlich stärker erhöhen, da nach Ausschöpfen des Prozesswärme-Puffers die verlustreiche Synthetisierung von Kraftstoffen aus Wind-/Solarstrom erforderlich würde.

79

80 **Beispielvariante: Entlastung der Stromerzeugung durch Biogasverstromung**

81 - Hier wird angenommen, dass das anfallende **Biogas** wie zurzeit auch künftig **vollständig verstromt** wird. [S.2.108]

82 > Der gestiegene Strombedarf für Prozesswärme wegen Ausfall des Biogases überwiegt die verlustbehaftete Stromerzeugung aus Biogas. Zur Schließung der Deckungslücke wäre bespielsweise eine **Ausweitung der onshore-Windparkflächen** gegenüber Startszenario **um 15%** (2,1 > 2,4% der Bodenfläche) erforderlich. [S.1.34]

83 > Die mindestens erforderliche **Wasserstoff-Speicherkapazität** für Lanzeitspeicherung wäre dagegen um **29% geringer** als im Startszenario (129 > 91 TWh), wenn das kontinuierlich anfallende Biogas ausschließlich in Mangelphasen eingesetzt würde. Auch das erfordert Speicherkapazitäten, wegen der 4-fach höheren Energiedichte und dem kontinuierlichen Anfall aber bedeutend weniger. [S.2.219]

84

85 **Beschlossener Ansatz zum Plädoyer im Plenum**

86 Energetisch genutzter Anteil am Holzzuwachs: 44% wie Start-S. oder ---------- [ ]

87 Energetisch genutzter Anteil am Getreidestroh: 33% wie Start-S. oder ---------- [ ]

88 Energiepflanzenanbau für Biogas: 9,2% der Landwirtschaftsfl. wie Start-S. oder ---- [ ]

89 Biogasertrag-Reduzierung bei ökolog.optimiertem Anbau: 20% wie Start-S. oder---- [ ]

90 Rapsanbau für Biodiesel: auf 1,7% der Landwirtschaftsfl.wie Start-S. oder---------- [ ]

91 Wer hält das Pädoyer im Plenum (maximal 3 Minuten)?
_____