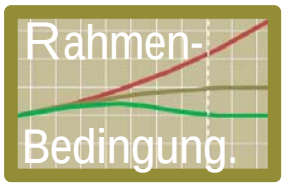
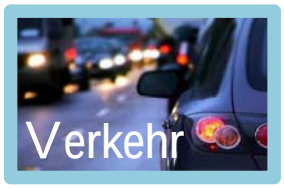
Ansatz-Hilfen zur Szenariogestaltung



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

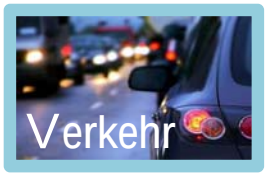
Pa. Materialdurchsatz
Pb. Brennstoffanteil
Pc. Grundstoffsynthese

Bei Interesse:
Bildung einer
Ad hoc-Arbeitsgruppe

Ea. Solarenergie
Eb. Windenergie
Ec. Bioenergie

BAG
Energie

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



Va. Verkehrsleistung

Bedeutung

Der Energiebedarf mobiler Antriebe im Verkehrsbereich ist proportional zur [S.4.182]
Verkehrsleistung. Er liegt heute bei 30% des gesamten Endenergieverbrauchs in [S.4.191]
Deutschland (795 TWh/a zu 2.606 TWh/a).

Auf den Personenverkehr auf Straße und Schiene entfallen davon 59% (467 TWh/a), [S.4.127]
28% auf den Güterverkehr auf Straße, Schiene und in der Binnenschifffahrt (219 TWh/a) [S.4.152]
und 13% auf den Luftverkehr (109 TWh/a). [S.4.178]

Die Personenverkehrsleistung auf Straße und Schiene nahm in den 15 Jahren bis 2016 um 12% zu (1.026 > 1.144 Mrd. Personen km), die Luftverkehrsleistung erhöhte sich um 57% (41 > 64 Mrd. Personen km) (Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur, Verkehr in Zahlen 2016/2017. Hamburg September 2017, Seite 218-219).

Die Güterverkehrsleistung auf Straße&Schiene&Binnenschiffen nahm in den 15 Jahren bis 2016 um 27% zu (515 > 655 Mrd. Tonnnen-km) (Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur, Verkehr in Zahlen 2016/2017. Hamburg September 2017, Seite 244-245).
https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Publikationen/G/verkehr-in-zahlen-pdf-2017-2018.html

Eine lineare Fortschreibung dieser Trends hätte im Jahr 2050 eine Personenverkehrsleistung Straße&Schiene pro Person von 129% (100%=Statusjahr) zur Folge. Die Güterverkehrsleistung läge dann bei 169% und die Luftverkehrsleistung bei

ACHTUNG: An dieser Stelle wird die reine Personenverkehrs- bzw. Beförderungsleistung über alle Verkehrsmittel betrachtet. Der Einfluss einer Verlagerung von PKW-Verkehr auf Öffentliche Verkehrsmittel, Fahrräder und Fußwege wird gesondert unter dem Thema Modalsplit betrachtet (vgl. AH.Vb).

Zielansatz im Startszenario

- Personenverkehrsleist.Straße&Schiene pro Person bleibt auf Statusniveau: ±0 [S.4.126]
- Güterverkehrsleist.Straße&Schiene&Binnensch./Pers.bleibt auf Statusniveau: ±0 [S.4.151]
- Luftverkehrsleistung pro Person bleibt auf Statusniveau: ±0 [S.4.177]

Begründung

Eine Beibehaltung des Wachstums wie bisher ist auf Dauer prinzipiell nicht möglich.

Wenn damit eine Abkehr vom Wachstum unausweichlich ist, stellt sich die Frage, auf welchem Niveau die Verkehrsleistungsansprüche dauerhaft stabilisiert werden sollten.

Hier wird davon ausgegangen, dass sich durch eine weiter wachsende Inanspruchnahme von Personen- und Güterverkehrsleistungen die Lebenszufriedenheit nicht mehr wesentlich steigern ließe. Andererseits kann so eine höhere Belastung durch Energieerzeugung und Bereitstellung vermieden werden.

Herausforderungen

Die Wachstumszwänge sind dem bestehenden Wirtschaftssystem immanent. Deren Überwindung erfordert einen grundlegenden System- und Bewusstseinswandel, der einige Zeit in Anspruch nehmen wird. Bis dahin ist noch mit einem weiteren Anstieg der Verkehrsleistungsansprüche zu rechnen. Fraglich ist, inwieweit diese sich danach wieder auf ein niedrigeres Niveau zurückführen lassen.

32 Den folgenden Beispielvarianten liegt die Annahme zugrunde, dass sich die bisherigen Wachstumstrends verlangsamen und bis zum Jahr 2050 endgültig beenden ließen, dabei wäre noch mit jeweils der Hälfte des Zuwachses von ungebremstem Wachstum zu rechnen.

33

34 **Beispielvariante: Entlastung durch höhere Personenverkehsleistung**

35 - Verkehrsleistung **Personenverkehr**/Pers. Straße&Schiene (100%=Status): **115%** [S.4.126]

36 > Der Endenergiebedarf an Strom und Kraftstoffen für den Verkehr würde dadurch um 7,9% (361 > 389 TWh/a) steigen. [S.4.182]

37 > Zur Deckung wäre bespielsweise eine Ausweitung der onshore-Windparkflächen um 8,6% (2,1 > 2,3% der Bodenfläche) erforderlich. [S.1.34]

38 ACHTUNG: Die Auswirkung dieser hier isoliert betrachteten Veränderung kann sich in Kombination mit einer Verringerung des Elektromobilitäts-Anteils verfielfachen!

40 **Beispielvariante: Entlastung durch höhere Güterverkehrsleistung**

41 - V-Leistung **Güterverkehr**/Pers. Straße&Schiene&Binnensch. (100%=Status): **134%** [S.4.151]

42 > Der Endenergiebedarf an Strom und Kraftstoffen für den Verkehr würde dadurch um 8,7% (361 > 389 TWh/a) steigen. [S.4.182]

43 > Zur Deckung wäre bespielsweise eine Ausweitung der onshore-Windparkflächen um 9,4% (2,1 > 2,3% der Bodenfläche) erforderlich. [S.1.34]

44 ACHTUNG: Die Auswirkung dieser hier isoliert betrachteten Veränderung kann sich in Kombination mit einer Verringerung des Elektromobilitäts-Anteils verfielfachen!

46 **Beispielvariante: Entlastung durch höhere Luftverkehrsleistung**

47 - Verkehrsleistung **Luftverkehr**/Person (100%=Status): **172%** [S.4.177]

48 > Der Endenergiebedarf an Strom und Kraftstoffen für den Verkehr würde dadurch um 16% (361 > 417 TWh/a) steigen. [S.4.182]

49 Es ist davon auszugehen, dass der Luftverkehr bis auf Randanwendungen auch künftig nicht auf hocheffiziente Elektroantriebe umzustellen sein wird. Zur Deckung des Mehrbedarfs an Kraftstoff wird die Ausweitung der Synthese aus Wind-/Solarstrom angenommen, da die begrenzten Potenziale an Bioenergie bereits anderweitig genutzt werden und ohnehin nicht annähernd ausreichen würden. Die Kraftstoffsynthese ist mit erheblichen Energieverlusten verbunden (Wirkungsgrad elektrolytische Wasserstofferzeugung 64%; Wirkungsgrad Synthese Flüssigkraftstoff aus Wasserstoff und CO2 von der Biomasseverbrennung 63%; resultierender Gesamtwirkungsgrad 40% entspricht Verlusten von 60%), so dass der Stromeinsatz [S.2.206]

50 entsprechend stark erhöht werden muss. [S.2.200]

51 > Zur Deckung wäre bespielsweise eine **Ausweitung der onshore-Windparkflächen um 31%** (2,1 > 2,7% der Bodenfläche) erforderlich. [S.1.34]

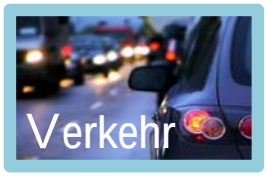
53 **Beschlossener Ansatz zum Plädoyer im Plenum**

54 Verkehrsleistung Personenverkehr/Pers.Straße&Schiene: 100% wie Start-S. oder -- [ ]

55 Verkehrsleistung Güterverkehr pro Person auf Straße&Schiene&Binnenschiffahrt: 100% wie Start-S. oder ---------- [ ]

56 Verkehrsleistung Luftverkehr/Person: 100% wie Start-S. oder ---------- [ ]

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

5 

Vb. Modalsplit

6 ## Bedeutung

7 Im Jahr 2014 dominierte der PKW mit 76% der Beförderungsleistung* den Personenverkehr in Deutschland. Auch beim spezifischen Verbrauch von 2,0 Mega Joule pro Personenkilometer (MJ/Pkm**) lag dieses Verkehrsmittel an der Spitze. (Quellenangaben siehe Kapitelende)

8 Für die Senkung des Energieverbrauchs ist damit der PKW-Verkehr entscheidend. Dafür existieren zwei Ansatzpunkte:
1. Effizienzsteigerung beim PKW (wird in AH.Vc. - Elektromobilität behandelt)
2. Verkehrsverlagerung auf Beförderung mit geringerem spezifischen Verbrauch (Modalsplit).

9 Um zu tragfähigen Aussagen für die längerfristige Zukunft zu kommen (Zeithorizont 2050), ist nicht der heutige, sondern der künftige spezfische Verbrauch ausschlaggebend. [S.4.131]
Im Startszenario wird mit 89% der größte Teil der Personenverkehrsleistung durch
10 Elektroantriebe erbracht (Nutzungsgrad 78%), nur noch 11% durch Verbrennungsantriebe [S.4.133]
11 (Nutzungsgrad heute 26%). Der resultierende **spezifische Verbrauch von PKW** liegt mit [S.4.139]
12 **0,65 MJ/Pkm** nur noch bei einem Drittel des Statuswertes 2,0 MJ/Pkm** (vgl. AH.Vc - Elektrotraktion). [7]

13 Eine **Verlagerung von Personenverkehr** vom PKW **auf die Bahn** mit spezifischen Verbräuchen von **0,5 MJ/Pkm (Fernverkehr)**** und **0,8 MJ/Pkm (Nahverkehr)**** lässt keine nennenswerte Einsparpotenziale erkennen (unter der Annahme, dass die bereits heute zum überwiegenden Teil elektrisch betriebenen Bahnen nur noch geringe Effizienzpotenziale aufweisen).

14 Allein eine Verlagerung vom PKW auf **Linienbusse** bietet ein nennenswertes Einsparpotenzial gegenüber elektrischen PKW in der Größenordnung von 45%, wenn an die Stelle der heutigen Verbrennungsantriebe mit 1,1 MJ/Pkm** Elektroantriebe (über Oberleitung, Induktionsschleifen, Stromschiene) mit einem spezifischen Verbrauch von **0,36 MJ/Pkm** treten. [10] [11]

15 Durch den öffentlichen Straßenpersonenverkehr (Annahme: überwiegend Linienbusse) werden heute 7% der Beförderungsleistung* erbracht. Bei einer angenommenen **Verdoppelung der Beförderungsleistung** würden weitere 7% vom PKW auf Linienbusse verlagert, daraus würde eine **Einsparung** beim Energieverbrauch durch Personenverkehr in der Größenordnung von **3%** resultieren.

16 Bleibt die Frage, wieviel der heute 76% durch motorisierten Individualverkehr (PKW) erbrachten Beförderungsleistung* auf **Muskelkraft** verlagert werden können, die ganz **ohne Energieeinsatz** auskommt. Entscheidend ist dabei, dass nur die PKW-Fahrten über kurze Distanzen mit tragbarem Zeit- und Kraftaufwand verlagert werden können.

17 Mit dem **Fahrrad** werden heute 3% der gesamten Beförderungsleistung* erbracht, die durchschnittliche Weglänge liegt bei 3,4 km*. **Zu Fuß** sind es noch einmal 3% der Beförderungsleistung mit einer durchschnittlichen Wegelänge von 1,4 km*. Zum Vergleich: Beim motorisierten Individualverkehr (PKW) beträgt die durchschnittliche Weglänge 16 km*. Geht man beispielsweise davon aus, dass eine **Verdoppelung der Beförderungsleistung** durch Muskelkraft von 6% auf 12% in den Alltag integrierbar wäre, würde eine **Einsparung** beim Energieverbrauch durch den Personenverkehr in der Größenordnung von **8%** resultieren.

18

19 ACHTUNG: Im Datenmodell ist eine differenzierte Gestaltung des Modalsplit nicht vorgesehen. Behelfsweise kann aber die aus den vorstehenden Überlegungen resultierende Einsparung als Faktor mit der Eingabe der Personenverkehrsleistung Straße&Schiene pro Person kombiniert werden. [S.4.126]

20

21 *) Hütter Andrea, Verkehr auf einen Blick. Herausgegeben vom Statistischen Bundesamt, Wiesbaden 2013.

22 https://www.destatis.de/DE/Publikationen/Thematisch/TransportVerkehr/Querschnitt/BroschuereVerkehrBlick0080006139004.pdf?__blob=publicationFile

23 **) Umweltbundesamt, Entwicklung des spezifischen Energieverbrauchs im Personenverkehr. Daten- und Rechenmodell TREMOD, Version 5.63, 01/2016.

24 https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/384/bilder/dateien/5_abb_spezif_energieverbrauch-pv_2017-04-06.pdf

25

26 ## Zielansatz im Startszenario

27 - Modalsplit unverändert wie Status, [S.4.126]

28 Einflussfaktor auf Personenverkehrsleist.Straße&Schiene pro Person = 1 [19]

29

30 ## Begründung

31 Nach Umstellung des dominierdenden PKW-Anteils an der Beförderungsleistung auf Elektroantriebe sinkt deren spezifischer Energieverbrauch so stark, dass mit Verlagerung auf öffentliche Verkehrsmittel und auf Muskelkraft nur noch moderate Einsparungen zu erreichen wären (siehe Kapitel Bedeutung).

32

33 ## Herausforderungen

34 Wegen der starken Flächenbeanspruchung zur Bedarfsdeckung durch erneuerbare Energien sollten auch kleinere Einsparungsbeiträge in Erwägung gezogen werden.

35

36 ## Beispielvariante: Entlastung Energieerzeugung durch ÖPV und Muskelkraft

37 Diese Beispielvariante geht von einer Reduzierung des motorisierten Individualverkehrs (PKW) durch Verlagerung auf Busse und Muskelkraft aus: Die heutigen Anteile an der Beföderungsleistung von Linienbussen, Fahrrädern und Fußwegen werden jeweils verdoppelt. Dadurch wären Einsparungen von 11% der Endenergie im Verkehrsbereich möglich. Daraus resultiert ein **Einflussfaktor** auf die Verkehrsleistung im Personenverkehr [15] [17]

38 auf Straße&Schiene von **0,89**. [19]

39 - Verkehrsleistung **Personenverkehr**/Pers. Straße&Schiene (100% im Startszenario) unter Einbeziehung des Einflussfaktors Modalsplit: **89%** [S.4.126]

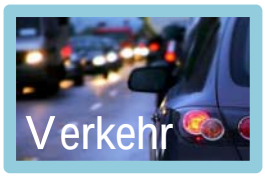
40 > Der Endenergiebedarf an Strom und Kraftstoffen für den Verkehr läge dadurch um 5,8% niedriger, als im Startszenario (361 > 340 TWh/a). [S.4.182]

41 > Zur Deckung würde bespielsweise eine **um 6,3% reduzierte onshore-Windparkfläche** ausreichen (2,1 > 2,0% der Bodenfläche). [S.1.34]

43 ## Beschlossener Ansatz zum Plädoyer im Plenum

44 Einflussfaktor Modalsplit auf Verkehrsleistung Personenverk./Pers.Straße&Schiene:
1,0 wie Start-S. oder --

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



Vc. Elektrotraktion

Bedeutung

Rund 93% der Personenverkehrsleistung und 95% der Güterverkehrsleistung auf Straße, Schiene und Binnenschiffen werden heute durch Einsatz von Kraftstoffen mit Verbrennungsmotoren bereitgestellt, nur knapp 7% bzw. 5% durch Einsatz von Strom (fast vollständig durch elektrischen Bahnen). [S.4.131] [S.4.160]

Vom gesamten Kraftstoffeinsatz (671 TWh/a = 457 Personenverkehr + 215 Güterverkehr) sind lediglich 2,0% Biodiesel aus deutschem Rapsanbau (13 TWh/a) und 1,5% Biodiesel aus Anbau im Ausland (10 TWh/a), hauptsächlich von Palmölplantagen. Die fossilen Kraftstoffe mit einem Anteil von 96,5% werden 2050 nicht mehr zur Verfügung stehen. [S.4.142] [S.4.167] [S.2.126] [S.2.128]

Mit dem begrenzten Potenzial an Biobrennstoffen aus deutschem Anbau wird sich die Substitution der fossilen Kraftstoffe nicht im entferntesten erreichen lassen, selbst wenn das gesamte Potenzial an Bioenergie vom Acker allein für den Verkehr eingesetzt würde. Und eine Aufrechterhaltung oder sogar Ausweitung der Biokraftstoff-Importe erscheint angesichts der sich zuspitzenden Welternährungslage als nicht vertretbar.

Die verfügbaren Potenzaile an erneuerbaren Energien zeigen, dass allein bei Strom aus Windenergie und Photovoltaik eine Vervielfachung der heutigen Erzeugung möglich ist, der damit zur tragenden Säule des künftigen Energiesystems wird.

Technisch möglich wäre die Synthese von Kraftstoffen aus Wasserstoff, der mit Wind-/Solarstrom über Wasserelektrolyse erzeugt wird. Aber selbst, wenn das dafür erforderliche CO_2 in ausreichender Menge aus der Verbrennung von Biomasse verfügbar wäre, müsste zum Ausgleich der Wandlungsverluste für jede kWh Kraftstoff 2,5 kWh Strom eingesetzt werden (Wirkungsgrad Elektrolyse 64%, Wirkungsgrad Kraftstoffsynthese 63%). [S.2.200] [S.2.206]

Entscheidend ist aber die Antriebsenergie an den Rädern der **Kraftfahrzeuge mit Verbrennungsmotoren**: Für jede Kilowattstunde Vortriebsenergie wäre das **8,7-fache an Wind- und Solarstrom** erforderlich. Ursache dafür ist der geringe Wirkungsgrad der Verbrennungsmotoren (bei optimistischer Annahme von 28%, (heute unter 20%). [S.4.139]

Elektrofahrzeuge, die über Batterie, Oberleitung oder Induktionsschleifen direkt mit Wind- und Solarstrom versorgt werden können, haben dagegen einen geradezu dramatischen **Effizienz-Vorteil**: Hier würde für jede Kilwattstunde Vortriebsenergie 1,3 kWh Stromeinspeisung in Batterie, Oberleitung oder Induktionsschleife genügen (angenommener Wirkungsgrad 78%). [S.4.158]

Werden auch die Verluste berücksichtigt, die durch Schwankungsausgleich (Abregelung von Spitzen und Stromspeicherung in Form von Wasserstoff) auftreten, ist für jede Kilowattstunde Antriebsenergie das **2,8-fache an Wind- und Solarstrom** erforderlich (bei Verhältnissen gemäß Start-Szenario). Das ist ziemlich genau ein Drittel vom Verbrennungsmotor mit synthetischen Kraftstoffen. [S.2.186] [S.2.220] [S.2.227]

Zielansatz im Startszenario

- Die Personen- und die Güterverkehrsleistung auf Straße, Schiene und Binnenschiffen wird zum größten Teil durch Elektrotraktion erbracht (jeweils zu 89%), ein Rest durch Verbrennungsmotoren (11%). [S.4.131] [S.4.156]

30 **Begründung**

31 Verschiedene Techniken der Elektrotraktion sind bereits im praktischen Einsatz: Neben Fahrzeugbatterien, die in Stillstandszeiten gelanden werden, sind das über Induktionsschleifen betriebene Elektrobuslinien, oberleitungsbespannte Autobahnen oder in Straßen eingelassene Stromschienen.

32 Durch den hohen Anteil von Elektrotraktion wird deren großer Effizienzvorteil gegenüber Fahrzeugen mit Verbrennungsmotor weitgehend genutzt. Ein kleiner Rest von Verbrennern bleibt erhalten für Anwendungsfälle, die nur schwer mit Elektrotraktion zu realisieren wären.

33

34 **Herausforderungen**

35 Auch für die Zukunft erscheint es wenig sinnvoll, batteriegetriebene Elektrofahrzeuge auf die Reichweite heutiger Benzin- und Dieselfahrzeuge zu bringen, sie würden zu schwer. Die heute besten Litium-Ionen-Akkumulatoren wiegen 4 kg pro Kilowattstunde Speicherkapazität*. das ist fast das 50-fache der Dieselmenge mit einer Kilowattstunde Heizwert (84 Gramm). Das wird durch den 3-fach höheren Wirkungsgrad vom Elektro- gegenüber Dieselantrieb nicht aufgewogen. Bei gleicher Reichweite würde die Batterie mehr als das 10-fache der Diesel-Tankladung wiegen.
*) VDE Verband der Elektrotechnik , Kompendium: Li-Ionen-Batterien. Frankfurt am Main, Juli 2015.

36 https://www.dke.de/resource/blob/933404/fa7a24099c84ef613d8e7afd2c860a39/kompendium-li-ionen-batterien-data.pdf

37 Die geringere Reichweite verbunden mit langen Ladezeiten im Vergleich zur Krafstoffbetankung bedeuten Einschränkungen in der bisher gewohnten freizügigen Fahrzeug-Nutzbarkeit.

38 Zwar lassen sich diese Einschränkungen durch entsprechenden Infrastruktur-Ausbau mildern, aber nicht beheben (z. B. jeder Parkplatz mit Steckdose, höhere Raststellendichte mit großer Schnelllade-Kapazität, Autobahnen mit Stromschienen bzw. Oberleitung, Buslinien mit Induktionsschleifen an Haltepunkten, Fernreisen mit der Bahn).

39 Die flächendeckende Schaffung der Infrastrukturen innerhalb von drei Jahrzehnten erfordert große gesellschaftliche Anstrengungen. Und auch die Einstellung der Bevölkerung auf ein angepasstes Mobilitätsverhalten wird ein längerfristiger Prozess.

40 Entlastend könnte daher wirken, den Anteil Elektrotraktion weniger stark zu erhöhen und so für mehr Anwendungsfälle die Vorteile der Verbrenner nutzen zu können. Im Interesse einer nicht allzu gravierenden Ausweitung der Wind- und Solarflächen gehen die Beispielvarianten von einer moderaten Rücknahme der Elektromobilität aus, die die Annahmen anderer Studien mit maximal 50% Elektromobilität noch weit übersteigt.

41

Beispielvariante: Entlastung durch höheren Anteil Verbrennungsantriebe

- **Drei Viertel** der Personen- und der Güterverkehrsleistung wird durch **Elektrotraktion** erbracht anstatt 89% im Startszenario. Für das verbleibende **eine Viertel** werden die Antriebe mit **Verbrennungsmotoren** beibehalten. [S.4.131] [S.4.156]

> Als Kraftstoff wird aus Effizienzgründen komprimiertes Methangas eingesetzt. Der Kraftstoffbedarf erhöht sich auf 2,3-fache gegenüber Startszenario (71 > 160 TWh/a). [S.4.142] [S.4.167]

> Dafür wird das gesamte Biomethan eingesetzt, während im Startszenario lediglich 74% davon erforderlich waren und der übrige Anteil für Prozesswärme zur Verfügung stand. [S.2.114]

> Nebeneffekt: Der Brennstoffanteil an der Prozesswärme geht gegenüber dem Startszenario von 51% auf 45% zurück (heute 73%). Damit steigt das Risiko, dass nicht mehr genügend Brennstoffe für auf offene Flamme oder Kohlenstoff angewiesene Produktionsprozesse zur Verfügung stehen. [50] [51] [S.4.109] [S.4.120]

Mit dem Biomethan können allerdings nur 60% des Kraftstoffbedarfs gedeckt werden. Die übrigen 40% des Methans werden aus Wind-/Solarwasserstoff synthetisiert. [S.2.116] [S.2.195]

> Der gestiegene Strombedarf für Prozesswärme und Methansynthetisierung überwiegt den verminderten Strombedarf der reduzierten Elektrofahrzeugflotte. Zur Deckung wäre bespielsweise eine **Ausweitung der onshore-Windparkflächen um 25%** gegnüber Startszenario erforderlich (2,1 > 2,6% der Bodenfläche). [S.1.34]

ACHTUNG: Die Auswirkung dieser hier isoliert betrachteten Veränderung kann sich in Kombination mit einer Erhöhung der Verkehrsleistung verfielfachen!

Varianten-Option: Entlastung Energiebedarf durch Brennstoffzellen-Fahrzeuge

- Wie in Variante 1a werden auch hier drei Viertel der Personen- und Güterverkehrsleistung Straße&Schiene&Binnenschifffahrt durch Elektrotraktion erbracht. Allerdings werden hier für das verbleibende **eine Viertel** mit Wasserstoff betankte **Brennstoffzellen-Fahrzeuge** eingesetzt. [S.4.143] [S.4.168]

> Biomethan wird in diesem Fall überhaupt nicht als Kraftstoff benötigt, das gesamte Antebot kann für Prozesswärme genutzt und der Stromeinsatz dort entsprechend gesenkt werden. [S.2.114]

> Der Wasserstoff wird durch Elektrolyse aus Wind- und Solarstrom und Kompression tankfähig bereitsgestellt. Durch Entfall der Methanisierungsverluste und wegen der gegenüber Antrieben mit Verbrennungsmotor höheren Wirkungsgrade der Brennstoffzellenfahrzeuge ist der resultierende Strombedarf geringer als in Beispielvariante 1a. [S.2.193]

> In diesem Fall wäre zur Deckung eine **Ausweitung der onshore-Windparkflächen um 21%** gegnüber Startszenario erforderlich (2,1 > 2,5% der Bodenfläche). [S.1.34]

Beschlossener Ansatz zum Plädoyer im Plenum

Anteil Elektrotraktion im Personenverkehr (%): wie Start-S. oder ---------- [ ]

Verbrennungsmotoren wie Start-S. oder Brennstoffzellen im Personenverkehr: ---- [ ]

Anteil Elektrotraktion im Güterverkehr (%): wie Start-S. oder ---------- [ ]

Verbrennungsmotoren wie Start-S. oder Brennstoffzellen im Güterverkehr: ---------- [ ]

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

_____