

Plot.1.Na - Nutzleistung anpassen		
5	Der künftige Energiebedarf wird maßgeblich bestimmt durch die Ansprüche der Gesellschaft an die mit Energie zu erbringenden Leistungen, hier mit Nutzung bezeichnet.	
6	Der Energiebedarf muss durch Bereitstellung der entsprechenden Energiemengen gedeckt werden.	
7	Wieviel Energie bereitgestellt werden kann, ist begrenzt durch die natürlichen Gegebenheiten, die Inkaufnahme von Nutzungskonkurrenzen und die technischen Möglichkeiten.	
8	Es ist also ein günstiger Kompromiss zu finden zwischen den Belastungen durch die Energiebereitstellung einerseits und der Menge an verfügbaren Energiedienstleistungen andererseits.	
9	Wir werden diese komplexe Aufgabe heute von zwei Seiten aus angehen:	
10	Zuerst werden wir die Energiebereitstellung im Jahr 2050 aus dem Szenario für das Land Niedersachsen als Basis nehmen und versuchen, die Energienutzung an dieses Angebot anzupassen.	
11	Anschließend haben wir umgekehrt die Gelegenheit, ausgehend von der Energienutzung im Niedersachsen-Szenario die Energiebereitstellung vom heutigen Zustand darauf anzupassen.	
12	Auf dieser Seite '2.Bereitstellung' sind die wesentlichen Bereitstellungsstrukturen dargestellt, die wir uns nachher genauer anschauen werden.	2.
13	Für unser erstes Szenario ist ersteinmal nur die im Basisszenario erreichte jährliche Bereitstellung der verschiedenen Energieträger aus erneuerbaren Quellen wichtig. GWh	2.8
14	Wenn wir auf die Nutzungsseite wechseln, sehen wir in Zeile 8 den Energiebedarf in GWh/a unter der Annahme, dass die Nutzungsansprüche bis zum Zieljahr 2050 wie bisher weiter wachsen (Busines as usual).	1.
15		1.8
16	In Zeile 7 wird angezeigt, wieviel des jeweiligen Bedarfs durch die im Basisszenario bereitgestellte Energie gedeckt würde. Rosa hinterlegt sind Energieträger mit Unterdeckung, gelb die mit Überdeckung.	1.7
17	Wir sehen, dass mit der heutigen Struktur der Energieversorgung und einfach fortgeschriebenen Nutzungsansprüchen eine Deckung bei den Energieträgern Brennstoffe und Kraftstoffe nicht erreicht werden könnte. Bei Strom und Wärme wäre dagegen ein Überschuss vorhanden.	
18	Die Aufgabe besteht darin, die Strukturen und Ansprüche so anzupassen dass im Zieljahr 2050 bei allen Energieträgern eine Deckung von 100% erreicht wird.	
19	Als erstes legen wir dazu eine Variante an, indem wir die Datei unter dem veränderten Namen 'X181130Na1.xlsx' abspeichern und den Workshop-Teilnehmerkreis als Urheber eintragen.	3.8
20	Wir wechseln wieder zurück auf die Nutzungsseite. Um mit dem Angebot an erneuerbaren Energien vom Basisszenario zur Deckung zu kommen, muss der Energiebedarf reduziert werden. Zunächst werden wir jetzt versuchen, dies soweit wie möglich durch Steigerung der Wandlungs- und Nutzungseffizienz zu erreichen. Falls nach Ausschöpfung der Effizienzpotenziale dann immer noch Deckungslücken bestehen, ist zu deren Schließung anschließend die Senkung der Nutzungsansprüche erforderlich, also Suffizienzmaßnahmen. Jetzt aber zunächst die Effizienzverbesserung.	1.

Plot.1.Na - Nutzleistung anpassen

21	<p>Im Personenverkehr auf Straße und Schiene gibt es große Effizienzunterschiede zwischen Verbrennungsmotoren und Elektroantrieben: Die ineffizienten Otto- und Dieselantriebe haben Anteile von über 90% an der Verkehrsleistung. Durch eine Verschiebung in Richtung effizienter Elektrotraktion aus Batterie oder Oberleitung* könnte die selbe Verkehrsleistung mit wesentlich weniger Energieeinsatz erbracht werden. Was würde das an Herausforderungen mit sich bringen? Welcher Anteil von Elektrotraktion an der Verkehrsleistung wäre aus Ihrer Sicht akzeptabel?</p> <p>*) nicht Brennstoffzellen wegen der wesentlich höheren Wandlungsverluste.</p>	1.19
22	<p>Der ursprüngliche Wert für den Anteil Elektrotraktion im Datenmodell soll jetzt durch Ihre getroffene Ansatzentscheidung ersetzt werden. Der Link zu der entsprechenden Zelle im Datenmodell ist kräftig gelb markiert und mit [3.42] beschriftet: 3. steht für Arbeitsblatt '3.Daten', 42 steht für Zeile 42. Nach Betätigung des Links ist die zu ändernde Zelle im Arbeitsblatt 3.Daten, Zeile 42, bereits ausgewählt und durch einen kräftigeren Rahmen gekennzeichnet. Es kann jetzt ohne weiteres die Eingabe des Zahlenwertes erfolgen, sie ist mit Enter-Taste abzuschließen.</p> <p>Nach erfolgter Eingabe springen wir zurück in das Arbeitsblatt 1.Nutzung, vorteilhaft dafür ist der Button Zurück in der Schnellzugriffsleiste oben im Excel-Fenster (falls noch nicht vorhanden, wird die Einrichtung im Kap 1.2 der Installations- und Bedienungsanleitung beschrieben).</p>	1.20
23	<p>Dieselben Fragen zum Güterverkehr: Herausforderungen? Akzeptabler Anteil Elektrotraktion?</p>	1.28
24	<p>Für den Luftverkehr wird zwar geforscht nach Möglichkeiten zur Ablösung von Kerosin, beispielsweise durch Wasserstoff oder durch batterieelektrische Antriebe. Zurzeit erscheinen die Erfolgsaussichten aber gering. Daher wird hier weiter von Kerosin-Traktion ausgegangen, allerdings mit einem von heute 35% auf 49% verbesserten Wirkungsgrad der Turbinen.</p>	1.35
25	<p>Wie ließe sich die kleiner gewordene Deckungslücke beim Kraftstoff schließen? Die Quellen für Kraftstoff sind auf Seite 2. Bereitstellung zu sehen:</p>	2.
26	<p>Da ist zum einen der Einsatz von komprimiertem Biogas als Ottokraftstoff. Im Gegensatz zur heutigen Verwendung fast ausschließlich für Verstromung ist im Basis-Szenario bereits die vollständige Verlagerung auf Gaskraftstoff vorgesehen. Vorschlag, diesen Ansatz hier zunächst beizubehalten und ggf. In Phase 3 nochmal über eine Änderung nachzudenken! Biodiesel und Bioethanol sind in dieser vereinfachten Kalkulation übrigens nicht erfasst. Wegen der geringen Flächenproduktivität gegenüber Biogas erscheinen die möglichen Beiträge vernachlässigbar.</p>	2.24
27	<p>Wenn die Bioenergie als Kraftstoff ausgereizt ist, bleibt die Kraftstoffgewinnung durch Synthese aus Wind-/Solarwasserstoff und CO₂, wie hier auf der Seite Bereitstellung gezeigt. Zur Schließung der Deckungsauslücke sind entsprechend [3.377] noch ...GWh/a Kraftstoff erforderlich. Durch Eintrag des Joker-Zeichens # in [3.378] Wird genau die fehlende Menge an Synthesekraftstoff bereitgestellt. Bei einem Nutzungsgrad von 41% gemäß [2.66] * ist dafür gemäß [2.64] ein Stromeinsatz von ...GWh/a erforderlich.</p> <p>*) Resultierend aus 65% für die Wasserelektrolyse und 63% für die Synthese von Kohlenwasserstoffen zu Flüssigkraftstoff.</p>	2.66

Plot.1.Na - Nutzleistung anpassen		
28	Damit haben wir als erstes eine Vollabdeckung des Kraftstoffbedarfs im Verker erreicht.	1.7
29	Wenden wir uns jetzt der Prozesswärme zu, als der Wärme für Produktionsprozesse mit einem Temperaturniveau von oberhalb 100°C zu, "vom Hochofen bis zum Backofen".	1.41
30	Zunächst ist zu bewerten, um wieviel der Wärmebedarf sich durch Erhöhung der Prozesseffizienz noch reduzieren ließe. Der Ansatz im Basisszenario geht aus von einer möglichen Reduktion der erforderlichen Nutzenergie pro produzierter Menge um 20% auf 80% gegenüber dem Statusjahr . Dieses Potenzial erscheint auf Grund von Studien als wahrscheinlich. Hinweise auf möglicherweise noch größere Effizienzgewinne sind mit großen Unsicherheiten behaftet. Vorschlag: Ansatz beibehalten. OK?	1.44
31	Heute wird der überwiegende Anteil (65%) der Prozesswärme mit Brennstoffen erzeugt, hauptsächlich fossilen Brennstoffen. Nach Wegfall der fossilen Brennstoffe bleibt nur ein schmales Budget an Biobrennstoffen übrig, selbst wenn auf die heute übliche Verstromung von Holz- und Strohreststoffen verzichtet wird. Künftig werden dagegen Solar- und Windstrom zu tragenden Säulen der Energieversorgung. Daher liegt es nahe, den Brennstoffbezug auf das Angebot an Biobrennstoffen zu begrenzen (durch Joker-Zeichen # in [3.121]) und die übrige Prozesswärme in Elektroöfen zu erzeugen, die außerdem einen höheren Wirkungsgrad aufweisen. OK?	1.41
32	Allerdings erscheint es zweifelhaft, dass ein Anteil von wenigen Prozent Brennstoffe an der Prozesswärme gemäß [1.41] für alle auf Brennstoffe angewiesenen Prozesse ausreicht.	1.41
33	Wie könnte dieser Engpass gemildert werden? Wir sehen, dass bisher nur 23% der verfügbaren Biobrennstoffe für Prozesswärme beansprucht werden. Für Gebäudewärme wäre dagegen eine Brennstoffmenge erforderlich, die beim Vielfachen der verfügbaren Biobrennstoffe liegt, ersichtlich am Prozentsatz in [1.50] rechts, der weit über 100% liegt und heute noch mit fossilen Brennstoffen gedeckt werden muss. Da hier ohnehin eine grundlegend andere Lösung gefunden werden muss, mein Vorschlag, zunächst sämtliche Biobrennstoffe in die Prozesswärme zu geben. Später können wir entscheiden, ob diese Lösung aufrecht zu erhalten ist. OK? (wenn OK, dann 100% eingeben) Damit wird ein Brennstoffanteil von immerhin xx% an der Prozesswärme erreicht [1.41], das erscheint schon realistischer!	1.40
34	Kommen wir jetzt zur Gebäudewärme bis 100°C für Heizung und Warmwasserbereitung.	1.51
35	Für den Wärmeschutz haben wir hier den pessimistischen Ansatz als Vorlage, dass im gesamten Gebäudebestand einschließlich Neubauten nur moderate Verbesserungen des bestehenden Wärmeschutzes (125 kWh/qm/a) stattfinden. Werden dagegen beispielsweise 2/3 des Gebäudebestandes auf einen Energiesparstandard von 60 kWh/qm/a gebracht und 1/3 der Gebäude durch Neubauten im Passivhausstandard ersetzt (15 kWh/qm/a), würde sich der Gebäudewärmebedarf auf 36 % gegenüber Statusjahr reduzieren. Welches Niveau würden Sie als erreichbar und sinnvoll ansehen?	1.54

Plot.1.Na - Nutzleistung anpassen

36	Wir sehen, dass der Deckungsanteil bei Brennstoffen immer noch niedrig liegt [1.7], weil die Heizungen weiterhin größtenteils mit Brennstoffen betrieben werden. Selbst wenn wir den gesamten Brennstoff von Prozesswärme wegnehmen und in die Gebäudewärme stecken würden [3.116], wäre das nicht die Lösung des Problems, der Deckungsgrad bei Brennstoffen [3.4] würde sich lediglich von 14% auf 17% erhöhen.	1.7
37	Daher mein Vorschlag, die auf Brennstoffen basierenden Öfen und Kessel ganz abzuschaffen und uns anschließend nach anderen Lösungen umzusehen. OK (#)?	1.51
38	So, der verbleibende Brennstoffbedarf ist jetzt voll gedeckt [1.7].	1.7
39	Für rund 100% des Bedarfs wird jetzt Wärme aus Niedertemperatur-Quellen angenommen: Abwärme aus KWK, geringe Anteile an Solarthermie und Wärmepumpen. Allerdings liegt der Deckungsgrad von NT-Wärme nun bei lediglich 17% [1.7].	1.7
40	Zur Schließung der Deckungslücke erscheint die Ausweitung der Wärmepumpen besonders interessant: Durch Nutzung von freier Umgebungswärme aus dem Erdreich oder der Luft kann das rund 3,6-fache der eingesetzten Strommenge an Wärme bereitgestellt werden. Vorschlag: Wir stellen die gesamte fehlende Wärmemenge mit Wärmepumpen bereit. OK? (#)	1.60
41	Der marginale Beitrag von Elektroöfen bzw. Kesseln könnte jetzt auch noch von den um ein Vielfaches effizienteren Wärmepumpen übernommen werden. OK? (Vorgabe mit 0 überschreiben)	1.53 r.
42	Kommen wir jetzt zu den klassischen Stromanwendungen Kraft, Licht, Informations-/Kommunikationstechnologien, Kälte (ohne Elektrowärme), kurz 'KLIK'.	1.51
43	Bei KLIK ist von einem durch Anwendungseffizienz moderat auf 80% gesenkten Verbrauchsniveau ausgegangen worden. In der Vorlage haben Recherchen das Potenzial für eine stärkere Senkung auf 73% gegenüber Status ergeben. Wie positionieren Sie sich?	1.66
44	Nachdem wir die Effizienzpotenziale auf der Nutzungsseite ausgeschöpft haben, kommen wir jetzt zur Schließung der verbliebenen Deckungslücke beim Strom durch angepasste Nutzungsansprüche bzw. Suffizienz. Als Erstes betrachten wir aber zunächst noch zwei Rahmenbedingungen, die grundlegenden Einfluss auf den Energiebedarf haben: - Die Bevölkerungsentwicklung zur Bestimmung der Anzahl Energieverbraucher; - die Entwicklung der Wirtschaftsleistung pro Einwohner in Form des Brutto-Inlandsproduktes pro Kopf als Orientierung für deren Nutzungsansprüche .	1.11
45	Zur Bevölkerungsentwicklung: Die in der Vorlage angenommene Degression um durchschnittlich 0,31 % jährlich basiert auf einer Bevölkerungsvorausberechnung des statistischen Bundesamtes [D.1.45]* bzw. [D.1.37]*. Allerdings birgt das starke globale Bevölkerungswachstum von prognostizierten 38% zwischen 2012 und 2050 [D.1.47]* mit steigendem Migrationsdruck erhebliche Unsicherheiten. Frage: Welcher Ansatz wäre hier angemessen, um den künftigen Energiebedarf und damit die Deckungsproblematik nicht zu unterschätzen? Wie wäre es beispielsweise mit der Annahme eines Bevölkerungsstandes wie im Referenzjahr 2012 (=0%)? *) Verweise beziehen sich auf das Datenmodell des Basisszenario D.xlsx.	1.11

Plot.1.Na - Nutzleistung anpassen

46	Zur Wirtschaftsleistung pro Einwohner: Der Vorlagewert von 1,04% resultiert aus einer durchschnittlichen BIP-Wachstumsrate der Wirtschaft Niedersachsens von 0,7% jährlich und der Bevölkerungsdegression. Damit wächst des Bruttoinlandsprodukt pro Person auf 148% im Jahr 2050 gegenüber 2012. Hier wurde zunächst ein dazu proportionales Wachstum der einzelnen Nutzungsansprüche angenommen, wie Verkehrsleistung, Produktionsvolumen, beheizte Wohn- und Nutzfläche... Bei unverändert anhaltendem Wachstum wäre das BIP im Jahr 2100 bereits auf 249 % von 2012 angewachsen. Allerdings wird hier davon ausgegangen, dass nach dem Zieljahr 2050 kein materielles Wirtschaftswachstum mehr stattfindet, da das gefundene Gleichgewicht zwischen Nutzungsansprüchen und Energiegewinnung nur so auch auf längere Sicht erhalten werden kann (siehe dazu die Kommentare in [1.12] und [1.13], Spalte 2100).	1.12
47	Bevor wir für jeden einzelnen Nutzungsanspruch einen eigenen angemessenen Ansatz festlegen, können wir hier schon einmal die Entwicklung des BIP pro Einwohner als Orientierungsgröße vorgeben. Frage: Halten Sie bis zur Stabilisierung ab dem Jahr 2050 noch ein Restwachstum des BIP pro Person um 48% relativ zu 2012 für wünschenswert wie im Gutachten? Oder mehr, um ein noch höheres materielles Wohlstandsniveau zu erreichen? Oder weniger, um mit einer geringeren Ausweitung der Bereitstellung erneuerbarer Energien auszukommen - verbunden mit geringeren Belastungen der Energiebereitstellung?	1.12
48	Wir haben jetzt eine Struktur des Energieversorgungssystems geschaffen, mit der sich bei Brennstoffen, Kraftstoffen und Niedertemperaturwärme eine 100-prozentige Deckung erreichen lässt. Allerdings haben wir beim Strom vermutlich noch eine erhebliche Deckungslücke.	1.7
49	Für diese Deckungslücke bleibt jetzt nur die Möglichkeit, sie durch eine Reduzierung bei den unterschiedlichen Nutzungsansprüchen zu schließen.	
50	Jetzt kommen wir zum ersten Nutzungsanspruch, dem Personenverkehr. Die Vorlage geht zunächst davon aus, dass die Verkehrsleistung/Kopf auf Straße und Schiene durchschnittlich proportional zum BIP/Kopf wächst. Durch eine geringere Verkehrsleistung pro Person beispielsweise ließe sich der Strombedarf für Elektrotraktion und für Kraftstoffsynthese entlasten. Daher die Frage: Inwieweit wäre für Sie eine weitere Steigerung Ihrer heutigen Personenverkehrsleistung zur Steigerung ihres persönlichen Wohlstands erstrebenswert, oder wären Sie auch mit weniger zufrieden? Wieviel Prozent vom Status 2012 veranschlagen Sie für die gefahrenen Personenkilometer?	1.21
51	Wie beim Personen- auch beim Güterverkehr die Frage: Inwieweit würden Sie mit einer Ausweitung der heutigen Güterverkehrsleistung auch eine Steigerung ihres persönlichen Wohlstands verbinden? Immer mehr Warenlieferung = immer mehr Lebensglück? Vorschlag. Wieviel Prozent vom Status 2012 veranschlagen Sie für die Tonnen-Kilometer pro Kopf?	1.29
52	Die selbe Frage auch zum Flugverkehr: Wären für Sie mehr Flugkilometer gegenüber heute für ein zufriedenes Leben in Wohlstand wichtig oder kämen Sie auch gut mit gleicher oder geringerer Verkehrsleistung aus? Wieviel Prozent vom Status 2012 veranschlagen Sie für die Flugkilometer pro Kopf?	1.35

Plot.1.Na - Nutzleistung anpassen

53	Wenden wir uns jetzt wieder der Prozesswärme in der Produktion zu - vom Hochofen bis zum Backofen. Der Energiebedarf hängt maßgeblich vom Produktionsvolumen ab. Auch hier ist die Frage: Inwieweit würden Sie mit der Möglichkeit, sich immer mehr materielle Dinge kaufen zu können, auch eine Steigerung ihres persönlichen Wohlstands verbinden? Immer mehr Konsum = immer mehr Lebensglück? Und dazu kommt ein zweiter Gesichtspunkt:	
54	Durch langlebigere Produkte und Verminderung des ungenutzt weggeworfenen Warenanteils könnte die Produktion ohne Einbußen am materiellen Standard weiter gesenkt werden (doppelte Lebensdauer = halbes Produktionsvolumen). Wieviel Prozent vom Status 2012 veranschlagen Sie für das Produktionsvolumen von Industrie und Gewerbe pro Kopf?	1.43
55	Kommen wir jetzt zur Gebäudewärme, hauptsächlich für die Beheizung. Der Energiebedarf hängt maßgeblich von der beheizten Nutzfläche ab. Auch hier ist die Frage: Haben Sie die Wohnung Ihrer Familie, in der Sie aufgewachsen sind, als zu beengt empfunden? Inwieweit wäre für Sie die Ausweitung der Wohnfläche pro Person ein wesentlicher Gewinn an Wohlstand? Immer mehr Wohnfläche = immer mehr Lebensglück? Wieviel Prozent vom Status 2012 veranschlagen Sie für die beheizte Gebäude-Nutzfläche (Wohnen und Arbeitsplatz) pro Kopf?	1.53 l.
56	Bei den vielfältigen klassischen Stromanwendungen Kraft, Licht, Informat.-Kommunikat.-Tech. und Kälte 'KLIK' wurde hier die 'Nutzungsintensität pro Person' als verallgemeinertes Maß für die Nutzungsansprüche eingeführt. Der weitaus überwiegende Teil des Strombedarfs pro Person wird übrigens nicht direkt im privaten Bereich verursacht, sondern indirekt durch die Produktionsprozesse. Damit ist die Nutzungsintensität pro Person bei KLIK maßgeblich vom Produktionsvolumen pro Person abhängig (siehe oben [53]). Wieviel Prozent vom Status 2012 veranschlagen Sie für die Nutzungsintensität von KLIK pro Kopf?	1.65
57	Zum Schluss der Blick auf einen bisher noch meist unberücksichtigten Umstand: Heute stammen die Kohlenwasserstoffe für die stoffliche Verwendung in der Petrochemie aus Erdgas, Erdöl und Kohle. Auch hier muss aus Klimaschutzgründen eine Umstellung auf nicht-fossile Stoffe erfolgen, da die Endprodukte nach Ablauf der Nutzung ebenfalls in Biosphäre und Atmosphäre gelangen. Wegen eng begrenzter Potenziale von pflanzlichen Rohstoffen wird hier die Synthese der Grundstoffe aus Wind-/Solarwasserstoff und CO ₂ angenommen, die den Strombedarf erheblich erhöht. Im Basisszenario wurde aufgrund verschiedener Annahmen für 2050 ein gravierend gesenkter Grundstoffbedarf angesetzt: Verringerung der synthetisierenden Grundstoffmenge pro Person durch langlebige Produkte, weniger Kunststoffverpackungen, mehr Naturstoffe usw. auf 49% gegenüber dem Verbrauchsstatus von Erdöl, Erdgas und Kohle. Wieviel Prozent vom Status 2012 veranschlagen Sie für den Grundstoffbedarf pro Person 2050?	2.74
58	Liegt die Deckung beim Stromverbrauch nun ober- oder unterhalb von 100%? Für den Abgleich können Sie bei folgenden Parametern nachsteuern:	1.7
59	Bevölkerungsentwicklung	1.11
60	Personen-Verkehrsleistung pro Person	1.21
61	Güter-Verkehrsleistung pro Person	1.29

Plot.1.Na - Nutzleistung anpassen

62	Luftverkehrsleistung pro Person	1.35
63	Produktionsvolumen pro Person	1.43
64	Gebäude-Nutzfläche pro Person	1.53
65	KLIK-Nutungsintensität pro Person	1.65
66	Grundstoffsynthese pro Person	2.74
67	Abspeichern!	