

Energieversorgung des Emslands mit 100 % erneuerbaren Energien

Szenarien für eine zukünftige Energieversorgung,
Empfehlungen für Politik, Verwaltung und Unternehmen

Anne Schierenbeck (a.schierenbeck@hs-osnabrueck.de), Tim Wawer (t.wawer@hs-osnabrueck.de), Theresa Gothe, Jonas Baars
Hochschule Osnabrück, Projekt Regio PLUS

Ausgangslage

Deutschland hat sich zum Ziel gesetzt, bis zum Jahr 2045 klimaneutral zu sein (BMU, 2021). Verschiedene Studien zeigen auf, dass die Umsetzung einer klimaneutralen Energieversorgung bis zu diesem Zeitpunkt möglich ist (Prognos, 2021; EWI, 2021), wobei als frühester Zeitpunkt das Jahr 2035 genannt wird (Wuppertal Institut, 2020).

Die Transformation des gesamten Energiesystems hat unmittelbare Auswirkungen auf die einzelnen Regionen in Deutschland und Europa. Erneuerbare Energien benötigen mehr Fläche als die fossile oder atomare Energieerzeugung. So beträgt der Flächenbedarf in Europa etwa 97.000 Quadratkilometer, entsprechend 2 % der Gesamtfläche Europas, wenn hauptsächlich Windenergie an Land und Solarenergie zur Stromerzeugung genutzt werden (Tröndle, 2020).

Regionen und Landkreise mit viel Fläche können beim Ausbau der erneuerbaren Energien von dem geplanten Strukturwandel besonders profitieren. Der Landkreis Emsland nimmt als flächenmäßig größter Landkreis Niedersachsens mit einer Gesamtfläche von 2.884 km² eine wichtige Rolle ein. Schon heute ist der Landkreis im Bereich der Stromerzeugung aus Windenergie führend (Baars et al., 2021). Zudem finden sich im Vergleich zu anderen Regionen viele Biogasanlagen im Emsland. In der „Energie- und Klimaschutzstrategie 2030“ (Landkreis Emsland, 2020) des Landkreises aus dem Jahr 2020 ist eine Bestandsaufnahme der Situation dargestellt. Konkrete Zielsetzungen hinsichtlich Effizienzsteigerungen, Energieeinsparungen oder beim Ausbau der erneuerbaren Energien werden jedoch nicht quantifiziert.

Für produzierende Unternehmen mit einem erheblichen Strom- und Wärmebedarf ist die Versorgungssicherheit und die Planbarkeit der Energieversorgung essentiell. Sie stehen vor der Herausforderung, eine eigene Energiestrategie zur Dekarbonisierung ihrer betrieblichen Energieversorgung zu entwickeln. Ein wichtiger Aspekt sind dabei zukünftige Preisentwicklungen (Baars & Wawer, 2022). Darüber hinaus ist die zur Verfügung stehende Infrastruktur zur Energieversorgung eine wichtige Grundlage für die eigene Strategie. Hierbei kann es vorteilhaft sein, wenn zukünftig eine Wasserstoffversorgungsmöglichkeit wird oder ein Wärme-, Dampf- oder Kältenetz zur Verfügung steht.

Im Rahmen dieser Untersuchung sollen folgende Fragen beantwortet werden:

- Was sind die entscheidenden Aspekte in der zukünftigen Entwicklung der Energieversorgung und des -verbrauchs im Landkreis Emsland?
- Welche Annahmen können für den Energieverbrauch im Zieljahr 2040 getroffen werden?
- Wie kann ein angemessener Beitrag des Landkreises Emslands zur klimaneutralen Energieversorgung Deutschlands quantifiziert werden?
- Welche Energieszenarien sind für den Landkreis Emsland im Jahr 2040 denkbar?
- Welche Empfehlungen lassen sich aus diesen Szenarien für Unternehmen, Politik und Verwaltung ableiten?

Material und Methode

Zur Bearbeitung der Fragestellung werden Energieszenarien entwickelt. Dafür wird das Simulationstool „100prosim.P“ eingesetzt. Das Programm ist Excel basiert und wird verwaltet sowie weiterentwickelt vom Verein Erneuerbare Energie-Szenarien e.v. (ErnES e.V.).

Das verwendete **Tool 100prosim.P** ist ein Erweiterungsmodul des Basistools 100prosim und erlaubt den Fokus auf die Transformation einer speziellen Region zu richten, in diesem Fall des Emslands. Im Hintergrund ist dieses Tool mit dem Basistool und dessen Daten gekoppelt. Abgebildet werden vor allem die Hauptaspekte Windenergie, Solarstrom und Gebäudewärme. Für die unterschiedlichen Szenarien können innerhalb des Tools Änderungen von Parametern vorgenommen werden.

Die Datengrundlage für das Niedersachsen-Szenario in 100prosim ist ein Gutachten für die Landesregierung Niedersachsen „Szenarien zur Energieversorgung in Niedersachsen im Jahr 2050“ (Niedersächsisches Ministerium für Umwelt, Energie und Klimaschutz, 2016). Der Zielfokus der Modellierung liegt auf einer Energieerzeugung, die zu 100 % auf erneuerbaren Energien basiert.

100prosim bietet eine ganzheitliche Betrachtungsweise von Verbrauch und Produktion im Statusjahr 2018 und im Zieljahr 2040. Da die Energieversorgung vor den weiteren Sektoren dekarbonisiert wird, wird als Zieljahr für eine Energieversorgung aus 100 % erneuerbaren Energien bereits 2040 angenommen. Die genaue Jahreszahl spielt dabei eine untergeordnete Rolle. Entscheidend ist, dass bei dieser Herangehensweise das Zielsystem nach erfolgter Transformation betrachtet wird.

Abbildung 1 zeigt den Überblick über Energiebedarf (Verbrauch) und Energieerzeugung (Produktion), wie er in 100prosim für das Land Niedersachsen dargestellt wird.

Energieverluste, Überdeckungen und Unterdeckungen sowie Zusammenhänge zwischen den Sektoren werden visuell dargestellt. Das Tool ist flächenbasiert und berücksichtigt unter anderem eine detaillierte Flächennutzung für Getreide (Regionalstatistik, 2020), Grünland (Johann-Heinrich-von Thünen Institut, 2012) und Wald (Umweltbundesamt, 2014), genauso wie Flächenpotenziale und -bedarfe für erneuerbare Energien. Bei der Modellierung können sowohl die Bevölkerungsentwicklung als auch der Importanteil der Primärenergie angepasst werden.

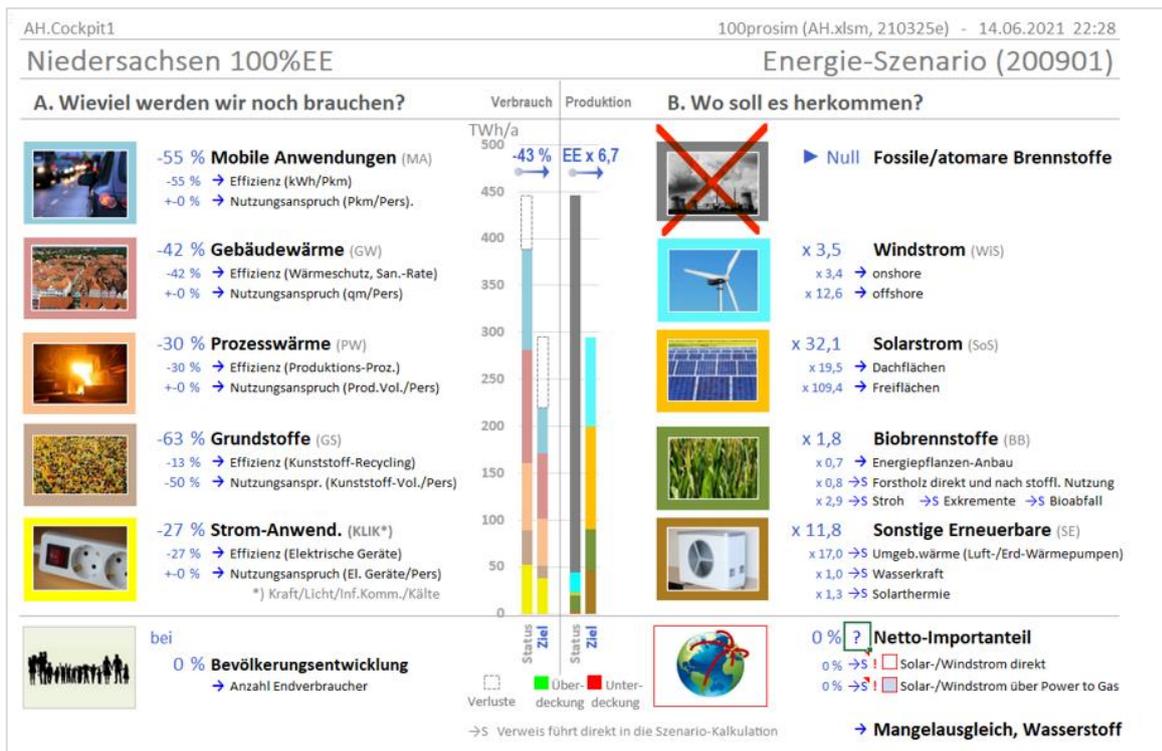


Abbildung 1: Arbeitsoberfläche des Modellierungsprogramms 100prosim (Quelle: Erneuerbare Energie-Szenarien e. V.)

Grundsätze der Modellierung sind das Verursacher- und das Solidarprinzip. Dies „unterstützt primär die Zugrundelegung des von den Einwohnern der Region induzierten Energieverbrauchs nach dem Verursacherprinzip, ergänzt um einen angemessenen interregionalen Lastenausgleich entsprechend den regionalen Gegebenheiten nach dem Solidarprinzip“ (Erneuerbare Energie-Szenarien, 2022).

Die Energieverbrauchsseite setzt sich zusammen aus den Anwendungsgebieten Mobile Anwendungen, Gebäudewärme, Prozesswärme, Stromanwendungen und Grundstoffe, wobei letztere im Modell aus Wasserstoff synthetisiert werden. Die Verbrauchsseite setzt sich zusammen aus den Bereichen Effizienz und Suffizienz (Nutzungsanspruch).

Entscheidende Einflussgrößen sind hier unter anderem die Potenziale im Bereich von Antrieben sowie alternative Kraftstoffe (Gmelin et al., 2008; Zschoke, 2014), aber auch die Größe von beheizten Wohn- und Gewerbeflächen und die eingesetzte Technologie (Fraunhofer IWES/IBP, 2017).

Die Energieproduktionsseite schließt fossile und atomare Energiequellen definitionsgemäß aus und beinhaltet Wind- und Solarstrom, Biobrennstoffe und „Sonstige Erneuerbare“, die sich zusammensetzen aus Umgebungswärme, Wasserkraft und Solarthermie. Bei der Energieerzeugung sind die Zahlen zur installierten Leistung der einzelnen Technologien im Jahr 2018 hinterlegt (Fraunhofer 2020; Marktstammdatenregister, 2022), aber es werden auch Potenziale, Flächenbedarfe und Wirkungsgrade berücksichtigt (Niedersächsisches Ministerium für Umwelt, Energie, Bauen und Klimaschutz, 2015; BWE & Fraunhofer, 2011; Deutsche Windguard, 2017; FGW 2015).

Die Datenbasis für die Simulation der konkreten Situation im Emsland hat das Projektteam in mehreren Schritten entwickelt. Ausgangspunkt ist das Szenario für Niedersachsen mit

Zahlen aus dem Jahr 2018. Dieses wird im ersten Betrachtungsfall Fall A als Referenzszenario genutzt.

Um die spezifischen Gegebenheiten der Region „Landkreis Emsland“ entsprechend abzubilden, werden Strukturdaten der Region in das Programm übertragen. Dazu zählen die Bevölkerungszahl, die gesamte Bodenfläche in Hektar sowie die genutzte Bodenfläche für Siedlungen und Landwirtschaft. Außerdem werden aktuelle Zahlen zur installierten Windenergieleistung und zur installierten Leistung von Solarstrom (Dach- und Freiflächen) eingetragen. Diese Daten werden im Marktstammdatenregister (Bundesnetzagentur Marktstammdatenregister, 2022) abgerufen und übertragen.

Insgesamt werden drei Szenarien modelliert, die sich durch eine Änderung von Parametern in der Energienachfrage ergeben:

- Im Szenario A werden die Annahmen aus dem Niedersachsenszenario direkt auf den Landkreis Emsland angewendet.
- Im Szenario B wird angenommen, dass die Sanierungsrate von Gebäuden nicht 2,6 % pro Jahr beträgt, sondern nur 1,5 %.
- Im Szenario C wird zudem ein Wasserstoffimport von 25 TWh jährlich berücksichtigt.

Aus diesen unterschiedlichen Annahmen leiten sich die Energiemengen ab, die in Zukunft erneuerbar erzeugt werden müssen. Daraus wiederum lassen sich die Flächenbedarfe im Emsland berechnen.

Ergebnisse

Betrachtet werden die drei Szenarien A, B und C sowie die Unterschiede zwischen den Szenarien.

Szenario A

Die Tabelle 1 zeigt die wichtigsten Parameter im Statusjahr 2018 und im Zieljahr 2040 für das Szenario A im Bereich Gebäudewärme.

Tabelle 1: Gebäudewärme Bedarf Szenario A

| Parameter | Einheit | Statusjahr 2018 | Zieljahr 2040 | Veränderung |
|--------------------------|-------------------------|-----------------|---------------|-------------|
| Einwohner (EW) | | 328.930 | 328.930 | 0% |
| Wohnfläche je EW | m ² | 52,3 | 52,3 | 0% |
| Wohnfläche gesamt | Tsd. m ² | 17.203 | 17.203 | 0% |
| Jährliche Sanierungsrate | %/a | 2,6 | | |
| Spez. Wärmebedarf | kWh/(m ² ·a) | 124,8 | 45,2 | -63,8% |
| Anteil sanierter Gebäude | % | | 50,2 | |
| Gebäudewärme Verbrauch | GWh/a | 3.582 | 2.063 | -42,4% |
| ... davon Wohnungen | GWh/a | 2.410 | 1.388 | -42,4% |
| ... pro Einwohner | MWh/a | 7,3 | 4,2 | -42,4% |

Bei der **Gebäudewärme** sinkt der Bedarf gegenüber dem Status von 3.582 auf 2.062 GWh pro Jahr. Dies entspricht einer Einsparung von 42,4 % bis zum Jahr 2040. Dieser reduzierte Wärmebedarf ist auf die energetische Sanierung der Gebäude zurückzuführen. Es wird dafür eine jährliche Sanierungsrate von 2,6 % angenommen. Im Rahmen der Sanierungen werden Altbauten so gedämmt, dass der Wärmebedarf von heute ca. 125 kWh/m² auf 45 kWh/m² sinkt. Dies entspricht in etwa dem heutigen Neubaustandard KfW 55.

Die **Wärmeversorgung**, die heute überwiegend fossil auf der Basis von Erdgas und Heizöl erfolgt, soll zukünftig rein erneuerbar erfolgen. Dazu werden die in *Tabelle 2* aufgeführten Energieträger herangezogen. Die Wärmebereitstellung aus dem Statusjahr, welche im Wesentlichen durch fossile Energieträger (Erdgas, Erdöl) erzeugt wird, entfällt. Die **Wärmepumpe** wird im Zieljahr die dominierende Technologie zur Gebäudewärmeversorgung darstellen, wobei zwei Drittel der Energie aus der Umweltwärme und ein Drittel aus erneuerbarem Strom stammt. Wärmepumpen haben einen Anteil von 89 % an der gesamten Gebäudewärme, die anderen Teile kommen aus der Solarthermie (1,3 %), Abwärme aus H₂-KWK-Anlagen (7,5 %) und Abwärme aus Biomasse-KWK (2,5 %). Dabei ist entscheidend, dass die Nutzung von Abwärme im Gebäudesektor entsprechende Wärmenetze voraussetzt.

Tabelle 2: Wärmeversorgung Szenario A

| Wärmebereitstellung durch | Einheit | Statusjahr 2018 | Zieljahr 2040 | Veränderung |
|-------------------------------|---------|-----------------|---------------|-------------|
| Fossile Brennstoffe und Strom | GWh/a | 3.082 | 0 | -100% |
| Brennholz direkt | GWh/a | 200 | 0 | -100% |
| Abwärme KWK Biobrennstoff | GWh/a | 172 | 51 | -70% |
| Abwärme KWK Wasserstoff | GWh/a | 0 | 155 | Neu |
| Solarthermie | GWh/a | 21 | 27 | x 1,3 |
| Wärmepumpen | GWh/a | 107 | 1.831 | x 17,0 |

Insgesamt ergibt sich somit das in *Abbildung 2* dargestellte Bild für die Wärmeversorgung der Gebäude in Szenario A.

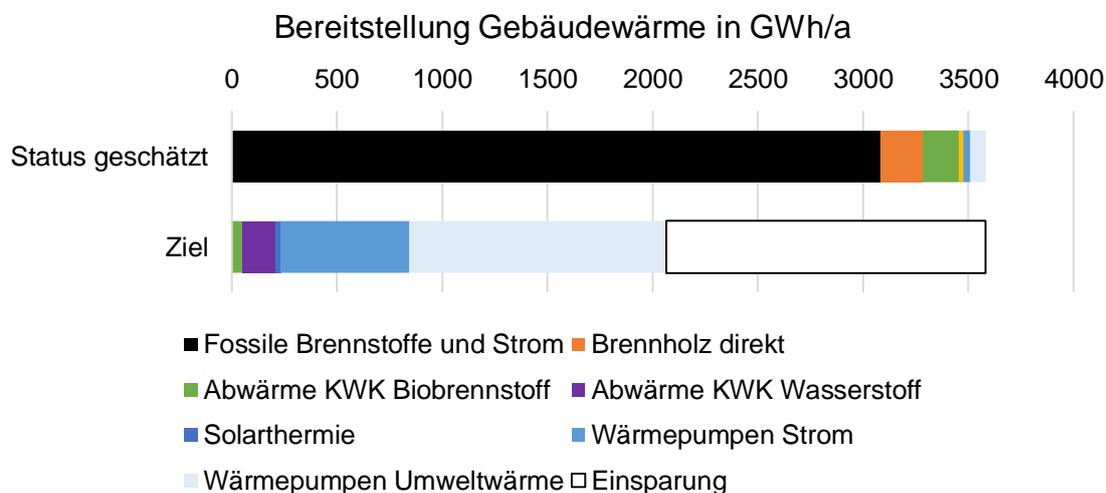


Abbildung 2: Bereitstellung der Gebäudewärme in Szenario A, Vergleich zwischen dem Status (2018) und dem Ziel (2040).

Im Statusjahr hat der Landkreis Emsland eine jährliche **Stromproduktion aus erneuerbaren Energien** von ca. 2.500 GWh. Um die Ziele für eine 100 % Energieversorgung aus Erneuerbaren im Jahr 2040 zu garantieren, wird eine jährliche Stromproduktion von ca. 10.500 GWh gefordert, was mehr als eine Vervielfachung bedeutet. In der *Tabelle 3* ist der für das Szenario A notwendige Ausbau der Windenergie im Zeitraum 2021 bis 2040 im Landkreis Emsland dargestellt.

Tabelle 3: Windstrom

| Windstrom | Einheit | Statusjahr 2018 | Zieljahr 2040 | Veränderung |
|---------------------------------|---------|-----------------|---------------|-------------|
| Stromproduktion | GWh/a | 2.012 | 6.819 | x 3,4 |
| Installierte Leistung | MW | 1.197 | 6.819 | x 2,5 |
| Anzahl Anlagen (Ø 2,2 MW) | | 547 | 841 | |
| Anteil Windpark- an Bodenfläche | % | 1,74 | 3,75 | x 2,1 |

Zum Erreichen der Ziele der **Windenergieproduktion** müsste die zur Verfügung gestellte Fläche auf 3,75 % der Bodenfläche erweitert werden. So könnte ein jährlicher Anlagenzubau im Zeitraum 2021-2040 von 91 MW bzw. 15,5 Anlagen pro Jahr erreicht werden.

Die *Tabelle 4* zeigt die Ausbauziele für **Photovoltaik (PV)**-Dachanlagen. Auch diese Ziele sind entsprechend hoch: Es bedarf insgesamt eines jährlichen Zubaus von 119 MW pro Jahr. Die PV-Dachflächen müssten von 1,4 auf 5 % der Siedlungsfläche ausgeweitet werden. Im Jahr 2040 muss umgerechnet im Durchschnitt jeder Einwohner im Landkreis eine PV-Anlage mit 8,3 kW_{Peak} auf Dachflächen haben. Dies entspricht einer Modulfläche von 42,7 m²/EW.

Tabelle 4: Solarstrom vom Dach

| Solarstrom | Einheit | Statusjahr 2018 | Zieljahr 2040 | Veränderung |
|----------------------------------|--------------------|-----------------|---------------|-------------|
| Stromproduktion | GWh/a | 465 | 2.372 | x 5,1 |
| Installierte Leistung | MW _{peak} | 551 | 2.810 | x 5,1 |
| Anteil Modul- an Siedlungsfläche | % | 1,4 | 5,0 | x 3,5 |
| Modulfläche je EW | m ² | 11,7 | 42,7 | x 3,6 |

Wie in *Tabelle 5* dargestellt, wird bei den **PV-Freiflächen** ein erheblicher Zubau im Verhältnis zum Ist-Zustand in Höhe von 82 MW_{Peak} Freiflächenanlagen veranschlagt. Dies entspricht bis zum Jahr 2040 einer Anlagenfläche von 1,5 % der landwirtschaftlich genutzten Fläche des Emslands. Dabei empfiehlt es sich dabei vor allem, Flächen entlang von Autobahnen zu nutzen. Eine weitere flächensparende Option ist der Einsatz von Agri-Photovoltaik, wobei die Flächen sowohl landwirtschaftlich als auch für die Energieerzeugung genutzt werden.

Tabelle 5: Photovoltaik-Freiflächen

| PV-Freiflächen | Einheit | Statusjahr 2018 | Zieljahr 2040 | Veränderung |
|--|--------------------|--------------------|------------------|-------------|
| Stromproduktion | GWh/a | 12,1 | 1.366 | x 112,5 |
| Installierte Leistung | MW _{peak} | 14,4 | 1.618 | x 112,5 |
| Anteil Modul- an landwirtschaftlicher Fläche | % | 0,0 | 1,5 | x 81 |

Szenario B

Derzeit liegt die Sanierungsrate im Bereich der energetischen Gebäudesanierung deutschlandweit bei circa einem Prozent, müsste aber auf mindestens 1,5 Prozent angehoben werden (dena, 2019). Höhere Werte – wie z.B. im Szenario A von 2,6 % - scheinen sehr ambitioniert. Deswegen wird im Szenario B die Sanierungsrate von 2,6 % auf 1,5 % abgesenkt. Die Auswirkungen dieser Anpassung sind in der *Tabelle 6* zusammengefasst. Die beiden Szenarien unterscheiden sich dadurch, dass im Zieljahr 2040 in Szenario A bereits ca. die Hälfte des Gebäudebestands saniert ist, während dieser Anteil in Szenario B nur 28,5 % beträgt. Der **Gebäudewärmebedarf** ist im Vergleich zum Szenario A (2.062 GWh) mit 2.438 GWh pro Jahr deutlich höher.

Tabelle 6: Gebäudewärmebedarf Szenario A und Szenario B im Vergleich

| Parameter | Einheit | Statusjahr 2018 | Szenario A Zieljahr 2040 | Szenario B Zieljahr 2040 |
|---|-------------------------|--------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| Jährliche Sanierungsrate | %/a | | 2,6 | 1,5 |
| Spez. Wärmebedarf (Ist / der sanierten Gebäude) | kWh/(m ² -a) | 124,8 | 45,2 | 45,2 |
| Anteil sanierter Gebäude | % | | 50,2 | 28,5 |
| Gebäudewärme Verbrauch | GWh/a | 3.582 | 2.063 | 2.438 |
| ... davon Wohnungen | GWh/a | 2.410 | 1.388 | 1.640 |
| ... pro Einwohner | MWh/a | 7,3 | 4,2 | 5,0 |

Die geringere jährliche Sanierungsrate bedeutet einen 18 % höheren Bedarf an Gebäudewärme im Zieljahr. Zur Deckung des Mehrbedarfs wird hier fast ausschließlich ein Anstieg des Stroms aus Photovoltaik-Freiflächen und eine höhere Wärmepumpen-Leistung zur direkten Elektrifizierung des Wärmesektors angenommen. Die Wärmebereitstellung durch Wärmepumpen steigt von 1.831 auf 2.199 GWh im Jahr. Daneben steigt die Wärmebereitstellung aus Wasserstoff-Kraft-Wärme-Kopplung (H₂-KWK) um 6 GWh an und zwar als Nebeneffekt eines etwas höheren Mangelausgleichs in Wind-/Solarstrom-Unterdeckungsphasen.

Aus dem höheren Wärmebedarf resultiert ein höherer Ausbau der erneuerbaren Stromerzeugung, der in der *Tabelle 7* dargestellt ist. In diesem Szenario ist der höhere

Zubau im Bereich der **PV-Freiflächen** abgebildet. Statt 1,5 % wie in Szenario B werden hier 1,9 % der landwirtschaftlich genutzten Fläche des Emslands für diesen Zweck genutzt.

Tabelle 7: Ausbau von Wind- und Solarstrom Szenario A und B im Vergleich

| Erneuerbare Stromproduktion | Einheit | Statusjahr 2018 | Szenario A Zieljahr 2040 | Szenario B Zieljahr 2040 |
|--|--------------------|-----------------|--------------------------|--------------------------|
| Stromproduktion Wind | GWh/a | 2012 | 6.819 | 6.819 |
| Installierte Windleistung | MW | 1197 | 2.944 | 2.944 |
| Anteil Windpark- an Bodenfläche | % | 1,74 | 3,75 | 3,75 |
| Stromproduktion PV Freifläche | GWh/a | 465 | 1.366 | 1.683 |
| Installierte Leistung | MW _{peak} | 14,4 | 1.618 | 1.994 |
| Anteil Modul- an landwirtschaftlicher Fläche | % | 0,0 | 1,5 | 1,9 |

Szenario C

Im dritten Szenario wird die Annahme getroffen, dass im Zieljahr eine erhebliche Menge Wasserstoff, 25 TWh pro Jahr, aus dem Ausland ins Emsland importiert wird. Die Ergebnisse für dieses Szenario C (mit der Sanierungsrate von 1,5 % und einem Wasserstoff-Import von 25 TWh) stellen sich wie folgt dar: Durch den Import von Wasserstoff können die nötigen erneuerbaren Strommengen auf 2,9 % der Landesfläche (Wind) und 1,9 % der landwirtschaftlichen Fläche (PV-Freifläche) erzeugt werden. Der Einsatz von importiertem Wasserstoff wird hier also dafür genutzt, die für den Ausbau der Windenergie benötigte Fläche zu reduzieren. Die Ergebnisse aller drei Szenarien sind in

Tabelle 8 hinsichtlich der Flächenbedarfe zusammengefasst.

Tabelle 8: Flächenbedarf für den Ausbau von Wind- und Solarstrom, Szenario A, B und C im Vergleich

| Szenario | Szenario A | Szenario B | Szenario C |
|--|------------|---------------------------------------|---|
| Welche Parameter wurden angepasst? | Basis | Sanierungsrate-Rate 1,5 % statt 2,6 % | Sanierungsrate 1,5 % H ₂ -Import 25 TWh |
| Windparkfläche in % der Gesamtfläche | 3,75 | 3,75 | 2,9 |
| PV-Freifläche in % der landwirtschaftlichen Fläche | 1,5 | 1,9 | 1,9 |

Abbildung 4 zeigt die heutige Stromerzeugung aus Wind und Solar im Vergleich zur zukünftig notwendigen in den drei untersuchten Szenarien.

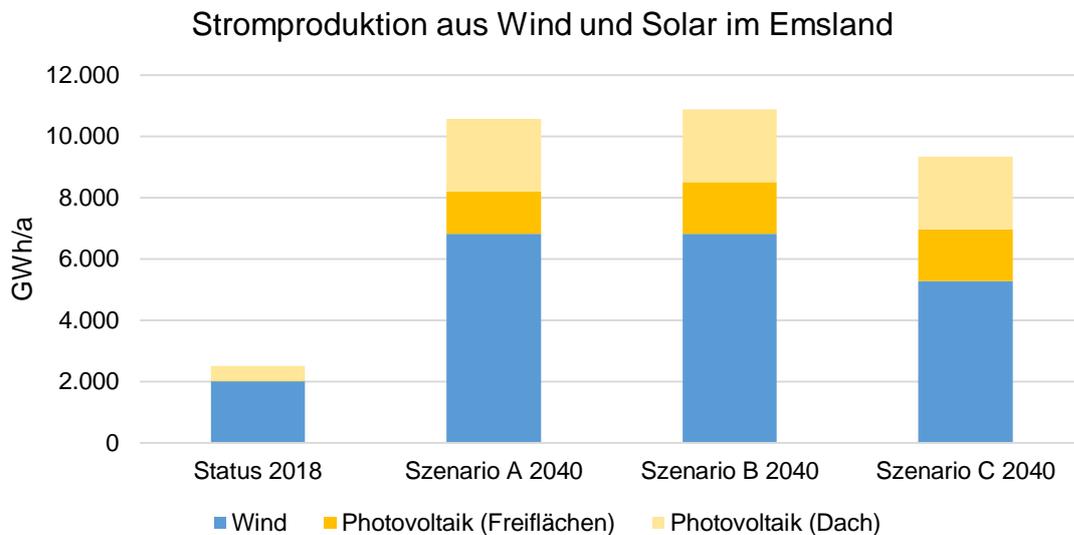


Abbildung 4: Heutige und zukünftig erforderliche Stromproduktion aus Wind und Solar im Emsland, Vergleich des Status 2018 mit den Zielszenarien A, B und C.

Im Ergebnis lässt sich festhalten, dass es eines erheblichen Ausbaus von Wind- und Solarenergie bedarf, damit das Emsland den Beitrag zur Stromproduktion Niedersachsens liefert, der seiner Fläche entspricht. Es gibt einige Parameter, die den Ausbaubedarf maßgeblich beeinflussen. In diesem Rahmen sind zwei davon dargestellt.

Zum einen ist es wichtig, den Wärmebedarf der Gebäude zu reduzieren. Sollte es nicht gelingen, die Sanierungsrate von derzeit ca. 1 % auf bis zu 2,6 % zu steigern, hat dies einen erhöhten Ausbaubedarf zur Folge. Dieser kann durch den Import von grünem Wasserstoff aus anderen Ländern reduziert werden.

Empfehlungen für den Landkreis

Der Landkreis Emsland kann als flächenmäßig größter Landkreis Niedersachsens von dem Strukturwandel in der Energiewirtschaft besonders profitieren, wenn schon heute dafür eine langfristige Strategie erarbeitet und konkretisiert wird.

Die aktuelle Energiekrise macht deutlich, dass die Energieeinsparung und die Effizienzsteigerung als wichtige Bestandteile dieser Strategie mit großer Priorität forciert werden müssen. Im Emsland ist der Energieverbrauch je Wohnfläche höher als im Bundesschnitt und zudem die Wohnfläche pro Person besonders hoch (Baars et al., 2021). Hier gilt es anzusetzen.

Es sollte eine Sanierungsoffensive (ifeu, 2021) für den Bestand gestartet werden. Bebauungspläne sind mit ambitionierten Effizienzstandards (mind. KfW40) und erneuerbarer Wärmeversorgung zu entwickeln. Hinsichtlich des demografischen Wandels und des Trends zu kleineren Haushalten sind zudem kleinere Wohneinheiten zu planen, die es auch Senior*innen ermöglichen, in ihrem gewohnten Umfeld in eine kleinere Wohnung umzuziehen. So können unternutzte Altbauten für junge Familien zur Verfügung gestellt und deren energetische Sanierung vorangetrieben werden (NBank, 2021).

Für die Wärmeversorgung von Alt- und Neubauten ist eine Wärmepumpenkampagne kreisweit zu initiieren. Hier ist zudem zu ermitteln, wie die entsprechenden Fachkräfte im Handwerk im Landkreis gewonnen, sowie aus- und weiterbildet werden können.

Wärmenetze sollten schnellstmöglich geplant und umgesetzt werden – und zwar dort, wo zum einen ein entsprechender Wärmebedarf vorliegt und wo zukünftig KWK-Anlagen, Elektrolyseure oder andere Abwärmequellen einspeisen.

Im Bereich der erneuerbaren Energien sind zusätzliche Flächen für Windenergieanlagen auszuweisen. Dieses ist in allen drei Szenarien sichtbar und empfiehlt sich aufgrund der aktuellen Beschlusslage der Bundesregierung zum 2-Prozent-Flächenziel ebenso. Weiterhin sollte im Bereich Windkraft das Repowering vorangetrieben werden, um die Windleistung höchstmöglich zu steigern und die Flächen optimal zu nutzen.

Des Weiteren sollten im Bereich Solar verschiedene Maßnahmen geplant werden: Dazu gehört eine PV-Dachkampagne für Privathaushalte, vor allem aber auch Industriehallen. Der Landkreis sollte – am besten mit betroffenen Stakeholdern – eine gemeinsame Strategie zum Thema Agri-PV ausarbeiten und entsprechende Flächen zur Nutzung ausweisen. So können Nutzungskonflikte mit der Landwirtschaft vermieden werden und Landwirte innovative Projekte vorantreiben und ihre wirtschaftliche Basis diversifizieren. Bund und Länder haben 2021 eine Zielvereinbarung abgeschlossen, wonach Mooren aus Gründen des Klimaschutzes wiedervernässt werden und sich somit die Nutzung ändert (Herrmann, 2021). Auch in diesem Bereich empfiehlt sich die Kombination mit einer Nutzung für die Solarstromerzeugung.

Der Energieverbrauch im Bereich Mobilität kann reduziert werden, wenn mehr Strecken mit dem Fahrrad und zu Fuß zurückgelegt werden. Hier sollten entsprechende „Push“- und „Pull“-Maßnahmen umgesetzt werden. Das bedeutet, dass auf der einen Seite mehr Rad- und Fußwege gebaut werden und der öffentliche Nahverkehr verbessert wird, auf der anderen Seite aber auch Parkplätze zurückgebaut bzw. das Parken auf öffentlichen Flächen verteuert wird. Ebenso kann das Carsharing im Emsland eine wesentlich größere Bedeutung bekommen. Dies hilft zum einen dabei, Parkflächen zu sparen und zum anderen werden weniger Fahrten zurückgelegt als wenn ein eigenes Auto vor der Tür steht.

Auch das Thema E-Mobilität spielt eine wichtige Rolle, weil die Effizienz viel höher ist als beim Verbrennungsmotor. Daher empfiehlt es sich, die Ladeinfrastruktur für Elektrofahrzeuge schnellstmöglich auszubauen. Bei der Planung von Neubaugebieten ist eine entsprechende Infrastruktur vorzusehen.

Der Bereich Netze ist ein weiterer wichtiger Aspekt in der Transformation. Teile der Erdgasnetze können langfristig für die Nutzung von Wasserstoff umgerüstet werden. Schon heute wird die Infrastruktur für Wasserstoff geplant. Hier sollte der Landkreis eine proaktive und gestaltende Rolle einnehmen. Des Weiteren ist es wichtig, schnellstmöglich Standpunkte für zentrale Elektrolyseure zu identifizieren und diese an ein Wärmenetz anzuschließen. Gleiches gilt für die Rückverstromung von Wasserstoff, der als saisonaler Speicher eingesetzt wird. Hier aus Gründen der Effizienz, Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) einzusetzen und für die Wärmenutzung muss an dieser Stelle ein Wärmenetz vorhanden sein.

Die Betreiber von Biogasanlagen stehen heute vor der Herausforderung, dass sich neue Anlagen und der Weiterbetrieb über die jetzige Förderperiode im Rahmen des EEG nicht lohnen. Aussichtsreicher ist dagegen die gemeinsame Aufbereitung von Biogas zu Biomethan zur industriellen Verwendung. Hier kann der Landkreis wichtige Informationsarbeit leisten und die Landwirte bei einer Umstellung unterstützen, indem er die Kooperation zwischen den verschiedenen Biogasanlagenbetreibern fördert.

Empfehlungen für Unternehmen

Viele Unternehmen stellen sich derzeit die Frage, wie sie sich mit Strom, Wärme, Dampf, Kälte und weiteren Energieformen versorgen. Welches ist dabei aus heutiger Sicht die günstigste Technologie? Zentrale Rollen hierbei spielen Energieeffizienzmaßnahmen und die Substitution fossiler durch regenerative Energieträger. Lösungen müssen sowohl technisch als auch ökonomisch realisiert werden können. Im Vorteil ist, wer heute schon eine unternehmensinterne Klimaschutzstrategie verfolgt und die ersten Schritte in Richtung Klimaneutralität unternimmt.

Wie an anderer Stelle ausführlich dargelegt (Baars & Wawer, 2021), hängt die optimale betriebliche Energieversorgung von der zukünftigen Preisentwicklung ab, die nicht vorhergesagt werden kann.

Einige Maßnahmen sind jedoch schon heute wirtschaftlich umsetzbar. So empfiehlt es sich für alle Unternehmen, Photovoltaik-Anlagen so groß wie möglich auszubauen und sich so von steigenden Strompreisen am Markt unabhängig zu machen.

Für die Wärmeversorgung von Gebäuden und den Warmwasserbedarf ist die effizienteste Lösung, die Umgebungswärme mittels Wärmepumpe zu nutzen. Durch niedrige Vorlauftemperaturen kann die Wärmepumpe effizient betrieben werden, d.h. ggf. lohnt sich die energetische Ertüchtigung der Gebäudehülle.

Der Umstieg von fossilen Brennstoffen hin zur Elektromobilität empfiehlt sich für alle Unternehmen, dies gilt insbesondere für PKW und Flurförderfahrzeuge, für die heute schon ein breites Angebot an elektrisch angetriebenen Modellen zur Verfügung steht.

Wasserstoff steht heute für die industrielle Nutzung noch nicht in ausreichender Menge zur Verfügung. Zudem fehlt die Infrastruktur in Form von Wasserstoffleitungen in die Industriegebiete. Aufgrund der ambitionierten Wasserstoffprojekte im Emsland (GET H2 2022), ist damit zu rechnen, dass ab dem Jahr 2026 in einigen Gebieten Wasserstoff leitungsgebunden zur Verfügung stehen kann. Um beim weiteren Ausbau der Wind- und Solarstromgewinnung wachsende Unwirtschaftlichkeit durch Abregelung zu vermeiden, ist zudem der parallele Ausbau von Wasserstoff-Speicherkapazitäten für saisonalen Ausgleich unumgänglich. Die Rückverstromung sollte in KWK-Anlagen (Blockheizkraftwerke oder Gasturbinen) erfolgen. Eine solche Nutzung bietet sich somit für Unternehmen mit einem entsprechenden Wärmebedarf an. Sie kann wirtschaftlich interessant werden durch sehr hohe Strompreise in Mangelphasen.

Die Versorgung mit Hochtemperatur-Wärme kann in Zukunft nicht mehr über Gas erfolgen. Hier werden Unternehmen zukünftig auf elektrische Systeme (Power-to-Heat), Biogas oder feste Biomasse wie Holz oder Stroh oder aber grünen Wasserstoff setzen. Welche der

Alternativen zum Einsatz kommt, hängt von den spezifischen Anforderungen der einzelnen Unternehmen ab, aber auch von der Preisentwicklung auf diesen Energiemärkten.

Um eine gute Ausnutzung teurer Technologien zu erreichen, kann es hilfreich sein, wenn Unternehmen zusammenarbeiten und gemeinsam Dampf, Wärme und Strom erzeugen. Dazu müssten in den Gewerbe- und Industriegebieten Energienetze entstehen. Je nach Bedarf können dies Dampf-, Wärme- oder Kältenetze sein.

Anmerkung

Dieses Weißbuch ist ein Ergebnis aus dem Projekt Regio PLUS (www.hs-osnabrueck.de/regio-plus), durchgeführt an der Hochschule Osnabrück, gefördert durch den Europäischen Fonds für regionale Entwicklung (EFRE).

Literatur

- Baars, J., Schierenbeck, A. und Wawer, T. (2021). Stand der Energiewende im Landkreis Emsland. Energieerzeugung, Energieverbrauch und regionale Besonderheiten. Abgerufen von: https://www.hs-osnabrueck.de/fileadmin/HSOS/Homepages/Zukunftsdiskurs-Umweltkommunikation/Stand_der_Energiewende_im_Landkreis_Emsland.pdf [1.07.2022]
- Baars, J., Wawer, T. (2022). Dekarbonisierung der Energieversorgung von kleinen und mittleren Unternehmen durch Sektorenkopplung. Abgerufen von: <https://www.tugraz.at/events/eninnov2022/nachlese/download-beitraege/stream-d/#c318393> [1.07.2022]
- Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (2021) Lesefassung des Bundes-Klimaschutzgesetzes 2021 mit markierten Änderungen zur Fassung von 2019. Abgerufen von: https://www.bmuv.de/fileadmin/Daten_BMU/Download_PDF/Klimaschutz/ksg_aendg_2021_3_bf.pdf [6.07.2022]
- Bundesnetzagentur (2022). Marktstammdatenregister. Abgerufen von: <https://www.marktstammdatenregister.de/MaStR/Einheit/Einheiten/OeffentlicheEinheitenuebersicht> [15.05.2022]
- Bundesverband Windenergie e. V. / Fraunhofer IWES (2011). Potenzial der Windenergienutzung an Land; Langfassung; ISBN: 978 3 94257993. Abgerufen von: <https://www.fraunhofer.de/content/dam/zv/de/forschungsthemen/energie/Windreport-2011-de.pdf> [15.05.2022]
- Deutsche Energie-Agentur GmbH (dena) 2019. dena-GEBÄUDEREPORT KOMPAKT 2019 - Statistiken und Analysen zur Energieeffizienz im Gebäudebestand. Abgerufen von: https://www.dena.de/fileadmin/dena/Publikationen/PDFs/2019/dena-GEBAEUDEREPORT_KOMPAKT_2019.pdf [01.06.2022]
- Deutsche Windguard (2017). Status des Offshore Windenergie-Ausbaus in Deutschland. Abgerufen von: https://www.windguard.de/veroeffentlichungen.html?file=files/cto_layout/img/unternehmen/veroeffentlichungen/2018/Status%20des%20Onshore-Windenergieausbaus%20in%20Deutschland%2C%20Gesamtjahr%202017.pdf [15.05.2022]
- Erneuerbare Energien-Szenarien e.V. (2022). Leitlinien für die Weiterentwicklung von 100prosim. Abgerufen von: <https://daten2.verwaltungsportal.de/dateien/seitengenerator/867c11736baf737a2fe0416b57d8b36d199347/leitlinieentwicklungbeschluss20190629.pdf> [15.05.2022]
- EWI (2021): dena-Leitstudie Aufbruch Klimaneutralität. Klimaneutralität 2045 – Transformation der Verbrauchssektoren und des Energiesystems. Herausgegeben von der Deutschen Energie-Agentur GmbH (dena). Abgerufen von: https://www.ewi.uni-koeln.de/cms/wp-content/uploads/2021/10/211005_EWI-Gutachterbericht_dena-Leitstudie-Aufbruch-Klimaneutralitaet.pdf [15.05.2022]

- Fördergesellschaft Windenergie und andere Erneuerbare Energien FGW e. V. (2015). Veröffentlichung der EEG-Referenzerträge. Abgerufen von: <https://windfgw.de/themen/referenzertraege/> [01.07.2022]
- Fraunhofer IWES/IBP (2017). Wärmewende 2030. Schlüsseltechnologien zur Erreichung der mittel- und langfristigen Klimaschutzziele im Gebäudesektor. Studie im Auftrag von Agora Energiewende <https://www.agoraenergiewende.de/veroeffentlichungen/waermewende-2030-1/> [01.07.2022]
- GET H2 (2022). Mit Wasserstoff bringen wir gemeinsam die Energiewende voran, GET H2 – Initiative für den Aufbau einer bundesweiten H2-Infrastruktur. Informationsbroschüre. Abgerufen von: https://www.get-h2.de/wp-content/uploads/geth2_infobroschuere_4seiter_220204.pdf [01.07.2022]
- Gmelin, T. C., Hütting, G., und Lehmann, O. (2008). Zusammenfassende Darstellung der Effizienzpotenziale bei Flugzeugen unter besonderer Berücksichtigung der aktuellen Triebwerkstechnik sowie der absehbaren mittelfristigen Entwicklungen. Im Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit. Abgerufen von: http://www.bmub.bund.de/fileadmin/Daten_BMU/Download_PDF/Verkehr/workshop_effizienz_flugverk_studie.pdf [01.07.2022]
- Herrmann, A. (2021). Projekt BewAMo. Moorböden landwirtschaftlich und standortangepasst nutzen. Naturmagazin Berlin, Brandenburg, 35 (2), 16–17, ISSN 0935-7602. Abgerufen von: https://www.naturundtext.de/naturmagazin/magazine/nm_2_2021.pdf [01.07.2022]
- Institut für Energie – und Umweltforschung Heidelberg (2021) Energieeffizienz als Türöffner für erneuerbare Energien im Gebäudebereich. Online abrufbar: https://www.ifeu.de/fileadmin/uploads/landwirtschaft/pdf/_ifeu_2021__Energieeffizienz_als_T%C3%BCr%C3%B6ffner_f%C3%BCr_erneuerbare_Energien_im_Geb%C3%A4udebereich_Endbericht.pdf [16.08.2022]
- Johann-Heinrich-von-Thünen Institut (2012). Thünen-Report 17 - Berechnung von gas- und partikelförmigen Emissionen aus der deutschen Landwirtschaft 1990 – 2012, http://www.ti.bund.de/media/publikationen/thuenen-report/Thuenen-Report_17.pdf [01.06.2022]
- Landkreis Emsland (2020). Energie und Klimaschutzstrategie 2030. https://www.klimaschutz-emsland.de/pdf_files/allgemein/anlage-2-sitzungsvorlage-264-2020-energie-und-klimastrategie.pdf [01.06.2022]
- NBank (2021). Heute und in Zukunft Wohnen gestalten, Perspektiven für Niedersachsen bis 2040, Wohnungsmarktbeobachtung 2021, Langfassung. Abrufbar unter: <https://www.nbank.de/F%C3%B6rderprogramme/Fokusthemen/Wohnungsmarktbeobachtung/Wohnungsmarktbericht-2021.html> [14.07.2022]
- Niedersächsisches Ministerium für Umwelt und Klimaschutz (2011). Abschlussbericht des Arbeitskreises Flächenverbrauch und Bodenschutz. Abgerufen von: http://www.umwelt.niedersachsen.de/download/62952/Abschlussbericht_Flaechenverbrauch_und_Bodenschutz_Dez._2011_.pdf [01.07.2022]
- Niedersächsisches Ministerium für Umwelt, Energie und Klimaschutz (2016). Szenarien zur Energieversorgung in Niedersachsen im Jahr 2050 – Gutachten. Hannover, ISBN 978 -3-00-052763-0. Abrufbar unter: https://noa.gwlb.de/receive/mir_mods_00001117 [16.08.2022]
- Prognos, Öko-Institut, Wuppertal-Institut (2021). Klimaneutrales Deutschland 2045. Wie Deutschland seine Klimaziele schon vor 2050 erreichen kann. Zusammenfassung im Auftrag von Stiftung Klimaneutralität, Agora Energiewende und Agora Verkehrswende.
- Regionalstatistik (2020). Statische Ämter des Bundes und der Länder: Regionaldatenbank Deutschland, Online Angebot Genesis. Abgerufen von: <https://www.regionalstatistik.de/genesis/online/logon> [15.05.2022]
- Tröndle T (2020). Supply-side options to reduce land requirements of fully renewable electricity in Europe. PLOS ONE 15(8): e0236958. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0236958>
- Umweltbundesamt (2014). Treibhausgasneutrales Deutschland im Jahr 2050. Abgerufen von: <http://www.umweltbundesamt.de/publikationen/treibhausgasneutrales-deutschland-im-jahr-2050-0> [01.07.2022]
- Wuppertal Institut (2020). CO₂-neutral bis 2035: Eckpunkte eines deutschen Beitrags zur Einhaltung der 1,5-°C-Grenze. Bericht. Wuppertal.
- Zschocke, A. (2014). Abschlussbericht zu dem Vorhaben Projekt BurnFAIR. Abgerufen von: https://www.dbfz.de/fileadmin/user_upload/Referenzen/Berichte/Abschlussbericht_BurnFAIR.pdf [01.05.2022]