



**Klimaneutrale
Münsterlandkreise bis 2040**

**FÜR DIE KREISE BORKEN, COESFELD,
STEINFURT UND WARENDORF**



Projekt

Die Erstellung der Studie wurde vom Kreis Borken beauftragt.

Laufzeit: 08/2021 – 12/2021

Projektpartner

Dieses Projekt wurde unter Zusammenarbeit der Kreise Borken, Coesfeld, Warendorf und Steinfurt und der energielenker projects GmbH durchgeführt.

Auftraggeber

Kreis Borken

Klimaschutz und
Klimafolgenanpassung

Burloer Str. 93

46325 Borken

Tel.: +49 2861 681-7190

Ansprechpartnerin: Edith Gülker

Auftragnehmer

energielenker projects GmbH

Hüttruper Heide 90

48268 Greven

Tel.: +49 251 27601-734

Ansprechpartner: Christoph Hanrott



Lesehinweis

Aus Gründen der besseren Lesbarkeit wurde im vorliegenden Bericht bei Personenbezeichnungen in der Regel die maskuline Form verwendet. Diese schließt jedoch gleichermaßen die feminine Form mit ein. Die Leserinnen und Leser werden dafür um Verständnis gebeten.

ABBILDUNGSVERZEICHNIS	4
1 EINLEITUNG UND HINTERGRUND	5
2 ZIELSETZUNG UND VORGEHEN	6
3 BERÜCKSICHTIGTE STUDIEN	8
4 ZIELSZENARIO	10
4.1 IST-SITUATION	10
4.2 POTENZIALE / ZUKUNFTSSZENARIEN	12
4.3 ZIELSZENARIO	15
5 DISKUSSION DES ZIELSZENARIOS UND HANDLUNGSOPTIONEN	20
5.1 WINDENERGIE.....	20
5.2 SONNENENERGIE.....	22
5.3 BIOENERGIE.....	24
5.4 GEMEINSAM GEZIELT REDUZIEREN	24
6 FAZIT & AUSBLICK.....	26
7 LITERATURVERZEICHNIS	27

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1: Anteil der Treibhausgase an der Erderwärmung	5
Abbildung 2: Verursacher der Treibhausgasemissionen in Deutschland	6
Abbildung 3: Weg zur Klimaneutralität bis 2040.....	8
Abbildung 4: Gesamtenergiebedarfe der Münsterlandkreise	11
Abbildung 5: Energiebedarfe der einzelnen Münsterlandkreise	11
Abbildung 6: Auswirkungen von Suffizienz- und Effizienzmaßnahmen.....	13
Abbildung 7: Energiebedarfe der Szenarien im Vergleich.....	14
Abbildung 8: Energiebedarf im Zielszenario im Vergleich.....	16
Abbildung 9: Der aus der Nutzenergie resultierende Endenergiebedarf der Münsterlandkreise im Zieljahr 2040.....	17
Abbildung 10: Erneuerbare Energien im Zielszenario im Vergleich zum Ausgangswert und den von der LANUV ermittelten Maximalpotenzialen.....	18
Abbildung 11: Erneuerbare Energien und Energiebedarf nach Landkreisen.....	19
Abbildung 12: Zubau Windkraftanlagen im Zielszenario	20
Abbildung 13: Anzahl Windanlagen pro Kreis im Zielszenario	21
Abbildung 14: Strommenge durch Windanlagen pro Kreis im Zielszenario	21
Abbildung 15: PV-Anlagen entlang von Bahnschienen/Autobahnen.....	22
Abbildung 16: PV-Anlagen auf Dächern und Freiflächen im Zielszenario pro Kreis ..	23
Abbildung 17: Bedeutung der erneuerbaren Energien-Produktion für Münster	26

1 EINLEITUNG UND HINTERGRUND

Die Herausforderungen des Klimawandels sind allgegenwärtig. Temperaturanstieg, schmelzende Gletscher und Pole, ein steigender Meeresspiegel, Wüstenbildung und Bevölkerungswanderungen - viele der vom Ausmaß der Erwärmung abhängigen Szenarien sind zum jetzigen Zeitpunkt kaum vorhersagbar. Hauptverursacher der globalen Erderwärmung sind nach Einschätzungen der Expertinnen und Experten, die Emissionen von Treibhausgasen (THG) wie Kohlendioxid (CO₂), Methan (CH₄), Distickstoffmonoxid (Lachgas: N₂O) und Fluorverbindungen (siehe Abbildung 1).

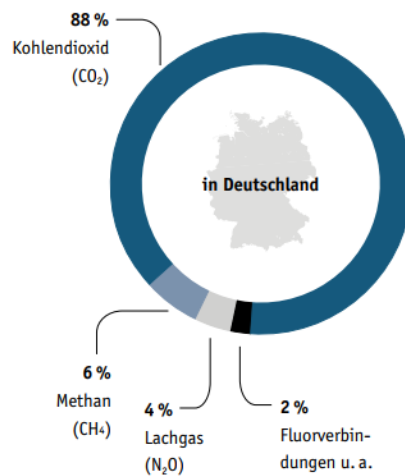


Abbildung 1: Anteil der Treibhausgase an der Erderwärmung
 [Mehr Demokratie e.V. (Hrsg.), BürgerBegehren Klimaschutz (Hrsg.) 2020]

Um die Auswirkungen des Klimawandels möglichst weitreichend zu begrenzen, hat sich die Bundesregierung mit dem Beschluss vom 24.06.2021 das Ziel gesetzt, den bundesweiten Ausstoß von Kohlendioxid und anderen Treibhausgasen bis 2030 um 65 %, bis 2040 um 88 % und bis 2045 um 100 % (angestrebte THG-Neutralität), in Bezug auf das Ausgangsjahr 1990, zu senken.

Auch die vier Münsterlandkreise Borken, Coesfeld, Steinfurt und Warendorf sind sich der Dringlichkeit zu handeln bewusst und sind seit vielen Jahren im Kontext der Energiewende aktiv. So setzen alle Landkreise bereits seit vielen Jahren den eea-Prozess in den jeweiligen Kreisverwaltungen als wichtiges Strategieprogramm für die Themen Energie, Klimaschutz und Mobilität ein und haben dafür jeweils die höchste Auszeichnung, das eea in Gold, erworben. Außerdem haben die Landkreise im Rahmen von gemeinsamen Projekten zu Zukunftstechnologien wie Wasserstoff, synthetische Gase und weiterer CO₂-armer/-freier Energieträger ihre enge Kooperation ausgestaltet (u.a. parallele Machbarkeitsstudien zu Wasserstoff der Kreise Borken, Coesfeld und Warendorf in enger Abstimmung mit dem Kreis Steinfurt). Anknüpfend an die bereits durchgeführten Anstrengungen möchten die vier Münsterlandkreise noch weiter gehen und sich als Vorreiterregion in Deutschland zum Thema Klimaneutralität positionieren und noch vor dem von der Bundesregierung gesetzten Zieljahr 2045 die Klimaneutralität erreichen, nämlich schon im Jahr 2040.

2 ZIELSETZUNG UND VORGEHEN

Um die Klimaneutralität bis 2040 zu erreichen, haben die vier Münsterlandkreise gemeinsam im Jahr 2021 im Rahmen einer Szenarienberechnung eine Analyse zur vorzeitigen Erreichung der Klimaneutralität (bis zum Jahr 2040) in Auftrag gegeben, die durch die energielenker projects GmbH bearbeitet wurde.

Um diese ehrgeizige Zielsetzung zu erreichen, ist ein konkreter Lösungsweg zu definieren. Dazu werden für die nächsten beiden Dekaden bis 2030 und bis 2040 entsprechende Absenkpfade formuliert. Eine sogenannte Ziel-Variante des Absenkpades zeigt abschließend den „Weg der Münsterlandkreise zur Klimaneutralität bis zum Jahr 2040“ auf. Handlungsoptionen für alle relevanten Bereiche (Energie - Gebäude/Wärme - Mobilität - Nutzerverhalten - Kompensation) untermauern und konkretisieren die o.g. Absenkpfade.

Ein Fokus liegt dabei auf der Senkung der energiebedingten Emissionen, denn der Hauptverursacher der Treibhausgasemissionen ist in Deutschland die Energiewirtschaft. Insgesamt sind 84 % der Treibhausgasemissionen in Deutschland energiebedingt und sind zurückzuführen auf die Sektoren Energiewirtschaft mit 30 %, gefolgt vom Sektor Verkehr und der Industrie (jeweils 22 %) sowie Hauswärme (13 %) (siehe Abbildung 2). In den Münsterlandkreisen verursachen die Energieträger ebenfalls mindestens 80 % der Emissionen (ohne Kohlekraftwerke, Moore und Stahlwerke). Daraus wird ersichtlich, dass eine Reduktion der Emissionen in eben diesen Sektoren durch eine vollständige Versorgung mit erneuerbaren Energien (insbesondere PV und Wind) große Auswirkungen auf die Gesamtbilanz haben und der Fokus dieser Studie auf diesen Sektoren liegt.

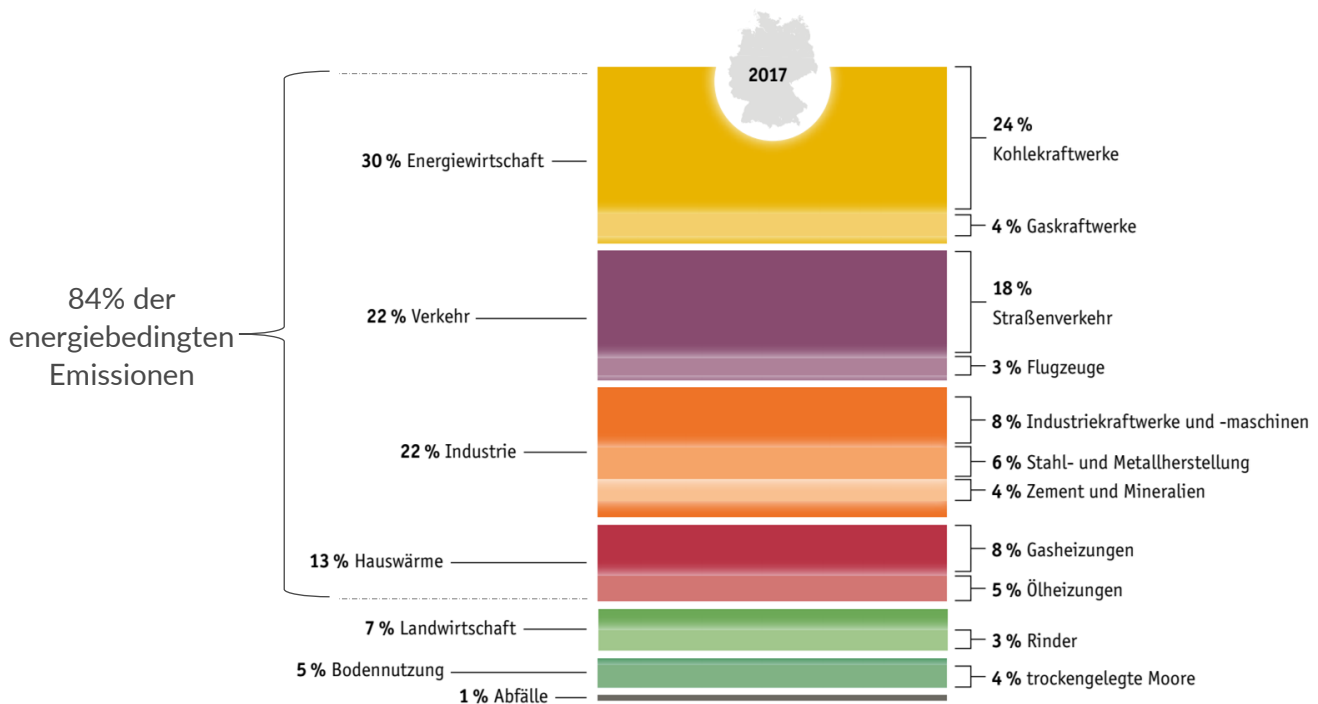


Abbildung 2: Verursacher der Treibhausgasemissionen in Deutschland
 [Mehr Demokratie e.V. (Hrsg.), BürgerBegehren Klimaschutz (Hrsg.) 2020]

Dennoch sollten die Möglichkeiten der Reduktion der Treibhausgase in den Sektoren Landwirtschaft, Bodennutzung und Abfälle nicht überschlagen werden und im Sinne der Klimaneutralität ebenfalls berücksichtigt werden. In dieser Studie werden daher zusätzlich allgemeine Empfehlungen zur Reduktion der THG-Emissionen in den nicht energiebedingten Bereichen geliefert, wenngleich sich für diesen Bereich in der Zukunft voraussichtlich weitere Möglichkeiten zur Emissionsreduktion ergeben werden.

Für die Szenarienberechnung wurde auf folgende verfügbaren Datenquellen zurückgegriffen:

Datenquellen

Für die Energieverbräuche der Kreise wurden folgende Datenquellen verwendet:

- ▶ Borken: Klimaschutzplaner Stand 2018
- ▶ Coesfeld: Klimaschutzplaner Stand 2016
- ▶ Steinfurt: ECORegion 2017 (nur Strom- und Gesamtverbräuche je Sektor, keine Aufteilung der Energieträger je Sektor)
- ▶ Warendorf: Klimaschutzplaner Stand 2018

Für vorhandene EE-Anlagen und statische Daten wurde auf folgende Datenquellen zurückgegriffen:

- ▶ LANUV: vorhandene EE-Anlagen Stand 31.12.2020
- ▶ IT.NRW: Flächen, Gebäude, Einwohner

Für die nicht energiebedingten Sektoren lagen keine auswertbaren Daten vor.

3 BERÜCKSICHTIGTE STUDIEN

Mit den Möglichkeiten zum Erreichen der Klimaneutralität beschäftigen sich seit des Pariser Klimaschutzabkommens zahlreiche Expertinnen und Experten. Eine wesentliche Publikation, die aus der Zusammenfassung von mehr als 300 Studien aus allen klimarelevanten Bereichen besteht, ist das Handbuch Klimaschutz, welches im Jahr 2020 mit dem Titel „Wie Deutschland das 1,5-Grad-Ziel einhalten kann“ erschienen ist. Hierin werden wichtige Fakten und Maßnahmen erläutert, die zur Einhaltung des 1,5-Grad-Ziels und zur Erreichung der Klimaneutralität von Bedeutung sind.

Der Weg zur Klimaneutralität wird für Deutschland in der Publikation wie in folgender Abbildung dargestellt zusammengefasst. Demnach beruht eine Reduktion der Treibhausgase auf der Reduktion des Verbrauchs in allen Bereichen. Insbesondere die Umstellung der Stromerzeugung von fossilen Brennstoffen auf PV und Wind, die vollständige Elektrifizierung des Verkehrs und die Sanierung aller sanierbaren Gebäude sind wichtige Hebel auf dem Weg zur Klimaneutralität. Im Jahr 2040 sei auf diese Weise die Klimaneutralität für Deutschland möglich, da die verbleibenden und unvermeidbaren Treibhausgase, verursacht durch die Tierhaltung, Düngung, Zement und Flugverkehr durch THG-Senken wie Wald, Humus und Biokohle ausgeglichen werden können.

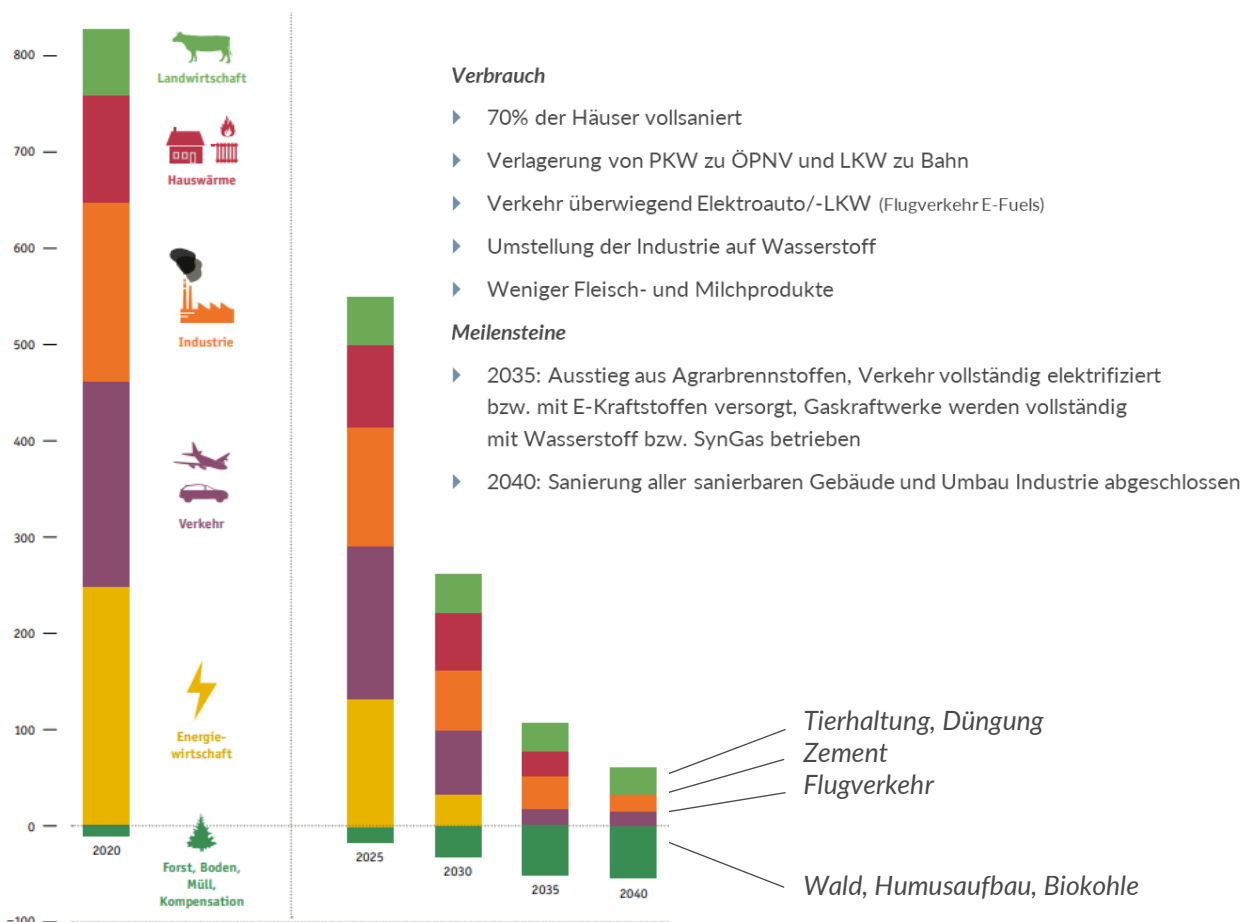


Abbildung 3: Weg zur Klimaneutralität bis 2040

[Mehr Demokratie e.V. (Hrsg.), BürgerBegehren Klimaschutz (Hrsg.) 2020]

Diese Grundannahmen zum Erreichen der Klimaneutralität in Deutschland sind die Grundlage der durchgeführten Analyse. Zur Durchführung der Szenarienberechnung wurde zusätzlich auf folgende weitere Studien zurückgegriffen:

Handbuch Klimaschutz (2020): „Wie Deutschland das 1,5-Grad-Ziel einhalten kann“

- ▶ Strom: Entwicklung Strombedarf -20%, Netzverluste 5% (zzgl. Netzbatterien 2,5%), Anteil/Wirkungsgrad Spitzenlastkraftwerke (1,7% @ 40%)
- ▶ Wärme Gebäude: Sanierungsquote/-tiefe (70%, 130 -> 50 kWh/m²), Anteil Wärmepumpen 70%
- ▶ Netz- & Speicherverlust Wärmenetze (zusammen 16%)

Anhang zur Studie Fraunhofer ISE (2020): „Wege zu einem klimaneutralen Energiesystem“

- ▶ Wirkungsgrade der verschiedenen Fahrzeugantriebe
- ▶ Wirkungsgrade der Erzeugung von Wasserstoff, Benzin, Diesel und Erdgas aus Strom

Öko-Institut e.V., Fraunhofer ISI (2015): „Klimaschutzszenario 2050“

- ▶ Entwicklung Brennstoffbedarf Industrie (-32% bis 2040)

IFEU: Kurzinformation Potenziale Szenarien

- ▶ Ist die Datengrundlage für die Studie „Klimaschutzszenario 2050“
- ▶ Entwicklung der Verbräuche und Fahrleistungen der Fahrzeuge (inkl. Schifffahrt und Flugzeuge)
 - ▶ z.B. PKW-Fahrleistung reduziert sich um 17% (MASTERPLAN-Szenario) und der PKW-Verbrauch reduziert sich um 26% (TREND-Szenario)

LANUV-Potenzialstudie Erneuerbare Energien

- ▶ Maximal möglicher Ausbau von PV auf Dächern und Freiflächen, Windanlagen und Bioenergie
- ▶ Hinweis: Die Potenzialstudie Wind befindet sich gerade in Überarbeitung. Neue Abstandsregeln könnten das Potential reduzieren!
 - ▶ Link:https://www.lanuv.nrw.de/fileadmin/lanuvpubl/1_infoblaetter/Handout_Potenzialstudie_Windenergie_Druck.pdf

4 ZIELSZENARIO

Die Darstellung des Zielszenarios und Beschreibung der daraus resultierenden Absenkpfade für die nächsten beiden Dekaden, beruht auf zahlreichen Analysephasen. Zunächst ist die Ausgangssituation festzustellen, um grundlegende Bedingungen und Gegebenheiten der Münsterlandkreise bei der Szenarienanalyse zu berücksichtigen. Aus der Darstellung der Ist-Situation gehen anschließend die Potenziale für die Münsterlandkreise hervor. Verschiedene Zukunftsszenarien deuten auf mögliche Entwicklungen der Treibhausgasreduktion hin, welche sich auf die Münsterlandkreise übertragen lassen. Auf Grundlage dieser Erkenntnisse kann dann ein personalisiertes Zielszenario entwickelt werden, dessen Konsequenzen und Herausforderungen es anschließend gilt zu diskutieren. Die Erkenntnisse dieser Analysephasen werden in folgendem Kapitel zusammengefasst dargestellt.

4.1 IST-SITUATION

Derzeit werden in den Münsterlandkreisen rund 35 TWh an Endenergie verbraucht (Bilanzjahre 2016 - 2018).

Hiervon entfallen 25% auf die Industrie, 31% auf den Verkehr, 30% auf die privaten Haushalte und 14% auf den Sektor GHD. Dieser Endenergieverbrauch resultiert in gut 1,3 Mio. t CO₂-Äquivalenten (CO_{2e}). Pro Einwohner und Jahr ergeben sich hieraus pro-Kopf-Emissionen von 9 t CO_{2e}. Es gilt, in den kommenden Jahren diese energiebedingten Emissionen signifikant zu reduzieren, so dass die verbleibenden (Rest-) Emissionen im Jahr 2040 durch (natürliche) Senken ausgeglichen werden können. Hierfür bedarf es einem strategischen Vorgehen, welches im Folgenden durch das Zielszenario näher erläutert wird.

Wie bereits erwähnt verursachen die Energieträger in den Münsterlandkreisen mindestens 80 % der Treibhausgasemissionen. Der Energiebedarf verteilt sich dabei auf die Sektoren Wärme, Verkehr und Strom, die 2018 insgesamt einen Energiebedarf von 35,3 TWh bedeuteten. Den größten Anteil am Energiebedarf macht dabei mit 51 % die Wärme aus, daran schließen sich die Energiebedarfe des Verkehrs mit 31 % und des Stroms mit 18 % des Gesamtenergiebedarfs an. Dabei wird der Strombedarf bereits zu 89 % aus erneuerbaren Energien gedeckt. Allein in den Jahren 2018 bis 2020 wurden unter anderem 74 neue Windanlagen mit einer durchschnittlichen Leistung von 3,6 MW zugebaut. Der Energiebedarf der Sektoren Wärme und Verkehr wird hingegen aktuell nur zu sehr geringen Anteilen durch die erneuerbaren Energien gedeckt. Insgesamt beträgt die Lücke zwischen dem heutigen Anteil an erneuerbaren Energien und einer vollständigen Versorgung aus erneuerbaren Energien noch 75 %. (vgl. Abbildung 4).

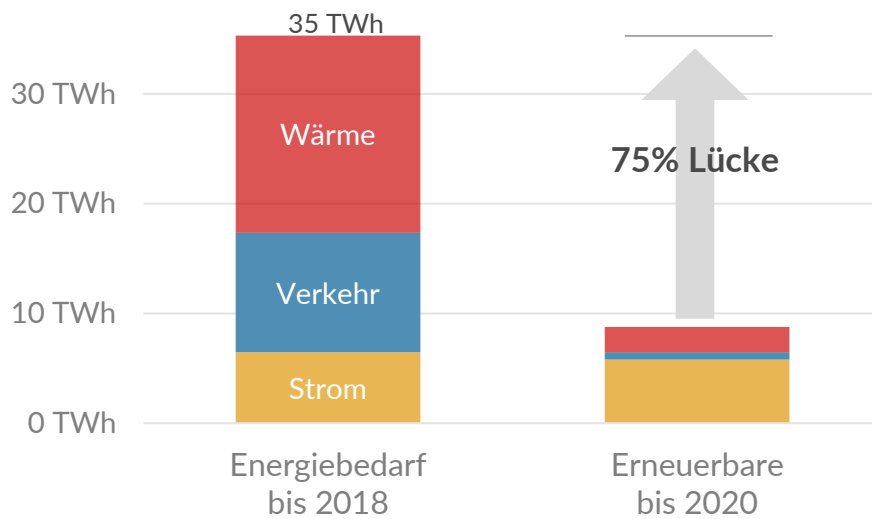


Abbildung 4: Gesamtenergiebedarfe der Münsterlandkreise [eigene Darstellung]

Bei dieser Aufteilung der Energiebedarfe nach Sektoren und der Deckung durch erneuerbare Energien unterscheiden sich die Münsterlandkreise im Einzelnen betrachtet nur wenig. Lediglich die Menge der Gesamtenergiebedarfe zeigt deutliche Unterschiede (Abbildung 5).

Im Vergleich der vier Münsterlandkreise untereinander weist der Kreis Steinfurt mit 13 TWh den höchsten Gesamtenergiebedarf auf. Darauf folgt mit 9 TWh der Kreis Borken, dicht gefolgt vom Kreis Warendorf mit 8 TWh und zuletzt der Kreis Coesfeld mit nur 5 TWh und damit dem geringsten Energiebedarf der vier Kreise.

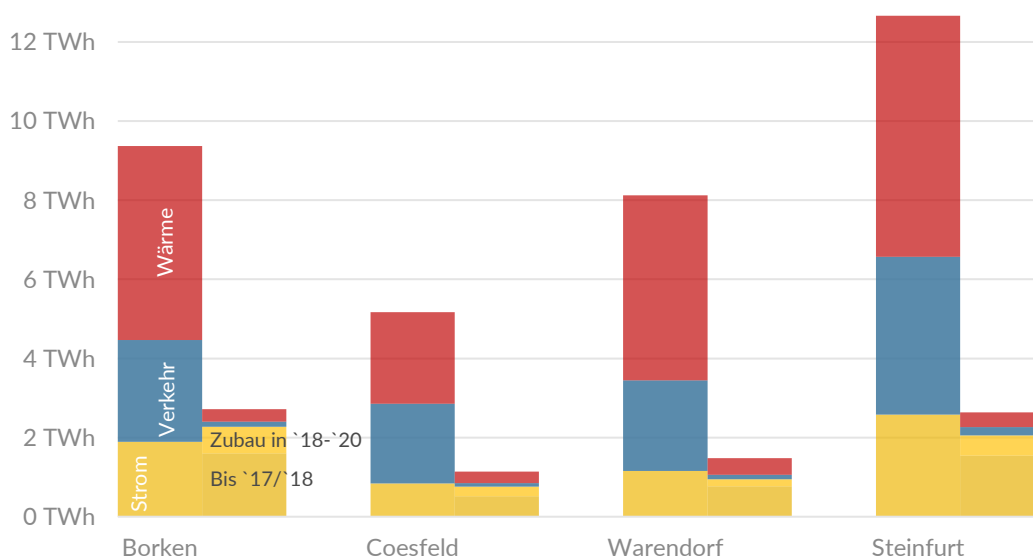


Abbildung 5: Energiebedarfe der einzelnen Münsterlandkreise [eigene Darstellung]

In allen vier Landkreisen kann der Energiebedarf an Strom jeweils fast komplett durch erneuerbare Energien gedeckt werden. Der größte Energiebedarf pro Kreis besteht allerdings in den Sektoren Verkehr und Wärme, die hingegen aktuell auch pro

Landkreis nur zu sehr geringen Anteilen durch erneuerbare Energien gedeckt werden. Insbesondere in den Bereichen **Wärme** und **Verkehr** ist daher eine Reduktion des Energieverbrauchs und ein Umschwung auf erneuerbare Energien notwendig.

4.2 POTENZIALE / ZUKUNFTSSZENARIEN

Um die Treibhausgase in den Bereichen **Wärme** und **Verkehr** zu senken, sind verschiedene Herangehensweisen möglich. Zunächst ist eine grundsätzliche Reduktion der Energiebedarfe (Suffizienz) und eine effizientere Nutzung der Energie (Effizienz) anzustreben. Darüber hinaus können für den Bereich **Verkehr** insbesondere die Elektromobilität oder alternative Antriebe wie Wasserstoff sowie der Ausbau der Schienen und des ÖPNV große Effekte erzielen. So wird davon ausgegangen, dass in Zukunft ein Großteil der Fahrwege batterieelektrisch zurückgelegt werden und Wasserstoff mit kleineren Anteilen im Schwerlast- und Fernverkehr eingesetzt wird. Strombasierte Kraftstoffe decken den Kraftstoffbedarf der Fahrzeuge, welcher bis 2040 nicht auf Strom oder Wasserstoff umgestellt werden konnte. Für den Bereich **Wärme** kann ebenfalls auf Wasserstoff zurückgegriffen werden. So wird davon ausgegangen, dass Wasserstoff einen Teil des Wärmebedarfs in Zukunft decken wird, insbesondere in der Industrie. Allerdings stellen die Wärmepumpen als Hauptwärmeerzeuger eine übergeordnete Rolle dar.

Senkung Energieverbrauch durch Effizienz bei Gebäuden und Fahrzeugen

Bestimmte Verhaltensänderungen und Effizienzmaßnahmen bieten das Potenzial den Endenergiebedarf zu reduzieren. Zu den einfachen Energiesparmaßnahmen, zählt die Nutzung von energieeffizienten Geräten, wie „A+“-Geräte in privaten Haushalten und effizientere Elektroantriebe in der Industrie. Dadurch sinkt nicht nur der Energieverbrauch sondern auch die Energiekosten. Ebenso kann für zahlreiche Strecken auf den PKW verzichtet werden, wenn das ÖPNV-Angebot dies zulässt oder auch das Fahrrad für den Wegezweck genutzt werden kann. Aber auch größere Projekte, wie die Sanierung der Gebäude, zählen zu den Energiesparmaßnahmen.

Durch solche Effizienzmaßnahmen kann der Energieverbrauch wie in folgender Abbildung dargestellt gesenkt werden. Für diese Berechnung ist davon ausgegangen worden, dass:

- ▶ Der „klassische“ Strombedarf in Haushalten und Industrie um 20% reduziert wird
- ▶ Es 17% weniger PKW-Verkehr gibt und die PKW effizienter werden
- ▶ Der Güterverkehr bei sinkendem Gesamtverbrauch nur leicht zunimmt
- ▶ 70% aller Gebäude saniert werden (Sanierungstiefe 63%)
- ▶ Der Brennstoffeinsatz in der Industrie um 32% reduziert wird

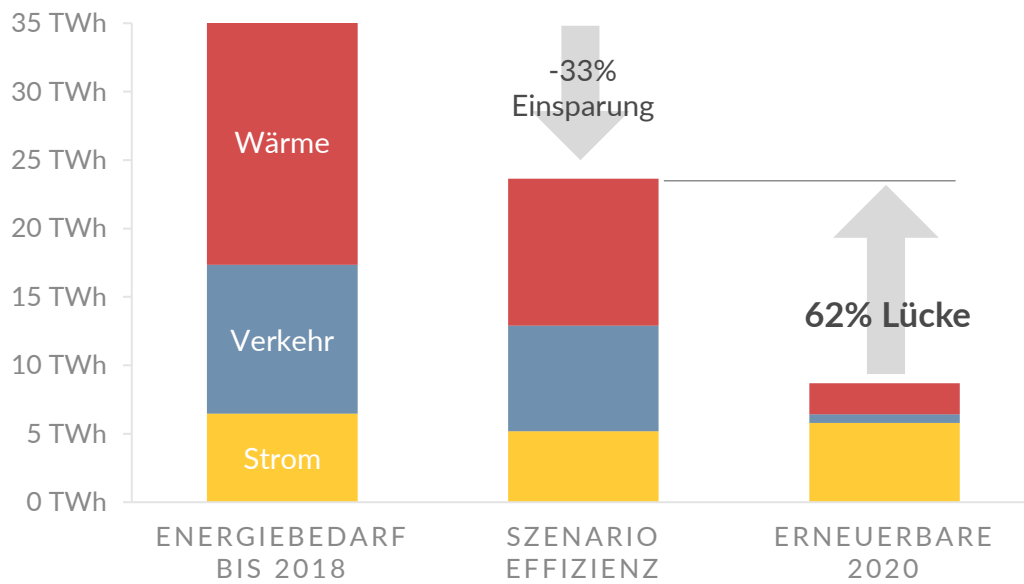


Abbildung 6: Auswirkungen von Suffizienz- und Effizienzmaßnahmen

[eigene Darstellung]

Unter diesen Annahmen würden die Effizienzmaßnahmen und Verhaltensänderungen in Richtung Suffizienz den Energiebedarf bis 2040 im Vergleich zum Jahr 2018 um 33 % deutlich reduzieren. Trotz dieser signifikanten Reduzierung des Endenergiebedarfs beträgt die Lücke zu einer vollständigen Versorgung mit erneuerbaren Energien in diesem Szenario allerdings immer noch 62 %.

Bei dieser Betrachtung wurde nur das Einsparpotential bei der Nutzung betrachtet ohne Umstellung der eingesetzten Technik (keine E-Mobilität, keine Wärmepumpen usw.)

Die beschriebenen Maßnahmen (Dämmen, weniger PKW-km, weniger Spritverbrauch) reduzieren den Endenergiebedarf. Ein Großteil der Energie wird in diesem Szenario aber weiterhin über Diesel, Benzin, Erdgas und Heizöl bereitgestellt. Für eine klimaneutrale Energieversorgung müssten diese Energieträger über erneuerbare Energien bereitgestellt werden. Das Ausbaupotential der Erneuerbaren Energien ergibt sich im Wesentlichen aus dem Zubau von PV- und Windanlagen, welche Strom erzeugen. Damit dieser Strom als Kraft- und Brennstoff eingesetzt werden kann, muss der Strom per Elektrolyse in Wasserstoff umgewandelt werden, wobei 30-40% der eingesetzten Energie verloren geht¹. Je nach Anwendung muss der Wasserstoff nochmals umgewandelt werden, z.B. Methanisierung zu synthetischem Erdgas, wodurch weitere Verluste entstehen. Diese Verluste sind in der obigen Abbildung nicht dargestellt.

¹ Bezogen auf den Heizwert, ohne Wärmenutzung

Senkung Endenergieverbrauch durch vollständige Elektrifizierung oder Wasserstoff für Wärme und Treibstoff

Zwei weitere Möglichkeiten zur Reduktion des Energiebedarfes stellen zum Einen der Umstieg auf eine vollständige Elektrifizierung („All-Electric“) und zum Anderen der Umstieg auf Wasserstoff („Hydrogen-World“) dar.

Für die Berechnung des All-Electric Szenarios ist davon ausgegangen worden, dass:

- ▶ Wärmepumpen den gesamten Wärmebedarf decken
- ▶ Alle Fahrzeuge elektrisch betrieben werden

Der Berechnung des Hydrogen-World Szenarios liegen folgende Annahmen zugrunde:

- ▶ Alle Fahrzeuge werden mit Brennstoffzelle betrieben
- ▶ Alle Gaskessel werden mit Wasserstoff betrieben

Im Vergleich zum eben genannten Effizienzscenario würde auf diese Weise eine theoretische vollständige Elektrifizierung den Energiebedarf nochmals um 50 % reduzieren. Während der Energiebedarf in einer Wasserstoffwelt hingegen sogar um 22 % steigen würde, da die Erzeugung von Wasserstoff selbst einen hohen Einsatz von Energie (Primärenergie) verlangt, der im Sinne der Klimaneutralität mitberücksichtigt werden muss (vgl. Abbildung 7).

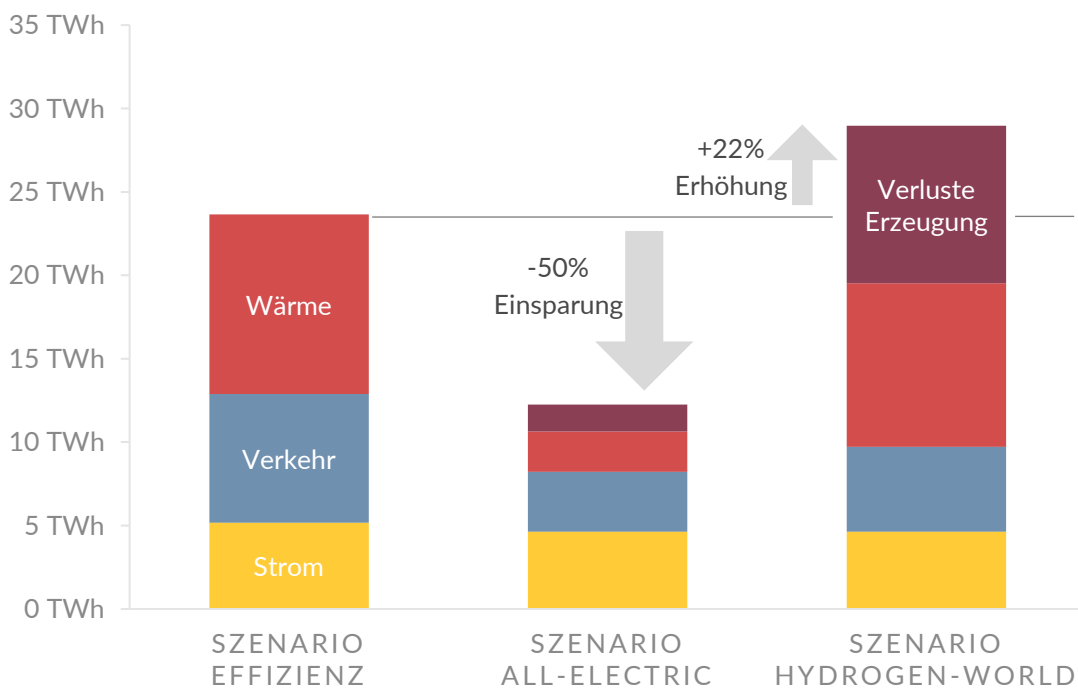


Abbildung 7: Energiebedarfe der Szenarien im Vergleich

[eigene Darstellung]

Um den Primärenergiebedarf im Hydrogen-World Szenario mit erneuerbaren Energien zu decken, müssten in diesem Extrembeispiel deutlich mehr PV- und Windanlagen errichtet werden. Der erforderliche Ausbau würde das von der LANUV ermittelte Ausbaupotential (LANUV 2021) übersteigen.

Bei vollständig elektrischer Versorgung (mit Wärmepumpeneinsatz zur Gebäudeheizung) ist die Lücke zur vollständigen Deckung des Energiebedarfes durch erneuerbare Energien deutlich kleiner, da hier Umgebungswärme genutzt wird. Es ist dabei allerdings zu beachten, dass Bestandsgebäude für den Einsatz von Wärmepumpen saniert werden müssen.

Außerdem ist zu beachten, dass eine vollständige Elektrifizierung in der Realität nicht in dem Maße möglich ist. Fraglich ist eine vollständige Elektrifizierung beispielsweise im Fern- und Sonderverkehr, sowie in der Industrie. Darüber hinaus stellt sich die Frage nach Überschussstrom und Dunkelflauten, denn es ist gegeben, dass einerseits die PV/Wind-Stromproduktion nicht immer genutzt werden kann und andererseits Stromlücken bei Windflauten im Winter nicht gedeckt werden können.

4.3 ZIELSZENARIO

Das Ziel-Szenario vereint die Lösungsansätze der zuvor benannten Szenarien zu einer kombinierten Lösung aus Suffizienz- und Effizienzmaßnahmen, Zukunftstechnologien und bereits vorhandenen technischen Lösungen des All-Electric-Ansatzes. Ein Fokus liegt dabei auf der hohen Elektrifizierung des Verkehrs und des Wärmesektors.

Für die Berechnung des Zielszenarios wird davon ausgegangen, dass

- ▶ 88 % der PKW und leichten Nutzfahrzeugen einen batterieelektrischen Antrieb haben
- ▶ 65 % der LKW und des Fernverkehrs elektrisch betrieben werden
- ▶ 20 % des Netzstroms zwischengespeichert wird
 - ▶ 5 % Netzverluste und 2,5 % Batterieverluste entstehen
 - ▶ 1,7 % Spitzenstrom in Gaskraftwerken erzeugt wird

Der hohe Anteil an elektrischen Fahrzeugen und Wärmepumpen zusammen mit den Effizienzmaßnahmen (Dämmen, mehr ÖPNV, weniger Auto) reduziert den Ausbaubedarf an erneuerbaren Energien deutlich. Auf Grundlage dieser Annahmen beläuft sich das Energieeinsparungspotenzial bis 2040 auf -45 % oder -15,9 TWh (Abbildung 8).

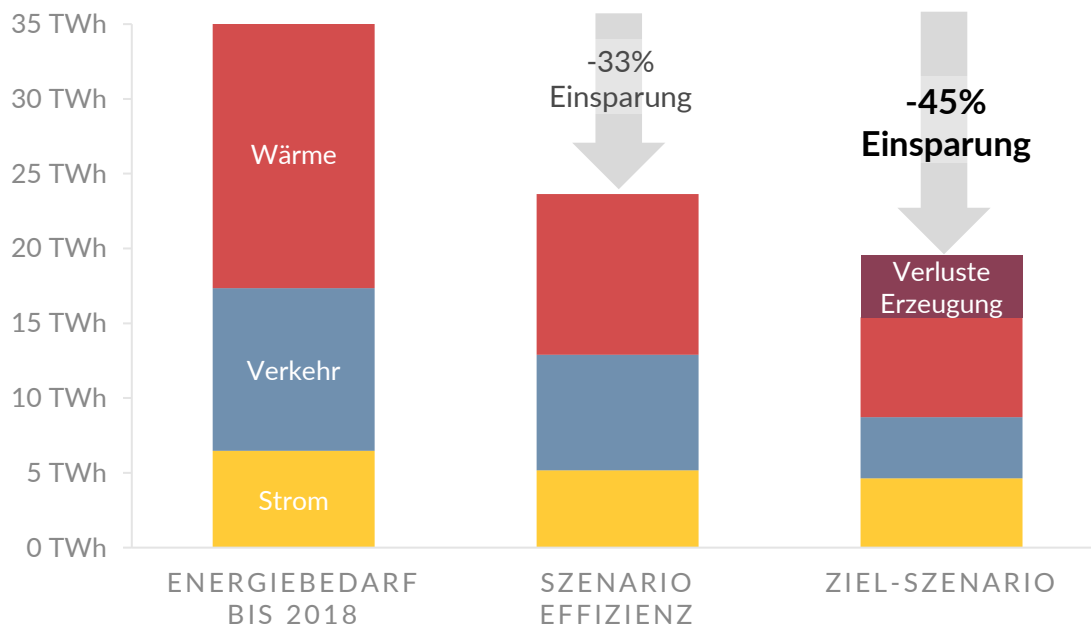


Abbildung 8: Energiebedarf im Zielszenario im Vergleich

[eigene Darstellung]

Den Haupthebel zur Senkung des Energiebedarfes stellt in diesem Zielszenario die Sanierung mit Wärmepumpe und die Elektromobilität dar. Zusätzlich wird in der Industrie Hochtemperaturwärme, wenn möglich mit einer Wärmepumpe, oder direkt mit Strom erzeugt. Außerdem wird in diesem Szenario Wasserstoff in KWK-Anlagen, Spitzenlastkraftwerken, Industrie und im Fern-/Schwerlastverkehr notwendig sein.

Wie oben angesprochen ist bei der Ermittlung des Energiebedarfes stets zu unterscheiden zwischen dem Bedarf an Endenergie, also der Energie, die durch einen Energieträger dem Nutzer zur Verfügung gestellt wird (z.B. am Gasanschluss) und der Nutzenergie (Sekundärenergie), also die Energie, die der Verbraucher nach Umwandlungsverlusten noch nutzen kann. Der Grund für die Differenz ist der Energieverlust, der sich aus der Umwandlung der Endenergie in Sekundärenergie ergibt. Lediglich die Nutzenergie (Sekundärenergie) ist jene, die ohne Verluste direkt genutzt wird. Für eine bestimmte Menge an Sekundärenergie ist also immer eine gewisse höhere Menge an Endenergie notwendig (abhängig von der Art der Energieerzeugung). Zudem entstehen weitere Verluste bevor der Energieträger als Endenergie beim Nutzer ankommt. So muss z.B. Diesel vorher raffiniert werden oder Wasserstoff in einer Elektrolyse mit Verlusten aus Strom erzeugt werden. Werden diese Verluste ebenfalls berücksichtigt, dann spricht man von Primärenergie.

Folgende Grafik beschreibt die Relation des verbleibenden Endenergiebedarfs im Zielszenario mit Bezug auf die Nutzenergie (Sekundärenergie) im selben Zieljahr und mit Bezug auf die Ausgangsdaten der Münsterlandkreise von heute (2018):

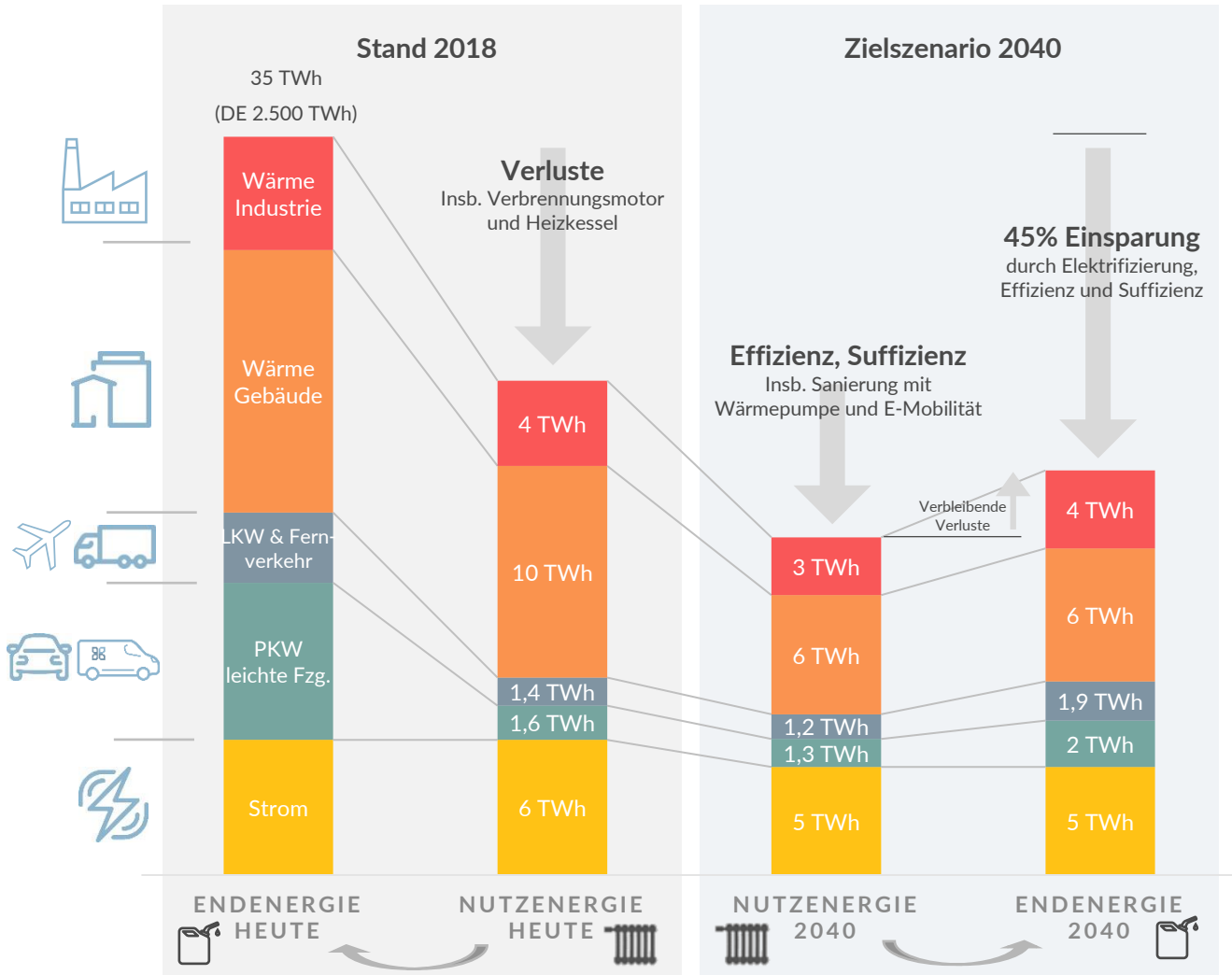


Abbildung 9: Der aus der Nutzenergie resultierende Endenergiebedarf der Münsterlandkreise im Zieljahr 2040
[eigene Darstellung]

Demnach sind heute für die 23,6 TWh nachgefragte Nutzenergie 35,3 TWh Primärenergie erforderlich. Im Zielszenario würde lediglich ein Bedarf von 16,2 TWh Nutzenergie bestehen, was wiederum einen Endenergiebedarf von nur 19,4 TWh bedeutet. Ein großer Anteil der Endenergie wird mittels Wärmepumpen bereitgestellt, welche ihre Endenergie zu großen Anteilen aus Umweltwärme (Luft, Erdreich) beziehen. Aus diesem Grund ist die erforderliche Primärenergie mit 19,5 TWh nur geringfügig höher als der Endenergiebedarf.

Die 19,5 TWh Primärenergie werden im Zielszenario vollständig durch erneuerbare Energien abgedeckt. Dabei macht die Sonnenenergie mit PV-Anlagen auf Dächern und Freiflächen mit 52 % den größten Anteil aus. Die Windenergie mit 41 % macht einen nahezu ebenso großen Anteil aus. Hinzu kommt ein mit 7 % geringer Anteil an Bioenergie. Davon trägt das Biogas zu 5% an der Stromerzeugung bei und zu kleinen Anteilen bei Wärme und Verkehr. Der Wert an Bioenergie ist im Zielszenario vergleichsweise gering, da dessen klimafreundliches Potenzial schwer abzuschätzen ist. Die Potenziale der Landwirtschaft sind daher nur zu einem geringen Anteil in die Berechnung miteingeflossen.

Bei diesen Werten handelt es sich um etwa die Dopplung der Ausgangswerte aus dem Jahr 2020 (Abbildung 10). Dennoch liegen diese Werte immer noch innerhalb der von der LANUV in Studien ermittelten Maximalwerte, sodass diese Steigerung als realistisch betrachtet werden kann. Die LANUV-Potentiale für PV und Wind werden lediglich zu 75% ausgenutzt.

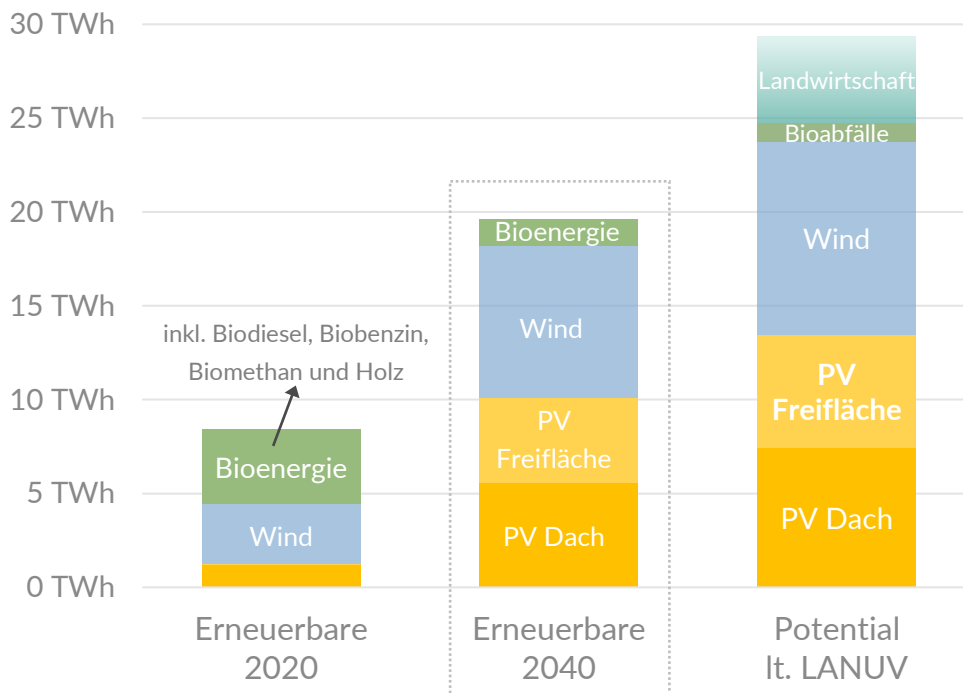


Abbildung 10: Erneuerbare Energien im Zielszenario im Vergleich zum Ausgangswert und den von der LANUV ermittelten Maximalpotenzialen

[eigene Darstellung]

Insgesamt bedeuten diese Werte folgenden notwendigen Ausbau:

- ▶ PV auf Dächern: 6,8 GWp (~4.500 ha Dachfläche)
- ▶ PV Freiflächen: 5,0 GWp (~5.000 ha Fläche)
- ▶ Windanlagen: 3,2 GW (~9.000 ha inkl. Abstandsflächen)
 - ▶ 637 Windanlagen; mittlere Leistung neuer und alter Windanlagen 5 MW

Für die einzelnen Landkreise ergibt sich unter der Annahme, dass alle Kreise das zur Verfügung stehende Wind- und PV-Potential zu 75% ausnutzen, die in Abbildung 11 dargestellte Produktion von erneuerbaren Energien. In der Abbildung sind ebenfalls die Energiebedarfe der einzelnen Landkreise dargestellt. Damit wird deutlich, dass der Landkreis Steinfurt mit 6,7 TWh die größte Menge an erneuerbaren Energien produzieren wird, damit aber immer noch nicht vollständig den Energiebedarf des Kreises von 7 TWh decken kann. Ebenso verhält es sich bei den Kreisen Borken und Warendorf, die 4,7 TWh und 4,4 TWh respektiv produzieren werden und einen Energiebedarf von 5,1 TWh und 4,8 TWh respektiv aufweisen. Deutlich anders verhält es sich beim Landkreis Coesfeld. Hier liegt die produzierte Menge an erneuerbaren Energien von 3,8 TWh deutlich über dem Energiebedarf desselben Kreises von 2,7 TWh.

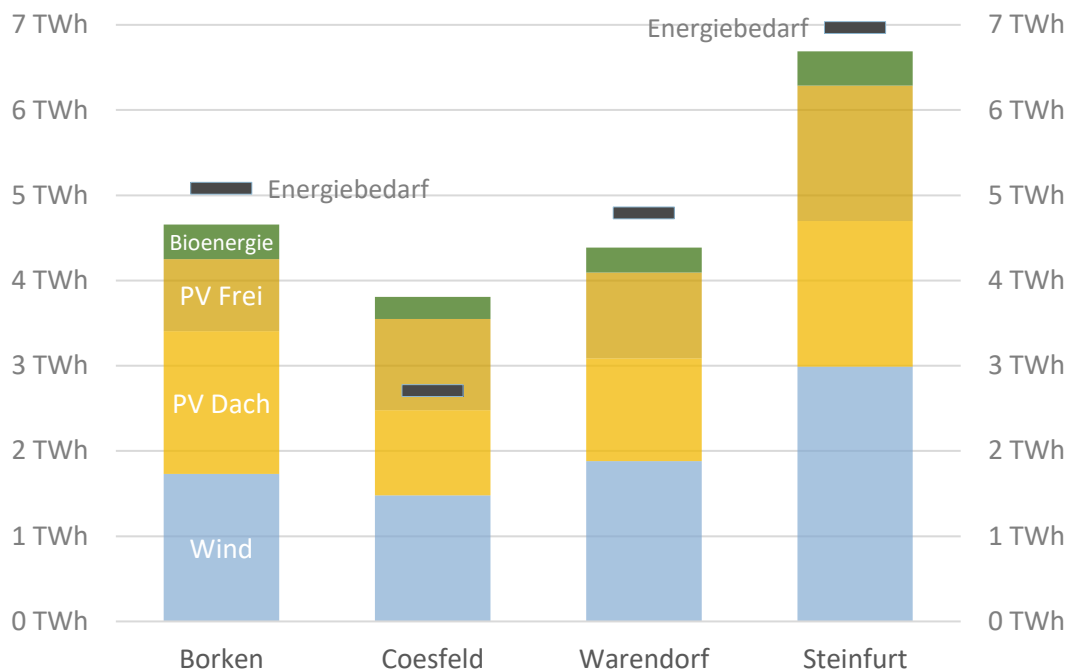


Abbildung 11: Erneuerbare Energien und Energiebedarf nach Landkreisen

[eigene Darstellung]

Die Klimaneutralität der Münsterlandkreise beruht daher auf der Annahme, dass der Kreis Coesfeld die weiteren Münsterlandkreise mit erneuerbaren Energien versorgt, sodass auf diese Weise der gesamte Energiebedarf der Münsterlandkreise mit erneuerbaren Energien gedeckt werden kann.

5 DISKUSSION DES ZIELSZENARIO UND HANDLUNGSOPTIONEN

Eine vollständige Deckung des Energiebedarfs der Münsterlandkreise mit erneuerbaren Energien erfordert eine erhebliche Reduzierung des Energiebedarfs durch Effizienzmaßnahmen wie die Dämmung von Gebäuden und Reduzierung des Individualverkehrs sowie die Umstellung auf effiziente Wärmepumpen und Elektrofahrzeuge.

Zusätzlich müssen in allen Landkreisen deutlich mehr erneuerbare Energien erzeugt werden – in etwa eine Verdopplung der aktuellen Menge. Um das Zielszenario erreichen zu können, ist also ein schneller Ausbau der erneuerbaren Energien wichtig, insbesondere der Wind- und Solarenergie. Bei der Berechnung des Zielszenarios wird davon ausgegangen, dass alle Landkreise das zur Verfügung stehende Wind- und PV-Potential zu 75% ausnutzen. Daraus folgt folgender notwendiger Ausbau:

Annahmen des Zielszenarios

- ▶ PV auf Dächern: 6,8 GWp (~4.500 ha Dachfläche)
- ▶ PV Freiflächen: 5,0 GWp (~5.000 ha Fläche)
- ▶ Windanlagen: 3,2 GW (~9.000 ha inkl. Abstandsflächen)
→ 637 Windanlagen; mittlere Leistung neuer und alter Windanlagen 5 MW

Die Bedeutung des Ausbaus der erneuerbaren Energien in den Münsterlandkreisen wird im Folgenden für jeden Energieträger erläutert.

5.1 WINDENERGIE

Die im Zielszenario angenommene Anzahl von 637 Windanlagen, die für die Erreichung der Klimaneutralität der Münsterlandkreise erforderlich sind, ergeben einen ausstehenden Zubau von 466 WEA (mittlere Leistung der neuen WEA ~5,5 MW) bis 2040 (Abbildung 12).

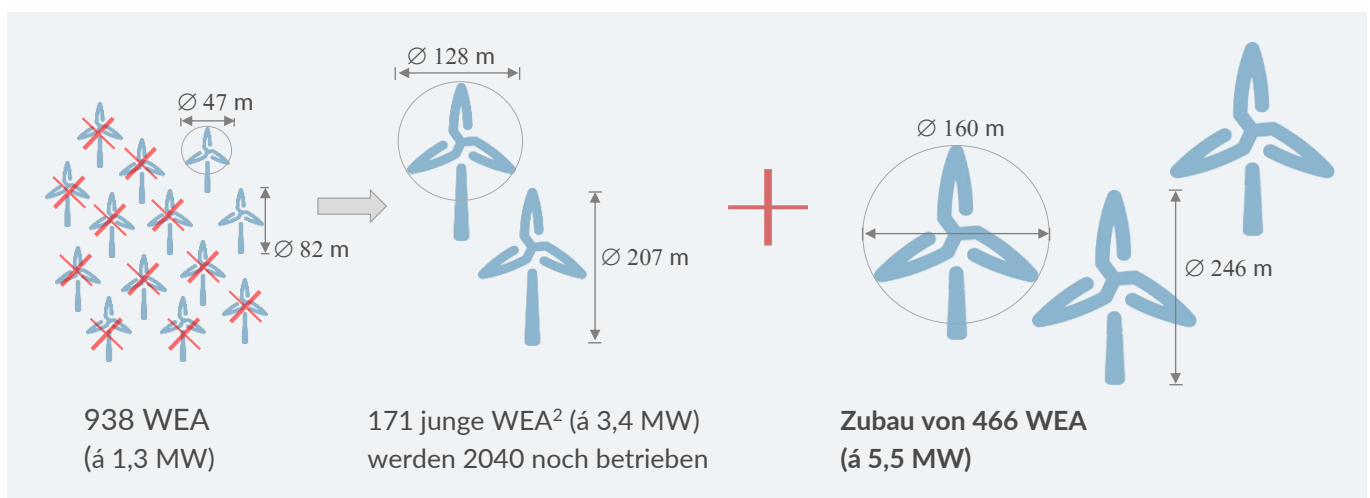


Abbildung 12: Zubau Windkraftanlagen im Zielszenario [eigene Darstellung]

² IBN 2016 oder später, Rotordurchmesser mind. 100 m

Der notwendige Zubau von 466 WEA ergibt sich aus dem Abbau von einem Großteil der derzeitigen Windräder. Aktuell werden 938 WEA (mittlere Leistung: 1,3 MW) betrieben. Bis 2040 werden aufgrund des Alters und der veralteten Technik 767 dieser Anlagen abgebaut, so dass im Jahr 2040 von diesen Anlagen noch 171 betrieben werden (mittlere Leistung: 3,4 MW). Um auf den Ausbau von 466 WEA bis 2040 zu kommen, ist ein jährlicher Zubau von ca. 23 großen Windanlagen erforderlich (Die Zubaujahre 2021 und 2040 mit eingeschlossen). Die Windanlagen benötigen Ende 2040 dann inklusive der Abstandsflächen ~1,6% der Flächen der Münsterlandkreise.

Pro Landkreis lässt sich die Entwicklung bis 2040 an folgender Grafik ablesen:

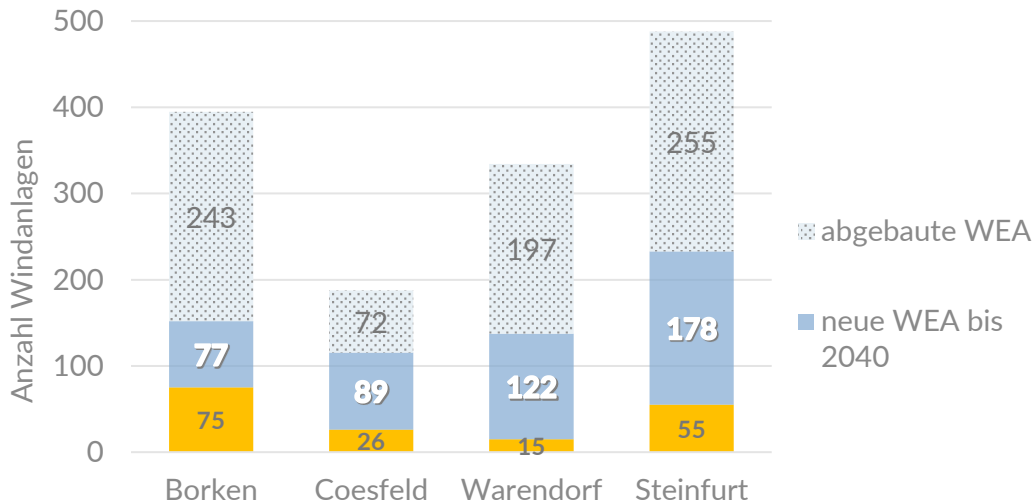


Abbildung 13: Anzahl Windanlagen pro Kreis im Zielszenario [eigene Darstellung]

Da der Neubau der Windkraftanlagen stets mit einer Erhöhung der je Windanlage installierten Leistung verbunden ist, erhöht sich die Stromproduktion bei sinkender Anlagenzahl. Trotz der bis 2040 um ungefähr ein Drittel reduzierten Gesamtanzahl der Windräder geht nur ein kleiner Teil an Stromproduktion verloren (Abbildung 14).

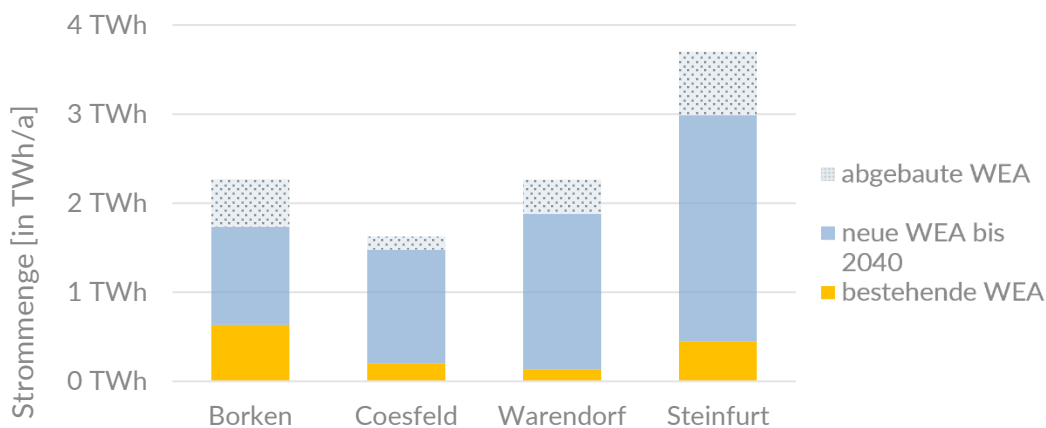


Abbildung 14: Strommenge durch Windanlagen pro Kreis im Zielszenario [eigene Darstellung]

Die Windkraft stellt in den Münsterlandkreisen die stärkste Säule zur Steigerung der regenerativen Energien dar und ist zur Erreichung der Klimaneutralität unverzichtbar.

5.2 SONNENENERGIE

Die Sonnenenergie spielt für die Zielerreichung der Klimaneutralität bis 2040 neben der Windenergie eine zentrale Rolle. Dabei kommt sowohl dem Ausbau der PV-Anlagen auf Dächern als auch auf Freiflächen eine besondere Bedeutung zu. Insgesamt wird für die Erreichung der Klimaneutralität von PV-Anlagen auf ~4.500 ha Dachfläche (mit einer Produktion von 6,8 GWp) und auf ~5.000 ha Freifläche (mit einer Produktion von 5,0 GWp) ausgegangen.

Wie groß sind die PV-Flächen im Vergleich zur sonstigen bebauten Fläche?

Im Gebiet der Münsterlandkreise wurden bereits 1,4 GWp PV-Dachanlagen installiert. Die mittlere Größe einer PV-Dachanlage beträgt 22 kWp. Um auf die insgesamt 6,8 GWp zu kommen, müssen bis 2040 noch weitere 5,3 GWp dazu kommen. Bei einer theoretischen Verteilung auf alle Wohngebäude entspräche dies einer mittleren Größe je Dach von ca. 19 kWp. In der Praxis verteilt sich die Leistung auf viele kleinere Anlagen und einzelnen großen Anlagen auf Gewerbedächern oder Mehrfamilienhäusern.

Bis 2040 bedeutet das ein Ausbau von jährlich 265 MWp Dachanlagen. Das entspricht ungefähr einer Fläche von ~250 Fußballfeldern und bedeutet eine jährliche Installation von PV-Anlagen auf ca. 15.000 Dächern (davon hauptsächlich Wohngebäude). Für die Erreichung der Klimaneutralität bis 2040 müssen im Zieljahr mindestens 15 % aller verfügbaren Dachflächen mit PV-Anlagen belegt werden.

Wie groß ist die erforderliche PV-Freifläche?

Die PV-Freiflächenanlagen spielen in den Münsterlandkreisen bislang keine erkennbare Rolle. Im Zielszenario wird allerdings davon ausgegangen, dass im Jahr 2040 fast die Hälfte des PV-Stroms in PV-Freiflächen erzeugt wird. Die Fläche, die dafür benötigt wird, entspricht in etwa 0,9 % der Flächen der Münsterlandkreise, oder anders gesagt in etwa der Fläche der Gemeinde Neunkirchen (4.844 ha).

Jährlich müssen dafür 10 bis 50 große PV-Parks errichtet werden (je 25 bis 5 MWp). Dieser Zubau kann sowohl durch Agri-PV und PV-Anlagen auf Parkplätzen, oder auch entlang von Bahnschienen oder Autobahnen flächenschonend geschehen. Bei der Installation entlang von Bahnstrecken oder Autobahnen können bei vollständiger Ausnutzung des 200 m-Streifens gemäß EEG 2021 bei beidseitiger Belegung bis zu 25 – 50 MWp je km errichtet werden (abhängig von Abstandsflächen) (Abbildung 15). Besonders hohe Werte werden bei Ost/West-Belegung erzielt.

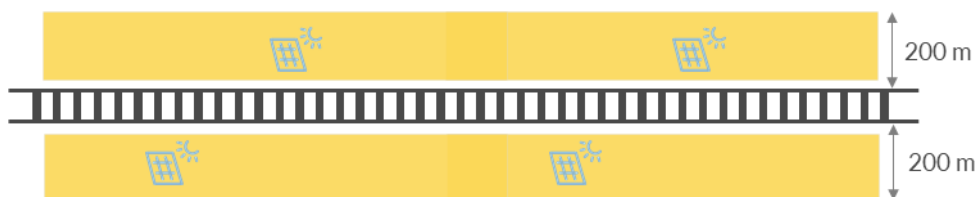


Abbildung 15: PV-Anlagen entlang von Bahnschienen/Autobahnen

[eigene Darstellung]

Bei alleiniger Umsetzung des jährlich erforderlichen Zubaus von rund 250 MWp entlang von Autobahnen und Bahnschienen entspräche dies einer Strecke von Neunkirchen bis Wettringen (5 bis 10 km).

Insgesamt stellt sich der Bestand von PV-Anlagen sowohl auf Dächern als auch auf Freiflächen im Zielszenario pro Kreis wie folgt dar:

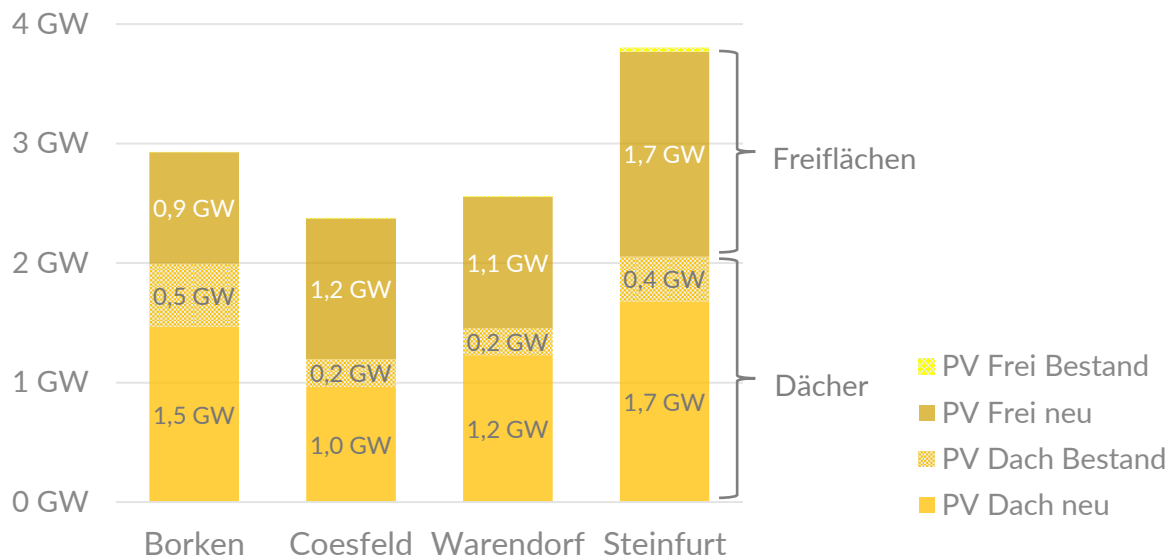


Abbildung 16: PV-Anlagen auf Dächern und Freiflächen im Zielszenario pro Kreis

[eigene Darstellung]

Um den Ausbau der Solarenergie voranzutreiben und eine Nutzbarmachung des technischen Potenzials auszuschöpfen, sollte eine Solaroffensive ins Leben gerufen werden, welche sowohl Frei-, als auch Dachflächen thematisiert. Im Rahmen dieser Offensive sollen die Münsterlandkreise Gebäudeeigentümer, Mieter, Pächter und Anlagenbetreiber beim Ausbau der Stromerzeugung durch Solarenergie unterstützen.

5.3 BIOENERGIE

In den nächsten Jahren ist damit zu rechnen, dass Biomasse als Energieträger für eine schnelle CO₂-Reduktion in den Bereichen Verkehr und Wärme sorgen wird. Dabei ist der Ausbau von Biomasse kritisch zu betrachten, da dessen Anbau teilweise hohe Treibhausgasemissionen verursacht.

Ein weiterer Anbau von Agrarbrennstoffen sollte daher in Zukunft nur dann durchgeführt werden, wenn dies keine Treibhausgase verursacht (Lachgas, Humusabbau, Methan). Dazu zählt auch Brennholz, sofern es nicht Rest-/Abfallholz ist. Es sollte nicht unberücksichtigt bleiben, dass der Anbau von Biomasse in Einzelfällen auch zu negativen Emissionen führen kann (z.B. Pappeln auf Weideland³).

Zu den weiteren möglichen Veränderungen in der Nutzung der Biomasse, dessen Entwicklung bisher nur schwer abschätzbar ist, aber in Zukunft mit fortgeschrittener Forschung deutlich besser beurteilt werden kann, zählen:

- ▶ Energetische Biomassenutzung mit Kohlenstoffabscheidung (z.B. „Biokohle“) als CO₂-Senke?
- ▶ Entwicklung Agroforstwirtschaft (Bäume/Hecken neben Ackerflächen) als CO₂-Senke?
- ▶ Der Energielandwirt entwickelt sich zum CO_{2e}-Händler
 - ▶ Die Einnahmen aus dem Verkauf von Strom und Gas werden stark sinken. Neue Erlöse aus der Umstellung zu einer klimafreundlichen Landwirtschaft?
 - ▶ In den nächsten Jahren zunächst starker Fokus auf Verbesserung der Stickstoffeffizienz⁴

5.4 GEMEINSAM GEZIELT REDUZIEREN

Grundsätzlich ist eine Klimaneutralität bis 2040 ohne die Unterstützung der Bürgerinnen und Bürger der Münsterlandkreise nicht zu erreichen. Die Zielsetzung setzt einen so steilen Reduktionspfad der THG-Emissionen voraus, dass dieser, neben einem forcierten Ausbau der erneuerbaren Energien, nur mit einem schnellen Rückgang des Ressourcenverbrauchs aller Bürgerinnen und Bürger erreicht werden kann. Das bezieht sich insbesondere auf die Sektoren Wärme und Verkehr, die wie anfangs erwähnt aktuell den größten Anteil an Treibhausgasen verursachen.

Wärmewende forcieren

Der Wärmebereich ist in allen Münsterlandkreisen der Hauptverursacher von Treibhausgasen. Daher sind große Veränderungen in diesem Sektor notwendig. Die Erreichung der Klimaziele der Münsterlandkreise (sowie des Bundes) bedarf der großflächigen Nutzung von Strom als Primärenergieträger. Power-to-Heat-

³ Nach Leopoldina (2019): *Biomasse im Spannungsfeld zwischen Energie- und Klimapolitik*

⁴ Nach Stiftung Klimaneutralität (2021): *Klimaschutz im Agrar- und Ernährungssystem Deutschlands: Die drei zentralen Handlungsfelder auf dem Weg zur Klimaneutralität*

Anwendungen in Form von Wärmepumpen für Ein- und Mehrfamilienhäuser sind unabdingbar, um eine signifikante Reduzierung der Treibhausgasemissionen zu erreichen. Deshalb sollen die Münsterlandkreise die Akteure im Stadtgebiet bei einer Elektrifizierung der Wärmeversorgung (beispielsweise im Rahmen von Sanierungsmaßnahmen) unterstützen und hier im eigenen Handlungsbereich vorbildhaft vorgehen.

Wärmenetze sind in diesem Zusammenhang ein wichtiges ergänzendes Infrastrukturelement für eine zukünftige Wärmeversorgung. Im Zusammenspiel mit Strom- und Gasnetz sind sie mit ihren Pufferspeichern wesentliche Voraussetzung für eine wirksame Sektorenkopplung. So können alle erneuerbaren Energien in Wärmenetze eingespeist werden. Biogasabwärme, Hackschnitzel, Solarthermie und Geothermie tragen heute die Hauptlast, aber auch Wind- und Solarstrom können über große Wärmepumpen integriert werden.

Für die Klimaneutralität ist die energetische Sanierung von Gebäuden unabdingbar. Im Rahmen unterschiedlicher Beratungsformate könnten die Bürgerinnen und Bürger über Möglichkeiten der Sanierung ihrer Eigenheime aufgeklärt werden. Neben technischer Expertise sollten dabei vor allem auch Informationen zu aktuellen Förderkulissen bereitgestellt werden, um Investitionen in Energieeffizienz und die Nutzung erneuerbarer Energien im Wärmemarkt zu unterstützen.

Mobilitätswende forcieren

Der Sektor Verkehr ist in den Münsterlandkreisen hinter der Wärme der größte Verursacher von Treibhausgasen. Um eine Klimaneutralität zu erreichen, müssen die Emissionen hier schnellstmöglich reduziert werden. Das gelingt insbesondere durch die Vermeidung und Verlagerung des motorisierten Verkehrs auf den Umweltverbund und die Elektrifizierung des Verkehrs.

Der Verkehr, der sich nicht vermeiden oder verlagern lässt, soll auf alternative Antriebe umgestellt werden. Besonders im Bereich der privaten PKW ist die Elektromobilität voranzutreiben, die bei kontinuierlichem Ausbau der erneuerbaren Energien zu einer signifikanten Minderung der Treibhausgasemissionen beitragen kann. Um die Bürgerinnen und Bürger bei der Umstellung von konventionellen auf alternative Antriebe zu unterstützen, sollte kontinuierlich über aktuelle Marktentwicklungen sowie Förderprogramme informiert werden. Die Kreisverwaltungen können außerdem mit der Elektrifizierung der eigenen Fahrzeugflotte beispielhaft vorausgehen. Neben der Elektrifizierung des Pkw-Verkehrs gilt es, den Fahrrad- und Fußverkehr zu fördern, Bus und Bahn attraktiver zu gestalten und den Verkehr insgesamt intelligenter zu vernetzen.

Grundsätzlich ist für die Mitnahme aller Bürgerinnen und Bürger auf den Weg zur Klimaneutralität zu empfehlen, diese stets über laufende und geplante Projekte auf Kreisebene zu informieren, wie auch über aktuelle politische und regulatorische Rahmenbedingungen, aus denen sich beispielsweise neue Fördermöglichkeiten für eigene Handlungsoptionen ergeben.

6 FAZIT & AUSBLICK

Die durchgeführte Studie zeigt, dass die Klimaneutralität der Münsterlandkreise bis 2040 realistisch ist und die Münsterlandkreise mit dieser Zielsetzung zur Vorbildregion werden können. Für die Zielerreichung ist ein umfassender Ausbau der erneuerbaren Energien sowie eine baldige Veränderung des Ressourcenverbrauchs unbedingt notwendig. Dies gelingt nur mit der Beteiligung aller Bürgerinnen und Bürger. Zudem werden die regionale Wertschöpfung und eine zukunftsorientierte, klimaneutrale Wirtschaft entscheidende Erfolgsfaktoren sein.

Im Zielszenario ergeben sich für die Klimaneutralität energiebedingte Abhängigkeiten. So liegt der Energiebedarf der Landkreise Steinfurt, Borken und Warendorf trotz Effizienzmaßnahmen knapp unter der produzierten Menge an erneuerbaren Energien. Nicht allerdings beim Kreis Coesfeld – dieser produziert mehr erneuerbare Energien als im selben Landkreis nachgefragt wird. Die Klimaneutralität der Münsterlandkreise beruht daher auf der Annahme, dass der Kreis Coesfeld die weiteren Münsterlandkreise mit erneuerbaren Energien versorgt, sodass auf diese Weise der gesamte Energiebedarf der Münsterlandkreise mit erneuerbaren Energien gedeckt werden kann. Nicht nur zwischen den Münsterlandkreisen, sondern auch mit Bezug auf die Stadt Münster ist von einer zukünftigen energiebedingten Abhängigkeit auszugehen, denn die Stadt Münster wird als Ballungsgebiet abhängig von Energieimporten sein. Den erneuerbaren Strom können im Zielszenario dabei die Münsterlandkreise liefern (Abbildung 17).



Abbildung 17: Bedeutung der erneuerbaren Energien-Produktion für Münster

[www.fam-muensterland.de]

Die Erzeugung von synthetischen Kraftstoffen und Dünger erfordert hingegen sehr günstigen Strom und große Industrieanlagen, welche voraussichtlich nicht in den Münsterlandkreisen errichtet werden und daher sowohl für die Münsterlandkreise als auch für die Stadt Münster von weiter weg importiert werden müssen. Als „Versorgungsleitung“ für das Münsterland ist eine Wasserstoffpipeline (GET H2) denkbar.

7 LITERATURVERZEICHNIS

Leopoldina (2019): Biomasse im Spannungsfeld zwischen Energie- und Klimapolitik.

*Mehr Demokratie e.V. (Hrsg.), BürgerBegehren Klimaschutz (Hrsg.) (2020) **Handbuch Klimaschutz** - Wie Deutschland das 1,5-Grad-Ziel einhalten kann: Basiswissen, Fakten, Maßnahmen. oekom-Verlag, München*

Stiftung Klimaneutralität (2021): Klimaschutz im Agrar- und Ernährungssystem Deutschlands: Die drei zentralen Handlungsfelder auf dem Weg zur Klimaneutralität.

www.fam-muensterland.de