

# NEUE ZIELE AUF ALTEN WEGEN?

## Strategien für eine treibhausgasneutrale Energieversorgung bis zum Jahr 2045

Die Studie geht der Frage nach, wie das Ziel von Treibhausgasneutralität bis zum Jahr 2045 erreicht werden kann.

Mit dem neuen Klimaschutzgesetz verpflichtet sich Deutschland bis zum Jahr 2045 treibhausgasneutral („Netto-Null“) zu werden. Das Wissenschaftlerteam des IEK-3 am Forschungszentrum Jülich hat hierfür Computermodelle entwickelt, die es ermöglichen, kosteneffiziente Strategien und Maßnahmen wissenschaftlich fundiert zu analysieren, mit denen die neuen Treibhausgasminderungsziele erreicht werden können. Mit den Modellen ist es möglich, die deutsche Energieversorgung mit ihren Erzeugungspfaden und all ihren wichtigen Wechselwirkungen abzubilden. Zudem zeichnen sich die Modelle durch eine große zeitliche und räumliche Detailtiefe aus. So ist es z.B. möglich, den Ausbau von Windkraft und Photovoltaik auch auf regionaler Ebene zu analysieren. Darüber hinaus können zukünftige internationale Energieimport- und exportnetzwerke (z.B. Wasserstoff) simuliert werden und die Rolle möglicher Im- und Exporte abgeschätzt werden. Zudem ermöglichen die Modelle eine integrierte Infrastrukturanalyse, die alle relevanten Energieträger (Strom, Gas, Wasserstoff, Wärme) gleichzeitig in den Blick nimmt.

Prof. Dr. Detlef Stolten  
Forschungszentrum Jülich GmbH  
Institut für Energie- und Klimaforschung:  
Techno-ökonomische Systemanalyse (IEK-3)

KONTAKT

iek3-sekretariat@fz-juelich.de

### Die Analysen zeigen,

1. dass das Erreichen von Treibhausgasneutralität sowohl aus **technischer als auch ökonomischer Perspektive darstellbar** ist.
2. dass die Verschärfung der Treibhausgasminderungsziele bei gleichzeitiger Verkürzung des noch verbleibenden Handlungszeitraums bis zum Jahr 2045, eine **Veränderungsdynamik in allen Sektoren** erfordert, die sich grundlegend von der Entwicklung der vergangenen Jahre unterscheidet und eine große Herausforderung darstellt.
3. dass **Wasserstoff ein zentrales Element einer Minderungsstrategie** ist, um Treibhausgasneutralität zu erreichen.
4. dass die verbleibenden Restemissionen im Jahr 2045 durch Maßnahmen kompensiert werden müssen, indem Kohlenstoff dem natürlichen Kohlenstoffkreislauf entzogen wird. Hierfür ist die **geologische Speicherung von CO<sub>2</sub>** notwendig.



Download Studie

FORSCHUNGSZENTRUM JÜLICH (IEK-3)

Gegenüber den bisherigen Minderungszielen der Bundesregierung stellen die neuen Ziele des Klimaschutzgesetzes eine Zäsur dar und erfordern das sofortige Einleiten von Maßnahmen in allen Sektoren.

### 1.216 TWh Stromverbrauch

Die Substitution fossiler Energieträger führt zu einer zunehmenden Elektrifizierung der deutschen Energieversorgung in allen Sektoren und bedeutet einen zukünftig deutlich höheren Stromverbrauch. Der Umbau der deutschen Stromversorgung hin zu einer CO<sub>2</sub>-freien erneuerbar geprägten Stromerzeugung ist daher eine der wesentlichen Grundvoraussetzungen für das Erreichen von Treibhausgasneutralität. Sowohl die Dimension des erforderlichen Zubaus aber auch die Verkürzung des noch verbleibenden Handlungsspielraums, erfordert einen massiven Ausbau der Erneuerbaren Energien.

### 285 GW erforderliche Windkraftkapazität

Unter Berücksichtigung der getroffenen Annahmen ist eine Vervielfachung der heutigen Onshore-Windkraftkapazität erforderlich. Hierfür sind über den gesamten Betrachtungszeitraum jährliche Zubauraten von ca. 6,3 GW notwendig. Auch dem Zubau von Offshore-Windkraftanlagen kommt aufgrund der hohen Ausnutzungsdauer eine erhebliche Bedeutung zu.

### 450 GW notwendige Photovoltaikkapazität

Der Erfolg des Transformationsprozesses hängt auch maßgeblich davon ab, ob es gelingt, Photovoltaikanlagen in großem Maßstab zu bauen. Um eine CO<sub>2</sub> freie Stromerzeugung zu erreichen, ist über den gesamten Zeitraum im Durchschnitt eine jährlicher Zubaurate von ca. 15,8 GW erforderlich. Demzufolge sind die heutigen Zubauraten um ein Vielfaches zu erhöhen.

### 12 Mio. t Wasserstoffbedarf, 47 % importiert

Während der Einsatz von Wasserstoff in einigen Sektoren eine Option unter vielen anderen darstellt, ist er in einigen Bereichen der Industrie alternativlos und damit zwingend erforderlich, um

Treibhausgasneutralität zu erreichen. Dies gilt insbesondere für die Stahlherstellung aber auch in besonderem Maße für die chemische Industrie. Vor diesem Hintergrund ist der Wasserstoffeinsatz in diesen beiden Branchen als No-regret Maßnahme einzustufen. Beide Branchen sind aktuell für insgesamt über 40 % der industriellen CO<sub>2</sub>-Emissionen verantwortlich. Etwa zwei Drittel des gesamten Wasserstoffverbrauchs im Jahr 2045 entfallen auf die Industrie.

### -30% sektorale Energieeinsparung notwendig

Energieeffiziente Maßnahmen in allen Sektoren sind ein Grundpfeiler einer treibhausgasneutralen Energieversorgung. Etwa 30 % des heutigen Endenergieverbrauchs lässt sich bis zum Jahr 2045 kosteneffizient unter der Randbedingung Treibhausgasneutralität mindern. Insbesondere durch die zunehmende Elektrifizierung in allen Sektoren bewirken energieeffiziente Maßnahmen auch eine Reduktion des Stromverbrauchs und damit eine Verringerung der notwendigen Erzeugungskapazitäten.

### 20% des Primärenergieverbrauchs durch Bioenergie

Etwa ein Fünftel des Primärenergieverbrauchs wird im Jahr 2045 durch Bioenergie abgedeckt. Sie ist damit eine wichtige Säule der zukünftigen Energieversorgung. Bioenergie ist flexibel einsetzbar und wird für verschiedene Anwendungen (Strom, Wärme) genutzt. Um genügend Biomasse zur Verfügung zu haben, muss die heute für den Biomasseanbau genutzte Fläche deutlich vergrößert werden. Dennoch entsteht durch die zusätzliche Ausweisung von Flächen zum Anbau

von Energiepflanzen keine Nutzungskonkurrenz zur Nahrungsmittelproduktion.

### 50-90 Mio. jährliche CO<sub>2</sub>- Speicherung

Die im Jahr 2045 verbleibenden Treibhausgasemissionen sind im Wesentlichen durch Restemissionen der Landwirtschaft und der Industrie geprägt. Ohne eine grundlegende Änderung von Verhaltensweisen, wird es nicht möglich sein, die Treibhausgasemissionen der Landwirtschaft zu vermeiden. Um Treibhausgasneutralität zu erreichen, müssen die Restemissionen durch den Entzug von Kohlenstoff aus der Atmosphäre mit anschließender Speicherung kompensiert werden. Der jährliche CO<sub>2</sub>-Speicherbedarf liegt in einer Bandbreite von 50 bis 90 Mio. t.

### 22% Energieimportquote

Der Umbau der Energieversorgung führt zu einer deutlich geringeren Energieimportquote, die bei einem gleichzeitig 40 %-niedrigeren Primärenergieverbrauch von heute ca. 74 % im Jahr 2045 auf ca. 22 % sinkt. Aus geopolitischer Sicht bedeutet dies eine geringere Abhängigkeit von zukünftigen Energieimportländern. Ein weiterer Vorteil besteht darin, dass Preisrisiken, die heute häufig durch internationale Energiemärkte bedingt sind, deutlich verringert werden.

