



Die Energiewende
ist machbar!

Klimawandel in Bayern

Bayern bekommt die Folgen des Klimawandels deutlich zu spüren – sowohl gegenwärtig als auch zukünftig.

Um etwa 1,5 Grad Celsius ist die bayerische Durchschnittstemperatur in diesem Jahrzehnt in Folge des Klimawandels auf bereits 9 Grad angestiegen.

(Quelle: Bayerisches Landesamt für Umwelt)

Anderthalb Grad, das klingt zunächst nicht viel, bringt aber schon jetzt deutlich messbare Veränderungen mit sich. Veränderungen, die schwerwiegende Konsequenzen für viele Bereiche bedeuten.

Wir denken nicht nur an Extremwetter-Ereignisse wie Stürme, Starkregen, verheerende Dürreperioden oder an die stetig weiter schmelzenden bayerischen Gletscher.

Sondern auch an die steigende Waldbrandgefahr, die Zunahme von Schädlingen (wie zum Beispiel den Borkenkäfer) und die Ansiedlung neuer Schädlingsarten in Bayern. Besonders betroffen ist auch die bayerische Landwirtschaft, die immer

mehr mit abnehmender Ertragssicherheit und Existenzängsten zu kämpfen hat. Probleme, die uns alle gleichermaßen betreffen.

Damit stellt sich die Frage, was Bayern in der Zukunft noch an Veränderungen zu erwarten hat.





Thüringer Wald 2021

„Die Veränderungen im Klima und der Umwelt der Region Oberfranken sind bereits deutlich mess- und spürbar:

in der Lufttemperatur, Starkregen, Dürre und Verdunstung.

Es reicht nicht, besorgt zu sein, sondern wir müssen handeln. Jetzt. Als ersten Schritt müssen wir den Antrieb der

dramatischen Klimaveränderungen abstellen:

Emissionen von Treibhausgasen müssen runter, Energieverbrauch gesenkt werden.

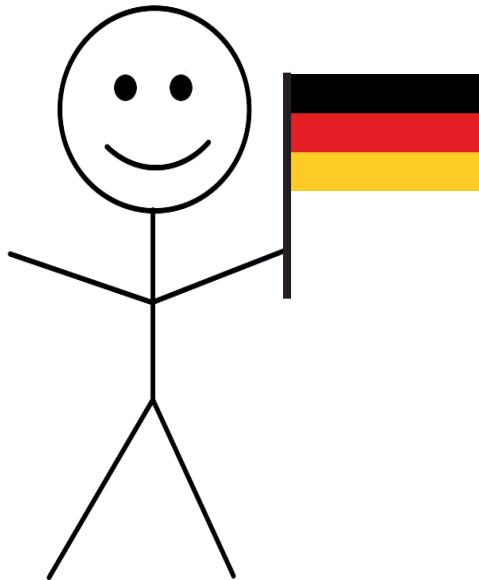
In allen Bereichen unseren Lebens!“

Prof. Dr. Christoph Thomas, Mikrometeorologie, Universität Bayreuth



Energiebedarf

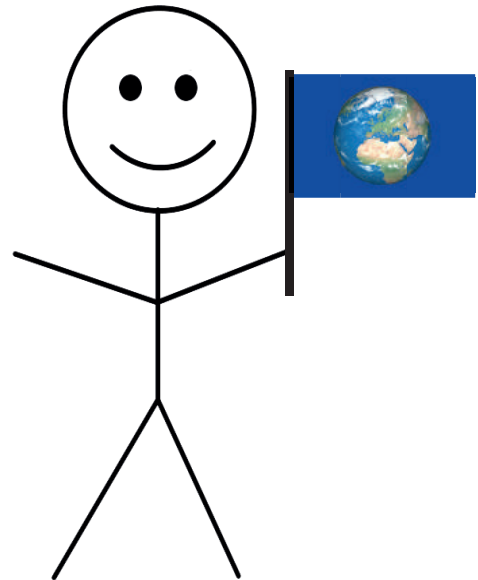
Deutschland



43.000 kWh pro Person
pro Jahr

10,4 Tonnen CO₂ pro Person
pro Jahr

Rest der Welt



21.000 kWh pro Person
pro Jahr

4,8 Tonnen CO₂ pro Person
pro Jahr

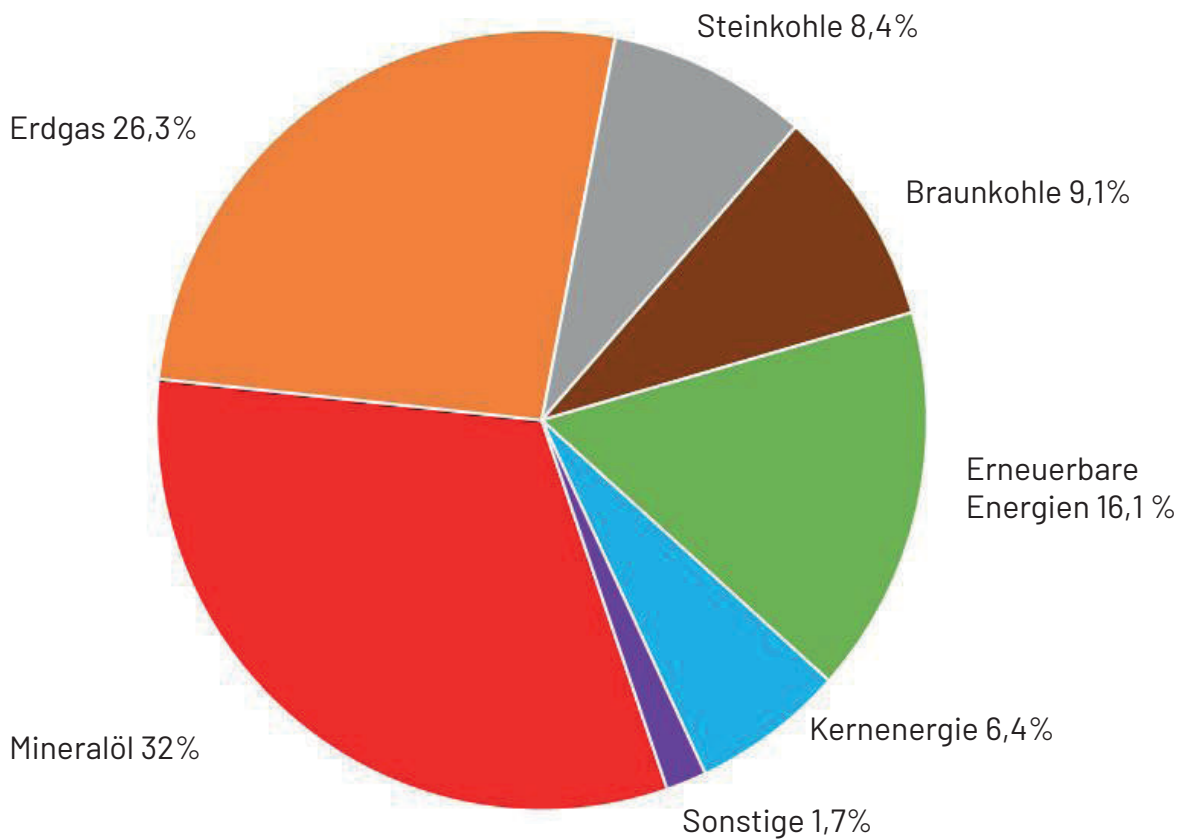
Die Verursacher der Klimakrise sind ökonomisch entwickelte Staaten, deren Wirtschaft auf Kohlenstoff basiert. So hat Deutschland beispielsweise nachweislich seit der Industrialisierung fast 5 Prozent zur globalen Erderwärmung beigetragen. Als eine der stärksten Volkswirtschaften weltweit hat Deutschland auch anderen Ländern gegenüber eine Verantwortung.

„Die Opfer sind dagegen oft besonders verwundbare Personen in ärmeren Ländern“

Angela Kallhoff, Professorin für Ethik Universität Wien.

Daher sind besonders die reichen Länder aufgefordert, einen Beitrag zu leisten. Dennoch gilt, wenn alle Länder, die weniger CO₂ ausstoßen als Deutschland, auch mit dem Argument kommen würden, dass ihr Anteil am CO₂-Ausstoß geringer sei, wäre das für den Klimaschutz fatal.

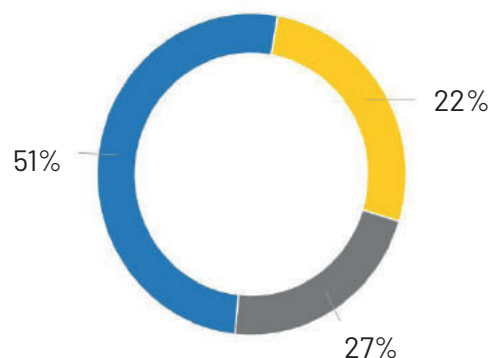
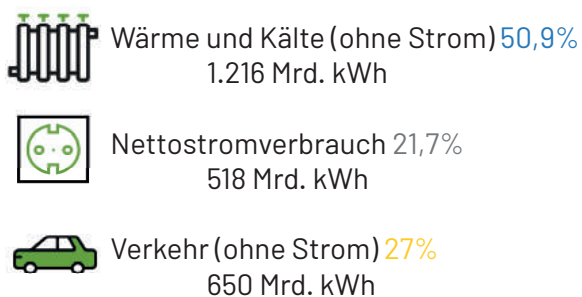
Energiemix in Deutschland



„Eine unserer Aufgaben ist es die Stromversorgung auf CO₂-Freiheit umstellen. Aber Strom macht lediglich 21 Prozent des Primärenergieverbrauchs der Haushalte von Deutschland aus. Über 50 Prozent der Energie verbrauchen wir für Wärme und knapp 30 Prozent für die Mobilität oder die industrielle Produktion.“

Ehemalige Bundeskanzlerin Angela Merkel

Endenergieverbrauch in Deutschland



Quelle:
Bundesverband Neue Energiewirtschaft bne, AG Energiebilanzen e.V.



Politische Stellungnahmen

Welt



UN-Generalsekretär António Guterres

„Wir sehen Rekordtemperaturanstiege, steigende Meeresspiegel, eine Rekordkonzentration von Treibhausgasen. Wir müssen diesen Trend umkehren, denn es wird dramatisch schlimmer. Es ist jetzt wirklich dringend, es herrscht Klimanotstand und deshalb ist es so wichtig, dass die Länder ihre Verantwortung wahrnehmen.“

Europa



Präsidentin der Europäischen Kommission Ursula von der Leyen

„Der Bereich Klimaschutz ist für Europa und für den Rest der Welt von existenzieller Bedeutung. Unser Versprechen bis 2050 der erste klimaneutrale Kontinent zu werden ist nun auch eine rechtliche Verpflichtung und ein verbindliches Versprechen für kommende Generationen. Der Klimawandel geht uns alle etwas an. Wir haben die Pflicht zu handeln.“

Anmerkung: In kürzester Zeit wurden die Klimaziele der EU erneut verschärft:
Senkung der Treibhausgasemissionen um mindestens 55 % (gegenüber 1990)
Erhöhung des Anteils erneuerbarer Energiequellen auf mindestens 27 %
Steigerung der Energieeffizienz um mindestens 27 %

Deutschland



Bundeskanzler Olaf Scholz

„Den Klimawandel zu stoppen, ist eine Menschheitsaufgabe. Wir bekennen uns zum Pariser Klimaabkommen und werden dafür sorgen, dass unser Leben, Arbeiten und Wirtschaften spätestens ab 2045 keine negativen Auswirkungen mehr auf unser Klima hat. Wir wollen einen Zukunftspakt zwischen Bund, Ländern und Kommunen, in dem wir verbindliche Ausbauziele für erneuerbare Energien wie Sonne, Wind und Geothermie vereinbaren und umsetzen und wir werden Deutschland bis 2030 zum Leitmarkt für Wasserstofftechnologien machen.“

Bayern



Bayerischer Ministerpräsident Markus Söder

„Das Ziel ist es, Bayern bis 2040 klimaneutral werden zu lassen. Ein zentraler Punkt dabei ist der Ausbau der Sonnenenergie.“

Anmerkung: Damit läge der Freistaat vor den Zielen des Bundes, der sich erst ab 2045 der Klimaneutralität verpflichtet hat.

Bayerischer Wirtschaftsminister Hubert Aiwanger (Freie Wähler):

„Photovoltaik ist unser großes Flaggschiff in der Energiewende. Bei keinem anderen Thema haben wir so viel Zuspruch in der Öffentlichkeit und so viel Erfolg wie bei der Photovoltaik. Wir haben als Bayern teilweise 85 Prozent des bundesweiten Ausschreibevolumens gewonnen. Es war richtig, diesen Weg zu gehen und ich will diesen Weg weitergehen.“

Bundesminister für Wirtschaft und Klimaschutz Robert Habeck (Bündnis90/Die Grünen):

„Deutschland muss immer mehr leisten, weil wir pro Kopf einen höheren CO₂-Ausstoß haben als der Durchschnitt. Es ist höchste Zeit, dass wir in die Puschen kommen.“

Bayerischer Wirtschaftsminister Hubert Aiwanger (Freie Wähler):

„In Bayern scheint die Sonne an 1.700 Stunden im Jahr, diese Ressource muss man nutzen, um die dezentrale Energieerzeugung weiter voran zu treiben.“

SPD:

Wir werden die Erneuerbaren Energien massiv ausbauen. Unverzichtbar dafür ist, die Planungsverfahren für den Bau von Netzen, Windrädern und Infrastruktur um ein Vielfaches schneller zu machen.

Bündnis90/ Die Grünen:

Für uns ist das Ziel erst erreicht, wenn Deutschland zu 100 Prozent mit erneuerbaren Energien versorgt wird zu bezahlbaren Preisen und für alle zu jeder Zeit und an jedem Ort verfügbar.

Es ist technisch möglich, die Energieversorgung der Menschen komplett mit Sonne, Wind, Wasser, nachhaltig erzeugter Bioenergie und Erdwärme zu decken.

CDU/ CSU:

Der Ausbau der erneuerbaren Energien kann nur zusammen mit den Menschen vor Ort vorangetrieben werden. Die verstärkten Konflikte des Erneuerbaren-Ausbaus mit anderen Formen der Flächennutzung mit Natur- und Landschaftsschutz gefährden die Akzeptanz der Energiewende.

Die Linke:

Die Auswirkungen des Klimawandels spüren wir schon jetzt: Hitzesommer, schmelzende Gletscher, steigende Meeresspiegel, Wetterextreme. Das bedroht unsere Lebensgrundlage.

Freie Wähler:

Wir wollen weiter auf Sonne setzen und das Potenzial dieser klimafreundlichen Energieerzeugung ist noch lange nicht erschöpft.



Träger	Vorteile	Nachteile	Ergebnis	Stromgestehungskosten je kWh
Atom	<ul style="list-style-type: none"> hohe Energiedichte hohe Stromproduktion bewährte Technologien geringe Betriebskosten bei bestehenden Kraftwerken 	<ul style="list-style-type: none"> Abhängigkeit von Uranimporten Anfall von radioaktivem Abfall ungeklärte Endlagerung Gefahren beim Uran-Abbau für Mensch und Umwelt endliche Ressource (ca. 50 Jahre) Risiko schwerer Unfallfolgen 	Höchstes Risikopotenzial bei zudem fehlenden Zukunftsperspektiven der Endlagerung.	3,6-8,4ct
Wind	<ul style="list-style-type: none"> erneuerbare Energie hohes ungenutztes Potenzial gut entwickelte Technologien keine Schadstoffemissionen im Anlagenbetrieb kostengünstige Stromproduktion Unabhängigkeit von Importen geringer Flächenbedarf 	<ul style="list-style-type: none"> eingeschränkte Verfügbarkeit hohe Reservekapazitäten nötig Eingriffe in das Landschaftsbild eingeschränkte Akzeptanz Lärm-Emissionen möglich Gefahr von Vogelschlag 	Geringe Akzeptanz in der Gesellschaft durch größte Eingriffe ins Landschaftsbild, dennoch wichtige erneuerbare Energiequelle.	Onshore: 3,99-8,23 ct Offshore: 7,49-13,79 ct
Wasser	<ul style="list-style-type: none"> erneuerbare Energie dauerhafte Verfügbarkeit geringe Betriebskosten Speicherfähigkeit Unabhängigkeit von Importen keine Schadstoff-Emissionen beim Betrieb 	<ul style="list-style-type: none"> Störung der Gewässerstruktur erhebliche Landschaftseingriffe Potenzial (in Bayern) weitgehend ausgenutzt 	Massive, oft irreversible Eingriffe in die Landwirtschaft beispielsweise durch Stauseen.	2,2-10,8 ct
Kohle	<ul style="list-style-type: none"> vergleichsweise hohes Vorkommen weltweit unproblematischer Transport und Lagerung Tagebau rekultivierbar 	<ul style="list-style-type: none"> endliche Ressource (ca. 200 Jahre) Importabhängigkeit gefahrenträchtiger Abbau Flächenverbrauch höhere Schadstoff-Emissionen als Öl und Erdgas deutlich schlechteste CO₂-Bilanz 	Deutlich schlechteste CO ₂ -Bilanz gepaart mit enormem Flächenverbrauch.	Braunkohle: 4,59-7,98 ct Steinkohle: 6,27-9,86 ct
Biogas	<ul style="list-style-type: none"> erneuerbare Energie gut speicherbar in großen Mengen 	<ul style="list-style-type: none"> großer Flächenbedarf Konkurrenz zum Anbau von Nahrungsmitteln Umweltbelastungen durch intensivierte Land- und Forstwirtschaft Gefahr umweltschädlicher Anbaumethoden ggf. höhere Schadstoffemissionen 	Hohe Belastung der Umwelt beispielsweise durch Monokulturen oder höhere Schadstoffemissionen. Zudem hohes Unfallrisiko der Anlagen.	10,14-14,74 ct
Geothermie	<ul style="list-style-type: none"> erneuerbare Energie Unabhängigkeit von Witterung und Tageszeit 	<ul style="list-style-type: none"> Konflikte mit Grundwasser möglich hohe Kosten bei der Erschließung 	Beschränkte Ressourcen in Deutschland.	17- 37 ct
Erdgas	<ul style="list-style-type: none"> Kraft-Wärme-Kopplung emissionsarme Verbrennung geringste CO₂-Emissionen unter den fossilen Energieträgern 	<ul style="list-style-type: none"> aufwändige Erschließung und Transport endliche Ressource (ca. 70 Jahre) Importabhängigkeit hohe Treibhausgas-Emissionen 	Zu geringes Vorkommen in der Zukunft.	7,78-9,96 ct
Erdöl	<ul style="list-style-type: none"> bewährte Technologien besondere Bedeutung als Treibstoff hohe Energiedichte 	<ul style="list-style-type: none"> aufwändige und riskante Gewinnung und Transport endliche Ressource (ca. 40 Jahre) Importabhängigkeit steigende Preise höhere CO₂- und Schadstoff-Emissionen als Erdgas 	Zu wertvolle Ressource zum Verbrennen.	Extreme Schwankungen abhängig vom Standort
Sonne	<ul style="list-style-type: none"> erneuerbare Energie kostenlose Verfügung ohne Endlichkeit geringe Umweltauswirkungen Unabhängigkeit von Importen 	<ul style="list-style-type: none"> unregelmäßige Verfügbarkeit Landschaftsbeeinträchtigung 	Bis 2050 sollen 218 Gigawatt (GW) in Deutschland ausgebaut werden.	Dachanlagen 7,23-11,54 ct Freiflächenanlagen 1,5-3,5ct

Quelle:
Energieatlas.bayern, Fraunhofer ISE

Energiemix der Zukunft

Mögliche Verteilung des jährlichen Zubaus je Technologie in Gigawatt (GW) pro Jahr

	Bestand 2020	Anteil am Bedarf in %	Zubau p.a. 2020-2030	Zubau p.a. 2030-2040	Zuau p.a. 2040-2050	Bestand 2050	Anteil am Bedarf in %
PV-Gebäude	40	19%	5	8	12	290	24%
PV-Freifläche	14	7%	10	17	28	560 Flächenbedarf 48.000 ha	48%
Wind onshore	100	47%	4	3	0,5	175	15%
Wind offshore	35	16%	3	3	3	125	11%
Wasser	20	9%	-	-	-	20	2%
Biogas	4 Flächenbedarf 2.300.000 ha	2%	- 0,2	- 0,1	- 0,02	0,8	0,1%
Summe	213 GW	100%	21,8 GW	30,9 GW	43,5 GW	1.171 GW	100%

Für den Energiemix gelten folgende Annahmen:

Der Primärenergiebedarf 2050 beträgt 2.287 TWh. Der Primärenergieverbrauch wird sinken, da wir mit der Umstellung auf Strom höhere Wirkungsgrade erreichen, als mit der Verbrennung fossiler Brennstoffe.

Grund: die Emittierung überflüssiger Wärme.

Daneben muss für die Gewinnung und Umwandlung fossiler Energieträger keine Raffinerie mehr betrieben werden, was den Primärenergiebedarf weiter senkt.

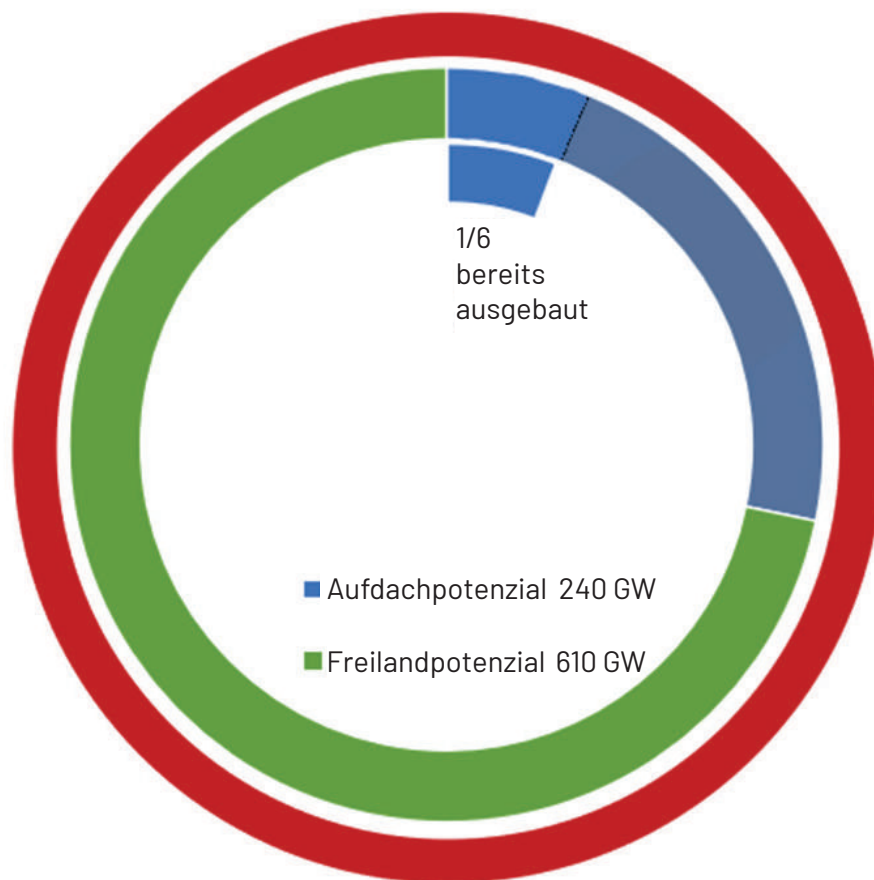
Trotz allem wird ca. 20 % des Primärenergiebedarfs (ca. 300 GW) zusätzlich importiert werden müssen.

Solar ist der Energieträger der Zukunft!



Solar aufs Dach oder aufs Feld?

■ notwendiges Gesamtpotenzial von PV: 850GW

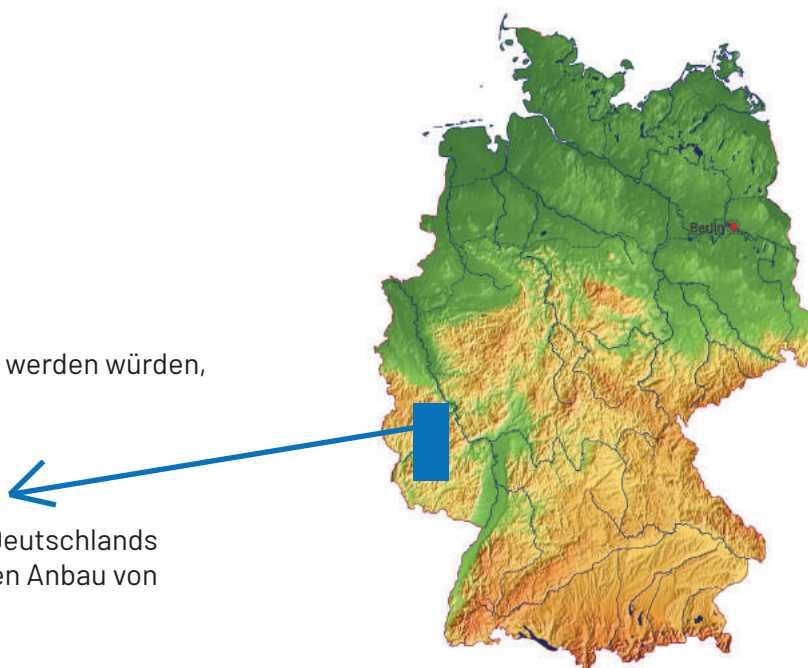


Fazit:

Selbst wenn alle möglichen Dachflächen bebaut werden würden, fehlen noch **4.800 km²** Fläche!

4.800 km² bedeuten:

- 1,3% der Gesamtfläche in Deutschland
- 2,9% der landwirtschaftlichen Flächen Deutschlands
- 20% der Flächen, die schon heute für den Anbau von Energiepflanzen genutzt werden

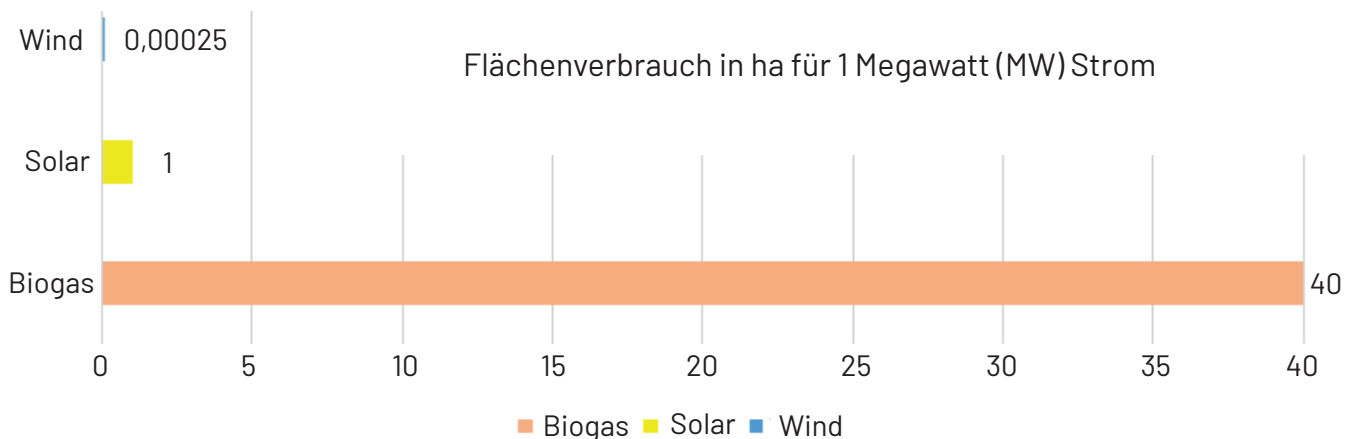
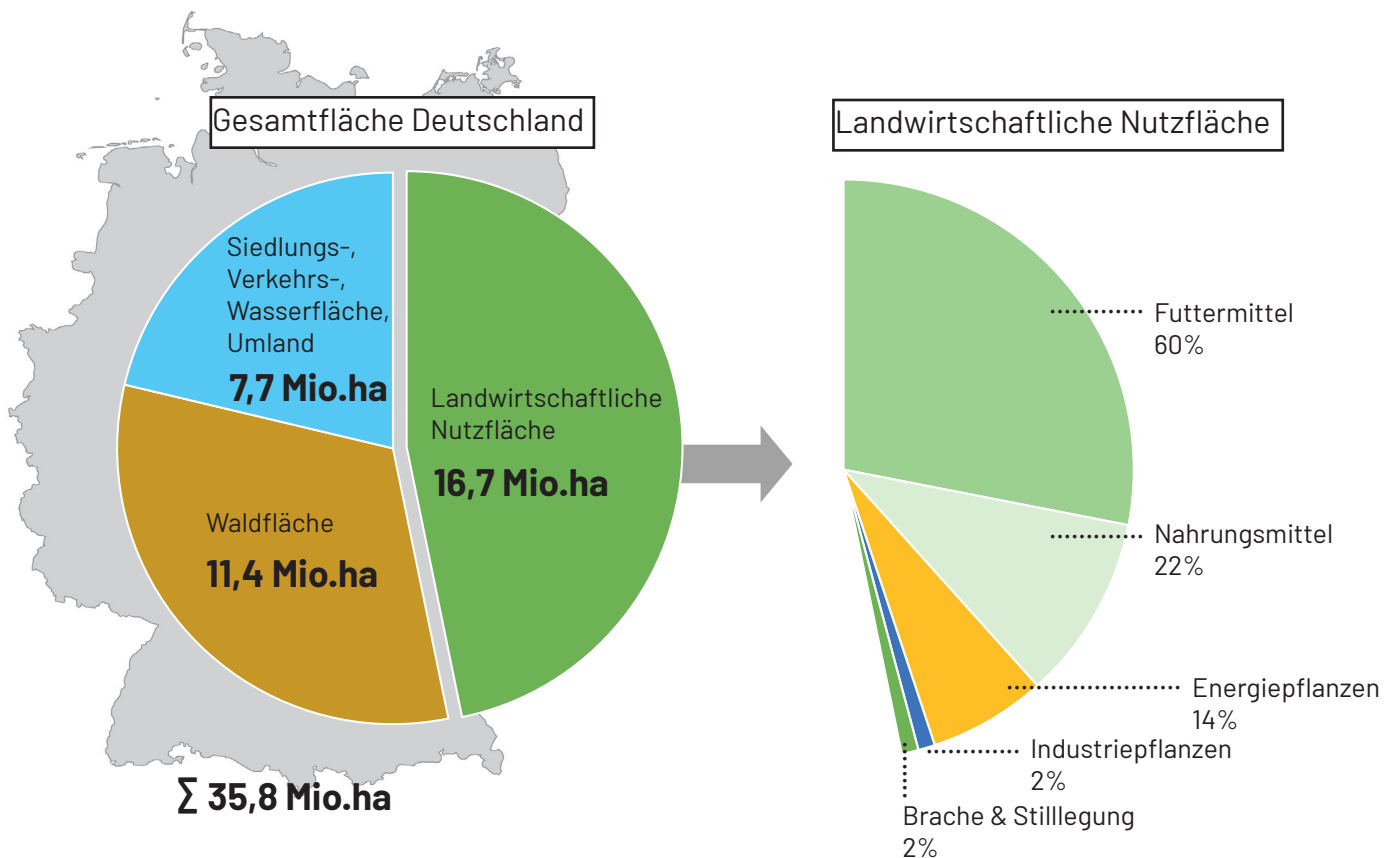


Gibt es ausreichend Flächen?

JA! Es werden in den nächsten Jahren sogar noch Flächen frei!

Nach der Umsetzung des Energiemixes von 2050 stehen den Nutzern mehr landwirtschaftliche Gebiete von ca. 15.000km² Fläche zur Verfügung! (Unter der Annahme, dass ca. 80% der Industrie- und Energiepflanzen substituiert werden)

In der Fläche übernimmt Photovoltaik die Energieerzeugung aufgrund der höheren Effizienz. Potenzial für Biogas gibt es in der Verstromung von Gülle und Bioabfällen. Bisher werden hier nur 30 bzw. 35% genutzt.



Biogas

Knapp **2,4 Millionen Hektar** werden in Deutschland für den Anbau von Energiepflanzen für Biogasanlagen verbraucht. Das entspricht knapp **7% der gesamten landwirtschaftlich genutzten Fläche von Deutschland**. Energiepflanzen für Biogasanlagen beanspruchen also die größte Fläche beim Anbau nachwachsender Rohstoffe in Deutschland.

Aus Biomasse wurden im Jahr 2020 etwa 44,1 Terrawattstunden (TWh) Strom bereitgestellt. Maßgeblich für die Stromerzeugung aus dem Energieträger sind vor allem Biogas (25,2 TWh), feste Biomasse (9 TWh), und der biogene Anteil des Abfalls (5 TWh).

Die Stromerzeugung aus Biogas wird durch das Erneuerbare-Energien-Gesetz gefördert. Dadurch kam es zwischen 2007 und 2014 zu einem starken Zubau. 2014 wurde die Förderung für Biogasanlagen gesenkt, seitdem hat sich der Zubau deutlich verlangsamt. Derzeit werden in Deutschland mehr als **9.500 Biogasanlagen** betrieben, Tendenz weiter sinkend.

Biogasanlagen stellen aber auch eine Quelle für Gerüche, Schadstoffe oder Lärm dar.

Das Umweltbundesamt bezeichnet Biogasanlagen sogar als „**Gefahr für Mensch, Klima und Umwelt.**“

Die Anlagenbetreiber fördern mit ihren Monokulturen die Erosion der Böden und die Verschmutzung des Grundwassers durch erhöhten Einsatz von Düngemitteln.

Biogas birgt aber auch ein noch zu wenig genutztes Potenzial. Aktuell werden nur rund 30% der in Deutschland anfallenden Wirtschaftsdünger Gülle und Mist sowie rund 35% des bereits getrennt erfassten Bioabfalls zu Biogas vergoren.

Und das obwohl diese Art der Bioenergie doppelten Vorteil hat:

Treibhausgasemissionen der Bioabfallbehandlung werden reduziert und es besteht keine Nutzungskonkurrenz um die Rohstoffe, da sie im Anschluss weiterhin als Dünger dienen.

Bei Gülle und Mist können die Gärreste weiterhin als Dünger eingesetzt, die vergorenen Bioabfälle kompostiert werden. Im Gegensatz zur Biogasproduktion aus Mais besteht auch keine Flächenkonkurrenz zum Anbau von Lebensmitteln und es entsteht kein zusätzlicher Einsatz von Pestiziden und Treibstoffen für die Feldarbeit.





Was bringt wie viel Energie?

(Die Energieträger sind alternativ zu verstehen: entweder Strom oder Kraftstoff oder reine Wärmenutzung; sie beziehen sich immer auf ein Jahr.)

Substratbasis	Biomasse (t)	Stromertrag (kWh)	Versorgte Haushalte	Fahrleistung (km)	Heizölersatz (l)
1 Hektar Mais	50	21.000	6	80.000	5.300
1 Hektar Blühfläche	40	12.000	3,5	45.000	3.000
10 Rinder	200	13.600	4	51.000	3.400
100 Schweine	300	15.000	5	54.000	3.600
1.000 Biotonnen a 120 Liter	60	16.800	5	63.000	4.200
Photovoltaikanlagen	pro Hektar	1.100.000	240	4.120.000	278.000





Photovoltaik als sicherer Lebensraum









Photovoltaik

Photovoltaik gilt als die effizienteste Zukunftstechnologie bei der Umsetzung der Energiewende und versorgt Deutschland bereits jetzt zu ca. 10% mit sauberem, nachhaltigen Strom.

Der Solar-Sektor erlebt derzeit das stärkste Wachstum der erneuerbaren Energieträger und wird auch künftig weiter anwachsen. Grundlage dafür sind Fortschritte in der Effizienz der Anlagentechnik und die damit verbundene Kostensenkung.

Nachweislich bekannt ist, dass Photovoltaik den Ausstoß des Treibhausgases Kohlendioxid (CO₂) erheblich verringert. Damit ist die Technologie unentbehrlich, wenn es darum geht, die politisch gesetzten Klimaschutzziele zu erreichen.

Darüber hinaus gibt es aber zahlreiche weitere Vorteile:

Förderung der Biodiversität

Im Schatten der Module und rund um die Anlage können sich zahlreiche Pflanzen- und Tierarten ansiedeln und gedeihen, die bei einer rein landwirtschaftlichen Nutzung der Flächen keine Chance hätten.

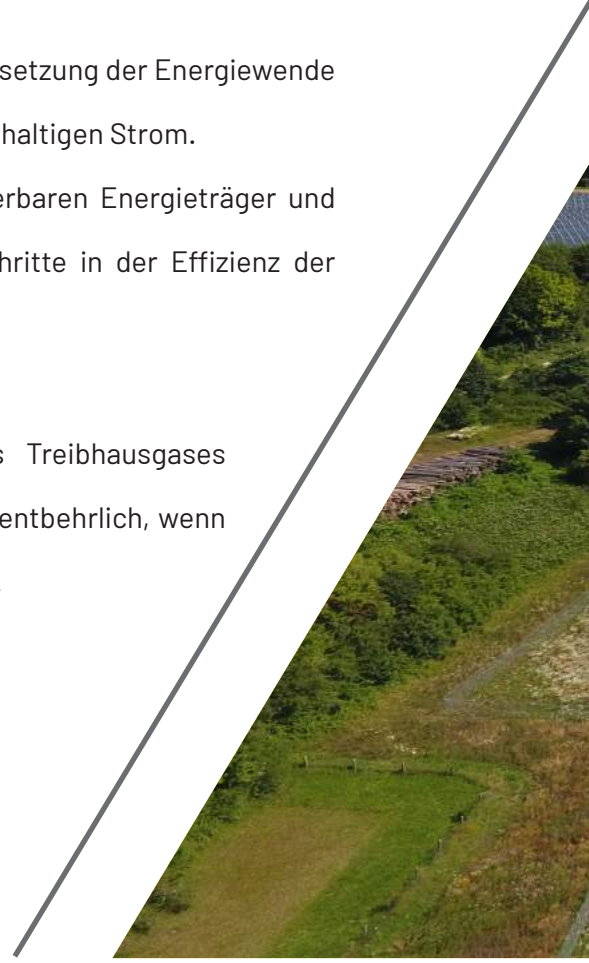
Nützliche Insekten profitieren von der Pflanzenvielfalt und dienen selbst als Nahrungsgrundlage für andere Tiere. Speziell Vögel nutzen den Solarpark gerne als sicheren Rast- und Nistplatz. Auch die Ansiedlung von Bienenvölkern oder die Pflanzung von Streuobstwiesen im Randbereich ist möglich.

Die Fläche wird damit zum einzigartigen Lebensraum und dient neben der Stromproduktion auch dem Schutz und Erhalt heimischer Arten. Durch den Freibereich zwischen Zaun und Boden bieten die Anlagen gleichzeitig eine gesicherte Zone für kleinere Säugetiere wie Hasen, Reptilien oder Amphibien.

Bodenaufwertung

In der Naturwiese um und zwischen den Photovoltaikmodulen bilden sich schon nach kürzester Zeit vielfältige Pflanzengemeinschaften aus Gräsern, Kräutern und Blumen. Sie schaffen das ideale Klima für hilfreiche Bodentiere, die das Erdreich auflockern, belüften und mit wichtigen Nährstoffen versorgen. So werden die Nitratwerte im Boden reduziert und der natürliche Grundwasserschutz entsteht.

Das Land kann sich auf natürliche Weise erholen und ist nach dem Rückbau unmittelbar bereit zur Bewirtschaftung.





+ Keine Pestizide

+ Keine Insektizide

+ Kein Düngemittel

+ Emissionsfreier Betrieb

Unsere Solarmodule produzieren Strom, ohne dabei klimaschädliches CO₂, Lärm oder Gerüche zu erzeugen. Schon nach 2,5 Jahren Betriebszeit ist die Öko-Bilanz der Anlage positiv.

+ Recyclingfähige Module

+ Vollständiger Rückbau

Zur Befestigung werden schmale Stahlgestelle verwendet. Sie müssen nur etwa 0,8–1,5 Meter tief in den Boden gestoßen werden. Nach Vertragsende wird die Anlage komplett zurückgebaut und der erholte Boden kann sofort weiter genutzt werden.

+ Günstigste Art Energie zu erzeugen



Photovoltaik und Wasserstoff

Um unsere Klimaziele zu erreichen, brauchen wir die Energie- und Mobilitätswende.

Wasserstoff kommt dabei als Energieträger der Zukunft eine besondere Rolle zu. Er kann die Brücke zwischen den Bereichen Energie, Verkehr, Industrie und Wärme schlagen, lässt sich flexibel und emissionsfrei nutzen, ist gleichzeitig gut transportierbar und lagerfähig.

Damit entstehen auch neue Möglichkeiten für Solarstrom. Denn die Herstellung von grünem Wasserstoff braucht zwei Dinge: günstigen elektrischen Strom und Wasser.

Die Technologie ist inzwischen so weit entwickelt, dass massentaugliche Antriebe auf Basis von Wasserstoff zum Greifen nah sind. Wasserstoff kommt aber auch in zahlreichen anderen Anwendungen zum Einsatz, etwa in der Lebensmittelproduktion, der Glasherstellung, in der Elektronik- und der Chemiebranche. Dort könnte Wasserstoff in absehbarer Zeit fossile Brennstoffe ersetzen.

Das funktioniert immer mit Hilfe der Brennstoffzellentechnik, die Wasserstoff mit Sauerstoff reagieren lässt, so nutzbaren Strom erzeugt und am Ende schlicht Wasserdampf zurücklässt.

Damit Anwendungen mit Wasserstoff klimaneutral würden, müsste er aber auch klimaneutral erzeugt werden.

Klimaneutraler Strom wird bereits jetzt schon in jeder Solaranlage erzeugt. Dieser liefert die benötigte Energie, Wasser in seine Bestandteile Wasserstoff und Sauerstoff zu zerlegen.

Fakt ist, das Potenzial ist da, und es besteht fast schon Kostenparität. Im Jahr 2020 lagen die Produktionskosten von sogenanntem grünem Wasserstoff noch bei 16,5 Cent pro Kilowattstunde hergestelltem Wasserstoffgas. Bis zum Jahr 2050 wird der Preis bei gleichbleibenden Trends (gegebene Annahmen zur CO₂-Bepreisung und Erdgaspreisniveau) auf neun Cent pro Kilowattstunde fallen.

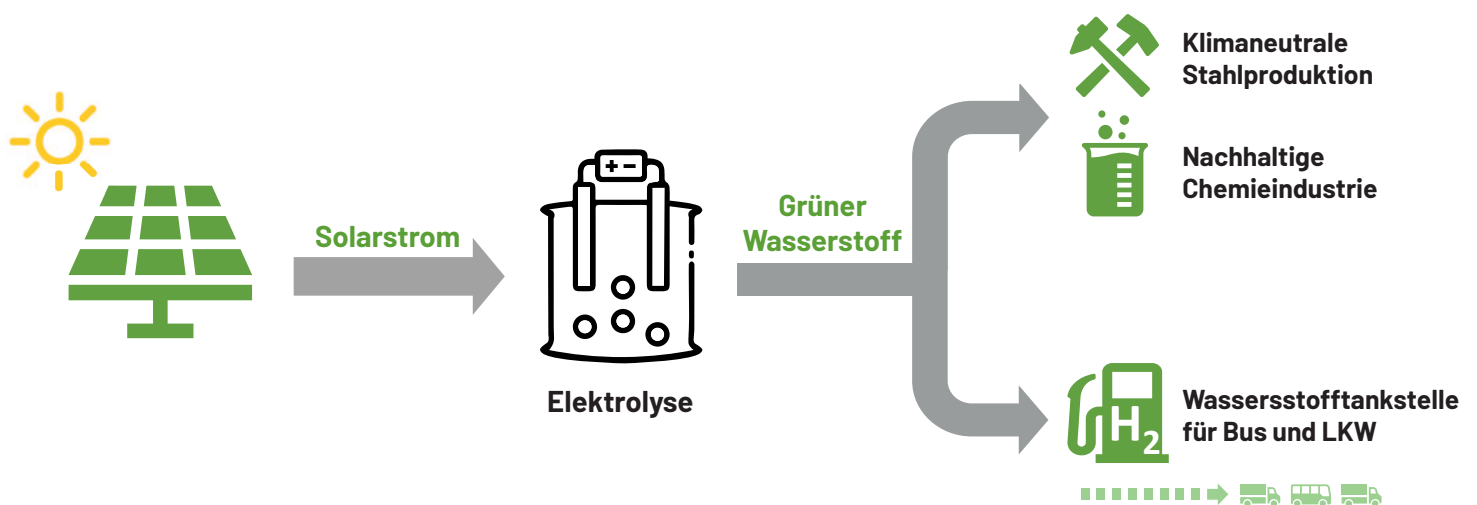
Gemeinsam mit innovativen Forschungsprojekten und mittlerweile sechs vom Bund geförderten Wasserstoffregionen zeigt das schon heute: Bayern ist bereit für die Wasserstoffwirtschaft.





Die vorliegende Wasserstoffstrategie definiert klare Ziele und konkrete Maßnahmen, um Bayern an der Spitze des globalen Wettbewerbs um die besten technologischen Lösungen zu positionieren. Das heißt: Forschung und Entwicklung vorantreiben, Infrastruktur ausbauen sowie Wasserstoff vom Verkehr bis zur Industrie in die breite Anwendung bringen und für alle erlebbar machen.

Das ist der Bayerische Weg in eine erfolgreiche Wasserstoffwirtschaft.



Fragen und Antworten aus der Fraunhofer - Studie

Aktuelle Fakten zur Photovoltaik in Deutschland Fassung 16.12.2021

1. Liefert PV relevante Beiträge zur Stromversorgung?

Ja.

Im Jahr 2021 deckte die PV mit einer Stromerzeugung von **51 TWh** 9,1% des Brutto-Stromverbrauchs Deutschland, alle Erneuerbaren Energien (EE) kamen zusammen auf 42%. Der Brutto-Stromverbrauch schließt Netz-, Speicher- und Eigenverbrauchsverluste ein. An sonnigen Tagen kann PV-Strom zeitweise über zwei Drittel unseres momentanen Stromverbrauchs decken. Ende 2021 waren in Deutschland PV-Module mit einer Nennleistung von 59 GW installiert, verteilt auf über 2 Mio. Anlagen.

1.1 Erreichen wir die Zubauziele?

Mit dem im Juni 2021 verabschiedeten Klimaschutzgesetz steuert Deutschland Klimaneutralität bis zum Jahr 2045 an. Um unseren gesamten Energiebedarf aus Erneuerbaren Energien zu decken, ist ein massiver Ausbau der installierten PV-Leistung notwendig. Um die Ziele bis 2040 zu erreichen, müssen **jährlich im Mittel 13-21 GW PV neu gebaut** werden.

2. Ist PV-Strom zu teuer?

PV-Strom war einmal sehr teuer. Vergleicht man die Stromgestehungskosten von neuen Kraftwerken verschiedener Technologien, dann schneidet PV sehr günstig ab. Insbesondere große PV-Kraftwerke produzieren konkurrenzlos günstigen Strom. Dabei ist der Kostenvergleich noch so erheblich verzerrt, solange für Brennstoffe zwar Bereitstellungskosten, nicht aber die vollen Kreislaukosten (Rückholung von CO₂) bzw. die Folgekosten fehlender Kreisläufe (Umweltkosten der Klimakrise) betrachtet werden.

Die Grenzkosten für Atomstrom liegen in der Größenordnung von 1 ct/kWh, für Kohlestrom 3-7 ct/kWh, für Gasstrom 6-9 ct/kWh, dazu kommen die Fixkosten der Kraftwerke. Die Grenzkosten decken im Wesentlichen die Bereitstellung des Brennstoffes ab, nicht jedoch die Neutralisierung der strahlenden Abfälle bzw. umweltbelastenden Emissionen. In neuen MW-Kraftwerken wird PV-Strom zu Kosten von 3-5,5 ct/kWh in Deutschland produziert. Neue, größere Kraftwerke, die außerhalb des EEG direkt betrieben werden oder ihren Strom über Abnahmeverträge liefern, dürften zu Kosten deutlich unter 4 ct/kWh produzieren. Neue, kleinere Kraftwerke weisen höhere Stromgestehungskosten auf, bei Hausdachanlagen von wenigen kW Nennleistung in der Größenordnung von 10 ct/kWh. Ältere PV-Kraftwerke produzieren aufgrund der früher sehr hohen Investitionskosten deutlich teurer.

Um die Energiewende zu fördern und Investitionen in PV-Anlagen verschiedener Größe anzuregen, trat am 1. April 2000 das Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) in Kraft. Es soll dem Anlagenbetreiber bei garantierter Stromabnahme einen wirtschaftlichen Betrieb mit angemessenem Gewinn ermöglichen.

Ziel des EEG ist weiterhin, die Stromgestehungskosten aus EE durch die Sicherung eines substantiellen Marktes für EE-Systeme kontinuierlich zu reduzieren. Der Aufbau der PV-Erzeugungskapazitäten ist nur ein Teil der Transformationskosten, die mit der Energiewende einhergehen. Lange Zeit stand dieser Teil im Vordergrund der Diskussion. In den letzten Jahren wurde PV zunehmend systemrelevant, womit neue Kostenarten in das Blickfeld rücken. Neben den reinen Erzeugungskosten für Strom aus EE geht es um den Aufbau netzdienlicher Speicher- und Wandlerkapazitäten. Diese Kosten werden nicht durch den PV-Ausbau verursacht, sie gehen – ebenso wie der PV-Ausbau selbst – auf das Konto der Energiewende. Verursacher der Kosten für die Energiewende ist die Gesamtheit der Energieverbraucher, für die eine nachhaltige Energieversorgung geschaffen werden muss. **Was sind die Kosten einer unterlassenen Energiewende? Ohne diese Zahl zu kennen, fällt es schwer, die Kosten der Wende zu bewerten.**

2.1 Preisbildung an der Strombörse und der Merit Order Effekt

Die Einspeisung von Solarstrom hat gesetzlichen Vorrang, somit steht sie am Anfang der Angebotspreisskala. Mit fiktiven Grenzkosten gleich Null kommt Solarstrom immer zum Zug. Wenn aber Solarstrom kommt, kommt er massiv in der Tageskernzeit, wenn die Last – und mit ihr früher auch der Strompreis – die Mittagsspitze erreicht. **Dort verdrängt er überwiegend teure Spitzenlastkraftwerke (besonders Gaskraftwerke und Pumpspeicher).** Diese Verdrängung senkt den gesamten resultierenden Börsenstrompreis und **führt zum Merit-Order-Effekt der PV-Einspeisung.** Mit den Preisen sinken die Einnahmen aller konventionellen Stromerzeuger (Kernkraft, Kohle, Gas), aber auch die Einnahmen für Strom aus erneuerbarer Energie (EE) Solarstrom, Wind-, Wasserkraft). Weiterhin verringert Solarstrom die Auslastung insbesondere der klassischen Spitzenlastkraftwerke (Gas, Wasser).

Die zunehmende Einspeisung von EE-Strom, gesunkene Kohlepreise und ein Überangebot an CO₂-Zertifikaten haben **die Strompreise an der Börse massiv gesenkt.** PV-Strom erzielt an der Strombörse im Jahresmittel einen Marktwertfaktor von ca. 0,85-0,9 (der Marktwertfaktor stellt dar, welchen Wert der Strom aus erneuerbaren Energien durchschnittlich am Spotmarkt für Strom erzielt. Ein Marktwertfaktor größer als 1 bedeutet, dass im Mittel überdurchschnittliche Erlöse bei der Vermarktung des Stroms erzielt werden), d.h. dass die erzielten Erlöse pro kWh dem durchschnittlichen Börsenstrompreis entsprechen. Bei Windstrom liegt der Marktwertfaktor zwischen 0,8 und 0,9.

Mit weiterem Zubau volatiler EE wird deren Marktwertfaktor mittelfristig sinken, weil das Stromangebot zu Zeiten hoher Einspeisung wächst und sowohl PV-, als auch Windstrom für sich genommen eine hohe Gleichzeitigkeit aufweisen. Für PV wird ein Absinken des Marktwertfaktors auf 0,8 bis 2030 erwartet.

2.2 Ermittlung der Differenzkosten

Die Vergütung für PV-Stromeinspeisung nach EEG wird jährlich von den Übertragungsnetzbetreibern ermittelt. Die Differenzkosten sollen die zu deckende Lücke zwischen Vergütung und Erlösen für PV-Strom erfassen. Nach einem Maximum von fast 7 ct/kWh sank der Börsenwert des Stroms zur Differenzkostenermittlung auf unter 3 ct/kWh im Jahr 2020. **Die zunehmende Einspeisung von PV-Strom und Windstrom senkt die Börsenpreise über den Merit-Order-Effekt und erhöht damit paradoxerweise die rechnerischen Differenzkosten; je mehr PV installiert wird, umso teurer erscheint nach dieser Methode die kWh PV-Strom in der Förderung.**

Eine Untersuchung der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg hat gezeigt, dass in den Jahren 2011 bis 2018 insgesamt 157 Mrd. € an EEG Differenzkosten angefallen sind, während in der gleichen Zeit Kosteneinsparungen von 227 Mrd. € durch die Einspeisung von PV- und Windstrom realisiert wurden. **Unter dem Strich sparten die Verbraucher somit Kosten in Höhe von 71 Mrd. €.** Die Differenz zwischen Vergütungszahlungen und Verkaufserlösen für EE-Strom, ergänzt um weitere Positionen, werden über die EEG-Umlage ausgeglichen. Die Umlage tragen jene Stromverbraucher, die sich nicht befreien lassen können, im Jahr 2021 gibt es erstmalig einen Zuschuss aus dem Bundeshaushalt in Höhe von 10,8 Mrd. €. Für das Jahr 2021 wurde die EEG-Umlage auf 6,5 ct/kWh festgelegt. Letztverbraucher müssen auf die Umlage noch 19% Umsatzsteuer entrichten.

2.3 Privilegierte Verbraucher

Die Politik definiert, wer den Umstieg auf erneuerbare Energien finanzieren muss. Sie hat entschieden, **energieintensive Industriebetriebe** mit einem **hohen Stromkostenanteil weitgehend von der EEG-Umlage zu befreien. Im Jahr 2021 wurde damit 44% des Industrieverbrauchs privilegiert. Diese umfassende Befreiung erhöht die Belastung für andere Stromkunden, insbesondere für Privathaushalte. Die Privilegierung hat den Anstieg der EEG-Umlage pro kWh verstärkt. Dabei profitiert die energieintensive Industrie von der preissenkenden Wirkung des PV-Stroms an der Börse zu Spitzenlastzeiten.** Damit fließt ein Teil der Umlage indirekt der energieintensiven Industrie zu, die von der EEG-Umlage befreit sind oder nur einen ermäßigten Satz von 0,05 ct/kWh zahlen.

„Energieintensive Unternehmen, die größtenteils von der EEG-Umlage befreit sind bzw. nur einen ermäßigten Satz von 0,05 ct/kWh zahlen, profitieren vom Merit Order Effekt am stärksten. Bei ihnen überkompensiert die preissenkende Wirkung durch den Merit Order Effekt die Kosten für die EEG-Umlage bei weitem.“ **Die stromintensive Industrie profitiert von der Energiewende, ohne sich nennenswert an ihren Kosten zu beteiligen.**

Eigene Anmerkung: Im August 2020 wurde eine Deckelung der EEG Umlage auf 6,5 Cent für den Privatverbraucher beschlossen, der restliche notwendige Teil der Finanzierung wird durch Beihilfen finanziert.

3. Wird PV-Strom subventioniert?

Eine Subvention ist definiert als eine Leistung aus öffentlichen Mitteln. Bis einschließlich 2020 kamen die Förderung zur PV-Stromerzeugung nicht aus öffentlichen Mitteln, sondern aus einer selektiven Verbrauchsumlage, die zum Teil auch für selbst hergestellten und verbrauchten PV-Strom erhoben wird. Energieverbraucher zahlen eine Zwangsabgabe für die - notwendige und beschlossene - Transformation unseres Energiesystems. **Diese Sichtweise wurde auch von der EU-Kommission bestätigt.** Die Höhe der Umlage entspricht auch nicht der gesamten Vergütung, sondern den Differenzkosten. Auf der Kostenseite betragen die kumulierten Differenzkosten der Einspeisevergütung für PV-Strom bis einschließlich 2020 ca. 100 Mrd. €.

Im Jahr 2021 gibt es erstmalig einen Beitrag aus dem EKF für das EEG Konto. Die Einnahmen des EKF stammen aus dem Emissionshandel und aus Bundeszuschüssen, damit kommt es zu einer teilweisen Subvention.

Der Wert von PV-Strom wird - für die Berechnung der EEG-Umlage - über den Börsenstrompreis bemessen. **Nach dieser Methode wird sein Wert systematisch unterschätzt: zum einen beeinflusst der PV-Strom den Börsenpreis längst in die gewollte Richtung, nämlich nach unten.** Zum anderen blendet der Börsenpreis gewichtige externe Kosten der fossilen und nuklearen Stromerzeugung aus. Bezogen auf die Vollkosten der fossilen und nuklearen Stromerzeugung von ca. 10 ct/kWh schrumpfen die Mehrkosten der PV-Einspeisevergütung so schnell, dass es bereits im Jahr 2013 einen ersten Schnittpunkt gab. Die Differenzkosten schrumpfen gegen Null und werden danach negativ. **Damit sichert uns der EE-Ausbau langfristig eine Energieversorgung zu vertretbaren Kosten, da abzusehen ist, dass wir uns fossile und nukleare Energie nicht mehr lange leisten können.**

Unsere Industrie braucht eine Versorgungsperspektive, ebenso die Privathaushalte. Die Strompolitik kann hier aus den bitteren Erfahrungen des Wohnungsbaus lernen. Weil dort eine umfassende Sanierung des Bestandes bisher nicht angestoßen wurde, müssen heute viele einkommensschwache Haushalte Heizkostenzuschüsse aus der Sozialkasse beziehen. Dieses Geld fließt teilweise an ausländische Öl- und Gaslieferanten, um mit der gewonnenen Wärme riesige Mengen an CO₂ als Nebenprodukt freizusetzen.



3.1 Wird die fossile und nukleare Stromerzeugung subventioniert?

Ja, dabei sind die zukünftigen Kosten der Subvention schwer abzusehen.

Die Politik beeinflusst die Strompreise aus fossilen und nuklearen Kraftwerken. Politische Entscheidungen definieren den Preis von CO₂-Zertifikaten, die Auflagen zur Filterung von Rauch oder zur Endlagerung von CO₂, die Besteuerung von Atomstrom oder die Versicherungs- und Sicherheitsauflagen für Kernkraftwerke. Die Politik legt damit fest, inwieweit Stromverbraucher die schwer fassbaren Risiken und Lasten fossiler und nuklearer Stromerzeugung tragen. Bei einer konsequenteren Einpreisung dieser Kosten wird es voraussichtlich dazu kommen, dass die PV-Stromerzeugung den Strommix verbilligt. Bis wir so weit sind, **wird fossiler und nuklearer Strom zu Preisen verkauft, die seine externen Kosten verschleiern und in die Zukunft abschieben.**

Im Jahr 2005 wurde ein EU-weiter Emissionshandel eingeführt, um den CO₂-Ausstoß zu verteuern und die Kosten ansatzweise zu internalisieren. In Deutschland startete im Januar 2021 ein nationales Emissionshandelssystem für die Sektoren Wärme und Verkehr mit einem CO₂-Preis von 25 €/t.

Die direkten und indirekten Folgekosten des globalen Klimawandels, die auch auf Deutschland zukommen, sind schwer abschätzbar. Nach Berechnungen des Umweltbundesamtes verursacht die Emission einer Tonne CO₂ Schäden von rund 180 €/t. Bezogen auf die Treibhausgasemissionen Deutschlands im Jahr 2016 entspricht dies Kosten von rund 164 Mrd. Euro. Unter Berücksichtigung der externen Effekte lagen die gesamtgesellschaftlichen Kosten für Braunkohlestrom im Jahr 2017 mit rund 22-24 ct/kWh um ein Vielfaches höher als die reinen Stromgestehungskosten von 3,4-4,7 ct/kWh.

Die tatsächlichen Kosten und Risiken der fossilen und nuklearen Stromgewinnung sind derzeit nicht überschaubar.

Sie entstehen größtenteils in der Zukunft (CO₂-induzierte Klimakatastrophe, Nuklearunfälle, Endlagerung von Atommüll, Ewigkeitslasten), ein Vergleich ist deshalb schwierig. Die **Risiken** der Atomkraft werden von Fachleuten **so hoch eingeschätzt, dass keine Versicherung oder Rückversicherung der Welt sich zutraut, Policen anzubieten.**

Eine Studie der Versicherungsforen Leipzig beziffert die Deckungssumme für das Risiko „Super-GAU“ auf 6 Billionen Euro, welche abhängig von der Aufbauperiode dieser Deckungssumme die Kilowattstunde um eine Spanne von rund 0,14 Euro bis 67,30 Euro verteuern würde. **In Folge „versichert“ im Wesentlichen der Steuerzahler die Atomindustrie.**

Diese Ausnahmeregelung hat bei der Finanzierung des britischen Atomkraftwerks Hinkley Point C durch großzügige garantierte Einspeisevergütungen aus Steuergeldern eine wichtige Rolle gespielt. Für das geplante Atomkraftwerk „Hinkley C“, das im Jahr 2025 in Großbritannien in Betrieb gehen soll, wurde eine Einspeisevergütung von umgerechnet 12 ct/kWh zzgl. Inflationsausgleich über die Dauer von 35 Jahren zugesagt.

Ein Musterhaushalt mit einem Jahresverbrauch von 3.500 Kilowattstunden zahlte im Jahr 2021 einen Strompreis von ca. 31,94 ct/kWh. Die **Stromsteuer** wurde 1999 eingeführt, um laut Gesetzesbegründung Energie durch höhere Besteuerung zu verteuern, **die Einnahmen fließen überwiegend in die Rentenkasse.** Auf Stromsteuer und EEG-Umlage entrichten Privathaushalte Mehrwertsteuer.

Der Strompreis für Privathaushalte liegt in Deutschland um ca. 50% höher als im europäischen Durchschnitt, allerdings liegt hier auch die Kaufkraft pro Einwohner um 60% höher. Berücksichtigt man Strompreis und Kaufkraft, so liegt Deutschland im europäischen Mittelfeld. Hinzu kommt die hohe Versorgungssicherheit: in Niedrigpreisländern wie Rumänien oder Bulgarien sind Stromausfälle an der Tagesordnung.

4. Exportieren wir massiv PV-Strom ins europäische Ausland?

Nein. Die Monatswerte der Energy Charts (www.energy-charts.de) zeigen, dass der Exportüberschuss ausgerechnet im Winter auffällig hoch liegt, also in Monaten mit einer besonders niedrigen PV-Stromproduktion.

5. Erzeugt die PV-Branche nur Arbeitsplätze in Asien?

Nein, aber Deutschland hat in den letzten Jahren viele Arbeitsplätze in der PV-Branche verloren. Die PV-Branche beschäftigte im Jahr 2018 ca. 24.000 Menschen in Deutschland.

Zum Vergleich: 2015 arbeiteten noch knapp 21.000 Menschen im Braunkohlebergbau und in den Braunkohlekraftwerken.

Zur deutschen PV-Branche zählen Betriebe aus den Bereichen:

1. Materialherstellung: Solarsilicium, Verbinderdrähte, Kunststofffolien, Glasbeschichtung...
2. Herstellung von Zwischen- und Endprodukten: Module, Kabel, Wechselrichter, Montagegestelle,
3. Maschinenbau für die Zell- und Modulproduktion
4. Installation (v. a. Handwerk)
5. Kraftwerksbetrieb und -wartung
6. Recycling

Trotz der hohen Importquote bei PV-Modulen bleibt ein großer Teil der mit einem PV Kraftwerk verbundenen Wertschöpfung im Land.

Zusätzlich ist zu berücksichtigen, dass ein Teil der asiatischen PV-Produktion auch Anlagen aus Deutschland nutzt. **Langfristig werden sinkende Herstellungskosten von PV-Modulen** auf der einen, steigende Frachtkosten und lange Frachtzeiten auf der anderen Seite die Wettbewerbsposition für die Modulherstellung in Deutschland verbessern.

Weltweit verzeichnet Photovoltaik mit 3,8 Millionen Jobs die meisten Arbeitsplätze der Erneuerbaren-Branche.
(Quelle: PV-Magazin)

6. Gibt es in Deutschland genügend Flächen für PV?

Ja, und zwar ohne nennenswerte Konflikte mit der Landwirtschaft.

Ein wichtiges Konzept für die Erschließung bedeutender Flächenpotenziale ist die Integration. Integrierte Photovoltaik ermöglicht eine doppelte Flächennutzung. Speziell auf die Anwendung zugeschnittene PV-Anlagen werden dazu mit Landwirtschaft kombiniert, auf künstlichen Seen errichtet, als Hülle von Gebäuden, Parkplätzen, Verkehrswegen und Fahrzeugen genutzt oder sie erbringen Ökosystemdienstleistungen auf renaturierten Biotop- und Moorflächen. Heute ausschließlich auf Eine oder einige wenige dieser Möglichkeiten zu setzen, wird der Dringlichkeit der Energiewende nicht gerecht. Wir haben nicht mehr die Zeit, Optionen nacheinander auszuprobieren.

6.1 Konkurrieren Strom- und Lebensmittelproduktion auf Ackerflächen?

Nein. Zum einen können Lebensmittel und Strom auf derselben Fläche erzeugt werden, zum anderen werden auf 78% der landwirtschaftlichen Fläche in Deutschland gar keine Nahrungsmittel angebaut.

Auf 14% der landwirtschaftlichen Fläche werden Energiepflanzen angebaut, insbesondere für die Herstellung von Biogas, Biodiesel/Pflanzenöl und Bioethanol. Vergleicht man die Effizienz der Flächennutzung zur Stromproduktion, dann schneiden PV-Kraftwerke um Faktor 40 besser ab als Energiepflanzen.

Was bringt wie viel Energie?

(Die Energieträger sind alternativ zu verstehen: entweder Strom oder Kraftstoff oder reine Wärmenutzung; sie beziehen sich immer auf ein Jahr.)

Substratbasis	Biomasse [t]	Stromertrag [kWh]	Versorgte Haushalte	Fahrleistung [km]	Heizölersatz [l]
1 Hektar Mais	50	21.000	6	80.000	5.300
1 Hektar Blühfläche	40	12.000	3,5	45.000	3.000
10 Rinder	200	13.600	4	51.000	3.400
100 Schweine	300	15.000	5	54.000	3.600
1.000 Biotonnen a 120 Liter	60	16.800	5	63.000	4.200
Photovoltaikanlagen	pro Hektar	1.100.000	240	4.120.000	278.000

6.2 Zerstören PV-Anlagen ökologisch wertvolle Flächen?

Nein, ganz im Gegenteil, gewöhnlich fördern sie die Renaturierung.

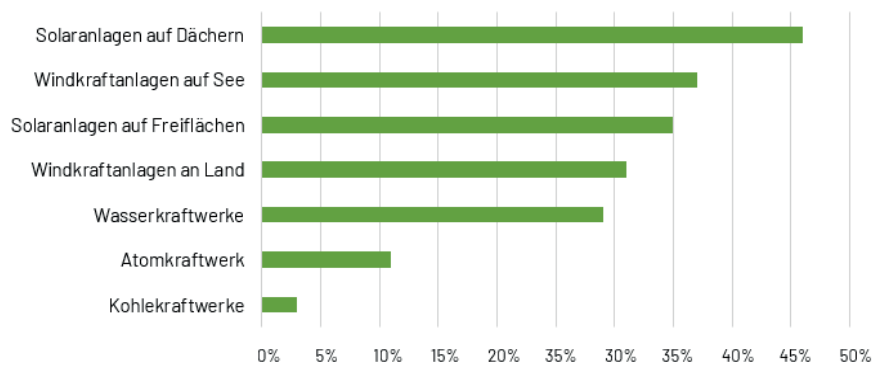
Wird eine Fläche aus der intensiven Landwirtschaft, bspw. aus dem Energiepflanzenanbau, herausgenommen, in Grünland umgewandelt und darauf eine PV-Freiflächenanlage (FFA) errichtet, dann **nimmt die Biodiversität grundsätzlich zu**. In PV-FFA wird nicht gedüngt, so dass weniger anspruchsvolle Pflanzen eine Chance erhalten. Die Einzäunung der PV-FFA schützt die Fläche gegen unbefugten Zutritt und freilaufende Hunde, was u.a. **Bodenbrütern** entgegenkommt. Weitere Verbesserungen können durch kleine Anpassungen der PV-Anlage erreicht werden. Vergrößerte Reihenabstände der Modultische, leicht erhöhte Aufständigung der Module, Einsaat von Wildpflanzenmischungen an Stelle von Grasmonokultur und behutsame Grünpflege lassen ein **Solar-Biotop** entstehen.



7. Finden PV-Kraftwerke Akzeptanz in der Bevölkerung?

Ja.

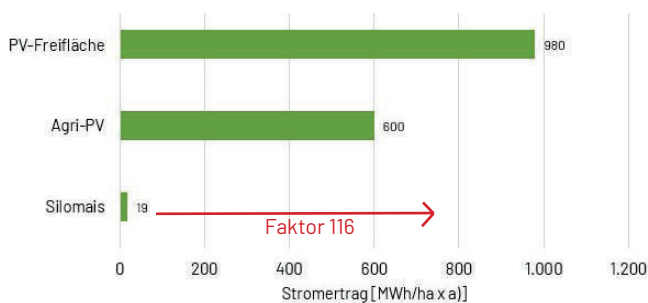
Abbildung zeigt: die Verteilung der Antworten auf die Frage "Wenn Sie an den Neubau von Anlagen zur Energiegewinnung in Deutschland denken: Auf welchen Arten von Anlagen sollte hier der Schwerpunkt liegen?".



Auch aus Anwohnersicht sind PV-Kraftwerke die mit Abstand beliebtesten Kraftwerke, wie eine Umfrage der Agentur für Erneuerbare Energien zeigt. Die Beliebtheit steigt, wenn solche Kraftwerke in der eigenen Nachbarschaft praktisch erfahrbar sind.

8. Arbeiten PV-Anlagen in Deutschland effizient?

Die Abbildung vergleicht die Reichweiten von Fahrzeugen mit Verbrennungsmotor, deren Antriebsenergie jeweils auf einem Hektar Anbaufläche für Biokraftstoffe in einem Jahr gewonnen wurden, mit der Reichweite eines batterieelektrischen Fahrzeugs (E-Auto), dessen Strom aus einem PV-Kraftwerk auf gleicher Fläche stammt.



In Südspanien oder Nordafrika lassen sich spezifische Erträge bis 1600 kWh/kWp erzielen, allerdings würden lange Leitungswege nach Deutschland zu Energieverlusten und Kostenaufschlägen führen. Abhängig von der Spannungsebene liegen die Leitungsverluste zwischen 0,5 % pro 100 km. Über Leitungen zur Hochspannungs-Gleichstrom Übertragung (HGÜ) lassen sich die Transportverluste auf knapp 0,3% pro 100 km reduzieren, dazu kommen Konversionsverluste. Eine 5000 km lange HGÜ-Leitung würde somit ca. 14% reine Leitungsverluste aufweisen.

8.1 Degradieren PV-Module?

Ja, aber sehr langsam.

Üblich sind Garantien der Hersteller für einen maximalen Leistungsverlust von 10 - 15% über 25-30 Jahre Betrieb.

8.2 Verschmutzen PV-Module?

Ja, aber die meisten Anlagen in Deutschland reinigt der nächste Regen wieder weitgehend, so dass Schmutz nur geringe Eintragungseinbußen bewirkt.

9. Liefert PV relevante Beiträge zum Klimaschutz?

9.1 Gefährdet der anthropogene CO₂-Ausstoß das globale Klima?

Ja. Die zunehmende globale Erwärmung ist zweifelsfrei erwiesen. Im Vergleich zum präindustriellen Zeitalter ist die mittlere globale Temperatur um 1,1°C angestiegen, über der Landfläche sogar um 1,6°C.

Die große Mehrheit der Wissenschaftler ist überzeugt, dass anthropogene Emissionen von CO₂ und anderen Treibhausgasen den Anstieg der atmosphärischen Treibhausgas-Konzentration und damit den globalen Temperaturanstieg verursachen. **Im Mai 2013 hat die atmosphärische CO₂-Konzentration erstmals seit mindestens 800.000 Jahren den aktuellen Höchstwert von 400 ppm erreicht.**

Ein schneller globaler Temperaturanstieg gefährdet in einem noch wenig verstandenen Ausmaß die Stabilität des globalen Klimasystems, das Leben der von Extremwetterlagen direkt bedrohten Menschen, die Ernährungsgrundlage der Weltbevölkerung, Infrastrukturen, küstennahe Siedlungsgebiete sowie die ohnehin unter hohem Druck stehende Diversität an Arten und Biotopen.

9.2 Liefert PV relevante Beiträge zur Senkung des CO₂-Ausstoßes?

Ja.

Durch den Ausbau der EE konnte der CO₂-Emissionsfaktor für den deutschen Strommix von **764 g CO₂/kWh** im Jahr 1990 auf 474 g CO₂/kWh im Jahr 2018 gesenkt werden. Der Emissionsfaktor bezeichnet das Verhältnis der direkten CO₂-Emissionen der gesamten deutschen Stromerzeugung (inkl. Stromexport) zum Nettostromverbrauch in Deutschland.

Im neuen Klimaschutzgesetz will die Bundesregierung neue Ziele für die CO₂-Reduktion festsetzen. Und auch auf der internationalen Bühne – etwa bei Klimakonferenzen – ist das Thema immer wieder präsent.

Schauen wir uns aber den Pro Kopf-Ausstoß an, sieht es noch ein wenig anders aus. **Jeder von uns ist jährlich für rund 9,7 Tonnen CO₂ verantwortlich.** Das ist noch ca. **doppelt so viel wie der aktuelle weltweite Durchschnitt von rund 4,8 Tonnen pro Kopf und Jahr.**

Deutschland hat außerdem durchaus eine Verantwortung beim Thema Klimaschutz. Als große Volkswirtschaft hat **Deutschland seit der Industrialisierung zu fast fünf Prozent zur globalen Erderwärmung beigetragen**, darauf weist das Bundesumweltministerium hin. Als stärkste Volkswirtschaft in Europa und als eine der stärksten Volkswirtschaften weltweit **hat Deutschland demnach eine Verantwortung – auch anderen Ländern gegenüber.** Es gehe dabei auch um eine "Klimagerechtigkeit": **Die Verursacher der Klimakrise seien ökonomisch entwickelte Staaten, deren Wirtschaft auf Kohlenstoff (und dessen Verbrennung) basiert. "Die Opfer sind dagegen oft besonders vulnerable (verwundbar) Personen in ärmeren Ländern"**, erklärt Angela Kallhoff, Professorin für Ethik an der Universität Wien. Daher seien besonders die reichen Länder aufgefordert, einen Beitrag zu leisten. "Durch die aktuelle Praxis der Treibhausgas-Emissionen schädigen wir nicht nur uns selbst, sondern nach allen seriösen Prognosen vor allem künftige Menschen und unter ihnen besonders Menschen in armen Ländern", sagt auch der Moralphilosoph Christoph Lumer von der Universität Siena. Philosophen weisen auch darauf hin: Wenn die Handlungen vieler einen Unterschied machen kann, so muss das auch für Einzelhandlungen oder die Handlungen Weniger gelten.

Es kommt auf die Summe vieler kleiner Teile an.

Zwar sind China, USA und Indien für rund 50 Prozent der weltweiten CO₂-Emissionen verantwortlich. Dabei darf man aber nicht vergessen: Alle Länder, die so viel CO₂ wie Deutschland ausstoßen oder weniger, machen insgesamt ebenfalls fast die Hälfte der CO₂-Emissionen aus. Wenn jedes „kleine“ Land also etwas unternimmt, kann das auch in der Masse wirken.

Andersrum: Wenn alle Länder, die weniger CO₂ ausstoßen als Deutschland, auch mit dem Argument kommen würden, dass ihr Anteil am CO₂-Ausstoß doch so gering sei, wäre das für den Klimaschutz fatal. Die Hälfte der weltweiten CO₂-Emissionen bliebe dann unverändert. Es ist richtig, dass die Treibhausgas-Emissionen in den USA, China und Indien sinken müssen. In allen anderen Ländern aber auch.

Je Hektar PVA Fläche können somit in Deutschland rund 700 Tonnen CO₂ pro Jahr eingespart werden.

Die unterschiedlichen Zahlen liegen gar nicht so sehr an den unterschiedlichen Quellen, sondern an den unterschiedlichen Ländern, denen jeweils ein anderer Energiemix zugrunde liegt. Die genauen Werte ändern sich dazu jährlich, weil auch der Energiemix nie ganz gleichbleibt.

10. Können wir einen wesentlichen Teil unseres Energiebedarfs durch PV-Strom decken?

Ja, in dem Maße, wie wir unser Energiesystem und die energiewirtschaftlichen Strukturen an die Anforderungen der Energiewende anpassen.

11. Brauchen wir eine PV-Produktion in Deutschland?

Ja, wenn wir neue Abhängigkeit in der Energieversorgung vermeiden wollen. Mit fortschreitender Energiewende wird Deutschland das „**fossile**“ Jahrhundert hinter sich lassen, ein Jahrhundert, in dem wir **jährlich bis zu 90 Mrd. Euro für Öl- und Gasimporte** ausgeben. Die Preise dieser Importe werden von Kartellen beeinflusst, die Erträge finanzieren zu einem großen Teil autoritäre Regimes und häufig fallen neben den monetären auch politische Kosten an.

Die Energiewende bietet eine historische Chance, aus dieser ökonomischen und politischen Abhängigkeit auszusteigen: die Sonne scheint auch in Deutschland, Rohstoffe für die PV-Produktion sind verfügbar und Technologien zur solaren Stromerzeugung wurden in Deutschland maßgeblich mitentwickelt.

Der deutsche PV-Sektor mit seinen Materialherstellern, dem Maschinenbau, den Komponentenherstellern, den F&E Einrichtungen und der Lehre nimmt trotz des gebremsten nationalen Ausbaus weltweit immer noch eine Spitzenposition ein. **Ein auf Erneuerbare Energien umgestelltes Energiesystem basiert u.a. auf ca. 300-450 GW installierter PV-Leistung.** Für den Aufbau und zunehmend für die laufende Erneuerung dieses Anlagenparks sind **jährliche Installationen von 12-20 GW erforderlich**, entsprechend ca. 40 Mio. PV-Module zu Kosten von mehreren Mrd. Euro. Eine PV-Produktion in Deutschland bietet langfristige Versorgungssicherheit bei hohen Umwelt- und Qualitätsstandards.





Damit auch nachfolgende Generationen auf
der Erde eine Zukunft haben.

Partner:



WASSERSTOFF
BÜNDNIS.
BAYERN

SÜDWERK Projektgesellschaft mbH
Sternshof 1
96224 Burgkunstadt

Telefon: 0 95 72 / 8 86 90 80
E-Mail: mail@s-werk.com
Website: s-werk.com

