



Inhaltsverzeichnis

	100 %-Gemeinden im Landkreis Freising	
	wort des Landrats	
۷or۱	wort der Solarregion Freisinger Land	
1.	Verantwortung übernehmen!	
2.	Klimawandel und Klimaschutz – ein Überblick	
3.	Treibhausgase (THG) – die Ursache für den Treibhauseffekt	
4.	Weltklimarat: Klimawandel – Szenarien, Auswirkungen und Anpassung	
5.	Klimapolitik auf internationaler, EU-, Bundes- und Landesebene mit Bewertung	
6.	Klimaschutz-Beschluss des Bundesverfassungsgerichts	
7.	Der Landkreisbeschluss: 100 % Erneuerbare Energien bis 2035	
8.	Studienlage zur Energiewende	
9.	Energiewende im Ganzen denken (Sektorkopplung)	
10.	Ziel: 100 % Strom aus Erneuerbaren Energien (EE) in Deutschland und Bayern	
11.	Ziel: 100 % Strom aus EE – Wege, Bedingungen und Hemmnisse	
12.	Photovoltaik (PV) – Strom selbst erzeugen	
13.	Windenergie	
14.	Naturschutz und Klimaschutz: Konflikt oder Synergie?	
15.	Energieeffizienz und Energieeinsparung	
16.	Aktivitäten zur Energiewende im Landkreis	
17.	ÖPNV – Schlüssel für die Verkehrswende	
18.	Elektromobilität	
19.	Bauen ohne fossile Energien – Fallbeispiele	
20.	Bürger Energie Genossenschaft – Freisinger Land eG.	
21.	Energiewende im Landkreis – notwendiger Ausbau von PV und Wind	
22.		
	Landkreis Freising	
	Übersicht der Gemeinden im Landkreis Freising	
	Allershausen	
	Attenkirchen	
	Au i.d. Hallertau	
	Eching	
	Fahrenzhausen	
	Flughafen MünchenFreising	
	Gammelsdorf	
	Haag a.d. Amper	
	Hallbergmoos	
	Hohenkammer	
	Hörgertshausen	61
	Kirchdorf a.d. Amper	
	Kranzberg	
	Langenbach	
	Marzling Mauern	
	Moosburg a.d. Isar	
	Nandistadt	
	Neufahrn	69
	Paunzhausen	70
	Rudelzhausen	
	Wang	
	Wolfersdorf	
	Zolling Kohlekraftwerk Zolling	
23.		
23. 24.		
2 4 . 25.		
26.		
27.	_	
-	J - U	

Die 100 %-Gemeinden im Landkreis Freising



Bild: Übergabe der Studie "Vollständige Energiewende im Landkreis Freising - Wie viele Windenergie- und Photovoltaikanlagen brauchen wir im Landkreis Freising" am 1.2.2021

Helmut Petz, Landrat und Schirmherr der "Solarregion Freisinger Land", nimmt die druckfrische Studie von Andreas Henze (2.v.r.) im Beisein der beiden Energiebeauftragen des Landratsamtes Ivan Mikan (links) und Moritz Strey (rechts) sowie Hans Stanglmair, dem Vorsitzenden der Solarfreunde Moosburg (2.v.l.) entgegen.

Die Solarkreismeisterschaft 2020, sowie die Übergabe der Urkunden und Pokale an die 100 %-Gemeinden entfielen 2020 pandemiebedingt genau wie 2021.



Die Wärmestreifen von Ed Hawkins von Climate Lab Book zeigen von links nach rechts die globale Jahresmitteltemperatur der Erde von 1850 bis 2021.

Unsere elf "Top Runner":

In diesen 11 der 24 Gemeinden des Landkreises wurde 2020 mehr Strom aus Erneuerbaren Energien (EE) erzeugt als insgesamt an Strom verbraucht wurde:



Fahrenzhausen Gammelsdorf Haag a.d. Amper Hohenkammer **Kirchdorf** Kranzberg Paunzhausen Rudelzhausen Wang

Die sechs grün gekennzeichneten Gemeinden erreichen mehr als 225 %. Moosburg verfehlte 2020 die 100 % knapp und es kam auch keine neue Gemeinde hinzu.

100 %-Gemeinde (Strom)

Unter einer 100 %-Gemeinde verstehen wir im Weiteren eine Gemeinde, die in der Jahresbilanz mehr Strom aus EE erzeugt, als sie insgesamt verbraucht.

Impressum

Herausgeber: Landratsamt Freising Landshuter Str. 31, 85356 Freising presse@kreis-fs.de www.kreis-freising.de

April 2022

Redaktion:

Andreas Henze, Sonnenkraft Freising e.V. Raimund Becher, Solarfreunde Moosburg e.V.

Umschlag: Kathrin Smeets, freiStil Grafikstudio Layout: Andrea Henze, Sonnenkraft Freising e.V.





Wir danken allen, die an der Broschüre mitgewirkt haben, insbesondere Prof. Dr. Hubert Weiger (Kapitel Naturschutz), Prof. Dr. Nikolaus Knoepffler (Verantwortung), Dr. Andreas Horn (Photovoltaik), Werner Hillebrand-Hansen (Elektromobilität), Sepp Beck (LED), den Klimaschutzmanagerinnen von Freising und Moosburg (Bauen ohne fossile Energien), Dr. Michael Stanglmaier (ÖPNV), Hans Stanglmair, Max Häser, Robert Stangl, Moritz Strey und Ivan Mikan (beide Aktivitäten zur Energiewende).

Umweltfreundlich gedruckt auf 100% Recyclingpapier Druck: Kastner AG, Wolnzach

Auflage: 2.200 Stück





2021

Vorwort des Landrats



Liebe Mitbürgerinnen und Mitbürger,

der Landkreis Freising hat sich bereits im Jahr 2007 das Ziel gesetzt, bis 2035 seinen gesamten Energiebedarf klimaneutral zu decken. Nach der ersten Halbzeit blicken wir stolz auf die gelungenen Projekte. Gleichzeitig ist uns bewusst, dass noch viele große Herausforderungen vor uns liegen.

Der Klimawandel und dessen Folgen haben die Ernsthaftigkeit der Problematik auch hierzulande gezeigt. Häufigkeit und Intensität von Naturkatastrophen, wie die Flut im Sommer letzten Jahres, werden in Zukunft zunehmen, wenn wir die Energiewende nicht sofort und entschieden auf allen Ebenen vorantreiben. Diese Zukunftsaufgabe kann nur gelingen, wenn sie in der Kommunalpolitik, aber auch im Bewusstsein der Menschen im Landkreis tief verankert ist.

Deshalb engagiert sich der Landkreis Freising gemeinsam mit unseren Gemeinden, die aufgrund ihrer Planungshoheit in vielen Bereichen das Ruder in der Hand halten, für die Umsetzung der Energiewende und möchte auch die Menschen im Landkreis zum Mitmachen beim Klimaschutz motivieren. Immer mehr Bürgerinnen und Bürger sind mittlerweile von der Notwendigkeit der Energiewende überzeugt, zeigen ein hohes Maß an Eigenverantwortung und Eigeninitiative, wollen sich an den Aktivitäten zum Klimaschutz beteiligen und die Energiewende aktiv mitgestalten. Dieses gesellschaftliche Potenzial wollen wir nutzen und durch Anreize zum Klimabewussten Verhalten fördern.

Dabei muss der Weg der Energiewende nicht notwendigerweise ein steiniger sein. Noch haben wir es in der Hand, die Emissionsminderungslasten eigenverantwortlich und entsprechend unseren Vorstellungen zu gestalten und damit staatliche Zwangsmaßnahmen, die nach Einschätzung unseres höchsten deutschen Gerichts – dem Bundesverfassungsgericht – andern-

falls in wenigen Jahren unumgänglich sein werden, zu vermeiden. Andererseits ist die Energiewende auch eine riesige Chance, um unsere Zukunft einerseits klimafreundlich und damit generationengerecht zu gestalten und andererseits von fossilen Energieträgern unabhängig zu werden. Wie wichtig das ist, führt uns gerade der Überfall Russlands auf die Ukraine eindringlich vor Augen.

Um es mit den Worten von Bundespräsident Walter Steinmeier zu sagen: "Wir müssen alle neue Wege gehen; und wir müssen alle neuen Wege gehen!" Für eine Übergangszeit werden wir auch unkonventionelle Maßnahmen ergreifen und das Verhältnis unserer bisherigen politischen Zielsetzungen zu den Zielen des Klimaschutzes und der Energiewende neu justieren müssen. Ein vom Landratsamt Freising in Auftrag gegebenes Studienprojekt der Hochschule Weihenstephan-Triesdorf mit dem Ziel einer ökologischen Bewertung der zur Verfügung stehenden Flächen für Freiflächen-Photovoltaikanlagen und eine Studie der Solarregion Freisinger Land für den beschleunigten Ausbau erneuerbarer Energien im Landkreis Freising weisen ebenso wie die Fortschreibung des Landkreisentwicklungskonzepts in diese Richtung. Einen weiteren und entscheidenden Impuls erhoffen wir uns auch von der vom Kreistag einstimmig beschlossenen Klimakonferenz im Mai 2022.

Die Ihnen vorliegende neunte Auflage der Broschüre "Strom aus Erneuerbaren Energien im Landkreis Freising" wurde von der Solarregion erarbeitet. Sie dient den politisch Verantwortlichen in den Gemeinden und im Landkreis, aber auch interessierten Bürgerinnen und Bürgern als Informationsquelle und Arbeitsgrundlage für die weitere Ausgestaltung der Energiewende.

Das unermüdliche Engagement der in der Solarregion zusammengeschlossenen Vereine und Initiativen hat ganz wesentlich dazu beigetragen, dass der Anteil der Erneuerbaren Energien an der Stromerzeugung im Landkreis Freising aktuell bei 75,8 % liegt. Dafür danke ich den Autoren dieser inhaltsreichen Broschüre von Herzen.

Es liegt in unserer Hand, diesen eingeschlagenen Weg konsequent weiterzugehen und die Energiewende auch auf unserer kommunalen Ebene zur treibenden Kraft für unsere wirtschaftliche, ökologische und gesellschaftliche Weiterentwicklung werden zu lassen.

Helmut Petz

Stelment F

Landrat

Schirmherr der Solarregion Freisinger Land

Vorwort der Solarregion Freisinger Land

Liebe Leserinnen und Leser!

Diese 9. Ausgabe der Broschüre bringt Sie wieder auf den neuesten Stand zu Energiewende und Klimaschutz - von globalen Zusammenhängen bis zur Umsetzung im Landkreis Freising: zwei Jahre mit enormen Emissionen, zunehmenden Wetterkatastrophen und neuesten düsteren Erkenntnissen der Forschung liegen hinter uns. Aber auch zwei Jahre mit Erfahrungen aus der Pandemie, technischen Fortschritten, einem Kurswechsel in der Klimapolitik – und mit einem Krieg, der jedem klar macht, warum die Abhängigkeit von fossilen und atomaren Energien verhängnisvoll ist. Ja, es stimmt: Erneuerbare Energien sind Freiheitsenergien.

Die Fachkapitel beschreiben die Lage durch Informationen. Daher im Vorwort eine Beschreibung in Bildern:

Kennen Sie diesen Filmanfang? Eine schwitzende, dampfende Erde in der Totalen und ein dramatischer Funkspruch: "Erde an Menschheit: Mayday, Mayday!"

Gut, klingt spannend, ist aber erfunden. Doch wissen Sie, was hier falsch wäre? Das Weltbild: Der Erde ist es egal, für wen die Klimabedingungen auf ihr gut sind. Uns kann es nicht egal sein.

Aber bestimmt kennen Sie diesen Cartoon: Planet Erde: "Hilfe, ich habe Homo sapiens." – Anderer Planet: "Nicht so schlimm, das geht vorüber!"

Was den Cartoon so gut macht, ist das Spannungsfeld zwischen dem angeblich so vernünftigen Homo sapiens und dem offensichtlich unvernünftigen Handeln, und das gleich in mehrfacher Hinsicht: Atomwaffen zur mehrfachen Vernichtung der Menschheit, Dezimierung der Artenvielfalt und damit der Grundlage unseres Lebens so schnell wie nie zuvor, ungebremste Erderwärmung, obwohl alle Verantwortlichen seit über einem halben Jahrhundert um die verheerenden Folgen wissen. Wir haben das als "bedingten Vorsatz" bezeichnet. Das Bundesverfassungsgericht sah das offenbar auch so. Die Prügel bezog der Bund, aber für die Länder und Kommunen gilt das Urteil genauso.

Weitere Urteile werden folgen.

Ein Sprüche-Klassiker: Der Fortschritt ist eine Schnecke. Und auch Schnecken kommen voran (sogar bis in meinen Garten). Aber wenn ein Buschbrand hinter der Schnecke heranrast, ist sie ziemlich sicher zu langsam.

Heute stehen wir bei +1,2 °C. Die Berichte des Weltklimarates werden immer alarmierender: Bisher geht's uns sogar noch relativ gut, ab 1,5 °C wird's hart, ab 2 °C richtig bitter. Die Überschreitung von Kipppunkten trägt ein sehr hohes Risiko in sich, das Erdklima unumkehrbar in Richtung "hot earth" zu lenken. Für die 1,5 °C-Obergrenze haben wir bei heutigem Verbrauch ein CO₂-Restbudget von nur noch 7 bis 10 Jahren.

Wir genießen in unserem Ruderboot das schöne Leben auf dem Fluss. Der ist hier oberhalb des Wasserfalls ausgesprochen idyllisch und flach. Die ersten kleinen Felsen und Strudel haben wir noch gut weggesteckt, aber zuletzt hatten wir erstmals viel Wasser im Boot. Die Verleihfirma hätte uns vor dem Wasserfall warnen und nicht nur an ihren Profit denken sollen ...



Wir und unser Boot sind in höchster Gefahr. Aber wo die Gefahr wächst, wächst auch das Rettende:

- Wir wissen, wo wir stehen (durch die Broschüre).
- Wir wissen, was passiert, wenn wir nichts ändern.
- Wir wissen, was wir ändern müssen: Erneuerbare Energien, nachhaltiger Konsum, CO₂-freie Mobilität und ja, auch CO₂-armes Essen.
- Wir wissen, wie wir das ändern können.
- Und wir haben die Möglichkeiten, das zu ändern.

Was bleibt: ist rasches und konsequentes Handeln!

Im Landkreis Freising brauchen wir dafür pro Gemeinde ca. 50 Mio. kWh zusätzlichen EE-Strom, umgerechnet z.B. 2 Windräder und 2 Solarparks: das ist umsetzbar.

Ein Anfang ist gemacht: Der Klimaschutzbeschluss ist gefasst, rund 20 % des Weges sind erreicht, 2021 wurden über 30 MW Solarparks im Landkreis in Betrieb genommen, neue Ziele im EEG geben richtig Gas.

Jetzt müssen wir handeln: entschlossen und verantwortungsvoll. Jetzt ist jeder Einzelne gefragt: Sie, ich, wir alle, für uns, unsere Kinder und Enkel.

Wir sind die einzige Generation, die diesen Weg noch gehen kann. Alle weiteren Generationen hängen von uns ab. Wir werden in den nächsten 10, maximal 20 Jahren über die Zukunft der Menschheit entscheiden.

Bitte helfen Sie mit, werden Sie Teil der notwendigen Veränderung.

Ich danke Ihnen im Namen der Solarregion Freisinger Land und der künftigen Generationen.

Andreas Henze

für Ihr Solarregion-Team

1. Verantwortung übernehmen

Immer mehr Studien zeigen, dass der Klimawandel schneller voranschreitet als angenommen, der Meeresspiegel schneller steigt als gedacht und die Anreicherung der Atmosphäre mit Kohlendioxid schon bis 2030 vermutlich ein Maß erreicht, das wir auf keinen Fall überschreiten sollten. Durch nicht hinreichend schnelles Handeln werden dramatische Folgen erwartet. Beispielsweise Orkane mit Windgeschwindigkeiten weit über 200 km/h, von deren Zerstörungskraft wir uns kaum eine Vorstellung machen können. Der Meeresspiegelanstieg kann nur noch verlangsamt werden. Schon bei "nur" einem Meter werden mehr als 100 Millionen Menschen heimatlos.

Von daher ist entscheidend, dass jeder Einzelne sich darüber im Klaren wird, dass eine bloße schrittweise Reduktion der Treibhausgas-Emissionen den Klimawandel keinesfalls abwenden, sondern allenfalls etwas verzögern kann. Ziel muss vielmehr sein,

- die Treibhausgas-Emissionen sehr rasch auf Null zu senken und
- CO₂ aus der Atmosphäre zurückzuholen und dauerhaft sicher zu speichern.

Profit durch Verantwortungslosigkeit?

Der ehemalige US-Präsident hatte in seiner Ausstiegsrede aus dem Paris-Abkommen argumentiert, dass sich die USA selbst schädigen, weil andere Staaten geringere Beiträge zu leisten hätten. Die Schlussfolgerung, selbst weniger für die Klimaziele zu tun, weil andere weniger tun müssen, kann nur als selbstzerstörerisch interpretiert werden. Denn nur, wenn die Weltgemeinschaft schnell, effektiv und faktenbasiert zusammenarbeitet, kann die Klimaveränderung noch auf ein "beherrschbares" Maß begrenzt werden. Dies liegt im Eigeninteresse aller Beteiligten: Die Kosten des Handelns werden weitaus niedriger liegen als die Kosten des Nichthandelns (Sir Nicholas Stern, 2006: s. Kapitel 9). Mit jedem nicht genutzten Tag wird es teurer.

Verantwortung des Landkreises

Wenn aber so wichtige Staaten wie die USA sich – zum Glück nicht auf Dauer – nicht mehr für einen Wechsel in der Energiegewinnung stark machten, warum sollte dann der global eher unbedeutende Landkreis Freising Anstrengungen auf sich nehmen, um die Erneuerbaren Energien (EE) auszubauen und CO_2 zu vermeiden? Warum sollte sich dann der einzelne Bürger oder das einzelne Unternehmen für den Klimaschutz engagieren? Tatsächlich steht jeder Einzelne und auch jede Kommune und jeder Landkreis in der ethischen Verantwortung für das Schicksal der Gemeinschaft und der kommenden Generationen und kann sich nicht damit entschuldigen, dass ein Akteur alleine – global gesehen – dies nicht ändern kann.

Das Recht auf Sonne

- 1. Die Sonne ist die Energiequelle für uns alle.
- 2. Jeder hat das Recht, die Sonne frei zu nutzen.
- 3. Niemand darf bei der Ausübung dieses Rechts willkürlich beschränkt, behindert oder belastet werden.

Erlanger Erklärung vom 27.01.2018
Arbeitsgemeinschaft Bayerischer Solarinitiativen

Für den Klimaschutz gilt das klassische Dilemma der Allmende: Im best case profitieren auch diejenigen, die sich nicht mit angestrengt haben. Im worst case scheitern praktisch alle. Mittlerweile kann sich niemand mehr damit herausreden, es nicht gewusst zu haben, doch unbequeme Wahrheiten werden häufig unbewusst verdrängt. Die öffentliche Hand hat hier eine erhebliche Signalwirkung: Denn Bürger und Unternehmen nehmen sehr genau die Haltung und Taten der öffentlichen Akteure wahr und orientieren sich daran. Wenn Staat oder Kommunen beim Klimaschutz zögern, tun das auch die Bürger. Die Verantwortung bezieht sich dabei auf die Handlungsebene und die Regelebene.

Verantwortung auf der Handlungsebene

Auf der Handlungsebene kann sich jede Kommune fragen: Was tun wir, um möglichst wenig zu einer weiteren Klimaerwärmung beizutragen? Was tragen wir dazu bei, fossile Energieträger zurückzudrängen? Was tun wir für den Ausbau der EE und für die Energieeinsparung? Beispiele für konkrete Maßnahmen:

- Klimanotstand ausrufen, Aktionsplan auflegen
- alle Beschlüsse, Handlungen, Genehmigungen auf CO₂- und Klimaneutralität hin überprüfen und nicht klimaneutrale Handlungen verhindern
- Bebauungspläne: nur noch CO₂-neutrale und Plusenergie-Häuser erlauben (s. Kapitel 19)
- keine Gasleitungen mehr genehmigen
- Nahverkehr ausbauen und für alle kostenlos oder gegen eine günstige Pauschale verfügbar machen
- kommunale Flächen für PV-Freiflächen- und Windenergieanlagen zur Verfügung stellen (s. Kapitel 21)
- kommunale Fahrzeuge auf E-Mobilität umstellen
- Ladesäulen installieren und betreiben
- eigene Liegenschaften zu Plusenergiegebäuden umrüsten (Dämmung, Photovoltaik und EE-Heizung)
- "kalte" und "warme" Nahwärmenetze initiieren
- Grünen Strom von Regionalanbietern beziehen
- LED in Liegenschaften und Straßenbeleuchtung
- kommunale F\u00f6rderprogramme zur Motivation f\u00fcr die B\u00fcrger

2021

Nachhaltige Kriterien

Die Moderne hat zu einer Überbetonung des "Habens" geführt. Am Ende kommt es aber darauf an, dass der Mensch den Lebensraum Erde nicht zerstört. Dafür brauchen wir Kriterien des guten und des schlechten Handelns, um nachhaltige von nicht nachhaltigen Entscheidungen beziehungsweise Regeln zu unterscheiden. Ein wichtiges Kriterium wird die CO₂-Bilanz sein.

Verantwortung auf der Regelebene

Auf der Regelebene (Gesetze, Verordnungen, Satzungen) fallen die grundsätzlichen Entscheidungen, in welche Richtung sich ein Gemeinwesen bewegt. Hier sind von der EU bis zur Kommune alle Regeln dringend auf ihre Treibhausgasneutralität hin zu überprüfen. Ein "Weiter so" wie im letzten Jahrzehnt ist nicht mehr tragbar.

Dafür müssen rechtliche Hemmnisse abgebaut werden, damit z.B. die EE massiv ausgebaut werden können. Darüber hinaus sind konkrete Regelungsziele zu beschließen. Beispiele:

- Klimaschutz in Verbindung mit EE in die Bayerische Verfassung und ins Grundgesetz aufnehmen
- EE massiv ausbauen (hauptsächlich PV und Wind)
- Preis von CO₂-Emissionen stetig erhöhen
- Kohleausstieg bis spätestens 2030
- Öl- und Kohlekraftwerke nicht mehr genehmigen
- H₂-Ready-Gaskraftwerke nur noch als Residuallastkraftwerke genehmigen
- keine neuen Erdöl- und Erdgas-Heizungen
- keine neuen Benzin- und Diesel-PKW
- Restlaufzeit für Bestandsanlagen/-fahrzeuge begrenzen und vorzeitige Stilllegungen fördern
- 10 H in Bayern abschaffen
- Steuerentlastung für EE und Steuerbelastung für fossile Energien
- Regionalvermarktung von EE-Strom wieder zulassen und Netzentgelte regionalisieren
- willkürliche Ausbauhürden abschaffen: EEG-Umlage, Ausschreibungen, da diese den Zubau der EE begrenzen, max. Größe von EEG-Anlagen

Bei einigen der vorgeschlagenen Punkte kann die Kommune nur politische Wünsche, Bedenken und Forderungen an die entscheidenden Gremien weitergeben, bei anderen ist sie aber direkt zuständig.

Selbst aus Eigeninteresse sind diese Regelungen sinnvoll, denn die Energiewende wird nicht nur die Schäden durch den Klimawandel reduzieren (der weltweite Schaden wird auf jährlich hunderte Milliarden Dollar geschätzt, Tendenz steigend), sondern auch Importkosten für fossile Energien einsparen (2021: 73 Mrd. € in Deutschland) und gesundheitsschädliche Luftschadstoffe reduzieren, die für Tausende von Todesfällen die Ursache sind.

Null-Emissionstechnologien sind darüber hinaus als Geschäftsmodelle für den Industriestandort Deutschland von größter Wichtigkeit.

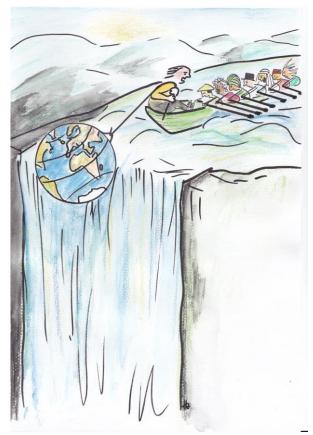


Bild: Gemeinsam gegen den Klimawandel

© Ursula Henze

Was aber tun mit Trittbrettfahrern, die die Mühe des "Ruderns" den Anderen überlassen wollen? Was tun mit Menschen, Betrieben und Organisationen, die um jeden Preis am fossilen Lebensstil festhalten wollen? Folgende Strategien sind ethisch geboten:

- noch besser werden mit den eigenen Maßnahmen
- durch demokratische Entscheidungen dem Klimaschutz Vorrang verschaffen
- die vom Bundesverfassungsgericht festgestellte Pflicht, Leben und Gesundheit der heutigen und künftigen Generationen vor den Gefahren des Klimawandels zu schützen, ernst nehmen
- die Folgen des schädlichen Nicht-Handelns den Verursachern anlasten (u.a. auf dem Rechtsweg)

Der vom BVerfG bestätigte Generationenvertrag verpflichtet uns, unseren Kindern und Enkeln eine lebenswerte Umwelt zu erhalten. Sie werden uns sonst fragen, warum wir es unterlassen haben, als es noch möglich und leistbar war. Eine Pflichtverletzung wird schwer auf uns zurückfallen – die "Fridays for Future"-Bewegung der Schüler ist erst der Anfang.

Wir sind beim Klimaschutz zum Erfolg verdammt, aber der Erfolg ist es wert.

2. Klimawandel und Klimaschutz – ein Überblick

Der Stand des Wissens ...

über Grundlagen und Folgen des Klimawandels sowie Gegen- und Anpassungsmaßnahmen wird regelmäßig von tausenden Wissenschaftlern im Rahmen des Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC, Weltklimarat) ausgewertet. Die "Zusammenfassungen für Entscheidungsträger" werden von den Regierungen der 197 Mitgliedsstaaten geprüft und einstimmig gebilligt und sind damit auch politisch akzeptiert. Gerade wird der 6. Sachstandsbericht veröffentlicht. 2018 empfahl ein Sonderbericht dringend, die globale Erwärmung auf unter 1,5 °C zu begrenzen. 2019 erschienen Sonderberichte zu Landsystemen und Meeren.

Unser Klima ...

ist für die Lebensbedingungen jedes Einzelnen sowie für die gesamte Volkswirtschaft von größter Bedeutung. Das Klima im Freisinger Land ist bisher besonders günstig: gemäßigte, abwechslungsreiche Jahreszeiten, fruchtbar und nur wenige Naturkatastrophen.

Klimawandel hat es schon immer gegeben, ...

allerdings – abgesehen von Vulkanausbrüchen oder Einschlägen von Himmelskörpern – als sehr langsames Pendeln zwischen Warm- und Kaltzeiten. In der heutigen Warmzeit liegt die Durchschnittstemperatur an der Erdoberfläche ca. 4 bis 5 $^{\circ}$ C höher als in der letzten Eiszeit. Seit ca. 1850 hat der Mensch mit der Industrialisierung einen raschen Klimawandel ausgelöst.

Menschengemachter Klimawandel ...

entsteht vor allem durch die Verbrennung von Erdöl, Kohle und Erdgas sowie umfangreichen Waldrodungen. Die CO₂-Konzentration ist von 280 ppm auf mittlerweile über 412 ppm gestiegen. Dies hat bereits zu einer Erwärmung von 1,2 °C geführt. Nie zuvor gab es für uns Menschen so starke Klimaänderungen in so kurzer Zeit. Die aktuell rasche Erwärmung ändert Häufigkeit und Ausmaß von Extremwetterereignissen. Zahl und Intensität von Hitzewellen nehmen zu, Dürren, Starkregen oder Stürme werden häufiger. Die Erwärmung führt ferner zu einem Anstieg des Meeresspiegels von nun schon über 3 mm pro Jahr – Tendenz ansteigend. Je stärker und rascher die Veränderungen, desto gravierender die Auswirkungen für Mensch und Umwelt.

Laut Klimareport Bayern ist in Bayern bis 2100 gegenüber 1971-2000 ohne Klimaschutz eine starke Erwärmung um 3,8 °C wahrscheinlich und 4,8 °C möglich.



Bild: Braunkohleabbau in Garzweiler (NRW) mit Kraftwerken, Quelle: www.fotolia.com, © mitifoto

Dabei besteht die Gefahr nicht mehr zu stoppender Ereignisse – sogenannter **Kipppunkte** – wie dem Abschmelzen großer Eismassen (→ starker Anstieg des Meeresspiegels), dem Verlust des Amazonas-Urwaldes (→ Störung der globalen Wetterabläufe) oder dem Auftauen der Permafrostböden (→ zusätzliche Emissionen des Treibhausgases Methan). Aus unserer heutigen Warmzeit könnte dann sehr rasch eine lebensfeindliche "Heißzeit" werden.

Auswirkungen und Schäden des Klimawandels ...

wie Überschwemmungen, Missernten, Existenzverlust, Klimaflüchtlinge und soziale Unruhen treffen alle Menschen weltweit, allerdings unterschiedlich stark. Wohlhabende Staaten wie Deutschland können die Schäden zunächst verkraften, ehe echte Wohlstandsverluste spürbar werden. Besonders stark werden die heute schon sehr warmen und oft wirtschaftlich schwachen Regionen des Globalen Südens betroffen sein. Brisant ist dabei, dass diese Regionen am wenigsten zu den ursächlichen Treibhausgas-(THG-) Emissionen beigetragen haben und sich gleichzeitig am schlechtesten an die Folgen anpassen können. Die wirtschaftlichen Schäden werden zu einer politischen Destabilisierung beitragen, die zu großen Migrationsbewegungen führt, mit bereits über 50 % Klimaflüchtlingen.

Wirksamer Klimaschutz ...

ist nach nahezu weltweit übereinstimmender Ansicht von Wissenschaft, Politik, Wirtschaft und Gesellschaft existenziell notwendig für die Menschheit. Bei einem Anstieg der globalen Durchschnittstemperatur um 1,5 °C im Vergleich zur vorindustriellen Zeit ist bereits mit erheblichen Auswirkungen zu rechnen, jenseits von 2 °C auch mit katastrophalen, irreversiblen Veränderungen. Diese Temperaturmarken sind daher zum Ziel der Klimaschutzpolitik geworden. Das verbleibende "THG-Restbudget" erfordert eine weltweite drastische Reduzierung der THG-Emissionen und langfristig eine Rückholung von CO₂ aus der Atmosphäre (s. Kapitel 4). Unabhängig davon sind massive Anstrengungen zur Anpassung an die nicht mehr vermeidbaren Folgen nötig.



Bild: Überflutung 2013 nach Starkregen in Freising, Gartenstr. in der Nähe von Bahnhof und evangelischer Kirche,

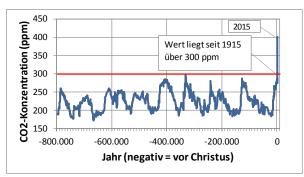
© M. Einfeldt

3. Treibhausgase (THG) – die Ursache für den Treibhauseffekt

Der natürliche Treibhauseffekt schafft mittels Sonnenlicht und THG (v.a. Wasserdampf, CO_2) auf der Erde eine lebensfreundliche Umgebungstemperatur von durchschnittlich +14 $^{\circ}$ C anstatt der sonst herrschenden -18 $^{\circ}$ C. Wenn die THG-Konzentration steigt, wird weniger Wärme in den Weltraum zurückgestrahlt und so erwärmen sich Erdoberfläche und untere Atmosphäre bis wieder ein Gleichgewicht entsteht.

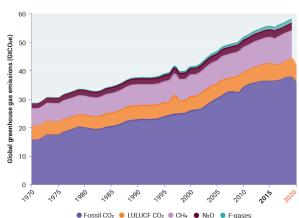
Die THG-Konzentration ist abhängig von der Freisetzung (vor allem durch die Verbrennung von Erdöl, -gas und Kohle und der natürlichen Zersetzung von Biomasse) und der Entnahme (z.B. CO₂-Aufnahme in Mooren, Wäldern, Meeren) von THG. Die Emissionen sind heute viel größer als die Entnahmen.

Die natürlichen Speicher sind aber nicht unbegrenzt groß und können – insbesondere wegen des Klimawandels – "kippen": ab dann setzen die Meere etc. wieder CO₂ frei.



Grafik: CO₂ in der Atmosphäre, Daten: www.nasa.gov

Das mit Abstand wichtigste Treibhausgas ist CO₂, gefolgt von CH₄, N₂O und den fluorierten Kohlenwasserstoffen.



Grafik: Weltweite THG-Emissionen (CO_{2e}), Quelle: Emission Gap Report 2021 der UNO: The Heat ist On LULUCF: Land Use, Land-Use Change and Forestry

Solange die THG-Emissionen größer als die Entnahmen sind, steigt die THG-Konzentration und damit die Temperatur, d.h. unsere heutige THG-Konzentration treibt die globale Erwärmung für mehrere Jahrzehnte unausweichlich voran. Klimaschutzmaßnahmen können aber noch Schlimmeres abwenden.

Soll eine bestimmte globale Erwärmung nicht überschritten werden, ergibt sich eine maximale THG-Konzentration. Aus der heutigen und der maximal zulässigen Konzentration berechnet sich für verschiedene Wahrscheinlichkeiten ein verbleibendes "THG-Budget" und daraus eine "Restlaufzeit" für THG-Emissionen: für das 1,5 °C-Ziel bei 67 % Wahrscheinlichkeit ca. bis 2030.

Global liegen die THG-Emissionen derzeit auf Rekordniveau – Tendenz steigend. Aber selbst eine Reduktion der Emissionen würde nur die Zunahme der Konzentration bremsen, d.h. die Restlaufzeit verlängert sich, läuft aber trotzdem ab. Da wir heute schon nahe an der maximal zulässigen Temperatur sind, müssen wir die THG-Emissionen sehr rasch so weit reduzieren, bis sie kleiner als die Entnahmen sind, um das sehr hohe CO₂-Niveau wieder auf ein weniger gefährliches Maß zu senken.

THG-Emissionen in absoluten Zahlen (in Mio. t)

Emissionen	1990	2000	2016	2019		
Welt	38.000	39.000	50.000	58.100		
EU	5.403	4.861	4007	4.700		
Deutschland	1.220	1.007	895	858		
Bayern	109	108	96	94ª		
LK Freising ^b	k.A.	k.A.	2,2	1,4		

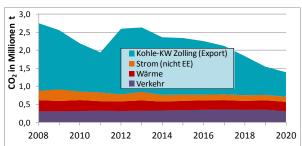
Tabelle: THG-Emissionen in CO₂e, Quelle UN, PIK, BMU, eigene Berechnung ^a 2018, ^b nur CO₂, ohne Flughafen

THG-Emissionen pro Kopf und Jahr (in t)

Emissionen	1990	2000	2016	2019
Welt	7,1	6,4	6,9	7,2
EU	11,4	10,0	7,9	9,2
Deutschland	15,4	12,3	10,9	10,3
Bayern	9,6	8,9	7,4	7,2 ^a
LK Freising ^b	k.A.	k.A.	12,8	8,6

Tabelle: THG-Emissionen in CO₂e, Quelle UN, PIK, BMU, eigene Berechnung ^a2018, ^bnur CO₂, ohne Flughafen

Im Landkreis haben das Kohlekraftwerk Zolling (s. S. 75) mit 0,9 Mio. t CO₂ sowie der Flughafen (s. S. 55) trotz Pandemie mit über 1,7 Mio. t CO₂ einen dominierenden Einfluss auf die CO₂-Bilanz. Damit hat der LK Freising seine CO₂-Emissionen (ohne Flughafen) durch die verminderte Kohleverstromung deutlich reduziert.



Grafik: Energiebedingte CO₂-Emissionen im LK ohne Flughafen¹

11

Export = Stromexport aus dem Landkreis. Im Verkehrs- und Wärmesektor werden Bundesdurchschnittswerte verwendet, da im Landkreis keine genauere Datenbasis zur Verfügung steht.

4. Weltklimarat: Klimawandel-Szenarien, Auswirkungen und Anpassung

Der Weltklimarat veröffentlicht neben sog. Sonderberichten (z.B. zur 1,5 Grad-Obergrenze) regelmäßig Sachstandsberichte², in denen das gesammelte Wissen der Klimaforschung zusammengefasst wird. Diese gliedern sich in die drei Teilberichte "I. Naturwissenschaftliche Grundlagen", "II. Folgen, Anpassung und Verwundbarkeit" und "III. Minderung des Klimawandels". Die jeweiligen Zusammenfassungen für Entscheidungsträge müssen zuvor von allen (auch kritischen) Regierungen der Welt gebilligt werden. Hier drei Ausschnitte³:

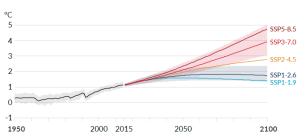
"A.1 Es ist eindeutig, dass der Einfluss des Menschen die Atmosphäre, den Ozean und die Landflächen erwärmt hat. [...]"

"B.1 Die globale Oberflächentemperatur wird bei allen betrachteten Emissionsszenarien bis mindestens Mitte des Jahrhunderts weiter ansteigen. Eine globale Erwärmung von 1,5 °C und 2 °C wird im Laufe des 21. Jahrhunderts überschritten werden, es sei denn, es erfolgen in den kommenden Jahrzehnten drastische Reduktionen der CO₂- und anderer Treibhausgasemissionen."

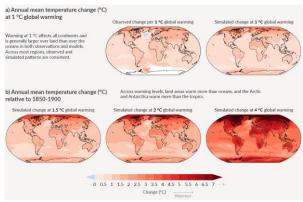
"D.1 Aus naturwissenschaftlicher Sicht erfordert die Begrenzung der vom Menschen verursachten globalen Erwärmung auf ein bestimmtes Niveau eine Begrenzung der kumulativen CO₂-Emissionen, wobei zumindest netto null CO₂-Emissionen erreicht werden müssen [...].

Dabei bedeutet netto Null, dass jede irgendwo emittierte Tonne THG an anderer Stelle durch Senken kompensiert werden muss, z.B. bei der Landnutzung. Leider müssen wir damit rechnen, dass die meisten natürlichen Senken (Meere, Wälder) und Kohlenstoffspeicher (Moore, Wälder) bei einer weiteren globalen Erwärmung nicht nur weniger THG aufnehmen, sondern sogar umgekehrt zu THG-Quellen werden können. Daher wird in den IPCC-Szenarien z.T. auch schon auf technische Senken zurückgegriffen, um die immensen THG-Mengen in der Atmosphäre zu reduzieren und so überhaupt noch die Ziele des Pariser Klimaschutzabkommens einhalten zu können. Dies kann z.B. eine Verpressung von abgeschiedenem CO₂ im Boden, eine Düngung der Ozeane (Algenblüte) oder Manipulationen an der Atmosphäre sein. Bisher sind dies in Deutschland unerwünschte Methoden, da man zu hohe Risiken und Nebenwirkungen für Mensch, Natur und Umwelt erwartet. Will man diese und ähnliche Notlösungen vermeiden, müssen die CO₂-Reduktionen bis auf netto Null noch deutlich schneller bis ca. 2030/2040 erfolgen.

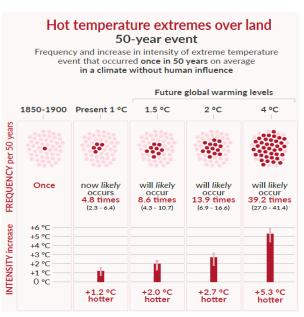
Die IPCC-Szenarien



Grafik: Globale Oberflächen-Temperaturerwärmung relativ zu 1850 bis 1900 für fünf Szenarien, Quelle IPCC⁴, SPM-29



Grafik: Zukünftige räumliche Verteilung der Erwärmung⁴, SPM-21



Grafik: Zukünftige Häufigkeiten von einem früher 50-jährigen Hitzeereignis⁴, SPM-23

"In den letzten Jahrzehnten haben Klimaänderungen Folgen für natürliche Systeme [...] auf allen Kontinenten und überall in den Ozeanen bewirkt"⁵:

Die Sachstandsberichte und ihre deutschen Übersetzungen, aber auch Zusammenfassungen für Entscheidungsträger oder FAQ dazu finden Sie auf der Homepage der deutschen IPCC-Koordinierungsstelle unter www.de-ipcc.de

Kernbotschaften des 6. IPCC-Sachstandsberichtes vom 29.10.2021 der Arbeitsgruppe I und vom 28.2.2022 der Arbeitsgruppe II

⁴ IPCC Arbeitsbericht 6, Arbeitsgruppe I (2021), Download unter https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/#FullReport

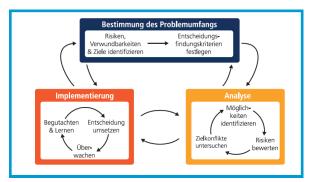
⁵ IPCC Arbeitsbericht 5, Arbeitsgruppe II, Zusammenfassung für politische Entscheidungsträger, Seite WGII-4, https://www.de-ipcc.de/270.php

2021

Gletscherschmelze, Tauen der Permafrostböden, Artensterben, Erhöhung der hitzebedingten Mortalität, klimabedingte Extremereignisse wie Hitzewellen, Dürren, Überschwemmungen, Wirbelstürme, Wald- und Flächenbrände nehmen zu.

IPCC 2022: Der Menschheit läuft die Zeit davon

- Ausmaß und Folgen der Erderwärmung größer als bislang angenommen
- starke gegenseitige Abhängigkeit von Klima, Ökosystemen und den menschlichen Gesellschaften
- etwa 3,5 Mrd. Menschen schon heute hoch verwundbar gegenüber dem Klimawandel
- durch Hitzewellen mittlerweile in allen Weltregionen mehr Todesfälle und Krankheiten (künftig noch viel mehr, besonders in den Städten)
- 127 "Schlüsselrisiken" infolge des Klimawandels
- Bäume und Wälder stark betroffen
- die meisten Maßnahmen zur Anpassung bislang fragmentiert, kleinteilig und reaktiv
- integrierte und transformative Anpassung notwendig (mit dem Klimawandel leben lernen)
- Zeitfenster für eine klimaresiliente Welt schließt sich. In diesem Jahrzehnt muss gehandelt werden. Neben einer Einsparung von THG sind auch die Maßnahmen zur Anpassung deutlich zu beschleunigen.



Grafik: Anpassung an den Klimawandel als iterativer Risikomanagementprozess mit zahlreichen Rückkoppelungen. Menschen und Wissen prägen den Prozess und seine Ergebnisse, **lesenswerte Quelle: IPCC**⁶

Um diesen Gefahren des Klimawandels zu begegnen, ist in allen Planungsprozessen insbesondere auch auf lokaler Ebene bis hin zur persönlichen Ebene eine Anpassung an den Klimawandel zu berücksichtigen und vorausschauend zu denken. Als Stichpunkte seien hier folgende Schlagworte genannt: Verringerung der Verwundbarkeit durch Entwicklung, Planung und praktische Maßnahmen, Anpassung einschließlich schrittweiser und transformativer Umstellung, Transformation von Technik (Energiewende), Verhalten, betriebswirtschaftlicher

Eine der entscheidenden – vor allem kurzfristigen – Strategien zur sektorübergreifenden Minderung von THG-Emissionen werden Effizienzsteigerungen und Verhaltensänderungen sein, die die Entwicklung nicht einschränken.

Tatsächliche Beobachtungen bestätigen Theorie

Dass die alarmierenden Warnungen vor starken und raschen Veränderungen nicht nur Theorie sind, sondern auch in der Praxis beobachtet werden können, hat sich in den letzten Jahren zunehmend bestätigt oder wurde sogar übertroffen. Zu nennen sind hier beispielsweise⁷:

- Abschmelzen / Destabilisierung der Gletscher (z.B. Alpen, Thwaites-Gletscher in der Antarktis, Grönland)
- Versauerung und Erwärmung der Meere
- Anstieg des Meeresspiegels aufgrund Erwärmung und Gletscherschmelze
- Überflutung von Inseln und Küstenregionen, z.B. Venedig, Bangkok, Pazifik-Inseln
- Extreme Wirbelstürme: z.B. 2021 Hurrikan "Ida" trifft New Orleans und später New York (65 Mrd. \$)
- extremer Starkregen: z.B. 2021 Ahrtal, Bayern
- extreme Hitze: z.B. 2021 über 50 °C in Kanada
- extreme Waldbrände: z.B. im Mittelmeerraum (2021), Kalifornien (2020), Australien (2019/2020)

Notwendige Anpassungen

- Absiedelung von Küstenbebauung
- Absiedelung und Neuaufbau von Küstenregionen
- Anpassungen an Starkregen: Dämme, Höherlegung von Brücken, Bahngleisen, Straßen und Häusern, Retentionsflächenerweiterung, Kanalisation
- Waldumbau (hitze- und trockenresistent)
- Vorbereitung auf neue Krankheiten, Hitzewellen (aktive und passive Kühlung von Gebäuden, kühle Not-Aufenthaltsbereiche) und Waldbrandrisiken



Bild: Weggespülte Eisenbahnbrücke im Ahrtal, © A. Henze

Veränderung, kulturelle und ökologische Entscheidungen und Handlungen bis hin zu persönlichen Werten und Weltanschauungen

⁶ IPCC Arbeitsbericht 5, Arbeitsgruppe II, Zusammenfassung für politische Entscheidungsträger, Seite WGII-9, https://www.de-ipcc.de/270.php

Weitere Infos über Ereignisse und Schäden: www.munichre.com/de/unternehmen/media-relations/medieninformationen-und-unternehmensnachrichten/ medieninformationen/2022/bilanz-naturkatastrophen-2021.html

5. Klimapolitik auf internationaler, EU-, Bundes- und Landesebene

Grundsätzliches

"Klimapolitik" umfasst Klimaschutz (Reduktion der THG-Emissionen, Erhalt von Kohlenstoff-Speichern, CO₂-Rückholung aus der Atmosphäre) und Anpassung. Der Schwerpunkt liegt beim Klimaschutz, da dieser für die Menschheit existenziell wichtig ist! Ohne erfolgreichen Klimaschutz ist eine Anpassung unmöglich.

Klimapolitik findet auf allen politischen Ebenen statt: von der internationalen über die EU- und Bundes- bis zur Landes- und kommunalen Ebene und das zeitgleich und mit vielen Wechselwirkungen. Echte Zusammenarbeit zwischen Akteuren der gleichen Ebene oder auch zwischen verschiedenen Ebenen (multilevel governance) ist bislang immer noch die Ausnahme.

Klima- und Energiepolitik beeinflusst sämtliche Lebensund Wirtschaftsbereiche, betrifft aber auch über Landnutzung (z.B. Böden), Ernährung (z.B. Fleisch) und Rohstoffe (z.B. Beton) alle Menschen weltweit. Zudem führen völlig unterschiedliche politische Systeme, Betroffenheiten durch den Klimawandel, wirtschaftliche Interessen (z.B. Öl- und Gasförderländer), soziale Auswirkungen, kulturelle Rahmenbedingungen und geostrategische Macht- bzw. Sicherheitsinteressen dazu, dass die Klimapolitik politisch heiß umkämpft ist. Klimapolitik ist daher viel komplexer, langwieriger und schwieriger als eigentlich nötig, denn die wichtigste Lösung – die direkt und indirekt nutzbare Energie von der Sonne – ist ja überreichlich vorhanden.

Die Kunst der Politik besteht in der rechtzeitigen vollständigen Umsetzung (Priorität 1) ohne zu große wirtschaftliche und soziale Nebenwirkungen (Priorität 2). Im Zweifel gilt, wie in allen Notlagen: Survival first!

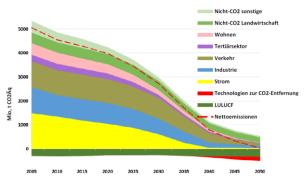
Internationale Ebene

Die Klima-Rahmenkonvention UNFCCC von 1992 (mit derzeit 197 Vertragspartnern) hat das Ziel, eine gefährliche Störung des Klimasystems zu vermeiden. Sie ist u.a. Grundlage für die jährlichen Vertragsstaatenkonferenzen (COP), wie z.B. in Kyoto (1996), Paris (2015) und Glasgow (2021).

Die einzelnen COP haben unterschiedliche Schwerpunkte, vom globalen Klimaschutzabkommen bis zur Regelung von Durchführungsbestimmungen. Die unterschiedlichen Interessen der Länder führen zu einem relativ langsamen Tempo sowie eigenartigen Prioritäten: in der Abschlusserklärung von Glasgow werden z.B. die fossilen Energien als Hauptursache des Problems nur ein einziges Mal erwähnt (phase-down of coal power), die EE als Hauptlösung überhaupt nicht. Zwar nicht völkerrechtlich verbindlich, aber politisch sehr einflussreich sind die G7 und die G20. Deutschland könnte hier 2022 als G7-Vorsitz Akzente setzen.

Das Klima-Übereinkommen von Paris (PA)

regelt seit dem 4.11.2016 die Klimaschutz-Politik für die Zeit nach 2020. Verbindliches Ziel ist, die Erderwärmung auf "deutlich unter 2 °C" zu begrenzen und möglichst nur 1,5 °C anzustreben. Dazu soll in der zweiten Hälfte des Jahrhunderts eine Netto-Kohlenstoffneutralität erreicht werden. Alle Unterzeichnerstaaten haben völkerrechtlich verbindlich freiwillige Reduktionszusagen abgegeben. Da deren Summe bisher nicht ausreicht, sieht das PA alle fünf Jahre eine Aktualisierung der Reduktionszusagen sowie – erstmals in 2023 – eine globale Bestandsaufnahme vor, um die Klimaschutzbeiträge an den Stand des Wissens, der Möglichkeiten und der Dringlichkeiten anzupassen.



Grafik: Vorschlag der EU-Kommission zum Verlauf der THG-Emissionen bis netto Null (2050) für eine Temperaturbegrenzung auf 1,5 °C, Quelle: Mitteilung der EU-Kommission "Ein sauberer Planet für alle" vom 28.11.2018, Seite 28

EU-Ebene

Die EU-Kommission hat am 11.12.2019 mit dem European Green Deal ihr politisches Programm für eine ambitionierte, wirtschaftlich starke und sozial gerechte Energie- und Klimapolitik vorgelegt.

Auf dieser Basis haben Rat und EU-Parlament im neuen European Climate Law vom 30.6.2021 deutlich erhöhte Klimaschutzziele (u.a. -55 % bis 2030, Klimaneutralität bis 2050) rechtlich verankert. Neu ist das Netto-Prinzip, d.h. künftig wird der Saldo aus THG-Emissionen und THG-Bindungen (z.B. Wald, Holzprodukte) betrachtet.

Zur Umsetzung dieser Ziele hat die EU-Kommission mit dem "Fit for 55"-Paket 2021 zahlreiche Entwürfe für Rechtsakte vorgelegt. Diese betreffen u.a. den EU-Emissionshandel, die Lastenteilung zwischen den Mitgliedsstaaten, die EE, die Energieeffizienz, die Landnutzung, die Gebäudeeffizienz, die Förderung von Wasserstoff und die Reduzierung von Methanemissionen.

Auf Druck einiger Mitgliedsstaaten, u.a. Deutschlands, hat die EU-Kommission Investitionen in Gas- und Atomkraftwerke für "nachhaltig" erklärt. Damit werden weitere staatliche Subventionen für diese offensichtlich nicht-nachhaltigen Energien ermöglicht.

2021

mit Bewertung

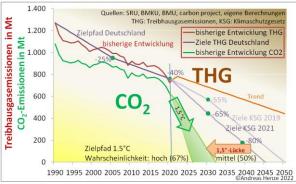
Bundesebene

Infolge des BVerfG-Beschlusses (s. Kapitel 6) wurde das Bundesklimaschutzgesetz zum 31.08.2021 verschärft (u.a. -65 % bis 2030, Klimaneutralität 2045). Neu sind quantifizierte Zielvorgaben für die Landnutzung, deren Erreichbarkeit teilweise bezweifelt wird. Für die großen Emissionsbereiche sind darin Minderungsziele und -pfade festgelegt. Im Gebäudebereich ist wegen Verfehlung des Zielkorridors bereits ein Sofortprogramm aufgelegt worden. Die neue Bundesregierung hat im Koalitionsvertrag u.a. umfangreiche neue Impulse zum EE-Zubau, insbesondere in den Bereichen Wind- und Solarstrom, angekündigt.

Berechnet man anhand des neuen IPCC Sachstandberichtes 6 die CO₂-Budgets für Deutschland in Anlehnung an die Berechnung des SRU⁸, so ergeben sich folgende Budgets bei einer CO₂-Emission von 625 Mio. t 2020:

CO ₂ -Budget Deutschland	Wahrscheinlichkeit		
in Mio. t (Mt) ab 1.1.2021	50%	67%	
Klimaerwärmung: +1,5 °C	3.300 Mt	1.600 Mt	
+1,75 °C	7.900 Mt	6.300 Mt	

Und damit folgende Reduktionspfade bis 2026-2032:



Grafik: THG- und CO₂-Pfade zum 1,5 °-Ziel, Henze

Bayernebene

Ebenfalls infolge des BVerfG-Beschlusses hat die Staatsregierung eine Verschärfung des Bayerischen Klimaschutzgesetzes beschlossen (u.a. -65 % bis 2030, Klimaneutralität bis 2040). Mit der Verabschiedung im Landtag wird für Mai 2022 gerechnet. Gleichzeitig sollen alle staatlichen Umsetzungsmaßnahmen im Bayerischen Klimaschutzprogramm gebündelt werden: u.a. Initiativen für mehr Solarstrom, den Ausbau von ÖPNV und Radverkehr sowie zum Moorschutz und zur Holzverwendung. Die Verankerung des Klimaschutzes in der Bayerischen Verfassung ist dagegen nicht vorgesehen. Offen ist bislang, wie die Windkraft (10 H, s. Kapitel 13) wieder in Schwung gebracht werden soll.

Klimaschutz im Landkreis Freising

gründet sich v.a. auf den Kreistagsbeschluss zur Energiewende vom 29.3.2007. Der Landkreis war und ist mit dieser Zielformulierung seiner Zeit weit voraus. Im Hinblick auf die bisherige Umsetzung und die zunehmend dringlichere Klimapolitik ist jedoch ein systematischeres und konsequenteres Vorgehen in allen jeweiligen Rollen (s. Kapitel 24) dringend notwendig. Auf Druck der Zivilgesellschaft hat Freising als erste Kommune im Landkreis den Klimanotstand anerkannt und richtet städtischen Entscheidungen daran aus.

Bewertung: Ist das Glas halb voll oder halb leer? Die Klimapolitik hat auf allen Ebenen Fahrt aufgenommen. Gleichwohl ist nicht zu übersehen, dass

- bestimmte Emissionen (Luft-, Schifffahrt) und irreversible Kipppunkte (z.B. Abschmelzen Grönlandeis, Auftauen Permafrost) meist außen vor bleiben,
- die vereinbarten Klimaschutzziele und -strategien deutlich hinter dem Notwendigen (max. +1,5 °C),
- die zugesagten Klimaschutz-Beiträge hinter dem Vereinbarten (die aktuellen Zusagen lassen bis 2100 einen Anstieg auf global +3,2 °C erwarten) und
- die tatsächliche Handlungsbereitschaft hinter dem Versprochenen zurückbleiben,
- eine eindeutige Haltung zum vollständigen Umstieg von fossilen Energien auf EE fehlt,
- die Taten meist keinen konsequenten und raschen Ausstieg aus allen fossilen Energien enthalten, was insbesondere an weiterhin bestehenden Förderungen für fossile Energien erkennbar ist,
- viele Maßnahmen sehr kleinteilig angelegt sind und
- EU, Bund und Länder oft unabhängig voneinander vorgehen, obwohl mehr Kooperation nötig wäre.

Positiv stimmen dagegen die wirtschaftlichen und technischen Fortschritte bei EE-Erzeugung und Speicherung. Wachsende Schäden und zunehmende Einsicht in die Ursachen führen bei der Bevölkerung bei gleichzeitiger Angst vor Veränderungen zu spürbar steigendem Leidensdruck, der je nach Charakter zu verzweifelter Abwehr, passiver Resignation oder mutigem Zupacken führen kann. Die immer noch häufige lineare Vorstellung, bei doppelten THG-Emissionen entstünde eine "nur" doppelt so hohe globale Erwärmung, lässt jedoch u.a. die o.g. Kipppunkte außer Acht. Die Zeit für wirksamen und rechtzeitigen Klimaschutz läuft rasch ab.

Je später wir handeln, desto teurer, verlustreicher und riskanter (Notlösungen wie Geo-Engineering etc.) wird die Erhaltung einer lebensfreundlichen Biosphäre.

⁸ Sachverständigen Rat für Umwelt (SRU): Umweltgutachten_Kap_02_Pariser_Klimaziele.pdf (2020)

6. Klimaschutz-Beschluss des Bundesverfassungsgerichts

Leitsätze zum einstimmigen Beschluss des Ersten Senats vom 24. März 2021

- 1. Der Schutz des Lebens und der körperlichen Unversehrtheit nach Art. 2 Abs. 2 Satz 1 GG schließt den Schutz vor Beeinträchtigungen grundrechtlicher Schutzgüter durch Umweltbelastungen ein, gleich von wem und durch welche Umstände sie drohen. Die aus Art. 2 Abs. 2 Satz 1 GG folgende Schutzpflicht des Staates umfasst auch die Verpflichtung, Leben und Gesundheit vor den Gefahren des Klimawandels zu schützen. Sie kann eine objektivrechtliche Schutzverpflichtung auch in Bezug auf künftige Generationen begründen.
- 2. Art. 20a GG verpflichtet den Staat zum Klimaschutz. Dies zielt auch auf die Herstellung von Klimaneutralität.
 - a) Art. 20a GG genießt keinen unbedingten Vorrang gegenüber anderen Belangen, sondern ist im Konfliktfall in einen Ausgleich mit anderen Verfassungsrechtsgütern und Verfassungsprinzipien zu bringen. Dabei nimmt das relative Gewicht des Klimaschutzgebots in der Abwägung bei fortschreitendem Klimawandel weiter zu.
 - b) Besteht wissenschaftliche Ungewissheit über umweltrelevante Ursachenzusammenhänge, schließt die durch Art. 20a GG dem Gesetzgeber auch zugunsten künftiger Generationen aufgegebene besondere Sorgfaltspflicht ein, bereits belastbare Hinweise auf die Möglichkeit gravierender oder irreversibler Beeinträchtigungen zu berücksichtigen.
 - c) Als Klimaschutzgebot hat Art. 20a GG eine internationale Dimension. Der nationalen Klimaschutzverpflichtung steht nicht entgegen, dass der globale Charakter von Klima und Erderwärmung eine Lösung der Probleme des Klimawandels durch einen Staat allein ausschließt. [...] Der Staat kann sich seiner Verantwortung nicht durch den Hinweis auf die Treibhausgasemissionen in anderen Staaten entziehen.
 - d) In Wahrnehmung seines Konkretisierungsauftrags und seiner Konkretisierungsprärogative hat der Gesetzgeber das Klimaschutzziel des Art. 20a GG aktuell verfassungsrechtlich zulässig dahingehend bestimmt, dass der Anstieg der globalen Durchschnittstemperatur auf deutlich unter 2 °C und möglichst auf 1,5 °C gegenüber dem vorindustriellen Niveau zu begrenzen ist.
 - e) Art. 20a GG ist eine justiziable Rechtsnorm, die den politischen Prozess zugunsten ökologischer Belange auch mit Blick auf die künftigen Generationen binden soll.

3. [...]

Das Bundesverfassungsgericht hat mit Beschluss⁹ vom 24. März 2021 klargestellt, dass der Staat das Leben und die Gesundheit der Bürgerinnen und Bürger, insbesondere auch der kommenden Generationen, vor den Gefahren des Klimawandels zu beschützen hat.

Dies ist eine epochale Veränderung, denn damit wird erstmals festgestellt, dass der Schutz künftiger und der jüngeren Generationen den Interessen der lebenden bzw. älteren Generation gleichgestellt sind und die Lasten des Klimawandels und Klimaschutzes nicht einseitig in die Zukunft verschoben werden dürfen. Das Grundgesetz verlangt also, die natürlichen Lebensgrundlagen so zu erhalten, dass die jüngere Generation ihr Leben nicht nur um den Preis radikaler Enthaltsamkeit führen kann.

Der Staat hat nunmehr die Verpflichtung – wie im Pariser Klimaschutzabkommen festgelegt – den Anstieg der globalen Durchschnittstemperatur durch geeignete Maßnahmen auch tatsächlich auf deutlich unter 2 Grad und möglichst nur 1,5 Grad zu begrenzen. Keine Bundesregierung wird dahinter zurückbleiben können.

Laut Prof. Felix Ekardt von der Uni Rostock ist das Urteil ein Durchbruch, da erstmals eine Umweltklage vor dem BVerG Erfolg hatte. Demnach ist das Paris-Ziel grundrechtlich verbindlich und folglich sind Nullemissionen dramatisch früher nötig als bisher anvisiert.

Die besondere Sorgfaltspflicht des Staates gebietet es, belastbare Hinweise auf die Möglichkeit gravierender oder irreversibler Beeinträchtigungen zu berücksichtigen. Wissenschaftliche Grundlagen sind also maßgeblich zu berücksichtigen. Hierzu gehört auch das THG-Restbudget zur Einhaltung der Temperatur-Obergrenzen. Hier deutet sich eine erneute Schwachstelle des nachgebesserten Klimaschutzgesetzes an.

Formell bindet der BVerfG-Beschluss nur den Bund. Mit hoher Wahrscheinlichkeit sind jedoch auch die anderen Träger öffentlicher Gewalt angesprochen, also v.a. die Länder und die Kommunen, d.h. auch sie sind verpflichtet, in ihren jeweiligen Rollen das Machbare und ihnen Zumutbare zum Klimaschutz beizutragen.

Geklagt hatten Jugendliche und Erwachsene aus dem Inund Ausland, BUND, DUH, Greenpeace, Germanwatch, Protect the Planet und der Solarförderverein Deutschland.

⁹ Leitsätze und Beschluss des BVerG: https://www.bundesverfassungsgericht.de/SharedDocs/ Entscheidungen/DE/2021/03/rs20210324_1bvr265618.html

7. Der Landkreisbeschluss: 100 % Erneuerbare Energien bis 2035

Landkreisbeschluss

Am 29.03.2007 fasste der Kreistag folgenden richtungsweisenden Beschluss:

"Der Landkreis Freising erkennt die Notwendigkeit der Energiewende im Landkreis und setzt es sich zum Ziel, dass bis 2035 der gesamte Landkreis mit Erneuerbaren Energien versorgt wird. Der Landkreis Freising wird dieses Ziel unterstützen und seine Bürger und Bürgerinnen motivieren, sich diesem Ziel anzuschließen.

Dieses Ziel soll erreicht werden durch

- Reduzierung des Energieverbrauchs
- Effiziente Energieerzeugung und -nutzung
- Einsatz Erneuerbarer Energien insbesondere unter nachhaltiger Nutzung heimischer Ressourcen.

Der Landkreis Freising fordert die Kommunen des Landkreises auf, sich diesem Ziel anzuschließen und im Rahmen ihres Handlungsspielraums zur Erreichung dieses Zieles beizutragen.

Der Landkreis erstattet jährlich Bericht über die in seinem Bereich durchgeführten Maßnahmen und die erzielten Erfolge.

Durch die Energiewende sollen unsere natürlichen Lebensgrundlagen erhalten und die regionale Wirtschaftskraft sowie die Lebensqualität für unsere Bürgerinnen und Bürger gesichert werden."

Im Dezember 2012 hat sich der Landkreis im Rahmen seines Landkreisentwicklungskonzepts erneut zur Zielsetzung des Energiewendebeschlusses bekannt:

9. Leitlinie "Energie"

"Der Landkreis Freising möchte die zukünftige Energieversorgung auf wirtschaftlicher Basis sicherstellen. Die durch den Landkreis beschlossene Energiewende wird umgesetzt, insbesondere durch Reduktion des Energieverbrauchs, Steigerung der Energieeffizienz und Ausbau der regionalen Energieerzeugung aus erneuerbaren Energiequellen. Die zahlreichen Aktivitäten sollen verstärkt, zusammengefasst und übergemeindlich koordiniert werden. Insbesondere das Engagement ehrenamtlicher Initiativen und die Investitionsmöglichkeiten für die Bürgerschaft und die lokale Wirtschaft sollen weiter unterstützt werden."

Tragweite

Der Landkreis und die 24 Städte und Gemeinden sind aufgerufen, die Energiewende in allen Sektoren -Strom, Wärme und Verkehr – vollständig umzusetzen. Dies bedeutet, dass bis 2035:

- möglichst viel Energie eingespart wird,
- der gesamte Strom aus EE erzeugt wird,
- alle Gebäude mit EE beheizt werden,
- der gesamte Verkehr mit EE betrieben wird,
- die Kommunen im eigenen Bereich vorbildlich vorangehen und die übrigen Akteure für eine echte öffentlich-private Partnerschaft motivieren.

Nach mittlerweile 15 Jahren ist jedoch erst ein kleiner Teil geschafft. Bei der "Halbzeitkonferenz" im Mai 2022 wird zu überlegen sein, wie man den erheblichen Rückstand verkürzen kann.

Menschen und Organisationen

Energie zieht sich durch alle Lebenslagen und betrifft alle Menschen und Organisationen im Landkreis. Je mehr Bürgerinnen und Bürger, Kommunen, Betriebe und Organisationen den Gedanken der EE aufgreifen, umsetzen und weitergeben, desto schneller und leichter wird die Energiewende gelingen. Geeignete und engagierte Akteure sind bereits vorhanden, z.B. kommunale Unternehmen, Bürgerenergiegenossenschaften (s. Kapitel 20), das Klimaschutzbündnis des Landkreises (s. Kapitel 16) und die Solarvereine. Aber auch Agenda-Arbeitskreise, Kirchengemeinden oder Sportvereine können viel bewirken.



Bild: fff-Demo in Freising, © Josef Preiselbauer 2019

Zuletzt entwickelten sich die Akteure sehr dynamisch:

- Fridays4Future in Freising und Moosburg
- 17 Vereine und Organisationen gründeten das Bündnis "Klimagerechtigkeit Region Freising"
- Freising hat als erste Kommune im Landkreis den Klimanotstand anerkannt und richtet seine kommunalen Entscheidungen daran aus.

Die Politik sollte die Akteure ermutigen und ihnen die nötigen Spielräume geben, aber auch auf ihre Erfahrung und ihr Fachwissen zurückgreifen. Auf der anderen Seite ist genaues Zuhören, Informationsarbeit und Akzeptanzförderung notwendig, um auch Betroffene und Skeptiker für die Energiewende zu gewinnen und etwaige Fehlentwicklungen zu vermeiden.

8. Studienlage zur Energiewende

Studien zur Energiewende in Deutschland

Einhellig kommen alle Studien zu dem Ergebnis, dass **Strom zur Schlüsselenergie wird**.

Erstens erzeugen EE fast ausschließlich Strom und zweitens sind auf Strom basierte Heizwärmeerzeugung und Mobilität um den Faktor 2 bis 4 effizienter als die heutigen, auf fossilen Energien basierenden Umwandlungen in Brennkammern, Verbrennungsmotoren und Dampfturbinen. Mit anderen Worten: Kohle, Benzin und Diesel sowie Heizöl und Erdgas entfallen komplett - dadurch halbiert sich der Energieverbrauch und wir brauchen etwa 2- bis 3-mal so viel Strom wie bisher. Gleichzeitig wird der Speicherbedarf größer, um die fluktuierenden Energien - vor allem Sonne und Wind möglichst gut an den Verbrauch anzupassen. Dazu dienen v.a. Batterien, Wasserstoff und Methan aus Power-to-Gas. E-Fuels aus Power-to-Liquid dürften nur in einigen Sonderbereichen zwingend erforderlich sein. Setzt man sie für Normalbereiche (z.B. für PKW) ein, treibt man ohne Not den Bedarf an EE-Strom massiv in die Höhe - ein Luxus, den man sich erst leisten kann, wenn die Energiewende geschafft ist (s. Kapitel 9). Alle Studien betonen die Wichtigkeit der Nutzung von Einsparpotenzialen. Der entscheidende Unterschied liegt in den sehr unterschiedlich hohen Energieimporten.

Studien mit hohen Energieimporten

Die Studien mit einem sehr hohen Anteil von bis zu 50 % an importierten EE in Form von Wasserstoff oder synthetischen Kraftstoffen stammen aus 2018 und 2019 und wurden von Dena¹⁰, BDI¹¹ und dem UBA¹² beauftragt bzw. erstellt. Gleichzeitig mit dem hohen Energieimport wird aber auch der hohe Energiebedarf zur Erzeugung von Wasserstoff und dessen Derivaten ebenfalls im Ausland aufgebracht, so dass sich damit der inländische Strombedarf enorm reduziert. Dieser wurde mit 700 TWh bis 870 TWh eher niedrig abgeschätzt und lag damit nur um 43 % bis 78 % über dem Nettostrombedarf 2020 von 490 TWh. Weiterhin rechnen diese Studien alle mit einem Zeitraum von 30 Jahren für die Energiewende-Transformation und damit mit dem Zieljahr 2050. Nur deswegen ist ein hoher Energieimport überhaupt denkbar, denn alle in Frage kommenden Exportländer haben bisher selber keine bzw. nur wenige EE-Erzeugungsanlagen, noch ist die komplette Infrastruktur für die Erzeugung des Wasserstoffs bzw. seiner Derivate vorhanden. Auch wenn es – anders als bei Erdöl und Erdgas - sehr viele Regionen mit

hoher Sonneneinstrahlung gibt, darf man die politischen, technischen, organisatorischen und sozialen Voraussetzungen für eine zuverlässige großtechnische Erzeugung, Aufbereitung und Lieferung nicht unterschätzen. Zudem bedeuten hohe Energieimporte in einer global immer instabileren Welt auch hohe Abhängigkeiten und Risiken.



Bild: © A. Henze

Studien mit geringen Energieimporten

Die neueren Studien (FZJ¹³, ISE¹⁴, EWG¹⁵, Agora¹⁶ erstellt von Prognos, Öko-Institut und Wuppertal Institut, HTW¹⁷, BEE¹⁸ erstellt von Fraunhofer ISE und bbh für Deutschland und vom BN¹⁹ erstellt von TUM und ZAE für Bayern) aus den Jahren 2019 bis 2021 rechnen mit deutlich geringeren Energieimporten von 0 % bis 24 %. Dadurch steigt der Strombedarf auf knapp 1.000 TWh bis 1.700 TWh je nach Studie und Energieimportmenge und damit um rund 100 % bis 250 % auf das rund 2- bis mehr als 3-fache des heutigen Strombedarfs. Gleichzeitig rechnen alle neueren Studien (mit Ausnahme der FZJ-Studie) mit einer deutlich schneller notwendigen Energiewende.

Deutsche Energieagentur: dena-Leitstudie Integrierte Energiewende, (2018)

¹¹ Bundesverband Deutscher Industrie (BDI): Klimapfade für Deutschland, (2018)

¹² Umwelt Bundesamt (UBA), Wege in eine ressourcenschonende Treibhausgasneutralität, Rescue-Studie, (2019)

¹³ Forschungszentrum Jülich, Wege für die Energiewende, (2019)

¹⁴ Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme (ISE), Wege zu einem klimaneutralen Energiesystem, (2020)

¹⁵ EnergyWatchGroup, 100 % Erneuerbare Energien für Deutschland bis 2030, (2021)

Agora Energiewende, Agora Verkehrswende und Stiftung Klimaneutralität, Klimaneutrales Deutschland, (2021)

¹⁷ Hochschule für Technik und Wirtschaft Berlin, Solarstromausbau für den Klimaschutz, (2021)

¹⁸ Bundesverband Erneuerbare Energien (BEE), Neues Strommarktdesign, (2021)

¹⁹ BUND Naturschutz in Bayern (BN), 100 % Erneuerbare Energien für Bayern, (2021)

2021

Das Zieljahr zur Erreichung der Energiewende variiert zwischen 2030 und 2040, sodass für diese sehr weitreichende Transformation ein deutlich kleinerer Zeitraum von lediglich knapp 10 bis 20 Jahren bleibt. Dieser Zeitraum ist erstmals deckungsgleich mit den zur Begrenzung der Klimakatastrophe notwendigen Zeiträumen zur Dekarbonisierung und passt auch zum Zieljahr 2035 des Energiewendebeschlusses. Die ggf. etwas höheren Kosten heimischer EE-Erzeugung stellen dabei eine Versicherungsprämie gegen Energiekrisen dar.

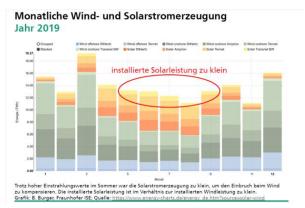
Sonne und Wind sind die Arbeitspferde der Energiewende:

Alle Studien zeigen, dass der Ausbau der Erneuerbaren Energien hauptsächlich durch Solar- und Windenergie erfolgen wird. Nur hier kann signifikant mehr Strom erzeugt werden als heute. Biomasse und Wasserkraft können keinen wesentlichen, zusätzlichen Beitrag zur Energieversorgung leisten bzw. werden tendenziell infolge des Klimawandels abnehmen. Speziell die Biomasse wird in einer postfossilen Wirtschaft noch mehr als bisher auch für stoffliche und chemische Verwendungszwecke sowie für hohe Prozesstemperaturen gebraucht, kann dabei aber auch zu erheblichen Energieeinsparungen und Treibhausgas-Reduktionen beitragen.

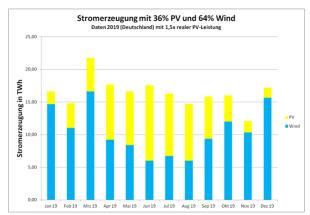
Beim Verhältnis von Wind und Sonne am zukünftigen Strommix unterscheiden sich die Studien ebenfalls: Alle Studien mit hohen Energieimporten berechnen 3- bis 4-mal so viel Windstrom als Solarstrom. Dies ist auch plausibel, da in den zugrunde liegenden Szenarien ein Großteil der benötigten Energie als gespeicherte Energie importiert wird und damit eine möglichst gleichmäßige Stromerzeugung aus Sonne und Wind kein Vorteil ist. Unter der inzwischen veralteten Annahme, dass Windstrom immer noch günstiger sei als Solarstrom bzw. dass ein Windenergieausbau schnell umsetzbar wäre, wird dann ein höherer Windstromanteil berechnet.

Im Gegensatz dazu kommen alle Studien mit geringen Energieimporten zu einem nahezu ausgeglichenen Verhältnis von Sonne und Wind, damit die Stromerzeugung im Tages-, Wochen-, Monats- und vor allem im Jahresgang den zukünftigen Strombedarf möglichst gut abbildet, um möglichst wenig Speicher nutzen zu müssen. Denn Speicher sind ein erheblicher Kostenfaktor, insbesondere dann, wenn sie selten genutzt werden. Deswegen ergeben diese Studien, dass möglichst wenig Strom in Langzeitspeichern gespeichert wird und das System mit möglichst wenig grünem Wasserstoff, Methan aus Sonnen- und Windstrom und E-Fuels auskommt. Diese Langzeitspeicher sind nicht nur kostspielig, sondern aufgrund von Umwandlungsprozessen auch sehr verlustreich und damit energieintensiv. Für jede Kilowattstunde Strom, die aus den Langzeitspeichern wieder gewonnen wird, musste vorher das 2- bis 4fache an erneuerbarem Strom eingesetzt werden.

Für diese ausgeglichenere Erzeugung sinkt dann im Verhältnis die Menge an Windstrom und die Solarstrommenge nimmt zu. Gleichzeitig wird eine höhere benötigte EE-Erzeugung in den Studien berechnet, da die Speicher- und Umwandlungsverluste in Deutschland und nicht, wie bei Importen, in den Herkunftsländern aufgebracht werden müssen. Als Ergebnis wird das Optimum für den kostengünstigsten Mix von Solarund Windstrom bei in etwa 1:1 bis 1:2 gesehen.



Grafik: Monatliche Wind- und Solarstromerzeugung im Jahr 2019 in Deutschland mit zu erkennendem Sommerloch mit 73 % Windstrom und 27 % Solarstrom, Quelle B. Burger, Fraunhofer ISE



Grafik: Deutlich ausgewogenere Erzeugung durch Sonne und Wind mit einem höheren Solaranteil (36 %). Lediglich im November ist eine Lücke zu erkennen, die aus Langzeitspeichern zu decken ist, eigene Berechnungen.

Die Studie der TUM und des ZAE für den BN errechnet für Bayern einen idealen Strommix aus Sonne und Wind von rund 1:1,2. Damit müssten rund 55 % des Stromes aus Wind mit Windenergieanlagen und die restlichen 45 % aus Sonne mit PV-Anlagen erzeugt werden.

So werden die volkswirtschaftlichen Kosten für den Speicherbedarf und für die Energiewende insgesamt minimiert. Neue technische und ökonomische Fortschritte können künftig das Ergebnis verändern, z.B. wenn Umwandlungsverluste reduziert und/oder die Herstellungskosten gesenkt werden.

9. Energiewende im Ganzen denken (Sektorkopplung)

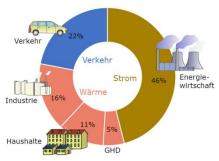
Nach Quaschning²² gibt es – "nur" bzw. "immerhin" – eine bis 2040 tatsächlich machbare Strategie für die Energiewende. Er schreibt 2016, dass das verbleibende CO₂-Restbudget, um die Klimaerwärmung auf 1,5°C zu begrenzen, eine weltweite THG-Neutralität bis spätestens 2040 notwendig macht. Mit Abstand größter THG-Emittent ist heute die fossile Energiewirtschaft. In den Sektoren Strom, Wärme und Mobilität gibt es umfangreiche fossile CO₂-Emissionen, die sehr rasch auf Null gesenkt werden müssen. Für den künftigen Energiebedarf stehen grundsätzlich unterschiedliche Strategien zur Verfügung. Dabei spielen Strom und Effizienzsteigerung die Hauptrollen, aber auch alle anderen EE werden gebraucht. Die Sektorkopplung von Strom, Wärme und Mobilität wirkt sich sehr positiv auf die Machbarkeit der Energiewende aus. Der gesamte Endenergiebedarf in Deutschland würde von rund 2.400 Mrd. kWh um knapp ein Drittel auf rd. 1.600 Mrd. kWh sinken. Der Strombedarf würde sich in etwa auf 1.320 Mrd. kWh verdoppeln. Für den erhöhten Strombedarf, sowie für die begleitende Speicher- und Netz-Infrastruktur sind entsprechende Ausbaupfade erforderlich und möglich. Weitere Reduktionen des Energiebedarfs und technische Fortschritte könnten die Aufgabe wesentlich erleichtern, sind aber vorsichtshalber nicht einkalkuliert. Daher ist eine regelmäßige Aktualisierung der Strategie wichtig. Daraus ergibt sich – vorbehaltlich o.g. "Erleichterungen" – das politische Ziel "2 x 100 % EE-Strom (bezogen auf den heutigen Bedarf)". Landkreis und Kommunen sollten diesen Transformationspfad tatkräftig unterstützen!

Was versteht man eigentlich unter Energiewende?

Energiewende ist die Umstellung unseres gesamten Energiebedarfs (Strom, Wärme, Verkehr) auf 100 % EE (Sonne, Wind, Wasser, Geothermie, Bioenergien) auf ökologisch, ökonomisch und sozial nachhaltige Weise. Es handelt sich um eine sehr komplexe Aufgabe, da – bei laufendem Betrieb – nicht nur ein neues Ziel (100 % EE, dezentral) erreicht, sondern auch das bestehende Energiesystem (fossil, nuklear, zentral) abgelöst werden muss, idealerweise ohne Bürger, Wirtschaft und Staat zu überlasten.

Warum ist eine rasche Energiewende so wichtig?

Der immer schneller voranschreitende Klimawandel (s. Kapitel 2) lässt uns nicht mehr viel Zeit, um den gesamten Energiebedarf CO_2 -neutral bereitzustellen. Hinzu kommen die Verknappung fossiler Energieträger und der Atomausstieg, die ein hohes Tempo notwendig machen. Für das 1,5-Grad-Ziel brauchen wir bis 2030/2040 THG-Neutralität – auch in Deutschland – sowie die Einhaltung des THG-Budgets. Und die Kosten des Klimawandels²⁰ liegen um ein Vielfaches höher als die Kosten von rechtzeitigem Klimaschutz.



Grafik: Anteil der Sektoren an den energiebedingten THG in Deutschland 2014, (Quaschning⁷) (1 % entspricht rd. 7,5 Mio. t CO₂e)

²⁰ Sir Nicholas Stern: The Economics of Climate Change (2006)

Wie groß sind die CO₂-Emissionen in Deutschland?

Energiebedingte THG-Emissionen²¹ trugen 2014 mit rd. 752 Mio. t CO₂-Äquivalenten den Löwenanteil (83 %) zu den rd. 902 Mio. t Gesamtemissionen bei.

Die (Kohle-)Kraftwerke zur Stromerzeugung emittieren davon knapp die Hälfte und sind der wichtigste Ansatz zur schnellen Reduktion der THG. Es folgen der Verkehr (PKW und LKW), die Industrie (v.a. Prozesswärme), die Haushalte und GHD (Gewerbe, Handel und Dienstleistung, s. Grafik).

Wie wäre eine rasche Energiewende machbar?

QUASCHNING²² hat 2016 in seiner viel beachteten Studie "Sektorkopplung durch die Energiewende" untersucht, auf welche Weise in Deutschland eine vollständige Energiewende bis 2040 machbar wäre. Dabei zeigte sich, dass gerade die Kopplung von Strom, Wärme und Mobilität die Umsetzung erheblich erleichtert. Durch Energieeinsparung, Ausbau der EE-Stromerzeugung auf rd. 1.320 Mrd. kWh sowie Einsatz von EE-Strom-basierten Gasen (PtG²³) und Treibstoffen (PtL²³) wird das Ziel erreichbar. Technologische Weiterentwicklungen bei der Erzeugung, Speicherung und Umwandlung von EE-Strom sowie beim Energieverbrauch sind darin nicht einkalkuliert und werden den Prozess erleichtern.

Auch wenn die Zahlen sich inzwischen verändert haben, sind die Grundaussagen der Studie unverändert gültig. Nachfolgend einige wichtige Auszüge:

Endenergieverbrauch in Deutschland heute

Der größte Teil des Endenergieverbrauchs von 2.402 Mrd. kWh (2014) entfällt auf den Bereich Wärme (Raumwärme, Warmwasser und Prozesswärme), wobei ein Teil davon auch über Strom und Fernwärme aus Kraftwerken gedeckt wird. Der größte Anteil der mechanischen Energie ist dem Verkehrssektor zuzuordnen.

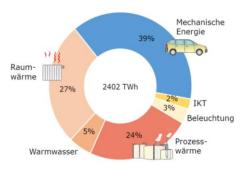
²¹ Treibhausgasemissionen 2014, Quelle UBA

 $^{^{\}rm 22}$ V. Quaschning: Sektorkopplung durch die Energiewende (2016)

²³ PtG, PtL: Power to Gas / to Liquid = Erneuerbares Gas / Methanol

2021

Auch die Industrie benötigt mechanische Energie, die überwiegend elektrisch gedeckt wird. Der genutzte Strom (600 Mrd. kWh) wird zu großen Teilen in den Bereichen Wärme (200 Mrd. kWh) und mechanische Energie (275 Mrd. kWh) eingesetzt. 75 Mrd. kWh entfallen auf Beleuchtung und 50 Mrd. kWh auf Informations- und Kommunikationstechnik (IKT).



Grafik: Endenergieverbrauch 2014 in Deutschland aufgeteilt in die verschiedenen Sektoren (Quaschning s.o.)

Energiewende im Wärmesektor

Fossile Energieträger lieferten im Jahr 2014

- 485,3 Mrd. kWh Raumwärme (75 % des Bedarfs)
- 84,5 Mrd. kWh Warmwasser (66 %)
- 346,5 Mrd. kWh gewerbliche Prozesswärme (73 %)

Bei EE-Wärme haben biogene Energieträger den mit Abstand größten Anteil, können aber nicht mehr substanziell gesteigert werden. Solarthermie und Tiefengeothermie können weiter ausgebaut werden. Die wirtschaftlichen Potenziale sind hier aber begrenzt.

Daraus folgt: Die Dekarbonisierung des Wärmesektors kann nur durch einen hohen Anteil von Strom aus regenerativen Kraftwerken und dem Einsatz von Wärmepumpen gelingen.

Würde die Dekarbonisierung im Raumwärme- und Warmwasserbereich im Wesentlichen durch Gas-Brennwertkessel mit Gas erfolgen, das über Power-to-Gas-Verfahren auf Basis von regenerativ erzeugtem Strom gewonnen wird, benötigte man zusätzlich rund 770 Mrd. kWh Strom. Gas-Brennwertkessel und KWK-Anlagen sind wegen schlechter Effizienz daher für die Dekarbonisierung bei der Energiewende nicht geeignet. Soll die Dekarbonisierung im Jahr 2040 abgeschlossen sein, dürfen Öl- und Gasheizungen ab dem Jahr 2020 nicht mehr neu gebaut werden. Stattdessen müssen effiziente Wärmepumpen die Versorgung der Raumwärme und des Warmwassers übernehmen.

Durch Gebäudesanierung ist der Wärmebedarf der Gebäude in den nächsten 25 Jahren möglichst um 30 bis 50 % zu senken. Dann entstünde ein zusätzlicher Strombedarf von "nur" 38 Mrd. kWh. Da aufgrund der relativ kurzen Zeit für die Umstellung mit geringeren Einsparerfolgen zu rechnen ist, geht QUASCHNING vorsichtshalber

von einem zusätzlichen Strombedarf für Raumwärme und Warmwasser von rd. 150 Mrd. kWh aus.

Für die Dekarbonisierung der Prozesswärme für Industrie und GHD entsteht ein zusätzlicher Strombedarf in der Größenordnung von 250 Mrd. kWh. Andere Studien geben den Strombedarf für die Industrie bis zu drei mal so hoch an. Der erforderliche zusätzliche Strombedarf ist bis 2040 vollständig durch EE zu decken.

Energiewende im Verkehrssektor

Im Verkehrssektor wurden 2014 rd. 730 Mrd. kWh Endenergie benötigt, davon 684,2 Mrd. kWh (93,7 %) in Form von Benzin, Diesel und Flugbenzin.

Biogene Energieträger decken etwas mehr als 4 %. Der Anteil der Biomasse kann aber nicht mehr substanziell ausgebaut werden. Die Dekarbonisierung des Verkehrssektors kann im Wesentlichen nur durch Strom aus regenerativen Kraftwerken gelingen.

Erfolgte die Dekarbonisierung im Wesentlichen durch Treibstoffe, die über PtL-Verfahren auf Basis von regenerativ erzeugtem Strom gewonnen würden, ergäbe sich ein zusätzlicher Bedarf von ca. 1.000 Mrd. kWh an Strom. Werden Effizienzmaßnahmen (v.a. Elektromobilität) konsequent umgesetzt, reduziert sich der zusätzliche Strombedarf auf 337 Mrd. kWh, also ein Drittel.

Deswegen muss der Individualverkehr künftig fast ausschließlich auf Elektrofahrzeugen mit Batteriespeichern basieren. Möglichst ab 2025, spätestens aber ab 2030, sollten in Deutschland keine Neufahrzeuge mit Verbrennungsmotoren mehr zugelassen werden.

Auch der Güter- und Omnibusverkehr muss elektrifiziert werden. Aufgrund der langen Strecken im Güterverkehr wird empfohlen, die wichtigsten Fernstraßen mit elektrischen Oberleitungen zu versehen.

Für den Flug- und Schiffsverkehr lässt sich eine Dekarbonisierung kurzfristig nur durch den Einsatz von regenerativen Power-to-Liquid-Treibstoffen und den verfügbaren biogenen Treibstoffen erreichen.

Zur Entlastung der regenerativen Stromerzeugung in Deutschland und zur Steigerung der Wirtschaftlichkeit kann ein Teil der Power-to-Liquid-Treibstoffe aus Ländern mit einem besseren Solarstrahlungs- oder Windangebot als Deutschland importiert werden. Der verbleibende zusätzliche Strombedarf von 200 Mrd. kWh muss bis 2040 jedoch vollständig durch heimische EE gedeckt werden.

Energiewende im Stromsektor

Nimmt man den zusätzlichen Strombedarf der effizienten Szenarien für Wärme und Verkehr sowie Speicherverluste von ca. 20 % und setzt gewisse Einsparungen beim bisherigen Strombedarf an, so ergibt sich in etwa eine Verdoppelung des Strombedarfs.

9. Energiewende im Ganzen denken (Fortsetzung)

Schlussfolgerungen

Die Zahlen machen deutlich, dass für einen erfolgreichen Klimaschutz von einem deutlich steigenden Strombedarf auszugehen ist, der spätestens 2040 klimaneutral ausschließlich durch EE gedeckt werden muss. Mit den Ausbauzielen des EEG 2014 ist bis zum Jahr 2040 lediglich eine regenerative Stromerzeugung von rund ¾ des 2016 benötigten Stromes zu erwarten und damit keinesfalls die benötigte Verdoppelung.

Um einen erfolgreichen Klimaschutz ohne CO₂-Abscheidung und -Speicherung (CCS), sowie ohne immense Wasserstoff- oder PtX²⁴-Importe zu realisieren, muss der EE-Ausbau deutlich gesteigert werden. Folglich bedarf es einer dringenden und umfassenden Anhebung der Ausbaukorridore für Windkraft- und Photovoltaikanlagen.

Erzeugung	Jährlicher Ausbau in GW	Installierte Leistung 2040 in GW	Volllaststunden in h/a	Strom- erzeugung 2040 in TWh ¹⁾
Photovoltaik	15,0 (netto)	415	950	394
Windkraft onshore	6,3 (netto)	199	2500	498
Windkraft offshore	2,9 (netto)	76	4500	343
Biomasse	1 (brutto)	20	2750	58
Wasserkraft	0,05 (netto)	7	3800	27
Summe	25,25	717		1320 (100 %)

Tabelle: Zubau EE zur Stromerzeugung aus (Quaschning s.o.)

Vergleicht man den für den Klimaschutz benötigten Ausbaupfad mit den seit 2014 unzureichenden Zielkorridoren im EEG, zeigt sich eine enorme Diskrepanz mit der Folge, dass der zukünftige Zubau umso schneller erfolgen muss.

Bewertung

Die Studie von QUASCHNING zeigt erstmals für Deutschland, dass und auf welche Weise bereits bis 2040 eine rasche und vollständige Dekarbonisierung der Energieversorgung möglich wäre, selbst wenn nicht optimale Szenarien zugrunde gelegt werden. Eine Verdopplung der Stromerzeugung ist im Hinblick auf die vorhandenen natürlichen, technischen, wirtschaftlichen und menschlichen Potenziale – bei entsprechendem Willen leistbar.

Eine rasche Transformation unseres Energiesystems in eine CO₂-freie Zukunft bis 2040 erfordert ferner u.a.:

- eine deutliche Umstellung auf Effizienztechniken
- einen raschen Ausbau der gasförmigen (PtG) und flüssigen (PtL) Speichertechnologien
- einen konsequenten Ausstieg aus den fossilen Energietechniken

Eine Energiewende im Verkehrssektor ist nur machbar, wenn der immense Energiebedarf möglichst energieeffizient abgewickelt wird. Dies ist nur über Elektromobilität mit EE-Strom per Batterie (oder ggf. per Oberleitungen) möglich. (Eine Reduktion des Mobilitätsbedarfs sowie mehr ÖPNV und Radverkehr erleichtern die Aufgabe.)

Der Umweg über Wasserstoff, PtG oder PtL ist nur in Sonderfällen notwendig und möglich. Weitere Lösungen, um den Energiebedarf für Mobilität stark zu reduzieren, sind im Kapitel 14 "Energieeinsparung" beschrieben.

Am Ende läuft die Energiewende also vor allem auf eine Stromwende hinaus. Zum einen da (fast) alle EE Strom erzeugen und zum anderen da, wie in den vorigen Absätzen erläutert, der Strom den Energiebedarf in der Regel sowohl im Wärme- als auch im Verkehrssektor am effektivsten bereitstellen kann.

Energiewende = bezahlbare Energiepreise in Zukunft

Im Jahr 2021 sind die Spotmarktpreise für Strom an der Leipziger Strombörse massiv von ca. 5 Ct/kWh am Anfang des Jahres auf über 17 Ct/kWh gegen Ende des Jahres angestiegen. Alle Verbraucher und Unternehmen, die schon heute einen großen Teil ihres Energiebedarfes mit EE decken, konnten diesen weiterhin kostengünstig produzieren und nutzen.

Die EE sind unsere einzige Chance auf dauerhaft stabile und bezahlbare Energiepreise. Die Energiewende trägt entscheidend dazu bei, künftige Energiepreis- und Wirtschaftskrisen zu vermeiden und ist noch dazu ein Jobmotor.

Wie sieht das künftige Gesamtenergiesystem aus?

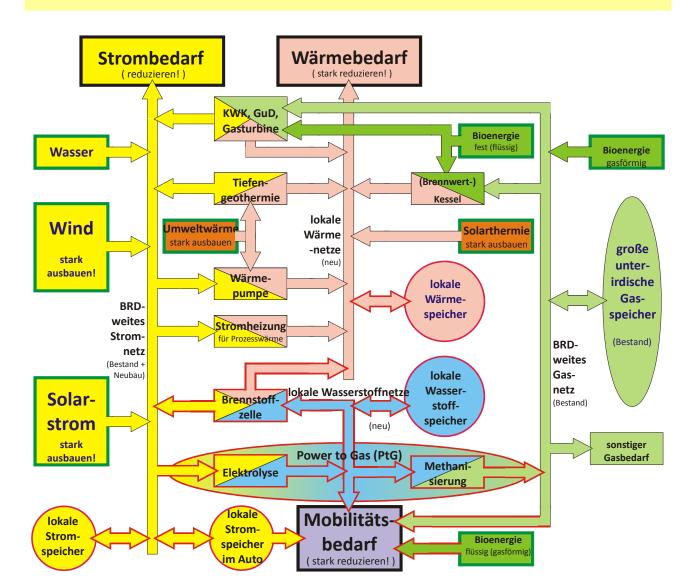
Die bisherigen getrennten Energieträger Strom, Wärme, Gas und künftig auch Wasserstoff (s. Grafik rechts) werden zukünftig vielfältig miteinander vernetzt sein. Diverse Erzeuger speisen jeweils Energie in Netze und Speicher, um den Strom-, Wärme- und Mobilitätsbedarf zu decken. Der wichtigste und gleichzeitig flexibelste Energieträger ist Strom, da dieser direkt und auch indirekt für Wärme und Mobilität sorgt, aber auch in Form von Gas gespeichert und bei Bedarf "rückverstromt" werden kann.

Die Grafik auf der rechten Seite bildet die zentralen, bestehenden Energieübertragungssysteme Stromnetz (links) und Gasnetz (rechts) mit Speicher ab. In der Mitte sind die lokalen Wärmenetze, die zum Teil schon bestehen, und die lokalen Wasserstoffnetze gezeichnet, die noch geschaffen werden müssen. Zusätzlich werden noch große Speicher für Strom, Wasserstoff und vor allem (Langzeit-) Wärme benötigt, um die dezentral entstehenden, z.T. großen Stromüberschüsse aus den fluktuierenden EE zu speichern.

Ganz besonders sei darauf hingewiesen, dass die bei den weniger werdenden Umwandlungsprozessen entstehende Abwärme zu nutzen ist. Ansonsten wird der Bedarf an EE-Erzeugung unnötigerweise noch größer.

_

²⁴ PtX: Power to X (X steht für Gas oder Liquid)



Grafik: Gesamt-Energiesystem mit 100 % EE mit den Energienetzen Strom (gelb), Wärme (rot), Gas (hellgrün) und Wasserstoff (blau), Henze

Die Stromspeicher sind aufgeteilt in stationäre und "mobile" Speicher in Fahrzeugen. Dabei werden die direkten Stromspeicher als kurzfristige (Tag-/Nachtausgleich), die Wasserstoffspeicher als mittelfristige und die bestehenden Gasspeicher in Erdkavernen des heutigen Gasnetzes als langfristige Gasspeicher (Saisonausgleich) und zur langfristigen Vorhaltung von "Reservestrom" genutzt. Diese Aufteilung der Speicher ergibt sich aus den Kosten, den Speichergrößen und den Wirkungsgraden der Speicher.

Um Stromüberschüsse auch in den riesigen bestehenden Gasspeichern speichern zu können, ist der Übergang vom Strom- zum Gasnetz mit Hilfe von PtG extrem wichtig. Hier stehen mittlerweile die ersten Anlagen und produzieren aus Wasser, Strom und Kohlendioxid Methan. Aus dem Überschussstrom kann aber auch flüssiges Methanol (PtL) hergestellt werden, das in Brennstoffzellen oder Verbrennungsmotoren zum Einsatz kommen kann (nicht abgebildet).

Alle rot umrandeten Elemente sind neu im derzeitigen Energiesystem und müssen größtenteils noch geschaffen werden. Alle einspeisenden EE sind grün umrandet.

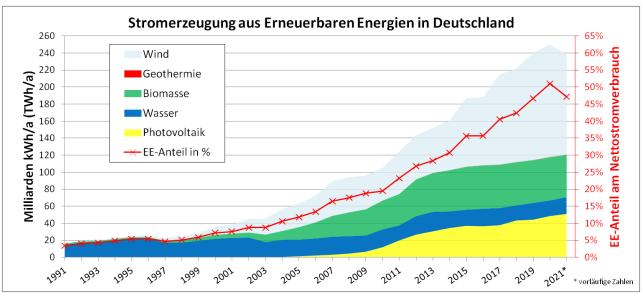
Einsparung nicht zwingend, aber äußerst hilfreich

Grundsätzlich steht uns mehr als genug Energie zur Verfügung, da z.B. alleine auf die Landfläche der Erde rund 2700-mal mehr Sonnenenergie trifft, als die ganze Welt derzeit verbraucht. Eine Reduzierung des Verbrauchs vereinfacht, verbilligt und beschleunigt die Energiewende jedoch erheblich (s. Kapitel 15) und ist im Hinblick auf die zeitlich kurzfristig angestrebte Energiewende und THG-Neutralität äußerst hilfreich.

Energiewende geht nur mit Sonne und Wind!

Nur Sonne und Wind stehen uns in wirklich großen Mengen zur Verfügung. Wasserkraft, Biomasse und Geothermie sind dagegen sehr begrenzt und können nur einen kleinen – aber wichtigen, die fluktuierenden EE Wind und Sonne ausgleichenden – Anteil vom heutigen Stromverbrauch abdecken.

10. Ziel: 100 % Strom aus Erneuerbaren Energien (EE) in Deutschland



Grafik: Henze, Quelle: BMU, BDEW, AGEB, eigene Berechnungen, 2022

Ziel: 100 % Strom aus EE

Mit EE können wir unseren Energiebedarf zu 100 % CO₂-frei und damit klimaneutral abdecken. Dieser Umstieg kann relativ schnell erfolgen, wie das Wachstum von 1991 bis 2021 zeigt (s. Abbildung oben).

Viele Studien und Szenarien (s. Kapitel 8 und 21) zeigen, wie sich eine regenerative Stromversorgung in Zukunft zusammensetzen wird. Eine Dekarbonisierung der gesamten Energieversorgung in allen Bereichen zieht eine Erhöhung des Strombedarfes auf rund 1.000 bis 1.700 Mrd. kWh nach sich (s. Kapitel 8), die vollständig regenerativ erzeugt werden müssen.

Team der Erneuerbaren Energien

Theoretisch könnten wir in Deutschland und auch im Landkreis, mit Hilfe von EE ein Vielfaches mehr an Energie gewinnen als wir benötigen. In der Praxis ist das nicht so einfach:

Jede EE verfügt über spezielle Stärken und Schwächen. So besitzen vor allem Wind- und Solarenergie ein enormes Mengenpotenzial, stehen als vom Wetter abhängige, fluktuierende Energieträger jedoch nicht immer im momentan benötigten Umfang zur Verfügung. Die Bioenergien dagegen – als gut speicher- und regelbare Energieformen - verfügen nur über ein sehr begrenztes Mengenpotenzial. Auch die Wasserkraft ist heute schon fast vollständig ausgebaut und hat - ähnlich wie die Geothermie - ein sehr begrenztes Zubaupotenzial, ist aber nahezu jederzeit verfügbar. Im Team EE und in Kombination mit Speichertechnologien kann jede EE mit ihren Stärken die Schwächen der anderen EE ausgleichen und zu einem optimalen Gesamtergebnis beitragen. Gemeinsam sind die EE jeder Herausforderung gewachsen. Jede EE-Form sollte dabei im Team EE die Rolle einnehmen, die sie gut und ohne zu große Nebeneffekte ausfüllen kann.

Bisherige Entwicklung in Deutschland

Sonne, Wind, Bioenergien, Wasser und die Geothermie konnten bis 2020 ihre Erzeugung jährlich steigern. Geringere wetterbedingte Stromerträge wurden von neuen Anlagen zumindest ausgeglichen. Nach dem sonnenund windreichen Jahr 2020 gab es jedoch 2021 erstmals einen signifikanten Rückgang der EE-Erzeugung, da zum einen wetterbedingt weniger erzeugt wurde und andererseits 2019 und 2020 zu wenige neue EE-Anlagen errichtet wurden, um diesen Effekt auszugleichen. Die EE-Erzeugung sank 2021 um 12,2 Mrd. kWh auf 238 Mrd. kWh und damit unter die Erzeugung von 2019. Das Ziel der Bundesregierung von 259 Mrd. kWh für 2021 wurde deutlich verfehlt. Der Anteil der EE am deutschen Nettostromverbrauch (505 Mrd. kWh) lag deswegen nur bei 47,1 %. Trotzdem erzeugten die EE 2021 rund 13-mal so viel Strom wie 1990.

2021 sank der Ertrag der Windkraft um 14,8 TWh (2020 +6,2 TWh); die Photovoltaik steigerte den Ertrag 2021 "nur" um 2,6 TWh (2020 +4,3 TWh) und die Wasserkraft legte wieder um 1,4 TWh zu (2020 -1,4 TWh). Die Biomasse sank um 1,3 TWh (2020 +0,8 TWh). Die Ursachen für den deutlich zu niedrigen Zubau bei der Windenergie sind die seit Jahren zu geringen Ausbauziele im EEG, die seit 2020 im EEG verankerten Öffnungsklauseln, nach der in Bayern und NRW Mindestabstände zur Wohnbebauung festgelegt wurden, sowie viele rechtliche Unklarheiten bei der artenschutzrechtlichen Prüfung. Seit 2019 werden dagegen wieder steigende Installationszahlen bei der Photovoltaik verzeichnet: 2018: +2,9 GWp, 2019: +3,8 GWp, 2020: +4,8 GWp und 2021 +5,3 GWp (vorläufige Zahl). Der ca. 10 %-Anteil des Eigenverbrauchs an der Gesamterzeugung des Solarstroms wirkt sich statistisch nicht bei der Erzeugung, sondern beim (geringeren) Verbrauch aus.



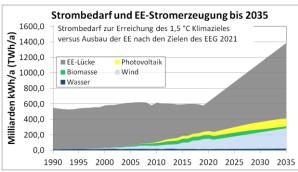
und Bayern

Stromerzeugung	2000	2010	2020	2021*	2021	Ziel "100 % EE"
in Deutschland	(Mrd. kWh)	(Mrd. kWh)	(Mrd. kWh)	(Mrd. kWh)	(%)	(%) ⁺
Nettostromverbrauch	501,4	540,5	490,0 [*]	505,0 [*]	100 %	100 %
EE-Strom Wasser	21,7	21,0	18,3	19,7	3,9 %	2 %
EE-Strom Wind	9,5	37,8	132,1	117,3	23,2 %	40 % bis 65 %
EE-Strom Bioenergie	4,7	33,9	50,9	49,6	9,8 %	4 % bis 6 %
EE-Strom Photovoltaik	0,1	11,7	48,6	51,2	10,1 %	35 % bis 55 %
EE-Strom Geothermie	0,0	0,0	0,2	0,2	0,0 %	0 % bis 2 %
EE-Strom Summe	36,0	104,4	250,2	238,0	47,1 %	100 %
Defizit bis 100 %	465,4	436,1	239,9	267,0	52,9 %	0 %

[†] Achtung: Der Nettostrombedarf wird sich bis 2035 auf ca. 1.000 bis 1.700 Mrd. kWh erhöhen (s. Kapitel 8) Zum Vergleich: Die Bruttostromerzeugung in Deutschland betrug 2021 rd. 585 Mrd. kWh.

Quelle: BMU, BDEW, AGEB, eigene Berechnungen, * vorläufige Zahlen

Die neue Bundesregierung hat sich zum Ziel gesetzt, den EE-Ausbau an die Klimaschutzziele anzupassen. Aber auch die im Koalitionsvertrag bzw. in der Eröffnungsbilanz von Minister Habeck genannten deutlich höheren gewünschten Zubauzahlen sind nach Ansicht vieler Experten immer noch deutlich zu niedrig, da der Stromverbrauch noch wesentlich zu niedrig abgeschätzt wird. Mit Spannung wird das neue EEG der "Ampel" erwartet.



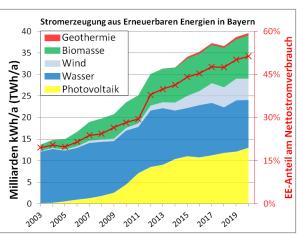
Grafik: Henze, Quelle: EEG, BMU, Quaschning, eigene Berechnungen

Bisherige Entwicklung in Bayern

Der EE-Anteil am Nettostromverbrauch stieg 2019 erstmals auf über 50 %. Corona-bedingt sank 2020 der Stromverbrauch um rund 5 % und erhöhte damit den Anteil am Nettostromverbrauch auf 51,3 %. Damit ist der EE-Vorsprung Bayerns beim EE-Anteil am Nettostromverbrauch auf gerade einmal 0,2 % gesunken – und das obwohl Bayern durch die Wasserkraft immer einen deutlichen Vorsprung hatte. Gleichzeitig konnten die EE knapp 40 Mrd. kWh erzeugen. Die Steigerungen lagen dabei ganz klar bei der Photovoltaik und der Biomasse mit je +0,9 Mrd. kWh. Seit 2019 ist die Photovoltaik damit Bayerns stärkste EE mit einem Anteil von rund 30 % aller EE.

Da ein Wachstum bei Wasserkraft und Biomasse (2020: zusammen rd. 21 Mrd. kWh) kaum noch möglich ist,

kann dies substantiell nur in den Bereichen Sonne und Wind erfolgen. Mit durchschnittlich zwei Windrädern pro Gemeinde und PV-Freiflächenanlagen auf 1 % ihrer Fläche könnten in Bayern rd. 50 Mrd. kWh Wind- und rd. 77 Mrd. kWh Solarstrom erzeugt werden. Zum Vergleich: Der Nettostromverbrauch Bayerns betrug 2018 rd. 77,2 Mrd. kWh und wird sich in einer THG-freien Zukunft (s. Kapitel 8 und 9) vermutlich mehr als verdoppeln.



Grafik: Henze, Quelle: BayLfStat, Bay. Wirtschaftsministerium

Um das Wachstum im Bereich der Windenergie nachhaltig zu steigern, muss Bayern endlich die Ziele erhöhen und entsprechend den Bundesvorgaben Flächen ausweisen und unnötige Hindernisse (10 H) abbauen.

Im Bereich der Solarenergienutzung ist Bayern bisher bundesweit ganz vorne – u.a. aufgrund der über 100 Solarinitiativen, von denen ja auch zwei im Landkreis Freising tätig sind, sowie der hohen Sonneneinstrahlung. Doch der notwendige weitere Ausbau reicht auch hier noch nicht aus. Laut Solarverband Bayern wäre allein in Bayern ein Ausbau der Solarenergie von ca. 4.000 MW pro Jahr notwendig.

11. Ziel: 100 % Strom aus EE – Wege, Bedingungen und Hemmnisse

Klare Haltung: weg von fossil, hin zu EE!

Enorm wichtig ist eine klare und dauerhafte Haltung der Politik gegenüber Bürgern und Wirtschaft:

- Fossile Energien schaden dem Klima und unserer Gesundheit. Sie gefährden unseren Wohlstand, unsere Sicherheit und langfristig unsere Existenz.
- Daher müssen wir von ihnen sehr rasch weg. Wir schaffen Begünstigungen ab und führen Belastungen ein bis hin zum Verbot (Phasing-out).
- Stattdessen müssen wir sehr rasch auf EE umsteigen. Wir schaffen Benachteiligungen ab und führen Begünstigungen ein.

EE-Zuwachs derzeit viel zu niedrig Ersatz für Atom-, Gas- und Kohlestrom

Würde man "nur" den aktuellen Netto-Strombedarf von 505 Mrd. kWh auf 100 % EE umstellen, müssten zusätzlich 267 Mrd. kWh durch EE ersetzt werden.

Zusatzbedarf für Sektorkopplung und Speicher

Für eine vollständige Dekarbonisierung bis 2035 zur Erreichung des Paris-Abkommens wird sich (s. Kapitel 8) der Stromverbrauch als effektivster Ersatz von Erdöl und Erdgas um weitere rund **500 bis 1.200 Mrd. kWh** auf 1.000 bis 1.700 Mrd. kWh stark erhöhen (inkl. Speicher zur Überbrückung von Lücken).

Importe im großen Stil sind keine gute Lösung

Theoretisch gibt es weltweit viele Regionen, die uns direkt (über Stromleitungen) oder indirekt mit EE-Wasserstoff und Derivaten versorgen könnten. Praktisch sind diese Regionen aber selber noch weit weg von EE-Überschüssen. Zudem zeigt der Ukraine-Krieg, dass die Abhängigkeit von Energieimporten ein hohes Sicherheitsrisiko darstellt. Daher werden wir den weitaus größten Teil unseres Energiebedarfs selbst erzeugen müssen.

Bisherige Zubauziele reichen nicht aus

Die Zubauziele im EEG 2021 (PV: ca. 5 GW, Wind an Land: ca. 4 GW) würden die EE-Erzeugung bis 2035 aber lediglich auf gut 400 Mrd. kWh ansteigen lassen. Damit klafft bei einem Gesamtbedarf von rund 1.000 bis 1.700 Mrd. kWh im Jahr 2035 eine Lücke von rund 600 bis 1.300 Mrd. kWh im jetzigen Ausbaupfad. Da die EE nur noch in den Bereichen Sonne und Wind substanziell wachsen können, sind insbesondere die Zubauziele für PV und Windenergie stark zu erhöhen.

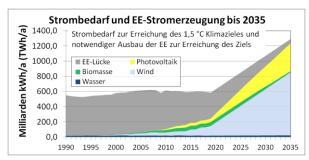
Notwendige Zubauziele für Photovoltaik im EEG

Je nach Studie²⁵ muss die installierte PV-Leistung von

heute 59 GWp bis zur Treibhausgasneutralität auf 355 GWp bis 830 GWp erhöht werden. Für 355 GW ist bis 2035 ein mittlerer Netto-Zubau von mindestens 21 GW pro Jahr notwendig (zzgl. Ersatz von alten Anlagen). Dafür ist das derzeitige Netto-Zubauziel im EEG-Referentenentwurf 2023 mit 284 GW bis zum Jahr 2035 nicht ausreichend, sondern liegt noch unter dem Mindestzubau von 355 GW und weit unter dem wahrscheinlich notwendigen Zubau von 400 bis 450 GW. Dies liegt vor allem an dem immer noch deutlich zu niedrig angenommenen zukünftigen Stromverbrauch.

Notwendige Zubauziele für Wind im EEG

Der jährlich notwendige Zubau für Wind wurde z.B. von Quaschning²⁵ 2014 mit 6,3 GW an Land und 2,9 GW auf See für die nächsten 23 Jahre bei einem angenommenen Strombedarf von ca. 1.320 Mrd. kWh (s. Kapitel 9) angegeben (inkl. Ersatz von alten Anlagen). Heute muss das Zubauziel im EEG auf 17 GW Wind (an Land und auf See) erhöht werden. Dass dies machbar ist, zeigt das Jahr 2016: Damals lag der Zubau mit rund 6,5 GW pro Jahr bereits bei knapp 40 % der künftig benötigten Zubaumenge. Durch die heute rund doppelt so leistungsstarken Neuanlagen bleibt die Anzahl der zuzubauenden Windenergieanlagen ungefähr gleich hoch wie 2016. Bei 1.700 Mrd. kWh Gesamtbedarf fallen die Zahlen noch weitaus höher aus.



Grafik: Notwendiger Ausbau der EE mit einem Zubau von 17 GW Wind und 30 GW PV pro Jahr zur Erreichung der Sektorkopplung bis 2035, Henze

Winterliche Reserve als staatliche Aufgabe

Trotz starker Zunahme der EE-Stromerzeugung wird es im Winter Phasen mit sehr hohem Bedarf bei gleichzeitig sehr geringer Erzeugung geben. Ein Ausgleich durch eine strategische nationale Reserve aus Wasserstoff oder Power-to-Gas-Methan ist technisch möglich, aber schwer durch den Markt zu organisieren. Daher obliegt diese Schlüsselaufgabe dem Staat.

²⁵ Die notwendige PV-Leistung beläuft sich nach Fraunhofer ISE (2021): 307 bis 415 GW, Agora Energiewende: 355 GW, Bundesverband Erneuerbare Energien (2021): 449 GW, Quaschning (2021) auf 594 GW, Energy Watch Group (2021): 830GW Alle Quellenangaben: siehe Kapitel 8

2021

Notwendige Änderungen im EEG – und was sagt der Koalitionsvertrag?

Folgende Punkte sind im EEG also zu verbessern (in Klammern die Aussagen im Koalitionsvertrag bzw. Referentenentwurf für das EEG 2023 dazu):

- Höhere Zubauziele (s.o.) (bis 2035: PV: 284 GW, Wind an Land: 152 GW, Wind auf See 40 GW).
- Höhere Ausschreibungsvolumina zur Erreichung der notwendigen stark erhöhten Zubauziele (2023: 7,2 GW PV und 8,8 GW Wind an Land).
- Starke Vereinfachung für Bürger und Genossenschaften (ohne Ausschreibung bis 6 bzw. 18 MW).
- Abschaffung der EEG-Umlage (Sonnensteuer) auf selbstverbrauchten EE-Strom sowie für Lieferungen z.B. an Mieter (ab 1.7.2022).
- Abbau des massiv gestiegenen Bürokratieaufwands zum Bau und Betrieb insbesondere von kleinen EE-Anlagen, um sie auch weiterhin für Bürger attraktiv zu halten (ja).
- Voranbringen multifunktionaler PV-Freiflächenanlagen (z.B. Biodiv.-PV, Agrar-PV, Moor-PV) (ja).
- Änderung der PV-Einspeisevergütungen (ja).

Änderungen im Baurecht

Im Baurecht muss der Sonderweg Bayerns mit der 10 H-Regelung abgeschafft werden (s. Kapitel 12) (Windausbau auch in windschwächeren Gebieten – verbrauchsnah und zur Netzengpassvermeidung).

Die Genehmigungszeiten für EE-Anlagen müssen verkürzt werden (überragendes öffentliches Interesse).

Strommarktdesign

Das Strommarktdesign ist immer noch geprägt von der Zeit, als Strom aus konventionellen Kraftwerken zum Teil Jahre im Voraus gehandelt wurde. Die volatilen EE können ohne Speicherung realistischerweise nur am Dayahead-Markt (d.h. einen Tag im Voraus) gehandelt werden. Da schlecht regelbare Atom- und Kohlekraftwerke nicht vom Netz genommen werden können, kommt es bei sonnen- und/oder windreichen Zeiten zu einem erheblichen Überangebot an Strom, der zu sinkenden Börsenpreisen nahe Null oder sogar darunter führt. Daher braucht es dringend ein zukunftsfähiges Strommarktdesign, welches das Ziel 100 % EE nicht erschwert, sondern befördert (soll erarbeitet werden).

Keine Förderungen für fossile Energien

Eines der größten Hemmnisse für Klimaschutz und Energiewende sind direkte und indirekte Förderungen von fossilen Energien ("wollen diese abbauen"). Dazu zählen z.B. Forschungsförderung, Nichtbesteuerung von Flugbenzin, aber insbesondere auch die von den Ver-

ursachern auf die Allgemeinheit abgewälzten "externen Kosten" der fossilen Energien für Schäden an Natur und durch den Klimawandel, Anpassungskosten an den Klimawandel, Krankheitskosten sowie erhöhte Sterblichkeit wegen Luftverschmutzungen aus Verbrennungsanlagen. Der Internationale Währungsfonds beziffert die Kosten für 2015 für Deutschland mit 49,2 Mrd. €²⁶, das Umweltbundesamt gar auf 164 Mrd. €r²⁷.

CO₂-Bepreisung

Das Umweltbundesamt hat Schadenskosten von $195 \, \rm e^{27}$ pro Tonne CO_2 errechnet. Der viele Jahre eher schwache EU-Emissionshandel (ETS) erreicht seit 2021 mit Preisen von rund 80 Euro je Tonne CO_2 erstmals eine Lenkungswirkung (ETS-Preise sollen nicht unter 60 € fallen).

Für den Verkehrs- und Wärmesektor sieht ab 2021 ein nationaler Brennstoff-Emissionshandel erstmals Kosten von lediglich 25 Euro je Tonne CO₂ vor. Der Preis soll bis 2026 auf 55 bis 65 € je Tonne steigen (bleibt so).

Weitere Möglichkeiten

- Energieeinsparung (s. Kapitel 15)
- Forschung und Entwicklung, z.B. in den Bereichen Agrar-PV, Moor-PV, HGÜ-Netze²⁸, Reduzierung des ökologischen Fußabdrucks von Produkten
- Stromspeicher und Stromnetze (vorausschauender Ausbau): Markteinführung dezentraler Speicher, Power to Gas, Power to Liquid (ja, insb. Wasserstoff), Optimierung von Ortsnetzen
- Verbesserung der Kreislaufwirtschaft
- Faktor Mensch: Kommunizieren der Notwendigkeit und Dringlichkeit der Energiewende, Akzeptanzförderung von EE-Anlagen, soziale Flankierung für Geringverdiener, Unterstützung des Strukturwandels in bisherigen Kohleregionen

Die durch das deutsche EEG ausgelöste technologische und wirtschaftliche Entwicklung ist weltweit bedeutsam für die Energieversorgung, den Klima- und Umweltschutz, eine nachhaltige Entwicklung und die Friedenssicherung. Die als Pioniere und Wegbereiter tätigen Solarinitiativen und die Bürgerinnen und Bürger in Bayern haben daran großen Anteil und eine historisch wertvolle Leistung erbracht. Mittlerweile wurde das EEG weltweit über 90-mal kopiert. Schon seit einigen Jahren wird deutschland-, europa- und weltweit mehr erneuerbare als fossilatomare Kraftwerksleistung mit einer Beschleunigung hin zu den EE-Kraftwerken in Betrieb genommen.

Dadurch sind absehbar alle Investitionen in fossile Technologien Fehlinvestitionen.

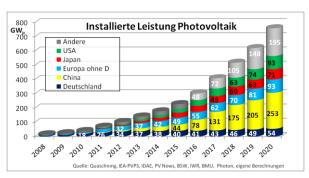
27

²⁶ IMF Survey: Counting the Cost of Energy Subsidies, 17.7.2015

²⁷ UBA: Methodenkonvention 3.1 zur Ermittlung von Umweltkosten

²⁸ HGÜ: Hochspannungs-Gleichstrom-Übertragung

12. Photovoltaik (PV) – Strom selbst erzeugen



Grafik: Weltweiter Boom der Photovoltaik, Henze

PV-Strom günstiger als Strom aus dem Netz

PV ist Deutschlands günstigste EE. Nur Solar- und Windenergie haben die Mengenpotenziale für eine vollständige CO₂-neutrale Energieversorgung. Das Potenzial auf vorhandenen Dach- und Fassadenflächen ist riesig und beträgt in Bayern bis zu 200 Mrd. kWh²⁹ bei einem Strombedarf 2020 von rund 74 Mrd. kWh. Der weltweite Siegeszug der PV wurde durch das deutsche EEG ausgelöst, welches auf der erstmals 1993 in Freising umgesetzten kostendeckenden Vergütung ("Freisinger Solarpfennig") basiert. **Der Eigenverbrauch zusammen mit dem EEG machen PV-Anlagen wirtschaftlich** umsetzbar. Dies gilt für private, gewerbliche und öffentliche Gebäude gleichermaßen.

Anlagen ohne Eigenverbrauch sollen laut Koalitionsvertrag wieder wirtschaftlich werden.

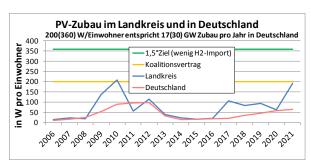
Solarstrom als Strompreisbremse

Eine 2022 gebaute PV-Dachanlage (EFH) erzeugt den Strom für die nächsten 20 Jahre für umgerechnet 10 bis 12 Ct/kWh (inkl. MwSt. und der geringen laufenden Kosten). Dieser Preis ist fix, sobald die Investition getätigt wurde. Strom vom Energieversorger kostet derzeit rund 30 Ct/kWh brutto mit stark steigender Tendenz. Somit ist selbst genutzter PV-Strom anfangs ca. 18 bis 20 Ct/kWh günstiger als zugekaufter Strom – Tendenz steigend.

Wenn die PV-Anlage nach 20 Jahren abgeschrieben ist, wird Solarstrom sogar noch viel günstiger, da dann nur noch gelegentliche Reparatur- und Wartungskosten anfallen ("goldenes Ende").

PV-Zubau ist zu niedrig – Energiewende in Gefahr

Allerdings wurde der PV-Zubau – und damit die Vorreiterrolle Deutschlands – durch zu drastische Senkungen der EEG-Einspeisevergütung zwischen 2012 und 2015 stark reduziert (EEG-Vergütung wird angehoben). Erst seit 2018 wächst der Zubau insbesondere auch im Landkreis wieder an und hat 2021 mit drei großen PV-Freiflächenanlagen das Niveau von 2010 erreicht.



Grafik: Henze, Quelle: Bundesnetzag., eigene Berechnungen, 2021: Landkreisdaten nur PV-Freiflächenanlagen

Photovoltaik ist einfach ...

Neben einem guten Vorbild brauchen Bürgerinnen und Bürger Informationen und Anreize. Kommunen können diese auf vielfältige Weise bieten. Die Solarvereine stehen hier den Kommunen kompetent mit Vorträgen und Beratung zur Seite. Einige einfache und wichtige Infos für Interessierte sind nachfolgend skizziert.

Eine PV-Anlage auf einem Wohngebäude sollte optisch ansprechend geplant sein, die Dachfläche voll ausnützen und das Gebäude aufwerten. Qualität, Optik und Gesamtertrag zählen mehr als der billigste Preis bzw. der höchste spezifische Ertrag. Typische EFH-Anlagen kosten zwischen 1.300 und 1.700 Euro brutto pro kWp. Die Montage ist meist in ein bis zwei Tagen erledigt.

... und geht ohne Finanzamt!

Viele Betreiber wollen möglichst wenig Arbeit mit Abrechnung und Steuern haben. Der nicht selbst verbrauchte Strom wird über 20 Jahre gemäß EEG ins Netz eingespeist und vergütet. Durch den Verkauf von Strom entsteht eine "gewerbliche Tätigkeit". Mit vernünftiger Planung ist trotzdem kein Aufwand mit dem Finanzamt notwendig, denn der PV-Betreiber hat weitestgehend Wahlmöglichkeiten hinsichtlich Ertrags- und Umsatzsteuer. Durch vermiedene Strombezugskosten beim "Eigenverbrauch" entsteht insgesamt ein finanzieller Vorteil durch Einsparungen, auch wenn beim Verkauf des Überschussstroms an den Netzbetreiber Verluste entstehen. Und Einsparungen müssen nicht versteuert werden.

Bei den derzeit niedrigen Einspeisevergütungen von 6,5 Ct/kWh (April 2022, EEG2021) machen kleine Privatanlagen in der Regel steuerliche Verluste. Somit gelten die Anlagen als "Liebhaberei" und sind nicht einkommensteuerpflichtig. Das Bundesfinanzministerium hat mit Schreiben vom 29. Oktober 2021 mitgeteilt, dass auf Antrag bei Anlagen bis 10 kWp ohne weitere Prüfung seitens der Finanzämter Liebhaberei unterstellt wird. Bei größeren Anlagen oder falls sonstige Voraussetzungen nicht erfüllt sind, ist eine fehlende Gewinnerzielungsabsicht bzw. eine negative Totalgewinnprognose weiterhin nachzuweisen.

²⁹ Bay. StMWi: Energiegipfel Bayern 2018/2019, S. 14, Sept. 2019

2021

Sonnenkraft Freising e. V. (www.sonnenkraft-freising.de) hilft PV-Betreibern mit einem Exceltool, mit dem ganz leicht berechnet werden kann, wie sich die Umsatzsteuerwahl wirtschaftlich auswirkt, ob die Anlage ertragsteuerlich relevant ist und wie sich Änderungen der Investitionskosten auf die steuerliche Betrachtung auswirken. Das Programm generiert ein Formular, mit dessen Hilfe dem Finanzamt angezeigt werden kann, dass die PV-Anlage für das Finanzamt nicht relevant ist.

Die richtige Anlagengröße: Dächer voll machen!

Eine gute Regel ist: die sinnvoll belegbaren Dachflächen sollen ästhetisch ansprechend ausgenutzt werden! Es ergibt keinen Sinn, Dachflächen "frei zu lassen". Eine Auslegung nur auf den derzeitigen eigenen Stromverbrauch ist nicht zu empfehlen, da bei größeren Anlagen die Kosten pro kWh sinken und Stromverbräuche künftig steigen könnten (z.B. für ein E-Fahrzeug und eine Wärmepumpe). Außerdem müssen dann für die nicht genutzten Flächen Freiflächenanlagen gebaut werden.

Kommunale Einrichtungen als Vorbild

Kommunen zahlen zwar niedrigere Strompreise als Haushalte, haben aber oftmals einen viel höheren Verbrauch in ihren Liegenschaften, v.a. tagsüber. PV-Anlagen auf kommunalen Liegenschaften mit Eigenverbrauch sind deshalb (fast) immer wirtschaftlich, teilweise sogar hochattraktiv! Als Vorbild sind aber PV-Anlagen auf kommunalen Liegenschaften mehr als nur eine wirtschaftliche Anlage – sie sind ein Statement. Soweit auf kommunalen Gebäuden bereits PV-Anlagen, z.B. im Rahmen von Bürgersolarprojekten, realisiert wurden und den Strom voll ins Netz einspeisen, sollte daran nichts geändert werden. In vielen Fällen sind jedoch noch freie Dach- oder Fassadenflächen vorhanden, die für den Eigenverbrauch genutzt werden können. In Frage kommen hier z.B. Rathäuser, Schulen und Kindergärten, die einen hohen Stromverbrauch haben. Aber auch auf Bau- und Wertstoffhöfen, Feuerwehrhäusern und Vereinsheimen mit niedrigem Stromverbrauch lassen sich noch Einsparungen erreichen. Möchte die Gemeinde ihre Bürger direkt beteiligen oder stehen der Gemeinde für große PV-Anlagen nicht genügend Eigenmittel zur Verfügung, so können diese z.B. auch durch die Bürger Energie Genossenschaft mit Bürgerbeteiligung errichtet werden (s. Kapitel 20).

Solarpotenzialkataster für alle Dächer

Seit März 2018 ist das Solarpotenzialkataster des Landkreises Freising online. Mit diesem Tool können sich Interessierte innerhalb weniger Minuten über das Solarpotenzial ihrer Dächer informieren und eine erste Wirtschaftlichkeitsberechnung durchführen. Dies gelingt aufgrund moderner Laserscanning-Daten und eines digitalen 3D-Modells, das für jedes Dach die Verschattung im Jahresverlauf berechnet. Schauen Sie kostenlos und unverbindlich: www.solare-stadt.de/kreis-freising.

Strompreis mit PV-Anlage	Strompreis mit PV-Anlage Wertangaben: brutto in Ct/kWh					
Zeitgleicher Autarkiegrad	40 %					
Strompreisanstieg p. a.	3 %					
PV-Gestehungskosten Jahre 1-20	13,00	Mittelwert in	nkl. Abschreil	oung		
PV-Gestehungskosten Jahre 21 ff.	3,00	zzgl. Teuerui	ngsrate für W	artung etc.		
	Heute	in 10 Jahren	in 20 Jahren	in 30 Jahren		
Strompreis ohne PV	30,00	40,32	54,18	72,82		
Strompreis mit PV						
40 % PV-Eigenerzeugung	13,00	13,00	5,42	7,28		
60 % Reststrombezug	30,00	40,32	54,18	72,82		
100 % MIX (PV + Reststrom)	23,20	29,39	34,68	46,60		
EINSPARUNG -23 % -27 % -36 % -36 %						
ERGEBNIS: Solarstrom wirkt wie eine Strompreisbremse! Solarstrom spart (selbst ohne Speicher) bis zu 36 % der Stromkosten ein!						

Chancen der Photovoltaik

Neben Strom-Eigenverbrauch auf kommunalen Liegenschaften, Gewerbegebäuden und privaten Wohnhäusern kann PV-Strom auch für die Wärmebereitstellung und die Mobilität genutzt werden. Aber auch die Bewohner von Mehrparteienhäusern können mit sog. Mieterstrommodellen oder mit "Balkonmodulen" vom günstigen Solarstrom profitieren. Die Bürger Energie Genossenschaft – Freisinger Land betreibt seit 2015 die ersten beiden Projekte (s. Kapitel 20) und hat 2021 vier weitere Mieterstromprojekte errichtet.

Mehr "eigene" Energie hält nicht nur die Kaufkraft in der Region, sondern gibt auch das Gefühl, autonom entscheiden zu können und mehr Sicherheit zu haben.



Bild: PV-Indach im Plusenergiehaus, Freising, @Michael Heinrich

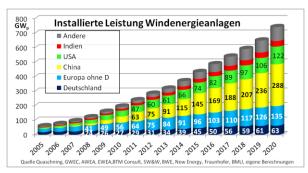
Kommunale Photovoltaikpflicht möglich

Am 16.12.2019 hat der Stadtrat von Amberg einstimmig beschlossen: "In Zukunft ist in allen Bebauungsplänen eine Verpflichtung für PV-Anlagen einzuführen". Damit ist Amberg die erste Stadt in Bayern und die fünfte in Deutschland mit einer Photovoltaikpflicht.

Eine entsprechende Bauleitplanung liegt in der ureigenen Zuständigkeit einer Kommune im Rahmen ihrer Planungshoheit.

Hier können alle Kommunen aktiv werden!

13. Windenergie



Grafik: Weltweiter Boom der Windenergie, Henze

Immer mehr Staaten haben erkannt, dass die Windenergie neben der Solarenergie die wichtigste Energiequelle ist. Doch Deutschland hat im EEG den Netto-Zubau seit 2019 auf max. 3,6 GW stark abgebremst. Bayern hat die Genehmigungen 2016 mit einem fachlich schlechten Windenergieerlass erschwert und mit 10 H zum Stillstand gebracht. Der Windenergieerlass befindet sich seit Jahren in der Überarbeitung. Die Ampelkoalition möchte die Windenergie über das gesamte Bundesgebiet wieder stark ausbauen: 2023: 8,8 GW

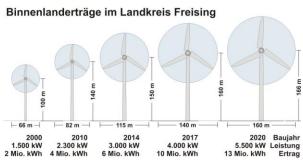
Für die Energiewende bis zum Jahr 2035 muss der mittlere jährliche Netto-Zubau in Deutschland laut Wirtschaftsministerium auf etwa 14 GW erhöht werden.

Doch der Netto-Zubau sank von 6,1 GW 2017 nach der Einführung der Ausschreibungen dramatisch auf 1,4 GW 2020 und damit auf rund 1/10tel des benötigten Ausbaus. Nach dem massiven Stellenabbau in den letzten Jahren wird der Wiederaufbau der Windindustrie eine große Aufgabe.

Windenergie im Binnenland

ist trotz ungünstigerer Windverhältnisse als an der Küste oder auf See unverzichtbar, weil durch dezentrale Erzeugung weniger Strom transportiert werden muss und das Risiko einer totalen Windflaute begrenzt wird.

In den letzten Jahren gab es enorme technologische Weiterentwicklungen bei Windenergieanlagen (WEA) für das Binnenland mit deutlich größeren Rotoren und höheren Türmen. Mit zunehmender Höhe und Leistungsstärke nimmt die Anzahl der für die gleiche Menge Strom notwendigen WEA sehr stark ab.



Grafik: Entwicklung der Größen von WEA und ihr Ertrag, Henze

Potenzial der Windenergie in Bayern

Dank neuer WEA mit verbesserter Technik hat auch Bayern viele Standorte, an denen schon heute neue WEA Strom günstiger als alle anderen neuen fossilen Kraftwerke erzeugen, selbst wenn die externen Kosten (Klimawandel, Endlagerung von Atommüll, Gesundheitsschäden) nicht mit eingerechnet werden. Durch jedes neue Windrad können in Bayern jährlich knapp 10.000 t CO₂ eingespart werden. Viele Beispiele für gut umgesetzte Projekte, auch in und um den Landkreis Freising, belegen, dass das Potenzial auch im Süden Bayerns von den Bürgern erkannt und genutzt wird.

Dies gäbe Anlass zur Zuversicht, weist Bayern doch mit 80 Mrd. kWh³⁰ das größte Flächenpotenzial aller Bundesländer für den Ausbau der Windenergie aus. Dieses Potenzial zu nutzen, wäre für Bayern wichtig, um die nach dem Abschalten des vorletzten Atomkraftwerkes entstandene Stromlücke zu kompensieren. Die Staatsregierung möchte aber bisher die Windstromerzeugung kaum ausbauen. Als Konsequenz ist Bayern seit 2018 Stromimportland und wird ab 2023 über 30 % seines Strombedarfes importieren und damit in massive Energieabhängigkeit geraten.

Ansiedlung von Windenergieanlagen

Planungsrechtliche Grundlage für den Erfolg der Windenergie in den letzten 20 Jahren ist die baurechtliche Privilegierung im Außenbereich (§ 35 Abs. 1 Baugesetzbuch). Danach dürfen WEA errichtet werden, sofern keine öffentlichen Belange entgegenstehen. Natürlich müssen die rechtlichen Vorgaben für den Schutz der Anwohner vor Lärm, optischer Bedrängung und Schattenwurf sowie für den Natur- und Artenschutz eingehalten werden. Faktisch bewirken diese Vorgaben einen Mindestabstand zwischen den WEA und Wohngebäuden. In der Praxis ergaben sich ausreichende Abstände zu Siedlungen von ca. 600-800 m.

Als Gegenpol zur Privilegierung können die Gemeinden und regionalen Planungsverbände die Ansiedlung von WEA durch Konzentrationszonen sowie Vorrang- und Vorbehaltsgebiete steuern und Wildwuchs, wie die Umzingelung von Ortschaften, vermeiden. Die Gemeinden können sich dabei auch interkommunal zusammenschließen, wie es z.B. die Kommunen des Landkreises Starnberg vorgemacht haben. Wichtigste Bedingung für eine Planung: Der Windenergie muss substantiell Raum verschafft werden, Verhinderungsplanungen sind unzulässig.

30

³⁰ 2011, Fraunhofer Institut für Windenergie und Energiesystemtechnik (IWES) bei einem Stromverbrauch von jährlich 85 Mrd. kWh in Bayern

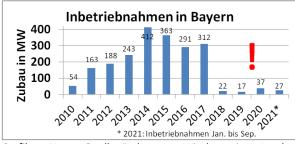
2021

Sonderweg Bayern: 10 H-Regelung

Durch die von Bayern im Bund erzwungene und in Bayern als einzige umgesetzte 10 H-Regelung wurde 2014 der gerade einsetzende Aufschwung der Windenergie abrupt abgewürgt. Seitdem sind WEA im Außenbereich nur noch privilegiert, wenn sie mindestens das Zehnfache ihrer Höhe von der nächsten nach dem Gesetz geschützten Wohnbebauung entfernt sind oder die Kommune die Aufstellung eines Bebauungsplans beschlossen hat.

Diese Abstände sind weit höher als aus Nachbarschutzgründen notwendig. Damit schrumpft in Bayern das theoretische Flächenpotenzial für Windenergie von rund 5,5 % der Landesfläche auf 0,05 %.

Als Ergebnis wurden seit Februar 2014 kaum noch neue und 2021 sogar gar keine neue WEA-Genehmigungen beantragt und seit 2018 kaum noch neue WEA realisiert (s. Grafik unten). Hier ist die Staatsregierung dringend aufgerufen, diesen Missstand zu beseitigen, der Windenergienutzung den Rücken zu stärken sowie die notwendigen Flächen zur Verfügung zu stellen.



Grafik: Henze, Quelle: Fachagentur Windenergie an Land

Akzeptanz von Windenergieanlagen

Wie jede Veränderung führen auch Windenergieanlagen zu Sorgen und zu Konflikten. Aber: Akzeptanz kann nicht per Gesetz geschaffen werden. Vielmehr erfordert dies Aufklärung und richtige Information. Bayern war hier auch auf einem sehr guten Weg. Nach allen Umfragen überwiegt die Zustimmung für die Windenergie – auch in Bayern. Die Zustimmung zu neuen Windenergieanlagen ist dort sogar höher, wo bereits Anlagen stehen.

Durch die 10 H-Regelung ist viel Schwung und Akzeptanz für die wenigen verbleibenden Projekte verloren gegangen. Vielmehr wurden Vorbehalte und Ängste befeuert, viele geplante Projekte zunichte gemacht und eines der beiden "Arbeitspferde" der Energiewende faktisch ausgebremst. Das offizielle Ziel "kontinuierlicher Ausbau bei mehr Akzeptanz" wurde vollständig verfehlt.

Ein erstes hoffnungsvolles Zeichen ist die Einführung der staatlich geförderten Windkümmerer.

Koalitionsvertrag: 2 % Flächen ausweisen

Im Koalitionsvertrag hat die neue Bundesregierung vereinbart, dass 2 % der Landesfläche für Windenergie ausgewiesen werden soll, damit genügend WEA umgesetzt werden können und weiter: "Wir werden sicherstellen, dass auch in weniger windhöffigen Regionen der Windenergieausbau deutlich vorankommt, damit in ganz Deutschland auch verbrauchsnah Onshore-Windenergie zur Verfügung steht (und Netzengpässe vermieden werden).

Was können die Kommunen tun?

Gemeinden können durch Ausweisung eines Bebauungsplans WEA auch mit weniger als 10 H weiter ermöglichen. Sie können damit de facto jenen Zustand wiederherstellen, der im Rest von Deutschland unverändert gilt. Die Stadt Pfaffenhofen weist gerade ein Sondergebiet für einen Bürger-Windpark aus. Der weitere Erfolg der Energiewende in Bayern hängt nun vom Verantwortungsbewusstsein jedes einzelnen Bürgermeisters und Gemeinderatsmitglieds ab.

Mit städtebaulichen Vereinbarungen können Gemeinden Projekte mitgestalten und eine starke Beteiligung der Bürgerinnen und Bürger sicherstellen, durch Besichtigung von Praxisbeispielen Diskussionen versachlichen und die Erwartungen und Befürchtungen mit den tatsächlichen Erfahrungen vergleichen.



Bild: Tag der offenen Baustelle am Bürger-Windrad Kammerberg, 2015 BEG

Bürger-Windrad Kammerberg

Technische Daten und durchschnittliche jährliche Werte für die Betriebsjahre 2016-2021:

Generatorleistung: 3,0 MW

Ertragsprognose: 6,2 Mio. kWh pro Jahr Stromproduktion: 6,5 bis 7,7 Mio. kWh

Gesamtproduktion: 42 Mio. kWh
Mittlere Windgeschw.: 5,7 bis 6,1 m/s
Volllaststunden: 2.166 bis 2.566 h
Treibhausgaseinsparung: 4,9 bis 5,8 Mio. kg

Weitere Informationen zum Windrad mit aktueller Stromproduktion, Monatserträgen etc. stehen unter: www.beg-fs.de

14. Naturschutz und Klimaschutz: Konflikt oder Synergie?

Autor: Prof. Dr. Hubert Weiger, Ehrenvorsitzender Bund für Umwelt und Naturschutz in Deutschland e.V. (BUND)

Klimaschutz und Naturschutz sind zwei wesentliche Aufgaben für die Menschheit, die wir global und lokal anpacken und im eigenen menschlichen Interesse dringend lösen müssen. Klimaschutz und Artenschutz sind dabei wie Geschwister, die voneinander abhängen, manchmal aber auch im Konflikt zueinander stehen. Diese Konflikte müssen und können aber konstruktiv gelöst werden. Wir dürfen Klimaschutz und Naturschutz nicht gegeneinander ausspielen lassen. Eine grundlegende Forderung des Klimaschutzes wurde in der Pariser Klimakonferenz 2015 von der internationalen Staatengemeinschaft formuliert: Die drohende Klimakrise darf nicht zu einer unbeherrschbaren Klimakatastrophe ausarten! Die globale menschengemachte Temperaturerhöhung der Atmosphäre muss auf 1,5 °C begrenzt werden! Die Wissenschaft sagt klar: wir haben nur noch ein geringes Restbudget von Kohlendioxid und anderen Treibhausgasen (THG), das wir noch emittieren dürfen. Je schneller unsere Emissionen sinken, desto mehr Zeit gewinnen wir, aber spätestens 2040 muss definitiv Schluss sein. Die fossilen Energieträger Erdöl, Erdgas und Kohle müssen in der Erde bleiben.

Der Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland (BUND) fordert seit 2017 (Position 66 "Zukunftsfähige Energieversorgung") Klimaneutralität in Deutschland bis 2040, basierend auf einer Halbierung der Energieverbräuche und Umstellung auf 100 Prozent Erneuerbare Energien. Die notwendige Effizienzsteigerung und Dekarbonisierung in den Sektoren Wärme und Verkehr werden zu höheren Stromverbräuchen führen, z.B. für neue energiesparende Anwendungen wie Elektromobilität und Wärmepumpen in gut gedämmten Häusern.

Der BUND Naturschutz in Bayern formulierte auf Basis einer eigenen "Dynamischen Modellierung 100 Prozent Erneuerbare Energien" in 2019 das Ziel für Bayern bis 2040: an installierter elektrischer Leistung 60 GW Photovoltaik (fünf Mal mehr als heute) und 10 GW Wind (vier Mal mehr). Dafür sind ca. 1.500 zusätzliche 5 MW-Windräder sowie ein Ersatz der altersbedingt ausscheidenden, deutlich schwächeren Anlagen, notwendig.

Hoffnungsträger der Energiewende für den Klimaschutz sind heute Energiesparen, Photovoltaik und Windenergie. Ohne dieses Dreigespann sind heute Erfolge im Klimaschutz nicht denkbar. Windenergieanlagen sind große technische Anlagen, die im Außenbereich zwischen unseren Ortschaften stehen. Aber solange wir Strom als private KonsumentInnen oder als ArbeitnehmerInnen in Verwaltung, Gewerbe, Industrie oder Mobilität nutzen wollen, benötigen wir zwingend mehr Windräder. Die Frage ist nicht ob, sondern wie? Und wo?

Der BUND Naturschutz fordert zur Konfliktminimierung eine gute fachliche Planung, eine bayernweite Regional- und Konzentrationsflächenplanung, einen besseren Windenergieerlass mit rechtssicheren Vorgaben für die Behörden, mit eindeutigen Ausschlusskriterien und vor allem einem klaren politischen Willen zum Ausbau der Windenergie in Bayern. Die Daten zeigen: bei guter Planung bedrohen Windenergieanlagen keine Populationen von Arten. Ferner können die Nachteile für den Natur- und Artenschutz bei geschickter Umsetzung der notwendigen Ausgleichsmaßnahmen deutlich abgemildert werden. Windenergie passt zu Bayern und benötigt gute Planungsgesetze. Unsinnige Abstandsregelungen, wie die bayerische "10 H-Regel", behindern Klimaschutz und Artenschutz und sind abzuschaffen.

Photovoltaik, Strom von der Sonne, ist das "Arbeitspferd" der Energiewende in Bayern für den Klimaschutz. Wir benötigen wieder den Mut zur Umsetzung. Die kleine Hausdach-Photovoltaik auf dem Eigenheim rechnet sich weiterhin auch finanziell. Sogenannte "Balkon-Module" sind heute anerkannt und auch für Mieter machbar. Der massive Ausbau der Photovoltaik auf Gewerbedächern erfordert dringend Förderungen durch den Freistaat. Das Handwerk verdient hier unsere Unterstützung.

Rund ein Viertel unseres Sonnenstroms in Bayern kommt heute aus Photovoltaik-Freiflächen-Anlagen (PV-FFA). Bei PV-FFA lässt sich die geschwisterliche Verbundenheit von Klimaschutz und Artenschutz besonders anschaulich aufzeigen. Sie lassen sich multifunktional planen und gestalten, so dass auf der beanspruchten Fläche zugleich auch ein Mehrwert für den Artenschutz (und/oder die Produktion von Nahrungsmitteln) entsteht. Dies gilt zwar nicht für alle unsere Arten, aber dennoch für sehr viele.



Bild: ©Erzeugergemeinschaft für Energien in Bayern eG, Solarfeld Oberbayern

Landwirte, Kommunen, Bürgerenergiegesellschaften und Projektierer denken heute neu über diese Fragestellung Klimaschutz und Artenschutz nach. Die Wissenschaft liefert solide Grundlagen.



2021

Zukunftsvision: PV-FFA mit etwas reduzierter Energieausbeute, aber als Vernetzung und Trittsteine für Biotope. Wenn's die Marktwirtschaft nicht kann – dann müssen pfiffige Verordnungen weiterhelfen.

Unterstützung für dieses Energiekonzept muss aus dezentraler, flexibler und effizienter Kraft-Wärme-Kopplung kommen, unter anderem in kleinen flexiblen Block-Heiz-Kraftwerken (BHKW), die flexibel Wärme zur Verfügung stellen und vor allem flexibel dann Strom liefern, wenn Sonne und Wind nicht produzieren, denn letztere liefern nicht auf Bedarf, sondern gemäß Tagesund Jahreszeit und Wetter.

Zugleich benötigen wir Power-to-X-Anlagen, also speicherbare Energieträger wie Wasserstoff, Methan u.a., die auf Basis von EE-Strom hergestellt werden. Dadurch kann der Bedarf an zusätzlichen Stromleitungen minimiert werden. Technisch funktioniert das, aber bei der gesellschaftlichen "Steuerung" mangelt es noch. Hier müsste die öffentliche Hand die Regelung übernehmen.

Biomasse aus dem Wald, vom Acker oder aus Abfällen hat eine wichtige Rolle für Energiewende und Klimaschutz, denn sie ist speicherbar – bei trockenem Holz sogar jahrelang. Aber die Nutzung darf den Artenschutz nicht schädigen. Hier sind innovative win-win-Lösungen für die Zukunft gefragt. Gute Beispiele gibt es bereits. Ihr Gegner ist oft das Diktat der Kosten, das Diktat der Marktwirtschaft – Probleme, die aber lösbar wären.

Biogas wird heute vorwiegend aus Mais gewonnen. Die Mehrung des Maisanbaus hat aber auch massive Probleme ausgelöst bzw. verstärkt: Bodenerosion hat zu einer massiven Verschlammung von Bächen und Flüssen geführt, kieslaichende Fische verschwinden immer mehr aus Bayern. Der Verlust von Wiesen und blühenden Pflanzen, durch Grünlandumbruch für den Maisanbau, und der massive Einsatz von Pestiziden im Ackerbau führten zu einem Zusammenbruch unserer Insektenpopulationen und damit auch zu Schäden für Vögel. Innovative Ideen weisen den Weg: In Unterfranken experimentieren findige Landwirte in einer Kooperation des Bayerischen Bauernverbandes mit dem BN mit Blühkulturen als Ersatz für Mais. Ein Verlust an Energiegewinn wird durch ein deutliches Mehr an Artenvielfalt ausgeglichen. Daneben führt die Vergärung von Mist und Gülle in der Biogasanlage zu Vorteilen für Landwirte, Umwelt und Nachbarn. Da die Marktwirtschaft das nicht steuern kann, benötigen wir hier öffentliche Vergütungen. Auch Nahrungs- und Futtermittel-Abfälle aus Haushalten, Gastronomie, Handel und Gewerbe können große Mengen an Biogas liefern als Energieträger für flexible BHKW.

Die Entwässerung von Mooren und die Freisetzung des dort gebundenen Kohlenstoffs als CO_2 ist eine Katastrophe für Arten- und Klimaschutz. Mit dem Verschwinden

der Moore sind seltene Arten heute bedroht oder ausgestorben. Mit Hilfe von innovativen Technologien kann heute Kompost die Nutzung von Torf aus Mooren im Gartenbau ersetzen. Ackerbau auf Moor- und anmoorigen Böden setzt zusätzliche Treibhausgase frei. Moorschutz durch Wiedervernässung und angepasste Bodennutzung ist daher angewandter Arten- und Klimaschutz.



Bild: Witwenblume mit Sandbiene, © Naturfoto-Willner

Zu Beginn der Neuzeit waren die Wälder in Deutschland weitgehend verschwunden oder ausgeplündert, weil Holz der mit Abstand wichtigste Rohstoff war. Wie bei den Moorarten haben wir auch in Bayern die Urwald-Arten verloren. Seither hat sich die Situation durch Einführung einer geregelten Forstwirtschaft enorm verbessert, immer wieder aber auch gesellschaftliche (Liberalismus) oder historische (Kriege, Reparationen) Rückschläge erfahren. Erhaltung und Schutz von naturnahen Wirtschaftswäldern sowie von ausreichend Wäldern ohne Nutzung (z.B. in Nationalparken und Naturwaldreservaten) ist angewandter Artenschutz und auch Klimaschutz. Der großflächige Waldumbau hin zu standortgemäßen Mischwäldern ist gut für die Stabilität im Klimawandel und für die Natur.

Unser überbordender Fleischkonsum führt zu Massentierhaltung und industrieller Landwirtschaft mit massiven Verlusten von Naturlandschaften, mit Landnutzungsänderungen hin zu – aus Sicht vieler Arten, die dort mangels Lebensraum verschwinden müssen – monotonen "Agrarwüsten". Gleichzeitig steht allein unser Fleischkonsum für ein Viertel der globalen Treibhausgas-Emissionen. Eine substantielle Änderung unserer Ernährung und der produzierenden Landwirtschaft wäre zugleich ein effektiver Artenschutz und Klimaschutz!

Wir erleben derzeit eine doppelte globale Krise, die nur gemeinsam gelöst werden kann: Die Klimakrise und der dramatische Verlust der Artenvielfalt sind eng miteinander verwoben. Der Erfolg der Energiewende ist dabei entscheidend für das Erreichen unserer Klimaziele, insbesondere des 1,5°C-Ziels und damit auch für die langfristige Erhaltung der Artenvielfalt wesentlich.

15. Energieeffizienz und Energieeinsparung

Müssen wir Energie sparen?

Theoretisch nein, praktisch ja, da uns beim Klimaschutz die Zeit davonläuft und wir politisch gefährlich abhängig von Lieferländern sind. Grundsätzlich stehen EE überreichlich zur Verfügung. Alleine auf die Landfläche der Erde trifft rund 2.700-mal mehr Sonnenenergie, als die ganze Welt derzeit verbraucht. Eine Reduzierung des Verbrauchs jedoch vereinfacht, verbilligt und beschleunigt die Energiewende erheblich und verbessert unsere politische Unabhängigkeit. Energieeinsparung ist daher für rechtzeitigen Klimaschutz äußerst hilfreich und sinnvoll. Die Sektorkopplung macht es leichter. Doch nur wenn Menschen erreicht, informiert und motiviert werden (und bleiben), sind dauerhafte Erfolge möglich. Führungskräfte in Kommunen und Unternehmen tragen hierfür besondere Verantwortung.

Einsparen im Bereich Strom

Von den 2021 benötigten 505 Mrd. kWh stammten rd. 267 Mrd. kWh aus fossilen und atomaren Energieträgern. Da sich der Strombedarf für eine vollständige Energiewende bis 2035 auf 1.000 bis 1.700 Mrd. kWh erhöhen wird (s. Kapitel 8), sind Einsparungen beim Verbrauch sehr wertvoll. Beispiele für Einsparstrategien:

- Umstellung der Beleuchtung auf LED
- Reduzierung der unproduktiven Betriebsstunden von elektrischen Anlagen
- Verwendung von Hocheffizienz-Pumpen
- Vermeidung von Standby-Verbrauch
- Verminderung von Druckluft-Leckagen
- Austausch von alten Kühlgeräten, Waschmaschinen und Fernsehgeräten
- Bereitstellung von Raumwärme aus Solarthermieanlagen oder Abwärme anstatt aus Strom
- Gewinnung von Daten zum Wetter, zum Zustand, zum Nutzerverhalten und zum Verbrauch
- Anschluss von Spül- und Waschmaschinen an das Warmwasser

Einsparen im Bereich Wärme (und Kälte)

Von den 2014 benötigten 1.250 Mrd. kWh stammten rd. 916 Mrd. kWh aus direkter fossiler Energie:

Raumwärme 646 Mrd. kWh (485 fossil) Warmwasser 127 Mrd. kWh (85 fossil) Prozesswärme 477 Mrd. kWh (347 fossil)

Beispiele für Einsparstrategien:

- Reduktion der beheizten Gebäude(flächen) sowie der Raumtemperaturen
- Dämmung des Dachs oder der obersten Decke
- Wärmedämmung von Außenwänden
- Fenstererneuerung
- Dämmung der Kellerdecke
- Dämmen von Heizleitungen
- Dämmen von Boilern und Pufferspeichern

- Nutzung von passiven Wärmegewinnen
- Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung
- Nutzung von Abwärme (Abluft/Abwasser, industrielle Prozesse, BHKW-/KWK-Stromerzeugung)
- saisonale Wärmespeicherung

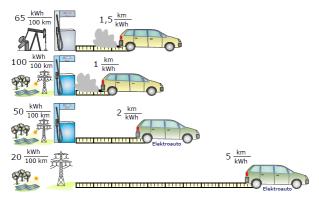
Einsparen im Bereich Verkehr

Von den 2014 benötigten 730 Mrd. kWh (davon für den Individualverkehr 410 Mrd. kWh) stammten rd. 95 % aus direkter fossiler Energie. Fuß- und Radverkehr fehlen in dieser Statistik, da sie kaum Energie verbrauchen.

	PJ	TWh	Anteil
Individualverkehr	1476	410,0	56,1 %
Kraftomnibusverkehr	33	9,2	1,3 %
Straßengüterverkehr	690	191,7	26,2 %
Schienenverkehr	56	15,6	2,1 %
Luftverkehr	362	100,6	13,8 %
Binnenschifffahrt	12	3,3	0,5 %
Summe	2629	730	100 %

Tabelle: Anteile verschiedener Verkehrsarten am gesamten Energieverbrauch des Verkehrssektors im Jahr 2014, Quelle: Quaschning, BMWI

Wichtigste Effizienzstrategie ist die Umstellung von Verbrennungsmotoren auf Elektromobilität mit Batterien oder Oberleitungen. Diese hat nicht nur den geringsten Energiebedarf pro 100 km, sondern ermöglicht als einzige einen emissionsfreien Verkehrssektor.



Grafik: Reichweite je kWh mit verschied. Antriebskonzepten: v.o.: Benziner (6,5 l/100 km), PtG+Gasmotor, PtG mit Brennstoffzelle + E-Motor, E-Auto, Quelle: Quaschning

Weitere Ansätze, um Mobilität zu reduzieren (weniger Kilometer) oder energiesparender zu organisieren:

- Mobilitäts-Bildung für Kinder und Erwachsene
- Arbeitsplatz (möglichst nahe) zum Wohnort oder zeitweise im Home-Office / Co-Working Space
- Ausbau und Umstieg auf ÖPNV
- aktive Verbesserung des Fuß- und Radverkehrs
- Umstieg auf das je nach Anlass "schonendste" Fortbewegungsmittel (Fußverkehr ... Flugzeug)
- intelligente Organisation (z.B. Carsharing, Bündelung von Erledigungen, auch mit Nachbarn)
- Digitalisierung (E-Governance, Videokonferenz)
- ggf. Lieferservice statt Einzelfahrten

2021

LED-Beleuchtung - heller, effizienter und sehr viel kostengünstiger

Bereits seit Jahren sind LED-Lampen deutlich besser als Energiesparlampen und die noch deutlich schlechteren Glühbirnen. Die LED-Leuchtmittel stehen in allen Lichtfarben und Lichtstärken zur Verfügung: vom Hausgebrauch über Büros und Hallen bis zur Straßenbeleuchtung. Sie nutzen die elektrische Energie etwa 8- bis 10-mal effizienter als Glüh- oder Halogenlampen. Die Kosten für einen Austausch können sich mit höherwertigen Lampen (≥ 100 lm/W) bei einer täglichen Betriebszeit von ca. 4 bis 5 Stunden bereits nach 5 bis 6 Monaten amortisieren. Ab dann wird bares Geld gespart.

Insbesondere für den gewerblichen Einsatz werden LED-Röhren als Ersatz für die klassische Leuchtstoffröhre (T5, T8) angeboten. Mit hochwertigen LED-Röhren (≥160 lm/W) können der Stromverbrauch und so die Betriebskosten um 60 % verringert werden.

Im Dauerbetrieb amortisieren sich die Wechselkosten daher bereits nach 5 bis 6 Monaten. Nur drei auf LED umgerüstete Leuchten sparen jährlich rund 1.000 kWh Strom – entsprechend rund 300 Euro – ein. Daneben haben sie noch weitere Vorteile:

- sie sind schaltfest, d.h. sie können beinahe beliebig oft aus- und eingeschaltet werden
- ihre Lebensdauer beträgt bis zu 60.000 Stunden (dies entspricht 7 Jahren Dauerbeleuchtung)
- dadurch sinken Zeit- und Personalaufwand für den Ersatz von defekten Röhren erheblich
- sie sind bei Minusgraden im Winter gut einsetzbar
- LEDs spenden sofort helles Licht mit kontinuierlichem Spektrum
- viele LED-Leuchtmittel sind dimmbar und in fast allen gewünschten Lichtfarben erhältlich

Gerade in Betriebsstätten wie Büros, Schulen, Turnhallen, Fabriken, Lagerhallen oder Tiefgaragen lassen sich die Betriebs- und auch Wartungskosten durch die Umrüstung auf LED-Beleuchtung um bis zu 60 % senken.

Bei der Umrüstung auf LED ist es i.d.R. nicht notwendig, die gesamte Leuchte zu tauschen. LED-Röhren benötigen keinen hochwertigen Reflektor, da sie das Licht in einem begrenzten Winkel von 140-180° abstrahlen. Ein kompletter Leuchtentausch bringt daher kaum eine Verbesserung, erhöht aber die Umrüstkosten etwa um den Faktor 10.

LED-Röhren benötigen kein Vorschaltgerät. Es ist daher sinnvoll das vorhandene Vorschaltgerät auszubauen bzw. zu überbrücken, um die Verlustleistung von bis zu 10 W(!) einzusparen und einem Defekt – und teurem Tausch – zuvorzukommen. Bei der Beschaffung von LED-Leuchten sollte bewusst auf austauschbare Leuchtmittel geachtet werden. Ansonsten müsste bei einem Defekt am Leuchtmittel oder bei einer Verbesserung der Leuchtmittel zu unnötig hohen Kosten die gesamte Leuchte ersetzt werden.

Hochwertige LED-Röhren – man erkennt sie an der Energieeffizienzklasse A++ – zeichnen sich durch eine Lebensdauer von 50.000 bis 60.000 Betriebsstunden aus. Leuchtstoffröhren müssten in dieser Zeit 5 bis 8-mal (Glühlampen bis zu 50-mal!) vom Hausmeister oder Servicepersonal getauscht werden.

Für die nachfolgenden Beispiele wird ein Strompreis von 0,29 €/kWh zugrunde gelegt.

Beispiel: Tiefgarage (20 Stunden pro Tag):

Anzahl der Leuchtmittel	42
Betriebsstunden/Jahr	365*20=7.300
Energieeinsparung/Jahr	12.877 kWh
Kosteneinsparung/Jahr ³¹	3.773 € (61 %)
Amortisationszeit	7 Monate



Bild: Tiefgarage in München, © S. Hauser

Beispiel: Büroraum (10 Stunden pro Arbeitstag):

Anzahl der Leuchtmittel	6
Betriebsstunden/Jahr	250*10=2.500
Energieeinsparung/Jahr	630 kWh
Kosteneinsparung/Jahr ³¹	185 € (61 %)
Amortisationszeit	20 Monate

Beispiel: Einfachturnhalle (10 Stunden pro Tag):

Anzahl der Leuchtmittel	72
Betriebsstunden/Jahr	350*10=3.500
Energieeinsparung/Jahr	10.584 kWh
Kosteneinsparung/Jahr ³¹	3101 € (61 %)
Amortisationszeit	14 Monate

³¹ Inkl. Lampentausch und Umrüstkosten auf 1 Jahr umgerechnet

16. Aktivitäten zur Energiewende im Landkreis

Durch den Ausstoß von Treibhausgasen (Darstellung als CO₂-Äquivalente) entstehen Klimawandelfolgeschäden. Eine Abschätzung dieser Schäden, welche zum Teil in ferner Zukunft und global auftreten, wird vom Umweltbundesamt durchgeführt. Nach aktuellen Berechnungen³² wird ein Wert von 195 € pro Tonne CO₂ angenommen (die generationenübergreifenden Schadkosten werden sogar mit 680 € bewertet). Anhand der bekannten Verbrauchswerte ergeben sich im Landkreis Freising jährliche Schadenskosten in Höhe von knapp 300 Mio. Euro (bei 195 € pro t CO₂).

Geschätzte jährliche CO₂-Kosten im Landkreis, 2020

Sektor	Verbrauch [kWh]	CO ₂ [t] j	ährliche Kosten
Nicht-EE-Strom	197.830.237	128.084	25,0 Mio. €
Verkehr	1.381.267.972	350.777	68,4 Mio. €
Wärme	1.688.785.171	259.834	50,7 Mio. €
Kohlekraftwerk Zolling (Stromexport)		787.614	153,6 Mio. €
Gesamt	3.267.883.380	1.526.308	297,7 Mio. €

Die zu erwartenden Schäden sind ein klarer Handlungsauftrag, den der Landkreis Freising bereits mit dem Ziel, bis 2035 die Energiewende auf Landkreisebene umzusetzen, anerkannt hat (s. Kapitel 7).

Klimaschutzkonzepte im Landkreis

Um die lokale Energiewende strategisch umzusetzen, erstellen immer mehr Gemeinden ein Klimaschutz-konzept. Die darin beschriebenen Maßnahmen werden durch ein Klimaschutzmanagement (KSM) sukzessive umgesetzt und zeigen einen Weg zur Reduktion der CO₂-Emissionen auf Netto-Null.

Nachdem die Städte Freising und Moosburg bereits vor mehreren Jahren vorgelegt haben, wird seit Mai 2021 in Eching ebenfalls ein Klimaschutzkonzept erstellt. Nun folgen Hallbergmoos, Neufahrn und der Landkreis Freising selbst. Der Förderantrag wurde gestellt und wird voraussichtlich Mitte 2022 positiv beantwortet.

KlimaschutzmanagerInnen im Landkreis

Die KSM-Aufgaben sind abwechslungsreich und ambitioniert. Kernaufgabe ist die Erstellung und Fortschreibung eines Klimaschutzkonzeptes, in dem die lokalen Potenziale ermittelt und mit Hilfe eines Maßnahmenplans konkretisiert werden, sowie dessen Monitoring. Neben allgemeiner Beratung, Öffentlichkeitsarbeit und der Bearbeitung von Förderanträgen kann das KSM sowohl die Verwaltung als auch den Gemeinde-/Stadtrat sowie den Kreistag mit Fachwissen und Expertise intern unterstützen. Das KSM kann speziell auf die einzelnen Bedürfnisse der jeweiligen Kommune eingehen und individuelle Lösungen (mit)erarbeiten.

Im Landratsamt Freising soll neben den bereits aktiven Energiebeauftragten zukünftig auch ein KSM das Team erweitern und unterstützen.



Bilder: Klimaschutzmanagerinnen der Städte und Gemeinden sowie die Klimabeauftragten des Landratsamtes

Obere Reihe (von links nach rechts):

Lena Hermann, Gemeinde Eching:

lena.herrmann@eching.de, 089 / 319 000-3303

Marie Hüneke, Stadt Freising

Klimaschutz@freising.de

Johanna Krämer, Stadt Freising

Klimaschutz@freising.de

Untere Reihe (von links nach rechts):

Melanie Falkenstein, Stadt Moosburg:

melanie.falkenstein@moosburg.de, 08761 / 684-54

Ivan Mikan, Landratsamt Freising:

ivan.mikan@kreis-fs.de, 08161 / 600-283

Moritz Strey, Landratsamt Freising: Moritz.Strey@kreis-fs.de, 08161 / 600-421



Bild: Offizieller Start zur Umstellung der Fahrzeugflotte des Landratsamtes auf umweltfreundlichere Antriebe (Sept. 2021)

³² Umweltbundesamt: Methodenkonvention 3.1 zur Ermittlung von Umweltkosten, Kostensätze 02/2020 (2020)

1850 mittlere Oberflächentemperatur der Erde

2021

Klimaschutzbündnis der Gemeinden

Um die Energiewende-Aktivitäten zu koordinieren und weitere Impulse zur Umsetzung zu geben, hat der Landkreis am 5.12.2012 ein Klimaschutzbündnis ins Leben gerufen, dem derzeit 18 Gemeinden angehören.



Grafik: Im Landkreis haben sich 18 der 24 Gemeinden zum Klimaschutzbündnis zusammengeschlossen

Die teilnehmenden Gemeinden und das Landratsamt erstellen und veröffentlichen jährlich Energieberichte für ihre Liegenschaften. Zudem werden bei regelmäßigen Informationstreffen erfolgreiche Projekte aus der Praxis vorgestellt.

Ausführliche Informationen sowie Berichte zur laufenden Tätigkeit stehen im Internet bereit:

www.kreis-fs.de/energiewende.html

Bauliches Nachhaltigkeitskonzept

Der kommunale Hochbau im Landkreis Freising lässt derzeit ein Nachhaltigkeitskonzept für die kreiseigenen Liegenschaften durch die Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen DGNB e.V. anfertigen. Die Vorbildfunktion des Landkreises als Eigentümer und nachhaltiger Betreiber von Verwaltungsgebäuden, Schulen, Wohnungen und Betriebsstätten wird so fassbar. Vorgabe ist eine ganzheitliche Betrachtungsweise über den gesamten Bau- und Nutzungszeitraum der Liegenschaften. Daraus abgeleitet ergeben sich konkrete Handlungsempfehlungen für die Fachplanung, die bauliche Umsetzung und das Gebäudemanagement, um die Treibhausgasemissionen über die gesamte Lebensdauer der Liegenschaften zu reduzieren. Das Konzept wird voraussichtlich 2022 fertiggestellt und soll dann einen transparenten, fachlich begründeten Handlungsrahmen geben.

100 % EE-Strom im Landkreis Freising

Mittlerweile kann der Landkreis seinen Bedarf zu rund drei Viertel erneuerbar decken. Jetzt gilt es, das Wachstum weiter zu steigern. Aktuelle Zahlen für den Landkreis und die 24 Gemeinden stehen im Kapitel 22.

100 % EE-Wärme im Landkreis Freising

Die Wärmewende ist weit schwerer zu erreichen als 100 % EE-Strom. Wichtig ist es, gedanklich nicht bestimmte Energieträger, sondern die benötigten Energiedienstleistungen in den Mittelpunkt zu stellen.

Der Wärmebedarf wurde 2012 in einer Projektarbeit³³ (TUM/Junge Akademie) mit 1.730 Mio. kWh abgeschätzt. Bisher werden ca. 75 Mio kWh aus Biogas und Solarthermie sowie rd. 77 Mio. kWh aus den Biomasse-Heizkraftwerken in Neufahrn und Zolling erzeugt. Wärme aus Brennholz und Pellets kommt noch hinzu. Bis 2035 wird aufgrund des Bevölkerungswachstums ein Anstieg auf 1.900 Mio. kWh erwartet. Dieser Bedarf kann durch Energieeinsparung (-1.082 Mio. kWh), Solarthermie (+139 Mio. kWh), Biogas (+79 Mio. kWh) und Holz (+171 Mio. kWh, inkl. heutiger Nutzung) abgedeckt werden. Die restlichen 280 Mio. kWh liefern Wärmepumpen, die allerdings zusätzlich 70 Mio. kWh Strom im Winterhalbjahr benötigen.

Auch wenn weitere Pfade denkbar sind (u.a. mehr Einsparung, Solarwärme, Abwärme und Geothermie), ergibt sich ein Eindruck von der enormen Herausforderung.

100 % EE-Mobilität im Landkreis Freising

Im Bereich Verkehr plant das Landratsamt, seinen eigenen Fuhrpark (aktuell fünf E-Fahrzeuge, sowie zwei Dienstfahrräder) sukzessive zu elektrifizieren. Gleichzeitig wird gemeinsam mit weiteren Verbundlandkreisen und in Zusammenarbeit mit dem MVV die Möglichkeit untersucht, alternative Antriebe bei Regionalbussen einzusetzen. In dieser Studie wurden und werden zunächst in einem allgemeinen Teil verschiedene Antriebsarten (u.a. Batterie und Brennstoffzelle) betrachtet. Seit 2020 wurden in verschiedenen Arbeitspaketen erste Ergebnisse vorgestellt. Auf einigen Linien ist jedoch eine erneute Untersuchung notwendig, da sich die ursprünglichen Verhältnisse (Infrastruktur, Fahrpläne usw.) teils signifikant geändert haben. Dennoch kann aktuell davon ausgegangen werden, dass in den kommenden Jahren die jeweils passenden alternativen Antriebsformen bereits in den ersten Ausschreibungen unserer Regionalbuslinien gefordert und umgesetzt werden.

Weitere Informationen zur Mobilität finden sich in den Kapiteln 17, 18 und auf den Gemeindeseiten.

³³ Link zur Wärmestudie:

https://kreis-freising.de/energiewende/Waermestudie.html

17.ÖPNV – Schlüssel für die Verkehrswende

Warum brauchen wir mehr ÖPNV?

Auch für den Verkehr gilt das Ziel des Landkreises: 100 % EE bzw. 0 % fossile Energie bis zum Jahr 2035

2021 war der Verkehr für 27 % des deutschen Endenergiebedarfs und für 19 % (2021) der CO₂-Emissionen verantwortlich. Seither hat sich die Situation verschlechtert. Für den Landkreis Freising liegen keine regionalen Angaben vor. Aufgrund des starken Bevölkerungswachstums und der auch wohlstandsbedingt hohen Motorisierung dürften die Werte heute eher höher liegen als 2007 (Jahr des Energiewendebeschlusses). Für sonstige signifikante Verbesserungen liegen keine Hinweise vor. Von daher muss bestenfalls von einer Stagnation, wahrscheinlich aber von einer Verschlechterung ausgegangen werden.

Langfristig muss der "Modal Split" 34 im Verkehr abgelöst werden durch ein "Modal Team" aus

- Minimierung des Mobilitätsbedarfs "weniger km" (Städteplanung, Home Office, E-Governance, Lieferservice),
- sehr viel höheren Anteilen von Radverkehr und ÖPNV bei den Verkehrsmitteln sowie
- Umstellung der Antriebsenergie auf Elektromobilität bei Bussen, PKW und Zweirädern.

Der ÖPNV in unserer Region hat zwar ein respektables Niveau, befindet sich jedoch in einer stabilen Nischenrolle. Die Fahrgastzahlen steigen synchron zur Bevölkerung. Der Anteil am Modal Split ist nahezu konstant. Der Autoverkehr und damit die klimaschädlichen CO₂-Emissionen nehmen in absoluten Zahlen weiter zu.

Für einen ehrgeizigen Ausbau des ÖPNVs sprechen neben Klimaschutz auch zahlreiche weitere Gründe:

- Es wird zu eng: Immer mehr Menschen mit immer mehr Autos führen zu immer weniger Platz.
- Gesundheit: Die Luft muss sauberer werden und der Stresspegel sinken.
- Energie: Die Befreiung von den fossilen Energien (Diesel und Benzin) ist dringend nötig.
- Rohstoffe: Pro Fahrgast sind weniger Rohstoffe
 mit allen "Nebenwirkungen" erforderlich.
- Wohlstand: Geld sparen bei Autos, Garagen, Umwelt-, Klimawandel-, Gesundheitsschäden.
- Zeit: Produktiv nutzbare Zeit wird für viele Bürger immer kostbarer. In ÖPNV-Verkehrsmitteln kann man viel Nützliches und Unterhaltsames erledigen, v.a. wenn WLAN bereitgestellt wird.
- Sicherheit: Das Risiko von Verletzungen oder Schäden ist geringer als mit dem eigenen Auto.
- Soziale Stabilität: Bezahlbare Mobilität für alle geht nur mit gutem ÖPNV.

³⁴ Modal Split: Verteilung des Transportaufkommens auf verschiedene Verkehrsmittel

ÖPNV – Ein Quantensprung muss her!

Im Hinblick auf die Dringlichkeit des Klimawandels und die beträchtlichen Potenziale des ÖPNVs ist ein strategischer Quantensprung erforderlich: Anstelle gradueller Verbesserungen im Klein-Klein sollte der ÖPNV zum Standard-Verkehrsmittel werden, das (nur) bei Bedarf gezielt mit privaten oder gemeinschaftlichen Autos ergänzt wird. Die nötige Kapazitätsausweitung erfordert neue und verdichtete Angebote, aber auch neue Kooperationen mit Arbeitgebern und Fahrgästen.

Forderungen der Energie- und Umweltgruppen

Im Herbst 2018 bündelten acht Energie- und Umweltorganisationen aus dem Landkreis ihre Sicht zum Thema Energie und formulierten folgende Empfehlungen:

- Leitbild ist das "Team Mobilität" (ÖPNV, Fahrrad, Fußverkehr, Bahn, Carsharing, PKW)
- viel mehr Kundenorientierung sowohl hinsichtlich Ist-Kunden als auch Neukunden (Autofahrer)
- ÖPNV-Doppelstrategie: sehr starker Ausbau des Volumens Betreiben der Fahrzeuge ohne Öl und Gas
- sehr einfaches und preiswertes Tarifsystem (Flatrate)
- differenziertes Bussystem (Linienbusse, Expressbusse, Flexibusse in der Fläche)
- moderne Kommunikation in den Verkehrsmitteln
- moderne Kommunikation mit den Kunden
- mehr ÖPNV-Personal bei MVV und Landratsämtern

Fortschreibung des Nahverkehrsplans (NVP)

Der NVP 2019 hat folgende Schwerpunkte gesetzt:

- Ziel: Langfristige nachhaltige Entwicklung des ÖPNVs als echte Alternative zum Individualverkehr
- Ausweitung der Hauptverkehrszeit
- Einrichtung von Expressbussen und Tangentialverbindungen (z.B. Freising-Garching, Moosburg-Erding, Allershausen-München, Ampertal)
- Integration des Stadtbusses Moosburg in den MVV
- begleitende Maßnahmen (Echtzeitdaten, WLAN, E-Busse, Fahrradplätze, Car/Bikesharing, Marketing, ...)

Anmerkung: Der neue NVP ist ein Fortschritt, aber längst noch kein Quantensprung. Eine konsequente Orientierung an bisherigen und neuen Kunden fand nicht statt. Wichtige Innovationen (Flexibus, E-Busse, Flatrate) wurden (noch) nicht aufgegriffen.

Fortschritte, Planungen und Rückschläge

- 2019: 365 Euro-Ticket für Schüler u. Auszubildende
- 2021: Expressbuslinie X660 Freising Garching
- 2021: U-Bahn Garching-Neufahrn unwirtschaftlich
- 2022: Mobilitätsmanagement für die MIA-Region
- 2022: Ampertallinie Zolling-Langenbach-Moosburg
- 2023: Moosburg-Buch u. Moosburg-Wang-Ringlinie
- 2024: Stadtbus Moosburg
- S-Bahn-Verlängerung nach Landshut verschlechtert Angebot für Fahrgäste aus Moosburg- und Landshut

Kundenorientierung als Schlüssel zum Erfolg

Bei sämtlichen ÖPNV-Planungen, Beförderungsangeboten, Fahrgastbefragungen und Werbemaßnahmen etc. ist zeitgemäße Kundenorientierung entscheidend, um in großer Zahl bisherige Kunden zu behalten, neue Kunden zu gewinnen und beide Gruppen zu zufriedenen Multiplikatoren zu machen.

- aktiv auf bisherige Kunden zugehen:
 "Wie zufrieden sind Sie? Was wünschen Sie sich
 vom ÖPNV? Was würden Sie uns empfehlen?"
- aktiv auf potenzielle Kunden (Autofahrer) zugehen: "Was bräuchten Sie für den Umstieg? Welche Erfahrungen (gute, schlechte, keine) haben Sie? Was schlagen Sie vor?"
- aktiv auf Firmen und publikumsstarke Einrichtungen zugehen:

"Was haben Sie für einen Bedarf? Wie können wir bei der Ausgestaltung und Bewerbung der (neuen) ÖPNV-Angebote kooperieren?"

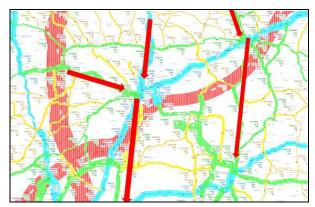
- Angebot an Kundenbedürfnissen ausrichten
- zeitgemäße serviceorientierte Fahrzeuge, z.B. Elektrobusse mit WLAN und Lade-Steckdosen
- attraktive Anreize zum Umstieg setzen
- gezielte Werbung für den Umstieg
- laufender Kundenkontakt und Feinjustierung

Expressbusse

Mit wenigen gut ausgebauten Haltestellen (P&R, B&R) entsprechen Expressbusse mehr einem "Zug auf Rädern" mit direkter Linienführung auf übergeordneten Straßen (Autobahnen, Staats- und Bundestraßen), wo viele Autofahrer als Kunden gewonnen werden könnten.

Mögliche weitere Strecken im Landkreis wären z.B.:

- Mainburg Freising (32 km)
- Allershausen Freising
- Hörgertshausen Mauern Moosburg
- Moosburg Erding (21 km)
- "Alte B11": Landshut Grieserwiese Moosburg Langenbach – Freising Bf. (35 km)



Grafik: Beispiele für mögliche Expressbuslinien im Landkreis

Flatrate-Ticket – einfach, kostengünstig, attraktiv

Wer ein umfassendes Flatrate-Ticket besitzt, muss nie wieder über das jeweils richtige und das kostengünstigste Ticket bzw. Transportmittel nachdenken. Je öfter man es nutzt, desto mehr spart man. Dadurch bekommen Fahrgäste auch die notwendige Übung, wie sie mit dem ÖPNV bestmöglich ihr Ziel erreichen.

Wenn o.g. Empfehlungen beachtet, die Einnahmelücke geschlossen und die Kapazitäten erweitert werden, können Flatrate-Modelle erhebliche Verkehrsverlagerungen auslösen. Der Landkreis sollte sich für eine Erweiterung des 365 €-Tickets u.a. auf Studenten einsetzen – oder notfalls ein eigenes Modell einführen.



Bild: Das Tirol-Ticket - gute Preise und gute Werbung

Gratis-ÖPNV

Mobilität ist ein Grundbedürfnis für alle. Sollte der ÖPNV als Daseinsvorsorge komplett kostenlos sein? Die Meinungen sind geteilt, doch Fakten gibt es wenige. Aktuelle Beispiele könnten wegweisend werden:

- In Pfaffenhofen reduzieren seit 2018 kostenlose Linien- sowie bedarfsabhängige Expressbusse die Zahl der Autos im Stadtverkehr.
- In Aschaffenburg fahren die Bürger seit 2018 samstags kostenlos und sonntags für 1 Euro mit Bus und Bahn.
- In Augsburg sind Busse und Trambahnen in der Cityzone seit 2020 kostenlos.
- In Luxemburg ist seit 2020 der gesamte ÖPNV (Züge, Straßenbahnen, Busse) für alle kostenlos.
- In Unterschleißheim können sich die Bürger seit 01.07.2021 – zunächst für ein Jahr – die Kosten für MVV-Busse im Stadtgebiet erstatten lassen.

Besserer Bahnverkehr

Vor allem für München-Pendler ist die Bahn das Rückgrat des ÖPNVs. Auch hier sind Verbesserungen möglich und notwendig:

- Isar-Donau-Express: klein, eng, unpraktisch
- mehr Zughalte in Moosburg
- bessere Verknüpfung Bahn&Bus bei Störungen
- Portalbahnhöfe in Moosach und Feldmoching

Eine MVV-Erweiterung nach Landshut sollte zu einer Verbesserung anstatt einer Verschlechterung führen.

18. Elektromobilität

Elektromobilität

Um die Klimaschutzziele von Paris zu erreichen, muss neben veränderten Mobilitätsmustern (s. Kapitel 17) der Verkehrssektor vollständig von fossilen auf erneuerbare Energieträger umgestellt werden.

Es bestehen die folgenden technischen Möglichkeiten zur kohlenstofffreien Mobilität:

- Standardfall: regenerativen Strom in Batterie-Elektro-Fahrzeugen (BEV) effizient direkt nutzen
- in Sonderfällen: regenerativen Strom in flüssige oder gasförmige Kraftstoffe umwandeln (Power-to-Liquid oder Power-to-Gas) und in Fahrzeugen mit Verbrennungsmotor oder Brennstoffzelle nutzen

CO₂-freie Mobilität mit BEV ist auf Grund ihrer höheren Effizienz im Vergleich zu Brennstoffzelle (Faktor 2,5) und Verbrennungsmotor (Faktor 5) einfacher und kostengünstiger. Mittlerweile sind auch viele BEV-Modelle mit größerer Reichweite (rd. 300 - 600 km) erhältlich.

Biotreibstoffe aus der Landwirtschaft eignen sich nicht für den Massenverkehr, da die Effizienz zu gering ist und verfügbare Anbauflächen nicht ausreichen. Sie können daher nur in Sonderfällen eingesetzt werden.

Vehicle to Grid (V2G)

Batterie-Elektrofahrzeuge können auch als mobile Batterie-Speicher begriffen werden. Sie können Strom speichern und wieder an einen Verbraucher oder systemdienlich an das Stromnetz zurückgeben. Vor allem durch die schnell steigende Verbreitung der Elektroautos steht im Alltag immer mehr Speicherkapazität für V2G-Nutzung zur Verfügung. Die breite Einführung ist z.B. von VW für 2022 angekündigt. Durch V2G werden die BEV zum integralen Bestandteil der Energiewende.

Übersicht der Lade-Stecker

Die generelle Strominfrastruktur ist in Deutschland hervorragend ausgebaut, so dass sich eine Vielzahl von Lademöglichkeiten für Elektrofahrzeuge ergeben. Die Stecker sind soweit vereinheitlicht, dass alle Fahrzeuge an der aktuellen Ladeinfrastruktur geladen werden können.

	Benennung	Leistung	Strom
	Typ 2 (Standard)	- 43 kW	AC Wechselstrom
	CCS (Standard)	- 350 kW	DC Gleichstrom
0	Schuko	2,3 kW	AC Wechselstrom
	CHAdeMO	- 400 kW	DC Gleichstrom

Tabelle: Lade-Stecker

Die Mehrheit der Ladevorgänge findet zuhause oder in der Arbeit mit Wechselstrom und Typ 2 Stecker statt.

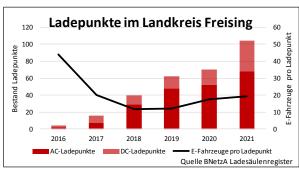
Die Fahrzeuge stehen bei diesen Ladevorgängen ausreichend lange, um netzdienlich mit niedrigen Leistungen geladen werden zu können. Vor allem für Nutzer ohne private Lademöglichkeit besteht zusätzlicher Bedarf an öffentlichen Ladesäulen z.B. beim Arbeitgeber.

Öffentliches Laden



Bild: Inbetriebnahme der neuen Bürger-Ladestation in Langenbach (von links) Werner Hillebrand-Hansen und Andreas Henze (BEG), Bgm. Susanne Hoyer und Bernhard Götz (Gemeinde Langenbach), Foto: Klaus Kuhn

Für Elektrofahrzeugnutzer gibt es im Landkreis Freising bereits 110 und bundesweit 52.712 öffentliche Ladepunkte (Stand 1.2.2022). Die Standorte und der Belegstatus sind im Internet oder per Handy-App leicht auffindbar³⁵. Die Ladestationen sind im Regelfall mit einer entsprechenden Karte oder direkt mit dem Handy ohne Vertrag freischaltbar.



Grafik: W. Hillebrand-Hansen

Die Bürger-Energie Genossenschaft Freisinger Land eG hat damit begonnen, zusammen mit den Landkreiskommunen im Jahr 2022 48 neue Ladepunkte an 24 Standorten flächendeckend aufzubauen. Dieses Bürger-Ladenetzt wird das öffentliche Laden für die Fahrer von Elektrofahrzeugen im Landkreis erheblich vereinfachen.

Schnellladen

Die Schnellladestationen stehen inzwischen v.a. an Autobahnen und Schnellstraßen nahezu flächendeckend zur Verfügung und ermöglichen dabei Ladezeiten von 15-50 Minuten für eine Ladung bis 80 %.

³⁵ Quelle: www.goingelectric.de und www.lemnet.org

1850 mittlere Oberflächentemperatur der Erde

Umweltprämie für Elektroautos

Die Umweltprämie beträgt derzeit bis zu 9.000 € (6.000 € BAFA + 3.000 € Hersteller) bei der Neuanmeldung von BEV. Die förderfähigen Fahrzeuge, weitere Details zur Umweltprämie sowie die Antragsunterlagen stehen unter www.bafa.de zur Verfügung. Die Förderung soll ab 2023 schrittweise reduziert und ab 2026 eingestellt werden.

Wie nachhaltig ist das Elektroauto?

In den letzten Jahren sind die Lithium-Ionen-Batterien immer rohstoffschonender geworden. Diese Entwicklung wird sich fortsetzen. Der Renault ZOE hatte z.B. 2013 eine Speicherkapazität von 21 kWh, die bei gleichem Batteriegewicht und Rohstoffeinsatz 7 Jahre später auf 52 kWh um 250 % gesteigert wurde. Ähnliches gilt für die Mitbewerber. Langfristig sind eventuell sogar Batterien ganz ohne Lithium und seltene Erden zu erwarten³⁶. Neuere Studien belegen auch stark gesunkene CO₂-Emissionen bei der Herstellung. Vertiefende Informationen zum Thema finden sich an folgender Stelle³⁷.

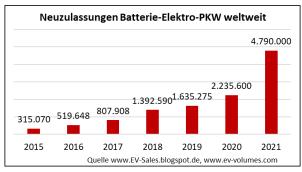
Leise, vibrations- und emissionsfrei

Einer der größten Vorteile von Elektrofahrzeugen wird auf lange Sicht sicherlich das nahezu lautlose Fahren bei niedrigen Geschwindigkeiten sein.

Daneben ist E-Mobilität CO_2 -frei (hier ist auf eine Versorgung mit EE zu achten), schadstofffrei (Feinstaub, NO_x) und vibrationsfrei. Alle drei Eigenschaften sind Alleinstellungsmerkmale des Batterie-Elektroantriebs, mit wachsender Bedeutung in Ballungsräumen und in stark mit Schadstoffen belasteten Innenstädten.

Marktentwicklung Batterie-Elektro-PKW

In den folgenden Marktbetrachtungen sind nur 100 % Batterie-Elektro-PKW und keine Plug-In-Hybride enthalten.

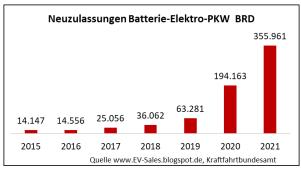


Grafik: W. Hillebrand-Hansen

36 www.iwr.de/news.php?id=36596

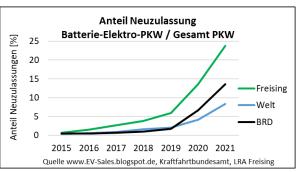
Weltweit steigt die Zulassungszahl der Batterie-Elektro-PKW weiter an. Im Jahr 2021 wurden 4,8 Mio. reine E-Fahrzeuge verkauft.

Leitmärkte für diese Entwicklung sind Europa (v.a. Deutschland) und China. Im Herbst letzten Jahres überholten Elektroautos in Deutschland erstmals in der monatlichen Zulassungsstatistik die Dieselfahrzeuge und nahmen nach den Benzinern Platz zwei ein.



Grafik: W. Hillebrand-Hansen

Der Landkreis Freising schneidet dabei erfreulich positiv ab. Zum 31.12.2021 waren 2008 Elektroautos zugelassen, das sind 62 % mehr als im Vorjahr.



Grafik: W. Hillebrand-Hansen

Elektromobilität in der Region

Wer konkrete Hinweise zu Anbietern und Ladepunkten in der Region sucht, findet hier Unterstützung:

www.goingelectric.de www.lemnet.de www.ladenetz.de

Landratsamt Freising Solarfreunde Moosburg e.V Sonnenkraft Freising e.V. Bürger Energie Genossenschaft – Freisinger Land eG.

Zukunft der Elektromobilität

Die Ablösung des Verbrennungsmotors durch den Elektromotor wird schon in den nächsten Jahren erfolgen. Damit ist die notwendige Dekarbonisierung des Verkehrs eingeleitet.

www.volker-quaschning.de/artikel/Fakten-Auto/index.php www.wiwo.de/technologie/mobilitaet/ist-das-e-auto-einrueckschritt-was-hans-werner-sinn-bei-seiner-elektroauto-studieuebersehen-hat/24237236.html

19. Bauen ohne fossile Energien – Fallbeispiele

Bauen ohne Erdöl und Erdgas ist das Gebot der Stunde: Investitionen in fossile Heizungsanlagen werden angesichts der Dringlichkeit der Dekarbonisierung bereits in wenigen Jahren zu "stranded investments", lange vor Ablauf ihrer wirtschaftlichen Lebensdauer. Glücklicherweise ist eine klimafreundliche Energieversorgung ohne fossile Energieträger technisch und ökonomisch schon jetzt gut machbar. Starken Energiepreissteigerungen wie derzeit kann man dann gelassener entgegensehen. Fossil versorgte Neubauten sind dagegen die Altlasten von morgen und schon heute veraltet.

Von kommunalen Neubau- oder Sanierungsprojekten über komplette Neubaugebiete bis zum Masterplan "Wärmenetz" für die gesamte Stadt – immer mehr Kommunen im Landkreis setzen auf die Zukunft ohne Erdöl und Erdgas. Hier einige Fallbeispiele:

Baugebiet "ohne Feuer" in Allershausen

Im Jahr 2020 wurde ein neues Baugebiet mit rund 130 Wohneinheiten und einem Kindergarten entwickelt mit der Auflage: "Die Verwendung fester, flüssiger und gasförmiger Brennstoffe für die dauerhafte Erzeugung von Raumwärme und Warmwaser ist im gesamten Geltungsbereich des Bebauungsplanes unzulässig". Im Rahmen einer Studie zeigte sich, dass die Beheizung der Gebäude in der Regel am wirtschaftlichsten mit einer Luftwärmepumpe zu realisieren ist, da neue Gebäude nur noch geringe Verbräuche aufweisen und Strom vom eigenen Dach günstig und CO₂-neutral erzeugt werden kann.

Kontakt: Michael Promberger, Gemeinde Allershausen

Kommunales Mehrgenerationenhaus in Kranzberg

Das Mehrgenerationenhaus mit 21 Wohnungen ist ein Holzbau mit Pelletheizung, der v.a. als Beispiel für nachhaltiges Bauen interessant ist. Eine PV-Anlage der BEG auf dem Dach versorgt die Mieter sowie die Ladestation für Elektroautos mit Solarstrom.

Kontakt: Manfred Thurner, Gemeinde Kranzberg

Klimaanpassung im Wohnungsbau in Freising

Für die Obere Pfalzgrafstraße haben intensive Voruntersuchungen ergeben, dass der Gebäudebestand aus dem Zeitraum 1955–1965 abgebrochen und ca. 80 Wohneinheiten mit durchschnittlich ca. 88 m² neu errichtet werden soll. Der wertvolle Baumbestand soll dabei erhalten bleiben. Ziel dieses zukünftigen Wohngebiets ist es, den bezahlbaren Wohnungsbau mit Klimaanpassungsstrategien und Klimaschutzmaßnahmen zu vereinen. Dementsprechend soll ein in der Jahresbilanz energieneutrales und im Betrieb CO2-neutrales Wohnquartier entstehen. Zudem werden eine lebenszyklusoptimierte Bauweise sowie ein flächensparendes Erschließungskonzept angestrebt.

Kontakt: Klimaschutzmanagement, Stadt Freising

Wärmenetz-Studie für das Stadtgebiet Freising

Im Herbst 2021 ist die Studie "Netzgebundene Wärmeversorgung – erneuerbar und zukunftsfähig" für das gesamte Freisinger Stadtgebiet veröffentlicht worden. Sie zeigt auf, wie eine klimafreundliche Wärmeversorgung des Freisinger Stadtgebiets aussehen kann und mit welchen Maßnahmen die zukunftsfähige Wärmeversorgung für die Bürgerinnen und Bürger der Stadt Freising entwickelt werden soll. Diese Erkenntnisse fließen in die Planungen neuer Baugebiete und Sanierungen mit ein.

Kontakt: Klimaschutzmanagement, Stadt Freising

Baugebiet "Sonnenhaus-Siedlung" in Moosburg

Die Beheizung der 2020/2021 errichteten 34 Häuser und Wohnungen erfolgt über Solarenergie und Biomasse, die Stromversorgung über Photovoltaik und Stromspeicher. Die Mehrfamilienhäuser besitzen eine Wohnraumlüftung mit Wärmerückgewinnung. Ein Carsharing E-Fahrzeug und ein E-Lastenfahrrad im Quartier ermöglichen besonders umweltfreundliche Mobilität. Sämtliche Garagen, Carports und Stellplätze sind so vorbereitet, dass hauseigene Ladestationen für E-Fahrzeuge mit Sonnenenergie betrieben werden können. Zusätzlich ist eine Schnellladestation für E-Autos realisiert.

Kontakt: Hanns Koller, Citrin Solar, Moosburg

Baugebiet "Amperauen" in Moosburg

Im Baugebiet mit 282 Wohneinheiten und einem Kindergarten wurden die Südausrichtung der Gebäude optimiert sowie acht Parzellen als "Sonnenhäuser" (mind. 50 % der Wärme stammt aus Solarenergie) ausgewiesen. Um eine vollständig erneuerbare Wärmeversorgung zu gewährleisten, hat der Moosburger Stadtrat, ermutigt durch eine Unterschriftensammlung, fossile Energieträger und fossilen Heizstrom ausgeschlossen.

Leitprinzip war "fordern, beraten und fördern":

Die Pflicht zum Verzicht auf fossile Energieträger sowie Vertragsstrafen bei Verstößen wurden in den Grundstückskaufverträgen und im Grundbuch festgeschrieben.

Um die Bauwilligen bei der Umsetzung zu unterstützen, haben die Solarfreunde Moosburg Vorträge und Fachexkursionen zu vorbildlichen Neubauten organisiert.

Zudem wurde ein städtisches Förderprogramm für besonders erwünschte Umsetzungsformen, wie z.B. eine qualifizierte Energieberatung, höhere Dämmstandards (KfW-55, -40 und -40 Plus), Mikronahwärmenetze, Solarthermieanlagen zur Heizungsunterstützung, Pufferspeicher für solare Heizungsunterstützung und zentrale Lüftungsanlage mit hohem Wirkungsgrad aufgelegt.

Trotz der Vorgaben waren die Grundstücke sehr gefragt. Mittlerweile sind die meisten Gebäude umgesetzt.

Ausblick: Bei privaten Projekten wird Bauen ohne Öl und Gas künftig per städtebaulichem Vertrag sichergestellt.

Kontakt: Melanie Falkenstein, Stadt Moosburg

50 mittlere Oberflächentemperatur der Erde

2021

20. Bürger Energie Genossenschaft - Freisinger Land eG.

Die Bürger Energie Genossenschaft (BEG) hat das Ziel die Energiewende im Landkreis umzusetzen, die regionale Wertschöpfung zu stärken und jedem Bürger die Möglichkeit zur persönlichen und auch finanziellen Beteiligung an der Energiewende zu geben.

Ziele

Ziel ist die dezentrale Vollversorgung mit Erneuerbaren Energien im Freisinger Land und der Region München in allen drei Energiesektoren Strom, Wärme und Mobilität.

Die BEG versteht sich dabei als Dienstleister für ihre Mitglieder und die Kommunen, um die Energiewende regional und dezentral umzusetzen.

Mitglieder

Seit der Gründung am 16.04.2013 sind bereits mehr als 950 Bürger, viele Vereine und Geschäfte, 21 der 24 Gemeinden und der Landkreis Freising beigetreten.

Projekte

Bürger-Solardach-Projekte



Abbildung: Grund und Mittelschule (links), Montessori-Zentrum

2013: Grund- und Mittelschule Eching: 100 kWp

2017: Grundschule Eching: 100 kWp. **2018:** Turnhalle Nandlstadt: 159 kWp **2018:** Bauhof Eching: 163 kWp

2020: Montessori-Zentrum Freising: 100 kWp **2021:** Bio-Hühnerhof Hörgersdorf: 285 kWp

Bürger-Strom

2014: Die BEG bietet **Bürger-Strom** aus 100 % Ökostrom mit mittlerweile 20 % regionalem Solar- und Windstromanteil aus eigenen Anlagen an.

Bürger-Windrad

2015: Das Bürger-Windrad mit einer Investitionssumme von rund 5,5 Mio. Euro produziert in der Nähe von Kammerberg deutlich mehr Strom, als laut Prognose zu erwarten wäre. Weitere technische Daten und Erträge siehe im Kapitel 13 "Windenergie".



Mieterstrom-Projekte

2014: Die BEG setzt zwei **Mieterstromprojekte** in Wolfersdorf und Hallbergmoos (rechts im Bild) mit je knapp 10 kWp um.



2021: Städtisches Mehrgenerationenwohnen Lerchen-

feld: 131 kWp, 117 Wohnungen

2021: Tennishalle Eching: 396 kWp, 3 Wohnungen **2021:** Mehrgenerationenhaus in Kranzberg: 154 kWp, 21 Wohnungen

Geschäftsführung ENE

2016: Die Gemeinden Neufahrn und Eching kaufen ihr Stromnetz von den Bayernwerken mehrheitlich zurück. Die BEG übernimmt die kaufmännische Geschäftsführung der **Energienetz Neufahrn/Eching** GmbH & Co. KG (ENE).

Bürger-Solarpark Johanneck

2020: Multifunktionale PV-Freiflächenanlagen mit 1,75 MWp, Schafbeweidung und biodiversitätssteigernden Maßnahmen: Kräuter- und artenreiche



heimische Wiese, Steinhaufen, Hecken, Wassertümpel und Bienenhotel.

Bürger-Ladenetz

2021: 14 öffentliche Ladepunkte wurden bisher in Betrieb genommen, weitere 36 Ladepunkte sollen noch 2022 fertiggestellt werden, um den Umstieg auf die E-Mobilität im Landkreis zu erleichtern. Alle Ladestationen werden mit Bürger-Strom versorgt und haben einen AC-Anschluss (Typ 2) mit 22 bzw. 11 kW. Zwei weitere DC-Ladepunkte sind geplant.



2021 konnten 9,2 Mio. kWh umweltfreundlicher Strom mit den oben genannten Anlagen erzeugt werden. Weitere Informationen zu Mitgliedschaft, Beteiligung an Bürgerprojekten sowie zu umgesetzten Anlagen, zur aktuellen Stromerzeugung und unseren Jahres-Report mit weiteren Zahlen, Daten und Fakten finden Sie unter www.beg-fs.de.

Vorschläge für neue Projekte, insbesondere Grundstücke für Freiflächen-PV- oder Windkraftprojekte, sind herzlich willkommen. Sprechen Sie uns an.

21. Energiewende im Landkreis - notwendiger Ausbau von PV und Wind

Benötigte Solar-	und Windenergie	2019	20	35
für den Landkreis Freising Daten Solarregion, Stand: 18.1.2022		Basisjahr der	200 %-Szenario	250 %-Szenario
		Szenarien	mit ca. 55 % Wind	mit ca. 27 % Wind
		Szenanen	und 45 % Solar	und 73 % Solar
Strombedarf:		824,2 Mio. kWh	1.648 Mio. kWh	2.061 Mio. kWh
Strom aus Erneu	erbaren Energien:	617,3 Mio kWh	1.648 Mio. kWh	2.061 Mio. kWh
Bioenergie und V	Vasserkraft:	436 Mio. kWh	436 Mio. kWh	436 Mio. kWh
Strom aus Wind	Strom aus Wind und Sonne		1.212 Mio. kWh	1.625 Mio. kWh
Wind:	Stromproduktion:	11,7 Mio. kWh	661 Mio. kWh	443 Mio. kWh
	installierte Leistung [†] :	5.300 kW	222 MW	149 MW
	neue 5-6 MW-WEA*	Bestand: 5,3 MW	43 x 5 MW	29 x 5 MW
Photovoltaik:	Stromproduktion:	170 Mio. kWh	551 Mio. kWh	1.182 Mio. kWh
	installierte Leistung:	181 MWp ^x	551 MWp	1.182 MWp
auf Dächern:	genutzte Dachfläche:	ca. 10 %	30 %	30 %
	Leistung:	127 MWp	382 MWp	382 MWp
Freifläche:	Leistung:	54 MWp	169 MWp	799 MWp
	benötigte Fläche:	k.A.	ca. 154 ha	ca. 727 ha
	Flächenanteil vom LK:		0,2 %	0,9 %

^{*} Jede nicht gebaute WEA bedingt einen Zubau bei der Photovoltaik entsprechend 1,1 % der Dachfläche bzw. 14 ha PV-Freifläche.

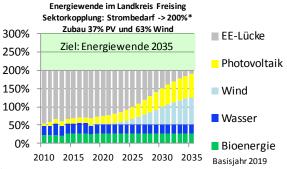
Sonne und Wind erzeugten 2020 rund 197 Mio. kWh Strom im Landkreis und sollen für die Energiewende zwischen 1.000 und 1.900 Mio. kWh mehr erzeugen, je nachdem, ob wir für die Energiewende den 2- oder 3-fachen Strombedarf annehmen (s. Kapitel 8).

Dies bedeutet zur Halbzeit des Energiewendebeschlusses, dass im Landkreis in den nächsten 14 Jahren 6- bis 11-mal so viel Strom aus Sonne und Wind erzeugt werden soll, wie vor 14 Jahren.

Die Studie³⁸ "Vollständige Energiewende im Landkreis Freising" analysiert dazu zwei Szenarien:

Ausbauszenarien

Szenario 1: Der Stromverbrauch steigt "nur" auf 200 % des heutigen Strombedarfs. Aufgrund geänderter Rahmenbedingungen – entsprechend des in Kapitel 8 beschriebenen optimalen Strommix für Bayern – (Sonne:Wind = 1:1,2, d.h. ca. 45 % Solar und 55 % Wind) können WEA in ausreichender Menge (43 Stück 5-6 MW-WEA im Landkreis à 15 Mio. kWh Jahresstromproduktion) installiert werden. Dieses Szenario zeigt den Mindestbedarf an Solarstrom – und damit auch an PV-Freiflächenanlagen (ca. 154 ha) auf.



* im Vergleich zum Strombedarf von 2019

Grafik: Notwendiger Zubau bis 2035: Szenario 1

Szenario 2: Der Stromverbrauch steigt auf 250 % des heutigen Strombedarfs. Aufgrund von Restriktionen (Flughafen und Radaranlage) bei der Windkraftnutzung kann zumindest die Hälfte der optimalen Windstrommenge im Landkreis produziert werden (27 % Wind, 73 % Solar). Dieses Szenario kann sicherlich als eine Abschätzung der maximal benötigten PV-Freiflächenanlagen (ca. 727 ha) gesehen werden.

In diesem Szenario ist der vom Optimum deutlich abweichende Mix von Wind und Sonne insbesondere regional, aber auch überregional leitungsgebunden auszugleichen. Rechnet man diese Verteilung von Sonne und Wind bei "nur" 200 % Strombedarf, so erhält man eine Abschätzung der minimal benötigten Windenergieanlagen mit rund 21 Stück.

[†] Für neue 5 bis 6 MW-Windenergieanlagen (WEA) wird ein Jahresertrag von 15 Mio. kWh angenommen. Für die bestehenden WEA wird der Jahresertrag von 2019 angenommen.

^x 2020 betrug die PV-Leistung im Landkreis schon 192 MWp. 2021 gingen weitere 35 MWp an Freiflächenanlagen in Betrieb.

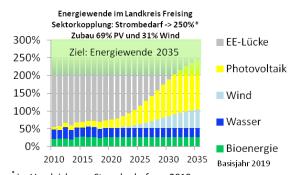
Die Daten der Studie³⁸ (Stand 18.1.2022) unterscheiden sich bei der Wasserkraft von der Broschüre (Stand Feb. 2022, s. Kapitel 22). Diese Änderungen haben keinen relevanten Einfluss auf die Aussagen der Studien und die Größenordnung des benötigten Zubaus.

³⁸ A. Henze: Vollständige Energiewende im Landkreis Freising – Wie viele Windenergie- und Photovoltaikanlagen brauchen wir im Landkreis? (2022), Download: www.beg-fs.de/projekte



1850 mittlere Oberflächentemperatur der Erde

2021



* im Vergleich zum Strombedarf von 2019 Grafik: Notwendiger Zubau bis 2035: Szenario 2

Windstrom für den Landkreis Freising hergeleitet. Dabei wird davon ausgegangen, dass der Bau von PV-Dachanlagen in Zukunft doppelt so schnell erfolgt, wie bisher, auch wenn die einfachsten und geeignetsten Dachflächen mehrheitlich schon heute genutzt werden. Ein höherer Anteil von bis zu 50 % der Dachflächen ist denkbar, jedoch nicht ohne flankierende Maßnahmen

In der Tabelle (links) wird der benötigte Solar- und

denkbar, jedoch nicht ohne flankierende Maßnahmen zu erreichen (Solarbaupflicht für Bestandsgebäude, kommunale Förderung etc.). Nimmt man einen mittleren Strombedarfsanstieg (auf 225 % von 2019) an, ergeben sich daraus: ein PV-Freiflächenausbau von ca. 400 bis 500 ha und ca. 30 Windkraftanlagen für den Landkreis Freising (Werte zwischen Szenario 1 und 2).

Potenzial von Freiflächenanlagen an Autobahn- und Schienenwegen

Die Abschätzung der nach EEG 2021 vergütungsfähigen Standorte von PV-Freiflächenanlagen an Autobahnen und Bahnlinien im Landkreis Freising ergibt, dass es rund 49 km Autobahnen und 55 km Bahntrassen im Landkreis gibt. Auf beiden Seiten sind also auf einer Trassenlänge von 208 km max. 185 m der förderfähigen 200 m breiten Randstreifen nach EEG vergütungsfähig. 59 % der Randstreifen sind technisch nicht nutzbar, weil dort z.B. Siedlungen, Wald oder Wasser dem Bau von PV-Freiflächenanlagen technisch entgegenstehen. Von den verbleibenden technisch nutzbaren 1448 ha sind weitere 127 ha nicht verfügbar, da sie Fauna-Flora-Habitate, Vogelschutzgebiete, Vorrangflächen für Bodenschätze oder in direkter Nähe zu Siedlungen liegen.

Damit verbleiben noch rund 1.300 ha, von denen 791 ha (also rund 61%) in Landschaftsschutzgebieten (LSG) liegen. Es verbleiben also ohne Landschaftsschutzgebiete lediglich 467 ha. Diese reichen für den notwendigen Zubau an PV-Freiflächenanlagen wahrscheinlich nicht aus, da dieser je nach Szenario zwischen 154 und 727 ha liegt – insbesondere wenn man berücksichtigt, dass bei weitem nicht alle Flächen zur Verfügung stehen.

Unter der Voraussetzung, dem notwendigen Klimaschutz nach Maßgabe des Beschlusses des Bundesverfassungsgerichtes zur Generationengerechtigkeit gerecht zu werden, und dem Wissen, dass nur Sonne und Wind die notwendigen Ausbaupotenziale haben, empfiehlt die Studie folgende Maßnahmen:

Empfehlungen zum Windenergieausbau

- Die Windkraftnutzung im Landkreis bedarf dringend einer klaren Aussage, wo in den Bereichen des Flughafens, aber auch der Radarstation Haindlfing einzelne WEA gebaut werden können. Eine Karte mit den möglichen Standorten und den dort möglichen Bauhöhen von modernen WEA sind von den beiden Betreibern einzufordern und zu veröffentlichen, da ansonsten der Windkraftausbau im Landkreis und damit schlussendlich die Energiewende scheitern wird.
- Die 10 H-Regelung als sehr großes Zubauhindernis muss abgeschafft oder zumindest auf geeignete Weise modifiziert oder durch eine andere Lösung ersetzt werden. Notfalls sind Bebauungspläne für die Windenergie durch die Kommunen bzw. interkommunal aufzustellen.

Empfehlungen zum Solarenergieausbau

- Ausweisung von Vorrangflächen für PV-Freiflächenanlagen durch die Kommunen bzw. interkommunal in Flächennutzungsplänen entlang von Autobahnen, Bahnlinien sowie auf weiteren größeren zusammenhängenden Flächen
- Analyse der LSG im Bereich der Bahn- und Autobahntrassen, in welchen Teilbereichen eine PV-Freiflächenanlage dem LSG-Ziel nicht entgegensteht und PV-Freiflächenanlagen genehmigungsfähig sind (Studie wurde von Prof. Reinke, Vizepräsident der HSWT, und Herrn Landrat Petz bereits angestoßen)
- Änderung der Verordnungen der beiden LSG im Landkreis, damit Ausweisungen von "Sondergebieten Photovoltaik" in den LSG zur zeitlich begrenzten Nutzung (ca. 30 Jahre) zulässig sind
- Ausweisung der auf den Ergebnissen der Studie basierend – geeigneten Flächen im LSG als Vorrangflächen in den Flächennutzungsplänen
- Aktive Benachrichtigung der Eigentümer aller nach EEG vergütungsfähigen Flächen, dass sie das Privileg haben, auf ihren Flächen PV-Freiflächenanlagen mit Vergütungsanspruch bauen zu dürfen und ihre Flächen für die Energiewende für eine begrenzte Zeit genutzt werden sollten, um das Landkreisziel der Energiewende bis 2035 erreichen zu können

22. Stand der Zielerreichung "Strom" im Landkreis Freising

Nachfolgend finden Sie die Ergebnisse für die Berichtsjahre 2019 und 2020 sowie die Entwicklung seit 2008. Im Anschluss an die Landkreis- und die 24 Gemeinde seiten folgen die ausführlichen Erläuterungen zu den dargestellten Daten und die Berechnungsgrundlagen.

2020 brachte (jeweils im Vergleich zu 2018) für die Energiewende einen gewissen Fortschritt: Strom aus Photovoltaik ist kräftig gestiegen, die Biomasse ist wieder auf alter Höhe, der Stromverbrauch sinkt leicht und die Deckungslücke nimmt ab.

Der **Stromverbrauch** sank trotz Bevölkerungswachstums (+1.197 Einw.) um 11,8 Mio. kWh auf 816,5 Mio. kWh (-1,4 %, 2008: 870 Mio. kWh) und auch pro Einwohner auf 4.528 kWh (-2,1 %).

Die **EE-Strom-Erzeugung** stieg um 48,3 Mio. kWh auf 618,6 Mio kWh. Dies entspricht 75,8 % (2018: 68,9 %) des Strombedarfs. 2008 waren es 444 Mio. kWh.

Diese 618,6 Mio. kWh EE-Strom vermieden knapp 450.000 Tonnen THG-Emissionen im Wert von 87 Mio. €.

Die **Bioenergien** haben um 26,1 Mio. kWh zugenommen und erzeugen mit 226,6 Mio. kWh (27,8 %) wieder den meisten EE-Strom (181 Mio. kWh 2008).

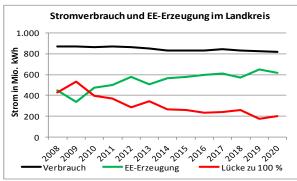
Mit 195 Mio. kWh (23,9 %) blieb die **Wasserkraft** nach einem Zwischenhoch 2019 erneut weit unter dem üblichen Niveau von 210 bis 270 Mio. kWh zurück.

Die **Photovoltaik** stieg um 31,3 Mio. kWh auf 186,5 Mio. kWh (22,8 %). 2008 lag sie noch bei 20 Mio. kWh. Wegen neuer 2021 gebauter Freiflächenanlagen dürfte sie bereits 2022 auf Platz 1 liegen.

Die beiden Windräder erzeugten 10,3 Mio. kWh (1,3 %).

Die Lücke zwischen Stromverbrauch und EE-Strom-Erzeugung schrumpfte um 60 Mio kWh auf jetzt 198 Mio. kWh. 2008 betrug sie noch 426 Mio. kWh.

Eine echte Zubaudynamik hat die "Stromwende" im Landkreis Freising derzeit nur bei der Photovoltaik. Ansonsten tritt sie mehr oder weniger auf der Stelle.



Grafik: Henze, eigene Berechnung

Die Neuzulassung **reiner Elektrofahrzeuge** steigt rasant: Mittlerweile ist jeder vierte neue PKW ein Elektro-PKW.

Ausblick

Eine weitere **Reduktion des Stromverbrauchs** wäre technisch sicherlich möglich, ist jedoch erfahrungsgemäß nur in kleinen Schritten umsetzbar, zumal die Einwohnerzahl bis 2040 auf 192.100 steigen soll. Auch die zunehmende Zahl an Elektrofahrzeugen aller Art und Wärmepumpen wird die Stromnachfrage stark erhöhen.

Das Ausbaupotenzial der EE ist sehr unterschiedlich (Kap. 21). Größere Potenziale sind nur bei Photovoltaik und Windenergie, kleinere bei den Bioenergien vorhanden. Die Stromerzeugung aus Photovoltaik kann durch multifunktionale Freiflächenanlagen sowie Dachund Parkplatzanlagen stark gesteigert werden. Aufgrund langer Realisierungszeiten für Windkraftanlagen ist hier ein schneller Einstieg in den Ausbau notwendig. Bei den Bioenergien herrscht Stagnation. Kurzumtriebsplantagen könnten ein Stück weit ausgeweitet werden. Die Altholznutzung wäre nur durch noch höhere Holzimporte in den Landkreis zu steigern. Die Produktion der Wasserkraftwerke schwankt aufgrund von Witterung und Instandhaltung viel stärker als oft erwartet wird und ein Zubau ist nur minimal möglich. Welche Potenziale die Geothermie (z.B. für Wärme) haben könnte, ist weiterhin ungeklärt.

100% EE im Landkreis – aber wie?

Bis zu einer rechnerischen regenerativen Vollversorgung ist es noch weit. Bei konstantem Stromverbrauch wären bis 2035 jährlich 13 Mio. kWh Zubau erforderlich. Im Hinblick auf die vollständige Dekarbonisierung müssen jedoch sogar rund 200 bis 250 % des heutigen Bedarfs erzeugt werden. Für den Mittelwert von 225 % brauchen wir rund 1,2 Milliarden kWh zusätzlichen EE-Strom, d.h. 80 Mio. kWh mehr jedes Jahr. Umgerechnet sind dies insgesamt 50 Mio. kWh pro Gemeinde, die z. B. durch drei Solarparks (10 ha) und ein Windrad (6 MW) pro Gemeinde technisch und platzmäßig durchaus machbar wären.

Daher sollten **jetzt** im Landkreis gezielt politische, planerische und unternehmerische Impulse gesetzt werden (s. Kapitel 16 und 24). Das wirtschaftliche Potenzial ist erheblich (s. Kapitel 25). Entsprechend hoch fällt der Einkommens- und Arbeitsplatzeffekt aus.

Ländliche Gemeinden auf Kurs "100 %"

2020 ist die EE-Quote im Vergleich zu 2018 in 17 Gemeinden gestiegen. Die Landkreisgrafik auf Seite 48 zeigt, dass die regionale Dynamik weiterhin auseinanderklafft. Mit dem Prädikat "100 %" dürfen sich unverändert nur 11 Gemeinden (s. Seite 5) schmücken.

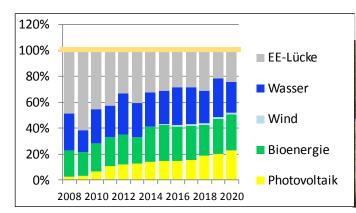
Zahlreiche weitere ländliche Gemeinden hätten das Potenzial hierfür. Interessierte Gemeinden erhalten auf Wunsch gezielte Beratung und Unterstützung vom Landratsamt, von den Organisationen der Solarregion und von der BEG.

Landkreis Freising

Einwohner (31.12.2018)	180.313 Einw.
Fläche	79.984 ha
Einwohnerdichte	2,25 Einw./ha
Treibhausgasvermeidung durch EE-Strom	447.757 t (2020)
EE-Anteil am Stromverbrauch	78,4 % (2019)



75,8 % (2020)





Stromverbrauch in kWh	2018	2019	2020	Vergleich BRD 2020
gesamt ^{*1}	828,3 Mio.	824,2 Mio.	816,5 Mio.	490.000 Mio.
pro Einwohner	4.625	4.579	4.528	5.894

EE-Stromeinspeisung in kWh	2018	2019	2020	Anteil am Verbrauch
Wasserkraft	204,4 Mio.	246,8 Mio.	195,3 Mio.	23,9 %
Windenergie	10,3 Mio.	11,7 Mio.	10,3 Mio.	1,3 %
Bioenergien	200,4 Mio.	218,2 Mio.	226,6 Mio.	27,8 %
Photovoltaik [*]	155,2 Mio.	169,6 Mio.	186,5 Mio.	22,8 %
Summe	570,3 Mio.	646,3 Mio.	618,6 Mio.	75,8 %

Fahrzeuge zum 31.12.	2018	2019	2020	2021
reine Elektrofahrzeuge	476	746	1.236	2.008
PKW mit Verbrennungsmotor	101.803	106.404	112.288	109.659
Anteil der E-PKW an den Neuzulassungen	3,9 %	5,9 %	12,2 %	23,8 %

Zubaubedarf bzw. Überschuss in kWh für	2018	2019	2020	Anteil am Verbrauch
100 % EE-Strom	258,0 Mio.	177,9 Mio.	197,8 Mio.	24,2 %
Umstellung fossiler PKW auf E-PKW	279,5 Mio.	289,5 Mio.	299,2 Mio.	36,6 %
Umstellung fossiler Heizungen auf WP	258,1 Mio.	258,6 Mio.	258,2 Mio.	31,6 %
Sonstiges (Industrie, Gewerbe, LKW etc.)	o. A.	o. A.	o. A.	o. A.
Summe vollst. Dekarbonisierung (zzgl. Sonst.)	795,6 Mio.	726,0 Mio.	755,3 Mio.	92,5 %

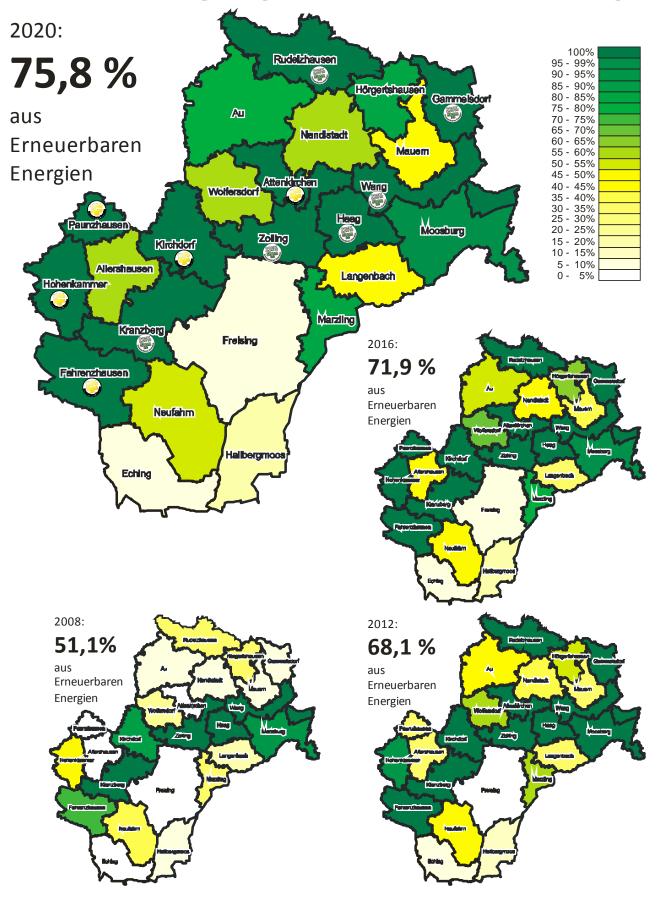
Alternative Möglichkeiten zur Erreichung von 100 % / 225 % EE-Strom im Landkreis	Umfang (bezogen auf) 100% (2020) 225% (2019)*		Randbedingungen
a) Stromeinsparung (kWh)	197,8 Mio.	1.236 Mio.	Einsparung kann (nur) teilweise die Lücke schließen
b) Windenergieanlagen* (Anzahl) = Anteil an Landkreisfläche	13,2 0,005 %	82,4 0,031 %	à 15 Mio. kWh/Jahr (6 MW) sowie ca. 0,3 ha Fläche (Fundamente, Wege etc.)
c) Biogaserzeugung * = Anteil an Landkreisfläche	7.913 ha 9,9 %	49.435 ha 61,8 %	à 25.000 kWh pro ha und Jahr
d) Photovoltaik-Freiflächenanlagen* = Anteil an Landkreisfläche	180 ha 0,2 %	1.124 ha _{1,4 %}	à 1.000 kWp pro ha, 1.100 kWh pro kWp und Jahr => 1.10 Mio. kWh pro ha und Jahr
e) Photovoltaik-Dachanlagen* Potenzial Solarpotentialkataster 935 ha = 1.344 Mio. kWh	102 ha	638 ha	à 4,8 m ² pro kWp, 930 kWh pro kWp und Jahr => 1,94 Mio. kWh pro ha und Jahr (Ost, Süd & West)
f) Sonstige (z.B. Wasserkraft, Geothermie)*	gering	gering	

^{*} Siehe Erläuterungen auf S. 76 ff.

Der Stromverbrauch des Flughafens ist nicht anteilig mit eingerechnet. Einzelheiten zum Flughafen siehe Kapitel Flughafen.

Stromerzeugung im Landkreis Freising:

Daten: 2020, Stand 2/2022



Übersicht der Gemeinden im Landkreis Freising

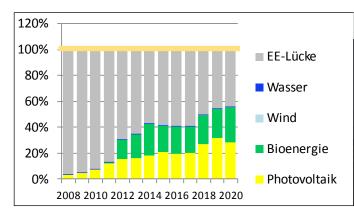
Gemeinde	Einwo	hner	F	äche	Einwohner	Nettostrom	verbrauch		EE-Strom	-Erzeugung		Zubaubedarf (-)
	Anzahl	Landkreis-		Landkreis-			pro Einw.		Änderung	Anteil vom	pro Einw.	Überschuss(+)
	(31.12.20)	anteil	in ha	anteil	pro ha	Mio. kWh	in kWh	Mio. kWh	zu 2019	Verbrauch	in kWh	in Mio. kWh
Allershausen	5.976	3,3 %	2.650	3,3 %	2,3	20,8	3.485	11,7	+1 %	56,4 %	1.966	-9,1
Attenkirchen	2.769	1,5 %	1.613	2,0 %	1,7	7,8	2.820	10,3	+0 %	132,1 %	3.726	+2,5
Au i.d. Hallertau	6.219	3,4 %	5.499	6,9 %	1,1	20,1	3.229	15,9	+2 %	79,3 %	2.560	-4,2
Eching	14.039	7,8 %	3.728	4,7 %	3,8	75,0	5.341	6,6	+12 %	8,8 %	469	-68,4
Fahrenzhausen	5.067	2,8 %	3.763	4,7 %	1,3	14,1	2.787	27,1	-5 %	191,7 %	5.343	+13,0
Freising	48.872	27,1 %	8.862	11,1 %	5,5	316,5	6.475	23,4	-1 %	7,4 %	479	-293,0
Gammelsdorf	1.488	0,8 %	2.162	2,7 %	0,7	3,8	2.581	16,7	+5 %	435,2 %	11.233	+12,9
Haag a. d. Amper	2.977	1,7 %	2.169	2,7 %	1,4	7,0	2.345	22,6	-4 %	323,4 %	7.583	+15,6
Hallbergmoos	11.148	6,2 %	3.504	4,4 %	3,2	47,0	4.219	8,3	+3 %	17,6 %	742	-38,8
Hohenkammer	2.664	1,5 %	2.573	3,2 %	1,0	10,6	3.992	14,2	+11 %	133,3 %	5.320	+3,5
Hörgertshausen	1.969	1,1 %	2.145	2,7 %	0,9	9,4	4.764	7,8	+49 %	83,5 %	3.977	-1,5
Kirchdorf a. d. Amper	3.231	1,8 %	3.299	4,1 %	1,0	8,0	2.480	12,3	+5 %	153,6 %	3.810	+4,3
Kranzberg	4.214	2,3 %	3.956	4,9 %	1,1	10,5	2.503	26,0	-0 %	246,6 %	6.172	+15,5
Langenbach	4.016	2,2 %	2.691	3,4 %	1,5	11,7	2.925	4,9	+17%	41,3 %	1.209	-6,9
Marzling	3.250	1,8 %	2.049	2,6 %	1,6	6,3	1.953	5,1	+1 %	80,0 %	1.562	-1,3
Mauern	3.149	1,7 %	2.416	3,0 %	1,3	7,3	2.327	3,2	-1 %	43,6 %	1.014	-4,1
Moosburg an der Isar	18.893	10,5 %	4.392	5,5 %	4,3	102,9	5.449	101,6	-15 %	98,6 %	5.375	-1,4
Nandistadt	5.312	2,9 %	3.431	4,3 %	1,5	11,2	2.110	6,6	+4 %	59,2 %	1.248	-4,6
Neufahrn	20.058	11,1 %	4.553	5,7 %	4,4	70,0	3.491	35,8	+14 %	51,1 %	1.785	-34,2
Paunzhausen	1.529	0,8 %	1.272	1,6 %	1,2	3,3	2.166	6,1	-2 %	183,4 %	3.972	+2,8
Rudelzhausen	3.490	1,9 %	4.085	5,1 %	0,9	8,3	2.377	35,3	+41 %	425,2 %	10.109	+27,0
Wang	2.570	1,4 %	3.113	3,9 %	0,8	7,7	3.014	68,8	-28 %	888,6 %	26.785	+61,1
Wolfersdorf	2.584	1,4 %	2.605	3,3 %	1,0	7,5	2.894	4,2	-9 %	56,6 %	1.637	-3,2
Zolling	4.829	2,7 %	3.456	4,3 %	1,4	29,3	6.066	144,1	-1 %	492,0 %	29.847	+114,8
Landkreis Freising	180.313	100,0 %	79.984	100,0 %	2,3	816,5	4.528	618,6	-4 %	75,8 %	3.431	-197,8
Deutschland	83,1	Mio.	35,7	76 Mio.	2,3	490.000	5.894	250.200	+4 %	51,1 %	3.010	-239.900

Allershausen

Einwohner (31.12.2018)	5.976 Einw.
Fläche	2.650 ha
Einwohnerdichte	2,26 Einw./ha
Treibhausgasvermeidung durch EE-Strom	7.075 t (2020)
EE-Anteil am Stromverbrauch	55,1% (2019)



56,4 % (2020)





Stromverbrauch in kWh	2018	2019	2020
gesamt [*]	21,6 Mio.	21,2 Mio.	20,8 Mio.
pro Einwohner	3.695	3.626	3.485

EE-Stromeinspeisung in kWh	2018	2019	2020	Anteil am Verbrauch
Wasserkraft	237.847	231.551	230.619	1,1 %
Windenergie	0	0	0	0,0 %
Bioenergien	4.730.052	4.751.912	5.605.543	26,9 %
Photovoltaik [*]	5.873.358	6.677.437	5.912.224	28,4 %
Summe	10.841.257	11.660.900	11.748.386	56,4 %

Fahrzeugbestand zum 31.12.	2018	2019	2020	2021
reine Elektrofahrzeuge	16	15	27	43
PKW mit Verbrennungsmotor	3.681	3.826	4.140	4.111
Anteil der E-PKW an den Neuzulassungen			6,3 %	13,1 %

Zubaubedarf bzw. Überschuss in kWh für	2018	2019	2020	Anteil am Verbrauch
100 % EE-Strom	10.761.542	9.516.156	9.075.818	43,6 %
Umstellung fossiler PKW auf E-PKW	10.105.817	10.408.250	11.031.444	53,0 %
Umstellung fossiler Heizungen auf WP	8.424.814	8.389.089	8.558.215	41,1 %
Sonstiges (Industrie, Gewerbe, LKW etc.)	o. A.	o. A.	o. A.	o. A.
Summe vollst. Dekarbonisierung (zzgl. Sonst.)	29.292.173	28.313.495	28.665.477	137,7 %

Alternative Möglichkeiten zur Erreichung von 100 % EE-Strom in der Kommune	Umfang (bezogen auf) 100% (2020) 225% (2019)*		Randbedingungen
a) Stromeinsparung (kWh)	9.075.818	35.899.990	Einsparung kann (nur) teilweise die Lücke schließen
b) Windenergieanlagen* (Anzahl) = Anteil an Gemeindefläche	0,6 0,007 %	2,4 0,027 %	à 15 Mio. kWh/Jahr (6 MW) sowie ca. 0,3 ha Fläche (Fundamente, Wege etc.)
c) Biogaserzeugung * = Anteil an Gemeindefläche	363 ha 13,7 %	1.436 ha 54,2 %	à 25.000 kWh pro ha und Jahr
d) Photovoltaik-Freiflächenanlagen* = Anteil an Gemeindefläche	8 ha 0,3 %	33 ha 1,2 %	à 1.000 kWp pro ha, 1.100 kWh pro kWp und Jahr => 1.100.000 kWh pro ha und Jahr
e) Photovoltaik-Dachanlagen* Potenzial Solarpotentialkataster 33 ha = 46 Mio. kWh	5 ha	19 ha	à 4,8 m ² pro kWp, 930 kWh pro kWp und Jahr => 1,94 Mio. kWh pro ha und Jahr (Ost, Süd & West)
f) Sonstige (z.B. Wasserkraft, Geothermie)*	gering	gering	

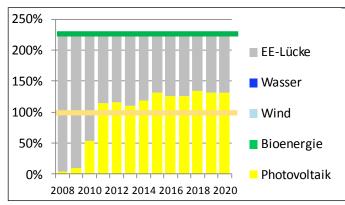
^{*} siehe Erläuterungen auf S. 76 ff.

Attenkirchen

Einwohner (31.12.2018)	2.769 Einw.
Fläche	1.613 ha
Einwohnerdichte	1,72 Einw./ha
Treibhausgasvermeidung durch EE-Strom	7.164 t (2020)
EE-Anteil am Stromverbrauch	132,0% (2019)



132,1 % (2020)





Stromverbrauch in kWh	2018	2019	2020
gesamt [*]	7,7 Mio.	7,8 Mio.	7,8 Mio.
pro Einwohner	2.806	2.766	2.820

EE-Stromeinspeisung in kWh	2018	2019	2020	Anteil am Verbrauch
Wasserkraft	0	0	0	0,0 %
Windenergie	0	0	0	0,0 %
Bioenergien	0	0	0	0,0 %
Photovoltaik [*]	10.365.544	10.282.791	10.317.125	132,1 %
Summe	10.365.544	10.282.791	10.317.125	132,1 %

Fahrzeugbestand zum 31.12.	2018	2019	2020	2021
reine Elektrofahrzeuge	8	7	24	29
PKW mit Verbrennungsmotor	1.791	1.838	1.998	1.933
Anteil der E-PKW an den Neuzulassungen			14,6 %	21,7 %

Zubaubedarf bzw. Überschuss in kWh für	2018	2019	2020	Anteil am Verbrauch
100 % EE-Strom	2.617.849	2.492.260	2.508.881	32,1 %
Umstellung fossiler PKW auf E-PKW	4.917.011	5.000.095	5.323.871	68,2 %
Umstellung fossiler Heizungen auf WP	3.978.264	4.046.586	3.965.478	50,8 %
Sonstiges (Industrie, Gewerbe, LKW etc.)	o. A.	o. A.	o. A.	o. A.
Summe vollst. Dekarbonisierung (zzgl. Sonst.)	6.277.427	6.554.421	6.780.468	86,8 %

Alternative Möglichkeiten zur Erreichung von 100 % EE-Strom in der Kommune		pezogen auf) 225% (2019) *	Randbedingungen
a) Stromeinsparung (kWh)	ı	7.211.570	Herzlichen Glückwunsch!
b) Windenergieanlagen* (Anzahl) = Anteil an Gemeindefläche	-	0,5 0,009 %	Ihre Gemeinde erzeugt mehr EE-Strom als sie verbraucht. Schaffen Sie nochmal 7,2 Mio.
c) Biogaserzeugung* = Anteil an Gemeindefläche	-	288 ha 17,9 %	kWh für die vollständige Dekarbonisierung? (ca. 225 % des Stromverbrauchs von 2019)
d) Photovoltaik-Freiflächenanlagen* = Anteil an Gemeindefläche	-	7 ha 0,4 %	Pro 15 Mio. kWh bedarf es • 1 Windenergieanlage (6 MW)
e) Photovoltaik-Dachanlagen* Potenzial Solarpotentialkataster 28 ha = 39 Mio. kWh	-	4 ha	600 ha Biogaserzeugung 14 ha PV-Freiflächenanlagen
f) Sonstige (z.B. Wasserkraft, Geothermie)*		gering	• 7,7 ha PV-Dachanlagen

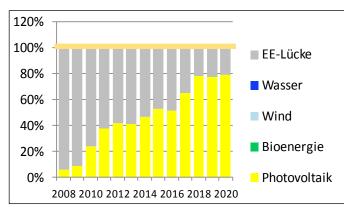
^{*} siehe Erläuterungen auf S. 76 ff.

Au i.d. Hallertau

Einwohner (31.12.2018)	6.219 Einw.
Fläche	5.499 ha
Einwohnerdichte	1,13 Einw./ha
Treibhausgasvermeidung durch EE-Strom	11.054 t (2020)
EE-Anteil am Stromverbrauch	77,9 % (2019)



79,3 % (2020)





Stromverbrauch in kWh	2018	2019	2020
gesamt [*]	19,7 Mio.	20,0 Mio.	20,1 Mio.
pro Einwohner	3.254	3.263	3.229

EE-Stromeinspeisung in kWh	2018	2019	2020	Anteil am Verbrauch
Wasserkraft	0	0	0	0,0 %
Windenergie	0	0	0	0,0 %
Bioenergien	21.492	12.046	0	0,0 %
Photovoltaik [*]	15.458.912	15.566.936	15.919.988	79,3 %
Summe	15.480.404	15.578.982	15.919.988	79,3 %

Fahrzeugbestand zum 31.12.	2018	2019	2020	2021
reine Elektrofahrzeuge	8	17	30	51
PKW mit Verbrennungsmotor	3.966	4.016	4.314	4.161
Anteil der E-PKW an den Neuzulassungen			9,0 %	20,5 %

Zubaubedarf bzw. Überschuss in kWh für	2018	2019	2020	Anteil am Verbrauch
100 % EE-Strom	4.251.177	4.425.687	4.163.886	20,7 %
Umstellung fossiler PKW auf E-PKW	10.888.256	10.925.126	11.495.084	57,2 %
Umstellung fossiler Heizungen auf WP	8.736.044	8.807.107	8.906.215	44,3 %
Sonstiges (Industrie, Gewerbe, LKW etc.)	o. A.	o. A.	o. A.	o. A.
Summe vollst. Dekarbonisierung (zzgl. Sonst.)	23.875.477	24.157.920	24.565.185	122,3 %

Alternative Möglichkeiten zur Erreichung von 100 % EE-Strom in der Kommune	Umfang (bezogen auf) 100% (2020) 225% (2019)*		Randbedingungen
a) Stromeinsparung (kWh)	4.163.886	29.090.517	Einsparung kann (nur) teilweise die Lücke schließen
b) Windenergieanlagen [*] (Anzahl) = Anteil an Gemeindefläche	0,3 0,002 %	1,9 0,011 %	à 15 Mio. kWh/Jahr (6 MW) sowie ca. 0,3 ha Fläche (Fundamente, Wege etc.)
c) Biogaserzeugung * = Anteil an Gemeindefläche	167 ha 3,0 %	1.164 ha 21,2 %	à 25.000 kWh pro ha und Jahr
d) Photovoltaik-Freiflächenanlagen* = Anteil an Gemeindefläche	4 ha 0,1 %	26 ha 0,5 %	à 1.000 kWp pro ha, 1.100 kWh pro kWp und Jahr => 1.100.000 kWh pro ha und Jahr
e) Photovoltaik-Dachanlagen* Potenzial Solarpotentialkataster 46 ha = 69 Mio. kWh	2 ha	15 ha	à 4,8 m ² pro kWp, 930 kWh pro kWp und Jahr => 1,94 Mio. kWh pro ha und Jahr (Ost, Süd & West)
f) Sonstige (z.B. Wasserkraft, Geothermie)*	gering	gering	

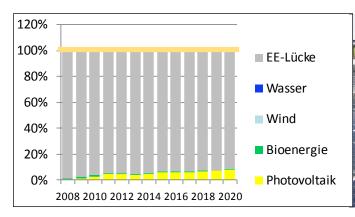
^{*} siehe Erläuterungen auf S. 76 ff.

Eching

Einwohner (31.12.2018)	14.039 Einw.
Fläche	3.728 ha
Einwohnerdichte	3,77 Einw./ha
Treibhausgasvermeidung durch EE-Strom	4.413 t (2020)
EE-Anteil am Stromverbrauch	7,7 % (2019)



8,8 % (2020)





Stromverbrauch in kWh	2018	2019	2020
gesamt [*]	78,6 Mio.	76,1 Mio.	75,0 Mio.
pro Einwohner	5.611	5.433	5.341

EE-Stromeinspeisung in kWh	2018	2019	2020	Anteil am Verbrauch
Wasserkraft	0	0	0	0,0 %
Windenergie	0	0	0	0,0 %
Bioenergien ⁺	666.314	466.747	778.942	1,0 %
Photovoltaik [*]	5.183.588	5.385.319	5.798.518	7,7 %
Summe	5.849.902	5.852.066	6.577.460	8,8 %

Fahrzeugbestand zum 31.12.	2018	2019	2020	2021
reine Elektrofahrzeuge	27	45	89	133
PKW mit Verbrennungsmotor	8.202	8.203	8.949	8.800
Anteil der E-PKW an den Neuzulassungen			7,9 %	14,6 %

Zubaubedarf bzw. Überschuss in kWh für	2018	2019	2020	Anteil am Verbrauch
100 % EE-Strom	72.761.859	70.294.948	68.408.710	91,2 %
Umstellung fossiler PKW auf E-PKW	22.517.771	22.315.441	23.845.505	31,8 %
Umstellung fossiler Heizungen auf WP	20.186.701	20.132.377	20.105.218	26,8 %
Sonstiges (Industrie, Gewerbe, LKW etc.)	o. A.	o. A.	o. A.	o. A.
Summe vollst. Dekarbonisierung (zzgl. Sonst.)	115.466.331	112.742.766	112.359.433	149,8 %

Alternative Möglichkeiten zur Erreichung von 100 % EE-Strom in der Kommune	Umfang (bezogen auf) 100% (2020) 225% (2019)*		Randbedingungen
a) Stromeinsparung (kWh)	68.408.710	164.753.322	Einsparung kann (nur) teilweise die Lücke schließen
b) Windenergieanlagen [*] (Anzahl) = Anteil an Gemeindefläche	4,6 0,037 %	11,0 0,088 %	à 15 Mio. kWh/Jahr (6 MW) sowie ca. 0,3 ha Fläche (Fundamente, Wege etc.)
c) Biogaserzeugung * = Anteil an Gemeindefläche	2.736 ha 73,4 %	6.590 ha 176,8 %	à 25.000 kWh pro ha und Jahr Achtung: So viel Fläche ist nicht vorhanden
d) Photovoltaik-Freiflächenanlagen* = Anteil an Gemeindefläche	62 ha 1,7 %	150 ha 4,0 %	à 1.000 kWp pro ha, 1.100 kWh pro kWp und Jahr => 1.100.000 kWh pro ha und Jahr
e) Photovoltaik-Dachanlagen* Potenzial Solarpotentialkataster 83 ha = 118 Mio. kWh	35 ha	85 ha	à 4,8 m² pro kWp, 930 kWh pro kWp und Jahr => 1,94 Mio. kWh pro ha und Jahr (Ost, Süd & West)
f) Sonstige (z.B. Wasserkraft, Geothermie)*	gering	gering	

[†] Das gemeinsam von Neufahrn und Eching betriebene Biomassekraftwerk ist nur in Neufahrn erfasst, da es auf dessen Gemeindegebiet steht.

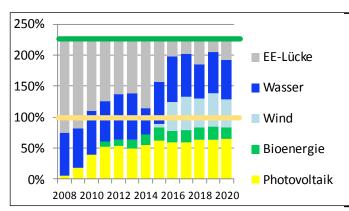
^{*} siehe Erläuterungen auf S. 76 ff.

Fahrenzhausen

Einwohner (31.12.2018)	5.067 Einw.
Fläche	3.763 ha
Einwohnerdichte	1,35 Einw./ha
Treibhausgasvermeidung durch EE-Strom	19.574 t (2020)
EE-Anteil am Stromverbrauch	204,7 % (2019)



191,7 % (2020)





Stromverbrauch in kWh	2018	2019	2020
gesamt [*]	14,2 Mio.	13,9 Mio.	14,1 Mio.
pro Einwohner	2.825	2.768	2.787

EE-Stromeinspeisung in kWh	2018	2019	2020	Anteil am Verbrauch
Wasserkraft	7.789.824	9.257.835	8.881.291	62,9 %
Windenergie	6.680.794	7.431.864	6.332.769	44,8 %
Bioenergien	2.847.374	2.923.536	2.733.217	19,4 %
Photovoltaik [*]	9.100.635	8.866.005	9.125.113	64,6 %
Summe	26.418.627	28.479.240	27.072.390	191,7 %

Fahrzeugbestand zum 31.12.	2018	2019	2020	2021
reine Elektrofahrzeuge	18	21	33	56
PKW mit Verbrennungsmotor	3.214	3.232	3.599	3.457
Anteil der E-PKW an den Neuzulassungen			10,4 %	23,4 %

Zubaubedarf bzw. Überschuss in kWh für	2018	2019	2020	Anteil am Verbrauch
100 % EE-Strom	12.179.845	14.564.891	12.951.852	91,7 %
Umstellung fossiler PKW auf E-PKW	8.823.716	8.792.333	9.589.895	67,9 %
Umstellung fossiler Heizungen auf WP	7.263.466	7.219.788	7.256.438	51,4 %
Sonstiges (Industrie, Gewerbe, LKW etc.)	o. A.	o. A.	o. A.	o. A.
Summe vollst. Dekarbonisierung (zzgl. Sonst.)	3.907.337	1.447.230	3.894.482	27,6 %

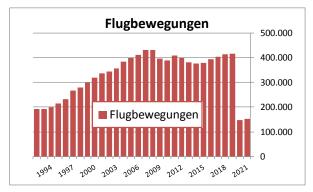
Alternative Möglichkeiten zur Erreichung von 100 % EE-Strom in der Kommune	_	pezogen auf) 225% (2019) *	Randbedingungen
a) Stromeinsparung (kWh)	-	4.234.895	Herzlichen Glückwunsch!
b) Windenergieanlagen* (Anzahl)	-	0,3	Ihre Gemeinde erzeugt mehr EE-Strom als sie
= Anteil an Gemeindefläche	=	0,002 %	verbraucht. Schaffen Sie nochmal 4,2 Mio.
c) Biogaserzeugung*	-	169 ha	kWh für die vollständige Dekarbonisierung?
= Anteil an Gemeindefläche	-	4,5 %	(ca. 225 % des Stromverbrauchs von 2019)
d) Photovoltaik-Freiflächenanlagen*	-	4 ha	Pro 15 Mio. kWh bedarf es
= Anteil an Gemeindefläche	=	0,1 %	1 Windenergieanlage (6 MW)
e) Photovoltaik-Dachanlagen*	-	2 ha	600 ha Biogaserzeugung
Potenzial Solarpotentialkataster 30 ha = 46 Mio. kWh			14 ha PV-Freiflächenanlagen
f) Sonstige (z.B. Wasserkraft, Geothermie)*	-	gering	• 7,7 ha PV-Dachanlagen

^{*} siehe Erläuterungen auf S. 76 ff.

Flughafen München

Der Flughafen München ist der zweitgrößte Flughafen Deutschlands. Er gehört zu 51 % dem Freistaat, zu 26 % der Bundesrepublik und zu 23 % der Stadt München. Seine Fläche (1.575 ha) ist in etwa so groß wie die Gemeinde Attenkirchen (1.613 ha) und liegt ungefähr je zur Hälfte in den Landkreisen Freising (Freising, Hallbergmoos, Marzling) und Erding (Oberding).

Bei der FMG, den Fluggesellschaften und den auf dem Flughafen angesiedelten Firmen arbeiteten 2020 rund 38.000 Personen. 2020 flogen 70 % der Flugzeuge ins Ausland. 59 % aller Flüge waren 2017 privat.



Grafik: Henze, Flugbewegungen am Flughafen München.

Abgebildet sind nicht die Flugzeuge, die den Flughafen angeflogen haben, sondern die Flugbewegungen. Anders als bei Bussen oder Zügen wird dabei jedes Flugzeug doppelt gezählt: beim Landen und beim Starten.

CO₂-Charta mit Ziel: Klimaneutralität bis 2030

Dieses 2018 selbstgesteckte Ziel des Flughafen München Konzerns ist zu begrüßen und richtig – beinhaltet aber leider nur die CO₂-Emissionen des Flughafenkonzerns selber (Grafik: CO2 laut FMG), nicht aber die weitaus höheren Emissionen der Airlines und auch nicht die der An- und Abreise von Mitarbeitern und Fluggästen.

Energieverbrauch und CO₂-Emissionen:

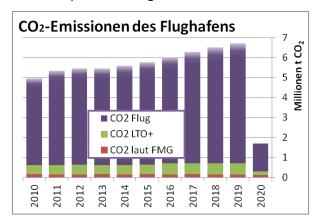
Laut FMG hat der Flughafen 2020 folgenden direkten und indirekten Energieverbrauch bzw. CO₂-Ausstoß:

	Energie	CC)2
2020	in Mio. kWh	in Tsd. Tonnen	Änderung zu 2019
Erdgas-BHKW 24 MW _{el}	319,8	63,9	-11,7 %
sonstiges Erdöl / Erdgas	22,9	5,1	-31,5 %
fossile Kraftstoffe	21,4	9,8	-53,9 %
Fernwärme Kohle und Bio- masse (Zolling)	27,5	1,2	-66,6 %
Strombezug	65,5	28,0	-35,2 %
Summe CO ₂ -Emissionen laut FMG		108,0	-27,0 %

Die $\rm CO_2$ -Emissionen sanken 2020 ggü. 2019 um 27 %, also wesentlich geringer als der coronabedingte Rückgang der Passagiere (-77 %) und Flugbewegungen (-65 %).

Bei den Emissionen der Airlines weist die FMG lediglich die Emissionen im LTO-Zyklus aus. Dieser beinhaltet den Kerosinverbrauch aller Flugzeuge unter 914 m Höhe (3.000 ft) bei Start, Steigflug, Landeanflug und Rollen.

In der Grafik sind unter "CO2 LTO+" zusätzlich die Emissionen der Hilfsturbinen im Stillstand (APU) und der Triebwerksprobeläufe eingerechnet.



Grafik Henze, Daten: FMG und eigene Berechnungen

Der eigentliche Flugbetrieb wird dem Flughafen aber laut der internationalen Zivilluftfahrtorganisation ICAO, deren Ziel die Förderung des Wachstums des globalen Zivilluftverkehrs ist, nicht zugerechnet. In der Grafik ist diese sehr große Menge unter "CO2-Flug" dargestellt. Sie beträgt 2020 abgeschätzt 1,4 Mio. t. CO₂ und ist damit genauso hoch wie die gesamten CO₂-Emissionen im Landkreis inklusive dem Kohlekraftwerk.



Bild: Magerl, startende B 707 mit Abgasfahne

Damit ist der Flughafen trotz Corona und der damit massiv gesunkenen Fluggastzahlen je nach Lesart der größte CO₂-Emittent im Landkreis (wenn auch die CO₂-Emissionen während des Fluges dem Flughafen zugerechnet werden) bzw. in derselben Größenordnung wie die Bereiche Verkehr und Wärme des gesamten Landkreises (wenn nur die beim Starten und Landen emittierten Mengen angerechnet werden). Für eine klimaneutrale Zukunft ist eine Kombination aus wesentlich weniger Flugverkehr, sparsameren Flugzeugen und Umstellung auf CO₂-neutrale Treibstoffe erforderlich.

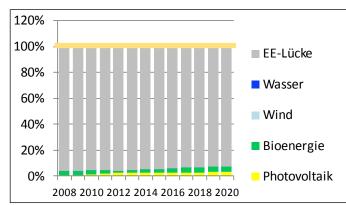
Ferner sollten die enormen Emissionen der Flugzeuge beim Rollen durch den Einsatz elektrisch betriebener Fahrzeuge, sogenannter Taxibots, reduziert werden.

Freising

Einwohner (31.12.2018)	48.872 Einw.
Fläche	8.862 ha
Einwohnerdichte	5,52 Einw./ha
Treibhausgasvermeidung durch EE-Strom	13.866 t (2020)
EE-Anteil am Stromverbrauch	7,4 % (2019)



7,4 % (2020)





Stromverbrauch in kWh	2018	2019	2020
gesamt ^{*1}	324,6 Mio.	320,7 Mio.	316,5 Mio.
pro Einwohner	6.675	6.527	6.475

EE-Stromeinspeisung in kWh	2018	2019	2020	Anteil am Verbrauch
Wasserkraft	140.113	132.400	68.983	0,0 %
Windenergie ⁺	0	0	0	0,0 %
Bioenergien ⁺	11.345.693	13.116.988	12.191.462	3,9 %
Photovoltaik [*]	9.555.771	10.379.344	11.167.882	3,5 %
Summe	21.041.577	23.628.732	23.428.327	7,4 %

Fahrzeugbestand zum 31.12.	2018	2019	2020	2021
reine Elektrofahrzeuge	183	208	354	634
PKW mit Verbrennungsmotor	24.144	24.014	25.387	25.405
Anteil der E-PKW an den Neuzulassungen			17,9 %	32,9 %

Zubaubedarf bzw. Überschuss in kWh für	2018	2019	2020	Anteil am Verbrauch
100 % EE-Strom	303.589.423	297.034.498	293.036.813	92,6 %
Umstellung fossiler PKW auf E-PKW	66.284.938	65.327.686	67.646.200	21,4 %
Umstellung fossiler Heizungen auf WP	70.075.663	70.568.900	69.989.472	22,1 %
Sonstiges (Industrie, Gewerbe, LKW etc.)	o. A.	o. A.	o. A.	o. A.
Summe vollst. Dekarbonisierung (zzgl. Sonst.)	439.950.024	432.931.083	430.672.485	136,1 %

Alternative Möglichkeiten zur Erreichung von 100 % EE-Strom in der Kommune	Umfang (bezogen auf) 100% (2020) 225% (2019)*		Randbedingungen
a) Stromeinsparung (kWh)	293.036.813	698.063.941	Einsparung kann (nur) teilweise die Lücke schließen
b) Windenergieanlagen* (Anzahl) = Anteil an Gemeindefläche	19,5 0,066 %	46,5 0,158 %	à 15 Mio. kWh/Jahr (6 MW) sowie ca. 0,3 ha Fläche (Fundamente, Wege etc.)
c) Biogaserzeugung * = Anteil an Gemeindefläche	11.721 ha 132,3 %	27.923 ha 315,1 %	à 25.000 kWh pro ha und Jahr Achtung: So viel Fläche ist nicht vorhanden
d) Photovoltaik-Freiflächenanlagen* = Anteil an Gemeindefläche	266 ha 3,0 %	635 ha 7,2 %	à 1.000 kWp pro ha, 1.100 kWh pro kWp und Jahr => 1.100.000 kWh pro ha und Jahr
e) Photovoltaik-Dachanlagen* Potenzial Solarpotentialkataster 175 ha = 247 Mio. kWh	151 ha	360 ha	à 4,8 m ² pro kWp, 930 kWh pro kWp und Jahr => 1,94 Mio. kWh pro ha und Jahr (Ost, Süd & West)
f) Sonstige (z.B. Wasserkraft, Geothermie)*	gering	gering	

^{*} Die Stadtwerke Freising liefern seit 2011 nur atomstromfreien Strom und sind an mehreren Windenergieanlagen und dem Biomassekraftwerk Zolling beteiligt. Alle Kraftwerke werden auf dem jeweiligen Gemeindegebiet erfasst, so dass das Biomassekraftwerk z.B. in Zolling erfasst wird

¹ Der Stromverbrauch des Flughafens ist nicht anteilig mit eingerechnet. Einzelheiten zum Flughafen siehe Seite 55.

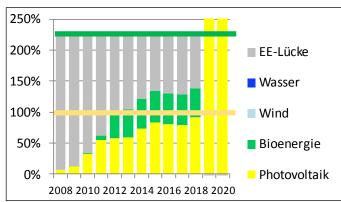
siehe Erläuterungen auf S. 76 ff.

Gammelsdorf

Einwohner (31.12.2018)	1.488 Einw.
Fläche	2.162 ha
Einwohnerdichte	0,69 Einw./ha
Treibhausgasvermeidung durch EE-Strom	11.190 t (2020)
EE-Anteil am Stromverbrauch	401,7 % (2019)



435,2 % (2020)





Stromverbrauch in kWh	2018	2019	2020
gesamt [*]	3,9 Mio.	4,0 Mio.	3,8 Mio.
pro Einwohner	2.684	2.713	2.581

EE-Stromeinspeisung in kWh	2018	2019	2020	Anteil am Verbrauch
Wasserkraft	0	0	0	0,0 %
Windenergie	242	27	2	0,0 %
Bioenergien	1.855.266	1.877.023	2.101.849	54,7 %
Photovoltaik [*]	3.634.239	14.044.476	14.612.682	380,5 %
Summe	5.489.747	15.921.526	16.714.533	435,2 %

Fahrzeugbestand zum 31.12.	2018	2019	2020	2021
reine Elektrofahrzeuge	3	5	9	11
PKW mit Verbrennungsmotor	944	964	1.049	955
Anteil der E-PKW an den Neuzulassungen			22,2 %	20,0 %

Zubaubedarf bzw. Überschuss in kWh für	2018	2019	2020	Anteil am Verbrauch
100 % EE-Strom	1.546.492	11.957.603	12.873.851	335,2%
Umstellung fossiler PKW auf E-PKW	2.591.658	2.622.466	2.795.165	72,8 %
Umstellung fossiler Heizungen auf WP	2.116.650	2.098.709	2.103.961	55,5 %
Sonstiges (Industrie, Gewerbe, LKW etc.)	o. A.	o. A.	o. A.	o. A.
Summe vollst. Dekarbonisierung (zzgl. Sonst.)	3.161.815	7.236.429	7.947.724	206,9 %

Alternative Möglichkeiten zur Erreichung von 100 % EE-Strom in der Kommune	Umfang (bezogen auf) 100% (2020) 225% (2019)*		Randbedingungen
a) Stromeinsparung (kWh)	-	-	Herzlichen Glückwunsch!
b) Windenergieanlagen [*] (Anzahl) = Anteil an Gemeindefläche	-	-	Ihre Gemeinde erzeugt bereits mehr EE- Strom als sie inkl. Sektorkopplung ver-
c) Biogaserzeugung * = Anteil an Gemeindefläche	-	-	braucht! Nutzen Sie die weiteren wirt- schaftlichen Möglichkeiten der EE!
d) Photovoltaik-Freiflächenanlagen* = Anteil an Gemeindefläche	-	-	Pro 15 Mio. kWh bedarf es
e) Photovoltaik-Dachanlagen* Potenzial Solarpotentialkataster 15 ha = 23 Mio. kWh	-	-	1 Windenergieanlage (6 MW) 600 ha Biogaserzeugung 14 ha PV-Freiflächenanlagen
f) Sonstige (z.B. Wasserkraft, Geothermie)*	_	_	• 7.7 ha PV-Dachanlagen

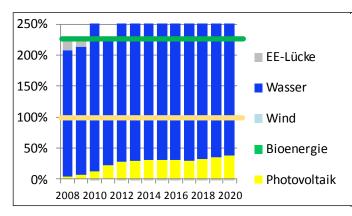
^{*} siehe Erläuterungen auf S. 76 ff.

Haag a.d. Amper

Einwohner (31.12.2018)	2.977 Einw.
Fläche	2.169 ha
Einwohnerdichte	1,37 Einw./ha
Treibhausgasvermeidung durch EE-Strom	17.800 t (2020)
EE-Anteil am Stromverbrauch	321,1 % (2019)



323,4 % (2020)





Stromverbrauch in kWh	2018	2019	2020
gesamt [*]	8,3 Mio.	7,3 Mio.	7,0 Mio.
pro Einwohner	2.796	2.470	2.345

EE-Stromeinspeisung in kWh	2018	2019	2020	Anteil am Verbrauch
Wasserkraft	19.977.569	20.927.260	19.930.018	285,5 %
Windenergie	0	0	0	0,0 %
Bioenergien	0	0	0	0,0 %
Photovoltaik [*]	2.666.208	2.593.135	2.644.317	37,9 %
Summe	22.643.777	23.520.395	22.574.335	323,4 %

Fahrzeugbestand zum 31.12.	2018	2019	2020	2021
reine Elektrofahrzeuge	7	12	24	31
PKW mit Verbrennungsmotor	1.958	1.999	2.130	2.033
Anteil der E-PKW an den Neuzulassungen			19,0 %	19,4 %

Zubaubedarf bzw. Überschuss in kWh für	2018	2019	2020	Anteil am Verbrauch
100 % EE-Strom	14.368.221	16.195.848	15.594.475	223,4 %
Umstellung fossiler PKW auf E-PKW	5.375.493	5.438.080	5.675.598	81,3 %
Umstellung fossiler Heizungen auf WP	4.264.999	4.259.186	4.263.354	61,1 %
Sonstiges (Industrie, Gewerbe, LKW etc.)	o. A.	o. A.	o. A.	o. A.
Summe vollst. Dekarbonisierung (zzgl. Sonst.)	4.727.729	6.498.582	5.655.523	81,0 %

Alternative Möglichkeiten zur Erreichung von 100 % EE-Strom in der Kommune	Umfang (bezogen auf) 100% (2020) 225% (2019)*		Randbedingungen	
a) Stromeinsparung (kWh)	-	-	Herzlichen Glückwunsch!	
b) Windenergieanlagen* (Anzahl)	-	-	Ihre Gemeinde erzeugt bereits mehr EE-	
= Anteil an Gemeindefläche			Strom als sie inkl. Sektorkopplung ver-	
c) Biogaserzeugung [*]	-	-	braucht! Nutzen Sie die weiteren wirt-	
= Anteil an Gemeindefläche			schaftlichen Möglichkeiten der EE!	
d) Photovoltaik-Freiflächenanlagen [*]	-	-	Pro 15 Mio. kWh bedarf es	
= Anteil an Gemeindefläche			1 Windenergieanlage (6 MW)	
e) Photovoltaik-Dachanlagen [*]	-	-	600 ha Biogaserzeugung	
Potenzial Solarpotentialkataster 16 ha = 24 Mio. kWh			14 ha PV-Freiflächenanlagen	
f) Sonstige (z.B. Wasserkraft, Geothermie)*	-	-	• 7,7 ha PV-Dachanlagen	

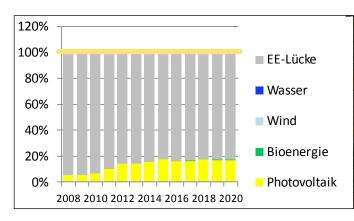
^{*} siehe Erläuterungen auf S. 76 ff.

Hallbergmoos

Einwohner (31.12.2018)	11.148 Einw.
Fläche	3.504 ha
Einwohnerdichte	3,18 Einw./ha
Treibhausgasvermeidung durch EE-Strom	5.701 t (2020)
EE-Anteil am Stromverbrauch	17,4 % (2019)



17,6 % (2020)





Stromverbrauch in kWh	2018	2019	2020
gesamt ^{*1}	45,9 Mio.	46,1 Mio.	47,0 Mio.
pro Einwohner	4.194	4.158	4.219

EE-Stromeinspeisung in kWh	2018	2019	2020	Anteil am Verbrauch
Wasserkraft	0	0	0	0,0 %
Windenergie	0	0	0	0,0 %
Bioenergien	118.619	145.011	200.928	0,4 %
Photovoltaik [*]	7.978.118	7.879.297	8.067.378	17,2 %
Summe	8.096.737	8.024.308	8.268.306	17,6 %

Fahrzeugbestand zum 31.12.	2018	2019	2020	2021
reine Elektrofahrzeuge	32	174 ²	206	252
PKW mit Verbrennungsmotor	6.865	7.692	8.190	8.167
Anteil der E-PKW an den Neuzulassungen			5,2 %	11,0 %

Zubaubedarf bzw. Überschuss in kWh für	2018	2019	2020	Anteil am Verbrauch
100 % EE-Strom	37.839.765	38.099.381	38.765.054	82,4 %
Umstellung fossiler PKW auf E-PKW	18.847.171	20.925.317	21.823.074	46,4 %
Umstellung fossiler Heizungen auf WP	15.781.937	15.936.396	15.965.024	33,9 %
Sonstiges (Industrie, Gewerbe, LKW etc.)	o. A.	o. A.	o. A.	o. A.
Summe vollst. Dekarbonisierung (zzgl. Sonst.)	72.468.873	74.961.094	76.553.152	162,8 %

Alternative Möglichkeiten zur Erreichung von 100 % EE-Strom in der Kommune	_	bezogen auf) 225% (201 9) [*]	Randbedingungen
a) Stromeinsparung (kWh)	38.765.054	95.509.994	Einsparung kann (nur) teilweise die Lücke schließen
b) Windenergieanlagen [*] (Anzahl) = Anteil an Gemeindefläche	2,6 0,022 %	6,4 0,055 %	à 15 Mio. kWh/Jahr (6 MW) sowie ca. 0,3 ha Fläche (Fundamente, Wege etc.)
c) Biogaserzeugung * = Anteil an Gemeindefläche	1.551 ha 44,3 %	3.820 ha 109,0 %	à 25.000 kWh pro ha und Jahr Achtung: So viel Fläche ist nicht vorhanden
d) Photovoltaik-Freiflächenanlagen* = Anteil an Gemeindefläche	35 ha 1,0 %	87 ha 2,5 %	à 1.000 kWp pro ha, 1.100 kWh pro kWp und Jahr => 1.100.000 kWh pro ha und Jahr
e) Photovoltaik-Dachanlagen* Potenzial Solarpotentialkataster 53 ha = 70 Mio. kWh	20 ha	49 ha	à 4,8 m ² pro kWp, 930 kWh pro kWp und Jahr => 1,94 Mio. kWh pro ha und Jahr (Ost, Süd & West)
f) Sonstige (z.B. Wasserkraft, Geothermie)*	gering	gering	Einsparung kann (nur) teilweise die Lücke schließen

^{*} Siehe Erläuterungen auf S. 76 ff.

Der Stromverbrauch des Flughafens ist nicht anteilig mit eingerechnet. Einzelheiten zum Flughafen siehe Seite 55.

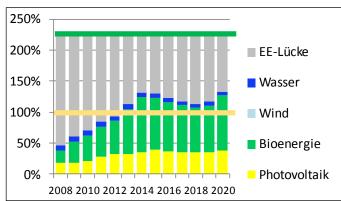
² Davon sind 2019 104 E-Fahrzeuge und 738 PKW mit Verbrennungsmotor von Firmen auf dem Flughafengelände zugelassen.

Hohenkammer

Einwohner (31.12.2018)	2.664 Einw.
Fläche	2.573 ha
Einwohnerdichte	1,04 Einw./ha
Treibhausgasvermeidung durch EE-Strom	8.027 t (2020)
EE-Anteil am Stromverbrauch	116,7 % (2019)



133,3 % (2020)





Stromverbrauch in kWh	2018	2019	2020
gesamt [*]	11,2 Mio.	11,0 Mio.	10,6 Mio.
pro Einwohner	4.214	4.165	3.992

EE-Stromeinspeisung in kWh	2018	2019	2020	Anteil am Verbrauch
Wasserkraft	651.115	637.487	627.976	5,9 %
Windenergie	0	0	0	0,0 %
Bioenergien	8.039.408	8.234.616	9.525.754	89,6 %
Photovoltaik [*]	3.978.924	3.934.893	4.019.642	37,8 %
Summe	12.669.447	12.806.996	14.173.372	133,3 %

Fahrzeugbestand zum 31.12.	2018	2019	2020	2021
reine Elektrofahrzeuge	7	11	13	26
PKW mit Verbrennungsmotor	1.617	1.660	1.785	1.712
Anteil der E-PKW an den Neuzulassungen			3,4 %	26,2 %

Zubaubedarf bzw. Überschuss in kWh für	2018	2019	2020	Anteil am Verbrauch
100 % EE-Strom	1.452.253	1.835.603	3.538.448	33,3 %
Umstellung fossiler PKW auf E-PKW	4.439.312	4.515.864	4.756.311	44,7 %
Umstellung fossiler Heizungen auf WP	3.835.617	3.783.709	3.815.108	35,9 %
Sonstiges (Industrie, Gewerbe, LKW etc.)	o. A.	o. A.	o. A.	o. A.
Summe vollst. Dekarbonisierung (zzgl. Sonst.)	6.822.676	6.463.970	5.032.971	47,3 %

Alternative Möglichkeiten zur Erreichung von 100 % EE-Strom in der Kommune	_	pezogen auf) 225% (201 9) [*]	Randbedingungen		
a) Stromeinsparung (kWh)	-	10.512.262	Herzlichen Glückwunsch!		
b) Windenergieanlagen* (Anzahl)	-	0,7	Ihre Gemeinde erzeugt mehr EE-Strom als sie		
= Anteil an Gemeindefläche	=	0,008 %	verbraucht. Schaffen Sie nochmal 10,5 Mio.		
c) Biogaserzeugung*	-	420 ha	kWh für die vollständige Dekarbonisierung?		
= Anteil an Gemeindefläche	-	16,3 %	(ca. 225 % des Stromverbrauchs von 2019)		
d) Photovoltaik-Freiflächenanlagen [*]	-	10 ha	Pro 15 Mio. kWh bedarf es		
= Anteil an Gemeindefläche	=	0,4 %	1 Windenergieanlage (6 MW)		
e) Photovoltaik-Dachanlagen*	-	5 ha	600 ha Biogaserzeugung		
Potenzial Solarpotential kataster 22 ha = 32 Mio. kWh			14 ha PV-Freiflächenanlagen		
f) Sonstige (z.B. Wasserkraft, Geothermie)*	-	gering	• 7,7 ha PV-Dachanlagen		

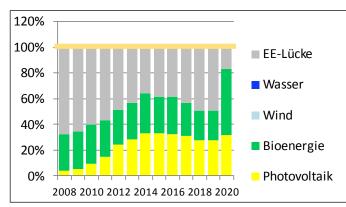
^{*} siehe Erläuterungen auf S. 76 ff.

Hörgertshausen

Einwohner (31.12.2018)	1.969 Einw.
Fläche	2.145 ha
Einwohnerdichte	0,92 Einw./ha
Treibhausgasvermeidung durch EE-Strom	4.485 t (2020)
EE-Anteil am Stromverbrauch	50,5 % (2019)



83,5 % (2020)





Stromverbrauch in kWh	2018	2019	2020
gesamt [*]	10,3 Mio.	10,4 Mio.	9,4 Mio.
pro Einwohner	5.223	5.209	4.764

EE-Stromeinspeisung in kWh	2018	2019	2020	Anteil am Verbrauch
Wasserkraft	0	0	0	0,0 %
Windenergie	0	0	0	0,0 %
Bioenergien	2.352.947	2.353.876	4.823.318	51,4 %
Photovoltaik [*]	2.878.988	2.893.762	3.008.368	32,1 %
Summe	5.231.935	5.247.638	7.831.686	83,5 %

Fahrzeugbestand zum 31.12. &	2018	2019	2020	2021
reine Elektrofahrzeuge	2	4	10	12
PKW mit Verbrennungsmotor	1.340	1.368	1.461	1.410
Anteil der E-PKW an den Neuzulassungen			21,7 %	18,2 %

Zubaubedarf bzw. Überschuss in kWh für	2018	2019	2020	Anteil am Verbrauch
100 % EE-Strom	5.047.504	5.138.797	1.548.148	16,5 %
Umstellung fossiler PKW auf E-PKW	3.678.836	3.721.507	3.892.981	41,5 %
Umstellung fossiler Heizungen auf WP	2.835.648	2.864.357	2.819.800	30,1 %
Sonstiges (Industrie, Gewerbe, LKW etc.)	o. A.	o. A.	o. A.	o. A.
Summe vollst. Dekarbonisierung (zzgl. Sonst.)	11.561.988	11.724.661	8.260.929	88,1 %

Alternative Möglichkeiten zur Erreichung von 100 % EE-Strom in der Kommune	Umfang (bezogen auf) 100% (2020) 225% (2019)*		Randbedingungen
a) Stromeinsparung (kWh)	1.548.148	15.537.793	Einsparung kann (nur) teilweise die Lücke schließen
b) Windenergieanlagen* (Anzahl) = Anteil an Gemeindefläche	0,1 0,001 %	1,0 0,014 %	à 15 Mio. kWh/Jahr (6 MW) sowie ca. 0,3 ha Fläche (Fundamente, Wege etc.)
c) Biogaserzeugung * = Anteil an Gemeindefläche	62 ha 2,9 %	622 ha 29,0 %	à 25.000 kWh pro ha und Jahr
d) Photovoltaik-Freiflächenanlagen* = Anteil an Gemeindefläche	1 ha 0,1 %	14 ha 0,7 %	à 1.000 kWp pro ha, 1.100 kWh pro kWp und Jahr => 1.100.000 kWh pro ha und Jahr
e) Photovoltaik-Dachanlagen* Potenzial Solarpotentialkataster 16 ha = 24 Mio. kWh	1 ha	8 ha	à 4,8 m ² pro kWp, 930 kWh pro kWp und Jahr => 1,94 Mio. kWh pro ha und Jahr (Ost, Süd & West)
f) Sonstige (z.B. Wasserkraft, Geothermie)*	gering	gering	

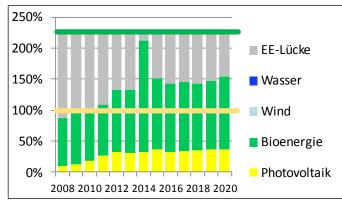
^{*} siehe Erläuterungen auf S. 76 ff.

Kirchdorf a.d. Amper

Einwohner (31.12.2018)	3.231 Einw.
Fläche	3.299 ha
Einwohnerdichte	0,98 Einw./ha
Treibhausgasvermeidung durch EE-Strom	6.708 t (2020)
EE-Anteil am Stromverbrauch	146,6 % (2019)



153,6 % (2020)





Stromverbrauch in kWh	2018	2019	2020
gesamt [*]	8,1 Mio.	8,9 Mio.	8,0 Mio.
pro Einwohner	2.514	2.465	2.480

EE-Stromeinspeisung in kWh	2018	2019	2020	Anteil am Verbrauch
Wasserkraft	0	0	0	0,0 %
Windenergie	0	0	0	0,0 %
Bioenergien	8.698.645	8.863.997	9.307.889	116,2 %
Photovoltaik [*]	2.909.619	2.900.014	3.001.296	37,5 %
Summe	11.608.264	11.764.011	12.309.185	153,6 %

Fahrzeugbestand zum 31.12.	2018	2019	2020	2021
reine Elektrofahrzeuge	8	12	25	30
PKW mit Verbrennungsmotor	2.060	2.143	2.318	2.185
Anteil der E-PKW an den Neuzulassungen			14,3 %	25,5 %

Zubaubedarf bzw. Überschuss in kWh für	2018	2019	2020	Anteil am Verbrauch
100 % EE-Strom	3.476.098	3.739.494	4.295.702	53,6 %
Umstellung fossiler PKW auf E-PKW	5.655.524	5.829.817	6.176.543	77,1 %
Umstellung fossiler Heizungen auf WP	4.661.240	4.677.204	4.627.107	57,7 %
Sonstiges (Industrie, Gewerbe, LKW etc.)	o. A.	o. A.	o. A.	o. A.
Summe vollst. Dekarbonisierung (zzgl. Sonst.)	6.840.666	6.767.527	6.507.948	81,2 %

Alternative Möglichkeiten zur Erreichung von 100 % EE-Strom in der Kommune		bezogen auf) 225% (201 9) [*]	Randbedingungen
a) Stromeinsparung (kWh)	-	5.745.978	Herzlichen Glückwunsch!
b) Windenergieanlagen [*] (Anzahl) = Anteil an Gemeindefläche	-	0,4 0,003 %	Ihre Gemeinde erzeugt mehr EE-Strom als sie verbraucht. Schaffen Sie nochmal 5,7 Mio.
c) Biogaserzeugung * = Anteil an Gemeindefläche	-	230 ha 7,0 %	kWh für die vollständige Dekarbonisierung? (ca. 225 % des Stromverbrauchs von 2019)
d) Photovoltaik-Freiflächenanlagen* = Anteil an Gemeindefläche	-	5 ha 0,2 %	Pro 15 Mio. kWh bedarf es • 1 Windenergieanlage (6 MW)
e) Photovoltaik-Dachanlagen * Potenzial Solarpotentialkataster 22 ha = 33 Mio. kWh	-	3 ha	600 ha Biogaserzeugung 14 ha PV-Freiflächenanlagen
f) Sonstige (z.B. Wasserkraft, Geothermie)*	-	gering	• 7,7 ha PV-Dachanlagen

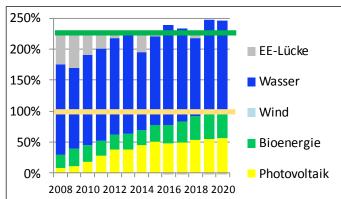
^{*} siehe Erläuterungen auf S. 76 ff.

Kranzberg

Einwohner (31.12.2018)	4.214 Einw.
Fläche	3.956 ha
Einwohnerdichte	1,07 Einw./ha
Treibhausgasvermeidung durch EE-Strom	18.911 t (2020)
EE-Anteil am Stromverbrauch	246,9 % (2019)



246,6 % (2020)





Stromverbrauch in kWh	2018	2019	2020
gesamt [*]	10,7 Mio.	10,6 Mio.	10,5 Mio.
pro Einwohner	2.562	2.541	2.503

EE-Stromeinspeisung in kWh	2018	2019	2020	Anteil am Verbrauch
Wasserkraft	13.522.264	16.104.770	15.800.815	149,8 %
Windenergie	0	0	0	0,0 %
Bioenergien	4.119.597	4.155.480	4.217.252	40,0 %
Photovoltaik [*]	5.732.281	5.796.496	5.990.875	56,8 %
Summe	23.374.142	26.056.746	26.008.942	246,6 %

Fahrzeugbestand zum 31.12.	2018	2019	2020	2021
reine Elektrofahrzeuge	20	24	35	66
PKW mit Verbrennungsmotor	3.082	3.081	3.313	3.279
Anteil der E-PKW an den Neuzulassungen			10,3 %	28,3 %

Zubaubedarf bzw. Überschuss in kWh für	2018	2019	2020	Anteil am Verbrauch
100 % EE-Strom	12.675.721	15.504.965	15.460.649	146,6 %
Umstellung fossiler PKW auf E-PKW	8.461.323	8.381.552	8.827.820	83,7 %
Umstellung fossiler Heizungen auf WP	6.015.666	5.964.297	6.034.859	57,2 %
Sonstiges (Industrie, Gewerbe, LKW etc.)	o. A.	o. A.	o. A.	o. A.
Summe vollst. Dekarbonisierung (zzgl. Sonst.)	1.801.268	1.159.115	597.970	5,7 %

Alternative Möglichkeiten zur Erreichung von 100 % EE-Strom in der Kommune	Umfang (bezogen auf) 100% (2020) 225% (2019)*		Randbedingungen	
a) Stromeinsparung (kWh)	-	-	Herzlichen Glückwunsch!	
b) Windenergieanlagen* (Anzahl)	-	-	Ihre Gemeinde erzeugt bereits mehr EE-	
= Anteil an Gemeindefläche			Strom als sie inkl. Sektorkopplung ver-	
c) Biogaserzeugung [*]	-	-	braucht! Nutzen Sie die weiteren wirt-	
= Anteil an Gemeindefläche			schaftlichen Möglichkeiten der EE!	
d) Photovoltaik-Freiflächenanlagen*	-	-	Pro 15 Mio. kWh bedarf es	
= Anteil an Gemeindefläche			• 1 Windenergieanlage (6 MW) 🥿 🤼 🜒	
e) Photovoltaik-Dachanlagen **	-	-	600 ha Biogaserzeugung	
Potenzial Solarpotential kataster 32 ha = 49 Mio. kWh			14 ha PV-Freiflächenanlagen	
f) Sonstige (z.B. Wasserkraft, Geothermie)*	-	-	• 7,7 ha PV-Dachanlagen	

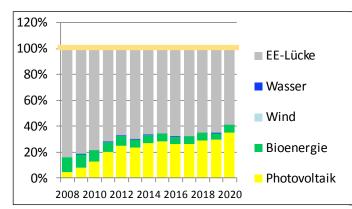
^{*} siehe Erläuterungen auf S. 76 ff.

Langenbach

Einwohner (31.12.2018)	4.016 Einw.
Fläche	2.691 ha
Einwohnerdichte	1,49 Einw./ha
Treibhausgasvermeidung durch EE-Strom	3.246 t (2020)
EE-Anteil am Stromverbrauch	35,0 % (2019)



41,3 % (2020)





Stromverbrauch in kWh	2018	2019	2020
gesamt [*]	12,1 Mio.	11,9 Mio.	11,7 Mio.
pro Einwohner	3.033	2.936	2.925

EE-Stromeinspeisung in kWh	2018	2019	2020	Anteil am Verbrauch
Wasserkraft	44.263	43.814	45.034	0,4 %
Windenergie	0	0	0	0,0 %
Bioenergien	717.275	576.053	656.631	5,6 %
Photovoltaik [*]	3.530.617	3.527.184	4.153.105	35,4 %
Summe	4.292.155	4.147.051	4.854.770	41,3 %

Fahrzeugbestand zum 31.12.	2018	2019	2020	2021
reine Elektrofahrzeuge	8	10	17	30
PKW mit Verbrennungsmotor	2.683	2.678	2.895	2.815
Anteil der E-PKW an den Neuzulassungen			6,4 %	13,9 %

Zubaubedarf bzw. Überschuss in kWh für	2018	2019	2020	Anteil am Verbrauch
100 % EE-Strom	7.811.834	7.712.532	6.890.766	58,7 %
Umstellung fossiler PKW auf E-PKW	7.365.908	7.285.231	7.714.017	65,7 %
Umstellung fossiler Heizungen auf WP	5.750.544	5.803.411	5.751.304	49,0 %
Sonstiges (Industrie, Gewerbe, LKW etc.)	o. A.	o. A.	o. A.	o. A.
Summe vollst. Dekarbonisierung (zzgl. Sonst.)	20.928.286	20.801.174	20.356.087	173,3 %

Alternative Möglichkeiten zur Erreichung von 100 % EE-Strom in der Kommune	Umfang (bezogen auf) 100% (2020) 225% (2019)*		Randbedingungen
a) Stromeinsparung (kWh)	6.890.766	21.829.291	Einsparung kann (nur) teilweise die Lücke schließen
b) Windenergieanlagen* (Anzahl) = Anteil an Gemeindefläche	0,5 0,005 %	1,5 0,016 %	à 15 Mio. kWh/Jahr (6 MW) sowie ca. 0,3 ha Fläche (Fundamente, Wege etc.)
c) Biogaserzeugung * = Anteil an Gemeindefläche	276 ha 10,2 %	873 ha 32,5 %	à 25.000 kWh pro ha und Jahr
d) Photovoltaik-Freiflächenanlagen* = Anteil an Gemeindefläche	6 ha 0,2 %	20ha 0,7 %	à 1.000 kWp pro ha, 1.100 kWh pro kWp und Jahr => 1.100.000 kWh pro ha und Jahr
e) Photovoltaik-Dachanlagen* Potenzial Solarpotentialkataster 27 ha = 38 Mio. kWh	4 ha	11 ha	à 4,8 m ² pro kWp, 930 kWh pro kWp und Jahr => 1,94 Mio. kWh pro ha und Jahr (Ost, Süd & West)
f) Sonstige (z.B. Wasserkraft, Geothermie)*	gering	gering	

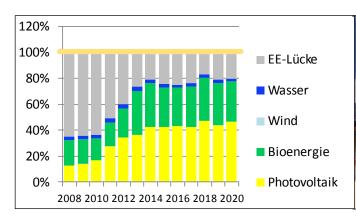
^{*} siehe Erläuterungen auf S. 76 ff.

Marzling

Einwohner (31.12.2018)	3.250 Einw.
Fläche	2.049 ha
Einwohnerdichte	1,59 Einw./ha
Treibhausgasvermeidung durch EE-Strom	3.147 t (2020)
EE-Anteil am Stromverbrauch	79,4 % (2019)



80,0 % (2020)





Stromverbrauch in kWh	2018	2019	2020
gesamt ^{*1}	6,2 Mio.	6,3 Mio.	6,3 Mio.
pro Einwohner	1.920	1.961	1.953

EE-Stromeinspeisung in kWh	2018	2019	2020	Anteil am Verbrauch
Wasserkraft	176.505	179.869	127.689	2,0 %
Windenergie	0	0	0	0,0 %
Bioenergien	2.037.009	2.051.225	1.982.136	31,2 %
Photovoltaik [*]	2.961.547	2.790.075	2.967.182	46,7 %
Summe	5.175.061	5.021.169	5.077.007	80,0 %

Fahrzeugbestand zum 31.12.	2018	2019	2020	2021
reine Elektrofahrzeuge	12	13	18	30
PKW mit Verbrennungsmotor	1.912	1.906	2.062	1.976
Anteil der E-PKW an den Neuzulassungen			10,3 %	17,6 %

Zubaubedarf bzw. Überschuss in kWh für	2018	2019	2020	Anteil am Verbrauch
100 % EE-Strom	1.040.689	1.299.979	1.271.076	20,0 %
Umstellung fossiler PKW auf E-PKW	5.249.205	5.185.082	5.494.405	86,6 %
Umstellung fossiler Heizungen auf WP	4.665.563	4.631.237	4.654.317	73,3 %
Sonstiges (Industrie, Gewerbe, LKW etc.)	o. A.	o. A.	o. A.	o. A.
Summe vollst. Dekarbonisierung (zzgl. Sonst.)	10.955.457	11.116.298	11.419.798	179,9 %

Alternative Möglichkeiten zur Erreichung von 100 % EE-Strom in der Kommune	_	pezogen auf) 225% (2019) *	Randbedingungen
a) Stromeinsparung (kWh)	1.271.076	9.145.576	Einsparung kann (nur) teilweise die Lücke schließen
b) Windenergieanlagen [*] (Anzahl) = Anteil an Gemeindefläche	0,1 0,001 %	0,6 0,009 %	à 15 Mio. kWh/Jahr (6 MW) sowie ca. 0,3 ha Fläche (Fundamente, Wege etc.)
c) Biogaserzeugung * = Anteil an Gemeindefläche	51 ha 2,5 %	366 ha 17,9 %	à 25.000 kWh pro ha und Jahr
d) Photovoltaik-Freiflächenanlagen* = Anteil an Gemeindefläche	1 ha 0,1 %	8 ha 0,4 %	à 1.000 kWp pro ha, 1.100 kWh pro kWp und Jahr => 1.100.000 kWh pro ha und Jahr
e) Photovoltaik-Dachanlagen* Potenzial Solarpotentialkataster 16 ha = 23 Mio. kWh	1 ha	5 ha	à 4,8 m ² pro kWp, 930 kWh pro kWp und Jahr => 1,94 Mio. kWh pro ha und Jahr (Ost, Süd & West)
f) Sonstige (z.B. Wasserkraft, Geothermie)*	gering	gering	

^{*} Siehe Erläuterungen auf S. 76 ff.

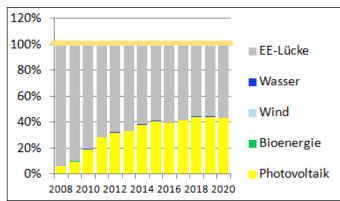
Der Stromverbrauch des Flughafens ist nicht anteilig mit eingerechnet. Einzelheiten zum Flughafen siehe Kapitel Flughafen.

Mauern

Einwohner (31.12.2018)	3.149 Einw.
Fläche	2.416 ha
Einwohnerdichte	1,30 Einw./ha
Treibhausgasvermeidung durch EE-Strom	2.219 t (2020)
EE-Anteil am Stromverbrauch	44,5 % (2019)



43,6 % (2020)





Stromverbrauch in kWh	2018	2019	2020
gesamt [*]	7,1 Mio.	7,2 Mio.	7,3 Mio.
pro Einwohner	2.319	2.313	2.327

EE-Stromeinspeisung in kWh	2018	2019	2020	Anteil am Verbrauch
Wasserkraft	21.027	16.612	15.785	0,2 %
Windenergie	0	0	0	0,0 %
Bioenergien	0	0	0	0,0 %
Photovoltaik [*]	3.153.126	3.196.557	3.178.298	43,4 %
Summe	3.174.153	3.213.169	3.194.083	43,6 %

Fahrzeugbestand zum 31.12.	2018	2019	2020	2021
reine Elektrofahrzeuge	7	8	19	35
PKW mit Verbrennungsmotor	1.859	1.926	2.082	1.988
Anteil der E-PKW an den Neuzulassungen			22,0 %	26,2 %

Zubaubedarf bzw. Überschuss in kWh für	2018	2019	2020	Anteil am Verbrauch
100 % EE-Strom	3.962.640	4.014.118	4.132.449	56,4 %
Umstellung fossiler PKW auf E-PKW	5.103.699	5.239.490	5.547.697	75,7 %
Umstellung fossiler Heizungen auf WP	4.433.582	4.487.588	4.509.675	61,6 %
Sonstiges (Industrie, Gewerbe, LKW etc.)	o. A.	o. A.	o. A.	o. A.
Summe vollst. Dekarbonisierung (zzgl. Sonst.)	13.499.920	13.741.196	14.189.822	193,7 %

Alternative Möglichkeiten zur Erreichung von 100 % EE-Strom in der Kommune	Umfang (bezogen auf) 100% (2020) 225% (2019)*		Randbedingungen
a) Stromeinsparung (kWh)	4.132.449	13.067.311	Einsparung kann (nur) teilweise die Lücke schließen
b) Windenergieanlagen* (Anzahl) = Anteil an Gemeindefläche	0,3 0,003 %	0,9 0,011 %	à 15 Mio. kWh/Jahr (6 MW) sowie ca. 0,3 ha Fläche (Fundamente, Wege etc.)
c) Biogaserzeugung * = Anteil an Gemeindefläche	165 ha 6,8 %	523 ha 21,6 %	à 25.000 kWh pro ha und Jahr
d) Photovoltaik-Freiflächenanlagen* = Anteil an Gemeindefläche	4 ha 0,2 %	12 ha 0,5 %	à 1.000 kWp pro ha, 1.100 kWh pro kWp und Jahr => 1.100.000 kWh pro ha und Jahr
e) Photovoltaik-Dachanlagen* Potenzial Solarpotentialkataster 19 ha = 26 Mio. kWh	2 ha	7 ha	à 4,8 m ² pro kWp, 930 kWh pro kWp und Jahr => 1,94 Mio. kWh pro ha und Jahr (Ost, Süd & West)
f) Sonstige (z.B. Wasserkraft, Geothermie)*	gering	gering	

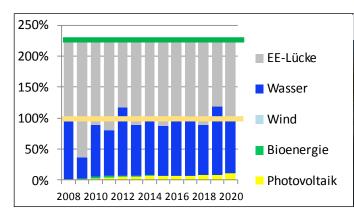
^{*} siehe Erläuterungen auf S. 76 ff.

Moosburg a.d. Isar

Einwohner (31.12.2018)	18.893 Einw.
Fläche	4.392 ha
Einwohnerdichte	4,30 Einw./ha
Treibhausgasvermeidung durch EE-Strom	80.051 t (2020)
EE-Anteil am Stromverbrauch	119,0 % (2019)



98,6 % (2020)





Stromverbrauch in kWh	2018	2019	2020
gesamt*	101,2 Mio.	100,5 Mio.	102,9 Mio.
pro Einwohner	5.468	5.388	5.449

EE-Stromeinspeisung in kWh	2018	2019	2020	Anteil am Verbrauch
Wasserkraft	81.209.593	110.745.118	90.182.296	87,6 %
Windenergie	0	0	0	0,0 %
Bioenergien	547.844	413.976	416.464	0,4 %
Photovoltaik [*]	8.146.018	8.407.012	10.956.547	10,6 %
Summe	89.903.455	119.566.106	101.555.307	98,6 %

Fahrzeugbestand zum 31.12.	2018	2019	2020	2021
reine Elektrofahrzeuge	26	39	72	124
PKW mit Verbrennungsmotor	10.135	10.121	10.470	9.754
Anteil der E-PKW an den Neuzulassungen			10,2 %	18,7 %

Zubaubedarf bzw. Überschuss in kWh für	2018	2019	2020	Anteil am Verbrauch
100 % EE-Strom	11.308.583	19.048.634	1.393.858	1,4 %
Umstellung fossiler PKW auf E-PKW	27.824.629	27.533.168	27.898.362	27,1 %
Umstellung fossiler Heizungen auf WP	26.670.653	26.799.116	27.056.619	26,3 %
Sonstiges (Industrie, Gewerbe, LKW etc.)	o. A.	o. A.	o. A.	o. A.
Summe vollst. Dekarbonisierung (zzgl. Sonst.)	65.803.865	35.283.651	56.348.839	54,7 %

Alternative Möglichkeiten zur Erreichung von 100 % EE-Strom in der Kommune	Umfang (bezogen auf) 100% (2020) 225% (2019)*		Randbedingungen
a) Stromeinsparung (kWh)	1.393.858	124.609.006	Einsparung kann (nur) teilweise die Lücke schließen
b) Windenergieanlagen [*] (Anzahl) = Anteil an Gemeindefläche	0,1 0,001 %	8,3 0,057 %	à 15 Mio. kWh/Jahr (6 MW) sowie ca. 0,3 ha Fläche (Fundamente, Wege etc.)
c) Biogaserzeugung * = Anteil an Gemeindefläche	56 ha 1,3 %	4.984 ha 113,5 %	à 25.000 kWh pro ha und Jahr Achtung: So viel Fläche ist nicht vorhanden
d) Photovoltaik-Freiflächenanlagen* = Anteil an Gemeindefläche	1 ha 0,0 %	113 ha 2,6 %	à 1.000 kWp pro ha, 1.100 kWh pro kWp und Jahr => 1.100.000 kWh pro ha und Jahr
e) Photovoltaik-Dachanlagen* Potenzial Solarpotentialkataster 98 ha = 137 Mio. kWh	1 ha	64 ha	à 4,8 m ² pro kWp, 930 kWh pro kWp und Jahr => 1,94 Mio. kWh pro ha und Jahr (Ost, Süd & West)
f) Sonstige (z.B. Wasserkraft, Geothermie)*	gering	gering	

^{*} siehe Erläuterungen auf S. 76 ff.

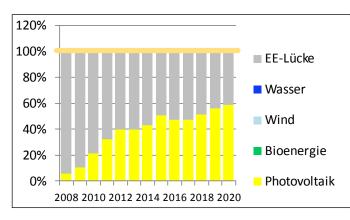
^{*} Überschuss über 100 % im Jahr 2017

Nandlstadt

Einwohner (31.12.2018)	5.312 Einw.
Fläche	3.431 ha
Einwohnerdichte	1,55 Einw./ha
Treibhausgasvermeidung durch EE-Strom	4.603 t (2020)
EE-Anteil am Stromverbrauch	56,0 % (2019)



59,2 % (2020)





Stromverbrauch in kWh	2018	2019	2020
gesamt [*]	11,7 Mio.	11,3 Mio.	11,2 Mio.
pro Einwohner	2.207	2.136	2.110

EE-Stromeinspeisung in kWh	2018	2019	2020	Anteil am Verbrauch
Wasserkraft	0	0	0	0,0 %
Windenergie	0	0	0	0,0 %
Bioenergien	0	0	0	0,0 %
Photovoltaik [*]	6.000.583	6.349.715	6.629.586	59,2 %
Summe	6.000.583	6.349.715	6.629.586	59,2 %

Fahrzeugbestand zum 31.12.	2018	2019	2020	2021
reine Elektrofahrzeuge	13	18	34	52
PKW mit Verbrennungsmotor	3.336	3.411	3.635	3.531
Anteil der E-PKW an den Neuzulassungen			16,4 %	20,3 %

Zubaubedarf bzw. Überschuss in kWh für	2018	2019	2020	Anteil am Verbrauch
100 % EE-Strom	5.735.238	4.981.397	4.578.003	40,8 %
Umstellung fossiler PKW auf E-PKW	9.158.654	9.279.284	9.685.821	86,4 %
Umstellung fossiler Heizungen auf WP	7.662.589	7.622.004	7.607.302	67,9 %
Sonstiges (Industrie, Gewerbe, LKW etc.)	o. A.	o. A.	o. A.	o. A.
Summe vollst. Dekarbonisierung (zzgl. Sonst.)	22.556.482	21.882.686	21.871.126	195,1 %

Alternative Möglichkeiten zur Erreichung von 100 % EE-Strom in der Kommune	Umfang (bezogen auf) 100% (2020) 225% (2019)*		Randbedingungen
a) Stromeinsparung (kWh)	4.578.003	18.865.416	Einsparung kann (nur) teilweise die Lücke schließen
b) Windenergieanlagen [*] (Anzahl) = Anteil an Gemeindefläche	0,3 0,003 %	1,3 0,011 %	à 15 Mio. kWh/Jahr (6 MW) sowie ca. 0,3 ha Fläche (Fundamente, Wege etc.)
c) Biogaserzeugung * = Anteil an Gemeindefläche	183 ha 5,3 %	755 ha 22,0 %	à 25.000 kWh pro ha und Jahr
d) Photovoltaik-Freiflächenanlagen* = Anteil an Gemeindefläche	4 ha 0,1 %	17 ha 0,5 %	à 1.000 kWp pro ha, 1.100 kWh pro kWp und Jahr => 1.100.000 kWh pro ha und Jahr
e) Photovoltaik-Dachanlagen* Potenzial Solarpotentialkataster 33 ha = 45 Mio. kWh	2 ha	10 ha	à 4,8 m ² pro kWp, 930 kWh pro kWp und Jahr => 1,94 Mio. kWh pro ha und Jahr (Ost, Süd & West)
f) Sonstige (z.B. Wasserkraft, Geothermie)*	gering	gering	

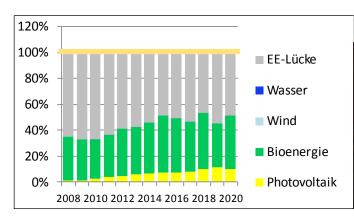
^{*} siehe Erläuterungen auf S. 76 ff.

Neufahrn

Einwohner (31.12.2018)	20.058 Einw.
Fläche	4.553 ha
Einwohnerdichte	4,40 Einw./ha
Treibhausgasvermeidung durch EE-Strom	26.332 t (2020)
EE-Anteil am Stromverbrauch	45,4 % (2019)



51,1 % (2020)





Stromverbrauch in kWh	2018	2019	2020
gesamt*	67,1 Mio.	69,3 Mio.	70,0 Mio.
pro Einwohner	3.320	3.438	3.491

EE-Stromeinspeisung in kWh	2018	2019	2020	Anteil am Verbrauch
Wasserkraft	49.994	48.072	38.995	0,1 %
Windenergie	0	0	0	0,0 %
Bioenergien ⁺	29.104.954	23.637.646	28.888.257	41,3 %
Photovoltaik [*]	6.839.292	7.783.886	6.885.775 ¹	9,8 %
Summe	35.994.240	31.469.604	35.813.027	51,1 %

Fahrzeugbestand zum 31.12.	2018	2019	2020	2021
reine Elektrofahrzeuge	29	38	99	179
PKW mit Verbrennungsmotor	9.235	10.968	11.756	11.704
Anteil der E-PKW an den Neuzulassungen			10,5 %	21,4 %

Zubaubedarf bzw. Überschuss in kWh für	2018	2019	2020	Anteil am Verbrauch
100 % EE-Strom	31.154.980	37.864.609	34.216.937	48,9 %
Umstellung fossiler PKW auf E-PKW	25.353.769	29.837.347	31.325.038	44,7 %
Umstellung fossiler Heizungen auf WP	29.138.877	28.966.777	28.725.013	41,0 %
Sonstiges (Industrie, Gewerbe, LKW etc.)	o. A.	o. A.	o. A.	o. A.
Summe vollst. Dekarbonisierung (zzgl. Sonst.)	85.647.626	96.668.733	94.266.987	134,6 %

Alternative Möglichkeiten zur Erreichung von 100 % EE-Strom in der Kommune	Umfang (bezogen auf) 100% (2020) 225% (2019)*		Randbedingungen
a) Stromeinsparung (kWh)	34.216.937	120.188.952	Einsparung kann (nur) teilweise die Lücke schließen
b) Windenergieanlagen [*] (Anzahl) = Anteil an Gemeindefläche	2,3 0,015 %	8,0 0,053 %	à 15 Mio. kWh/Jahr (6 MW) sowie ca. 0,3 ha Fläche (Fundamente, Wege etc.)
c) Biogaserzeugung * = Anteil an Gemeindefläche	1.369 ha 30,1 %	4.808 ha 105,6 %	à 25.000 kWh pro ha und Jahr Achtung: So viel Fläche ist nicht vorhanden
d) Photovoltaik-Freiflächenanlagen* = Anteil an Gemeindefläche	31 ha 0,7 %	109 ha 2,4 %	à 1.000 kWp pro ha, 1.100 kWh pro kWp und Jahr => 1.100.000 kWh pro ha und Jahr
e) Photovoltaik-Dachanlagen* Potenzial Solarpotentialkataster 86 ha = 118 Mio. kWh	18 ha	62 ha	à 4,8 m ² pro kWp, 930 kWh pro kWp und Jahr => 1,94 Mio. kWh pro ha und Jahr (Ost, Süd & West)
f) Sonstige (z.B. Wasserkraft, Geothermie)*	gering	gering	

[†] Das gemeinsam von Neufahrn und Eching betriebene Biomassekraftwerk ist nur in Neufahrn erfasst, da es auf dessen Gemeindegebiet steht.

bas gemeinsam vom Nedramm und Echnig betriebene biomassekrattwerk ist nur im Nedramm erfasst, da es auf dessem demeindegebiet.

† die Stromerzeugung in Neufahrn aus Photovoltaik erscheint um ca. 1 Mio. kWh zu niedrig, wurde aber so vom Bayernwerk angegeben.

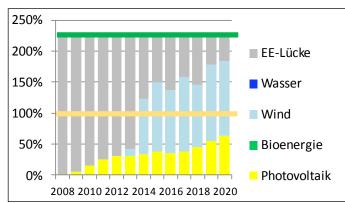
† siehe Erläuterungen auf S. 76 ff.

Paunzhausen

Einwohner (31.12.2018)	1.529 Einw.
Fläche	1.272 ha
Einwohnerdichte	1,20 Einw./ha
Treibhausgasvermeidung durch EE-Strom	4.447 t (2020)
EE-Anteil am Stromverbrauch	178,8 % (2019)



183,4 % (2020)





Stromverbrauch in kWh	2018	2019	2020
gesamt [*]	3,6 Mio.	3,5 Mio.	3,3 Mio.
pro Einwohner	2.396	2.290	2.166

EE-Stromeinspeisung in kWh	2018	2019	2020	Anteil am Verbrauch
Wasserkraft	0	0	0	0,0 %
Windenergie	3.624.547	4.284.529	3.945.605	119,1 %
Bioenergien	0	0	0	0,0 %
Photovoltaik [*]	1.618.767	1.918.422	2.128.030	64,3 %
Summe	5.243.314	6.202.951	6.073.635	183,4 %

Fahrzeugbestand zum 31.12.	2018	2019	2020	2021
eigene Elektrofahrzeuge	6	5	17	26
PKW mit Verbrennungsmotor	1.035	1.039	1.116	1.072
Anteil der E-PKW an den Neuzulassungen			31,0 %	42,9 %

Zubaubedarf bzw. Überschuss in kWh für	2018	2019	2020	Anteil am Verbrauch
100 % EE-Strom	1.656.524	2.734.225	2.761.649	83,4 %
Umstellung fossiler PKW auf E-PKW	2.841.489	2.826.496	2.973.694	89,8 %
Umstellung fossiler Heizungen auf WP	2.156.994	2.176.279	2.189.677	66,1 %
Sonstiges (Industrie, Gewerbe, LKW etc.)	o. A.	o. A.	o. A.	o. A.
Summe vollst. Dekarbonisierung (zzgl. Sonst.)	3.341.959	2.268.550	2.401.722	72,5 %

Alternative Möglichkeiten zur Erreichung von 100 % EE-Strom in der Kommune		bezogen auf) 225% (201 9) [*]	Randbedingungen
a) Stromeinsparung (kWh)	-	1.730.999	Herzlichen Glückwunsch!
b) Windenergieanlagen* (Anzahl) = Anteil an Gemeindefläche	-	0,1 0,003 %	Ihre Gemeinde erzeugt mehr EE-Strom als sie verbraucht. Schaffen Sie nochmal 1,7 Mio.
c) Biogaserzeugung * = Anteil an Gemeindefläche	-	69 ha 5,4 %	kWh für die vollständige Dekarbonisierung? (ca. 225 % des Stromverbrauchs von 2019)
d) Photovoltaik-Freiflächenanlagen* = Anteil an Gemeindefläche	-	2 ha 0,1 %	Pro 15 Mio. kWh bedarf es • 1 Windenergieanlage (6 MW)
e) Photovoltaik-Dachanlagen* Potenzial Solarpotentialkataster 10 ha = 17 Mio. kWh	-	1 ha	600 ha Biogaserzeugung 14 ha PV-Freiflächenanlagen
f) Sonstige (z.B. Wasserkraft, Geothermie)*	-	gering	• 7,7 ha PV-Dachanlagen

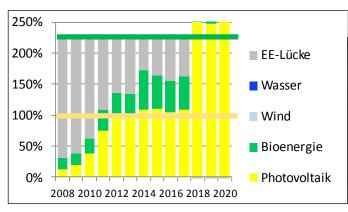
^{*} siehe Erläuterungen auf S. 76 ff.

Rudelzhausen

Einwohner (31.12.2018)	3.490 Einw.
Fläche	4.085 ha
Einwohnerdichte	0,85 Einw./ha
Treibhausgasvermeidung durch EE-Strom	23.597 t (2020)
EE-Anteil am Stromverbrauch	302,5 % (2019)



425,2 % (2020)





Stromverbrauch in kWh	2018	2019	2020
gesamt [*]	8,4 Mio	8,2 Mio	8,3 Mio
pro Einwohner	2.445	2.373	2.377

EE-Stromeinspeisung in kWh	2018	2019	2020	Anteil am Verbrauch
Wasserkraft	0	0	0	0,0 %
Windenergie	0	0	0	0,0 %
Bioenergien	4.499.542	4.552.583	4.557.366	54,9 %
Photovoltaik [*]	20.938.708	20.396.867	30.724.442	370,3 %
Summe	25.438.250	24.949.450	35.281.808	425,2 %

Fahrzeugbestand zum 31.12.	2018	2019	2020	2021
reine Elektrofahrzeuge	10	11	22	40
PKW mit Verbrennungsmotor	2.271	2.348	2.563	2.468
Anteil der E-PKW an den Neuzulassungen			17,4 %	31,3 %

Zubaubedarf bzw. Überschuss in kWh für	2018	2019	2020	Anteil am Verbrauch
100 % EE-Strom	17.084.882	16.702.066	26.984.835	325,2 %
Umstellung fossiler PKW auf E-PKW	6.234.803	6.387.499	6.829.370	82,3 %
Umstellung fossiler Heizungen auf WP	4.922.039	4.991.795	4.998.020	60,2 %
Sonstiges (Industrie, Gewerbe, LKW etc.)	o. A.	o. A.	o. A.	o. A.
Summe vollst. Dekarbonisierung (zzgl. Sonst.)	5.928.039	5.322.772	15.157.445	182,7 %

Alternative Möglichkeiten zur Erreichung von 100 % EE-Strom in der Kommune	Umfang (bezogen auf) 100% (2020) 225% (2019)*		Randbedingungen
a) Stromeinsparung (kWh)	-	-	Herzlichen Glückwunsch!
b) Windenergieanlagen* (Anzahl)	-	-	Ihre Gemeinde erzeugt bereits mehr EE-
= Anteil an Gemeindefläche			Strom als sie inkl. Sektorkopplung ver-
c) Biogaserzeugung [*]	-	-	braucht! Nutzen Sie die weiteren wirt-
= Anteil an Gemeindefläche			schaftlichen Möglichkeiten der EE!
d) Photovoltaik-Freiflächenanlagen [*]	-	-	Pro 15 Mio. kWh bedarf es
= Anteil an Gemeindefläche			1 Windenergieanlage (6 MW)
e) Photovoltaik-Dachanlagen [*]	-	-	600 ha Biogaserzeugung
Potenzial Solarpotentialkataster 30 ha = 47 Mio. kWh			14 ha PV-Freiflächenanlagen
f) Sonstige (z.B. Wasserkraft, Geothermie)*	-	-	• 7,7 ha PV-Dachanlagen

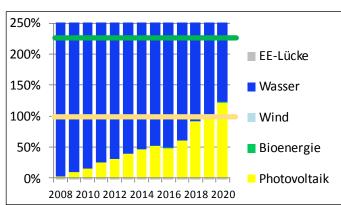
^{*} siehe Erläuterungen auf S. 76 ff.

Wang

Einwohner (31.12.2018)	2.570 Einw.
Fläche	3.113 ha
Einwohnerdichte	0,83 Einw./ha
Treibhausgasvermeidung durch EE-Strom	54.124 t (2020)
EE-Anteil am Stromverbrauch	1.273 % (2019)



888,6 % (2020)





Stromverbrauch in kWh	2018	2019	2020
gesamt [*]	7,7 Mio.	7,6 Mio.	7,7 Mio.
pro Einwohner	2.978	2.988	3.014

EE-Stromeinspeisung in kWh	2018	2019	2020	Anteil am Verbrauch
Wasserkraft	80.592.930	88.446.758	59.343.270	766,1 %
Windenergie	0	0	0	0,0 %
Bioenergien	21.173	20.358	15.859	0,2 %
Photovoltaik [*]	7.019.363	7.735.687	9.478.914	122,4 %
Summe	87.633.466	96.202.803	68.838.043	888,6 %

Fahrzeugbestand zum 31.12.	2018	2019	2020	2021
reine Elektrofahrzeuge	17	17	22	49
PKW mit Verbrennungsmotor	1.801	1.804	1.983	1.873
Anteil der E-PKW an den Neuzulassungen			8,2 %	50,0 %

Zubaubedarf bzw. Überschuss in kWh für	2018	2019	2020	Anteil am Verbrauch
100 % EE-Strom	79.945.025	88.642.609	61.091.542	788,6 %
Umstellung fossiler PKW auf E-PKW	4.944.465	4.907.602	5.283.902	68,2 %
Umstellung fossiler Heizungen auf WP	3.720.347	3.634.314	3.680.491	47,5 %
Sonstiges (Industrie, Gewerbe, LKW etc.)	o. A.	o. A.	o. A.	o. A.
Summe vollst. Dekarbonisierung (zzgl. Sonst.)	71.280.212	80.100.694	52.127.149	672,9 %

Alternative Möglichkeiten zur Erreichung von 100 % EE-Strom in der Kommune	Umfang (bezogen auf) 100% (2020) 225% (2019)*		Randbedingungen
a) Stromeinsparung (kWh)	-	-	Herzlichen Glückwunsch!
b) Windenergieanlagen* (Anzahl)	-	-	Ihre Gemeinde erzeugt bereits mehr EE-
= Anteil an Gemeindefläche			Strom als sie inkl. Sektorkopplung ver-
c) Biogaserzeugung [*]	-	-	braucht! Nutzen Sie die weiteren wirt-
= Anteil an Gemeindefläche			schaftlichen Möglichkeiten der EE!
d) Photovoltaik-Freiflächenanlagen [*]	-	-	Pro 15 Mio. kWh bedarf es
= Anteil an Gemeindefläche			
e) Photovoltaik-Dachanlagen [*]	-	-	1 Windenergieanlage (6 MW) 600 ha Biogaserzeugung
Potenzial Solarpotentialkataster 9 ha = 12 Mio. kWh			14 ha PV-Freiflächenanlagen
f) Sonstige (z.B. Wasserkraft, Geothermie)*	-	-	• 7,7 ha PV-Dachanlagen

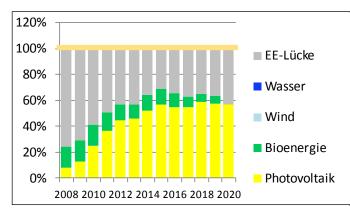
^{*} siehe Erläuterungen auf S. 76 ff.

Wolfersdorf

Einwohner (31.12.2018)	2.584 Einw.
Fläche	2.605 ha
Einwohnerdichte	0,99 Einw./ha
Treibhausgasvermeidung durch EE-Strom	2.936 t (2020)
EE-Anteil am Stromverbrauch	63,4 % (2019)



56,6 % (2020)





Stromverbrauch in kWh	2018	2019	2020
gesamt [*]	7,2 Mio.	7,3 Mio.	7,5 Mio.
pro Einwohner	2.756	2.806	2.894

EE-Stromeinspeisung in kWh	2018	2019	2020	Anteil am Verbrauch
Wasserkraft	0	0	0	0,0 %
Windenergie	0	0	0	0,0 %
Bioenergien	448.510	418.429	0^1	0,0 %
Photovoltaik [*]	4.219.161	4.212.102	4.228.848	56,6 %
Summe	4.667.671	4.630.531	4.228.848	56,6 %

Fahrzeugbestand zum 31.12.	2018	2019	2020	2021
reine Elektrofahrzeuge	5	5	12	20
PKW mit Verbrennungsmotor	1.635	1.684	1.801	1.738
Anteil der E-PKW an den Neuzulassungen			19,5 %	12,0 %

Zubaubedarf bzw. Überschuss in kWh für	2018	2019	2020	Anteil am Verbrauch
100 % EE-Strom	2.497.195	2.671.538	3.248.041	43,4 %
Umstellung fossiler PKW auf E-PKW	4.488.729	4.581.154	4.798.945	64,2 %
Umstellung fossiler Heizungen auf WP	3.746.283	3.727.741	3.700.540	49,5 %
Sonstiges (Industrie, Gewerbe, LKW etc.)	o. A.	o. A.	o. A.	o. A.
Summe vollst. Dekarbonisierung (zzgl. Sonst.)	10.732.207	10.990.433	11.747.526	157,1 %

Alternative Möglichkeiten zur Erreichung	Umfang (bezogen auf)		Randbedingungen
von 100 % EE-Strom in der Kommune	100% (2020)	225% (2019) *	nanascanigangen
a) Stromeinsparung (kWh)	3.248.041	12.200.807	Einsparung kann (nur) teilweise die Lücke schließen
b) Windenergieanlagen* (Anzahl)	0,2	0,8	à 15 Mio. kWh/Jahr (6 MW) sowie
= Anteil an Gemeindefläche	0,002 %	0,009 %	ca. 0,3 ha Fläche (Fundamente, Wege etc.)
c) Biogaserzeugung*	130 ha	488 ha	à 25.000 kWh pro ha und Jahr
= Anteil an Gemeindefläche	5,0 %	18,7 %	
d) Photovoltaik-Freiflächenanlagen [*]	3 ha	11 ha	à 1.000 kWp pro ha, 1.100 kWh pro kWp und Jahr
= Anteil an Gemeindefläche	0,1 %	0,4 %	=> 1.100.000 kWh pro ha und Jahr
e) Photovoltaik-Dachanlagen [*]	2 ha	6 ha	à 4,8 m² pro kWp, 930 kWh pro kWp und Jahr
Potenzial Solarpotentialkataster 8 ha = 13 Mio. kWh			=> 1,94 Mio. kWh pro ha und Jahr (Ost, Süd & West)
f) Sonstige (z.B. Wasserkraft, Geothermie)*	gering	gering	

¹ der Betrieb der Biogasanlage wurde eingestellt.

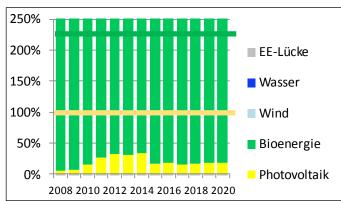
^{*} siehe Erläuterungen auf S. 76 ff.

Zolling

Einwohner (31.12.2018)	4.829 Einw.
Fläche	3.456 ha
Einwohnerdichte	1,40 Einw./ha
Treibhausgasvermeidung durch EE-Strom	107.085 t (2020)
EE-Anteil am Stromverbrauch	428,5 % (2019)



492,0 % (2020)





Stromverbrauch in kWh	2018	2019	2020
gesamt ⁺	30,9 Mio.	34,0 Mio.	29,3 Mio.
pro Einwohner	6.333	6.999	6.066

EE-Stromeinspeisung in kWh	2018	2019	2020	Anteil am Verbrauch
Wasserkraft	0	0	0	0,0 %
Windenergie	0	0	0	0,0 %
Bioenergien ⁺⁺	118.252.029	139.673.237	138.567.841	473,0 %
Photovoltaik	5.454.464	6.055.950	5.564.499	19,0 %
Summe	123.706.493	145.729.187	144.132.340	492,0 %

Fahrzeugbestand zum 31.12.	2018	2019	2020	2021
reine Elektrofahrzeuge	4	8	25	49
PKW mit Verbrennungsmotor	3.037	3.046	3.292	3.132
Anteil der E-PKW an den Neuzulassungen			16,0 %	28,0 %

Zubaubedarf bzw. Überschuss in kWh für	2018	2019	2020	Anteil am Verbrauch
100 % EE-Strom	92.762.801	111.719.483	114.837.438	392,0 %
Umstellung fossiler PKW auf E-PKW	8.337.780	8.286.338	8.771.863	29,9 %
Umstellung fossiler Heizungen auf WP	7.040.130	6.979.894	6.915.599	23,6 %
Sonstiges (Industrie, Gewerbe, LKW etc.)	o. A.	o. A.	o. A.	o. A.
Summe vollst. Dekarbonisierung (zzgl. Sonst.)	77.384.891	96.453.250	99.149.976	338,5 %

Alternative Möglichkeiten zur Erreichung von 100 % EE-Strom in der Kommune	Umfang (bezogen auf) 100% (2020) 225% (2019)*		Randbedingungen
a) Stromeinsparung (kWh)	-	-	Herzlichen Glückwunsch!
b) Windenergieanlagen* (Anzahl)	-	-	Ihre Gemeinde erzeugt bereits mehr EE-
= Anteil an Gemeindefläche			Strom als sie inkl. Sektorkopplung ver-
c) Biogaserzeugung [*]	-	-	braucht! Nutzen Sie die weiteren wirt-
= Anteil an Gemeindefläche			schaftlichen Möglichkeiten der EE!
d) Photovoltaik-Freiflächenanlagen [*]	-	-	Pro 15 Mio. kWh bedarf es
= Anteil an Gemeindefläche			1 Windenergieanlage (6 MW)
e) Photovoltaik-Dachanlagen [*]	-	-	600 ha Biogaserzeugung
Potenzial Solarpotentialkataster 32 ha = 48 Mio. kWh			14 ha PV-Freiflächenanlagen
f) Sonstige (z.B. Wasserkraft, Geothermie)*	-	-	• 7,7 ha PV-Dachanlagen

* siehe Erläuterungen auf S. 76 ff.

[†] Im Stromverbrauch ist seit 2015 der Strombedarf des Kraftwerks Zolling enthalten (ca. 50% des Gesamtstrombedarf, davor liegen keine Daten vor).

† Die Stadtwerke Freising sind an dem Biomassekraftwerk Zolling beteiligt. Da es auf Zollinger Gemeindegebiet steht, wird es nur in Zolling erfasst.

Kohlekraftwerk Zolling

Das Kohlekraftwerk und der Flughafen sind die mit Abstand größten CO₂-Emittenten im Landkreis Freising. Das einstige E.ON-Kohlekraftwerk wurde 2009 von der französischen GDF-Suez-Gruppe (Engie) erworben, die sich aber jetzt aus dem fossilen Geschäft zurückzieht. Seit 2019 gehörte es dem amerikanischen Finanzinvestor Riverstone, der zur Übernahme von vier Kohlekraftwerken die Onyx Power Assets GmbH gegründet hat.

Zolling ist das größte der vier Kohlekraftwerke in Bayern. Das zweite große Kohlekraftwerk München Nord soll(te) bis Ende 2022 zunächst auf Erdgas und später auf Wasserstoff oder Geothermie umgestellt werden.



Bild: Kohlekraftwerk Zolling

Emissionen 2019 (CO₂ und meldepflichtige Schadstoffe):

CO ₂	Kohlendioxid	931.000.000 kg			
NO _x	Stickoxide	602.000 kg			
SO _x	Schwefeloxide	429.000 kg			
N ₂ O	Distickoxide	117.000 kg			
CH ₄	Methan (geschätzt)	83.000 kg			
HCI	Anorg. Chlorverbindungen	14.000 kg			
HF	Anorg. Fluorverbindungen	10.400 kg			

Weitere nicht unerhebliche Mengen an Ammoniak, Quecksilber- und Arsenverbindungen sind seit 2019 unterhalb der Meldepflicht.

Am Standort Zolling arbeiten ca. 120 und ca. 80 externe Mitarbeiter (Stand Nov. 2018) in den drei Kraftwerken:

Steinkohlekraftwerk

- Leistung: 472 MW_{el}, 150 MW_{thermisch} (Fernwärme)
- Stromerzeugung: 920 Mio. kWh (2020)
- Brennstoffe: gemahlene Steinkohle u.a. aus den USA, Kolumbien, Russland und Tschechien sowie bis 150.000 t Klärschlamm aus ganz Bayern

Biomasseheizkraftwerk

- Leistung: 20 MW_{el}, 30 MW_{thermisch} (Fernwärme)
- Stromerzeugung: ca. 117. Mio. kWh (2019)
- Brennstoff: Altholz, davon ca. 60 % der Kategorie A IV (mit Holzschutzmitteln behandeltes Altholz, z.B. Bahnschwellen, Leitungsmasten, Fenster und Zäune)

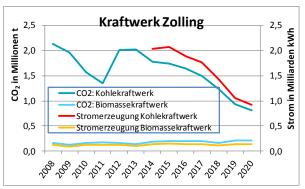
Zwei Gasturbinen

- Leistung: 2 x 25 MW
- · Stromerzeugung: unbekannt
- Brennstoff: Erdgas

Geplante H2-ready-Gasturbine

Die Planungen für eine 300 MW-Gasturbine als Redispatchkraftwerk wurden wahrscheinlich im Zusammenhang mit dem Verkauf des Kraftwerkes 2019 gestoppt. Im Oktober 2021 wurden Pläne für einen Neubau eines Gaskraftwerkes mit 55 MW elektrischer und 53 MW thermischer Leistung zur Versorgung der Fernwärme vorgestellt. Es soll sowohl mit Biogas als auch mit Wasserstoff betrieben werden können. Inwieweit diese Überlegung seit dem massiven Gaspreisanstieg Ende 2021, sowie seit dem Einmarsch russischer Truppen in die Ukraine und dem daraus resultierenden Aus der Gaspipeline Nordstream 2, noch Bestand haben ist unklar.

Daneben speisen das Kohle- und das Biomassekraftwerk in das Fernwärmenetz ein, das u.a. die Stadt Freising, den Flughafen, die TUM, Texas Instruments, die Brauerei Weihenstephan und die Gemeinden Zolling, Attaching und Hallbergmoos mit versorgt.



Grafik: Energiebedingte CO₂-Emissionen im Landkreis

Deutlich sichtbar ist die stark fallende Stromproduktion bei gleichzeitigem Rückgang der CO₂-Emissionen. 2020 lief das Kohlekraftwerk noch 1953 Volllaststunden.



Bild: Kohleberg vor dem Kohlekraftwerk Zolling

Blick nach vorn: Ende der Kohleverbrennung

Im Kohleausstiegsgesetz wurde festgelegt, dass das Kohlekraftwerk bis 2038 stillzulegen ist. Wie lange und in welcher Form angesichts stark steigender Strom-, Kohle- und CO₂-Preise sowie der Abhängigkeit Deutschlands von russischem Erdgas, Erdöl und Kohle ein Weiterbetrieb wirtschaftlich möglich bzw. politisch gewünscht wird, ist derzeit nicht abzuschätzen. Die Kommunen müssen dann u.U. neue Wege zum Umgang mit dem mitverbrannten Klärschlamm finden und die vom Kohlekraftwerk bezogenen Mengen an Fernwärme ersetzen.

23. Erläuterungen zu den Landkreis- und Gemeindeseiten

Inhalte

Für den Landkreis und für die 24 Gemeinden werden einzeln dargestellt:

- allgemeine Daten (Einwohner, Fläche, Einwohnerdichte)
- Treibhausgaseinsparung durch die EE-Erzeugung³⁹ laut BMWK je nach EE-Sparte
- EE-Anteil am Stromverbrauch (in Prozent)
- jährlicher Nettostromverbrauch (Gesamtverbrauch abzgl. Eigenstromverbrauch: gesamt, pro Einwohner)
- jährliche Stromerzeugung aus EE-Strom differenziert nach EE-Sparten in absoluten Zahlen und in Prozent des Stromverbrauchs 2020
- zugelassene reine Elektrofahrzeuge und PKW mit Verbrennungsmotor in der Kommune, sowie der Anteil der E-PKW an den Neuzulassungen (Quelle: LRA FS)
- notwendiger Zubau an EE-Strom zur Deckung von 100 % des Stromverbrauchs oder bestehende Mehrerzeugung über 100 % des Stromverbrauchs hinaus
- rechnerisch zusätzlich benötigte Strommenge, um alle PKW mit Verbrennungsmotoren durch Elektro-PKW zu ersetzen (13.323 km/Jahr, 20 kWh/100 km)
- rechnerisch zusätzlich benötigte Strommenge, um die fossil beheizt Häuser (81 %) bei 25% Energieeinsparung mit Wärmepumpen (Jahresarbeitszahl 4) zu beheizen (1.756 kWh pro Jahr und Person)
- zu den zusätzlichen Stromverbräuchen, die für die Dekarbonisierung der Industrie, des Gewerbes und des Nicht-PKW-Verkehrs notwendig sind, liegen keine Daten vor
- notwendiger Zubau bzw. Überschuss an EE-Strom für Strom, Wärme und PKW-Verkehr (ohne Industrie etc.)
- alternative Möglichkeiten zur Erreichung von 100 % EE-Strom in der Kommune bzw. für die gesamte Energiewende (225 % des Stromverbrauchs von 2019)

Quellen

Grundlage für der eingespeisten Strom sowie den Stromverbrauch pro Gemeinde sind die Veröffentlichungen der sechs Netzbetreiber: Bayernwerk, ENE, El.-werk Schweiger, SWM, Stadtwerke Freising und Erding.

Nicht enthalten in der Statistik sind der Flughafen (s. Kapitel Flughafen), der Eigenstromverbrauch (z.B. per Dieselgenerator und bei Photovoltaikanlagen mit einem geschätzten Anteil von ca. 10 % des insgesamt erzeugten Solarstroms), sowie der Bahnstrom. Der außerhalb des EEG selbst verbrauchte Strom wird in Zukunft zunehmen, so dass der ausgewiesene Stromverbrauch als auch der EE-Stromanteil tendenziell niedriger dargestellt werden, als sie tatsächlich sind.

Grafik zum EE-Anteil am Stromverbrauch

Das Säulendiagramm stellt den erzeugten EE-Stroms im Verhältnis zum gesamten Stromverbrauch dar. Die Säulenstücke stellen die Anteile der Photovoltaik (gelb), Bioenergien (grün), Windenergie (hellblau) und Wasserkraft (dunkelblau) dar. Der graue Bereich entspricht dem noch notwendigen Zubau. Bei Gemeinden mit bis zu 120 % zeigt die Grafik nur max. 120 %, ansonsten bis zu 250 % des EE-Anteils am Stromverbrauch. Ein evtl. weiterer Überschuss ist nur in der Tabelle zahlenmäßig dargestellt.

Foto

Das Foto zeigt ein markantes Beispiel für den Fortschritt in der jeweiligen Kommune und wurde in der Regel von der Kommune zur Verfügung gestellt.

Tabelle "Alternative Möglichkeiten zur Erreichung von 100 % EE-Strom in der Kommune"

Folgende EE stehen zur Stromerzeugung zur Verfügung: Wasserkraft, Bioenergien (Biogas, Pflanzenöle, Biofeststoffe u.a. aus Rest-, Plantagen- und Altholz), Sonnenenergie, Windenergie und evtl. Tiefengeothermie. Hinsichtlich der Potenziale sind folgende erste Abschätzungen möglich:

- Das weitaus größte Potenzial hat die Sonnenenergie (ca. 110 W/m²) mittels Photovoltaik.
- Die Windenergie (ca. 3 W/m²) ist im Landkreis an vielen geeigneten Standorten wirtschaftlich nutzbar.
- Bioenergien (<0,3 W/m² als Maisacker) sind für den EE-Mix als speicherbare Energie wichtig, können aber nur begrenzt eingesetzt werden (Flächenbedarf).
- Das Wasserkraftpotenzial ist fast komplett (bis auf zwei kleinere Standorte) ausgeschöpft.
- Ob Tiefengeothermie zur Stromerzeugung im Landkreis wirtschaftlich ist, müsste zunächst in jedem Einzelfall sorgfältig geprüft werden. Wird Geothermie zur Gebäudeheizung eingesetzt, sinkt der Strombedarf für Wärmepumpen.

Für jede Gemeinde wird spartenweise aufgezeigt, wie durch Stromeinsparung oder Nutzung von Wind, Biogas und Photovoltaik jeweils einzeln der erforderliche Zubau auf 100 % bzw. 225 % (zum Basisjahr 2019) erreicht werden könnte. In der Realität wird aber stets ein EE-Mix eingesetzt werden. Die 225 % des Stromverbrauchs von 2019 sind der Mittelwert der beiden Szenarien für den Landkreis aus Kapitel 21 und damit eine gute Abschätzung des Strombedarfs, der zur Erreichung der Energiewende im Landkreis benötigt wird. Mit Hilfe der angegebenen Anzahl der Anlagen bzw. der benötigten Flächen wird jede Gemeinde in die Lage versetzt, für sich einen optimalen Energiemix zu planen. Für einen Zubaubedarf von 15 Mio. kWh wird im Folgenden beispielhaft die mögliche Umsetzung errechnet.

³⁹ Quelle: www.erneuerbare-enegien.de/EE/Navigation/DE/Service/ Erneuerbare_Energien_in_Zahlen/Zeitreihen/zeitreihen.html

1850 mittlere Oberflächentemperatur der Erde

Berechnungsbeispiel, um 15 Mio. kWh EE-Strom zusätzlich zu erzeugen:

Maßnahmentyp	Beschreibung	Um 15 Mio. kWh zusätzlich zu erzeugen, benötigt man	
a) Windenergieanlage	erzeugt rd. 15 Mio. kWh/Jahr (5-6 MW) benötigt ca. 0,3 ha Fläche/Anlage (Fundamente, Kranstellfläche etc.) auf geeigneten Flächen nutzbar, sehr geringe Flächenkonkurrenz, zum Teil Akzeptanzprobleme, 10 H-Abstandsregelung erfordert B-Plan	1 Windenergieanlage (5-6 MW) rd. 0,3 ha Fläche	
b) Biogaserzeugung	erzeugt rd. 25.000 kWh/Jahr und ha (bei Verwendung von Mais) speicherbar, geeignete Flächen nutzbar, relativ hohe Flächenkonkurrenz, relativ hoher Energie-Input erforderlich	rd. 600 ha Maisanbau	
c) Photovoltaik- Freiflächenanlagen	erzeugt rd. 1.100.000 kWh/Jahr und ha (rund 1.000 kWp pro ha, rd. 1.100 kWh/Jahr und kWp) technisch fast überall nutzbar, relativ geringe Flächenkonkurrenz multifunktionale Lösungen sinnvoll	rd. 14 ha PV-Freiflächenanlagen	
d) Photovoltaik-Dachanlagen (auch Fassaden, Parkplätze, Lärmschutzwände etc.)	erzeugt knapp 200 kWh/m² (4,8 m² pro kWp; 930 kWh/Jahr und kWp gemittelt aus Ost+West+Südausrichtung) fast überall nutzbar, keine Flächenkonkurrenz, multifunktionale Lösungen möglich	rd. 8 ha PV-Dachanlagen	
e) Sonstige (z.B. Wasserkraft, Geothermie)	evtl. kleine Wasserkraftwerke an vorhan- denen Stufen oder "Wasserkraftschnecken" im Fließgewässer		
f) Stromeinsparung	Maßnahmen zur Reduktion des Strom- verbrauchs – und damit der Erzeugung von EE-Strom gleichzusetzen	Sparmaßnahmen, z.B. im Bereich Heizungspumpen, LED-Licht, Standby-Verbraucher, Druckluft	



Grafik: Flächenbedarf der verschiedenen EE, um 15 Mio. kWh Strom zu erzeugen:

Grün: 600 ha Biogas

Gelb: 14 ha Freiflächenphotovoltaik Ocker: 8 ha Photovoltaik-Dachanlagen

Blau: 0,3 ha Windenergie

(Fundamente und Kranstellfläche)

24. Empfehlungen für den Landkreis und für die Gemeinden

Das 100 %-Ziel ist ein ehrgeiziges Vorhaben, weil der Landkreis und die Gemeinden nur eingeschränkt unmittelbare Zuständigkeiten und Gestaltungsmöglichkeiten besitzen. Um – auch im Sinne des BVerfG – bestmöglich auf das Erreichen des Ziels hinzuwirken, sind daher seitens der jeweils zuständigen Organe (Landrat, Kreistag (KT), Bürgermeister, Gemeinderäte (GR)) geeignete Vorgehensweisen notwendig. Nachfolgende Ziele, Strategien und Maßnahmen gelten grundsätzlich für Landkreis, Kreisverwaltungsbehörde und Gemeinden gleichermaßen:

1. Ziele festlegen

In fünf Schritten zum Erfolg:

Ziele festlegen

eigene Rollen analysieren

Handlungsstrategien ausarbeiten

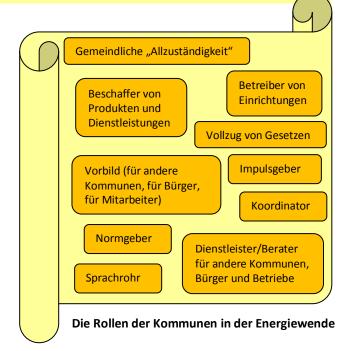
Maßnahmen umsetzen

Erfolge messen und kommunizieren

- Ganzheitlich denken (Sektorkopplung), aber pro Sparte (Strom, Wärme, Mobilität) Ziele und Zwischenziele (Zeitplan) festlegen
- Monitoring einrichten bzw. unterstützen (wie z.B. das Monitoring in dieser Broschüre)
- wenn Ziele erreicht sind: Zielanhebung prüfen
- wenn Ziele verfehlt werden: Korrekturen prüfen

2. Eigene Rollen analysieren

- sich der vielfältigen eigenen Rollen bewusst werden (s. Grafik oben rechts)
- pro Rolle den Einfluss der Kommune auf den Energieverbrauch untersuchen:
 - Wie beeinflussen wir in dieser Rolle bisher den Energieverbrauch in unserer Kommune?
 - Wie können wir zur Energieeinsparung beitragen?
- pro Rolle den Einfluss der Kommunen auf die EE-Erzeugung untersuchen:
 - Wie beeinflussen wir bisher die EE-Erzeugung?
 - Wie können wir zur Steigerung der EE-Erzeugung beitragen?



3. Handlungsstrategien ausarbeiten

- Kommunen stellen eigene Handlungsfähigkeit her
 - Orientierung geben durch klare Vorgaben der "Hausspitze" und Grundsatzbeschlüsse (GR/KT)
 - Mandatsträger, Führungskräfte, Schlüsselpersonen und Mitarbeiter motivieren und fit machen
 - von anderen Kommunen und Akteuren lernen
 - strategische Konzepte und Zeitpläne aufstellen
 - Ressourcen bereitstellen (Personal, Finanzen)
- Kommunen handeln selber
 - Zustand für eigenen Bereich feststellen
 - eigenes Handeln optimieren (geringinvestiv, z.B. durch organisatorische Vorkehrungen)
 - Investitionen zur Verbesserung der eigenen Bilanz
- Kommunen handeln mit Anderen gemeinsam
 - Akteure suchen, ansprechen und zur Mitwirkung einladen
 - Akteure vernetzen
 - gemeinsam Projekte umsetzen
- Kommunen unterstützen Andere beim Handeln
 - Bürger, Betriebe und Vereine informieren, motivieren und vernetzen
 - Hilfe zur Selbsthilfe geben
 - andere Akteure informieren, ermutigen, qualifizieren und finanziell unterstützen
- Kommunen führen Erfolgskontrolle durch
 - Fortschritte messen und bewerten
 - Ziele, Strategien und Maßnahmen ggf. anpassen
- Kommunen machen Erfolge bekannt
 - Fortschrittsberichte erstellen und veröffentlichen
 - Medien nutzen
 - Kommunikationskanäle von Partnern nutzen
 - eigene Kommunikationskanäle aufbauen

4. Maßnahmen umsetzen

Allgemein

- Anlaufstelle für Ideen und Vorschläge einrichten
- Ideenwettbewerbe durchführen (Bürger, Mitarbeiter, Ortsteile etc.)
- Machbarkeitsstudien initiieren und finanzieren
- Eigene und fremde Referenzobjekte sammeln
- Besichtigungen anbieten (für Mandatsträger, Personal und Bürger)
- Sorgen ernst nehmen Akzeptanz fördern
- Klima- und Energiemanager einstellen
- standardisierten "Energie- und Klima-Check" für kommunale Entscheidungen einführen
- Beteiligungsmodelle initiieren und unterstützen
- mit Energiegenossenschaften etc. kooperieren
- mit Wirtschaftsbetrieben ins Gespräch kommen
- Hauptsitz von Investoren in der Gemeinde halten (Gewerbesteuer)
- jährliche Konferenz mit allen lokalen Akteuren:
 Was gibt es Neues? Was wurde erreicht?
 Wo gibt es Probleme? Wie geht es weiter?
- Bauen und Sanieren ohne Erdöl und Erdgas
 - Grundsatzbeschlüsse fassen
 - kommunale Gebäude und Einrichtungen klimafreundlich bauen (Holz), betreiben und sanieren
 - fossile Energien in Neubaugebieten ausschließen
 - Förderprogramme für Neubau und Sanierung

EE-Erzeugung und -Nutzung

- Potenzialstudien erstellen (lassen)
- mögliche Standorte für PV-Freiflächenanlagen, Bioenergie, Wind- und Wasserkraft suchen
- Windenergieanlagen und PV-Freiflächenanlagen an potenziellen Standorten visualisieren
- Modernisierung oder Repowering prüfen
- Ausweisung von Sondergebieten für PV-FFA im Flächennutzungsplan und in Bebauungsplänen
- multifunktionale PV-FFA anstreben: (Biodiv-PV, Agrar-PV, Moor-PV, Floating-PV, PV + Beweidung)
- Ausweisung von EE-Flächen im Flächennutzungsplan und in Bebauungsplänen
- kommunale Gebäude mit PV nutzen oder vermieten
- erzeugten Solarstrom selber nutzen
- EE-Projekte durch Kommune oder kommunale Unternehmen umsetzen
- Solarpotenzialkataster nutzen
- Dachbesitzer zur PV-Nutzung anregen
- PV-Fassadenanlagen anregen
- PV-Parkplatzüberdachungen anregen bzw. errichten (z.B. am Schwimmbad)
- aus Müll und Abwasser Energie gewinnen
- kalte und warme Nahwärmenetze umsetzen
- Baumschnitt und Bioabfälle nutzen
- Kurzumtriebsplantagen anlegen bzw. anregen

 an der Solarbundesliga / am Wattbewerb teilnehmen (Image, Vernetzung/Austausch)

Energieeinsparung

- Fortbildung des Personals (u.a. Hausmeister)
- ungenutzte Abwärmepotenziale identifizieren und Betreiber wegen Nutzung ansprechen
- große Wärmeverbraucher ansprechen
- Energie-Orientierungsberatung für die Bürger

Mobilität

- Einsparung von Mobilitätsbedarf durch
 - geschickte Öffnungszeiten von Einrichtungen
 - attraktive Naherholung und Freizeit
 - Home-Office und E-Governance⁴⁰
- ÖPNV, Car Sharing, Lasten-, Radverkehr, Mitfahrzentrale, Rufbus und Anrufsammeltaxi fördern
- Gelegenheiten zur praxisnahen Erprobung von Elektrofahrzeugen schaffen
- Elektrofahrzeuge beschaffen (Pedelec bis LKW)
- öffentliche Stromtankstellen einrichten
- Vorteile für E-Fahrzeuge (Parken, Zufahrt etc.)
- attraktiver Shuttle-Service bei Veranstaltungen
- Vorbild sein bei Dienstfahrten und Dienstreisen

5. Erfolge messen und kommunizieren

- Regelmäßig Ist-Stand und Veränderungen für die gesamte Kommune und für bestimmte kommunale Einrichtungen dokumentieren, z.B.
 - Stromverbräuche
 - fossile Energieverbräuche (Erdöl, Erdgas, Benzin, Diesel, Kohle)
 - Anzahl und Struktur (z.B. Alter, Leistung) der Heizanlagen (Öl, Gas, Strom)
 - Umfang und Struktur der Mobilität (u.a. Fahrzeuge, Verkehrsdichte, Fahrgastzahlen)
 - Potenziale und Nutzung von EE und Abwärme
- Fortschritte beschreiben und bewerten
 - Analyse (Zahlen, Rahmenbedingungen, Erfahrungen aus eigenen Maßnahmen; neue Erkenntnisse)
 - Fortschrittsbericht erstellen
 - Ziele, Strategien und Maßnahmen ggf. anpassen
- kontinuierliche Öffentlichkeitsarbeit/Beteiligung
 - Fortschrittsbericht im Gemeinderat/Kreistag vorstellen und im Internet veröffentlichen
 - GR/KT: Grundsatzbeschluss bekräftigen, Fortschritte würdigen und Schlussfolgerungen ziehen
 - eigene Internet-Seite mit Neuigkeiten, nützlichen Informationen und Newsletter einrichten
 - regelmäßig aktualisierte Broschüren oder Flyer
 - Presseveröffentlichungen, z.B. im Gemeindeblatt oder in der Landkreiszeitung
 - Veröffentlichungen in Newslettern von Partnern

⁴⁰ Bereitstellung öffentlicher Dienstleistungen (z.B. Auskünfte, Anträge etc.) via IT und Internet, d.h. der Bürger muss seltener "aufs Amt".

25. Erneuerbare Energien: Wirtschaftsleistung und Nachhaltigkeit

Erneuerbare Energien weisen i.d.R. eine besonders hohe wirtschaftliche, ökologische und soziale Nachhaltigkeit auf.

Was bedeutet "Nachhaltige Entwicklung?"

1713 beschrieb Hans Carl von Carlowitz das Prinzip Nachhaltigkeit erstmals für die Forstwirtschaft.
1987 wählte die Brundtland-Kommission folgende Definition: "Nachhaltig ist eine Entwicklung, die den Bedürfnissen der heutigen Generation entspricht, ohne die Möglichkeiten künftiger Generationen zu gefährden, ihre eigenen Bedürfnisse zu befriedigen und ihren Lebensstil zu wählen."

Quelle: Lexikon der Nachhaltigkeit (www.nachhaltigkeit.info)

Umsatz und Beschäftigung

2020 wurden in Deutschland 11,0 Mrd. € (10,5 Mrd. € 2019) in neue EE-Anlagen (Strom, Wärme und Kraftstoff) investiert. Die Investitionen in Windkraftanalagen an Land sind seit 2017 dramatisch um 5,1 Mrd. € auf 2,0 Mrd. € gesunken. Die seit 2016 wieder steigenden Investitionen in PV-Anlagen betrugen 2020 4,2 Mrd. € (2015: 1,5 Mrd. €, Höchststand 2010: 19,6 Mrd. €). Die Umsatzerlöse stiegen 2020 auf 18,3 Mrd. € (2019: 17,3 Mrd. €). Hinzu kommen vermiedene Schadenskosten dank der EE-bedingten Einsparung von 230 Mio. t Treibhausgasen. Die Zahl der Beschäftigten sank 2019 in Deutschland um 4% auf 299.700, davon über 50.000 in Bayern (2017). Seit 2016 sind alleine in der Windbranche über 57.000 Arbeitsplätze verloren gegangen. Weltweit leben 12 Mio. (+0,5 Mio.) Menschen von EE, davon rund 4,0 Mio. in der PV-Branche.

Daten für den Landkreis liegen nur teilweise vor. Nach eigenen Berechnungen wurden in PV-Anlagen 2020 13 Mio. € investiert (2019: 21 Mio. €). Die zu versteuernden Einnahmen aller EE-Anlagen beliefen sich 2020 auf rund 100 Mio. €, davon ca. 60 Mio. € aus Photovoltaik, 26 Mio. € aus Bioenergien, 11 Mio. € aus Wasserkraft und knapp 1 Mio. € aus Windenergie. Hinzu kommen vermiedener Stromimport in Höhe von 23 Mio. €, vermiedene Strombeschaffung der Betreiber von ca. 4 Mio. €, ohne Bezifferung eingesparte Netznutzungsgebühren, gesunkene Strombeschaffungskosten durch den Merit-Order-Effekt sowie hohe Kosteneinsparungen im Wärmebereich (Solarthermie, Brennholz, Wärmepumpen).

Wirtschaftliche Nachhaltigkeit

Ein Energiesystem ist wirtschaftlich nachhaltig, wenn alle Interessierten teilnehmen können, die Kosten wahrheitsgemäß in den Preisen abgebildet und den Verursachern zugeordnet werden sowie in einem angemessenen Verhältnis zum Wert der Energiedienstleistungen stehen. Fossile und atomare Energien können nur an

wenigen Stellen der Erde zentral "geerntet" werden und versprechen immense Gewinne für Wenige (Oligopole). Viele Folgekosten (Klimawandel, Krankheiten, Entsorgung etc.) werden auf die Allgemeinheit oder kommende Generationen abgewälzt. Die EE dagegen haben ihre Stärke in der Dezentralität: Grundsätzlich kann jeder die EE nutzen, in EE investieren und mit EE Geld verdienen. Gewinne (und Steueraufkommen) entstehen flächendeckend und regional. Regionale Wirtschaftskreisläufe werden gestärkt. Die Kaufkraft bleibt in der Region erhalten. Weiterhin haben die EE kaum Folgekosten.

Ökologische Nachhaltigkeit

Ein Energiesystem ist ökologisch nachhaltig, wenn die Belastungen für die Natur weder heute noch künftig existenzielle Bedrohungen für Menschen, Pflanzen und Tiere darstellen, reversibel sind, so gering wie möglich gehalten und kontinuierlich reduziert werden.

Fossile Formen der Energiegewinnung stellen große Eingriffe in den Naturhaushalt dar. So emittiert z.B. das Kohlekraftwerk Zolling neben lokalen Schadstoffen (z.B. Quecksilber, Arsen etc.) in etwa so viel Treibhausgas CO₂ wie alle Einwohner und Firmen im gesamten Landkreis ansonsten freisetzen.

Die Auswirkungen von EE sind dagegen viel geringer. So stellt z.B. eine Dach-PV-Anlage so gut wie keinen Eingriff in die Natur dar. Die 2020 im Landkreis erzeugten 619 Mio. kWh EE-Strom vermieden rd. 450.000 t CO₂ (87 Mio. €) und verlangsamten so den Klimawandel und den Rückgang der Biodiversität. Daneben wurden erhebliche Mengen weiterer Schadstoffe wie z.B. Schwefeldioxid, Stickoxide und Radioaktivität vermieden.

Soziale Nachhaltigkeit

Ein Energiesystem ist sozial nachhaltig, wenn es Kosten und Nutzen gerecht verteilt (Leistungsfähigkeit, Stadt/Land, Nord/Süd, Alt/Jung, Generationen), breite Akzeptanz findet und den gesellschaftlichen Zusammenhalt fördert. Entscheidend sind politische, rechtliche und wirtschaftliche Mitwirkungs- und Teilhabemöglichkeiten.

Die kontroversen Diskussionen im Landkreis um Windenergie zeigen, dass die Energiewende kein Selbstläufer ist, sobald aus einem allgemeinen Ziel eine konkrete persönliche Betroffenheit erwächst. Projektbetreiber, Politik und Verbände sind in der Pflicht, objektive faktenorientierte Informationen zu geben, auf die Belange der Bürger zu achten, Vor- und Nachteile fair zu verteilen, möglichst schonende Lösungen zu finden, aber auch notwendige Belastungen zu erklären. Wirtschaftlich Bedürftige sind ernst zu nehmen, ohne dass Nichtbedürftige diese für sich instrumentalisieren. Angesichts der Auswirkungen einer fossil-atomaren Energieversorgung wird deutlich: Kein anderes Energiesystem bietet so viel soziale Nachhaltigkeit wie dezentrale EE.

mittlere Oberflächentemperatur der Erde

rde 2

26. Energie-Nachrichten aus aller Welt

IPCC-Bericht: Der Menschheit läuft die Zeit davon:

Der Krieg in der Ukraine zeigte sich auch während der Verhandlungen zum neuen Klimabericht. Weltklimarat mahnt die Welt, dringend zu handeln.

Quelle: Zeit online, 28.2.2022

https://www.zeit.de/wissen/umwelt/2022-02/ipcc-bericht-weltklimarat-klimawandel-krieg-krisen

Risiko für Waldbrände wächst weltweit:

UN-Experten warnen vor einer Zunahme extremer Feuer um die Hälfte bis zum Jahr 2100. Waldbrände und Klimawandel treiben sich gegenseitig an...

Quelle: klimareporter.de, 22.2.2022

https://www.klimareporter.de/international/risiko-fuer-

waldbraende-waechst-weltweit

Mehr als 40 Staaten wollen aus der Kohle aussteigen:

Dazu zählen auch Länder, in denen die Kohle bisher fest zum Energiemix gehörte, etwa Polen oder Südkorea. Experten sprechen euphorisch von einem "point of no return" beim weltweiten Kohleausstieg.

Quelle: Süddeutsche Zeitung, 4.11.2021

https://www.sueddeutsche.de/politik/cop26-kohleausstieg-

kohlekraftwerke-1.5456652

CO₂-Konzentration erreicht neuen Höchststand:

Laut einem Bericht der Weltorganisation für Meteorologie nahm der Treibhausgas-Ausstoß 2020 erneut deutlich zu. Beim Klimaschutz drängt die Zeit.

Quelle: Süddeutsche Zeitung, 25.10.2021

 $\underline{\text{https://www.sueddeutsche.de/wissen/klimawandel-co2-covid-19-}}$

1.5448470

Globale Methanemissionen steigen auf Rekordhoch – Investitionen in Erdgas sind verantwortungslos:

Laut den neuesten Daten der Nationalen Ozean- und Atmosphärenbehörde der USA ist die Methankonzentration auf ein Rekordhoch von 1875 ppb gestiegen. Aber nicht nur die Konzentration ist so hoch wie noch nie, sondern auch das Tempo des Anstiegs.

Quelle: Hans-Josef Fell, Energy Watch Group, 24.4.2020 https://hans-josef-fell.de/globale-methanemissionen-steigen-auf-rekordhoch/

Wie neue Pipelines den Klimaschutz durchkreuzen:

Die EU will bis 2050 klimaneutral werden. Dennoch sollen für mehr als 70 Milliarden Euro neue Leitungen für fossiles Erdgas entstehen. Doch bei vielen Pipelines stellt sich die Frage, ob sie wirklich gebraucht werden.

Quelle: Süddeutsche Zeitung, 3.2.2021

https://www.sueddeutsche.de/wissen/nord-stream-2-erdgas-klimabilanz-pipelines-europa-klimaschutz-1.5193509

Abnahme der Senkenleistung des Waldes erwartet:

Laut Projektionsbericht entwickelt sich der sogenannte LULUCF-Bereich spätestens ab 2025 von einer Senke in eine Quelle für Treibhausgase.

Quelle: Holz-Zentralblatt, 20.10.2021

http://www.holz-zentralblatt.com/hz/index1.asp?auswahl=23184

Deutschland verliert 2021 Klimaziel aus den Augen:

Im Jahr 2021 sind die Treibhausgasemissionen in Deutschland angestiegen. Wie Agora Energiewende mitteilt, droht Deutschland den Anschluss an sein 2030-Klimaziel zu verlieren.

Quelle: IWR.de, 7.1.2022

https://www.iwr.de/ticker/agora-energiewende-deutschland-

verliert-2021-klimaziel-aus-den-augen-artikel3979

Was das Paris-Ziel für Deutschland bedeutet:

Bis 2045 soll das Land klimaneutral werden. Wie realistisch ist das? Reicht es aus, um das Paris-Abkommen einzuhalten? Ein Lagebericht in Grafiken. Wenn man lange trödelt, muss es am Ende schnell gehen.

Quelle: Süddeutsche Zeitung, 4.11.2021

https://www.sueddeutsche.de/projekte/artikel/wissen/was-das-

paris-ziel-fuer-deutschland-bedeutet-e535358/

Grönland schmilzt schneller als gedacht:

Wissenschaftler vermuten, dass die Gletscher deutlich mehr Eis verlieren könnten als Klimamodelle bislang vorhergesagt haben.

Quelle: Süddeutsche Zeitung, 18.11.2020

https://www.sueddeutsche.de/wissen/klimawandel-groenland-

gletscher-polarschmelze-1.5119506

Klimawandel ist Ursache für jeden dritten Hitzetoten:

Wissenschaftler haben für die vergangenen 30 Jahre berechnet, wie Klimawandel und Hitzetode zusammenhängen. Besonders anfällig ist demnach auch Deutschland.

Quelle: Süddeutsche Zeitung, 31.5.2021

 $\underline{\text{https://www.sueddeutsche.de/wissen/klimawandel-hitzetod-}}$

erderwaermung-deutschland-europa-1.5309251

Staat kannte das Risiko einer Hochwasserkatastrophe:

Ein Krisenszenario mit extremen Überschwemmungen im Bundesgebiet hatte die Bundesregierung bereits von Experten durchspielen lassen.

Quelle: WirtschaftsWoche, 17.7.2021

https://www.wiwo.de/politik/deutschland/acht-jahre-altes-

 $\frac{kr is enszen ario-der-staat-kannte-das-risiko-einer-}{hoch wasser katastrophe/27429926.html}$

Waldschäden nehmen rasant zu:

Der Wald leidet. Hitze, Stürme und Käfer haben die Schadholzmenge in den letzten Jahren vervielfacht.

Quelle: Frankfurter Allgemeine, 5.8.2021

https://www.faz.net/aktuell/wirtschaft/klimawandel-welcheschaeden-waelder-davontragen-17470016.html#void

So soll Bangkok vor dem Wasser gerettet werden:

Schon 2030 könnten Teile Bangkoks komplett überflutet sein. Doch es gibt Ideen, um die Stadt zu sichern.

Quelle: Spiegel.de, 20.12.2021

https://www.spiegel.de/ausland/bangkok-eine-stadt-kaempft-umsueberleben-a-da1ca1b1-b646-4bdc-adf9-96b6112e3011

27. Solarregion Freisinger Land

Meilensteine

Meilensteine				
2004	Gründung der "Solarregion Freisinger Land"			
	mit dem Landrat(samt), den Vereinen Son-			
	nenkraft Freising, Solarfreunde Moosburg,			
	"Freisinger Land" und weiteren Initiativen			
2004	Erste Solarkreismeisterschaft			
2006	Kampagne "Wärme von der Sonne"			
2007	nergiewendebeschluss: 100 % EE bis 2035			
	im Landkreis			
2008	Erstmalige Ermittlung der Stromerzeugung			
	durch EE sowie des Stromverbrauchs in den			
	Gemeinden des Landkreises Freising			
2011	Aktion "Pumpentausch – Strom und Kosten			
	sparen beim Heizen"			
2011	1. Broschüre "Strom aus EE im LK" mit um-			
	fassender Dokumentation zu Stromverbrauch			
	und EE-Strom-Erzeugung im Landkreis			
2012	Kampagne "Heizen mit der Sonne"			
2013	2. Ausgabe der 100 %-Broschüre			
2013	1. Probezeit Elektromobilität für Kommunen			
2013	Gründung der Bürger Energie Genossenschaft			
2014	3. Ausgabe der 100 %-Broschüre			
2014	2. Probezeit Elektromobilität auch für Firmen			
2015	Landkreisweites Stadtradeln			
2016	4. Ausgabe der 100 %-Broschüre			
2017	5. Ausgabe der 100 %-Broschüre			
2018	6. Ausgabe der 100 %-Broschüre			
2018	Mitwirkung an der Fortschreibung des Nah-			
	verkehrsplans des Landkreises			
2019	7. Ausgabe der 100 %-Broschüre			
2020	8. Ausgabe der 100 %-Broschüre			
2021	Fortbildung für Gemeinderäte und Bürger			
	u.a. zu PV, Wind, Bauleitplanung, Mobilität			

Solarregion Freisinger Land: Jetzt auf Sonne setzen!

2022

Warum setzen im Freisinger Land immer mehr Menschen auf Sonne, Holz und andere EE? Warum interessieren sich immer mehr Hausbesitzer für Wärmedämmung und andere Wege zum Energiesparen?

9. Ausgabe der 100 %-Broschüre

Dafür gibt es viele gute Gründe. Der schönste ist: Das Freisinger Land ist von der Sonne verwöhnt. In einer der sonnenreichsten Regionen Deutschlands liegt es nahe, die kostenlose Energie vom Himmel zu nutzen. Und auch die Windenergie ist mit speziellen Binnenwindenergieanlagen in großen Mengen und wirtschaftlich im Freisinger Land zu ernten. Doch erst die weiteren günstigen Voraussetzungen machen das Freisinger Land zu etwas Besonderem:

 Leistungsfähige Solar- und Industriebetriebe produzieren und beraten vor Ort. Neue Arbeitsplätze entstehen im Landkreis statt im Mittleren Osten.

- Engagierte Handwerker liefern Qualität und Service vom Dach bis zum Keller.
- Verantwortungsbewusste Politiker denken an das Wohl ihrer Bürger; auch an jene, die noch nicht zur Wahl gehen oder noch nicht geboren sind.
- Nicht zuletzt sind es die Bürgerinnen und Bürger selbst, die das Freisinger Land prägen. Engagierte, tatkräftige Personen organisieren sich in Solarvereinen sowie Agenda- und Umweltgruppen. "Global denken – lokal Handeln" ist keine Floskel, sondern tägliche Praxis.

Auf dem Feld der Solarenergie haben Sonnenkraft Freising und die Solarfreunde Moosburg seit vielen Jahren Pionier- und Überzeugungsarbeit geleistet.

Das Ziel ist die Energiewende: die vollständige Umstellung unseres Energiebedarfs auf 100 % Erneuerbare Energien. Durch die Zangenstrategie aus Energieeinsparung und Ausbau der EE kann genügend Strom, Wärme und Treibstoff bereitgestellt werden: ohne klimaschädliche Treibhausgase, Konflikte und Kriege, Tanker- und Grubenunglücke, Atommüll oder Störfälle, dafür mit Stärkung der regionalen Wirtschaftskreisläufe, dezentraler Solarenergie vom eigenen Dach, Frieden und gesunder Umwelt.

Nur eine schöne Fiktion? Aus Sicht von Sonnenkraft Freising und der Solarfreunde Moosburg eine positive Vision, die durch gemeinsames Anpacken viel schneller Realität werden wird, als es sich viele heute vorstellen können.

Der Beschluss des Freisinger Kreistags zur Energiewende war ein Meilenstein auf diesem Weg. Politiker und Betriebe, Bürger und Verwaltungen sind nun gefordert, den Beschluss mit Leben zu füllen. Jetzt kommt es auf jeden Einzelnen an:

- auf Hausbesitzer und Bauherren, die energiesparend bauen und sanieren, ohne Erdöl und Erdgas
- auf Landwirte und Waldbesitzer, die Rohstoffe und Bioenergien nachhaltig produzieren
- auf die Besitzer von Haus-, Hallen- oder Fabrikdächern, die ganz nebenbei große Mengen Solarstrom und Solarwärme "ernten"
- auf innovative Betriebe, die die wirtschaftlichen Chancen nutzen
- auf Schulen und Lehrer, die offen sind für neue Perspektiven und sie ihren Schülern weitergeben
- auf Verwaltungen, die Projekte ganzheitlich prüfen und Spielräume verantwortungsbewusst nutzen
- auf unsere Politikerinnen und Politiker, denn sie können viele Wege öffnen

Und es kommt auf <u>Sie</u> an: Investieren Sie in Ihre eigene Zukunft! Und in die Ihrer Kinder und Enkel!

"Durch die Energiewende sollen unsere natürlichen Lebensgrundlagen erhalten und die regionale Wirtschaftskraft sowie die Lebensqualität für unsere Bürgerinnen und Bürger gesichert werden."

> aus dem Energiewendebeschluss vom 29.3.2007









