



Flächenbedarf durch Erneuerbare Energien in Bayern

Mit dem in Deutschland beschlossenen Ausstieg aus der Kernenergie bis 2022 und dem Ziel zur Klimaneutralität bis 2045 (in Bayern sogar bis 2040) resultiert eine Umstellung der Energieversorgung auf 100 % Erneuerbare Energien. Das Energiesystem der Zukunft soll sowohl die Versorgungssicherheit gewährleisten als auch ökonomisch effizient und umweltverträglich sein. Hierfür ist der richtige Mix aus Erneuerbaren Energien entscheidend. Die Frage, wie die erforderliche Energie erzeugt werden soll, geht auch mit den Fragen einher, wieviel Fläche dafür benötigt wird und wie stark die Eingriffe in das Landschaftsbild sind. Der Transformationsprozess unseres Energiesystems wird daher neben vielen anderen Aspekten auch von der Diskussion über die Flächenverfügbarkeiten und der Nutzungsart begleitet.

Um die Effekte der Erneuerbaren Energien in punkto Flächennutzung möglichst plakativ zu verdeutlichen, hat die Forschungsgesellschaft für Energiewirtschaft (FfE) im Auftrag des Verbandes der Bayerischen Energie- und Wasserwirtschaft (VBEW) ein dazu passendes Gedankenexperiment quantifiziert und in Karten visualisiert. Die zu beantwortende Frage lautet hierbei: „Welcher Flächenbedarf besteht bei rein heimischer Erzeugung in Bayern zur Erreichung des Ziels der Klimaneutralität?“

Die Bayerische Staatsregierung hat sich 2011 im Rahmen des erarbeiteten Energiekonzeptes das Ziel gesetzt, bis 2021 rund 20 Prozent des Endenergieverbrauchs in Bayern aus Erneuerbaren Energien zu erzeugen. Dieses Ziel wird voraussichtlich dieses Jahr auch mit 22 Prozent übertroffen werden. Eine große Bedeutung kommt dabei der Bioenergie zu. Diese trägt mit ca. 13,5 Prozent zur Deckung des Endenergiebedarfs bei. Im Bereich der Stromversorgung hatte man sich deutlich ehrgeizigere Ziele gesetzt. Hier sollten 2021 bereits 50 Prozent des bayerischen Stromverbrauchs aus Erneuerbaren Quellen stammen. Auch dieses Ziel wird voraussichtlich knapp erreicht werden. Unter den Erneuerbaren Energien leistet die Photovoltaik auf Gebäuden und Freiflächen mit einem Anteil von 18,5 Prozent dazu den höchsten Beitrag. Um diese Einschätzung vornehmen zu können, wurde auf Basis der Energiebilanz Bayern und weiteren Datenquellen eine Hochrechnung des Endenergieverbrauchs und der Erzeugung durch Erneuerbare Energien ohne Berücksichtigung eines Corona bedingten geringeren Stromverbrauchs für das 2021 durchgeführt. Die für die energetische Nutzung benötigte Fläche beträgt knapp 18.782 km², davon besitzt die Biomasse einen Anteil von ca. 98 Prozent. Die Fläche für die gesamte energetische Nutzung entspricht ungefähr einem Viertel der Landesfläche Bayerns. Es gilt allerdings zu beachten, dass diese Flächen gegebenenfalls einer Doppelnutzung zur Verfügung stehen. So beanspruchen beispielsweise Photovoltaik- und Solarthermieanlagen auf Dächern keine zusätzliche Fläche und der Feststoffanteil der Biomasse für die Kraftstoffproduktion kann zum Teil als Futtermittel verwendet werden.

Die Flächennutzungsstatistik zeigt, dass knapp die Hälfte der bayerischen Landesfläche landwirtschaftlich genutzt wird und etwas mehr als ein Drittel des Waldbestands einnimmt. Rund ein Zehntel der Fläche ist bebaute bzw. versiegelte Siedlungs- und Verkehrsfläche. Aufgrund dieser Landschaftsstruktur ist das Flächenpotenzial, das maximal theoretisch zur



Verfügung steht, für Biomasse (d.h. für Bioenergie aus landwirtschaftlicher Nutzfläche und für die energetische Nutzung von Waldflächen) bei Fortführung der derzeitigen Nutzungsart der Fläche am größten. Allerdings stellen für die Freiflächen-Photovoltaik landwirtschaftlich genutzte Flächen sowie für die Windkraft zudem forstlich genutzte Flächen unter Berücksichtigung der jeweiligen Restriktionen erheblich Potenzialflächen für die effizientere Gewinnung von Energie aus erneuerbaren Quellen dar. Für die Windkraft wurden im Rahmen dieser Untersuchung in Anbetracht der heute schon starken Einschränkungen wie der 10H-Abstandsregelung nur die derzeit dafür ausgewiesenen Flächen als Potenzial betrachtet. Die 10H-Abstandsregelung ist eine aktuell rechtliche Grundlage, auf die sich Kommunen berufen können. Bei einer konsequenten Inanspruchnahme dieser Regelung würde das Flächenpotenzial geringer ausfallen.

Um das Ziel Klimaneutralität bis zum Jahr 2050 zu erreichen, wird von einer Deckung des Energiebedarfs durch ausschließlich Erneuerbare Energien ausgegangen. In einem Gedankenexperiment wurde der bayerische Endenergiebedarf im Jahr 2050 für Strom, Wärme und Verkehr aus dem Klimaschutzenszenario „solidEU“ aus dem FfE-Forschungsprojekt „eXtremOS“ als Referenz verwendet. In diesem Szenario wird ein großer Teil des Verkehrs- und Wärmesektors durch effizientere Stromanwendungen ersetzt, so dass der Endenergiebedarf von heute 436 TWh auf 221 TWh im Jahr 2050 sinkt. Rein fiktiv wurde dafür angenommen, dass der gesamte Energieverbrauch in vier Szenarien aus heimischen Erneuerbaren Energien gedeckt wird. Zur Verdeutlichung der grundsätzlichen Effekte wird in drei der vier Szenarien die Deckung des Endenergiebedarfs durch jeweils einen einzigen Erneuerbaren Energieträger geleistet. Dies entspricht weder einem sinnvollen noch einem realistischen Szenario, sondern dient vielmehr dazu, den Flächenverbrauch in Abhängigkeit der vorhandenen Flächenpotenziale visualisieren und vergleichen zu können. In dem vierten Szenario wird im Gegensatz zu den anderen Szenarien ein Energiemix angenommen.

Die theoretische Betrachtung einer Versorgung mit „100 % Windenergie“ würde 4.864 km² an Fläche erfordern, was jedoch unter Berücksichtigung der aktuell ausgeschriebenen Flächen für Windkraft sowie einer weiten Reduktion durch die 10H-Abstandsregelung deutlich über dem derzeit nutzbaren Potenzial liegt. Es ist an dieser Stelle zu betonen, dass die tatsächlich in Anspruch genommene Fläche etwa in Form von Fundament und Zufahrtswegen weitaus geringer ist als die hier betrachtete benötigte Fläche, die sich aus einzuhaltenden Abständen zu Nachbarwindkraftanlagen ergibt. Um Schwankungen der Stromerzeugung im Tages- und Jahresverlauf auszugleichen, werden weitere 77 km² für Batteriespeicher benötigt. Eine Stapelung der Batteriespeicher, für die als heute existierende Größenreferenz 45 ft. Container angenommen werden, wird nicht berücksichtigt, wäre aber denkbar.

In dem Szenario mit „100 % Solarenergie“ werden 1.693 km² an Fläche benötigt, die in Form von Dach- und Freiflächen in Bayern verfügbar wären. Allein über die hier in Anspruch genommenen 267 km² Dachfläche werden durch Photovoltaik und Solarthermie 34 Prozent des Endenergieverbrauchs gedeckt. Eine kombinierte landwirtschaftliche und energetische Nutzung in Form von Agrophotovoltaik wird nicht betrachtet. Schwankungen der Stromerzeugung im Tages- und Jahresverlauf werden anhand von Batteriespeichern- und



Power2Gas ausgeglichen. Bei Letzterem werden lediglich Elektrolyseure für die Flächenausweisung berücksichtigt, da eine unterirdische Wasserstoffspeicherung angenommen wird. Insgesamt wird eine oberirdische Fläche von 67 km² für die Speicherung veranschlagt.

Zwar ohne die Notwendigkeit von Speichern, aber wesentlich flächenintensiver als Wind und Photovoltaik, ist die energetische Nutzung der Biomasse, die im 100 % Szenario 104.254 km² und damit nicht nur mehr als die vorhandene Potenzialfläche, sondern auch mehr als die Gesamtfläche Bayerns erfordern würde. In diesem Szenario erfolgt die energetische Nutzung des Waldes im Rahmen einer nachhaltigen Waldbewirtschaftung bis zur Potenzialgrenze. Der für die Biogasproduktion erforderlichen landwirtschaftlichen Fläche wird eine Fruchtfolge unterstellt, die sowohl einen hohen Methanertrag aufweist als auch eine günstige Humusbilanz. Der nicht elektrische Endenergiebedarf im Sektor Verkehr wird durch Biokraftstoffe gedeckt.

Ein weitaus realistischeres Szenario, das dennoch fiktiv nur Bayern als Bilanzraum betrachtet, berücksichtigt einen Mix von erneuerbaren Erzeugungsarten. Dies gewährleistet eine höhere Versorgungssicherheit. Für die Stromerzeugung wurde ein kombinierter Einsatz aus Windstrom, Photovoltaik, Wasserkraft und Biomasse veranschlagt sowie zusätzlich noch Solarthermie, Geothermie und Biokraftstoffe für den Wärme- und Verkehrssektor. Darüber hinaus wurde der Bedarf an Batterie- und Wasserstoffspeichern abgeschätzt. Die in diesem Szenario benötigte Fläche beträgt 26.754 km² bzw. 38 Prozent der Landesfläche Bayerns. Da auch in diesem Szenario der nicht elektrische Energiebedarf im Sektor Verkehr ausschließlich über Biokraftstoffe gedeckt wird, besteht im Vergleich zum Jahr 2021 ein höherer Bedarf an landwirtschaftlicher Fläche. Die energetische Nutzung von Waldflächen bleibt hingegen unverändert. Die Deckung des Wärmebedarfs erfolgt zu wesentlichen Teilen durch Biomasse-KWK und Solarthermie. Der restliche Endenergiebedarf wird vor allem durch Photovoltaik und Windkraft gedeckt, wobei aus wirtschaftlichen Gründen und in Anlehnung an das Klimaschuttszenario „solidEU“ der Photovoltaik ein höherer Stellenwert eingeräumt wird. Das „Szenario Energiemix“ belegt, dass in Bayern die Fläche für eine Energieversorgung mit 100 Prozent aus Erneuerbaren Quellen vorhanden ist, lediglich für die Windkraft ist es notwendig, zusätzliche Flächen gegenüber dem aktuellen Stand auszuweisen. Abschließend sei jedoch noch darauf hingewiesen, dass im zitierten Projekt „eXtremOS“ gezeigt werden konnte, dass die Kosten und die Notwendigkeit für den Ausbau von Erneuerbaren Energien deutlich geringer ausfallen, wenn die Energiewende europäisch stattfindet und keine Selbstversorgung in kleineren Bilanzräumen wie in diesem Gedankenexperiment angestrebt wird. Eine europäische Lösung setzt aber voraus, dass insbesondere auch in Krisensituationen der Austausch von Energie auf verbindlicher rechtlicher Grundlage partnerschaftlich gewährleistet ist.

Flächenbedarf durch Erneuerbare Energien in Bayern 2021 (Ist) und 2050 (Potenziell)

18. Mai 2021



Endenergieverbrauch in Bayern	2010 in TWh	2021 in TWh	2050 in TWh
Strom	82	77	133
Verkehr*	120	135	11
Rest (= Wärme)*	188	223	77
Summe	390	436	221

*ohne Strom

Quellen:

„Energiebilanz Bayern 2018“ (Bayerisches Landesamt für Statistik 2021);

„Energiedaten.Bayern – Schätzbilanz“ (StMWIVT 2020);

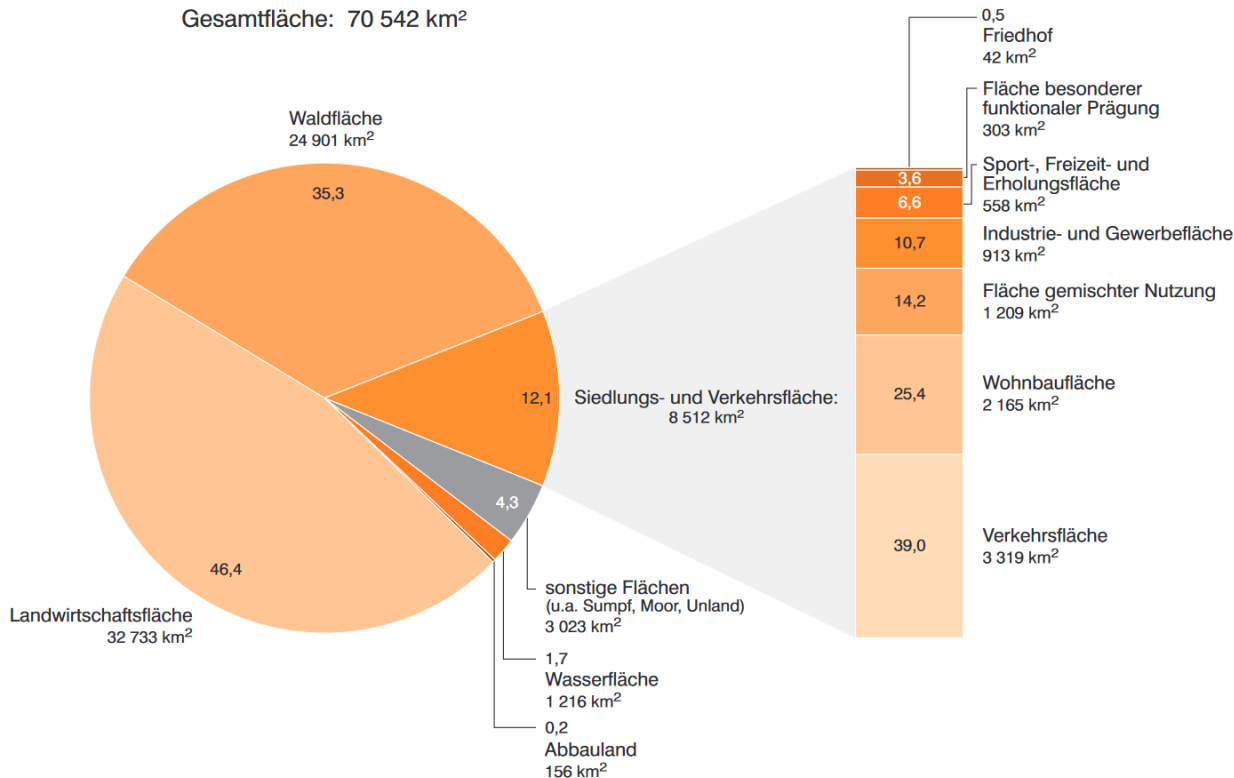
Forschungsgesellschaft für Energiewirtschaft mbH: Hochrechnung für 2021, temperaturbereinigt und ohne Corona-Effekt;

Forschungsgesellschaft für Energiewirtschaft mbH: Forschungsprojekt eXtremOS: Klimaschutzszenario solidEU für 2050

	Erneuerbare Energien 2021*
Windkraft	2,62 GW installierte Leistung bzw. ~ 5,3 TWh/a, ~ 1,2 % des Endenergieverbrauchs Bayerns ~ 6,3 % des Bruttostromverbrauchs Bayerns
Photovoltaik	15,7 GW installierte Leistung PV bzw. ~ 15,7 TWh/a, ~ 3,6 % des Endenergieverbrauchs Bayerns ~ 18,5 % des Bruttostromverbrauchs Bayerns
Solarthermie	3 TWh/a, ~ 0,7 % des Endenergieverbrauchs Bayerns oder ~ 1,3 % des Endenergieverbrauchs (Wärme)
Bioenergie	58,9 TWh/a, ~ 13,5 % des Endenergieverbrauchs Bayerns ~ 11,2 % des Bruttostromverbrauchs Bayerns
Wasserkraft	11,6 TWh/a, ~ 2,7 % des Endenergieverbrauchs Bayerns ~ 13,7 % des Bruttostromverbrauchs Bayerns
Tiefengeothermie	1,2 TWh/a, ~ 0,3 % des Endenergieverbrauchs Bayerns
Summe	95,7 TWh/a, ~ 22 % des Endenergieverbrauchs Bayerns ~ 49,8 % des Bruttostromverbrauchs Bayerns

* ausgehend von der „Energiedaten.Bayern – Schätzbilanz“ (StMWi 2020) erfolgt eine Hochrechnung durch die FfE auf das Jahr 2021 anhand weiterer Datenquellen: Marktstammdatenregister (BNetzA); „Netzentwicklungsplan Strom 2035, Version 2021 - Zweiter Entwurf der Übertragungsnetzbetreiber“ (Übertragungsnetzbetreiber 2020); „Solaratlas“ (BAFA); „Statistische Zahlen der deutschen Solarwärmebranche“ (BSW Solar 2021); „Energieatlas Bayern“ (LfU), „GeotIS“ (LIAG)

Bodenfläche Bayerns zum 31. Dezember 2018 nach Nutzungsarten Ergebnisse der Flächenerhebung in Prozent

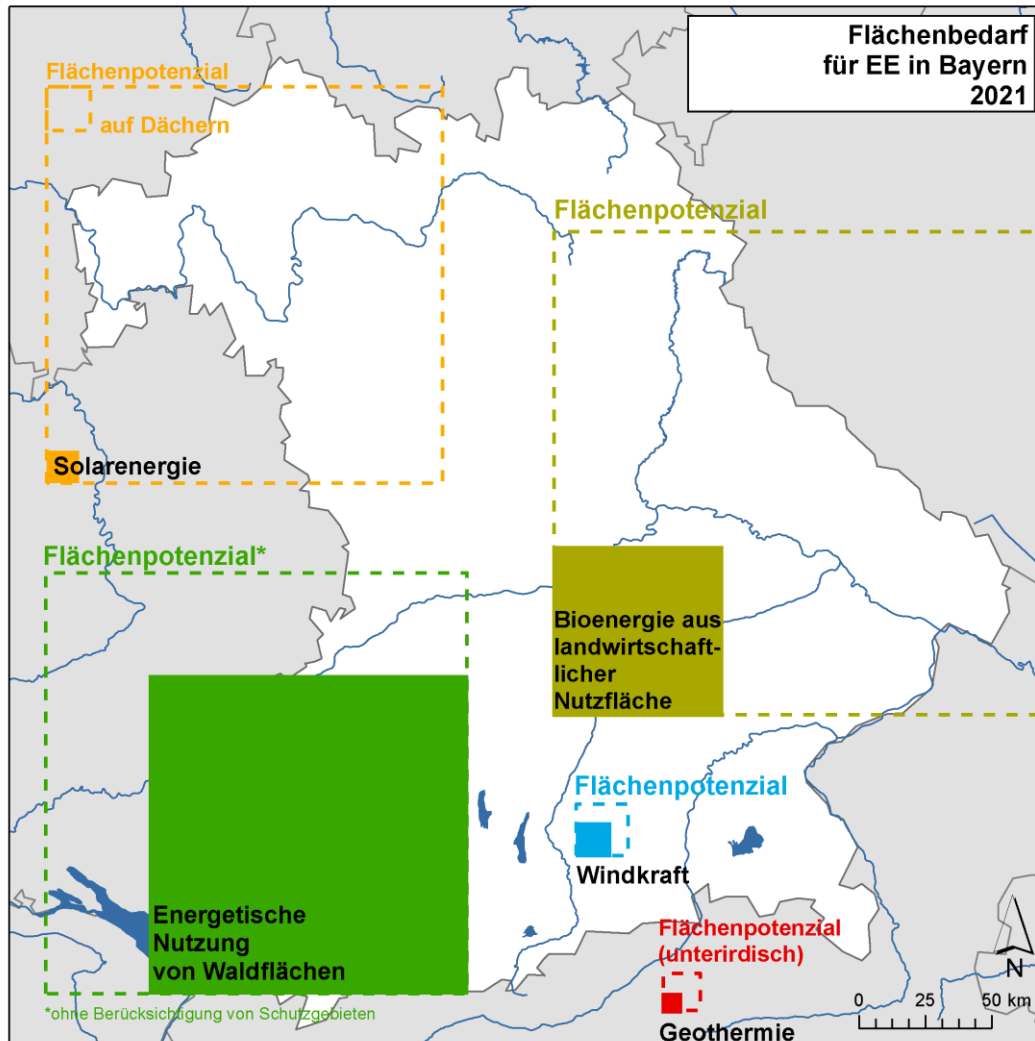


Zu beachten:

Die erforderlichen Flächen für erneuerbare Energien stehen ggf. für andere Nutzungsmöglichkeiten zur Verfügung

z.B. Photovoltaik-Anlagen auf Dächern „verbrauchen“ keine zusätzlichen Flächen

Quelle: „Flächenerhebung nach Art der tatsächlichen Nutzung in Bayern zum Stichtag 31. Dezember 2018“ (Bayerisches Landesamt für Statistik und Datenverarbeitung 2018)



Administrative Boundaries: Europe: © OpenStreetMap Contributors | Germany: © GeoBasis-DE / BKG 2017 | Generalization: FfE e.V.
Main Lakes and Large Rivers: Pope, Addy, (2017). EEA hydrographic data set, [Dataset]. University of Edinburgh. <https://doi.org/10.7488/ds/1887>.

Fläche Bayern: 70.550 km²

Flächenbedarf EE:

Wind: 176 km²

Solar: : 149 km²

Biomasse: 18.457 km²

Geothermie: 61 km² (unterirdisch)

Summe: 18.782 km² (oberirdisch)

Gedankenexperiment zu Erzeugungsszenarien 2050: Deckung des Energiebedarfs zu 100 % EE

<u>Annahmen</u>	Strom	Wärme	Verkehr	Speicher³
100 % Windenergie	100 % aus Windstrom	100 % aus Windstrom (mit 75 % Wärmepumpe + 25 % direkt elektrisch)	100 % Elektromobilität aus Windstrom	5 % ¹ des Jahresstrom- verbrauchs (durch Batteriespeicher)
100 % Solarenergie	100 % aus Photovoltaik	36,5 % aus Photovoltaik (mit 75 % Wärmepumpe + 25 % direkt elektrisch) 63,5 % aus Solarthermie (~ 1/3 des Dachflächenpotenzials)	100 % Elektromobilität aus Photovoltaik	25 % ¹ des Jahresstrom- verbrauchs (1/5 durch Batteriespeicher + 4/5 durch Wasserstoff für Strom und Wärme)
100 % Bioenergie	100 % aus Biomasse-KWK (Waldflächen werden nur bis zur Potenzialgrenze genutzt)	100 % aus Biomasse-KWK (Waldflächen werden nur bis zur Potenzialgrenze genutzt)	100 % aus Biokraftstoff	Kein Speicher notwendig
Energiemix²	20 % aus Windstrom 64 % aus Photovoltaik 7,8 % aus Wasserkraft 8,2 % aus Biomasse-KWK	8 % aus Photovoltaik und Windstrom (mit 75 % Wärmepumpe + 25 % direkt elektrisch) 63,6 % aus Solarthermie 23,5 % aus Biomasse-KWK 4,9 % aus Geothermie	100 % aus Biokraftstoff	15 % des Jahresstrom- verbrauchs (1/3 durch Batteriespeicher + 2/3 durch Wasserstoff für Strom und Wärme)

¹ sehr vereinfachende Abschätzung

² sehr vereinfachende Schätzung möglicher Anteile von Biomasse, Wasserkraft, Geothermie und Solarthermie auf Basis der genutzten und erschließbaren Potenziale. Photovoltaik und Windkraft in Anlehnung an das Verhältnis von Photovoltaik und Windkraft im Klimaschutzszenario solidEU.

³ Speicherverluste werden vereinfacht berücksichtigt

Potenzieller Flächenbedarf EE

Szenario 2050: 100 % Windenergie + Speicher



Fläche Bayern: 70.550 km²

Flächenbedarf EE:

Wind: 4.864 km²

Batteriespeicher: 77 km²

Administrative Boundaries: Europe: © OpenStreetMap Contributors | Germany: © GeoBasis-DE / BKG 2017 | Generalization: FfE e.V.
Main Lakes and Large Rivers: Pope, Addy, (2017). EEA hydrographic data set, [Dataset]. University of Edinburgh. <https://doi.org/10.7488/ds/1887>.

Potenzieller Flächenbedarf EE

Szenario 2050: 100 % Solarenergie + Speicher



Administrative Boundaries: Europe: © OpenStreetMap Contributors | Germany: © GeoBasis-DE / BKG 2017 | Generalization: FfE e.V.
Main Lakes and Large Rivers: Pope, Addy, (2017). EEA hydrographic data set, [Dataset]. University of Edinburgh. <https://doi.org/10.7488/ds/1887>.

Fläche Bayern: 70.550 km²

Flächenbedarf EE:

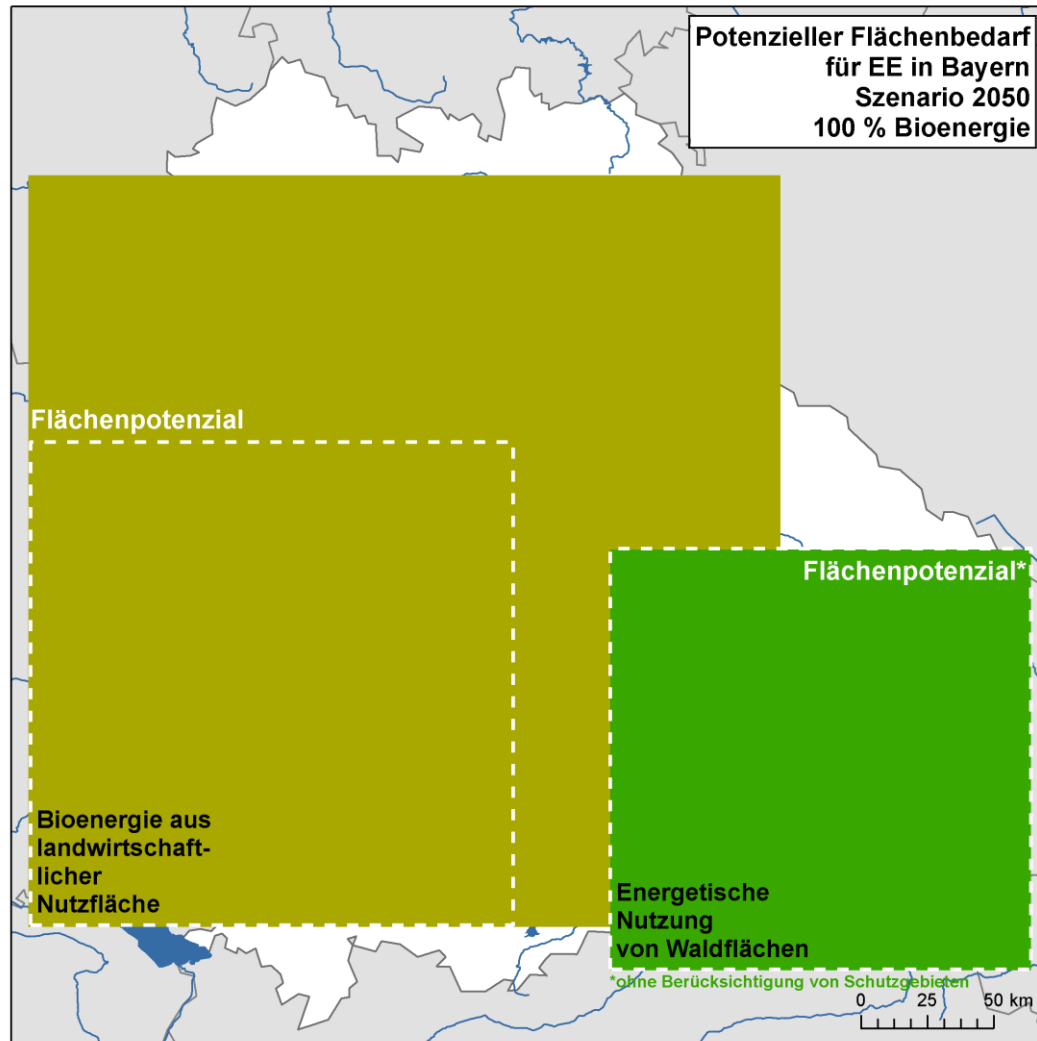
Solar: 1.693 km²

Batteriespeicher

& Elektrolyseure: 67 km²

Potenzieller Flächenbedarf EE

Szenario 2050: 100 % Bioenergie, kein Speicher



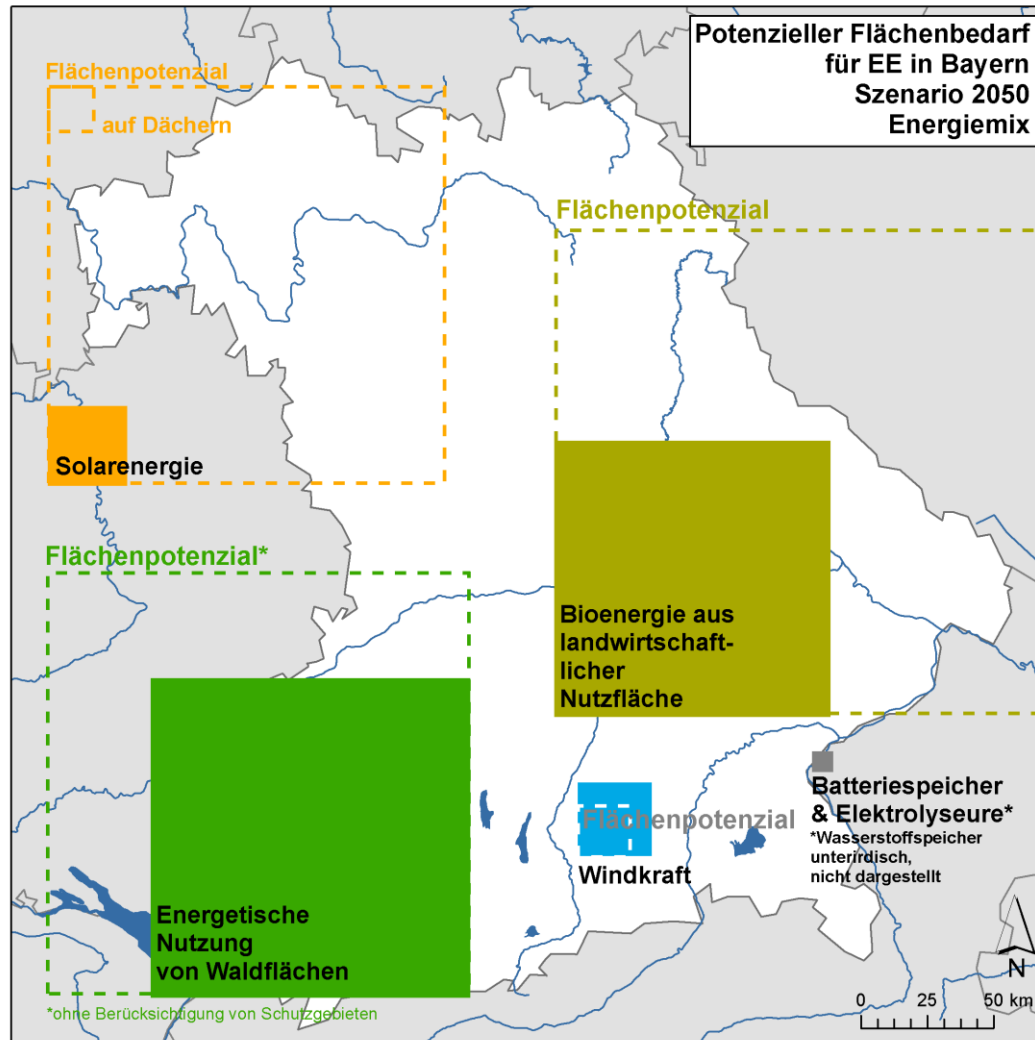
Fläche Bayern: 70.550 km²

Flächenbedarf EE:
Biomasse: 104.254 km²

Administrative Boundaries: Europe: © OpenStreetMap Contributors | Germany: © GeoBasis-DE / BKG 2017 | Generalization: FfE e.V.
Main Lakes and Large Rivers: Pope, Addy, (2017). EEA hydrographic data set, [Dataset]. University of Edinburgh. <https://doi.org/10.7488/ds/1887>.

Potenzieller Flächenbedarf EE

Szenario 2050: Energiemix + Speicher



Fläche Bayern: 70.550 km²

Flächenbedarf EE:

Wind: 767 km²

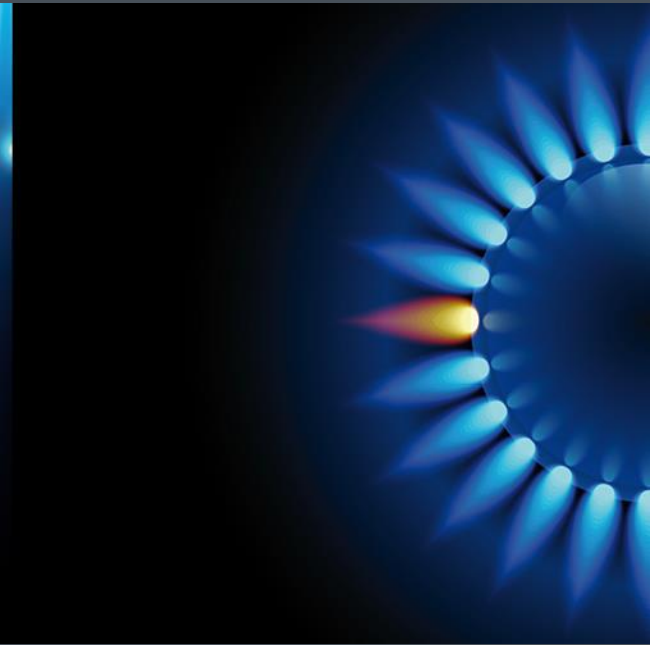
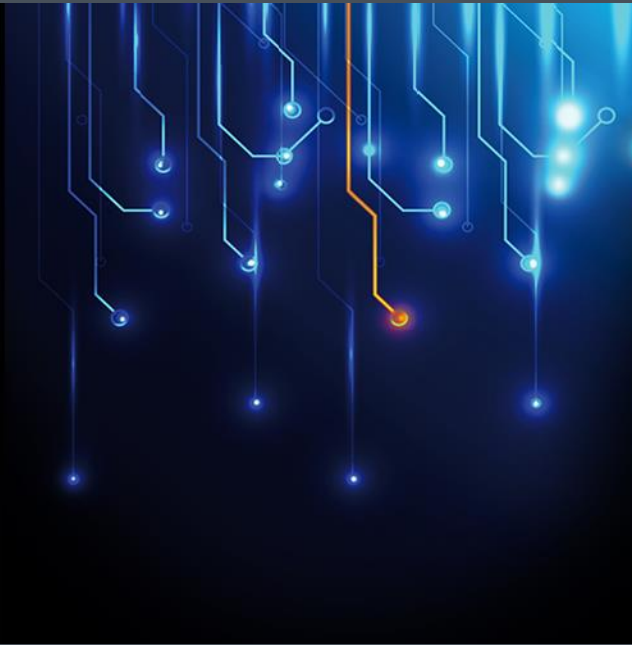
Solar: 893 km²

Biomasse: 25.040 km²

Batteriespeicher
& Elektrolyseure: 54 km²

Summe: 26.754 km²

Administrative Boundaries: Europe: © OpenStreetMap Contributors | Germany: © GeoBasis-DE / BKG 2017 | Generalization: FfE e.V.
Main Lakes and Large Rivers: Pope, Addy, (2017). EEA hydrographic data set, [Dataset]. University of Edinburgh. <https://doi.org/10.7488/ds/1887>.



**Vielen Dank für Ihre
Aufmerksamkeit!**



Berechnung des Flächenbedarfs 2021 / 2050

	Spezifische Werte 2021	Spezifische Werte 2050	Vergleich mit Potenzial in Bayern
Windkraft	2,5-MW-Anlage, 2.082 Volllaststunden (VLS) pro Jahr, Mittlere Leistungsdichte: 15 W/m ² bzw. 31 kWh/m ² Auf Grundlage der mittleren Windgeschwindigkeit wird eine Referenzanlage für 2021 und 2050 je Landkreis in Bayern mit den entsprechenden Leistungsdichten ermittelt. Dabei wird der 4,5 fache Rotordurchmesser als Abstand zur Nachbaranlage angenommen. Durch die Gewichtung über die installierte Leistung je Landkreis entsprechend dem „Marktstammdatenregister“ (BNetzA) wird die mittlere Leistungsdichte bestimmt und eine Referenzanlage für Bayern abgeleitet. Die VLS steigen aufgrund höherer Nabenhöhen und Rotordurchmesser.	5,5-MW-Anlage, 3.042 Volllaststunden (VLS) pro Jahr, Mittlere Leistungsdichte: 13 W/m ² bzw. 39 kWh/m ²	Vorhandene ausgewiesene Windeignungsflächen in Bayern: <u>366 km²</u>
Photo-voltaik	<u>Aufdach:</u> 975 VLS pro Jahr Mittlere Leistungsdichte: 150 W/m ² bzw. 146 kWh/m ² <u>Freifläche:</u> 1.050 VLS pro Jahr Mittlere Leistungsdichte: 50 W/m ² bzw. 52,5 kWh/m ² Die durchschnittlichen VLS steigen um 1/3 % pro Jahr bis 2050. Freifläche: Module werden flächenoptimiert mit zunehmender Ost-West-Ausrichtung errichtet, in Anlehnung an: „Untersuchung zur Wirkung veränderter Flächenrestriktionen für PV-Freiflächenanlagen“ (ZSW/Bosch & Partner 2019), „Integration von Solarenergie in die niedersächsische Energielandschaft (INSIDE)“ (FKP/ISFH 2020)	<u>Aufdach:</u> 1.076 VLS pro Jahr Mittlere Leistungsdichte: 200 W/m ² bzw. 215 kWh/m ² <u>Freifläche:</u> 1.104 VLS pro Jahr Mittlere Leistungsdichte: 150 W/m ² bzw. 166 kWh/m ²	Vorhandene nutzbare Dach- (267 km ²) und Freiflächen (21.727 km ²) auf Grundlage von GIS-Analysen → <u>21.994 km²</u>
Solar-thermie	Mittlerer Ertrag pro Jahr: 408 kWh/m ² Datenbasis: Anlagenanzahl und Kollektorfläche nach „Solaratlas“ (BAFA) seit 2001 und Hochrechnung anhand von Zahlen des BSW Solar (2021)	Mittlerer Ertrag pro Jahr: 550 kWh/m ²	Ein Drittel der vorhanden nutzbaren Dachfläche (<u>89 km²</u>) → Flächenkonkurrenz mit PV

Berechnung des Flächenbedarfs 2021 / 2050

	Spezifische Werte 2021	Spezifische Werte 2050	Vergleich mit Potenzial in Bayern
Bio- energie	<u>Ackerfläche:</u> Mittlerer Ertrag der Fruchtfolge: 4,5 kWh/m ² <u>Waldflächen:</u> Mittlerer Ertrag: 1,5 kWh/m ² <u>Kraftstoffe:</u> Mittlerer Ertrag: 1,4 kWh/m ² Flächen für den Pflanzenanbau zur Herstellung von Biodiesel und Bioethanol nach „Bayerischer Agrarbericht 2020“ (StMELF)	<u>Ackerfläche:</u> Mittlerer Ertrag der Fruchtfolge: 4,5 kWh/m ² <u>Waldflächen:</u> Mittlerer Ertrag: 1,5 kWh/m ² <u>Kraftstoffe:</u> Mittlerer Ertrag: 1,5 kWh/m ² Gleiche Anteile der Flächen für den Pflanzenanbau zur Herstellung von Biodiesel (Referenz aus Raps) und Bioethanol (Referenz: aus Getreide)	Landwirtschaftlich nutzbare Fläche in Bayern: <u>32.733 km²</u> Waldfläche in Bayern (ohne Berücksichtigung von Schutzgebieten): <u>24.901 km²</u>
	<u>Ackerflächen:</u> Fruchtfolge mit sowohl hohem Ertrag als auch einer günstigen Humusbilanz aus „Bewertung von Fruchtfolgen für die Biogaserzeugung in Bayern“ (Hrsg. ALB Bayern e.V. 2013): 1. Jahr: Silomais, 2. Jahr: Getreide GPS & Weidelgras. Angenommene KWK-Wirkungsgrad: $\eta_{el} = 37,5 \%$, $\eta_{th} = 44,5 \%$ <u>Waldflächen:</u> Ableitung des mittleren Ertrags aus „Energieholzmarkt Bayern 2018“ (LWF 2020) unter Berücksichtigung des Holzes für die direkte energetische Nutzung sowie anteilig Sägenebenprodukte, Rinde und Holzspäne, die bei der Weiterverarbeitung des Holzes anfallen. Der angenommene durchschnittliche Nettowaldzuwachs beträgt 7 fm pro Hektar und Jahr. Angenommene KWK-Wirkungsgrade: $\eta_{el} = 30 \%$, $\eta_{th} = 52 \%$ <u>Kraftstoffe:</u> Kennwerte der Energiepflanzen nach FNR		
Wasser- kraft	Es wird keine Flächenzunahme bis 2050 angenommen.		Max. Flächenbedarf = Fläche der Fließgewässer (~1,7% der Fläche Bayerns)
Tiefen- Geo- thermie	Mittlerer Ertrag: 39 kWh/m ²	Mittlerer Ertrag: 39 kWh/m ²	Maximal nutzbares Potenzial in Bayern: 1.800 MW _{th} , 300 MW _{el}
	Anzahl der vorhandenen Bohrungen in Bayern und Angaben zur Energieerzeugung aus „Energie-Atlas-Bayern“ (LfU); Umkreisberechnung bei Annahme eines Mindestabstands zwischen den Bohrungen von 600 m (unterirdisch)		
Batterie- speicher	LiNMC-Batteriespeicher in der Größe eines 45 ft. Containers mit einer Leistungsdichte von 126,2 kWh/m ² . Eine Stapelung der Batteriespeicher wird nicht angenommen, wäre aber denkbar.		
Elektro- lyseur	Elektrolyseur in der Größe eines 40 ft. Containers mit einer elektrischen Leistung von 1 MW und einer Elektrolyseleistung 0,2-1,4 MW. Abgeschätzte Leistungsdichte: 121,7 TWh/km ² . Die Speicherung von H ₂ wird nicht betrachtet, es wird v.a. eine unterirdische Speicherung in 2050 angenommen.		