

FRAUNHOFER-INSTITUT FÜR SOLARE ENERGIESYSTEME ISE

IHK ULM

STROMSTUDIE FÜR BADEN-WÜRTTEMBERG

REGIONALAUSWERTUNG
FÜR DEN IHK-BEZIRK ULM

STROMSTUDIE FÜR BADEN-WÜRTTEMBERG

Regionalauswertung für den IHK-Bezirk Ulm

**Verena Fluri, Connor Thelen, Bin Xu-Sigurdsson, Cristina Balmus,
Markus Kaiser, Tobias Reuther, Gerhard Stryi-Hipp, Christoph Kost**

Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE

Heidenhofstraße 2, 79110 Freiburg im Breisgau
www.ise.fraunhofer.de

Die zugrunde liegende Studie, „Stromstudie für Baden-Württemberg“ wurde vom Baden-Württembergischen Industrie- und Handelskammertag (BWIHK) beauftragt und vom Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme von Dezember 2023 bis März 2024 durchgeführt.

Die vorliegende Studie wurde von der IHK Ulm beauftragt und stellt eine regionale Auswertung der Daten dar.

Freiburg, April 2024

Inhaltsverzeichnis

Abkürzungsverzeichnis	4
1 Einleitung.....	5
2 Strombedarf im IHK-Bezirk Ulm.....	6
2.1 Heutiger Strombedarf und Entwicklung bis 2040.....	6
2.2 Blick auf die Industriezweige.....	7
3 Erneuerbare Energien in im IHK-Bezirk Ulm.....	9
3.1 Installierte Leistungen heute.....	9
3.2 Stromerzeugungspotenziale.....	9
3.3 Gesamtpotenziale.....	12
4 Langfristige Deckung von Angebot und Nachfrage	14
5 Literaturverzeichnis	15
6 Anhang	16

Abkürzungsverzeichnis

BW	Baden-Württemberg
EE	Erneuerbare Energien
GHD	Gewerbe Handel Dienstleistungen
GW	Gigawatt
GWh	Gigawattstunden
ha	Hektar
IHK	Industrie- und Handelskammer
km	Kilometer
kW	Kilowatt
LKW	Lastkraftwagen
MW	Megawatt
PKW	Personenkraftwagen
PV	Photovoltaik
PtX	Power-to-X
TWh	Terrawattstunden
W	Watt

Vorbemerkung

In dieser Studie ist mit der Angabe W, kW, MW für PV-Anlagen die Nennleistung Watt peak (Wp, kWp, MWp, GWp) gemeint, auf deren Nennung aus Lesbarkeitsgründen verzichtet wird.

1 Einleitung

Das Land Baden-Württemberg hat sich das Ziel gesetzt, bis zum Jahr 2040 klimaneutral zu werden. Um diese ehrgeizigen Klimaziele zu erreichen, sind umfassende Umstellungen von fossilen Brennstoffen auf erneuerbare Energien erforderlich. Dies wird hauptsächlich durch die Elektrifizierung von Prozessen und die verstärkte Nutzung von Grünstrom realisiert. Der gesteigerte Bedarf an Strom erhöht gleichzeitig die Notwendigkeit des Ausbaus erneuerbarer Energien. Dies gilt besonders vor dem geplanten Ausstieg aus der fossilen Stromerzeugung. Somit muss nicht nur der aktuelle Strombedarf durch grüne Erzeugungskapazitäten ersetzt werden, sondern es müssen zusätzliche Kapazitäten geschaffen werden, um den ansteigenden Bedarf zu decken. Der bisherige Ausbau und die Ausbaugeschwindigkeit von erneuerbaren Energien in Baden-Württemberg hat noch nicht das erforderliche Ausmaß erreicht, um die Klimaziele zu erreichen.

Das Fraunhofer ISE hat in diesem Kontext für die IHK Baden-Württemberg die Stromversorgungssituation in Baden-Württemberg bis zum Jahr 2040 untersucht¹. Demnach steigt der Strombedarf in Baden-Württemberg von 64 TWh (2021) auf 108 bis 161 TWh im Jahr 2040. Dies entspricht einer Steigerung von rund 73% bis 156%. Der Sektor Industrie hat daran, neben den Sektoren Verkehr und Haushalt, einen starken Anteil: Bis zum Jahr 2040 wird eine Steigerung des Industriestrombedarfs, je nach Szenario, von 5 bis 65% erwartet.

Um den steigenden Strombedarf klimaneutral und mit verbrauchsnahe Stromerzeugung zu decken, ist der Ausbau der erneuerbaren Energien in Baden-Württemberg unerlässlich. Die Analyse zeigt, dass das gut verfügbare Potenzial mit rund 300 TWh groß ist, die Umsetzung aber stark von der Bereitschaft, die entsprechenden Flächen zu nutzen, abhängt. Die aktuellen landespolitischen Ziele bedeuten für das Jahr 2040 eine Strommenge von ca. 92 TWh. Diese Strommenge ist allerdings nicht ausreichend, um den steigenden Strombedarf jahresbilanziell zu decken.

Ein entsprechender Zubau an erneuerbaren Energien, selbst auf Basis der aktuellen politischen Zielsetzung, ist höchst herausfordernd. Um wenigstens eine jahresbilanzielle Versorgung sicher zu stellen, müssten die politischen Zielsetzungen weiter verschärft und die Rahmenbedingungen verbessert werden. Die Studie gibt Empfehlungen für verschiedene Akteure zur schnelleren Hebung der Potenziale.

Der vorliegende Bericht gibt in diesem Kontext einen detaillierteren Blick auf den IHK-Bezirk Ulm. Beschreibungen zu Annahmen und Methodik sind in der Hauptstudie zu finden. In diesem Bericht werden die Ergebnisse speziell für den IHK-Bezirk Ulm mit dem Stadtkreis Ulm und den Landkreisen Alb-Donaukreis und Biberach dargestellt. Dabei werden in Kapitel 2 die Strombedarfe dargestellt, in Kapitel 3 das Potenzial erneuerbarer Energien. Kapitel 4 stellt Strombedarf und Potenziale gegenüber.

Im Rahmen der Arbeiten für diesen Bericht wurde am 15.12.2023 ein Online-Workshop mit VertreterInnen von Industrie und Energieversorgern in durchgeführt, bei dem die Ergebnisse diskutiert wurden.

¹ Fraunhofer ISE (2024): Stromstudie für Baden-Württemberg – Versorgungssituation bis zum Jahr 2040 <https://www.ise.fraunhofer.de/de/presse-und-medien/presseinformationen/2024/bw-stromstudie-zeigt-steigender-strombedarf-benoetigt-viel-erneuerbare-energien-in-baden-wuerttemberg.html> [1].

2 Strombedarf im IHK-Bezirk Ulm

Das folgende Kapitel enthält eine Strombedarfsprojektion für den IHK-Bezirk Ulm basierend auf dem Referenzjahr 2021 bis zum Jahr 2040 (Jahr des Ziels Klimaneutralität für Baden-Württemberg) mit Zwischenberechnungen für die Jahre 2025, 2030 und 2035.

Die Projektion beruht auf dem Energiesystemmodell REMod des Fraunhofer Instituts für Solare Energiesystem [2]. Im Rahmen dieser Studie wurden drei Transformationsszenarien für das deutsche Energiesystem betrachtet²:

- Das Szenario *Basis* trifft technologisch ausgeglichene Maßnahmen und nimmt in den Verbrauchssektoren einen leicht steigenden Nutzenergiebedarf an, entsprechend der vergangenen Entwicklung.
- Das Szenario *Effizienz* nimmt eine effizientere Energienutzung und gesellschaftliche Verhaltensänderungen an, die zu einem sinkenden Nutzenergiebedarf in den Verbrauchssektoren führen. Die technologischen Annahmen entsprechen denen des Szenarios *Basis*.
- Das Szenario *Elektrifizierung* trifft optimistische Annahmen für Technologien (in Bezug auf technische Entwicklung und auch dem tatsächlichen Einsatz), die einer direkten Elektrifizierung in den Verbrauchssektoren entsprechen. Geringe Importmengen und hohe Importpreise für CO₂-neutrale, synthetische Energieträger sind hier zentrale Annahmen, die dazu führen, dass vermehrt auf direkte Elektrifizierung gesetzt wird. Die Entwicklung des Nutzenergiebedarfs entspricht dem Szenario *Basis*.

Der Strombedarf wird für die zukünftigen Jahre für alle Sektoren aus den Transformationsszenarien für Gesamtdeutschland entnommen. Dabei wird zwischen den Sektoren Haushalte, Industrie, GHD und Transport, definiert im Klimaschutzgesetz, und dem Sektor Power-to-X (PtX) unterschieden. Um eine Strombedarfsanalyse auf Landkreisebene für Baden-Württemberg durchzuführen, wird die Strombedarfsprojektion für Deutschland auf die Landkreise des Bundeslands Baden-Württemberg disaggregiert. Die hierfür verwendete Methodik zur Disaggregation des Strombedarfs wird in Kapitel 2.1 der Hauptstudie erörtert.

2.1 Heutiger Strombedarf und Entwicklung bis 2040

In Abbildung 1 ist der projizierte Strombedarf der Region Ulm für den Zeitraum von 2021 bis 2040 der drei betrachteten Szenarien dargestellt. Im Referenzjahr 2021 wies die Region, bestehend aus den Stadt- und Landkreisen Ulm (Stadt), Alb-Donau-Kreis und Biberach, einen projizierten Gesamtstrombedarf von 3,7 TWh auf. Dieser Bedarf bestand zu mehr als der Hälfte aus der Nachfrage des Industriesektors, der 56% ausmachte. Die Anteile der anderen Hauptsektoren betragen 18% für Gewerbe-Handel- und Dienstleistungssektor, 23% im Haushaltssektor und 2% im Verkehrssektor.

Angesichts des angestrebten Ziels der Klimaneutralität bis zum Jahr 2040 wird in sämtlichen Szenarien ein erheblicher Anstieg des Strombedarfs erwartet. Im Basisszenario wird eine Steigerung des Strombedarfs der Region Ulm auf 9,3 TWh prognostiziert, während im Effizienzscenario von einem Bedarf von 6,3 TWh und im Elektrifizierungsszenario von 9,6 TWh für das Jahr 2040 ausgegangen werden kann. Dies bedeutet einen Anstieg des Strombedarfs um +72% im Effizienzscenario und bis zu +163% im Elektrifizierungsszenario.

Im Basisszenario steigt der Strombedarf im Sektor Industrie von 2,1 TWh um 60% auf 3,3 TWh, was insbesondere auf die Elektrifizierung der Prozesswärme zurückzuführen ist. Im GHD-Sektor steigt der Strombedarf von 0,7 TWh auf 0,9 TWh, was einem Anstieg von etwa 35% entspricht. Im Sektor Haushalte steigt der Strombedarf von 0,8 TWh im Jahr 2021 auf 2,1 TWh im Jahr 2040. Dieser enorme Anstieg von +145% lässt sich durch die starke Elektrifizierung in Bereich der Raumwärme und Warmwasser zurückführen. Auch

² Die drei Szenarien stammen aus dem Ariadne Projekt [3]. Das Szenario *Basis* diente dort als Grundlage eines Berichts [4] und das Szenario *Elektrifizierung* wird für eine Web-Visualisierung [5] genutzt. Das Szenario *Effizienz* ist ein im Rahmen von Ariadne gerechnetes, bisher unveröffentlichtes Szenario, das auf einer eigenen Studie [2] aufbaut.

im Verkehrssektor steigt die Stromnachfrage stark an. Von etwa 0,1 TWh im Jahre 2021 auf 1,6 TWh im Jahr 2040. Dieser enorme Anstieg des Strombedarfs ist auf die weite Verbreitung von batterieelektrischen PKWs und LKWs zurückzuführen.

Zusätzlich dazu wird für das Jahr 2040 im Basisszenario ein Strombedarf für die Wasserstoffproduktion von 1,4 TWh für die Region Ulm prognostiziert.³ Davon fällt ein Anteil auf die verorteten Wasserstoffbedarfe der Industrien Mineralverarbeitung und Papierherstellung in der Region Ulm zurück [6]. Der größere Anteil des in der Region verorteten Wasserstoffbedarfs ist auf die aktuellen Standorte konventioneller Kraftwerke zurückzuführen, welche zukünftig (anteilig) mit Wasserstoffgas turbines ersetzt werden können [7].

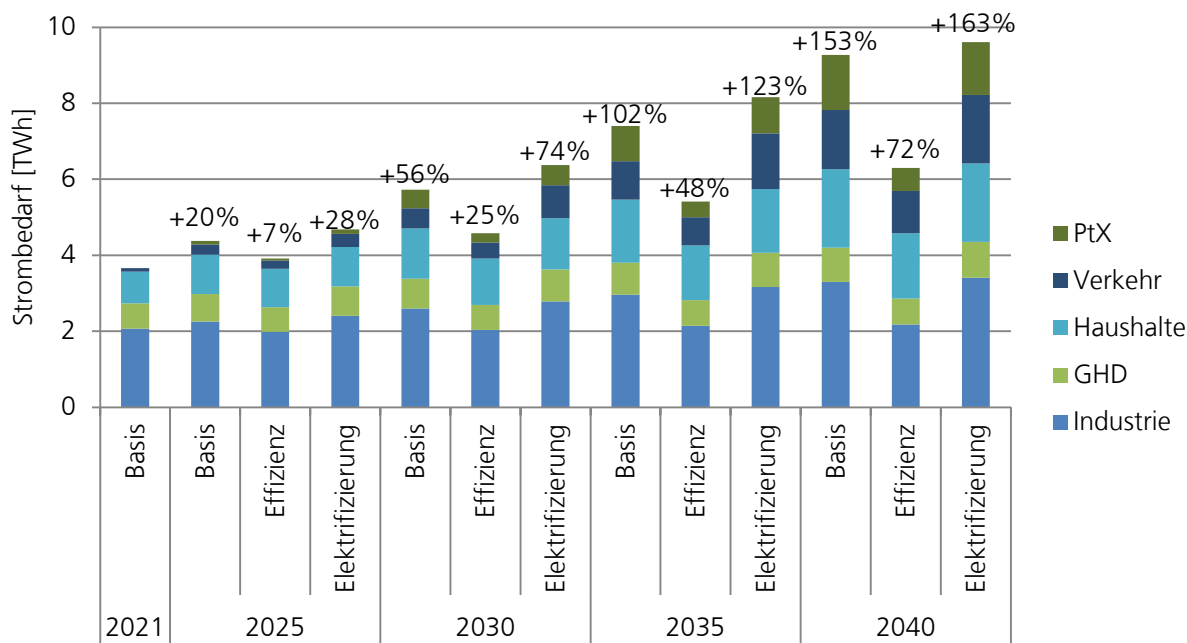


Abbildung 1: Projizierter Strombedarf von 2021 bis 2040 in Strombedarf der Region Ulm für die drei Szenarien Basis, Effizienz und Elektrifizierung

Durch die unterschiedlich stark steigenden Strombedarfe in allen Sektoren ändert sich auch die Verteilung zwischen den einzelnen Sektoren deutlich. So haben im Basisszenario die Sektoren Industrie und GHD trotz steigendem Strombedarf im Jahr 2040 nur einen Anteil von 35,6% bzw. knapp 10% am Gesamtstrombedarf was eine Minderung von fast 21 bzw. 8,5 Prozentpunkten verglichen mit dem Jahr 2021 entspricht. Der Anteil des Haushaltssektors verharrt beinahe konstant bei 22% (-1 Prozentpunkt im Vergleich zu 2021). Große Zuwächse am Anteil des Gesamtstrombedarfs erfährt nur der Verkehrssektor. Hier kann bis zum Jahr 2040 mit einem Anstieg des Anteils des Verkehrssektors am Gesamtstrombedarf von etwa 14%-Punkten auf 17% gerechnet werden.

2.2 Blick auf die Industriezweige

In Abbildung 2 ist der Strombedarf der Sektoren Industrie und GHD der Region Ulm für das Basisszenario nach Wirtschaftsbranchen aufgeschlüsselt. Es ist erkennbar, dass der Sektor GHD sowohl im Jahr 2021 mit 0,67 TWh als auch im Jahr 2040 mit 0,9 TWh den größten Anteil am Strombedarf der aufgeführten Branchen hat. Dennoch ist der Anstieg mit etwa 35% moderat. Das liegt daran, dass bereits viele Prozesse im

³ Wie Kapitel 2.1 der Hauptstudie beschrieben, basiert der prognostizierte Strombedarf für die Wasserstoff- und PtX-Produktion auf dem erwarteten Wasserstoffbedarf der jeweiligen Region. Dies bedeutet nicht zwangsläufig, dass der gesamte Bedarf ausschließlich durch eine Produktion im jeweiligen Land- bzw. Stadtkreis oder im Bundesland Baden-Württemberg bereitgestellt werden muss.

Sektor GHD elektrifiziert sind und vergleichsweise wenig Prozesswärme benötigt wird. Somit sind die heutigen Verbräuche von konventionellen Energieträgern zur Wärmeerzeugung gering. Der projizierte Strombedarfsanstieg ist daher in weiten Teilen aus der Elektrifizierung des Energiebedarfs für Raumwärme und Warmwasserbedarf zurückzuführen.

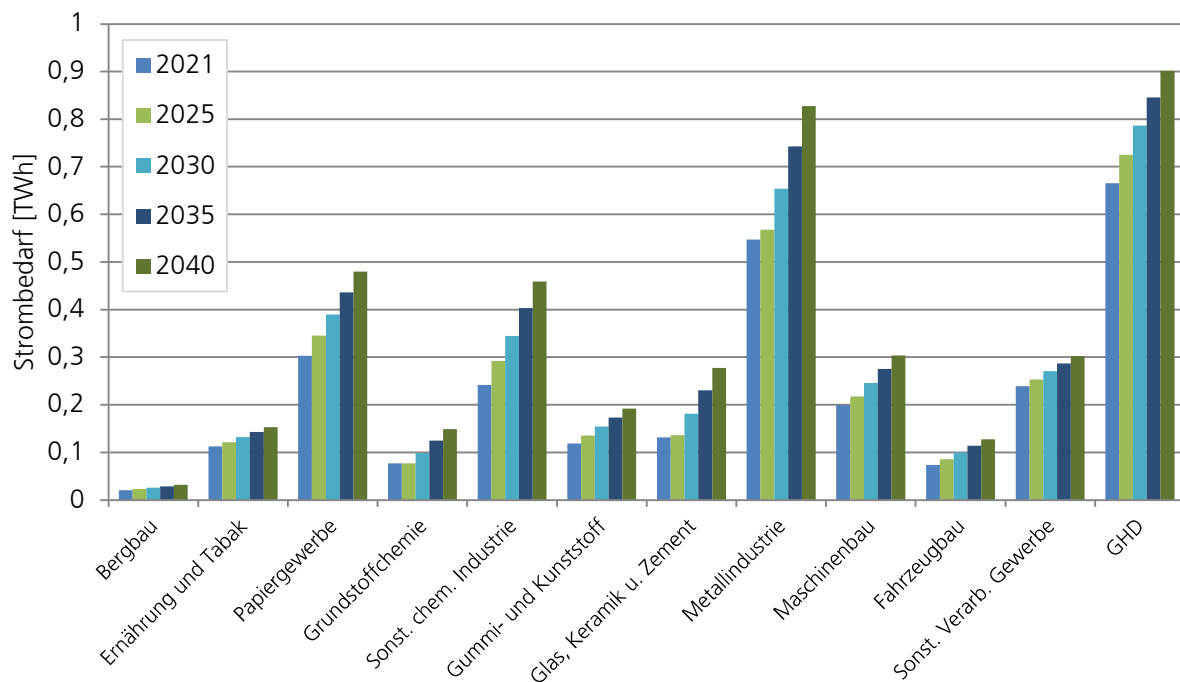


Abbildung 2: Strombedarfsprojektion nach Branchen für die Sektoren Industrie und GHD im Basisszenario für die Region Ulm

Auch wenn in den einzelnen Branchen der Industrie der absolute Strombedarf deutlich geringer projiziert wird als im GHD-Sektor, fallen die Strombedarfssteigerung in den Industriebranchen deutlich höher aus. Das ist damit begründet, dass in vielen Industriebereichen große Energiemengen zur Bereitstellung von Prozesswärme aufgebracht werden. Hier muss zur Erreichung der Klimaneutralität im Jahr 2040 eine starke Elektrifizierung der Prozesse stattfinden, bei der insbesondere Wärmepumpen für Niedertemperatur- und Elektrodenkessel für Hochtemperaturanwendungen genutzt werden, wann immer die Wirtschaftlichkeit gegeben ist.

Einen besonders starken Anstieg der Stromnachfrage in der Region Ulm verzeichnet die Metallindustrie. Hier wird ein Strombedarfsanstieg zwischen den Jahren 2021 und 2040 von 51% projiziert, was einem Anstieg von 0,28 TWh entspricht. Dies ist in absoluten Zahlen die höchste Bedarfssteigerung einer einzelnen Branche. Den höchsten relativen Anstieg von 110,5% weist die Glas-, Keramik- und Zementindustrie auf, auch wenn hier der absolute Anstieg mit 0,15 TWh gering ausfällt.

Eine Besonderheit der Region Ulm ist der, verglichen mit dem baden-württembergischen Durchschnitt, hohe Strombedarfsanteil der „sonstigen chemischen Industrie“ am Gesamtstrombedarf des Industriesektors. Während die Branche in Baden-Württemberg 2040 einen durchschnittlichen Anteil von etwa 6% am Industriestrombedarf hat, liegt der prognostizierte Wert in der Region Ulm bei 14%. Darüber hinaus ist ein Anstieg von knapp 90% von 2021 bis 2040 projiziert, was einem Bedarfsanstieg von knapp 0,22 TWh entspricht.

3 Erneuerbare Energien in im IHK-Bezirk Ulm

Im Folgenden werden die Potenziale erneuerbarer Energien für den IHK-Bezirk Ulm quantifiziert. Hierzu wurden die Daten des Energieatlas Baden-Württemberg [8] ausgewertet. Die Ergebnisse sind somit konsistent mit anderen Untersuchungen und die Datenbasis ist öffentlich zugänglich und nachvollziehbar. Die Methodik der Auswertung wird in der Hauptstudie in Kapitel 3 beschrieben. Die Potenziale der Geothermie, der Solarthermie und der Umweltwärme werden in diesem Bericht nicht betrachtet, da keine regionalbezogene Untersuchung vorliegt.

3.1 Installierte Leistungen heute

Im Oktober 2023 waren in Region Ulm erneuerbare Energien mit einer Leistung von rund 1300 MW installiert (siehe Abbildung 3). Der größte Anteil davon waren PV-Aufdachanlagen mit 64% der installierten Leistung. Auf Platz zwei stehen PV-Freiflächenanlagen (13%) und Biomasse (13%), gefolgt von Wasserkraft (5%) und Windenergie (5%).

Abbildung 3 zeigt auch die Verteilung der installierten Leistung erneuerbarer Energien in der Region Ulm auf Landkreisebene. Alb-Donau-Kreis hat mit ca. 590 MW die größte installierte Gesamtleistung, während Stadt Ulm mit 150 MW die geringste installierte Leistung hat. Eine hohe Fokussierung auf PV-Aufdachanlagen findet sich in Biberach mit 72%, gefolgt von Alb-Donau-Kreis mit 61%.

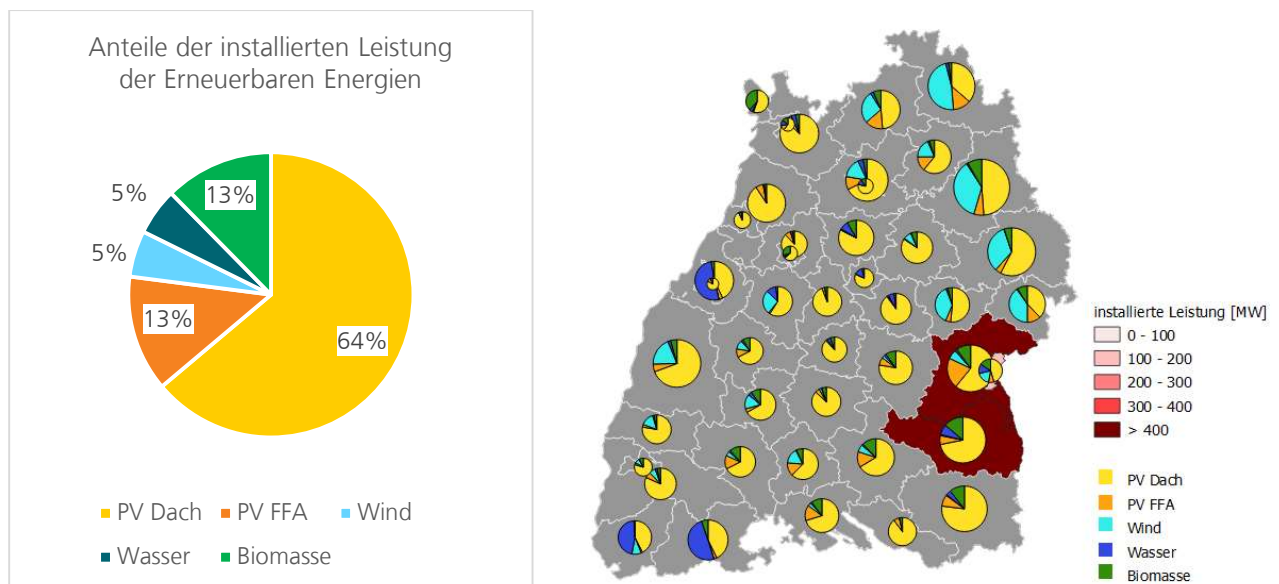


Abbildung 3: Erneuerbare Energien in der Region Ulm nach Land- und Stadtkreisen in 2023

3.2 Stromerzeugungspotenziale

PV-Potenziale auf Gebäudedächern

Das PV-Potenzial der Region Ulm macht 6% des gesamten Potenzials Baden-Württemberg aus. Eine Aufteilung der Potenziale der PV-Leistung auf Flach- und Schrägdächer für die Ost-West-Ausrichtung wird für die Landkreise in der Region Ulm in Abbildung 4 dargestellt.

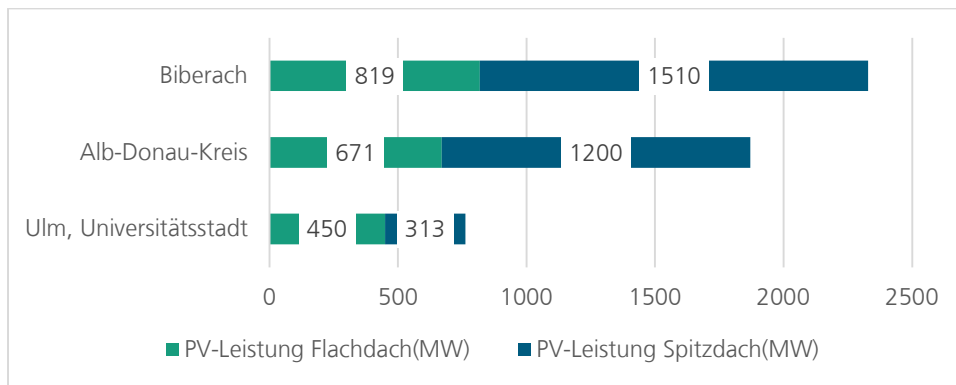


Abbildung 4: Aufteilung des technischen Potenzials der PV-Leistung auf Flach- und Schrägdächern bei Installation der PV-Modulreihen in Ost-West-Ausrichtung nach Landkreisen

Windkraft-Potenziale

Die im Energieatlas BW identifizierte gesamt geeignete Windpotenzialfläche für die Region Ulm beträgt 63.138 ha aufgeteilt auf 32.510 ha generell geeignete Flächen und 30.628 ha bedingt geeignete Flächen. Die gesamt geeignete Windpotenzialfläche entspricht ca. 22% der Regionsfläche (288.676 ha). Das Potenzial ist somit wesentlich höher als die politische Zielsetzung von 1,8% der Landesfläche. Die geographische Verteilung der geeigneten und bedingt geeigneten Flächen wird in der Abbildung 5 gezeigt.

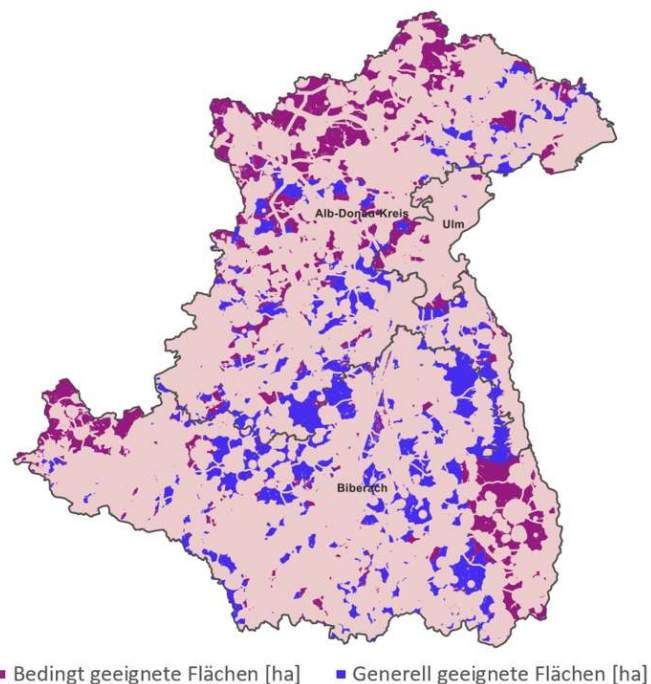


Abbildung 5: Generell und bedingt geeignete Windpotenzialflächen in der Region Ulm (eigene Darstellung)

Auf den gesamt geeigneten Windpotenzialflächen für die Region Ulm könnten 2.781 Windkraftanlagen mit einem möglichen Netto-Windstromertrag von ca. 28,5 TWh stehen (siehe Tabelle 1).

Ein starkes Hemmnis für Windkraft in der Region ist das Tieffluggebiet der Bundeswehr. In diesen Gebieten können keine Windkraftanlagen errichtet werden. Die Korridore fallen unter die Geheimhaltungspflicht, daher ist vor Planungsbeginn nicht bekannt, ob die Errichtung einer Windkraftanlage möglich ist. Die genannten Flächen sind also als für Windkraft mögliche Flächen zu sehen, die durch die Tieffluggebiete noch verringert werden müssen.

Tabelle 1: Windpotenzialflächen sowie Potenziale an Windkraftanlagen und deren Stromertrag in der Region Ulm

Region Ulm	Fläche absolut	Fläche in % der Gesamtfläche Ulm	Anzahl mögl. Anlagen	Windstromertrag jährlich
	ha	Prozent	-	TWh
Generell geeignete Fläche	32.510	11,3%	1.653	16,8
Bedingt geeignete Fläche	30.628	10,6%	1.128	11,7
Gesamt geeignete Fläche	63.138	21,9%	2.781	28,5

Sonstige Stromerzeugungspotenziale

PV-Potenziale auf Freiflächen

Die Ermittlung der Flächenpotenziale erfolgte für die Acker- und Grünlandflächen innerhalb von benachteiligten Gebieten, die bestehenden Konversionsflächen und die Seitenrandstreifen entlang von Autobahnen und Schienenstrecken. Im Energieatlas BW wurde für die Region Ulm eine Potenzialfläche für PV-Freiflächenanlagen von 40.703 ha ermittelt, die sich auf 20.304 ha bedingt geeignete und 20.398 ha geeignete Flächen aufteilt und insgesamt 14% der gesamten Regionsfläche ausmacht. Für diese gesamt geeigneten Flächen für PV-Freiflächenanlagen (generell geeignete Flächen und bedingt geeignete Flächen) wurde für die Region Ulm eine installierbare PV-Leistung von 49 GW errechnet. Auf Landkreisebene aufgeschlüsselte Daten sind in *Tabelle 5* im Anhang hinterlegt

PV-Potenziale im Bereich Parkplatzüberdachungen

PV-Anlagen eignen sich auch als Überdachung von Parkplätzen. Da die Stellplatzflächen üblicherweise bereits versiegelt sind und die solare Parkplatzüberdachung die Nutzung der Stellplätze in der Regel nicht beeinträchtigt, bietet es sich an, auch diese Potenziale zu nutzen. Für die Region Ulm wurden 124.546 Stellplätze auf bestehenden Parkplätzen mit mehr als 35 Stellplätzen und ein daraus resultierendes PV-Potenzial von 142 MW ermittelt. Auf Landkreisebene aufgeschlüsselte Daten sind in *Tabelle 6* im Anhang hinterlegt.

Biomasse-Potenzial

In der Region Ulm beträgt das energetische Potenzial aus Energieholz ca. 263 GWh/a, während das Potenzial aus der Landwirtschaft zur Stromerzeugung (am sinnvollsten in Form von Biogas) bei 614 GWh/a liegt. Eine Aufteilung dieser Potenziale nach Landkreisen in der Region Ulm kann *Tabelle 7* im Anhang entnommen werden.

Wasserkraftpotenzial

Das vorhandene Wasserkraftpotenzial in Baden-Württemberg wird schon gut ausgenutzt, Ausbaupotenziale bestehen in relativ geringem Umfang. In einer detaillierten Potenzialanalyse aus den Jahren 2015 und 2016, auf die der Energieatlas BW sich bezieht, wurden sowohl die Ausbaupotenziale an bereits für die Wasserkraft genutzten Standorten als auch die Neubaupotenziale an bislang genutzten und noch nicht genutzten Standorten untersucht. Laut dieser Potenzialanalyse gibt es in der Region Ulm 127 installierbare kleine Wasserkraftanlagen (bis 1 MW Leistung) mit einem möglichen Jahresstromertrag von 197 GWh/a. Auf Landkreisebene aufgeschlüsselte Daten sind in *Tabelle 8* im Anhang hinterlegt.

3.3 Gesamtpotenziale

Eine Übersicht der gut verfügbaren Potenziale für die Stromerzeugung mit erneuerbaren Energien in der Region Ulm, die in den vorigen Abschnitten vorgestellt wurden, ist in Tabelle 2 nach Landkreisen aufgelistet dargestellt.

Tabelle 2: Übersicht der Potenziale für die Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien nach Landkreisen in der Region Ulm

Landkreis	PV Dachanlagen	PV-Freifläche 2% der Landesfläche	PV Parkplätze	Windkraft auf generell geeigneten Flächen	Energieholz	Biogas	Kleine Wasserkraft (große Wasserkraft nicht berücksichtigt)	Summe
	GWh/a	GWh/a	GWh/a	GWh/a	GWh/a	GWh/a	GWh/a	GWh/a
Ulm	746	289	32	161	8	0	53	1.289
Alb-Donau-Kreis	1.809	3.307	40	7.421	132	262	26	12.997
Biberach	2.269	3.431	56	9.181	123	352	118	15.530
Region Ulm	4.824	7.027	128	16.763	263	614	197	29.816

Tabelle 3 stellt außerdem die ermittelten gut verfügbaren Potenziale und die aktuellen politischen Ziele zur Potenzialausnutzung gegenüber. Dabei wurde für PV-Freiflächen nicht das technische Potenzial, sondern das Potenzial auf 2% der Landesfläche und für die Windkraftanlagen nur das Potenzial auf generell geeigneten Flächen aufgelistet, die deutlich kleiner sind als die technischen Potenziale. Zum Vergleich sind die aktuellen politischen Zielsetzungen der Landesregierung Baden-Württemberg, soweit vorhanden, dargestellt bzw. die Angaben von Studien zur Klimaneutralität.

Die Zielsetzung von 1,9 GW PV-Leistung auf Dächern entspricht einer Potenzialausnutzung von ca. 40%, bei PV-Freiflächen entspricht die Vorgabe von 1,4 GW nur 20% des 2% Potenzials. Für PV-Parkplatzüberdachungen wird von 50% Potenzialausschöpfung ausgegangen. Bei der Windkraft wird vom aktuellen Ziel der Nutzung von 1,8% der Landesfläche ausgegangen, dies entspricht einem Stromerzeugungspotenzial in Baden-Württemberg von ca. 32 TWh, das über das Potenzial auf generell geeigneten Flächen auf die Landkreise verteilt wurde. Die Stromerzeugung aus fester Biomasse (Holz) geht zwar vom gleichen Holzeinschlag wie heute aus, allerdings mit einem deutlich erhöhten KWK-Anteil in dessen Nutzung. Biogas bleibt unverändert zur heutigen Erzeugung. Für die Wasserkraft wird eine volle Ausschöpfung des technischen Potenzials angenommen, das etwa 11% höher als die heutige Wasserkraftnutzung ist.

Tabelle 3: Gut verfügbare Potenziale zur Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien und aktuelle politische Zielsetzung zur Potenzialausnutzung in der Region Ulm

Potenzialart	Gut verfügbare Potenziale		Politische Ziele bzw. Studienziele		Politische Zielsetzung Baden-Württemberg bzw. getroffene Annahmen
	Installierte elektrische Leistung	Stromerzeugung	Installierte elektrische Leistung	Stromerzeugung	
	GW	TWh/a	GW	TWh/a	
PV-Dachpotenzial	5,0	4,8	1,9	1,8	ca. 40% Potenzialausnutzung [9]
PV-Freiflächen 2% Landesfläche	6,9	7,0	1,4	1,4	16,6 GW Freiflächenanlagen für gesamt Baden-Württemberg [9]
PV-Parkplatzüberdachung	0,1	0,1	0,1	0,1	Annahme: 50% Pot.-Ausschöpfung
Windpotenzial auf generell geeigneten Flächen		16,8		4,3	1,8% der BW-Landesfläche [10], entsprechend 32 TWh, verteilt auf Landkreisebene über generell geeignete Flächen
Feste Biomasse		0,3		0,3	Gleichbleibende Gesamtmenge Holzeinschlag, Erhöhung KWK
Biogas		0,6		0,6	Gleichbleibende Menge
Wasserkraft * (große Wasserkraftwerke nicht berücksichtigt)		0,2		0,2	Studie BW klimaneutral 2040 [11]
Summe		29,8		8,7	

4 Langfristige Deckung von Angebot und Nachfrage

Abbildung 6 zeigt den Strombedarf im IHK-Bezirk Ulm heute und die Ergebnisse für das Jahr 2040. Im Vergleich dazu sind die aktuelle politische Zielsetzung sowie das gut verfügbare Potenzial dargestellt. Die Windenergiemengen bei der aktuellen politischen Zielsetzung entsprechen 32 TWh für Baden-Württemberg (entsprechend 1,8% der Landesfläche [10], verteilt auf die Landkreise anhand der generell geeigneten Flächen). Außerdem wird angenommen, dass rund 40% des maximalen PV-Dachpotenzials genutzt wird und rund 0,4% der Fläche für PV-Freiflächenanlagen (in Anlehnung an die Sektorziele 2040 Baden-Württemberg [9]). Es wird davon ausgegangen, dass die Stromerzeugung aus Wasserkraft und Biomasse sich nur geringfügig erhöht. Ein Ausbau von Photovoltaik und Windkraft in dieser Größenordnung ist ambitioniert, die Stromnachfrage in 2040 im Effizienzscenario von 6,3 TWh könnte damit zumindest bilanziell gedeckt werden. Die Stromnachfrage im Basis- und Elektrifizierungsszenario (9,2 und 9,6 TWh) kann bilanziell nicht gedeckt werden. Das gut verfügbare Potenzial liegt mit 29,8 TWh beim Faktor drei der Stromnachfrage in 2040.

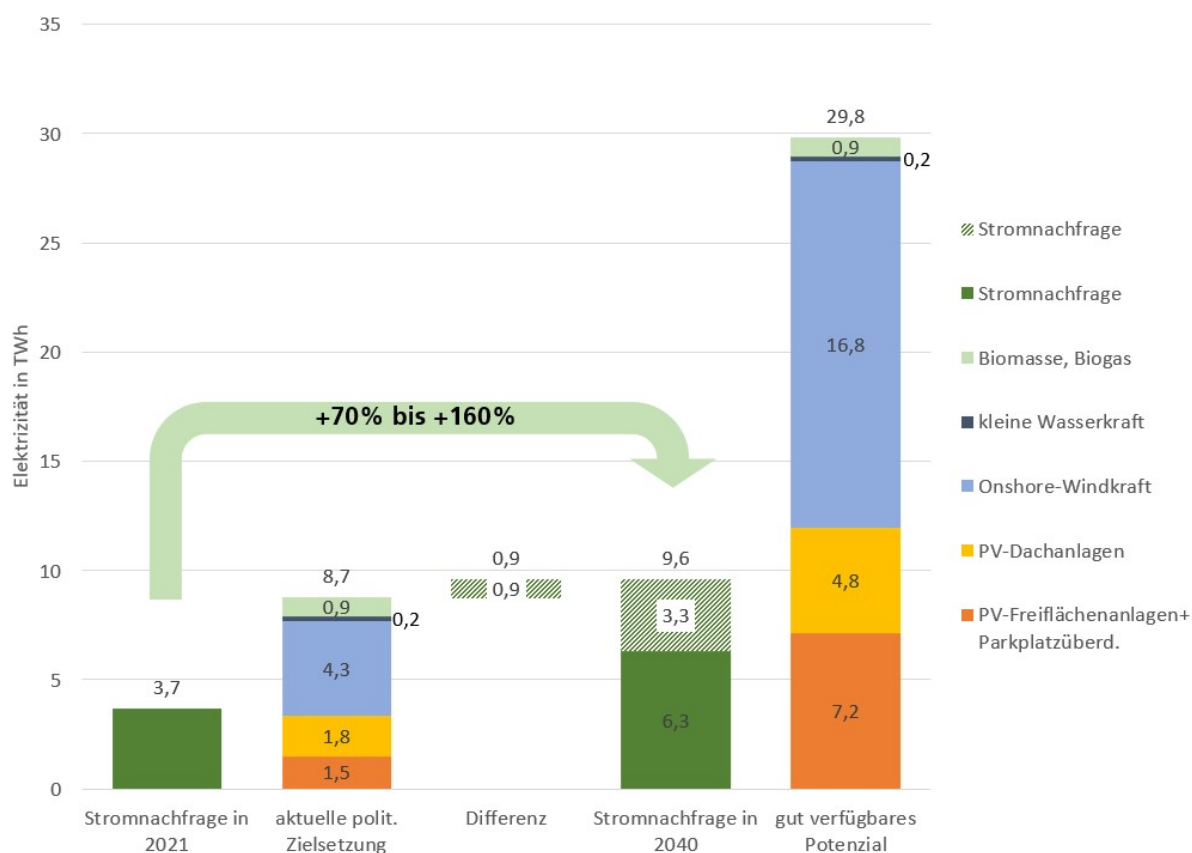


Abbildung 6: Gegenüberstellung von Stromnachfrage (die Bandbreite repräsentiert die Szenarien Effizienz bis Elektrifizierung) und gut verfügbarem Potenzial⁴ in 2040 für den IHK-Bezirk Ulm

⁴ 2% der Landesfläche für PV-Freiflächenanlagen, Windkraft nur auf generell geeigneten Flächen. Große Wasserkraft ist nicht enthalten, da in der Studie keine landkreisscharfe Betrachtung erfolgte. Das technische Potenzial erneuerbarer Energien liegt deutlich höher als das gut verfügbare Potenzial.

5 Literaturverzeichnis

- [1] Fraunhofer ISE und IHK Baden-Württemberg, Hg., "Stromstudie für Baden-Württemberg: Versorgungssituation bis zum Jahr 2040", Jan. 2022. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.ihk.de/karlsruhe/fachthemen/energie/aktuellesenergie/bw-stromstudie-strombedarf-steigt-6043064>.
- [2] Julian Brandes, Markus Haun, Daniel Wrede, Patrick Jürgens, Christoph Kost, Hans-Martin Henning, "Wege zu einem klimaneutralen Energiesystem: Die deutsche Energiewende im Kontext gesellschaftlicher Verhaltensweisen. Update November 2021: Klimaneutralität 2045", Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE, 2021. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.ise.fraunhofer.de/content/dam/ise/de/documents/publications/studies/Fraunhofer-ISE-Studie-Wege-zu-einem-klimaneutralen-Energiesystem-Update-Klimaneutralitaet-2045.pdf>.
- [3] *Ariadne Projekt*. [Online]. Verfügbar unter: <https://ariadneprojekt.de/> (Zugriff am: 14. Dezember 2023).
- [4] G. Luderer *et al.*, "Deutschland auf dem Weg aus der Gaskrise", 2022.
- [5] F. Bartels, C. Auer, F. Benk, G. Luderer und D. Soergel, *Ariadne Transformation Tracker*. [Online]. Verfügbar unter: <https://tracker.ariadneprojekt.de/de/> (Zugriff am: 14. Dezember 2023).
- [6] Marius Neuwirth, *The future potential hydrogen demand in energy-intensive industries - a site-specific approach applied to Germany: Energy Conversion and Management*. [Online]. Verfügbar unter: <https://isi.pages.fraunhofer.de/pshp/> (Zugriff am: 15. Dezember 2023).
- [7] BNetzA, *Marktstammdatenregister: MaStR-Daten registriert ab 31.01.2019 (Stand 22.08.2022)*. Bundesnetzagentur (BNetzA). [Online]. Verfügbar unter: https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Sachgebiete/ElektrizitaetundGas/Unternehmen_Institutionen/DatenaustauschundMonitoring/Marktstammdatenregister/MaStR_node.html.
- [8] Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg, *Energieatlas Baden-Württemberg*. [Online]. Verfügbar unter: www.energieatlas-bw.de/ (Zugriff am: 10. Dezember 2023).
- [9] ZSW, ifeu, Öko-Institut und Fraunhofer ISI, Hamburg Institut, "Sektorziele 2030 und klimaneutrales Baden-Württemberg 2040: Teilbericht Sektorziele 2030", 2022.
- [10] Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg, *Windenergie und Klimaschutz - eine untrennbare Verbindung: Wind-an-Land-Gesetz*. [Online]. Verfügbar unter: <https://klimaschutzland.baden-wuerttemberg.de/windkraft> (Zugriff am: 10. Dezember 2023).
- [11] J. Nitsch und M. Magosch, "Baden-Württemberg klimaneutral 2040: Erforderlicher Ausbau der Erneuerbaren Energien", 2021. [Online]. Verfügbar unter: https://erneuerbare-bw.de/fileadmin/user_upload/pee/Startseite/Magazin/Projekt/PDF/20211027_Studie_EE-Ausbau_fuer_klimaneutrales_BW.pdf. Zugriff am: 12. Dezember 2023.
- [12] Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg, *Wasserkraftpotenzial auf Gebietsebene: Daten- und Kartendienst der LUBW*. [Online]. Verfügbar unter: https://udo.lubw.baden-wuerttemberg.de/projekte/api/processingChain?repositoryItemGlobalId=energie_wasser.Ermitteltes+Wasserkraftpotenzial.energie%3Aeebw_wasser_pot_gebietsebene.sel&conditionValuesSetHash=A9B99DD&selector=energie_wasser.Ermitteltes+Wasserkraftpotenzial.energie%3Aeebw_wasser_pot_gebietsebene.sel&sourceOrderAsc=false&offset=0&limit=2147483647 (Zugriff am: 10. Dezember 2023).

6 Anhang

Im nachfolgenden findet sich der Strombedarf des Sektors Industrie aufgeschlüsselt nach verschiedenen Branchen für die Land- und Stadtkreise des IHK-Bezirks Ulm. Des Weiteren Strombedarfe und die EE-Potenziale nach Landkreisen in Tabellenform dargestellt.

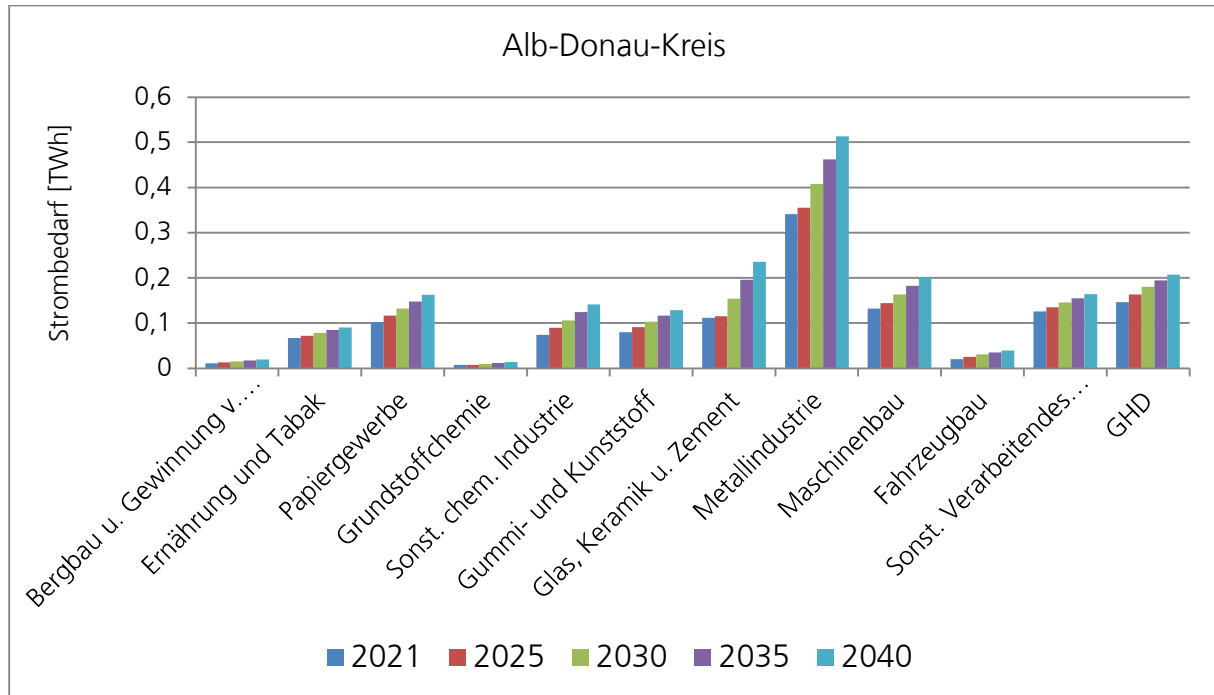


Abbildung 7: Industriestrombedarf nach Branchen für den Landkreis Alb-Donau-Kreis im Basisszenario

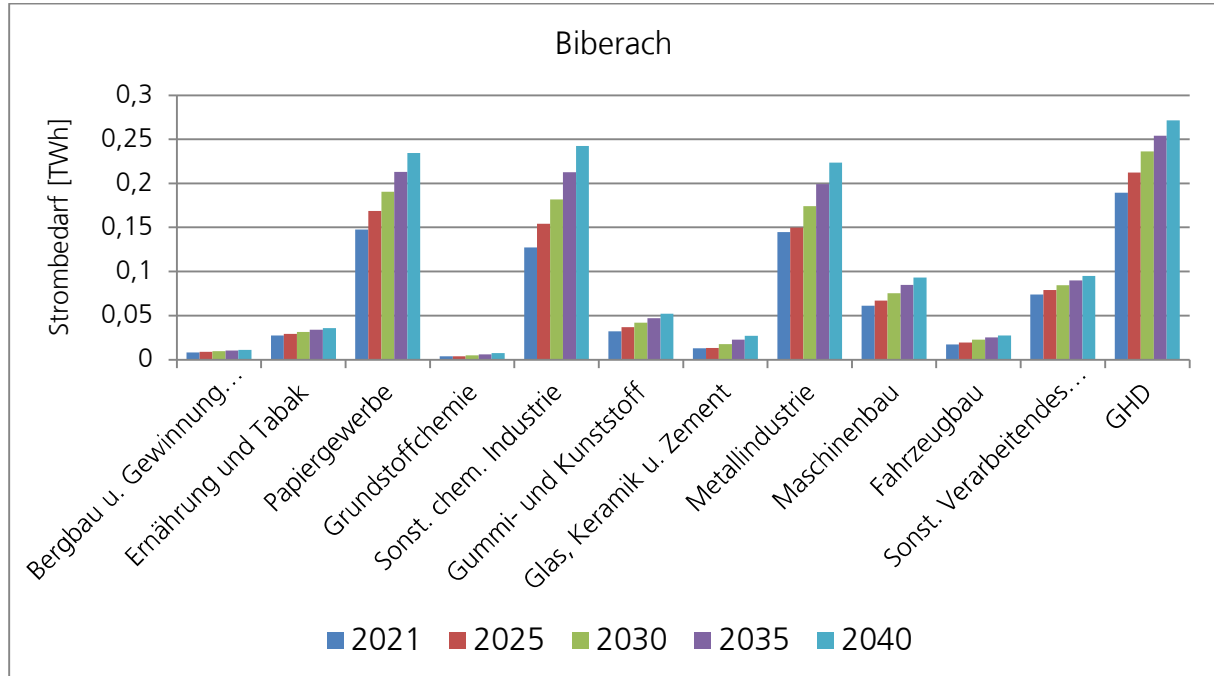


Abbildung 8: Industriestrombedarf nach Branchen für den Landkreis Biberach im Basisszenario

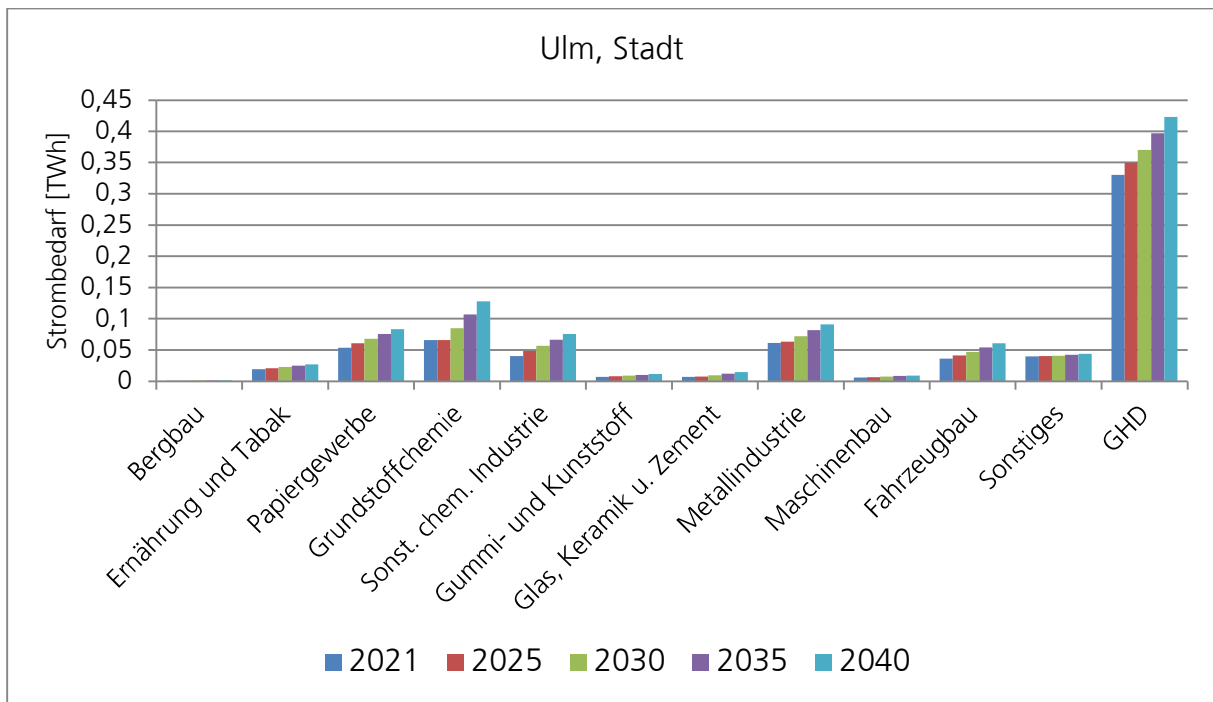


Abbildung 9: Industriestrombedarf nach Branchen für den Stadtkreis Ulm im Basisszenario

Tabelle 4: Windkraftpotenziale je Landkreis

Landkreis	Windkraftpotenziale							
	Geeignete Windpotenzialfläche	Bedingt geeignete Windpotenzialfläche	Gesamt geeignete Windpotenzialfläche	Mögliche Windkraftanlagen in geeigneten Flächen	Mögliche Windkraftanlagen in bedingt geeigneten Flächen	Mögl. Netto-Stromertrag in geeigneten Flächen	Mögl. Netto-Stromertrag in bedingt geeigneten Flächen	Mögl. Netto-Stromertrag in gesamt geeigneten Flächen
	ha	ha	ha	Anzahl	Anzahl	GWh	GWh	GWh
Ulm	81	1.163	1.244	16	41	161	417	578
Alb-Donau-Kreis	14.067	18.508	32.575	737	693	7.421	7.312	14.734
Biberach	18.362	10.957	29.319	900	394	9.181	4.002	13.184
Region Ulm	32.510	30.628	63.138	1.653	1.128	16.763	11.731	28.496
Baden-Württemberg	220.492	199.325	419.817	12.034	8.045	124.957	85.409	210.366

Tabelle 5: Potenziale der PV-Leistung und des Solarstromertrags für PV-Freiflächenanlagen nach Landkreisen in der Region Ulm (Vergleich mit Baden-Württemberg)

Landkreis	Generell geeignete Fläche	Bedingt geeignete Fläche	Gesamte geeignete Fläche	Installierbare PV-Leistung	Solarstromertrag jährlich
	ha	ha	ha	GW	TWh
Ulm	332	167	499	0,6	0,6
Alb-Donau-Kreis	13.953	14.974	28.926	34,7	34,7
Biberach	6.114	5.163	11.277	13,5	13,5
Region Ulm	20.398	20.304	40.703	49	49
Baden-Württemberg	384.913	304.510	689.423	827	827

Tabelle 6: PV-Potenzial auf bestehenden Parkplätzen ab 35 Stellplätzen nach Landkreisen in der Region Ulm (Vergleich mit Baden-Württemberg)

Landkreis	Fläche des Landkreises	Gesamtfläche Parkplätze	Anzahl Stellplätze	Potenzial PV-Leistung
	ha	m ²		MW
Ulm	11.868	790.173	31.607	36
Alb-Donau-Kreis	135.855	969.549	38.782	44
Biberach	140.953	1.353.932	54.157	62
Region Ulm	288.676	3.113.654	124.546	142
Baden-Württemberg	3.574.783	57.569.028	2.302.764	2.615

Tabelle 7: Verteilung des Energieholz- und Biogas-Potenzials nach Kreisen in der Region Ulm

Landkreis	Energieholz	Biogas	Summe
	GWh/a	GWh/a	GWh/a
Ulm	8	0	8
Alb-Donau-Kreis	132	262	394
Biberach	123	352	475
Region Ulm	263	614	877

Tabelle 8: Installierbare kleine Wasserkraftanlagen bis 1 MW Leistung in der Region Ulm (Stand: 2015/2016, Quelle: Energieatlas Baden-Württemberg [12]) (Vergleich mit Baden-Württemberg)

Landkreis	Installierbare kleine Wasserkraftanlagen nach Potenzialanalyse 2015/2016		
	Anzahl	Leistung in MW	Stromertrag in GWh/a
Ulm	6	14	53
Alb-Donau-Kreis	45	7	26
Biberach	76	40	118
Region Ulm	127	61	197
Baden-Württemberg	1.775	289	963