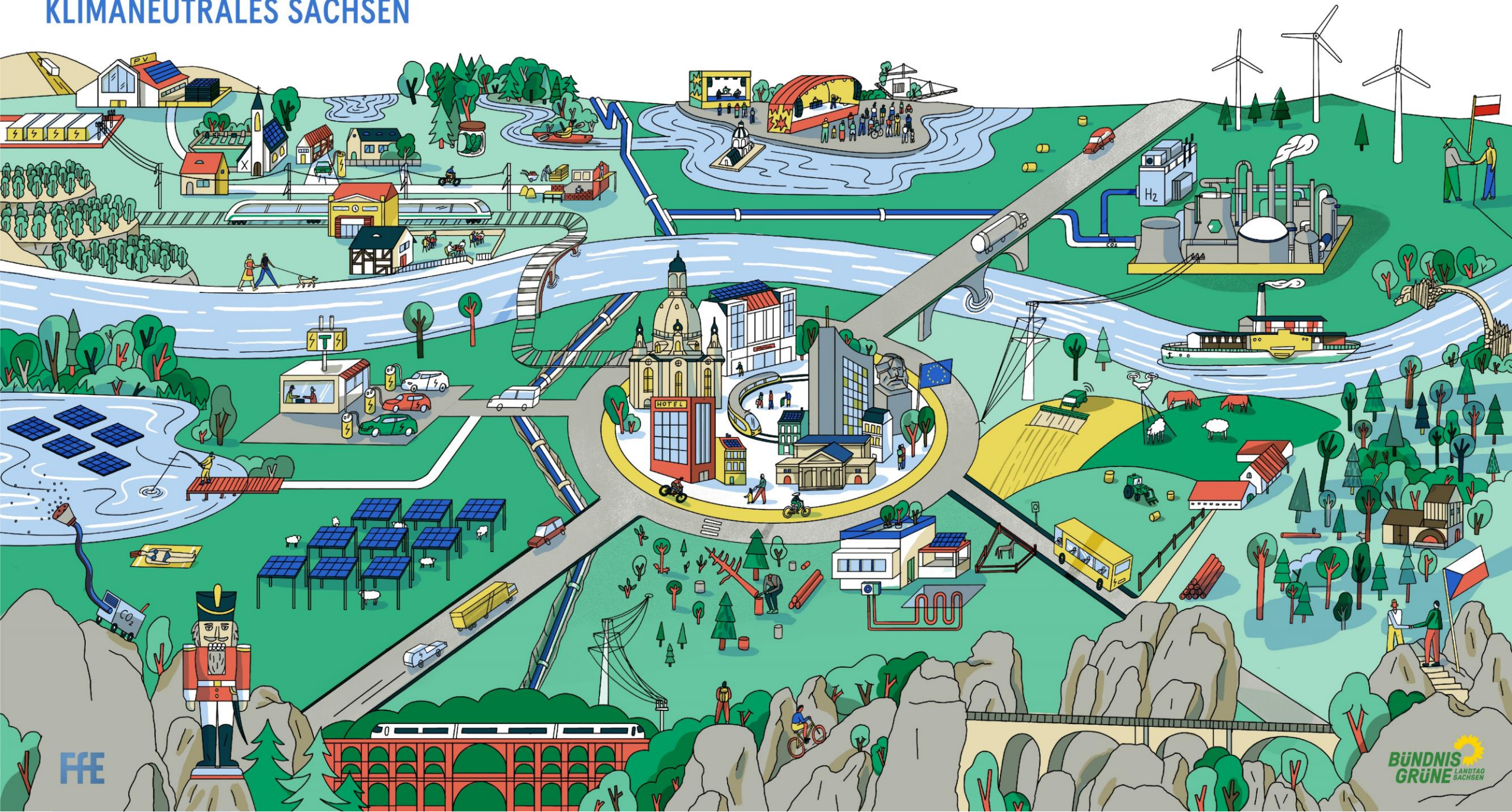




Sachsen 2030 – Auf dem Weg zur Klimaneutralität

Was konkret passieren muss, um die Klimaschutzziele zu erreichen.

KLIMANEUTRALES SACHSEN



Was haben wir uns im Projekt vorgenommen?

Ziele und Nicht-Ziele



Ziele:

1. Aktueller Stand der Energiewende in Sachsen
2. Handlungsbedarf zum Vorantreiben der Energiewende als konkrete Maßnahmen

Kernziel:

Quantifizierung der mittleren
Umsetzungsraten auf dem Weg zur
Klimaneutralität



Nicht-Ziele:

1. Durchführung einer ganzheitlichen Energiesystemstudie
2. Detailbetrachtungen der standortabhängigen Gegebenheiten

Einordnung der zugrundeliegenden Methoden

Überprüfung der Klimaschutzambitionen auf dem „Bierdeckel“



Die Energiewendepolitik bedient sich unterschiedlichster Ziele und Kennzahlen. Diese Studie stellt eine Auswahl energiewirtschaftlicher Ziele für das Jahr 2030 in Sachsen indikativ dar.



Die unterschiedlichen Ausbaukennzahlen der Zielpfade werden in beispielhaften Maßnahmen übersetzt, aus denen die notwendige Umsetzungsgeschwindigkeit in einem typischen Monat entlang des Zielpfads ersichtlich wird.



Ziel dieser vereinfachenden Abschätzung ist es, einen allgemein verständlichen Eindruck von der notwendigen Umsetzungsgeschwindigkeit in relevanten Handlungsfeldern zu bekommen.

Einordnung der zugrundeliegenden Daten

Das Zielbild klimaneutrales Sachsen ist Teil des FfE-Klimaschutzszenarios



In dieser Kurzstudie wird mehrfach auf das FfE-Klimaschutzszenario hingewiesen. Die grundlegenden Methoden und Annahmen entsprechen dem Szenario „E.Plan“ aus dem Projekt Bayernplan 2040. Das Klimaschutzszenario wird in laufenden Projekten stets weiterentwickelt.¹



Das Klimaschutzszenario beschreibt ein mögliches kostenoptimiertes Energiesystem für das Jahr 2045 unter der Annahme, dass die europäischen THG-Emissionen um 95 % gegenüber 1990 gesenkt werden.



Ausgewählte Werte für das Jahr 2030 werden im Folgenden regionalisiert, um ein mögliches Ziel-Szenario auf dem Weg zu einem klimaneutralen Sachsen darzustellen. Für Zielpfadzahlen, die sich nicht direkt aus Werten des Klimaschutzszenarios bestimmen lassen, wird auf externe Quellen und eigenen Berechnungen zurückgegriffen.

1: DAS GRUNDLEGENDE SZENARIO IST IN KAPITEL 2.2.1 VOM BAYERNPLAN-ABSCHLUSSBERICHT BESCHRIEBEN.

MANCHE PARAMETER WERDEN IM LAUFENDEN PROJEKT ANGEPAST, DIE GRUNDLEGENDEN ANNAHMEN BLEIBEN DEN GLEICHEN.

Untersuchte Handlungsfelder



Quantitative Handlungsfelder

Weitere Handlungsfelder

Installierte Leistung PV



**Heizsystemwechselrate
(z.B. Wärmepumpenausbau)**



**Ersatz fossil betriebener PKW
durch alternative Antriebe**



**Installierte Leistung von
Großbatteriespeichern**



Regionale Wertschöpfung



Installierte Leistung Wind



**Energetische Sanierung des
Wohngebäudebestands**



**Installierte Leistung von
Elektrolyseuren**



Energiemix in der Industrie



**THG-Emissionen der
Landwirtschaft**



Auf dem Weg zur Klimaneutralität hat Sachsen im Jahr 2030 unter anderem...

Photovoltaikanlagen mit einer Leistung von etwa 11 GW.



Windkraftanlagen mit einer Leistung von etwa 3,4 GW.



185.000 auf regenerative Wärme umgestellte Heizanlagen (zusätzlich i. Vgl. zu 2023).



91.000 energetisch sanierte Wohngebäude (zusätzlich i. Vgl. zu 2023).



670.000 klimaneutrale Fahrzeuge im PKW-Bereich.



Wasserstoffelektrolyseure mit einer Leistung von ca. 320 MW.



Großbatteriespeicher mit einer Kapazität von 290 MWh.



Klimaneutrale Energieversorgung in Höhe von rund 1.050 zusätzlichen Industriebetrieben.



Ein Monat in Sachsen von 2023 bis 2030

Installation von PV-Anlagen auf 62 Fußballfeldern Freifläche und auf ca. 8.000 Dächern.



1.950 fossile Heizanlagen werden durch regenerative Anlagen ersetzt (plus notwendiger Wärmenetzausbau).



6.800 PKW mit fossilen Antrieben werden durch alternative Antriebe ersetzt.



Ein Großbatteriespeicher (ca. 1 Schiffscontainer) mit einer Kapazität von 2 MWh wird installiert.



Vier neue 5 MW Windkraftanlagen werden in Betrieb genommen.



950 Wohngebäude werden energetisch saniert.



Installation Elektrolyseure mit einer Leistung von insgesamt ca. 3 MW (insg. ca. 4 Schiffscontainer).



Äquivalent von 10 Industriebetrieben wird klimaneutral.

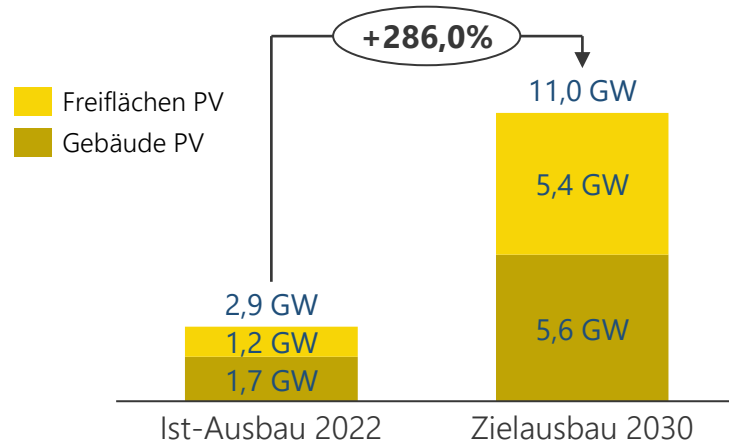


Quantifizierte Handlungsfelder



Installierte EE-Leistung

Zielpfad 2030 – PV



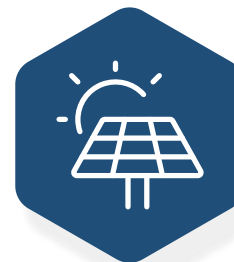
Im FfE-Klimaschutzszenario sind im Jahr 2030 PV-Anlagen mit einer Gesamtleistung von rund **11 GW** in Sachsen installiert.

Um bis 2030 dieses Niveau der installierten Leistung der beiden Technologien zu erreichen, müssen im Mittel...



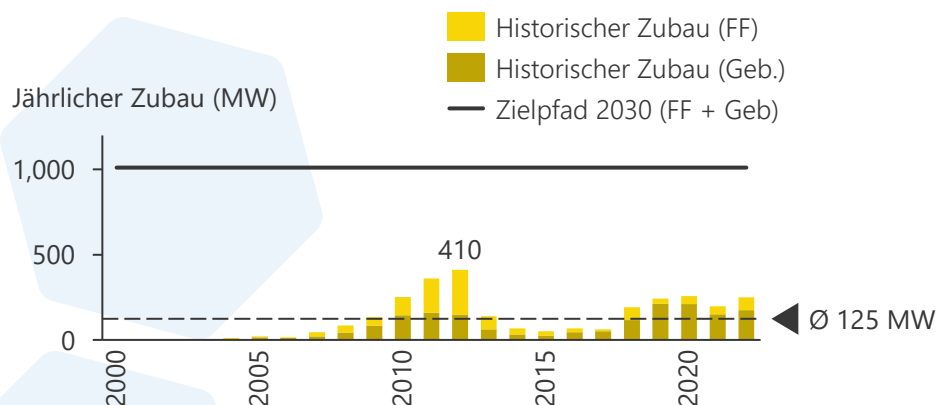
...rund 480 MW neue Gebäude-PV Anlagen jedes Jahr¹ installiert werden.

- Dieser Zubau entspricht monatlich rund 8.000 neuen 5-kW Aufdachanlagen – ungefähr die Größe einer PV-Anlage auf einem Einfamilienhaus.



... rund 530 MW neue Freiflächen-PV Anlagen jedes Jahr installiert werden.

- Dieser Zubau entspricht monatlich der Fläche von ungefähr 62 Fußballfeldern.



Zielpfad 2030 – Windkraft



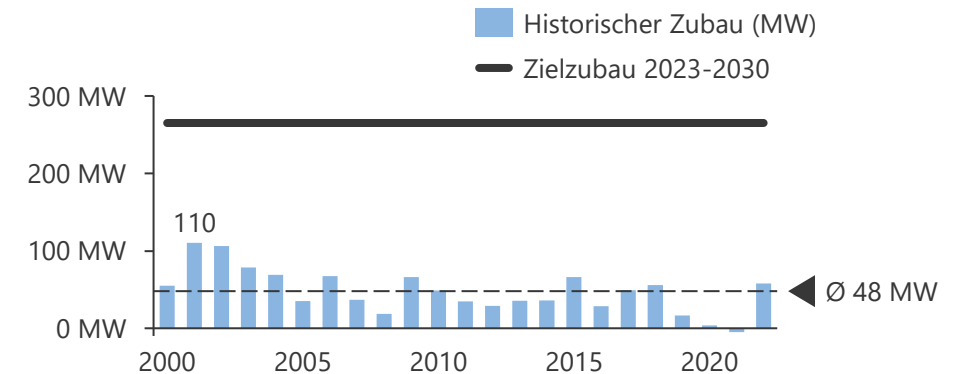
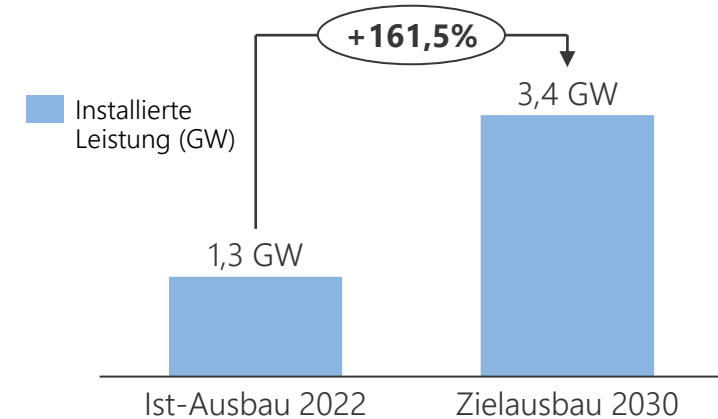
Im FfE-Klimaschutzszenario sind im Jahr 2030 Windkraftanlagen mit einer Gesamtleistung von rund **3,4 GW** in Sachsen installiert.



Um bis 2030 dieses Niveau der installierten Leistung zu erreichen, müssen im Mittel zusätzliche Windanlagen mit einer Gesamtleistung von 265 MW jedes Jahr¹ in Betrieb genommen werden.



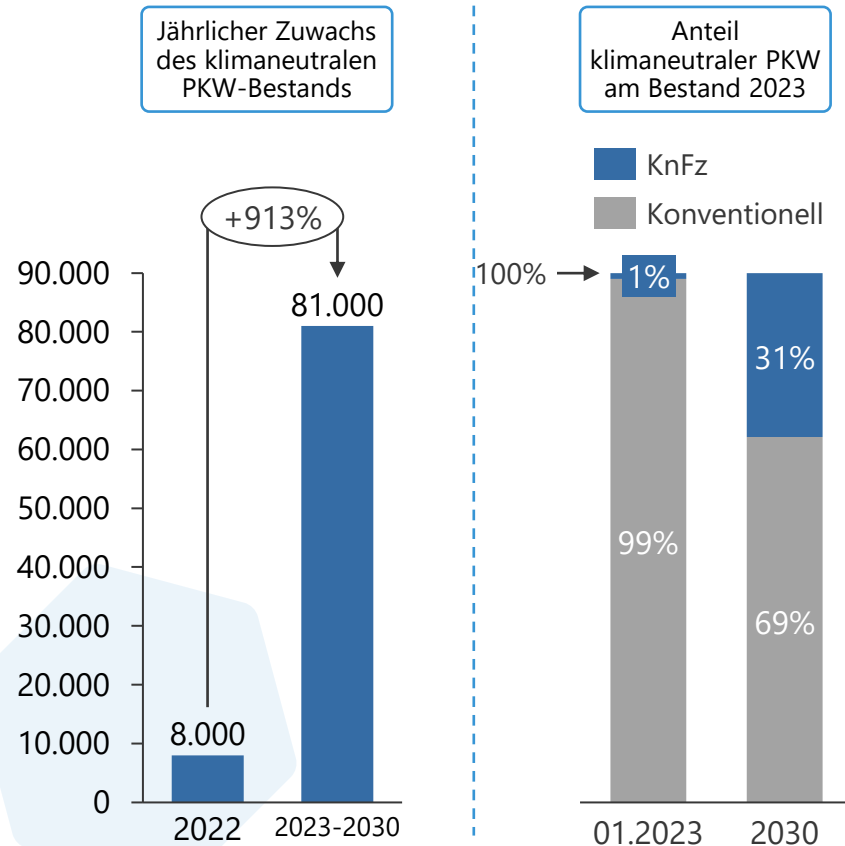
Dieser Zubau entspricht etwa vier neuen 5-MW Anlagen jeden Monat.





PKW-Antriebe

Zielpfad 2030 – PKW-Antriebe



Der sächsische Bestand an batterieelektrischen PKW ist 2022 um ca. 8.000 Stück gewachsen und entspricht mit rund 24.000 Fahrzeugen etwa 1 % des PKW-Bestands.¹



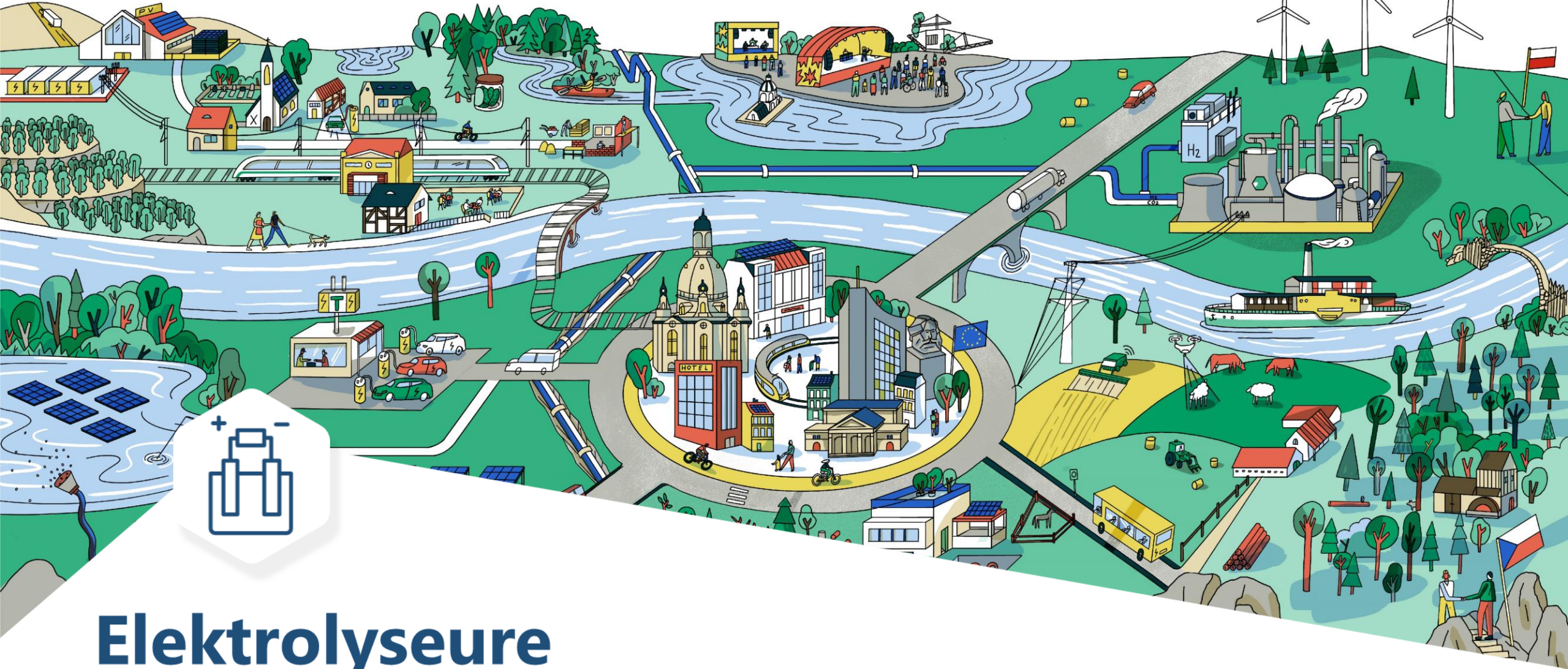
Werden die 15 Millionen im Jahr 2030 anvisierten Elektrofahrzeuge² auf die Bundesländer gemäß ihren aktuellen PKW-Bestände aufgeteilt, ergibt sich ein Zielbestand von rund **670.000 klimaneutralen PKW** (Kn-PKW) in Sachsen.

- Zur Erreichung dieses Ziels müssen jährlich rund 81.000 PKW gegen Kn-PKW ausgetauscht werden, oder ca. 6.700 pro Monat.



Hier wird nur ein Teil der Verkehrswende betrachtet – unter anderem ist auch ein Modal Shift von der Straße auf die Schiene sowohl im Personenverkehr als auch beim Gütertransport notwendig.

1: Fahrzeugbestände zum 01.01.2023 nach dem Kraftfahrt-Bundesamt, 04.2023, *Bestand an Kraftfahrzeugen und Kraftfahrzeuganhängern nach Zulassungsbezirken*
 2: Ziel nach der Sozialdemokratischen Partei Deutschlands (SPD), BÜNDNIS 90 / DIE GRÜNEN und den Freien Demokraten (FDP), 2021, *Mehr Fortschritt wagen: Koalitionsvertrag 2021 – 2025*



Elektrolyseure

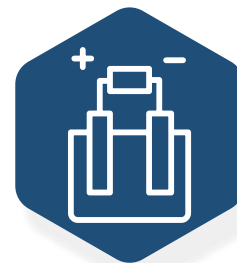
Zielpfad 2030 – Elektrolyseure



Laut beide das Wasserstoff-Atlas¹ und das Elektrolyse-Monitor² erzeugen aktuell noch keine Elektrolyseure Wasserstoff in Sachsen.



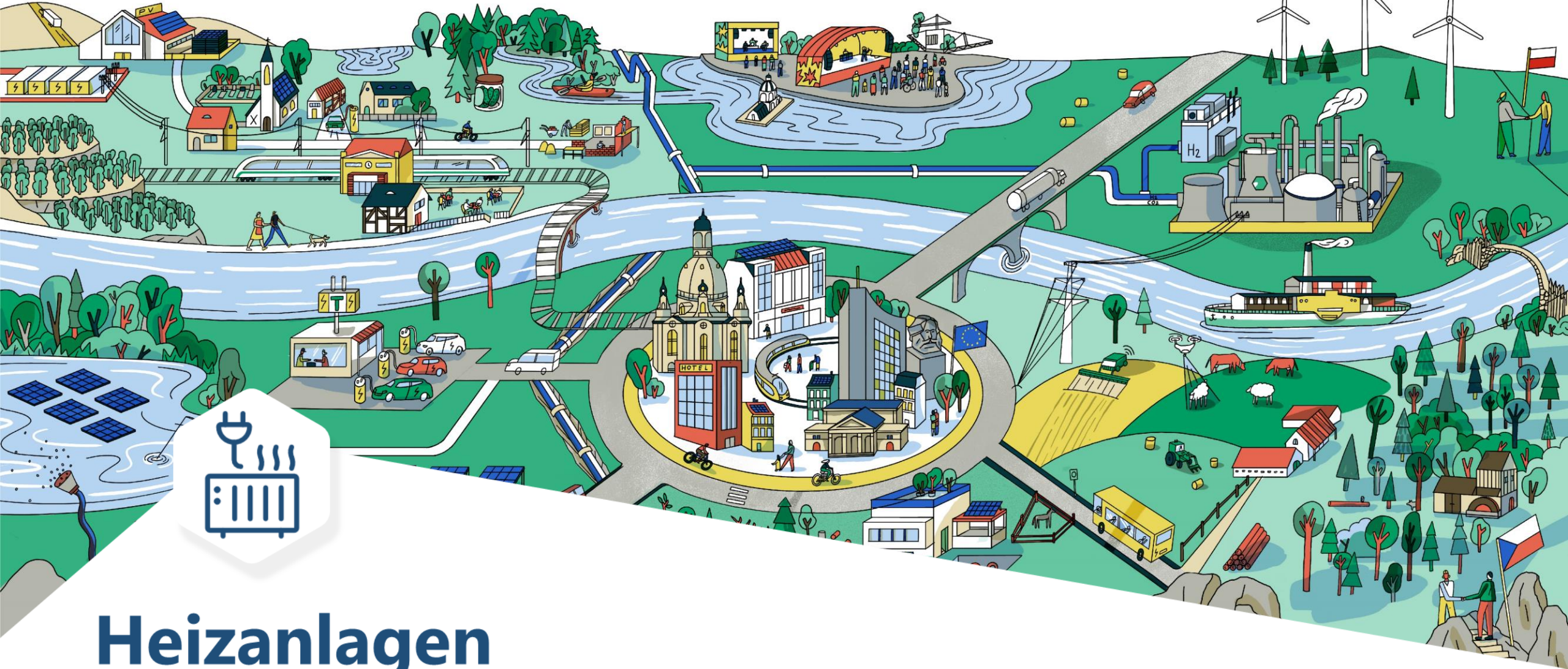
Im FfE-Klimaschutzszenario beträgt 2030 die installierte Leistung von Elektrolyseuren in Sachsen **320 MW**. Hierfür müssten jährlich Elektrolyseure mit einer kombinierten Leistung von ca. 40 MW in Betrieb genommen werden.



Elektrolyseure können Modular in Schiffscontainer aufgebaut werden. Es bedarf 4 neuen Schiffscontainern mit Elektrolyseuren jeden Monat zwischen 2023 und 2030.

1: Wasserstoff-Atlas; Ostbayerische Technische Hochschule Regensburg;
Zuletzt aufgerufen am 02.11.2023

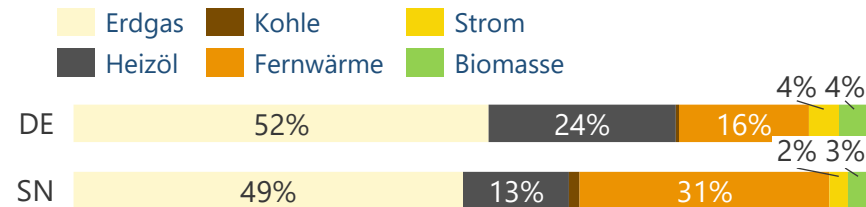
2: Elektrolyse-Monitor; acatech & DECHEMA, Wasserstoff-Kompass Projekt;
Zuletzt aufgerufen am 02.11.203



Heizanlagen

Zielpfad 2030 – Heizanlagen

Anteile der Wohnungen nach Beheizungsart¹



Bei ca. 2,3 Millionen Wohnungen in Sachsen² (2023):

- Rund 1,5 Millionen fossil beheizte Wohnungen

Anzahl fossil beheizter Wohngebäude nach Gebäudeart

Wohnungen je Gebäude ^{2,3}	1	2	3-6	7-12	13+
Anzahl Gebäude ³	470.000	125.000	125.000	50.000	10.000

1: Eigene Darstellung, Werte aus Destatis (2019): Wohnen in Deutschland. Zusatzprogramm des Mikrozensus 2018. Statistisches Bundesamt.

2: Wohngebäudebestand am 31.12.2022 - Sächsische Gemeindezahlen: Ausgewählte Strukturdaten zum Bestand an Wohngebäuden und Wohnungen. Statistisches Landesamt des Freistaates Sachsen.

3: Eigene Aufteilung von Gebäuden mit 3+ Wohnungen aus [2] anhand Tabelle 3000G-1009: Gebäude: Wohnungen im Gebäude. Ergebnisse des Zensus am 9. Mai 2011. Wiesbaden: Statistische Ämter des Bundes und der Länder, 2014



Bei der vereinfachenden Annahme von einer Heizanlage pro Gebäude müssen ca. **185.000 fossile Heizanlagen gegen regenerative Heizanlagen** ausgetauscht werden, um 2030 auf dem Weg hin zu einem ausschließlich klimaneutral beheizten sächsischen Wohngebäudebestand zu sein.



Dies entspricht dem **jährlichen Austausch von rund 25.000 fossilen Heizanlagen** zwischen 2023 und 2030.

- Monatlich müssten hierfür ca. 1.900 Heizanlagen ausgetauscht werden



Am Lebensende der existierenden Kessel müssen regenerative Heizsysteme installiert werden.

Ein erheblicher Teil wird über Wärmenetze versorgt werden. Hierfür müssen diese Netze ebenfalls ausgebaut bzw. neugebaut und die dafür notwendigen regenerativen Wärmequellen erschlossen werden.



Zielpfad 2030 – Sanierungen



Im FfE-Klimaschutzszenario werden bis 2030 ca. 11 % des Wohngebäudebestands neu saniert. In den Jahren 2023-2030 beträgt die mittlere jährliche Sanierungsrate 1,4 %.



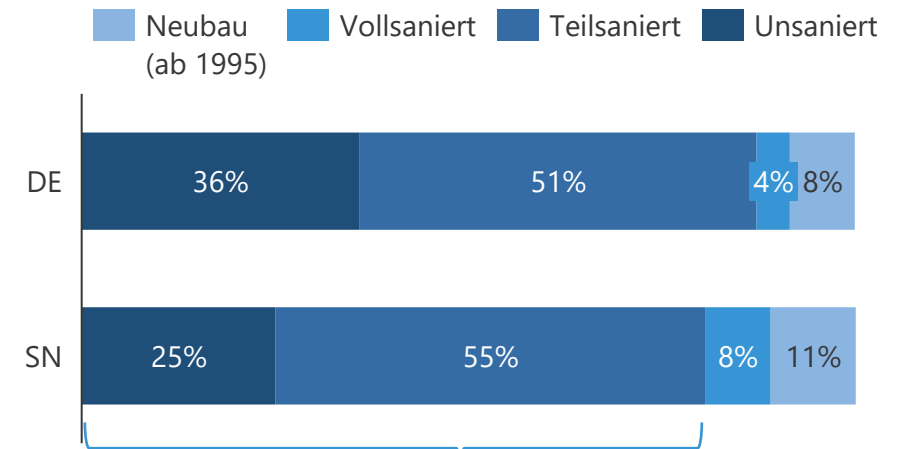
In Sachsen entspricht diese Rate rund **11.000 Sanierungen pro Jahr.**

- Diese Zahl entspricht der Anzahl an Wohngebäuden in einer Stadt der Größe von Plauen.



Durch Sanierungen kann für Bewohner Wohnkomfort erhöht und Heizkosten gleichzeitig verringert werden

Sanierungsstatus des sächsischen Wohngebäudebestands¹



Bei ca. 840.000 Wohngebäude in Sachsen (2023):

- Rund 675.000 un- oder teilsanierte Wohngebäude

1: Eigene Darstellung von Werten aus Umweltbundesamt (2019): [Wohnen und Sanieren, Empirische Wohngebäudedaten seit 2002.](#)

2: [Wohngebäudebestand am 31.12.2022 - Sächsische Gemeindezahlen: Ausgewählte Strukturdaten zum Bestand an Wohngebäuden und Wohnungen. Statistisches Landesamt des Freistaates Sachsen.](#)

Plauen: 11.045 Wohngebäude



Großbatteriespeicher

Zielpfad 2030 – Großbatteriespeicher



In den Jahren 2023-2030 sollen jährlich Großbatteriespeicher mit 18 MWh neuer Speicherkapazität bereitgestellt werden.

- Großbatteriespeicher werden Flexibilitäten auf den höheren Spannungsebenen zur Stabilisierung des Stromsystems bereitstellen.

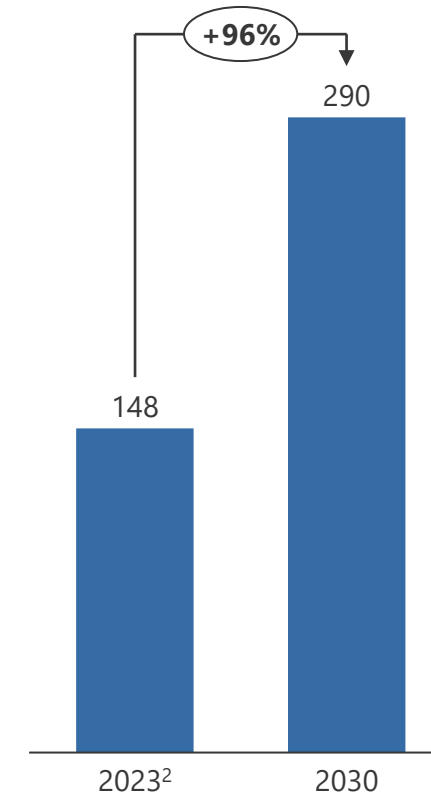


Großspeicher der 10 MWh-Klasse können in vier Schiffscontainer aufgestellt werden¹. Jährlich werden Speicher mit einer Gesamtgröße von etwa 2 Schiffscontainer benötigt.



Auf lokaler Ebene werden kleinere Speichersysteme, wie z.B. Heimspeichersysteme, auch eine wichtige Rolle zur Unterstützung der Stromnetze spielen.

■ Speicherkapazität (MWh)



1: Großbatteriespeicher der 10 MWh-Klasse, wie im [Mai 2021 von der SWM](#) im Betrieb genommen

2: Speicherkapazität zum 01.01.2023 nach dem [Speicherstatus-Dashboard der RWTH Aachen](#)



Industrieller Endenergieverbrauch

Zielpfad 2030 - Industrieller Endenergieverbrauch



Im FfE-Klimaschutzszenario wird der Energiebedarf der Industrie vorwiegend durch Strom, Wasserstoff und Biomasse gedeckt.

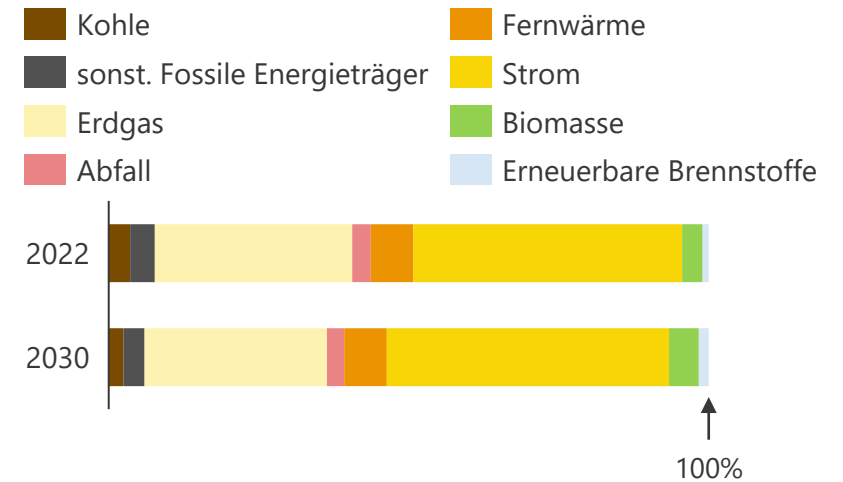


Unter der vereinfachten Annahme, dass alle 3050 Industriebetriebe Sachsens heutzutage die gleiche Energieträgeraufteilung aufweisen, müssten 2023-2030 rechnerisch 10-11 Betriebe pro Monat Zugang zum klimaneutralen Energiemix erhalten.



Voraussetzung für die industrielle Transformation ist der beschleunigte Ausbau der erneuerbaren Stromerzeugung und die Bereitstellung von erneuerbaren Brennstoffen, z.B. Wasserstoff.

Modellierte Energieträgeraufteilung (oben) und Endenergieverbrauch (unten) der sächsischen Industriesektor



Oben werden modellierte Werte aufgeführt, um die Vergleichbarkeit zwischen den heutigen und zukünftigen Verbrauch zu gewährleisten. Nach *Energiedaten 2019* von SMEUKL lag der Endenergieverbrauch der sächsischen Industriesektor 2019 bei 24,5 TWh. (2019, modelliert: 24,4 TWh).



Treibhausgasemissionen im Überblick



CH₄ als Folge der Tierhaltung

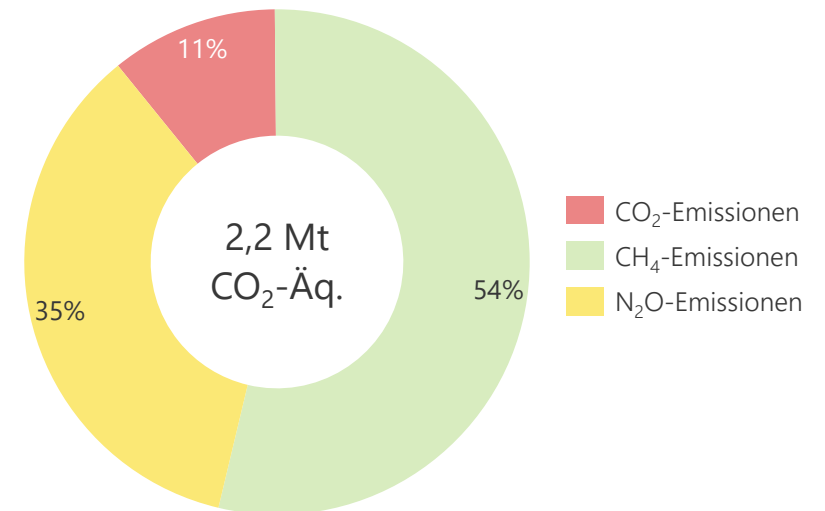


N₂O als Folge des Stickstoffeintrags in die Böden



CO₂ als Folge der Kalkung

Treibhausgasemissionen nach Art der Gase
Sachsen | 2019



Treibhausgase	Spezifisches THG-Potenzial in CO ₂ -Äq.	Ø atmosphärische Verweilzeit
Kohlendioxid (CO ₂)	1	>1000 Jahre
Methan (CH ₄)	25	12,4 Jahre
Lachgas (N ₂ O)	298	121 Jahre

Treibhausgasemissionen im Überblick



75% der Methanemissionen sind auf Verdauungsvorgänge zurückzuführen

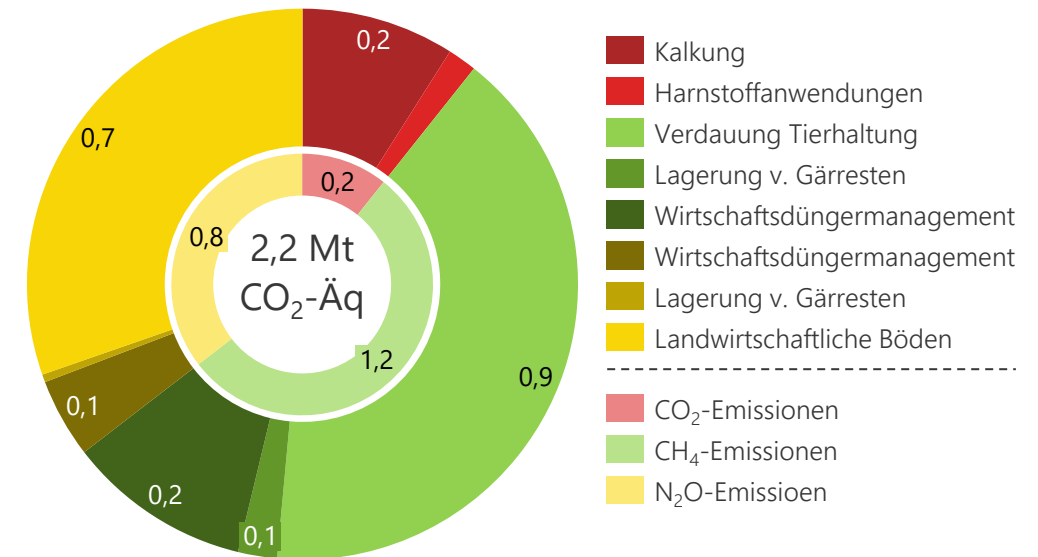


85% der Lachgasemissionen sind auf Stickstoffeintrag in den Böden zurückzuführen



20% der Methanemissionen und **13%** der Lachgasemissionen entstehen durch Lagerung des anfallenden Wirtschaftsdünger

Treibhausgasemissionen nach Art der Gase und Emissionsquellen
in Mio. t CO₂-Äq. | Sachsen | 2019



THG-Verminderungsmaßnahmen

Maßnahmen für die Landwirtschaft des Klimaschutzprogramms 2030



Senkung der Stickstoffüberschüsse

- Reduzierung der Stickstoffüberschüsse auf 70 kg/ha
- Durch Dünger- und Stoffstrombilanz



Stärkung der Vergärung von Wirtschaftsdüngern und landwirtschaftlichen Reststoffen

- Steigende Vergärung der Güllemenge in Biogasanlagen
- Finanzielle Förderung der Prüfung und Umrüstung



Ausbau des Ökolandbaus

- Vermeidung von Düngemitteln und chemisch-synthetischem Pflanzenschutz
- Zielwert 2030 laut Koalitionsvertrag: 30%



Verringerung der Emissionen aus der Tierhaltung

- Flächenbindung von Großviehbetrieben
- Fördermaßnahmen von Tierwohl
- Gasdichte Lagerung
- Verringerung der Tierbestände

THG-Verminderungziel



-11% Emissionsminderung bis 2030
laut Klimaschutzgesetz (KSG) von 2021
(Ziele mit Energiebedingten Emissionen)

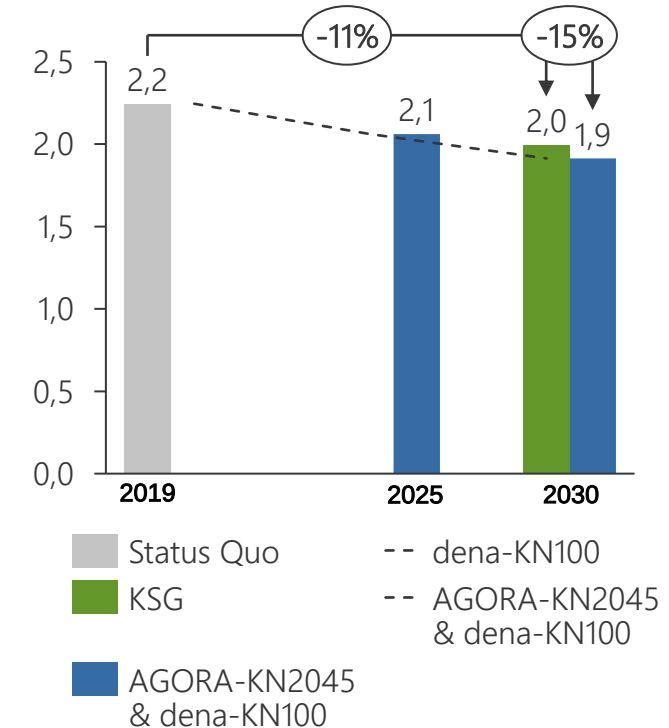


Treibhausgasemissionen lassen sich in der
Landwirtschaft nicht vollständig reduzieren



-15% THG-Minderung bis 2030 in
Vergleichsstudien für Deutschland

Entwicklung der direkten Treibhausgasemissionen
in Mt CO₂-Äq. | Sachsen

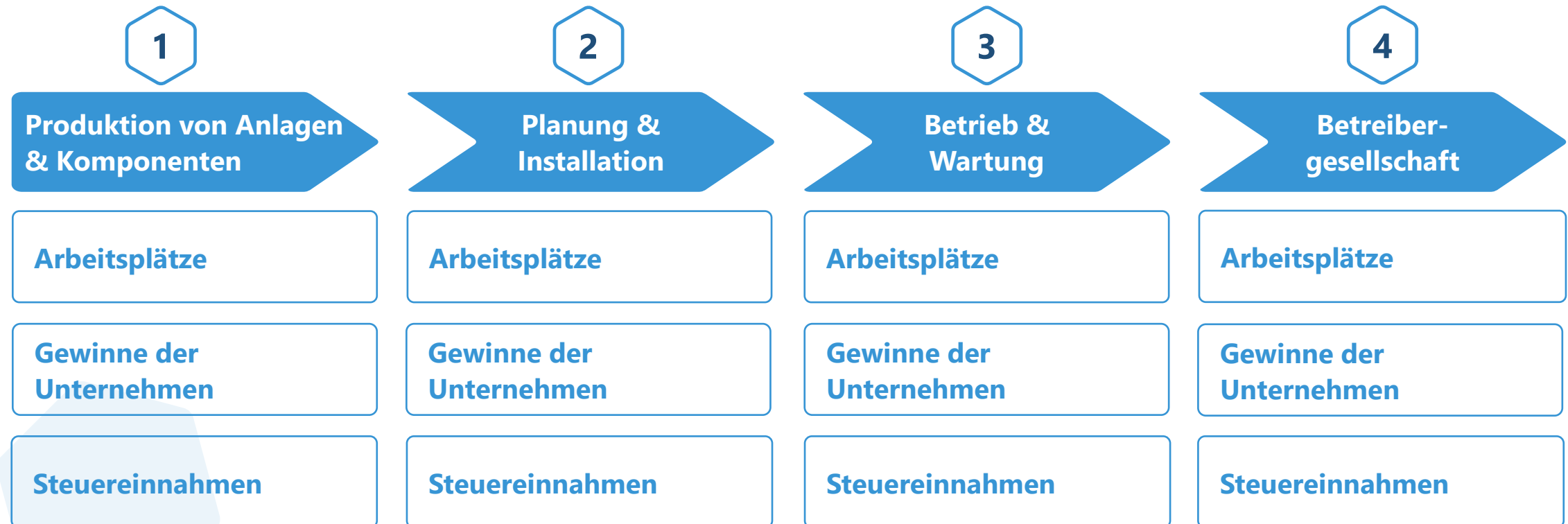




Regionale Wertschöpfung

Wertschöpfungskette Erneuerbarer Energien Anlagen

Jede der vier Wertschöpfungsstufen hat drei Wertschöpfungseffekte



1. Hirschl, Bernd, et al. "Wertschöpfung durch erneuerbare Energien." Schriftenreihe des IÖW 210 (2015): 15.

2. Online-Wertschöpfungsrechner Erneuerbare Energien (2022) Startseite. Available at: <https://www.unendlich-viel-energie.de/wertschoepfungsrechner>

Berechnung der regionalen Wertschöpfung

Die Beschäftigung wird nachträglich anhand der Investitionskosten berechnet



Wertschöpfungseffekt Erneuerbarer Energien

Der Ausbau erneuerbarer Technologien als Chance für steigende regionale Wertschöpfung



Es wird angenommen, dass die Wertschöpfung durch im Land ansässige Unternehmen generiert werden

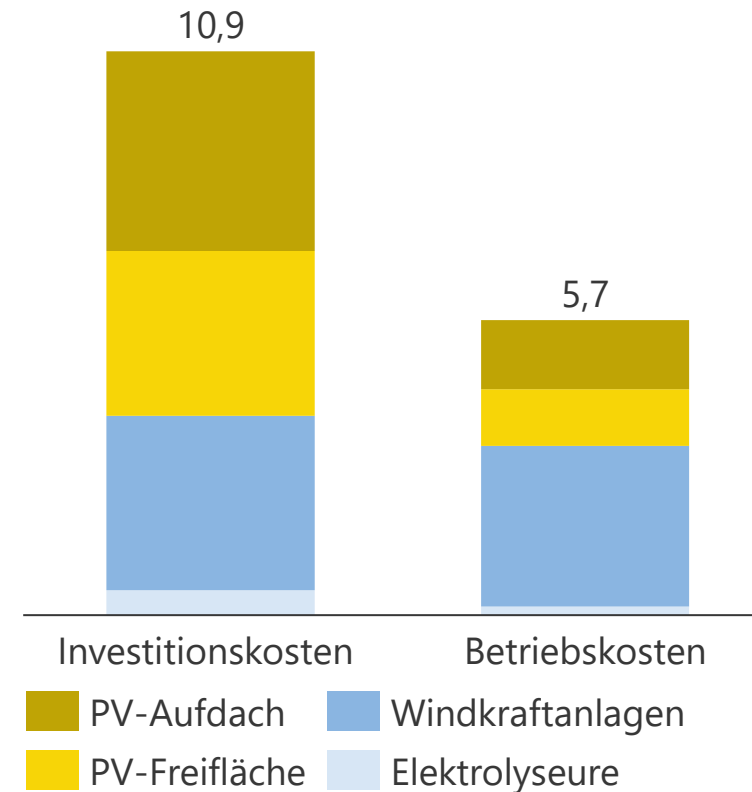


Die Umsätze in den Wertschöpfungs-stufen „Anlagenproduktion“ und „Planung & Installation“ fallen einmalig an



Die Betriebskosten sind kumuliert bis zum Zieljahr dargestellt

Kumulierte Wertschöpfung durch EE 2023 bis 2030
in Mrd. € | Sachsen



Die ausgewählten Bereiche reichen nicht ohne weiteres für die Klimaneutralität aus

Diese Kurzstudie untersuchte eine Auswahl von aktuellen energiewirtschaftlich relevanten Themen.

- Die ausgewählten quantifizierten Bereiche umfassen nur einen Teil der Aufgaben, die auf dem Weg zur Klimaneutralität zu stemmen sind.

Installierte Leistung PV



Installierte Leistung Wind



Heizsystemwechselrate
(z.B. Wärmepumpenausbau)



Energetische Sanierung des
Wohngebäudebestands



Ersatz fossil betriebener PKW
durch alternative Antriebe



Installierte Leistung von
Elektrolyseuren



Installierte Leistung von
Großbatteriespeichern



Energiemix in der Industrie



Unter anderem blieben folgende Bereiche außerhalb des Betrachtungsrahmens dieser Kurzstudie.

Diese Bereiche weisen ebenfalls Handlungsbedarf auf:

Güterverkehr



Luftverkehr/Tourismus



Flexibilität im Stromnetz



Kreislaufwirtschaft



Kontakt



DR. SERAFIN VON ROON

Geschäftsführer
Forschungsgesellschaft für Energiewirtschaft mbH
SROON@FFE.DE



DR. ANDREJ GUMINSKI

Geschäftsführer
Forschungsgesellschaft für Energiewirtschaft mbH
AGUMINSKI@FFE.DE



RYAN HARPER, M.SC.

Wissenschaftlicher Mitarbeiter
Forschungsgesellschaft für Energiewirtschaft mbH
RHARPER@FFE.DE



KONSTANTIN METZGER, M.SC.

Wissenschaftlicher Mitarbeiter & Projektingenieur
Forschungsgesellschaft für Energiewirtschaft mbH
KMETZGER@FFE.DE



Ffe
Am Blütenanger 71
80995 München
+49(0)89 15 81 21-0

