

RENEWS KOMPAKT



AGENTUR FÜR
ERNEUERBARE
ENERGIEN
unendlich-viel-energie.de

AUSGABE 69
Oktober 2024

REGELBARE KRAFTWERKE UND SPEICHER IN DEN BUNDESLÄNDERN

EIN ÜBERBLICK ÜBER DIE REGIONALE VERTEILUNG STEUERBARER STROMERZEUGUNGSLEISTUNG ZUR GEWÄHRLEISTUNG DER VERSORGUNGSSICHERHEIT

Neben dem konsequenten Ausbau der Erneuerbaren Energien und der Stromnetze, braucht es für zur Gewährleistung der Versorgungssicherheit flexible, jeder Zeit einsatzbereite Kraftwerke und Speicher. Wind- und Solarenergie sind zwar klimaneutral und kostengünstig, stehen aber nicht jederzeit ausreichend zur Verfügung. Dieses Hintergrundpapier wirft einen Blick darauf, wie sich die derzeit bestehenden regelbaren Kraftwerke und Großspeicher über die Bundesländer verteilen.



Foto: Vattenfall.



AUF EINEN BLICK

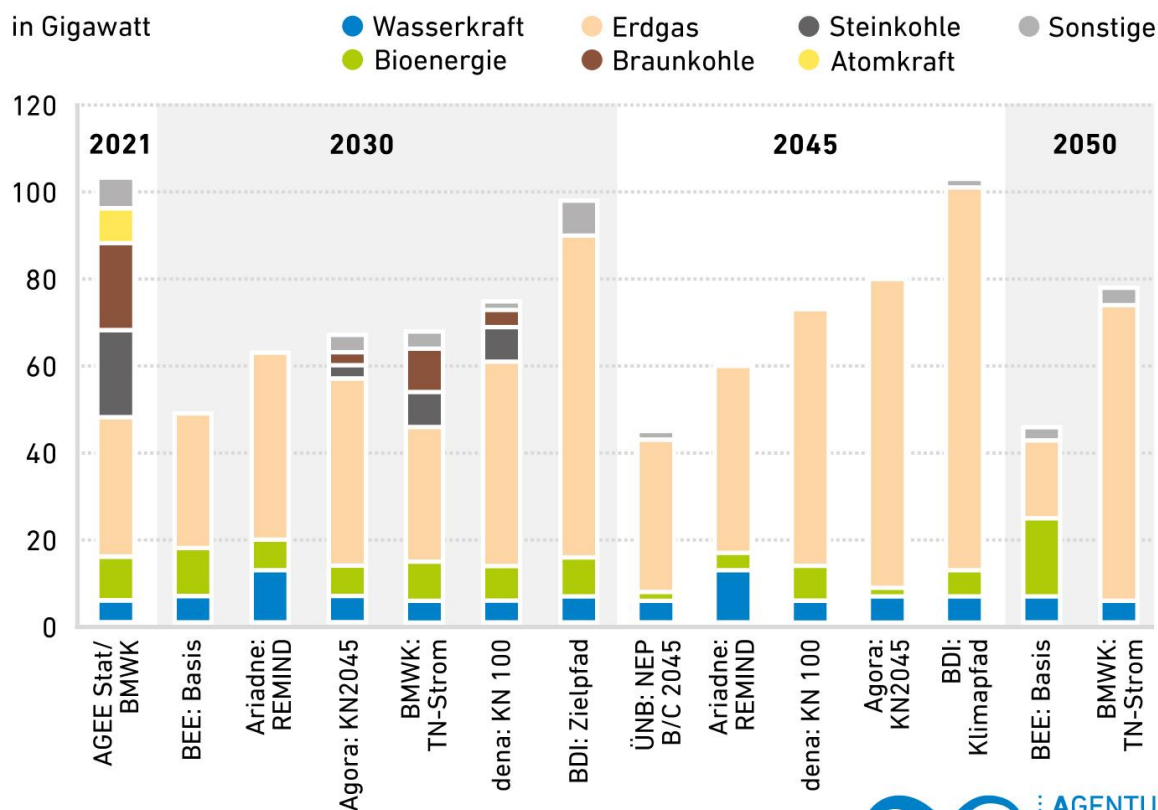
- Deutschland braucht neben dem Ausbau der Erneuerbaren Energien auch flexible Kraftwerke und Speicher, um die hohe Qualität der Versorgungssicherheit aufrechtzuerhalten. Im Zuge des Kohleausstiegs müssen neue, wasserstofffähige Gaskraftwerke gebaut werden. Dafür hat die Bundesregierung eine Kraftwerksstrategie aufgelegt. Der Schwerpunkt des Zubaus soll auf dem Süden der Republik liegen.
- Die meisten Erdgaskraftwerke stehen derzeit in Nordrhein-Westfalen, Bayern und Niedersachsen. Drei Viertel der Kapazität entfallen auf die westlichen Bundesländer.
- Die deutschen Braunkohlekraftwerke verteilen sich auf nur vier Bundesländer: Nordrhein-Westfalen, Sachsen, Brandenburg und Sachsen-Anhalt.
- Die meisten Biomassekraftwerke befinden sich in Bayern und Niedersachsen. Mehr als die Hälfte der Wasserkraftleistung ist in Bayern installiert.
- Über die höchsten Speicherkapazitäten aus Pumpspeicherwerken und Großbatterien verfügen Baden-Württemberg, Thüringen und Sachsen.

1 AUSGLEICHSOPTIONEN FÜR WIND UND SONNE

Deutschland hat eines der sichersten Stromversorgungssysteme der Welt. Nur ca. [12 Minuten je Letztverbraucher und Kalenderjahr](#) ist der Strom in Deutschland unterbrochen. Dies soll auch nach Atom- und Kohleausstieg so bleiben. Um Versorgungssicherheit zu jeder Zeit zu gewährleisten, braucht es als Ergänzung zu den fluktuierenden Erneuerbaren Energien regelbare Kraftwerke, die einspringen, wenn zu wenig Wind weht und kaum Sonne scheint, und wenn Speicher und Lastmanagement nicht ausreichen, um Stromangebot und Stromnachfrage auszugleichen.

Heute besteht der regelbare Kraftwerkspark noch größtenteils aus Gas- und Kohlekraftwerken. Hinzu kommen Biomasse und Wasserkraft. Die letzten Atomkraftwerke gingen im April 2023 vom Netz. Nach den Zielen der Bundesregierung soll „idealerweise bis 2030“ (spätestens bis 2038) auch der Kohleausstieg vollzogen sein. Gaskraftwerke werden dagegen weiterbetrieben und sogar ausgebaut. Die [wichtigsten Szenarien](#) gehen von einem Anstieg der Kapazität an Gaskraftwerken von 35 Gigawatt (GW) in 2023 auf bis zu 88 GW (Bundesverband der Deutschen Industrie/BDI: Klimapfade) in 2045 aus (siehe Grafik). Eine hohe installierte Leistung bedeutet allerdings nicht gleichzeitig eine hohe Vollaststundenzahl der Gaskraftwerke oder einen hohen Gasverbrauch. So geht das BDI-Szenario von einer sehr hohen Gaskraftwerkskapazität aus, gleichzeitig aber auch von einem relativ geringen Gas-/Wasserstoffverbrauch. Das heißt, in diesem Szenario ist der Bedarf an Backup-Kraftwerken zwar hoch, sie kommen aber relativ wenig zum Einsatz.

Installierte Leistung regelbarer Kraftwerke



© 2022 Agentur für Erneuerbare Energien e.V.



AGENTUR FÜR
ERNEUERBARE
ENERGIEN

In einem klimaneutralen Energiesystem wird der Brennstoff von Erdgas auf Wasserstoff umgestellt. Wasserstoff ist für die Versorgungssicherheit unverzichtbar, denn das deutsche Gasnetz und die unterirdischen Gasspeicher sind (nach heutigem Stand der Technik) der einzige verfügbare Langzeitspeicher, in denen erneuerbare Energie in großen Mengen und über mehrere Wochen oder Monate gespeichert werden kann. Nur mit Gaskraftwerken, die mit Wasserstoff (und Biomethan) befeuert werden, lassen sich größere Leistungsabfälle bei den Erneuerbaren Energien („Dunkelflauten“) überbrücken. Biogasanlagen eignen sich auch zum Ausgleich der fluktuierenden Einspeisung von Wind- und Solarenergie. Allerdings ist deren Ausbaupotenzial begrenzt. Die Flexibilisierung der Biogasanlagen erfordert eine Erhöhung der Anlagenleistung. Denn die Anlagen produzieren nicht mehr kontinuierlich Strom, sondern nur noch, wenn sie gebraucht werden – dann aber mit einer deutlich höheren Spitzenleistung. Die gesamte installierte Leistung an Biomasse-Anlagen könnte also deutlich steigen. Die Stromerzeugung bleibt aber durch die geringere Auslastung der Anlagen in der Jahresbilanz in etwa gleich.

2 KRAFTWERKSSTRATEGIE DER BUNDESREGIERUNG

Um die Entwicklung des deutschen Kraftwerksparks zu planen und an die Erfordernisse der Energiewende anzupassen, hat die Bundesregierung eine [Kraftwerksstrategie](#) auf den Weg gebracht. Im Juli 2024 hat sich die Bundesregierung auf diese Strategie geeinigt. Sie bildet die Grundlage für die Planung des notwendigen Zubaus an Gaskraftwerken und Speichern als Ergänzung zu den Erneuerbaren Energien. Insgesamt sollen



12,5 GW an Kraftwerkskapazität und 500 MW an Langzeitspeichern ausgeschrieben werden. Die Strategie unterteilt sich in zwei Säulen:

1. Zeitnah sollen wasserstofffähige Gaskraftwerke mit einer Gesamtleistung von 5 GW gebaut werden. Hinzu kommt die Modernisierung von bestehenden Gaskraftwerken mit einer Leistung von 2 GW. Diese sollen nach Umrüstung vollständig mit Wasserstoff betrieben werden können. Die Kraftwerke sollen schließlich nach acht Jahren auf den Betrieb mit grünem oder blauem¹ Wasserstoff umgestellt werden. Des Weiteren sollen 500 MW an reinen Wasserstoffkraftwerken (Wasserstoffsprinter) errichtet werden, die von Beginn an zu 100 % mit Wasserstoff laufen sollen, sowie 500 MW an Langzeitspeichern.
2. Es werden weitere 5 GW an neuen Gaskraftwerke ausgeschrieben, die insbesondere in Dunkelflauten einen Beitrag zur Versorgungssicherheit leisten sollen.

Die neuen wasserstofffähigen Gaskraftwerke sollen an „systemdienlichen“ Standorten entstehen und die im Zuge des Redispatches notwendigen Ersatzkraftwerke dekarbonisieren. Sie sollen überwiegend im Süden Deutschlands gebaut werden, da der Strombedarf in den energieintensiven Industriezentren besonders hoch ist. Die erste Ausschreibung ist für Ende 2024 oder Anfang 2025 geplant. Die neuen Gaskraftwerke sollen nur noch übergangsweise mit Erdgas betrieben werden. Bis 2040 sollen schließlich alle Gaskraftwerke komplett auf Wasserstoff umgestellt werden. Sollte der geplante Ausbau des Wasserstoff-Kernnetzes nicht schnell genug voranschreiten und nicht genügend Wasserstoff zum Betrieb der Kraftwerke zur Verfügung stehen, können alternativ oder als Ergänzung auch andere klimaschonende Brennstoffe eingesetzt werden, z.B. Biomethan.

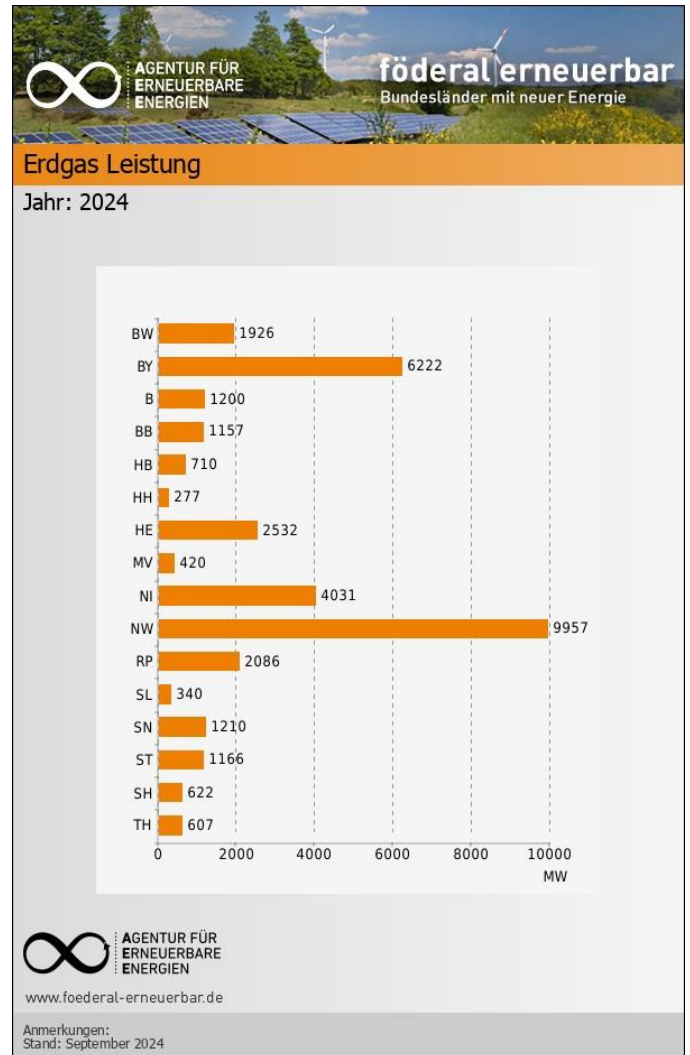
¹ „Grüner“ Wasserstoff wird aus Strom aus Erneuerbaren Energien hergestellt und gilt somit als klimaneutral. „Blauer“ Wasserstoff wird aus Erdgas gewonnen, indem das Element H₂ per Dampfreformierung abgeschieden wird. Das ebenfalls anfallenden CO₂ wird unterirdisch gelagert (CCS). Dadurch ist diese Form der Wasserstoffproduktion klimaschonend, allerdings nicht -neutral, da schon vorgelagert bei der Erdgasförderung und dem -transport erhebliche Mengen Treibhausgase entstehen.

3 REGELBARE KRAFTWERKE IN DEN BUNDESLÄNDERN

Angesichts der großen Umbrüche, vor denen der deutsche Kraftwerkspark durch den geplanten Kohleausstieg sowie durch die Umstellung von Erdgas auf CO₂-freien Wasserstoff steht, lohnt es sich einen Blick auf den Status quo in den Bundesländern zu werfen. Dadurch ergibt sich ein grober Ausblick auf die Herausforderungen, vor denen die einzelnen Bundesländer stehen.

Erdgaskraftwerke

Im Jahr 2024 sind in Deutschland Gaskraftwerke mit einer Gesamtleistung von ca. 34.500 Megawatt (MW) installiert.² Die höchste installierte Leistung mit fast 10.000 MW befindet sich in Nordrhein-Westfalen, dem Zentrum der deutschen Industrie. Dahinter folgen Bayern mit 6.222 MW und Niedersachsen mit 4.031 MW. An vierter und fünfter Stelle bei der installierten Erdgas-Leistung liegen Hessen und Rheinland-Pfalz. Rund 30.000 MW und fast 90 Prozent der Gaskraftwerkskapazitäten sind in den zehn westlichen Bundesländern installiert. Das einzige große westdeutsche Flächenland, indem Erdgas eine relativ geringe Rolle spielt, ist Baden-Württemberg. Hier wurde bisher vor allem auf Steinkohlekraftwerke gesetzt. In Schleswig-Holstein befindet sich zwar auch relativ wenig Erdgaskapazität, allerdings ist hier die fossile Kraftwerksleistung insgesamt gering. Der konventionelle Kraftwerkspark bestand hauptsächlich aus drei Atomkraftwerken, von denen zwei (Krümmel und Brunsbüttel) bereits nach der Reaktorkatastrophe in Fukushima im Jahr 2011 vom Netz gingen. Der letzte Meiler Brokdorf wurde Ende 2021 abgeschaltet. Brandenburg, Sachsen und Sachsen-Anhalt verfügen über eine Kapazität von rund 1.200 MW. Unter den Stadtstaaten weist Berlin mit 1.200 MW die höchste Leistung auf. In Berlin, Bremen und Hamburg nutzen alle Anlagen Wärmeauskopplung (KWK). Deutschlandweit sind 19.717 MW mit KWK ausgestattet. 20.206 MW der Kraftwerke sind Gasturbinen. Der Rest setzt sich aus Kondensationsmaschinen, Gegendruckmaschinen und Verbrennungsmotoren zusammen.

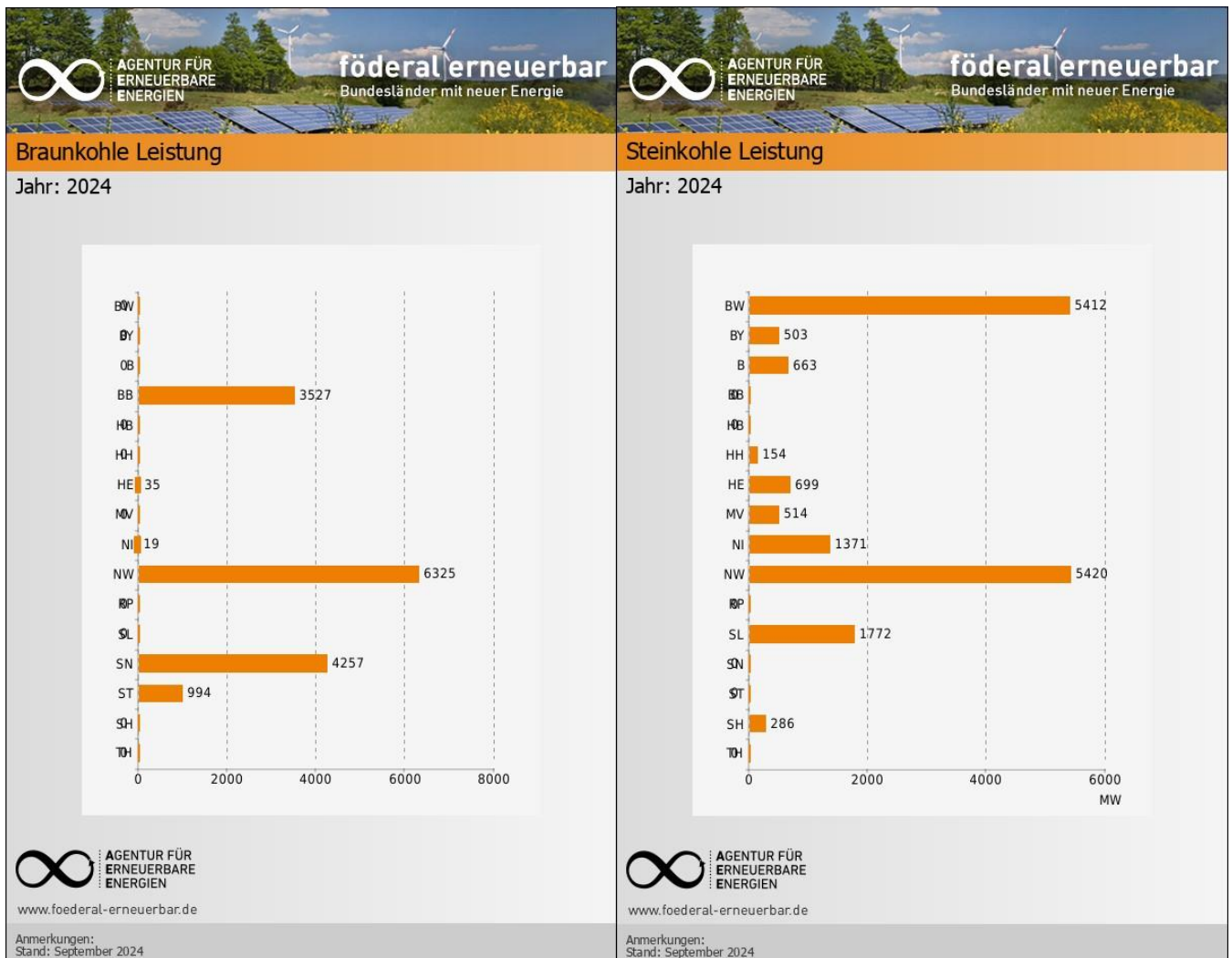


² Alle Daten beziehen sich auf das Marktstammdatenregister der Bundesnetzagentur. Stand: September 2024

Kohlekraftwerke

In Deutschland summiert sich die Braunkohlekapazität auf 15.157 MW. Die Kraftwerke verteilen sich auf nur vier Bundesländer: Nordrhein-Westfalen, Sachsen, Brandenburg und Sachsen-Anhalt. Sie wurden in unmittelbarer Nähe zu den Tagebaugebieten Rheinisches Revier, mitteldeutsches Revier und Lausitzer Revier errichtet, um die Transportwege kurz zu halten und so die Kosten der Stromerzeugung möglichst gering zu halten. An der Spitze der Kraftwerksleistung liegt Nordrhein-Westfalen mit 6.325 MW. In Sachsen stehen Kraftwerke mit einer Gesamtleistung von 4.257 MW, in Brandenburg 3.527 MW und in Sachsen-Anhalt 994 MW. Obwohl die Standorte der Kraftwerke in der Nähe der Tagebaue eine Wärmenutzung schwierig machen, verfügen nur zwei Anlagen mit einer kombinierten Leistung von 951 MW über keine Wärmeauskopplung.

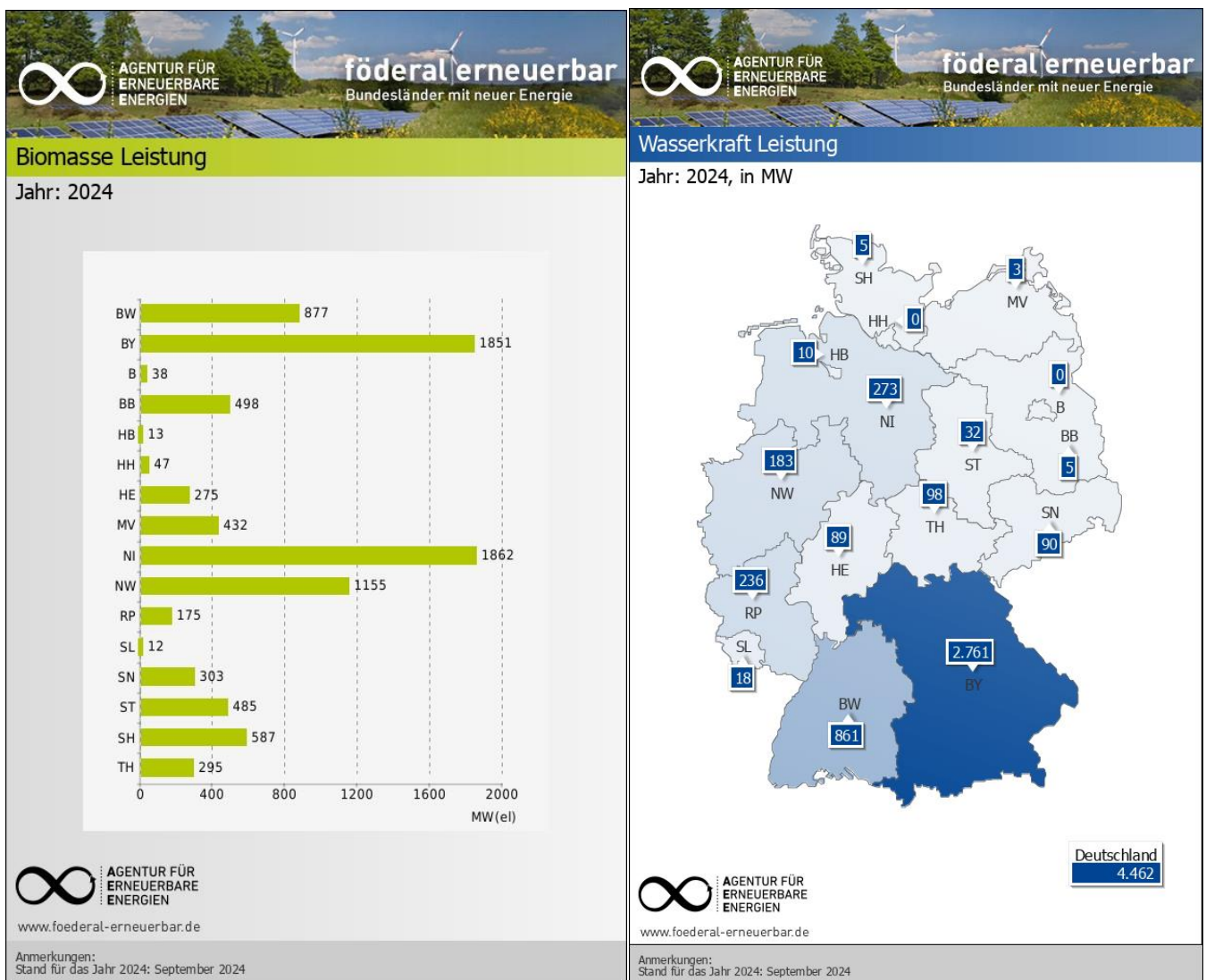
Die Steinkohlekraftwerke in Deutschland haben eine Gesamtleistung von 16.793 MW und damit etwas mehr als die Braunkohle. Fast zwei Drittel davon entfallen auf nur zwei Bundesländer: Nordrhein-Westfalen (5.420 MW) und Baden-Württemberg (5.412 MW). Dahinter folgen das Saarland (1.772 MW) und Niedersachsen (1.371 MW). Sechs Bundesländer nutzen diesen Energieträger zur Stromerzeugung nicht: Brandenburg, Bremen, Rheinland-Pfalz, Sachsen, Sachsen-Anhalt und Thüringen.



Biomasse und Wasserkraft

Der Bedarf an neuen Gaskraftwerken kann dadurch reduziert werden, indem andere Ausgleichsmöglichkeiten für Wind- und Solarenergie stärker erschlossen werden. Die Flexibilisierung von Biogasanlagen kann hier eine wichtige Rolle spielen. Der [Fachverband Biogas](#) spricht von einer möglichen Verdoppelung der bestehenden Biogasleistung von heute 6.000 auf 12.000 MW bis zum Jahr 2030. Ein zusätzlicher Anbau von Energiepflanzen sei dafür nicht nötig.

Insgesamt sind in Deutschland Biomasseanlagen mit einer Leistung von 8.904 MW installiert. Darunter fallen u.a. Biogasanlagen oder Holzheizkraftwerke. Davon entfielen mehr als die Hälfte alleine auf die drei Länder Niedersachsen (1.862 MW), Bayern (1.851 MW) und Nordrhein-Westfalen (1.155 MW). In den Stadtstaaten wird Biomasse nur in geringem Maße genutzt, da es wenig Land- und Forstwirtschaftsflächen gibt. Unter den Flächenländern spielt die Biomasse im Saarland (12 MW) die geringste Rolle.



Die Wasserkraft wird in erster Linie da genutzt, wo es sowohl Flüsse als auch Berge für das notwendige Gefälle gibt. Folglich stehen mit 2.761 MW mehr als die Hälfte der Wasserkraftleistung in Deutschland allein

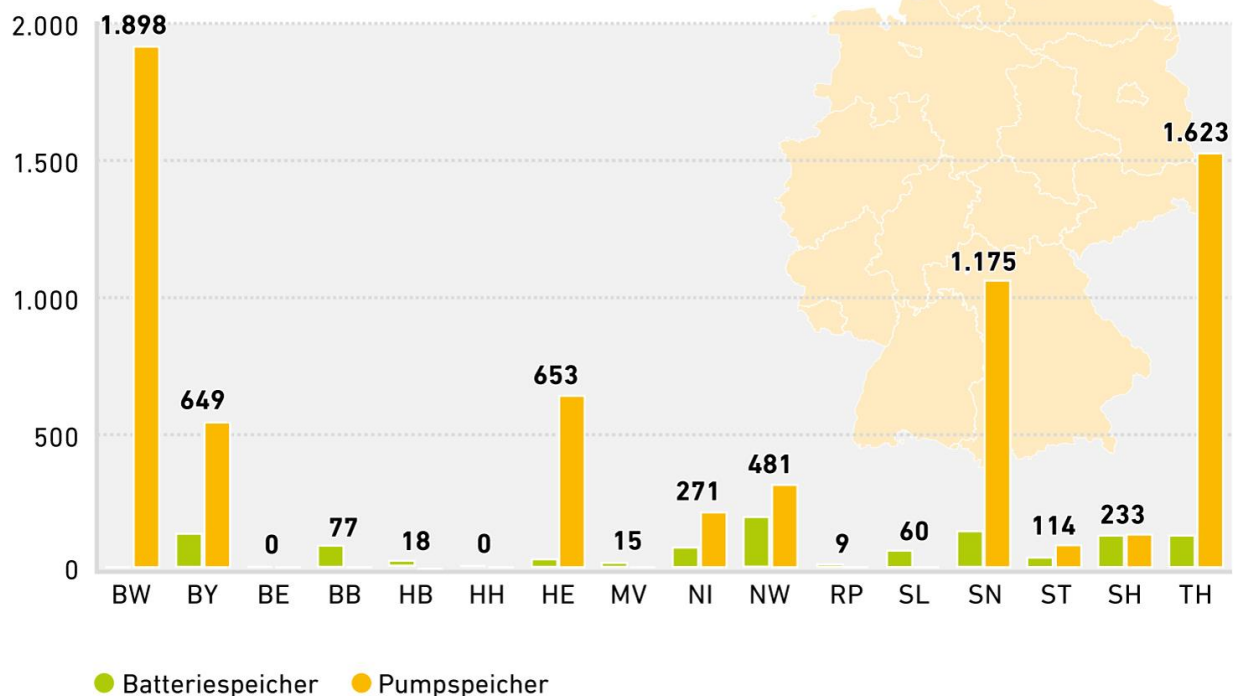
in Bayern. Außerdem spielt Wasserkraft in Baden-Württemberg (884 MW) eine große Rolle. Mit etwas größerem Abstand folgen Niedersachsen (273 MW), Rheinland-Pfalz (236 MW) und Nordrhein-Westfalen (183 MW).

4 STROMSPEICHER

Deutschland verfügt über eine Stromerzeugungskapazität mit Pumpspeicherkraftwerken in Höhe von etwas mehr als 6.304 MW. Das entspricht der Leistung von mehreren Großkraftwerken. Hinzu kommen Kraftwerke in Luxemburg und Österreich mit einer Leistung von 1.294 MW bzw. 2.331 MW, die ins deutsche Stromnetz einspeisen. Das größte Kraftwerk in Deutschland befindet sich in Thüringen: Das Pumpspeicherwerk Goldisthal mit einer Leistung von 1.060 MW. Das Bundesland verfügt auch über die zweithöchste Gesamtkapazität aller Länder mit 1.509 MW. An der Spitze liegt insgesamt Baden-Württemberg mit 1.898 MW. An den Stellen 3-5 folgen Sachsen (1.045 MW), Hessen (625 MW) und Bayern (528 MW). In sieben Bundesländern gibt es keine Pumpspeicherkraftwerke (Berlin, Brandenburg, Bremen, Hamburg, Mecklenburg-Vorpommern, Rheinland-Pfalz und im Saarland).

Leistung von Großspeichern in den Bundesländern

Megawatt

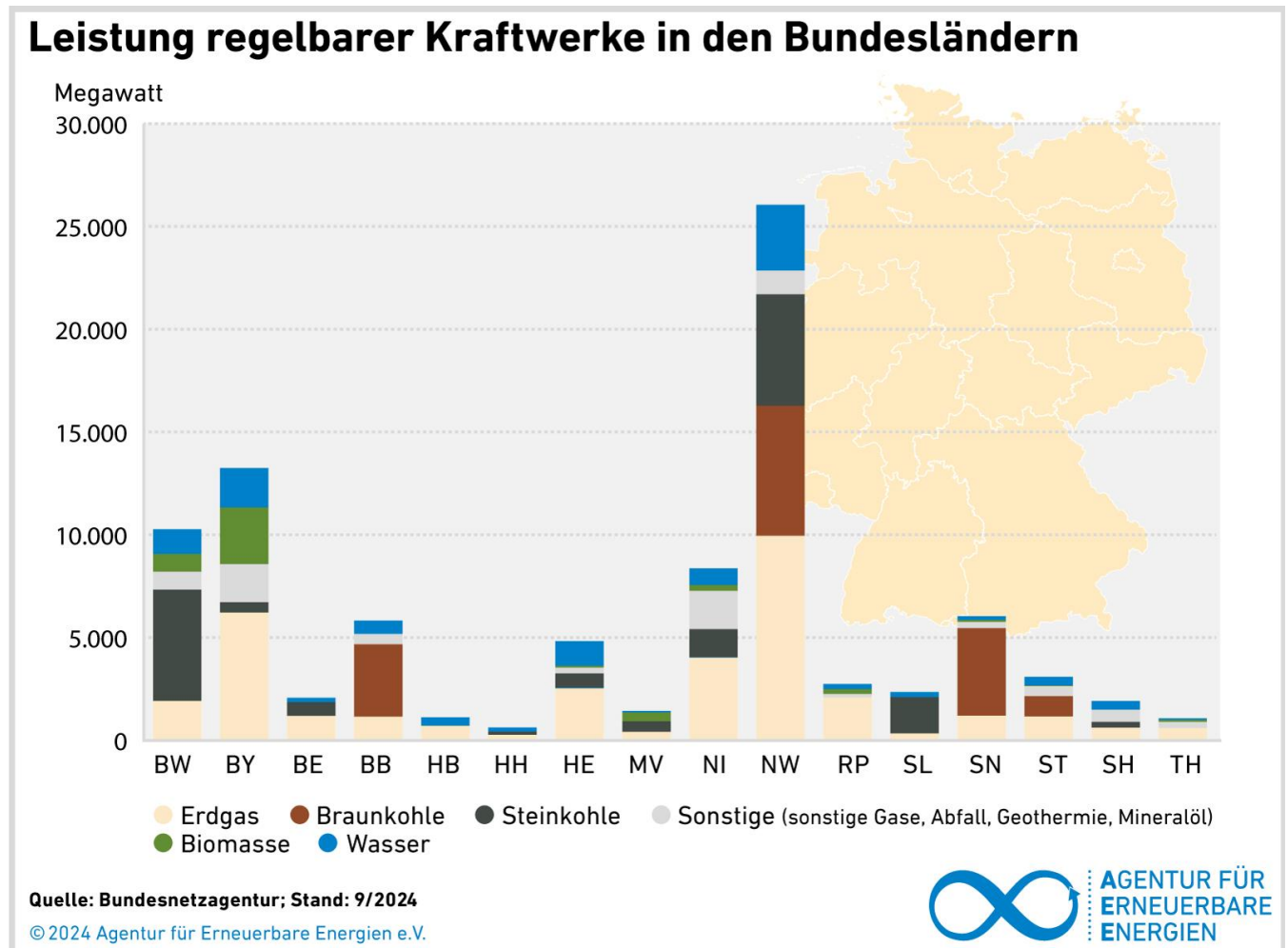


Quelle: Bundesnetzagentur; Stand: 9/2024

© 2024 Agentur für Erneuerbare Energien e.V.

Bei den großen Batteriespeichern mit einer Leistung von mehr als 1 MW³ ist Nordrhein-Westfalen mit 181 MW führend, gefolgt von Sachsen (130 MW), Bayern (121 MW), Schleswig-Holstein und Thüringen (beide 114 MW). In der Gesamtsumme befinden sich also die größten Speicherkapazitäten in Baden-Württemberg, Thüringen und Sachsen. Während das Potenzial an Pumpspeicherkraftwerken nahezu ausgeschöpft ist, wird sich der Ausbau von Batteriespeichern in den nächsten Jahren dynamisch nach oben entwickeln.

5 ÜBERBLICK DER STEUERBAREN KAPAZITÄTEN



³ Die Zahlen zu Speichern stammen aus der Kraftwerkliste der Bundesnetzagentur (Stand: April 2024). Bei den Batteriespeichern werden nur Großspeicher mit einer Mindestleistung von > 1 MW berücksichtigt. Kleine Batteriespeicher (Heimspeicher) machen zwar bereits einen relevanten Anteil an den gesamten Speicherkapazitäten aus und leisten einen Beitrag zur Netzstabilität, indem sie Mittagsspitzen bei der PV-Stromerzeugung abfangen, sie dienen aber meistens der Optimierung des Eigenverbrauchs in Verbindung mit Photovoltaikanlagen und speisen nicht ins öffentliche Stromnetz ein. Das kann sich aber in Zukunft ändern, wenn immer mehr kleine Einheiten zu einem Smart Grid zusammengeschaltet werden und vom Netzbetreiber als Flexibilitätsoption werden. In der Stromspeicherstrategie des Bundeswirtschaftsministeriums spielen sie deshalb eine zentrale Rolle.



Diese Hintergrundpapier wurde erstellt mit der Unterstützung der Bundesländer:



IMPRESSUM

Agentur für Erneuerbare Energien e.V.
EUREF Campus 16
10829 Berlin

Tel.: 030 200535 30
Fax: 030 200535 51

kontakt@unendlich-viel-energie.de

Autor*innen
Magnus Doms

V.i.S.d.P.
Dr. Robert Brandt

Juli 2024

Weitere Informationen
www.unendlich-viel-energie.de/