



## Daten und Berechnungsgrundlagen Strom

In den Karten des FIS Energieatlas und im Planungsrechner werden für die einzelnen Verwaltungsebenen NRWs Daten zu den Erneuerbaren Energien sowie ihrer Potenziale zur Verfügung gestellt. Im Folgenden wird erläutert, wie diese Daten ermittelt und berechnet wurden.

### Anlagendaten Erneuerbarer Stromsektor

Die Daten zu Stromproduzierenden Anlagen der Erneuerbaren Energien wurden aus einer Vielzahl von Datenquellen recherchiert. Sie werden einmal im Jahr vom LANUV aktualisiert und sind Grundlage der [Karte Bestand Erneuerbare Energien](#) sowie der Statistiken im [Erneuerbare Energien Rechner](#). Die Daten beinhalten alle Erneuerbaren-Energien-Anlagen, die bis zum 31.12. des jeweiligen Vorjahres ans Netz gegangen sind - aktuell also alle Anlagen bis zum 31.12.2016.

Die ausgewerteten Datenquellen sind im Einzelnen:

- ADDISweb – Abfaldeponiedaten-Informationssystem,
- AIDA – Informationsplattform Abfall in NRW,
- Bundesnetzagentur - Anlagenregister zu den Erneuerbaren Energien,
- ERIKA – Erhebungssystem über Internet zu Kläranlagenabfällen,
- Geobasis.NRW - Karten, Luftbilder und Datenaustausch mit den Geländevermessern,
- Interessensverband Grubengas e.V. (IVG) - Datenaustausch mit den Grubengasanlagenbetreibern,
- ISA - Informationssystem Stoffe und Anlagen,
- Landesverband der Erneuerbaren Energien e.V. (LEE) - Daten zu Windkraftanlagen,
- QUIS – Querbauwerke-Informationssystem,
- Stauanlagen-Datenbank NRW,
- Übertragungsnetzbetreiber Amprion GmbH und TenneT B V - Meldedaten nach EEG.

In der Karte Bestand sowie dem Planungsrechner veröffentlicht und den Statistiken zu Grunde gelegt werden aktuell produzierende Anlagen. Nicht dargestellt werden sich in Planung befindliche Anlagen oder in der Vergangenheit abgebaute. Eine Ausnahme bildet hier die Windkraft: in das Monitoring im Planungsrechner fließen hier auch in der Vergangenheit produzierende aber aktuell nicht mehr in Betrieb befindliche Windkraftanlagen



mit ein. Da von einigen Anlagen das Jahr der Außerbetriebnahme nicht bekannt ist, wird in diesen Fällen für die Statistiken eine Laufzeit von 10 Jahren angenommen.

## **Berechnete Parameter**

**Stromverbrauch:** Da nur für wenige Regionen exakte Verbrauchsdaten vorliegen, wird dieser nach folgendem Verfahren berechnet: In einem ersten Schritt wird der Gesamt-Stromverbrauch für NRW des jeweils aktuellsten Jahres (Quelle: IT.NRW) auf alle Einwohner NRWs umgelegt. Daraus errechnet sich ein Pro-Kopf-Stromverbrauch für jeden Einwohner. Anschließend wird dieser Wert mit der Einwohnerzahl der betreffenden Region multipliziert. Dabei werden jeweils die Bevölkerungszahlen des Vorjahres zu Grunde gelegt (Quelle: IT.NRW).

Sowohl Einwohnerzahl als auch Bruttobedarf an elektrischer Energie können sich jährlich ändern. Die Einwohnerzahlen wurden bis 2012 auf Basis der Volkszählung von 1987 fortgeschrieben. Ab 2013 erfolgt die Fortschreibung auf Basis von Zensus 2011. Durch die Umstellung können sich Sprünge ergeben im Vergleich zu früheren Veröffentlichungen im Energieatlas.

**Stromertrag:** Der Stromertrag stellt die Menge an produziertem Strom pro Jahr dar, die durch einen oder mehrere Energieträger bzw. Technologien produziert werden kann. Im Energieatlas werden in der Regel durchschnittliche Anlagenenerträge für die Erneuerbaren Energien dargestellt. Diese errechnen sich wie folgt.

*Wind:* Die Erträge der Windenergieanlagen werden anhand der Windverhältnisse am Standort und der Leistungskennlinien der Anlagen berechnet. Dieses Verfahren wurde im Rahmen einer [Masterarbeit](#) entwickelt, die am LANUV betreut wurde.

*Photovoltaik und Biomasse:* Die Stromerträge von Solarenergie und Biomasse werden mithilfe pauschaler Anlagenenerträge errechnet, die aus den EEG-Jahresabrechnungen der Übertragungsnetzbetreiber abgeleitet wurden. Diese liegen dem LANUV seit 2007 vor.

*Wasserkraft:* Der Stromertrag der Wasserkraft wurde im Rahmen der [Potenzialstudie Wasserkraft](#) anhand der installierten Leistungen und der Strömungsverhältnisse an den Standorten errechnet.

*Deponie- und Klärgas:* Die Erträge von Klär- und Deponiegas errechnen sich aus den jährlichen Gaserträgen der Anlagen gemäß einer Methodik, die in der [Potenzialstudie Biomasse](#) beschrieben wird.

**Leistung:** Die installierte Leistung bezeichnet die maximale Leistung, die von einer Anlage umgesetzt oder generiert werden kann. Für den Großteil der Anlagen ist die Leistung bekannt. Für einige wenige wird aus dem Stromertrag auf die Leistung zurück gerechnet. Zur jeweiligen Berechnungsmethodik siehe „Potenzialstudie Erneuerbare Energien – Teil 3: Biomasse-Energie“.

**Genutzte Fläche:** Die genutzte Fläche stellt die durch die Energieträger beanspruchte Fläche dar. Dabei muss die Fläche nicht ausschließlich durch den Energieträger in Anspruch

genommen werden, sondern kann zusätzlich anderen Nutzungen zur Verfügung stehen. Die durch den Energieträger genutzte Fläche errechnet sich wie folgt:

*Solar:* Für bestehende Anlagen wurde von Standard-Laborbedingungen ausgegangen, wonach für 1kWp – Leistung eine Fläche von 7 m<sup>2</sup> benötigt wird ([Potenzialstudie Solarenergie](#)).

- PV-Dach= Leistung [kWp] \* 7 m<sup>2</sup>: hier wird die durch die Solarmodule direkt belegte Fläche berechnet. Es wird durch den Energieträger im Falle der Dachflächen-PV allerdings überhaupt keine neue Fläche in Anspruch genommen, sondern eine bereits anderweitig genutzte Fläche (Wohnen, Gewerbe etc.) quasi noch einmal genutzt.
- PV-Freifläche: Leistung [kWp] \* 14 m<sup>2</sup>: Im Falle der Freiflächen-PV werden Solarmodule in der Regel in Richtung Süden aufgeständert, so dass nur 50% der eigentlichen horizontalen Fläche nutzbar ist. Somit werden 14 m<sup>2</sup> pro kWp benötigt. Die Fläche unter den Solarmodulen kann anderweitig genutzt werden, bspw. in der Landwirtschaft oder als Parkplatz (Solarcarports).

*Wind:* Damit sich Windenergieanlagen nicht gegenseitig „den Wind wegnehmen“ und die Anlagen insgesamt einen guten Feld(Park-)wirkungsgrad aufweisen, müssen sie bestimmte Mindestabstände zueinander einhalten. In der Windpotenzialstudie ([Potenzialstudie Wind](#)) wurden folgende Werte ermittelt:

- Bei einer Leistung <= 2000 kW pro Anlage = 10 ha
- ab einer Leistung > 2000 kW / Anlage: 15 ha

Die Flächeninanspruchnahme durch direkte Versiegelung unter einer Windkraftanlage liegt niedriger (zwischen 0,03 und 0,06 ha). Die nicht versiegelte Fläche um eine Windkraftanlage herum kann anderweitig genutzt werden, bspw. in der Land- und Forstwirtschaft.

*Biomasse:* Landwirtschaft: es wird eine landwirtschaftliche Fläche, die durch Nawaro belegt ist, angegeben. Siehe hierzu die Methodenbeschreibung in der [Potenzialstudie Bioenergie](#). Für Forst- und Abfallwirtschaft wird keine genutzte Fläche angegeben.

**Verhinderte CO<sub>2</sub>-Emissionen:** Dadurch dass Strom aus Erneuerbaren Energien den Strom aus fossilen Energieträgern ersetzt, werden Treibhausgasemissionen vermieden. Diese vermiedenen Treibhausgasemissionen werden in CO<sub>2</sub>-Äquivalenten angegeben. Das Umweltbundesamt veröffentlicht jährlich einen CO<sub>2</sub>-Äquivalent-Wert für den deutschen Strommix. Für 2013 lag dieser bei 535 g/kWh (Entwicklung der spezifischen CO<sub>2</sub>-Emissionen des deutschen Strommix in den Jahren 1990 - 2015, Umweltbundesamt 2016). Durch Multiplikation der Strommenge aus Erneuerbaren Energien mit dem CO<sub>2</sub>-Äquivalentwert des deutschen Strommixes werden die vermiedenen CO<sub>2</sub>-Emissionen errechnet. Im Planungsrechner werden sie als absolute Zahl und als %-Einsparung vom verfügbaren Potenzial angegeben.

**Treibhausgasemissionen:** Die Gesamtsumme der Treibhausgasemissionen in Nordrhein-Westfalen soll bis zum Jahr 2020 um mindestens 25 Prozent und bis zum Jahr 2050 um

mindestens 80 Prozent im Vergleich zu den Gesamtemissionen des Jahres 1990 verringert werden. Um dieses Ziel auf die unterschiedlichen Verwaltungsebenen herunter zu brechen, werden im Planungsrechner die Treibhausgasemissionen in NRW (Treibhausgas-Emissionsinventar NRW, Quelle: LANUV) mit Hilfe der Einwohnerzahlen auf die unterschiedlichen Verwaltungsebenen herunter gerechnet.

**Wertschöpfung:** Wertschöpfung ist kein fest definierter Begriff. Die Definition erfolgt hier in Anlehnung an die Annahmen einer durch das Institut für ökologische Wirtschaftsforschung Berlin veröffentlichten Studie als regionale Wertschöpfung (Hirschl et al. (2010): Kommunale Wertschöpfung durch Erneuerbare Energien. Berlin. Institut für ökologische Wirtschaftsforschung. Schriftenreihe des IÖW, 196): „Der Begriff der Wertschöpfung im Allgemeinen sowie der kommunalen Wertschöpfung im Speziellen wird sehr uneinheitlich verwendet. Wir definieren die „Schöpfung“ von ökonomischen Werten auf kommunaler Ebene als Zusammensetzung aus:

- den erzielten Gewinnen (nach Steuern) beteiligter Unternehmen,
- den Nettoeinkommen der beteiligten Beschäftigten und
- den auf Basis der betrachteten Wertschöpfungsschritte gezahlten Steuern.

Bei letzteren stehen bei kommunaler Betrachtung insbesondere die Gewerbesteuer auf die Unternehmensgewinne sowie die Steuern auf die Einkommen, die den Kommunen anteilig zurückfließt, im Vordergrund.“ (IÖW 2010)

Die regionale Wertschöpfung quantifiziert also das ökonomische Potenzial der Erneuerbaren Energieanlagen aus Planung, Bau und Betrieb einer Anlage zur Produktion Erneuerbarer Energien in einer zu definierenden Region. Es handelt sich dabei um die Differenz zwischen dem wirtschaftlichen Nutzen und dem finanziellen Aufwand (Vorleistungen und Wartung), den die Anlage verursacht. Berücksichtigt werden die einmaligen Investitionskosten (z. B. Planung und Installation), dauerhaften Nebenkosten (z. B. Wartung und Instandhaltung) sowie die Wertschöpfung für die Region (z. B. Steuern und Versicherungen). Errechnet wird zunächst die gesamte Wertschöpfung einer Anlage. Über Annahmen wird ermittelt, welcher Anteil der Region zugeschrieben werden kann. Über die Beschäftigtendaten nach Wirtschaftszweigen wird abgeschätzt, was regional auch durch entsprechende Branchen erarbeitet werden kann.

Dargestellt werden Parameter wie der Gewinn der Betreiber, die regionale Lohnsumme und der regionale Zinsanteil. Die Wertschöpfung zeichnet somit einen Geldfluss in einer Region auf.

Bei der Interpretation der Wertschöpfung muss beachtet werden, dass in einem betrachteten Jahr Geldflüsse auch mehrfach in die Summe einberechnet werden können (z. B. einmal als Lohn für den Handwerker und einmal als abgeführte Steuer). Darüber hinaus wurde angenommen, dass bei Vorhandensein einer entsprechenden Branchengruppe in einer Region der Auftrag auch dort erteilt wird. Je kleiner die Regionseinheit gewählt wird, desto „unschärfer“ wird aufgrund der getroffenen Annahmen das Ergebnis. Auf Ebene der Gemeinden wird darum empfohlen, auch die Wertschöpfung des betreffenden Kreises – in dem die Gemeinde liegt – in die Betrachtung mit einzubeziehen.

## Potenziale der Erneuerbaren Energien

Das LANUV führt im Auftrag des Klimaschutzministeriums (MKULNV) die Potenzialstudie Erneuerbare Energien durch. Die Teilstudien Wind, Solar und Biomasse wurden zwischen 2012 und 2014 veröffentlicht.

**Potenziale zur Windenergie:** Im Rahmen der Studie wurden alle landesweit verfügbaren Grundlagendaten gesammelt, die bei der Planung und Ausweisung von Flächen für die Windenergie laut Windenergie-Erlass NRW und weiterer Regelungen von Bedeutung sind. Darüber hinaus wurden Windfelder für Höhen, die dem aktuellen Stand der Technik entsprechen (100, 125, 135 und 150 m über Grund), berechnet und mit den Erträgen bestehender Windenergieanlagen validiert. Für die Potenzialanalyse sind Grundlagendaten, Windfelder sowie eine schalloptimierte Berechnung in eine GIS-gestützte Flächenanalyse eingeflossen. So konnten Flächen- und Ertragspotenziale auf Basis einer Standard-3MW-Windkraftanlage für die unterschiedlichen Verwaltungsebenen NRWs ermittelt werden. Die Potenziale wurden für drei Szenarien berechnet, die sich jeweils im Grad des Einbezugs der Waldflächen unterscheiden. Im Szenarienrechner kann der Anwender zwischen der Grundeinstellung (NRW-Leitszenario) oder den drei Auswahl-szenarien wählen.

Eine detaillierte Methodenbeschreibung ist in dem LANUV-Fachbericht 40 – Teil 1 Windenergie nachzulesen: [Link zur Potenzialstudie Erneuerbare Energien NRW - Teil 1 Windenergie](#)

**Potenziale zur Solarenergie:** Die Solarenergiepotenziale wurden auf Basis hochaufgelöster Laserscandaten und detaillierter Strahlungssimulation analysiert. Für die Dachflächen wurden 24 Modellgebiete flächenscharf untersucht und die Ergebnisse anschließend auf die Gemeinden in NRW hochgerechnet. Für die Analyse potenzieller Photovoltaik-Freiflächenstandorte wurden die Flächen in NRW, die nach dem zum Zeitpunkt der Studiererstellung aktuellen Erneuerbaren-Energien-Gesetz (EEG) förderungsfähig waren, betrachtet. Ausgewiesen wird das technische Potenzial von Dach- und Freiflächenphotovoltaik auf Basis von Anlagen nach dem heutigen Stand der Technik.

Eine detaillierte Methodenbeschreibung ist in dem LANUV-Fachbericht 40 – Teil 2 Solarenergie nachzulesen: [Link zur Potenzialstudie Erneuerbare Energien NRW - Teil 2 Solarenergie](#)

**Potenziale zur Bioenergie:** Die Potenziale der Bioenergie wurden für die drei Sektoren Land-, Forst- und Abfallwirtschaft auf Basis von Stoffströmen berechnet. Für die Potenzialberechnung wurde angenommen, dass die Energie auch dort produziert wird, wo der Energieträger entsteht. Anders als bei Wind oder Solar kann Bioenergie aber in einer Gemeinde produziert, in einer anderen Gemeinde dann verbraucht werden. Aus diesem Grunde kann es im Planungsrechner bei der Gegenüberstellung von durch reale Anlagen produzierter Energie und Bioenergiepotenzialen in vereinzelt Fällen dazu kommen, dass negative Gesamtpotenziale ausgewiesen werden.

Es wurden technisch machbare Biomasse- Potenziale für die drei Sektoren in einem minimalen, maximalen und einem NRW-Leitszenario berechnet. Dem NRW-Leitszenario

liegen Annahmen zu einem nachhaltigen und naturverträglichen Ausbau der energetischen Bioenergie-Nutzung zu Grunde.

Eine detaillierte Methodenbeschreibung ist in dem LANUV-Fachbericht 40 – Teil 3 Bioenergie nachzulesen: [Link zur Potenzialstudie Erneuerbare Energien NRW - Teil 3 Bioenergie](#)

**Potenziale zur Wasserkraft:** In der Potenzialstudie Wasserkraft wurde landesweit das noch ungenutzte Wasserkraftpotenzial an bestehenden Querbauwerken unter Berücksichtigung der Belange der Gewässerökologie und des Fischschutzes ermittelt. Die Berechnungen beziehen standörtliche Gegebenheiten wie Absturzhöhen, Ausbaudurchflüsse an der betrachteten Wasserkraftanlage ein.

Eine detaillierte Methodenbeschreibung ist in dem [LANUV-Fachbericht 40 – Teil 5 Wasserkraft](#) nachzulesen.

