



# Entwicklung eines Verfahrens zur Erstellung von Prognosen für die Energiebilanz NRW: Methodik und Ergebnisse

(Stand: 21.10.2021, Kurzbeschreibung)



## **Energiedaten NRW**



[www.energiedaten.nrw.de](http://www.energiedaten.nrw.de)

## Einleitung

Die Energiebilanzen NRW werden durch IT.NRW mit großem zeitlichen Verzug veröffentlicht. Im Herbst 2021 liegt als derzeit aktuellste Veröffentlichung die Energiebilanz für 2018 vor. Ziel des LANUV-Projektes „Prognosewerte für die Energiebilanz NRW“ ist es darum, die Lücke zwischen veröffentlichter Energiebilanz NRW und dem aktuellen Stand der Energiewende zu schließen. Dies wird zukünftig immer bedeutender, da die Energiewende deutlich an Dynamik gewinnen muss, um die angestrebten Klimaziele zu erreichen. Dieses Ziel verfolgen auch weitere Bundesländer mit ähnlichen Ansätzen [1,2].

Der erste Schritt der Prognosen der Energiebilanzen für NRW bezieht sich insbesondere auf den Endenergieverbrauch (EEV), weitere Stufen der Energiebilanz werden folgen.

## Methodik

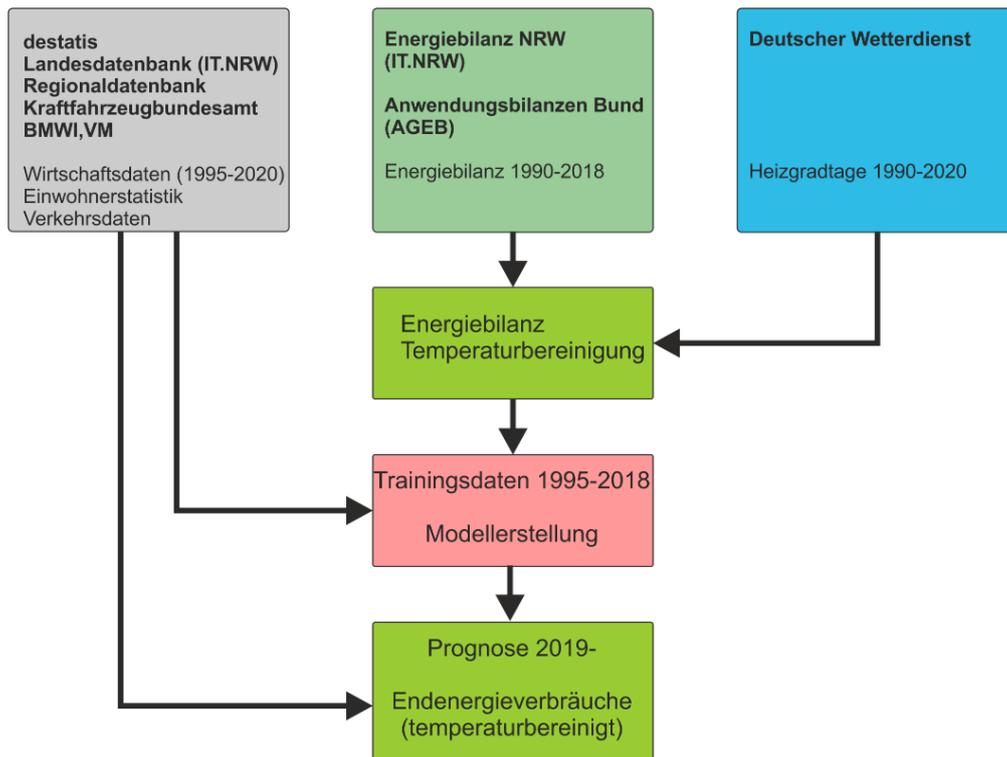
Die Endenergieverbräuche (EEV) 2019 werden für die aus der Energiebilanz bekannten Sektoren und Energieträger mit einer vom LANUV im Rahmen eines Projektes neu entwickelten statistischen Methode abgeschätzt. Die Prognosen stützen sich auf der Annahme, dass sich bestimmte Eingangsdaten wie Demographie, Wirtschaftstätigkeit, Mobilitäts- und Konsumverhalten (so genannte Prädiktoren) auf den Endenergieverbrauch (Zielgröße) auswirken. Dabei wird die kontinuierliche Steigerung der Energieeffizienz berücksichtigt. Sofern einzelne Daten bereits für jüngere Zeiträume vorliegen, können diese ebenfalls in die statistischen Modelle einfließen.

Als statistische Methode wurde die Hauptkomponentenregressionsanalyse [3] gewählt, einer Regressionsanalyse wird eine Hauptkomponentenanalyse vorgeschaltet. Aus den Korrelationen zwischen den Prädiktoren (Eingangsgrößen) und den Zielgrößen (Prognosewerte Endenergieverbräuche) werden Regressionsgleichungen ermittelt, die Vorhersagen erlauben. Die Hauptkomponentenanalyse als variablenreduzierendes Verfahren konvertiert die Vielzahl von Prädiktoren in eine geringe Anzahl von Hauptkomponenten die miteinander nur schwach korrelieren. So wird eine Überanpassung durch zu viele Prädiktoren und das Problem der Multikollinearität (starke Korrelation der Prädiktoren miteinander) vermieden.

Die methodischen Schritte zur Ableitung von Prognosewerten lassen sich wie folgt darstellen: Identifizieren, Aufbereiten von Zeitreihen (Eingangsdaten, Prädiktoren) die zur Aufstellung statistischer Prognosemodelle geeignet sind.

- Temperaturbereinigung der Endenergieverbräuche (EEV)
- Aufstellung der statistischen Modelle: Hauptkomponentenregression (PCR, *principal component regression*)
- Anwenden der statistischen Modelle: Berechnen der Zielgrößen (temperaturreinigte Endenergieverbräuche).
- Fortschreibung der Anteile der Energieträger
- Bewertung der Modellgüte
- Rückrechnung auf Endenergieverbräuche ohne Temperaturbereinigung
- Einbeziehung der bereits von IT.NRW vorliegenden Jahreserhebung über die Elektrizitäts- und Wärmeerzeugung für das jeweils prognostizierte Jahr

Je Wirtschaftssektor wird ein separates Hauptkomponentenregressionsmodell aufgestellt. Für die Jahre 1995 bis 2018 sind sowohl die Eingangsdaten als auch die Zielgrößen bekannt. Als Zielgrößen werden hier die temperaturbereinigten Endenergieverbräuche verwendet [4,5]. Dieser Zeitraum gilt als Trainingszeitraum für das jeweilige Hauptkomponentenregressionsmodell. Da für das Jahr 2019 die Eingangsdaten bekannt sind, können nun mittels der Regressionsgleichungen die Zielgrößen (EEV) ermittelt werden. Abschließend wird der Einfluss der Witterung wieder hinzugerechnet, um die realen Werte des Endenergieverbrauches zu prognostizieren (siehe auch **Abbildung** ).



**Abbildung 1:** Schematische Darstellung der Methodik

Im Bereich der Stromerzeugung liegen bereits die Jahresherhebungen für konventionell betriebene Kraftwerke vor. Für die Erneuerbaren Energien berechnet das LANUV schon bereits jetzt eine durchschnittliche Stromerzeugung für alle am Ende eines Jahres installierten Anlagen. Die Bruttostromerzeugung sowie der Nettostromverbrauch als prognostizierte Endenergieverbräuche können für 2019 ermittelt werden. Unter der Annahme, dass sich die Leitungsverluste und der Eigenverbrauch der Stromerzeugungseinheiten linear fortschreiben lassen, kann hieraus auch der Bruttostromverbrauch und die Nettostromerzeugung für 2019 ermittelt werden. Eine Abschätzung des Stromaustauschsaldos ist so ebenfalls möglich.

In den Diagrammen der [Energiedaten im Energieatlas NRW \(www.energieatlas.nrw.de\)](http://www.energieatlas.nrw.de) werden die Prognosewerte jeweils mit 2019(p) gekennzeichnet.

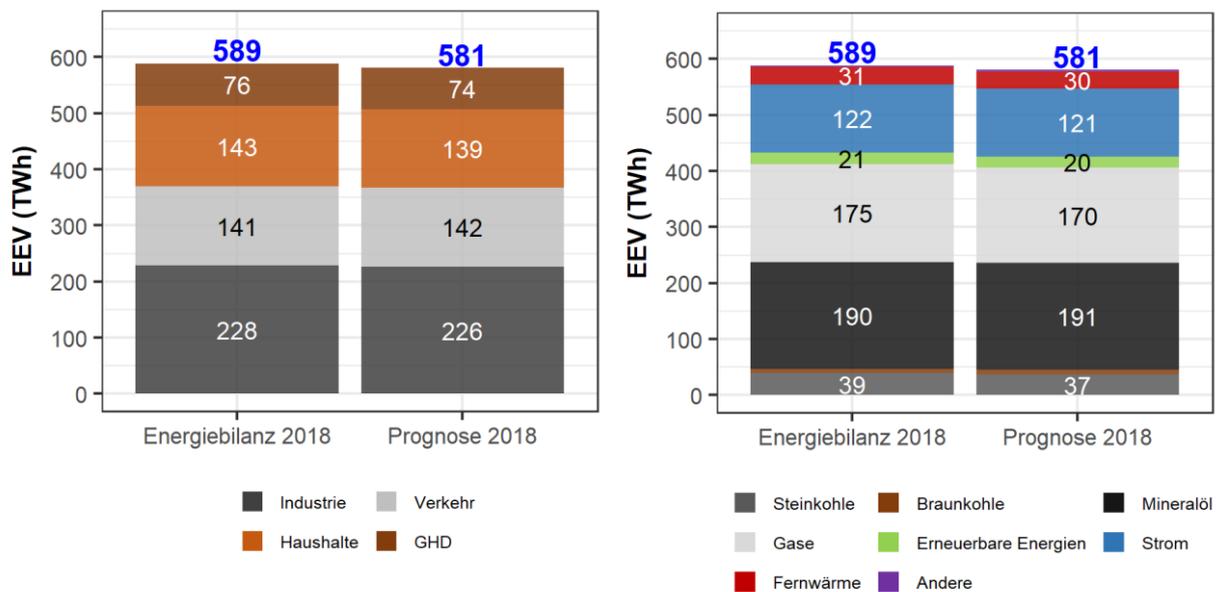
## Modelgüte

Um die „Treffsicherheit“ der Prognosen durch das statistische Verfahren abschätzen zu können, wurde die Methode für am Jahr 2018 erprobt. Hierfür wurde der Trainingszeitraum auf 1995-2017 verkürzt, um eine Prognose für das Jahr 2018 zu berechnen. Die Ergebnisse wurden anschließend mit den tatsächlichen Werten aus der Energiebilanz für 2018 verglichen (siehe **Abbildung 2**).

Der Endenergieverbrauch in 2018 betrug 588,7 TWh, die Prognose ergab 581,1 TWh. Es ergibt sich eine Abweichung von 7,6 TWh oder 1,3%. Die höchsten Abweichungen finden sich im Sektor private Haushalte (3,8 TWh bzw. 2,7%) und im Sektor Gewerbe, Handel und Dienstleistungen (2,0 TWh bzw. 2,7%).

Bezogen auf die einzelnen Energieträger bleiben die Abweichungen mit Ausnahme der Steinkohle und der Gase unter 1,3 TWh.

Die ermittelten Abweichungen liegen damit in einem tolerierbaren Rahmen und sind darüber hinaus vergleichbar mit den Prognosen anderer Bundesländer [1,2].

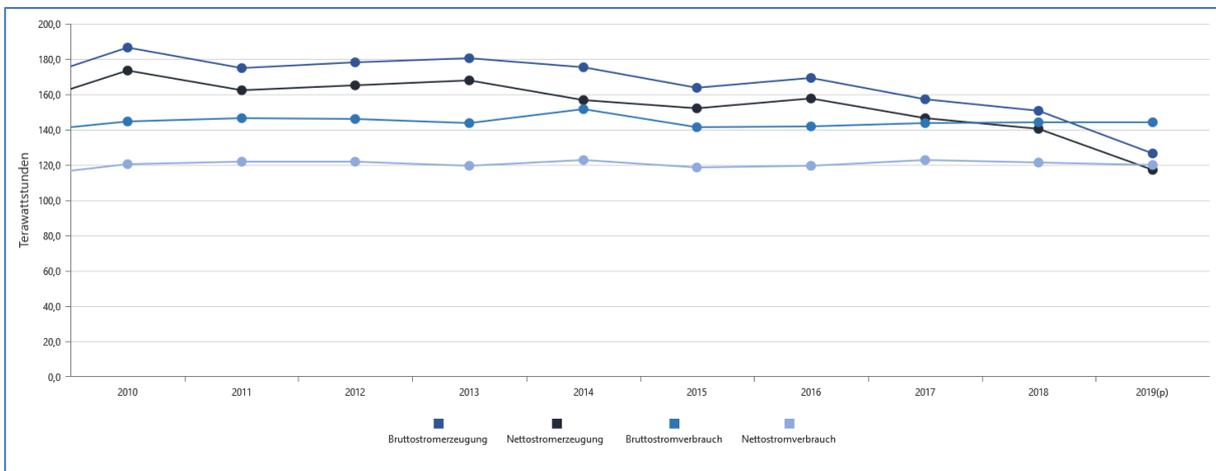


**Abbildung 2:** Energiebilanz (tatsächliche Werte) und Prognosewerte (modellierte Werte) in 2018.  
links: nach Wirtschaftssektoren; rechts: nach Energieträger  
(GHD: Gewerbe, Handel und Dienstleistungen)

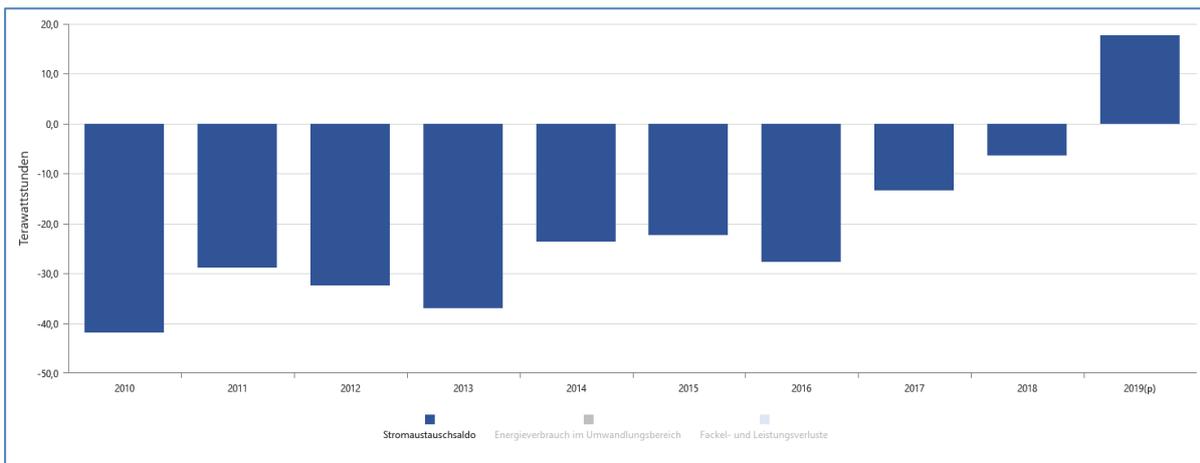
## Ergebnisse

Wichtigstes Ergebnis der Prognosen 2019 stellt die Reduzierung der Stromerzeugung bei nahezu gleichbleibendem Verbrauch dar (Abb. 1). Die Bruttostromerzeugung (BSE) sinkt deutlich von 150,9 TWh auf 126,8 TWh (-16%), während der Bruttostromverbrauch (BSV) mit 144,4 TWh (-0,1%) stagniert. Dieser Trend setzt sich seit einigen Jahren fort.

Der Unterschied zwischen stark sinkendem BSE und stagnierendem BSV muss durch eine Erhöhung des Stromaustauschsaldos ausgeglichen werden. Für 2019 wird folglich prognostiziert, dass NRW im Gegensatz zu den vergangenen Jahren keinen Strom mehr exportiert, sondern erstmals zum Stromimporteur wird: Wurden in 2018 noch 6,4 TWh exportiert, so werden in 2019 mit hoher Wahrscheinlichkeit etwa 17,6 TWh bzw. 12,2% des BSV importiert (siehe **Abbildung 3,4**).

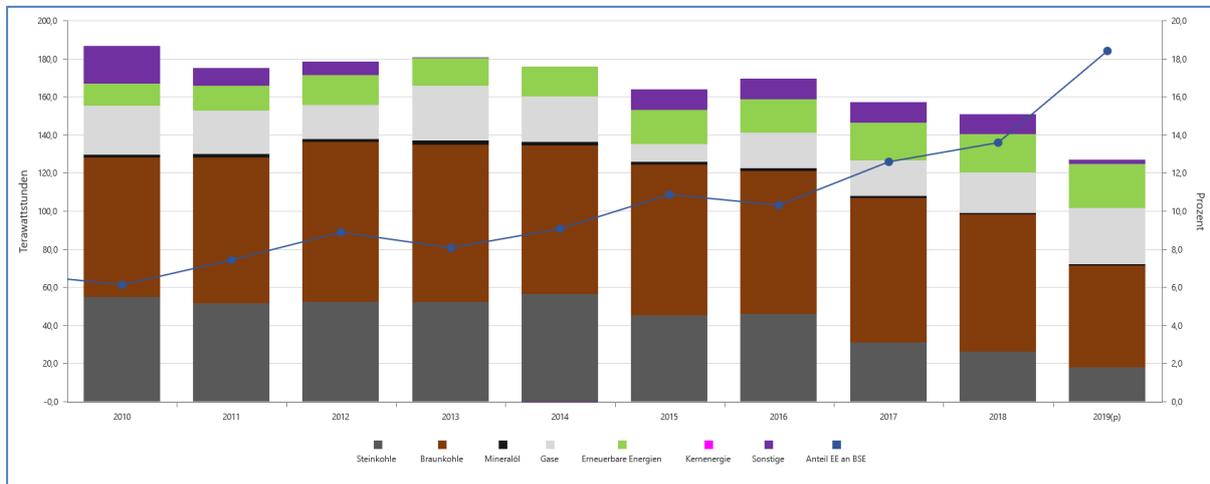


**Abbildung 3:** Darstellung der Stromerzeugung und -verbrauch unter der Rubrik Strom auf <https://www.energieatlas.nrw.de/site/werkzeuge/energiestatistik>



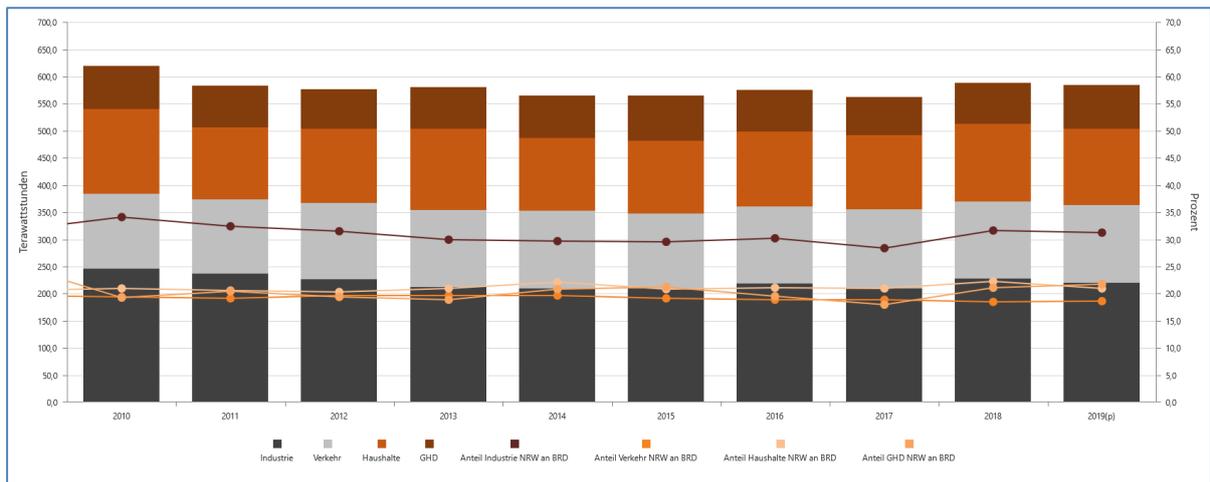
**Abbildung 4:** Darstellung des Stromaustauschsaldos im Diagramm Verluste im Umwandlungsbereich unter der Rubrik Strom auf <https://www.energieatlas.nrw.de/site/werkzeuge/energiestatistik>

Auch der Mix der Energieträger zur Stromerzeugung folgt dem Trend der letzten Jahre. Stein- und Braunkohle werden weiter zurückgefahren, Gaskraftwerke sind häufiger im Einsatz. Der Anteil der Erneuerbaren Energien an der Bruttostromerzeugung steigt auf 18,4 %, überwiegend aufgrund der geringeren Stromerzeugung (**Abbildung 5**).



**Abbildung 5:** Darstellung Energieträger zur Bruttostromerzeugung unter der Rubrik Strom auf <https://www.energieatlas.nrw.de/site/werkzeuge/energiestatistik>

Für 2019 werden für die Endenergieverbräuche in den Sektoren keine deutlichen Veränderungen prognostiziert. Der Anteil der Industrie sinkt leicht gegenüber 2018, in den anderen Sektoren ist eine leichte Steigerung zu verzeichnen (**Abbildung 6**). Auch die Aufteilung nach Energieträgern zeigt gegenüber den Vorjahren nur leichte Schwankungen.



**Abbildung 6:** Geplante Darstellung des Endenergieverbrauches nach Sektoren unter der Rubrik Energiegewinnung und Energieverbrauch auf <https://www.energieatlas.nrw.de/site/werkzeuge/energiestatistik>

## Ausblick

Die Prognose der Endenergieverbräuche 2019 stellt einen ersten wesentlichen Schritt im Sinne der Generierung einer kontinuierlichen und zeitnahen Bereitstellung der Energiedaten NRW dar. Es ist geplant, die Methodik für die weiteren Stufen der Energiebilanz wie der Umwandlungsbilanz, dem Primärenergieverbrauch und der -gewinnung anzupassen und dann jährlich fortzuschreiben.

Aufgrund der erheblichen Auswirkungen der Pandemie auf alle Bereiche des öffentlichen Lebens ist es aktuell jedoch aus fachlichen Gründen nicht sinnvoll, für das Jahr 2020 Prognosen zu erstellen. Da die statistischen Daten aufgrund der besonderen Situation in der aktuellen Corona-Pandemie mit hohen Unsicherheiten behaftet sind, wären die Ergebnisse der Berechnungen zurzeit nicht belastbar. Valide Prognosen für 2020 und auch 2021 bedingen einen höheren Anteil von real erfassten Daten. Diese werden voraussichtlich im Herbst verfügbar, aber vermutlich ungenauer als die für 2019 sein.

Für den Bereich Strom wird derzeit vom LANUV das Projekt Strommonitoring NRW durchgeführt. Der Stromverbrauch und die Stromerzeugung für NRW sollen jeweils tagesaktuell aus Marktdaten ermittelt werden, aufgeschlüsselt nach den einzelnen Energieträgern. Prognosen für den Bereich Strom der Energiebilanz wären dann sehr zeitnah verfügbar. Erste Ergebnisse werden Ende 2021 erwartet.

## Literatur

- [1] HA Hessen Agentur GmbH, 2019: Energiewende in Hessen – Monitoringbericht 2019. Hessisches Ministerium für Wirtschaft, Energie, Verkehr und Wohnen.
- [2] Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft, Landesentwicklung und Energie. Monitoringbericht 2020 - Zum Umbau der Energieversorgung Bayerns, 2020.
- [3] Fahrmeir, Ludwig, Kneib, Thomas und Lang, Stefan: Lineare Regressionsmodelle. In: Regression, Kapitel 3, Seiten 59–198. Springer Verlag, Berlin, 2009.
- [3] VDI-Richtlinie 4710 Blatt 2, 2007: Meteorologische Daten in der technischen Gebäudeausrüstung – Gradtage.
- [4] VDI-Richtlinie 3807 Blatt 2, 2014: Verbrauchskennwerte für Gebäude – Verbrauchskennwerte für Heizenergie, Strom und Wasser.