

Wie die methodischen Schwächen der aktuellen Qualitätsregulierung verbessert werden könnten

Jannis Kronmüller und Elyahu Roi Navon

Die Bundesnetzagentur beabsichtigt innerhalb des NEST-Prozesses eine Weiterentwicklung der Regulierung der Versorgungsqualität, will jedoch im Bereich der Qualitätsregulierung für Netzzuverlässigkeit – dem derzeitigen Qualitätselement – an der bisherigen Methodik festhalten. Diese Methodik hat konzeptionelle und statistische Schwächen, die dazu führen, dass die von der Behörde jährlich festgelegten Referenzwerte unzuverlässig sind. Die Schwächen der angewendeten Methodik haben in den vergangenen Jahren zugenommen, wie in diesem Artikel auf Basis veröffentlichter Daten zum Qualitätselement gezeigt wird. Darüber hinaus demonstrieren die Autoren, wie eine Verbesserung der sog. Referenzfunktion durch eine Erweiterung mit gebietsstrukturellen Merkmalen erfolgen kann.

Der Anfang 2024 gestartete NEST-Prozess der Bundesnetzagentur soll wesentliche Elemente der Netzregulierung vereinfachen und weiterentwickeln. In einem Eckpunktepapier vom Oktober letzten Jahres hat die Behörde nun erste Überlegungen zur neuen Qualitätsregulierung vorgestellt [1]. Das Eckpunktepapier widmet sich größtenteils Fragen rund um die Einführung der sog. Energiewendekompetenz als zusätzlichem neuen Element in der Qualitätsregulierung. Vertiefte Überlegungen zur bisherigen Regulierung der Netzzuverlässigkeit enthält das Eckpunktepapier nicht. Der identifizierte Handlungsbedarf in Bezug auf die Regulierung der Netzzuverlässigkeit beschränkt sich auf mögliche Anpassungen und Einschränkungen bei der Einstufung von Versorgungsunterbrechungen unter den Störungsanlass der höheren Gewalt. Versorgungsunterbrechungen, die dem Störungsanlass höhere Gewalt zugeordnet werden, bleiben bei der Qualitätsregulierung unberücksichtigt.

Die bisherige Regulierung der Netzzuverlässigkeit sieht eine Ermittlung von Referenzwerten vor. Bei einem Unter- bzw. Überschreiten der Referenzwerte resultiert für den Netzbetreiber eine Bonus- bzw. Maluszahlung. Durch diese Vorgehensweise sollen wirtschaftliche Anreize für ein optimales Qualitätsniveau gesetzt werden. Es werden individuelle Referenzwerte vorgegeben, die unterschiedliche marginale Kosten einer Qualitätsverbesserung bei den Netzbetreibern berücksichtigen.

Die aktuelle methodische Ermittlung der Referenzwerte betrachtet nur die Lastdichte als exogenes Merkmal und insbesondere für Netzbetreiber mit geringer Lastdichte ist

der Erklärungsgehalt des statistischen Zusammenhangs gering. Damit werden die marginalen Kosten einer Verbesserung der Versorgungsqualität nicht hinreichend gut berücksichtigt. Wir zeigen im Folgenden auf, dass durch die Berücksichtigung weiterer exogener gebietsstruktureller Merkmale die Ermittlung der Referenzwerte deutlich verbessert werden kann.

Die aktuelle Qualitätsregulierung der Stromnetzbetreiber

Seit 2012 gibt es innerhalb der Anreizregulierung das Qualitätselement für Stromnetzbetreiber. Je nach Qualitätsniveau erhöht (Bonus) oder schmälert (Malus) das Qualitätselement die jährliche Erlösobergrenze des Netzbetreibers. Das Qualitätselement ist erforderlich, damit der in der Anreizregulierung angelegte Effizienzdruck nicht zu Lasten der Versorgungsqualität geht. Für die Ermittlung des wirtschaftlichen Anreizes über die Bonus-/Malus-Regelung werden die Versorgungsunterbrechungen der einzelnen Stromnetzbetreiber als Grundlage herangezogen.

Es wird eine Kennzahl der durchschnittlichen Versorgungsunterbrechung gebildet. Der System Average Interruption Duration Index (SAIDI) wird hierbei für die Qualität der Niederspannungsebene gewählt und der Average System Interruption Duration Index (ASIDI) für die Mittelspannungsebene herangezogen. Die Kennzahlen geben jeweils an, in wie vielen Minuten im Durchschnitt pro Kunde und innerhalb eines Jahres das Stromnetz nicht verfügbar war. Auf der Niederspannungsebene wird der gewichtete Durchschnitt des SAIDI als einheitlicher

Referenzwert vorgegeben. Auf der Mittelspannungsebene wird ein netzbetreiberindividueller Referenzwert bestimmt.

Bei der Ermittlung der netzbetreiberindividuellen Referenzwerte sollen strukturelle Unterschiede der Netzgebiete berücksichtigt werden, um eine Vergleichbarkeit der Netzbetreiber herbeizuführen. Das einzige Merkmal, das hierbei bislang berücksichtigt wird, ist die sog. Lastdichte (Verhältnis von zeitgleicher Jahreshöchstlast zur geografischen Fläche eines Netzgebietes). Für die Ermittlung des individuellen Referenzwertes wurde auf Basis von ingenieurwissenschaftlichen Überlegungen ein nicht-linearer Zusammenhang zwischen den ASIDI-Werten und der Lastdichte abgeleitet [2]. In der Referenzfunktion wird dieser Zusammenhang mathematisch ausgedrückt und die jährliche Anpassung dieser Funktion bestimmt über die netzbetreiberindividuellen Referenzwerte. Hierzu wird die folgende Referenzfunktion unter Verwendung einer nicht-linearen Regressionsanalyse geschätzt [3]:

$$ASIDI = a + \frac{b}{Lastdichte^c} \quad (1)$$

Dabei werden die Parameter a, b und c bestimmt, die für die Form der Referenzfunktion und somit auch für die Bonus-/Maluszahlungen der Netzbetreiber entscheidend sind. Weitere Merkmale der Versorgungsaufgabe neben der Lastdichte werden nicht betrachtet, obwohl dies zunehmend geboten erscheint. Die Diskussion, dass weitere Parameter geprüft und berücksichtigt werden sollen, ist in diesem Zusammenhang nicht neu [4]. Unberücksichtigte, aber für die Versorgungsqualität relevante Struktur-

merkmale, führen dabei zu ungerechtfertigten Bonus-/Malus-Zahlungen.

Schwächen der aktuellen Referenzfunktion

Seit Dezember 2022 veröffentlicht die Bundesnetzagentur die Daten zum Qualitätselement. Enthalten sind in dieser Veröffentlichung alle Angaben, die für die Berechnung der Bonus-/Malus-Zahlungen notwendig sind. Bisher liegen Daten für die Jahre 2022, 2023 und 2024 vor [5]. Die Veröffentlichung umfasst Angaben von ca. 200 Stromnetzbetreibern im Zuständigkeitsbereich der Bundesnetzagentur und einzelner Landesregulierungsbehörden. Mit den veröffentlichten Daten ist es möglich, die Referenzfunktion der jeweiligen Jahre nachzubilden. Die notwendigen Angaben zum ASIDI, der Lastdichte und auch den entsprechenden Letztverbrauchern für die Gewichtung innerhalb des Schätzverfahrens sind in den Daten enthalten. Für die Festlegung des Qualitätselementes 2025 wurde den Stromnetzbetreibern außerdem bereits die neue Referenzfunktion unter Angabe der statistischen Ergebnisse mitgeteilt, die dazugehörigen Daten wurden bislang allerdings noch nicht veröffentlicht.

In Abb. 1 ist die geschätzte Referenzfunktion des Jahres 2022 mit den dazugehörigen Beobachtungswerten dargestellt. Diejenigen Stromnetzbetreiber, deren ASIDI-Wert unterhalb der Referenzkurve liegt, erhalten einen Bonus. Umgekehrt ergibt sich für Stromnetzbetreiber mit einem ASIDI-Wert oberhalb der Referenzkurve ein Malus. Einige Stromnetzbetreiber, insbesondere im Bereich geringer Lastdichte, weisen höhere ASIDI-Werte auf als Netzbetreiber im Bereich größerer Lastdichte. Dieser Verlauf soll grundsätzlich durch den funktionalen Zusammenhang in (1) beschrieben werden.

Die meisten Netzbetreiber mit hohen Werten für den ASIDI befinden sich im Bereich der geringen Lastdichte. Es ist jedoch zu erkennen, dass der Zusammenhang für einen großen Teil der Netzbetreiber keine Gültigkeit besitzt. So gibt es auch viele Netzbetreiber, die trotz geringer Lastdichte einen niedrigen ASIDI aufweisen. Der unterstellte Zusammenhang scheint zumindest ohne die Berücksichtigung weiterer struktureller Unterschiede der Netzgebiete keine allgemeine

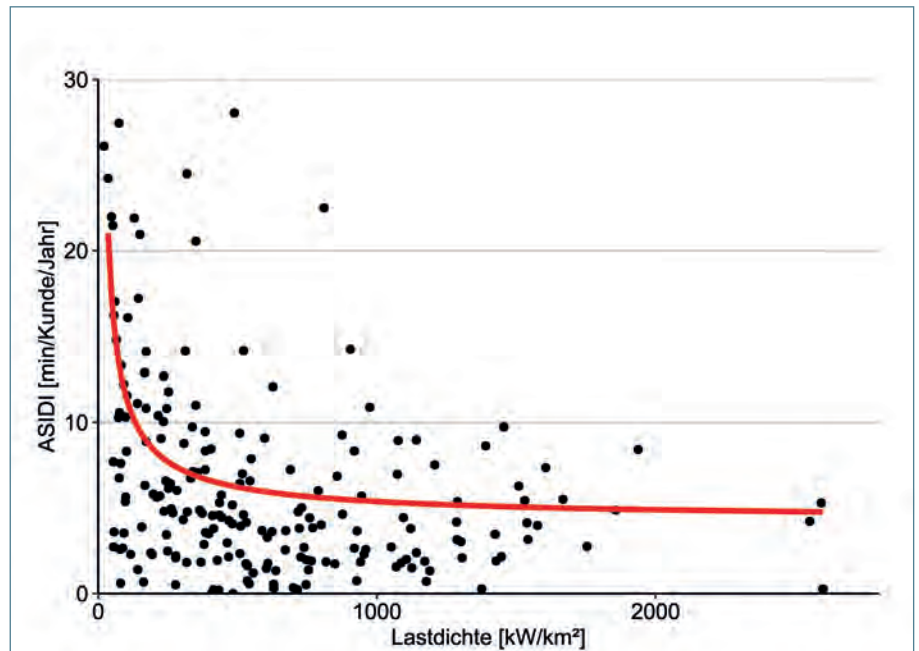


Abb. 1 Referenzfunktion des Jahres 2022 mit den zugehörigen Beobachtungswerten

Quelle: eigene Darstellung

Gültigkeit zu besitzen. Vielmehr legt die starke Streuung der ASIDI-Werte im Bereich der geringen Lastdichte nahe, dass das bisherige Modell mit nur einer Erklärungsvariablen die tatsächlichen ASIDI der Netzbetreiber nicht ausreichend gut erklären kann. Zumindest für den Bereich der geringen Lastdichte scheint die Berücksichtigung weiterer Strukturmerkmale notwendig.

Neben der grundsätzlich mangelnden Fähigkeit des aktuellen Modells, die vorliegenden ASIDI-Werte ausreichend zu erklären, deuten

auch die entsprechenden statistischen Beurteilungskriterien auf zunehmend schlechter werdende Ergebnisse und Eigenschaften der Regression hin. In Tab. 1 sind die zentralen statistischen Ergebnisse für die Referenzfunktionen der Jahre 2022 bis 2025 zusammengefasst. Es ist zu sehen, dass die Schätzungen der Parameterwerte über die Zeit instabil sind. Alle Parameterwerte a , b und c nehmen im Zeitraum 2022 bis 2025 deutlich ab. Darüber hinaus verschwindet die statistische Signifikanz der Parameter a und c . Die starken Änderungen innerhalb

	Abhängige Variable: Lastdichte			
	2022 (1)	2023 (2)	2024 (3)	2025 (4)
a	4,25*** (0,85)	2,09 (1,85)	1,8 (2,45)	-0,18 (4,81)
b	297,04 (144,33)	90,71* (40,65)	76,08* (37,47)	55,54* (23,41)
c	0,81*** (0,14)	0,5*** (0,14)	0,45** (0,17)	0,33 (0,18)
Beobachtungen	202	203	195	197
R^2	0,51	0,46	0,40	0,36
AIC	1354,13	1348,78	1317,43	1359,8

Signifikanz Codes: 0 '****' 0.001 '***' 0.01 '**' 0.05 '*' 0.1 '.' 1

Anmerkung: Ergebnisse der Jahre 2022 bis 2024 aus eigener Berechnung. Für das 2025 wurden die Ergebnisse dem Berichtsentwurf zur Bestimmung des Qualitätselementes 2025 mit Stand 10. Oktober 2025 entnommen

Tab. 1 Statistische Ergebnisse der Referenzfunktionen der Jahre 2022, 2023, 2024 und 2025

des kurzen Zeitraums erscheinen ungewöhnlich und deshalb erklärungsbedürftig.

Der Parameter a ist interpretierbar als das Grundniveau an Versorgungsunterbrechungen, das unabhängig von der Höhe der jeweiligen Lastdichte vorhanden ist. Der geschätzte Wert liegt im Jahr 2022 bei 4,25 und für das Jahr 2025 bei -0,18. Das stellt ein um 4,43 Ausfallminuten geringeres Grundniveau der Versorgungsunterbrechungen innerhalb von nur drei Jahren dar. Dieser Rückgang erscheint auffallend hoch. Der Parameter c entscheidet über die Geschwindigkeit, mit der die Referenzfunktion für niedrige Lastdichten ansteigt. Eine Änderung von 0,81 auf 0,33 impliziert eine auffallend deutliche Veränderung des Kurvenverlaufs im niedrigen Bereich der Lastdichte.

Eine weitere fragwürdige Eigenschaft ist das Absinken des Grundniveaus an Versorgungsunterbrechungen auf einen negativen Wert im Jahr 2025. Eine sinnvolle Interpretation ergibt sich hierbei nicht, da ein negativer Parameterwert für große Werte der Lastdichte einen negativen Referenzwert impliziert. Zwar liegen die Lastdichten mit einem negativen Referenzwert noch oberhalb von Lastdichten, die in der Realität zu beobachten sind, die Beobachtung zeigt jedoch, dass die Modellergebnisse hier nicht mit den zugrunde liegenden Modellannahmen übereinstimmen. Solche Veränderungen der zentralen Parameterwerte des Modells zwischen einzelnen Jahren lassen auf eine nicht optimale Spezifikation des Modells oder eine substanziell veränderte Datenlage schließen. Es ist sicherlich möglich, dass ein geänderter Einsatz von Technologien den Zusammenhang von Lastdichte und ASIDI verändert hat. Gleichwohl wäre es überraschend, wenn es in einer eher von langfristigen Investitionen geprägten Branche zu einer derart stark veränderten Beziehung von Lastdichte und Versorgungsunterbrechungen käme, und dies innerhalb von drei Jahren.

Bei der Beurteilung der Modellgüte wurde im Rahmen des Qualitätselementes häufig das Bestimmtheitsmaß R^2 herangezogen. Dieses Bestimmtheitsmaß ist grundsätzlich auf einem ordentlichen Niveau, nimmt jedoch im Verlauf der letzten Jahre deutlich ab. Das R^2 ist aber bei einem nicht-linearen Modell von nur eingeschränkter Aussagekraft, da sich die für das Bestimmtheitsmaß relevanten

Größen nicht wie in einem linearen Modell additiv verhalten [6]. Deshalb wird insbesondere bei nicht-linearen Modellen in der Wissenschaft der Fokus stärker auf das Akaike Informationskriterium (AIC) gelegt [7]. Im Abschnitt zur Erweiterung der Referenzfunktion wird auf das AIC näher eingegangen.

Zusammenfassend ist festzuhalten, dass das aktuell verwendete Modell die Heterogenität insbesondere der Netzbetreiber mit geringer Lastdichte nicht ausreichend erklären kann. Darüber hinaus leidet das Modell zunehmend an Schwächen, die eine nicht optimale Spezifikation nahelegen. Dies führt dazu, dass die Referenzwerte nicht zuverlässig geschätzt werden und die relevanten Strukturmerkmale im Modell keine Berücksichtigung finden. Zwangsläufig führt das zu individuell zu hohen bzw. zu niedrigen Referenzwerten, die wiederum zu ungerechtfertigten Malus- bzw. Bonuszahlungen führen.

Konzeptionelle Überprüfung der Referenzfunktion

Bei der Auswahl der strukturellen Einflüsse soll grundsätzlich der Zusammenhang zwischen der exogen vorgegebenen Versorgungsaufgabe und der daraus resultierenden Netzzuverlässigkeit betrachtet werden. Bisher wurde die Lastdichte als einziges Strukturmerkmal verwendet, um Unterschiede der ASIDI-Werte zwischen den Netzbetreibern zu erklären. Es ist aber davon auszugehen, dass die Lastdichte nicht der einzige exogene Einfluss auf die Anzahl und Dauer von Versorgungsunterbrechungen bei den Netzbetreibern ist und sich auch andere strukturelle Merkmale des Netzgebietes auf die Netzzuverlässigkeit auswirken.

Ein naheliegendes gebietsstrukturelle Merkmal ist die Höhenlage eines Netzgebietes. Es ist anzunehmen, dass mit zunehmender

Höhenlage Witterungseinflüsse (insbesondere höhere Windgeschwindigkeiten) die Häufigkeit und Dauer von Versorgungsunterbrechungen ansteigen lassen. Es wäre daher zu erwarten, dass zwei Netzbetreiber mit identischer Lastdichte, aber mit einer unterschiedlichen Höhenlage des Netzgebietes abweichende ASIDI-Werte aufweisen. Mit dem bisherigen Vorgehen bei der Bestimmung des Qualitätselementes würden beide Netzbetreiber aber denselben Referenzwert erhalten, der für die Bestimmung der Bonus-/Malus-Zahlung ausschlaggebend ist. Diese Vorgehensweise behandelt beide Netzbetreiber gleich, obwohl aufgrund objektiver und exogener Merkmale des Netzgebietes ein individuell unterschiedlicher Referenzwert sachrichtig wäre.

Da jedoch die marginalen Kosten einer Verbesserung der Versorgungsqualität in Netzgebieten mit witterungsbedingten Erschwernissen deutlich höher liegen, müssen diese exogen verursachten Kostenunterschiede bei der Festlegung der Referenzwerte berücksichtigt werden. Netzbetreiber in topologisch ungünstigeren Regionen würde ein höherer Referenzwert zugewiesen werden. Topografische Gegebenheiten wurden in den bisherigen Veröffentlichungen und Gutachten empirisch nicht näher betrachtet, obwohl gebietsstrukturelle Daten eines Netzgebietes im Rahmen des Effizienzvergleichs erhoben und von der Bundesnetzagentur plausibilisiert und veröffentlicht werden [8].

Erweiterung der Referenzfunktion mit gebietsstrukturellen Merkmalen

Mit der Veröffentlichung der gebietsstrukturellen Daten ist es möglich, diese mit den Daten zum Qualitätselement zu verknüpfen. Damit kann eine Erweiterung der Referenzfunktion mit gebietsstrukturellen Merkmalen

Jahr	Lastdichte	Maximale Höhe	Durchschnittliche Höhe	Vorherrschende Bodenklasse	Maximale Bodenklasse
2022	-0,15	0,36	0,22	0,09	0,11
2023	-0,30	0,34	0,23	0,11	0,13
2024	-0,28	0,39	0,25	0,16	0,10

Anmerkung: Die geringere Korrelation zwischen ASIDI und der Lastdichte im Jahr 2022 resultiert aus zwei extrem hohen Werten für die Lastdichte. Ignoriert man diese beiden Ausreißer, ergibt sich ein Korrelationswert von -0,31

Tab. 2 Korrelationen des ASIDI mit der Lastdichte und den gebietsstrukturellen Parametern

malen erfolgen. Zu den gebietsstrukturellen Merkmalen, die innerhalb des Effizienzvergleichs erhoben werden, gehören u.a. Angaben zur Höhe, der Hangneigung, der Grabbarkeit und der Bodenklassen eines Netzgebietes [9]. Es gibt lediglich die Einschränkung, dass diese nur für das Jahr 2021 vorliegen. Von einer Änderung dieser Merkmale für die Folgejahre ist jedoch nicht auszugehen.

In Tab. 2 sind zunächst die jeweiligen Korrelationen zwischen dem ASIDI mit der Lastdichte bzw. den betrachteten gebietsstrukturellen Merkmalen dargestellt. Den Korrelationswerten ist zu entnehmen, dass die gebietsstrukturellen Merkmale positiv mit dem ASIDI zusammenhängen. Das bedeutet beispielsweise im Hinblick auf die Netzgebietshöhe, dass größere ASIDI-Werte in höher gelegenen Netzgebieten vorzufinden sind. In Bezug auf die Stärke des Zusammenhangs ist zu sehen, dass die gebietsstrukturellen Merkmale teilweise genauso stark oder sogar stärker mit dem ASIDI korreliert sind als die Lastdichte.

Die Ergebnisse in Tab. 2 motivieren insbesondere eine Erweiterung der Referenzfunktion mit der maximalen Höhe, da der Zusammenhang zwischen dem ASIDI in Bezug auf dieses gebietsstrukturelle Merkmal am stärksten ist. Dies belegt auch die im vorhergehenden Abschnitt dargestellten Vermutungen zur Abhängigkeit der Versorgungsstörungen von den Witterungsverhältnissen. In Abb. 2 sind die Beobachtungswerte für den ASIDI, der Lastdichte und der maximalen Höhe des Jahres 2023 dargestellt. Höher liegende Netzgebiete sind hierbei dunkler eingefärbt. Zu erkennen ist, dass für viele Netzbetreiber der ASIDI mit der maximalen Höhe zunimmt, insbesondere ab einer Höhe von rd. 500 Metern scheint der Zusammenhang sehr stark auszufallen. Dies ist vor allem für den geringeren Lastdichtebereich zu sehen, der bei isolierter Betrachtung der ASIDI-Werte und der Lastdichte eine starke Streuung aufweist (siehe Abb. 1). Gerade für diesen Bereich könnte daher die maximale Höhe einen substanziellen Erklärungsbeitrag liefern.

Die statistischen Ergebnisse für die mit der maximalen Höhe erweiterten Referenzfunktion [10] sind in Tab. 3 dargestellt. Der zusätzliche Parameter d weist einen positiven und statistisch hochsignifikanten Zusammenhang zwischen der maximalen Höhe und dem ASIDI

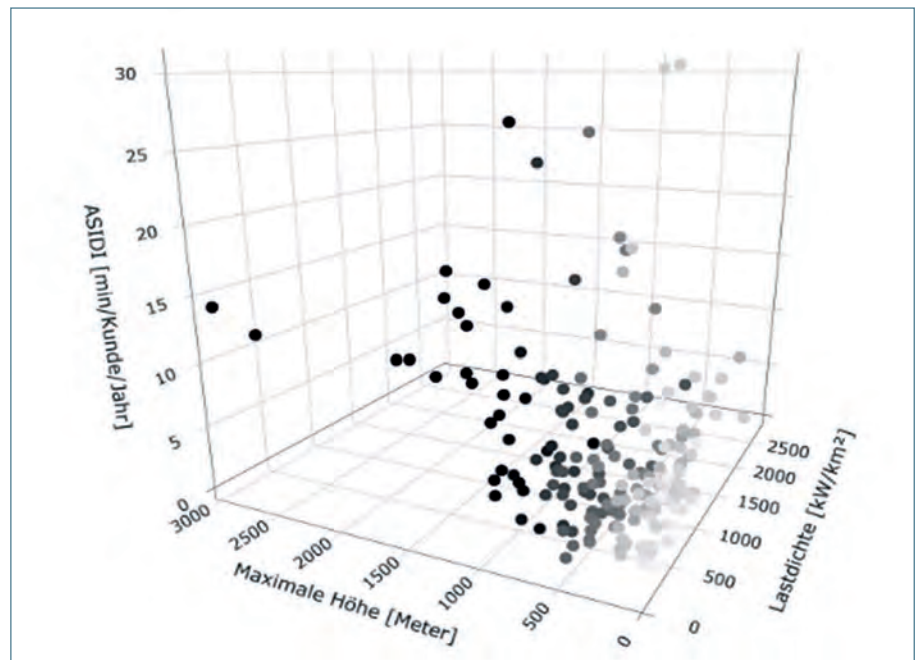


Abb. 2 Zusammenhang zwischen ASIDI, Lastdichte und der maximalen Höhe

Quelle: eigene Darstellung

in allen untersuchten Jahren auf. Der Wert des Parameters liegt bei 0,0025 bzw. 0,0026. Das bedeutet, dass für die Stromnetzbetreiber, die sich in ihrer maximalen Höhe um 1.000 Meter unterscheiden, ceteris paribus ein Unterschied der Ausfallminuten von 2,6 zu erwarten ist. Dieser geschätzte Wert ist konsistent für die untersuchten Jahre.

Im Vergleich zum bisherigen Modell ist zu sehen, dass auch die Parameter a und c eine

große Stabilität über die untersuchten Jahre aufweisen und ebenfalls statistisch hochsignifikant sind. Die geschätzten Werte für die Parameter sind in der erweiterten Referenzfunktion somit stabiler. Zudem ist der Parameterwert a nicht mehr negativ. Es ist daher davon auszugehen, dass der Einfluss der Lastdichte im erweiterten Modell besser repräsentiert wird als zuvor. Bezüglich des Bestimmtheitsmaßes R^2 ist eine Verbesserung um ca. 0,05 zu sehen. Hinsichtlich des geeig-

	Abhängige Variablen: Lastdichte, maximale Höhe		
	2022 (1)	2023 (2)	2024 (3)
a	4,44*** (0,51)	3,76*** (0,67)	3,85*** (0,83)
b	1299,13 (877,13)	299,34 (208,03)	232,54 (186,88)
c	1,26*** (0,19)	0,91*** (0,20)	0,86*** (0,23)
d	0,0026*** (0,0005)	0,0026*** (0,0005)	0,0025*** (0,0006)
Beobachtungen	199	200	185
R^2	0,55	0,51	0,45
AIC	1316,63	1309,36	1238,03

Signifikanz Codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Anmerkung: Ergebnisse aus eigener Berechnung

Tab. 3 Statistische Ergebnisse der erweiterten Referenzfunktionen der Jahre 2022, 2023 und 2024

neteren Maßes AIC ist sogar eine deutlich bessere Modellgüte festzustellen, da im jahresscharfen Vergleich des bisherigen Modells mit dem erweiterten Modell der Wert jeweils geringer ausfällt. Zum Beispiel sinkt für das Jahr 2024 der AIC von 1317,43 auf 1238,03, was einer Abweichung von 79,4 entspricht. Im wissenschaftlichen Bereich wird bereits eine Abweichung des AIC von 10 als eine deutlich bessere Modellanpassung bewertet [11]. Im Ergebnis führt das zu einem Modell, das verlässlichere Referenzwerte ermittelt und gerechtere Bonus-/Malus-Zahlungen hervorbringt.

Schlussfolgerungen

Die Methodik zur Berechnung der individuellen Referenzwerte innerhalb der Qualitätsregulierung unterliegt konzeptionellen und statistischen Schwächen, die sich im Zeitablauf verschärft haben und fragwürdige Implikationen hervorbringt. Zum einen ist nicht gegeben, dass die Lastdichte genügend Einflüsse in Bezug auf die Versorgungsunterbrechungen erklärt, insbesondere im Bereich geringer Lastdichte. Zum anderen wird die durch die inkonsistente und abnehmende statistische Aussagekraft des in der aktuellen Vorgehensweise verwendeten Regressionsmodells untermauert. Das aktuelle Eckpunktepapier der Bundesnetzagentur zur Weiterentwicklung der Qualitätsregulierung thematisiert diesen Umstand nicht.

Die Referenzfunktion führt im Ergebnis zu unzuverlässigen Referenzwerten und letztendlich zu ungerechtfertigten Bonus-/Malus-Zahlungen der Stromnetzbetreiber, da die Heterogenität der Netzbetreiber im Modell nicht ausreichend berücksichtigt wird. In einer erweiterten Referenzfunktion, die neben der Lastdichte gebietsstrukturelle Merkmale wie zum Beispiel die Netzgebietshöhe berücksichtigt, wird eine klare Verbesserung des Modells erzielt. Da es sich um ein exogenes Merkmal der Versorgungsaufgabe handelt, ist dies auch aus konzeptioneller Sichtweise der schlüssige Weg einer Weiterentwicklung der Qualitätsregulierung.

Anmerkungen

- [1] Bundesnetzagentur: Eckpunkte zu den Methoden der Anreizmechanismen für die Versorgungsqualität von Energieversorgungs-

- netzen – insbesondere zur Steigerung der Energiewendekompetenz. [GBK-24-02-1#4] Bonn Oktober 2024. https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Beschlusskammern/GBK/Methoden_Ebene2/Qualitaetselement/start.html
- [2] Consentec: Konzeptionierung und Ausgestaltung des Qualitäts-Elements (Q-Element) im Bereich Netzuverlässigkeit Strom sowie dessen Integration in die Erlösobergrenze. Bonn Oktober 2010, S. 46-65.
- [3] Damit besonders schwerwiegende Versorgungsunterbrechungen nicht zu sehr ins Gewicht fallen, wird für den ASIDI ein Durchschnittswert aus den drei Vorjahreswerten des vorausgehenden Jahres berechnet. Dasselbe Vorgehen wird auch für die Lastdichte angewandt.
- [4] Bundesnetzagentur: Bericht zum Qualitätselement der 4. Regulierungsperiode. Anlage 1 zur Festlegung [BK8-23/006-A] Bonn, 23.11.2023, S. 12.
- [5] Bundesnetzagentur: Ermittelte Werte zum Qualitätselement 2024.xlsx. Bonn 25. April 2024, https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Beschlusskammern/BK08/BK8_05_EOG/57_QElement/start.html#:~:text=Methode%20Q%2DElement_4RP-,Daten%20zum%20Qualit%C3%A4tselement%202024,Kennzahlen%20zu%20den%20Versorgungsunterbrechungen%20erhoben
- [6] Andrej-Nikolai Spiess, Natalie Neumeyer: An evaluation of R² as an inadequate measure for nonlinear models in pharmacological and biochemical research: a Monte Carlo approach. *BMC pharmacology*, 10, 6. 2010, <https://doi.org/10.1186/1471-2210-10-6>.

- [7] Ein Vergleich ist hier jedoch nur zwischen unterschiedlichen Modellen, denen der gleiche Datensatz zugrunde liegt, möglich. Ein Vergleich zwischen den Datensätzen unterschiedlicher Jahre scheidet entsprechend aus.
- [8] Bundesnetzagentur: EVS4 – Vierte Veröffentlichung.xlsx. Bonn 13. November 2023, https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Beschlusskammern/BK08/BK8_05_EOG/54_Effizienzvgl/EffizVgl_4.-RP.html?nn=698718-
- [9] Beispielsweise wird hierbei die durchschnittliche Höhe eines Netzgebietes ausgewiesen. Diese Daten werden mithilfe der Angabe des Netzbetreibers, in welcher Gemarkung dieser eine Stromleitung aufweist und der Verarbeitung dieser Angabe in einem digitalen Geländemodell ermittelt. Näheres dazu siehe Björnsen Beratende Ingenieure GmbH: Gutachten zur Erstellung gebietsstruktureller Daten VNB Strom. Koblenz, August 2018.
- [10] Die erweiterte Referenzfunktion:

$$ASIDI = a + \frac{b}{Lastdichte^c} + d * maxHöhe$$
- [11] Kenneth P. Burnham, David R. Anderson: Multimodel Inference: Understanding AIC and BIC in Model Selection. *Sociological Methods Research* 2004; 33; 261. <https://doi.org/10.1177/0049124104268644>

J. Kronmüller, Regulierungsmanagement, Netze BW GmbH, Stuttgart; E. R. Navon, Universität Mannheim, Mannheim
Kontakt:
j.kronmueller@netze-bw.de

www.energie.de

Das Portal der Energiewirtschaft

energie.de