

Intelligente Verteilungsnetze im Kontext einer zukünftigen Qualitätsregulierung

Smart grids relating to a prospective quality regulation

Dipl.-Wirt.-Ing. Christian Schröders, IAEW RWTH Aachen University, Deutschland, cs@iaew.rwth-aachen.de

Dr.-Ing. Simon Krahl, FGH e.V., Aachen, Deutschland, simon.krahl@fgh-ma.de

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Albert Moser, IAEW RWTH Aachen University, Deutschland, am@iaew.rwth-aachen.de

Kurzfassung

Der effiziente Einsatz von intelligenten Lösungen zur Erreichung eines optimalen Niveaus der Versorgungszuverlässigkeit in Verteilungsnetzen steht in Deutschland kaum im Fokus aktueller Diskussionen um Smart Grids. Insbesondere durch die bevorstehende Qualitätsregulierung besteht aber der Anreiz, ein möglichst optimales Niveau der Versorgungszuverlässigkeit zu erreichen. An einem konkreten Beispiel einer städtischen Versorgungsaufgabe wird daher in diesem Beitrag analysiert, welchen Einfluss eine Qualitätsregulierung auf die Entwicklung von Smart Grids nehmen kann. Dies erfolgt durch eine Bewertung des Einsatzes von Fernwirktechnik und durch den Vergleich mit anderen netzplanerischen Maßnahmen.

Abstract

The efficiency use of intelligent solutions to obtain an optimal level of supply reliability in distribution grids is marginal focus on topical discussions about smart grids in Germany. Particularly because of the coming quality regulation there is however the incentive to obtain a preferably optimal level of supply reliability. Thus on a concrete example of an urban supply area this article analyses, which influence a concrete quality regulation concept can give to develop smart grids. This analysis is done by an evaluation of using remote control devices and its comparison to other grid-planning measures.

1 Einleitung

Der Begriff „Intelligente Netze“ wird derzeit in Deutschland sehr vielfältig diskutiert. Dabei widmen sich diese Diskussionen im Wesentlichen der Fragestellung nach einem intelligenten Last- und Einspeisemanagement, vor allem im Kontext einer Integration von dezentraler Erzeugung und Elektromobilität in die Verteilungsnetzebene. Anders als im Ausland werden intelligente Netze in Deutschland kaum im Zusammenhang mit einer Verbesserung der Versorgungszuverlässigkeit diskutiert, was sich im Wesentlichen auf die im internationalen Vergleich sehr hohe Versorgungszuverlässigkeit zurückführen lässt. Durch die bevorstehende Qualitätsregulierung – Einführung spätestens zu Beginn der zweiten Regulierungsperiode im Jahr 2014 – besteht jedoch der Anreiz zur Bereitstellung eines optimalen Niveaus der Versorgungszuverlässigkeit, auch über den Einsatz von Smart Grid nachzudenken. Aus Sicht der Versorgungszuverlässigkeit ist hier der Einsatz von Kommunikationstechnik, d. h. Fernmeldung von Messeinrichtungen und Fernsteuerung von Schaltelemente von besonderem Interesse.

Gegenüber Hochspannungsnetzen, die oft vollständig mit Fernwirktechnik ausgestattet sind, weisen die unterlagerten Netzebenen einen erheblich geringeren Ausstattungsgrad auf und bieten somit die Möglichkeit, durch Investitionen in Fernwirktechnik die Versorgungszuverlässigkeit zu beeinflussen.

In diesem Beitrag wird daher analysiert, welche Anreize durch eine Qualitätsregulierung auf die Entwicklung eines smarten Verteilungsnetzes bestehen. Dies erfolgt exemplarisch anhand einer realen städtischen Versorgungsaufgabe der Mittelspannungsebene, bei der der Einfluss einer fernwirktechnischen Ausstattung von Ortsnetzstationen auf die Versorgungszuverlässigkeit und die Netzkosten quantifiziert und mit Maßnahmen verglichen wird, bei denen die Versorgungszuverlässigkeit durch Änderung der Netzstruktur beeinflusst wird. Aufbauend darauf kann bewertet werden, inwieweit die vorgenannten Maßnahmen im Rahmen der zu definierenden Qualitätsregulierung wirtschaftlich sind.

2 Analyse

2.1 Betrachtungsbereich

Die Auswertung der FNN-Störungs- und Verfügbarkeitsstatistik [1] zeigt, dass der wesentliche Anteil (rd. 70 %) störungsbedingter Versorgungsunterbrechungen von Letztverbrauchern durch Störungen in Mittelspannungsnetzen verursacht werden. Aufgrund dieser zuverlässigkeitstechnischen Bedeutung liegt der Fokus dieses Beitrags auf der Mittelspannungsebene.

Da grundsätzliche Aussagen zur Anreizwirkung einer Qualitätsregulierung abgeleitet werden sollen, wird kein bestehendes Netz betrachtet, sondern die Untersuchungen basie-

ren auf der Methodik der Referenznetzplanung. Auf Basis einer gegebenen Versorgungsaufgabe und unter Berücksichtigung von Planungsvorgaben zur Versorgungszuverlässigkeit werden dabei unabhängig von bestehenden Ist-Netzstrukturen optimale Netze generiert und bewertet.

2.2 Qualitätsregulierung

2.2.1 Europäische Regulierungspraxis

In vielen europäischen Ländern sind Qualitätsregulierungssysteme bereits etabliert [2]. Allgemeine Zielsetzungen sind die Verbesserung des durchschnittlichen Qualitätsniveaus und im Falle eines bestehenden hohen Qualitätsniveaus dessen Aufrechterhaltung oder das Erreichen eines gesamtwirtschaftlichen Optimums. Dabei wird die Versorgungszuverlässigkeit als wichtigstes Qualitätskriterium angesehen.

Grundsätzlich lassen sich die anreizsetzenden Instrumente einer Qualitätsregulierung in zwei Klassen unterteilen. Die erste Klasse verkörpern sogenannte garantierte Kundenstandards. Dabei werden kundenbezogene Grenzwerte zur Versorgungszuverlässigkeit vorgegeben. So kann beispielsweise eine maximal zulässige Unterbrechungsdauer für einen Kunden vorgegeben werden, bei deren Überschreitung der Netzbetreiber eine Pönale direkt an die betroffenen Kunden entrichten muss. Garantierte Standards dienen in der Regel zum Schutz besonders schlecht versorgter Kunden gegen häufige und lang andauernde Versorgungsunterbrechungen und haben den Nachteil eines hohen Erfassungsaufwandes, da Versorgungsunterbrechungen kundenscharf erfasst werden müssen. Durch Einsatz intelligenter Zähler und der dadurch möglichen automatischen Erfassung von Versorgungsunterbrechungen aller Kunden wäre aber der Einsatz garantierter Kundenstandards auch als grundlegende Regulierungsmethode in Zukunft denkbar.

Die zweite Klasse von Regulierungsinstrumenten bilden Qualitätsanreizsysteme, auch als Qualitätselement (Q-Element) bekannt. Durch Zu- oder Abschläge auf die Erlös- oder Preisobergrenzen in Abhängigkeit von der im Mittel erreichten Versorgungszuverlässigkeit soll den Netzbetreibern der Anreiz gegeben werden, ein optimales Zuverlässigkeitsniveau anzustreben.

2.2.2 Qualitätsregulierung in Deutschland

Der Ausgestaltungsrahmen der in Deutschland spätestens zu Beginn der zweiten Regulierungsperiode einzuführenden Qualitätsregulierung ist durch die Anreizregulierungsverordnung [3] gegeben. Grundsätzliches Regulierungsziel ist das Erreichen eines langfristig angelegten, leistungsfähigen und zuverlässigen Betriebs von Energieversorgungsnetzen. Hierzu soll ein Q-Element auf Basis der Bewertung der Versorgungszuverlässigkeit etabliert werden, indem die bestehende Formel zur Bestimmung der Erlösobergrenze um dieses Q-Element additiv erweitert wird. Garantierte Kundenstandards sieht die Verordnung nicht vor.

Nach einer durch die Bundesnetzagentur im Auftrag gegebene Studie zur konkreten Ausgestaltung des Qualitätselementes, deren Konzeptvorschlag bei einem Verbändegespräch im vergangenen Jahr, öffentlich vorgestellt wurde [4], ist es das Ziel, ein gesamtwirtschaftliches Optimum anzustreben, wobei neben den netzseitigen Kosten zur Bereitstellung eines Qualitätsniveaus die Zahlungsbereitschaft der Kunden dieser Bereitstellung in die Gesamtbewertung mit aufgenommen werden muss.

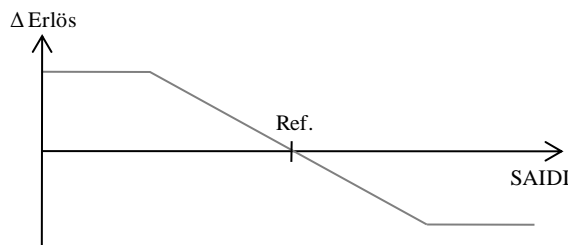


Bild 1 Schematischer Verlauf des Qualitätselementes

Die Studie schlägt vor, zunächst eine Grundvariante einzuführen, die dann in den nächsten Jahren stetig erweitert werden soll. Der Aufbau dieser Grundvariante wird im Folgenden kurz vorgestellt. Es wird einzig die DISQUAL-Kenngröße SAIDI, in Deutschland auch als Nichtverfügbarkeit Q_U bezeichnet, als Bewertungsgröße herangezogen, aus der über eine Monetarisierungsfunktion (siehe **Bild 1**) Erlöszu- bzw. -abschläge errechnet werden. Um den stochastischen Schwankungen der Zuverlässigkeitskenngrößen zu begegnen, wird ein symmetrischer linearer Verlauf gewählt, wobei die Steigung der Monetarisierungsfunktion die Zahlungsbereitschaft der Kunden abbilden soll. Zur Begrenzung eines finanziellen Risikos durch starke stochastische Schwankungen der Zuverlässigkeitskenngrößen dienen Kappungen, die aber so zu wählen sind, dass sich ein Netzbetreiber in der Regel auf der Geraden mit konstanter Steigung bewegt. Der Nulldurchgang der Funktion liegt bei einem Referenzwert, der aber nicht als Zielvorgabe für einen Netzbetreiber zu verstehen ist. Vielmehr sollen sich die Netzbetreiber frei gegen die Monetarisierungsfunktion optimieren können, d. h. in Abhängigkeit ihrer Kosten für eine Veränderung der Versorgungszuverlässigkeit den für sie optimalen Punkt auf der Geraden finden. Der Referenzwert ist ein netzbetreiberspezifischer Wert und bestimmt sich als gewichteter Durchschnittswert über die Zuverlässigkeitsniveaus aller Netzbetreiber unter Berücksichtigung ihrer strukturellen Eigenschaften. Somit wird eine für die deutschen Netzbetreiber insgesamt erlösneutrale Wirkung des Q-Elementes erzielt.

Die Anreizwirkung auf netzplanerische Maßnahmen zur Veränderung der Versorgungszuverlässigkeit ist daher allein durch die Steigung der Monetarisierungsfunktion bestimmt. Unter der Annahme, dass der Netzbetreiber sich nicht im Bereich der Kappungen bewegt, wird der Netzbetreiber im Sinne einer betriebswirtschaftlichen Optimierung – unabhängig vom bestehenden Zuverlässigkeitsniveau und daher auch vom Referenzwert – nur die netzplanerischen Maßnahmen umsetzen, deren Kosten durch die

Mehrerlöse aus dem Q-Element mindestens kompensiert werden.

Es ist zu beachten, dass die beschriebene Anreizwirkung des Q-Elementes nicht nur eine Qualitätsverbesserung begünstigt, sondern auch zu einer Verschlechterung des Zuverlässigkeitsniveaus führen kann, sofern die dabei resultierenden Kosteneinsparungen größer als die resultierenden Mindererlöse sind.

2.3 Netzplanerische Maßnahmen

Den Betreibern von Mittelspannungsnetzen stehen zahlreiche netzplanerische Maßnahmen zur Verfügung, um die Versorgungszuverlässigkeit nachhaltig zu beeinflussen, wobei diese Maßnahmen als Investitionen in die Primär- und die Sekundärtechnik unterschieden werden können. [5] zeigt eine detaillierte Untersuchung der Einflüsse von netzplanerischen Maßnahmen auf die Versorgungszuverlässigkeit und Netzkosten. Mittels der kommunikativen Vernetzung von Ortsnetzstationen (ONS) mit der Netzleitstelle kann der Prozess der Fehlersuche und Wiederversorgung unterbrochener Kunden gegenüber Vor-Ort-Maßnahmen deutlich beschleunigt werden. Im Detail bedeutet dies, dass sich durch Fernmeldung von Kurzschlussanzeigen und Fernbedienung von Trennschaltern in ONS die Unterbrechungsdauern verringern lassen. Die Verwendung von Fernwirktechnik in Mittelspannungsnetzen stellt zwar keine neue netzplanerische Maßnahme dar, jedoch ist dessen Ausstattungsgrad in Mittelspannungsnetzen, wie bereits in Abschnitt 2.1 beschrieben, heute noch sehr gering. Ein Grund hierfür sind die in der Vergangenheit hohen Investitions- und Betriebskosten. Allerdings sind die Kosten durch Technologiefortschritte in den letzten Jahren gesunken, z. B. durch Übergang von leitungsgebundenen Kommunikationslösungen hin zum Mobilfunk. Daher ist in Zukunft eine durch die Qualitätsregulierung getriebene Entwicklung von Verteilungsnetzen in Richtung Smart Grids durchaus möglich. Insbesondere auch deshalb, weil die dafür erforderlichen IKT-Strukturen auch für andere „smarte“ Anwendungen erforderlich sind. Um das Potential von Fernwirktechnik besser beurteilen zu können, ist eine Gegenüberstellung zu primärtechnischen Maßnahmen sinnvoll. Darunter sind Maßnahmen zu verstehen, die über eine Änderung der Netzstruktur Einfluss auf die Versorgungszuverlässigkeit nehmen. So kann der Netzbetreiber beispielsweise durch die Planung kürzerer Abgänge die Versorgungszuverlässigkeit positiv beeinflussen [5], da sich durch die geringer werdende Anzahl potentiell fehlerbehafteter Betriebsmittel im Abgang eine einfachere und schnellere Fehlersuche und Wiederversorgung ergibt. Durch die Beeinflussung der Anzahl an Betriebsmitteln pro Abgang wirken Änderungen in der Netzstruktur im Gegensatz zu fernwirktechnischen Maßnahmen auch auf die Unterbrechungshäufigkeit.

Insbesondere aufgrund der bevorstehenden Qualitätsregulierung muss eine Abwägung getroffen werden, welche netzplanerischen Maßnahmen zur Erlangung eines optimalen Niveaus der Versorgungszuverlässigkeit einzusetzen sind.

3 Untersuchungsmethodik

Zur Identifizierung möglicher Anreize einer Qualitätsregulierung auf netzplanerische Maßnahmen, werden in den nachfolgenden Untersuchungen Kosten-Zuverlässigkeitszusammenhänge verschiedener Netzvarianten ermittelt und durch Gegenüberstellung mit den aus einer Qualitätsregulierung resultierenden Mehr- oder Mindererlösen wirtschaftlich bewertet.

3.1 Kosten-Zuverlässigkeitsanalyse

Bild 2 zeigt den Untersuchungsablauf der Kosten-Zuverlässigkeitsanalyse. In diesem Beitrag wird als Basis der Kosten-Zuverlässigkeitsanalyse die Referenznetzplanung eingesetzt (siehe Abschnitt 2.1). Es wird ein Referenznetzplanungsverfahren für Mittelspannungsnetze verwendet, das kostenminimale und technisch zulässige Netze, sog. Zielnetze, zu einer gegebenen Versorgungsaufgabe unter Beachtung vorzugegebener technischer Restriktionen und unter Vernachlässigung bestehender Netze generiert [6]. Dabei werden durch zusätzliche Randbedingungen in Form von Planungsvorgaben zur Netzstruktur oder -ausstattung und Grenzwerte zur Versorgungszuverlässigkeit unterschiedliche Netzvarianten erzeugt. Durch eine anschließende Kosten- und Zuverlässigkeitsbewertung dieser Netzvarianten können die Auswirkungen der planerischen Vorgaben bewertet und Kosten-Zuverlässigkeitszusammenhänge abgeleitet werden.



Bild 2 Schema des Untersuchungsablaufes

3.1.1 Kostenbewertung

Die Kostenbewertung erfolgt anhand durchschnittlicher jährlicher Netzkosten, die mittels der Annuitätenmethode bestimmt werden. Die Bewertung beschränkt sich auf diejenigen Kosten, die durch Struktur und Ausstattung der Netze unmittelbar beeinflusst werden. Hierzu zählen die Errichtungskosten sämtlicher Netzbetriebsmittel, als auch die jährlichen Kosten, die durch deren Betrieb entstehen. Zu den in die Kostenbewertung einfließenden Betriebsmitteln gehören neben den Leitungen, die Abgangsschaltfelder der Umspannstation und die Fernwirktechnik. Als wei-

tere Komponente sind die Kosten zur Kompensation der Netzverluste zu nennen, die ebenfalls zu den Betriebskosten gezählt werden.

3.1.2 Zuverlässigkeitsbewertung

Die quantitative Bewertung der Versorgungszuverlässigkeit, d. h. die Bestimmung von Zuverlässigkeitskenngrößen wie beispielsweise der DISQUAL-Kenngröße SAIDI, erfolgt mit Hilfe von praxiserprobten Verfahren zur probabilistischen Zuverlässigkeitsanalyse [7, 8].

3.2 Qualitätselement

Die nachfolgenden Untersuchungen orientieren sich an dem in Abschnitt 2.2.2 diskutierten Konzept einer Qualitätsregulierung für Deutschland. Für eine grundsätzliche Betrachtung ist es ausreichend, die stochastischen Schwankungen der Zuverlässigkeitskenngrößen außer Acht zu lassen und sich auf eine Betrachtung von Erwartungswerten zu beschränken, da aufgrund des symmetrischen Verlaufs der Monetarisierungsfunktion die stochastischen Schwankungen langfristig keine Auswirkungen haben. Zur Bewertung netzplanerischer Maßnahmen ist nur die Steigung des Q-Elementes von Interesse, die für nachfolgende Untersuchungen mit 0,2 € pro Minute Nichtverfügbarkeit pro Jahr und Letztverbraucher angenommen wird, was dem Mittelwert der in [4] vorgeschlagen Bandbreite entspricht. Unter der Annahme einer durchschnittlichen Endkundenlast von 1,36 kW entspricht das einer Steigung von 150 €/(min a MW).

4 Untersuchung

Anhand einer realen Versorgungsaufgabe wird zunächst der Einfluss von Maßnahmen zur Änderung der Netzstruktur und von zusätzlicher Fernwirktechnik hinsichtlich ihrer Auswirkungen auf Kosten und Versorgungszuverlässigkeit bewertet und verglichen. Darauf aufbauend kann die Wirtschaftlichkeit dieser Maßnahmen unter dem in Abschnitt 3.2 definierten Qualitätselement bewertet werden und eine Aussage darüber getroffen werden, ob die Qualitätsregulierung smartere Netze erwarten lässt. Da für diese Frage die Kosten für Fernwirktechnik ausschlaggebend sind, erfolgt abschließend eine Analyse bis zu welchen Kosten zusätzliche Fernwirktechnik unter dem angenommenen Q-Element wirtschaftlich wäre.

4.1 Versorgungsaufgabe

Die Untersuchung basiert auf einer realen städtischen Versorgungsaufgabe mit einer Gesamtfläche des Versorgungsgebietes von ca. 36 km² und umfasst 330 ONS mit einer Gesamtlast von rund 48 MW. Das Netzgebiet wird über eine 110/10-kV-Umspannstation versorgt.

Für Investitions- und Betriebskosten der Betriebsmittel wurden praxisübliche Werte angenommen (siehe [5]). Die Ausstattung einer ONS mit Fernwirktechnik wird mit 10 Tsd. € angesetzt. Die für die Zuverlässigkeitsanalyse benötigten Daten zur Beschreibung des Ausfallverhaltens

der Netzbetriebsmittel basieren auf der FNN-Störungs- und Verfügbarkeitsstatistik [9].

4.2 Standardplanungsvorgaben

Sofern nicht explizit beschrieben genügen die in diesem Beitrag betrachteten Netzszenarien den folgenden Standardplanungsvorgaben, die sich um möglichst realistische Untersuchungsergebnisse ableiten zu können, an Struktur und Ausstattung praxisüblicher städtischer Mittelspannungsnetze orientieren.

Als Zielnetze werden offen betriebene Ringnetze mit einer Nennspannung von 10 kV geplant wobei die Mittelspannungsabgänge durch jeweils einen Leistungsschalter in der 110/10-kV-Station geschützt werden. Es kommt nur ein Standardleitungstyp zur Anwendung. Alle ONS sind mit Lasttrennschaltern und Kurzschlussanzeigern ausgestattet, wobei die ONS in der Grundvariante über keinerlei fernwirktechnische Anbindung verfügen. Die Wiederversorgung nach einer Störung unterbrochener Kunden ist also nur durch zeitintensive Vor-Ort-Maßnahmen möglich.

4.3 Untersuchungsergebnisse

Zunächst werden die Auswirkungen netzstruktureller Planungsvorgaben auf Zuverlässigkeit und Kosten diskutiert. Die dazu betrachteten Netzvarianten ergeben sich aus einer Beschränkung der maximalen Anzahl an ONS in einem Abgang.

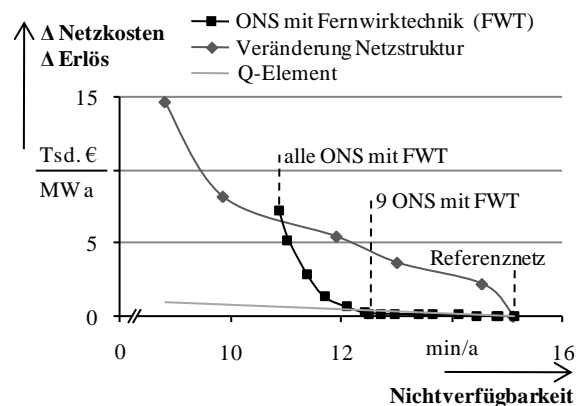


Bild 3 Kosten-Zuverlässigkeitszusammenhänge von netzplanerischen Maßnahmen und Qualitätselement

In **Bild 3** sind die Änderungen der Netzkosten und der Nichtverfügbarkeit gegenüber dem kostenminimalen Referenznetz für die betrachteten Netzvarianten dargestellt. Mit zunehmender Einschränkung der Anzahl an ONS in einem Abgang kann die Nichtverfügbarkeit gegenüber dem Referenznetz, dessen Nichtverfügbarkeit 15,1 min/a beträgt, deutlich verbessert werden. Dies ist jedoch auch mit einem signifikanten Anstieg der Netzkosten verbunden. Der nichtlineare Zusammenhang zeigt, dass die Verbesserung der Versorgungszuverlässigkeit durch Netzstrukturänderungen mit steigenden Mehrkosten abfällt und die Nichtverfügbarkeit gegen einen minimalen Grenzwert strebt. Dieser minimale Grenzwert ist dabei stets von der Versor-

gungsaufgabe und den Standardplanungsvorgaben abhängig.

Für die Untersuchung des Einflusses zusätzlicher Fernwirktechnik auf Netzkosten und Versorgungszuverlässigkeit werden ausgehend vom Referenznetz, das über keine fernwirktechnische Anbindung von ONS verfügt, die Anzahl der ONS mit Fernwirktechnik, beginnend mit den im Normalbetrieb offenen Trennstellen, erhöht. Bild 3 zeigt die entsprechenden Untersuchungsergebnisse. Wie bei der Änderung der Netzstruktur stellt sich ein nichtlinearer Kosten-Zuverlässigkeitszusammenhang heraus. Es ist zu erkennen, dass bereits eine geringe Anzahl mit Fernwirktechnik ausgestatteten ONS das Zuverlässigkeitsniveau deutlich verbessert.

Ein Vergleich des Einsatzes von Fernwirktechnik mit den netzstrukturellen Änderungen zeigt sehr deutlich, dass mit der Positionierung von Fernwirktechnik im Netz die Nichtverfügbarkeit deutlich effizienter verbessert wird als durch Änderungen der Netzstruktur. Die fernwirktechnische Anbindung der im Normalbetrieb offenen Trennstellen (10 ONS) führt in diesem Beispiel bereits zu einer Reduzierung der Nichtverfügbarkeit um 18 % bei vergleichsweise geringen Zusatzkosten (2,7 %). Jedoch zeigen die beiden Kosten-Zuverlässigkeitsverläufe in Bild 3 auch, dass mit netzstrukturellen Maßnahmen insgesamt eine kleinere minimale Nichtverfügbarkeit erzielt werden kann. Als eine Ursache für die geringere minimale Nichtverfügbarkeit ist zu nennen, dass der hier betrachtete Einsatz von Fernwirktechnik im Gegensatz zu netzstrukturellen Änderungen nur einen Einfluss auf die Unterbrechungsdauer, nicht jedoch auf die Unterbrechungshäufigkeit ausübt.

Die bisherigen Erkenntnisse beschränkten sich auf den Vergleich der netzplanerischen Maßnahmen zur Netzstruktur und Netzausstattung. Im Folgenden wird aufgezeigt, wie die planerischen Maßnahmen im Rahmen eines Q-Elementes zu bewerten sind. Die geplante Qualitätsregulierung setzt den Anreiz für die Netzbetreiber, die Zuverlässigkeitsänderung mit der Steigung der Geraden des Q-Elementes zu monetarisieren. Dies würde bei unverändertem Referenzwert zu Mehrerlösen bei steigender Zuverlässigkeit führen. Im Sinne einer betriebswirtschaftlichen Gewinnmaximierung wird der Netzbetreiber versuchen, den maximalen Deckungsbeitrag, d. h. die größtmögliche Differenz zwischen dem aus dem Q-Element resultierenden Mehrerlösen über den Mehrkosten der netzplanerischen Maßnahmen, zu erzielen.

Für das vorgenannte Beispiel bedeutet dies, dass keinerlei Maßnahmen zur Verbesserung der Netzstruktur wirtschaftlich realisierbar wären. Unter den gegebenen Planungsbedingungen ist aus netzstruktureller Sicht daher das Referenznetz anzustreben. Anders stellt es sich bei der Ausstattung mit Fernwirktechnik dar. Wie in **Bild 4** dargestellt, resultiert aus der Maximierung des Deckungsbeitrages, dass die Ausstattung von 9 ONS mit Fernwirktechnik aus betriebswirtschaftlicher Sicht optimal für diese Versorgungsaufgabe ist. Dabei stellt sich ein Zuverlässigkeitsniveau von 12,5 min/a ein.

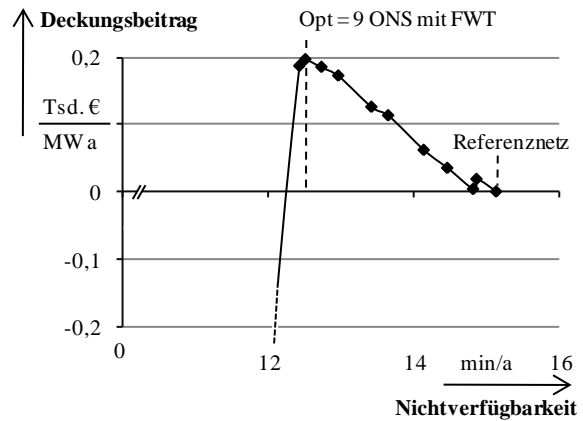


Bild 4 Erzielbarer Deckungsbeitrag bei Ausstattung ONS mit Fernwirktechnik

Um eine Abschätzung treffen zu können, bis zu welchen Kosten sich ein Einsatz von Fernwirktechnik wirtschaftlich darstellt, werden in einer weiteren Untersuchung die Kosten der Fernwirktechnik variiert. Neben den im Abschnitt 4.2 festgelegten Investitionskosten von 10 Tsd. € zur Ausstattung einer ONS mit Fernwirktechnik werden diese auf 20 Tsd. € und 25 Tsd. € erhöht.

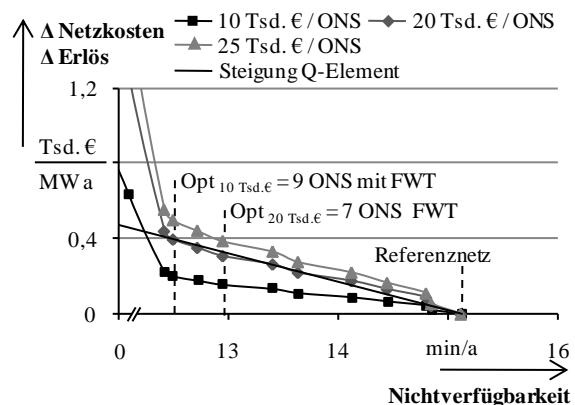


Bild 5 Variation der Kosten für Fernwirktechnik

Die sich ergebenden Kosten-Nichtverfügbarkeitszusammenhänge sind in **Bild 5** dargestellt. Es zeigt sich, dass durch das angenommene Q-Element und einer Kostenannahme von 20 Tsd. € für die fernwirktechnische Anbindung einer ONS diese gerade noch wirtschaftlich für das hier betrachtete städtische Netz wäre. In diesem Fall wäre es optimal noch 7 ONS mit Fernwirktechnik auszurüsten, was zu einer Nichtverfügbarkeit von 13 min/a führen würde. Bei höheren Kosten wäre die Ausstattung mit Fernwirktechnik nicht mehr wirtschaftlich.

5 Zusammenfassung

In diesem Beitrag wurde untersucht, welches Potential die Netzausstattung mit Kommunikationstechnik auf die Versorgungszuverlässigkeit hat und welche Anreize eine in Deutschland bevorstehende Qualitätsregulierung auf die Entwicklung der kommunikativen Vernetzung der im Netz

befindlichen Betriebsmittel haben kann. Dies erfolgte exemplarisch anhand einer realen städtischen Versorgungsaufgabe der Mittelspannungsebene.

In den Untersuchungen wurden der Einfluss von Fernwirktechnik in ONS sowie der Einfluss von netzstrukturellen Änderungen auf die Gesamtnetzkosten und der resultierenden Versorgungszuverlässigkeit bewertet und miteinander verglichen. Zudem wurden die durch die netzplanerischen Maßnahmen entstandenen Mehrkosten den aus einem definierten Q-Element resultierenden Mehrerlösen gegenübergestellt. Die Ergebnisse zeigen, dass unter der angenommenen Qualitätsregulierung Investitionen in Sekundärtechnik eine wirtschaftliche Maßnahme darstellen. Daher ist zu erwarten, dass zukünftige Mittelspannungsnetze einen deutlich höheren Anteil an Fernwirktechnik aufweisen werden, als dies heute üblicherweise der Fall ist.

6 Literatur

- [1] Forum Netztechnik/Netzbetrieb im VDE - FNN: Verfügbarkeitsstatistik - Berichtsjahr 2007, <http://www.vde.com>
- [2] Working Group on Quality of Electricity Supply (CEER): Third Benchmarking Report on Quality of Supply, Council of European Energy Regulators, Bruxelles, 2005
- [3] Verordnung über die Anreizregulierung der Energieversorgungsnetze (ARegV), Bundesgesetzblatt, Jahrgang 2007, Teil I, Nr. 55, S. 2529-2545
- [4] Fritz, W.; Vennegeerts, H.: Zielkonkretisierung des Asset Managements durch die Qualitätsregulierung, Energiewirtschaftliche Tagesfragen 59. Jg. (2009), Heft 12, S. 13-17
- [5] Wirtz, F: Zusammenhang von Zuverlässigkeit und Kosten in Mittelspannungsnetzen, Dissertation RWTH Aachen, Bd. 125, Klinkenberg Verlag, Aachen, 2009
- [6] Tao, X.: Automatisierte Grundsatzplanung von Mittelspannungsnetzen, Dissertation RWTH Aachen, Bd. 112, Klinkenberg Verlag, Aachen, 2007
- [7] Cheng, S.; Vennegeerts, H.; von Sengbusch, K.: Rechnergestützte probabilistische Zuverlässigkeitsanalyse – Weiterentwicklung von Ramses, Aachener Beiträge zur Energieversorgung, Bd. 92, Klinkenberg-Verlag, Aachen, 2003
- [8] Forschungsgemeinschaft für Elektrische Anlagen und Stromwirtschaft e.V. (Hrsg.): Ein Werkzeug zur Optimierung der Störungsbeseitigung für Planung und Betrieb von Mittelspannungsnetzen, AiF-Forschungsvorhaben Nr. 14446N, Aachen, 2008
- [9] Obergünner, M.; Schwan, M.; Krane, C; Pietsch, K; von Sengbusch, K.; Bock, C.; Quadflieg, D.: Ermittlung von Eingangsdaten für Zuverlässigkeitsberechnungen aus der VDN-Störungsstatistik, Elektrizitätswirtschaft, Band 103, Heft 15, S. 32-36, 2004