

Gutachten

Digitalisierung der Energiewende

Kurzfassung Topthema 2

Regulierung, Flexibilisierung und
Sektorkopplung

Erstellt im Auftrag des
Bundesministeriums
für Wirtschaft und Energie



Topthema 2:

Regulierung, Flexibilisierung und Sektorkopplung

Erstellt im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie

Berichtsjahr 2018

Ansprechpartner

Dr. Wolfgang Zander

Generalbevollmächtigter
B E T Büro für Energiewirtschaft und
technische Planung GmbH
Alfonsstraße 44
52070 Aachen
Telefon: +49 241 47062 418
Mail:
wolfgang.zander@bet-energie.de

Ulrich Rosen

Partner Digitalisierung
B E T Büro für Energiewirtschaft und
technische Planung GmbH
Alfonsstraße 44
52070 Aachen
Telefon: +49 241 47062 414
Mail:
ulrich.rosen@bet-energie.de

Dr. Andreas Nolde

Leiter Kompetenzteam
Netzinfrastruktur Technik
B E T Büro für Energiewirtschaft und
technische Planung GmbH
Alfonsstraße 44
52070 Aachen
Telefon: +49 241 47062 406
Mail:
andreas.nolde@bet-energie.de

Weitere Autoren

Dr. Sören Patzack

Sebastian Seier

Mandy Hübschmann

Michael Timm Piske

Dr. Stephan Lemkens

B E T Büro für Energiewirtschaft und
technische Planung GmbH
Alfonsstraße 44
52070 Aachen
Telefon: +49 241 47062 0

Dr. Katharina Vera Boesche

Rechtsanwältin
Kaiserdamm 29
14507 Berlin
Telefon: +49 30 838300
Mail:
katharina.boesche@e-energy.de

Vorbemerkungen

Im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie untersucht die Ernst & Young GmbH gemeinsam mit der B E T Büro für Energiewirtschaft und technische Planung GmbH und der WIK Wissenschaftliches Institut für Infrastruktur und Kommunikationsdienste GmbH die Digitalisierung der Energiewende.

Ziel des Projektes ist zum einen die Erfassung des aktuellen Stands der Digitalisierung der Energiewende sowie zum anderen die Identifikation von Trends und Ableitung von Handlungsvorschlägen, um die Digitalisierung der Energiewende voranzutreiben.

Die Erfassung des Status quo der Digitalisierung der Energiewende wird im sogenannten Digitalisierungsbarometer abgebildet, welches, beginnend mit 2018, bis 2021 jährlich aktualisiert und veröffentlicht wird.

Die Identifikation aktueller Trends und die Ableitung von Handlungsvorschlägen erfolgen in Gutachten. Inhaltlich sind die Untersuchungen in drei Themenkomplexe unterteilt, sogenannte Topthemen:

- Topthema 1: Verbraucher, Digitalisierung und Geschäftsmodelle
- Topthema 2: Regulierung, Flexibilisierung und Sektorkopplung
- Topthema 3: TK-Infrastruktur und TK-Regulierung

Jedes dieser Topthemen wird in einem separaten Gutachten beschrieben. Die Veröffentlichung dieser Gutachten erfolgt jeweils jährlich, beginnend mit 2018, bis einschließlich 2020.

Im Text wird aus Vereinfachungsgründen i. d. R. die männliche Form verwendet. An dieser Stelle wird darauf hingewiesen, dass damit eine geschlechterübergreifende Bedeutung verbunden ist.

1 Die Aufgabe: Das Stromsystem verändert sich schnell und benötigt dringend neue Lösungen

Dezentrale flexible Lasten werden systemrelevant

Die fortschreitende Dezentralisierung des Energieversorgungssystems mit dem Ausbau der Erneuerbaren Energien, Stromspeicher, Ladeeinrichtungen für Elektrofahrzeuge und weiterer flexibler Verbrauchseinrichtungen bzw. Erzeuger stellt alle Akteure der Energiewirtschaft vor erhebliche Herausforderungen. Die neuen flexiblen Lasten werden in den nächsten Jahren eine für das Stromsystem insgesamt relevante Größenordnung erreichen und bieten dadurch die Chance, durch einen mit den volatilen erneuerbaren Erzeugern verzahnten Einsatz die Stabilität des Stromsystems zu sichern. Voraussetzung hierfür ist jedoch, dass diese neuen Lasten in das System aktiv integriert werden. Für die Probleme, die dezentrale Erzeugungsanlagen auf Basis Erneuerbarer Energien in den Verteilnetzen insbesondere in Form von Netzengpässen hervorgerufen haben, wurden in den letzten Jahren diverse Lösungsansätze und -konzepte wie beispielsweise die Spitzenkappung erarbeitet.¹ Mit der Elektrifizierung des Verkehrs und des Wärmesektors entstehen ähnliche Probleme jedoch zukünftig auch auf der Lastseite: Der klassische, passive Verbraucher entwickelt sich durch neue flexible Verbrauchseinrichtungen wie Elektromobilität, Wärmepumpen und Stromspeicher zum aktiven Netznutzer. Anders als bei dargebotsabhängigen Erneuerbaren Energien sind auf der Lastseite hohe, verhaltens- und preisgetriebene Gleichzeitigkeiten zu erwarten, wodurch neue lastbedingte Engpässe in den Verteilnetzen, insbesondere in der Niederspannungsebene, auftreten können. Die Geschwindigkeit und Intensität dieser Entwicklung sind kaum vorhersehbar und mit einer hohen Unsicherheit behaftet.

Um den zweifelsohne notwendigen Ausbau der Stromnetze in einem volkswirtschaftlich vertretbaren Rahmen zu halten und ausreichend Zeit für dessen operative Umsetzung zu gewinnen, ist eine höhere Auslastung der vorhandenen Netze unabdingbar. Der aktuelle Ordnungsrahmen setzt jedoch keine ausreichenden Anreize für eine bessere Auslastung der Verteilnetze und behindert überdies in vielerlei Hinsicht den marktlichen Einsatz flexibler Lasten. Eine zügige Anpassung des Ordnungsrahmens ist möglich und angesichts des erwarteten Hochlaufs der Elektromobilität auch dringend geboten, damit die reibungslose Integration dieser flexiblen Lasten nicht durch Warteschlangen bei der Bereitstellung der notwendigen Netzkapazitäten behindert wird.

Neben der netzverträglichen Integration muss außerdem die zunehmende Bedeutung dezentraler flexibler Lasten für die Energie- und Leistungsbilanz in der Gesamtarchitektur des Stromsystems Berücksichtigung finden. Hier ist anzustreben, dass die dezentralen Flexibilitäten möglichst effizient für die Nutzung im Markt erschlossen werden und dass Strukturen für deren koordinierten Einsatz in kritischen Systemsituationen aufgebaut werden. Der Rechtsrahmen muss somit auf der einen Seite den marktorientierten Einsatz von Flexibilität anreizen, muss auf der anderen Seite jedoch die Netzverträglichkeit sicherstellen.

¹ Auswahl an diesbezüglichen Studien:

Nailis, Nolde, Ritzau et al.: NEMO IV - Gutachten zum Netzentwicklungsplan 2024 im Auftrag der Bundesnetzagentur. Aachen, 2015.

Jarass: Optimierung des Stromnetzausbaus: Nicht zu viel und nicht zu wenig. EWeRK 3/2016.

Ropenus, Godron, Deutsch: Toolbox für die Stromnetze - Für die künftige Integration von Erneuerbaren Energien und für das Engpassmanagement. Berlin, 2018.

Özalay, Schuster, Kellermann et al.: Wirtschaftlicher Vorteil der netzdienlichen Nutzung von Flexibilität in Verteilnetzen. Bonn, 2019.

Die zentralen Fragen bei der Systemintegration flexibler Lasten

Das vorliegende Gutachten beschäftigt sich mit der Frage, wie das Zusammenspiel der Akteure und das Marktdesign angepasst werden müssen, damit die Systemintegration der flexiblen Lasten gelingt. Hierbei erfolgt ein gesamthafter Blick auf die Wertschöpfungskette der elektrischen Energieversorgung und ihrer zukünftigen Ausgestaltung. Im Kern steht die Organisation des Zusammenspiels zwischen Verteilnetz (insbesondere in der Niederspannungsebene) und Markt sowie die Anpassung der Rollen der Akteure. Ziel ist ein volkswirtschaftliches Gesamtoptimum zwischen Markt und Netz. Dazu muss das Spannungsfeld zwischen Netzausbau für ein völlig freies Marktgeschehen, bei dem das Netz dem Markt alles ermöglicht, und der Begrenzung des Netzausbaus unter Inkaufnahme möglicher Eingriffe in das Marktverhalten, adressiert werden.

Digitale Technologien besitzen erhebliche Potenziale, diesen Veränderungsprozess für die deutsche Volkswirtschaft effizient und erfolgreich zu gestalten. Gegenstand dieses Gutachtens ist daher auch,

- wie die anstehende Digitalisierung der energiewirtschaftlichen Wertschöpfungskette die Systemintegration dezentraler flexibler Lasten unterstützen kann,
- welche Rolle dabei insbesondere der Smart-Meter-Gateway-Rollout (SMGW-Rollout) als zukünftige Datendrehscheibe (Plattform für alle Marktakteure) spielt und
- wie sich dies zu einem Gesamtbild eines zukünftigen Smart Grid zusammenfügt.

Digitale Technologien können jedoch nur die technische Basis hierfür liefern. Für die digitalen Technologien ist ein leistungsstarkes Telekommunikationsnetz eine wichtige Voraussetzung. Vor diesem Hintergrund steht dieses Gutachten im engen Zusammenhang zum Gutachten für das Topthema 3, das sich schwerpunktmäßig mit den veränderten Anforderungen an die Telekommunikationsinfrastruktur und deren Regulierung befasst.

Für die beschriebenen Fragestellungen werden im vorliegenden Gutachten konkrete Lösungsvorschläge erarbeitet. Dazu gehören Ansätze für die Digitalisierung der energiewirtschaftlichen Wertschöpfungskette sowie die zukünftigen Rollen der Marktakteure. Mit dem Modell der „Spitzenglättung“ steht insbesondere ein konkreter Vorschlag für die Umsetzung der Verordnungsermächtigung des § 14a EnWG im Fokus dieses Gutachtens. Dies betrifft das Marktdesign für intelligente Netze, die Steuerbarkeit flexibler Verbraucher und die Schaffung von Anreizen für netzorientiertes Verhalten. Dies kann nicht losgelöst von der Netzentgeltsystematik betrachtet werden, die für ein intelligentes Netz der Zukunft angepasst werden muss. Um zielgerichtete Anreize zu setzen und Fehlwirkungen zu vermeiden, müssen die verschiedenen Elemente des Netzentgeltsystems (bspw. Grundpreise, Leistungspreise, Arbeitspreise, innovative Instrumente und weitere) übergreifend betrachtet, ihre Auswirkungen auf das Nutzerverhalten analysiert und ihre Ausgestaltung aufeinander abgestimmt werden. Eine umfassende Reform der Netzentgeltsystematik über die vorliegende Fragestellung hinaus ist gleichwohl nicht Gegenstand des Gutachtens.

Neben einem optimal ausgestalteten Zielmodell ist auch von Bedeutung, dass der Transformationspfad vom alten zum neuen System nicht zu Systembrüchen führt und dass allen Akteuren ausreichende Übergangsfristen zur schrittweisen Umsetzung der neuen Anforderungen zur Verfügung stehen. Daher werden Vorschläge erarbeitet, wie ein solcher Transformationspfad für die betroffenen Akteure möglichst praxistauglich und mit geringstmöglichen Eingriffen erfolgen kann.

Initialisierung eines Diskussionsprozesses

Die dargestellten Lösungsvorschläge sollen im Kontext des Gesamtprojektes Digitalisierung der Energiewende und der vorgesehenen Aktualisierung des Gutachtens der Initialisierung einer Diskussion

in der Branche und bei den politischen Entscheidungsträgern dienen. Dafür werden die wesentlichen Eckpunkte der Lösungen dargestellt und die grundsätzliche Machbarkeit, die erforderlichen Voraussetzungen zur Umsetzung, die denkbaren Detailausgestaltungen und die wesentlichen Rückwirkungen auf die beteiligten Akteure skizziert. Die für die Umsetzung relevanten Detailfragen sind Gegenstand der öffentlichen Diskussion der hier vorgestellten Lösungsansätze, welche mit der frühzeitigen Einbindung betroffener Akteure in den Erarbeitungsprozess der Lösungen bereits begonnen wurde. Die öffentliche Diskussion wird in den für die Folgejahre vorgesehenen Aktualisierungen des Gutachtens aufgegriffen und behandelt.

2 Das Vorgehen: Wir binden die losen Enden zusammen

Die vorliegende Kurzfassung des Gutachtens fokussiert auf die Darstellung der Aufgabenstellung sowie des vorgeschlagenen Zielmodells der Spitzenglättung. Der Analyseweg und die Ableitung des Zielmodells ist in der Langfassung ausführlich beschrieben, auf die hier verwiesen wird. Zur leichteren Einordnung der Analyseergebnisse werden nachfolgend kurz die in der Studie vorgenommenen Analyseschritte beschrieben.

Zur Ableitung eines Zielmodells für ein netzorientiertes Lastmanagement zur Integration flexibler Lasten wurden zunächst die Auswirkungen von flexiblen Lasten sowie der Einfluss der Digitalisierung auf die Verteilnetze untersucht.² Zudem wurde der aktuelle Rechtsrahmen hinsichtlich Hemmnissen für die Systemintegration von Flexibilitäten analysiert und beleuchtet, welche Vorschläge in der Branche zur Weiterentwicklung der Netzentgeltssystematik diskutiert werden.³ Darauf aufbauend wurde ein „Werkzeugkasten Netzentgeltssystematik“ entwickelt, der neben konventionellen Instrumenten wie dem Leistungs-, Arbeits- sowie Grundpreis auch innovative Instrumente wie die Bestelleistung oder die bedingte Netznutzung beinhaltet. Auf Basis dieses Werkzeugkastens wurden verschiedene Ausgestaltungsvarianten einer zukünftigen Netzentgeltssystematik abgeleitet. Abschließend wurden relevante Bewertungskriterien wie beispielsweise die Anreizsetzung für eine effiziente Netznutzung, die Kostenverursachungsgerechtigkeit oder der regulatorische Aufwand definiert, um eine Bewertung zu ermöglichen.

Anschließend wurden energiewenderelevante Flexibilitäts-Use-Cases (Anwendungsfälle) abgeleitet, mit denen zukünftige Entwicklungen auf der Lastseite abgebildet werden.⁴ Hierzu gehören beispielsweise der Prosumer mit Elektrofahrzeug und Energiespeicher, die Prosumer-Community sowie der Flottenbetreiber. Zur Operationalisierung dieser Kunden werden Parameter beschrieben, die das Kundenverhalten charakterisieren wie Jahresenergiebedarf, nachgefragte Leistung oder Wirkungsgrade der einzelnen Verbrauchseinrichtungen.

Die Auswirkungen dieser Use-Cases wurden für verschiedene Verteilnetztypen, die die Heterogenität deutscher Verteilnetze abbilden, stochastisch simuliert, um die Wirkung von netzorientiertem Lastmanagement zu bewerten und entstehende Engpässe sowie die notwendige Intensität und Anzahl an Eingriffen quantifizieren zu können.⁵ Dabei wurde auch betrachtet, wie die finanziellen Anreize aus den Netzentgelten das Nutzerverhalten beeinflussen können. Es zeigte sich, dass sich bei Einführung des Netzentgeltinstrumentes „Bedingte Netznutzung“ die Zahl integrierbarer flexibler Nutzer deutlich erhöhen lässt. Dieses Instrument unterscheidet zwischen zwei Qualitäten des Netzanschlusses:

- **Unbedingte Leistung:** Diese Leistung steht dem Netzanschlussnutzer immer zur Verfügung. Es besteht kein Eingriffsrecht des Netzbetreibers.
- **Bedingte Leistung:** Diese Leistung steht dem Netzanschlussnutzer zu einem Großteil der Zeit zur Verfügung. Der Netzbetreiber kann zeitlich und in der Höhe eng beschränkt die zur Verfügung stehende Leistung reduzieren.

Abhängig davon, wie viel unbedingte Leistung, also der Teil der Netzanschlussleistung, bei dem keine netzseitige Einschränkung erfolgt, vom Kunden bestellt wird, kann die Anzahl integrierbarer Kunden in

² Kapitel 2 der Langfassung des Gutachtens

³ Kapitel 3 der Langfassung des Gutachtens

⁴ Kapitel 4 der Langfassung des Gutachtens

⁵ Kapitel 5 der Langfassung des Gutachtens

unterschiedlich hohem Maße gesteigert werden. Die netzseitige Einschränkung ist in den untersuchten Modellen in etwa 1,5 h am Tag notwendig.

Eine qualitative Bewertung der Netzentgeltmodelle zeigt, dass mit dem Modell „Bestelleistung mit bedingter Netznutzung“ (im Folgenden als „Spitzenglättung“ bezeichnet) ein eindeutiges Vorzugsmodell ermittelt werden kann, das die gestellten Anforderungen insgesamt am besten erfüllt. Insbesondere löst es die Probleme, die durch die Integration flexibler Lasten entstehen können (hohe Gleichzeitigkeiten, resultierende Netzengpässe und somit erforderlicher Netzausbau) und hält den Aufwand zur Anpassung der Marktprozesse gering.

Die Umsetzung der Spitzenglättung erfordert die Digitalisierung der Verteilnetze und die Anpassung der Zusammenarbeit zwischen den Energiemarktakteuren. Dazu wurden entsprechende Empfehlungen erarbeitet.⁶ Das Zielmodell umfasst auch ein weiterentwickeltes Netzentgeltsystem mit aufeinander abgestimmten Einzelelementen. Außerdem wurden Umverteilungseffekte des Zielmodells sowie Auswirkungen auf neue Geschäftsmodelle analysiert und beschrieben.

Den Abschluss der Arbeiten bildete eine Darstellung des konkreten Anpassungs- und Umsetzungsbedarfs im Rechtsrahmen für die Einführung der Spitzenglättung.⁷ Hierzu wurde aufgezeigt, welche Gesetze und Verordnungen betroffen sind und wie die Eckpunkte einer Anpassung aussehen sollten. Abschließend wurde ein Zeitplan aufgestellt, der eine erfolgreiche und zeitgerechte Umsetzung der Anpassungen vor dem erwarteten Markthochlauf der Elektromobilität ermöglicht.

Das Modell der Spitzenglättung wird in den folgenden Kapiteln dieser Kurzfassung vorgestellt und die Auswirkungen auf verschiedene Kundentypen – klassische (unflexible), teilflexible und vollflexible Kunden – erläutert. Detailliertere Beschreibungen der Vorgehensweise, der Analyseergebnisse und des Modells können der Langfassung dieses Gutachtens entnommen werden.

⁶ Siehe auch Kap. 6 der Langfassung

⁷ Kap. 7 der Langfassung

3 Keine Denkverbote: Der Lösungsraum muss erweitert werden

Die Kupferplatte stößt an ihre Grenzen: Verteilnetze und Regulierungsrahmen sind nicht für neue flexible Lasten konzipiert

In der Energiebranche ist unbestritten, dass ohne netzorientiertes Management der neuen, flexiblen Verbrauchseinrichtungen ein hoher Netzausbaubedarf⁸ entstünde, der volkswirtschaftlich ineffizient und operativ an vielen Stellen in angemessener Zeit kaum umsetzbar wäre. Die flexible Steuerung von Verbrauchseinrichtungen hat außerdem nicht nur einen Mehrwert für das Stromverteilnetz, sondern auch für den Energiemarkt insgesamt, bspw. im Rahmen der Sektorkopplung. Diese marktliche Nutzung des Flexibilitätpotenzials soll durch den Ordnungsrahmen erschlossen und durch eine netzorientierte Nutzung möglichst wenig eingeschränkt werden. Der bestehende Ordnungsrahmen und insbesondere das darin enthaltene Prinzip der „Kupferplatte“⁹ mit seinen statischen Leistungs- und Arbeitspreisen stoßen hier an ihre Grenzen und müssen daher weiterentwickelt werden. Umlagen und Abgaben behindern vor allem flexible Stromanwendungen in der Sektorkopplung. Verschiedene regulatorische und marktwirtschaftliche Ansätze zur Beseitigung dieser Hemmnisse wurden in der Branche diskutiert und eignen sich unterschiedlich gut für Nieder- und Mittelspannung.

Flexible Lasten benötigen keine jederzeit gesicherte Netznutzung

Wenn die netzseitigen Einschränkungen kalkulierbar sind, können flexible Lasten hiermit grundsätzlich ohne Komfortverlust für den Kunden umgehen. Der derzeitige Ordnungsrahmen bietet derzeit aber kein passendes Netznutzungsprodukt. Flexible Lasten müssen derzeit die relativ teure uneingeschränkte „unbedingte“ Netznutzung zahlen, auch wenn sie diese eigentlich nicht benötigen. Mit § 14a EnWG existiert zwar die Möglichkeit, steuerbaren Verbrauchseinrichtungen reduzierte Netzentgelte zu gewähren, das Instrument ist jedoch nicht konkret ausgestaltet. Zu diesem Zweck ist in § 14a EnWG eine Verordnungsermächtigung vorgesehen.

Der Netzkunde muss das netzorientierte Lastmanagement bei der Auslegung seiner Anlage konzeptionell berücksichtigen, daher benötigt er ein Instrument, das von der individuellen Netzausbauentscheidung des Netzbetreibers entkoppelt ist. Dies spricht für einen regulatorischen Lösungsansatz, der dem Netzkunden einen sicheren Anspruch gewährt, nur in dem Umfang teure gesicherte Netznutzung zu zahlen, wie er diese auch benötigt.

Die netzorientierte Flexibilität muss verlässlich in der Netzplanung berücksichtigt werden können

Nur Instrumente, die in der Netzplanung verlässlich für einen langen Zeitraum zur Verfügung stehen, sparen Netzausbau ein. Daher sind neben der laufenden Netznutzung auch die Netzanschlusskapazität des Kunden zu betrachten. Zur Behebung von Engpässen im Niederspannungsnetz fehlt die notwendige Liquidität, da die Anzahl der an einem einzelnen Niederspannungsstrang (insgesamt etwa 2-3 Mio. in Deutschland) angeschlossenen Netznutzern zu gering ist, um mithilfe von marktlichen Lösungsansätzen die Verfügbarkeit von Flexibilität zu jedem Zeitpunkt garantieren zu können. Für den

⁸ Kritischer Treiber für diesen massiven Ausbaubedarf ist vor allem die Elektromobilität, die voraussichtlich insbesondere städtische Netze treffen wird und dort wegen der Geschwindigkeit der Entwicklung zu operativen Umsetzungsproblemen führen würde. Für ländliche Netze wird die Entwicklung der Elektromobilität tendenziell weniger kritisch gesehen.

⁹ Das Prinzip der „Kupferplatte“ impliziert, dass jede/r Verbraucher/in und Erzeuger/in ohne Einschränkungen mit jeder gewünschten Leistung an das öffentliche Stromnetz angeschlossen wird.

Netzbetreiber kann mit marktlichen Instrumenten somit im Niederspannungsnetz keine Planungssicherheit garantiert werden.¹⁰

Hier ist daher ein regulatorischer Lösungsansatz erforderlich, der eine verlässliche Basis für die Auslegung der Verteilnetze im Rahmen der Netzplanung schafft.

Der sanfte Eingriff: Beschränkung der Entnahmeleistung statt Netzbetreiberzugriff auf die Anlage

Generell bedeutet netzorientiertes Lastmanagement, dass der Netznutzer sein Verhalten innerhalb seiner ihm zugebilligten maximalen Netzkapazität u. a. danach ausrichtet, in welcher Belastungssituation sich das Netz zum jeweiligen Zeitpunkt befindet. Im Rahmen dieser Studie wird dabei zwischen der Ausprägung netzverträglich und netzdienlich differenziert. **Netzverträgliche Netznutzung** liegt vor, wenn der Netznutzer seine Flexibilität im Rahmen der aktuellen Maximalleistung einsetzt. Dabei ist die aktuelle Maximalleistung zeitlich variabel und davon abhängig, welche lokale Netzsituation zum jeweiligen Zeitpunkt vorliegt. Es kann sowohl eine maximale Entnahme als auch eine maximale Einspeisung durch den Netzbetreiber vorgegeben werden. Bis zur Maximalleistung ist der Kunde in seinem Verhalten im Übrigen uneingeschränkt. Er kann die Flexibilität somit marktdienlich einsetzen. Der Netznutzer bestellt bei dieser Vorgehensweise eine bedingte weil netzseitig temporär einschränkbare Entnahme- bzw. Einspeiseleistung (bedingte Bestelleistung).

Der Begriff ist somit klar von dem Begriff der „**Netzdienlichkeit**“ abzugrenzen, bei der ein Netznutzer seine Flexibilität nach Vorgabe des Netzbetreibers einsetzt, um eine ohne sein Verhalten bereits existierende oder drohende Netzüberlastung abzumildern. Hier erfolgt ein direkter Eingriff in das Verhalten des Netznutzers durch Vorgabe einer zu erbringenden positiven oder negativen Mindestleistung. Die Intensität des Netzbetreibereingriffs und der Koordinationsbedarf der Akteure ist bei der netzverträglichen Netznutzung (bedingte Leistung) somit deutlich geringer als beim netzdienlichen Flexibilitätseinsatz. Im Rahmen dieser Studie wird daher vordringlich ein netzverträglicher Flexibilitätseinsatz (bedingte Bestelleistung) ohne direkten Zugriff des Netzbetreibers auf die Flexibilität verfolgt. Der Netzbetreiber gibt lediglich zeitlich variable Grenzen für die Netznutzung vor.

Netzausbau statt uferloser Einschränkung der Netzkunden

Netzorientiertes Lastmanagement ist nur in begrenztem Maß sinnvoll und muss in seinem Umfang (Häufigkeit, maximale Dauer, maximale Einschränkung) eng begrenzt werden, damit die Kundenanlagen ohne Komforteinbuße des Netznutzers damit umgehen können. Die Simulationen im Rahmen dieses Gutachtens haben gezeigt, dass Eingriffe in etwa 5 % der Stunden ausreichen, um Netzengpässe deutlich zu reduzieren. Die Netze müssen auch zukünftig ausgebaut werden, wenn ohne Ausbau ein noch im Detail zu definierender zulässiger Umfang der netzseitigen Einschränkung überschritten würde.

Die fehlende Liquidität im Niederspannungsnetz verhindert eine verlässliche Netzengpassprognose

Eine ausreichend genaue und verlässliche, örtlich differenzierte Engpassprognose ist wegen der fehlenden Liquidität und hohen Volatilität im Niederspannungsnetz ebenfalls nicht möglich. Die bei der Bewirtschaftung von internationalen Netzengpässen üblichen Instrumente auf Basis von verbindlichen Netzengpassprognosen können daher in der Niederspannungsebene nicht sinnvoll eingesetzt werden.

¹⁰ An dieser Stelle sei explizit darauf verwiesen, dass marktliche Ansätze (bspw. regionale Flexibilitätsmärkte) für höhere Spannungsebenen (Mittelspannung und höher) einen plausiblen und aus Sicht der Autoren auch erfolgsversprechenden Ansatz darstellen können.

Stattdessen wird im vorliegenden Gutachten vorgeschlagen, eine spontane, unangekündigte netzseitige Einschränkung zuzulassen. Damit diese netzseitige Einschränkung für die Akteure handhabbar ist, muss sie zeitlich und vom Umfang her allerdings wiederum klar begrenzt sein.

Eine Neuregelung des Netzzugangs sollte für alle Akteure transparent und einfach handhabbar sein

Alle Akteure müssen mit der Anpassung des Ordnungsrahmens umgehen können. Soweit sie von Änderungen betroffen sind, muss erkennbar sein, warum diese erforderlich sind und inwieweit diese angemessen und für das Gesamtsystem vorteilhaft sind. Zusätzliche Komplexität sollte nur soweit in das Energiesystem eingeführt werden, wie dem ein entsprechender Nutzen gegenübersteht. Im vorliegenden Gutachten wurde daher ein Regelungsvorschlag erarbeitet, der die Integration flexibler Lasten in die Verteilnetze in möglichst einfacher Weise ermöglicht und die Veränderungen der Marktregeln auf das notwendige Maß begrenzt. Für jeden der verschiedenartigen Akteure wird eine passende Lösung bereitgestellt. Trotz der Minimierung der Veränderungen entstehen durch das Instrument der Spitzenglättung für alle Akteure neue Herausforderungen und teilweise auch Risiken, die analysiert, bewertet und auch regulatorisch behandelt werden müssen. Der vorliegende Vorschlag und mögliche Ausgestaltungsspezifika sollen daher gemeinsam mit der Branche vor einer Umsetzung in den Rechtsrahmen ausführlich diskutiert werden.

Der Fokus liegt hier auf der Niederspannungsebene, der Regelungsvorschlag ist in leicht modifizierter Form aber auch in der Mittel- und Hochspannungsebene nutzbar.

4 Das sanfte Ende der Kupferplatte: Die Spitzenglättung

Auf Basis der Simulationsergebnisse sowie der qualitativen Bewertung verschiedener Ausgestaltungsvarianten hat sich das Zielmodell „Spitzenglättung“ mit dem neuen Netznutzungsprodukt „bedingte Bestelleistung“ als Vorzugslösung herausgestellt. Dieses Modell verschiebt die Lastspitzen zuverlässig und glättet somit die Lastprofile. Die Spitzenglättung besitzt von allen untersuchten Netzentgeltsystematiken das größte Potenzial zur engpassfreien Integration von Flexibilität und setzt effektive und zielgerichtete Anreize für den Kunden, sich flexibel und netzverträglich zu verhalten. Die Spitzenglättung bietet außerdem für jeden Akteur den passenden Netzzugang. Die Spitzenglättung kann über eine Ausgestaltung des § 14a EnWG und die darin enthaltene Verordnungsermächtigung rechtlich verankert werden.

Im Folgenden wird das Modell zunächst für die hier im Fokus stehenden Kleinkunden in der Niederspannungsebene dargestellt. Es kann jedoch in modifizierter Form auch auf die Mittel- und Hochspannungsebene sowie leistungsgemessene Niederspannungskunden ausgedehnt werden. Hierauf wird am Ende dieses Abschnitts eingegangen.

Kundenkategorien im Modell der Spitzenglättung

Bei den Kleinkunden werden im Rahmen der Spitzenglättung drei Arten von Kunden an Hand des Grades, in dem sie Flexibilität bereitstellen können, differenziert: Sie sind vollständig unflexibel (klassische Verbraucher), teilweise flexibel – d. h. sie besitzen einzelne flexible, steuerbare Verbrauchseinrichtungen und sind im Übrigen unflexibel – oder insgesamt flexibel, d. h. sie besitzen ein Energiemanagementsystem, das ihre Entnahme aus dem Netz insgesamt steuert und optimiert. Die Auswirkungen der Spitzenglättung sind wegen der unterschiedlichen Möglichkeiten, Flexibilität bereitzustellen, akteursspezifisch aber gleichzeitig verursachungsgerecht:

- **Der klassische Verbraucher:** Dieser Kunde hat keine flexiblen Verbrauchseinrichtungen. Deswegen kann bei ihm auch kein netzorientiertes Management stattfinden. Der Kunde überschreitet nie oder nur selten eine Leistung von 5 kW.¹¹ Abhängig vom Jahresverbrauch erhält der Kunde für die Abrechnung der Netzentgelte eine gestaffelte Leistungszuweisung (je höher der Verbrauch, umso größer die zugewiesene Leistung). Diese Leistungszuweisung ist für Kleinkunden unter 6.000 kWh/a unabhängig von der tatsächlichen Leistungsanspruchnahme, d. h. kurzzeitige Überschreitungen der hier genannten 5-kW-Grenze, z. B. von Durchlauferhitzern, werden toleriert.¹² Vielmehr dient die zugewiesene Leistung der Ermittlung des zu zahlenden Leistungspreises. Zusätzlich zahlt diese Art von Kunden einen Arbeitspreis. Bei der Ermittlung des Jahresverbrauchs zum Zweck der Leistungszuweisung sollte eine etwaige Eigenerzeugung des Kunden mitberücksichtigt werden, da der maximale Leistungsbedarf des Kunden entnahmeseitig durch die Eigenerzeugung im Regelfall nicht reduziert wird. Die Eigenerzeugung kann hierfür pauschal über einen Umrechnungsfaktor aus der Leistung der Anlage abgeleitet oder messtechnisch erfasst werden, was jedoch einen zusätzlichen Messaufwand zur Folge hätte. Die Leistungszuweisung sollte somit vom Verbrauch und nicht von der Netzentnahme abhängen.

¹¹ 5 kW als maximaler Viertelstundenmittelwert sind für einen Standard-Haushalt ohne leistungsstarke Verbraucher wie einen Durchlauferhitzer ausreichend. Dieser Wert kann in der weiteren Diskussion um die Umsetzung des Modells noch modifiziert werden.

¹² Ab 6.000 kWh/a wird im Rahmen des Smart-Meter-Rollouts ein iMSys eingebaut, das eine Leistungsmessung und die Fernauslesung der Messwerte erlaubt. Für geringere Jahresverbräuche ist dies nicht vorgesehen.

- **Der Teilflexible:** Dieser Kunde betreibt zusätzlich zu seinen klassischen unflexiblen Verbrauchseinrichtungen auch einzelne flexible Verbrauchseinrichtungen (z. B. Ladesäule, Energiespeicher oder Wärmepumpe). Bei den klassischen unflexiblen Verbrauchseinrichtungen findet kein netzorientiertes Management statt, bei den flexiblen Verbrauchseinrichtungen kann ein zeitlich eng begrenztes netzorientiertes Management durchgeführt werden. Für die unflexiblen Verbrauchseinrichtungen findet wie beim klassischen Verbraucher eine gestaffelte Leistungszuweisung unter Berücksichtigung der Eigenerzeugung statt. Kurzzeitige Überschreitungen der 5-kW-Grenze werden wie beim unflexiblen Kunden bis zu einem Jahresverbrauch von 6.000 kWh toleriert. Für die flexiblen Verbrauchseinrichtungen muss der Kunde im Standardfall bedingte Leistung bestellen, in diesem Bereich kann dann netzorientiertes Management durchgeführt werden. Es fällt ein Leistungspreis an, der niedriger als der Preis für die unbedingte Leistung ist, da die bedingte Leistung aufgrund des potenziellen Netzmanagements zwar fast immer, aber nicht permanent zur Verfügung steht. Der teilflexible Kunde kann abweichend vom Standardfall auch für seine flexiblen Verbrauchseinrichtungen eine unbedingte Netznutzung realisieren. Er muss dann eine ausreichende unbedingte Leistung im Netzanschlussvertrag vorsehen und entsprechend unbedingte Leistung in der fortlaufenden Netznutzung bestellen.
- **Der Vollflexible:** Dieser Kunde besitzt ein Energiemanagementsystem, das die klassischen und flexiblen Verbrauchsanlagen koordiniert. Es findet keine getrennte Betrachtung von unflexiblen und flexiblen Verbrauchseinrichtungen statt. Der Kunde bestellt nach Bedarf unbedingte Leistung, bei der kein netzorientiertes Management möglich ist, sowie vergünstigte bedingte Leistung, bei der ein netzorientiertes Management zeitlich eng begrenzt durchgeführt werden kann. Eine gesonderte Berücksichtigung der Eigenerzeugung ist weder erforderlich noch geboten, da bei den vollflexiblen Kunden im Gegensatz zu den nicht- und teilflexiblen Kunden mit zugewiesener Leistung wiederholte Überschreitungen der bestellten Leistung nicht toleriert werden. Dies hat zur Folge, dass vollflexible Kunden Auswirkungen einer ggf. vorhandenen Erzeugungsanlage auf ihre tatsächliche Netzbelastung bei der Leistungsbestellung mitberücksichtigen müssen.

Eine Übersicht über die unterschiedlichen Kleinkunden und die Folgen für die Netzentgeltsystematik sind in Abbildung 1 dargestellt.

	Der klassische Verbraucher	Der Teilflexible*		Der Vollflexible
Flexibilität des Kunden	Verbraucher ohne flexible Verbrauchseinrichtungen	Klassischer Verbrauch ohne Flexibilität	Einzelne flexible Verbrauchseinrichtungen	Kunde mit flexiblen Verbrauchseinrichtungen und Energiemanagementsystem
Leistungsbestellung durch Kunde	Nach unflexiblen Verbrauch (inkl. Eigenerzeugung) gestaffelte Leistungszuweisung	Nach unflexiblen Verbrauch (inkl. Eigenerzeugung) gestaffelte Leistungszuweisung	Bestellung bedingte Bestelleistung	Bestellung unbedingter Bestelleistung Bestellung bedingter Bestelleistung
Netzorientiertes Management	Kein netzorientiertes Management, Überschreitung der zugewiesenen unbedingten Leistung begrenzt möglich	Kein netzorientiertes Management, Überschreitung der zugewiesenen unbedingten Leistung begrenzt möglich	Zeitlich eng begrenztes netzorientiertes Management	Unbedingte Bestelleistung: kein netzorientiertes Management Bedingte Bestelleistung: zeitlich eng begrenztes netzorientiertes Management
Netzentgelt	Nach unflexiblen Verbrauch (inkl. Eigenerzeugung) gestaffelter unbedingter Leistungspreis + Arbeitspreis	Nach unflexiblen Verbrauch (inkl. Eigenerzeugung) gestaffelter unbedingter Leistungspreis + Arbeitspreis	(Niedriger) Leistungspreis für bedingte Bestelleistung und Arbeitspreis	(Hoher) Leistungspreis für unbedingte Bestelleistung und Arbeitspreis (Niedriger) Leistungspreis für bedingte Bestelleistung und Arbeitspreis

*Das Modell „Der Teilflexible“ ist grundsätzlich mit einem Zähler abwickelbar, benötigt jedoch zwei Zähler, wenn verschiedene Arbeitspreise für flexiblen und unflexiblen Teil angeboten werden sollen

Abbildung 1: Auswirkungen der Spitzenglättung auf verschiedene Akteure

Das netzorientierte Management von Flexibilität beschränkt sich somit auf den teilflexiblen und den vollflexiblen Kunden. Der klassische Verbraucher, der heute über 99 % aller Verbraucher ausmacht, wird ins neue System überführt, ohne dass er hierdurch spürbare Nachteile erlangt. Teilflexible und vollflexible Netznutzer, die zukünftig häufiger anzufinden sein werden und die einen Großteil des zu erwartenden Anstiegs beim Leistungsbezug ausmachen werden, bekommen über die bedingte Leistungsbestellung einen Anreiz zur effizienten Netznutzung. Zudem bietet die Option, zwischen unbedingter und bedingter Leistung zu wählen und deren Höhe zu variieren, verbesserte Möglichkeiten für neue Geschäftsmodelle.

Nutzung der Netzanschlussleistung bei den verschiedenen Kundenkategorien

In Abbildung 2 ist dargestellt, wie der Netzanschluss bei den verschiedenen Kundenkategorien genutzt wird. Für den klassischen Verbraucher tritt im Vergleich zum heutigen System keine spürbare Änderung auf. Er kann trotz formeller Beschränkung auf eine unbedingte Leistung von 5 kW mit den unflexiblen Verbrauchseinrichtungen weiterhin den Netzanschluss nutzen, ohne dass netzseitig in den Verbrauch eingegriffen wird.¹³

Beim Teilflexiblen wird der Netzanschluss in einen unbedingten Teil für die unflexiblen Lasten und in einen unbedingten oder bedingten Teil für die flexiblen Lasten eingeteilt (in der Abbildung bestellt der Kunde bedingte Netzleistung). Diese werden getrennt betrachtet. Für den unflexiblen Teil gelten die gleichen Regelungen wie beim klassischen Kunden. Die Höhe der unbedingte oder bedingte zur Verfügung stehende Leistung für den flexiblen Teil kann er selbst bestimmen. Je geringer diese gewählt wird, desto geringer ist auch das zu zahlende Netzentgelt, desto weniger Leistung können aber auch die flexiblen Verbrauchseinrichtungen dem Stromnetz entnehmen.

¹³ Für Kunden mit einem Verbrauch über 6.000 kWh/a ergeben sich ggf. Anpassungen. Hierauf wird in den Übergangsregelungen (Kapitel 7 der Langfassung) eingegangen.

Beim Vollflexiblen werden unflexible und flexible Verbrauchseinrichtungen gemeinsam betrachtet. Auch er muss entscheiden, welchen Teil der Leistung er unbedingt (entspricht höheren spezifischen Netzentgelten) sowie bedingt (entspricht niedrigeren spezifischen Netzentgelten) bestellen möchte.

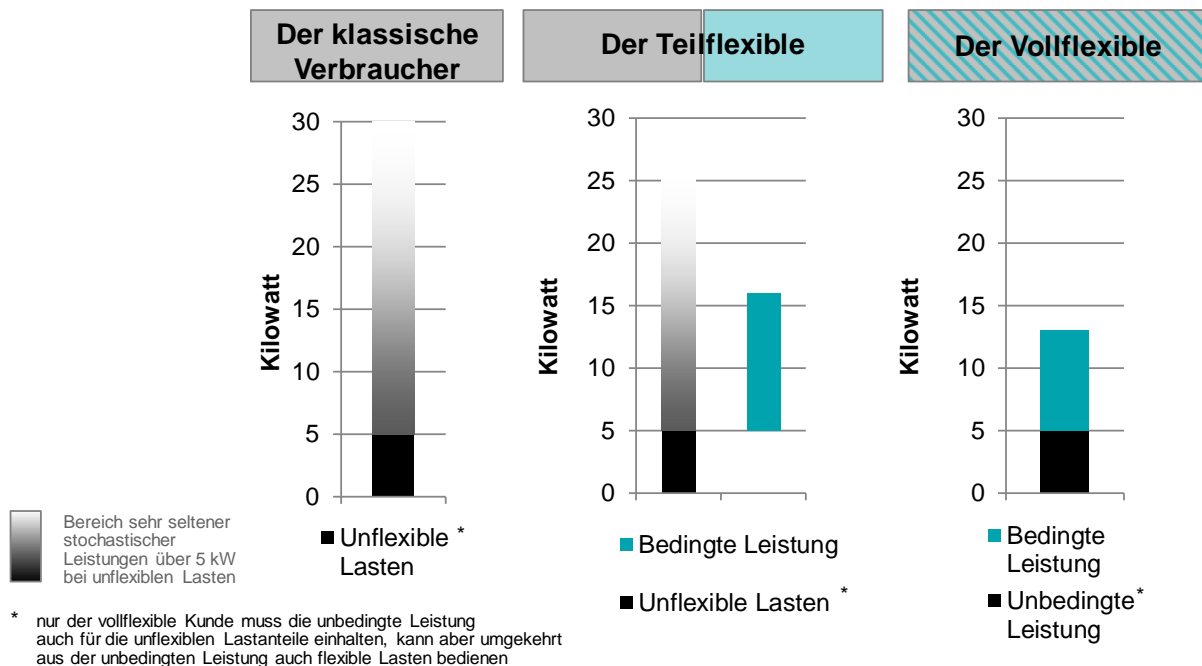


Abbildung 2: Aufteilung des Netzanschlusses für die drei Kundenkategorien

Ein kohärentes Preissystem für alle Niederspannungskunden

Durch die Einführung der Spitzenglättung wird das bisherige Netznutzungs- und Netzentgeltsystem um die neue Komponente der bedingten Leistung ergänzt. Damit sich keine Fehlsteuerungseffekte ergeben, müssen die verschiedenen Elemente dieses Systems sowohl in ihrer Qualität als auch in ihrer finanziellen Anreizwirkung aufeinander abgestimmt werden. Der Vorschlag basiert auf dem heutigen § 14a EnWG und konkretisiert diesen. Bei der Ausgestaltung sollten die im Folgenden dargestellten Aspekte berücksichtigt werden:

- Die unbedingte Leistung ist ein wichtiger Kostentreiber. Daher sollte die in Anspruch genommene unbedingte Leistung zukünftig grundsätzlich stärker gewichtet werden als derzeit. Allerdings ist zu berücksichtigen, dass bei unflexiblen Kleinverbrauchern eine hohe Durchmischung stattfindet. Die individuelle zeitungleiche Höchstlast ist bei einem niedrigen Jahresverbrauch nur eingeschränkt als Maßstab für die in Anspruch genommene Leistung sachgerecht. Im hier vorgeschlagenen Entgeltsystem wird daher für einen Verbrauch unter 6.000 kWh/a nicht die tatsächlich gemessene Leistung der Netzentgeltabrechnung zugrunde gelegt, sondern es wird eine fiktive Abrechnungsleistung in Abhängigkeit vom Jahresverbrauch verwendet. Diese kann gestaffelt erfolgen. So könnte in der untersten Entgeltzone bis zu einem Verbrauch von z. B. 2.500 kWh/a eine Abrechnungsleistung von 1,7 kW angesetzt werden, oberhalb von 2.500 kWh/a dann 5 kW. Oberhalb von 6.000 kWh/a erfolgt eine Abrechnung nach der tatsächlich gemessenen Leistung, mindestens jedoch 5 kW. Damit die Entgeltzonen ohne Sprünge ineinander übergehen, würde in der untersten Entgeltzone ein erhöhter Arbeitspreis angesetzt. Die Parametrierung des Preissystems, d. h. das Verhältnis von

Leistungs- und Arbeitspreisen sowie die hier genannten Schwellwerte sollten im weiteren Verlauf der Umsetzung des Modells der Spitzenglättung noch ausführlich diskutiert werden.

- Die bedingte Leistung sollte deutlich billiger sein als die unbedingte. Denkbar wäre für die bedingte Leistung z. B. ein Preis in Höhe von 20 % der unbedingten Leistung.
- Durch die bloße Errichtung einer dezentralen Erzeugungsanlage (z. B. PV) wird das Netz nicht entlastet. Sachgerecht wäre es daher, die Eigenerzeugung in die abzurechnenden Netzentgelte einzubeziehen und die Netzentgelte nicht auf die aus dem Netz entnommene, sondern vom Kunden verbrauchte Energie zu beziehen (Berechnungsbasis wäre dann der Bruttoverbrauch statt die Nettoentnahme aus dem Netz). Dies würde aber eine separate Messung des eigenerzeugten Stroms erfordern. Um diesen Aufwand im Bereich der Kleinkunden zu vermeiden, könnte die Eigenerzeugung über eine Pauschale in Abhängigkeit von der Anlagenleistung berücksichtigt werden. Für PV-Anlagen ab 7 kW ist ohnehin eine separate Messung vorgesehen, so dass hier kein Mehraufwand entstünde.
- Vollflexible Kunden sind anders als teil- oder unflexible Kunden in der Lage, ihre Entnahmeleistung aus dem Netz zu steuern und wirksam zu begrenzen. Ihnen sollte daher wie hier vorgeschlagen ein Wahltarif ermöglicht werden, der anstelle der fiktiv zugerechneten Abrechnungsleistung für Kunden < 6.000 kWh/a die Möglichkeit einräumt, auch niedrigere Leistungen zu bestellen. Eine gesonderte Berücksichtigung der Eigenerzeugung ist hier nicht erforderlich, da die bestellte Leistung die Netzbeanspruchung sachgerecht abbildet.
- Das System von fortlaufenden Netzentgelten in Form von Leistungs- und Arbeitspreisen sollte durch Einmalbeiträge ergänzt werden. Dies betrifft v. a. Baukostenzuschüsse bei der erstmaligen Errichtung oder Erweiterung von Netzanschlüssen. Die Baukostenzuschüsse können nach bedingter und unbedingter Leistung differenziert werden.

Durch eine Gestaltung nach den oben genannten Grundsätzen werden für unflexible Bestandskunden Umverteilungseffekte weitgehend vermieden. Die neuen flexiblen Verbraucher erhalten starke Anreize für eine effiziente Netznutzung. Da derzeit nur wenige Kleinkunden dieser Art vorhanden sind, sind Umverteilungseffekte nur von geringer Bedeutung. In einzelnen Bereichen wie Nachtspeicherheizungen sind allerdings Übergangsregelungen sinnvoll, auf die in Kapitel 7 der Langfassung eingegangen wird.

Ein Ausgestaltungsbeispiel für das neue Preissystem mit relativ hohem Arbeitspreis ist in der folgenden Tabelle zusammengefasst:

	Ausgestaltungs- beispiel	Einheit
Alle Tarifgruppen		
Leistungspreis unbedingt	23,14	€/kW/a
Leistungspreis bedingt	4,63	€/kW/a
Baukostenzuschuss unbedingt	69,42	€/kW
Baukostenzuschuss bedingt	13,89	€/kW
Standardtarif		
Arbeitspreis für Kunden mit < 2.500 kWh/a	7,8	ct/kWh
Arbeitspreis für Kunden mit > 2.500 kWh/a	4,8	ct/kWh
Unbedingte Abrechnungsleistung < 2.500 kWh/a	1,7	kW
Unbedingte Abrechnungsleistung 2.500 kWh/a – 6.000 kWh/a	5	kW
Unbedingte Abrechnungsleistung > 6.000 kWh/a	Gemessene Leistung	kW
Bedingte Abrechnungsleistung	Bestellte Leistung	kW
Alternativtarif Bestelleistung		
Unbedingte Abrechnungsleistung	Bestellte Leistung	kW
Bedingte Abrechnungsleistung	Bestellte Leistung	kW
Arbeitspreis (analog Standard > 2.500 kWh/a)	4,8	ct/kWh

Tabelle 1: Beispiel eines Netzentgeltsystems mit Spitzenglättung mit relativ hohem Anteil des Arbeitspreises

Durch eine andere Parametrierung lassen sich die Arbeitspreise zu Lasten der Leistungspreise stark reduzieren. Dies würde insbesondere Kunden mit einem hohen Anteil flexibler Verbrauchseinrichtungen entlasten, soweit sie am netzorientierten Lastmanagement teilnehmen.

Leistungsgemessene Kunden in der Niederspannung

Im bestehenden Netzzugangsmodell wird für größere Niederspannungskunden über 100.000 kWh/a eine registrierende Leistungsmessung eingesetzt, die die Basis für die Abrechnung der Netzentgelte nach Leistungs- und Arbeitspreisen bildet. Das oben beschriebene Spitzenglättungsmodell für die Kleinkunden kann grundsätzlich auch bei leistungsgemessenen Kunden in der Niederspannung angewandt werden. Für unflexible und teilflexible Kunden würde grundsätzlich der Schwellenwert für eine zwingende Abrechnung nach gemessener Leistung wie oben vorgeschlagen auf niedrigere Verbrauchswerte, z. B. 6.000 kWh/a (Pflichteinbaufall für ein iMSys), abgesenkt. Beim teilflexiblen leistungsgemessenen Kunden muss die bedingte Leistung vorab bestellt werden, wenn er nicht die gesamte gemessene Leistung als unbedingte Leistung bezahlen will. Beim vollflexiblen leistungsgemessenen Kunden muss wie beim vollflexiblen Kleinkunden die bedingte und unbedingte Leistung vorab bestellt werden. Ggf. ist preislich zwischen vorab bestellter und ex-post-gemessener unbedingter Leistung zu differenzieren, damit ein Anreiz besteht, in das System der Bestelleistung zu wechseln.¹⁴

¹⁴ Siehe auch die unten stehenden Ausführungen zur Ausweitung des Modells auf die Mittel- und Hochspannungsebene.

Vor- und Nachteile des Modells aus Kundensicht

Mit dem Modell der Spitzenglättung wird es dem Kunden ermöglicht, für die flexiblen Verbrauchseinrichtungen, die keine Notwendigkeit einer gesicherten Netznutzung besitzen, ein reduziertes Netzentgelt zu bezahlen und somit monetär an der Flexibilitätsbereitstellung zu partizipieren. Der flexible Kunde, der sich für die bedingte Bestelleistung mit temporärer netzseitiger Einschränkung entscheidet, wird entlastet. Durch die Einbindung von Energiespeichern können der Anteil unbedingte bestellter Leistung und somit die Kosten des Verbrauchers weiter reduziert werden. Der flexible Kunde, der ausschließlich unbedingte Leistung bestellt und somit kein netzorientiertes Management der Flexibilität zulässt, wird belastet. Es wird somit ein sehr hoher Anreiz geschaffen, die Flexibilität für das Gesamtsystem zur Verfügung zu stellen. Die Netzkosten werden verursachungsgerecht verteilt. Das Modell bietet außerdem eine gute Prognostizierbarkeit der Kosten für den Kunden.

Für Verbraucher ohne Flexibilität ergeben sich kaum Änderungen in der Höhe der zu zahlenden Netzentgelte. Dies ist auch verursachungsgerecht, da diese Kunden keine hohen Gleichzeitigkeiten und Leistungsspitzen aufzeigen und somit nur unwesentlich Netzausbau verursachen.

Der Netzbetreiber bekommt durch das mit der Spitzenglättung einhergehende Eingriffsrecht die Möglichkeit, sein Netz im Wesentlichen auf die unbedingte bestellte Leistung ausulegen, wodurch der Netzausbau signifikant reduziert wird. Die dauerhafte Netzvorhaltung wird bepreist. Da das Modell nicht versucht, Leistungsrosselungen durch den Kunden über Preisanreize zu erreichen, sondern der Netzbetreiber die dem Kunden verfügbare Leistung reduzieren kann, ist die netzseitige Verfügbarkeit der Flexibilität garantiert. Eine hohe Auslastung des bestehenden Netzes wird sichergestellt. Der Kunde (sowie ein ggf. ihn unterstützender Dienstleister) hat somit die Möglichkeit, sich innerhalb des Modells zu optimieren.

Als Nachteil könnte empfunden werden, dass dem Kunden nicht mehr die theoretisch technisch mögliche Leistung des Hausanschlusses zu jedem Zeitpunkt zur Verfügung steht. Auf ein gleichzeitiges Ausnutzen dieser theoretischen Anschlussleistung ist das Netz historisch jedoch gar nicht ausgelegt gewesen. Insofern stand ihm diese maximal *virtuell* zur Verfügung – ein gleichzeitiger Abruf hätte zu massiven Netzengpässen und Auslösung der Abgangssicherung in den Ortsnetzstationen mit resultierendem Stromausfall geführt.

Die im Modell vorgesehene Leistungsbestellung ist für den Kunden außerdem aufwendiger als eine Ex-post-Abrechnung. Die Preisgestaltung muss möglichst transparent und einfach ausgeführt werden, um den Kunden – vom klassischen unflexiblen Verbraucher bis zum vollflexiblen Netznutzer – einen möglichst einfachen Umgang mit dem Modell der Spitzenglättung zu ermöglichen.

Varianten der Ausgestaltung

Bei der Ausgestaltung des Modells der Spitzenglättung existiert eine Vielzahl an Freiheitsgraden, die in Abbildung 3 dargestellt sind. Hierzu zählen unter anderem:

- In welcher Höhe sollten ein Baukostenzuschuss und ein Grundpreis als verhaltensunabhängige Preisbestandteile erhoben werden? Auf welcher Basis (Beispiel Haushalt: pauschal oder pro Kopf) sollte dieser erhoben werden?
- In welchem Verhältnis sollten Arbeits- und Leistungspreis zueinander stehen? Wie wird die Staffelung der Leistungszuweisung und Arbeitspreise parametrisiert? Während mit einer Stärkung des Arbeitspreises energieeffizientes Verhalten angereizt wird und dieser bei

konventionellen Kunden kostenverursachungsgerecht ist, erfordert eine effiziente Nutzung der Netzkapazität eine Stärkung des Leistungspreises.

- Wie stark wird der Preis für die bedingte Leistung im Vergleich zur unbedingten Leistung reduziert? (bspw. eine Reduktion auf 20 % des unbedingten Leistungspreises)
- Muss bei Überschreitung der bestellten Leistung eine Pönale entrichtet werden und wie wäre diese auszugestalten?

Verhaltens <u>un</u> abhängige Preisbestandteile		Verhaltensabhängige Preisbestandteile	
Baukostenzuschuss	Grundpreis	Leistungspreis	Arbeitspreis
Existenz bzw. Höhe?	Existenz bzw. Höhe?	Höhe im Verhältnis zum Arbeitspreis?	Höhe im Verhältnis zum Leistungspreis?
Erhebungsbasis? (Spannungsebene, Leistung, Länge...)	Erhebungsbasis? (pauschal, pro Kopf, kostenbasiert...)	Separater Arbeitspreis für bedingte Netznutzung (zwei Zähler) oder einheitlicher, ggf. mengengestaffelter Arbeitspreis für Gesamtverbrauch (ein Zähler)?	
		Höhe der Reduzierung bei bedingter Netznutzung?	
		Zusätzlich zum Jahrespreissystem Existenz eines Monatspreissystems?	
		LP- und/oder AP-basierte Pönale und deren Höhe	

Abbildung 3: Freiheitsgrade bei der Ausgestaltung der bedingten Bestelleistung

Wie zu erkennen ist, können mit unterschiedlichen Ausgestaltungen des Zielmodells verschiedene Anreize gesetzt werden. Hierbei muss zwischen verschiedenen, zum Teil in Konflikt stehenden Zielen und Anreizwirkungen abgewogen werden, beispielsweise zwischen Anreizen für Energieeffizienz (über den Arbeitspreis) und einer effizienten Netznutzung (über den Leistungspreis).

Bei der späteren detaillierten Ausgestaltung des Modells ist es deswegen notwendig, isoliert einzelne Parameter des Modells zu variieren und die Auswirkungen auf verschiedene Akteure intensiv zu diskutieren. Die wesentlichen Auswirkungen auf die Akteure werden in den Abschnitten 6.2 bis 6.4 der Langfassung beschrieben.

Anwendung in der Mittel- und Hochspannungsebene

Das derzeitige Netzzugangs- und Netzentgeltssystem für Großkunden bietet derzeit ausschließlich die Option einer unbedingten Netznutzung. Hiermit sind für Großkunden mit mehr als 2.500 Benutzungsstunden pro Jahr hohe Leistungspreise untrennbar verbunden. Diese hohen Leistungspreise bilden zwar die Kostenverursachung in der Mittel- und Hochspannungsebene für eine unbedingte Leistungsbereitstellung gut ab, behindern aber massiv die Nutzung der gewerblichen und industriellen flexiblen Lasten im Energiemarkt. Den Industrie- und Gewerbekunden könnten wie den zuvor betrachteten Kleinkunden im Niederspannungsnetz grundsätzlich ebenfalls Anreize zur netzorientierten Steuerung ihrer flexiblen Lasten geboten werden. Vor diesem Hintergrund besteht auch in der Mittel- und Hochspannungsebene der Bedarf, günstigere Netzentgelte für flexible, netzorientiert steuerbare Lasten zu realisieren. Dies betrifft sowohl laufende Netzentgelte als auch Einmalzahlungen in Form von Baukostenzuschüssen. Insofern sollte zukünftig auch hier die Option geboten werden, zwischen bedingter und unbedingter Netznutzung zu differenzieren.

Von der Grundstruktur her kann das oben dargestellte Modell der Spitzenglättung auch auf die Mittel- und Hochspannungsebene übertragen werden. Hierbei sollten jedoch die unterschiedlichen Rahmenbedingungen gegenüber der Niederspannungsebene berücksichtigt werden. Ein wichtiger Unterschied zur Niederspannungsebene ist, dass Mittel- und Hochspannungsnetze grundsätzlich (n-1)-sicher ausgelegt werden, d. h. dass bei Ausfall oder sonstiger betriebsbedingter Nichtverfügbarkeit eines Betriebsmittels allen Kunden immer noch die volle unbedingt zugesicherte Leistung zur Verfügung steht. Kriterium für die verfügbare (unbedingte) Netzkapazität in Mittel- und Hochspannungsnetzen sind daher nicht unmittelbar die Strom- und Spannungsverhältnisse im ungestörten Betrieb, sondern die sich ergebende Situation bei Eintritt einer Störung oder sonstiger Nichtverfügbarkeit von Betriebsmitteln (sog. (n-1)-Fall). Im ungestörten Betrieb bestehen somit Leistungsreserven für Lasten, die nicht auf eine unbedingte Leistungsbereitstellung angewiesen sind. Diese (n-0)-sicheren Leistungsreserven werden im aktuellen Netzzugangs- und Netzentgeltregime nicht genutzt.

Ein weiterer Unterschied ist, dass die Belastungssituation in Mittel- und Hochspannungsnetzen grundsätzlich mit entsprechenden Instrumenten deutlich besser prognostiziert werden kann, als dies in der Niederspannung der Fall ist. Derzeit sind solche Prognosesysteme zwar noch nicht sehr verbreitet, aber für die Zukunft ist deren systematischer Einsatz durchaus denkbar. In der Mittel- und Hochspannungsebene können daher prinzipiell lastschwache Zeiten, an denen ansonsten unbedingte freie Netzkapazität zur Verfügung steht, prognostiziert werden. Diese freien Netzkapazitäten können durch marktbasierter Verfahren oder dynamisierte Netzentgelte zukünftig besser genutzt werden. Mögliche Ansätze werden in einer Reihe von Forschungs- und Pilotprojekten, u. a. im Rahmen des SINTEG-Programms, untersucht.

Durch diese zukünftig denkbaren prognosebasierten Netzzugangssysteme werden die freien (n-0)-sicheren Netzkapazitäten jedoch nicht für die Nutzung erschlossen. Eine bedingte Netznutzung, die als Kriterium für die netzorientierte temporäre Leistungseinschränkung in Mittel- und Hochspannungsnetzen die Nichtverfügbarkeit von Betriebsmitteln verwendet, könnte diese (n-0)-sicheren Leistungsreserven im Netz erschließen. Es wird daher vorgeschlagen, die bedingte Netznutzung in Mittel- und Hochspannungsnetzen an der Betriebsmittelverfügbarkeit zu orientieren: Im ungestörten Betrieb kann die bedingte Leistung genutzt werden. Bei Eintritt einer Störung muss die Leistung ausreichend schnell bzw. bei planbaren, netzbetrieblich bedingten Nichtverfügbarkeiten nach entsprechender Ankündigung heruntergefahren werden.

Im Übrigen kann das Modell der bedingten Netznutzung analog zur Spitzenglättung in der Niederspannungsebene ausgestaltet werden. Da Großkunden bereits jetzt grundsätzlich der registrierenden Leistungsmessung unterworfen sind, stellt sich das Problem der Leistungsbemessung für den unflexiblen Teil des Verbrauchs nicht.

Bei der Ausgestaltung der bedingten Netznutzung für die Mittel- und Hochspannungsebene sind zwei alternative Varianten denkbar:

- A. Die unflexiblen Großkunden zahlen weiterhin einen Ex-post-Leistungspreis auf Basis der gemessenen Leistung und müssen keine Leistungsbestellung vornehmen. Nur flexible Großkunden, die die bedingte Netznutzung wählen, müssen wie die oben dargestellten vollflexiblen Kunden eine Leistungsbestellung sowohl für den unflexiblen (unbedingte Bestelleistung) als auch den flexiblen Teil (bedingte Bestelleistung) vornehmen.¹⁵

¹⁵ Ein teilflexibler Großkunde, der analog zur Kleinkundenregelung nur einzelne Verbrauchseinrichtungen dem netzorientierten Management unterwerfen möchte, würde seinen Netzanschluss in einen unflexiblen und einen flexiblen Teil

B. Alle Großkunden werden auf ein Bestelleistungssystem umgestellt. Sie können dann je nach Bedarf unbedingte und bedingte Leistung bestellen.

Die Modelle A und B können auch parallel angewandt werden. Kunden hätten dann Wahlfreiheit zwischen der Ex-post-Abrechnung und der Bestellung von Leistung. Die unbedingte Bestelleistung muss dann preislich niedriger liegen als die Ex-post-abgerechnete Leistung. Die Modelle sind in der folgenden Abbildung dargestellt.

	Der Ex-Post-gemessene Unflexible	Der unflexible Leistungsbesteller	Der Vollflexible
Flexibilität des Kunden	Verbraucher ohne flexible Verbrauchseinrichtungen	Verbraucher ohne flexible Verbrauchseinrichtungen	Kunde mit flexiblen Verbrauchseinrichtungen und Energiemanagementsystem
Leistungsbestellung durch Kunde	Keine Leistungsbestellung, Entnahme bis zur vereinbarten Netzanschlusskapazität möglich	Leistungsbestellung bis zur vereinbarten Netzanschlusskapazität	Bestellung unbedingter Bestelleistung Bestellung bedingter Bestelleistung
Netzorientiertes Management	Kein netzorientiertes Management	Kein netzorientiertes Management, Überschreitung der bestellten Leistung wird pönalisiert	Unbedingte Bestelleistung: kein netzorientiertes Management Bedingte Bestelleistung: zeitlich eng begrenztes netzorientiertes Management
Netzentgelt	Leistungspreis Ex-Post nach gemessener Leistung + Arbeitspreis	Leistungspreis* für bestellte Leistung + Arbeitspreis, Pönale für Leistungsüberschreitung	Leistungspreis* für unbedingte Bestelleistung und Arbeitspreis Pönale für Leistungsüberschreitung Leistungspreis für bedingte Bestelleistung und Arbeitspreis

Unflexible Verbrauchseinrichtungen
 Flexible Verbrauchseinrichtungen

*Der Leistungspreis für bestellte Leistung sollte niedriger liegen als beim Ex-Post-Leistungspreis

Abbildung 4: Ausprägungen des Modells der bedingten Bestelleistung für die Mittel- und Hochspannung

Auch beim Modell der bedingten Bestelleistung für die Mittel- und Hochspannungsebene besteht eine Vielzahl von Ausgestaltungsfragen und Parametrierungsoptionen. Diese können Gegenstand der weiteren Diskussion über die Umsetzung des Modells sein.

aufftrennen und könnte so im unflexiblen Teil weiter im System des Ex-post-Leistungspreises bleiben. Er dürfte dann aber die flexible Verbrauchseinrichtung nicht aus seinem unflexiblen Teil versorgen und müsste dies auch technisch sicherstellen.

5 Fazit

Die Transformation des Energiesystems hin zu dezentral verteilten Erneuerbaren Energien ist gekoppelt mit einem entsprechenden Zuwachs an dezentraler Flexibilität in Form von neuen Verbrauchern und Speichern. Diese grundlegende Veränderung der Versorgungsaufgabe wird in Zukunft eine zunehmende Zahl von Netzengpässen hervorrufen. Um den hierdurch ausgelösten Ausbau der Stromnetze in einem volkswirtschaftlich vertretbaren Rahmen zu halten und ausreichend Zeit für dessen operative Umsetzung zu gewinnen, ist eine höhere Auslastung der vorhandenen Netze unabdingbar. Im vorliegenden Gutachten wurden deshalb Empfehlungen erarbeitet, die zu diesem Ziel beitragen.

Aus volkswirtschaftlicher Sicht ist eine Minimierung des erforderlichen Netzausbaus durch den netzorientierten Einsatz von Flexibilität in hohem Maße effizient, da eine höhere Auslastung bestehender Infrastruktur zu geringeren, spezifischen Betriebskosten und geringerem Ausbaubedarf führt. Die flexible Steuerung von Verbrauchseinrichtungen hat außerdem nicht nur einen Mehrwert für das Stromnetz, sondern auch für andere Anwendungen, beispielsweise im Rahmen der Sektorkopplung. Diese marktliche Nutzung des Flexibilitätspotenzials soll durch eine netzorientierte Nutzung möglichst wenig eingeschränkt werden.

Durch die Einführung der Spitzenglättung können Anreize für den netzorientierten Einsatz von flexiblen Verbrauchseinrichtungen gesetzt werden. Flexible Verbraucher sind nicht auf eine jederzeit voll verfügbare Netzanschlussleistung angewiesen. Kernelement dieses Instruments ist daher eine Absenkung der zu zahlenden Netzentgelte für netzorientiert steuerbare Flexibilität. Dies kann über die Einführung eines Bestelleistungssystems erreicht werden, bei dem zwischen unbedingter und bedingter Leistung unterschieden wird. Dabei können Verbraucher auf die von ihnen bestellte unbedingte Leistung stets in vollem Umfang zugreifen. Optional können sie einen Teil ihres Leistungsbedarfs auch über die Bestellung deutlich billigerer bedingter Leistung decken, wodurch ein großes Hemmnis für den marktorientierten Flexibilitätseinsatz beseitigt wird. Die bedingte Leistung ermöglicht dem Netzbetreiber eine zeitlich beschränkte Reduzierung des individuellen Leistungsbezuges und erlaubt so, Netzengpässen vorzubeugen bzw. sie zu beheben („Spitzenglättung“). Bereits zeitlich eng begrenzte Eingriffe ermöglichen die Vermeidung eines durch wenige Leistungsspitzen getriebenen, unverhältnismäßigen Netzausbaus.

Alle flexiblen Verbraucher im Niederspannungsnetz werden standardmäßig verpflichtet, mit ihren flexiblen Verbrauchseinrichtungen (z. B. Elektromobil, Wärmepumpen) an der netzseitigen Spitzenglättung teilzunehmen. Abweichungen vom Standard sind möglich, müssen aber im Netzanschlussvertrag und im Netznutzungsverhältnis aktiv geregelt und bezahlt werden. Unflexible Verbraucher mit ausschließlich klassischen Verbrauchsanlagen bleiben von den Änderungen unberührt und können so ohne große Systembrüche in das Modell überführt werden.

Durch die Einführung der Spitzenglättung wird das bisherige Netznutzungs- und Netzentgeltsystem um die neue Komponente der bedingten Leistung ergänzt. Damit sich keine Fehlsteuerungseffekte ergeben, müssen die verschiedenen Elemente dieses Systems sowohl in ihrer Qualität als auch in ihrer finanziellen Anreizwirkung aufeinander abgestimmt werden. Die unbedingte Leistung ist ein wichtiger Kostentreiber. Daher sollte die in Anspruch genommene unbedingte Leistung zukünftig grundsätzlich stärker gewichtet werden als derzeit. Die hohe Durchmischung im Bereich der unflexiblen Kleinkunden kann durch eine Abstufung der Arbeits- und Leistungsentgelte gut abgebildet und unerwünschte Umverteilungseffekte können so wirksam begrenzt werden. Durch eine Differenzierung in bedingte und

unbedingte Leistung erhalten die neuen flexiblen Verbraucher starke Anreize für eine effiziente Netznutzung.

Bei den Steuerungsmöglichkeiten des Netzbetreibers im Rahmen der bedingten Leistung handelt es sich um spontane, zeitlich eng begrenzte Einschränkungen der Entnahmemöglichkeit aus dem Netz. Die Bereitstellung von Flexibilität für den Markt bleibt möglich, allerdings muss die geringfügige netzseitige Einschränkung beim marktlichen Einsatz berücksichtigt werden.

Eine zügige rechtliche Implementierung der Spitzenglättung liegt im Interesse aller Akteure, da eine schnelle Einführung die Anzahl von Bestandsanlagen mit flexiblen Lasten verringert und damit spätere Probleme bei deren Umstellung auf neue Regeln minimiert. Auch stellt das Instrument der Spitzenglättung eine Handlungsmöglichkeit zur Verfügung, bei einem durchaus wahrscheinlichen schnellen Anwachsen der Elektromobilität diese problemlos und nur mit geringem Netzausbau ans Netz anzuschließen. Für eine zügige Umsetzung ist es aber wichtig, dass die vor der rechtlichen In-Kraft-Setzung notwendigen Umsetzungsschritte auf das unbedingt notwendige Maß beschränkt werden und insbesondere auf die Einführung komplett neuer Marktprozesse verzichtet wird.