




Zeitvariable Netztarife und intelligentes Energiemanagement für flexible Netzkunden

Innovatives Konzept zur Förderung und Nutzung von Flexibilitätpotenzialen im Verteilnetz und dessen praktische Umsetzung

Juni 2020





Zeitvariable Netztarife und intelligentes Energiemanagement für flexible Netzkunden

INNOVATIVES KONZEPT ZUR FÖRDERUNG UND
NUTZUNG VON FLEXIBILITÄT IM VERTEILNETZ

Juni 2020

Das Copyright für die veröffentlichten vom Autor selbst erstellten Objekte sowie Inhalte der Folien bleiben allein dem Autor vorbehalten.

Eine Vervielfältigung, Verwendung oder Änderung solcher Grafiken, Tondokumente, Videosequenzen und Texte in anderen elektronischen oder gedruckten Publikationen ist ohne ausdrückliche schriftlicher Zustimmung des Autors nicht gestattet. Weiter gelten bei Unstimmigkeiten mit der elektronischen Version die Inhalte des Original ausgedruckten Foliensatzes der E-Bridge Consulting GmbH.

E-Bridge Consulting GmbH lehnt jede Verantwortung für jeden direkten, indirekten, konsequenten bzw. zufälligen Schaden, der durch die nicht autorisierte Nutzung der Inhalte und Daten bzw. dem Unvermögen in der Nutzung der Information und Daten, die Bestandteil dieses Dokumentes sind, entstanden sind, ab. Die Inhalte dieses Dokumentes dürfen nur an Dritte in der vollständigen Form, mit dem Copyright versehen, der Untersagung von Änderungen sowie dem Disclaimer der E-Bridge Consulting GmbH weitergegeben werden.

E-Bridge Consulting GmbH, Bonn, Germany. Alle Rechte vorbehalten.

INHALTSVERZEICHNIS

MANAGEMENT SUMMARY	I
1 Hintergrund und Grundidee	5
1.1 Rasante Entwicklung der Energielandschaft im Verteilnetz	5
1.2 Anforderungen an eine zukünftige Netzentgeltsystematik	6
1.3 Grundidee zeitvariabler Netztarife in Verbindung mit einem intelligenten Energiemanagementsystem	7
1.4 Einordnung des Ansatzes	9
2 Ausgestaltung zeitvariabler Netztarife	10
2.1 Übersicht	10
2.2 Einbettung in die bestehende Berechnungssystematik für Netzentgelte	10
2.2.1 Festlegung von Tarifstufen	11
2.2.2 Dynamische Festlegung des jeweils gültigen Tarifs	12
2.3 Praktische Umsetzung für Netzbetreiber mit unterschiedlichen Anforderungen	12
3 Umsetzung eines intelligenten Energiemanagementsystems	13
3.1 Übersicht	13
3.2 Technische Ausgestaltung	13
3.2.1 Voraussetzungen beim Kunden	14
3.2.2 Voraussetzungen beim Netzbetreiber	14
3.3 Standardisierung und Kompatibilität	14
4 Vorteilhaftigkeit	15
4.1 Übersicht	15
4.1.1 Förderung einer besseren Ausnutzung der Netzinfrastruktur	15
4.1.2 Erhöhung der regionalen Nutzung erneuerbarer Energien	15
4.1.3 Reduktion von Endkundenpreisen	15
4.1.4 Vermeidung von CO ₂ -Ausstoß	16
4.1.5 Einfache Umsetzung ohne direkte Steuerung des Kunden	16
4.2 Netznutzen	16
4.3 Kundennutzen	19
4.3.1 Geringere Preise	19
4.3.2 Vermeidung unnötiger Ausbaumaßnahmen	20
4.3.3 Beitrag zum Klimaschutz	20
5 Erkenntnisse aus einer ersten Pilotanwendung	23
6 Rahmenbedingungen und Voraussetzungen	27
6.1 Regulatorische und juristische Ersteinschätzung	27
7 Schlussfolgerungen und Handlungsbedarf	28
7.1 Schlussfolgerungen	28
7.2 Handlungsbedarf	28
ANHANG	30
A. Abbildungsverzeichnis	31

MANAGEMENT SUMMARY



1

Die **Idee**: Zeitvariable Netztarife reflektieren die aktuelle Netzbelastung und reizen somit netzentlastende flexible Stromentnahme an. Bei zu hoher Einspeisung im Netz gilt beispielsweise ein besonders niedriger Tarif, denn so kann durch Lastverschiebung das Netz entlastet werden.



2

Der **Nutzen** ist hoch: Vor allem Endkunden profitieren durch geringere Strompreise und geringeren CO₂-Fußabdruck. Es wird eine bessere Ausnutzung der Netzinfrastruktur erreicht und unnötige Baumaßnahmen vermieden. Die regionale Nutzung erneuerbarer Energien wird gefördert.



3

In der **Umsetzung** überträgt der Netzbetreiber über Schnittstellen zeitvariable Netztarife und verfügbare Netzkapazitäten (Reservierungssystem). Ein Energiemanagementsystem sorgt für die bedarfsgerechte und vollautomatische Optimierung – Vorteil: Die direkte Steuerung durch den Netzbetreiber ist nicht nötig.



4

Zeitvariable Netztarife können **in die bestehende Systematik eingebettet** werden und bilden eine sehr gute präventive Ergänzung zur Ausgestaltung von § 14 a EnWG als kurative Engpassmanagementmaßnahme.



5

In einer Pilotanwendung der MITNETZ STROM konnte bereits die **Machbarkeit** des Konzeptes gezeigt werden. Die Gutachter empfehlen im nächsten Schritt eine **evolutionäre Einführung** durch Netzbetreiber. Rechtliche Hürden dafür konnten nicht ausgemacht werden.



Die Energiewende fordert einen flächendeckenden Ausbau von EE-Anlagen. Für Netzbetreiber mit hoher dezentraler Einspeisung sind damit hohe Herausforderungen verbunden. Der regional erzeugte erneuerbare Strom wird zum größten Teil nicht regional genutzt, sondern über weite Strecken transportiert. Netzengpässe, regional wie überregional, sind schon heute die Folge. Die durch Endkunden getragenen Kosten für Netzausbau und Engpassmanagementmaßnahmen sind hoch.

Durch zeitvariable Netztarife für flexible Netzkunden könnte ein netzentlastendes Verhalten angereizt werden, in dem die aktuelle Netzbelastung reflektiert wird. Intelligente Energiemanagementsysteme reagieren automatisch auf Tarifstufen und steuern Flexibilitäten im Haushalt, ohne dass der Komfort des Nutzers eingeschränkt wird. Es werden bestehende Netze besser ausgelastet und unnötiger Netzausbau wird vermieden.

Damit nutzt man erstmals die Chancen der Digitalisierung für einen hohen Kundennutzen: Eine Reaktion auf Preissignale spart Geld und reduziert den CO₂-Ausstoß, ohne dass Komfort eingebüßt wird. Darüber hinaus wird die anstehende Integration der E-Mobilität unterstützt.

1. Hintergrund

In besonders von der Energiewende betroffenen Regionen, wie zum Beispiel im Netzgebiet der MITNETZ STROM, beträgt der durchschnittliche Anteil der erneuerbaren Energie (EE) bereits heute mehr als 100 Prozent am Letztverbraucherabsatz.

Fast täglich sind Engpassmanagementmaßnahmen notwendig, Die volkswirtschaftlichen Kosten für Netzausbau, aber auch für Engpassmanagementmaßnahmen, sind hoch.

Durch zeitvariable Netzentgelte kann ein flexibles Verhalten von Verbrauchern und Speichern angereizt werden.

Zeitvariable Netztarife können zielgerichtete Anreize für einen netzentlastenden Einsatz von flexiblen Anlagen setzen. Sie sind besonders für die Niederspannungsebene geeignet, da dort zukünftig die meiste Flexibilität angeschlossen sein wird. Zeitvariable Tarife können in ihrer Wirkung aber auch Engpasssituationen in vorgelagerten Netzebenen positiv beeinflussen und die lokale Nutzung erneuerbaren Stroms erhöhen.

Die Weiterentwicklung der Netzentgelt-systematik stellt somit eine notwendige Ergänzung zur Weiterentwicklung des Engpassmanagements dar. Auch hier muss

dringend dezentrale Flexibilität durch die Verteilnetzbetreiber angereizt werden können, um Kosten für Redispatch weiter zu reduzieren.

Das Konzept zeitvariabler Netztarife ist dabei sehr kompatibel mit einer Weiterentwicklung des Marktdesigns, beispielsweise in Richtung Flexibilitätsmärkte.

Die heutige Netzentgeltsystematik verhindert die Erschließung und Nutzung von Flexibilität.

Anreize für einen netzentlastenden Einsatz von flexiblen Anlagen fehlen in der Netzentgeltsystematik: Der Netzkunde hat heute keine Information darüber, wann das Entnahmeverhalten, bspw. seines E-PKW, netzentlastend ist und auch keinen Anreiz, beispielsweise das Ladeverhalten des E-PKW zu ändern.

Eine Verschiebung von Verbrauchslast in Situationen mit besonders hoher Einspeisung aus EE-Anlagen und gleichzeitiger Entlastung des Netzes wird nicht belohnt. Für RLM wird eine höhere Verbrauchslast sogar durch höhere Netzentgelte bestraft – auch wenn dadurch das Netz entlastet wird.

Möglichkeiten der Digitalisierung werden in der Netzentgeltsystematik nicht genutzt: Das heutige System sieht außer beim Messstellenbetriebsgesetz (MsbG) keinerlei Nutzung digitaler Technologien vor. Dabei schafft die technische Entwicklung einfache Schnittstellen und intelligente Energiemanagementsysteme.

Die verursachungsgerechte Beteiligung aller Netzkunden an Netzausbaukosten ist in der heutigen Netzentgeltsystematik unzureichend: Die Verursachungsgerechtigkeit wird nur unzureichend über die Netzentgelte abgebildet – Einspeiser werden nicht an den Kosten beteiligt.

2. Konzept zeitvariabler Netztarife

Die Grundidee: Drei Tarifstufen für flexible Netzkunden

Für die Niederspannungsebene werden vor Jahresbeginn drei Tarifstufen veröffentlicht. Innerhalb des Jahres variieren die Netztarife entsprechend der Engpasssituation zwischen diesen Tarifstufen.

Der jeweils gültige Tarif wird mit einem zeitlichen Vorlauf mitgeteilt, beispielsweise von 72 Stunden. Wird viel (erneuerbarer) Strom erzeugt, entstehen Netzengpässe, die durch einen steigenden Verbrauch vor Ort entlastet werden können.

Die örtlichen Energiemanagementsysteme benötigen daher ein Signal, die Last in diese Zeit zu verschieben. Das Netzentgelt ist zu diesem Zeitpunkt geringer.

Entsteht ein Netzengpass hingegen aufgrund eines zu hohen Endverbrauchs, benötigen die Energiemanagementsysteme der Netzkunden ein Signal, den Verbrauch zu reduzieren und zeitlich zu verlagern, um den Engpass zu entlasten.

Der hohe Tarif käme zum Einsatz. In Zeiten ohne Engpass kommt die mittlere Tarifstufe (Normalpreis) zur Anwendung.

Zeitvariable Netztarife können in die bestehende Systematik eingebettet werden.

Auf Basis der Erlösobergrenze können in der Niederspannung drei Tarife sowie ein Grundpreis berechnet werden.

Zwischen den drei Tarifen muss ein ausreichender Unterschied bestehen, damit sich die Änderung des Verbrauchsverhaltens für den Kunden auch lohnt. In Summe sollen die drei Tarifkomponenten auf Basis der stochastischen Analyse die Kostenbasis des zeitvariablen Arbeitspreises decken.

Planbarkeit und Variabilität gehen dabei natürlich nicht Hand in Hand. Der Netzbetreiber sollte das Mittel der zeitvariablen Netztarife Schritt für Schritt einführen. Die Festlegung der Tarifstufen sollte individuell auf Basis gesammelter Erfahrungen angepasst und die Prognosen vor jedem Kalkulationsjahr kritisch überprüft werden.

Der Ansatz zeitvariabler Netztarife fügt sich auch in das Gesamtbild zum zukünftigen Engpassmanagement ein.

Als präventive Form des Engpassmanagements durch einen Preisanreiz für flexible Verbraucher und Speicher sind zeitvariable Netztarife eine gute Ergänzung zu kurativen Engpassmanagementmaßnahmen, wie sie

zurzeit durch § 14 a EnWG ausgestaltet werden.

3. Digitale Umsetzung mit intelligenten Energiemanagementsystemen

Die Steuerung des Verbrauchs elektrischer Geräte bleibt in der Hoheit des Kunden. Ein Energiemanagementsystem sorgt für die bedarfsgerechte und vollautomatische Optimierung. Der Verteilnetzbetreiber stellt über Schnittstellen Informationen über zeitvariable Netztarife sowie über die in der Niederspannung verfügbaren Netzkapazitäten zur Verfügung.

Da das Kundensystem am besten prognostizieren kann, wie die einzelnen Verbraucher zusammenspielen, ermittelt ein Energiemanagementsystem zunächst den tatsächlichen flexiblen Leistungsbedarf beim Kunden und übermittelt ihn an den Netzbetreiber. Das kann beispielsweise ein Ladevorgang sein, der bis 7 Uhr morgens erledigt sein soll, aber voraussichtlich nur 3 Stunden dauert und somit zeitlich flexibel ist.

Das System des Netzbetreibers prüft dann die Verfügbarkeit der gewünschten Leistung im lokalen Netz und bestätigt ihn als Reservierung. Für den seltenen Fall, dass es zu Engpässen kommen sollte, zeigt die Antwort des Netzbetreibers freie Kapazitäten auf, die entweder zu einem späteren Zeitpunkt oder mit geringerer Leistung passen. In der nächsten Iteration kommt es dann wieder zu einem für beide Seiten passenden Fahrplan.

Jenseits der extrem technisch geprägten Diskussion um den Einsatz von Smart Meter Gateways (SMGW) hat die MITNETZ STROM einen kundenorientierten und überraschend einfachen Prozess zur digitalen Umsetzung zeitvariabler Tarife gefunden, der sich schnell in die Praxis umsetzen lässt.

4. Vorteilhaftigkeit

1. Zeitvariable Netztarife fördern die bessere Ausnutzung der Netzinfrastuktur.

Zeitvariable Netztarife bieten Anreize, beispielsweise das Ladeverhalten der jeweiligen Netzsituation anzupassen. Dadurch werden vorhandene Netzkapazitäten besser ausgelastet und

Erzeugungs- und Lastspitzen über die Zeit geglättet. Es kommt zu weniger Engpässen im Netz und der Ausbaubedarf reduziert sich. Der Redispatchbedarf sinkt, denn zeitvariable Netztarife haben die gleiche Wirkung – allerdings wesentlich effizienter und deutlich günstiger.

2. Zeitvariable Netztarife reduzieren den Endkundenpreis.

Netzbetreiber geben mit zeitvariablen Netztarifen Anreize für flexible Kunden, ihr Nachfrageverhalten zu optimieren. Dadurch entlasten sie nicht nur das Netz und unterstützen so die Netzbetreiber. Vielmehr können sie dadurch auch noch Geld sparen. Erste Simulationen zeigen, dass flexible Kunden ihre Netzentgelte um mehr als ein Fünftel senken können. Durch das netzdienliche Verhalten profitieren aber auch weniger flexible Kunden. Werden die Netze stärker entlastet, müssen Netzbetreiber weniger durch Maßnahmen wie Redispatch oder Einspeisemanagement eingreifen. Dadurch sinken auch die Netzentgelte von weniger flexiblen Kunden um mehr als ein Sechstel.

3. Zeitvariable Netztarife senken den CO₂-Ausstoß und leisten einen Beitrag zum Gelingen der Energiewende.

Die Erzeugung von Windstrom verursacht keinen CO₂-Ausstoß – anders als die konventionelle Erzeugung aus Kohle oder Gas. Senkt der Netzbetreiber den Netztarif in Zeiten hoher Winderzeugung, erhöht er die Energienachfrage, um die angespannte Netzsituation zu entlasten. Gleichzeitig verlagern Kunden dann ihre Nachfrage aus Zeiten mit höherem konventionellen Erzeugungsanteil in Zeiten mit mehr Windstrom. Dadurch bieten zeitvariable Netztarife einen Anreiz zur CO₂-Einsparung. Erste Analysen zeigen, dass durch zeitvariable Netztarife der CO₂-Ausstoß bei flexiblen Verbrauchern um mindestens ein Drittel gesenkt werden kann.

4. Zeitvariable Netztarife fördern die regionale Nutzung erneuerbarer Energien.

Erwartet der Netzbetreiber, dass in seinem Netzgebiet am kommenden Tag viel EE-Strom erzeugt wird, senkt er das Netzentgelt. Energiemanagementsysteme von flexiblen

Verbrauchern in seinem Netzgebiet erhalten so einen Anreiz, ihre Wärmespeicher oder Elektrofahrzeuge zu laden. Dadurch muss der erzeugte Strom nicht in höhere Spannungsebenen transformiert werden. Sind die erwarteten Verbräuche im Netzgebiet nicht ausreichend, können auch Netzbetreiber in Nachbarregionen unterstützen. So kann bspw. die in Brandenburg erzeugte Energie in PV- oder windstarken Zeiten für Berlin bereitgestellt werden. In diesem Sinne fördern zeitvariable Netztarife auch die erzeugungsnahe Energieverwendung zwischen Nachbarregionen und reduzieren den Stromtransport über weite Distanzen.

5. Einfache Umsetzung ohne direkte Steuerung des Kunden.

Die Kombination zeitvariabler Netztarife und Reservierungssysteme ist technisch einfacher umzusetzen als vergleichbare existierende Reservierungssysteme. Denn der Kunde gibt üblicherweise einmalig seine Informationen und Präferenzen ein. Anschließend erfolgt eine vollautomatische Optimierung durch Netzbetreiber, Lieferant und Energiemanagementsystem des Kunden. Daher ist praktisch immer davon auszugehen, dass ein Kunde seine flexiblen Verbraucher ohne jegliche Komforteinbuße nutzen kann.

5. Handlungsbedarf und nächste Schritte

Die im vorangehenden Abschnitt aufgezeigten Vorzüge zeitvariabler Netztarife wirken umso stärker, je mehr Netzbetreiber und Verbraucher kooperieren. Nach erfolgreichem Abschluss eines ersten Pilotprojekts plant MITNETZ STROM die zeitnahe Weiterentwicklung über das eigene Netzgebiet hinaus. Die sachorientierte Diskussion auf Bundesebene sowie im jeweiligen landespolitischen Kontext wird dahingehend erbeten, das Konzept zeitvariabler Netztarife zu unterstützen und weiter voranzubringen.

Für die weitere Entwicklung müssen aber auch Sektoren wie die Automobilindustrie und weitere Hersteller von Flexibilitäten stärker in die Vorbereitung und Umsetzung zeitvariabler Netztarife eingebunden werden. Hierzu ist das gemeinsame,

sektorübergreifende Verständnis der Bedeutung von Flexibilitäten für die Netzwirtschaft weiter zu fördern.

Speicher, E-PKW sowie elektrische Wärmelösungen neue potenzielle Quellen für Flexibilität im Verteilnetz.

1.2 Anforderungen an eine zukünftige Netzentgeltsystematik

Die heutige Netzentgeltsystematik verhindert die Erschließung und Nutzung von Flexibilität.

Die aktuelle Netzentgeltsystematik wirkt einer Synchronisierung von Last und lokaler Einspeisung aus erneuerbaren Energien entgegen, da die Wirkungszusammenhänge der neuen Energiewelt noch nicht berücksichtigt werden.

Der positive Effekt von Lasten (Lasterhöhung) zur Vermeidung einspeisegetriebener Netzengpässe wird in der aktuellen Netzentgeltsystematik nicht berücksichtigt. Eine Überschreitung der bisherigen Jahreshöchstlast eines Verbrauchers führt bei diesem zu höheren Netzentgelten, obwohl er mit seiner Flexibilität das Netz entlasten könnte. In der Vergangenheit war dies logisch, da im Verteilnetz vor allem die Jahreshöchstlast auslegungsrelevant war. Es bedarf einer Weiterentwicklung der Netzentgeltsystematik, damit eine Zukunftssicherheit gewährleistet ist.

Anforderungen an eine zukunftsfähige Netzentgeltsystematik

Eine zukunftsfähige Netzentgeltsystematik sollte (zeitlich und örtlich) differenzierte Anreize für netzdienliches Verhalten bei Netzkunden setzen. Dabei sollten die folgenden Leitplanken gesetzt werden: Die Netzentgeltsystematik sollte nachvollziehbar, diskriminierungsfrei und umsetzbar sein. Die Kosten des Netzes sollten planbar gedeckt werden. Darüber hinaus sollte keine Netzkundengruppe benachteiligt werden. Nicht zuletzt sollte auch eine verursachungsgerechte Beteiligung aller Netzkunden, also auch von Erzeugern, wie zum Beispiel EE-Anlagenbetreibern, an den Netzausbaukosten angestrebt werden. Dabei sind die Möglichkeiten der Digitalisierung zu nutzen, um netzdienliche zeitvariable Tarife anwenden zu können.



Abbildung 2: Anforderungen an eine zukunftsfähige Netzentgeltsystematik

Zeitvariable Netztarife wirken nichtdiskriminierend.

Das Modell zeitvariabler Netztarife ist besonders attraktiv für Kunden mit großen flexiblen Verbrauchseinheiten wie Elektrofahrzeugen oder Wärmespeichern. Mithilfe eines Energiemanagementsystems (EMS) können Kunden entsprechende Verbrauchseinheiten netzdienlich zur Verfügung stellen und mit dem Netzbetreiber die notwendigen Informationen wie Preistarife oder Verfügbarkeit der Flexibilitäten austauschen, unabhängig davon, welche Verbraucher angeschlossen sind. Für besonders flexible Kunden bietet sich die Möglichkeit, von niedrigen Netzentgelten durch Verschiebung ihrer Nachfrage aus Zeiten mit höherem in Zeiten mit

geringerem Tarif zu profitieren. Grundsätzlich können Kunden allerdings jegliche Verbraucher in ihrem Haushalt über ein EMS optimieren lassen.

Kunden ohne EMS können zwar nicht direkt von zeitvariablen Netztarifen profitieren. Für sie ergeben sich allerdings indirekt Vorteile. Denn durch die Verschiebung flexibler Kunden fallen weniger Kosten zur Gewährleistung der Netzsicherheit durch Engpassmanagementmaßnahmen an. Außerdem muss das Netz weniger stark ausgebaut werden. Dadurch sind sowohl kurzfristig als auch langfristig die Netzkosten von flexiblen und von weniger flexiblen Kunden niedriger als im bisherigen Modell statischer Netztarife.

1.3 Grundidee zeitvariabler Netztarife in Verbindung mit einem intelligenten Energiemanagementsystem

Durch eine dynamische und zeitvariable Netzentgeltsystematik kann ein flexibles Verhalten von Verbrauchern und Speichern angereizt werden.

Zeitvariable Netztarife können zielgerichtete Anreize für netzentlastendes Verhalten setzen. Sie sind besonders für die Niederspannungsebene geeignet, da dort zukünftig die meiste Flexibilität angeschlossen sein wird. Diese Tarife können in ihrer Wirkung aber auch Engpasssituationen in vorgelagerten Netzebenen positiv beeinflussen. Die Weiterentwicklung der Netzentgeltsystematik stellt somit eine notwendige Ergänzung zur Weiterentwicklung des Engpassmanagements dar. Auch hier muss dringend dezentrale Flexibilität durch die Verteilnetzbetreiber angereizt werden können.

Die Grundidee: Drei Tarifstufen für flexible Netzkunden und ein intelligenter Reservierungsmechanismus

Der jeweils gültige Tarif wird mit einem zeitlichen Vorlauf, beispielsweise von 72 Stunden, mitgeteilt. Wird viel (erneuerbarer) Strom erzeugt, entstehen Netzengpässe, die durch einen steigenden Verbrauch vor Ort entlastet werden können. Die örtlichen elektrischen Anlagen benötigen daher einen Anreiz, mehr Strom zu verbrauchen. Das Netzentgelt ist zu diesem Zeitpunkt geringer.

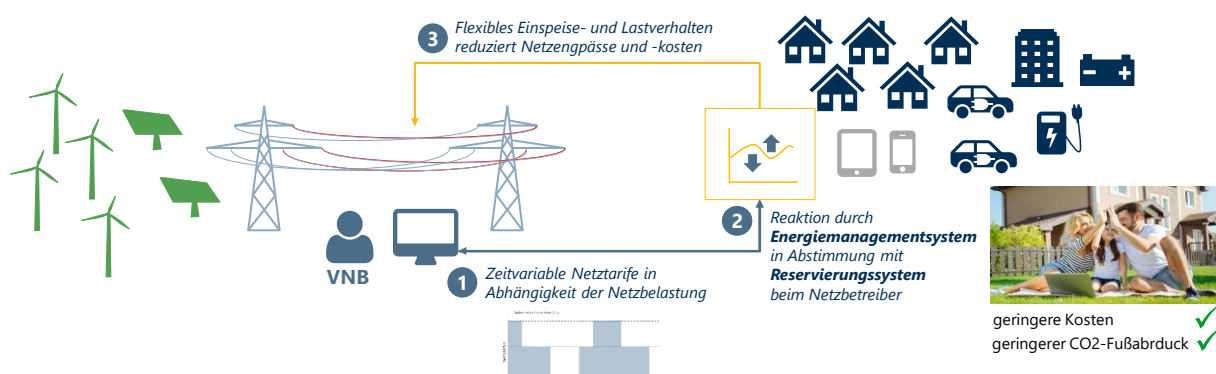


Abbildung 3: Grundidee zeitvariabler Netztarife

Entsteht ein Netzengpass hingegen aufgrund eines zu hohen Endverbrauchs (z. B. durch E-Mobilität), benötigen die örtlichen Netzkunden einen Anreiz, ihren Verbrauch zu reduzieren und zeitlich zu verlagern, um den Engpass zu entlasten bzw. zu vermeiden. Der hohe Tarif käme zum Einsatz. In Zeiten ohne Engpass kommt die mittlere Tarifstufe (Normalpreis) zur Anwendung.

Die Reaktion auf Preissignale wird durch ein Energiemanagementsystem durchgeführt, das die elektrischen Geräte des Kunden und deren Flexibilität optimiert. Der Endkunde wird die Optimierung kaum bemerken, da die Flexibilität (beispielsweise beim Ladevorgang des E-PKW) ohne Nutzungseinschränkung geschieht.

Der Verteilnetzbetreiber stellt über Schnittstellen nicht nur Informationen über zeitvariable Netztarife zur Verfügung, sondern auch über verfügbare Netzkapazitäten in der Niederspannung. Ein Reservierungssystem verhindert dabei, dass durch Preisanreize, die Netzenspässe in höheren Spannungsebenen vermeiden sollen, neue Netzenspässe in der Niederspannungsebene entstehen.

Das flexible Ladeverhalten reduziert letztendlich Netzenspässe und -kosten bei gleichzeitig höherer lokaler Nutzung der Einspeisung von EE-Anlagen (geringerer CO₂-Fußabdruck). Davon profitieren alle Kunden.

Die Idee ist nicht neu.

Reservierungssysteme sowie die Anwendung zeitvariabler Preise sind ein gängiges System. In unterschiedlicher Ausgestaltung finden sie sich branchenübergreifend und in diversen Bereichen des täglichen Lebens. Beispielsweise begegnen Kunden solchen Mechanismen, wenn sie eine Bahnverbindung suchen oder ein Fußballspiel im Stadion ansehen wollen. Aber auch beim Arzt oder aus der Schule sind uns Reservierungssysteme als solches bekannt.

Abbildung 4 zeigt, wie ähnlich das beschriebene Reservierungssystem und zeitvariable Netztarife mit einem Kinobesuch sind.



	Verfügbare Kapazität ✓	Preisstaffelung ✓	Reservierung ✓	Nutzung ✓	Bezahlung ✓
Kino 	Sitzplätze im Kinosaal	<ul style="list-style-type: none"> nach Zeit der Vorstellung nach Qualität (2D/ 3D-Filme) nach Kunden (Studententarif, "Kinotag", ...) 	bietet Planungssicherheit beim Kino und bei flexiblen Kunden	reservierter Platz wird genutzt	nach Nutzung
Zeitvariable Netztarife und Reservierungssystem 	Netzkapazität vorgegeben durch Netzbetriebsmittel	nach Zeit	bietet Planungssicherheit beim Netzbetreiber und bei flexiblen Kunden Buchung erfolgt automatisiert nach Präferenzen des Kunden	reservierte Kapazität wird genutzt	nach Nutzung

Abbildung 4: Analogie zeitvariabler Netztarife

Eine Kapazitätsrestriktion beim Kino ergibt sich aus der Größe des Kinosaals. Wie die Netzkapazität restringiert sie die maximale Nutzbarkeit. Da die Nutzbarkeit ein knappes Gut darstellt, haben Kunden eine gewisse Zahlungsbereitschaft. Diese Zahlungsbereitschaft hängt beim Kinobesuch von unterschiedlichen Faktoren wie Zeit der Vorstellung, Qualität der Präsentation oder auch von der jeweiligen Kundengruppe ab. Beim System zeitvariabler Netztarife ist lediglich der Zeitpunkt des Energiebedarfs preisentscheidend. Flexible Kunden können daher gegenüber weniger flexiblen Kunden ihren Bezug in einen günstigeren Zeitraum verschieben.

Für eine bessere Planbarkeit sowohl seitens des Anbieters als auch seitens des Kunden und zusätzlich für eine gleichmäßigere Auslastung der Infrastruktur sorgt ein Reservierungssystem. In diesem geben Kunden ihre Präferenzen an (Kino wie zeitvariable Netztarife) und bekommen ein Feedback, ob das gewünschte Zeitfenster mit den gegebenen Bedarfen genutzt werden kann. Ist die Nutzung möglich, steht Kunden im reservierten Slot die gebuchte Kapazität zur Verfügung und Kunden zahlen anschließend die Nutzung.

Aus unserer Sicht ist die Kombination zeitvariabler Netztarife und Reservierungssystem sogar einfacher als vergleichbare existierende Reservierungssysteme. Denn der Kunde gibt üblicherweise einmalig seine Informationen und Präferenzen ein. Anschließend erfolgt eine

vollautomatische Optimierung durch Netzbetreiber, Lieferant und EMS des Kunden. Daher ist praktisch immer davon auszugehen, dass ein Kunde seine flexiblen Verbraucher ohne jegliche Komforteinbuße nutzen kann.

1.4 Einordnung des Ansatzes

Zeitvariable Netztarife stellen präventives Engpassmanagement durch Preisanreize dar. In der zeitlichen Dimension werden Anreize schon bis zu drei Tage im Voraus gegeben. Diese sollen sowohl einspeiseseitige Knappheiten als auch verbrauchsseitige Knappheiten, auch in höheren Netzebenen, abbilden. In Kapitel 2 wird die mögliche Ausgestaltung des Konzeptes beschrieben.

Aufseiten der Einspeisung gibt es heute keine Preisanreize in Deutschland, die eine Knappheit des Gutes Netz reflektieren. Der Strommarkt basiert auf der Annahme eines engpassfreien Marktgebietes, obwohl dies nicht der Fall ist.

Im engeren Zeithorizont erfolgt ein planwertbasiertes Engpassmanagement. Aufseiten der Einspeiser wird dieses in Deutschland durch kostenbasiertes Redispatch geregelt. Mit der Novellierung des Netzausbaubeschleunigungsgesetzes (NABEG 2.0) werden ab Oktober 2021 auch Verteilnetzbetreiber Redispatch durchführen.

Das Pendant für Verbraucher in der Niederspannungsebene stellt ein Reservierungssystem dar, welches in Kapitel 3 näher beschrieben ist.

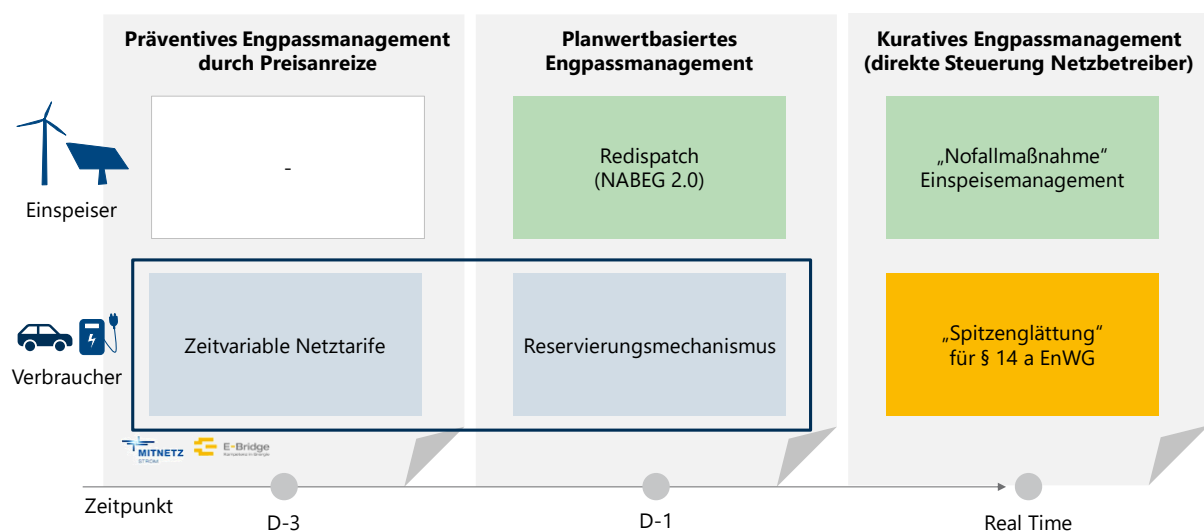


Abbildung 5: Einordnung zeitvariabler Netztarife

Letztendlich bedarf es sowohl für Einspeiser als auch für Verbraucher die Möglichkeit eines kurativen Engpassmanagements in Form einer direkten Steuerung durch den Netzbetreiber, um die Netzsicherheit gewährleisten zu können. Seitens Einspeiser dient die „Notfallmaßnahme“ Einspeisemanagement. Seitens Verbraucher wird im Rahmen von § 14 a ebenfalls ein Konzept für kuratives Engpassmanagement entwickelt. Letzteres ist jedoch nicht geeignet, um einspeisebedingte Netzengpässe in höheren Netzebenen zu reduzieren.

2 Ausgestaltung zeitvariabler Netztarife

2.1 Übersicht

Bei Preisanreizen für netzdienliches Verhalten ist die Lastflussrichtung entscheidend.

Das Konzept zeitvariabler Netztarife ist simpel. Der Netzbetreiber veröffentlicht zu Jahresbeginn drei Tarifstufen und kommuniziert mit einem zeitlichen Vorlauf (bspw. 72 Stunden) und über eine definierte Schnittstelle mit dem Energiemanagementsystem den jeweils gültigen Tarif.

Zu Zeitpunkten mit einer geringen Netzbelastung gilt ein normaler Netztarif. Bei einspeisebedingten Netzengpässen (regional oder überregional) ist jedoch ein Preisanreiz zur Lasterhöhung aus ökonomischen und ökologischen Gründen sinnvoll. Zu diesen Zeitpunkt gilt ein niedriger Tarif. Gegen lastbedingte Netzengpässe wirkt ein Preisanreiz zur Lastreduzierung (hoher Preis bei Netzengpass) oder aber auch ein Lastanreiz (niedriger Preis) zu einem früheren oder späteren Zeitpunkt (Lastverlagerung).

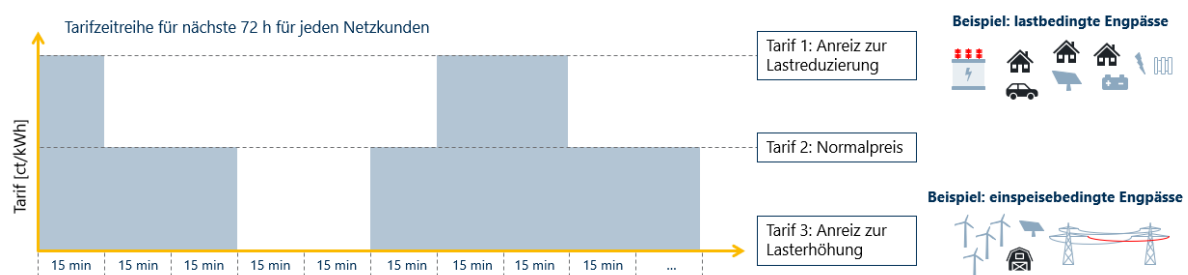


Abbildung 6: Drei Tarifstufen bei zeitvariablen Netztarifen

2.2 Einbettung in die bestehende Berechnungssystematik für Netzentgelte

Bestimmung zeitvariabler Netztarife kann in bestehende Systematik eingebettet werden.

Auf Basis der Erlösobergrenze können in der Niederspannung drei Tarife sowie ein Grundpreis berechnet werden. Zwischen den drei Tarifen muss ein ausreichender Unterschied bestehen, damit sich die Änderung des Verbrauchsverhaltens für den Kunden auch lohnt.

In Summe sollen die drei Tarifkomponenten auf Basis der stochastischen Analyse die Kostenbasis des zeitvariablen Arbeitspreises decken. Planbarkeit und Variabilität gehen dabei natürlich nicht Hand in Hand.

Die Festlegung der Tarifstufen sollte daher individuell auf Basis gesammelter Erfahrungen sowie Prognosen erfolgen und vor jedem Kalkulationsjahr kritisch überprüft werden.

- Schritt 1: Kostenbasis berechnen ✓ kein Handlungsbedarf
- Schritt 2: Prognose von Netznutzung und Energiemengen ✓ Weiterentwicklung mit höherem Detaillierungsgrad
- Schritt 3: Allokation der Kosten auf Netzebenen (Kostenwälzung) ✓ kein Handlungsbedarf
- **Schritt 4: Festlegung von Tarifstufen NEU!**
- **Schritt 5: Dynamische Festlegung des jeweils gültigen Tarifs NEU!**
- Schritt 6: Mehr-/Mindererlösabrechnung (Regulierungskonto) ✓ kein Handlungsbedarf

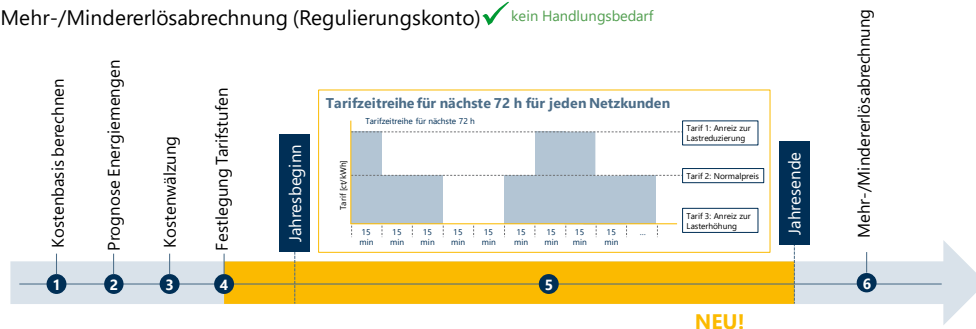


Abbildung 7: Methodik zur Bestimmung zeitvariabler Netztarife

2.2.1 Festlegung von Tarifstufen

Auf Basis der Erlösobergrenze können drei Tarifstufen sowie ein Grundpreis berechnet werden. Zwischen den drei Tarifkomponenten muss ein ausreichender Unterschied herrschen, damit sich die Änderung des Verbrauchsverhaltens auch lohnt und Energiemanagementsysteme reagieren.

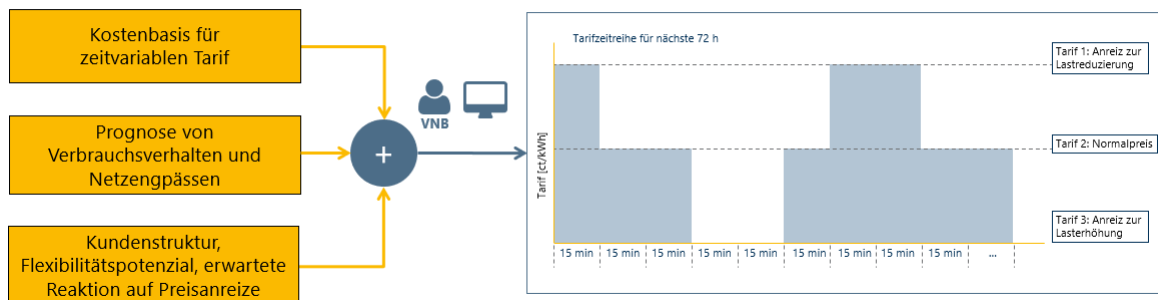


Abbildung 8: Festlegung der Tarifstufen

Die Herausforderung besteht darin, dass es trotz der Stochastik zu geringen Mehr- oder Mindererlösen kommt. Der Netzbetreiber muss dazu stochastische Analysen und Prognosen über das Verbrauchsverhalten und über mögliche Netzengpässe durchführen. Auf dieser Basis können die Höhe der drei Tarifstufen parametrisiert werden.

Grundlage für die Festlegung der Tarifstufen ist eine detaillierte Kenntnis von Kundenstruktur, Flexibilitätspotenzial und Reaktion auf Preisanreize im Netzgebiet.

Festlegung und Weiterentwicklung der drei Tarifstufen im Zeitverlauf durch „lernenden“ VNB

Allerdings sind viele Faktoren für die Bestimmung nur mit einer Unsicherheit ex ante abschätzbar. Bei der Festlegung der drei Tarifstufen ist daher zwischen zwei divergierenden Zielen abzuwägen: Anreize für ein netzdienliches Verhalten bei hoher Differenz und planbare Kostendeckung des Netzes bei geringer Differenz.

Die Festlegung der Stufen sollte daher individuell bestimmt und im Zeitverlauf angepasst werden, um eine größtmögliche Effizienz und ein Optimum zwischen den divergierenden Anforderungen zu erreichen.

Es wird daher eine evolutionäre Einführung des zeitvariablen Netztarifs für flexible Verbrauchergruppen seitens des Netzbetreibers empfohlen.

2.2.2 Dynamische Festlegung des jeweils gültigen Tarifs

Der Netztarif soll Netzengpässe reflektieren, um netzentlastendes flexibles Verhalten anzureizen. Da die Einspeisung von erneuerbaren Energien mit einer hohen Unsicherheit verbunden ist, können keine festen „Schaltzeiten“ im Tagesverlauf für die Tarife festgelegt werden. Innerhalb eines Jahres bedarf es einer dynamischen Festlegung des jeweils gültigen Tarifs.

Individuelle Festlegung der jeweiligen Führungsgröße notwendig

Die jeweilige Führungsgröße zur dynamischen Festlegung des Tarifs ist individuell durch Netzbetreiber bei der Einführung des Werkzeugs zu entwickeln. In erster Näherung ist beispielsweise die Leistungsbilanz einer Netzgruppe in der Hochspannungsebene als Führungsgröße denkbar. Hier könnten Grenzwerte für Leistungen analysiert werden, die mit Netzengpässen korrelieren.

Wechselwirkungen zwischen Netzebenen können berücksichtigt werden.

Um zielgerichtete Anreize zu entwickeln, müssen spannungsebenenübergreifende Wirkungszusammenhänge berücksichtigt werden. Im Sinne einer „Bottom-up-Engpassentlastung“ werden Preisanreize aus überlagerten Netzebenen dann in unterlagerte Netzebenen „durchgereicht“, wenn dort keine lokalen Engpässe auftreten.

2.3 Praktische Umsetzung für Netzbetreiber mit unterschiedlichen Anforderungen

In Deutschland gibt es mehr als 900 Verteilnetzbetreiber mit ganz unterschiedlichen Voraussetzungen und Anforderungen. Neben Flächennetzbetreibern mit einer hohen Leistung an EE-Anlagen existieren auch städtische Netzbetreiber mit einer hohen Verbrauchslast und geringer installierter Leistung im eigenen Netzgebiet, jedoch meistens mit hoher Leistung an EE-Anlagen im Umland.

Das Konzept zeitvariabler Netztarife kann für alle Netzbetreiber ein wirkungsvolles und einfach zu implementierendes Werkzeug darstellen.

Für unterschiedliche Netzgebiete ändert sich vor allem die Steuerungsgröße für die Festlegung der Netztarife.

Das Versorgungsgebiet großer Netzbetreiber umfasst dabei in der Regel Netzgebiete mit unterschiedlichen Charakteristika, bei denen sich sowohl die jeweils gültige Tarifstufe als auch die entsprechende Führungsgröße für die Tarifstufe unterscheiden können.

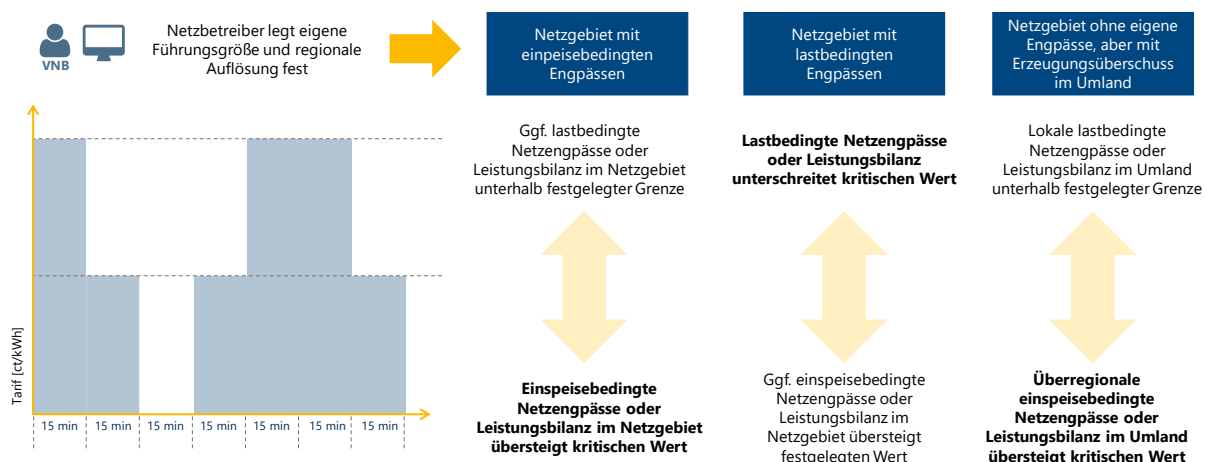


Abbildung 9: Praktische Umsetzung bei Netzbetreibern mit unterschiedlichen Anforderungen

3 Umsetzung eines intelligenten Energiemanagementsystems

3.1 Übersicht

Mithilfe von Digitalisierung können Verteilnetzbetreiber ihr Netz optimal auslasten, ohne dass sich Verbraucher oder Erzeuger in ihrer Fahrweise einschränken und ohne das Netz ausbauen zu müssen. Vor allem kann damit auch ein „Überschwingen“ durch Preisanreize mit zu hohen Gleichzeitigkeiten vermieden werden.

Im Folgenden wird dargestellt, wie durch digitale Intelligenz und Kommunikation zwischen dem Energiemanagementsystem des Kunden und dem Reservierungssystem des Verteilnetzbetreibers Verbrauchseinheiten netzkonform und ohne Komforteinbußen für den Kunden das Netz nutzen werden können.

Mithilfe von vorgegebenen Kategorien zur notwendigen Verfügbarkeit und zu Nutzerpräferenzen kann jede Flexibilität im Haushalt im Energiemanagementsystem konfiguriert werden. Das Energiemanagementsystem aggregiert die Informationen und hinterlegt sie im Reservierungssystem des Verteilnetzbetreibers. Auf diese Weise ist das Reservierungssystem des Verteilnetzbetreibers in der Lage, dem Kunden die notwendige Energie bereitzustellen, die er benötigt. Für den Kunden ist der konkrete Ladezeitpunkt des E-PKW egal, solange der E-PKW zum gewünschten Zeitpunkt geladen ist (beispielsweise morgens). Gleichzeitig führt die Optimierung durch das Reservierungssystem des VNB zu einer verbesserten Auslastung der Netzinfrastruktur.

3.2 Technische Ausgestaltung

Die Kommunikation zwischen Verteilnetzbetreiber und flexiblen Kunden erfolgt über Schnittstellen zwischen dem Reservierungssystem des Verteilnetzbetreibers und dem Energiemanagementsystem des Kunden. Das Energiemanagementsystem optimiert die Flexibilitäten des Kunden. Das Reservierungssystem optimiert die Auslastung der Netzinfrastruktur.



Abbildung 10: Kommunikation zwischen Netzbetreiber und Endkunden

Im ersten Schritt wird das Energiemanagementsystem im Reservierungssystem des VNB registriert (Schritt 1). Das Reservierungssystem hält die Information aus dem Energiemanagementsystem als Metadatensatz vor. Der Netzbetreiber bestimmt die Führungsgröße für die Viertelstunden-Netztarife und die CO₂-Prognose aus Informationen zur Netzsituation und stellt die Netztarife und die CO₂-Prognose für den Zugriff durch den Kunden zur Verfügung (Schritt 2). Das Energiemanagementsystem greift über die Incentive-API auf die bereitgestellten Netztarife und CO₂-Prognose zu. Zudem soll das Energiemanagementsystem über eine Schnittstelle die Verbraucherpreise seines/r Lieferanten beziehen können (Schritt 3). Anschließend erstellt das Energiemanagementsystem unter Berücksichtigung von Tarifen, Preisen, Kundenpräferenzen und Steuergrößen der Verbraucher den Bedarfsplan für jede Viertelstunde. Der Bedarfsplan wird über die Broker-API an das Reservierungssystem des VNB übergeben (Schritt 4).

Das Reservierungssystem aggregiert anschließend die Bedarfspläne aller flexiblen Kunden für jede Viertelstunde und gleicht sie mit der verfügbaren Netzkapazität ab. Übersteigen die Bedarfe die Kapazität, werden Verschiebepotenziale anhand der hinterlegten Präferenzen ermittelt. Sind die aggregierten Bedarfe geringer als die Kapazität, wird eine Bedarfsfreigabe erteilt. Überschreiten die aggregierten Bedarfe die verfügbare Kapazität, werden Bedarfsverschiebungen nach dem Windhundprinzip bereitgestellt. Das Energiemanagementsystem greift über die Broker-API auf die Bedarfsfreigabe bzw. die Bedarfsverschiebung zu (Schritt 5).

Erhält ein Kunde eine Bedarfsverschiebungs-Nachricht, optimiert das EMS den Bedarfsplan erneut und sendet den neuen Bedarfsplan über die Broker-API an das Reservierungssystem. Das Reservierungssystem gleicht dann wieder die aggregierten Bedarfspläne mit der verfügbaren Kapazität ab. Die Iteration endet mit dem Versand der Bedarfsfreigabe.

Für die Übermittlung müssen aktuelle Standards hinsichtlich des Protokolls als auch der Datenübertragung verwendet werden. Dies garantiert die aktuellen Sicherheitsbedarfe seitens des VNB und der Flexibilitäten. Andererseits erfordert dies auch die Kompatibilität und Systemoffenheit zum Anschluss unterschiedlicher Flexibilitäten von unterschiedlichen Herstellern an das EMS,

3.2.1 Voraussetzungen beim Kunden

Damit Kunden am System zeitvariabler Netztarife teilnehmen können, benötigen sie ein Energiemanagementsystem. Dieses kann mit allen Verbrauchern im Haushalt verbunden werden und steuert sie. Der Kunde gibt dazu seine Präferenzen in ein entsprechendes User Interface ein.

Das Energiemanagementsystem ist mit dem Reservierungssystem beim Netzbetreiber verbunden. Es teilt dem Reservierungssystem die verfügbare Flexibilität und die Präferenzen des Kunden mit. Es dient auch als Kommunikations- und Optimierungseinheit für die Flexibilitäten in der operativen Nutzung.

3.2.2 Voraussetzungen beim Netzbetreiber

Verteilnetzbetreiber benötigen ein Reservierungssystem. In diesem sind die Flexibilitäten und Präferenzen der Kunden hinterlegt. Das Reservierungssystem gleicht die Bedarfspläne jeder Viertelstunde des Folgetages mit den verfügbaren Netzkapazitäten ab. Der VNB verfügt über zwei APIs: Die Incentive-API stellt dem EMS die Netztarife und CO₂-Prognosen zum Abruf bereit. Die Broker-API empfängt die Bedarfspläne und stellt dem Energiemanagementsystem die Bedarfsfreigaben bzw. die -verschiebungen zur Verfügung.

Über eine weitere API stellen sich VNB bzw. VNB und ÜNB Informationen über die Netzauslastung zur Verfügung. Dies ermöglicht es, Nachbar-VNB oder unterlagerten VNB in netzkritischen Zeiten zu unterstützen.

3.3 Standardisierung und Kompatibilität

Jenseits der extrem technisch geprägten Diskussion um den Einsatz der Smart Meter Gateways (SMGW) hat die MITNETZ STROM einen kundenorientierten und überraschend einfachen Prozess gefunden, der sich schnell in die Praxis umsetzen lässt. Um das System zu skalieren wird derzeit im Forschungsprojekt FlexHub an der Standardisierung dieser Schnittstelle gearbeitet. Ziel ist die Aufnahme in die IEC 61850 sowie der Nachweis, dass der Mechanismus über den CLS-Kanal des SMGW beim Kunden implementiert werden kann. Einigen sich EMS-Hersteller und Netzbetreiber auf einen solchen Standard, dann steht eine weitgehend softwarebasierte Schnittstelle bereit, die auf einfache und kostengünstige Weise die Flexibilitäten in der Niederspannung nutzbar machen kann. Und noch mehr: Die aufgezeigte Logik ist kompatibel mit zukünftigen Entwicklungen wie variablen Stromtarifen, Flexibilitätsmärkten und sogar dem Handel mit Rückspeisungen aus Elektromobilen (Vehicle2Grid).

4 Vorteilhaftigkeit

Zeitvariable Netztarife in Verbindung mit einem Reservierungssystem seitens des VNB ermöglichen eine intelligente Nutzung der verfügbaren Netzkapazitäten ohne Komforteinbußen seitens der Kunden. Die Optimierungen auf Netzseite und auf Kundenseite erfolgen vollständig automatisiert. Gleichzeitig profitieren Kunden von geringeren Netzentgelten und reduzierten CO₂-Emissionen. Zeitvariable Netztarife sind einfach umsetzbar und leicht verständlich. Gleichzeitig ermöglichen sie die einfache Anbindung neuer Verbraucher wie Elektromobile und Wärmespeicher ans Netz, ohne dass das Netz verstärkt werden muss. Im Folgenden werden diese Vorzüge erläutert.

4.1 Übersicht

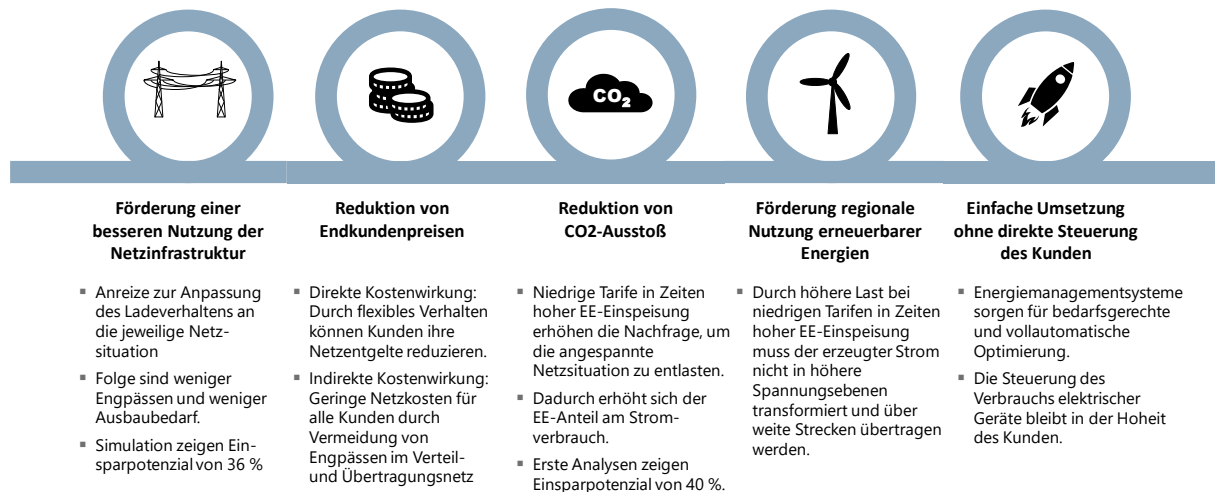


Abbildung 11: Übersicht der Vorteilhaftigkeit zeitvariabler Netztarife

4.1.1 Förderung einer besseren Ausnutzung der Netzinfrastruktur

Zeitvariable Netztarife bieten daher Kunden Anreize, ihr Ladeverhalten der jeweiligen Netzsituation anzupassen. Dadurch werden vorhandene Netzkapazitäten besser ausgelastet und Erzeugungs- und Lastspitzen über die Zeit geglättet. Es kommt zu weniger Engpässen im Netz und der Ausbaubedarf reduziert sich. Zeitvariable Netztarife haben die gleiche Wirkung wie Redispatch-Maßnahmen, sind ähnlich flexibel, allerdings wesentlich effizienter und deutlich günstiger.

4.1.2 Erhöhung der regionalen Nutzung erneuerbarer Energien

Erwartet der Netzbetreiber, dass in seinem Netzgebiet am kommenden Tag viel EE-Strom erzeugt wird, senkt er das Netzentgelt. Flexible Verbraucher in seinem Netzgebiet erhalten so einen Anreiz, ihre Wärmespeicher oder Elektrofahrzeuge zu laden. Dadurch muss der erzeugte Strom nicht in höhere Spannungsebenen transformiert werden. Sind die erwarteten Verbräuche im Netzgebiet nicht ausreichend, können auch Netzbetreiber in Nachbarregionen unterstützen. So kann beispielsweise die in Brandenburg erzeugte Energie in PV- oder windstarken Zeiten für Berlin bereitgestellt werden. In diesem Sinne fördern zeitvariable Netztarife auch die erzeugungsnahe Energieverwendung zwischen Nachbarregionen und reduzieren den Stromtransport über weite Distanzen.

4.1.3 Reduktion von Endkundenpreisen

Netzbetreiber geben mit zeitvariablen Netztarifen Anreize für flexible Kunden, ihr Nachfrageverhalten zu optimieren. Dadurch entlasten sie nicht nur das Netz und unterstützen so die Netzbetreiber. Vielmehr können sie dadurch auch Geld sparen. Erste Simulationen zeigen, dass flexible Kunden ihre Netzentgelte um mehr als ein Fünftel senken können. Durch das netzdienliche Verhalten profitieren aber auch weniger flexible Kunden. Werden die Netze stärker entlastet, müssen Netzbetreiber weniger durch Maßnahmen wie Redispatch oder Einspeisemanagement

eingreifen. Dadurch sinken auch die Netzentgelte von weniger flexiblen Kunden um mehr als ein Sechstel.

Gleichzeitig ergibt sich ein indirekter Preiseffekt: Ohne Anreizsystem fragen Netzkunden Netznutzung unabhängig voneinander nach. Es kommt daher zu vorhersehbaren Netzengpässen, wenn alle Netzkunden gleichzeitig Energie benötigen. Durch zeitvariable Netztarife berücksichtigen Netzkunden die Netzsituation ohne Komforteinbuße und geben so Kapazitäten in Spitzenzeiten frei. Dadurch senken zeitvariable Netztarife den Bedarf des Netzausbaus und die damit verbundenen Kosten für Netzkunden.

4.1.4 Vermeidung von CO₂-Ausstoß

Die Erzeugung von Windstrom verursacht keinen CO₂-Ausstoß – anders als die konventionelle Erzeugung aus Kohle oder Erdgas. Senkt der Netzbetreiber den Netztarif in Zeiten hoher Winderzeugung, erhöht er die Energienachfrage, um die angespannte Netzsituation zu entlasten. Gleichzeitig verlagern Kunden dann ihre Nachfrage aus Zeiten mit höherem konventionellem Erzeugungsanteil in Zeiten mit höherem Windstrom. Dadurch bieten zeitvariable Netztarife einen Anreiz zur CO₂-Einsparung. Erste Analysen zeigen, dass durch zeitvariable Netztarife der CO₂-Ausstoß bei flexiblen Verbrauchern um mindestens ein Drittel gesenkt werden kann.

4.1.5 Einfache Umsetzung ohne direkte Steuerung des Kunden

Die Kombination zeitvariabler Netztarife und Reservierungssysteme ist technisch einfacher umzusetzen als andere Modelle. Denn der Kunde gibt üblicherweise einmalig seine Informationen und Präferenzen ein. Anschließend erfolgt eine vollautomatische Optimierung durch Netzbetreiber, Lieferant und Energiemanagementsystem des Kunden. Daher ist praktisch immer davon auszugehen, dass ein Kunde seine flexiblen Geräte ohne jegliche Komforteinbuße nutzen kann. Die Steuerung der Verbrauchsanlagen verbleibt in der Hoheit des Kunden. Der Netzbetreiber greift nur in wenigen seltenen Notfallsituationen ein.

4.2 Netznutzen

Um den Netznutzen zu quantifizieren, wurde im Rahmen der Studie ein Simulationsmodell für zeitvariable Netztarife entwickelt (vgl. Abbildung 12) und auf exemplarische Netzgebiete der MITNETZ STROM angewendet.

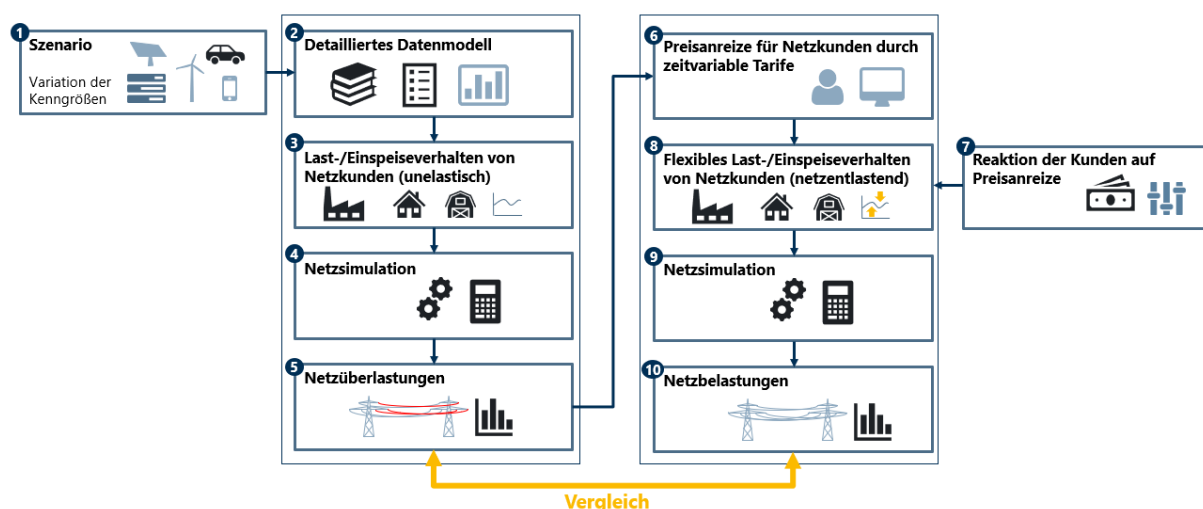


Abbildung 12: Aufbau Simulationsmodell

Das Simulationsmodell erlaubt zunächst eine dynamische Festlegung des Szenarios der Energielandschaft. Parameter wie der Durchdringungsgrad an E-PKW, Wärmepumpen, Kleinspeicher oder der Ausbaugrad an Windkraft- oder PV-Anlagen können festgelegt werden. Auf dieser Basis werden mit einem detaillierten Datenmodell, das jeden einzelnen Haushaltskunden

im betrachteten Netzgebiet berücksichtigt, Zeitreihen für Einspeisungen und Verbräuche elektrischer Energie simuliert. Diese bildet wiederum die Grundlage für komplexe Lastflussberechnungen, sodass Netzüberlastungen (Spannungen und Strom) für eine unelastische Netznutzung berechnet werden können.

Die Netzüberlastungen können anschließend zur Parametrierung der zeitvariablen Netztarife genutzt werden (siehe Kapitel 2.2). Die Energiemanagementsysteme der Kunden reagieren auf Preisanreize durch zeitvariable Netztarife und das Last-/Einspeiseverhalten verändert sich netzentlastend. Um die Veränderung abzubilden, wurden Annahmen zu dem Flexibilitätspotenzial jeder einzelnen Technologie gebildet und dabei technische Rahmenbedingungen, wie begrenzte Speicherkapazitäten oder tageszeitliche (Ladevorgang E-PKW) oder saisonale Effekte (Strombezug von Wärmepumpen), berücksichtigt. Parameter, wie die Sensitivität der Reaktion der Energiemanagementsysteme auf den Preisanreize, können im Simulationsmodell variiert werden.

Für das „neue“ Last-/Einspeiseverhalten unter Berücksichtigung der Preisanreize durch zeitvariable Netztarife wird anschließend eine weitere Netzsimulation durchgeführt und die Netzbelastung mit der ersten durchgeführten Simulation verglichen werden. Somit kann eine Aussage zur Wirksamkeit zeitvariabler Netztarife zur Reduzierung von Netzüberlastungen getroffen werden.

In der vorliegenden Studie wurde das Simulationsmodell für einen modellhaften Verteilnetzbetreiber bestehend aus vier realen Netzregionen der MITNETZ STROM mit technischer Abbildung der MS- und MS-/NS-Ebene angewendet. Die Netzregionen umfassen einen städtischen, einen kleinstädtischen, einen ländlichen Raum sowie einen Raum der Charakteristika eines „Speckgürtels“ mit hoher Eigenheimdichte und entsprechender Durchdringung mit E-PKW, PV-Anlagen, Kleinspeichern und Wärmepumpen (vgl. Abbildung 13).

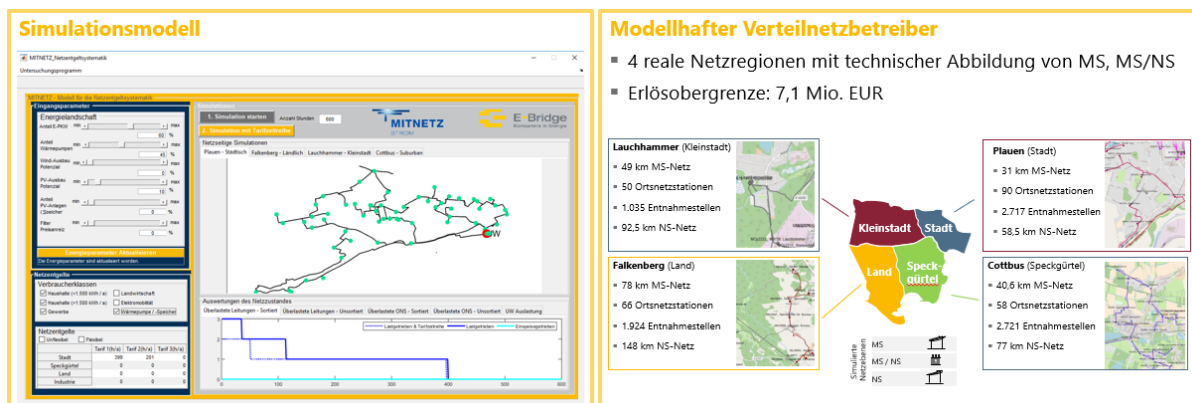


Abbildung 13: Übersicht Netzsimulationen

Das Ergebnis der Netzsimulationen verdeutlicht, dass nach konventionellen Planungsgrundsätzen und mit statischen Netztarifen hoher Netzausbaubedarf in allen Netzregionen notwendig wäre. Die Anzahl der überlasteten Betriebsmittel korreliert dabei mit der Entwicklung der Energiewende, insbesondere auch der Integration von E-PKW (vgl. Abbildung 14).

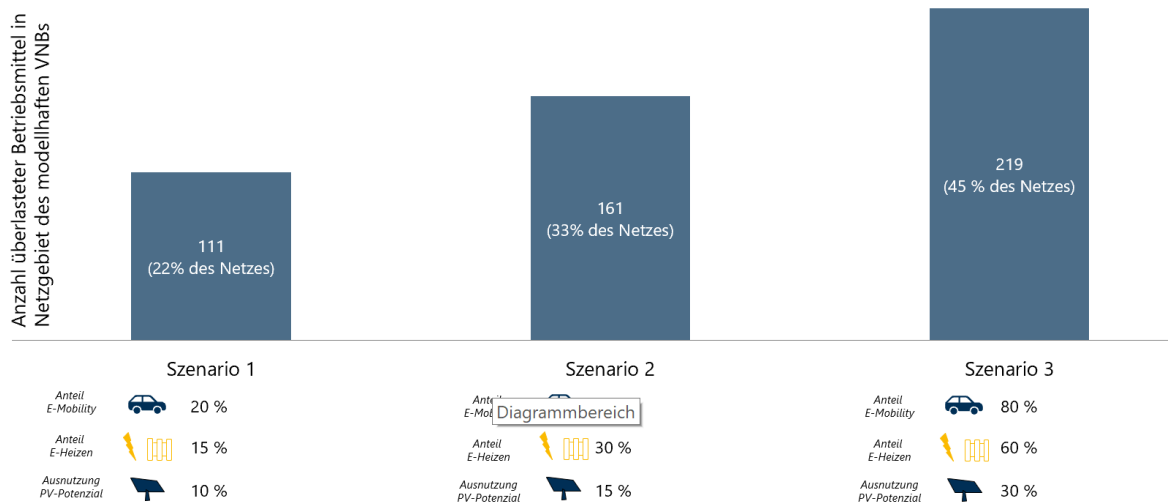


Abbildung 14: Ergebnis Netzsimulationen mit statischen Netztarifen

Allerdings treten die Überlastungen nur wenigen Stunden des Jahres auf, sodass ein hohes Potenzial zur Reduzierung von Netzbelastungen durch flexibles netzdienliches Verbrauchsverhalten der Energiemanagementsysteme besteht (siehe Abbildung 15).

Die Simulationen zeigen deutlich: Zeitvariable Netztarife können netzentlastendes Verhalten von Netzkunden anreizen und die Ausnutzung der Netzinfrastruktur verbessern.

Für ein Szenario mit 40 % Durchdringung an E-PKW, 30 % Durchdringung an Wärmepumpen und 15 % Ausnutzung des maximal möglichen PV-Potenzials kann die Anzahl an überlasteten Betriebsmitteln von 161 auf 102 reduziert werden. Dies entspricht einer Reduktion von 36 %. Vor allem Ladevorgänge von E-PKW können in Zeiten verschoben werden, in denen das Netz noch Kapazitäten aufweist.

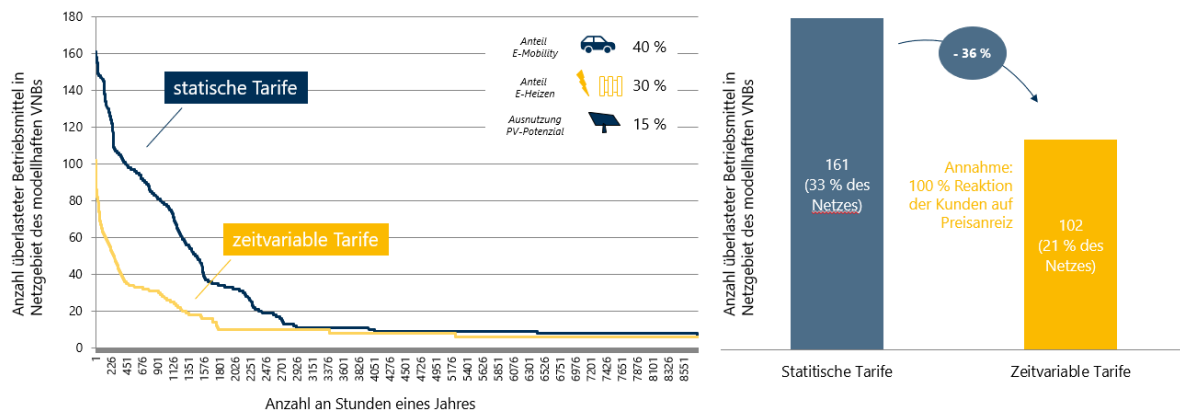


Abbildung 15: Reduktion von Netzengpässen durch zeitvariable Netztarife

Allerdings ist kaum davon auszugehen, dass das Verbrauchsverhalten mit voller technisch möglicher Elastizität reagiert. Stattdessen wird nur ein Teil der Kundensysteme entsprechend parametrisiert sein. Allerdings sind positive Effekte zu verzeichnen, wenn nur ein Teil der Kundensysteme den Preisanreizen durch zeitvariable Netztarife folgen (siehe Abbildung 16).

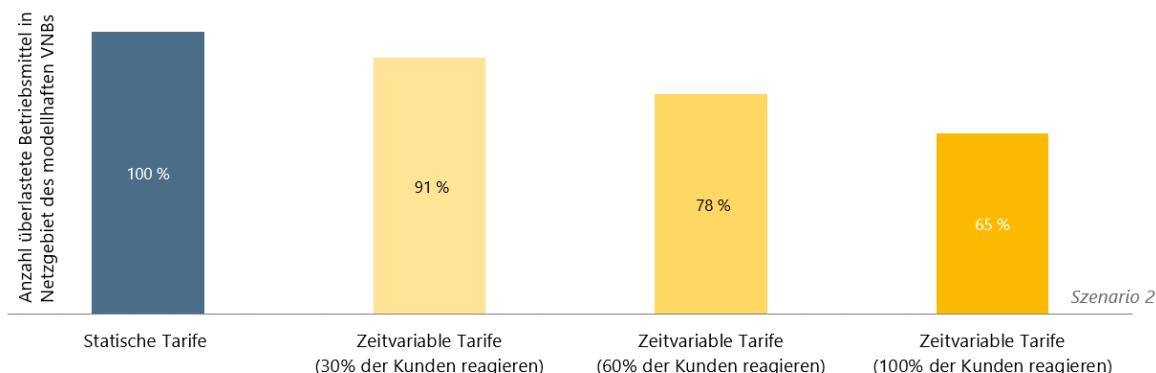


Abbildung 16: Reaktion der Kunden auf Preisanreize

Der Netzbetreiber hat eine hohe Motivation, mit zeitvariablen Netztarifen die Netzkosten zu reduzieren. Ohne hohen Aufwand und unter Nutzung bestehender IT-Systeme können Netzkosten reduziert und damit die Bewertung im Effizienzvergleich verbessert werden.

4.3 Kundennutzen

Netzkunden profitieren in mehrfacher Hinsicht von zeitvariablen Netztarifen. Paragraph 14a ENWG schreibt vor, dass Letztverbrauchern, deren steuerbare Verbrauchseinheiten zur netzdienlichen Steuerung herangezogen werden, ein reduziertes Netzentgelt (1) gewährt werden muss. Höhere Netztarife in Zeiten hoher Kapazitätsnachfrage und niedrigere Tarife bei geringerem Bedarf bieten einen Anreiz zur Verlagerung des Bedarfs, die sogenannte Spitzenglättung. Kommt es unerwartet zu einem höheren Kapazitätsbedarf, gewährleistet diese Verschiebung die Verfügbarkeit ohne unnötige Baumaßnahmen und reduziert die Notwendigkeit der Leistungsbegrenzung durch den Netzbetreiber (2). Zusätzlich leisten Kunden einen Beitrag zum Klimaschutz durch die gezielte Beanreizung zu höherem Verbrauch bei verfügbarer EE-Einspeisung (3). Diese drei Hauptkategorien des Kundennutzens werden in Abbildung 17 dargestellt.

Beitrag zum Klimaschutz	Geringere Preise	Mehr Kapazität im Netz
Verringerung CO ₂ -Ausstoß	Kurzfristig: Geringere Kosten für Engpassmanagement Langfristig: Vermeidung unnötiger Baumaßnahmen	Mehr verfügbare Kapazität in netzkritischen Zeiten Vermeidung von Netzsicherheitsmaßnahmen

Abbildung 17: Bestandteile Kundennutzen

Durch eine evolutionäre Einführung werden Kunden nicht zu einem Umstieg auf das System zeitvariabler Netztarife gezwungen. Vielmehr profitieren selbst Kunden von reduzierten Netzentgelten, die nicht direkt am System zeitvariabler Netztarife partizipieren wollen oder können, wie unten weiter erläutert wird.

4.3.1 Geringere Preise

Gemäß § 14a EnWG dürfen Kunden, die ihre Flexibilitäten netzdienlich zur Verfügung stellen, durch zeitvariable Netztarife nicht benachteiligt werden. Damit müssen deren Netzkosten insgesamt unter Anwendung zeitvariabler Netztarife maximal so hoch ausfallen wie die Netzkosten eines Standardtarifkunden.

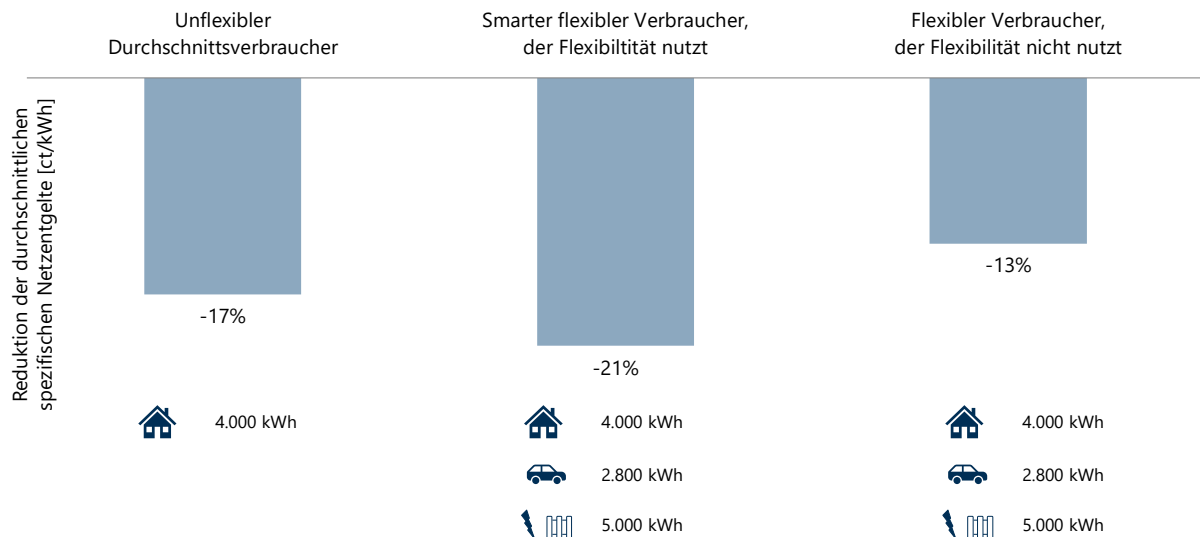


Abbildung 18: Reduktion Anstieg der Kostenbasis durch zeitvariable Netztarife

Zeitvariable Netztarife vermeiden Engpässe im Verteilernetz wie auch im Übertragungsnetz. Es müssen weniger Aufwendungen für alternative Maßnahmen wie Redispatch oder EinsMan aufgewendet werden. Gleichzeitig führt die Spitzenglättung dazu, dass die Nachfrage von Flexibilitäten in Zeiten verschoben wird, in denen normalerweise eine geringere Netzauslastung erfolgt. Die gleichmäßigere Nutzung der verfügbaren Netzkapazitäten lastet die vorhandene Infrastruktur besser aus. Die Kombination beider Effekte induziert geringere Kosten der Netzbewirtschaftung und damit verbunden geringere Netzkosten für flexible Netzkunden. Wie Abbildung 18 zeigt, senken beide Maßnahmen die Netzkosten für flexible Kunden um über ein Fünftel.

Zusätzlich profitieren auch inflexible Kunden durch zeitvariable Netztarife. Sie können zwar nicht auf die Anreize des VNB reagieren. Allerdings führt die Spitzenglättung bei flexiblen Netzkunden dazu, dass Engpässe vermieden werden. Weil flexible Netzkunden ihren Bedarf in Spitzenzeiten reduzieren, steht weniger flexiblen Kunden die benötigte Netzkapazität in diesen Zeiten zur Verfügung. Dadurch können kurzfristige Gegenmaßnahmen der Netzbetreiber und die damit verbundenen Kosten vermieden werden. Langfristig muss durch die bessere Auslastung das Netz weniger ausgebaut werden. Insgesamt lassen sich so auch für inflexible Kunden Netzkosten von rund 17 Prozent durch zeitvariable Netztarife vermeiden.

4.3.2 Vermeidung unnötiger Ausbaumaßnahmen

Wie bereits im vorangehenden Abschnitt angedeutet fehlt Netzkunden ohne zeitvariable Netztarife der Anreiz, sich netzdienlich zu verhalten. Kommt es zu einem Engpass, werden alle Netznutzer in gleicher Weise eingeschränkt, insbesondere auch solche mit höherer Flexibilität. Durch zeitvariable Netztarife profitieren beide: Kunden mit hoher Flexibilität verschieben ihren Bedarf aus Engpasszeiten mit höheren Netztarifen in Zeitfenster mit geringeren Netztarifen. Kunden mit geringerer Flexibilität und damit höherer Zahlungsbereitschaft in Engpasszeiten steht die benötigte Netzkapazität zur Verfügung. Dadurch muss der VNB seltener leistungsbegrenzend auf die Verbraucher der Kunden einwirken als ohne zeitvariable Netztarife.

Durch die bessere Kapazitätsnutzung und den damit verringerten Gleichzeitigkeitsfaktor steigt die Planbarkeit für Netzbetreiber und Netzkunden. Das Netz wird seltener an seine Kapazitätsgrenzen gebracht. Die bessere Auslastung der vorhandenen Kapazität macht einen weiteren Ausbau an vielen Stellen im Netz überflüssig.

4.3.3 Beitrag zum Klimaschutz

Die Verschiebung gemäß zeitvariabler Netztarife trägt auch zum Klimaschutz bei. Eine besonders hohe nachfrageinduzierte Netzbelastung tritt v.a. tagsüber ein. In diesen Zeiten reichen

erneuerbare Erzeuger oft nicht aus, um die volle Last decken zu können. Es müssen konventionelle Erzeuger die Residuallast bedienen. Andererseits kommt es in Nebenzeiten immer häufiger vor, dass der Energiebedarf vollständig durch Erneuerbare gedeckt wird und sogar noch Energie in Nachbarländer abgegeben wird. Gleichzeitig kommt es in diesen Zeiten häufig zu Netzengpässen sowohl in Verteilernetzen als auch in Übertragungsnetzen.

Die Zeitfenster hoher Erneuerbaren-Erzeugung lassen sich relativ gut vorhersagen. Durch zeitvariable Netztarife können daher Anreize geschaffen werden, Energie genau dann zu verbrauchen, wenn diese aus Wind und Sonne erzeugt werden kann. Dies entlastet das Netz von einspeisebedingten Netzengpässen und reduziert gleichzeitig den CO₂-Ausstoß durch Konventionellen-Erzeugung.

Unter Verwendung des durchschnittlichen CO₂-Ausstoßes im Netz der MITNETZ STROM in Hochtarif- (20 Prozent des Jahres), Mitteltarif- (33 Prozent) und Niedertarif-Zeiten (47 Prozent) des Jahres 2019 lässt sich zeigen, wie zeitvariable Netztarife CO₂ einsparen helfen (Abbildung 19). 2019 betrug die CO₂-Emission im Hochtarif durchschnittlich 419 g/kWh, im Mitteltarif 177g/kWh und im Niedertarif 132g/kWh.

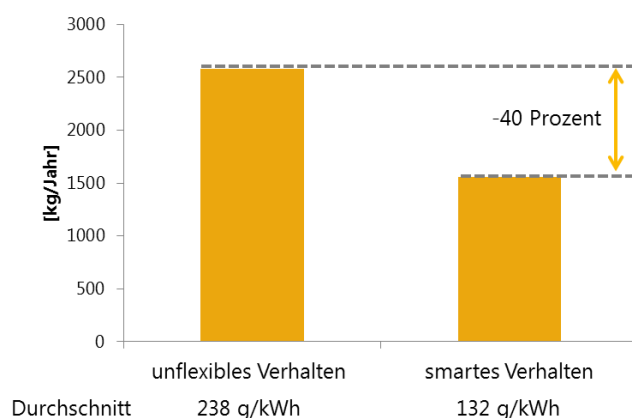


Abbildung 19: Reduktion des CO₂-Ausstoßes durch zeitvariable Netztarife

Vernachlässigt ein flexibler Kunde die Anreize durch zeitvariable Netztarife, beträgt sein durchschnittlicher CO₂-Ausstoß 238g/kWh. Reagiert er hingegen, soweit ihm möglich, auf zeitvariable Netztarife, reduziert sich sein durchschnittlicher CO₂-Ausstoß auf 132g/kWh oder, übers Gesamtjahr, um rund 40 Prozent. Die sich daraus ergebende tatsächliche CO₂-Emission in den jeweiligen Tarifzeiten zeigt Abbildung 20.

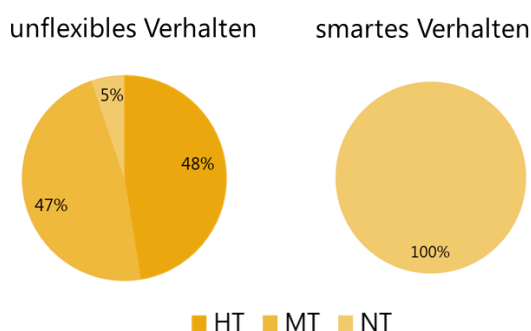


Abbildung 20: CO₂-Verteilung nach Tarifzeiten

Flexible Netzkunden, die zeitvariable Netztarife ignorieren, konsumieren rund 27 Prozent ihres Energiebedarfs zu Hochtarifzeiten. Durch den überproportional hohen CO₂-Anteil in diesen Zeiten schlägt sich dies mit rund 48 Prozent in ihrer CO₂-Bilanz nieder. Ähnliches gilt für Mitteltarifzeiten. Flexible und smarte Kunden sind hingegen in der Lage, ihren kompletten Energiebedarf in Niedertarif-Zeiten zu decken.

Dieses Kapitel zeigt, dass der Kundennutzen durch netzdienliches Verhalten in dreifacher Weise gesteigert werden kann: Folgen Kunden den Anreizen zeitvariabler Netztarife, reduziert dies ihre Netzkosten, vermeidet dies unnötige Ausbaumaßnahmen und reduziert den CO₂-Ausstoß.

5 Erkenntnisse aus einer ersten Pilotanwendung

Die Funktionsweise des im Rahmen der Studie vorgestellten Ansatz wurde in einer Pilotanwendung getestet. Im Ergebnis zeigt sich die Wirksamkeit von Anreiz- und Reservierungsfunktion in der Praxis.

In einem Niederspannungsnetz der MITNETZ STROM wurde ein Abgang mitbetrachtet, an dem ca. 35 Haushalte und heute bereits E-PKW angeschlossen sind (siehe Abbildung 21). Das analysierte Netz befindet sich im „Speckgürtel“ einer Großstadt, wo zukünftig hohe Durchdringungen mit Elektromobilität zu erwarten sind.

Ergänzend zu real existierenden E-PKW wurden weitere E-PKW simuliert, sodass der Versuchsaufbau mit 9 E-PKW eine E-PKW-Durchdringung von 25 % abbildet, was ca. 12 Mio. E-PKW in Deutschland entsprechen würde¹.

In der Ortsnetzstation erfolgt eine Lasterfassung über Rogowskispulen und Fernwirktechnik zur Auslesung der Daten über das LTE-Netz. Es wurde ein Energiemanagementsystem der Firma Kiwigrid eingesetzt, das zur Datenübertragung mit dem DSL-Anschluss der Kunden verbunden wurde.



Abbildung 21: Erste Pilotanwendung zeitvariabler Netztarife in einem NS-Netz der MITNETZ STROM

Zwischen Februar und April 2020 wurden aus der Prognose von Wind- und Sonnenstromeinspeisung im Leitsystem der MITNETZ STROM zeitvariable Netztarife beziehungsweise der tatsächliche CO₂-Abdruck der zu erwartenden lokalen Stromerzeugung berechnet und an das Energiemanagementsystem des Kunden übertragen.

Beim Anschluss des Elektromobils wurden Ladebedarf und Abfahrtszeitpunkt automatisiert an das Energiemanagementsystem übertragen. Die Ankunftszeiten der neun E-PKW (teilweise simuliert) variierten zwischen 10:38 und 21:30 Uhr und die Ladeleistungen betrugen teilweise 3,7 kW und teilweise 11 kW.

Der jeweilige Ladefahrplan wird dabei automatisch so optimiert, dass die Emissionen bzw. Netzentgelte für den Ladevorgang minimal sind. Der Kunde muss nur einmalig den Modus der Optimierung festlegen. Anschließend erfolgte die automatisierte Abstimmung mit der

¹ Datenbasis: Durchschnittlich 1,14 PKW je Haushalt, 47 Mio. PKW in Deutschland

Reservierungsschnittstelle des Netzbetreibers, der ggf. eine zeitliche Optimierung des Ladeplans in Abhängigkeit der lokalen Netzkapazitäten vorschlägt. Somit wird einem „Überschwingen“ der Preisanreize durch zeitvariable Netztarife entgegengewirkt.

Die erste Pilotanwendung zeigt: Die Netzkapazität wurde stets eingehalten und alle Kunden konnten entgeltoptimiert den E-PKW laden bei gleichzeitiger Verbesserung der CO₂-Bilanz.

In Abbildung 22 ist in der oberen Hälfte für 48 exemplarische Stunden die Zeitreihe des Netztarifs in den Stufen 0 ct/kWh (Erzeugungsüberschuss), 6,15 ct/kWh (keine Netzengpässe) sowie 12,3 ct/kWh (hohe Last) dargestellt. In der unteren Hälfte der Darstellung sind die Restriktionskurve des Ortsnetzabgangs (rot) sowie die einzelnen Ladevorgänge der E-PKW als Fläche dargestellt.

In der Simulation kann die Netzkapazität des Ortsnetzabgangs durch die Optimierung stets eingehalten werden, obwohl die Summe der theoretischen Ladeleistung die Kapazität des Abgangs übersteigt. Spannend dabei ist der „Preissprung“ um 23:00 Uhr zu einem Zeitpunkt, an dem viele E-PKW laden. Entsprechend der Netzrestriktionen erfolgt eine Allokation der Ladevorgänge, sodass alle Kunden vom günstigen Tarif profitieren können und die Ladung bis zum gewünschten Zeitpunkt erfolgen konnte.

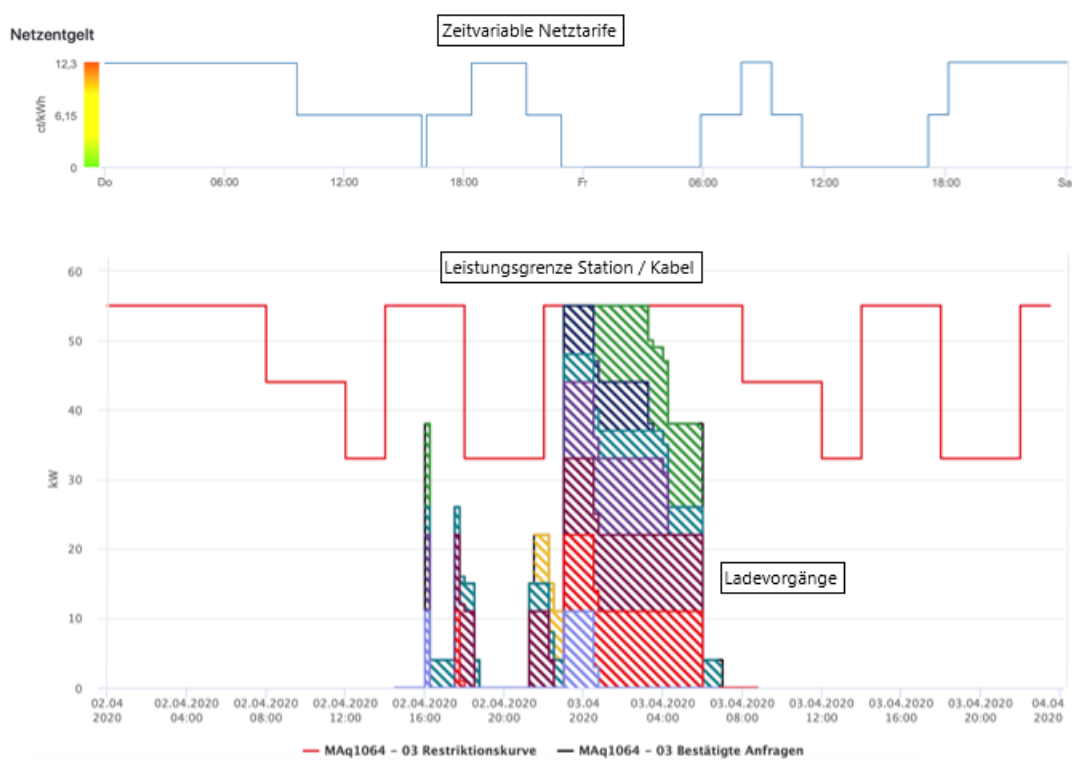


Abbildung 22: Exemplarische Ergebnisse der Pilotanwendung

Der Endkunde profitiert.

Alle Ladevorgänge konnten in der Pilotanwendung in den aus Sicht des Kunden gewünschten Zeiten optimiert werden. Alle Kunden konnten die günstigen Tarifzeiten nutzen, insgesamt mit einer Quote von 90 %. Alle hohen Tarifzeiten konnten in der Optimierung gemieden werden. Abbildung 23 zeigt die hohe Übereinstimmung von Lastbedarf eines Haushalts mit einem Ladevorgang, der zwischen 00:30 und 03:00 Uhr die Leistungsbegrenzung des Netzbetreibers verlässlich umsetzt. Auch hier konnte der Ladevorgang komplett abgeschlossen werden.

Günstige Netztarife korrelieren aufgrund des EE-Überschusses mit geringen CO₂-Emissionen der regionalen Stromerzeugung. Entsprechend reduziert sich auch der CO₂-Fußabdruck durch eine

entgeltoptimierte Ladestrategie. Im Durchschnitt konnte dieser von ca. 250 g/kWh durch Entgeltanreiz auf ca. 100 g/kWh gesenkt werden. Umgerechnet bedeutet dies eine CO₂-Einsparung im Fahrzeugbetrieb um 60 %.

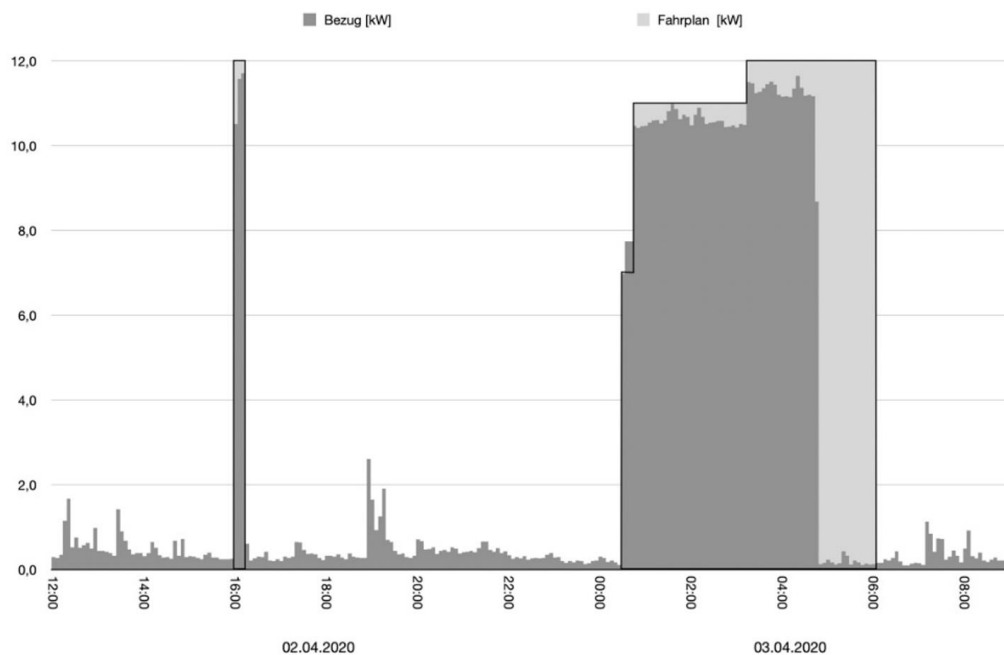


Abbildung 23: Haushaltsbedarf inklusive Ladevorgang

Darüber hinaus zeigte sich eine hohe Prognosegüte der Anreize, da tatsächlich in den betroffenen Zeiten ein starker Anstieg der Windenergieeinspeisung eingetreten ist (Abbildung 24)

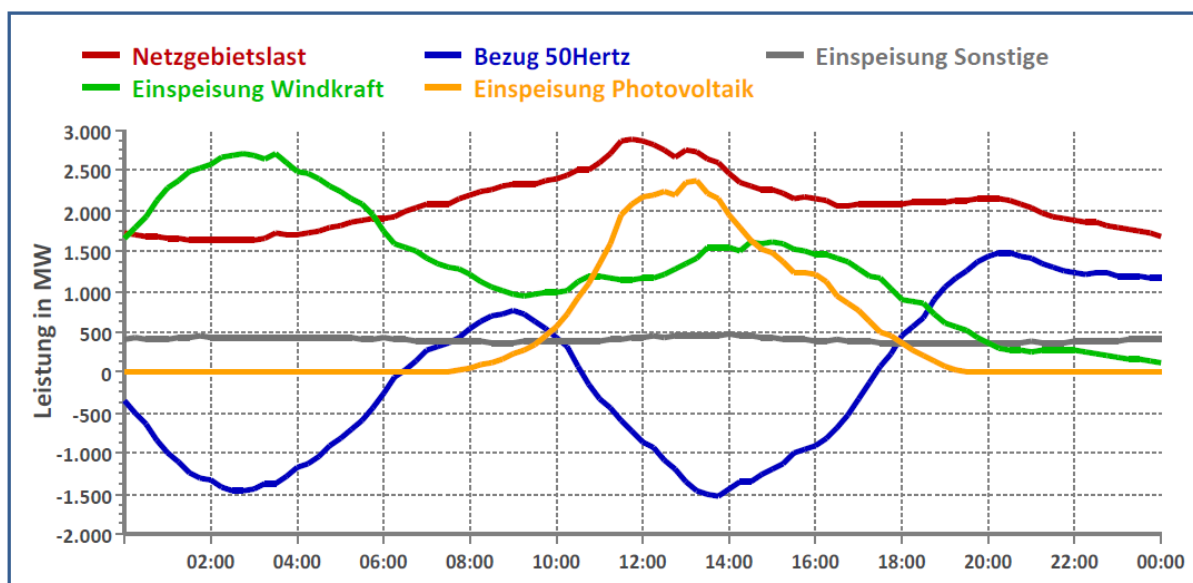


Abbildung 24: Lastsituation MITNETZ STROM 03.04.2020

Die erste Pilotanwendung war erfolgreich und zeigt, dass die eingesetzten Systeme mit hoher Zuverlässigkeit und Verfügbarkeit zusammengearbeitet haben. Es wird deutlich, dass durch das im Rahmen der Studie vorgestellte Konzept die Endkunden ökonomisch und ökologisch profitieren und das Netz entlastet werden kann. Für die Zukunft ist eine umfangreichere Pilotanwendung geplant, in dem auf Basis der im Messstellenbetriebsgesetz vorgegebenen Kommunikation über

Smart Meter Gateways der BSI-konforme Gesamtprozess getestet und der Nutzen insbesondere für das Netz quantifiziert werden soll, um die weitere Ausgestaltung und Umsetzung des Konzeptes zu untermauern.

6 Rahmenbedingungen und Voraussetzungen

Das System zeitvariabler Netztarife wird neben dem existierenden System mit statischen Netzentgelten für Haushaltskunden eingeführt. Bei der Einführung sind daher unterschiedliche Rahmenbedingungen zu berücksichtigen, die sich aus dem Kundenverhalten, aus technischen Voraussetzungen und Vorgaben als auch aus der aktuellen Rechtslage ergeben. In diesem Kapitel sollen diese Rahmenbedingungen herausgearbeitet werden.

6.1 Regulatorische und juristische Ersteinschätzung

Paragraph 17,6 StromNEV regelt die Zusammensetzung des Netzentgelts für Kunden mit einer Abnahme kleiner 100.000 kWh: Das Netzentgelt pro Entnahmestelle besteht demnach aus einem mengenabhängigen Arbeitspreis und gegebenenfalls einem Grundpreis pro Jahr. Paragraph 14a EnWG weicht hiervon ab und erlaubt ein reduziertes Netzentgelt für steuerbare Verbrauchseinheiten, die zur netzdienlichen Steuerung verwendet werden. Zur konkreten Ausgestaltung des reduzierten Netzentgeltes enthält Paragraph 14a EnWG eine Verordnungsermächtigung.

Die in Abschnitt 1.3 beschriebenen dreistufigen zeitvariablen Netztarife setzen sich zusammen aus einem Nieder-, einem Mittel- und einem Hochtarif. Der Niedertarif (reduzierter Arbeitspreis) wird angewendet für Zeiten, in denen ein erhöhter Verbrauch induziert werden soll. In diesem Zeitfenster steht besonders viel Energie zur Verfügung. Damit entlastet der Verbrauch das Netz und rechtfertigt gemäß Paragraph 14a EnWG ein reduziertes Netzentgelt als Gegenleistung für ein netzdienliches Verhalten. Der Mitteltarif soll dem Standardtarif (Arbeitspreis nach Paragraph 17,6 StromNEV) für Kunden entsprechen, die sich nicht netzdienlich verhalten können. Damit entspricht er dem allgemeinen Netzentgelt und wäre auch zulässig. Ein höherer Tarif oberhalb des allgemeinen Netzentgelts (erhöhter Arbeitspreis) wird angewendet in Zeiten, in denen ein niedriger Verbrauch induziert werden soll. Wird in diesen Zeitfenstern Energie durch flexible Netznutzer entnommen, wirkt dies nicht netzdienlich und der höhere Tarif kommt zur Anwendung.

Damit ist sichergestellt, dass:

- für unterbrechbare Verbrauchseinrichtungen mit netzdienlichem Verhalten ein reduziertes Netzentgelt berechnet wird und
- für unterbrechbare Verbrauchseinrichtungen, welche das Netz zusätzlich belasten, ein erhöhtes Netzentgelt berechnet wird.

Für die Umsetzung ist die folgende Ergänzung in §14a EnWG erforderlich:

§14a Satz2 neu:

„Betreiber von Elektrizitätsverteilernetzen sind berechtigt, ein erhöhtes Netzentgelt für die Zeiträume zu erheben, in denen die netzdienliche Steuerung von steuerbaren Verbrauchseinrichtungen dem Netzbetreiber nicht ermöglicht wird.“

7 Schlussfolgerungen und Handlungsbedarf

7.1 Schlussfolgerungen

Das Konzept zeitvariabler Netztarife stellt in Verbindung mit einem Reservierungssystem des Netzbetreibers ein einfach umzusetzendes und wirksames Mittel dar, mit dem das Gelingen der Energiewende im Verteilnetz unterstützt werden kann.

Die technische Machbarkeit des Konzeptes wurde in Pilotanwendungen der MITNETZ STROM aufgezeigt. Der große Vorteil besteht vor allem darin, dass eine direkte Steuerung durch den Netzbetreiber nicht notwendig ist. Diese wird nämlich auf lange Sicht nicht flächendeckend vorhanden sein. Stattdessen handelt es sich um präventive Anreize. Die Optimierung übernimmt das Energiemanagementsystem des Kunden, der in der Steuerung seine individuellen Präferenzen hinterlegen kann.

Die positive Wirkung für das Netz und vor allem für den Endkunden ist vielfältig. Gegen eine evolutionäre Einführung des Konzeptes spricht nur wenig. Rechtliche Hürden konnten zumindest nicht identifiziert werden. Die Einführung wird daher sehr stark empfohlen.

7.2 Handlungsbedarf

Für einen flächendeckenden Rollout sind weitere Vorbereitungen zu treffen, die die Diskussion fördern und auch schon Vorschläge zur Umsetzung beinhalten. Dies betrifft Bereiche wie die weitergehende Vorbereitung der Stakeholderkommunikation, die technische Ausgestaltung oder auch die vertragsrechtliche Ausgestaltung.

Beispielsweise können erste Erkenntnisse des Piloten Limbach anderen Netzbetreibern zeigen, dass ein pragmatischer Ansatz zur Einführung zeitvariabler Netztarife bereits kurzfristig zu einem Erfolg führt und dass Netzkunden auch bereit sind, sich in einem solchen Pilotprojekt zu beteiligen. Hieraus können erste Handlungsempfehlungen zur Einführung zeitvariabler Netztarife abgeleitet werden.

Für die technische Umsetzung müssen Standards entwickelt werden. Erfahrungen aus dem Piloten Limbach können zu den Vorbereitungen von Prozessdokumentationen herangezogen werden. Ebenfalls können auf dieser Grundlage notwendige Rollen mit Zugriffs- oder Nutzungsrechten definiert werden.

Prozessbeschreibungen unterstützen die Diskussion zwischen Netzbetreibern und ermöglichen Softwareherstellern die Entwicklung zentraler Softwareelemente für Netzbetreiber, Lieferanten und Kunden. In diesem Zusammenhang muss angedacht werden, wie das Reservierungssystem mit existierenden Infrastrukturen, wie unterschiedlichen IT-Plattformen zur Kommunikation oder einem existierenden Leitsystem, integriert werden kann und wie die Kommunikation zwischen dem Reservierungssystem und diesen Infrastrukturen operativ erfolgt. Hierzu müssen entsprechende Schnittstellen identifiziert und genau definiert werden.

Hinsichtlich der Umsetzung beim Kunden benötigen Installateure Dokumentationen zur Umsetzung und zu technischen Voraussetzungen, die ein Kunde erfüllen muss. Auf dieser Grundlage können Installateure bereits beim Erstkontakt mit einem Kunden entscheiden, inwiefern dessen Verbrauchseinheiten für die Teilnahme an einem System zeitvariabler Netztarife geeignet sind bzw. auch, ob sich eine Umrüstung zur Teilnahme finanziell lohnt.

Darüber hinaus muss rechtliche Klarheit geschaffen werden, wer welche Zugriffsrechte hat. Beispielsweise ist bislang unklar, wem das EMS gehört. Ist der Haushalt Eigentümer des EMS, entscheidet er, wann das EMS und damit auch Verbraucher zur Verfügung stehen, selbst wenn er diese nicht benötigt. Ist hingegen der Netzbetreiber oder der Lieferant Eigentümer des EMS, müssen sie dafür sorgen, dass die Verbraucher auch bei Ausfall des EMS genutzt werden können.

Alternativen zwischen diesen beiden Extremen sind sicherlich auch denkbar. Entsprechende rechtliche Klarheit bedarf es auch an weiteren Stellen, die zunächst noch identifiziert werden müssen.

Die bisherige Vorbereitung zeigt, dass MITNETZ STROM eine führende Rolle bei der Einführung zeitvariabler Netztarife übernehmen kann und will. Die vorliegenden Erfahrungen sollten daher zeitnah für die nächsten Schritte genutzt werden, zumal die Einführung zeitvariabler Netztarife momentan an sehr unterschiedlichen Stellen innerhalb Deutschlands und in Europa sehr intensiv diskutiert wird.

ANHANG

A. Abbildungsverzeichnis

A. Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Entwicklung der EE-Leistung im Netzgebiet der MITNETZ STROM	5
Abbildung 2: Anforderungen an eine zukunftsfähige Netzentgeltsystematik	6
Abbildung 3: Grundidee zeitvariabler Netztarife	7
Abbildung 4: Analogie zeitvariabler Netztarife	8
Abbildung 5: Einordnung zeitvariabler Netztarife	9
Abbildung 6: Drei Tarifstufen bei zeitvariablen Netztarifen	10
Abbildung 7: Methodik zur Bestimmung zeitvariabler Netztarife	11
Abbildung 8: Festlegung der Tarifstufen	11
Abbildung 9: Praktische Umsetzung bei Netzbetreibern mit unterschiedlichen Anforderungen	12
Abbildung 10: Kommunikation zwischen Netzbetreiber und Endkunden	13
Abbildung 11: Übersicht der Vorteilhaftigkeit zeitvariabler Netztarife	15
Abbildung 12: Aufbau Simulationsmodell	16
Abbildung 13: Übersicht Netzsimulationen	17
Abbildung 14: Ergebnis Netzsimulationen mit statischen Netztarifen	18
Abbildung 15: Reduktion von Netzengpässen durch zeitvariable Netztarife	18
Abbildung 16: Reaktion der Kunden auf Preisanreize	19
Abbildung 17: Bestandteile Kundennutzen	19
Abbildung 18: Reduktion Anstieg der Kostenbasis durch zeitvariable Netztarife	20
Abbildung 19: Reduktion des CO ₂ -Ausstoßes durch zeitvariable Netztarife	21
Abbildung 20: CO ₂ -Verteilung nach Tarifzeiten	21
Abbildung 21: Erste Pilotanwendung zeitvariabler Netztarife in einem NS-Netz der MITNETZ STROM	23
Abbildung 22: Exemplarische Ergebnisse der Pilotanwendung	24
Abbildung 23: Haushaltsbedarf inklusive Ladevorgang	25
Abbildung 24: Lastsituation MITNETZ STROM 03.04.2020	25

KOMPETENZ
IN ENERGIE



E-Bridge
Kompetenz in Energie