Zeitschrift: Bulletin Electrosuisse
Herausgeber: Electrosuisse, Verband für Elektro-, Energie- und Informationstechnik
Band: 112 (2021)
Heft: 5

Artikel: Kostenwahrheit im Verteilnetz
Autor: Winzer, Christian
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-977557

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 09.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Bild: AKrebs60/pixabay

Kostenwahrheit im Verteilnetz

«Netflex» | Die ZHAW und Elena International gehen in einem vom Bundesamt für Energie geförderten Projekt gemeinsam der Frage nach, wie Netzentgelte verursachergerecht gestaltet werden können. Am Beispiel des Netzes von Eniwa werden in diesem Beitrag erste Zwischenergebnisse des nach wie vor aktiven Projekts aufgezeigt.

CHRISTIAN WINZER ET AL.

Der Ausbau von Wärmepumpen und Elektromobilität ist ein wichtiger Pfeiler zur Dekarbonisierung der Schweizer Energienachfrage. Je nach Entwicklung könnte die Stromnachfrage dadurch erheblich zunehmen. Falls Wärmepumpen und die Ladestationen von Elektroautos nicht netzdienlich gesteuert werden, kann dies zu einem Anstieg des Netzausbaubedarfs, mit entsprechenden Kostenwirkungen, führen. Andererseits kann ein flexibler Einsatz dieser Technologien aber auch zur Glättung von Lastspitzen und Senkung von Netzausbaukosten beitragen.

Durch welche Faktoren wird der Netzausbaubedarf am stärksten beeinflusst? Welche Anreize sind am besten geeignet, um den netzdienlichen Einsatz flexibler Lasten effizient zu fördern? Wie stark lassen sich die Netzkosten dadurch reduzieren? Diesen Fragen geht die ZHAW gemeinsam mit Elena International im Rahmen des vom Bundesamt für Energie geförderten «Netflex»-Projekts am Beispiel des Netzgebiets von Eniwa nach. Dieser Artikel fasst erste Zwischenergebnisse des Projekts zusammen.

Übersicht möglicher Einflussfaktoren

In der Schweiz hat sich die Diskussion zu Kostentreibern des Netzausbaus und verursachergerechten Tarifen in der Vergangenheit stark auf die Bedeutung der maximalen Bezugsleistung für die Kosten des Netzausbaus fokussiert.[1,2] Daneben haben vergangene Studien [3,4] verschiedene weitere Einflussfaktoren identifiziert **(Tabelle 1)**. Der Einfluss dieser Faktoren hängt davon ab, welche Komponente der Netzkosten betrachtet wird.

Grundsätzlich gilt: Um Endkunden einen effizienten Anreiz zu geben, ihre Flexibilitäten netzdienlich einzusetzen, sollten den Endkunden die Netztarife genau den Teil der Netzkosten in Rechnung stellen, den sie durch ihr Verhalten verursachen. Zur Bestimmung eines effizienten Tarifs müsste somit insbesondere die Auswirkung der durch die End-

kunden verursachten Einflussfaktoren 1 bis 4 auf die Netzkosten analysiert werden. Die nachfolgend beschriebene Analyse im Rahmen des Netflex-Projekts untersucht die Faktoren Spitzenlast sowie Anzahl und Lage der Anschlusspunkte. Die Gebietseigenschaften und die geforderte Servicequalität innerhalb des Netzgebiets von Eniwa sind relativ homogen. Ihr Einfluss auf die Netzkosten wurde daher im Rahmen des Projekts nicht untersucht. Durch den Einbezug weiterer Netzgebiete könnte die Analyse jedoch auf diese und weitere Faktoren ausgeweitet werden.

Einflussfaktor	Verursacher			
	Nutzer	VNB	Behörden	Extern
1. Beitrag zur Netzhöchstlast: davon abhängig, welche Erzeugungsanlagen und Lasten ans Netz angeschlossen werden und wie flexible Lasten und Produktion gesteuert werden.	X			
2. Anzahl & Lage der Anschlusspunkte: davon abhängig, wo und über wie viele separate Anschlusspunkte Erzeuger und Verbraucher ans Netz angeschlossen werden.	X			
3. Gebietseigenschaften: davon abhängig, wo Stromverbraucher angeschlossen werden und wie das Gebiet anderweitig genutzt wird.	X			X
4. Geforderte Servicequalität: davon abhängig, welche Ansprüche die Nutzer, Netzbetreiber und Regulierung an die Servicequalität stellen.	X	X	X	
5. Mögliche Leitungstrassen: davon abhängig, welche Trassenführung von der Regulierung zugelassen, von der Bevölkerung akzeptiert und bei der Planung berücksichtigt wird.		X	X	X
6. Netzstruktur und Betriebsmittelwahl: davon abhängig, welche Strukturprinzipien und Betriebsmittel bei der Planung berücksichtigt und zugelassen werden.		X	X	
7. Planungs- und Betriebsmittelkonzept: davon abhängig, welche Ansätze für die Planung der Investitionen und des Betriebs verwendet werden.		X		
8. Beschaffung, Bau und Betrieb: davon abhängig, wie effizient Komponenten beschafft, errichtet und betrieben werden.		X		
9. Abschreibungsvorschriften und -praxis: davon abhängig, welche Abschreibungsansätze durch die Behörden genehmigt und von den Netzbetreibern angewendet werden.		X	X	
10. Externe Faktorpreise: davon abhängig, wie sich die Marktpreise für Rohstoffe, Bau und Betrieb entwickeln, und zu welchem Zeitpunkt Investitionen getätigt wurden.		X		X

Tabelle 1 Übersicht möglicher Kostentreiber.

Beispielrechnungen für das Netz von Eniwa

Kostentreiber Netzhöchstlast: Die Kostentreiberwirkung der Netzhöchstlast wurde im Projekt für die Netzebenen 5 und 6 (NE) durchgeführt. Hierfür wurden drei Szenarien simuliert, die sich hinsichtlich des Ausbaus von PV-Anlagen und der Ausbreitung von Wärmepumpen und Elektroautos unterscheiden **(Tabelle 2).** Für jedes dieser Szenarien wurden die Lastflüsse der NE5 und NE6 für ein typisches meteorologisches Jahr in 15-minütiger Auflösung unter Annahme eines Einheitstarifes simuliert. Netzelemente, bei denen die Belastungsgrenzwerte überschritten wurden, wurden schrittweise erweitert, bis die Überlastung beseitigt war.[5]

In dem betrachteten Fall führt eine Zunahme der Netzhöchstlast um 10 % im Durchschnitt zu einer Zunahme der Kapitalkosten auf NE5 um 1,5 % und auf NE6 um 9,4 %.

Verursacht wurde die Netzhöchstlast im Szenario Dekarbonisierung zu 50 % durch Wärmepumpen und zu 18 % durch Elektroautos. Wie die in **Bild 1** dargestellte Sensitivitätsanalyse des Status-Quo-Szenarios zeigt, würde die Netzhöchstlast in den Simulationen ohne Lastmanagement im Falle einer vollständigen Umstellung auf Wärmepumpen um 106 %, bei vollständiger Umstellung auf Elektromobilität um 72 % und bei vollständiger Abdeckung aller Dächer mit PV-Anlagen um 303 % ansteigen[1]. Solange die flexiblen Lasten nicht in einer Weise betrieben werden, welche die Lastspitzen senkt, ist die resultierende Lastspitze bei gleichzeitigem Ausbau von PV, Wärmepumpen und Elektromobilität nur wenig tiefer. Die Analyse unterstreicht somit die Bedeutung eines effizienten Lastmanagements zur Vermeidung von Belastungsspitzen.

Kostentreiber Anzahl und Lage der Anschlusspunkte: Die Kostentreiberwirkung der Anzahl und Lage von Anschlusspunkten wurde im Projekt für die NE6 und NE7 durchge-

	Variable	Masseinheit	Status quo (2018)	Eigenverbrauch (2030)	Weiter-wie-bisher (2030)	Dekarbonisierung (2030)
Annahmen	Verbrauch: Summe	GWh	433	430	430	524
	Öff. Sektor, Landwirtschaft	GWh (% Zuwachs)	13 GWh	13 GWh (0 %)	13 GWh (0 %)	13 GWh (0 %)
	Industrie	GWh (% Zuwachs)	130 GWh	117 GWh (-9,6 %)	117 GWh (-9,6 %)	111 GWh (-14,1 %)
	Gewerbe	GWh (% Zuwachs)	109 GWh	111 GWh (+1,6 %)	111 GWh (+1,6 %)	103 GWh (-5,9 %)
	Haushalte (ohne WP, EV)	GWh (% Zuwachs)	115 GWh	106 GWh (-7,7 %)	106 GWh (-7,7 %)	106 GWh (-8,1 %)
	Wärmepumpen	GWh (% Gebäude)	41 GWh (16 %)	60 GWh (23 %)	60 GWh (23 %)	168 GWh (66 %)
	Elektroautos	GWh (% Fahrzeuge)	0 GWh (0 %)	21 GWh (20 %)	21 GWh (20 %)	40 GWh (38 %)
	Erzeugung: Photovoltaik	GWh (% Dächer)	-9 GWh (2 %)	-22 GWh (5 %)	-22 GWh (5 %)	-40 GWh (9 %)
Ergebnisse	Netzhöchstlast	MW	83*)	92	93	146
	Tiefste Netzlast	MW	-8,3	-9,4	-9,1	-15
	Kapitalkosten NE5	% Kosten im Status quo	100 %	104 %	104 %	113 %
	Kapitalkosten NE6	% Kosten im Status quo	100 %	111 %	111 %	172 %

*) 93 GW im Jahr 2020

Tabelle 2 Übersicht der betrachteten Szenarien.

Bilder/Tabellen: ZHAW

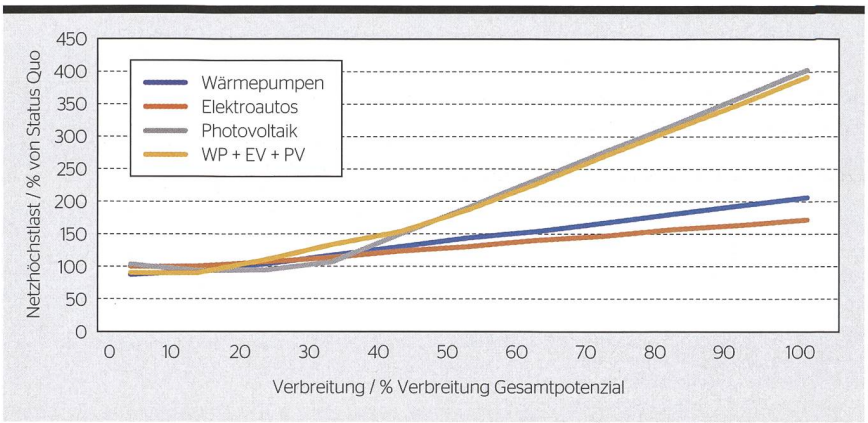

Bild 1 Sensitivität der Netzhöchstlast im Szenario Status Quo.

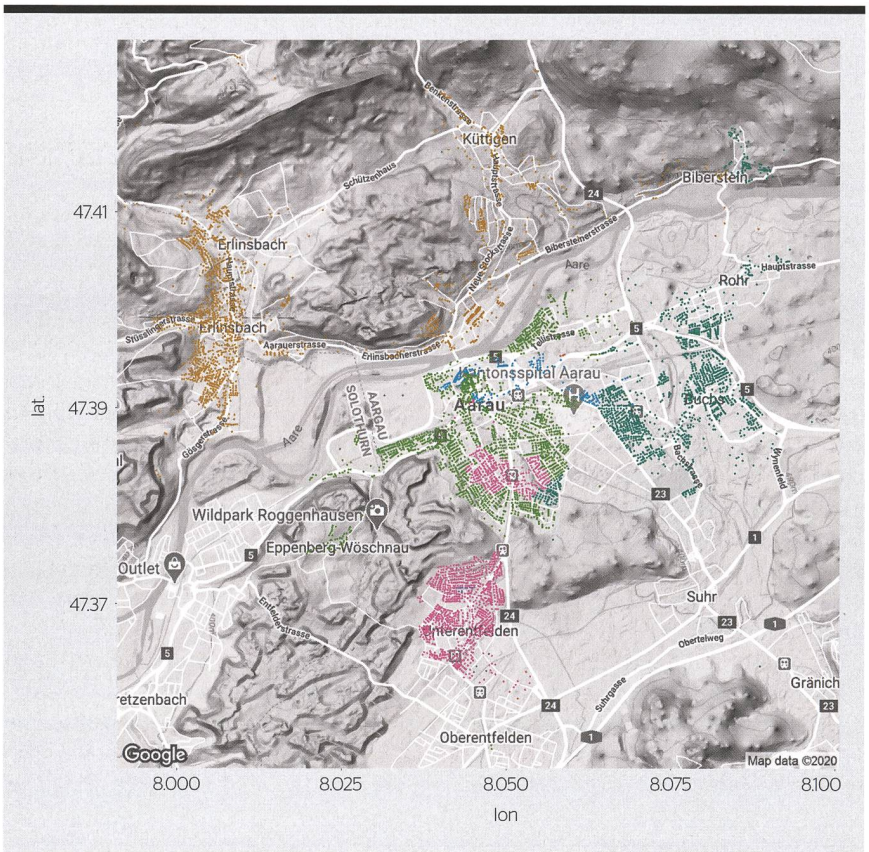

Bild 2 Aufteilung in Teilnetzgebiete.

führt. Um die Auswirkung dieser Faktoren auf die Netzkosten abzuschätzen, wurde das Eniwa-Versorgungsgebiet anhand der Gemeindegrenzen in 20 Teilnetzgebiete aufgeteilt **(Bild 2)**.

Für diese Teilnetzgebiete wurde die Grösse der von den Anschlusspunkten aufgespannten Versorgungsfläche und die Anzahl der Anschlusspunkte ermittelt. Die Ermittlung der Netzkosten pro Teilnetzgebiet erfolgte auf NE7 anhand der installierten Leitungslänge und auf NE6 anhand der installierten Trafoleistung. Diese wurden pro Teilnetzgebiet ermittelt und mit dem Kostensatz des VSE/AES Datenpool multipliziert.

Auf NE7 ergab dies eine durchschnittliche Zunahme der Kapitalkosten um 5,5 % pro Zunahme der Anzahl Anschlusspunkte um 10 % und eine Zunahme der Kapitalkosten um 0,7 % pro Zunahme der versorgten Fläche um 10 %.

Auf NE6 ergaben die Analysen eine durchschnittliche Zunahme der Kapitalkosten um 18,8 % pro Zunahme der Anzahl Anschlusspunkte um 10 %. Im Gegensatz zur NE7 konnte bei NE6

Zunahme der Kapitalkosten bei Zunahme des Kostentreibers um 10 %

Kostentreiber	NE5	NE6	NE7
Netzhöchstlast	1,5 %	9,4 %	
Anzahl Anschlusspunkte		18,8 %	5,5 %
Versorgte Fläche		-	0,7 %

Tabelle 3 Ergebnisse der Kostentreiberanalyse.

keine statistisch signifikante zusätzliche Wirkung der versorgten Fläche ermittelt werden, was intuitiv auch Sinn ergibt, da die Dimensionierung der Transformatoren durch die Höchstlast bestimmt wird, unabhängig davon, über welche Fläche die Anschlusspunkte verteilt sind.

Bewertung der Ergebnisse und Ausblick

Die Ergebnisse der bisherigen Analysen liefern eine erste Näherung für die kostentreibende Wirkung einer Zunahme der Netzhöchstlast, Anzahl Anschlusspunkte und der versorgten Fläche, die in **Tabelle 3** zusammengefasst ist. Die Ergebnisse für NE6 suggerieren, dass die Netzhöchstlast im Vergleich zur Anzahl der Anschlusspunkte eine geringere durchschnittliche Auswirkung auf die Kosten zu haben scheint.

Ein direkter Vergleich der Zahlen für die Netzhöchstlast und die übrigen Kostentreiber ist jedoch nicht zulässig, da diese – aufgrund eingeschränkter Datenverfügbarkeit sowie der Schwie-

Ausweitung der Studie

Im Rahmen einer vertraulichen Bachelor-/Masterarbeit plant die ZHAW, die kostentreibende Wirkung der Netzhöchstlast im Vergleich zur Anzahl Anschlusspunkte, zur versorgten Fläche, zu Gebietseigenschaften und gegebenenfalls weiteren Faktoren auf einer breiteren Datenbasis zu analysieren. Die anonymisierten Ergebnisse der Arbeit werden zunächst nur den teilnehmenden Verteilnetzbetreibern präsentiert, die anschliessend über deren Verwendung entscheiden. Interessierte VNB können Sie sich bei Christian Winzer (winc@zhaw.ch) melden.

rigkeit, Kosten von NE5 einzelnen Anschlusspunkten zuzuordnen – in separaten Analysen und für verschiedene Netzebenen ermittelt wurden.

In den nächsten Arbeitspaketen des Netflex-Projekts werden die Kosten der Flexibilität von Haushalten sowie Industrie- und Gewerbekunden durch Umfragen ermittelt. Neben der Häufigkeit und Dauer des Einsatzes sowie den gesteuerten Geräten wird auch der Einfluss weiterer Tarifmerkmale auf die Lastverschiebungskosten untersucht (zum Beispiel garantierte Einsparung, Möglichkeit der Übersteuerung, Vertragslaufzeit).

Auf Basis der Kostentreiberanalyse und der Umfrageergebnisse werden effiziente Tarife für flexible Lasten hergeleitet und deren Auswirkung auf die Profitabilität von Photovoltaik, Speichern und gegebenenfalls weiteren Technologien sowie der Ausbaubedarf des Verteilnetzes analysiert.

Referenzen

[1] R. Rechsteiner, «Diskriminierende Tarife für Netzanschlüsse mit PV-Anlage», 2016.
[2] «Themenpapier 4: Netzpreisstruktur», VSE, 2014.
[3] «Untersuchung der Voraussetzungen und möglicher Anwendungen analytischer Kostenmodelle in der deutschen Energiewirtschaft», Consentec, IAEW, & Frontier, 2006.
[4] I. Pérez-Arriaga, A. Bharatkumar, «A framework for redesigning distribution network use of system charges under high penetration of distributed energy resources: New principles for new problems», CEEPR Working Paper No. 14006, 2014.
[5] P. Ludwig, S. Auer, T. Dess, C. Winzer, «Netflex-Zwischenbericht», 2020.

Link

→ www.strom.ch/de/service/shop/vse-aes-datenpool

Autoren

Dr. **Christian Winzer** ist Dozent an der Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften (ZHAW).
→ ZHAW, 8400 Winterthur
→ winc@zhaw.ch

Dr. **Sabine Auer** ist Geschäftsführerin und Gründerin der elena international GmbH.
→ Elena International GmbH, D-10117 Berlin.
→ sabine.auer@elena-international.com

Patrick Ludwig ist PhD-Student an der Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften (ZHAW).
→ ludi@zhaw.ch

[1] Näherungsweise Abschätzung durch Addition der entsprechend gewichteten Lastprofile aus dem Szenario Dekarbonisierung.

Dieser Artikel basiert auf Erkenntnissen des Forschungsprojekts «Network tariffs for flexible consumers (Netflex)» des Zentrums für Energie und Umwelt (CEE) der ZHAW Zürich in Zusammenarbeit mit Elena International. Für Inhalt sowie Schlussfolgerungen sind ausschliesslich die Autoren und die Autorin verantwortlich. Das Projekt wird mit Unterstützung des Bundesamts für Energie durchgeführt.

RÉSUMÉ

Plus de réseau, mais à moindres coûts

«Netflex»

Le développement des pompes à chaleur et de l'électromobilité est un pilier important de la décarbonisation de la demande suisse en énergie. En fonction de l'évolution, la demande en électricité pourrait connaître une hausse considérable. Si les pompes à chaleur et les bornes de recharge pour les voitures électriques ne sont pas pilotées en faveur du réseau, il peut en résulter une augmentation des besoins d'extension du réseau, avec des répercussions sur les coûts. Or, une utilisation flexible de ces technologies peut aussi contribuer à lisser les pointes de charge et à faire baisser les coûts d'extension du réseau.

Quels sont les facteurs qui influencent le plus les besoins d'extension du réseau ? Quelles incitations sont les plus appropriées pour encourager efficacement l'utilisation de charges flexibles en faveur du réseau ? Dans quelle mesure cela permet-il de réduire les coûts de réseau ? La ZHAW traite ces questions, en collaboration avec Elena International, dans le cadre du projet « Netflex » promu par l'Office fédéral de l'énergie, prenant comme exemple la zone de desserte d'Eniwa. Le présent article résume les résultats intermédiaires du projet.

Les prochains volets de travaux du projet Netflex s'attacheront à calculer les coûts de la flexibilité de ménages, ainsi que de clients industriels et de l'artisanat, à travers des sondages. Outre la fréquence et la durée de l'utilisation, ainsi que les appareils pilotés, l'influence d'autres caractéristiques tarifaires sur les coûts de report de charge sera également étudiée (par exemple les économies garanties, la possibilité d'intervenir dans le pilotage des appareils, la durée du contrat). **MR**

Weniger Sorgen für Selbstständige.
Moins de tracas pour les indépendants.

Die Unternehmerversicherung der Suva bietet Selbstständigerwerbenden einzigartigen finanziellen Schutz bei Unfällen in Beruf und Freizeit sowie bei Berufskrankheiten. Übrigens: Auch mitarbeitende Familienmitglieder, die keinen AHV-pflichtigen Lohn beziehen, können sich versichern lassen. Weitere Informationen erhalten Sie unter www.suva.ch/fuv.

L'assurance des chefs d'entreprise de la Suva offre une protection financière unique en son genre aux personnes exerçant une activité lucrative indépendante en cas de maladies professionnelles et d'accidents du travail ou durant les loisirs. Les membres de la famille travaillant dans l'entreprise sans percevoir de salaire soumis à l'AVS peuvent également en bénéficier. Infos complémentaires: www.suva.ch/afc.

Jetzt Offerte bestellen unter:
Demandez une offre:
0848 820 820

suva