STABILES STROMNETZ DANK TIEFERER ABSICHERUNG

In der Schweiz können Besitzer von Einfamilienhäusern heute flexibel Strom aus dem Netz beziehen und auch Strom – zum Beispiel aus einer Photovoltaikanlage – ins Netz einspeisen. Ihr Anschluss an das Stromnetz wird immer genügend gross dimensioniert. Für die Konsumenten ist diese Flexibilität komfortabel, nicht aber für die Netzbetreiber: Spitzen bei Strombezug und -einspeisung drohen nämlich die Netzstabilität zu gefährden. Ein Forschungsprojekt hat nun gezeigt, dass sich diese Problematik entschärfen liesse, wenn Einfamilienhäuser deutlich tiefer – nämlich bei lediglich 16 Ampère – abgesichert würden. Trotzdem müssen Stromkonsumenten keine Angst haben, künftig nicht mehr genügend Strom aus dem Netz beziehen bzw. ins Netz einspeisen zu können.



Stromversorger haben das Interesse, alle Konsumenten bedarfsgerecht mit Elektrizität zu versorgen. Im Bild: Einzug eines Niederspannungskabels zur Erschliessung eines Neubaugebiets. Foto: Technische Betriebe Weinfelden AG

(Februar 2020) erschienen.

Bei der Einrichtung eines Internetanschlusses ist es eine wichtige Frage: Wie viele Daten können pro Zeiteinheit übertragen werden? Wer Daten mit einer hohen Übertragungsleistung downloaden oder ins Internet hochladen will, der bezahlt diesen Komfort mit einem höheren Preis. Bei der Versorgung mit elektrischem Strom gibt es solche Leistungstarife nur bei Grosskunden. Im Bereich der Privatkunden sind sie bisher nämlich nicht erlaubt. Privatanschlüsse bezahlen also nur die Zahl der bezogenen Kilowattstunden; ob sie über einen Stromanschluss vom 40 Ampère oder einen mit 60 Ampère verfügen, spielt hingegen finanziell keine Rolle. Einzig bei der Installation kommt ein leistungsfähigerer Stromanschluss etwas teurer zu stehen. Das aber ist ein einmaliger Aufpreis.

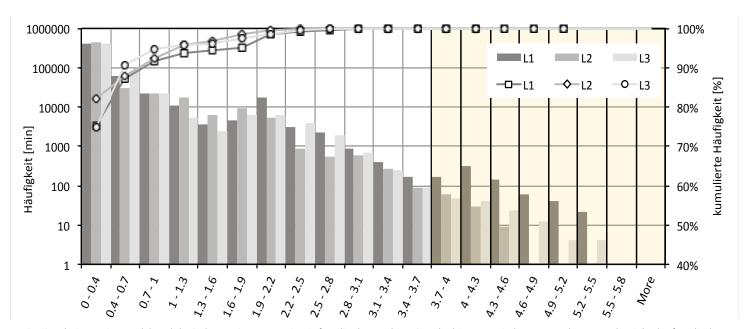
Heute verfügen Einfamilienhäuser in der Regel über einen Stromanschluss mit 40 Ampère. Sie können damit bis zu 27.6 kW Strom aus dem Netz beziehen, ohne dass die Sicherung «rausfliegt». 27.6 kW sind eine respektable Leistung; Selbst wenn der Herd (typischerweise 5 kW), der Backofen (3 kW), die Mikrowelle (1 kW), die Waschmachine (2 kW) und der Fernseher (0.1 kW) gleichzeitig angeschaltet sind und nebenher auch noch der Staubsauger (1,2 kW) und der Föhn (1.4 kW) laufen, bleibt noch eine stattliche Reserve. Anders ist es, wenn ein Haushalt zusätzlich über energieintensive Geräte verfügt: Liefert eine Wärmepumpe Heizwärme und Warmwasser (9 kW) und wird auch noch ein Elektroauto ge-

laden (7 kW), stösst man mit 40 Ampère mitunter an Grenzen. In solchen Fällen sichern Hausbesitzer ihr Eigenheim dann gern mit 60 oder sogar 80 Ampère ab.

Begrenzung auf 16 Ampère

Ein vom Bundesamt für Energie unterstütztes Forschungsprojekt hat nun untersucht, ob es auch ausreichen würde, Einfamilienhäuser am Hausanschluss mit lediglich 16 Ampère – die tiefste verfügbare Standardgrösse für Sicherungsanlagen – abzusichern, ohne dabei die Bewohnerinnen und Bewohner bei ihrer Stromnutzung einzuschränken. 16 Ampère entsprechen pro Phase 3.68 kW Maximalleistung, also insgesamt 11.04 Kilowatt. Eine Beschränkung auf diese Maximalleistung beim Strombezug brächte einen wichtigen Vorteil für die Elektrizitätswerke: Wäre für jeden Haushalt ein solcher Maximalbezug festgelegt, wäre gleichzeitig der Maximalbezug für ein Quartier mit x Einfamilienhäusern auf x mal 16 Ampère limitiert. Das Elektrizitätswerk könnte so den maximalen Strombezug besser einschätzen und auf teure Reserven im Netzausbau für ausserordentliche Belastungsspitzen verzichten. Dabei würde die 16-Ampère-Grenze auch für Einspeisungen ins Netz – beispielsweise durch Photovoltaik-Anlagen – gelten.

«Wären der Netzbezug und die Netzeinspeisung aller Haushalte auf 16 Ampère begrenzt, müssten sich die Elektrizitäts-



Die Simulation zeigt, welche elektrischen Leistungen ein Einfamilienhaus über ein Jahr hinweg wie lange aus dem Netz bezieht (aufgegliedert auf die drei Phasen L1, L2 und L3). Gelb unterlegt sind jene Strombezüge, die die 16 Ampère-Grenze (3.68 kW pro Phase) überschreiten. Das ist während knapp 1000 Minuten (16,4 Stunden) der Fall. Grafik: Schlussbericht 16 A-Gebäude

werke nicht mehr um die Einspeisespitzen aus dezentralen Kraftwerken wie PV-Anlagen sorgen und hätten eine Gewähr für mehr Stabilität ihres Stromnetzes», sagt Michael Sattler vom Ökozentrum in Langenbruck (BL), der das Forschungsprojekt mit Beteiligung der Fachhochschulen in Horw (HSLU/LU), Rapperswil (HSR/SG) und Windisch (FHNW/AG) geleitet hat. Zum Zweck der Forschung hat das Projektteam eine Simulationsumgebung aufgebaut: Diese hat einen Privathaushalt mit allen möglichen elektrischen Verbrauchern, aber auch mit einer PV-Anlage und einem Batteriespeicher nachgebildet. So konnte das Forscherteam alle Stromflüsse zwischen Privathaushalt und Netz realitätsnah nachbilden und detailliert untersuchen.

Bedarf eines Einfamilienhauses gedeckt

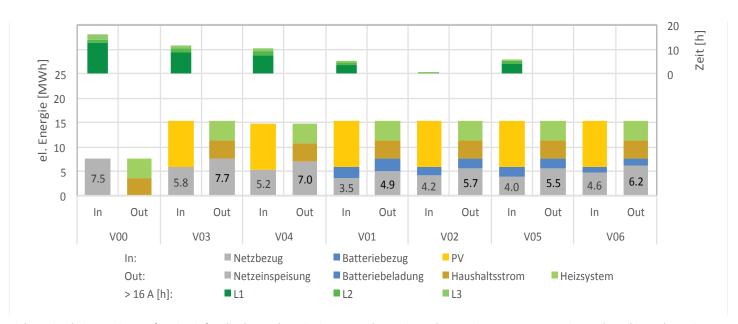
Ein Gebäude, das über das Jahr hinweg nie mehr als 16 Ampère benötigt (kurz: 16 A-Gebäude), lässt sich tatsächlich umsetzen. Das konnte das Forscherteam in seiner Untersuchung aufgrund der Simulationsergebnisse zeigen. Um dies nachzuweisen, analysierten die Wissenschaftler, wie oft das von ihnen simulierte Einfamilienhaus im Jahresverlauf mehr als 16 Ampère bezog. Dies war lediglich während rund 16 Stunden der Fall (siehe Grafik S. 1). Diese zeitweiligen Überschreitungen lassen sich unter Beizug einer Batterie und einer entsprechenden Steuerung der Wärmepumpe vermeiden, schreiben die Wissenschaftler im Projekt-Schlussbericht:

«Mit Hilfe einer üblichen Batterie kann diese Zeit auf wenige Minuten begrenzt werden, die wiederum über einen Lastabwurf der Wärmepumpe abgefangen werden können. Es zeigt sich also, dass ein sicherer Betrieb eines 16 A-Gebäudes mit bereits heute verfügbaren Mitteln ohne Komforteinbussen möglich ist.» (vgl. Grafik unten).

Dieses Vorgehen hat allerdings eine Kehrseite: Damit die Batterie bei Bedarf einen Teil des Strombedarfs abdecken kann, muss dauerhaft ein Teil der Ladekapazität für den Zweck vorgehalten werden. Dieser Teil der Batteriekapazität steht dann nicht mehr zur Verfügung, um den Eigenverbrauch an Solarstrom zu maximieren, was für den Betreiber der Solaranlage einen finanziellen Nachteil mit sich bringt. Unproblemastisch ist hingegen die zeitweilige Abschaltung der Wärmepumpe: Weil diese Abschaltungen nur von kurzer Dauer sind, ist die Versorgung mit Heizwärme und Warmwassser nicht gefährdet.

PV-Anlage ist nicht der begrenzende Faktor

Die Wissenschaftler verweisen darauf, dass auch der Betrieb einer Photovoltaik-Anlage mit dem Konzept des 16 A-Gebäudes vereinbar ist. Die PV-Anlage eines Einfamilienhauses hat typischerweise eine Leistung von 10 kW, daher wird die 16-Ampère-Limite (11.04 kW) selbst dann nicht überschritten, wenn die maximale Produktion an Solarstrom ins Netz



Sieben Simulationsvarianten für ein Einfamilienhaus, das mit einer PV-Anlage mit 9.6 kWp Leistung ausgerüstet ist: Während in sechs Varianten die 16 Ampère-Grenzen über das Jahr mehr oder weniger lang überschritten wird, findet bei V06 keine Überschreitung statt. Bei den Varianten V00, V03 und V04 wird kein Batteriespeicher eingesetzt, bei den Varianten V01 und V02 ein kleiner Batteriespeicher (4.3 kW Leistung) und bei den Varianten V05 und V06 ein grosser Batteriespeicher (6 kW Leistung). Grafik: Schlussbericht 16 A-Gebäude



Wenn auf ein Stromnetz neue Belastungen zukommen, kann der Netzbetreiber mit einem Netzausbau reagieren, der aber erhebliche Kosten verursacht. Im Bild: Verstärkung des Mittelspannungsnetzes in Weinfelden. Foto: Technische Betriebe Weinfelden AG.

eingespeist wird. «Auch grössere Anlagen sind mit dem 16-A Gebäude vereinbar, da der finanzielle Verlust des nicht eingespeisten Stroms übers Jahr gerechnet sehr klein ist», sagt Michael Sattler. «Anders als bisweilen angenommen ist die PV-Anlage nicht der begrenzende Faktor dieses Konzepts.»

Das Forscherteam hat ferner untersucht, ob die Begrenzung auf 16 Ampère auch bei einem Doppeleinfamilienhaus (PV-Anlage mit 9.6 kWp; Batterie mit 6 kW Lade-/Entladeleistung) möglich wäre. Hier ist die Antwort: nein. In diesem Fall ist es nicht möglich, die 16-Ampère-Grenze allein mithilfe der Batterie und der Wärmepumpensteuerung während des ganzen Jahres einzuhalten. Um die 16 A-Schwelle dauerhaft zu unterschreiten, müsste eine grössere Batterie (z.B. mit 12 kW Lade-/Entladeleistung) eingesetzt werden, halten die Studienautoren fest. Alternativ müsste ein Lastmanagement für Elektrogeräte wie Trockner, Waschmaschine oder Geschirrspüler eingesetzt werden. Das ist technisch ohne weiteres möglich,

bedeutet allerdings einen zusätzlichen (Steuerungs-) Aufwand und Komforteinbussen.

Grundlage für Leistungstarif

Berücksichtigt man die genannten Einschränkungen, ist das Konzept des A 16-Gebäudes also umsetzbar. Bei den Elektrizitätswerken stösst das Konzept grundsätzlich auf Interesse, weil sich damit Ungleichgewichten im Netz vorbeugen liesse, wie die Forscher bei Vertretern von drei Elektrizitätswerken in Erfahrung brachten. Die Stromversorger möchten das Konzept allerdings nicht direkt – also durch eine Einbau einer 16 Ampère-Sicherung – umsetzen, denn sie schreiben den Stromkonsumenten ungern vor, wie viel Strom diese verbrauchen dürfen. Das Konzept gebe aber nützliche Hinweise für die künftige Preisgestaltung, sagt Adrian Fuchs, Abteilungsleiter Elektrizitätsversorgung bei der Regionalwerke AG Baden, die in Baden und Enetbaden rund 16'000 Haushalte mit Strom versorgt: «Wir sollten die Haushalte auch in Zukunft

genügend hoch absichern. Wünschbar ist aber ein Bepreisungssystem, das einen Anreiz schafft, den Strombezug auf zum Beispiel 16 Ampère zu begrenzen. Wer eine höhere Leistung beziehen will, soll dafür einen höheren Preis bezahlen.»

Für die Elektrizitätswerke ist insbesondere die künftige Netzbelastung durch Ladestationen für Elektromobile heute noch schwer abschätzbar. Ein Mehrfamilienhaus wird bisher mit 80 bis 120 Ampère abgesichert. Werden in einem solchen Haus 20 Ladestationen mit 11 kW Leistung eingerichtet, sind 60 bis 80 zusätzliche Ampère nötig. Angesichts solcher Zusatzlasten müssen die Netzbetreiber darauf achten, dass die Netzsicherheit im Lot bleibt. «Das Konzept des 16 A-Gebäudes – oder, etwas weniger radikal, eines 25 A-Gebäudes – ist ein interessanter Ansatz, um die Netzsicherheit zu gewährleisten. Heute ist die Akzeptanz für eine derartige Beschränkung noch kaum da, aber bei einer künftigen, energiebewussten Generation könnte das anders aussehen», sagt Curdin Flepp, Projektleiter Innovation bei der Technische Betriebe Weinfelden AG, die in Weinfelden (TG) gegen 11'000 Haushalte mit Strom versorgt.

- Den Schlussbericht zum Projekt ‹A 16-Gebäude StromnetzstabilisierungundNutzerbeeinflussungdurchelektrische Leistungsbegrenzung für Gebäude› unter: https:// www.aramis.admin.ch/Texte/?ProjectID=40160
- → Auskünfte zum Projekt erteilt Rolf Moser (moser[at] enerconom.ch), Leiter des BFE-Forschungsprogramms Gebäude und Städte.
- Weitere Fachbeiträge über Forschungs-, Pilot-, Demonstrations- und Leuchtturmprojekte im Bereich Gebäude und Städte unter: www.bfe.admin.ch/ec-gebaeude.

Autor: Dr. Benedikt Vogel, im Auftrag des Bundesamts für Energie (BFE)

Stand: Februar 2020