



# Notstromer

## Energieversorgung mit dem E-Auto sichern

**Wenn man verstanden hat, dass Energie in jede Richtung durchs Netz fließt, ergeben sich neue Möglichkeiten für Notstromkonzepte mit Generator, Batterie, Balkonkraftwerk oder E-Auto. Manch einer hat die fette Powerbank fürs Haus schon längst unterm Carport stehen. Wir zeigen, welche Fehler Sie besonders bei der Hausverkabelung machen können und wie Sie zu einer brauchbaren Notstromlösung kommen.**

Von Sven Hansen

**Z**ugegeben: Als Anwohner in einem ausgewiesenen Überschwemmungsgebiet hätte man besser vorbereitet sein können. Als der Energieversorger am 27. Dezember die Stromversorgung zu einem abgelegenen Ortsteil von Winsen an der Aller kappte, war dies für viele dennoch eine überraschend abrupt eintretende Konsequenz des zuvor langsam angeschwollenen Aller-Hochwassers. Im Aller-Leine-Tal gehört das Leben mit dem Fluss und seinen Lauen zum Alltag. Nie zuvor allerdings war das Gebiet bei Hochwasserereignissen vom Netz getrennt worden. Dass die Abschaltung trotz sinkender Pegel über

zwölf Tage anhalten sollte, war die zweite unangenehme Überraschung.

### Rettungsfrust

Dabei wäre Strom dagewesen, denn im Carport stand das E-Auto mit vollgeladenem 60-kWh-Akku, ein Renault Megane E-Tech. Das Auto hätte den Haushalt für ein paar Tage mit Strom versorgen können, doch leider verfügt es nicht über die notwendigen Stromausgänge.

Bei Modellen der ID-Baureihe von VW hätte es theoretisch die bidirektionale Verbindung via CCS (Combined Charging System) gegeben. Theoretisch deshalb,

Frisch aus  
**c't Nerdistan**

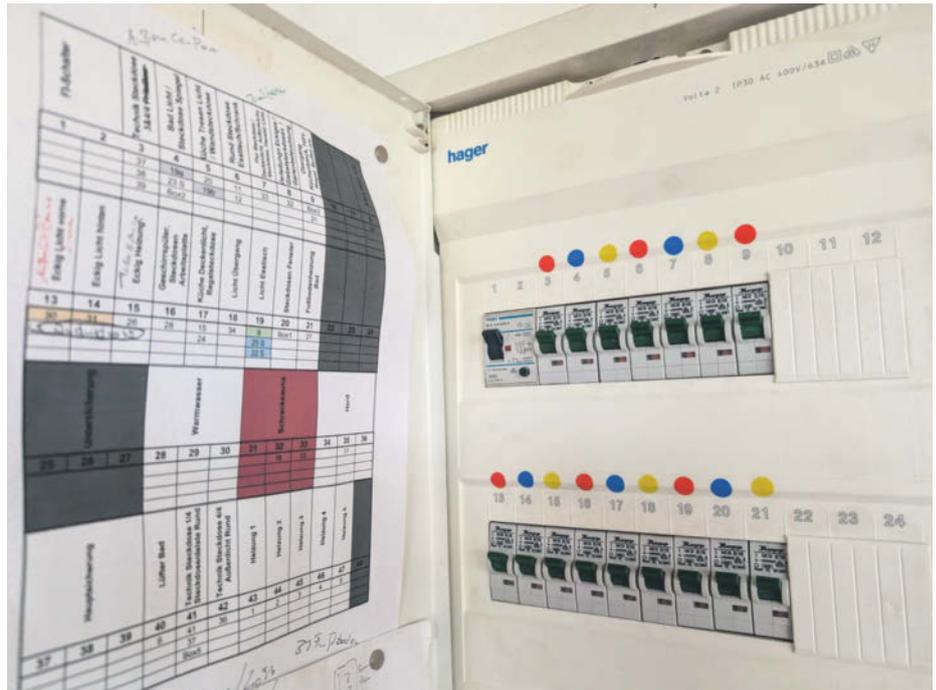
## ct kompakt

- Bei längerem Stromausfall lässt es sich mit einphasiger Rückeinspeisung komfortabel aushalten.
- Die Einbindung von E-Autos ins Stromnetz steckt noch in den Kinderschuhen.
- Nach längerem Stromausfall kann man sich mit Schadenersatzforderungen an den Netzbetreiber wenden.

weil entsprechende Wallboxen kaum verfügbar, teuer und der Einbau so stark reguliert sind, dass die momentane Verbreitung gegen null tendiert. Volvo hat ein niederschwelliges System zur Stromabgabe vom Fahrzeug auf Wechselstrombasis für den ES90 zumindest angekündigt. Insgesamt stecken die Themen „Vehicle 2 Grid“ (V2G) und „Vehicle 2 Home“ (V2H) über entsprechende lokale Ladeinfrastruktur jedoch in den Kinder- oder wohl eher Laulernschuhen.

Was für die Praxis bleibt, sind E-Fahrzeuge mit einem einfachen Wechselstromausgang zum direkten Anschluss von Lasten. Bei der „Vehicle to Load“-Funktion (V2L) wandelt ein Wechselrichter im Fahrzeug die Gleichspannung der Fahrbatterie in 230 Volt Wechselspannung um und macht sie für Haushaltsgeräte nutzbar. Das Feature findet man bei asiatischen E-Fahrzeugen etwa von Kia, Hyundai, Genesis, BYD oder MG (siehe Tabelle). Die Fahrzeuge liefern über ihre 230-Volt-Steckdose bis zu 3600 Watt und lassen sich so problemlos fürs Campen oder ein Grillfest am Baggersee nutzen – oder zur Notstromversorgung. All das bot der Renault nicht - das E-Auto im Carport schied also als Stromlieferant aus.

Angesichts der steigenden Fluten, fehlendem Strom und nahenden Frost blieb keine Alternative, als zu Diesel- und Benzingeneratoren („Moppel“) zu greifen, um Schäden am Haus zu vermeiden. Eine Reise in die Vergangenheit, in der man mit der Taschenlampe in der Hand auf matschigem Untergrund mit Generatoren, Öl, Benzin und Diesel herumhantiert. Dabei wurde der erzeugte Strom notdürftig mit diversen Verlängerungsstrippen auf dem Grundstück und im Haus verteilt.



**Klebspunkte über den Sicherungsautomaten markieren die drei Phasen. Im Sicherungskasten werden sie durch Kupferschienen gleichmäßig verteilt.**

### Aus Fehlern lernen

Im Nachhinein fragt man sich, ob man eine Notstromversorgung nicht etwas eleganter hätte umsetzen können. Spätestens seit dem Aufkommen der Balkonkraftwerke hat sich herumgesprochen, dass Strom nicht nur aus der Steckdose kommt, sondern auch hineingeht. Was liegt also näher, als die Notstromversorgung über das bestehende Netz ohne zusätzliches Kabelgewirr abzuwickeln.

Klare Empfehlung des VDE: „Don't!“ Schon bei der Einspeisung vom Balkonkraftwerk ins Niederspannungsnetz per Schuko-Stecker direkt in die Steckdose tut sich Deutschlands Normungsinstanz in Sachen Elektro schwer. Das gilt auch für die Einspeisung mit Notstromaggregaten. Die VDE-AR-N 4100 enthält die „Technischen Regeln für den Anschluss von Kundenanlagen an das Niederspannungsnetz und deren Betrieb“ Sie kennt zumindest

## Don't try this at home!

Das hier beschriebene Verfahren ist eine Ultima Ratio bei Naturkatastrophen (Überflutungen, Erdbeben, Erdbeben) mit lang anhaltenden Stromausfällen und nicht die erste Wahl, um sich auf Ausfälle vorzubereiten! In jedem Fall ist eine professionelle Not- oder Ersatzstromanlage (in Kombination mit einem Batteriespeicher und einer Photovoltaikanlage) vorzuziehen. Wenn Sie in gefährdeten Gebieten (etwa in der Nähe von Flüssen) leben, sollten Sie rechtzeitig eine solche Investition planen.



Falls Sie unverhofft in die Ausnahme-situation geraten und sich in der Abwägung trotz existierender Sicherheitsprobleme (siehe Abschnitt „Aus Fehlern lernen“ auf Seite 143) dafür entscheiden, das Haus über einen Generator zu betreiben, müssen Sie in jedem Fall sicherstellen, dass das Hausnetz vom öffentlichen Netz allpolig getrennt ist. Eine Rückeinspeisung ins öffentliche Netz ist lebensgefährlich – nicht nur für Sie, sondern auch für andere. Konsultieren Sie in jedem Fall einen Elektriker, bevor Sie das Haus notdürftig versorgen.

den Begriff „Inselbetrieb“ und sagt etwas zu klassischen Notstromaggregaten. Das Thema E-Autos spielt dabei allerdings keine Rolle. Eine Nachfrage beim VDE ergibt, dass auch die gültige Regel zur Erzeugungsanlagen am Niederspannungsnetz (VDE-AR-N 4105) das Thema nicht berücksichtigt. „Dies wird in der Novelle 2025 behandelt, die wir noch in diesem Jahr im Entwurf planen vorzulegen.“, so der VDE.

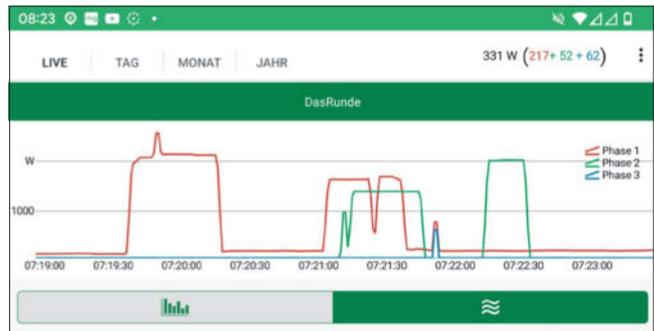
Die Generatoren für den Heimanwender arbeiten mit dem Sicherheitskonzept Schutztrennung. Das bedeutet, dass der Sternpunkt nicht mit der Erde verbunden ist. Wenn ein angeschlossenes Gerät in diesem Fall einen Fehler hat und Spannung an einem Metallgehäuse anliegt, passiert nichts, wenn ein Mensch dieses Gehäuse berührt – denn es fließt kein Strom über den Körper und die Erde zurück zum Generator. An Geräte mit Schutztrennung darf allerdings nur ein Verbraucher angeschlossen werden. Einen solchen Hinweis findet man auch in der Anleitung der Generatoren.

Betreibt man den Generator in einer Hausinstallation mit geerdetem PE-Leiter, hebt man das Prinzip der Schutztrennung auf. Schlimmstenfalls liegt im Fehlerfall gefährliche Spannung an Gehäusen an. Daher ist das beschriebene Verfahren potenziell gefährlich und sollte nur bei tagelangen Notfällen Anwendung finden!



**Einspeisekabel von Schukostecker auf Schukostecker gibt es nicht im Handel zu kaufen. Bei Generatoren liegt aber häufig ein separater Stecker für den Selbstbau im Karton. Da über das Kabel die komplette Notstromversorgung läuft, sollte man auf gute Qualität, Dauerlastauslegung und solide Stecker Wert legen.**

**Bei manch einem Smart Meter kann man in der zugehörigen App in der Live-Ansicht die einzelnen Phasen darstellen lassen. Das hilft bei der Zuordnung einzelner Verbraucher.**



### Notstrom Off-Grid

Generelles Problem bei der improvisierten Notstromversorgung – egal, ob mit einem E-Fahrzeug per V2L oder einem einfachen Baumarkt-Moppel: Nur eine einzelne Phase lässt sich über diesen Weg ersetzen. Der vom Energieversorger angelieferte Strom dagegen läuft dreiphasig in die Hausverteilung und wird auf die Sicherungen und damit auf die einzelnen Verbrauchsstränge im Haus verteilt. Die möglichst gleichmäßige Verteilung über alle Verbraucher ist gewollt, um eine Schiefbelastung auf nur einer Phase zu vermeiden. Deswegen sind die Sicherungskreise der Geräte und Steckdosen im Haushalt nach dem Zufallsprinzip über die drei Phasen verstreut.

Wer sein Heim beim Wegfall des Netzes über einphasigen Notstrom versorgen will, tut daher gut daran, sich schon vor dem Ernstfall einen genauen Überblick zu verschaffen, welche Verbraucher oder Steckdosen überhaupt an welcher der drei Phasen hängen. Man kann dazu zwei der drei Hauptsicherungen in der Verteilung herausdrehen und mit farbigen Klebepunkten bewaffnet durchs Haus wandern. Alles, was noch leuchtet, rappelt und funktioniert, hängt an der aktiven Phase. Genau so geht man mit der zweiten Phase vor, der Rest ergibt sich von selbst.

Im konkreten Fall geht es bei den Steckdosen auch ohne Schraube an den Hauptsicherungen, denn das vernetzte Smart Meter des Messstellenbetreibers Discovery ist recht auskunftsfreudig. Das Smart Meter kostet zwar extra, dafür bekommt man über die Discovery-App eine Liveansicht der Stromentnahme über die Einzelphasen angezeigt. Es genügt also, einen Verbraucher einzuschalten oder kurz mal den Föhn an jede Steckdose zu hängen, um zu sehen, auf welcher der drei Verbrauchskurven ein Peak entsteht.

Hat man sich einen Überblick verschafft, muss man sich für eine der drei Phasen entscheiden. Das wichtigste dabei ist die Wahl des Einspeisepunktes. Schließlich muss er die gesamte Last aller im Haus genutzten Verbraucher tragen. Es sollte sich daher am besten um eine direkt mit der Verteilung verbundene Steckdose mit diskreter Absicherung handeln. Im Beispiel ist dies eine Außensteckdose, die extra für das Aufladen eines E-Autos mit dem Notladeadapter gesetzt wurde, auf Dauernutzung ausgelegt und extra abgesichert ist.

Danach geht es darum, dass alle entscheidenden Verbraucher auf derselben Phase liegen müssen. Ist dies nicht der Fall, schließt man die mit Verlängerungsstricken an oder kontaktiert den Elektriker. Der kann einzelne Stränge in der Verteilung nachträglich vertauschen. Am Ende sollten Kühlschrank, Kommunikationstechnik und eine Kochmöglichkeit auf der Notstrom-Phase liegen – damit wären die drei wichtigsten Bereiche abgedeckt. Und der Fernseher darf auch nicht fehlen.

### Einschränkungen

Spätestens beim Kochen kommt eine Notstromversorgung schnell an ihre Grenzen. Maximal 3,8 Kilowatt genügen nicht in jedem Fall, um die Kochstelle in der Küche zu betreiben. Geräte mit besonders hohem Energiehunger, etwa Induktionskochfeld, Durchlauferhitzer oder Saunaofen, benötigen zwar keinen korrekt phasenversetzten Drehstrom wie Baustellenkreissägen oder Holzspalter, oft aber mehr Leistung, als eine Phase liefern kann.

Modernere Geräte tendieren zudem dazu, den Zustand der Installation elektronisch zu überwachen. Ist nur eine der geforderten drei oder zwei Phasen der Installation intakt, verweigern sie den Betrieb. Bei älteren Geräten kann es passieren, dass sie noch eingeschränkt funktionieren – der Saunaofen etwa mit einem

Drittel der Leistung. Hier heißt es auszu-probieren und vorbereitet zu sein. Güns-tige Induktionsfelder etwa gibt es auch einphasig, mit Schukostecker und prakti-scher Anzeige in Watt – eine sinnvolle In-vestition für den Notbetrieb.

Generell gilt es, eine Überlastung des Notnetzes möglichst von vornherein auszu-schließen. Auch hierfür ist es wichtig, gründlich zu planen und die angeschlos-senen Verbraucher durchzumessen. Bei Über-lastung fällt ansonsten die Sicherung von E-Fahrzeug oder Generator oder der Siche-rungsautomat, der als Einspeisepunkt dient.

Wichtige Fragen sind zum Beispiel: Wie viel Watt zieht der Wasserkocher? Kann sich die elektrische Fußbodenhei-zung im Bad zeitgesteuert zwischendrän-geln? Oder benötigt der Kaffeevollauto-mat einen übermäßig hohen Einschalt-strom? Bringt ein Verbraucher mit seinem Verhalten das Notstromkonzept ins Wan-ken, kann man ihn über den Sicherungs-kasten vom Netz nehmen. Welche Maß-nahmen vor der Notstromeinspeisung nötig sind, sollte man sich aufschreiben

und das Dokument für den Tag X zur Seite legen. Dazu gehört auch ein Plan des Si-cherungskastens, der zeigt, welche Siche-rungen an und welche aus sind.

### Stromlieferant

Nicht jeder an Notstrom Interessierte wird sich gleich ein E-Auto kaufen. Benzin- oder Dieselgeneratoren sind die klassische Lösung dafür. Man bekommt sie ab 400 Euro aufwärts, sie unterscheiden sich vor allem in der maximalen Leistungsabgabe, Treibstoff (Benzin/Diesel/LPG), der Lärmentwicklung und in Komfortfunktio-nen wie einer elektrischen Starterbatterie oder einem mehr oder weniger informati-ven Statusdisplay. Man braucht noch Mo-toröl, den geeigneten Treibstoff und einen Kanister mit möglichst nicht tropfendem Einfüllstutzen – letzterer ist im Jahr 2024 nicht mehr leicht zu finden.

Der genutzte klassische Benzingene-rator lieferte 2100 Watt kontinuierlich, maximal 3100 Watt Peak. Der ohrenbe-täubende Sound ändert sich, sobald ein Verbraucher zugeschaltet wird. Bei Über-



**Günstige Induktionsfelder für den Campingbedarf können im Notbetrieb hilfreich sein. Einige zeigen den Momentanverbrauch direkt an.**

last ändert sich die Drehzahl abrupt und die Spannung schwankt. Nicht gerade das, was man haben will, wenn am anderen Ende empfindliche elektronische Geräte hängen.



# Agile Scaling Day

## Organisationen auf die nächste Stufe bringen

**Online-Konferenz am 11. September 2024**

### Agile Teams sind gut – agile Organisationen sind besser

Werden agile Methoden von der Teamebene auf eine größere Organisation übertragen, spricht man von agiler Skalierung oder Skalierung agiler Methoden. Agilität wird damit auf alle Bereiche der Wertschöpfung ausgeweitet.

Beim Agile Scaling Day geht es um folgende Themen:

- **Leadership bei Skalierung**
- **Agile (De)Scaling**
- **Skalierung mit Kanban**
- **Org Topologies**
- **Tipps und Tricks für Skalierungsframeworks wie SAFe, LeSS, Nexus, Scrum@Scale, Flight Levels uvm**

Die Konferenz richtet sich an **Agile Coaches und andere Führungskräfte.**

Jetzt  
**Frühbuche-  
tickets  
sichern!**

[scaling.inside-agile.de](https://scaling.inside-agile.de)



**Notstrom Deluxe:** Die Geräte von Ecoflow lassen sich kombinieren und per App steuern. Die tragbare Pufferbatterie Delta 2 Max (links unten) mit Speichererweiterung (links oben) speichert 4 kWh. Läuft sie leer, springt der per LPG betriebene Smart Generator automatisch an und lädt nach.

Eine andere Variante ist die Versorgung über einen Solargenerator. Der in c't 25/2023 auf Seite 86 getestete Delta Max 2 von Ecoflow mit 2-kWh-Akku kann wie der Generator bis zu 3100 Watt Spitzenleistung liefern und lässt sich per App überwachen. Das ist praktisch, denn man hat den aktuellen Energieverbrauch im Haus auf diese Weise gut im Blick. Auch hier gilt: Bei Überlast schaltet das Gerät die Stromversorgung ab. Immerhin kann man sich dann noch per Bluetooth mit dem Gerät verbinden, sodass

man den Neustart vom Handy aus erledigen kann.

Eine besonders komfortable Lösung entsteht, wenn man Moppel und Speicherbatterie kombiniert. Der Solargenerator lässt sich so einstellen, dass er eine kontinuierliche Leistung vom Benzinaggregat bekommt – zum Beispiel 1000 Watt. Er speist seinen Notstrom dann gepuffert über die Batterie. Damit fällt der Wechsel beim Soundspektakel am Generator weg oder man kann ihn über Nacht sogar ganz ausschalten, was Sprit spart. Nutzt man als

Generator den in c't vorgestellten Smart Generator von Ecoflow, können beide Geräte sogar miteinander kommunizieren. Der Generator springt dann nur noch an, wenn die Batteriekapazität unter einen definierten Stand fällt. Zudem lässt sich Ecoflows Moppel auch mit Propangas betreiben, was einem das Hantieren mit Benzinanistern erspart.

Wir haben die Noteinspeisung auch mit einem E-Auto erprobt. Da das Thema bidirektionales Laden Vehicle to Grid (V2G) in Deutschland über das Konzeptstadium bisher nicht hinausgekommen ist (siehe oben), bleibt nur die kleinere Variante „Vehicle to Load“ (V2L). Hyundai stellte für den Test einen Ioniq 5 bereit.

Das Fahrzeug muss zu diesem Zweck in Fahrbereitschaft versetzt werden. Anschließend kann man über das Einstellungs Menü unter EV den Punkt „EV-Einstellungen/Standmodus aktivieren“. Der 230-Volt-Anschluss des Ioniq 5 befindet sich in der Mitte unterhalb der Rückbank. Eine Kabeldurchführung gibt es nicht, man muss also Tür oder Fenster einen Spalt geöffnet lassen. Eigentlich lässt sich der Ioniq 5 geöffnet und in Fahrbereitschaft so nur in der Garage als Notstrombatterie nutzen.

Ein weiteres Einstellungsmenü erlaubt es, die minimale Akkukapazität des

## Was tun bei Schäden durch Stromausfall

Bei Stromausfallschäden steht der örtliche Netzbetreiber in der Verantwortung. Das kann – muss aber nicht – der eigene Stromanbieter sein. Die 2006 erlassene NAV (Niederspannungsanschlussverordnung) ist dabei besonders verbraucherfreundlich ausgelegt. Es wird laut § 18 Absatz 1 im Rahmen der Haftung für Anschlussstörungen „widerleglich vermutet, dass Vorsatz oder (grobe) Fahrlässigkeit vorliegt,“ – und zwar aufseiten des Netzbetreibers.

Die Beweislast liegt also nicht beim Kunden, sondern man geht von der Annahme aus, der Netzbetreiber hätte die Umstände, die zum Stromausfall führten, vorhersehen und mit technischen Maßnahmen vermeiden können (Verschuldensvermutung). Diese Grundannahme muss der Netzbetreiber widerlegen und nachweisen, dass er alle Rechtsvorschriften und Normen eingehalten hat und sei-

ner Sorgfaltspflicht nachgekommen ist, um den Stromausfall zu verhindern. Dabei können auch Planungsfehler wie das Platzieren eines Trafohauses in der Senke eines Überschwemmungsgebietes oder unterlassene Wartungsarbeiten das Tatbestandsmerkmal der Fahrlässigkeit erfüllen.

Diese Verschuldensvermutung gilt bei der Haftung für Sach- und Vermögensschäden, die durch den Stromausfall entstanden sind. Typischer Sachschaden ist das verdorbene Gefriergut. Vermögensschäden entstehen etwa, weil man eine Notstromversorgung kaufen und betreiben muss oder eine alternative Unterkunft beim Komplettausfall der Heizung mieten muss. Derlei Schäden sind formlos und unverzüglich dem örtlichen Netzbetreiber zu melden.

Soviel zum Thema „Recht haben“. Im konkret beschriebenen Fall wurde formlos Ende Februar eine moderate Schaden-

ersatzforderung über die vom Netzbetreiber bereitgestellte Beschwerdeadresse eingereicht. Der Eingang des Schreibens wurde fristgerecht bestätigt, dann tat sich nichts. Auf Nachfrage wurde mitgeteilt, dass der Vorgang an den zuständigen Schadenumlagenverband weitergeleitet wurde. Dieser vermeldete weitere zwei Wochen später, dass kein Verschulden des Netzbetreibers vorliege, weil man auf behördliche Anordnung gehandelt habe. Auf weitere Nachfrage gab es noch den Screenshot einer lokalen Zeitungs-Blogs zur Abschaltung. Das ist sicherlich nicht die technische Detailtiefe, die die Verordnung im Sinne der Verbraucher vorsieht. Das Thema „Recht bekommen“ ist also zu Redaktionsschluss nicht abgeschlossen und wie immer schwierig. Im Konfliktfall helfen ein langer Atem, die Schlichtungsstelle Energie und der Verbraucherservice der Bundesnetzagentur.



Ruft man zu viel Leistung ab, setzt der Ioniq die V2L-Versorgung aus.

Fahrakkus vorzugeben, bei deren Erreichen das Fahrzeug die V2L-Funktion abgeschaltet. Unter 20 Prozent lässt sich der Wert nicht drücken. Von den 77,4 kWh des der Batterie stehen daher netto „nur“ 62 kWh zur Verfügung. Das reicht für ein

paar Tage Homeoffice und gut durchgekühltes Gefriergut.

### Leben mit Notstrom

Eine gute Planung vorausgesetzt, ist das Leben im per Notstrom versorgten Haus komfortabel. Ein paar Tage Homeoffice könnte man so locker bestreiten. Es ergibt sich ein gewisser Vitrineneffekt: Vieles funktioniert mit nur einer Phase, man kann aber nicht alles gleichzeitig benutzen. Kaffee aus der Mikrowelle und paralleles Föhnen im Bad führte zur Abschaltung. Schwächstes Glied war jeweils die Stromquelle: die V2L-Funktion des Fahrzeugs, das die Versorgung mit einer entsprechenden Fehlermeldung einstellt, die Softwareabschaltung der Delta-Max-Batterie oder der Kollaps des Generators.

Wer ein wenig Campingerfahrung besitzt, den schockt das wenig. Am Ende ließen sich selbst Ausfälle durch Überlastung technisch abfangen. Etwa mit smarten Zwischensteckern mit Messfunktion wie von Shelly oder Ghome, die die gesamt

### Autos mit V2L-Anschluss

Hersteller	Typ
Genesis	GV60, GV70, G80
Kia	EV6, EV9
BYD	Han
MG	MG4, MG5, ZS EV
Hyundai	Ioniq 5, Ioniq 6
Marvel	R

abgerufene Leistung überwachen und Verbraucher nur einzeln zuschalten. Ausgewählten Geräten könnte man zudem einen individuellen Pufferakku spendieren, damit etwa der Router oder das Satelliteninternet über Starlink nicht bei jedem Ausfall neu booten müssen.

Um den maximalen Zeitraum der elektrischen Unabhängigkeit auszudehnen, müsste man besonders energieintensive Anwendungen wie das Heizen, Kochen oder die Warmwasserversorgung über andere Energieformen realisieren. Propangaskocher oder der Holzofen im Wohnzimmer sind ein zusätzlicher Baustein für eine langfristige Notversorgung. (sha@ct.de) **ct**

**JETZT IM ABO GÜNSTIGER LESEN**

**GRATIS!**

2x Make testen mit über 30% Rabatt

#### Ihre Vorteile im Plus-Paket:

- ✓ Als **Heft** und
- ✓ **Digital** im Browser, als PDF oder in der App
- ✓ Zugriff auf **Online-Artikel-Archiv**
- ✓ **Geschenk**, z. B. Make: Tasse

Für nur **19,40 € statt 27-€**

Jetzt bestellen:  
[make-magazin.de/miniabo](http://make-magazin.de/miniabo)

