

# Stell dir vor es geht das Licht aus<sup>1</sup>

23.9.2023

Unlängst habe ich einen Katalog zum Thema *smart home* erhalten [1]. Der Inhalt hat mich nachdenklich gestimmt weil er eindrucksvoll demonstriert wie in allen Bereichen ausschließlich Lösungen offeriert werden die eine sichere Versorgung mit Elektrizität voraussetzen. Während reale oder vermeintliche Abhängigkeiten von anderen Energieträgern und digitalen Netzwerken heftig diskutiert werden scheint dieser Trend zur *Vollelektrifizierung* wenig Kopfzerbrechen zu verursachen. Die fragile Struktur elektrischer Übertragungsnetze sind auf Katastrophen jeder Art in hohem Maß anfällig. Es drängt sich mir daher die Frage auf, wie ein Leben im Fall eines länger andauernden, großräumigen Netzausfalls, also eines *Blackouts* ablaufen könnte?

In meiner Kindheit gab es in unserem Bezirk einen mehrtägigen Stromausfall. Das Ereignis geschah im Winter. Trotz dieses erschwerenden Umstands blieb das Ereignis nicht mehr als ein erinnerungswürdiges kleines Abenteuer. Geheizt wurde unserer Wohnung mit einem Kohlenofen.

Das Essen wurde auf einem, mit Stadtgas betriebenen Herd gekocht. Zu dieser Zeit genügte ein Streichholz um die Gasflamme der Kochstelle zu entzünden. Elektrische Sicherheitsvorkehrungen die die Inbetriebnahme des Herds zum Schutz vor ausströmenden Gas unterbanden waren nicht vorgesehen. Der Inhalt des Kühlschranks wurde zwischen Innen- und Außenflügel eines Kastenfensters kühl gelagert. Als Relikt aus der Kriegszeit gab es sowohl eine Petroleumlampe als auch einen Vorrat an Kerzen die die Wohnung in ein stimmungsvolles Licht tauchten. Sogar der ¼ Anschluss unseres Telefons funktionierte an der Festnetzleitung der damaligen Post- und Telegraphenverwaltung weiterhin. Einzig der voluminöse Radiokasten mit seinem *magischen Auge*<sup>2</sup> blieb stumm. In Zeiten wo es noch nicht einmal den Radiosender Ö3 gab für mich eine verschmerzbar Einschränkung. Zudem hatten meine Eltern einen gut verstaute Detektorempfänger<sup>3</sup> aus den Frühzeiten der Radioübertragung. Dieses, mit einem Kopfhörer ausgestattete Radio funktionierte gänzlich ohne elektrischer Versorgung. Nahegelegene, starke Sender konnten damit einigermaßen verständlich empfangen werden. Zum verbesserten Empfang



Abb. 1: Die intakte Übertragung der Elektrizität in einem komplexen und verzweigten Netz entscheidet über Wohl oder Wehe der industrialisierten Gesellschaft.

1 Titel eines [populären Liedes](#) aus den 1950er Jahren.

2 Das [magische Auge](#) war eine optische Hilfe beim Einstellen des Radiosenders.

3 Der [Detektorempfänger](#) ist eine minimalistische Schaltung bestehend aus Spule, Kondensator und Spitzendiode für den Rundfunkempfang.

empfahl der Hersteller einen quer durch das Wohnzimmer gespannten Draht als Antenne. Zudem sollte der Apparat an die Wasserleitung angeschlossen werden um das Gerät elektrisch zu Erden. Wir machten seinerzeit von dieser Möglichkeit allerdings keinen Gebrauch. Trotzdem, kurz zusammengefasst verlief das Leben fast unbeeinträchtigt auch ohne Elektrizität weiter.

Wenn ich die damalige Situation mit meiner heutigen Wohnungsausstattung vergleiche steigen mir rasch die Grausbirnen auf. Der Stecker für mein Festnetztelefon ist mit einem Schnurlos-Apparat verbunden, der eine Netzsteckdose für den Betrieb benötigt. Meine Heizung hängt vom Betrieb einer elektrischen Pumpe ab die das Warmwasser durch die Heizradiatoren pumpt. Meine Kochfelder werden elektrisch betrieben. Da ist es ein schwacher Trost, dass heutige Gasherde auch an der Steckdose hängen und sich ohne Strom nicht benutzen lassen. Solange die Akkuladung meines Mobiltelefons reicht kann ich eine Weile sowohl Rundfunk hören als auch Telefonieren. Den leeren Akkumulator des Mobiltelefons am Ladegerät in der Steckdose aufladen kann ich danach jedoch nicht mehr. Ebenso wenig kann ich den leeren Akkumulator durch einen aufgeladenen Ersatzakku ersetzen. Kurz, ein Stromausfall wie dereinst erlebt würde heute zu einer drastischen Beeinträchtigung meiner Lebensumstände führen. Immerhin kann ich weiterhin Türen und Fenster per Hand öffnen oder schließen. Die Eingangstür kann ich rein mechanisch sowohl öffnen als auch auch verriegeln. Schattenspendende Rollläden und Jalousien lassen sich bei mir weiterhin manuell bedienen. Immerhin kann ich zur Not einen längeren Stromausfall in einen Daunenschlafsack zusammengerollt, wettergeschützt in den eigenen 4 Wänden abwarten. Der zuvor erwähnte Detektorempfänger könnte meinen möglichen Informationsbedarf heute auch nicht mehr befriedigen. Das liegt nicht an einem defekt gewordenen Gerät. Aber alle für den Empfang geeigneten Sendeanlagen haben zwischenzeitlich ihren Betrieb eingestellt.

Im zukünftigen intelligenten Wohnheim werden elektrische Elemente unter der Kontrolle eines vernetzten Mikroprozessors die eben angeführten Funktionen übernehmen. In wie weit sich dann Türen und Fenster im Fall eines Netzausfalls zerstörungsfrei öffnen oder schließen lassen ist ungewiss. Kritisch ist weiters das Öffnen oder Verriegeln der *smarten*, schlüssellosen Eingangstür. Möglicherweise lässt sie sich bei Netzausfall aus Sicherheitsgründen zwar Öffnen aber danach nicht wieder versperren. Der *elektrisierende* Trend erfasst in immer stärkeren Ausmaß nicht nur den eigenen Wohnbereich sondern ebenso Wohnhäuser und urbane Infrastruktur. Im Bemühen den Energiebedarf im Wohnbereich zu minimieren werden beim Hausbau zunehmend automatisierte Lösungen für die Konditionierung des Wohnklimas angedacht [2]. Beispielweise sollen der Bedarf an Frischluft im Wohnbereich durch elektrische Sensoren erfasst werden und durch eine elektrisch betriebene Lüftungsanlage bereit gestellt werden um das Öffnen von Fenstern und den damit möglicherweise verbundenen Raumwärmeverlust zu unterbinden. Die Versorgung der Wohnungen mit Frischwasser erfordert dann ebenso elektrisch betriebene Pumpen wie ein angedachtes Abwassermanagement [3]. Zur permanenten Überwachung der verschiedenen Funktionen wird eine Vielzahl von elektrischen Sensoren und Detektoren benötigt. Die Elemente der Aktuatoren in Form von Elektromotoren und Schaltrelais müssen ebenso mit elektrischer Energie versorgt werden die bei Bedarf jederzeit verfügbar sein muss. Als Folge eines Ausfalls des elektrischen Netzes mutiert das ehemals kuschelige Heim dann sehr schnell in eine kalte, dunkle, stickige und überriechende Grotte. Dass zudem auf den elektrisch betriebenen Aufzug verzichtet werden muss ist demgegenüber selbst in einem Hochhaus geradezu eine Bagatelle. Zusammengefasst besteht in zukünftigen Wohnungen ein hohes Risiko, dass die Wohnung im Fall eines Stromausfalls schlicht

unbewohnbar wird. In diesem Fall bliebe mir dann nur noch die Möglichkeit mit meinem Schlafsack auf ein Parkbankerl zu emigrieren und das weitere Geschehen bei Wind und Wetter dort abzuwarten.

Ereignisse die zu einem Notstand in einer Region führen sind durchaus nicht selten [4]. Alleine in der Woche in der ich diesen Text verfasste ereigneten sich in Nordafrika zwei schwere Katastrophen. Am 8. September erschütterte ein starkes Erdbeben den nordafrikanischen Raum bei Marrakesch [5]. Am 10. September erreichte der Tropensturm Daniel Libyen und löste hier verheerende Unwetter aus die zu schweren Verwüstungen im Land führten [6]. Eine wohlüberlegte Vorbereitung auf einen großflächigen Ausnahmezustand ist daher höchst angebracht und darf sich nicht auf einen einmal im Jahr stattfindenden landesweiten Probealarm beschränken. Eine aktuelle Zusammenfassung des Bundesdeutschen Probealarms vom 14. September 2023 findet sich bei den Meldungen der *tagesschau* [7]. Beunruhigend ist der Umstand, dass selbst wohlhabende Staaten mit guter Infrastruktur bei der Bewältigung eines Katastrophenfall wiederholt kläglich versagt haben. So erst unlängst geschehen bei den Waldbränden auf Maui<sup>4</sup>, die die Stadt Lahaina am 8.8.2023 zerstörten und zahlreiche Opfer forderten [8]. Auch die Maßnahmen bei dem Jahrhunderthochwasser am 15.7.2021 in Deutschland führten zu heftigen Diskussionen über das unzulängliche Krisenmanagement [9]. In diesen beiden Fällen wurde insbesondere das unzureichende und missglückte Vorwarnsystem der Betroffenen kritisiert. Als der Hurrikan *Sandy* im Jahr 2012 zu einem großflächigen und lang andauernden Stromausfall an der Ostküste der Vereinigten Staaten führte konnten viele Einsatzfahrzeuge nicht betankt werden weil die elektrischen Benzinpumpen in den Treibstofflagern ausfielen [10]. Auf der Suche nach einer Antwort auf die Frage wie es zu derartigen Schwächen im Katastrophenmanagement kommen kann habe ich mir den Internetauftritt des Bundesamts für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe in Deutschland angesehen [11]. Meinem Thema des Stromausfalls geschuldet lag mein spezifisches Interesse an dem hierzu Veröffentlichtem [12]. Die Informationen auf diesen Internetseiten erweckten in mir den Eindruck, dass die im (deutschen) Katastrophenmanagement Tätigen, höflich ausgedrückt, mit einer massiven Blauäugigkeit zu Werke gehen. So wird etwa empfohlen sich für einen Notfall derart vorzubereiten, dass man wichtige Dokumente (in Papierform) rasch zur Hand hat. Der von allen öffentlichen Stellen zur Zeit forcierte Umstieg auf virtuelle Dokumente in digitaler Ausführung scheint beim Katastrophenschutz noch nicht angekommen zu sein. In Österreich zum Beispiel liegt der, anlässlich von COVID19 neu organisierte Impfpass nur noch in digitaler Form als e-Impfpass vor [13]. Ich nehme an, dass in naher Zukunft weitere Ausweise „umgestellt“ werden. Gerade diese digitalen Akten sind im Fall eines großflächigen Stromausfall höchst problematisch weil sie

- In einem, zentralen elektronischen Datenregister gespeichert werden
- Der Abruf vor Ort über eine kabellose Übertragungsstrecke geschieht
- Vom Dokumenteninhaber ein betriebsbereites Mobiltelefon erfordern

Alle drei Elemente benötigen zum Betrieb elektrische Energie. Man darf hoffen, dass ein zentraler Datenserver der öffentlichen Hand ein angemessenes und auch gepflegtes Notstromsystem für den Fall eines Netzausfalls besitzt. Betrachtet man die kabellose Übertragungsstrecke so wird diese von einer Kette von kurzen Übertragungsstrecken gebildet: Von einem Mobilfunk-Mast wird

4 [Maui](#) ist eine Insel des US Bundesstaats Hawaii

die Information zum nächsten weitergeben. Diese Masten werden von verschiedenen gewinnorientierten, privatwirtschaftlich geführten Betreibern unterhalten. In deren Verantwortung liegt auch die Notstromversorgung jedes einzelnen der Funkmasten. Fällt auch nur ein Übertragungsmast wegen eines defekten Notstromaggregats aus, ist die gesamte Übertragungsstrecke unterbrochen. Da Sendemasten derart im Gelände positioniert werden, dass sie ein möglichst großes Areal mit Funksignalen versorgen können liegen sie für den Reparaturdienst oftmals an schwer zugänglichen Orten. Eine schnelle Behebung eines Schadens kann daher kaum erwartet werden. Am Ende der Übertragungsstrecke befindet sich das Mobiltelefon mit möglicherweise leerem Akkumulator. Da eine Aufladung über das zusammengebrochene Stromnetz nicht möglich ist bleibt der Bildschirm finster und das digitale Dokument unzugänglich. Der Inhaber mutiert zum nicht existenten, staatenlosen Zombie der aller Bürgerrechte entblößt ist. Soweit meine Ansicht zu dieser Empfehlung des Bundesamts für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe in Deutschland. Geradezu unfreiwillig komisch ist eine weitere Empfehlung, sich für den Stromausfall Bargeld bereit zu legen. Die wörtlich zitierte Begründung: *„Denken Sie daran, Bargeld zur Verfügung zu haben, da bei Stromausfall auch die Geldautomaten nicht mehr funktionieren.“* Hier endet die Begründung zur Empfehlung [12]. Der Versuch, bei eingetretenem Notfall noch rasch mit dem bereitgelegten Bargeld Toilettenpapier<sup>5</sup> einzukaufen scheitert spätestens an der elektronischen Registrierkasse des Händlers (sofern er überhaupt offen hat) kläglich. Ohne Strom ist die Kasse weder bereit Karten- noch Handy- oder Barbezahlung zu registrieren noch die Geldlade für etwaiges Wechselgeld zu öffnen. Soweit zu den wohlgemeinten Ratschlägen des Bundesamts für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe in unserem Nachbarstaat.

Der Ansatz „Warnen und Informieren“ wird im Katastrophenfall seit alters her verfolgt. Ursprünglich diente das Geläut von Kirchenglocken als Warnruf. Wurde dieser Alarm ausgelöst versammelte sich die umliegende Bevölkerung in der Kirche um über das bevorstehende Ereignis informiert zu werden. In manchen Fällen diente die Kirche danach auch als Notunterkunft weil sie oft das einzige solide und damit sichere Gebäude des Ortes war. Zudem bot die Kirche auch den erforderlichen Platz. Das Bundesamts für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe informiert über diverse aktuelle Projekte wie die Bevölkerung in Zukunft vor einem Katastrophenereignis gewarnt und informiert werden soll [14]. Die verschiedenen Projekte sind nachfolgend aufgelistet:

- Warnung über Digitale Stadtinformationstafeln
- Warnung über Smarte Laternen
- Warnung über Fahrzeugnavigationsgeräte
- Warnung über Sirenen
- Warnung über den Galileo Emergency Warning Service

Sieht man von den Sirenen ab, die kriegserprobt und in gewissem Sinn die Nachfolger der historischen Sturmglocke am Kirchturm sind zeichnen sich die genannten restlichen vier Ansätze dadurch aus, dass sie sowohl elektrischen Strom benötigen als auch ein funktionierendes digitales Netzwerk inklusive Datenzentren. Der Datenaustausch ist ähnlich organisiert wie die vorhin genannte Mobilfunkübertragung. Die benannte Schwachstelle der erforderlichen großen Anzahl von

---

5 Anlässlich des Lockdowns während COVID19 kam es zu Hamsterkäufen von Toilettenpapier, nachzulesen bei [Wikipedia](#).

getrennt operierenden Notstromaggregaten entscheidet wiederum über das Gelingen oder Versagen der Dienste. Unter diesem Aspekt erscheint die Sirene auf den ersten Blick als das krisensicherste Warnmittel. Die Verantwortung, dass die Sirene im Notfall funktionstüchtig ist liegt am Betreiber vor Ort. In der Regel ist das in Österreich die Gemeinde oder die lokale Feuerwehr. Diesen Institutionen obliegt es neben der Aktivierung des Warnsignals auch eine rasch anlaufende und zuverlässige Notstromversorgung der jeweiligen Sirene sicherzustellen. Wie die jeweiligen Organe die Anweisung zum Auslösen des Alarm erhalten ist weit weniger klar geregelt. Ein Verständigung der Gemeinde aus einer zentralen Koordinationsstelle kann verbal oder digital über Telefon oder Funk erfolgen. Für das Mobiltelefon gilt oben gesagtes. Eingangs habe ich den Festnetzanschluss auch bei einem Netzausfall als funktionstüchtig beschrieben. Das gilt heute nur noch stark eingeschränkt. Seinerzeit war das Festnetztelefon meiner Eltern durchgehend mittels elektrisch leitendem Kupferkabel mit der Telefonzentrale verbunden. Diese Leitungen dienten nicht nur der Datenübertragung. Die Telefonzentrale versorgte die angeschlossenen Telefonapparate auch mit dem notwendigen Strom. Im Fall eines Netzausfalls sicherte ein einziges Notstromaggregat in der Telefonzentrale den weiteren Betrieb bis zum Angerufenen. Dem Erfordernis zur Übertragung immer größerer Datenmengen folgend werden viele dieser alten Telefonleitungen aus Kupfer durch Glasfaserkabel ersetzt. Die optische Datenübertragung gestattet einen vielfach gesteigerten Datendurchsatz kann aber keinen elektrischen Strom leiten. In der Telefonzentrale werden die elektrischen Signale in optische Signale gewandelt die über die Glasfaser in mehreren Abschnitten zum Telefonanschluss geleitet werden. Hier wird die optische Information wieder in elektrische Signale transformiert. Allerdings muss dafür am Ort des Anschlusses eine elektrische Versorgung existieren die nicht durch das Notstromaggregat der Telefonzentrale versorgt werden kann. Einfach gesagt auch das Festnetz mit analogem Telefonanschluss hängt im Fall eines umfassenden Netzausfalls von mehreren Relaisstationen ab die jeweils über eine eigne Notstromversorgung verfügen müssen. So gesehen ist die Telefonie über das Festnetz kaum mehr krisenfester als die Mobilfunktelefonie. Bleibt noch eine weitreichende Funkverbindung ähnlich jener zwischen Radiosender und Radioempfänger. In diesem Fall benötigen lediglich Sender und Empfänger den *Strom aus der Konserve*. Für die Verbreitung des DCF77 Zeitsignals in ganz Europa etwa benötigt die Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB) in Braunschweig, Deutschland lediglich einen Langwellensender<sup>6</sup> [15]. Die Ausfallsicherheit des Sendebetriebs liegt bei mehr als 99,8 %. Angesichts der hohen Zuverlässigkeit des Senders wurden in Deutschland Überlegungen angestellt Warninformationen über diesen Zeitsender zu verbreiten. Zur Versuchsweisen Erprobung wurden im Jahr 2003 39 Testalarme übertragen. Zum aktuellen Fortschritt schreibt die PTB 20 Jahre später: *„Bis heute ist nicht abschließend entschieden, ob DCF77 langfristig ein Teil des Gesamtsystems zur Warnung der Bevölkerung wird.“* [16]. Jedenfalls wird dieser Ansatz auf den offiziellen Seiten des Bundesamts für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe nicht erwähnt. Aus meiner Sicht ein Fehler weil er auf einfache Weise eine hohe Störsicherheit im Katastrophenfall erreicht. Über einen Sender, nicht unbedingt über den Zeitsignalsender werden Elektrizitäts- und Leitungsunabhängig Warn- und Informationshinweise großflächig verbreitet. Die Geräte am Empfangsort ähneln der bewährten Funkuhr. Es darf daher angenommen werden, dass der Bedarf an elektrischer Energie zum Betrieb ähnlich gering ist. Mit einer 1,5 V Batterie, Typ AA<sup>7</sup> läuft meine Funkuhr weit länger als 1 Jahr. Und das obwohl sie 24 h am Tag die Zeitzeiger in Bewegung hält. Als Vergleich benötige

---

6 Die Sendefrequenz liegt bei 77,5 kHz.

7 Die [zylinderförmige Batterie](#) ist 50 mm lang und hat einen Durchmesser von 14 mm.

ich für den Empfang von GPS Signalen 2 Batterien die das Gerät längstens 2 bis 3 Tage funktionsfähig erhalten. Ein derartiges Gerät würde ich benötigen um die angedachte Verbreitung des Alarms über den Galileo Emergency Warning Service zu empfangen.

Wie auch immer die Behörde die Bevölkerung warnen wird eines steht unzweifelhaft fest. Jeder einzelne braucht einen krisensicheren Vorrat an Elektrizität. Die klassische Lösung war und bleibt weiterhin ein Vorrat an Batterien zum Betrieb von Taschenlampe und Kofferradio. Der Nachteil dieser Lösung liegt darin, dass damit kein Mobilfunktelefon betrieben werden kann. Das ist nicht in der fehlenden Technik begründet sondern es ist von den Produzenten der *smartphones* schlicht nicht vorgesehen. Bei dem Gebrauch von wiederaufladbaren Akkumulatoren ist eine regelmäßige Kontrolle und Pflege derselben unabdingbar. Trotzdem besteht die Gefahr, dass eine volle Akkumulatorladung nicht ausreicht um die gesamte Dauer eines Stromausfalls zu überbrücken. Alter und Selbstendladungseffekte aller am Markt angebotenen Akkumulatortypen reduzieren die maximal gespeicherte elektrische Energie mitunter drastisch. Sehr schnell entwickelt sich daher der Wunsch Strom selbst zu erzeugen. Die Konsumelektronik bietet diverse Radios, Taschenlampen und Powerbanks mit Kurbeldynamo<sup>8</sup> an. Diese Anwendungen werden insbesondere für die Notfallvorsorge beworben und bieten meist auch einen standardisierten USB-Spannungsausgang an. Dieser kann für das Laden des Mobiltelefons verwendet werden. Um den Akkumulator eines modernen *smartphones* vollständig zu laden sind allerdings Geduld und krampf lösende Mittel erforderlich. Mithilfe eines Photovoltaikmoduls kann man anstelle der eigenen Muskeln die Sonne arbeiten lassen. Seit der Einführung von Balkonkraftwerken [17] ist das ohne technischen Aufwand und ohne bürokratische Hürden möglich. Ein geeignetes Solarmodul wird am Balkon fixiert. Der, mit dem Modul festverdrahtete Netzstecker wird in die nächste freie Steckdose des Haushalts gesteckt. Scheint die Sonne so speist das Modul elektrische Leistung in das Stromnetz der Wohnung ein. So weit so einfach. Den größten Aufwand bei der Inbetriebnahme erfordert die sichere Befestigung des Moduls am Balkon. In eine weitere freie Steckdose kann dann das Ladegerät für das Mobiltelefon gesteckt werden. Die Sonne lädt den leeren Akkumulator wieder auf oder ... Vielleicht auch nicht. Nämlich immer dann wenn das Haushaltsnetz stromlos ist schaltet das Balkonkraftwerk aus Sicherheitsgründen ebenfalls ab. Das tut es selbst bei hellstem Sonnenschein und dient der Vermeidung von Unfällen. Stromlos kann das Haushaltsnetz sein wenn

1. die Sicherung oder der Fehlstromschalter ausgelöst wurde (absichtlich oder im Schadensfall)
2. ein Netzausfall vorliegt

Der erste Fall ist natürlich erwünscht. Um das Arbeiten an der heimischen Elektroinstallation sicher zu gestalten „schraubt“ man die Sicherung heraus. Auch das Einschrauben einer Glühbirne in die dazugehörige Fassung zählt zur Arbeit an der Elektroinstallation. In diesen Fällen könnte es tödlich enden wenn, trotz ausgeschraubter Sicherung weiter 230 V über das Modul eingespeist werden. Der 2. genannte Fall ist ärgerlich weil gerade dann wenn ich auf die Eigenversorgung mit elektrischem Strom vollständig angewiesen bin gar nichts mehr geht. Leider erkennt das Balkonkraftwerk lediglich ob die Netzspannung am Ort „seiner“ Steckdose vorhanden ist aber nicht die Ursache für das Fehlen der Spannung. So weit so schlecht. Wäre eine große, fest installierte Photovoltaik – Dachanlage dann die bessere Lösung? Meistens nicht, weil sie so ausgelegt ist, dass sie den erzeugten Strom über die Freilandleitung in das öffentliche Stromnetz einspeist. Das

---

8 Kurbeldynamo oder [Kurbelinduktoren](#) sind manuell betriebene Stromgeneratoren.

bedeutet zwar, dass sie auch bei ausgeschraubter Sicherung weiterhin Strom liefert. Allerdings schaltet sie sich dann ab wenn die Spannung im öffentlichen Netz fehlt. In diesem Fall zum Schutz der Arbeiter an der Freilandleitung oder im Transformatorhütterl. Als Konsequenz bleibt auch das Haushaltsnetz trotz Photovoltaikanlage stromlos. Die Situation für die beiden Photovoltaikanlagen ist in Abb. 2 schematisch (und schaltungstechnisch unkorrekt) dargestellt. Ergänzend anzumerken ist, dass der Sicherheitsaspekt der einzige Grund für die Abschaltung der Photovoltaikanlage im Fall eines Stromausfalls ist. Für die Einspeisung in das öffentliche Wechselstromnetz muss der Wechselrichter der Photovoltaikanlage die Phase abgleichen.

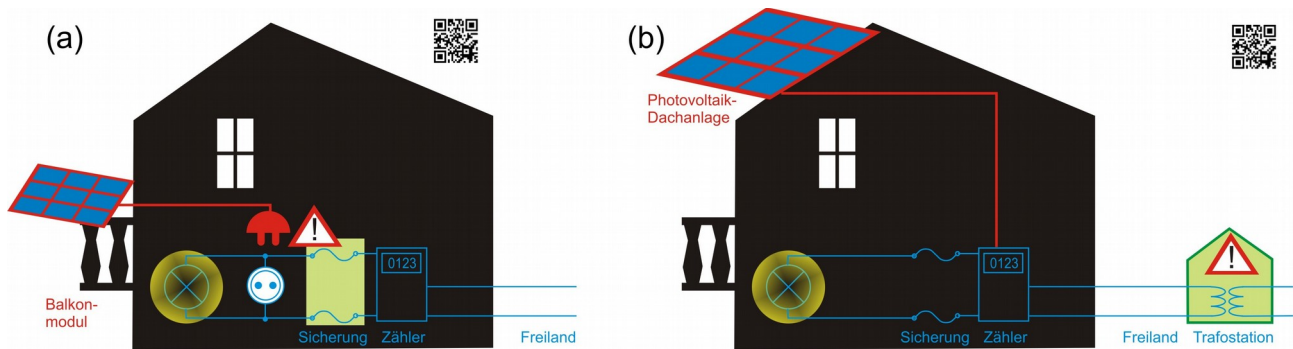


Abb. 2: Einspeisung eines Balkonkraftwerks (a) und einer festverdrahteten Photovoltaikanlage (b) in das Wechselspannungsnetz: (a) des Haushalts und (b) des öffentlichen Netzes.

Die, in Abb. 2b gezeigte Installation einer privaten Photovoltaikanlage ist derzeit die am weitesten verbreitete Anordnung in Österreich. Der Zähler erfasst sowohl die gesamte im Haushalt verbrauchte elektrische Energie als auch die, von der Photovoltaikanlage generierte elektrische Energie. Der regionale Stromversorger bilanziert dann diese beiden Größen aufgrund des Zählerstands und erstellt dann eine Rechnung für den Haushalt. Im Normalfall (bei intakter) externer Stromversorgung läuft das gesamte Geschehen ohne jegliches Zutun des Wohnungsinsassens ab. Im Krisenfall könnte aus dem bisher gesagtem abgeleitet werden, dass es lediglich einer kleinen Ergänzung in Form eines Schalters bedarf um weiterhin Strom aus der Photovoltaikanlage in das Haushaltsnetzes einspeisen zu können. Wie in Abb. 3a dargestellt stellt der zusätzlich eingezeichnete Schalter sicher, dass die Freilandleitung Stromfrei bleibt und die Photovoltaikanlage könnte die gesamte elektrische Leistung direkt in das Haushaltsnetzes einspeisen. Die Betonung liegt auf „könnte“. In aller Regel besteht eine Differenz zwischen dem jeweiligen Bedarf und der momentan eingespeisten elektrischen Leistung. Solange die Anlage mit dem öffentlichen Netz verbunden ist gleicht der Versorger diese Differenz aus. So wie in Abb. 3a gezeigt gibt es allerdings keine Möglichkeit diese Differenz auszugleichen. Das führt unweigerlich zu einem technischen Versagen und im schlimmsten Fall zu kostspieligen Defekten. Daher ist diese Lösung ausgestrichen gezeigt. Mit einem einfachen Beispiel möchte ich die Problematik veranschaulichen. An einem strahlend sonnigen Tag arbeiten sie daheim an ihrem Personal Computer (PC). Die Schmutzwäsche muss gewaschen werden. Daher schalten sie die Waschmaschine ein. Die Waschmaschine wäscht und sie arbeiten eifrig am PC weil genügend Strom aus der Photovoltaikanlage kommt. Da zieht ein Wölkchen vorbei und schattet die Photovoltaikmodule ab. Das Netz bricht zusammen, die Waschmaschine stoppt, ihr PC stürzt mitsamt allen ungesicherten Daten ab. Es hilft nichts, dass nach 10 Sekunden die Wolke weitergezogen ist und ihre Solaranlage wieder die volle Leistung ins Netz einspeist. Um diese kurzzeitige Leistungsschwankung

unbeschadet zu überbrücken ist ein elektrischer Buffer in Form eines Akkumulators notwendig. Diese Ergänzung ist in Abb. 3b gezeigt. Wie groß die Kapazität dieses Buffers ist hängt von ihren Ansprüchen ab. Ein kleiner Speicher ist billiger und lässt ihnen gerade die Zeit um Waschmaschine und PC willentlich abzudrehen. Ein großer Speicher hingegen bietet Gestaltungsspielraum. Etwa können sie dann auch in der Nacht elektrische Geräte nutzen. Bei einem besonders großen Akkumulator lässt sich dann wohl auch ein mehrtägiger Stromausfall problemlos überbrücken. Mit der zunehmenden Verbreitung von elektrobetriebenen Fahrzeugen stünden derartig große Akkumulatoren im Katastrophenfall sozusagen kostenlos zur Verfügung. Allerdings nur dann wenn der Hersteller der Kraftfahrzeuge die Möglichkeit der Stromentnahme aus den Fahrzeugakkumulatoren auch vorsieht. Meines Wissens ist derzeit kein einziges Elektromobil mit einer derartigen Option ausgestattet.

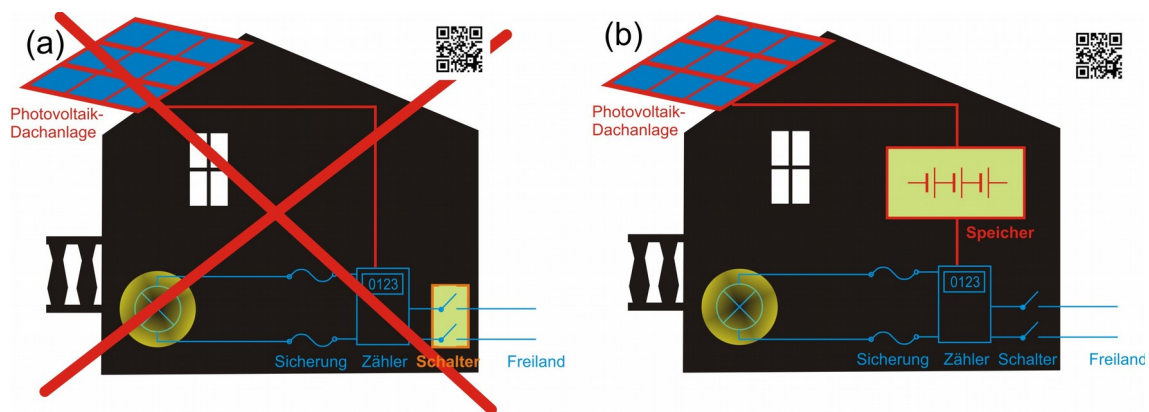


Abb. 3: Die Funktionsweise einer Photovoltaikanlage nachdem sie vom öffentlichen Netz getrennt wurde. Ohne (a) und mit (b) einem Zwischenspeicher der elektrischen Energie

Nachfolgend möchte ich eine weitere Form der elektrischen Selbstversorgung nennen, die, aus meiner Sicht der Vorsorge auf einen Notfall am besten gerecht wird. Verschiedene Hersteller von Campingzubehör bieten eine ganze Reihe von portablen Akkumulatoren an, die

- Verschiedene Spannungsausgänge bieten (12 V Autobatterie, 5 V USB und 230 V Haushaltsnetz)
- Verschiedene Optionen des Aufladens anbieten (Steckdose, 12V Autobatterie oder geeignetes Photovoltaikmodul)

Die Speicherkapazität des Akkumulators variiert zwischen etwa 200 Wh und 2000 Wh. Im letzten Fall wiegt das Kastl dann schon gute 20 kg und ist etwas mühsam zu bewegen. Dafür reicht der elektrische Vorrat für den 1,5 h Betrieb einer Kaffeemaschine (Laut Hersteller, ich hab es nicht ausprobiert). Blicke zuletzt die althergebrachte Lösung der Notstromversorgung zu nennen. Ein Verbrennungsmotor treibt einen elektrischen Generator an. Da der Verbrennungsmotor im Betrieb Abgase erzeugt eignet sich diese Lösung nicht für den Gebrauch in einem geschlossenen Raum einer Wohnung. Für Einfamilienhäuser mag dieses Notstromaggregat eine interessante Variante des *Stroms aus der Konserve* zur Eigenvorsorge darstellen. Im Fall von Mehrfamilienwohnanlagen bestünde immerhin die Möglichkeit einer Gemeinschaftslösung mit all ihren Problemen der Verantwortlichkeit und Nutzungsberechtigung.



## Nachsatz

Kurz nachdem ich den Aufsatz beendet hatte erfahre ich aus den Medien, dass ein großer österreichischer Lebensmittelhändler in Zusammenarbeit mit der Eisenstädter Gemeinde ein *Blackout-Kisterl* für die Bevorratung anbieten wird. Das Bild zum Inhalt dieses Notfallpakets zeigt eine Reihe von granulierten Speisen die zur Zubereitung in kochendes Wasser eingerührt werden müssen. Für das Erhitzen von 1 l Wasser bis zum Siedepunkt benötigt man im verlustfreien Fall knapp 100 Wh (0,1 kWh). Tatsächlich eher das doppelte. Woher diese Energie im Fall eines Blackouts kommen wird scheint bei der Zusammenstellung des *Blackout-Kisterl* keinen der Verantwortlichen Kopfzerbrechen bereitet zu haben. Glücklicherweise ist dann wer einen Holzkohlegrill samt erforderlichem Holzkohlevorrat oder einen Campinggaskocher mit genügender Anzahl an vorrätigen Gaskartuschen sein Eigen nennt. Und zudem auch Zugang zu sauberem Trinkwasser hat. Immerhin wird die Bevorratung mit ausreichend Wasser vom Österreichischen Zivilschutz extra betont [18].

## Bibliografie:

- [1] „ELV Smart Home“ Ausgabe 2024.
- [2] „Stadt der Zukunft Ergebnisbände“ Im Rahmen von [open4innovation](https://open4innovation.at) Internetseite unter <https://nachhaltigwirtschaften.at/de/sdz/artikel/ergebnisbaende-stadt-der-zukunft.php>
- [3] „Wissenswertes über Abwasserwärmenutzung“, Internetseiten des Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg unter <https://um.baden-wuerttemberg.de/de/energie/energieeffizienz/abwasserwaermenutzung/wissenswertes-zur-abwasserwaermenutzung>
- [4] „All Disasters“, Tagesaktuelle, weltweite Information zu Katastrophen von *reliefweb* abrufbar unter <https://reliefweb.int/disasters>
- [5] „2023 Morocco Earthquake Disaster Brief“ Internetseite vom 11.9.2023 online abrufbar unter <https://reliefweb.int/report/morocco/2023-morocco-earthquake-disaster-brief-glide-ndeg-eq-2023-000166-mar-mena-region-september-2023>
- [6] „Tropical Storm Daniel“, Internetseite von *reliefweb*, online abrufbar unter <https://reliefweb.int/disaster/fl-2023-000168-lby>
- [7] „Deutschland macht Alarm“, Nachricht vom 14.9.2023 der tagesschau im Internet derzeit online abrufbar unter <https://www.tagesschau.de/inland/innenpolitik/warntag-bundesweit-100.html>
- [8] „Waldbrand in Hawaii: So kam es zur Katastrophe auf Maui“, Videobeitrag der Neuen Zürcher Zeitung vom 22.8.2023 online abrufbar unter <https://www.nzz.ch/international/das-sind-die-fuenf-gruende-warum-der-waldbrand-in-hawaii-so-toedlich-war-ld.1752505?reduced=true>
- [9] „Jahrhunderthochwasser 2021 in Deutschland“, Internetseite des Bundeszentrale für politische Bildung online abrufbar unter <https://www.bpb.de/kurz-knapp/hintergrund-aktuell/337277/jahrhunderthochwasser-2021-in-deutschland/>

- [10] „UPDATE 1-INSIGHT-After Sandy, Big Oil's pumps fail motorists“, Meldung der Presseagentur Reuters vom 9.11.2012 online abrufbar unter <https://www.reuters.com/article/storm-sandy-fuel-idUSL1E8M91U620121109>
- [11] Homepage des Bundesamts für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe, online unter [https://www.bbk.bund.de/DE/Home/home\\_node.html](https://www.bbk.bund.de/DE/Home/home_node.html)
- [12] „Vorsorgen für den Stromausfall“, des Bundesamts für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe online abrufbar unter [https://www.bbk.bund.de/DE/Warnung-Vorsorge/Tipps-Notsituationen/Stromausfall/stromausfall\\_node.html](https://www.bbk.bund.de/DE/Warnung-Vorsorge/Tipps-Notsituationen/Stromausfall/stromausfall_node.html)
- [13] „Allgemeines zum e-Impfpass für Ärztinnen, Ärzte und Gesundheitseinrichtungen“, Internetseite des österreichischen Sozialministeriums online abrufbar unter <https://www.e-impfpass.gv.at/allgemeines/>
- [14] „Warnung der Bevölkerung“, online abrufbar unter <https://warnung-der-bevoelkerung.de/warnmittel/>
- [15] „Zeit- und Normalfrequenzverbreitung mit DCF77“, in PTB-Mitteilungen 114 (2004), Heft 4 online abrufbar unter [https://www.ptb.de/cms/fileadmin/internet/fachabteilungen/abteilung\\_4/4.4\\_zeit\\_und\\_frequenz/4.42/dcf77.pdf](https://www.ptb.de/cms/fileadmin/internet/fachabteilungen/abteilung_4/4.4_zeit_und_frequenz/4.42/dcf77.pdf)
- [16] „DCF77 in der Bevölkerungswarnung“, Internetseite der PTB online abrufbar unter <https://www.ptb.de/cms/ptb/fachabteilungen/abt4/fb-44/ag-442/verbreitung-der-gesetzlichen-zeit/dcf77/dcf77-in-der-bevoelkerungswarnung.html>
- [17] „Balkonkraftwerk“ Wikipediaeintrag vom 26.8.2023 online abrufbar unter <https://de.wikipedia.org/wiki/Balkonkraftwerk>
- [18] „Krisenfester Haushalt“, Broschüre des österreichischen Zivilschutzverbands online abrufbar unter <https://www.zivilschutz.at/wp-content/uploads/2022/11/Folder-Bevorratung.pdf>