



Nudging consumers
towards energy efficiency
through behavioural science

ELEKTRIZITÄT ZU HAUSE

Die Autoren: Kim Kiekens und Ellen Vandewalle, Spring Stof.

Übersetzung: Andrea Elspas, Fraunhofer ISI.

Erscheinungsdatum: 2023

www.spring-stof.be



Das NUDGE wurde von der Europäischen Union im Rahmen des Forschungs- und Innovationsprogramms Horizont 2020 mit der Finanzhilfvereinbarung Nr. 957012 gefördert.

Inhalt

EINFÜHRUNG	3
1. LEISTUNG	FEHLER! TEXTMARKE NICHT DEFINIERT.
2. KILOWATTSTUNDE	8
3. BERECHNUNG DES VERBRAUCHS EINES GERÄTS.....	9
4. ENERGIEETIKETTEN	12
GESAMTER STROMVERBRAUCH ZU HAUSE	13
1. ELEKTRIZITÄTSVERBRAUCH PRO TAG UND PRO MONAT.....	13
2. DURCHSCHNITTLICHER HAUSHALTSVERBRAUCH UND KOSTEN	17
KOSTEN DER ELEKTRIZITÄT	17
EIGENE STROMERZEUGUNG ZU HAUSE	19
1. SONNENKOLLEKTOREN.....	19
2. KOMBINATION VON SONNENKOLLEKTOREN UND EINER HAUSBATTERIE.....	24
STROMSPAREN	33
1. BERECHNUNG DER STROMEINSPARUNGEN.....	33
2. TIPPS ZUM SPAREN.....	34
HEIMATBETRIEB	35
REFERENZEN.....	37

EINFÜHRUNG

Es gibt viele Energieformen oder -quellen wie Strom, Kohle, Holz, Gas, Wärme, Wasserstoff, Kernkraft, Wind, Sonne, Wasserkraft, Nahrungsmittel, Energie aus menschlichen Aktivitäten, Batterieenergie, Erd- und Sonnenenergie.

Es ist oft nützlich, Energie von einer Form in eine andere umzuwandeln, wie zum Beispiel

- Umwandlung von Strom in die Bewegung eines Pumpenmotors
- Umwandlung von Strom in Wärme mit einem Haartrockner
- Umwandlung von Windenergie in elektrische Energie in einer Windkraftanlage
- Umwandlung von Sonnenenergie in elektrische Energie in Paneelen mit Solarzellen auf dem Dach.

Energie wird von einer Form in eine andere umgewandelt, aber Energie kann niemals erzeugt werden. Bei einer solchen Umwandlung kann also nie mehr Energie erzeugt werden als zugeführt wird, denn das wäre Magie. In der Praxis ist jede Umwandlung mit einem gewissen Energieverlust verbunden, in der Regel in Form von Wärme, die an die Umgebung abgegeben wird und nicht weiter genutzt werden kann. Eine Umwandlung mit wenigen Verlusten wird als effiziente Umwandlung bezeichnet. Der Wirkungsgrad der Umwandlung ist das Verhältnis zwischen der Energiemenge, die sinnvoll umgewandelt wird, und der Energiemenge, die aus der Quelle stammt.

Ein Holzofen zum Beispiel wird in der Regel zur Wärmeerzeugung befeuert, aber es findet auch eine Umwandlung der Energiequelle (Holz) in Licht statt. Dieses Licht ist normalerweise (im Haushalt) keine Nutzenergie.

Bei verschiedenen Energiearten sind unterschiedliche Klassifizierungen möglich.

Eine erste Einteilung ist die in hochwertige Energie wie Strom und geringwertige Energie wie Wärme. Elektrizität ist eine hochwertige Energieform, weil man sie ohne große Verluste in viele andere Energieformen umwandeln kann. In einem Haartrockner zum Beispiel kann man elektrische Energie fast vollständig in Wärme umwandeln. Mit demselben Strom können Sie auch Ihren Laptop aufladen.

Wir können Kohle oder Gas als Energiequelle nutzen: Es kann zum Beispiel in Wärme umgewandelt werden (wenn es verbrannt wird). Wenn wir jedoch Gas zum Aufladen unseres Laptops verwenden wollen, müssen wir das Gas zunächst in Strom umwandeln. Das ist zwar möglich, aber sehr ineffizient. Nur 30-40 % der Energie können in elektrische Energie umgewandelt werden. Bei dieser Umwandlung gibt es also eine Menge Verluste, man denke nur an die Wärmeverluste, die in Form von Dampf aus den Kühltürmen der Kraftwerke austreten.

Eine zweite Möglichkeit, Energiearten zu klassifizieren, ist die Einteilung in erneuerbare und nicht-erneuerbare Energiequellen. Nachhaltige Energie, grüne Energie oder erneuerbare Energie ist Energie, die der Menschheit auf unbestimmte Zeit zur Verfügung steht und durch deren Nutzung die Umwelt und die Möglichkeiten künftiger Generationen nicht beeinträchtigt werden. [1]

Das bedeutet also, dass diese Energie nicht erschöpft wird (sie ist nachhaltig) und nicht umweltschädlich ist (sie ist "grün"). Daneben gibt es nicht-erneuerbare Energiequellen wie fossile Brennstoffe (z. B. Kohle, Erdöl, Erdgas): Diese Energiequellen gehen an immer mehr Orten der Erde zur Neige (sie sind nicht nachhaltig) und schaden der Umwelt, z. B. durch CO₂-Emissionen (sie sind "nicht grün").

Energie ist ein weit gefasster Begriff, der nicht so leicht zu fassen ist. Sie ist jedoch sehr wichtig für unser Leben als Menschen auf der Erde. Man kann Energie nicht sehen oder bewegen wie Materie oder Gegenstände. Wir alle kaufen Energie, und deshalb muss man sie messen können.

Um zu messen, wie viel elektrische Energie du in deiner Wohnung verbrauchst und somit bezahlen musst, lässt du dir vom Stromversorgungsunternehmen einen Zähler in deiner Wohnung installieren. Dieser misst, wie viel elektrische Energie du aus dem Netz bezogen hast.

Du musst die Menge an importierter elektrischer Energie zahlen, die in deinem Haus verbraucht wird, und die in Kilowattstunden (kWh) ausgedrückt wird. Achte darauf, dass du deinen Stromzähler im Haus findest (oft im Eingangsbereich oder in der Garage).

Wenn du noch einen "alten" (analogen) Zähler hast, kannst du sehen, wie er sich dreht und zählt (wie in dem Beispiel in Abbildung 1).



Abbildung 1: Analoger Stromzähler

Viele haben einen Tag- und einen Nachtzähler, wie in Abbildung 1 zu sehen ist (dargestellt durch einen Mond und eine Sonne). Der Pfeil (in der Abbildung durch den grünen Rahmen zwischen Sonne und Mond gekennzeichnet) zeigt an, welcher Zähler aktiv ist. Der Tageszähler misst den Verbrauch während des Tages (je nach Region bis 21.00-2.00 Uhr) und der Nachtzähler den Verbrauch in der Nacht (bis 6.00-7.00 Uhr) und am Wochenende.

Inzwischen gibt es auch digitale Zähler, die kontinuierlich sowohl die Energie messen, die du in deinem Haus aus dem Netz beziehst, als auch die Energie, die du mit deinem Haus ins Netz einspeist (wenn Sie z. B. Solarzellen haben).

Was ist Elektrizität?

Elektrizität wird auch "Kraft" genannt. Warum?

Elektrizität ist eine Form von Energie. Energie wird in Joule (J) gemessen, so wie man Entfernungen in Metern misst. Wir nennen "Joule" die Einheit der Energie.

Schau dir den folgenden Film über die Entdeckung der Elektrizität im Laufe der Geschichte an:

Geschichte der Elektrizität - <https://www.youtube.com/watch?v=arvwTlemoh8>

In diesem Heft werden wir unseren Stromverbrauch zu Hause untersuchen. Wir werden uns ansehen, welche Geräte viel Strom verbrauchen, wie viel Strom wir im Laufe eines Jahres verbrauchen, wie hoch der Strompreis ist, wie wir unseren eigenen Strom zu Hause erzeugen und speichern können und natürlich, wie wir Strom sparen können.

STROMVERBRAUCH EINES GERÄTS

Welche Geräte in Ihrem Haushalt verbrauchen Strom? Fertige eine Liste an und setz das Gerät, das deiner Meinung nach am meisten verbraucht, auf Platz 1.

- | | |
|----------|-----------|
| 1. _____ | 6. _____ |
| 2. _____ | 7. _____ |
| 3. _____ | 8. _____ |
| 4. _____ | 9. _____ |
| 5. _____ | 10. _____ |

Wir werden uns nun kurz ansehen, wie wir selbst herausfinden können, welche Geräte im Haus am meisten Energie verbrauchen.

1. Leistung

Wenn du ein Gerät kaufst, wird dessen Leistung angegeben. Die Leistung ist die Menge an Energie, die ein Gerät pro Zeiteinheit verbraucht, z. B. eine Lampe, ein elektrisches Feuer, ein Bügeleisen, eine Energiesparlampe usw. Sie wird in Watt (= $W = \text{Joule/s}$) angegeben.

Für den Kauf, ist es also wichtig, dass du dir die Leistungsangabe genau ansiehst. Sie ist auf dem Gerät angegeben. Sieh dir die Beispiele in Abbildung 2 an und notiere jeweils die Wattzahl.



Abbildung 2: Beispielinformationen Wasserkocher, Kaffeemaschine und Wäschetrockner

Beispiel: Ein Elektrogeschäft verkauft 3 verschiedene Haartrockner mit den folgenden Leistungswerten:

Haartrockner 1: 1400 W (16,95 €)

Haartrockner 2: 2000 W (24,95 €)

Haartrockner 3: 2400 W (59,95 €)

Welcher Haartrockner gibt mehr Wärme ab?

Wirkt sich dies auf den Stromverbrauch und damit auf die Stromrechnung aus? Warum oder warum nicht?

Die auf einem Gerät angegebene Leistung ist die maximale Leistung. Die meisten Geräte arbeiten nicht ständig mit der maximalen Leistung. Um die tatsächliche Leistung zu ermitteln, kannst du die Leistung selbst mit einem mobilen Wattmeter messen. Dieses wird zwischen der Steckdose und dem Gerät angebracht (siehe Testaufbau in Abbildung 3).

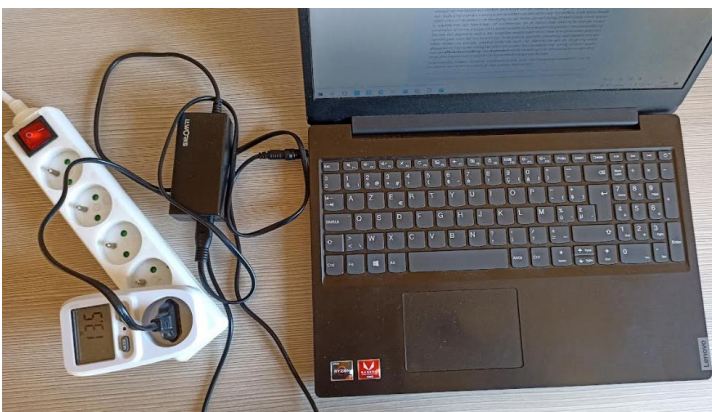


Abbildung 3: Beispielhafter Testaufbau zur Messung der Leistung eines Laptops mit einem Wattmeter

Tabelle 1 zeigt die Messungen der Leistung eines Kühlschranks, eines Gefrierschranks und einer Waschmaschine alle 20 Sekunden.

Tabelle 1: 10 Leistungsmessungen von Haushaltsgeräten

Maßnahme	Kühlschrank	Gefrierschrank	Waschmaschine
1	43,1 W	58,6 W	180,5 W
2	43,4 W	58,3 W	197,8 W
3	43,7 W	58,9 W	217,9 W
4	44,1 W	58,2 W	248,7 W
5	44,5 W	58,5 W	289,5 W
6	44,7 W	57,8 W	192,2 W
7	45,0 W	57,7 W	147,9 W
8	44,8 W	2,0 W	71,1 W
9	44,0 W	2,0 W	266,1 W
10	1,3 W	2,0 W	94,6 W
Mittelwert			

Berechne den Mittelwert der 10 Messungen und trage ihn in die letzte Zeile von Tabelle 1 ein.

Schaue dir die Werte dieser Messungen an. Was fällt auf? Was kannst du daraus schließen? Hast du das erwartet?

Lege jetzt selbst los! Wähle sechs Geräte aus. Schaue dir die auf dem Typenschild des Geräts angegebene Leistung an und notieren sie:

1. _____ 4. _____
2. _____ 5. _____
3. _____ 6. _____

Miss die Wirkleistung dieser Geräte mit einem mobilen Wattmeter. Dieser Wert kann schwanken. Führe daher alle 20 Sekunden 10 Messungen durch. Vergleiche deine Messungen mit denen eines anderen Schülers und interpretiere die Unterschiede. Berechne auch hier den Mittelwert. Trage dann die Daten in Tabelle 2 ein.

Tabelle 2: Eigenstrommessungen von Haushaltsgeräten

Maßnahme
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
Mittelwert						

2. Kilowattstunde

Der Stromverbrauch wird, wie der Gasverbrauch, in **Kilowattstunden** (kWh) angegeben. Diese Einheit kWh wird für die Menge an elektrischer Energie verwendet, die wir verbrauchen, die z. B. von Sonnenkollektoren erzeugt oder in einer Batterie gespeichert wird. $1 \text{ kWh} = 1000 \text{ Wh} = 3\,600\,000 \text{ Joule}$

Berechne, wie viele Kilowattstunden man verbraucht, um eine 5-Watt-LED-Lampe 10 Stunden lang zu betreiben.

Was kannst du mit 1 kWh Energie machen? Ist das viel oder wenig?

Lies in Abbildung 4, was du mit 1 Kilowattstunde machen kannst.

Was kann man mit 1 kWh machen?



Abbildung 4: Was kann man mit 1 kWh machen? [2]

3. Berechnung des Verbrauchs eines Geräts

Der Verbrauch eines Geräts in Kilowattstunden (kWh) wird auf der Grundlage von berechnet:

die Leistung (ausgedrückt in Kilowatt) mal die Nutzungsdauer (die Anzahl der Stunden pro Tag und der Tage pro Jahr (Dauer + Häufigkeit)) [3].

Berechne den Verbrauch der Geräte, die du zu Hause häufig benutzt, und fülle die Tabelle 3 aus.

- Ermittle zunächst die **Leistung des Geräts**, indem du auf dem Gerät abliest, mit einem mobilen Wattmeter messen oder im Internet die Leistung desselben Gerätetyps nachschlagen. Drücke diese Leistung in Kilowatt aus. Tragen sie in Tabelle 3 in die **zweite Spalte ein**.

Die Leistung deines Staubsaugers beträgt z. B. 900 Watt = 0,900 kW

- Schreibe in die **dritte Spalte**, wie viele Stunden du dieses Gerät pro Jahr benutzt. Mache eine Schätzung!

Du benutzt deinen Staubsauger z. B. 2 Stunden pro Woche, also 2×52 Stunden = 104 Stunden = 104 Stunden pro Jahr.

- Berechne auf der Grundlage der Leistung und der Nutzungsdauer pro Jahr den Verbrauch jedes Geräts pro Jahr in Kilowattstunden (kWh) und notieren diesen in der vierten Spalte.

Ein Staubsauger mit einer Leistung von 900 W, der 104 Stunden pro Jahr benutzt wird, verbraucht z. B. $0,900 \text{ kW} \times 104 \text{ Stunden} = 93,6 \text{ kWh}$ pro Jahr.

- In die letzte Spalte schreibst du den Selbstkostenpreis pro Jahr. Der Selbstkostenpreis hängt von der Art des Vertrags und dem Lieferanten ab. Bei diesen Berechnungen kannst du mit 0,57 Euro pro Kilowattstunde rechnen (der höchste Energiepreis für Haushalte mit durchschnittlichem Verbrauch im Dezember 2022). [4]

Die Nutzung des Staubsaugers pro Jahr kostet z. B. $93,6 \text{ kWh} \times 0,57 \text{ €/kWh} = 53,4 \text{ €}$.

Suche im Haus nach drei weiteren Geräten, die Strom verbrauchen. Trage diese in die leeren Spalten der Tabelle 3 ein. Finde für diese Geräte heraus, wie viel Strom sie verbrauchen, und berechne den Preis, den du pro Jahr für sie bezahlst.

Tabelle 3: Leistung, Verbrauch und Kosten von Haushaltsgeräten pro Jahr

Gerät	Leistung (kW)	Verbrauch pro Tag (u) x Anzahl der Tage pro Jahr	Verbrauch pro Jahr (kWh)	Kosten / Jahr (€)
Staubsauger	0,900 kW	2 h x 52 Tage	93,6 kWh	53,4 €
Kochfeld				
Ofen				
Mikrowelle				
Kühlschrank				
Gefrierschrank				
Waschmaschine				
Trockner				
Geschirrspüler				
Wasserkocher				
Kaffee				
Laptop				

GSM				
TV				
Halogen-Stehlampe				
Energiesparlampe				
LED-Schreibtischlampe				
Insgesamt				

Berechne in der letzten Zeile von Tabelle 3 den Gesamtverbrauch und die Gesamtkosten für Strom pro Jahr in Ihrem Haushalt. Dabei gehen wir davon aus, dass alle Elektrogeräte in deinem Haushalt in dieser Tabelle aufgeführt sind (Du kannst das zuhause weiter untersuchen).

Berechne dann den prozentualen Jahresverbrauch der fünf Geräte, die am meisten Strom verbrauchen: Trage diese in eine Tabelle ein und erstelle ein Balkendiagramm auf einem separaten Blatt.

Hänge dieses Balkendiagramm an einer gut sichtbaren Stelle zu Hause auf, damit auch Ihre Mitbewohner wissen, welche Geräte viel Strom verbrauchen.

Vergleiche nun in Abbildung 5 deine Angaben zum Stromverbrauch der verschiedenen Geräte in deinem Haushalt während eines Jahres mit den Durchschnittswerten aus der Sibelga-Broschüre.

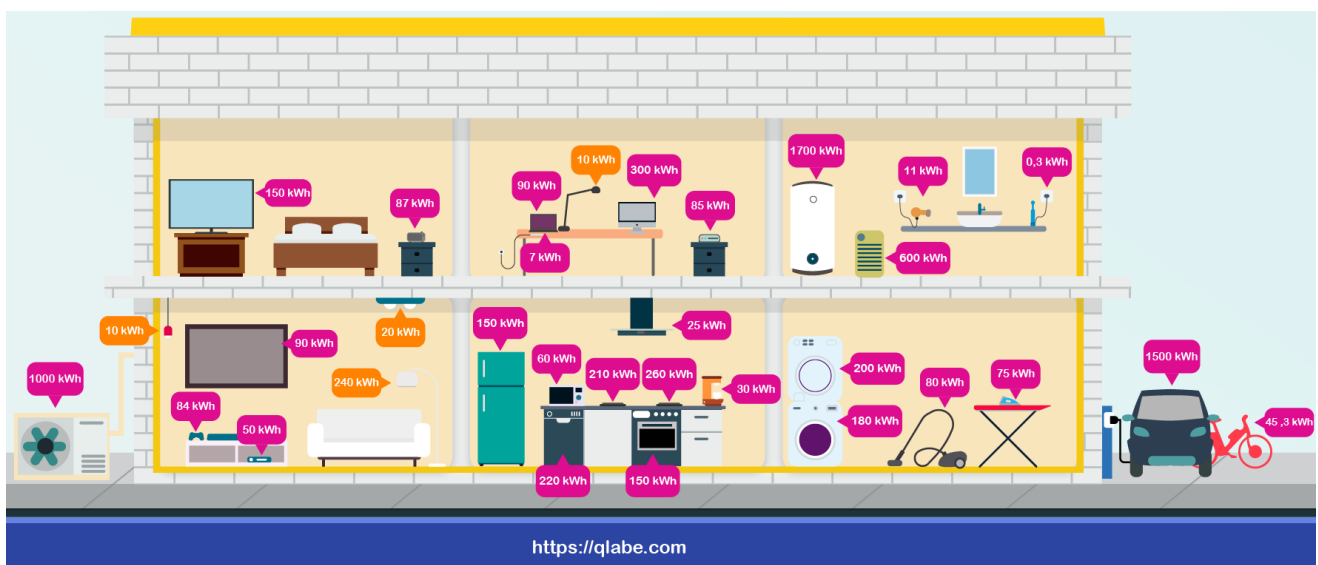


Abbildung 5: Elektrizitätsverbrauch pro Jahr für Haushaltsgeräte [3]

4. Energieetiketten

Die Energieeffizienz ist von Gerät zu Gerät sehr unterschiedlich. Deshalb wird jedes Gerät mit einem Energieetikett versehen. Diese Energieetiketten helfen bei der Auswahl eines geeigneten Haushaltsgeräts: Sie geben Auskunft über den Energieverbrauch. Sie klassifizieren Haushaltsgeräte nach ihrem Energieverbrauch auf einer Skala von A bis G, wobei A (oder ein grünes Etikett) für die höchste Energieeffizienz und G (oder ein rotes Etikett) für den höchsten Energieverbrauch steht. Dies hilft den Käufern, Geld zu sparen, indem sie sich für Produkte entscheiden, die weniger Energie verbrauchen. Außerdem werden die Unternehmen ermutigt, Produkte zu entwickeln, die weniger Energie verbrauchen. [5,6]

Dank der technischen Entwicklung werden die Geräte immer energieeffizienter. Dies hat zur Folge, dass immer mehr Geräte in Energieklassen oberhalb von A (von A+ bis A+++) fallen. Um wieder deutlicher zwischen den effizientesten und den am wenigsten effizienten Geräten zu unterscheiden, wurde die Skala auf ein einfacheres System von A bis G umgestellt. Ein Gerät mit dem alten Label A+++ kann somit ein neues Label B oder C erhalten.

Die neuen Etiketten sind für eine Reihe von Geräten (Waschmaschinen, Fernsehgeräte und Computer, Kühlschränke, Geschirrspüler) vorgeschrieben. Wenn du ein Elektrogeschäft betrittst, in dem diese Geräte verkauft werden, wirst du die Etiketten sofort erkennen. Für einige Geräte werden noch die alten Energielabel verwendet (von A+++ bis G). Die Unterschiede zwischen dem alten und dem neuen Energielabel findest du in Abbildung 6 [7].

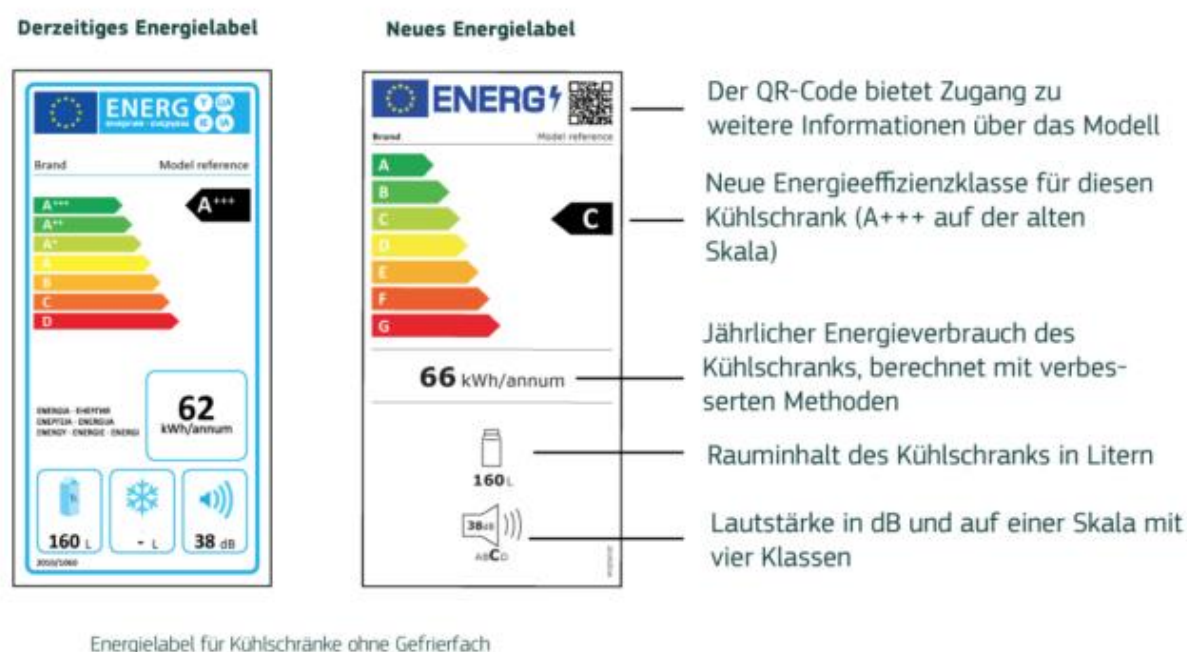


Abbildung 6: Neues Energielabel mit Erläuterungen [7]

Der Geschirrspüler mit dem alten Energielabel A+++ aus Abbildung 6 erhält nun ein neues Label B. Bedeutet dies, dass dieser Geschirrspüler weniger energieeffizient geworden ist?

Testaankoop erwähnte in einem Artikel vom 22. September 2017, dass Europa eine neue Richtlinie zur Begrenzung des Energieverbrauchs von Staubsaugern eingeführt hat. Seit September 2017 ist die maximale Leistung auf 900 Watt begrenzt. [8]

Warum verbieten sie Staubsauger mit hoher Leistung?

Suche zu Hause selbst nach Geräten mit einem Energielabel und sieh nach, zu welcher Klasse dieses Gerät gehört.

GESAMTER ELEKTRIZITÄTSVERBRAUCH ZU HAUSE

1. Elektrizitätsverbrauch pro Tag und pro Monat

In deiner EnergieID-Datei kannst du Grafiken zu deinem Stromverbrauch einsehen. Wenn du einen Tag- und Nachtzähler hast, wird dieser Verbrauch in zwei separaten Diagrammen angezeigt. Wenn du auch über Solarzellen verfügst, siehst du auch Diagramme der Produktion der Solarzellenenergie (Tag und Nacht) und der Einspeisung von Strom ins Netz (möglicherweise auch mit getrennten Messungen für Tag und Nacht).

Du kannst deinen Stromverbrauch pro Tag und pro Monat einsehen.

Die Abbildungen 7 und 8 zeigen den Stromverbrauch einer Familie für einen Tag, gemessen mit dem Tages- bzw. Nachtzähler.

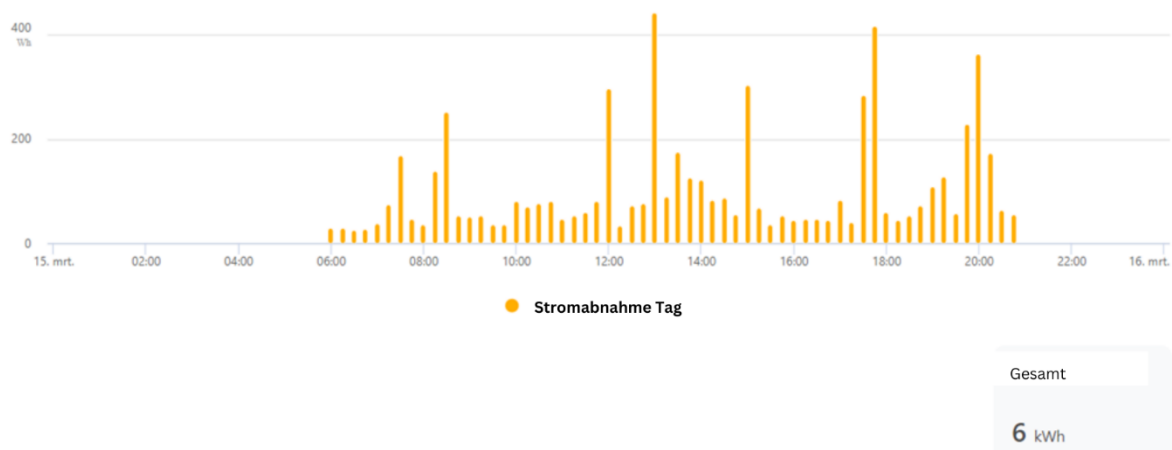


Abbildung 7: Stromverbrauch eines Haushalts pro 15 Minuten gemessen durch den Tageszähler am 15. März 2023 [9]

Betrachten die Abbildungen 7 und 8. Zu welchen Stunden verbraucht diese Familie den meisten Strom? Was könnte die Ursache dafür sein?

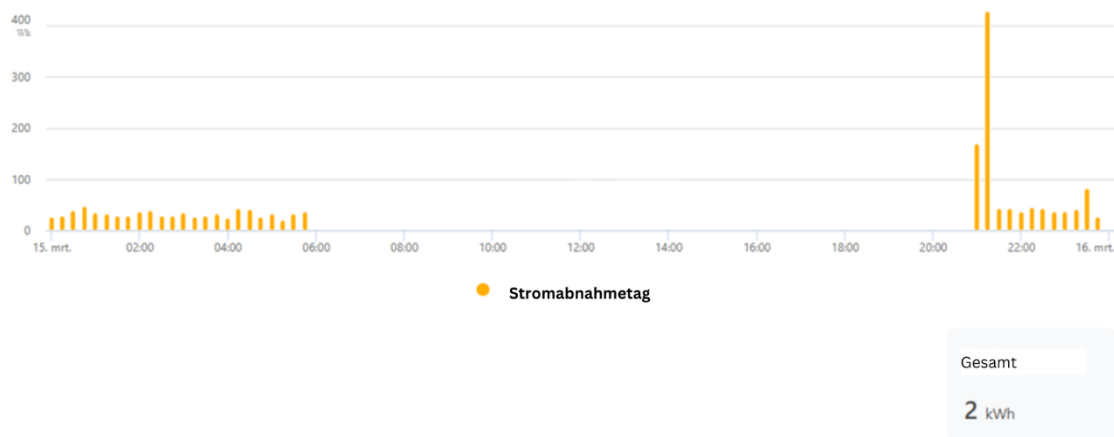


Abbildung 8: Stromverbrauch eines Haushalts pro 15 Minuten gemessen durch den Nachtzähler am 15. März 2023 [9]

Die Abbildungen 9, 10 und 11 zeigen den Stromverbrauch des Tageszählers, des Nachtzählers bzw. der beiden Zähler zusammen für eine Familie pro Monat.

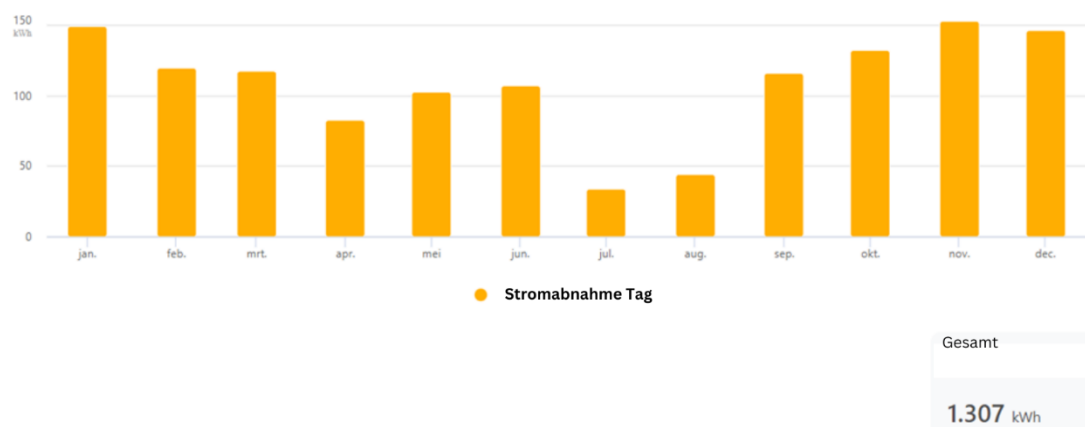


Abbildung 9: Stromverbrauch eines Haushalts pro Monat im Jahr 2022, gemessen mit dem Tageszähler [9]

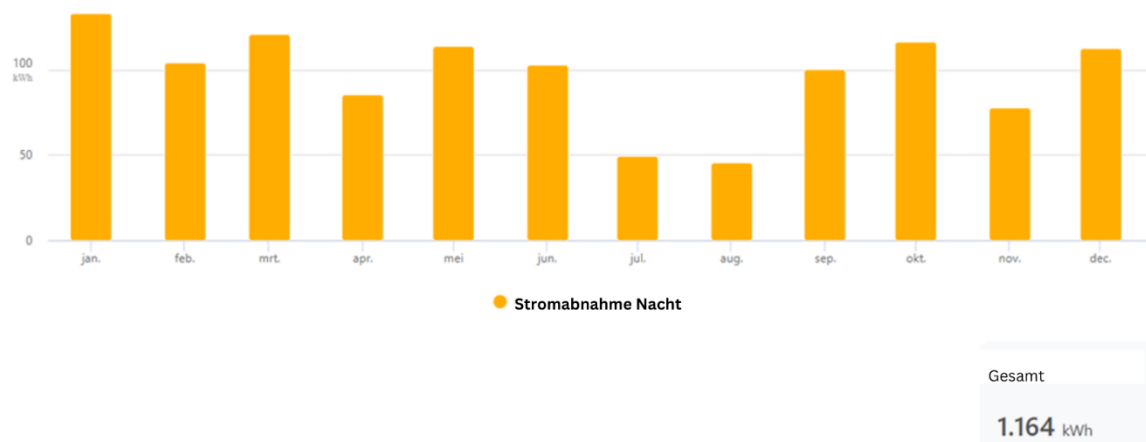


Abbildung 10: Stromverbrauch eines Haushalts pro Monat im Jahr 2022, gemessen mit Nachtzähler [9]

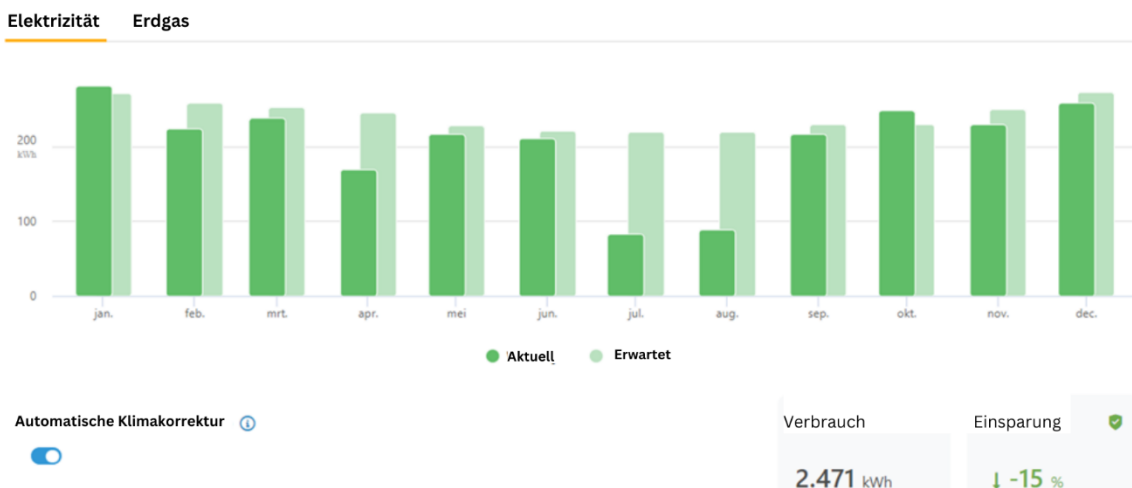


Abbildung 11: Gesamtstromverbrauch der Haushalte pro Monat im Jahr 2022 (Tag + Nacht) und erwarteter Verbrauch [9]

Wie viel Strom hat diese Familie pro Monat ungefähr verbraucht? Vergleiche den Verbrauch in den verschiedenen Monaten. Wie können Sie diese Unterschiede erklären?

Prüfe deinen Stromverbrauch zu Hause im Durchschnitt pro Tag und pro Monat (siehe Übersicht in EnergieID). Erkennst du Spitzen und Tiefpunkte? Kannst du dir das erklären?

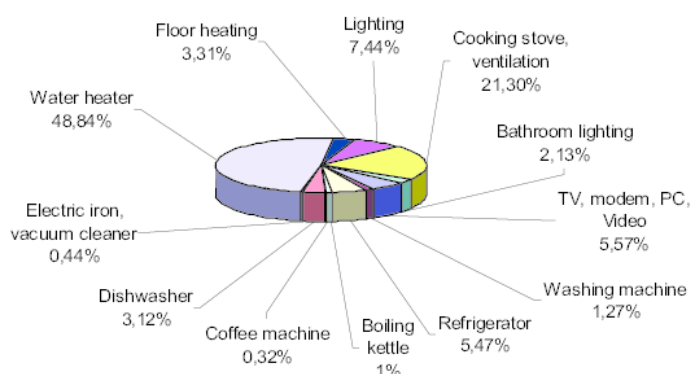
Wir vergleichen den Stromverbrauch pro Tag und pro Monat innerhalb der Gruppe. Sehen wir Unterschiede und wie können wir sie erklären?

2. Durchschnittlicher Haushaltsverbrauch und Kosten

Im Jahr 2020 lag der durchschnittliche Stromverbrauch einer Familie bei **2944 kWh pro Jahr**. [4] Tabelle 4 zeigt den durchschnittlichen Verbrauch nach Geräten in Europa.

Tabelle 4: Stromverbrauch pro Verbrauchskategorie (europäische Referenzwerte) [10]

Load name(s)	ON-time per day	ON-time/day, %
Kühlschrank	15 h 36 min	65
Fernseher, PC, Video	12 h 42 min	53
Licht	7 h 58 min	33
Heißwasser	5 h 46 min	24
Fußbodenheizung	4 h 5 min	17
Badezimmer-Licht	2 h 57 min	12
Ofen/Herd, Ventilator	2 h 12 min	9
Bügeleisen, Staubsauger	2 h 2 min	8
Spülmaschine	1 h 7 min	5
Waschmaschine	32 min	2
Kaffeemaschine	10 min	0,7
Wasserkocher	7 min	0,55



Vergleiche deinen eigenen durchschnittlichen Jahresverbrauch zu Hause mit dem europäischen Durchschnitt und mit der Verbrauchskategorie, die deiner Situation am besten entspricht. Wie groß ist der Unterschied? Wie kann man ihn erklären?

KOSTEN DER ELEKTRIZITÄT

Wir müssen für Energie bezahlen, aber wir bezahlen nicht nur für den Strom, den wir jedes Jahr verbrauchen. Das ist nur ein Teil der jährlichen Stromrechnung. Wir zahlen auch eine Art Jahresbeitrag. Wir zahlen auch für die Lieferung des Stroms zu unserem Haus (das sind die Netztarife). Darüber hinaus erheben die föderale und die flämische Regierung eine Reihe von Steuern auf Energie. Das kann man mit den Kosten für ein Auto vergleichen: Du kaufst oder mietest ein Auto, aber zahlst auch Wartungskosten, Kraftstoff, Steuern usw.

Die Bestandteile des Energiepreises sind hier zusammengefasst:

- Energiekosten: variiert von einem Anbieter zum anderen
- Jährliche Gebühr
- Energiekomponente: Stromverbrauch
- Fest: fester Betrag für jede verbrauchte kWh
- Variabel: Betrag hängt von der Entwicklung des Indexierungsparameters im Vertrag ab

- dynamisch (nur mit digitalem Stromzähler möglich): der Stromverbrauch wird pro Stunde abgerechnet; die Höhe hängt von der Entwicklung der Preise auf dem Energiemarkt + dem Abnahmeprofil ab
- Netztarife: Tarife für Verteilung und Übertragung
- Die Abgaben [11,12]

Die Strompreise sind im letzten Jahr stark angestiegen. Die Entwicklung des Preises pro Kilowattstunde und pro Jahr ist in den Abbildungen 12 und 13 dargestellt.

Schaue dir in Abbildung 12 die Struktur des Strompreises pro Kilowattstunde an. Welche(r) Teil(e) des Energiepreises haben sich im letzten Jahr deutlich verändert?

Schätze, wie viel Prozent der Kosten im März 2023 auf den Stromverbrauch selbst entfallen.

Wie viel hast du im September 2022 und im März 2023 pro Kilowattstunde bezahlt?

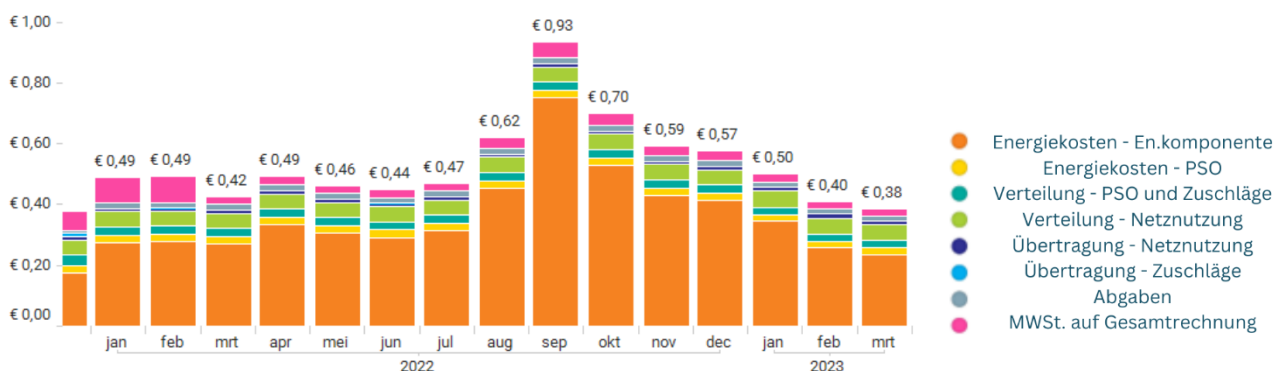


Abbildung 12: Kosten für 1 kWh Strom (Entwicklung pro Monat, für Haushalte mit durchschnittlichem Verbrauch) [4]

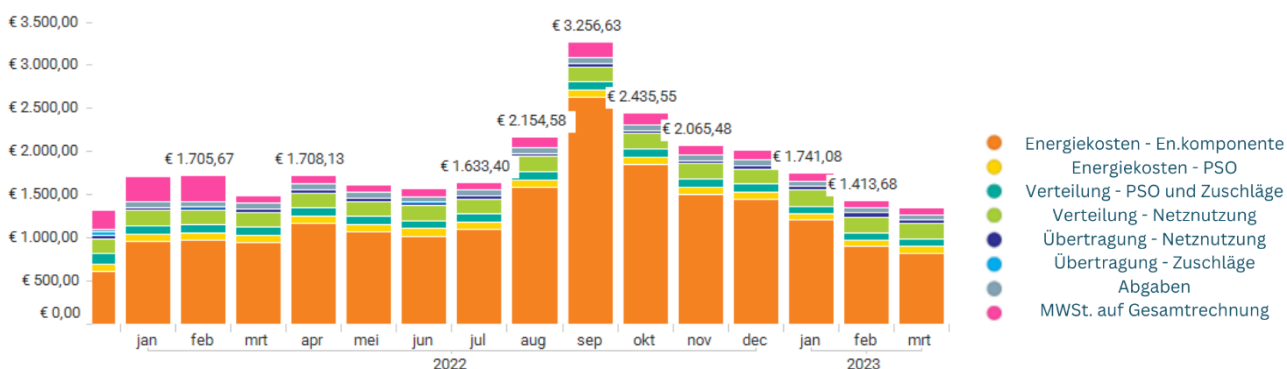


Abbildung 13: Stromkosten pro Jahr (Entwicklung pro Monat, für Haushalte mit durchschnittlichem Verbrauch) [4]

Beschreibe die Entwicklung des Strompreises von Januar 2022 bis Januar 2023?

EIGENE STROMERZEUGUNG ZU HAUSE

1. Solarmoduls

Immer häufiger werden auf den Dächern von Häusern Photovoltaikmodule installiert, die ihren eigenen Strom erzeugen (die Sonnenenergie in elektrische Energie umwandeln).

Wie viel Strom erzeugen Solarmodule?

Im Laufe des Tages und je nach Bewölkung erreicht eine wechselnde Menge an Sonnenlicht die Solarmodule. Jedes Solarmodul hat beim Kauf eine maximale Leistung, die das Modul nach den Angaben des Herstellers liefern kann. In der Regel sind dies 300 W pro Modul. Wenn man also 20 Module auf dem Dach hat, kann man maximal $6000 \text{ W} = 6 \text{ kW}$ elektrische Leistung erzeugen. 6 kW ist die Spitzenleistung, die nur unter idealen Bedingungen erreicht wird. An einem typischen sonnigen Wintertag können 6 Stunden mit einer Leistung von etwa 4000 W einen Ertrag von $6 \times 4000 \text{ W} = 24000 \text{ Wh} = 24 \text{ kWh}$ erzeugen.

Schätze, wie viel Strom Solarmodule an einem Sonnentag im Sommer erzeugen können.

Was geschieht mit der erzeugten elektrischen Energie?

Es gibt zwei Möglichkeiten, die elektrische Energie von Solarmodulen sinnvoll zu nutzen.

1. Erstens kann man diese Energie für die **elektrischen Geräte** in Ihrem Haus verwenden, z. B. für einen Elektroherd, eine Musikanlage, einen Computer, einen Kühlschrank, Licht usw. Dies ist auch die interessanteste Nutzung...
2. Die verbleibende Energie, die nicht selbst genutzt oder gespeichert werden kann, wird in das **Stromverteilungsnetz außerhalb Ihres Hauses eingespeist** (exportiert). Diese Energie kann dann von einem anderen Kunden Ihres Stromversorgers genutzt werden. Der digitale Zähler des Stromversorgers erfasst, wie viel Energie Sie auf diese Weise in das Netz eingespeist haben, die dir dann bei der Abrechnung Ihres Stromverbrauchs erstattet wird. Allerdings erhält man für eine kWh, die man ins Netz einspeist oder exportiert, immer weniger zurück, als für eine kWh, die aus dem Netz entnommen oder importiert und

verbraucht wird, bezahlen müssen, da für jede Übertragung von Energie ins oder aus dem Netz Übertragungskosten bezahlen werden müssen. Es ist also am besten, so viel erzeugte Energie wie möglich selbst in elektrischen Geräten zu nutzen.

Um die Energiekosten zu minimieren, kannst du versuchen, deine Gewohnheiten so weit wie möglich an die Solarenergieproduktion anzupassen.

Wie könnte man das tun?

Wer eine eigene Solaranlage besitzt, kann die Leistung der Solaranlage auf dem Dashboard von EnergieID überprüfen. In Abbildung 14 siehst du die Stromproduktion der Solarpaneele einer Familie pro Monat.



Abbildung 14: Stromertrag der Solaranlage einer Familie pro Monat (2022) [10]

Die von den Solarmodulen erzeugte Strommenge, die nicht selbst verbraucht werden kann, wird in das Netz zurückgespeist. Dies ist die Stromeinspeisung. Die Abbildungen 15 und 16 zeigen die Stromeinspeisung aus derselben Familie.



Abbildung 15: Mit dem Tageszähler gemessener Stromverbrauch eines Haushalts (2022) [10]

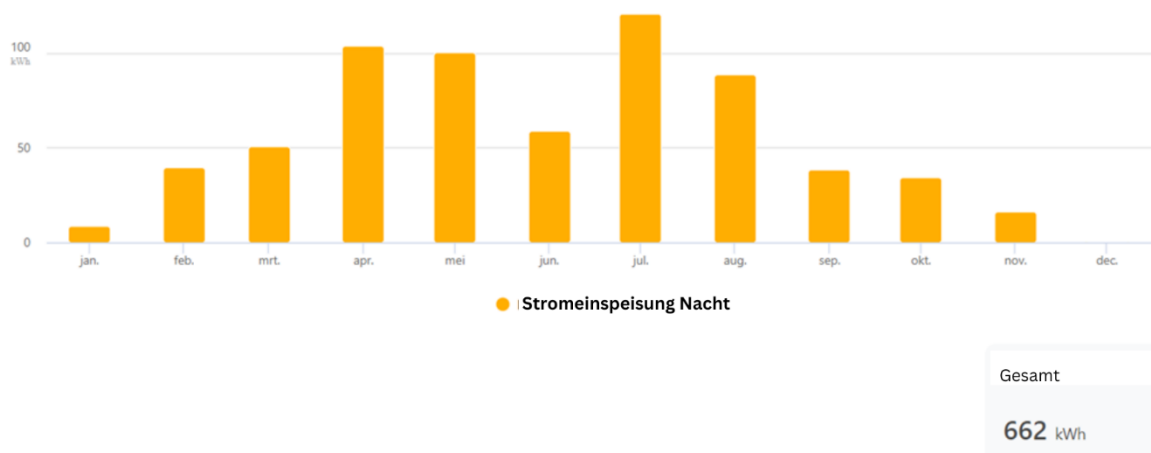


Abbildung 16: Mit dem Nachtzähler gemessene Stromeinspeisung eines Haushalts (einschließlich Wochenenden) [10]

Beachte, dass der Maßstab der Y-Achse in den verschiedenen Abbildungen nicht derselbe ist!

Berechne, wie viele Kilowattstunden und wie viel Prozent des selbst erzeugten Stroms die Familie jeden Monat selbst verbraucht. Trage die gerundeten Werte in Tabelle 5 ein.

Tabelle 5: Berechnung der Menge (in kWh) und des Prozentsatzes der selbst erzeugten Energie pro Monat

	Jan	Februar	Ma	Apr.	Mai	Juni	Juli	Aug	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.
kWh												
%												

In welchen Zeiträumen kann der meiste Strom aus deinen eigenen Zonenpaneelen genutzt werden? Hast du das erwartet?

Die Abbildungen 17 und 18 zeigen, wie viel Strom dieser Haushalt noch aus dem Netz bezieht.

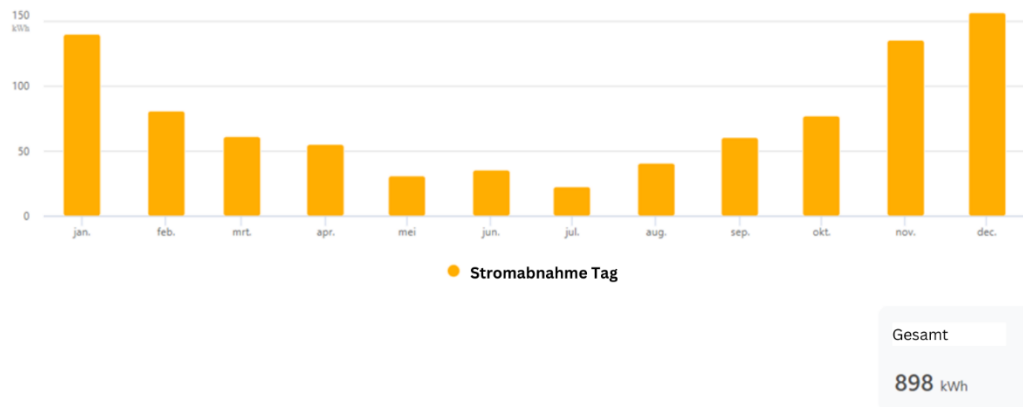


Abbildung 17: Mit dem Tageszähler gemessener Stromverbrauch eines Haushalts [10]



Abbildung 18: Stromverbrauch eines Haushalts, gemessen mit dem Nachtzähler [10]

Warum wird selbst in den Sommermonaten immer noch Strom aus dem Netz entnommen, während gleichzeitig Strom ins Netz abgegeben wird?

2. Kombination von Sonnenkollektoren und einer Hausbatterie

Besitzer von Sonnenkollektoren nutzen im Durchschnitt 30 % der erzeugten Energie selbst. Um die selbst erzeugte Solarenergie noch besser nutzen zu können, installieren immer mehr Haushalte eine Hausbatterie. Im Durchschnitt hat eine Hausbatterie eine Speicherkapazität von 2 bis 10 kWh. Wenn du eine Hausbatterie hast, kann die von den Solarmodulen erzeugte Energie, die nicht sofort genutzt werden kann, in dieser Hausbatterie gespeichert werden. Die in der Hausbatterie gespeicherte Energie kann dann zu einem späteren Zeitpunkt (wenn die Sonne nicht scheint, z. B. am Abend oder in der Nacht) selbst genutzt werden.

Wenn die Hausbatterie voll aufgeladen ist, kann nichts mehr hinzugefügt werden (wie bei einem Schiff, das voll gefüllt ist). Dann wird die verbleibende Energie aus den Sonnenkollektoren in das Netz eingespeist, um noch etwas damit zu verdienen.

Wenn eine intelligente Steuerung für Ihre Solaranlage und die Hausbatterie existiert, wird sie entsprechend dieser Präferenz arbeiten: zuerst Eigenverbrauch von Ihren eigenen Geräten, dann auf der Hausbatterie und der Überschuss auf dem Netz (Export).

Um das Zusammenwirken von Sonnenkollektoren und einer Hausbatterie zu verstehen, betrachten wir zwei Beispiele.

Abbildung 19 zeigt ein Beispiel von 20 Solarmodulen, die an einem Wintertag (am 22. Dezember 2021) insgesamt 9,71 kWh elektrische Energie erzeugten. Sie produzierten nie mehr als 4 kW Strom. Da es sich um einen der kürzesten Tage handelt, haben sie nur von 9.00 bis 16.15 Uhr Energie produziert. Du siehst also, dass die Spitzenleistung von 6 kW nicht jeden Tag oder über die gesamte Dauer des Tages geliefert wird.

Rendement: 9.71 kWh Verbrauch: 11.71 kWh
 99.79% 0.21% 86.68% 13.32%
 Zelfverbruik: 9.69 kWh Exporteren: 0.02 kWh Zelfvoorzienendheid: 10.15 kWh Importeren: 1.56 kWh



Abbildung 19: Von den Solarmodulen am 22. Dezember 2021 für 1 Tag erzeugte Leistung [14,15]

Abbildung 20 zeigt den Strom, der von den Solarmodulen selbst verbraucht wird (in blau). In Grün ist die von den Solarmodulen erzeugte Leistung dargestellt: Diese Linie ist schwer zu erkennen, da sie fast den ganzen Tag über mit der grünen Linie übereinstimmt. Nur um die Mittagszeit liegt die grüne Linie kurzzeitig etwas höher als die blaue Linie, wie du auf der Vergrößerung sehen kannst. Die von den Sonnenkollektoren erzeugte elektrische Energie wird fast vollständig zu Hause verbraucht oder in der Batterie gespeichert. Es wird fast nichts in das Netz eingespeist. In Abbildung 20 ist zu sehen, dass der Gesamtexport von 0,02 kWh an diesem Tag wirklich sehr gering ist.

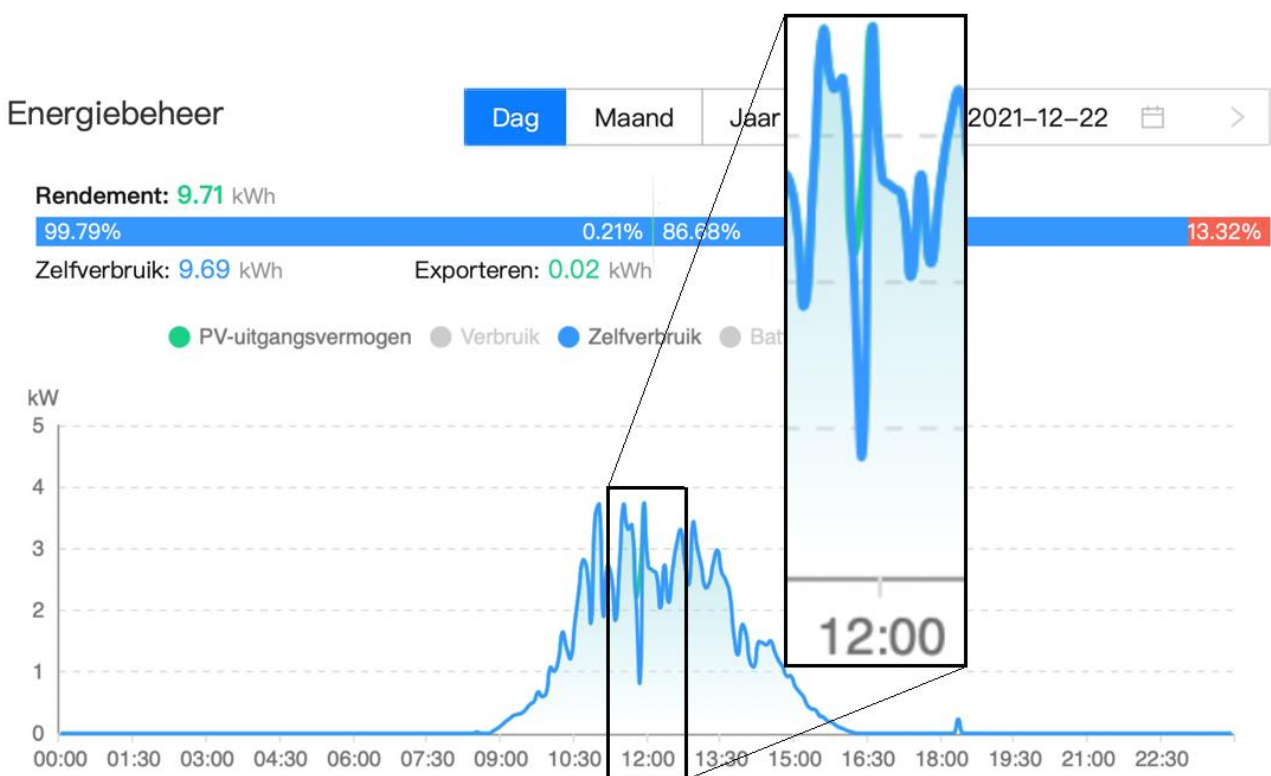


Abbildung 20: Eigenstromverbrauch in der Wohnung am 22. Dezember 2021 für einen Tag mit einer Gesamtenergiemenge von 9,69 kWh [14,15]

Was fällt beim Stromverbrauch dieser Familie auf? Wie unterscheidet sich dieser vom Stromverbrauch deiner Familie?

Die Sonnenkollektoren liefern nicht genug Strom: Die zusätzlich benötigte elektrische Energie wird dem Netz entnommen. Natürlich verbrauchen wir auch außerhalb der Sonnenstunden elektrische Energie. Welche Geräte in deinem Haus verbrauchen außerhalb der Sonnenstunden Strom?

In einem zweiten Beispiel sehen wir uns nun ein vollständiges Diagramm an, das den Verlauf von fünf gemessenen Energieleistungen (5 Kurven) an einem anderen Tag, nämlich dem 21. Dezember 2021, zeigt (siehe Abbildung 21). Daraus erfahren wir noch mehr über das gesamte Energieereignis zu Hause.

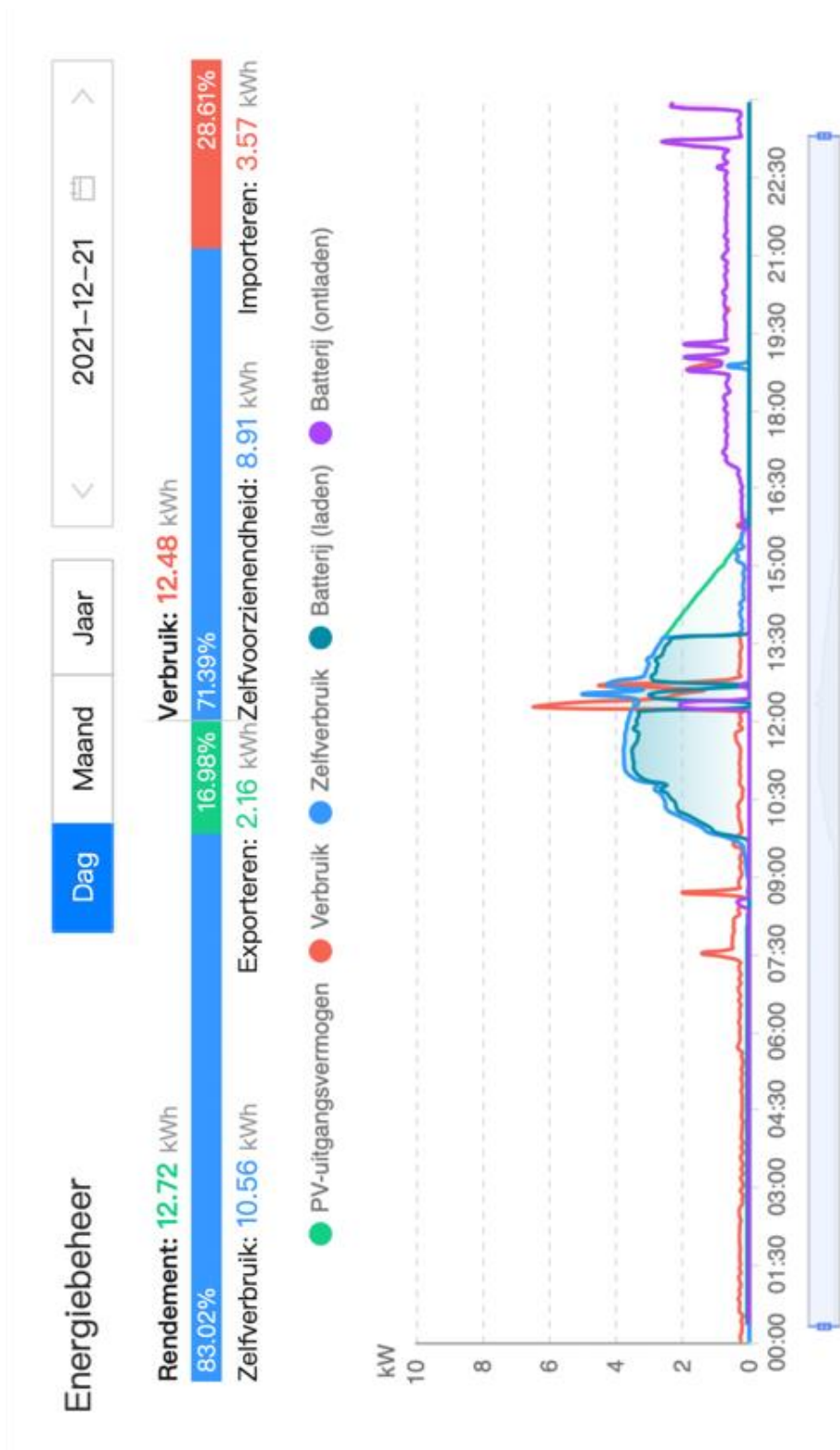


Abbildung 21: Zirkulation von 5 Energieleistungen im Haus an einem Tag (21. Dezember 2021) [14,15]

In Abbildung 21 ist Folgendes zu sehen:

- Die Gesamtmenge der von den Solarmodulen am 21. Dezember erzeugten Energie (Wirkungsgrad) betrug 12,72 kWh.
- Der Verlauf der Leistung, die von den Solarmodulen geliefert wurde, ist in der grünen Kurve (PV-Ausgangsleistung) dargestellt.
- Die rote Linie zeigt den "Verbrauch" der Geräte im Haus. Man sieht, dass der Stromverbrauch über den ganzen Tag verteilt ist, aber besonders mittags für den Herd in der Küche.
- Die dunkelblaue Linie zeigt die geladene Leistung des Akkus. Diese passt ziemlich gut zur grünen Kurve der Leistung, bis die Leistung um 13.45 Uhr vollständig auf Null geht und von da an Null bleibt, weil die Batterie dann voll geladen ist.
- Die lila Kurve zeigt den Verlauf der Entladung der Hausbatterie. Man sieht, dass sie in der Regel recht gut mit dem roten Verlauf des Verbrauchs ab 15.45 Uhr übereinstimmt, als die Sonne nicht mehr auf die Paneele schien (die lila Kurve liegt über der roten).
- Von der Gesamtleistung der Solarmodule in Höhe von 12,72 kWh werden 10,56 kWh entweder in den Geräten verbraucht oder in die Batterie geladen, und die überschüssigen 2,16 kWh werden an das netzunabhängige Netz für andere Verbraucher geliefert (Export).
- Betrachtet man den Gesamtverbrauch an elektrischer Energie an diesem Tag (12,48 kWh), so stellt man fest, dass ein Teil aus dem Netz importiert wurde (3,57 kWh) und ein anderer Teil selbst verbraucht wurde (Eigenverbrauch), d. h. 8,91 kWh. Da die Batterie zu Beginn des Tages leer war, musste der Eigenverbrauch von Mitternacht bis zum Beginn der Energieversorgung durch die Solarmodule aus dem netzunabhängigen Stromnetz gedeckt werden. Zu sehen ist, dass die rote Kurve von Mitternacht bis etwa 9 Uhr morgens höher ist: Das bedeutet, dass insgesamt 3,57 kWh aus dem Netz importiert wurden. Die verbleibende Energiemenge (Autarkie) von 8,91 kWh, die zu Hause verbraucht wird, stammt direkt aus dem erzeugten Solarstrom oder aus der Batterie.

Berechne, wie viel Energie in der Batterie für den nächsten Tag übrig ist.

Wenn wir uns nun die Energieflüsse in Abbildung 21 ansehen, können wir vier verschiedene Zeitintervalle mit unterschiedlichen Funktionsweisen des gesamten Systems unterscheiden.

Zeitraum 1 von Mitternacht bis etwa 9.30 Uhr: Hier ist die rote Kurve höher und die anderen Kurven liegen fast bei Null. Dies ist also ein Zeitraum, in dem Energie verbraucht wurde und in dem die Sonnenkollektoren und die Hausbatterie fast nichts für diesen Verbrauch geliefert haben. Dies ist der Zeitraum, in dem wir Energie aus dem Netz beziehen (Import). Dies ist ein Zeitraum, in dem Energie aus dem Netz importiert wird. An diesem Tag wurden 3,57 kWh Energie aus dem Netz importiert.

Zeitraum 2 von ca. 9.30 Uhr bis 13.45 Uhr: Hier deckt sich die grüne Kurve der Energieerzeugung aus den Solarmodulen fast vollständig mit der dunkelblauen Kurve des Speichers (Batterieladung), außer um die Mittagszeit, wenn elektrisch gekocht wird, wo es zu roten Spitzen kommt. Dies ist der Zeitraum, in dem das System zu Hause ohne Netzanschluss betrieben wird. Der größte Teil der Energie wird in der Hausbatterie gespeichert und um die Mittagszeit auch in der Küche gut genutzt.

Zeitraum 3 von ca. 13.45 Uhr bis ca. 15.45 Uhr: Dann setzt sich die grüne Kurve der Energieerzeugung aus den Solarmodulen fort, während die dunkelblaue Kurve der Speicherung auf Null gesunken ist, weil die Batterie voll geladen ist. Da der Eigenverbrauch im Haus sehr begrenzt ist (blaue Kurve), wird die Energie ins Netz eingespeist (Export). Dies ist der Zeitraum, in dem 2,16 kWh von den Solarmodulen in das Netz "exportiert" werden.

Zeitraum 4 von ca. 15.45 Uhr bis Mitternacht: Hier ist die grüne Kurve gleich Null, weil die Solarzellen keine Leistung erbringen, und die violette Kurve der Entladung der Hausbatterie deckt sich fast vollständig mit der roten Kurve des Verbrauchs im Haus. Mit anderen Worten: Die Geräte im Haus verbrauchen nur Energie aus der Hausbatterie. Auch hier handelt es sich um einen eigenen, vom Netz getrennten Betriebszeitraum. Hier zeigt sich die Nützlichkeit einer Hausbatterie.

Zusammengenommen ergeben diese beiden Perioden des Eigenbetriebs des elektrischen Energiesystems eine nützliche Nutzung von 10,56 kWh Solarenergie an diesem Tag im Haus. Wenn du abschätzt, um wie viel die rote Kurve des Verbrauchs während der sonnigen Periode dieses Tages unter der grünen Kurve liegt, siehst du, dass du viel weniger Eigenverbrauch hättest, wenn es keine Hausbatterie gäbe.

Es ist also nicht so einfach, damit zu arbeiten, aber wir können eine Menge daraus lernen. Obwohl an diesem Tag die von den Solarmodulen erzeugte Energie von 12,72 kWh in etwa der im Haus verbrauchten Energie von 12,48 kWh entsprach, mussten am Morgen immer noch 3,57 kWh Energie aus dem Netz entnommen werden, da die Batterie zu Beginn des Tages leer war. Tagsüber, als die Batterie voll geladen war, wurden noch 2,16 kWh Energie ins Netz eingespeist. Die Energieerzeugung und der Energieverbrauch des Hauses funktionierten also nicht die ganze Zeit über von alleine.

Wenn man das über mehrere Tage hinweg ansieht, kann man feststellen, dass es Tage gibt, an denen keine Energie mit dem Netz ausgetauscht wird. An anderen Tagen mit viel Sonnenschein wird nichts aus dem Netz entnommen, sondern nur nicht verbrauchte oder gespeicherte Energie ins Netz eingespeist. Es gibt auch Tage mit wenig Sonne, an denen nur Energie aus dem Netz verbraucht und nichts ins Netz eingespeist wird.

Betrachte nun einige andere Tage, die in den Tagesdiagrammen in Abbildung 22 dargestellt sind. Verbinde die folgenden Tagesaktivitäten mit dem entsprechenden Diagramm A, B, C und D.

1. Große Leistung der Solarmodule und schnelles vollständiges Aufladen der Hausbatterie. Nachdem sie vollständig aufgeladen ist, wird eine weitere große Energiemenge ins Netz eingespeist.

= Diagramm _____

2. Abwechselnd Sonne und Wolken mit eher mäßiger Leistung der Solarmodule, intensive Nutzung im Haus und Laden der Hausbatterie, wenig Überschuss und damit auch geringe Einspeisung ins Netz. Das Hausnetz funktioniert gut unabhängig vom öffentlichen Netz.

= Diagramm _____

3. Sehr wenig Leistung von Sonnenkollektoren und Hausbatterien beim Laden und Entladen, ziemlich viel Stromverbrauch über das öffentliche Netz. Noch etwas Nutzen aus Sonnenkollektoren und Hausbatterie

= Diagramm _____

4. Fast keine Leistung der Solarzellen und fast ausschließlicher Verbrauch von Strom aus dem öffentlichen Netz. Die Sonnenkollektoren und die Hausbatterie sind nicht nützlich.

= Diagramm _____

Diagramm A

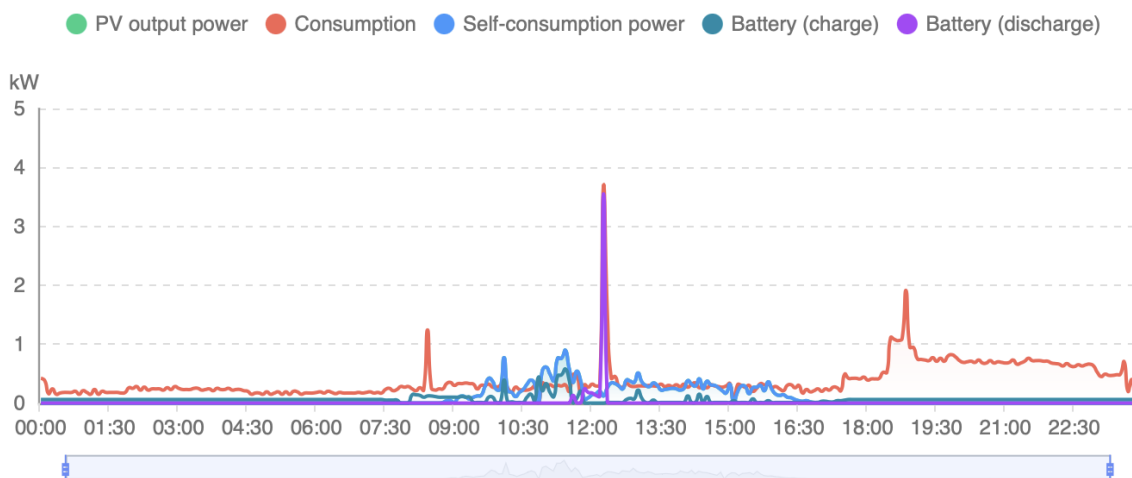


Diagramm B:

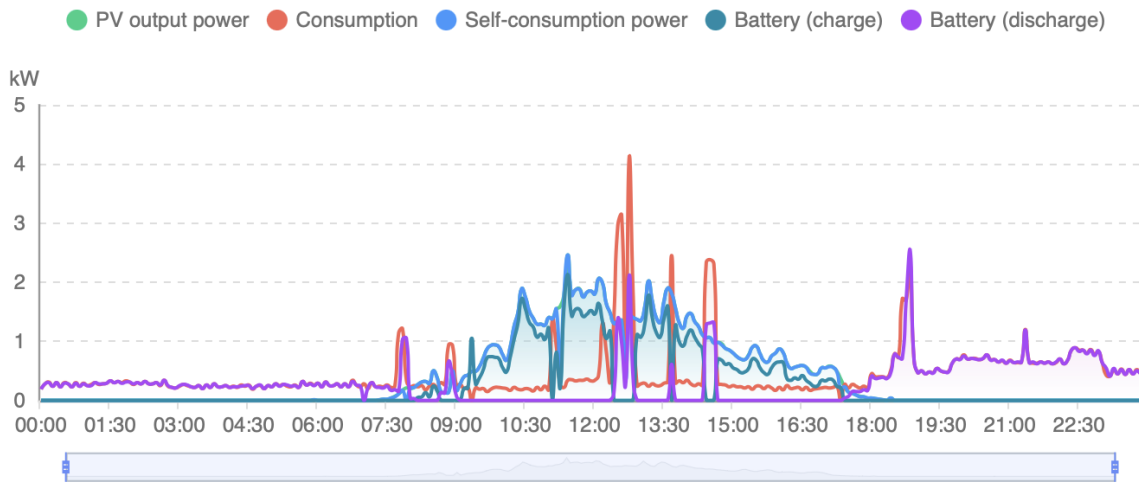


Diagramm C:

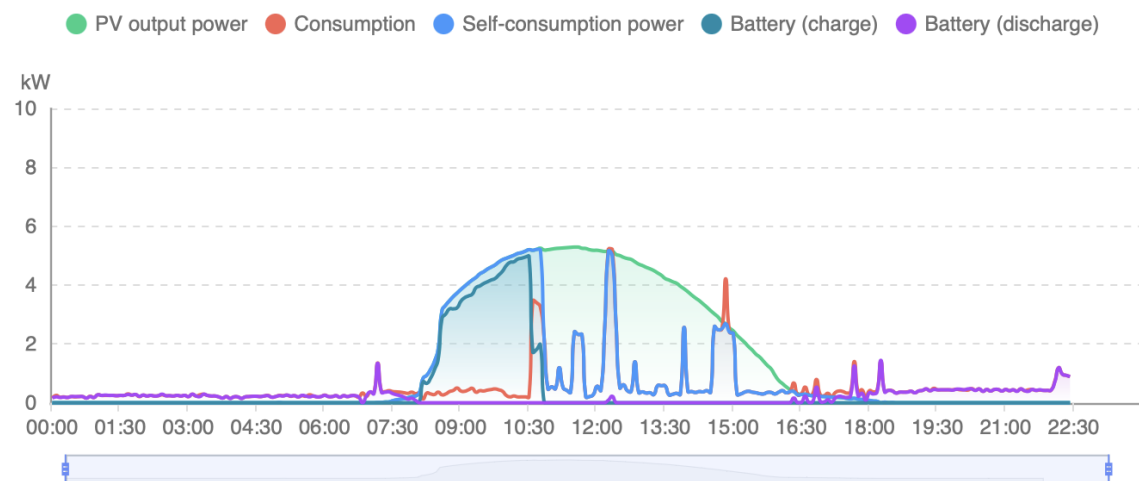


Diagramm D:

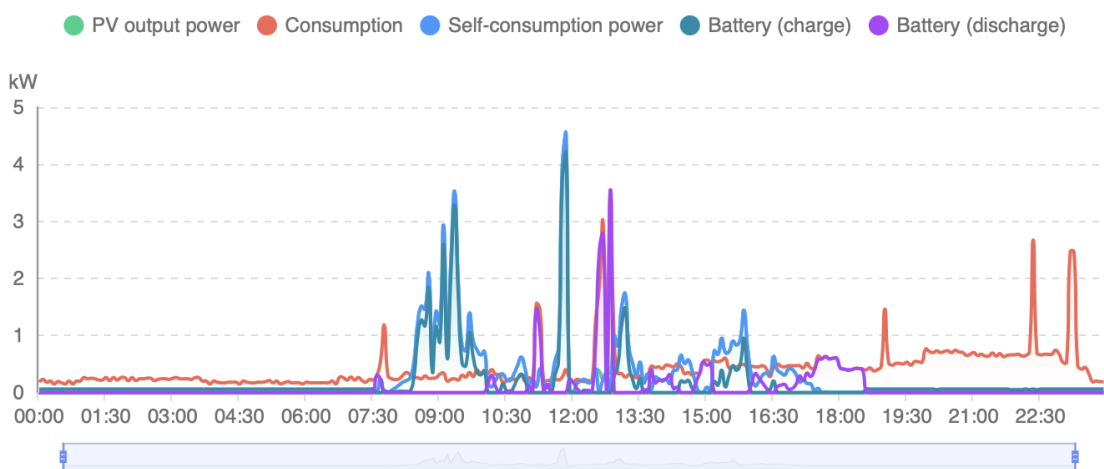


Abbildung 22: Diagramme von verschiedenen Tagen mit 5 gemessenen Energieleistungen

Wie würde es sich auswirken, wenn du mehr Sonnenkollektoren aufstellen würdest?

Wenn die Hausbatterie voll aufgeladen ist und du nur diese Energie nutzt, wie lange könntest du dann dein Haus damit versorgen?

Wie würde sich der Einbau einer größeren Hausbatterie auswirken?

Nicht nur die Anzahl der Sonnenkollektoren und die Größe der Hausbatterie wirken sich auf die Gesamtenergiekosten aus, auch unser Verhalten hat einen großen Einfluss.

Welche Maßnahmen kannst du ergreifen, um weniger Energie aus dem Netz zu beziehen?

Lies den folgenden Zeitungsartikel:

- <https://theconversation.com/thinking-of-buying-a-battery-to-help-power-your-home-heres-what-you-need-to-know-192610>
- <https://www.theguardian.com/money/2023/mar/04/solar-panels-home-batteries-save-cut-bill-costs> [16]

Liste alle Spartipps auf.

Wie viel Prozent der durch Sonnenkollektoren erzeugten Energie kann eine Familie im Durchschnitt selbst verbrauchen?

Bis zu welchem Prozentsatz der durch Sonnenkollektoren erzeugten Energie kannst du mit einer Hausbatterie verbrauchen?

Welche Tipps werden in diesem Artikel gegeben, um Ihren Eigenverbrauch zu steigern? Fallen dir eigene Tipps ein?

Warum sollten Verbrauchsspitzen vermieden werden?

STROMSPAREN

1. Berechnung der Stromeinsparungen

Du ersetzt 6 35-Watt-Halogenstrahler durch 3-Watt-LED-Strahler (dies ergibt etwa die gleiche Lichtmenge, 300 bis 500 Lumen, da LED-Strahler die Energie effizienter in Licht umwandeln). Berechne auf der Grundlage von Schätzungen, wie viel Strom und wie viel Geld du in einem Jahr sparen würdest.

Auf welche Art und Weise verbrauchst du mehr Energie, um einen Liter Wasser zu erhitzen: auf einem Elektroherd (mit z.B. 2000 W), mit einem Wasserkocher (mit z.B. 2200 W) oder mit der Mikrowelle (mit z.B. 1000 W)? Machen eine Schätzung.

Du ersetzt deinen alten 54-Watt-Gefrierschrank durch einen neuen 19-Watt-Gefrierschrank. Wie viel Geld kann man dadurch jährlich einsparen? Wie lange ist die Amortisationszeit für diese Investition?

Du beschließt, deinen Wäschetrockner in den warmen Monaten von Juni bis September nicht zu benutzen, sondern die Wäsche zum Trocknen draußen aufzuhängen. Wie viel Strom und Geld kannst du dadurch sparen? Mache die notwendigen Schätzungen.

2. Tipps zum Sparen

Lese die Tipps zum Stromsparen auf der folgenden Website:

<https://www.energiewechsel.de/KAENEF/Navigation/DE/Mitmachen/Alltag/Energiesparen/energipartipps.html>

Nenne 10 Tipps, die deiner Meinung nach am effektivsten sind, um Strom zu sparen.

Kreuze oben die 3 Tipps an, die deiner Meinung nach bei dir zu Hause am effektivsten sind. Schätze, wie viel Einsparungen sie bringen könnten.

AUFTRAG

Wir haben uns ein gemeinsames Ziel gesetzt: die Reduzierung des Stromverbrauchs in deinem Haus:

Welche Tipps wirst du im nächsten Monat zu Hause ausprobieren?

Wie willst du deine Familienmitglieder davon überzeugen, dies mit Ihnen auszuprobieren?

HEIMBETRIEB

Sieh dir mindestens einmal pro Woche Ihren Stromverbrauch auf dem EnergyID-Dashboard an.

Notiere, zu welchen Stunden am Tag oder an welchen Tagen in der Woche du am meisten konsumierst. Sind dies jeden Tag/Woche die gleichen Stunden? Wenn du Sonnenkollektoren und möglicherweise eine Hausbatterie hast, prüfe, zu welchen Stunden des Tages du Strom aus dem Netz verbrauchst.

Woche 1: _____

Woche 2: _____

Woche 3: _____

Woche 4: _____

Welche Geräte verbrauchen zu Spitzenzeiten Strom? Bespreche mit deinen Familienmitgliedern, ob Sie Ihren Verbrauch weiter an Ihre Bedürfnisse anpassen können.

Schreiben eine Quizfrage zum Stromverbrauch mit vier Antwortmöglichkeiten auf und gebe sie in der nächsten Stunde ab.

REFERENZEN

- [1] https://de.wikipedia.org/wiki/Erneuerbare_Energien
- [2] <https://www.enbw.com/blog/wohnen/energie-sparen/was-man-mit-1-kwh-so-alles-machen-kann-2/>
- [3] <https://www.adtsolar.com/sustainable-living/energy-consumption-habits/>
- [4] https://dashboard.vreg.be/report/DMR_Prijzen_elektriciteit.html
- [5] [https://www.verbraucherzentrale.de/wissen/umwelt-haushalt/nachhaltigkeit/energielabels-eine-uebersicht-5751#:~:text=LEDs%20\(Licht%20emittierende%20Dioden\)%20erreichen,die%20Klassen%20D%20bis%20F.&text=Die%20Wäschetrockner%20%2C%20die%20am%20wenigsten,gehören%20der%20Effizienzklasse%20B%20an.](https://www.verbraucherzentrale.de/wissen/umwelt-haushalt/nachhaltigkeit/energielabels-eine-uebersicht-5751#:~:text=LEDs%20(Licht%20emittierende%20Dioden)%20erreichen,die%20Klassen%20D%20bis%20F.&text=Die%20Wäschetrockner%20%2C%20die%20am%20wenigsten,gehören%20der%20Effizienzklasse%20B%20an.)
- [6] <https://www.energiewechsel.de/KAENEF/Redaktion/DE/Standardartikel/Dossier/A-label-uebersicht.html>
- [7] <https://www.verbraucherzentrale.de/wissen/umwelt-haushalt/nachhaltigkeit/energielabels-eine-uebersicht-5751>
- [8] <https://www.staubsaugermanufaktur.de/blog/watt-limit-fuer-staubsauger-was-bedeutet-die-wattbeschaenkung-der-eu/#:~:text=Schon%20seit%20September%202014%20duerfen,bei%20maximal%20900%20Watt%20liegen.>
- [9] <https://www.energyid.eu/de>
- [10] <https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Umwelt/UGR/private-haushalte/Tabellen/stromverbrauch-haushalte.html>
- [11] <https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Textsammlungen/Energie/strompreise.html#:~:text=Im%20Jahr%202022%20lagen%20die,8%2C12%20Cent%2FkWh.>
- [12] <https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Artikel/Energie/strompreise-bestandteile.html>
- [13] a) <https://www.vlaanderen.be/energieleveranciers-en-energiecontracten/de-v-testr-vergelijkt-de-verschillende-energiecontracten-en-leveranciers>
- b) <https://www.vlaanderen.be/energieleveranciers-en-energiecontracten/de-v-testr-vergelijkt-de-verschillende-energiecontracten-en-leveranciers>
- c) <https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Vportal/Energie/Vertragsarten/Sondervertrag/artikel.html>
- [14] <https://solar.huawei.com/eu/Products/FusionSolarResidential>
- [15] <https://solar.huawei.com/nl/FusionSolarResidential>

[16] <https://www.theguardian.com/money/2023/mar/04/solar-panels-home-batteries-save-cut-bill-costs>

Vielen Dank an Joos Vandewalle für die Informationen zu Solarmodulen und Hausbatterien.