

# Negawatt<sup>1</sup>

4.1.2023

Eine weltweit lancierte Meldung erweckte die Euphorie wieder, dass der Prozess der Kernfusion schon sehr bald den Energiehunger der Menschheit stillen wird [1]. Tatsächlich handelt es sich bei dieser Nachricht weit eher um ein Musterbeispiel von schlechter Wissenschaftskommunikation wie es auch in einem Beitrag zur Wissenschaftsskepsis der Österreicher bedauert wird [2]. Ein, nur kurze Zeit vorher publizierter Beitrag in einem wissenschaftlichen Journal blieb der breiten Öffentlichkeit unbekannt [3]. Aus der Einleitung möchte ich daher folgende Aussage zitieren, die auf das grundsätzliche Problem zur möglichen Nutzung dieser Energieform hinweist: “State-of-the-art magnetic fusion devices cannot yet achieve a sustainable fusion performance, which requires a high temperature above 100 million kelvin and sufficient control of instabilities to ensure steady-state operation on the order of tens of seconds “. Verkürzt wiedergegeben: „Derzeit ist es nicht möglich einen kontrollierten Fusionsprozess länger als einige Sekunden kontrolliert aufrecht zu erhalten. Als finales Ergebnis ihrer Forschung nennen die Verfasser des Artikels eine Zeit von 20 Sekunden während der es ihnen erstmals gelungen ist die Reaktion unter Laborbedingungen zu kontrollieren. Auf ein fiktives Kraftwerk übertragen bedeutet das, dass nach längstens 20 Sekunden der Strom abgeschaltet werden muss. Diese Zeit reicht nicht einmal aus um Gaskraftwerke<sup>2</sup> in Betrieb zu nehmen die den Ausfall des Fusionskraftwerks ausgleichen könnten. Auch wenn sich der physikalische Ansatz der Forschungsgruppe in Kalifornien von jenem der Verfasser des zitierten Artikels unterscheidet bleibt das Problem der extrem hohen Temperaturen bestehen. Die Temperatur während der Kernfusion liegt weit mehr als 1000 fach über der höchsten Schmelztemperatur aller uns bekannten Materialien. Die ebenfalls weltweit verbreitete Nachricht einer erfolgreich gelungenen kalten Kernfusion im Jahr 1989 erwies sich sehr rasch als Zeitungssente oder dem Zeitgeist geschuldet als fake news [4]. Damit starb auch die Hoffnung die Kernfusion auf einfachem Weg bei niederen Temperaturen nutzen zu können. Um also die heiße Fusionsquelle in einem Raum zuverlässig einzuschließen scheiden alle potentiellen Materialien aus. Es bedarf daher eines physikalischen Tricks. Im Fall der koreanischen Forschungsgruppe [3] dient ein hochpräzises Magnetfeld dem Zweck des „Einsperrens“ der künstlichen Sonne. Die Anordnung der dafür erforderlichen Magnetfeldspulen behindern jedoch massiv das Anzapfen der Energiequelle zum Zweck der Stromerzeugung. Stark vereinfacht zusammengefasst leuchtet die künstliche Sonne im Forschungsreaktor für 20 Sekunden ohne jeden weiteren Nutzen im Finstern vor sich hin. Das ist der gegenwärtige Stand der Technik nach mehr als 50 Jahren intensiver und aufwendiger Forschung sowie teurer Entwicklungsarbeit<sup>3</sup>. Jeder möge selbst beurteilen wie zuversichtlich er darauf vertrauen kann, dass noch zu seinen Lebzeiten die Waschmaschine aus dem Fusionskraftwerk mit Strom versorgt wird. Jedenfalls ist die Suche nach einem anderen Lösungsansatz zu einer „Energiewende“ höchst angebracht.

---

1 Im Zusammenhang mit Energiebilanzen wäre korrekt der Begriff Negawattstunden zu verwenden.

2 Da Gaskraftwerke innerhalb weniger Minuten betriebsbereit sind werden sie zum Ausgleich bei Verbrauchsspitzen im Netzverbund verwendet.

3 Als Mitglied von Euratom [5] ist auch Österreich an Forschungsausgaben zur Kernfusion beteiligt.

In der Physik ist der Begriff der Energie klar definiert. Im Alltagsgebrauch hingegen ist es ein recht diffuser Ausdruck der in esoterischen Zirkeln genauso gern verwendet wird wie von Ratgebern zur Lebensführung, Astrologen und eben auch in Technik und Naturwissenschaften. Bedauerlicherweise wird selbst von vielen Fachleuten aus Wissenschaft und Technik mit dem Begriff Energie sehr schlampig umgegangen. Irrtümer, Fehlinterpretationen und falsche Vorstellungen in der Öffentlichkeit sind die unvermeidliche Folge. Das wiederum ist einem fundierten Lösungsansatz wenig dienlich.

Im internationalen Maßwesen (SI [6]) ist die Einheit für die Energie das Joule (J).  $1\text{J} = 1\text{Nm} = 1\text{Ws}$ . So wie es hier angeschrieben ist bedeutet das, dass die Energie entweder als mathematisches Produkt von Kraft in der Einheit Newton (N) mal einer Länge in Meter (m) zu verstehen ist. Oder auch als mathematisches Produkt einer **Leistung** in Watt (W) multipliziert mit einer **Zeit**(spanne) in Sekunden (s). Zur Veranschaulichung was diese Aussage im Alltag bedeutet dient folgendes Beispiel. Ein Haarföhn wird mit dem Hinweis auf seine **Leistungsfähigkeit** von 2000 W beworben. Zum Vergleich dient uns ein Kühlschranks dessen **Leistung** selten beworben wird und erst nach einer Suche im Datenblatt zu finden ist. Als typische Größe sei 100 W angenommen. Einen Föhn zum Haartrocknen verwenden sie je nach Frisur vielleicht 1 Mal in der Woche für 5 Minuten oder 3000 s. Die, am Stromzähler registrierte Größe der Elektrischen **Energie** für den einmaligen Gebrauch lässt sich somit mit  $2.000\text{ W} \times 3.000\text{ s}$  berechnen. Für die 52 Wochen eines Jahres ergibt sich dann ein energetischer Bedarf von 312.000.000 J für den sie bei ihrem Stromlieferanten zahlen werden. Im gleichen Zeitraum von einem Jahr ist ihr Kühlschrank tagtäglich 24 h in Betrieb. Also  $100\text{ W} \times (365 \times 24 \times 3600)\text{ s} = 3.153.600.000\text{ J}$ . In ihrer Stromrechnung wiegt der Gebrauch des Kühlschranks demzufolge 10 fach schwerer als das Trocknen ihrer Haare. Mit Blick auf die verschwindend geringe Leistung des Kühlschranks im Vergleich zum Föhn mag das verblüffen. Das leicht zu merkende Resümee des Beispiels: **Leistung ist wertlos, Energie kommt uns teuer**. Diese Feststellung ist nicht allein auf elektrische Geräte beschränkt. Steht ihr Auto mit einer **Leistung** von 200 PS in der Garage muss es nicht mit fossiler **Energie** betankt werden.

Der einzige Schönheitsfehler an der bisherigen Berechnung in SI Einheiten liegt darin, dass in ihrer Stromrechnung keine Joule erwähnt werden sondern vielmehr Kilowattstunden. Im technischen Gebrauch wird die Energie bevorzugt in Einheiten von  $1000\text{ W} \times 3600\text{ s} = 1\text{ kW} \times 1\text{h}$  angegeben. Das „k“ steht für kilo und bezeichnet den Multiplikationsfaktor 1000. Das ist ihnen von Längeneinheiten vertraut. Die SI Einheit der Länge ist der Meter (m). Je nach Bedarf verwenden sie bei kleinen Abmessungen Millimeter (mm). Der Multiplikationsfaktor für die Grundeinheit ist hier 0,001. Etwas größere Längen werden oft im cm angegeben. Ein cm ist ein Hundertstel eines Meters, der Multiplikationsfaktor ist 0,01. Größere Distanzen etwa auf Landkarten werden als Kilometer, (km) angeschrieben. Seltener wird der Dezimeter (dm) für Längenangaben verwendet. Der Multiplikationsfaktor ist hier 0,1. Gebrauch findet diese Längenangabe für die Berechnung eines Volumens in der, vor allem bei Flüssigkeiten verbreiteten Einheit von Liter (l): 1 Würfel der Kantenlänge von 1 dm hat das Volumen von  $1\text{ dm}^3 = 1\text{ l}$ . Da der energetische Bedarf sich je nach Applikation über viele Größenordnungen erstreckt sind zusätzliche Vorsätze oder Multiplikationsfaktoren im Gebrauch. Nachstehend sind sie zusammen mit einem typischen Repräsentanten tabelliert.

Vorsatz	Faktor	Beispiel
milli (m)	0,001 ( $10^{-3}$ )	1 Akkumulatorladung einer Smartwatch mit 500 mWh
-	-	1 Akkumulatorladung eines Smartphones etwa 10 Wh
kilo (k)	1000 ( $10^3$ )	3 kWh ist der energetische Tagesbedarf eines Erwachsenen <sup>1)</sup>
mega (M)	1000.000 ( $10^6$ )	Statistisch konsumiert jeder österreichische Haushalt 4,5 MWh Strom pro Jahr
giga (G)	1000.000.000 ( $10^9$ )	Alle Haushalte der Stadt Rattendorf in Tirol haben einen Bedarf an elektrischer Energie von etwa 1 GWh pro Jahr
tera (T)	1000.000.000.000 ( $10^{12}$ )	Alle Haushalte Österreichs beziehen etwa 17 TWh elektrischer Energie pro Jahr <sup>2)</sup>

- 1) Die Angabe des menschlichen Energiebedarfs in kWh ist vielen fremd. Wesentlich bekannter ist die, in den Ernährungswissenschaften weiterhin übliche Angabe in Kalorien. Es handelt sich dabei um eine weitere Einheit für die Energie die sich leicht umrechnen lässt. Es sind 2500 kcal. Die benötigte Energie könnte dem Körper mit  $\frac{3}{4}$  kg Zucker zugeführt werden. Nur lebt der Mensch nicht alleine von der Energiezufuhr sondern benötigt zusätzlich Mineralstoffe, Spurenelemente und vor allem auch Wasser. Da ein Mensch zu etwa  $\frac{2}{3}$  aus Wasser besteht lässt sich leicht berechnen welche Energie notwendig ist um das körpereigene Wasser von 20°C Umgebungstemperatur auf 36°C Körpertemperatur zu erwärmen. Angenommen sei ein Körpergewicht von 75 kg, die zur Berechnung notwendige Größe der spezifischen Wärmekapazität für Wasser ist  $4184 \text{ Jkg}^{-1}\text{K}^{-1}$  [7]. Es sind 3.347.200 J oder 0,93 kWh oder 800 kcal. Also grob  $\frac{1}{3}$  der notwendigen Energiezufuhr wird für die stabile Körperwärme aufgewendet, der Rest dient vor allem der Bewegung.
- 2) Die, in der Tabelle angeführten Beispiel beziehen sich ausschließlich auf den privaten Konsum von elektrischer Energie. Der gewerbliche Bedarf an Elektrizität, etwa von der Bahn wurde nicht miteinbezogen. Ebenso wenig andere Energieträger. Der fossile Treibstoffverbrauch des Individualverkehrs aller österreichischen Haushalte entspräche etwa 50 TWh. Um diesen Betrag würde der Haushaltsverbrauch an elektrischer Energie in Österreich ansteigen wenn alle 5 Millionen PKWs mit Verbrennungsmotor schlicht durch elektrobetriebene Fahrzeuge ersetzt würden. Für die Umrüstung aller fossil betriebenen Heizanlagen in österreichischen Haushalten wären weitere 35 TWh zu ersetzen. Hierbei wird bevorzugt an Erdwärme gedacht. Für die geothermische Nutzung sind elektrisch betriebene Pumpen notwendig die einen Energiebedarf von etwa  $\frac{1}{4}$  der Wärmemenge haben. Grob abgeschätzt schlägt das somit mit zusätzlichen 10 TWh elektrischer Energie zu buche.

Kommen wir jetzt zu dem Titel des Aufsatzes zurück: **Negawatt**. Das Wort setzt sich ebenso wie der Begriff Kilowatt aus dem Vorsatz nega und der Einheit Watt zusammen und ist sinngemäß zu interpretieren wobei der Vorsatz für die Zahl -1000.000 steht. Gemeint wäre also eine negative Energie. Das ist physikalisch in zweifacher Hinsicht ein Unfug. Zum einen ist eine Energie per Definition stets positiv zum anderen ist das Watt die Einheit der Leistung und nicht der Energie. Trotzdem ist es eine, dem Zufall geschuldete anschauliche Beschreibung der Absicht den aktuell anfallenden Energiehunger zu verringern [8]. Wie das zu verstehen ist kann am obigen Beispiel des

Haarföhns leicht gezeigt werden: Personen mit fehlendem Kopfhaar schalten den Föhn kein einziges Mal im Jahr ein und reduzieren damit ihren Zählerstand und die Stromrechnung um die genannten 312.000.000 J oder 87 kWh. In „Negawatt“ ausgedrückt wären es **-0.09 MWh**. Hier zeigt sich sehr schön, dass das Negawatt nicht mehr länger eine rein technische Größe bezeichnet sondern zudem eine humane und daher auch verhaltensabhängige Komponente beinhaltet. Nicht alle Menschen haben eine naturgegebene Glatze. Es stellt sich die Frage: „Wie kommen Personen mit starkem Haarwuchs in den Genuss eines Negawatts?“. Eine Möglichkeit wäre der Erlass eines Verkaufsverbots für den Haarföhn. Auch eine Pflicht zum regelmäßigen Rasieren des Kopfes wäre denkbar. Auf den ersten Blick mögen beide, durch gesetzliche Vorgaben erzwungene Maßnahmen als missglückter Scherz erscheinen. Das bereits umgesetzte Glühbirnenverbot zeigt jedoch, dass auch launige Einfälle sehr wohl ernst genommen werden. Ein weniger rigoroser Versuch den Menschen zum bewussten Umgang mit Energie zu erziehen stellt das Benotungsverfahren in Form der Energieverbrauchskennzeichnung, bekannt als Energielabel [9] dar. Mit „A“ wird ein sehr guter Sparefroh der Energie belohnt. Die Noten werden nach strikt objektiv ermittelten Kennzahlen der technischen Geräte vergeben. Notwendigkeiten und Usancen des Käufers finden bei dieser Beurteilung keine Berücksichtigung. So mancher Hersteller von Gebrauchsgegenständen entwickelt sich zu einem wahren Streber um Klassenbester zu werden. Bestnoten lassen sich profitabel vermarkten. Leider geschieht das nicht immer zum Vorteil des Anwenders. Am Beispiel eines Kühlschranks möchte ich die Unzulänglichkeit dieses erzieherischen Ansatzes vorführen. Wie bereits erwähnt schlägt sich ein Kühlschrank deutlich in der Stromrechnung nieder ist aber für einen Haushalt mittlerweile unverzichtbar. Beim Neukauf will sich der Kunde daher für ein Gerät entscheiden das seinen Geldbeutel nicht nur beim Kaufpreis möglichst wenig belastet. Für das Beispiel habe ich aus dem umfangreichen, aktuellen Angebot des Elektrofachhandels zwei Geräte zur Wahl gestellt. Das erste hat in der Abschlussprüfung die bescheidene Note „D“ erhalten das zweite die Note „B“. Dem unbefangenen, allein lebenden Junggesellen suggerieren die beiden Noten, dass er sich für das 2. Gerät entscheiden sollte. Arbeitet man sich durch die Datenblätter der Gerätehersteller so wird für das „D“-Gerät ein durchschnittlicher energetischer Bedarf im Jahr von 80 kWh genannt. Bei dem „B“-Gerät findet man eine Angabe von 383,44 kWh. Auch wenn beide Angaben ähnlich dem Normverbrauch eines Automobils Fiktion sind erklärt das noch nicht warum das „D“-Gerät weniger als  $\frac{1}{4}$  des Energiebedarfs des „B“-Geräts benötigt. Für die Notenvergabe wird der energetische Jahresbedarf auf den Rauminhalt des Kühlschranks bezogen. Im „D“-Gerät finden Lebensmittel mit einem Volumen von 43 l Platz, für das „B“-Gerät werden hingegen 544 l genannt. Das Platzangebot ist mehr als das 10 fache größer als im „D“-Gerät. Bildet man für beide Geräte den Quotienten aus Energiebedarf und Kühlvolumen so ergibt das  $80 \text{ kWh}/43 \text{ l}=1,9 \text{ kWh/l}$  für das „D“ des ersten Kühlschranks und die Note „B“ für  $0,7 \text{ kWh/l}$  im 2. Fall. Keine Frage erweist sich der gefüllte 2. Kühlschrank als wesentlich sparsamer und daher der besseren Endnote als würdig. Der Kühlraumbedarf eines fiktiven, stereotypen Junggesellen jedoch beschränkt sich auf ein 6er Tragl Bier, einen Bund verhutzelter Radischen, einen leicht vergammelten Käse und 2 Fertigpizzen. Letztlich lassen sich mit diesen Lebensmitteln nicht einmal die möglichen 43 l des „D“-Kandidaten füllen. Er ist bei der Wahl seines Geräts auf Grundlage des Energielabels folglich schlecht beraten. Eine Familie mit mehreren Kindern hingegen wird das Fassungsvermögen des „B“-Geräts gut nutzen können. Im Handel findet die Familie zudem eine große Auswahl an

vergleichbaren Geräten. Kühlschränke mit kleinem Fassungsvermögen hingegen muss man wie die bekannte Stecknadel im Heuhaufen suchen weil sie kaum produziert werden. Der einfache Grund liegt darin, dass es für den Hersteller wesentlich einfacher ist mit großvolumigen Geräten die Bestnoten der Energieverbrauchskennzeichnung zu erreichen. Dieser Umstand ist auf die Fläche der thermisch isolierten Kühlschränkhülle im Vergleich zum Fassungsvermögen zurückzuführen. Das permanente Aufrechterhalten der tiefen Temperatur im Inneren des Kühlschranks gegenüber der höheren Umgebungstemperatur macht einen Großteil des Energieaufwands aus und lässt sich auch bei unseren beiden Exemplaren gut nachrechnen. Der Einfachheit halber nehme ich für die Abschätzung eine würfelförmige Form mit der Kantenlänge,  $a$  an. Für ein Volumen von  $43\text{ l}=43\text{ dm}^3$  wäre  $a=3,5\text{ dm}$ . Seine Oberfläche ergibt sich aus der Summe von 6 gleich großen Quadraten und ist  $73,50\text{ dm}^2$ . Für das Fassungsvermögen von  $544\text{ l}$  wäre die Kantenlänge  $a=8,16\text{ dm}$  und die Oberfläche berechnet sich zu  $400\text{ dm}^2$ . Setzt man die Oberfläche mit dem Volumen in Beziehung ergibt sich für das „D“-Gerät ein Wert von  $1,71\text{ dm}^{-1}$  für das „B“-Gerät ist der Quotient  $0,73\text{ dm}^{-1}$ . Die beiden Ergebnisse für die Beziehung isolierten Oberfläche zum Fassungsvermögen ähneln den Ergebnissen des relativen Energiebedarfs ( $1,9\text{ kWh/l}$  zu  $0,7\text{ kWh/l}$ ) sehr stark. Trotz der simplen Berechnung die das gelegentliche Öffnen der Kühlschränktüre nicht berücksichtigt ist der unmittelbare Zusammenhang zwischen der Kühlschränkhülle und dem energetischen Bedarf erkennbar. Für beide Kühlschränke ist das Ergebnis mit etwa  $1\text{ kWh/dm}^2$  sehr ähnlich. Das zeigt deutlich, dass beide Geräte auf dem gleichen technischen Stand sind. Will man mit dem kleinen Kühlschrank eine bessere Note erreichen müsste man ihn thermisch besser isolieren. Das bedeutet deutlich dickere Wandflächen und der Platzbedarf des Geräts stiege an. Für räumlich beengte Haushalte verlore das Modell in Folge an Attraktivität. Für den Kühlschrankhersteller ist es weit einfacher und billiger die Isolation unverändert zu lassen aber dafür das Fassungsvermögen zu vergrößern. Selbst wenn diese Entwicklung dem Bedarf vieler Kunden zuwider läuft. Die Anzahl von Einpersonenhaushalten nimmt in Österreich stetig zu und beträgt derzeit etwa 1,5 Millionen [10]. Oder anders formuliert werden 40 % aller österreichischen Haushalte auf der Suche nach dem bestgeeigneten Kühlschrank nicht wirklich froh werden. Soweit zur Situation des Kunden. Auch die erklärte Absicht der EU durch die gesetzlich verpflichtende „Energieverbrauchsnote“ die Hersteller anzuspornen bessere Lösungen zu entwickeln und anzubieten kann als gescheitert betrachtet werden. Bissig gesagt wusste man bereits im Mittelalter Bescheid wie ein Eiskeller anzulegen sei. Die Kreativität von Kühlschrankherstellern scheint sich gegenwärtig darin zu erschöpfen, dass neue Geräte mit digitalem Firlefanz aufgeputzt werden.

Weil die, im Grunde vernünftige objektive Beurteilung mittels Energieverbrauchskennzeichnung die subjektive Komponente ausschließt kann sich das beabsichtigte Negawatt sehr schnell in das Gegenteil einer zusätzlichen Megawattstunde kehren. Wenn es im Handel keine kleinen Geräte mehr gibt müssen auch alle Singlehaushalte überdimensionierte Kühlschränke anschaffen. Unter der Annahme, dass die Nutzungsdauer eines neu erstellten Kühlschranks zwischen 10 und 20 Jahren liegt wirkt eine falsche Kaufentscheidung lange Jahre in die Zukunft nach. Diese traurige Erkenntnis trifft leider auf zahlreiche Geräte und Situationen zu bei denen Energie aufgewendet werden muss um eine Arbeitstemperatur gegenüber der Umgebungstemperatur aufrecht zu erhalten. Exemplarisch dafür genannt seien das Fassungsvermögen der Waschmaschine und die Wohnraumgröße.

Die bisher skizzierten Ansätze gründen entweder auf eine durchaus radikale Einschränkung der persönlichen Gewohnheiten in Form von Verordnungen und Verboten. Oder aber sie ordnen die subjektiven Erfordernisse einem rein technischen Beurteilungsverfahren mit fragwürdigem Erfolg im Hinblick auf das Negawatt-Ziel unter. Wie die subjektive Komponente bestmöglich und schonend in die Absicht einer Reduktion des Energiebedarfs integriert werden kann zeigt das Konzept der **2000 W Gesellschaft** [11]. Da wiederum eine Leistungsangabe anstelle der maßgeblichen Energie im Titel aufscheint eine kurze Erklärung: Die Leistung von 2000 W leiten sich vom durchschnittlichen, globalem Jahresbedarf an Energie eines Menschen ab. Die Zeitspanne von einem Jahr wird stillschweigend impliziert und entspricht in der Wirtschaft einem üblichen Bilanzzeitraum. Das heißt, dass die Energie über die gesprochen wird gleich  $2 \text{ kW} \times (365 \times 24) \text{ h} = 17.520 \text{ kWh}$  ist. Das Konzept wurde in den 1990 erstmals in der Schweiz vorgestellt und gefällt mir außerordentlich gut. Es besagt, dass jeder Person im Jahr Energie für 17.520 kWh gutgeschrieben wird über die sie je nach ihren Vorlieben frei verfügen kann. Wenn für jemanden ein SUV unverzichtbar ist er aber bescheidene Ansprüche an den Wohnkomfort hat ist das zulässig. Ebenso wie es dem passionierten Radfahrer möglich ist im Urlaub mit dem Flugzeug in die Südsee zu fliegen. Auch ein energieverchwenderisches Leben für 1 Monat und einem anschließenden „Energie“fasten darf man sich leisten. Das mehrjährige Ansparen für einen Ausflug in den Weltraum darf man sich ebenfalls vornehmen. Am Jahresende muss lediglich die Bilanz stimmen vergleichbar mit den Regeln bei einem Girokonto. Das Bestechende an diesem Konzept ist, dass es im Idealfall ohne Anordnungen und ohne Verbote auskommen kann. Der Umgang mit einem „Energie“konto sollte allen vertraut sein. Solange es keinen inflationären Einfluss einer übergeordneten Zentralinstitution gibt kann dieser Ansatz den überbordenden weltweiten Energiehunger erfolgreich und schonend eindämmen. Natürlich haben Glatzenträger immer noch den Vorteil, dass sie keinen Haartrockner benötigen. Lockenköpfe können aber einen Föhn weiterhin legal kaufen und verwenden um ihre Frisur zu pflegen. Subjektiv wahrgenommene Einschränkungen bleiben vergleichsweise geringfügig.

Das Konzept scheint nur Vorteile zu haben. Dennoch ist in Österreich wenig davon zu hören. Weit öfter hingegen gelangen Vorschläge zu neuen Verboten in die Medien. Möglicherweise unterschätzt man die Fähigkeit des Einzelnen sein Energiekonto eigenverantwortlich zu führen. Immerhin ist der gegenwärtige Energiebedarf pro Kopf und pro Jahr in Österreich etwa 3 fach höher als die, für die 2000 W Gesellschaft festgelegten 17.520 kWh. Auf den ersten Blick erscheint die erforderliche drastische Reduktion nur durch massive und gesetzlich verordnete Einschränkungen jedes Einzelnen erreichbar zu sein. Wie jedoch an dem Beispiel des bedarfsgerechten Kühlschranks gezeigt könnte hier der Energiebedarf ohne weitere Zwänge oder Inkommoditäten von 383,44 kWh auf 80 kWh pro Jahr in vielen Fällen um mehr als 3/4 verringert werden.

## **Bibliografie:**

- [1] „Die unerschöpfliche, saubere Energiequelle“, Artikel in der Wiener Zeitung vom 13.12.2022, online unter <https://www.wienerzeitung.at/nachrichten/wissen/forschung/2171532-Die-unerschoepfliche-saubere-Energiequelle.html>

- [2] „Hausverstand statt Forschung“ Artikel in der Wiener Zeitung vom 21.12.2022, online unter <https://www.wienerzeitung.at/nachrichten/politik/oesterreich/2172585-Hausverstand-statt-Forschung.html>
- [3] „A sustained high-temperature fusion plasma regime facilitated by fast ions“, in Nature online unter <https://doi.org/10.1038/s41586-022-05008-1>
- [4] „Cold fusion died 25 years ago, but the research lives on“ online nachzulesen unter <https://cen.acs.org/articles/94/i44/Cold-fusion-died-25-years.html>
- [5] „Europäische Atomgemeinschaft“ Wikipediaeintrag vom 21.10.2022 unter [https://de.wikipedia.org/wiki/Europ%C3%A4ische\\_Atomgemeinschaft](https://de.wikipedia.org/wiki/Europ%C3%A4ische_Atomgemeinschaft)
- [6] „Internationales Einheitensystem“, Wikipediaeintrag vom 5.12.2022 online unter [https://de.wikipedia.org/wiki/Internationales\\_Einheitensystem](https://de.wikipedia.org/wiki/Internationales_Einheitensystem)
- [7] „Spezifische Wärmekapazität“, Wikipediaeintrag vom 18.12.2022 online unter [https://de.wikipedia.org/wiki/Spezifische\\_W%C3%A4rmekapazit%C3%A4t](https://de.wikipedia.org/wiki/Spezifische_W%C3%A4rmekapazit%C3%A4t)
- [8] „Negawatt Definition“ im Techopedia dictionary online unter <https://www.techopedia.com/definition/16548/negawatt>
- [9] „Energieverbrauchskennzeichnung“, Wikipediaeintrag vom 25.11.2022 online unter <https://de.wikipedia.org/wiki/Energieverbrauchskennzeichnung>
- [10] „Anzahl der Einpersonenhaushalte in Österreich von 1985 bis 2021“ online unter <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/75456/umfrage/oesterreich-anzahl-der-einpersonenhaushalte/>
- [11] „The 2000 Watt Society Switzerland – an “Integrated Formula” for Sustainable Living“, Das Konzept is online nachzulesen unter [https://userstcp.org/wp-content/uploads/2019/12/6.Task24\\_Phase1\\_Subtask-2-Switzerland-2000-Watt-Society.pdf](https://userstcp.org/wp-content/uploads/2019/12/6.Task24_Phase1_Subtask-2-Switzerland-2000-Watt-Society.pdf)