

---

# Bachelorarbeit

---

Herr

**Stephan Melhem**

## **Nutzereinbindung bei der Reduzierung des Energiebedarfs**

Mittweida, 2023



# **Bachelorarbeit**

---

## **Nutzereinbindung bei der Reduzierung des Energiebedarfs**

Autor:

**Herr**

**Stephan Melhem**

Studiengang:

**Immobilienmanagement und Facilities  
Management**

Seminargruppe:

**FM18w2-B**

Erstprüfer:

**Prof. Dr.-Ing. Jörg Mehlis**

Zweitprüfer:

**Patrick Zschoke**

Einreichung:

**Mittweida, 23.11.2023**

Verteidigung/Bewertung:

**Mittweida, 2023**

Faculty Industrial Engineering

---

## **Bachelor Thesis**

---

# **Userinvolvement in reducing energieconsumption**

Author:

**Mr.**

**Stephan Melhem**

Course of studies:

**Real Estate Management and Facilities  
Management**

Seminar group:

**FM18w2-B**

First examiner:

**Prof. Dr.-Ing. Jörg Mehlis**

Second examiner:

**Patrick Zschoke**

Submission:

**Mittweida, 23.11.2023**

Defence/ evaluation:

**Mittweida, 2023**

## Bibliografische Beschreibung:

Melhem, Stephan:

Nutzereinbindung bei der Reduzierung des Energieverbrauchs. - 2023. - V, 62, 0 S.

Mittweida, Hochschule Mittweida, Fakultät Wirtschaftsingenieurwesen, Bachelorarbeit, 2023

## Referat:

In der Bachelorarbeit steht die Einbindung der Nutzer im Fokus, um den Energieverbrauch in Büro- und Bildungsgebäuden zu reduzieren. Identifiziert werden Einsparpotenziale bei Strom, Wärme und Wasser, sowie mögliche Probleme und Konflikte aufgezeigt. Durch die vorgestellten Beispiele werden Umsetzungsmöglichkeiten nach der gewählten Methodik illustriert, die als Übertragbarkeitsmodell für andere Szenarien dienen können.



# Inhaltsverzeichnis

<b>Inhaltsverzeichnis .....</b>	<b>I</b>
<b>Abbildungsverzeichnis .....</b>	<b>III</b>
<b>Tabellenverzeichnis .....</b>	<b>IV</b>
<b>Abkürzungsverzeichnis .....</b>	<b>V</b>
<b>1 Einleitung .....</b>	<b>1</b>
<b>2 Energiebegriffe und Definitionen.....</b>	<b>3</b>
2.1 Energiearten, Energieträger und weitere Unterscheidungen.....	4
2.2 Nicht erneuerbare Energieträger.....	8
2.3 Erneuerbare Energieträger .....	9
<b>3 Nachhaltigkeit und Energieeffizienz.....</b>	<b>10</b>
3.1 Motivationen Energie zu sparen.....	13
3.2 Gesetzliche Vorgaben & Rahmenbedingungen .....	15
<b>4 Energieverbrauch und Einsparpotentiale .....</b>	<b>17</b>
4.1 Temperaturregulierende Maßnahmen von (Innen)Räumen .....	21
4.2 Beleuchtungsstrom und Stromverbrauch am Computerarbeitsplatz.....	26
4.3 Wasserverbrauch und Beispielrechnung Händetrocknung.....	32
4.4 Effiziente Nutzung von Verpackungen, Verbrauchsmaterialien und Büromöbeln ....	34
<b>5 Probleme und Konfliktpotentiale.....</b>	<b>37</b>
5.1 Gegensätzliche Motivation unterschiedlicher Akteure .....	39
5.2 Sicherheitsbedenken beim Energiesparen.....	40
<b>6 Umsetzungsmöglichkeiten.....</b>	<b>42</b>

6.1	Methodiken um Verhaltensänderungen zu erreichen .....	46
6.2	Fördern einer Handlung am Beispiel eines „Energiesparthermometers“ .....	50
6.3	Einschränken der Handlung am Beispiel von Veränderungen von Arbeitsverhältnissen & Anpassung der Nutzungszeiten .....	52
6.4	Handlungsunterstützung durch Gebäudeautomation .....	55
6.5	Geringinvestive Maßnahmen am Beispiel von „Grünen Suchmaschinen“ .....	59
<b>7</b>	<b>Fazit .....</b>	<b>62</b>

## **Literaturverzeichnis**

## **Selbstständigkeitserklärung**



## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 Anteil Energiewandler an der in einer Gesellschaft verrichteten Nutzarbeit.....	3
Abbildung 2 Indikator Endenergieproduktivität.....	11
Abbildung 3 Übersicht Temperaturanomalien Deutschland .....	13
Abbildung 4 Entwicklung des Endenergieverbrauchs in Gebäuden nach Anwendungen .....	19
Abbildung 5 Effektivitätsverluste von Heizkörper .....	22
Abbildung 6 Luftaustausch Stoßlüftung und Kipplüftung.....	25
Abbildung 7 Stromverbrauchsanteile eines Verwaltungsgebäudes (720 Mitarbeiter/innen) ..	26
Abbildung 8 Aufteilung der Bürogeräte am Stromverbrauch .....	27
Abbildung 9 Stromverbrauch EDV-Geräte nach Betriebsart“ .....	30
Abbildung 10 Infokasten Wasser als "greifbares" Energiemedium.....	37
Abbildung 11 Energiespar-Thermometer (Sticker) Beispielanbieter.....	51
Abbildung 12 Verwendung von smarten Geräten [%] .....	57
Abbildung 13 Veränderung Energieverbrauch mit smarten Heizkörper-Thermostaten.....	58

# Tabellenverzeichnis

Tabelle 1 Übersicht Energiearten, Vorkommen und Verwendung.....	5
Tabelle 2 Umwandlungsprozesse beispielhaft.....	6
Tabelle 3 Energie Gesetze und Verordnungen (Auswahl) .....	15
Tabelle 4 Energieverbrauch von WG und NWG 2021.....	18
Tabelle 5 Überschlägiger Kostenvergleich Händetrocknung.....	33
Tabelle 6 Anwendungsmöglichkeiten von Gebäudeautomation.....	56
Tabelle 7 Anbieter "Grüne Suchmaschinen" .....	60

## Abkürzungsverzeichnis

<b>AMEV</b>	Arbeitskreis Maschinen- und Elektrotechnik staatlicher und kommunaler Verwaltungen
<b>BIP</b>	Bruttoinlandsprodukt
<b>EnSikuMaV</b>	Kurzfristenergieversorgungsicherungsmaßnahmenverordnung
<b>EnSimiMaV</b>	Mittelfristenergieversorgungsicherungsmaßnahmenverordnung
<b>ES</b>	Energiesystem
<b>ET</b>	Energieträger
<b>EVG</b>	Elektronisches Vorschaltgerät
<b>GHD-Sektor</b>	Gewerbe; Handel und Dienstleistungen
<b>HLH</b>	Hochgeschwindigkeits-Luftstrom-Händetrockner
<b>Jh</b>	Jahrhundert
<b>KVG</b>	Konventionelles Vorschaltgerät
<b>NWG</b>	Nichtwohngebäude
<b>ppm</b>	Parts per million
<b>RLT- Anlage</b>	Raumluftechnische Anlage
<b>TWh</b>	Terawattstunden
<b>WG</b>	Wohngebäude



# 1 Einleitung

Eine der Herausforderungen der heutigen Gesellschaft ist das Thema „Energie“. Der tägliche Umgang mit ihr und ihr Verbrauch stellt den Kern der globalen Energiefrage dar. Schwindende Energiereserven, eine stetig wachsende Weltbevölkerung und das Fortschreiten des menschengemachten Klimawandels stellen Regierungen, Unternehmen und jedes Individuum vor die Aufgabe Energie effizient zu nutzen. Den auch wenn beinahe täglich neue Methoden und Technologien für die Gewinnung und Verwendung von erneuerbaren Energien entwickelt werden, reicht dies langfristig nicht aus, um den Energiebedarf der Menschheit zu decken. Daher gilt es in diesem Kontext die Nutzereinbindung zu betrachten. So kann diese als entscheidender Faktor betrachtet werden, um den Energiebedarf nachhaltig zu reduzieren. Oft werden Nutzer bei dem Thema Energiesparen nicht konsultiert und ihre Rolle dabei wenig verstanden.<sup>1</sup>

Denn der herkömmliche Ansatz zur Energieeinsparung konzentriert sich oft auf den technischen Fortschritt. Elektrogeräte werden immer effektiver, Motoren immer sparsamer und Baumaterialien immer nachhaltiger und langlebiger. Doch auch zusammengenommen reichen diese Entwicklungen nicht aus, um die komplexen Herausforderungen im Energiebereich zu bewältigen. Weiter bleibt trotz der Bekanntheit von Maßnahmen zur technischen Betriebsoptimierung und energieeffizienten Nutzung, sowie Bewirtschaftung nach wie vor erhebliches Potenzial ungenutzt.<sup>2</sup> So sind bspw. Nutzer oft uninformiert über ihren eigenen Einfluss auf den Energieverbrauch und Betreiber fragen Nutzererfahrungen für energiebezogene Optimierungen selten ab.<sup>3</sup> Zudem findet ein Austausch zwischen diesen beiden Akteuren meist nur (einseitig) in Form von schriftlichen Informationsbroschüren statt.<sup>4</sup> Die Einbindung der Nutzer - sei es auf staatlicher, oder unternehmerischer oder individueller Ebene - erweist sich als entscheidender Hebel, um Verhaltensweisen zu ändern und einen nachhaltigen Umgang mit Energie zu fördern. Denn die meisten Menschen verbrauchen Energie oft aus Gewohnheit und Unwissenheit, sowohl am Arbeitsplatz als auch im privaten Haushalt.<sup>5</sup>

---

<sup>1</sup> Vgl. Janda (2011)

<sup>2</sup> Vgl. Klopfenstein et al. (2020), S. 8

<sup>3</sup> Vgl. ebd.

<sup>4</sup> Vgl. ebd.

<sup>5</sup> Vgl. EnergieAgentur.NRW (2015)

Dabei kann das Verhalten von Nutzern in bestimmten Bereichen eine der wenigen beeinflussbaren Variablen sein und aufgrund der geringen Investitionskosten macht sich die Nutzer motivation oft um ein Vielfaches bezahlt.<sup>6</sup> So wird von einem Einsparpotential bei Raumwärme in Höhe von 20% und bei Strom von 15% ausgegangen.<sup>7</sup> „Die Zauberformel lautet 80-30-10.“<sup>8</sup> Haushalte mit bereits niedrigem Stromverbrauch könnten bis zu zehn Prozent, durchschnittliche Verbraucher bis zu 30% und Haushalte im oberen Verbrauchsdrittel sogar bis zu 80% Energie einsparen.<sup>9</sup>

Die vorliegende Arbeit widmet sich daher dem Ansatz wie und an welchen Stellen die Einbindung von Nutzern dabei helfen kann den Energiebedarf zu senken. Es soll dabei betrachtet werden inwiefern die Sensibilisierung und aktive Beteiligung von Nutzern dabei helfen kann Einsparpotentiale zu identifizieren, anzuwenden und zu optimieren. Untersuchungsgegenstand bilden dafür Nichtwohngebäude (NWG) – vornehmlich Bildungs- und Büro-/Verwaltungsgebäude. Theoretische Grundlagen werden dabei kurz beleuchtet, Einsparpotentiale aufgezeigt und Umsetzungsmöglichkeiten anhand von selbstgewählten Beispielen dargestellt. Die dabei veranschaulichten Handlungsansätze sollen so einen Ausblick für eine nachhaltigere Zukunft aufzeigen. Weiter soll die Frage untersucht werden, wie Anreize geschaffen werden können, um nachhaltiges Nutzerverhalten zu erreichen.

---

<sup>6</sup> Vgl. Energielenker (o. A.), S. 107

<sup>7</sup> EnergieAgentur.NRW (2015), S. 4ff

<sup>8</sup> Verein Österreichs E-Wirtschaft (o. A.)

<sup>9</sup> Vgl. ebd.

## 2 Energiebegriffe und Definitionen

Der Überbegriff „Energie“ lässt sich nur schwer eindeutig beschreiben und hat je nach Disziplin eine andere Definition. Der deutsche Duden beschreibt den Energiebegriff für die Physik als „*Fähigkeit eines Stoffes, Körpers oder Systems, Arbeit zu verrichten*“.<sup>10</sup> Eine Übertragung dieser Definition auf Teilgebiete der z.B. Biologie, Chemie oder Wirtschaft lässt sich aber leicht herleiten. Gesellschaftlich orientiert besteht ein Zusammenspiel zwischen dem Aufwand an Energie und dem daraus resultierenden Nutzen. Der Umwandlungsprozess von Stoffen in für den Mensch nutzbare Energie (Arbeit, Nahrung oder Wärme) hat sich dabei gesamthistorisch betrachtet stark verändert. Abbildung 1 zeigt diese Entwicklung auf. So war die menschliche Muskelkraft bis weit ins 18. Jahrhundert (Jh.) der treibende Faktor verrichteter Arbeit und wurde erst im Verlauf des 19. Jh. durch den technischen Fortschritt von Maschinen abgelöst.

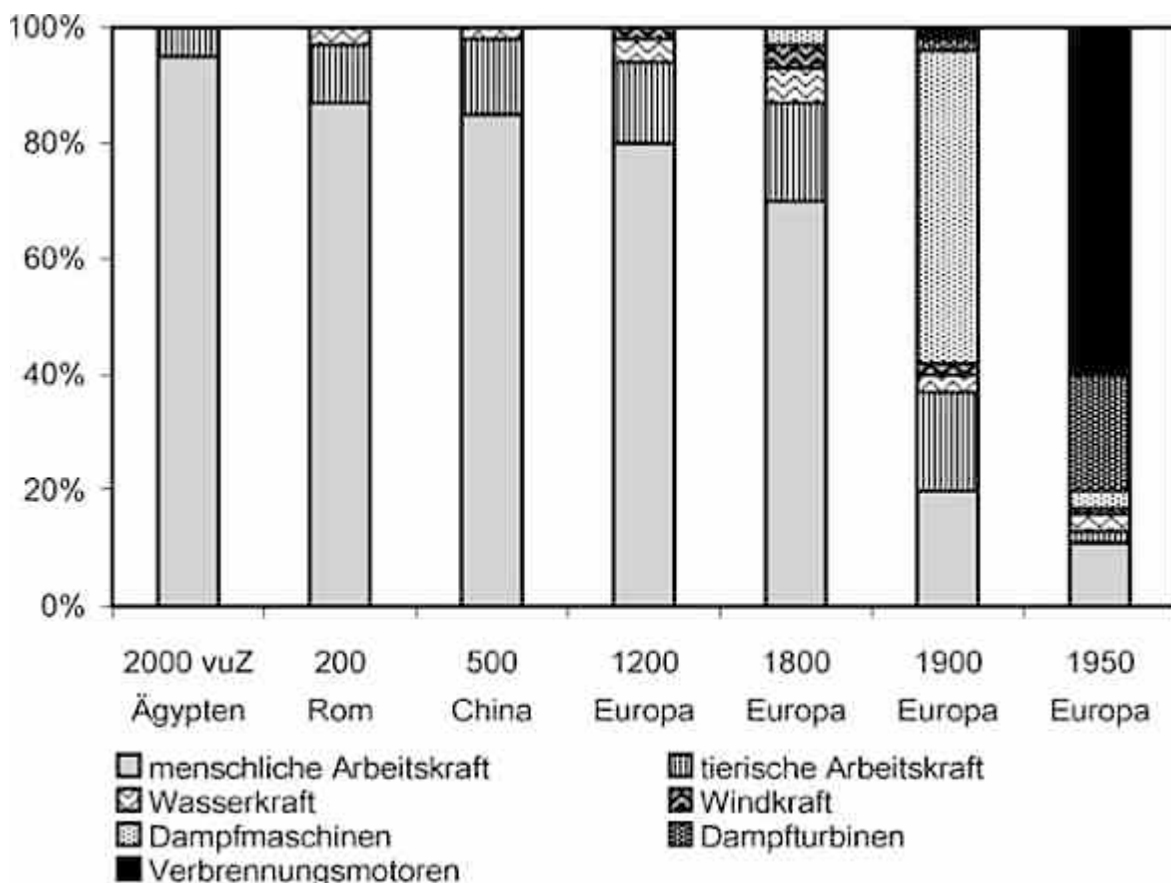


Abbildung 1 Anteil Energiewandler an der in einer Gesellschaft verrichteten Nutzerarbeit<sup>11</sup>

<sup>10</sup> Cornelsen Verlag (o. A.)

<sup>11</sup> Schabbach; Wesselak (2012), S. 4

Immer dann, wenn der Nutzen den energetischen Aufwand nicht mehr rechtfertigt oder an seine Leistungsgrenzen stößt, muss ein neues Energiesystem (ES) erschlossen werden.<sup>12</sup> Dies kann durch qualitative oder quantitative Zugewinnung erfolgen.<sup>13</sup> Damit eine Gesellschaft sich im Kontext des ES weiter entwickeln kann, muss sie sich entweder durch technologischen Fortschritt modifizieren oder sich durch Erschließung neuer Ressourcenfelder ausbreiten.<sup>14</sup> Oft geschieht dies auch in Kombination. Ein Beispiel dafür ist die Nutzung von Kohle. Während der Wirkungsgrad von Kohlekraftwerken immer weiter gesteigert wird, werden gleichzeitig neue Kohlevorkommen gesucht und bereits Erschlossene intensiver bewirtschaftet.

Ein ES ist dabei auf die stetige Zufuhr an umwandelbaren Rohstoffen angewiesen. Bei einer Unterbrechung der Lieferketten oder dem kompletten Wegfall eines Rohstoffes kommt ein ES zum Stillstand. Diese Anfälligkeit hat z.B. die Ölpreiskrise von 1973 und 1979 bestens gezeigt. Die Drosselung der Fördermengen durch die damaligen OPEC-Mitglieder führte zu gravierenden Einschnitten in das damals vorherrschende und vom Erdöl abhängige ES. Damit eine Industrie also zuverlässig und gleichbleibend produzieren und wirtschaften kann, muss daher eine Mischung an Energieträgern (ET) für ein ES verwendet werden.

Weiter besteht zumindest theoretisch durch regenerative Energien ein unendliches Potential, welches für die Weltwirtschaft nutzbar gemacht werden kann.<sup>15</sup> Durch das Fehlen des limitierenden Faktors der Endlichkeit wäre es daher mit dem heutigen Wissensstand und technologischer Entwicklung durch aus möglich den Weltenergiebedarf zu decken, ohne ein neues ES erschließen zu müssen.

## 2.1 Energiearten, Energieträger und weitere Unterscheidungen

Nach der im vorhergehenden Kapitel beschriebenen allgemeinen Definition des Überbegriffs **Energie**, soll dieser nun näher dargestellt werden. Dabei soll aufgezeigt werden wie sich die Arten, die Träger und der Bedarf von Energie jeweils unterscheiden.

Energiearten (alternativ auch als Energieformen bezeichnet) kommen in der Physik wie in Tabelle 1 aufgelistet in unterschiedlicher Weise vor. Die Verfügbarkeit und Nutzbarkeit dieser

---

<sup>12</sup> Vgl. Schabbach; Wesselak (2012), S. 22

<sup>13</sup> Vgl. ebd.

<sup>14</sup> Vgl. ebd.

<sup>15</sup> Vgl. Voß (1990), S. 40



unterscheidet sich dabei stark. So ist potenzielle Energie per Definition zwar in großer Menge vorhanden, dennoch muss diese erst in kinetische Energie umgewandelt werden, um ihr Energiepotenzial nutzen zu können. Während Strahlungsenergie aus Sonnenstrahlen im Gegensatz zu fossilen Energieträgern unendlich verfügbar ist, ist hier die geografische Lage (Sonnenstunden, Niederschläge etc.) der limitierende Faktor. Auch die Umwandlung und Endlagerung spielt bei der Wahl der Energieart eine entscheidende Rolle. Kernenergie könnte den Weltenergiebedarf für mehrere Jahrhunderte decken, wird jedoch ebenfalls wie fossile Energieträger u.a. wegen negativen Umwelteffekten nur begrenzt in Betracht gezogen.<sup>16</sup>

Tabelle 1 Übersicht Energiearten, Vorkommen und Verwendung<sup>17</sup>

Energieart		Vorkommen	Mögliche Verwendung
<b>Chemische Energie</b>		In allen Brennstoffen und Nahrungsmitteln	Kraftstoff für Motoren
<b>Elektrische Energie</b>		Produkt aus anderen Energiearten	Antrieb von Motoren
<b>Kernenergie</b>		Reaktion von Atomen	Stromerzeugung
<b>Mechanische Energie</b>	Potenzielle Energie (Lageenergie)	Staudämme	Wind- und Wassermühlen
	Kinetische Energie (Bewegungsenergie)	Fallendes Wasser	
<b>Strahlungsenergie</b>		Sonne; Wärmeabstrahlung	Heizkörper
<b>Thermische Energie</b>		Erdkern; Nebenprodukt anderer Energiearten	Heizkörper; Stahlwerke

<sup>16</sup> Vgl. Voß (1990), S. 39ff

<sup>17</sup> Eigene Darstellung (beispielhaft) basierend auf: Diekmann; Rosenthal (2014), S. 4ff; Schabbach; Wesselak (2012), S. 27ff

Als nächstes gilt es festzustellen das die Energie in Energieträgern in der Regel erst durch eine Umwandlung nutzbar wird. Daher muss man als nächstes den Umwandlungsprozess betrachten.<sup>18</sup> Von der Urform des Rohstoffes bis zum Output des Endgerätes beim Endverbraucher unterscheidet man dabei folgende Begriffe:

- Primärenergie(träger)
- Sekundärenergie(träger)
- Endenergie
- Nutzenergie

Energieträger wie sie in ihrer puren Form in der Natur vorkommen zählen zu **Primärenergie**.<sup>19</sup> Dabei handelt es sich bspw. um Erdgas, Kohle oder Kernbrennstoffe. Auch regenerative ET wie Sonne, Wind und Wasser zählen zu dieser Kategorie. Wird Primärenergie verarbeitet, veredelt oder in sonstiger Art und Weise aufbereitet bezeichnet man dieses Endprodukt als **Sekundärenergie**.<sup>20</sup> Bspw. Kraftstoffe wie Benzin, Diesel und Kerosin aber auch bearbeitetes Erdgas, Kohlebriketts und elektrischer Strom zählen dazu. Werden diese im nächsten Schritt bspw. verbrannt oder transportiert entsteht die sogenannte **Endenergie**, welche dem Endverbraucher zur Verfügung steht.<sup>21</sup> Eine Unterscheidung findet deshalb statt, da es bei jedem Schritt zu Umwandlungsverlusten kommt.<sup>22</sup> Bei der Benutzung von Endgeräten kommt es zu weiteren Verlusten.<sup>23</sup> Die letztlich ausgegebene Energie, nennt man daher **Nutzenergie**. Tabelle 2 soll dies noch einmal zusammenfassen.

Tabelle 2 Umwandlungsprozesse beispielhaft<sup>24</sup>

	Primärenergie	Sekundärenergie	Endenergie	Nutzenergie
Form	Steinkohle	Elektrischer Strom	Strom anliegend	Glühbirne
Verluste bei:	Abbau	Umwandlung	Transport	Wirkungsgrad

<sup>18</sup> Vgl. Schabbach; Wesselak (2012), S. 30

<sup>19</sup> Vgl. Nordwest-Zeitung (2013)

<sup>20</sup> Vgl. Schabbach; Wesselak (2012), S. 30f

<sup>21</sup> Vgl. ebd.

<sup>22</sup> Vgl. Nordwest-Zeitung (2013)

<sup>23</sup> Vgl. ebd.

<sup>24</sup> Eigene Darstellung

Nach diesen Einteilungen soll als nächstes der Kontext von Energiebedarfen einer Immobilie hergestellt werden. Hier wird in Primär- und Endenergie unterschieden und der Energiebedarf für Trinkwasser und Heizwärme näher aufgeschlüsselt.

Der **Primärenergiebedarf** beschreibt die Menge pro Jahr an Primärenergie, welche für Trinkwasser und Heizwärme benötigt wird, um die entsprechenden Bedarfe zu decken.<sup>25</sup> Sämtliche möglichen Umwandlungsverluste werden dabei mit einberechnet und gewertet.<sup>26</sup> Der **Endenergiebedarf** beschreibt die Menge pro Jahr an Energie, welche tatsächlich für die Erwärmung von Trinkwasser und Räumen genutzt wird.<sup>27</sup> Unter **Trinkwasserwärme-** und **Heizwärmebedarf** versteht man die Energiemenge pro Jahr, die benötigt wird um die jeweiligen Solltemperaturen (Warmwasser und Innenraumtemperatur) zu erreichen und halten.<sup>28</sup> Mögliche Verluste des Heizungssystems innerhalb der Immobilie werden dabei zusätzlich zu der dafür benötigten Energie im **Heizenergiebedarf** einkalkuliert.

Weiter sollen die zur Verfügung stehenden Energieträger näher betrachtet werden. Diese lassen sich in zwei Kategorien - **erneuerbare** und **nicht erneuerbare** ET einteilen. Der entscheidende Unterschied ist also die Fähigkeit, ob ein ET regenerierfähig und/oder zumindest theoretisch unendlich vorhanden ist.<sup>29</sup> Es findet dabei keine Differenzierung über die Dauer statt, bis eine Energiequelle wieder zu 100% regeneriert zu sein ist. Jedoch geht man von innerhalb menschlicher Zeitmaßstäbe aus.<sup>30</sup>

Als letztes sind noch folgende zwei Begriffe in Bezug auf das Vorkommen von ET zu klären:

- (Rohstoff)**Reserve**: bestätigte Vorkommen, die nach aktuellem technischem Stand und wirtschaftlich preisdeckend gefördert werden können<sup>31</sup>
- **Ressource**: unbestätigte, aber mögliche Vorkommen, die weder technisch noch wirtschaftlich gefördert werden können<sup>32</sup>

---

<sup>25</sup> Vgl. Diekmann; Rosenthal (2014), S. 340

<sup>26</sup> Vgl. ebd.

<sup>27</sup> Vgl. ebd.

<sup>28</sup> Vgl. ebd.

<sup>29</sup> Vgl. Next Kraftwerke (o. A.)

<sup>30</sup> Vgl. Schabbach; Wesselak (2012), S. 68

<sup>31</sup> Vgl. Diekmann; Rosenthal (2014), S. 15

<sup>32</sup> Vgl. ebd.

## 2.2 Nicht erneuerbare Energieträger

Unter nicht erneuerbaren Energieträgern versteht man Ressourcen, die in ihrer Quantität begrenzt sind und früher oder später gänzlich erschöpft sein werden. Nach einmaliger Verwendung sind sie aufgebraucht und bei der Verbrennung setzen sie umwelt- und gesundheitsschädliche Schadstoffe frei. Zu diesen zählen Erdöl, Erdgas, Braun- und Steinkohle - diese Stoffe bezeichnet man auch als fossile ET – sowie Brennstoffe für Kernenergie (z.B. Uran).<sup>33</sup> Obwohl fossile ET natürlichen organischen Ursprunges sind, benötigen sie viel mehr Zeit zur Entstehung, als wie sie verbraucht werden. Sie geben somit von vor Jahrmillionen gebundenes CO<sub>2</sub> frei und beeinflussen damit im Gegensatz von z.B. Holz, wo der CO<sub>2</sub> Bindungs- und Freigebungsprozess auf wenige Jahrzehnte beschränkt ist, die globale Klimabilanz einschneidend negativ.<sup>34</sup> Neben bevölkerungsreichen Industrieländern wie Deutschland, decken auch flächenmäßig kleinere Nationen wie die Schweiz den Großteil ihres Energiebedarfs durch fossile ET.<sup>35</sup> Hauptsächlich werden diese für die Stromproduktion verwendet. Mit dem Ausbau von erneuerbaren Energien verringert sich dieser Anteil jedoch stetig. Problematisch zeigt sich diese Verteilung anschaulich an der Abhängigkeit von Erdgas – Deutschland importiert ca.95% seines Bedarfs.<sup>36</sup> Das Preisniveau fiel während der Corona Pandemie (2020 bis 2021) um ein Vielfaches durch das Wegbrechen der Absatzmärkte und stieg ebenso schnell mit dem Erholen der Wirtschaft.<sup>37</sup> Noch extremere monatliche Preisschwankungen erfolgen seit dem Angriff Russlands auf die Ukraine (seit Februar 2022).<sup>38</sup> Unternehmen und Versorger hatten dabei große Probleme diese Schwankungen aufzufangen, ohne die gestiegenen Kosten unmittelbar an den Verbraucher weiter geben zu müssen/können. Bspw. zeigte sich dies bei der Stromversorgung. Ende 2022 waren sogar Grundversorgungstarife billiger als Neuverträge.<sup>39</sup> Durch u.a. die Ungewissheit des Preisniveaus sah sich der Staat von einem möglichen Versorgungsengpass bedroht und konnte diesen z.B. nur durch kurzfristige Energiesparverordnungen Ende 2022 umgehen (siehe Kapitel 3.2).

---

<sup>33</sup> Vgl. Bundesamt für Energie (BFE) (o. A.), S. 1

<sup>34</sup> Vgl. Schabbach; Wesselak (2012), S. 38f

<sup>35</sup> Vgl. Bundesamt für Energie (BFE) (o. A.), S. 1; Schabbach; Wesselak (2012), S. 38

<sup>36</sup> Statistisches Bundesamt (Destatis) (2023), S. 8

<sup>37</sup> Vgl. Statistisches Bundesamt (Destatis) (2022)

<sup>38</sup> Vgl. ebd.

<sup>39</sup> Vgl. Deter (2023)

## 2.3 Erneuerbare Energieträger

Erneuerbare Energieträger oder auch regenerative ET genannt, sind solche, die entweder unendlich vorhanden sind oder bspw. „nachwachsen“ können.<sup>40</sup> Die populärsten Vertreter für unendlich vorhanden sind: Solar- und Windenergie; und für regenerierbar: Biomasse und Biogas. Weitere Vertreter sind bspw. die Energie der Meere, Geothermie, der Strahlungshaushalt der Erde und Wasserkraft.<sup>41</sup>

*„Die größte Bedeutung kommt der Solarstrahlung, d. h. dem Strahlungsangebot der Sonne zu, auf das sich die meisten regenerativen Energieträger zurückführen lassen: die mechanische Energie von Wind und Wasser, die in Biomasse gespeicherte chemische Energie und natürlich die Energie der elektromagnetischen Strahlung selbst.“<sup>42</sup>*

D. h. das so lange Solarstrahlung die Erde in ausreichender Intensität und Menge erreicht, diese ET zumindest theoretisch unendlich und dauerhaft genutzt werden können. Neben der Nutzung der Solarstrahlung als primäre regenerative Energiequelle spielt auch die innere Energie der Erde eine wichtige Rolle.<sup>43</sup> Sie wird in Form von Erdwärme bspw. für Geothermie genutzt. Weniger technisch bedeutend sind Gravitationskräfte von Sonne und Mond, welche zur Entstehung von Meeresenergie in Form von Gezeiten und Wellen beitragen.<sup>44</sup> Diese werden bspw. in Gezeitenkraftwerken zur Stromproduktion genutzt.

Bis zum Anfang des 21. Jh. waren erneuerbare Energien kaum erschlossen oder verbreitet und wurden erst in den vergangenen zwei Dekaden wesentlich weiterentwickelt.<sup>45</sup> Seither stieg ihr Anteil bei der Stromerzeugung stetig an. Während dieser 2002 noch unter zehn Prozent lag, sind es für 2022 fast 50%.<sup>46</sup> Der Höchstwert wurde 2020 mit über 50% erreicht und der einzige Rückgang war im Jahr 2021 in dem der Wert von 2019 aber dennoch übertroffen worden ist.<sup>47</sup>

---

<sup>40</sup> Vgl. Next Kraftwerke (o. A.)

<sup>41</sup> Vgl. Diekmann; Rosenthal (2014), S. 33–156; Vgl. Schabbach; Wesselak (2012), S. 68–111

<sup>42</sup> Schabbach; Wesselak (2012), S. 69

<sup>43</sup> Vgl. ebd.

<sup>44</sup> Vgl. ebd.

<sup>45</sup> Vgl. Next Kraftwerke (o. A.)

<sup>46</sup> Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE (2023)

<sup>47</sup> Vgl. Next Kraftwerke (o. A.)

### 3 Nachhaltigkeit und Energieeffizienz

In den letzten Jahren ist das Thema Nachhaltigkeit und Energieeffizienz in den Medien immer präsenter geworden und in den Fokus gerückt. Dies hat mehrere Gründe. Einerseits wird das Bewusstsein für die Notwendigkeit einer nachhaltigen Lebensweise in der Gesellschaft zunehmend größer und attraktiver. Weiter haben die steigenden Energiekosten, der fortschreitende Klimawandel und die Sorge um die Umwelt dazu beigetragen. Zudem hat sich die Medienlandschaft verändert. Die digitalen Medien ermöglichen heute eine schnelle und breite Verbreitung von Informationen und Nachrichten. Durch das Internet können Verbraucher sich informieren und Tipps und Anregungen zu einholen, wie sie ihren Energieverbrauch oder -kosten reduzieren können. Vergleichsportale für z.B. Energietarife sind in der Bevölkerung bekannt und stellen ein einfaches und unkompliziertes Werkzeug dafür dar. Auch geben digitale Ratgeberplattformen Energiespartipps leicht verständlich wieder. Gleichzeitig berichten auch traditionelle Medien wie Zeitungen, Zeitschriften, Fernsehen und Radio vermehrt über das Thema. Die steigende mediale Präsenz hat dazu geführt, dass immer mehr Unternehmen und Organisationen sich dem Thema widmen und vermehrt nachhaltige Produkte und Dienstleistungen anbieten. Kaum ein Produkt oder Dienstleistung wird heutzutage ohne Begriffe um Nachhaltigkeit und Umwelt beworben. Zudem haben sich auch viele Regierungen weltweit dem Thema verschrieben und setzen verstärkt auf politische Maßnahmen, um den Energieverbrauch zu senken und die Nachhaltigkeit zu fördern. Nachhaltigkeitsstrategien und Energieeffizienzmaßnahmen werden in der Öffentlichkeit zudem präsentiert und diskutiert.

*„Viele Menschen verbinden mit dem Wort „Energiesparen“ noch immer negative Vorstellungen. Etwas weniger Heizen setzen Sie gleich mit Frieren; bei sparsamer Beleuchtung wird es bei ihnen gleich dunkel, und beim Gedanken an etwas weniger heißes Wasser sehen sie gar ihren Lebensstandard eingeschränkt.“<sup>48</sup>*

Ein weiterer häufiger Trugschluss in diesem Zusammenhang ist, dass man erst Energie verschwendet hätte und diese nun eingespart werden kann. Dies hat den Ursprung in der Annahme, dass der Energieverbrauch immer konstant bleibt und dass jede erfolgte Einsparung zwangsläufig dazu führt, dass man einen früheren Verbrauch wieder ausgleichen kann. Dabei wird aber nicht berücksichtigt, dass Einsparungen oft erst durch Verhaltensänderungen, Effizienzsteigerung und den Einsatz neuer Technologien erreicht werden. Es bedarf also einer Möglichkeit zu messen, wie effizient der eigene

---

<sup>48</sup> AMEV (2010), S. 32

Energieverbrauch ist. Auf Makroebene lässt sich dies durch den Indikator "Endenergieproduktivität" messen. Er sagt aus, wie effizient eine Volkswirtschaft Energie einsetzt, um ihr Bruttoinlandsprodukt (BIP) generieren.<sup>49</sup> Der Indikator stellt dabei das Verhältnis zwischen dem BIP und dem Endenergieverbrauch dar.<sup>50</sup> Eine höhere Endenergieproduktivität bedeutet, dass eine Volkswirtschaft mehr BIP mit weniger Endenergieverbrauch erzeugt, was auf eine höhere Energieeffizienz hinweist. Der Indikator kann verwendet werden, um den Erfolg von Energieeffizienzprogrammen und -politiken zu messen und zu vergleichen.

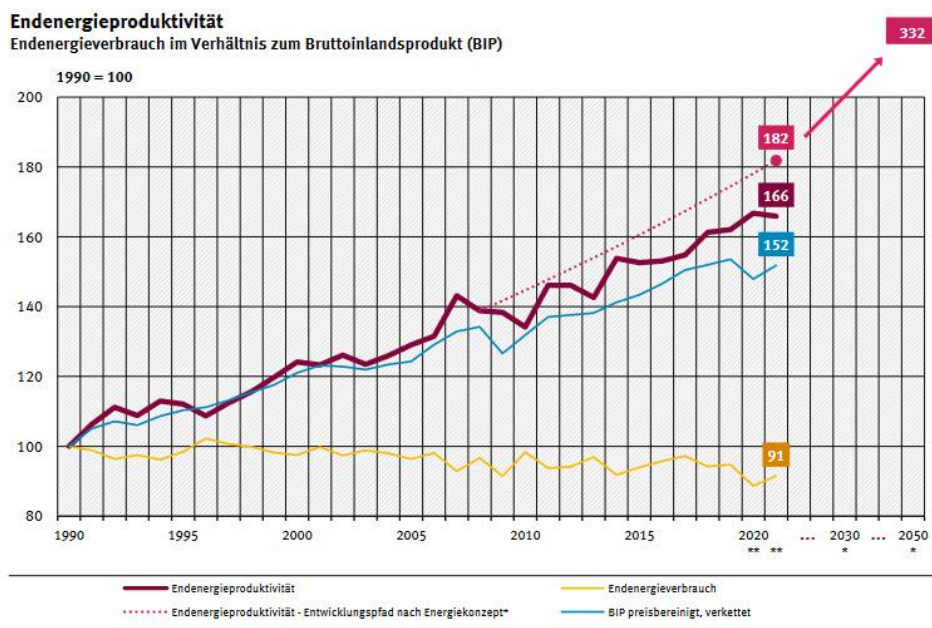


Abbildung 2 Indikator Endenergieproduktivität<sup>51</sup>

Abbildung 2 zeigt die Entwicklung und Prognose der Energieeffizienz gesamtwirtschaftlich für Deutschland auf. Die Endenergieproduktivität ist zwischen 1990 und 2021 um ca. zweidrittel gestiegen, während das Bruttoinlandsprodukt um ca. die Hälfte anwuchs und der Endenergieverbrauch um neun Prozent sank.<sup>52</sup> Eine höhere Energieeffizienz und ein Strukturwandel zu weniger energieintensiven Wirtschaftsaktivitäten können dafür verantwortlich gemacht werden.<sup>53</sup> Die Bundesregierung hatte das Ziel, die

<sup>49</sup> Vgl. Umweltbundesamt (2023)

<sup>50</sup> Vgl. ebd.

<sup>51</sup> Ebd.

<sup>52</sup> Vgl. ebd.

<sup>53</sup> Vgl. ebd.

Endenergieproduktivität bis 2050 um 2,1% pro Jahr zu steigern.<sup>54</sup> Rechnerisch hätte eine Steigerung bis 2020 um 28% im Vergleich zu 2008 erreicht werden müsse - bis 2021 betrug sie allerdings nur ca. 20%.<sup>55</sup> Die "Energieeffizienzstrategie 2050" und der "Nationale Aktionsplan Energieeffizienz 2.0" soll helfen, dieses Ziel zukünftig zu erreichen.<sup>56</sup>

Neben der Effizienzsteigerung ist der absolute Verbrauch ein entscheidender Einflussfaktor. Dieser lässt sich entweder durch technische oder verhaltensorientierte Maßnahmen beeinflussen. Beide Ansätze sind wichtige Werkzeuge, um den Energieverbrauch zu senken und damit sowohl ökologische als auch ökonomische Vorteile zu erzielen. **Technische** Maßnahmen zur Energieeinsparung konzentrieren sich auf die Optimierung von technischen Prozessen und Anlagen. Dies können bspw. die Installation von energiesparenden Heizungsanlagen oder die Optimierung von Produktionsprozessen sein. **Verhaltensbezogene** Maßnahmen hingegen beziehen sich auf das Verhalten von Menschen im Umgang mit Energie. Dabei kann es sich bspw. um Schulungen oder Anreize, um Mitarbeiter dazu zu motivieren, energieeffizienter zu arbeiten handeln oder um eine generelle Sensibilisierung und Optimierung des Nutzerverhalten. Eine ähnliche Unterscheidung kann in aktions- und materialspezifischem Verhalten erfolgen. **Aktionsspezifisches** Verhalten beschreibt spezifische Verhaltensweisen bei denen bei dem Umgang mit etwa elektrischen Geräten, Warmwasser, oder durch das Heizverhalten Energie eingespart werden kann.<sup>57</sup> Es handelt sich dabei um Alltagsroutinen und Gewohnheiten, welche durch verhaltensbezogene Maßnahmen beeinflusst werden können. Unter **materialspezifischen** Verhalten versteht den Kauf von etwa energiesparenderen Geräten oder die Umsetzung von baulichen Maßnahmen, um Energie zu sparen.<sup>58</sup> Es handelt sich meist um einmalige oder zeitlich sehr weit voneinander entfernte Handlungen. Materialspezifisches Verhalten entspricht dabei den technischen Maßnahmen.

Die Interaktion dieser Unterscheidungen lässt sich bspw. an einem Innenraum im Winter veranschaulichen. Es soll eine Mindesttemperatur erreicht und gehalten werden. Die Energiekosten sind dabei stark von der Bausubstanz (technische Maßnahmen und materialspezifisches Verhalten) und dem Heiz- und Lüftungsverhalten abhängig (verhaltensbezogene Maßnahmen und aktionsspezifisches Verhalten).<sup>59</sup>

---

<sup>54</sup> Vgl. Umweltbundesamt (2023)

<sup>55</sup> Vgl. ebd.

<sup>56</sup> Vgl. ebd.

<sup>57</sup> Vgl. Mack (2007), S. 25

<sup>58</sup> Vgl. ebd. S. 25f

<sup>59</sup> Vgl. ebd.



### 3.1 Motivationen Energie zu sparen

Die Motivationen Energie zu sparen kann man grob in ökologische und ökonomische Intentionen einteilen. Diese zwei Kategorien stehen sich aber weder entgegen noch in Konkurrenz zueinander. Der monetäre Faktor und das stetig wachsende Umweltbewusstsein greifen oft ineinander ein. Es spielt dabei keine Rolle, warum und wie das Umdenken ausgelöst wurde, solange die Maxime – Energie einzusparen – dieselbe bleibt und verfolgt wird.

**Ökologischer** Grund dafür ist die Tatsache, dass der überwiegende Anteil, der zur Energieerzeugung genutzten ET fossiler Art ist. Dessen CO<sub>2</sub> Ausstoß beeinflusst das Klima schon heute negativ. Dies zeigt sich am deutlichsten durch die gestiegene weltweite Durchschnittstemperatur und den daraus resultierenden Folgen. Abbildung 3 zeigt dabei die Temperaturanomalien über den Zeitraum von 140 Jahren. Während zwar im 19. Und 20. Jh. zu kalte und zu warme Jahrestemperaturen in etwa gleich verteilt waren, ist doch ein eindeutiger Trend zu erkennen. So gab es im 21. Jh. bisher nur zwei zu kühle Jahrestemperaturen und 2021 ist sogar das elfte zu warme Jahr in Folge.<sup>60</sup>

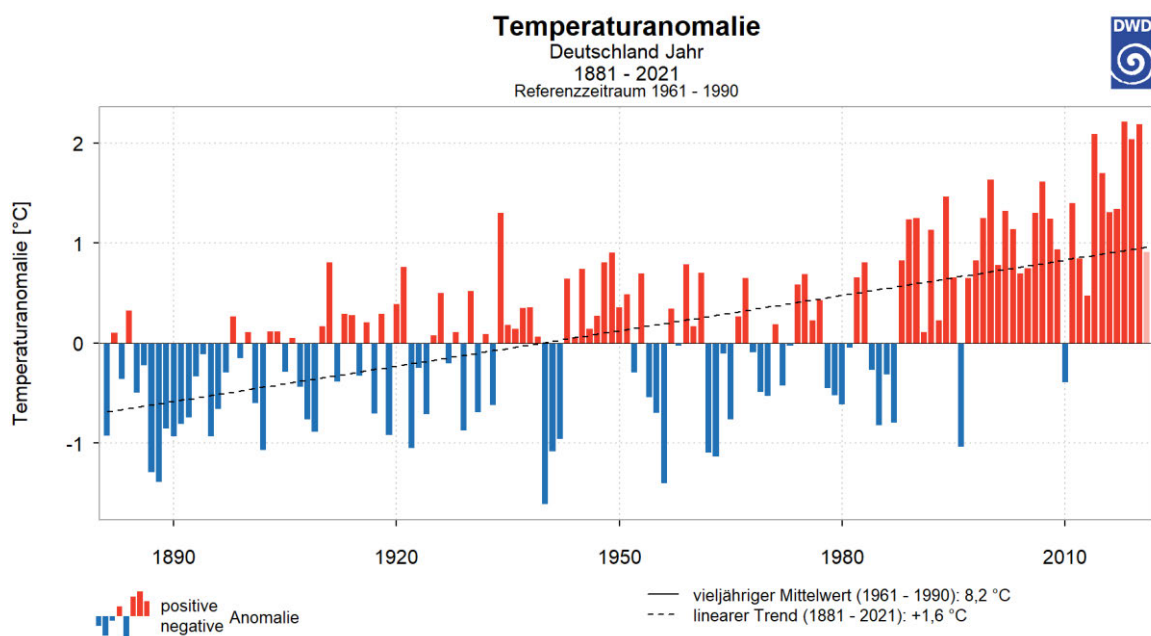


Abbildung 3 Übersicht Temperaturanomalien Deutschland<sup>61</sup>

<sup>60</sup> Deutscher Wetterdienst (DWD) (2022), S. 1

<sup>61</sup> Vgl. ebd. S. 7

Die Häufung von Temperatur- und Wetterextremen in Deutschland zeigt sich vor allem in Form von extremer Hitze und Dürre und lokalen Überschwemmungen und Starkregen. Wie ökologische und ökonomische Gründe zusammentreffen, lässt sich bspw. an den Kosten zum Ausgleich von Ernteauffällen oder der Beseitigung von Flutschäden zeigen. Auch ist die Förderung, Verarbeitung und der Transport von fossilen ET problembehaftet. Landstriche werden bspw. durch die Förderung von Kohle einschneidend und dauerhaft verändert und brauchen Jahrzehnte zur Renaturalisierung. Transportwege sind ebenso anfällig. Zwar sind Unglücke und Unfälle selten, bergen aber ein hohes Gefahrenpotential für die Umwelt. Prominente Beispiele sind etwa die Ölpest von 1989 vor Alaska, verursacht durch auf Grund laufen des Öltankers „Exxon Valdez“ oder der bis dahin größte Ölundfall von 2010, durch den Verlust der Öl-Bohrplattform „Deepwater horizon“.

*Eine Energieeinsparung entlastet die Umwelt - also direkt und indirekt.*

Aus **ökonomischer** Sicht sind die Energiekosten der vorrangige Grund den Verbrauch zu reduzieren. Das Steigen der Energieeinkaufspreise stellt Produzenten, Versorger wie auch Verbraucher vor anhaltende Herausforderungen. Kann ein Produkt oder eine Dienstleistung weiterhin innerhalb einer gewinnbringenden Marge produziert und/oder angeboten werden und kann (und will) ein Verbraucher dieses noch konsumieren. Entscheidend dabei ist, ob es sich bei dem „Produkt“ etwa um ein Luxus- oder notwendiges Konsumgut handelt. So kann ein Verbraucher zwar von einem Neuwagenkauf absehen und auf den Gebrauchtwagenmarkt ausweichen, aber unabhängig von bereits erfolgten Energieeinsparungen seinerseits nicht auf Strom oder Wärme verzichten. Die Abhängigkeit vom globalen Rohstoffmarkt und den damit verbundenen Kostenspekulationen kann grundsätzlich zwar nicht vermieden, zumindest aber insoweit abgeschwächt werden, dass Preisschwankungen nicht gefährden den Absatzmarkt zum Erliegen bringen. Auch macht man sich dadurch unabhängiger von globalen politischen Ereignissen. Ein weiterer Grund ist das Einsparen von Kapazitäten (z.B. Transport und Lagerung). Es lässt sich also zusammenfassend allgemein feststellen das:

*Wer Energie einspart, muss weniger Kosten für den Einkauf, die zur Verfügungstellung und den Verbrauch aufwenden.*

## 3.2 Gesetzliche Vorgaben & Rahmenbedingungen

Das Energie eingespart gespart werden muss ist in Politik und Wirtschaft seit Jahrzehnten etabliert. Unabhängig dabei um ob es darum geht international vereinbarte Klimaziele zu erreichen oder einzelwirtschaftlich Kosten im Unternehmen zu minimieren. Um allen beteiligten Akteuren eine rechtliche Handhabe zu geben, an der sie sich orientieren und die sie einhalten müssen ist der Gesetzgeber gefordert diese Vorgaben verbindlich zu definieren und stetig weiterzuentwickeln. Dies erfolgt in Form von Gesetzen und Verordnungen. Tabelle 3) zeigt eine Auswahl der Wichtigsten für den Gebäudebereich in Deutschland. Sie sind das Ergebnis einer schrittweisen Entwicklung zu immer höheren Anforderungen und Festlegung neuer Standards an Gebäude. Grob gefasst regeln sie auf Bundes- und Länderebene den Energiebedarf, -verbrauch und -effizienz über alle Lebenszyklusphasen, sowie die verstärkte Nutzung erneuerbarer Energien. Dabei wurden die Vorschriften und Gesetze immer weiter verschärft und aktualisiert, um den Anforderungen des Klimaschutzes gerecht zu werden.

Tabelle 3 Energie Gesetze und Verordnungen (Auswahl)<sup>62</sup>

Zeitraum (von – bis)		Titel	Kürzel
1973	aktuell gültig	Energiesicherungsgesetz	EnSiG
1976	2020	Energieeinsparungsgesetz	EnEG
2002	2020	Energieeinsparverordnung	EnEV
2009	2020	Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz	EEWärmeG
2020	aktuell gültig	Gebäudeenergiegesetz	GEG
2022	2023	Kurzfristenergieversorgungs- sicherungsmaßnahmenverordnung	EnSikuMaV
2022	aktuell gültig <sup>63</sup>	Mittelfristenergieversorgungs- sicherungsmaßnahmenverordnung	EnSimiMaV

<sup>62</sup> Eigene Darstellung

<sup>63</sup> Voraussichtlich gültig bis Oktober 2024

Der Beginn dieser Gesetzgebung lässt sich in den 1970er Jahren verorten. Aufgrund der Ölkrise entstand erstmals ein breites Bewusstsein für Energieeffizienz und Ressourcenschonung. Ein wichtiger Meilenstein war die Energieeinsparverordnung (EnEV), die erstmals 2002 in Kraft trat. Sie regelte erstmals die energetischen Anforderungen an Neubauten und Sanierungen von Gebäuden. Das Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz (EEWärmeG) befasste sich mit ergänzend dazu mit der Wärme- und Kälteversorgung und verpflichtete Eigentümer diese mit erneuerbaren Energien zu decken, wenn sie ihr Gebäude neu bauen oder größere Sanierungen durchführen. Um die bisherigen Anforderungen zu vereinfachen und zu verbessern, wurden die bisherigen Vorschriften (EnEG, EnEV und EEWärmeG) in das Gebäudeenergiegesetz (GEG) zusammengeführt. Es trat 2020 in Kraft. Mit dem GEG sollen die energetischen Anforderungen an Gebäude weiter verschärft werden, um die Energiewende im Gebäudebereich voranzutreiben und die Klimaziele Deutschlands zu erreichen.

Weiter ist der Gesetzgeber gefordert schnell auf dynamische Änderungen der Anforderungen zu reagieren. Dies tat er bspw. 2022 mit der EnSikuMaV und EnSimiMaV wegen der angespannten Lage an den Energiemärkten.<sup>64</sup> Ziel dieser Vorordnungen war es Energieeinsparungen vor allem in öffentlichen Nichtwohngebäuden zu erreichen.<sup>65</sup> Darüber hinaus ist er gefordert eine gewisse Transparenz für den Verbraucher zu schaffen, damit dieser eine energiebewusste Entscheidung treffen kann. Dies tut er bspw. mit dem Energieausweis für Immobilien der Kauf- oder Mietinteressenten Auskunft über die Energieeffizienz eines Gebäudes erteilt.<sup>66</sup> Problem dabei ist jedoch, dass eine Immobilie zum nach dem Zeitpunkt geltenden Vorschriften bewertet worden ist.<sup>67</sup> Ältere und neuere Energieausweise sind dadurch nur bedingt miteinander vergleichbar. Ein aussagefähiger Vergleich ist also nur bei solchen Ausweisen sinnvoll, die unter gleicher Vorschrift ausgestellt worden sind (bis 2009; 2009-2014; 2014-2020 und ab 2020). Die Zeiträume ergeben sich durch die beiden EnEV-Novellen 2009 und 2014 und dem in Krafttreten des GEG 2020. Auch lässt sich mit dem Ausweis keine Aussagekraft über den zukünftig zu erwartenden Energieverbrauch und den daraus resultierenden Energiekosten treffen.<sup>68</sup>

---

<sup>64</sup> Vgl. Arqum (2022)

<sup>65</sup> Vgl. ebd.

<sup>66</sup> Vgl. Verbraucherzentrale NRW (2022)

<sup>67</sup> Vgl. ebd.

<sup>68</sup> Vgl. ebd.

## 4 Energieverbrauch und Einsparpotentiale

Zuallererst gilt es den Gebäudebestand in Deutschland und den Energieverbrauch genauer zu analysieren. Von den insgesamt ca. 21,4 Mio. Gebäuden (Stand 2019) entfallen ca. zwei Mio. auf GEG-relevante Nichtwohngebäude, ca. 16,1 Mio. auf Ein- und Zweifamilienhäuser und ca. 3,3 Mio. auf Mehrfamilienhäuser.<sup>69</sup> Während NWG mit etwa zwei Prozent damit zwar die kleinste Gruppe bilden, liegt ihr Anteil am Gesamtenergieverbrauch von Gebäuden bei ca. 36%.<sup>70</sup> Dies lässt sich u.a. durch ihre großen Gebäudeflächen und den daraus resultierend vergleichbaren hohen Verbräuchen begründen. Weiter sind NWG zumeist „offener“ gestaltet (bspw. Supermärkte oder Großraumbürogebäude). Dadurch müssen diese Flächen bauartbedingt intensiver beheizt und stärker beleuchtet werden als bspw. Wohnräume, welche flächenmäßig kleiner und von „mehr“ Bausubstanz umschlossen sind, um bspw. die gewünschte Raumtemperatur zu erreichen und zu halten. Zudem werden sie durch ihre Öffnungszeiten vorwiegend zu den Tageszeiten genutzt, in denen der Bedarf nach Energie am höchsten ist, ohne dass sie bspw. von einem niedrigeren Raumtemperaturbedarf in den Nachtstunden profitieren können.

Tabelle 4 zeigt den jeweiligen Anteil (absolut und jeweilig prozentual) der Energieverbräuche von Wohngebäuden (WG) und NWG. Für beide Gebäudekategorien zusammen wird am meisten Energie für Raumwärme benötigt – 70%.<sup>71</sup> Trotz ihrer vergleichbar geringen Anzahl verbrauchen NWG dabei ca. die Hälfte an Terrawattstunden (TWh) von WG. Warmwasser und Beleuchtung fallen mit 14,5% und 13% Gesamtanteil ähnlich zueinander aus.<sup>72</sup> Hier zeigen sich allerdings klare Bedarfsunterschiede. So macht der Anteil von Warmwasser beim Energieverbrauch bei WG 18% aus, bei NWG jedoch nur fünf Prozent. Bei der Beleuchtung zeigt sich das Gegenteil. Hier entfallen bei WG nur zwei Prozent, bei NWG allerdings 17% des jeweiligen Gesamtenergieverbrauches. Den geringsten Gesamtanteil stellt die Klimakälte mit 2,5%.<sup>73</sup> Bei WG ist ihr Anteil beinahe vernachlässigbar mit unter einem Prozent. Bei NWG (vor allem Industrie und Gewerbe) liegt ihr Anteil bei sieben Prozent.

---

<sup>69</sup> Vgl. Deutsche Energie-Agentur (dena) (2022), S. 7

<sup>70</sup> Vgl. ebd. S. 78

<sup>71</sup> Vgl. ebd. S. 73

<sup>72</sup> Vgl. ebd.

<sup>73</sup> Vgl. ebd.

Tabelle 4 Energieverbrauch von WG und NWG 2021<sup>74</sup>

Energieverbrauch zur Erzeugung von:	Wohngebäude		Nichtwohngebäude	
	[TWh]	[%]	[TWh]	[%]
<b>Raumwärme</b>	460	80	235	71
<b>Warmwasser</b>	106	18	15	5
<b>Beleuchtung</b>	10	2	55	17
<b>Klimakälte</b>	1	<1	24	7

Zukünftig ist zu erwarten, dass Klimakälte einen größeren Stellenwert einnehmen wird, da immer mehr Gebäude mit ihr ausgestattet werden.<sup>75</sup> Dies lässt sich dadurch aufzeigen, dass ihr Anteil bei NWG im Jahr 2019 nur etwa drei Prozent betrug.<sup>76</sup> Betrachtet man die Temperaturanomalien in Deutschland (siehe Abbildung 3) lässt sich für WG ähnliches annehmen. Neben den hohen Tagestemperaturen stellt besonders die geringe Temperaturabsenkung in der Nacht eine Belastung dar.<sup>77</sup> Effekte wie bspw. städtische Wärmeinseln (Urban Heat Island) verursachen in dichtbesiedelten Flächen dieses Problem. Faktoren wie Klimawandel und Bevölkerungswachstum sind bei der Zunahme der Klimakälte ebenso von Bedeutung wie technische Fortschritte in der Kältetechnik und der Klimatisierung. Diese ermöglichen effizientere und umweltfreundlichere Kühlsysteme. Dadurch kann die Bereitschaft zur Installation von Klimaanlage steigen. Auch die jährlichen Daten über den Energieverbrauch nach Anwendung bestätigen diese Entwicklung (siehe Abbildung 4). Seit der Beginn der Datenerfassung fällt Klimakälte erst seit ca. dem Jahr 2019 nennenswert in der Statistik auf. Die Herausforderung besteht darin diesen Bedarf auf umweltfreundliche und nachhaltige Weise zu decken.

Weiter zeigt sich, dass sich der Gesamtenergieverbrauch seit dem Jahr 2014 gleichbleibend bei ca. 900 TWh eingependelt hat, damit wesentlich unter den Werten von 2008 bis 2013 liegt und das es weniger Abweichungen zum Durchschnitt des jeweiligen Jahrzehntes gibt. Es wird

<sup>74</sup> Eigene Darstellung basierend auf: Deutsche Energie-Agentur (dena) (2022), S. 78

<sup>75</sup> Vgl. ebd. S. 73

<sup>76</sup> Vgl. ebd. S. 78

<sup>77</sup> Vgl. Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Stadtentwicklung (BMVBS) (2012), S. 16

aber auch deutlich, dass Raumwärme der bestimmende Faktor über den Gesamtenergieverbrauch bleiben wird und etwaige Einsparungen der anderen Verbraucher durch bspw. eine verlängerte Heizperiode nichtig gemacht werden.

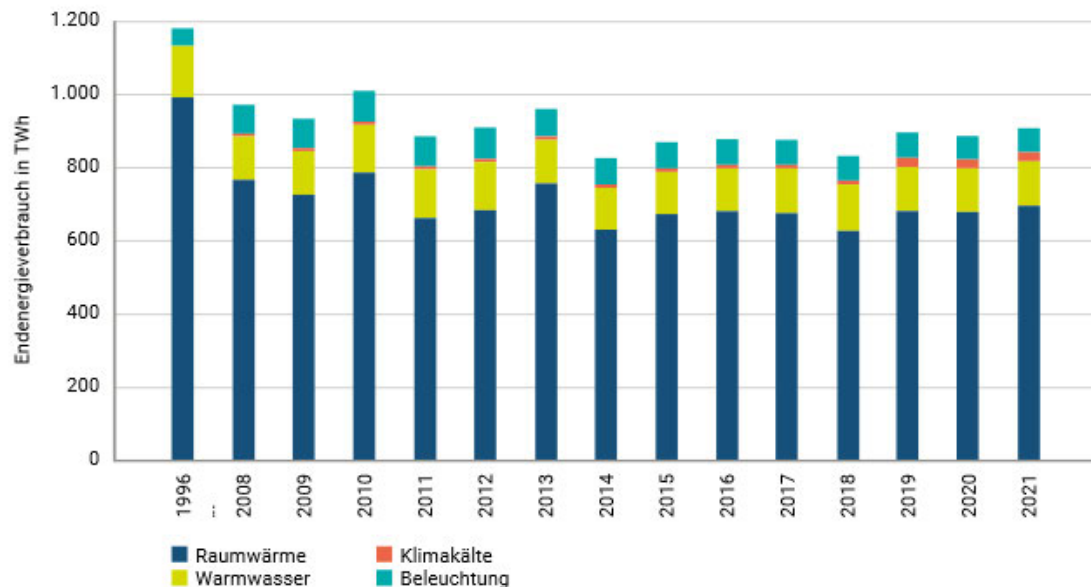


Abbildung 4 Entwicklung des Endenergieverbrauchs in Gebäuden nach Anwendungen<sup>78</sup>

Als nächstes gilt es die besondere Bedeutung von Einsparpotentialen bei NWG zu thematisieren. An dieser Stelle sollen NWG in die Kategorien Gewerbe, Handel und Dienstleistungen (GHD-Sektor) und öffentliche Einrichtungen (bspw. Ämter, Bildungsgebäude, Theater usw.) unterschieden werden. Öffentliche Einrichtungen zeichnen sich im Gegensatz zum (privaten) GHD-Sektor durch ihre besondere Vorbildwirkung für die Gesellschaft aus.<sup>79</sup> Aufgrund ihrer staatlichen und öffentlichen Aufgaben und Funktionen gelten sie als zentrale Anlauf- und Ausgangspunkte für viele Menschen.<sup>80</sup> Für diese Gebäude wird damit die Funktionalität als höchste Priorität festgelegt<sup>81</sup> und sie „können eine direkte technische Vorbildwirkung für Dritte also besonders im Bereich der Bürogebäude und anspruchsvoller Funktionsbauten entfalten.“<sup>[sic]<sup>82</sup></sup> Für Bereiche wie bspw. Brandschutz, Wirtschaftlichkeit und

<sup>78</sup> Deutsche Energie-Agentur (dena) (2022), S. 75 basierend auf;; Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) (2022)

<sup>79</sup> Vgl. Gebäudemanagement Schleswig-Holstein AöR (GMSH) (o. A.), S. 3

<sup>80</sup> Vgl. ebd.

<sup>81</sup> Vgl. ebd.

<sup>82</sup> Ebd.

Energieverbrauch bedeutet dies, dass von einem hohen Leit- und Steuerungspotential profitiert werden kann.<sup>83</sup> Die Wichtigkeit dieser Potentiale werden dadurch bestärkt, wenn man die Finanzierung von öffentlichen Einrichtungen betrachtet. So werden bspw. Hochschulgebäude zu 90% aus öffentlicher Hand (ca. 15% Bund und ca. 75% Länder) finanziert.<sup>84</sup> Da die öffentliche Hand über die Sinnhaftigkeit der verwendeten Mittel Rechenschaft ablegen muss, kann der GSD-Sektor von diesem Wissen profitieren, ohne auf eigene Trial-and-Error-Methoden zurückgreifen zu müssen. Weiter kann dadurch jeder private Gebäudebetreiber ohne großen Eigenanteil und geringen Risiko von der in öffentlichen Einrichtungen praktizierten Bewirtschaftung Nutzen ziehen.

Abschließen ist festzustellen, dass grundsätzlich in jedem Bereich Potentiale bestehen den Energieverbrauch zu senken. Jeder anfallende Verbrauch kann optimiert werden. Wichtig ist es dabei allerdings zu betrachten mit wieviel Aufwand wieviel erreicht werden kann. Die Investitionskosten stehen dabei möglichen Einsparungen gegenüber. Auch muss bemerkt werden an welchen Stellen Optimierungen im Vergleich „lohnend“ sind. So macht es bspw. wenig Sinn an einer Stelle teure und aufwendige Feinjustierungen durchzuführen, die ein geringes Einsparpotential erreichen können, während an einer anderen Position ein einfacher zu erreichendes und größeres Potential liegt.

In den folgenden Unterkapiteln sollen solche Potentiale für die größten drei Energieverbraucher (Wärme, Strom und Wasser) näher behandelt werden. Darüber hinaus wird auch auf das Einsparpotential bei Betriebsausstattungen eingegangen werden.

---

<sup>83</sup> Vgl. Gebäudemanagement Schleswig-Holstein AöR (GMSH) (o. A.), S. 3

<sup>84</sup> Vgl. Stiftung zur Förderung der Hochschulrektorenkonferenz (o. A.)



## 4.1 Temperaturregulierende Maßnahmen von (Innen)Räumen

Unter temperaturregulierenden Maßnahmen soll das Erreichen (heizen), Halten und das Verringern durch kühlen und lüften der Raumtemperatur verstanden werden. Neben Faktoren wie Luftqualität, Luftbewegung und Wärmeeinstrahlung ist die Raumtemperatur entscheidend ob und wie sehr man sich in einem Raum wohlfühlt. So führt eine zu niedrige Luftfeuchtigkeit bspw. zu trockenen Schleimhäuten und damit zu einem bedrückendem Gefühl beim Atmen und ein zu niedriger Sauerstoff- bzw. zu hoher CO<sub>2</sub> Gehalt zu ZNS-Symptomen (Kopfschmerzen, Müdigkeit, Schwindel und Konzentrationsschwäche).<sup>85</sup> Gerüche hervorgerufen durch bspw. die Innenausstattung oder Bausubstanz können dabei ebenso nach individuellem Empfinden die Aufenthaltsqualität negativ beeinflussen, wie Luftbewegungen oder direkte Sonneneinstrahlung. Der Raumtemperatur muss an dieser Stelle eine besondere Rolle zugeschrieben werden. Abgesehen davon, dass sie als Hauptkostenfaktor der Betriebskosten verstanden werden kann (siehe Tabelle 4), ist sie auch für die Produktivität von Mitarbeitern in Innenräumen ausschlaggebend.

Die Arbeitsstättenverordnung legt für die Lufttemperatur im Raum, bei überwiegend sitzender Körperhaltung und leichten Tätigkeiten einen Mindestwert von 20°C und einen Höchstwert von 26°C fest.<sup>86</sup> Als leichte Tätigkeiten werden „*leichte Hand-/Armarbeit bei ruhigem Sitzen bzw. Stehen verbunden mit gelegentlichem Gehen*“ verstanden.<sup>87</sup> Wird der Höchstwert überschritten, ist der Arbeitgeber sukzessiv dazu angehalten bzw. verpflichtet temperatursenkende Maßnahmen zu ergreifen.<sup>88</sup> Ein gängiger Richtwert für eine ideale Bürotemperatur beträgt zwischen 20°C und 23°C.<sup>89</sup> Für Sommermonate liegt der Behaglichkeitsbereich zwischen 23°C und 26°C (für überwiegend sitzend und leichte Tätigkeiten).<sup>90</sup> Dies kann bspw. durch allgemein höhere Umgebungstemperaturen und eine temporäre Gewöhnung (Akklimatisierung) an diese begründet werden. Die Temperaturtoleranz entwickelt und ändert sich mit den Jahreszeiten. So kann dieselbe Temperatur im Winter als warm und im Sommer als kühl(er) empfunden werden.

---

<sup>85</sup> Umweltbundesamt (2008), S. 1364

<sup>86</sup> §4.2 Absatz 2 Tabelle 1 und Absatz 3 Satz 1 ArbStättV 3.5

<sup>87</sup> §4.2 Absatz 2 Tabelle 2 ArbStättV 3.5

<sup>88</sup> §4.4 Absatz 1 Satz 1 ArbStättV 3.5

<sup>89</sup> Intakt (o. A.)

<sup>90</sup> Vgl. Umweltbundesamt (2019)

Letztlich wird ein Raumklima dann als optimal empfunden, „wenn der Mensch Lufttemperatur, Luftfeuchte, Luftbewegung und Wärmestrahlung in seiner Umgebung als optimal empfindet und weder wärmere noch kältere, weder trockenere noch feuchtere Raumluft wünscht“.<sup>91</sup>

Neben dem Geschlecht beeinflussen körperliche Eigenschaften wie bspw. Alter, Muskelmasse oder Körperfülle die Wohlfühltemperatur. Diese liegt bspw. bei Frauen etwa 3°C höher als bei Männern.<sup>92</sup> Auch der allgemeine Gesundheitszustand und die Stoffwechselrate bestimmen dabei welche Temperaturen den persönlichen Behaglichkeitsbereich ausmachen. Liegt die Raumtemperatur nun unter oder über diesem, sinkt folglich die Produktivität.

Als nächstes soll nun die Heizperiode behandelt werden. Sie ist ein wichtiger Aspekt bei der Raumtemperaturkontrolle und dem Raumwärmebedarf in Gebäuden, insbesondere in den kälteren Monaten des Jahres. In der Regel ist diese vom 1. Oktober bis zum 30. April festgelegt.<sup>93</sup> Je nach regionalen Gegebenheiten und den jeweiligen klimatischen Bedingungen kann der Zeitraum variieren. Dies hängt stark von den örtlichen klimatischen und wetterbedingten Einflüssen ab. In diesem Zeitraum muss eine Mindestraumtemperatur von 20°C bis 22°C erreicht werden.<sup>94</sup> Für Büros gilt dabei, mit jedem Grad Celsius über 20°C steigt der Energieverbrauch um etwa sechs Prozent an.<sup>95</sup> Generell sollte immer geprüft werden, ob eine Beheizung erforderlich ist. Bspw. einzelne Räume in wenig genutzten Gebäudetrakten.<sup>96</sup>

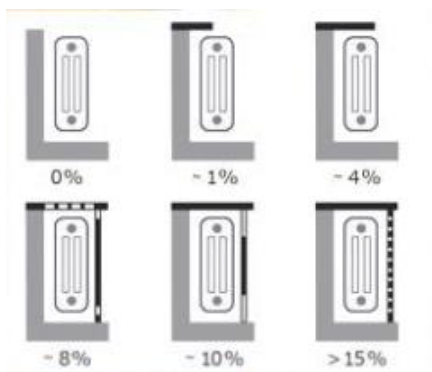


Abbildung 5 Effektivitätsverluste von Heizkörper<sup>97</sup>

<sup>91</sup> Umweltbundesamt (2019)

<sup>92</sup> Vgl. Rennert (2019)

<sup>93</sup> Vgl. Deutscher Mieterbund e.V. (o.A.)

<sup>94</sup> Vgl. ebd.

<sup>95</sup> Vgl. co2online (o. A.); Vgl. EnergieAgentur.NRW (2015), S. 27

<sup>96</sup> Vgl. Landkreis Freudenstadt (2021), S. 12

<sup>97</sup> EnergieAgentur.NRW (2015), S. 5

Grundvoraussetzung beim Heizen ist die Annahme, dass Räume soweit es geht, abgeschlossen sind und Öffnungen wie Türen und Fenster geschlossen sind.<sup>98</sup> Weiter geht man davon aus, dass *„die Wärmeabgabe der Heizkörper nicht durch Einbauten, Verkleidungen u.a. behindert wird.“*<sup>99</sup> Abbildung 5 zeigt wie sich solche Behinderungen auf die Effektivität eines Heizkörpers auswirken. Bereits eine (kleine) teilweise Verdeckung kann einen Effektivitätsverlust von bis zu vier Prozent bewirken. Wird ein Heizkörper von Einrichtungsgegenständen (bspw. Möbel, Geräte oder Vorhänge) teilweise oder gänzlich verdeckt, kann dies einen Verlust von bis zu 15% ausmachen. Vor allem im Altbau können zusätzliche Wärmeverluste bei Heizkörpernischen entstehen, da an diesen Stellen Außenwände in der Regel dünner ausfallen. Andere mögliche Ursachen, die dazu führen dass Raumtemperaturen nicht oder nur mit höheren Energiebedarf als nötig erreicht werden können listet der Arbeitskreis Maschinen- und Elektrotechnik staatlicher und kommunaler Verwaltungen (AMEV) (Vgl. (AMEV (2001), S. 62) wie folgt auf:

- nicht ausreichend entlüftete Heizkörper bzw. zu viel Luft im Heizungssystem
- ständig geöffnete oder undichte Fenster und Türen
- eine unzureichende Wärmedämmung oder andere bauliche Mängel
- zu wenige oder zu klein dimensionierte Heizkörper
- bauartbedingte niedrige Oberflächentemperaturen (bspw. hoher Glasfassadenanteil, Tordurchfahrten, ebenerdige oder nordseitige Räume)

Durch das Schließen von Außenverschattungen oder Vorhängen können Raumwärmeverluste in der Nacht um bis zu 20% reduziert werden.<sup>100</sup> Auch das Anbringen einer zusätzlichen Isolationsschicht zwischen Heizkörper und Außenwand ist dabei hilfreich.<sup>101</sup> So kann bspw. mit einer Dämmfolie oder Rettungsdecke verhindert werden, dass Wärme über das Mauerwerk nach außen hin abgegeben wird. Um Schimmelbildung vorzubeugen, sollten Räume nicht von einem Raum in einen anderen beheizt werden, da dadurch feuchte Luft aus dem wärmeren in den nicht beheizten Raum bewegt wird und sich dort sammelt.<sup>102</sup> Weiter ist zu prüfen, ob eine Nachtabsenkung der Heizungsanlage vorhanden ist, funktioniert und richtig eingestellt ist.<sup>103</sup>

---

<sup>98</sup> Vgl. AMEV (2001), S. 62

<sup>99</sup> Ebd.

<sup>100</sup> Vgl. Umweltbundesamt (2022)

<sup>101</sup> Vgl. ebd.

<sup>102</sup> Vgl. ebd.

<sup>103</sup> Vgl. Landkreis Freudenstadt (2021), S. 11

Im folgenden Abschnitt soll nun die Luftqualität (in Innenräumen) betrachtet werden. „*Mit seiner Atmung und seinen Ausdünstungen stellt der Mensch eine wesentliche Quelle von Verunreinigungen in der Innenraumluft dar*“.<sup>104</sup> Als maßgebliche Faktoren, welche die Luftqualität beeinflussen beschreibt das Umweltbundesamt (Vgl. (Umweltbundesamt (2008), S. 1358) folgende weitere Einflüsse:

- die Größe des Raumes
- Anzahl der Personen, die sich in diesem aufhalten
- der Aktivitätsgrad dieser Personen
- die Aufenthaltsdauer
- Volumen der Frischluftzufuhr und des Luftaustausches

Die Art der Aktivität hat dabei nur einen vorübergehenden Einfluss und kann durch entsprechendes Lüften ausgeglichen und negiert werden. Solche Aktivitäten sind bspw. kochen, das Abbrennen von Duftkerzen, oder duschen.<sup>105</sup> Auch können Gerüche wie bspw. Tabakgeruch oder Parfüm von außen eingebracht werden oder eine verunreinigte Außenluft beim Lüften die Luftqualität senken.<sup>106</sup> Weiter zu bedenken ist das die Bausubstanz, Möbel und sonstiges Inventar die Luftqualität ebenso beeinflussen, da sie chemische Stoffe kontinuierlich in die Luft abgeben.<sup>107</sup> Für den Verunreiniger CO<sub>2</sub> Gehalt werden vom Umweltbundesamt (Vgl. (Umweltbundesamt (2008), S. 1368) folgende Richtwerte und Maßnahmen vorgeschlagen:

- Bei einer Konzentration von unter 1000 Parts per million (ppm) CO<sub>2</sub> ist keine Handlung notwendig und die Raumluft gilt als hygienisch unbedenklich.
- Ab einer Konzentration von über 1000 ppm sollte gelüftet werden. Die Raumluft gilt als hygienisch auffällig.
- Wird eine Konzentration von 2000 ppm überschritten muss gelüftet werden. Die Raumluft wird nun als hygienisch inakzeptabel bewertet.

Kann ein Raum dauerhaft und trotz angemessenen Lüftungsmaßnahmen, welche die Nutzung nicht übermäßig hindern einen Wert von unter 1000 ppm CO<sub>2</sub> nicht erreichen, so sind

---

<sup>104</sup> Umweltbundesamt (2008), S. 1358

<sup>105</sup> Vgl. Umweltbundesamt (2016)

<sup>106</sup> Vgl. ebd.

<sup>107</sup> Vgl. ebd.

„weitergehende organisatorische, Lüftungstechnische oder bauliche Maßnahmen erforderlich.“<sup>108</sup> Damit wird die Verantwortung vom Nutzer weg, hin zum Betreiber verlagert. Der Nutzer kann mit seinem Lüftungsverhalten allerdings erheblich dazu beitragen, dies zu verhindern. So zeigt Abbildung 6 das bei einer Stoßlüftung bereits nach 20 Minuten ein Frischluftanteil der Innenraumluft von über 90% erreicht wird. 100% werden in etwa nach 90 Minuten erreicht. Verwendet man zum Lüften im Gegensatz dazu die Kippstellung, werden nach 20 Minuten nur etwa 20% Frischluftanteil erreicht und 100% erst nach etwa dreieinhalb Stunden. Darüber hinaus schädigt eine längere Kippstellung die Bausubstanz. Durch die dauerhaft Öffnung kühlt die Außenwand in diesem Bereich im Vergleich zur Restaußenwand aus, bildet dort Kondenswasser und begünstigt somit die Schimmelbildung. Nach Möglichkeit sollte eine Querlüftung, d.h. Fenster und Türen auf gegenüberliegenden Raumseiten geöffnet erfolgen, um noch schneller einen höheren Frischluftanteil zu erreichen.<sup>109</sup> In den Wintermonaten ist häufiges kurzes Stoßlüften anzustreben, um Raumwärmeverluste gering zu halten. Während des Lüftens sollten Heizkörper heruntergedreht werden. Für die Sommermonate hingegen gilt es möglichst in den Morgen-, Abend- und Nachstunden zu lüften. Durch richtiges Lüften (und Außenverschattungen) kann so auch im Sommer möglichst lange eine niedrige Raumlufttemperatur, bei einem hohen Frischluftanteil erreicht werden.

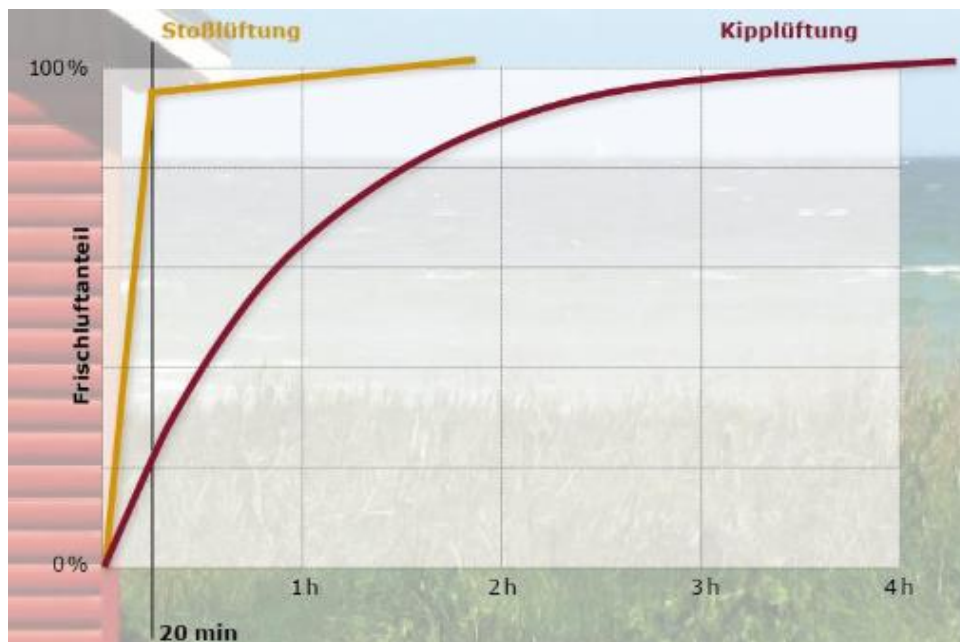


Abbildung 6 Luftaustausch Stoßlüftung und Kipplüftung<sup>110</sup>

<sup>108</sup> Umweltbundesamt (2016)

<sup>109</sup> EnergieAgentur.NRW (2015) S. 24

<sup>110</sup> Ebd. S. 23

## 4.2 Beleuchtungsstrom und Stromverbrauch am Computerarbeitsplatz

Grundsätzlich sollte man unabhängig der Nutzungsart darauf achten vornehmlich Strom(tarife) zu verwenden, welcher auf ökologisch vertretbarer Weise aus erneuerbaren Energiequellen gewonnen wird. Strom in einem NWG ist nach Raumwärme der nächste größte Verbrauch und reich an Möglichkeiten diesen zu beeinflussen. Eine eingehende Analyse und das Verständnis darüber, wo der Stromverbrauch entsteht, sind entscheidend, um Energieeinsparpotenziale zu identifizieren und nachhaltige Maßnahmen zur Reduzierung des Verbrauchs zu entwickeln. Da NWG in ihrer Gebäudenutzungsart sehr verschieden ausfallen, ist es schwierig übergreifende Maßnahmen zu empfehlen. In diesem Kapitel sollen daher nur solche NWG behandelt werden die in ihrer Gebäudenutzung Funktionen wie Büro, Verwaltung und vergleichbares erfüllen.

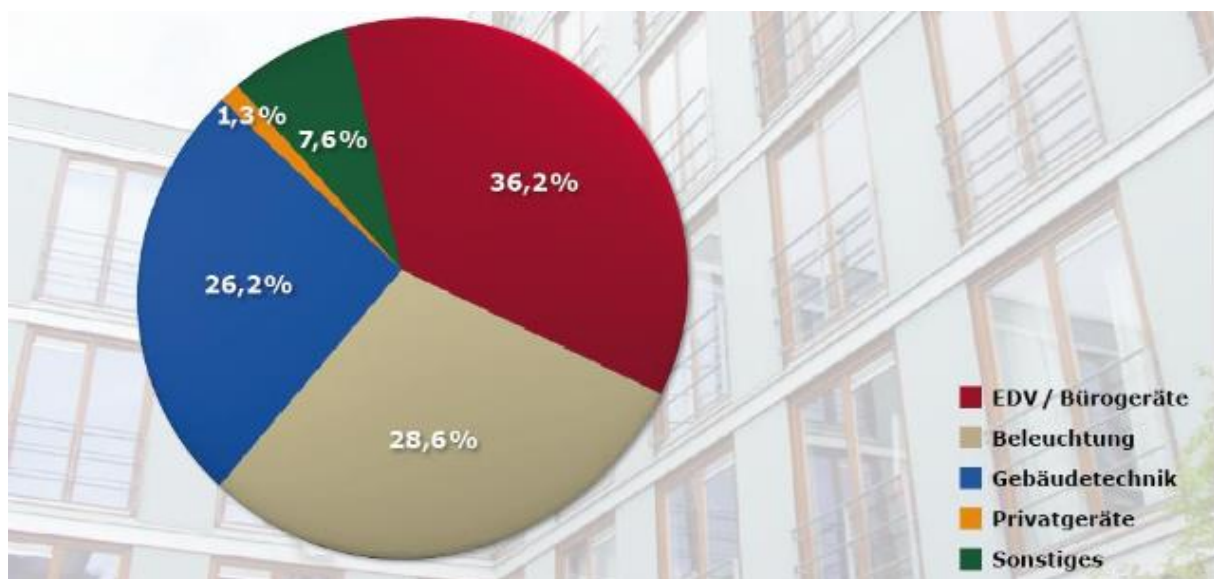


Abbildung 7 Stromverbrauchsanteile eines Verwaltungsgebäudes (720 Mitarbeiter/innen)<sup>111</sup>

Wie in Abbildung 7 zu sehen ist, sind EDV/Bürogeräte und Beleuchtung die zwei verbrauchsstärksten Kategorien in einem Verwaltungsgebäude. Sie sind gleichzeitig auch die einzigen Kategorien in denen zum einen ein Nutzer Einfluss nehmen kann und zum anderen eine nennenswerte Ersparnis erreicht werden kann. So hat ein Nutzer in der Regel keine

<sup>111</sup> EnergieAgentur.NRW (2015), S. 13

Berechtigung oder Zugriff auf die Gebäudetechnik und privat genutzte Geräte sind in ihrem Gesamtanteil beinahe vernachlässigbar. Ausnahmen bilden dabei bspw. Räume in denen individuell steuerbare Teile einer raumluftechnischen Anlage (RLT-Anlage) vorhanden sind oder private stromintensive Geräte wie bspw. mobile Klimageräte. Weiter ist zu beachten, dass ein Nutzer zwar Einfluss auf EDV/Bürogeräte und Beleuchtung nehmen kann, aber nicht in jedem Bereich. So kann er seinen Computerarbeitsplatz optimieren, auf Geräte im Hintergrund, die für die Betriebsfähigkeit notwendig sind hingegen nicht. Solche Geräte sind bspw. Server, Netzwerkgeräte und andere Infrastrukturkomponenten, die für den reibungslosen Betrieb von IT-Systemen und Bürogebäuden notwendig sind. Optimierungen erfordern hier oft spezialisierte technische Kenntnisse und den Einsatz von Energiesparmaßnahmen auf Systemebene.

Den Einflussbereich, den ein Nutzer hat soll nun näher betrachtet werden. Abbildung 8 zeigt diesen Bereich für einen beispielhaften Computerarbeitsplatz in einem Bürogebäude. In diesem Modell soll Beleuchtung die Hälfte an Strom verbrauchen. Typische EDV-Geräte stellen den Restverbrauch. Begründet soll dies damit sein, dass Beleuchtung für einen erheblichen Anteil der Gesamtenergiekosten von Gebäuden verantwortlich ist. Besonders in reinen Bürogebäuden, kann der Stromverbrauch für die Beleuchtung bis zu 50% der Betriebskosten ausmachen.<sup>112</sup> Das Einsparpotential wird dabei auf 75 bis 80% geschätzt.<sup>113</sup>

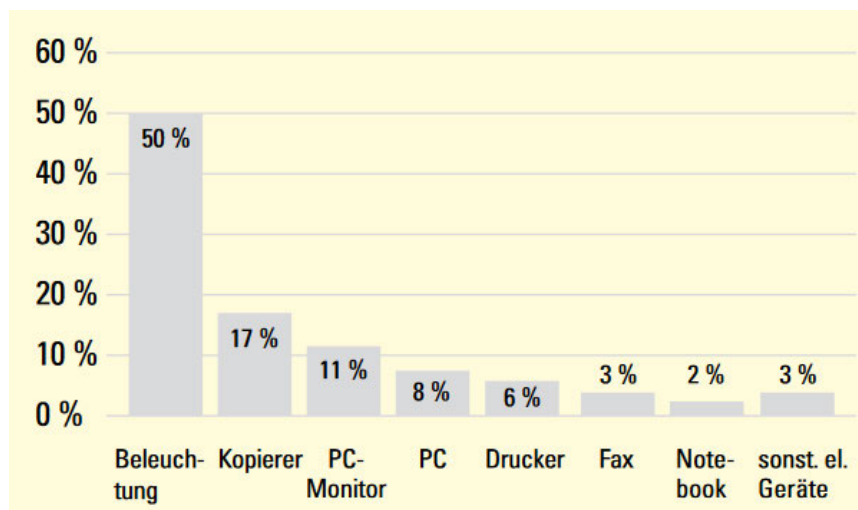


Abbildung 8 Aufteilung der Bürogeräte am Stromverbrauch<sup>114</sup>

<sup>112</sup> Vgl. BauNetz (o. A.a); Vgl. Stadtwerke Gießen (o. A.), S. 3

<sup>113</sup> Vgl. ebd.

<sup>114</sup> Ebd. S. 2

Betrachtet man den Nutzer als Arbeitnehmer, so hat er in den meisten Fällen keinen Einfluss auf den technischen Aspekt der Beleuchtung und kann den Verbrauch nur über sein Verhalten marginal beeinflussen. Daher muss man ihn an dieser Stelle als einen solchen Akteur verstehen, welcher die Berechtigung besitzt Änderungen an der Beleuchtung vorzunehmen. Hier stehen ihm diverse Optimierungsmöglichkeiten vor.

Als Erstes sollte geprüft werden ob vorgeschriebene Beleuchtungsanforderungen eingehalten, jedoch nicht überschritten werden.<sup>115</sup> So werden bspw. für Flure, Treppenhäuser und Toilettenräume 100 Lux, für allgemeine Aufenthaltsräume 200 Lux und für Büroräume 500 Lux vorgesehen.<sup>116</sup> Als nächstes sollte auf eine hohe Tageslichtnutzung geachtet werden. Dies kann bspw. durch eine Integration von Hologrammfenstern in Verbindung mit einer reflektierenden Decke oder durch schalt- und regelbare Verschattungen oder Verglasungen erreicht werden.<sup>117</sup>

Am entschiedensten ist jedoch die Wahl des Leuchtmittels. Hier spielt neben den Anschaffungskosten, der Lebensdauer und dem Wirkungsgrad auch die Inbetriebnahme eine große Rolle. Die bisher weit verbreiteten T5- und T8-Leuchtstofföhren benötigen jeweils ein Vorschaltgerät. Diese haben die Funktion den dazu benötigten hohen Anlaufstrom nach dem Anschalten für einen optimal Betrieb zu regeln. So wird bspw. das Flimmern verhindert oder vor Stromspitzen geschützt. T8-Röhren werden mit konventionellen Vorschaltgeräten (KVG) betrieben und T5-Röhren mit elektronischen Vorschaltgeräten (EVG). KVGs gelten als veraltet, da sie eine höhere Verlustwärme als EVGs produzieren. Damit sind sie weniger energieeffizient. Weiter benötigen sie u.a. mehr Zeit, um die volle Leuchtstärke des Leuchtmittels zu erreichen. Dies gilt gerade bei kühleren Umgebungstemperaturen. Aufgrund ihrer kürzeren Lebensdauer (KVG 10 Jahre – EVG 15 Jahre) sind sie zudem wartungs- und kostenintensiver.<sup>118</sup> Dies gilt auch für ihren entsprechenden Leuchtstoffröhrentyp. So verfügt eine T8-Röhre über eine geschätzte Lebensdauer von 6.000 bis 8.000 Betriebsstunden, T5-Röhren hingegen von bis zu 24.000 Betriebsstunden.<sup>119</sup> Weiter nimmt die Lichtausbeute bei T8-Röhren nach etwa 4.000 Betriebsstunden um 20% ab, während T5-Röhren am Ende ihrer Lebenszeit noch über 95% ihrer ursprünglichen Lichtausbeute verfügen.<sup>120</sup> Im Vergleich zu

---

<sup>115</sup> Vgl. Landkreis Freudenstadt (2021), S. 19f

<sup>116</sup> Vgl. ebd.f

<sup>117</sup> Vgl. Stadtwerke Gießen (o. A.), S. 3

<sup>118</sup> Vgl. Energielenker; Kreis Stormarn (2020), S. 57

<sup>119</sup> Vgl. ebd.

<sup>120</sup> Vgl. Energielenker; Kreis Stormarn (2020), S. 57



modernen Leuchtmittel fallen jedoch beide Röhren durch geringere Lebensdauer und Effizienz auf und wurden u.a. deswegen seit 2023 EU-weit verboten.<sup>121</sup> So dürfen zwar bereits gekaufte Leuchtstoffröhren noch verwendet werden und der Handel darf noch vorhandene Lagerbestände verkaufen, Produkte die jedoch nach dem 25. August 2023 hergestellt wurden, dürfen nicht mehr im Handel angeboten werden.<sup>122</sup> Nicht nur deswegen sollte die Beleuchtung auf LED-Technik umgestellt werden.

Diese ist die effizienteste Maßnahme, um den Beleuchtungsstromverbrauch zu reduzieren. Durch ihre höhere Lichtausbeute, bei gleichzeitig geringerer Leistungsaufnahme und ihrer Lebensdauer von bis zu 50.000 Betriebsstunden (je nach LED-Typ) liegt das Einsparpotential hier bei bis zu 50% im Vergleich zu Leuchtstoffröhren.<sup>123</sup> Im Zuge von bspw. Modernisierungsmaßnahmen ist daher ein vollständiger Umstieg auf LED-Technik sinnvoll.

Zusammenfassend sollte darauf geachtet werden:

- das Leuchtmittel mit hoher Lebensdauer und Wirkungsgrad verwendet werden,
- das EVGs für Leuchtstofflampen verwendet werden,
- das Arbeitsplätze gezielt beleuchtet werden,
- getrennte Ein- und Ausschalter für separate Lichtstromkreise vorhanden sind,
- sowie sofern möglich Beleuchtungssteuerungen verwendet werden,

um maximale Einsparerfolge bei Beleuchtungsstrom zu erreichen.<sup>124</sup>

Als nächstes soll nun auf EDV- und Bürogeräte eingegangen werden. Im Laufe der letzten Jahrzehnte hat die EDV-Ausstattung eines Computerarbeitsplatzes stark zugenommen. Während hat sich dieser Anteil am Gebäudestromverbrauch von kaum wahrnehmbar zu über ein Drittel gesteigert. Auch das Verständnis der Technik hat sich dabei stark gewandelt. So sind bspw. Bildschirmschoner nach heutigem Stand eher keine stromsparende Maßnahme. Ursprünglich wurden diese dafür, um das „Einbrennen“ von Pixel bei bspw. Röhrenmonitoren zu verhindern. Bei heute gängigen Displayarten besteht diese Gefahr hingegen nicht mehr.<sup>125</sup>

---

<sup>121</sup> Vgl. Secer (2023)

<sup>122</sup> Vgl. ebd.

<sup>123</sup> Vgl. Energielenker; Kreis Stormarn (2020), S. 57

<sup>124</sup> Vgl. BauNetz (o. A.a)

<sup>125</sup> Vgl EnergieAgentur.NRW (2015), S. 16

Als Nächstes gilt es den Stromverbrauch zu analysieren. Dieser gliedert sich in Betriebszeit, Bereitschaftszeit (Stand-by-Modus) und Ruhezeit. Da der Stromverbrauch während des Betriebs nur geringfügig durch bspw. auslastungsabhängige Ressourcenansteuerung bei Computern oder herunterregeln der Bildschirmhelligkeit beeinflusst werden kann, gilt es sich mit den Zeiten zu beschäftigen in denen die Geräte ungenutzt sind. Gerne werden diese in den Stand-by-Modus versetzt oder vermeintlich ausgeschaltet. Bei Geräten, die über keinen separaten Netzschalter verfügen und nicht vom Stromnetz getrennt werden verbraucht das Netzteil weiterhin Strom. In diesem Fall handelt es sich um das sogenannte Schein-Aus. Abbildung 9 zeigt wie sich der Stromverbrauch bei vier typischen EDV-Geräten darstellt. So fällt bei Computer oder Druckern nur etwa die Hälfte und bei Kopierern etwa ein Fünftel des Stromverbrauchs auf die Betriebszeit. Während bei Computern und Druckern Leerlaufverluste durch das Scheinaus bei unter 10% liegen, schlägt es bei Kopierern mit über 40% zu. Da Faxgeräte dauerhaft erreichbar sein müssen, aber in der heutigen Kommunikation immer seltener verwendet werden, entfällt bei diesen fast der gesamte Stromverbrauch auf den Stand-by-Modus.

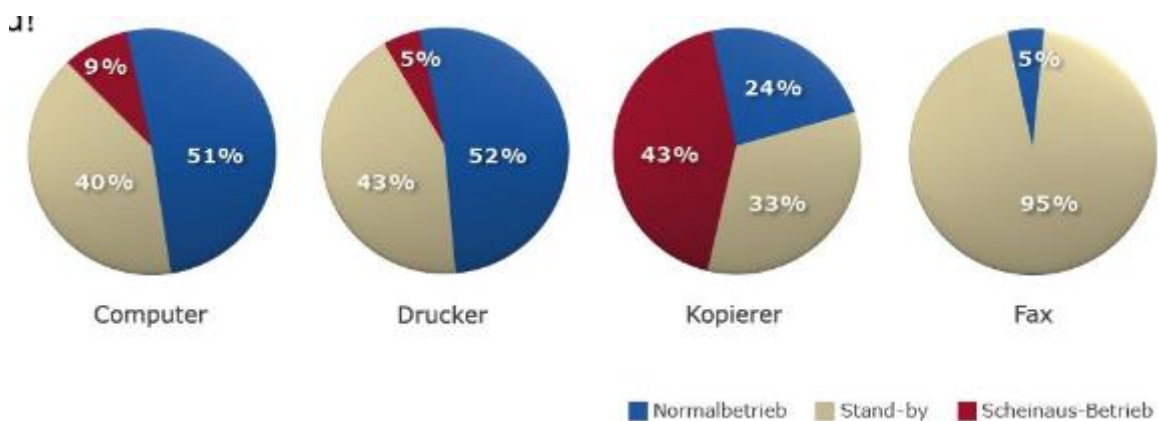


Abbildung 9 Stromverbrauch EDV-Geräte nach Betriebsart<sup>126</sup>

Es lässt sich daher feststellen, dass ein hoher Anteil des Stromverbrauches durch Bereitschaftszeit und Schein-Aus verursacht wird. Es wird geschätzt, dass der Stand-by-Modus jährlich Kosten in Höhe von etwa 1,2 Milliarden Euro verursacht.<sup>127</sup> Während dieser Verbrauch bei Peripheriegeräten wie bspw. Drucker, die selten genutzt werden leicht durch ein vollständiges Trennen vom Stromnetz reduziert werden kann, stellen Computer eine besondere Herausforderung dar. Schließlich benötigt ein Computer beim Hochfahren mehr

<sup>126</sup> EnergieAgentur.NRW (2015), S. 14

<sup>127</sup> Vgl Hartl (o. A.)

Strom als im Normalbetrieb. Um nun abzuwägen wann der Stand-by-Modus oder ein komplettes Herunterfahren und Trennen vom Stromnetz sinnvoll ist, muss man hier den Strombedarf genauer betrachten. Angenommen ein Computer verbraucht 30W pro vollständigen Hoch- und Herunterfahren und 3W im Stand-by-Modus, so kann dieser bis zur zehnfachen Dauer im Stand-by-Modus belassen werden, die der Computer zum Hoch- und Herunterfahren benötigt.<sup>128</sup> Geht man nun davon aus, dass das Hoch- und Herunterfahren etwa fünf Minuten benötigt, entspricht ein solcher Vorgang etwa einer Stunde Stand-by-Modus.<sup>129</sup> Besonders bei Geräten, die häufig ein- und ausgeschaltet werden, aber nur für kurze Zeiträume benötigt werden, kann sich der Stand-by-Modus also als besonders vorteilhaft erweisen.<sup>130</sup>

Geräte, die nach Betriebsschluss nicht oder während der Nutzungszeit nur selten benötigt werden, sollten daher vollständig vom Stromnetz getrennt werden. Steckdosen(verteiler) mit Netzschalter bieten dabei eine leicht umzusetzende Möglichkeit. Auch separat abschaltbare Stromkreise für solche Geräte wären denkbar. Bei der Verwendung des Stand-by-Modus sollte abgeschätzt werden, wann ein Gerät vorrausichtlich wieder genutzt werden wird.

---

<sup>128</sup> Vgl. ALTOP (2015)

<sup>129</sup> Vgl. ebd.

<sup>130</sup> Vgl. ebd.

### 4.3 Wasserverbrauch und Beispielrechnung Händetrocknung

In der Regel wird der Wasserverbrauch in einem Gebäude in Trinkwasser, Brauchwasser, Regenwasser und Grauwasser unterschieden. **Trinkwasser** ist für den menschlichen Verzehr bestimmt. Es muss an allen Armaturen (Dusche, Wasserhahn usw.) anliegen, bei der eine Wasseraufnahme z.B. zum Kochen oder der persönlichen Hygiene nahe liegt. Es muss daher eine hohe Qualität aufweisen und regelmäßig auf diese geprüft werden (z.B. auf Legionellen oder Sedimente). **Brauchwasser** wird für nicht-trinkbare Zwecke wie z.B. Bewässerung von Außenanlagen, Reinigung oder WC-Spülung genutzt. Es kann aus dem gleichen System wie Trinkwasser kommen, muss aber nicht dieselben Qualitätsanforderungen erfüllen. Armaturen, bei denen eine Wasseraufnahme nahe liegt, aber kein Trinkwasser anliegt sollten mit einem Hinweis der Art „Kein Trinkwasser“ gekennzeichnet werden (z.B. bei Wasserhähnen in Werk- oder Nebenräumen). Wird **Regenwasser** gesammelt und falls nötig aufbereitet kann es für die gleichen Zwecke wie Brauchwasser genutzt werden. Das gleiche gilt für **Grauwasser**. Es ist das „Abfallprodukt“ aus Quellen wie Dusche, Waschbecken oder Waschmaschinen.

Der jeweilige Verbrauch kann durch unterschiedliche Möglichkeiten reduziert werden. Grundsätzlich ist zuerst zu prüfen ob Wasserleitungen ausreichend dicht sind oder ob Wasserzähler auch bei Nichtbenutzung des Gebäudes bspw. außerhalb der Öffnungszeiten weiterlaufen.<sup>131</sup> Ist dies der Fall, ist das Leitungssystem auf Leckagen zu überprüfen. Ist das Leitungssystem dicht und trotzdem ein Verbrauch bei Nichtbenutzung vorhanden, muss die Ursache identifiziert werden. In der Regel sind dies undichte Armaturen und Einrichtungen. Ein alle zehn Sekunden tropfender Wasserhahn verbraucht in etwa 0,43 Liter pro Tag.<sup>132</sup> Dies entspricht ca. 13 Liter pro Monat bzw. 156 Liter pro Jahr – für einen Wasserhahn. Bei Warmwasser fallen zusätzlich Energieverluste für die Bereitstellung (der Temperatur) an.<sup>133</sup> Eine dauerhaft rinnende WC-Spülung verbraucht etwa 20 Liter pro Stunde.<sup>134</sup> Dies entspricht ca. 14 Kubikmeter Wasser pro Monat bzw. 168 Kubikmeter Wasser pro Jahr – für eine WC-Spülung. Hier ist der Nutzer gefordert diese Probleme zeitnah an die entsprechenden Stellen weiterzuleiten. Dies betrifft auch die Nachlaufzeit von Selbstschlussventilen bei

---

<sup>131</sup> Vgl. Landkreis Freudenstadt (2021), S, 15ff

<sup>132</sup>  $60s \times 60min \times 24h = 86.400 \frac{s}{24h} \rightarrow 86.400 : 10 \frac{s}{Tropfen} = 8.640 \text{ Tropfen} \rightarrow 8640 : 20.000 \frac{Tropfen}{Liter} = 0,43 \frac{Liter}{24h}$

<sup>133</sup> Vgl. Landkreis Freudenstadt (2021), S, 15ff

<sup>134</sup> Ebd.

Wasserhähnen oder Duschen.<sup>135</sup> Bei dezentralen Warmwasserboiler ist zu prüfen, ob diese benötigt werden und falls ja, ob das Speichervolumen verringert werden kann.<sup>136</sup> Dies kann bspw. durch Befragung der entsprechenden Nutzer umgesetzt werden. Sind WC-Spülkästen mit Spartaste installiert, sollte ein Hinweisschild für den richtigen Gebrauch angebracht werden.<sup>137</sup> Generell kann durch Schulungen und Informationskampagnen für Nutzer eine Bewusstseinsbildung für den sorgsamen Umgang mit Wasser unterstützt werden. Auch sollten sie auf die Installation von wassersparenden Armaturen wie Perlatoren und Duschköpfe oder die Verwendung von recyclebaren Händetrocknungslösungen bestehen.

Bei Händetrocknungslösungen ist abzuwägen, wie sich dabei die Gesamtkosten im Vergleich zur Motivation der Nachhaltigkeit verhalten. So stehen klassische Lösungen wie Papierhandtücher oder Stoffrollen zwar mit ihrer Recyclingfähigkeit gegen elektrisch betriebene Lösungen hervor, dennoch sind sie je nach Szenario nicht immer die beste Variante. Folgendes Fallbeispiel soll dies verdeutlichen. Verglichen werden ein Hochgeschwindigkeits-Luftstrom-Händetrockner (HLH) und ein Papierhandtuchspender, eines jeweils beliebigen Herstellers. Es werden 300 Anwendungen pro Tag angenommen, bei 250 Tagen im Jahr, an denen die Nutzung möglich ist. Die Erstinvestitionskosten basieren auf einer Internetrecherche. Angenommen wird ein Strompreis von 40 Cent/kWh (Energieträger unerheblich) und ein Cent/Papierhandtuchblatt. Ausgegangen wird von einer Lebensdauer von vier Jahren. Einfachheitshalber soll in diesem Fallbeispiel von keinen Ausfällen ausgegangen werden. Ebenso sollen Wartungs- und Reparaturkosten vernachlässigt werden.

Tabelle 5 Überschlägiger Kostenvergleich Händetrocknung<sup>138</sup>

	Erstinves- tition	Verbrauch je Anw.	Kosten je Anw.	Kosten pro Tag	Kosten pro Jahr	Gesamt- kosten <sup>139</sup>
<b>HLH</b>	1.000,- €	0,0044 kWh	0,00176 €	0,352 €	70,4 €	1.281,6 €
<b>Papierhand- tuchspender</b>	100,- €	1 Blatt	0,01000 €	2,- €	500,- €	2.100,- €

<sup>135</sup> Vgl. Landkreis Freudenstadt (2021), S. 15ff

<sup>136</sup> Vgl. ebd.

<sup>137</sup> Vgl. ebd.

<sup>138</sup> Eigene Darstellung, sowie basierend auf: Pelzeter (2017), S. 120

<sup>139</sup> Summe der Erstinvestition und der Betriebsstoffkosten für die Lebensdauer

Wie in Tabelle 5 zu sehen ist liegen die Betriebsstoffkosten eines Papierhandtuchspenders weit über dem siebenfachen eines HLH. Weiter kann man sehen, dass trotz der hohen Erstinvestitionskosten eines HLH sich die Kosten beider Geräte sich nach bereits zwei Jahren annähern. Am Ende der Lebensdauer wird der Unterschied noch deutlicher. Die Gesamtkosten eines HLH sind 40% niedriger.

Während aus monetärer Sicht eine Entscheidung eindeutig ausfallen sollte, sind bei diesem Fallbeispiel weitere Variablen zu beachten. Die hohen Erstinvestitionskosten könnten außerhalb des Budgets liegen, Nutzer könnten weit mehr als ein Blatt pro Anwendung benutzen oder die Anwendungen pro Tag stark sinken. Auch sind die im langfristigen Trend steigenden Stromkosten zu beachten oder falls ein Gerät weit früher als angenommen ersetzt werden muss.

#### 4.4 Effiziente Nutzung von Verpackungen, Verbrauchsmaterialien und Büromöbeln

Nutzer können durch ihr Verhalten und den Umgang mit Verpackungen und Verbrauchsmaterialien wesentlich dabei helfen deren Menge gering zu halten. Naheliegende Möglichkeiten wie die Bereitstellung von wiederverwendbaren Trinkgefäßen und Geschirr zur Reduzierung der zur Herstellung und Entsorgung benötigten Energie von Einwegartikeln, sollten ermöglicht werden. Generell sollten Nutzer auf recyclingfähige Verbrauchsmaterialien wie bspw. Druckerpapier bestehen. Weiter sollten sie im Bereich der papierlosen Dokumentation geschult werden. Durch die Verwendung von digitalen Dokumenten können Papier- und Energieverbrauch für Druck, Lagerung und Entsorgung gesenkt werden. Ob und welche Dokumente in analoger Form zwingend notwendig sind gilt es durch den Nutzer zu prüfen und ggf. auf digitale Lösungen zu wechseln.

Bei der Beschaffung generell sollte auf langlebige und reparaturfreundliche Produkte geachtet und von häufigen Neuanschaffungen abgesehen werden.<sup>140</sup> Bei Verpackungen sollten Hersteller bevorzugt werden, die sortenreine Materialien und keine Verbundstoffe verwenden.<sup>141</sup> Bei häufig genutzten Verbrauchsgütern sollte die Wahl auf wiederauffüllbare

---

<sup>140</sup> Vgl. Technische Universität Dresden; Hochschule Zittau/Görlitz (o. A.), S. 28

<sup>141</sup> Vgl. Internationales Design Zentrum Berlin (o. A.)

Behältnisse wie etwa bei Seifenspendern oder Druckerpatronen fallen.<sup>142</sup> Darüber hinaus sollten Produkte gewählt werden die weniger oder eine schadstoffärmere Entsorgung erfordern.<sup>143</sup> Es sollte die Möglichkeit der Mülltrennung geben sein und bei den Entsorgungsbehältern entsprechende Hinweisschilder angebracht werden, die den Nutzer bei der richtigen Trennung unterstützt. Füllstandssensoren in Müllcontainern können dabei helfen zu vermeiden das Müllentsorgungsfahrzeuge halbvolle Container anfahren.<sup>144</sup> Durch eine Integration der Füllstandsüberwachung mit der Routenplanung können so unnötige Anfahrten vermieden werden.<sup>145</sup> Dies setzt allerdings eine verlässliche Kenntnis über das zu erwartende anfallende Müllvolumen sowie Flexibilität der Entsorgungsunternehmen in ihrer Routenplanung voraus. Solange solche Systeme nicht verbreitet und ausgereift sind, lohnen sie sich jedoch nur für eher größere Unternehmen und/oder nur für eine spezifische Müllart, wie bspw. Pappe und Papier, bei der es auch bei außerplanmäßiger Lagerung zu keinen oder geringen Umständen wie bspw. Geruchsbelästigungen oder Hygieneproblemen für den Nutzer kommt.

Eine weniger bekanntes Einsparpotential stellen nachhaltige Büromöbel dar. Gerne werden stromsparende Geräte oder energiesparendes Heiz- und Lüftungsverhalten thematisiert und die eigentliche Einrichtung eines Raumes unterbracht gelassen. In der Regel haben Büromöbel einen Nutzungszeitraum von bis zu 30 Jahren<sup>146</sup>, werden aber oft schon vorher entsorgt.<sup>147</sup> Meist geschieht dies aufgrund wechselnder Trends oder wegen aus der Mode gekommenen Designs und nicht, weil sie das Ende ihres Lebenszyklus erreicht haben.<sup>148</sup> So werden Büromöbel im Durchschnitt bspw. in öffentlichen Verwaltungen nur 8 Jahre genutzt und in der privaten Wirtschaft sogar nur 4,5 Jahre.<sup>149</sup> Dabei würde die Verwendung von gebrauchten Büromöbeln enorm dabei helfen den ökologischen Fußabdruck eines Büros zu verringern. Schließlich fallen 95% der gesamten Emissionen während des Herstellungsprozesses und nur fünf Prozent während der Nutzungszeit an (bezogen auf den

---

<sup>142</sup> Vgl. Pelzeter (2017), S. 124

<sup>143</sup> Vgl. Technische Universität Dresden; Hochschule Zittau/Görlitz (o. A.), S. 28

<sup>144</sup> Vgl. Pelzeter (2017), S. 138f

<sup>145</sup> Vgl. ebd.

<sup>146</sup> Vgl. ALTOP (2016)

<sup>147</sup> Vgl. office-4-sale Büromöbel (o. A.)

<sup>148</sup> Vgl. ebd.

<sup>149</sup> Vgl. ALTOP (2016)

gesamten Produktlebenszyklus).<sup>150</sup> Die anfallenden Ressourcen bei der Herstellung könnten so also vermieden werden und folglich würde sich auch bei der Entsorgung das Volumen drastisch reduzieren. Weiter sind solche Büromöbel fast immer kostengünstiger in der Anschaffung. Werden gebrauchte Büromöbel darüber hinaus nur lokal bis national vertrieben, können so lange Strecken vom Hersteller bis zum Kunden vermieden werden. Eine Kennzeichnung erfolgt durch verschiedene Siegel wie bspw. den „Blauer Engel“ oder das „FSC-Siegel“.<sup>151</sup>

Zwar haben viele Landesverwaltungen das Potential von gebrauchten Büromöbeln erkannt und in ihre Handlungspapieren aufgenommen und auch auf europäischer Ebene wurde erkannt, dass die Beschaffung nachhaltiger zu gestalten ist, dennoch ist dieses Einsparpotential bisher nur wenig verbreitet.<sup>152</sup>

---

<sup>150</sup> Vgl. ALTOP (2016)

<sup>151</sup> Aachener Stiftung Kathy Beys (2015)

<sup>152</sup> ALTOP (2016)



## 5 Probleme und Konfliktpotentiale

Die fehlende „Greifbarkeit“ und Verständnis von Energie(trägern) stellt ein Hauptproblem bei der Nutzereinbindung dar. Brennmaterial, welches selbst erschlossen und verarbeitet oder Wasser, welches selbst aus einer Quelle entnommen und transportiert werden muss ist für den Verbraucher greifbarer als ein anliegendes Energiemedium wie bspw. Strom oder Fernwärme.<sup>153</sup> „Der bewirkte Komfort ist unmittelbar wahrnehmbar – die damit verbundenen Verbräuche und Kosten nicht.“<sup>154</sup> Ein übermäßiger Verbrauch kann nur dann hinterfragt und behandelt werden, wenn er wahrgenommen wird. Energieabschläge erfolgen in der Regel im Voraus, werden im Intervall erfasst und verrechnet.<sup>155</sup> Ein Verbraucher steht so vor dem Problem die Energiekosten dem Verbrauch mit seinem Verbrauchsverhalten, persönlichen Umständen (bspw. Anzahl Personen im Gebäude) und Witterungsverhältnissen zeitlich rückwirkend in Verbindung setzen zu müssen. Auch ist ein Verbrauch je nach Medium nur schwer einschätzbar. Fehlt eine visuelle Darstellung oder Rückmeldungsmöglichkeit ist es ohne fundiertes Fachwissen kaum möglich den Verbrauch und die tatsächliche Nutzung zu bewerten. Darüber hinaus sind Einsparmöglichkeiten bei „unsichtbaren“ Energiemedien kaum bekannt. (Warm)Wasser als Gut des täglichen Bedarfs stellt ein ausgezeichnetes Beispiel zur Verdeutlichung dar (siehe Abbildung 10).

Jeder Mensch hat mit Wasser Erfahrungen und kann es quantitativ einschätzen. Seine Mengeneinheiten finden im täglichen Leben Anwendung – bspw. bei der eigenen Flüssigkeitsaufnahme oder Nahrungszubereitung. Es ist beim Verbrauch fast immer wahrnehmbar - durch direktes Fühlen auf der Haut, das Fließgeräusch in der Wasserleitung oder durch kognitive Verbindung zwischen Prozess und Ergebnis (z.B. Wasch- oder Spülmaschine). Ein ungewöhnlicher Mehrverbrauch wird durch bspw. Leckagen durch ein Schadensbild „zeitnah“ auffällig. Wie dieser behoben werden kann, ist ohne Fachwissen klar – geborstene Leitung flicken oder austauschen. Unnötige Verbräuche wie bspw. ein tropfender Wasserhahn sind offensichtlich erkennbar. Sparmaßnahmen sind allgemein bekannt – z.B. Perlator oder wassersparende Duschköpfe.

Abbildung 10 Infokasten Wasser als "greifbares" Energiemedium<sup>156</sup>

<sup>153</sup> Vgl. Stumpf (2014), S. 65ff

<sup>154</sup> Ebd. S. 65f

<sup>155</sup> Vgl. ebd. S. 65ff

<sup>156</sup> Eigene Ausführung, basierend auf Stumpf (2014), S. 65f

Für andere Energiemedien fehlt diese Greifbarkeit. Eine Kilowattstunde ist nicht anfassbar und nur im Hintergrund „aus der Dose“ vorhanden. Immer da, aber es fehlen Berührungspunkte um selbst ein Verständnis als Laie aufzubauen. Eine Stunde einen Raum beheizen ist im Allgemeinen nur schwer monetär erfassbar und dann auch nicht übertragbar aufgrund zu vieler individueller Faktoren. Auch Strom fließt immer im Gebäude. Die Komplexität im Vergleich zum Wasserhahn – an oder aus - hindert das Verständnis.

Weiter können organisatorische Strukturen ein Hindernis darstellen. So kann bspw. eine starre Kleiderordnung zu weniger Komfort für bestimmte Personengruppen führen. So sind Frauen unter 40 Jahren im Winter eher zu leicht und Männer über 40 Jahre im Sommer eher zu warm gekleidet.<sup>157</sup> Wird die Kleiderordnung entsprechend angepasst, kann so der Heiz- bzw. Kühlbedarf gesenkt werden, ohne das Energiesparmaßnahmen benötigt werden.

Beim Energiesparen sind neben technischen Verständnis auch gesellschaftliche, ökonomische und soziale Aspekte zu berücksichtigen. Durch die Interaktion von vielen verschiedenen Akteuren kann es zu Konflikten kommen (siehe Kapitel 5.1). Diese gilt bei der möglichen Umsetzung von Maßnahmen zu identifizieren und zu berücksichtigen. Ziel sollte es sein solche Konflikte zu minimieren und eine akzeptable Lösung für alle Beteiligten zu finden. Oft stehen sich dabei die Senkung des Energieverbrauchs und der Wunsch nach Komfort entgegen. Wird bspw. im Winter die Raumtemperatur aufgrund von Energiesparmaßnahmen reduziert, kann dies einen Konflikt mit dem Bedürfnis nach einem angenehmen Raumklima darstellen. Maßnahmen sollten so gestaltet werden, dass sie einen möglichst geringen Einschnitt für die betroffenen Akteure bedeuten - sei dieser bei Lebensqualität, Komfort oder Wirtschaftlichkeit. Zudem müssen sie so gewählt werden, dass sie verständlich, einfach umsetzbar und nachvollziehbar sind. Ferner sollten sie so gestaltet werden, dass sie keinen negativen Einfluss auf die (Produkt)Qualität und Sicherheit (siehe Kapitel 5.2) haben.

Weiter besteht eine allgemeine Diskrepanz zwischen Einsparwillen und Einsparmöglichkeiten. Häufig ist dies durch fehlende technische Voraussetzungen und Möglichkeiten oder zu hohe Investitionskosten, die wirtschaftlich nicht im Verhältnis zum Einsparpotential stehen, geschuldet. Bei z.B. individuell regelbaren Heizkörpern oder Räumen mit vielen Steckdosen müsste ein mögliches Einsparpotential vorher erörtert werden, bevor man diese mit intelligenten Armaturen ausstattet. *„Sobald dem Endverbraucher dynamische Strompreise angeboten werden (hoch in Zeiten der Strom-Knappheit, niedrig in Zeiten des Überangebots,*

---

<sup>157</sup> Vgl. Stumpf (2014), S. 70

*negative Kosten bei drohender Netz-Überspannung*)“ könnten sich smarte Armaturen in größerer Stückzahl lohnen.<sup>158</sup>

Letztlich können auch Gewohnheiten und Verhaltensmuster einen sparsamen Umgang mit Energie erschweren. Fehlendes individuelles Bewusstsein oder Wissen über tatsächliche Einsparmöglichkeiten kann dabei nur schwer geschaffen werden. Abhilfe könnten Informationskampagnen oder Schulungen schaffen, um Einsparpotentiale der breiteren Masse aufzuzeigen.

## 5.1 Gegensätzliche Motivation unterschiedlicher Akteure

Grundlegend besteht das Problem (des Energiesparens bei Nichtwohngebäuden) darin, dass die entstehenden Kosten auf unterschiedliche Akteure anfallen und nicht unbedingt vom eigentlichen Verbraucher getragen werden müssen bzw. diese an ihnen beteiligt werden. Die Motivationen der unterschiedlichen Akteure können sehr unterschiedlich sein, sich zum Teil auch widersprechen und es stellt sich die Frage wer die Kosten von Energiesparmaßnahmen trägt bzw. wer von diesen profitiert. Aus ökonomischer Sicht können Eigentümer Energiekosten durch energetische Sanierungsmaßnahmen senken. Diese amortisieren sich aber erst langfristig. Gekoppelt mit den meist sehr hohen Investitionskosten ist nicht jeder Eigentümer in der Lage und/oder gewillt zu Handeln. Auch Unternehmen sind daran interessiert ihre Energiekosten zu minimieren und damit ihre Wettbewerbsfähigkeit zu steigern. Sind diese darüber hinaus verpflichtet sich am Emissionshandelssystemen zu beteiligen, geschieht dies aufgrund gesetzlicher Vorgaben. Auf der anderen Seite gibt es aber auch Akteure, welche aus ökologischen Gründen daran interessiert, sind ihren Verbrauch zu senken. Dabei kann es sich u.a. um Umweltverbände und -organisationen oder einzelne Gruppen von Privatpersonen handeln, welche sich dem Umweltschutz verschrieben haben. Für sie steht die allgemeine Reduzierung von CO<sub>2</sub> Emissionen und anderen Umweltauswirkungen im Vordergrund.

Der Konflikt zeigt sich weiter dadurch, dass bspw. Einsparungen im Bereich der Gebäudesanierung nur für den Nutzer negative Auswirkungen darstellen (z.B. Raumklima oder unüblich hoher Energieverbrauch). Ein Eigentümer, sofern er nicht gleichzeitig auch Nutzer ist, wird also erst durch das etwaige Nutzerfeedback darauf aufmerksam. Für

---

<sup>158</sup> Pelzeter (2017), S. 118

Unternehmen bedeutet dies, dass sie erst durch Verbraucherfeedback erfahren, ob z.B. ihre Produktqualität von Energiesparmaßnahmen negativ beeinflusst wird. Sind viele verschiedene Nutzergruppen vorhanden, besteht kein unmittelbares Interesse daran den Energieverbrauch zu senken. Der Verbrauch lässt sich nur schwer einer einzelnen Nutzergruppe oder einer Person zu ordnen. Bei Bildungseinrichtungen sind Schüler, Studenten und Lehrkräfte zwar die Hauptnutzer und -verursacher der Energiekosten, müssen diese aber selbst nicht tragen. In Unternehmen ist der gemeine Arbeitnehmer nicht oder nur selten in die Energiekostenabrechnung des Arbeitgebers involviert. Sie sind daher kaum an einer Reduzierung des auf sie anfallenden Energieverbrauchs an der Arbeits- oder Bildungsstätte interessiert. Anders als im eigenen privaten Haushalt sind sie weder von positiven noch negativen Auswirkungen des eigenen Umgangs mit Energie betroffen. Sofern nicht aus eigenem individuellem Antrieb motiviert, sind diese Nutzergruppen nicht auf die Durchführung und Einhaltung von Energiesparmaßnahmen sensibilisiert. Findet eine solche Sensibilisierung nicht statt, ist dies eine Verschwendung eines erheblichen geringinvestiven Einsparpotentials, das allein durch kleine Verhaltensänderungen leicht umsetzbar wäre. *„Wenn elektrische Geräte nicht unnötig laufen, das Licht beim Verlassen des Raumes abgeschaltet wird und alle richtig lüften und heizen, so bereitet das kaum Aufwand, bringt aber viel.“*<sup>159</sup> Die Instanz, welche die Energiekosten trägt/begleicht (abhängig nach Vertragsart: Eigentümer, Betreiber, Vermieter oder Mieter) ist also gefordert zum einen auf den Eigentümer einzuwirken energetische Sanierungsmaßnahmen durchzuführen und gleichzeitig den Nutzer dazu zu animieren sparsam(er) mit dem eigenen Energiekonsum umzugehen.

## 5.2 Sicherheitsbedenken beim Energiesparen

Beim Energiesparen kann es in einigen Fällen zu Konflikten im Zusammenhang mit der allgemeinen und persönlichen Sicherheit kommen. Einsparungen, die eine sinkende Aufmerksamkeit hervorrufen und damit das Unfallrisiko steigern oder zu Produktionsfehlern führen sind zu vermeiden. Dies kann sich z.B. durch unmittelbare Sturzgefahr oder in Fehlern in Produktionsprozessen äußern. Bei Beleuchtungsquellen sollte generell immer abgewägt werden, ob eine mögliche Reduzierung im Verhältnis zum finanziellen Nutzen einer möglichen Einsparung und dem Worst Case steht.

---

<sup>159</sup> Hafner (2010)

Der Worst Case könnte dabei ein Personenschaden oder ein Einbruch, der Schaden für das Unternehmen und der Gebäudehülle für den Betreiber darstellt, sein. Das Bundeskriminalamt unterscheidet nicht, ob Verbrechen tags- oder nachtsüber verübt werden – deshalb ist die Annahme, dass bei weniger Beleuchtung weniger Sicherheit herrscht, statistisch nicht belegt.<sup>160</sup> *„Es gibt keinen Zusammenhang zwischen reduzierter Straßenbeleuchtung und einem Anstieg der Kriminalität.“*<sup>161</sup> Es liegt aber nahe, dass bspw. eine schlecht beleuchtete Umgebung Einbrecher oder andere Kriminelle anziehen kann, da diese in der Dunkelheit besser gedeckt sind und weniger wahrscheinlich von Passanten erkannt werden können. Wie intelligente Beleuchtungsmethoden dieses Sicherheitsgefühl beeinflussen können oder welchen Einfluss sie auf die tatsächliche Kriminalitätsstatistik haben könnten ist dabei noch nicht ausreichend erforscht.<sup>162</sup> Ein Gesundheitsrisiko kann entstehen, wenn Räume (ohne raumluftechnische Anlage) nicht ausreichend gelüftet werden, um Heizkosten zu sparen. Ist das Gebäude „zu“ energieeffizient, die Gebäudehülle also zu stark abgedichtet, droht eine erhöhte Gefahr der Schimmelbildung und schlechten Raumklimas. Steigt die CO<sub>2</sub> Konzentration weiter unreguliert an, können bei Nutzer gesundheitlichen Problemen wie etwa Kopfschmerzen verursachen oder Müdigkeit hervorrufen, was wiederum die Fehleranfälligkeit steigen lässt. Weiter können Sparprogramme bei Geräten wie Kühlschränken, Waschmaschinen und Trocknern gesundheitliche Risiken darstellen. Sind diese auf „zu“ energieeffizient voreingestellt, besteht die Gefahr, dass die Mindestkühltemperatur für Lebensmittel nicht erreicht wird und die Haltbarkeit verringert. Dies lässt sich aber leicht durch „schnelleres“ verbrauchen oder Mengenreduzierung vermeiden. Problematischer ist es, wenn Waschmaschine und Trockner mit zu geringen Temperaturen bedient werden und nicht alle Bakterien und Schmutzstoffe entfernt werden. Weiter sollte eine Einsparung bei Ausstattungen wie Aufzügen Rolltreppen kritisch betrachtet werden. Werden Wartungsintervalle ausgelassen oder verlängert steigt die Gefahr eines Ausfalls. Sind keine Ausweichmöglichkeiten vorhanden, kann dies zu Komfortproblemen für Menschen mit Mobilitätseinschränkungen führen, wenn diese Treppen nicht oder nur schwer bewältigen können.

Prinzipiell muss bei Planung und Umsetzung von Energiesparmaßnahmen immer die Sicherheit an erster Stelle stehen, um einen sicheren Betrieb zu gewährleisten. Bei möglichen Konflikten muss auf Einsparungen verzichtet werden oder ein Kompromiss gefunden werden, der Sicherheitsbedenken ausreichend berücksichtigt.

---

<sup>160</sup> Vgl. RedaktionsNetzwerke Deutschland (2022)

<sup>161</sup> Vgl. Ceccato; Nalla (2020), S. 352f

<sup>162</sup> Vgl. RedaktionsNetzwerke Deutschland (2022)

## 6 Umsetzungsmöglichkeiten

Ein Ansatz ist die Annahme: „*buildings don't use energy: people do.*“<sup>163</sup> Darunter wird verstanden, dass der Energieverbrauch im Gebäude eher ein sozial zu lösendes, statt technisches Problem ist.<sup>164</sup> Als Beispiel: eine Anlage (bspw. RLT-Anlage), die nicht verbaut wird muss nicht gewartet werden. Wird sie nicht eingeschaltet, wird keinen Strom verbraucht. Sie muss nicht optimiert und Nutzer nicht auf den energiesparsamen Umgang mit ihr geschult werden. Da dies im Widerspruch zum eigentlichen Gedanken in einem Gebäude steht, in dem Bedürfnisse wie Wärme, Sicherheit und Komfort erfüllt werden müssen, muss auf Energiesparmaßnahmen zurückgegriffen werden, um den Verbrauch zu reduzieren.

Unabhängig davon wie durchdacht technische Energiesparmaßnahmen sind und welches Einsparpotential sie besitzen, kann eine Einsparung nur dann erfolgen, wenn sie gewissenhaft von Nutzern umgesetzt werden. Zwar findet auch bei „halbherziger“ Umsetzung eine Energieeinsparung statt, aber diese droht marginal unbedeutend zu werden oder weit hinter ihrem eigentlichen Einsparpotential zu bleiben, wenn Maßnahmen nicht zumindest von einem Großteil der Nutzer durchgeführt und korrekt umgesetzt werden. Folgende alltägliche Situationen sollen dies exemplarisch darstellen:

- Fenster werden geschlossen, bis auf eines, welches vergessen in Kippstellung verbleibt (z.B. im WC oder Hausflur)
- einzelne Beleuchtungselemente werden übersehen oder nur gedimmt
- Heizkörper-Thermostate werden nicht komplett herunter gedreht oder ein einzelner aus Bequemlichkeit ignoriert (z.B. schwerer zugänglich)
- Steckdosenleisten mit Schalter werden ausgeschaltet, abseitsstehende Geräte wie Drucker oder Kaffeemaschine aber auf Stand-by belassen
- RLT-Anlagen werden beim Verlassen des Raumes nicht ausgeschaltet.

In solchen und weiteren Situation kann nicht von Böswilligkeit oder ungenügender Kenntnis ausgegangen werden, sondern eher von Nachlässigkeit und ungenügender Nutzersensibilisierung. Das ist der Punkt an dem Umsetzungsmöglichkeiten für Energiesparmaßnahmen angesetzt werden müssen.

---

<sup>163</sup> Janda (2011), S. 15

<sup>164</sup> Vgl. ebd.

Bevor man auf einzelne Umsetzungsmöglichkeiten eingehen kann, muss man noch feststellen, dass das Hauptproblem die persönliche Integrität und das individuelle Verantwortungsbewusstsein darstellt. Es wird nie möglich sein jeden Nutzer zu vollständigem energiesparenden Handeln zu bewegen. Prinzipiell sollte solches Handeln auch dann erfolgen, wenn keine unmittelbare Konsequenz erfolgt/droht. Auch ohne äußere Faktoren wie Anerkennung, Belohnung oder Strafe sollten Energiesparmaßnahmen eingehalten werden. Es sollte die Maxime gelten:

*das Richtige tun, auch wenn niemand hinsieht.*

Grundsätzlich sollte bei der Vermittlung von Energiesparmaßnahmen darauf geachtet werden, dass über die beabsichtigten Ziele aufgeklärt und dargestellt wird wie diese zu erreichen sind.<sup>165</sup> Dabei sollten neben den Hinweisen für energiesparendes Verhalten auch bisher erreichte Ergebnisse dem Nutzer mitgeteilt werden.<sup>166</sup> Eine Möglichkeit der direkten Rückmeldung war der „Energienavigator“ der TU Braunschweig im Rahmen des Forschungsprojektes „BEST Energy“, der so zur Transparenz und Reflektion der Nutzer beigetragen hat.<sup>167</sup> Rückmeldungsmöglichkeiten können als bspw. Aushänge oder auf der Unternehmenswebseite publiziert werden. Auch ist eine alleinstehende App oder Integration in bereits bestehende Apps (z.B. App der Bildungsstätte) denkbar. Weiter müssen Maßnahmen für den Nutzer einen glaubhaften Mehrwert darstellen. So besteht z.B. die Möglichkeit Warmwasser in Handwaschbecken zu streichen, um so Energie zu sparen, dies steht aber in Zeiten von erhöhten Hygieneanforderungen in keinem Verhältnis und ist eher kritisch zu betrachten.<sup>168</sup> Weiter müssen Maßnahmen einfach und unkompliziert umgesetzt werden können. Umso komplizierter eine Maßnahme gestaltet ist, umso weniger Akzeptanz wird sie erfahren und in der Folge von Nutzern nicht oder nur unvollständig durchgeführt. Muss bspw. bei einer RLT-Anlage jeder laufende Prozess für einen Raum einzeln deaktiviert werden, statt einer „Alles Aus“ Funktion oder eine bedienerunfreundliche Menüführung können dazu führen, dass Nutzer in diesem Fall einen Raum verlassen, ohne die RLT-Anlage auszuschalten. Es stellt sich also die Frage wie Nutzer generell als auch in solchen Fällen dazu animiert werden können Maßnahmen durchzuführen.

---

<sup>165</sup> Vgl. AMEV (2010), S. 32

<sup>166</sup> Ebd.

<sup>167</sup> Vgl. Technische Universität Braunschweig (2012)

<sup>168</sup> Vgl. Pelzeter (2017), S. 123

Anreizsysteme wie bspw. Energiesparwettbewerbe oder Prämiensysteme können dabei helfen Nutzer dazu zu bringen sich klimaschonend und umweltbewusst zu verhalten. Dabei wird der Nutzer direkt an erfolgten Einsparungen beteiligt. Auf nicht-homogene Nutzergruppen sind diese jedoch nur schwer umsetzbar. In Bildungseinrichtungen werden Örtlichkeiten zwar durch gleiche Nutzergruppen genutzt, eine Zuordnung ist aber kaum möglich. Ein Klassenraum etwa wird durch die Nutzergruppe Schüler genutzt, diese besteht aber aus mehreren Klassen pro Jahrgangsstufe. An Hochschulen und Universitäten wird dies noch deutlicher. Hier unterscheidet sich die Nutzergruppe Studierende zusätzlich zu Matrikel noch in Fakultät und Studiengang, welche viele verschiedene Räumlichkeiten und Gebäude nutzen. Eine mögliche Einsparung in einem Bereich kann also nicht auf z.B. Studierende eines einzelnen Studien(jahr)gangs zurückgeführt werden. Auch für einzelne Gebäude, die hauptsächlich von einer oder wenigen Fakultäten genutzt werden, lässt sich wegen der hohen Personenfluktuation und möglicher Fremdnutzungen keine Aussage treffen. Darüber hinaus können sich weitere Probleme von Anreizsystemen wie folgt zeigen:

- Eingeschränkte Ressourcen: finanzieller, personeller und zeitlicher Aufwand zur Durchführung
- Fehlende Kontrolle: es ist schwer sicherzustellen, dass Teilnehmer die erforderlichen Maßnahmen tatsächlich umsetzen
- Hohe Komplexität: Anreizsysteme zum Energiesparen können aufgrund ihrer Komplexität und der Notwendigkeit, viele verschiedene Nutzer einzubeziehen, schwierig zu implementieren sein
- Mangelnde Motivation: durch nicht genügend attraktive Anreize oder zu geringe Einsparungen
- Mangelnde Transparenz: damit Teilnehmer verstehen, wie sie belohnt werden können und welche Maßnahmen ergriffen werden müssen; sind die damit verbundenen Ziele unklar, können die Teilnehmer des Anreizsystems verwirrt und desmotiviert werden.

Anreizsysteme machen daher nur dann Sinn, wenn sie auf miteinander vergleichbare Einrichtungen und Gebäude bezogen sind oder Nutzer in einzelne Teilnehmergruppen identifiziert werden können. Weiter erfordern sie ein im Vorhinein erfolgtes Energiecontrolling.<sup>169</sup>

---

<sup>169</sup> Vgl. ifeu-Institut Heidelberg (2004), S. 11f



Der AMEV (Vgl. (AMEV (2010), S. 32f) schlägt neben Anreizsystemen noch folgende weitere Möglichkeiten vor, um Nutzer zu sensibilisieren:

- Regelmäßige, zeitnahe Rückmeldung des tatsächlichen Energieverbrauchs und erzielter Einsparungen (bzw. Mehrverbräuche)
- Ansprechpartner für Energiefragen im zentralen Energiemanagement und pro Gebäude benennen
- Kampagnen mit Informationsveranstaltungen und Ausstellungen für die Gebäudenutzer durchführen

Die Ansprechpartner sollen dabei bspw. energieverbrauchende technische Mängel feststellen und an die entsprechende technische Stelle zur Behebung weiterleiten oder auf die Einhaltung der Raumtemperaturen und das Lüftungsverhalten achten und betreffende Nutzer ansprechen.<sup>170</sup> Das Verhalten der Nutzer hat letztendlich einen großen Einfluss auf den Erfolg technischer Maßnahmen und Möglichkeiten.<sup>171</sup>

Der Energieverbrauch kann kategorisch nur auf zwei Arten verringert werden kann. Entweder wird der eigentliche Verbrauch reduziert oder die verbrauchte Energie effizienter genutzt. Eine generelle Verbrauchsreduzierung ist dabei insoweit limitiert, dass irgendwann die Anzahl der Geräte, die abgeschaltet werden können, erreicht ist. Der Grundbetrieb und die Geschäftstätigkeit erfordern nun einmal einen gewissen Energieverbrauch. Es ist also zwar verhältnismäßig „einfach“ Verbraucher zu streichen, größeres Potential aber bietet eine Effizienzsteigerung. So können bspw. Heizung und Klimaanlage ausgeschaltet werden oder Fenster und Türen geschlossen werden, um ungewollten Luftaustausch und somit Wärmeverluste zu vermeiden. In Gebäuden mit hohen Anforderungen der Raumtemperatur und Luftqualität ist dies aber nicht praktikabel. Es ist daher sinnvoller den Ansatz der Effizienzsteigerung zu verfolgen. Hier gilt es den Nutzer als wichtigsten Faktor zu betrachten. Ihn betreffend kann man Umsetzungsmöglichkeiten in folgende Maßnahmenkategorien unterteilen:

- Maßnahmen, die vom Nutzer eine Handlung erfordern
- Maßnahmen, die den Nutzer in seiner Handlung einschränken
- Maßnahmen, die den Nutzer bei seinem Handeln unterstützen.

---

<sup>170</sup> Vgl. AMEV (2010), S. 32

<sup>171</sup> Vgl. ebd.

## 6.1 Methodiken um Verhaltensänderungen zu erreichen

An dieser Stelle sieht man sich damit konfrontiert wie Verhaltensänderungen – um Energie einzusparen – erreicht werden können. Wie können oder müssen Rahmenbedingungen von Umsetzungsmöglichkeiten gewählt werden, dass sie zum einen ein großes Einsparpotential ermöglichen und zum anderen trotzdem eine hohe Akzeptanz bei Nutzern gewährleistet wird? In Zeiten von potentiellen Energiekrisen, ungewisser Versorgung und ungewissen Energiepreisniveaus gilt es Nutzer mögliche Folgen von verschwenderischen Verhalten aufzuzeigen. Hartmann, C. (Vgl. (Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften (ZHAW) (2022)) zieht einen Vergleich zu der Maskenpflicht während der Corona-Pandemie. Sie argumentiert, „*dass alle – oder zumindest sehr viele – mitmachten*“, das Funktionieren der Gesellschaft davon abhing, dass die Maskenpflicht eingehalten wurde und dass das Thema durch direkte Folgen (Leben und Tod) präsent war. Sie schließt das Argument damit ab, dass wenn Energiesparmaßnahmen als „*Konsequenz des Nichtstuns*“ keinen Erfolg zeigen, es andere Einschränkungen geben werde. Unter solchen Einschränkungen können bspw. das EnSikuMaV und EnSimiMaV verstanden werden.

Wie bereits festgestellt, ist eine Möglichkeit Nutzer in ihrem Handeln zu unterstützen oder anders ausgedrückt: den Nutzer „an die Hand nehmen“; ihn leiten; ihm aufzeigen welche Auswirkungen sein bisheriges Handeln bewirken und welches Potential durch eine Veränderung erreicht werden kann. Paradebeispiel hierfür sind bspw. (Nach)Schulungen für die Benutzung von Geräten und Anlagen, aber auch Informationskampagnen über bspw. Heiz- und Lüftungsverhalten. Diese Art der Umsetzungsmöglichkeiten ist dabei so zu gestalten, dass im besten Fall auf bereits vorhandenes Wissen von Nutzern eingegangen und darauf aufgebaut wird. Weiter sollte auf eine gewisse Sensibilität geachtet werden, um Nutzer nicht „abzuschrecken“. So würde ein Grundlagenkurs wie bspw. „wie benutze ich eine Heizung“ vermutlich bei allen Altersgruppen auf wenig positive Resonanz stoßen. Eher sollte über die Funktionsweise aufgeklärt und eventuelle Neuerungen der letzten Jahre thematisiert werden. Ist dem Nutzer bspw. bekannt, dass das Heizkörper-Thermostat nur die Höhe der Endtemperatur bestimmt und die Endstufe keinen Einfluss darauf hat, wie schnell ein Raum erhitzt wird oder weiß er wie ein smartes Heizkörper-Thermostat auch aus der Ferne bedient werden kann? Weiter sollte bei Schulungen und der gleichen auch auf grobe Unterschiede zwischen Herstellern und Anlagen eingegangen werden. Ist bspw. eine Abschaltautomatik voreingestellt „an“ oder muss sie separat aktiviert werden.

Generell sollte geprüft werden ob für Energiesparprogramme oder Abschaltautomatiken eine Umrüstung auf Opt-Out-Lösungen möglich ist, sofern noch nicht vorhanden. Also das energiesparende Programme standardmäßig aktiviert oder zumindest als Standardeinstellung vorausgewählt sind und erst durch ausdrückliches Abwählen oder Programmwechsel deaktiviert werden. So haben bspw. viele Hersteller von Spülmaschinen ihre Geräte bereits so programmiert, dass Eco-Programme standardmäßig vorausgewählt sind und bei z.B. starker Verschmutzung manuell auf ein Spülprogramm mit höherer Temperatur gewechselt werden muss. Es muss dabei allerdings abgewägt werden welche Geräte man auf Opt-In (auch weil sie bspw. nicht umgerüstet werden können) belässt. Auch sollte auf eine möglichst große Einheitlichkeit geachtet werden. Werden bspw. nur in einigen Räumen die RLT-Anlage automatisch ausgeschaltet und in anderen wiederum nicht, kann dies Nutzer verwirren.

Eine weitere Möglichkeit ist das sogenannte „*Choice editing*“. Dabei wird das Verhalten durch die gezielte Gestaltung von Entscheidungsoptionen beeinflusst. Es wird dabei eine Vorauswahl der möglichen wählbaren Optionen getroffen. Fast ausschließlich werden dabei als „schlecht“ oder negativ erachtete Wahlmöglichkeiten nicht mehr zur Auswahl angeboten. Damit soll bezweckt werden, dass Nutzer<sup>172</sup> z.B. energiesparendere Optionen wählen, ohne auf andere Methoden zurück greifen zu müssen. Durch das Eingrenzen der Wahlmöglichkeiten, braucht es so also bspw. keine aufwendigen Werbekampagnen.<sup>173</sup> So können bspw. bei Kaffeeautomaten nur Mehrwegbehältnisse angeboten werden, ohne eine Aufklärungs- und Werbekampagne über die Vorteile derer im Vergleich zu Einwegbehältnissen durchführen zu müssen.

Das ethische Problem bei einer solchen Beeinflussung ist allerdings, dass eine Auswahl für Nutzer aus freiem Willen und freien Stücken erfolgen sollte. Knight, A. (Vgl. (Knight, A. (2009)) argumentiert hingegen damit, das Geschäfte bereits eine Vorauswahl über ihre angebotene Ware treffen. Folglich Nutzer also kein Problem damit haben sollten, einen kleinen Schritt weiterzugehen und nur aus vorher selektierten energieschonenderen Angeboten eine Auswahl zu treffen. So führt er als Beispiel an, dass es zwar mehrere Hundert verschiedene Waschmaschinen Modelle auf dem Markt gibt, aber kein Geschäft alle anbietet. Stattdessen treffen Geschäfte eine Auswahl, aus der ein Nutzer dann wählen kann. Verfolgt man also die Prämisse das beim „*Choice editing*“ eine Ressourcenschonung erzielt werden soll und nicht bspw. den Nutzer zu Aufpreisen zu bewegen, ist dies eine leicht umzusetzende Methode für

---

<sup>172</sup> In diesem Abschnitt sind ab nun mit Nutzer auch Verbraucher oder je nach Kontext vergleichbare Gruppen gleichermaßen synonym gemeint -sofern nicht gesondert ausgeführt.

<sup>173</sup> Vgl. Knight (2009)

Verhaltensänderungen. Voraussetzung bleibt natürlich, dass das Vertrauen von Nutzern in Anbieter/Geschäfte nicht gestört wird, also dass diese „gute“ Absichten verfolgen. Hier ist der Gesetzgeber gefragt den rechtlichen Rahmen für Kontrollmechanismen bereit zu stellen. Produzenten und Verbraucherverbänden sind dann dazu aufgefordert diese umzusetzen. Bisher erfolgt dies zumeist mit Siegeln und Zertifikaten. Zwar gibt es bisher keine allgemeingültigen Kriterien und viele verschiedene Interessensverbände mit ihren jeweils eigenen Siegeln und Zertifikaten, so ist zumindest wenigstens eins klar: Produkte, die ohne Siegel und der gleichen ausgeliefert werden, sind energetisch schlechter als solche mit. Kein Anbieter würde die Chance einer Auszeichnung als mögliches verkaufsförderndes Argument nicht wahrnehmen.

Abschließend soll noch das sogenannte „Nudging“, auch „Nudging-Methode“ genannt, behandelt werden. Dabei handelt es sich um den Ansatz Nutzer freiwillig dazu zu bringen das „Richtige“ zu tun, ohne dass sie durch Vorschriften oder Regelungen bevormundet werden. Statt eine Verhaltensänderung zu forcieren, soll diese stattdessen durch Aufklärung und Denkanstößen – als dem Aufzeigen von möglichen „besserem“ Verhalten – erzielt werden.<sup>174</sup> Mit Nudging sollen also Gewohnheiten in eine positive Richtung gelenkt werden.<sup>175</sup> Dies soll durch das subtile Ansprechen des emotionalen Teils der menschlichen Entscheidungsfindung erreicht werden.<sup>176</sup> Es sollen klimafreundlichere Gewohnheiten etabliert werden, bei denen aber immer die Möglichkeit besteht sich auch dagegen entscheiden zu können. So können bspw. nachhaltige Suchmaschinen als Standard festgelegt werden. Nutzern steht es dann immer noch frei zu ihrem bevorzugten Suchmaschinenanbieter zu wechseln. Sie können also von den Standards abweichen, was allerdings mit Mühe und Aufwand verbunden ist.<sup>177</sup>

Ähnlich wie beim „Choice editing“ besteht beim Nudging die Kritik darin, dass es manipulativ sei und die Schwächen der Menschen ausnutzt.<sup>178</sup> Entscheidungen sollen von Nutzern selbstreflektiert und aus freien Stücken bewusst getroffen werden.<sup>179</sup> Ebenso ist auch hier die Frage offen welche Institution entscheiden darf, welche Standards die „richtigen“ sind.<sup>180</sup>

---

<sup>174</sup> Vgl. Stadie (2022)

<sup>175</sup> Hardegger (2021)

<sup>176</sup> Vgl. ebd.

<sup>177</sup> Vgl. Stadie (2022)

<sup>178</sup> ALTOP (2017)

<sup>179</sup> Vgl. Hardegger (2021)

<sup>180</sup> Vgl. ebd.

Ein gelungenes und anschauliches Beispiel für eine Kombination dieser Methodiken findet sich in der Automobilbranche. Der Autofahrer wird mittels geeigneter Anzeigen und Vorrichtungen dazu angehalten, eine spritschonendere Fahrweise zu praktizieren. So gibt es in fast allen Automodellen aller Hersteller (ggf. gegen Aufpreis) Bordcomputer, die den Fahrer über die verschiedenen (Kraftstoff)Verbräuche aufklären (z. B. Gesamtverbrauch ab Start/Reset, Durchschnitts- und Momentanverbrauch). Weitere Ansätze sind bspw.: die Rückstellkraft des Gaspedals zu erhöhen, wenn aggressives Beschleunigen festgestellt wird; Warntöne beim Überschreiten einer bestimmten Geschwindigkeit oder die Höchstgeschwindigkeit zu begrenzen. Zwar sind die beiden letzten Möglichkeiten nicht zwangsläufig aus ökologischer Motivation entwickelt worden, tragen aber indirekt zu einer kraftstoffärmeren Fahrweise bei.

In Gebäuden gibt es eine Vielzahl von Möglichkeiten in verschiedenen Bereichen. So kann etwa durch das Herabsenken der Fahrstuhlgeschwindigkeit dafür gesorgt werden, dass Nutzer sich eher für die Treppe entscheiden.<sup>181</sup> Durch die geringere Fahrgeschwindigkeit können Nutzer dazu animiert werden gerade niedrigere Stockwerke zu Fuß zu erreichen. Dennoch steht es ihnen frei die oberen Stockwerke komfortabel – aber langsamer mit dem Fahrstuhl zu erreichen. Ebenso kann ein kleiner Hinweis bspw. wieviel gesünder Treppensteigen ist am Fahrstuhl zu einem Umdenken führen.<sup>182</sup> In Mitarbeiterkantinen können Gäste zu einer gesünderen Ernährung animiert werden, wenn z.B. Wegführungen und Aussteller im Auswahlbereich die Aufmerksamkeit zu vegetarischen Gerichten oder der Salatbar lenken.<sup>183</sup> Auch hier kann der Standard für Gerichte zu fleischlosen Alternativen einen großen Einfluss auf den ökologischen Fußabdruck bewirken.

Weitere mögliche Beispiele sind:

- Hinweise Beleuchtungen auszuschalten oder Wasserhähne zuzudrehen, um an Energie- und Wassersparmaßnahmen zu erinnern
- Automatische Türschließer, um den Luftstrom und damit den Energieverlust durch geöffnete Türen zu reduzieren
- Bereitstellung von Trinkwasserspendern und Wasserkaraffen, um den Verbrauch von Einwegplastik zu reduzieren
- Platzieren von Abfalleimern an strategischen Standorten, um Mülltrennung zu fördern
- Verwendung von Farben: Grün signalisiert, dass es sich um eine nachhaltige Alternative handelt oder Rot als Warnung vor einem hohen Energieverbrauch

---

<sup>181</sup> Vgl. Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften (ZHAW) (2022)

<sup>182</sup> Vgl. Stadie (2022)

<sup>183</sup> Vgl. Hardegger (2021); Vgl. Stadie (2022)

## 6.2 Fördern einer Handlung am Beispiel eines „Energiesparthermometers“

Oftmals sind es kleine Änderungen im Verhalten, die bereits zu einer deutlichen Einsparung führen können. Diese Änderungen setzen u.a. eine bewusste Handlung der Nutzer voraus. Der Ansatz hier ist, dass ein Nutzer zwar eine freie Wahl treffen kann, durch Hinweise aber dazu gebracht werden soll sich für eine energiesparendere Möglichkeit zu entscheiden. Gleichzeitig soll er durch eben diese Hinweise darauf aufmerksam gemacht werden, wie sich seine getroffene Wahl auswirkt. Eine Variante solche Hinweise sind visuelle Darstellungen, die im Optimalfall direkt am oder zumindest in räumlicher Nähe zum Verbraucher angebracht werden. Bspw. Hinweise darüber lieber die Treppe zu wählen, sollten bei Treppenaufgängen platziert werden oder Hinweise über Mülltrennung bei Abfalleimern. Folgend soll auf einen solchen möglichen Hinweis für das Heizverhalten, in Form einer visuellen Darstellung eines „Energiesparthermometers“ eingegangen werden.

Abbildung 11 zeigt eine Möglichkeit den Nutzer grafisch auf seine Wahl der Innenraumtemperatur und den daraus entstehenden Heizkosten zu sensibilisieren. Dabei wird eine farbliche Untermalung einer linearen Skala in Grad Celsius (14°C bis 36°C; in Zweierschritten) zugeordnet:

- Blau: Einsparung
- Grün: Einsparung bis optimale Temperatur
- Rot: Mehrverbrauch

Ein temperaturempfindlicher Streifen in der Mitte stellt hier die IST-Temperatur der Umgebung als Zahl auf schwarzem Hintergrund dar. Welcher Temperatur dabei welche Farbkategorie zugeordnet wird, lässt sich je nach Anbieter individualisieren. So ist in Abbildung 11 20°C als „100% optimal“ definiert, dennoch ist anzunehmen, dass 19°C als neues Optimum dauerhaft etabliert wird. Begründet werden kann dies z.B. durch die *Verordnung zur Sicherung der Energieversorgung durch kurzfristig wirksame Maßnahmen*.<sup>184</sup> Diese hat u.a. gezeigt, dass wenn ein entsprechend triftiger Grund oder Bedarf vorliegt, von den bisherigen „Wohlfühltemperaturen“ (mit rechtlicher Handhabe) abgewichen werden kann.

---

<sup>184</sup> §6 Absatz 1 Satz 1 EnSikuMaV

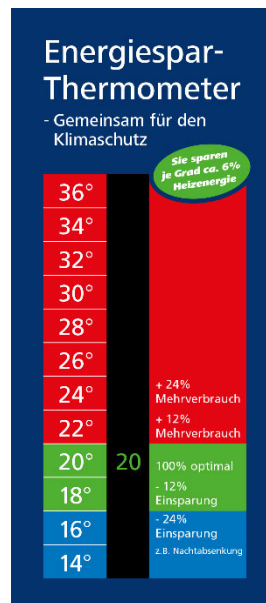


Abbildung 11 Energiespar-Thermometer (Sticker) Beispielanbieter<sup>185</sup>

Ebenso denkbar wäre eine Anfertigung eines solchen Energiesparthermometer als (Werbe)Broschüre oder Flyer. In größerer Ausführung auch als Aufsteller oder Wandplakat. Anbringung und Platzierung sollte dabei gut sichtbar, zugänglich und in der Nähe eines durch den Nutzer regulierbaren (Heizkörper)Thermostates erfolgen. Die Anzahl und Verteilung pro Räumlichkeit sind entsprechend so zu wählen, dass der Nutzer zwar angesprochen wird, diese aber nicht als übertrieben oder lästig empfindet. In wenig genutzten Räumen und/oder in solchen, wo der Nutzer die Temperatur nicht selbst regulieren kann, sollte auf Aushänge verzichtet werden.

Eine digitale Lösung in Form von sich zyklisch wiederholenden kurzen Einblendungen in digitalen Schaukästen wäre ebenfalls eine Möglichkeit. Dabei sollten die Intervalle und Dauer so gewählt werden, dass:

- die Aufmerksamkeit der Betrachter nicht verloren geht
- die Botschaften effektiv kommuniziert werden können
- nicht zu kurz, um eine Überlastung der Betrachter mit Informationen zu vermeiden
- eine angemessene Betrachtungszeit für jede Botschaft zu gewährleistet wird.

In Bereichen mit hohem Personenverkehr könnten dabei kürzere Intervalle sinnvoll sein, wohingegen in ruhigeren Bereichen längere Intervalle angemessen sein können.

<sup>185</sup> Ritter (2023)

### 6.3 Einschränken der Handlung am Beispiel von Veränderungen von Arbeitsverhältnissen & Anpassung der Nutzungszeiten

Ein anderer Ansatz, um den Energieverbrauch zu senken ist es die Möglichkeit und Menge von Anfang an zu beeinflussen. Entsteht kein Verbrauch, muss dieser nicht optimiert werden. Ist der mögliche Verbrauch von vornherein beschränkt, muss dieser quantitativ geringer optimiert werden. Es gilt zu betrachten ob und wie Mitarbeiter, Nutzer und weitere Dritte in Bezug auf Häufigkeit, Art und Dauer ihres Aufenthalts in einem Gebäude gelenkt werden können. Ziel sollte es daher sein die Anwesenheiten der verschiedenen Personengruppen so zu gestalten, dass ein Kompromiss zwischen anfallendem Verbrauch und Faktoren wie bspw. Mitarbeitereffizienz oder Besucherzufriedenheit erreicht wird. Wie ein solcher Kompromiss aussieht, hängt dabei stark von der jeweiligen Nutzung des Gebäudes ab. Auch Aspekte wie etwa angestrebtes Betriebsklima oder Organisationsideologie müssen berücksichtigt werden. Sieht die Nutzung eines Gebäudes z.B. einen hohen wechselnden Personenverkehr (Schüler, Studenten, Tagungsteilnehmer usw.) vor und es wird ein hoher Wert auf die Aufenthaltsqualität gelegt, wird ein möglicher Kompromiss konträr zu einem Gebäude mit vornehmlich Büronutzung ausfallen.

Grundsätzlich stellen Leerzeiten – Zeiträume in denen Funktionen und Gebäudeeigenschaften bereitgestellt, aber nicht abgefragt werden - und der damit verbunden Leerlauf von bspw. RLT-Anlagen das Problem dar. Ziel ist es also diesen dadurch verursachten Verbrauch reduzieren. Dafür muss im Rahmen des Energiecontrolling der Energieverbrauch und die Gebäudenutzungszeiten erfasst und analysiert werden (Energiemanagement). Dabei wird sich schnell feststellen lassen, dass sich bei verschiedenen Nutzungsarten verschiedene Nutzungszyklen abbilden. Diese sind u.a.:

- Tag/Nacht Zyklus
- Wochenabhängiger Zyklus
- Saisonaler Zyklus
- Semester Zyklus

Der **Tag/Nacht Zyklus** betrifft in der Regel die meisten Gebäude. Besonderheiten dabei stellen individuelle Schließ- und Ruhetage dar. Ein **wochenabhängiger Zyklus** zeichnet sich vor allen bei Bildungseinrichtungen durch bspw. Semester-/ Schulferien oder bei Ausbildungsbetrieben Dualer Studiengänge ab. Ebenso betroffen sind anlassabhängige



Veranstaltungsorte wie bspw. Sportstätten, Festivalgelände oder Konzerthallen. Der **Saisonale Zyklus** betrifft wetterabhängige Gewerke wie bspw. Straßenbau und temperaturabhängige Orte wie bspw. Freizeiteinrichtungen oder Parkanlagen. Für den Einzelhandel sind dabei besonders Jahreszeiten mit einer hohen Anzahl an Feiertagen bestimmend. Ein **Semester Zyklus** ist bei einschreibungsabhängigen Bildungseinrichtungen von Bedeutung.

Solch eine Datenerfassung stellt daher eine wichtige Informationsgrundlage dar, anhand derer Lösungsansätze entwickelt und verfolgt werden. Die Praktikabilität solcher Lösungen und die Höhe der Einsparungen hängt dabei wieder stark von der Gebäudenutzung ab. Während so bspw. Leerzeiten eines Einzelhandelsgeschäftes leicht durch eine Kürzung der Öffnungszeiten reduziert werden könnten, um so den Kundenverkehr zu komprimieren, ist dies bei Telekommunikationszentren und anderen Notdiensteinrichtungen nicht der Fall. Es ist daher nicht möglich eine universal Lösung anzubieten, ohne die spezifische Gebäudenutzung zu betrachten. Das Problem ist daher Konzepte zu entwickeln, die auf eine breite Vielzahl von Gebäudenutzungen zutreffen und zu nennenswerten Einsparungen führen. Zwei solcher Konzepte die näher betrachtet werden sollen sind:

1. Die Veränderung von Arbeitsverhältnissen
2. Die Anpassung der Nutzungszeiten

Die Arbeitsverhältnisse entwickeln sich ständig weiter. Während in dem letzten Jahrzehnt die Work-Life-Balance an Bedeutung gewann, sind mit der Covid-19 Pandemie und den daraus resultierenden Eindämmungsmaßnahmen weitere Konzepte immer populärer und massentauglich geworden. Eines davon ist das sogenannte „Home-Office“. Während vorher nur einige wenige Arbeitgeber die Arbeit von Zuhause angeboten haben, wurden sie während der Eindämmungsmaßnahmen von staatlicher Seite dazu aufgefordert Home-Office soweit es geht zu ermöglichen und ggf. anzuordnen. Dies hat vor allem gezeigt, dass viele Berufe und Tätigkeiten, für die Home-Office vorher nicht als Option verfügbar war, aus der Ferne durch durchgeführt werden können. Dadurch kamen viele Arbeitnehmer zum ersten Mal mit einer Alternative zur klassischen Arbeit vom Büro aus in Kontakt. Dies führte dazu, dass in vielen Stellenbeschreibungen die Option für die Arbeit von Zuhause ein fester Bestandteil geworden ist und gerne angenommen wird. Weiter hat sich gezeigt, dass viele Teile der Kommunikation digital über Konferenztools erreicht werden können, ohne das die Betroffenen am selben Ort sein müssen. So entfällt bspw. der Energieverbrauch für An- und Abreise zur Arbeitsstätte.

Für Arbeitgeber stellt sich daher die Möglichkeit angemietete Fläche zu reduzieren, wenn sie Home-Office ermöglichen. Auch Konzepte wie flexible Arbeitszeitenmodelle (Gleitzeit, Jobsharing, Teilzeitarbeit, usw.) und mobiles Arbeiten können dafür förderlich sein. D.h. neben

Mietkosten, können so auch Betriebskosten eingespart werden. Der Energieverbrauch verteilt sich dadurch vom Arbeitgeber zum Arbeitnehmer. Erreicht er also eine hohe Anzahl an Mitarbeitern, die sich für die Arbeit außerhalb der Arbeitsstätte entscheiden, kann er so seine Kosten reduzieren.

Ein anderer Ansatz ist die Festlegung von Arbeitszeiten. Unter der Annahme, dass die Energieeffizienz dann am höchsten ist, wenn z.B. die meisten Mitarbeiter eines Büros im Verhältnis zu der angemieteten Fläche gleichzeitig an der Arbeitsstätte tätig sind. Lastspitzen können so Lastspitzen vermieden werden, indem stromintensive Prozesse wie bspw. Server-Backups oder Software-Aktualisierungen oder bedarfsabhängige Prozesse wie bspw. Wasseraufbereitung oder das Laden von Elektrofahrzeugen auf außerhalb dieser Arbeitszeiten gelegt werden.

Auf die Nutzungszeiten entfällt der Hauptanteil des Energieverbrauches, da der Energiebedarf mit dem Personenverkehr und Produktionszeiten korreliert. Im GHD-Sektor lässt sich dies z.B. mit der Höhe des Kundenverkehrs und der Auslastung messen. In vielen Gebäuden sind zudem außerhalb der Öffnungszeiten zumeist nur Reinigungs-, Wach- und Wartungspersonal tätig und es werden die Anforderungen an bspw. die Raumtemperatur und Beleuchtung gesenkt. Der einfachste Weg wäre also eine Verkürzung der Gebäudeöffnungszeiten. In den meisten Fällen ist dies allerdings nicht möglich. Zum einen müssen öffentliche Einrichtungen für den Bürger ausreichend zur Verfügung stehen, zum anderen besteht der Anspruch das bspw. Lebensmittelmärkte, Tankstellen, Werkstätten, usw. auch bis mindestens in die (frühen) Abendstunden geöffnet sind.

Auch der Ansatz einer Vier-Tage-Woche sollte hier erwähnt werden. Bei diesem werden die Annahmen vertreten, dass bei reduzierter Arbeitszeit oder einem arbeitsfreien Wochentag mehr die gleiche oder sogar höhere Produktivität erreicht werden kann. Die Umsetzung kann dabei vielfältig ausfallen. So können Tagesarbeitsstunden entweder ersatzlos reduziert oder verlängert werden. Bspw. kann eine Umgestaltung einer 40 Wochenstundenstelle von fünf Tagen á acht Stunden auf vier Tage á zehn Stunden erfolgen oder der Arbeitgeber reduziert die Stellenbeschreibung von 40 Wochenstunden auf z.B. 32 oder 36.

## 6.4 Handlungsunterstützung durch Gebäudeautomation

Die Gebäudeautomation kann in einer Vielzahl von Möglichkeiten zur Energieeinsparung beitragen. Vornehmlich findet durch sie eine Einsparung im Bereich Strom statt. Durch die Vernetzung der Ausstattung und Geräte mit Bussystemen können Steuerungen von z.B. RLT-Anlagen und Beleuchtungen so optimiert werden, dass diese weniger Strom abfragen, ohne dabei einen Komfortverlust für den Nutzer darzustellen.<sup>186</sup> Durch bspw. automatisches Lüften, wird der Wärmeverlust gering und die Luftqualität hochgehalten. Es wird also weniger Energie benötigt, um die gewünschte Raumtemperatur zu erreichen und eine automatische Beleuchtungssteuerung spart unnötiges Licht ein. Tabelle 6 zeigt weitere mögliche Anwendungsfelder nach Bereich (der Einsparung), den benötigten Steuerungstyp (um die Einsparung zu erreichen) und die Art der Erfassung/Umsetzung.

Jedoch können verschiedene Probleme auftreten, die dazu führen können, die ihre Funktionen beeinträchtigt oder den Einsatz gänzlich unmöglich macht. Im Idealfall werden schon in der Planungsphase Automationssysteme berücksichtigt oder zumindest eine spätere Aufrüstung auf solche vorbereitet. In der Nutzungsphase ist eine Aufrüstung schwierig und mit hohen Kosten verbunden. Bauliche Voraussetzungen können diese gar unmöglich machen. Ein häufiges Problem stellt die mangelnde Kompatibilität verschiedener Systeme dar. Können bspw. Komponenten einer RLT-Anlagen miteinander nicht kommunizieren, kann eine effektive Automatisierung nicht erreicht werden. Dies kann z.B. durch verschiedene Herstellersysteme geschehen. Bei schrittweiser Aufrüstung muss zudem auf eine Abwärtskompatibilität von neueren zu bereits installierten Systemen geachtet werden. Werden die Automationsprozesse nicht richtig installiert, können Einsparungen unter ihrem Potential liegen. Werden Nutzer nicht ausreichend im Umgang mit den Systemen geschult kann es zu Fehlfunktionen kommen, die zu unnötigen Energieverlusten führen können. Ebenso besteht auch ein Risiko in Bezug auf Sicherheit und Datenschutz da. Sind die Systeme unzureichend geschützt, können sie von Hackern manipuliert oder Daten (bspw. Personenanzahl oder Nutzungszeiten) gestohlen werden können. Letztlich können sich Nutzer auch gegen Automationen sträuben oder sich damit schwer tun diese korrekt zu bedienen. Ein mangelndes Gefühl der Kontrolle kann aufkommen oder werden bspw. alle Geräte an einem PC-Arbeitsplatz am Ende des Tages automatisch ausgeschaltet, können Nutzer dazu verleitet werden diese nicht mehr selbst bei Inaktivität manuell auszuschalten.

---

<sup>186</sup> Vgl. BauNetz (o. A.b)

Tabelle 6 Anwendungsmöglichkeiten von Gebäudeautomation<sup>187</sup>

Bereich	Steuerungstyp	Art der Erfassung/Umsetzung
<b>Allgemein</b>	Verbrauchsüberwachung	Ungewöhnliche Verbrauchsmuster identifizieren und optimieren
	Intelligentes Energiemanagement	Stromverbrauch von Geräten priorisieren, um Verbrauchsspitzen zu minimieren
	Zentralfunktionen	Z.B. Alle Fenster schließen, Uhrzeitabhängiges deaktivieren von bestimmten Gerätegruppen
<b>Beleuchtung</b>	Bewegungsmelder	Basierend auf der Anwesenheit von Nutzern
	Tageslichtsensoren	Basierend auf der Umgebungshelligkeit von außen und Uhrzeit
	Lichtszenensteuerung	Helligkeitsreglung und An- oder Abschalten bestimmter Leuchtgruppen je nach Arbeitsaufgabe
<b>RLT- Anlagen</b>	Temperatursensoren	Basierend auf der Anwesenheit von Nutzern und/oder der Außentemperatur
	Fenstersteuerung	Automat. öffnen/schließen, um natürliches Licht zu nutzen und für Belüftung
	Sonnenschutz	Bei hoher Sonneneinstrahlung automatisch Fenster verschatten
<b>Strom</b>	Energiesparmodus	Inaktive Geräte automatisch in Stand-by versetzen und/oder einzelne Steckdosen ausschalten
	Fernabfrage/-steuerung	Abfrage ob Geräte ausgeschaltet sind und ggf. ferngesteuerte Abschaltung

<sup>187</sup> Eigene Darstellung, sowie basierend auf: BauNetz (o. A.b); Büsching et al. (2016), S. 6 u. 10; Internationales Design Zentrum Berlin (o. A.)

Ein Nebeneffekt von der Gebäudeautomation von dem profitiert werden kann ist die Vermischung von energiesparenden Maßnahmen an der Arbeits- und Bildungsstätte und im privaten Haushalt. Ein Übergang kann in beide Richtungen stattfinden. D.h. findet eine persönliche Akzeptanz von bspw. Mehrweggefäßen wie Kaffeebechern im Privatleben statt, liegt die Annahme nahe, dass diese auch auf „Arbeit“ genutzt werden. Ein Nutzer, der im Arbeitsumfeld auf bspw. ein optimales Lüftungsverhalten geschult wurde, wird dieses Wissen höchstwahrscheinlich auch im privaten Umfeld anwenden, um seine eigenen Energiekosten zu senken. Auch die fortschreitende Verbreitung von smarten Geräten in Privathaushalten kann dabei helfen die Akzeptanz solcher Möglichkeiten im Büro zu steigern.

Abbildung 12 zeigt die Nutzung von smarten Geräten in Privathaushalten für die Bereiche: Energie, Sicherheit und Haus & Garten. Besonders interessant ist dabei der Bereich Energie. Hier gaben im Jahr 2022 36% der Befragten an smarte Beleuchtungslösungen zu nutzen und 25% nutzen smarte Heizkörper-Thermostate. Letztere konnten wiederum im Vergleich zum Vorjahr einen Zuwachs von beinahe 50% verbuchen.

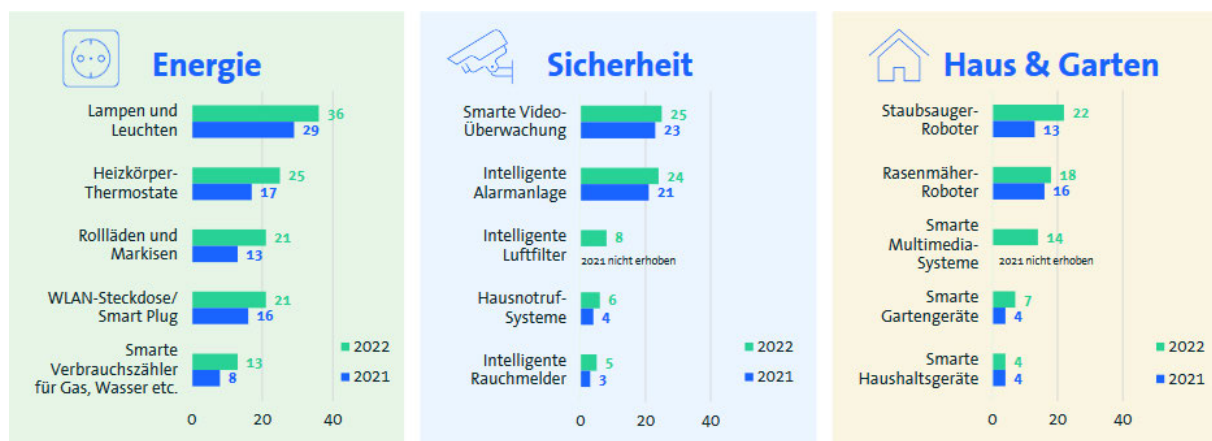


Abbildung 12 Verwendung von smarten Geräten [%]<sup>188</sup>

Wie in Abbildung 13 zu sehen gaben rund die Hälfte der Befragten an, dass sich explizit zurückführend auf die Verwendung von smarten Geräten ihr Energieverbrauch zumindest gering verringert hat. Demnach konnten sogar 22% der Befragten eine deutliche Reduzierung registrieren, während 33% noch keine Aussage treffen konnten. Betrachtet man den Trend der Verteilung ist bei diesem Drittel aber ein hoher Anteil zu erwarten, bei dem sich der Verbrauch ebenso verringern wird.

<sup>188</sup> Bitkom Research (2022), S. 5

## Wie hat sich Ihr Energieverbrauch seither verändert?

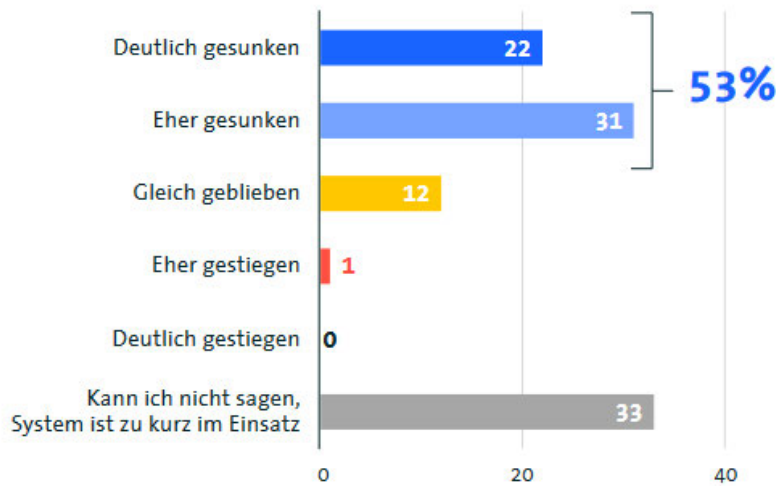


Abbildung 13 Veränderung Energieverbrauch mit smarten Heizkörper-Thermostaten<sup>189</sup>

Insgesamt wird in Nichtwohngebäuden ein Einsparpotential von etwa 20% durch Gebäudeautomation vermutet.<sup>190</sup> Eingebaute Systeme müssen nach rund 15-20 Jahren generalüberholt oder erneuert werden.<sup>191</sup> Neben den bereits beschriebenen Problemen muss also sorgfältig geprüft werden ob und welche Systeme genutzt werden sollen/können. Die Dauer der geplanten (Rest)Nutzungszeit des Gebäudes, ein etwaiger Standortwechsel des Unternehmens und das zu erwartende zukünftige Energiepreisniveau müssen dabei ebenfalls berücksichtigt werden. Ebenso müssen neben den Anschaffungs- und Wartungskosten auch Kosten und Zeiten für Schulungen und Fortbildungen für die Bedienung eingeplant werden. Die dazu benötigten Unterlagen müssen den Nutzern bereitgestellt werden und müssen regelmäßig auf Aktualität und Praktikabilität geprüft werden.<sup>192</sup>

<sup>189</sup> Bitkom Research (2022), S. 12

<sup>190</sup> Vgl. Pelzeter (2017), S. 128

<sup>191</sup> Vgl. ebd. S. 174

<sup>192</sup> Vgl. AMEV (2001), S. 32

## 6.5 Geringinvestive Maßnahmen am Beispiel von „Grünen Suchmaschinen“

Bei Energiesparmaßnahmen wird vornehmlich auf die Kosten im Vergleich zu dem erreichbaren Energiesparpotential geachtet. Maßnahmen werden oftmals mit hohen Mehrkosten in Verbindung gebracht. Das dem nicht so sein muss zeigen geringinvestive Maßnahmen. Darunter werden solche Maßnahmen verstanden, die mit niedrigen Investitionskosten eine hohe Steigerung der Energieeffizienz bewirken. Nutzer können dabei als Vervielfältiger betrachtet werden. So weist einmal geschulter Nutzer neben der Vorbildwirkung für Andere auch die Fähigkeit auf, das erworbene Wissen an andere Orte „mitzunehmen“. So muss er bspw. nur einmal auf effizientes Lüftungsverhalten geschult werden, kann dieses Wissen aber in jedem beliebigen Raum anwenden und Kollegen beeinflussen, statt dass jedes Fenster im Gebäude optimiert werden muss. Es stehen so also die (einmaligen) Schulungskosten hohen Kosten für Modernisierungsmaßnahmen gegenüber. Grundlegend kann die Nutzereinbindung vollumfänglich als geringinvestive Maßnahme betrachtet werden.<sup>193</sup> Anlaufstellen für umfangreiche Sammlungen von Einsparmöglichkeiten können dabei Energiesparvereine oder -agenturen der Länder.<sup>194</sup>

Es gibt auch Maßnahmen, welche den Energieverbrauch per se nicht senken, aber dennoch einen positiven Einfluss für die Umwelt haben können. Solche sind bspw. „Grüne Suchmaschinen“. Im eigentlichen Sinne sind sie keine eigenen Suchmaschinen, sondern sind eher als grüne Suchmasken zu verstehen.<sup>195</sup> Sie greifen bei Suchanfragen auf den Datenverkehr von Suchmaschinenanbietern wie Bing oder Google zu und verdienen durch jeden Aufruf von gesponserten Suchergebnissen oder Werbung.<sup>196</sup> Die Einnahmen werden dann an verschiedenste ökologische oder soziale Projekte oder Organisationen gespendet.<sup>197</sup> So versuchen grüne Suchmaschinen ihre ökologischen Auswirkungen zu kompensieren und den Umweltschutz zu fördern. Darüber hinaus stechen Anbieter von grünen Suchmaschinen schon durch Umweltschutzmaßnahmen während des Betriebs ihrer Plattformen hervor. Tabelle 7 zeigt drei Anbieter, welche Umweltschutzmaßnahmen sie ergreifen und wie die

---

<sup>193</sup> Vgl. Energielenker (o. A.), S. 107

<sup>194</sup> Deutsches Energieberater-Netzwerk (o.A.); Klimaschutz- und Energieagentur Niedersachsen (o.A.)

<sup>195</sup> Vgl. Perez-Diehl (2023)

<sup>196</sup> Vgl. Hartl (2020); Vgl. Perez-Diehl (2023)

<sup>197</sup> Vgl. Hartl (2020)

Einnahmen verwendet werden. Weitere Maßnahmen sind bspw.: Investitionen in erneuerbare Energien; Unterstützung von Bildungs- und Aufklärungsprogrammen für Umweltfragen, Müllreduktion und Recycling; Projekte zum Erhalt und Verbesserung der Wasserqualität oder Förderung von Projekten zum Schutz gefährdeter Tier- und Pflanzenarten sowie ihrer Lebensräume.

Tabelle 7 Anbieter "Grüne Suchmaschinen"<sup>198</sup>

Name	Ecosia	GOOD (ehem. Gexsi)	Ekoru
<b>Umwelt-schutzmaß-nahmen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Betrieb mit 100% erneuerbaren Energien</li> <li>• eigener Solarstrom</li> <li>• CO2-negativ</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• CO2-neutrale Server (Hosting)</li> <li>• Nutzung von CoWorking- und Shared-Offices</li> <li>• interne Policy zur Müll-Vermeidung</li> <li>• Zero-Waste Beauftragte</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mit Wasserkraft betrieben</li> <li>• Server sind wassergekühlt</li> <li>• die Server-Center benötigen keine Klimaanlage</li> </ul>
<b>Verwendung der Einnahmen</b>	100% der Gewinne werden für Aufforstung oder andere grüne Investitionen verwendet	100% der Gewinne werden für soziale und wohltätige Zwecke gespendet	60% der Einnahmen gehen an Meeresorganisationen
<b>Adresse</b>	ecosia.org	good-search.org	ekoru.org

Eine Suchanfrage pro Vorgang verursacht Kosten in Höhe von etwa 0,012 Eurocent<sup>199</sup>. Während es sich dabei zwar um nur den Bruchteil eines Cents handelt, kann sich dieser Betrag schnell aufsummieren. Ein Beispiel: in einem Verwaltungsgebäude tätig ein Mitarbeiter im Schnitt zehn Suchanfragen pro Tag. Bei 250 Arbeitstagen pro Jahr, sind dies hochgerechnet pro 100 Mitarbeiter etwa 30 Euro.<sup>200</sup> Es wäre also nicht verkehrt diesen Betrag durch die Verwendung von grünen Suchmaschinen an Umweltprojekte fließen zu lassen.

<sup>198</sup> Eigene Darstellung basierend auf: Perez-Diehl (2023)

<sup>199</sup> 0,0003 kWh Stromverbrauch bei 40 Cent/kWh

<sup>200</sup> 0,012 Cent x 10 Suchanfragen/Tag x 250 Arbeitstage x 100 Mitarbeiter = 3.000 Cent  $\triangleq$  30 Euro



Für den GHD-Sektor wären solche „kompensierenden“ geringinvestive bspw.: die Verwendung von Ökostromtarifen oder das bevorzugen von Zulieferern, welche umweltschonende Maßnahmen bei der Herstellung verfolgen. Voraussetzung hier ist, dass die Konditionen s nicht in einem solchen Maß von konventionellen Tarifen oder Zulieferern abweichen, als das es betriebswirtschaftlich nicht vertretbar wäre diese zu wählen.

Eine weitere geringinvestive Maßnahme ist das Bereitstellen von Bereitstellen von Dienst- oder Arbeitskleidung oder Thermoskannen. So kann insbesondere während der Wintermonate und in den frühen Morgenstunden der Raumwärmebedarf der Mitarbeiter reduziert bzw. zeitlich verschoben werden. Um den Klimakältebedarf in den Sommermonaten zu senken empfiehlt es sich neben den in der Arbeitsstättenverordnung aufgeführten Maßnahmen betriebsintern zu ermöglichen, dass mindestens eine Person in den kühleren Morgenstunden das Gebäude durchlüften kann. Eine Mitarbeiterstelle sollte so ausgelegt sein, dass der Mitarbeiter vor dem zu erwartenden Temperaturanstieg neben seinen eigentlichen Aufgaben lüften kann.

## 7 Fazit

Nach wie vor Stellen die Kosten die am häufigsten verwendete Kenngröße dar, wenn man sich mit der Optimierung von Immobilien befasst.<sup>201</sup> Die vorliegende Arbeit hat aufgezeigt, dass eine aktive Beteiligung der Nutzer auf verschiedenen Ebenen von entscheidender Bedeutung ist, um den Energieverbrauch zu reduzieren. Bei der Sensibilisierung für energieeffizientes Verhalten muss eine solche Wortwahl verwendet werden, welche kein „Verlustgefühl“ auslöst. Einsparungen sollten vielmehr als so verstanden werden, dass Energie bewusster und effektiver genutzt wird.<sup>202</sup> *„Rhetorisch ist es wichtig, den Gewinn zu betonen, beispielsweise dass wir auch in 30 Jahren noch ein gutes Leben für alle ermöglichen können.“*<sup>203</sup> Daher ist die Bereitstellung und stetige Weiterentwicklung von energieeinsparenden Methoden notwendig, um Nutzer zu ermöglichen ihr Verhalten langfristig *„im Sinne von Energieeffizienz zu verbessern.“*<sup>204</sup> Dabei sollte aber nicht vergessen werden, dass es immer Grenzen für mögliche Energieeinsparungen gibt. Ein vollständiger Verzicht auf Energie ist weder möglich noch zweckhaft, um die Bausubstanz auf Dauer zu erhalten. Die Nutzbarkeit der Immobilie darf also nicht zulasten von Kostenoptimierungen verringert werden.<sup>205</sup>

Die vorgestellten Umsetzungsmöglichkeiten zeigen, dass eine erfolgreiche Nutzereinbindung nicht auf eine spezifische Nutzergruppe beschränkt oder an eine feste Gebäudenutzungsart gebunden ist. Viel mehr unterstreichen sie die Notwendigkeit maßgeschneiderte Methoden zu entwickeln, die die spezifischen Bedürfnisse und Gegebenheiten der Zielgruppen berücksichtigen. Weiter lässt sich als Ausblick festhalten, dass die wachsende Verbreitung von smarten Geräten die Nutzereinbindung weiter vorantreiben kann. Die kommenden Jahre erfordern eine kontinuierliche Zusammenarbeit zwischen Regierungen, Unternehmen, Bildungseinrichtungen und der Gesellschaft, um die Nutzereinbindung als integralen Bestandteil einer nachhaltigen Energiezukunft zu etablieren.

---

<sup>201</sup> Vgl. Pelzeter (2017), S. 114

<sup>202</sup> Vgl. AMEV (2010), S. 32

<sup>203</sup> Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften (ZHAW) (2022)

<sup>204</sup> Gursch et al. (2020), S. 11

<sup>205</sup> Vgl. Pelzeter (2017), S. 114



# Literaturverzeichnis

Aachener Stiftung Kathy Beys (2015): Nachhaltigkeitsstandards für Möbel, unter: [https://www.nachhaltigkeit.info/artikel/nachhaltigkeitsstandards\\_fuer\\_moebel\\_1924.htm](https://www.nachhaltigkeit.info/artikel/nachhaltigkeitsstandards_fuer_moebel_1924.htm) (Abgerufen am 21.03.2023).

ALTOP (2015): Computer ausschalten oder auf Standby lassen, Was beim Standby Mode zu beachten ist, unter: <https://www.forum-csr.net/News/8717/Computer-ausschalten-oder-auf-Standby-lassen.html> (Abgerufen am 24.01.2023).

ALTOP (2016): Warum sollte bei der Büroeinrichtung auf Nachhaltigkeit geachtet werden?, Ökologisches Umdenken bei der Büromöbel-Beschaffung, unter: <https://www.forum-csr.net/News/9844/Warum-sollte-bei-der-Bueroeinrichtung-auf-Nachhaltigkeit-geachtet-werden.html> (Abgerufen am 24.01.2023).

ALTOP (2017): Nudging: Impulse für nachhaltigen Konsum, Studie untersucht den kontrovers diskutierten Ansatz des Nudging, unter: <https://www.forum-csr.net/News/11409/Nudging-Impulse-fuer-nachhaltigen-Konsum.html> (Abgerufen am 24.01.2023).

AMEV (2001): Hinweise für das Bedienen und Betreiben von heiztechnischen Anlagen in öffentlichen Gebäuden, (Heizbetrieb 2001), Berlin: AMEV.

AMEV (2010): Hinweise zum Energiemanagement in öffentlichen Gebäuden, (Energie 2010), Berlin: AMEV.

Arqum (2022): Neue Energiesparverordnungen (EnSikuMaV & EnSimiMaV) verpflichten zum schnellen Handeln!, unter: <https://www.arqum.de/2022/09/19/neue-energiesparverordnungen-ensikumav-ensimimav-verpflichten-zum-schnellen-handeln/> (Abgerufen am 21.02.2023).

BauNetz (o. A.a): Energieeffiziente Beleuchtung, unter: <https://www.baunetzwissen.de/nachhaltig-bauen/fachwissen/gebaeudetechnik/energieeffiziente-beleuchtung-663071> (Abgerufen am 21.01.2023).

BauNetz (o. A.b): Energieeinsparung durch Gebäudeautomation, unter: <https://www.baunetzwissen.de/nachhaltig-bauen/fachwissen/gebaeudetechnik/energieeinsparung-durch-gebaeudeautomation-680060> (Abgerufen am 21.01.2023).

Bitkom Research (2022): Das intelligente Zuhause, Smart Home 2022, unter: [https://www.bitkom.org/sites/main/files/2022-09/220912\\_Bitkom\\_Smart\\_Home\\_Chartbericht^\\_2022\\_final.pdf](https://www.bitkom.org/sites/main/files/2022-09/220912_Bitkom_Smart_Home_Chartbericht^_2022_final.pdf) (Abgerufen am 04.03.2023).

Bundesamt für Energie (BFE) (o. A.): Nicht erneuerbare Energien, Erdöl und Erdgas haben in der Schweiz neben Uran eine grosse Bedeutung in der Energieversorgung, Bern: EnergieSchweiz.

Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) (2022): Energiedaten: Gesamtausgabe, unter: <https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Artikel/Energie/energiedaten-gesamtausgabe.html> (Abgerufen am 18.09.2023).

Büsching, F.; Hartung, R.; Reimers, U.; Schröder, Y.; Walz, S.; Wolf, Lars (2016): Transparenz und Steuerung des Energieverbrauchs, unter: [https://his-he.de/fileadmin/user\\_upload/Veranstaltungen\\_Vortraege/2016/EnEff\\_Campus\\_2020/06\\_en\\_eff-2020\\_energieverbrauch.pdf](https://his-he.de/fileadmin/user_upload/Veranstaltungen_Vortraege/2016/EnEff_Campus_2020/06_en_eff-2020_energieverbrauch.pdf) (Abgerufen am 14.01.2023).

co2online (o. A.): Energiesparen im Haushalt, 9 Tipps mit schneller Wirkung, unter: <https://www.co2online.de/energie-sparen/> (Abgerufen am 21.01.2023).

Cornelsen Verlag (o. A.): Energie, unter: <https://www.duden.de/rechtschreibung/Energie> (Abgerufen am 02.02.2023).

(2020): Crime and Fear in Public Places, Towards Safe, Inclusive and Sustainable Cities, London: Taylor & Francis.

Deter, A. (2023): Das kostet Strom aktuell in Deutschland, unter: <https://www.topagrar.com/energie/news/strom-neuvertraege-in-grundversorgung-13274269.html> (Abgerufen am 21.01.2023).

Deutsche Energie-Agentur (dena) (2022): „DENA-GEBÄUDEREPORT 2023. Zahlen, Daten, Fakten zum Klimaschutz im Gebäudebestand.“, Zahlen, Daten, Fakten zum Klimaschutz im Gebäudebestand.“, Berlin: Deutsche Energie-Agentur GmbH.

Deutscher Mieterbund e.V. (o.A.): Heizung, Mindesttemperaturen, unter: <https://www.mieterbund.de/index.php?id=442> (Abgerufen am 26.09.2023).

Deutscher Wetterdienst (DWD) (2022): Deutschlandwetter im Jahr 2021, Offenbach: Deutscher Wetterdienst (DWD).

Deutsches Energieberater-Netzwerk (o.A.): Sammlung zu geringinvestiven Maßnahmen zur Energieeinsparung im Alltag, unter: <https://www.deutsches-energieberaternetzwerk.de/wp-content/uploads/2022/05/DEN-Checkliste-fuer-geringinvestive-Massnahmen.pdf> (Abgerufen am 19.10.2023).

Diekmann, B.; Rosenthal, E. (2014): Energie, Physikalische Grundlagen ihrer Erzeugung, Umwandlung und Nutzung, 3. Auflage, Wiesbaden: Springer Spektrum.

EnergieAgentur.NRW (2015): „Faktor Mensch“: energiebewusstes Verhalten, Welchen Einfluss haben Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen?, unter: Stephan Melhem Immobilien- und Facility Management FM18w2-b 49744

<https://docplayer.org/42651727-Faktor-mensch-energiebewusstes-verhalten-welchen-einfluss-haben-mitarbeiter-und-mitarbeiterinnen.html> (Abgerufen am 23.01.2023).

Energielenker (o. A.): Endbericht zum Energiefahrplan 2030 im Bereich Energieeffizienz Saarland, Greven: o. A.

Energielenker; Kreis Stormarn (2020): Klimaschutzteilkonzept, Klimaschutz in kreiseigenen Liegenschaften des Kreis Stormarn, Bad Oldesloe: Kreis Stormarn.

Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE (2023): Nettostromerzeugung in Deutschland 2022, Wind und Photovoltaik haben deutlich zugelegt, unter: <https://www.ise.fraunhofer.de/de/presse-und-medien/presseinformationen/2023/nettostromerzeugung-in-deutschland-2022-wind-und-photovoltaik-haben-deutlich-zugelegt.html> (Abgerufen am 24.02.2023).

Gebäudemanagement Schleswig-Holstein AöR (GMSH) (o. A.): Bauen und Bewirtschaftung von Landesliegenschaften, der Strategie zum Erreichen der Klimaschutzziele der Landesverwaltung, Kiel: o. A.

Gursch, H.; Herzlieb, M.; Koppelhuber, D.; Monsberger, M.; Pabst, S.; Prentner, O.; Sabol, V.; Schlager, E.; Singh, S.; Wedam, M. (2020): User Feedback for Energy Efficiency in Buildings, Wien: Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie (BMK).

Hafner, T. (2010): Bis zu 18 Prozent Energieeinsparung an Hochschulen möglich: „Ein Poster allein reicht aber nicht“, unter: <https://idw-online.de/de/news402530> (Abgerufen am 12.01.2023).

Hardegger, E. (2021): Gewohnheiten leichter ändern, Nudging für ein besseres Verhalten, unter: <https://www.ardalpha.de/wissen/psychologie/nudging-verhalten-gewohnheiten-leichter-veraendern-beeinflussung-100.html> (Abgerufen am 20.01.2023).

Hartl, R. (o. A.): Stand-by, unter: <https://www.energie-wissen.info/energiesparen/stand-by.html> (Abgerufen am 27.01.2023).

Hartl, S. (2020): Grüne Suchmaschinen: Wie funktionieren und was bringen sie?, unter: <https://fogsmagazin.com/gruene-suchmaschinen-wie-funktionieren-und-was-bringen-sie/> (Abgerufen am 09.10.2023).

ifeu-Institut Heidelberg (2004): Auswertung der Budget- und Anreizsysteme zur Energieeinsparung an hessischen Schulen, Endbericht, o. A.: Hessisches Ministerium für Wirtschaft, Verkehr und Landesentwicklung.

(2012): ImmoKlima, Immobilien- und wohnungswirtschaftliche Strategien und Potenziale zum Klimawandel, Berlin: Bundesministerium für Verkehr Bau und Stadtentwicklung.

Intakt (o. A.): Die persönliche Wohlfühltemperatur, unter: <https://www.climia.de/21Grad/Wohlfuehltemperatur/> (Abgerufen am 27.01.2023).

Internationales Design Zentrum Berlin (o. A.): Kriterienmatrix des Bundespreises Ecodesign, unter: [https://bundespreis-ecodesign.de/media/pages/wettbewerb/kriterien/1458664294-1648478296/kriterienmatrix\\_bundespreis-ecodesign\\_a3.pdf](https://bundespreis-ecodesign.de/media/pages/wettbewerb/kriterien/1458664294-1648478296/kriterienmatrix_bundespreis-ecodesign_a3.pdf) (Abgerufen am 14.01.2023).

Janda, K. B. (2011): Buildings don't use energy: people do, London, Oxford: Informa UK Limited.

Klimaschutz- und Energieagentur Niedersachsen (o.A.): Energiesparen in Kommunen - Klimaschutz- und Energieagentur Niedersachsen, unter: [https://www.klimaschutz-niedersachsen.de/\\_downloads/FaktenpapiereLeitfaeden/2022-11-4\\_Crashkus\\_Energiesparen\\_in\\_Kommunen\\_formatiert.pdf](https://www.klimaschutz-niedersachsen.de/_downloads/FaktenpapiereLeitfaeden/2022-11-4_Crashkus_Energiesparen_in_Kommunen_formatiert.pdf) (Abgerufen am 19.10.2023).

Klopfenstein, N.; Koch, C.; Rosenberger, N.; Schmid, C.; Widmer, H.; Zollinger, T. (2020): Zusammenarbeit und Kommunikation für das energieoptimierte Bewirtschaften und Nutzen von Wohngebäuden, o. A.: EnergieSchweiz.

Knight, A. (2009): 'Choice editing' is better than changing behaviour, unter: <https://www.triplepundit.com/story/2009/choice-editing-better-changing-behaviour/100101> (Abgerufen am 21.03.2023).

Landkreis Freudenstadt (2021): Energetisches Handlungspapier Immobilienmanagement, unter: [https://www.landkreis-freudenstadt.de/site/Landkreis-Freudenstadt/get/params\\_E124132866/2396482/Energetisches%20Handlungspapier%20Immobilienmanagement\\_final\\_2021.07.19docx.pdf](https://www.landkreis-freudenstadt.de/site/Landkreis-Freudenstadt/get/params_E124132866/2396482/Energetisches%20Handlungspapier%20Immobilienmanagement_final_2021.07.19docx.pdf) (Abgerufen am 24.01.2023).

Mack, B. (2007): Energiesparen fördern durch psychologische Interventionen, Entwicklung und Evaluation einer Stromsparkampagne in einer Energiesparhaussiedlung, Berlin, München, Münster, New York: Waxmann.

Next Kraftwerke (o. A.): Erneuerbare Energien: Definition und Entwicklung, unter: <https://www.next-kraftwerke.de/wissen/erneuerbare-energien> (Abgerufen am 24.02.2023).

Nordwest-Zeitung (2013): Verluste bei Umwandlung, Teil 30: Primärenergieverbrauch, unter: [https://www.nwzonline.de/wirtschaft/verluste-bei-umwandlung\\_a\\_11,5,103392238.html#](https://www.nwzonline.de/wirtschaft/verluste-bei-umwandlung_a_11,5,103392238.html#) (Abgerufen am 17.01.2023).

office-4-sale Büromöbel (o. A.): Ökologie und Nachhaltigkeit durch berufserfahrene Büromöbel, unter: [https://www.office-4-green.de/wissen/oekologie\\_und\\_nachhaltigkeit.php#/3](https://www.office-4-green.de/wissen/oekologie_und_nachhaltigkeit.php#/3) (Abgerufen am 21.03.2023).

- Pelzeter, A. (2017): Lebenszyklus-Management von Immobilien, Ressourcen- und Umweltschonung in Gebäudekonzeption und -betrieb, Berlin, Wien, Zürich: Beuth Verlag GmbH.
- Perez-Diehl, N. (2023): 4 nachhaltige Suchmaschinen im Vergleich, unter: <https://zeitgeist.de/magazin/nachhaltige-gruene-suchmaschinen/> (Abgerufen am 19.10.2023).
- RedaktionsNetzwerke Deutschland (2022): Strom sparen bei Straßenbeleuchtung, Steigert das die Kriminalität?, unter: <https://www.rnd.de/wissen/strom-sparen-bei-strassenbeleuchtung-steigert-das-die-kriminalitaet-3TM66CP7VRBUTMDAYIRC2AMJCM.html> (Abgerufen am 24.02.2023).
- Rennert, D. (2019): Ist es wärmer im Büro, sind Frauen produktiver, Frauen profitieren von höheren Raumtemperaturen, zeigt eine neue Studie. Für Männer gilt das nicht, unter: <https://www.derstandard.de/story/2000103641667/ist-es-waermer-im-buero-sind-frauen-produktiver> (Abgerufen am 27.01.2023).
- Ritter, I. (2023): Energiesparthermometer, unter: <https://www.aleide.de/thermometer/energiesparthermometer/> (Abgerufen am 14.01.2023).
- Schabbach, T.; Wesselak, V. (2012): Energie, Die Zukunft wird erneuerbar, Berlin, Heidelberg: Springer Vieweg.
- Secer, O. (2023): Verbot von T8-Leuchtstoffröhren für Unternehmen., Was bedeutet es, wie können Sie handeln?, unter: <https://partner.mvv.de/blog/welche-rolle-spielt-das-t8-leuchtstoffroehre-verbot-fuer-unternehmen-blgn> (Abgerufen am 11.10.2023).
- Stadie, S. (2022): Kleiner Schubs, große Wirkung, drei Nudging-Ideen für Ihr Unternehmen, unter: <https://em-faktor.de/kleiner-schubs-grosse-wirkung-drei-nudging-ideen-fuer-ihr-unternehmen/> (Abgerufen am 20.01.2023).
- Stadtwerke Gießen (o. A.): Optimaler Einsatz von Energie, Informationen für Büros und Verwaltungen, unter: [https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwj\\_r7jZqN78AhVqQ\\_EDHUyfDhMQFnoECAkQAQ&url=https%3A%2F%2Fwww.energiessen.de%2Ffileadmin%2Fuser\\_upload%2FPDF%2F06\\_energiessen%2F04\\_Broschueren%2FSWG-Broschuere\\_Verwaltungen.pdf&usg=AOvVaw2SjT\\_qPfvTSRSF8yhN1EFv](https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwj_r7jZqN78AhVqQ_EDHUyfDhMQFnoECAkQAQ&url=https%3A%2F%2Fwww.energiessen.de%2Ffileadmin%2Fuser_upload%2FPDF%2F06_energiessen%2F04_Broschueren%2FSWG-Broschuere_Verwaltungen.pdf&usg=AOvVaw2SjT_qPfvTSRSF8yhN1EFv) (Abgerufen am 23.01.2023).
- Statistisches Bundesamt (Destatis) (2022): Energiepreise, Hohe Steigerungen auf allen Wirtschaftsstufen, unter: [https://www.destatis.de/DE/Presse/Pressemitteilungen/2022/03/PD22\\_N016\\_61.html](https://www.destatis.de/DE/Presse/Pressemitteilungen/2022/03/PD22_N016_61.html) (Abgerufen am 15.02.2023).
- Statistisches Bundesamt (Destatis) (2023): Preise, Daten zur Energiepreisentwicklung, o. A.: Statistisches Bundesamt (Destatis).



Stiftung zur Förderung der Hochschulrektorenkonferenz (o. A.): Hochschulfinanzierung, unter: <https://www.hrk.de/themen/hochschulsystem/hochschulfinanzierung/> (Abgerufen am 15.01.2023).

Stumpf, M. (2014): Verhaltensänderungen und organisatorisch-technische Optimierungen - ein starkes Team bei der Energieeinsparung, Erfahrungen und Erkenntnisse aus psychologischen Studien zum Energienutzungsverhalten an Hochschulen, Breisgau: Albert-Ludwigs-Universität Freiburg.

Technische Universität Braunschweig (2012): TU Braunschweig auf dem Weg zum CO2-neutralen, energieeffizienten Campus, unter: <https://magazin.tu-braunschweig.de/m-post/tu-braunschweig-auf-dem-weg-zum-co2-neutralen-energieeffizienten-campus/> (Abgerufen am 28.11.2022).

Technische Universität Dresden; Hochschule Zittau/Görlitz (o. A.): Nachhaltigkeit im Hochschulbetrieb, Dresden, Zittau: o. A.

Umweltbundesamt (2008): Gesundheitliche Bewertung von Kohlendioxid in der Innenraumluft., Mitteilungen der Ad-hoc-Arbeitsgruppe Innenraumrichtwerte der Innenraumluftthygiene-Kommission des Umweltbundesamtes und der Obersten Landesgesundheitsbehörden, Berlin: Springer Medizin Verlag.

Umweltbundesamt (2016): Innenraumluft, unter: <https://www.umweltbundesamt.de/themen/gesundheits/umwelteinfluesse-auf-den-menschen/innenraumluft> (Abgerufen am 27.09.2023).

Umweltbundesamt (2019): IG-I-1: Hitzebedingte Minderung der Leistungsfähigkeit, unter: <https://www.umweltbundesamt.de/ig-i-1-das-indikator#geringere-leistungsfahigkeit-bei-sommerhitze> (Abgerufen am 24.09.2023).

Umweltbundesamt (2022): Richtiges Heizen schützt das Klima und den Geldbeutel, unter: <https://www.umweltbundesamt.de/umwelttipps-fuer-den-alltag/heizen-bauen/heizen-raumtemperatur#gewusst-wie> (Abgerufen am 15.09.2023).

Umweltbundesamt (2023): Indikator: Endenergieproduktivität, unter: <https://www.umweltbundesamt.de/daten/umweltindikatoren/indikator-endenergieproduktivitaet#die-wichtigsten-fakten> (Abgerufen am 09.02.2023).

Verbraucherzentrale NRW (2022): Energieausweis, Was sagt dieser Steckbrief für Wohngebäude aus?, unter: <https://www.verbraucherzentrale.de/wissen/energie/energetische-sanierung/energieausweis-was-sagt-dieser-steckbrief-fuer-wohngebäude-aus-24074> (Abgerufen am 12.01.2023).

Verein Österreichs E-Wirtschaft (o. A.): Bringt Energiesparen überhaupt etwas?, unter: <https://oesterreichsenergie.at/aktuelles/neuigkeiten/detailseite/bringt-energiesparen-ueberhaupt-etwas> (Abgerufen am 20.01.2023).

Voß, A. (1990): Energie: eine Knappe Ressource?, in: Schmitt, D. (Hrsg.): Handbuch Energie., Pfullingen: Neske, S. 34-40.

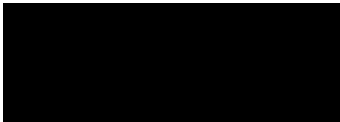
Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften (ZHAW) (2022): Informieren, belohnen, schubsen, unter: <https://impact.zhaw.ch/de/artikel/informieren-belohnen-schubsen> (Abgerufen am 20.01.2023).



# Selbstständigkeitserklärung

Hiermit erkläre ich, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig und nur unter Verwendung der angegebenen Literatur und Hilfsmittel angefertigt habe. Stellen, die wörtlich oder sinngemäß aus Quellen entnommen wurden, sind als solche kenntlich gemacht. Diese Arbeit wurde in gleicher oder ähnlicher Form noch keiner anderen Prüfungsbehörde vorgelegt.

Dresden, den 23.11.2023



Stephan Melhem