



Bundesinstitut
für Bau-, Stadt- und
Raumforschung

im Bundesamt für Bauwesen
und Raumordnung



BBSR-
Online-Publikation
106/2024

Nutzerinformationssysteme zur Verbesserung der Gebäudeenergieeffizienz

von

Andre Beblek
Prof. Dr.-Ing. Viktor Grinewitschus
Karsten Fransen
Simon Jurkschat

Nutzerinformationssysteme zur Verbesserung der Gebäudeenergieeffizienz

Das Projekt des Forschungsprogramms „Zukunft Bau“ wurde vom Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) im Auftrag des Bundesministeriums für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen (BMWSB) durchgeführt.

IMPRESSUM

Herausgeber

Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR)
im Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (BBR)
Deichmanns Aue 31–37
53179 Bonn

Wissenschaftliche Begleitung

Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung
Referat WB 7 „Klimaneutralität im Gebäudebetrieb“
Kerstin Schulz
kerstin.schulz@bbr.bund.de

Autorinnen und Autoren

EZB Business School GmbH, Bochum
Andre Beblek
a.beblek@ebz-bs.de
Prof. Dr.-Ing. Viktor Grinewitschus
v.grinewitschus@ebz-bs.de
Karsten Fransen
k.fransen@ebz-bs.de
Simon Jurkschat
s.jurkschat@ebz-bs.de

Stand

Juni 2024

Gestaltung

Karsten Fransen

Vervielfältigung

Alle Rechte vorbehalten

Der Herausgeber übernimmt keine Gewähr für die Richtigkeit, die Genauigkeit und Vollständigkeit der Angaben sowie für die Beachtung privater Rechte Dritter. Die geäußerten Ansichten und Meinungen müssen nicht mit denen des Herausgebers übereinstimmen.

Zitierweise

Beblek, Andre; Grinewitschus, Viktor; Fransen, Karsten; Reiners, David; Jurkschat, Simon, 2024: Nutzerinformationssysteme zur Verbesserung der Gebäudeenergieeffizienz. BBSR-Online-Publikation 106/2024, Bonn.

Inhaltsverzeichnis

Kurzfassung	5
Summary	7
Literaturrecherche und verordnungsrechtlicher Rahmen	9
Recherche und Zusammenfassung der relevanten Studien mit Schwerpunkt Gebäudeinformation	9
Darstellung des verordnungsrechtlichen Rahmens	15
Richtlinien und Normen	19
Fazit zum verordnungsrechtlichen Rahmen	21
Nutzerinformationsstrategien	23
Gegenüberstellung verschiedener Strategien zur Gebäudenutzerinformation	23
Umsetzung von Nutzerinformationsstrategien	24
Analyse der Nutzerinformationsstrategien	25
Best Practices	28
Technische Voraussetzungen für Nutzerinformationssysteme	29
Untersuchung des Nutzereinflusses und Informationsbedarfs	34
Untersuchung des Einflusses von Gebädefunktionen auf die Energieeffizienz	35
Ermittlung der notwendigen Informationen für einen energieeffizienten Gebäudebetrieb	36
Ermittlung des Einflusses erwünschter bzw. unerwünschter Nutzer-Interaktionen auf die Gebäudeenergieeffizienz	38
Konzeptionierung eines Nutzerinformationssystems	41
Allgemeingültiges Schema eines Nutzerinformationskonzeptes	41
Interaktionsebene	42
Strategieebene	43
Lowtech-Lösungen und Mindestanforderungen an ein Nutzerinformationssystem	45
Prüfen des Nutzerinformationskonzeptes	46
Befragung von Nutzenden im Rathaus Hamminkeln und mögliche Einsatzfelder eines Nutzerinformationssystems	46
Befragung von Studierenden als Projektentwickler	47
Fazit	49
Abkürzungsverzeichnis	51
Mitwirkende	52
Kurzbiographien	53
Literaturverzeichnis	54
Abbildungsverzeichnis	58
Tabellenverzeichnis	59
Anlagen	60
Anhang A: Übersicht der Referenzprojekte	60
Anhang B: Umfrageergebnisse	63

Kurzfassung

Das Forschungsvorhaben „Nutzerinformationssysteme zur Verbesserung der Gebäudeenergieeffizienz“ zielt darauf ab, den Informationsbedarf von Gebäudenutzenden für ein energetisch sinnvolles Verhalten zu ermitteln und das derzeitige Informationsdefizit zu eruieren.

Ein Gebäude sollte unter einem minimalen Ressourcen- und Energieaufwand den erforderlichen Nutzerkomfort sicherstellen. Zur Verbesserung der Gebäudeenergieeffizienz und des Nutzerkomfort existieren viele technische Lösungen, wie z. B. Belüftungsanlagen und programmierbare Raumtemperaturregelungen. Technische Lösungen nehmen dem Gebäudenutzenden in Abhängigkeit des Technisierungs- und Automatisierungsgrades Aufgaben ab und sollen durch ein optimales Betriebsverhalten den Gebäudeenergieverbrauch senken. In der Praxis entsprechen die tatsächliche Wirksamkeit und Nachhaltigkeit dieser Lösungen oft nicht den Erwartungen, man spricht von einem „Performance Gap“. Aber auch wenig technisierte Gebäude haben oft überdurchschnittlich hohe Energieverbräuche, die in Anbetracht der jeweiligen Gebäudeenergieklasse nicht zu erklären sind.

Ein Ansatz, dieses Phänomen zu erklären, liegt im Informationsdefizit zwischen dem Gebäude und den Nutzenden. Das Gebäude, insbesondere die gebäudetechnischen Systeme, bedienen den Bedarf des Nutzenden nach Wärme, frischer Luft, Helligkeit, etc. In der Praxis wird dieser Bedarf jedoch oft nicht ausreichend spezifiziert. Dies kann an typischen Aussagen wie „es zieht“, „es ist zu kalt“ oder „lass mal frische Luft rein“ erkannt werden. Wenn ein vollautomatisiertes Gebäude angenommen wird, kann behauptet werden, dass die Steuer- und Regelfunktionen nicht genügend Informationen über den tatsächlichen Bedarf des Nutzenden besitzen. Auf der anderen Seite kommt es in diesen Situationen zu diversen Handlungen der Gebäudenutzenden, die nicht zwangsläufig energieeffizient sind. Zu hohe Temperaturen könnten durch Fensterlüftung kompensiert werden, oder die Heizung zur vermeintlich schnelleren Aufheizung auf den Maximalwert aufgedreht werden. Die Gebäudenutzenden wissen nicht immer, wie die Anlagentechnik funktioniert, oder welche Qualität die Raumluft tatsächlich besitzt, um Handlungen energieeffizient durchzuführen. Das heißt, es besteht ebenfalls ein Informationsdefizit auf der Seite des Nutzenden.

Mit Hilfe einer tiefgreifenden Literaturrecherche wurden Studien und Projekte ermittelt, die den Einfluss von Informationen auf das Verhalten von Gebäudenutzenden untersucht haben. Die Versuche konnten in verschiedenen Kategorien zusammengefasst werden. Diese Kategorien werden im Weiteren auch als Informationsstrategien bezeichnet. Die ausgewählten Informationsstrategien sind „Soziale Einflüsse“, „Beziehungsaufbau“, „Anreize“, „Bildung und Aufmerksamkeit“ und das „Anstupsen“.

Damit der Einfluss des Nutzenden auf die Gebäudeenergieeffizienz untersucht werden kann, wurde ein Vergleich der Handlungen des Nutzenden mit den Gebäudeautomationsfunktionen nach DIN EN ISO 5120-1 durchgeführt. Der Grundgedanke ist, dass eine vollumfassende Gebäudeautomation (GA) die Handlungen der Nutzenden übernimmt und somit eine energetisch optimale betriebsweise des Gebäudes beschreibt. Um den Einfluss der Nutzenden zu bestimmen, wurden alltagsnahe Szenarien erdacht, in denen der Nutzende mit dem Gebäude interagiert und dabei die bestimmungsgemäße Funktionsweise der Gebäudetechnik verhindert. Für diese Szenarien konnten der Einfluss auf die Energieeffizienz untersucht und Informationen bestimmt werden, die dabei helfen, energetisch ungewünschte Interaktionen zu verhindern. Die Ergebnisse lassen sich umgekehrt auch auf weniger technisierte Gebäude beziehen, denn der Nutzende kann in den erwähnten Szenarien mit entsprechendem Wissen oder Betreuung durch ein Nutzerinformationssystem (NI) durch aktive Handlungen den Gebäudeenergiebedarf senken.

Ein zentrales Ziel dieser Studie war die Konzeptionierung eines NI, welches dafür verwendet wird das Informationsdefizit zwischen dem Nutzenden und dem Gebäude zu schließen. Die Grundlage hierfür bildeten die Informationsstrategien und die technischen Voraussetzungen des Gebäudes, welche durch die DIN EN ISO 5120-1 beschrieben werden konnten. Dieses NI gliedert sich in zwei Komponenten. Anhand des Nutzerverhaltens kann direktes und handlungsbezogenes Feedback abgeleitet werden, um energieintensives Verhalten akut zu verhindern. Mit Hilfe der Informationsstrategien soll eine langanhaltende

Verhaltensänderung zugunsten der Energieeffizienz bewirkt werden. Dabei wurden Lösungsvorschläge für wenig bis gar nicht technisierte Gebäude bis hin zu technisch vollausgestatteten Gebäuden erarbeitet.

Auf Basis der Erkenntnisse dieser Studie wurden Vorschläge für den nationalen verordnungsrechtlichen Rahmen erörtert. Für die Gesetzgebung sind das Gebäudeenergiegesetz (GEG) und die Heizkostenverordnung (HeizkostenV) relevant. In den Normen und Richtlinien sind die Themenbereiche Gebäudeautomation, Energieeffizienz von Gebäuden und Energiemanagementsystem (EMS) ausschlaggebend für eine angemessene Integration des Nutzenden in die Gebäudeplanung. So kann der Einfluss des Nutzenden besser erfasst werden, wodurch der „Performance Gap“ weiter geschlossen wird.

Summary

The research project “User information systems to improve building energy efficiency” aims to determine the information requirements of building users for energy-efficient behaviour and to identify the current information deficit of building users.

A building should ensure the necessary user comfort while minimising the use of resources and energy. Many technical solutions exist to improve building energy efficiency and user comfort, such as ventilation systems and programmable room temperature controls. Depending on the degree of technology and automation, technical solutions relieve building users of tasks and are intended to reduce building energy consumption by optimising operating behaviour. In practice, the actual effectiveness and sustainability of these solutions often do not meet expectations; this is referred to as a “performance gap”. However, even low-tech buildings often have above-average energy consumption, which cannot be explained in view of the respective building energy class.

One approach to explaining this phenomenon lies in the lack of information between the building and its users. The building, particularly the technical building systems, fulfil the user's need for heat, fresh air, brightness, etc. In practice, however, this need is often not sufficiently met. This can be recognised by typical statements such as “there's a draught”, “it's too cold” or “let some fresh air in”. If a fully automated building is assumed, it can be argued that the control and regulation functions do not have enough information about the user's actual needs. On the other hand, these situations result in various actions by building users that are not necessarily energy efficient. Excessively high temperatures could be compensated for by window ventilation, or the heating could be turned up to the maximum to achieve supposedly faster heating. Building users do not always know how the system technology works or what quality the indoor air actually has in order to carry out actions in an energy-efficient manner. This means that there is also a lack of information on the user's side.

With the help of an in-depth literature search, studies and projects were identified that have investigated the influence of information on the behaviour of building users. The trials were summarised in various categories. These categories are also referred to below as information strategies. The selected information strategies are “Social influences”, “Relationship building”, “Incentives”, “Education and attention” and “Nudging”.

In order to analyse the user's influence on the building's energy efficiency, a comparison was made between the user's actions and the building automation functions in accordance with DIN EN ISO 52120-1. The basic idea is that a fully comprehensive Building Automation (BA) takes over the actions of the users and thus describes an energetically optimised mode of operation of the building. In order to determine the influence of the users, everyday scenarios were devised in which the user interacts with the building and prevents the building technology from functioning as intended. For these scenarios, the influence on energy efficiency could be analysed and information could be determined that would help to prevent undesirable energy-related interactions. Conversely, the results can also be applied to less technical buildings, as the user can actively reduce the building's energy requirements in the scenarios mentioned with the appropriate knowledge or support from a user information system (UIS).

A central objective of this study was the conceptualisation of a UIS, which is used to close the information gap between the user and the building. The basis for this was formed by the information strategies and the technical requirements of the building, which could be described by DIN EN ISO 52120-1. This UIS is divided into two components. Based on user behaviour, direct and action-related feedback can be derived in order to prevent energy-intensive behaviour acutely. The information strategies are intended to bring about a long-lasting change in behaviour in favour of energy efficiency. Proposed solutions were developed for buildings with little or no technology through to fully equipped buildings.

Proposals for the national regulatory framework were discussed based on the findings of this study. The German Buildings Energy Act (GEG) and the Heating Costs Regulation (HeizkostenV) are relevant for legislation. In the standards and guidelines, the topics of building automation, energy efficiency of buildings and energy

management systems (EMS) are decisive for the appropriate integration of the user in building planning. In this way, the influence of the user can be better recognised, further closing the “performance gap”.

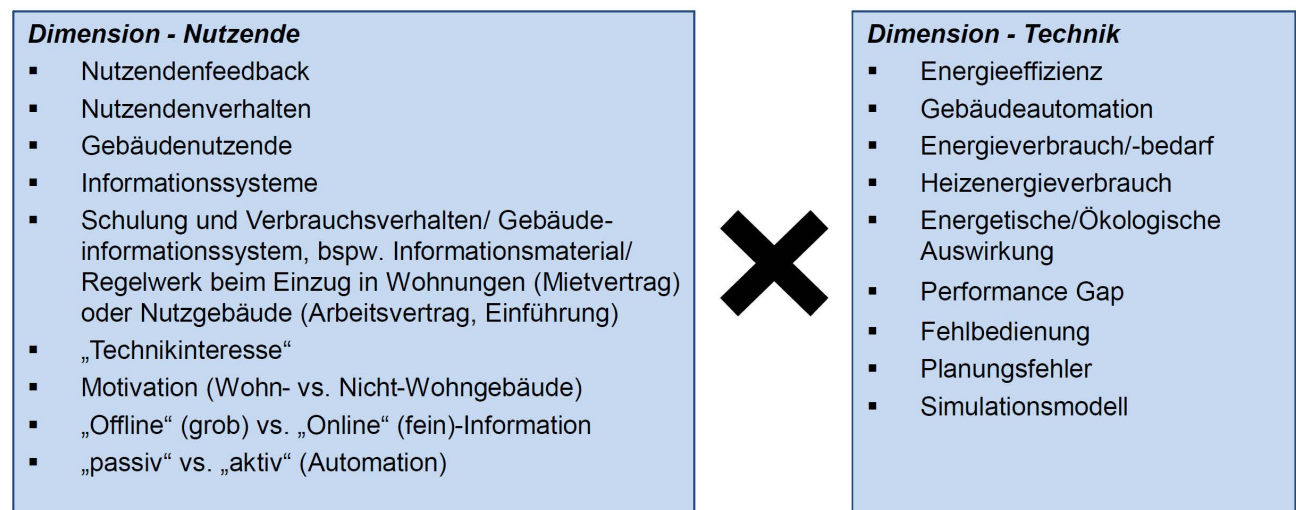
Literaturrecherche und verordnungsrechtlicher Rahmen

In diesem Kapitel werden die sowohl praxisorientierten als auch theoretischen nationalen und internationalen Studien, Projekte, Untersuchungen, Ansätze und Definitionen in Hinblick auf die bedarfsgerechte Information der Gebäudenutzenden untersucht und zusammenfasst. Der verordnungsrechtliche Rahmen wird in Hinblick auf bereits bestehende als auch zukünftig mögliche Vorgaben zu Nutzerinformationssystemen (NI) beleuchtet.

Recherche und Zusammenfassung der relevanten Studien mit Schwerpunkt Gebäudeinformation

Im ersten Arbeitsschritt wurden gemeinsam mit dem Auftraggebenden Anhaltspunkte für eine Kreuzrecherche erarbeitet. Gekreuzt wurden Stichworte aus den Kategorien Nutzende und Technik z. B. Nutzer-Feedback und Energieeffizienz oder Nutzerverhalten und GA, siehe Abbildung 1. Insgesamt wurden neun nutzerspezifische Stichworte und neun technikspezifische Stichworte genutzt.

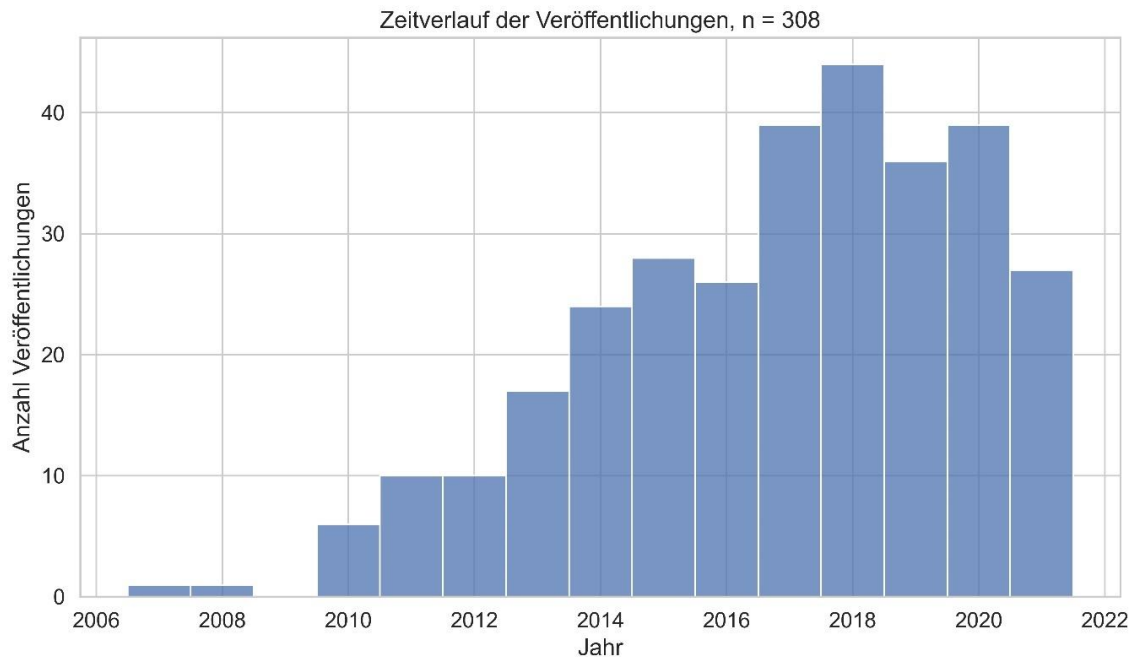
Abbildung 1
Stichworte der Kreuzrecherche



Quelle: EBZ Business School GmbH

Mit dieser Methodik konnten 308 relevante Quellen, aus 36 verschiedenen Ländern, der Jahre 2007 bis 2021 gefunden werden. Das Forschungsinteresse nahm von 2010 bis 2018 kontinuierlich zu, seit 2018 verharret es auf einem konstant hohen Niveau von etwa 40 Studien pro Jahr. Einschränkend ist zu beachten, dass das Jahr 2021 zum Recherchezeitpunkt nicht abgeschlossen war. Die Anzahl gefundener Veröffentlichungen je Jahr wird in Abbildung 2 auf der y-Achse, über der Jahreszahl auf der x-Achse, dargestellt.

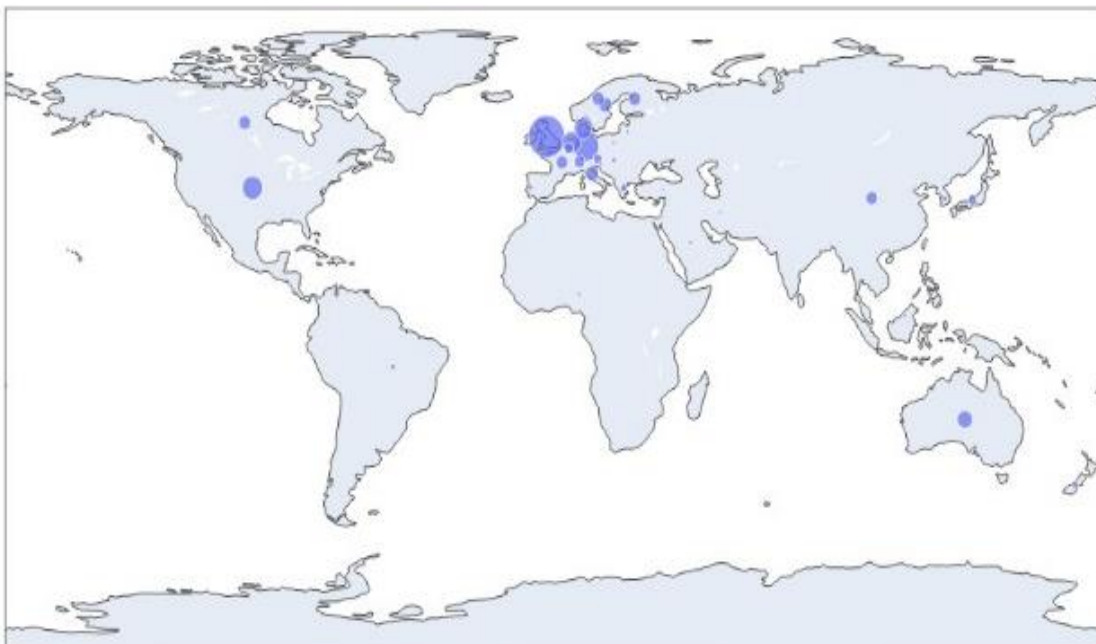
Abbildung 2
Veröffentlichungen im Zeitverlauf



Quelle: EBZ Business School GmbH

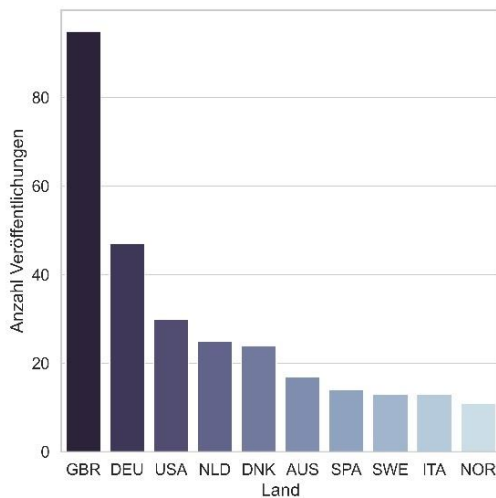
Viele Veröffentlichungen kommen aus dem europäischen Raum, davon die meisten aus dem Vereinigten Königreich und Deutschland. Außereuropäische Veröffentlichungen kommen vor allem aus dem amerikanischen und australischen Raum. Ein geringes Forschungsinteresse besteht zudem in China, siehe Abbildung 3 und Abbildung 4.

Abbildung 3
Forschungsherkunft: Übersicht weltweit



Quelle: EBZ Business School GmbH

Abbildung 4
Forschungsherkunft: Anzahl an Veröffentlichungen weltweit



Quelle: EBZ Business School GmbH

Zur Vorsortierung der Veröffentlichungen wurden in Absprache mit dem BBSR die Kategorien Nutzerbeobachtung, Nutzerintervention, Informationsdarstellung, Motivation, Nutzerintegration, Technologie, Modelle und Handlungsempfehlungen definiert. Die einzelnen Kategorien sind in Abbildung 5 weiter erläutert.

Abbildung 5
Kategorien der Publikationen

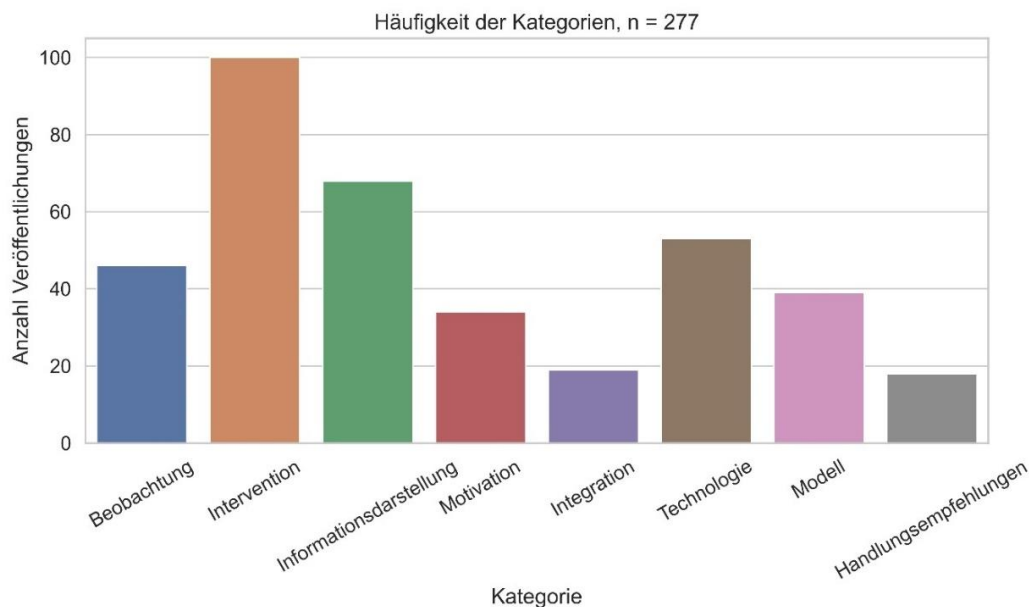
Nutzendenbeobachtung • Wie verhalten sich die Nutzenden? • Was verbraucht der Nutzende? • Psychologische Studien	Nutzendenintervention • Hilfestellung zur Verbrauchsreduktion • Schulungen • Verbrauchsfeedback	Informationsdarstellung • Wie stelle ich Daten am besten dar, um den Nutzenden zu erreichen?	Motivation • Welche Anreize führen zur Interaktion beim Nutzenden
Nutzendenintegration • Informationsaustausch zwischen Gebäude und Nutzendem • Gebäudeautomation übernimmt Aufgaben vom Nutzenden (Assistenz)	Technologie • Untersuchung neuer Technologien (z.B. IoT-Devices) • Erprobung vorhandener Technologien (Smart Meter, Inhaus-Displays)	Modelle • Vorhersagemodelle, welche das Nutzendenverhalten berücksichtigen	Handlungsempfehlungen • Konkrete Vorschläge zur Verbrauchsreduzierung

Quelle: EBZ Business School GmbH

Das Verbrauchsverhalten bezüglich elektrischer und thermischer Energie, Müll, Wasser etc. wurde in vielen Veröffentlichungen betrachtet. In einigen Veröffentlichungen wurde mittels verschiedener Strategien versucht Nutzende zu einer Verbrauchsreduktion, auch Konsumänderung, Verhaltensanpassung oder Verhaltensänderung zu motivieren. Die Zuordnung der Veröffentlichungen in die beschriebenen Kategorien, wird durch hybride oder multiple Ansätze erschwert, zudem handelt es sich bei einigen Veröffentlichungen um Reviews. 277 von 308 Veröffentlichungen konnten mindestens einer Kategorie zugeordnet werden. Die Integration des Nutzenden als Teil eines Regelkreises im Gebäudebetrieb wurde selten betrachtet. In vielen Veröffentlichungen wurden Nutzende eher als Teil des Problems behandelt. Darüber hinaus wurden in

weniger als 20 Veröffentlichungen konkrete Handlungsempfehlungen, an welchen sich die Nutzenden orientieren konnten, ausgesprochen. Häufig wurde auf die Reflexion der Nutzenden durch die Darstellung von Verbrauchswerten gesetzt, siehe Abbildung 6.

Abbildung 6
Forschungsschwerpunkte



Quelle: EBZ Business School GmbH

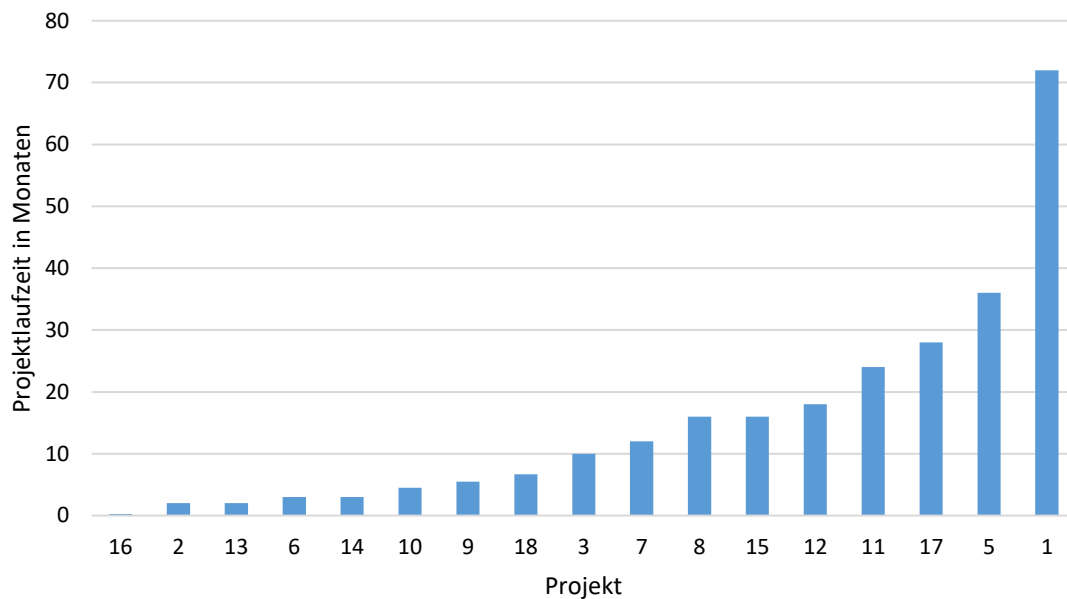
Von 308 thematisch passenden Quellen wurden 46 für den Entwurf eines NI als hilfreich identifiziert. Dabei konnten die folgenden Schwerpunktgruppen gebildet werden:

- Konkrete Referenzprojekte (n=21), in denen bereits ein NI getestet und untersucht wurde.
Eine Übersicht der Referenzprojekte befindet sich in **Anhang A: Übersicht der Referenzprojekte**. Nicht alle Referenzprojekte beinhalten Angaben zur Projektlaufzeit, der Teilnehmerzahl und der Ergebnisse.
- Vergleichsstudien (n=3) verschiedener Referenzprojekte
- Studien mit Hilfestellungen zur Erstellung von NI (n=26)

Die Referenzprojekte unterscheiden sich erheblich in ihren Dimensionen. Das spiegelt sich in der Anzahl der Teilnehmenden, der Laufzeit und den Ambitionen bezüglich des NI wider. Die Teilnehmerzahl ist nicht direkt vergleichbar, weil in vielen Projekten die Anzahl von „Haushalten“ referenziert wird und in anderen Projekten die Anzahl von „Teilnehmenden“. Die kleinste Teilnehmerzahl betrug 6 Personen, während die größte Teilnehmerzahl bei 2.500 Personen lag. Analog gab es zwischen 2 und 400 teilnehmende Haushalte.

Die Laufzeiten wurden in 11 Projekten angegeben und variierten von einem Monat bis zu drei Jahren. In Abbildung 7 werden die verschiedenen Projektlaufzeiten in einem Balkendiagramm verglichen. Dabei ist die Projektlaufzeit in Monaten auf der X-Achse dargestellt. Mehr als die Hälfte der Projekte hatte eine Laufzeit von unter einem Jahr. Darüber hinaus haben zwei Langzeitstudien stattgefunden: eine mit 36 Monaten (vgl. Murtagh et al. 2013) und eine mit 72 Monaten (vgl. Legault et al. 2020).

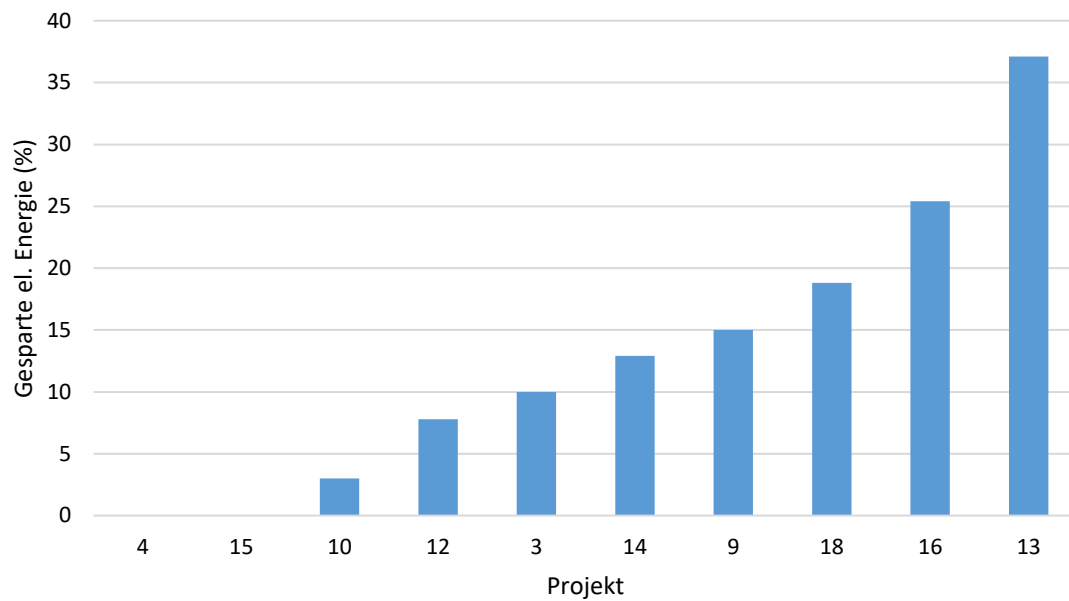
Abbildung 7
Vergleich der Projektlaufzeiten



Quellen: Siehe Anhang A

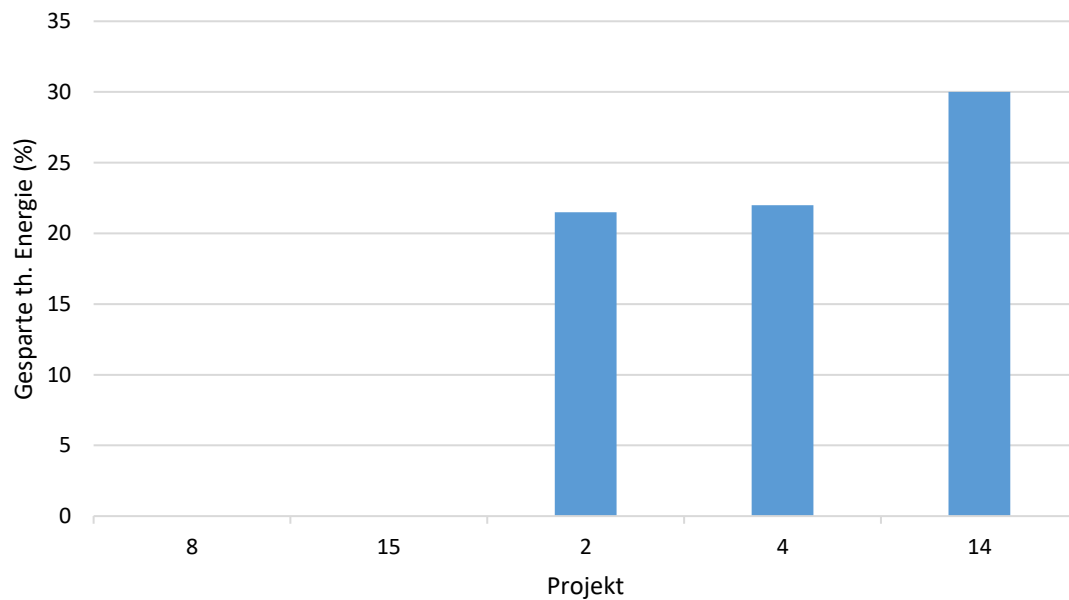
Die Ambitionen unterscheiden sich dahingehend, dass in manchen Projekten lediglich ein Verbrauchsfeedback (z. B. einmal monatlich per Post) versandt wurde und in anderen Projekten ein ganzes NI samt Messtechnik entwickelt und ausgerollt wurde (vgl. Wood et al. 2019). Das Projektumfeld befand sich viermal in öffentlichen Nichtwohngebäuden (Büros, Schulen, etc. – im Folgenden NWG genannt), neunmal im privaten Sektor (im folgenden Wohngebäude – WG genannt) und vier Studien können sowohl WG als auch NWG zugeordnet werden. In diesem Umfeld wurde i.d.R. versucht den Strom-, Gas-, oder Wasserbrauch zu senken. Hierfür liegen im Bereich Elektrizität neun, Gas fünf und Wasser einmal konkrete Ergebnisse vor. Die Ergebnisse für die elektrischen Verbrauchsänderungen sind in Abbildung 8 zu sehen. Es konnte zwischen 0 % und 37,5 % elektrische Energie gespart werden. Wenn die Randwerte (0 % und 37,5 %) nicht beachtet werden, liegt das durchschnittliche Einsparpotential bei 13,3 %. Im Bereich thermischer Energie (meist Gas) konnten in zwei Fällen keine Erfolge vorgewiesen werden, in anderen Beispielen wurden zwischen 20 % und 30 % des Energieverbrauches eingespart, siehe Abbildung 9. Allerdings sind die Ergebnisse nur bedingt vergleichbar, da sie nicht immer klimabereinigt wurden und die Projektlaufzeit erheblich variiert.

Abbildung 8
Elektrische Energieeinsparungen in Referenzprojekten



Quellen: Siehe Anhang A

Abbildung 9
Thermische Energieeinsparungen in Referenzprojekten



Quellen: Siehe Anhang A

Eine tabellarische Auflistung aller hier genannten Referenzprojekte mit Quellenverweis ist in **Anhang A: Übersicht der Referenzprojekte** zu finden. Die Projektnummern entsprechen dem Eintrag in der Tabelle.

Darstellung des verordnungsrechtlichen Rahmens

Eine umfassende Studie zeigt, dass Verordnungen und Förderprogramme, durch die Regierung, indirekt und direkt Einfluss auf den Energieverbrauch nehmen können (vgl. Hong et al. 2019). Der direkte Einfluss ergibt sich durch die Förderung von energieeffizienten Geräten, Energieeffizienzmaßnahmen oder Verordnungen. Zeitgleich wird indirekt das Bewusstsein für Energieeffizienz geschärft, beides kann zu Einsparungen führen.

In Deutschland werden Richtlinien der EU sukzessive in nationales Recht umgesetzt. Im Wesentlichen sind dies, in Bezug auf die NI, die **Richtlinien zur Energieeffizienz (EED)**:

- Horizont 2020 - 2012/27/EU
- Horizont 2030 - EU 2018/2002
- Überarbeitung EER - COM (2021) 558

Sowie die **Richtlinie über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden (EPBD)**:

- Die Richtlinie über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden 2010/31/EU
- und die im Jahr 2018 geänderte Fassung EU 2018/844

Artikel 9 Absatz 1, EED – 2012/27/EU sowie (EU) 2018/2002 lautet:

„Soweit es technisch machbar, finanziell vertretbar und im Vergleich zu den potenziellen Energieeinsparungen verhältnismäßig ist, stellen die Mitgliedstaaten sicher, dass alle Endkunden in den Bereichen Strom, Erdgas, Fernwärme, Fernkälte und Warmbrauchwasser individuelle Zähler zu wettbewerbsfähigen Preisen erhalten, die den tatsächlichen Energieverbrauch des Endkunden genau widerspiegeln und Informationen über die tatsächliche Nutzungszeit bereitstellen.“

Diese Anforderung wird zumindest für Warmwasser und Heizenergie in Deutschland in der aktuellen Heizkostenverordnung (HKV) umgesetzt, in der es heißt:

„6a Abrechnungs- und Verbrauchsinformationen; Informationen in der Abrechnung

(1) Wenn fernablesbare Ausstattungen zur Verbrauchserfassung installiert wurden, hat der Gebäudeeigentümer den Nutzern Abrechnungs- oder Verbrauchsinformationen für Heizung und Warmwasser auf der Grundlage des tatsächlichen Verbrauchs oder der Ablesewerte von Heizkostenverteilern in folgenden Zeitabständen mitzuteilen:

1. für alle Abrechnungszeiträume, die ab dem 1. Dezember 2021 beginnen

a) auf Verlangen des Nutzers oder wenn der Gebäudeeigentümer sich gegenüber dem Versorgungsunternehmen für die Zustellung der Abrechnung auf elektronischem Wege entschieden hat, mindestens vierteljährlich und

b) ansonsten mindestens zweimal im Jahr,

2. ab dem 1. Januar 2022 monatlich.

(2) Verbrauchsinformationen nach Absatz 1 Nummer 2 müssen mindestens folgende Informationen enthalten:

1. Verbrauch des Nutzers im letzten Monat in Kilowattstunden,

2. einen Vergleich dieses Verbrauchs mit dem Verbrauch des Vormonats desselben Nutzers sowie mit dem entsprechenden Monat des Vorjahres desselben Nutzers, soweit diese Daten erhoben worden sind, und

3. einen Vergleich mit dem Verbrauch eines normierten oder durch Vergleichstests ermittelten Durchschnittsnutzers derselben Nutzerkategorie.“

Demnach müssen alle Mieter mit einer fernablesbaren Verbrauchserfassung ab dem 1. Januar 2022 monatlich über deren Energieverbrauch aus Warmwasser und Heizung informiert werden. Bis Ende 2026 müssen alle nicht fernablesbare Erfassungsgeräte nachgerüstet oder durch fernablesbare ausgetauscht werden (Einschränkungen: „Satz 1 ist nicht anzuwenden, wenn dies im Einzelfall wegen besonderer Umstände technisch nicht möglich ist oder durch einen unangemessenen Aufwand oder in sonstiger Weise zu einer unbilligen Härte führen würde.“).

Für die Umsetzung der Europäischen Richtlinie (EED) in Bezug auf den Stromverbrauch gibt es zum Zeitpunkt der Recherche keine gesetzliche Umsetzung in Deutschland. Wegbereitend für die unterjährige Information der Nutzer über deren Stromverbrauch ist der Roll-Out der intelligenten Messsysteme für Strom (Smart Meter). Dieser wird gefordert in § 29 des MsbG, in dem es heißt:

„§ 29 Ausstattung von Messstellen mit intelligenten Messsystemen und modernen Messeinrichtungen

(1) Grundzuständige Messstellenbetreiber haben, soweit dies nach § 30 technisch möglich und nach § 31 wirtschaftlich vertretbar ist, Messstellen an ortsfesten Zählpunkten mit intelligenten Messsystemen wie folgt auszustatten:

1. bei Letztverbrauchern mit einem Jahresstromverbrauch über 6 000 Kilowattstunden sowie bei solchen Letztverbrauchern, mit denen eine Vereinbarung nach § 14a des Energiewirtschaftsgesetzes besteht,

2. bei Anlagenbetreibern mit einer installierten Leistung über 7 Kilowatt.

(2) Grundzuständige Messstellenbetreiber können, soweit dies nach § 30 technisch möglich und nach § 31 wirtschaftlich vertretbar ist, Messstellen an ortsfesten Zählpunkten mit intelligenten Messsystemen ausstatten:

1. bei Letztverbrauchern mit einem Jahresstromverbrauch bis einschließlich 6 000 Kilowattstunden sowie

2. von Anlagen mit einer installierten Leistung über 1 bis einschließlich 7 Kilowatt.

(3) Soweit nach diesem Gesetz nicht die Ausstattung einer Messstelle mit intelligenten Messsystemen vorgesehen ist und soweit dies nach § 32 wirtschaftlich vertretbar ist, haben grundzuständige Messstellenbetreiber Messstellen an ortsfesten Zählpunkten bei Letztverbrauchern und Anlagenbetreibern mindestens mit modernen Messeinrichtungen auszustatten. Die Ausstattung hat bis zum Jahr 2032, bei Neubauten und Gebäuden, die einer größeren Renovierung im Sinne der Richtlinie 2010/31/EU des Europäischen Parlaments und des Rates vom 19. Mai 2010 über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden (ABl. L 153 vom 18.6.2010, S. 13) unterzogen werden, bis zur Fertigstellung des Gebäudes zu erfolgen.

(4) § 21 Absatz 4 sowie § 9 Absatz 3 des Erneuerbare-Energien-Gesetzes sind zu beachten.

(5) Der grundzuständige Messstellenbetreiber genügt den Verpflichtungen aus Absatz 1, wenn er mindestens 95 Prozent der betroffenen Messstellen wie gefordert ausstattet. Dabei ist die Anzahl der nach § 37 Absatz 1 ermittelten Messstellen zu Grunde zu legen.“

Die durch die EU erlassenen Richtlinien über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden 2010/31/EU sowie die im Jahr 2018 geänderte Fassung EU 2018/844 schreibt in Artikel 14 und 15 hinsichtlich der Inspektion von Heizungs- und Klimaanlage:

„Die Mitgliedstaaten können Anforderungen festlegen, um sicherzustellen, dass Wohngebäude ausgerüstet sind mit:

a) einer kontinuierlichen elektronischen Überwachungsfunktion, welche die Effizienz des Systems misst und den Eigentümer oder Verwalter des Gebäudes darüber informiert, wenn die Effizienz erheblich nachgelassen hat und eine Wartung des Systems erforderlich ist, und

b) wirksamen Steuerungsfunktionen zur Gewährleistung der optimalen Erzeugung, Verteilung, Speicherung und Nutzung der Energie“

Die zitierte Passage steht so wortgleich in Artikel 14 und Artikel 15, wurde aber bisher nur für die Klimaanlage durch das GEG in nationales Recht überführt. Im GEG lautet es entsprechend im Abschnitt 3 und 4 § 74:

„(3) Die Pflicht nach Absatz 1 besteht nicht, wenn eine Klimaanlage oder eine kombinierte Klima- und Lüftungsanlage in ein Nichtwohngebäude eingebaut ist, das mit einem System für die Gebäudeautomation und Gebäuderegulierung nach Maßgabe von Satz 2 ausgestattet ist. Das System muss in der Lage sein,

a) den Energieverbrauch des Gebäudes kontinuierlich zu überwachen, zu protokollieren, zu analysieren und dessen Anpassung zu ermöglichen,

b) einen Vergleichsmaßstab in Bezug auf die Energieeffizienz des Gebäudes aufzustellen, Effizienzverluste der vorhandenen gebäudetechnischen Systeme zu erkennen und die für die gebäudetechnischen Einrichtungen oder die gebäudetechnische Verwaltung zuständige Person zu informieren und

c) die Kommunikation zwischen den vorhandenen, miteinander verbundenen gebäudetechnischen Systemen und anderen gebäudetechnischen Anwendungen innerhalb des Gebäudes zu ermöglichen und gemeinsam mit verschiedenen Typen gebäudetechnischer Systeme betrieben zu werden.

(4) Die Pflicht nach Absatz 1 besteht nicht, wenn eine Klimaanlage oder eine kombinierte Klima- und Lüftungsanlage in ein Wohngebäude eingebaut ist, das ausgestattet ist mit

- 1. einer kontinuierlichen elektronischen Überwachungsfunktion, die die Effizienz der vorhandenen gebäudetechnischen Systeme misst und den Eigentümer oder Verwalter des Gebäudes darüber informiert, wenn sich die Effizienz erheblich verschlechtert hat und eine Wartung der vorhandenen gebäudetechnischen Systeme erforderlich ist, und*
- 2. einer wirksamen Regelungsfunktion zur Gewährleistung einer optimalen Erzeugung, Verteilung, Speicherung oder Nutzung von Energie.“*

An anderer Stelle in der Richtlinie 2018/844/EU wird die Verwendung eines „Intelligenzfähigkeitsindikator“ (auch „Smart Readiness Indikator“, im Folgenden SRI genannt) empfohlen. Der SRI soll die Fähigkeit eines Gebäudes bewerten, mit Nutzer und Netz zu interagieren sowie dessen Betrieb energieeffizient zu regeln. Im Wortlaut steht dort:

„Der Intelligenzfähigkeitsindikator sollte verwendet werden, um die Fähigkeit von Gebäuden zu messen, Informations- und Kommunikationstechnologien sowie elektronische Systeme zur Anpassung des Betriebs der Gebäude an den Bedarf der Bewohner und des Netzes sowie zur Verbesserung der Gesamtenergieeffizienz und -leistung der Gebäude zu nutzen. Der Intelligenzfähigkeitsindikator sollte die Eigentümer und die Bewohner von Gebäuden auf die Vorteile der Nutzung der Gebäudeautomatisierung und elektronischen Überwachung gebäudetechnischer Systeme aufmerksam machen und sollte bei den Bewohnern Vertrauen im Hinblick auf die durch diese neuen erweiterten Funktionen tatsächlich erzielten Einsparungen schaffen. Die Verwendung des Systems zur Bewertung der Intelligenzfähigkeit von Gebäuden sollte für die Mitgliedstaaten optional sein.“

Der SRI, ist aktuell noch nicht in nationalem Recht wiederzufinden. Ein NI würde helfen den Forderungen der Richtlinie 2018/844/EU nachzukommen, weil dadurch die Anpassung der Anlagentechnik an den Bedarf des Nutzers durch Nutzerfeedback verbessert werden kann. Durch Energie- und Anlagenreports kann auf die Vorteile und Energieeinsparungen durch Gebäudeautomation aufmerksam gemacht werden. Ein Gebäude

mit gutem SRI ist aufgrund der technischen Voraussetzungen besser in der Lage NI zu integrieren, während NI weiter den SRI steigern könnten.

Das GEG ebnet mit der Verordnungsermächtigung in § 6 den Weg zu mehr Informationen für die Nutzenden:

„§ 6 Verordnungsermächtigung zur Verteilung der Betriebskosten und zu Abrechnungs- und Verbrauchsinformationen

(1) Die Bundesregierung wird ermächtigt, durch Rechtsverordnung mit Zustimmung des Bundesrates vorzuschreiben, dass

- 1. der Energieverbrauch der Benutzer von heizungs-, kühl- oder raumlufttechnischen oder der Versorgung mit Warmwasser dienenden gemeinschaftlichen Anlagen oder Einrichtungen erfasst wird,*
- 2. die Betriebskosten dieser Anlagen oder Einrichtungen so auf die Benutzer zu verteilen sind, dass dem Energieverbrauch der Benutzer Rechnung getragen wird,*
- 3. die Benutzer in regelmäßigen, im Einzelnen zu bestimmenden Abständen auf klare und verständliche Weise Informationen erhalten über Daten, die für die Einschätzung, den Vergleich und die Steuerung des Energieverbrauchs und der Betriebskosten von heizungs-, kühl- oder raumlufttechnischen oder der Versorgung mit Warmwasser dienenden gemeinschaftlichen Anlagen oder Einrichtungen relevant sind, und über Stellen, bei denen weitergehende Informationen und Dienstleistungen zum Thema Energieeffizienz verfügbar sind,*
- 4. die zum Zwecke der Datenverarbeitung eingesetzte Technik einem Stand der Technik entsprechen muss, der Datenschutz, Datensicherheit und Interoperabilität gewährleistet, und*
- 5. bei einem Wechsel des Abrechnungsdienstleisters oder einer Übernahme der Abrechnung durch den Gebäudeeigentümer die für die Abrechnung notwendigen Daten dem neuen Abrechnungsdienstleister oder dem Gebäudeeigentümer zugänglich gemacht werden müssen.“*

Auf Basis des Messstellenbetreiber Gesetzes (MsbG) hat Deutschland in den vergangenen Jahren teilweise Fortschritte bei dem Rollout von Smart-Metern erzielt. Durch Smart Meter stehen Verbrauchsdaten der vergangenen 24 Monate zur Verfügung und können bei Bedarf vom Nutzer abgerufen werden.

In der Realität wird jedoch kaum von den Daten Gebrauch gemacht. Die Nutzenden benötigen Hilfestellungen bei der Abfrage und Aufbereitung der Daten. Vor allem die Strom-, Wasser- und Gaslieferanten könnten in die Pflicht genommen werden die Verbrauchsdaten transparenter und ansprechender zu gestalten. Somit wird zwar eine Nutzerinformation (NI) in regelmäßigen Abständen ermöglicht – wenn noch eine entsprechende Verordnung erlassen wird - es bleibt aber auch unspezifisch wie eine solche NI aussehen soll und in welchen zeitlichen Abständen diese zu erfolgen hat. Die Daten müssen ausgewertet, interpretiert und für den Nutzenden anschaulich aufbereitet werden, um sinnbringend in einem NI dargestellt werden zu können.

Richtlinien und Normen

Der Weg für NI wurde im europäischen Recht bereits zu großen Teilen geebnet. Die Umsetzung hängt hingegen von verschiedenen Faktoren ab. Ein NI besitzt große Synergien mit Gebäudeautomationssystemen. In dem Bezug auf die Automationspyramide wäre es der Managementebene zuzuordnen. Daher ist es sinnvoll in Normen und Richtlinien zu suchen, die dieses Themengebiet bereits behandeln.

DIN EN ISO 52120-1 (früher: DIN EN ISO 15232):

Die europäische Norm wird als Nachfolger der DIN EN ISO 15232 platziert. Sie enthält, wie ihr Vorgänger, eine strukturierte Liste von Funktionen der GA und erweitert diese. Schwerpunkt ist eine Darstellung der Auswirkung von Funktionen auf die Energieeffizienz von Gebäuden. Hierzu wurden Funktionen nach unterschiedlichen Kategorien sortiert und strukturiert. Mittels eines faktorbasierten Verfahrens wird eine erste Abschätzung der Auswirkung von Funktionen auf die Energieeffizienz von Gebäuden ermöglicht. Dem zugrunde liegt die Annahme gebäudetypischer Nutzungsprofile. In der Norm werden bereits Einflüsse durch den Nutzenden berücksichtigt (vgl. DIN EN ISO 52120-1):

1. Es ist in regelmäßigen Abständen zu überprüfen, ob die Betriebszeiten für Heizung, Kühlung, Lüftung und Beleuchtung an die tatsächlichen Nutzungsprofile und die Sollwerte ebenfalls an den Bedarf angepasst sind.
2. Die Sollwerte der Raum-Regeleinrichtungen für den Heiz- und den Kühlbetrieb sind regelmäßig zu überprüfen. Häufig modifizieren die Nutzenden diese Sollwerte. Eine zentrale Regeleinrichtung ermöglicht es, extreme Sollwerte, die sich durch Missverständnisse seitens der Nutzenden ergeben haben, festzustellen und zu korrigieren.
3. Warn- und Überwachungsfunktionen unterstützen die Anpassung des Betriebs an den Bedarf der Nutzenden sowie die Optimierung der Abstimmung der verschiedenen Regeleinrichtungen. Dies wird durch Bereitstellung einfacher Hilfsmittel zur Feststellung eines abnormalen Betriebs (Warnfunktionen) und durch Bereitstellen einer einfachen Möglichkeit zum Aufnehmen und Darstellen von Informationen (Überwachungsfunktionen) erreicht.

Die Verfasser der DIN EN ISO 52120-1 haben den Einfluss des Nutzenden bereits im Bereich der Nutzungsprofile, Sollwerte und Betriebszeiten berücksichtigt. Ebenso sind Warnungen bei extremen Sollwerten oder energetisch intensiven Situationen vorgesehen. Es wurde nicht explizit erwähnt, ob Eingriffe durch den Nutzenden oder Änderungen dokumentiert werden müssen. Das wäre wichtig, um Transparenz zu schaffen und mögliche Missstände (z. B. Bedarf der Nutzenden nicht gedeckt oder energetisch schlechte Einstellungen) zu erkennen. Aus diesem Wissen können Grenzwerte und Alarme für die Sollwerte abgeleitet werden.

DIN EN ISO 50001:

Die DIN EN ISO 50001 legt Anforderungen für die Einführung, Verwirklichung, Aufrechterhaltung und Verbesserung eines Energiemanagementsystems (EMS) fest. In dieser Norm ist kein direkter Bezug zu Nutzerinformationen vorhanden. Wenn NI in einem Gebäude eingesetzt werden, handelt es sich um eine Maßnahme, um die Energieeffizienz des Gebäudes zu erhöhen. Die Aufgabe eines EMS ist es, die Energieeffizienz des Gebäudes zu erfassen und zu kontrollieren und Maßnahmen zur Verbesserung der Energieeffizienz zu koordinieren. Ein zentraler Punkt ist der Plan-Do-Check-Act (PDCA) Cycle.

In diesem können auch Maßnahmen der Nutzerinformation erfasst werden. Das Anwenden der ISO 50001 bietet folgende Vorteile:

- Systematisches Auswerten der Effektivität von NI über Audits oder EMS
- Klären der Verantwortungs-Frage. Es zeigt sich oft, dass Maßnahmen nicht stringent umgesetzt werden, wenn es keine klar benannte Person gibt, die sich dem Energiemanagement widmet. Wenn es die Möglichkeit gibt, einen Energiesparbeauftragten zu benennen und dieser sogar in der Lage ist die Nutzenden beim Energiesparen zu unterstützen, würde das die Erfolgswahrscheinlichkeit eines NI deutlich erhöhen.
- Berechnung und Verwaltung von vergleichbaren Energieeffizienzkennzahlen.

Es ist zu beachten, dass die DIN EN ISO 50001 mit Bezug auf Organisationen und Unternehmen verfasst wurde. Die Norm ist jedoch sehr allgemeingültig verfasst und sei „anwendbar auf jede Organisation, ungeachtet ihrer Art, Größe, Komplexität, ihrer geographischen Lage, Organisationskultur oder der Produkte und Dienstleistungen, die sie anbietet“. Somit ist ein Bezug zu Gebäudeeignern und Betreibern möglich.

VDI 3810-5:

Die VDI 3810-5 ist eine deutsche Richtlinie über das „Betreiben von Gebäuden und Instandhalten von gebäudetechnischen Anlagen“. Ein wesentlicher Bestandteil ist das Kontrollieren der Energieeffizienz in Gebäuden mit Hilfe von Service-Level-Agreements (SLA) und Key-Performance-Indikatoren (KPI).

Die Gebäudetechnik versteht sich oft als Werkzeug, welches dazu genutzt wird, den Komfort für Nutzende zu gewährleisten. In der VDI 3810 Blatt 5 werden Vorgaben an die Funktionsfähigkeit des Gebäudes in Form von SLA gemacht. Dazu gehört die Energieeffizienz als auch die Gewährleistung der Raumluftqualität und des Wohnkomforts in Bezug auf die Nutzungsart des Gebäudes. Die Energieeffizienz spielt dabei jedoch oft eine untergeordnete Rolle, da die Erfüllung des generellen Wohnkomforts im Vordergrund steht. Der Nutzende kann als fester Bestandteil der Planung – sprich der SLA – betrachtet werden und aktiv zu einer besseren Energieeffizienz beitragen. So könnte in den SLA festgelegt werden, dass für den Betrieb eines Gebäudes Verordnungen zum energieeffizienten Verhalten erlassen werden, oder die Belegschaft eines Gebäudes Schulungen absolvieren muss. Die SLA werden anhand von KPI kontrolliert. Es gibt KPI, welche den Einfluss von Nutzenden berücksichtigen, zum Beispiel Eingriffe der Nutzenden pro Zeit oder Abweichungen der Sollwerte.

VDI 3814 – National:

Die VDI 3814 ist eine nationale Richtlinie für die GA. In ihr wird auf mehreren Blättern der Stand der Technik bei Errichtung und Planung von GA beschrieben. Dabei wird der gesamte Lebenszyklus einer GA – von Planung über Ausführung, Übergabe und Betrieb – berücksichtigt. Die Richtlinie wird laufend erweitert und aktualisiert. Seit 2021 beinhaltet die VDI 3814 auch die VDI 3813 mit den Inhalten für die Raumautomation.

Die VDI 3814 teilt die Planung von GA auf verschiedene Blätter auf. An unterschiedlichen Stellen kann der Einfluss der Nutzer berücksichtigt werden:

- Blatt 2.2 Bedarfsplanung, Betreiberkonzept und Lastenheft: Schon bei der Bedarfsplanung müssen die Bedürfnisse der Nutzenden berücksichtigt werden. Neben dem Komfort-Aspekt der GA müssen auch die Energieeffizienz und Wechselwirkungen mit dem Nutzenden betrachtet werden.
- Blatt 2.3 Bedienkonzept und Benutzeroberflächen: Die Richtlinie beschreibt die Planung der Mensch-Maschine-Schnittstelle zur GA. Die Richtlinie schafft eine einheitliche Basis, um die Planung, Ausführung und die Abnahme von Management- und Bedieneinrichtungen zu vereinfachen. Das Bedienkonzept und die Benutzeroberfläche können so konzipiert werden, dass Einflüsse des Nutzenden verdeutlicht werden

können. Es sollte möglich sein, auf sich ändernde Bedürfnisse der Nutzenden einzugehen und das Bedarfsprofil dahingehend zu optimieren.

- Blatt 3.1 Automationsfunktionen: Siehe Details in dem Abschnitt zur DIN EN ISO 52120-1
- Blatt 5 Energieeffizienz durch Gebäudeautomation: Die GA verspricht in Abhängigkeit des Gebäudetyps ein Einsparpotential von 14-50 % (vgl. DIN EN ISO 52120-1). In der Praxis sind die Ergebnisse jedoch häufig geringer, was als Performance-Gap beschrieben wird. Der Nutzende hat darauf einen maßgeblichen Einfluss. Der Einfluss des Nutzenden kann beschrieben werden, was zukünftigen Gebäudeplanern dabei helfen kann, den Performance-Gap zu beziffern und vorausschauender zu planen. So könnte der Performance Gap weiter geschlossen werden.

AMEV-Empfehlungen:

Der Arbeitskreis Maschinen- und Elektrotechnik staatlicher und kommunaler Verwaltungen veröffentlicht regelmäßig Hinweise und Empfehlungen zur Planung, Ausführung, Bau, Betrieb, Umstellung etc. von relevanten Anlagen und Einrichtungen. Im Rahmen von NI sind vor allem die *Gebäudeautomation 2019* und *Technisches Monitoring 2020* relevant. Hier werden Empfehlungen zur Gebäudeautomation ausgehend von technologischen Entwicklungen dargestellt und regelmäßig aktualisiert. Diese richten sich nicht nur an die zuständigen TGA-Fachleute für Bauen und Planen, sondern auch an die Betreiber von GA-Systemen. Grundlage sind langjährige Erfahrungen der öffentlichen Verwaltungen sowie die DIN EN ISO 16484, VDI 3814 und DIN 18386. Die AMEV-Empfehlungen sind öffentlich zugänglich.

NI können, zumindest in Teilen, auch als technisches Monitoring (tMon) beschrieben werden. Die dazugehörige AMEV-Empfehlung macht konkrete Vorgaben zu den Daten, die für das tMon benötigt werden. Dazu gehört die zeitliche Erfassung, die Einheit, Berechnungsgrundlagen, usw. NI benötigen ebenfalls Daten, die den vorhandenen Tabellen der AMEV-Empfehlung ergänzt werden könnten. Zusätzlich können hier die „Best Practices“ abgebildet werden.

Fazit zum verordnungsrechtlichen Rahmen

Der gesetzliche Rahmen hat in den vergangenen Jahren einige Fortschritte im Bereich der Vorgaben für Verbrauchsinformationen erzielt. Zu nennen sind Artikel 9 Absatz 1, EED – 2012/27/EU sowie (EU) 2018/2002 in denen formuliert wird, dass individuelle Zähler für den tatsächlichen Energieverbrauch zur Verfügung stehen sollen. In der HKV werden monatliche Verbrauchsberichte vorgeschrieben. Darin soll der Verbrauch mit dem Vormonat sowie dem jeweiligen Monat im vergangenen Jahr verglichen werden. Dies deckt sich zu großen Teilen mit den Vorschlägen des GEG in der Verordnungsermächtigung in § 6. Im § 29 des MsbG wird die Ausstattung von Verbrauchspunkten mit intelligenten Zähleinrichtungen bei bestimmten Leistungsklassen und Verbräuchen gefordert.

Der Rollout von Zählern, Verbrauchsberichten und Zwischenabrechnungen ist jedoch, bezogen auf Nutzerinformationssysteme, nur eine Grundlage, auf die weitere Dienste aufbauen können. Und bei der Umsetzung dieser Grundlage werden viele Ausnahmen gelassen, die eine zügige Umsetzung verhindern. Beispiele hierfür sind Passagen wie „sofern wirtschaftlich vertretbar ist“, wie sie im Artikel 9 Absatz 1, EED sowie § 29 des MsbG stehen. Im GEG § 6 sollen die Verbrauchsinformationen in „*im Einzelnen zu bestimmenden Abständen*“ geschehen, ohne diese Zeitabstände oder Bedingungen dafür weiter zu konkretisieren. Auch zeitlich werden bei der Umsetzung großzügige Spielräume gelassen: „*die Ausstattung [mit intelligenten Messeinrichtungen] hat bis zum Jahr 2032 zu erfolgen*“, § 29 des MsbG.

Aus § 5 Abs. 3 der HKV geht hervor, dass unter gegebenen Umständen fernablesbare Zähler erst bis zum 31. Dezember 2026 installiert werden müssen. Auf der Gegenseite gelten die Forderungen der HKV nur, wenn „*fernablesbare Ausstattungen zur Verbrauchserfassung installiert wurden*“. So kann es dazu kommen, dass erst im Jahr 2027 monatliche Verbraucherinformationen mit Vergleichswerten erstellt werden müssen.

Bei der konkreten Umsetzung von Nutzerinformationen gibt es nur wenige Anhaltspunkte. Die Vorgaben der HKV, monatliche Verbräuche mit Vergleichswerten zu kommunizieren sind für Abrechnungszwecke

angemessen. Dabei werden die technischen Möglichkeiten moderner Messeinrichtungen jedoch bei weitem nicht ausgenutzt. Prinzipiell könnten Verbrauchsdaten und Energieströme auch in Echtzeit darstellbar sein. Hier wird das GEG im Abschnitt 3 und 4 § 74, bezogen auf die Wartung von Klimaanlage, deutlich konkreter. Allerdings bezieht sich die Norm nicht auf Heizungsanlagen und es handelt sich um eine freiwillige Umsetzung, die gilt, wenn man der Inspektionspflicht entgehen möchte.

Wie bereits erwähnt handelt es sich bei den derzeitigen rechtlichen Vorgaben im Wesentlichen um Verbrauchsinformationen. Dabei kann ein NI deutlich mehr als das sein, wie die Literaturrecherche zeigt. Eine Chance entsprechende Umsetzungen gesetzlich zu verankern, kann durch den SRI erzielt werden, wie er in der europäischen Richtlinie 2018/844/EU gefordert wird. Das ist vor allem auf die guten Synergien zurückzuführen. Auf der einen Seite profitiert ein NI von der hohen Technisierung von Gebäuden, auf der anderen Seite steigt der SRI-Score, wenn Maßnahmen zur Nutzerinformation umgesetzt werden.

Die Umsetzung der gesetzlichen Vorgaben können durch Normen begleitet und konkretisiert werden. Es gibt keine Norm, die sich direkt den NI widmet. Inhaltlich wird an manchen Stellen auf den Einfluss des Nutzenden verwiesen und entsprechende Vorschläge erarbeitet, jedoch nirgends konkret ein NI behandelt.

Was benötigt wird, ist ein schlüssiges Gesamtkonzept. Anfangen könnte das Konzept bei den SLA nach VDI 3810. In den SLA sollte die Rolle des Nutzenden, seine Auswirkungen auf den Energieverbrauch und wie dieser durch NI beeinflusst werden kann festgehalten werden. In den SLA können Verordnungen erlassen werden, die für Gebäudenutzende gelten. Das kann der sachgemäße Umgang mit der Gebäudetechnik sein. Weil ein NI eine Maßnahme zur Minderung des Energieverbrauchs ist, kann diese strukturiert im Rahmen eines EMS umgesetzt werden. Die DIN EN ISO 50001 hilft dabei Verantwortlichkeiten zu klären und gewährleistet durch den PDCA-Cycle eine stetige Kontrolle und Verbesserung des Systems. Bei der technischen Umsetzung kann im Bereich der Gebäudeautomationsfunktionen auf die DIN EN ISO 52120-1 verwiesen werden, sofern ein Mindestmaß an Automationstechnik verbaut ist. Die AMEV-Empfehlung „technisches Monitoring“ gibt eine detaillierte Auflistung relevanter Daten und wie diese zu erfassen sind.

Nutzerinformationsstrategien

Die im Rahmen der Recherche dargestellten Strategien zur Gebäudenutzerinformation sollen in einem Vergleich gegenübergestellt und hinsichtlich Ihrer Eignung für den Einsatz in Wohn-/Bürogebäuden geprüft werden. Zudem soll herausgestellt werden, welche Hilfsmittel für das NI eingesetzt wurden und welcher technische bzw. organisatorische Aufwand hierfür notwendig war.

Gegenüberstellung verschiedener Strategien zur Gebäudenutzerinformation

Der Effekt des Verhaltens eines Individuums auf ein anderes Individuum wird als **sozialer Einfluss** bezeichnet. Freunde, Familie, Nachbarn und Bekannte beeinflussen das Verhalten des Individuums besonders. Die Strategie der sozialen Einflussnahme beruht darauf, dass das Verhalten anderer Mitglieder des sozialen Umfelds transparent ist (vgl. Grilli und Curtis 2021). In der Literatur gibt es vier typische Modelle der sozialen Einflussnahme (vgl. Abrahamse und Steg 2013):

1. Influencer und soziale Netzwerke
2. öffentliche Verpflichtungen
3. Modellverhalten
4. Rückmeldung

Das erste Modell nutzt die Reichweite und den Einfluss von bekannten Individuen, um bestimmte Probleme zielgerecht zu adressieren. Dieses Modell beruht auf der Annahme, dass Kommunikation effektiver ist, wenn die Botschaft zielgerichtet von Gleichgesinnten vermittelt wird (vgl. Burn 1991). Das zweite Modell unterliegt der Annahme, dass Verpflichtungen besonders dann eingehalten werden, wenn diese in die Öffentlichkeit transportiert werden (vgl. Cosic et al. 2018). Die Strategie des Modellverhaltens beruht auf der Idee, dass das demonstrierte Verhalten einer Modell-Person (des Vorbildes) Individuen motivieren kann ihr Verhalten zu ändern. Das vierte Modell setzt auf eine Rückmeldung des Verhaltens einzelner Individuen z. B. durch den Vergleich mit anderen in sozialen Netzwerken oder anderen Umgebungen, denkbar sind auch gruppenbasierte Vergleiche und Wettbewerbe (vgl. Kluger und DeNisi 1996). Abrahamse und Steg folgern, dass direkte Interaktionen mit z. B. Influencern, Modellpersonen und öffentlichen Verpflichtungen effektiver sind als rückmeldungs-basierte Methoden.

Der **Beziehungsaufbau** in diesem Umfeld bezieht sich auf alle Aktivitäten zur Bereitstellung von Gütern und Dienstleistungen zur Verbesserung des Umweltbewusstseins und Verhaltens. Der Beziehungsaufbau bezieht sich dabei in der Regel auf Gemeinschaften, Interessensverbände und die Zielgruppe. Die Zielgruppe soll mittels Workshops, Trainings, Gruppenaktivitäten und öffentlichen Veranstaltungen geschult werden. Es zeigte sich, dass der Erfolg besonders groß ist, wenn die Beziehung zur Zielgruppe robust ist (vgl. Steinmetz et al. 2014). Der Beziehungsaufbau zur Zielgruppe ist allerdings schwierig. Erfolgreiche Projekte benötigten eine große Anzahl von Sitzungen und Meetings zum Aufbau von robusten Beziehungen (vgl. Wallen/Daut 2018). Aufgrund des Aufwands und des zeitlichen Rahmens gibt es in der Literatur nur wenige Beispiele für erfolgreiche Projekte dieser Art. Die Anwendbarkeit im Umfeld von NI ist in dieser Form gering. Allerdings sind modernere Ansätze z. B. durch den Einsatz einer virtuellen Bezugsperson wie z. B. Hoba, einem durch das EBZ und Handt & Wolber entwickelten und prototypisch getesteten und evaluierten Energiespar-Alien denkbar (vgl. Handt/Wolber 2021, Grinewitschus et al. 2021).

Ein anderer Weg, Individuen zu einem klimabewussten Verhalten zu bewegen, sind finanzielle und nicht finanzielle **Anreize** wie z. B. materielle Aufwandsentschädigungen. Finanzielle Anreize können z. B. direkte Auszahlungen, Ermäßigungen oder Lotterielose sein, während nicht finanzielle Anreize z. B. kleinere Geschenke, Gutscheine, etc. sein können. Anreize erzielen anfängliche, effektive Verhaltensänderungen, jedoch ist unklar, wie nachhaltig diese sind (vgl. Grilli und Curtis 2021).

Unter dem Ansatz **Bildung und Aufmerksamkeit** werden der Zielgruppe regelmäßig Informationsmaterialien wie z. B. Newsletter, Handouts, Poster oder Magazine bereitgestellt. In der Wohnungswirtschaft wird diese Methode z. B. häufig angewendet, um Mietende mittels Zeitschriften über Schimmel und Schimmelvermeidung zu informieren. Der Ansatz basiert auf der Annahme, dass eine Wissenslücke bei der Zielgruppe besteht und eine Verhaltensänderung ohne das Füllen dieser Wissenslücke nicht stattfindet (vgl. Owens 2000). Es wird angenommen, dass Wissen zu einer Änderung der inneren Haltung sowie zu Verhaltensänderungen führen kann (vgl. Msengi 2019). Untersuchungen zeigen, dass dieser Ansatz besonders effektiv ist, wenn bereits ein Interesse an Umweltproblemen vorhanden ist und die Bereitschaft besteht sich umweltbewusst zu verhalten. Jedoch gibt es auch hier Ausnahmen: ein vorhandenes Umweltbewusstsein führt nicht immer zu umweltfreundlichem Handeln (vgl. Grilli und Curtis 2021).

Der Ansatz **Anstupsen** vereinfacht die Optionen eines Individuums in verschiedene Wahlmöglichkeiten, gestaltet Wahlmöglichkeiten um oder schafft neue Wahlmöglichkeiten. Durch das Weglassen, Umgestalten oder Schaffen von Wahlmöglichkeiten wird das Individuum in einen Entscheidungsbaum integriert.

Am Arbeitsplatz gibt es häufig für die Angestellten zu erreichende Ziele oder Meilensteine. Arbeitnehmende fokussieren sich auf diese Ziele und probieren diese zu erreichen. In der Regel ist das Einsparen von Energie kein Ziel. **Energiesparziele** zu setzen und Angestellte zu einer Verhaltensänderung zu motivieren, kann sich als sehr effektiv herausstellen (vgl. Abrahamse et al. 2005). Es macht dabei keinen Unterschied, ob die Energiesparziele selbstgesetzt oder von einer dritten Person definiert werden (vgl. McCalley und Midden 2002).

Durch die Möglichkeit Einfluss auf die Gebäudeleittechnik und lokale Installationen wie z. B. Heizkörperthermostate zu nehmen, haben Hausmeister eine besondere Rolle. Hausmeister können den **Nutzenden entmächtigen** und z. B. Thermostate abbauen. Es zeigte sich aber, dass Nutzende dies häufig nicht akzeptieren und Einfluss z. B. über die Organisation auf die Einstellungen des EMS nehmen (vgl. Goulden und Spence 2015).

Ein weiterer Ansatz ist es, gewünschtes Verhalten spielerisch mittels **Gamification** zu vermitteln. Nach Abrahamse et al. kann dieser Ansatz jedoch einen negativen Einfluss auf die Produktivität am Arbeitsplatz haben, außerdem sind die datenschutzrechtlichen Hürden hoch (vgl. Abrahamse et al. 2007). Weiterhin kann beobachtet werden, dass der Effekt der Gamification auf sich abnutzende Anreize setzt und häufig keine langfristigen Verbrauchsänderungen erzeugt.

Umsetzung von Nutzerinformationsstrategien

Es wurden bisher Strategien, die eine Verhaltensänderung bewirken können, vorgestellt. Allerdings sagen diese noch nichts über eine mögliche Umsetzung oder Ausgestaltung. Dieser Aspekt wurde von Gaspari et al. in einem Literaturreview über aktuelle Veröffentlichungen behandelt. Es wird argumentiert, dass viele Veröffentlichungen Einsparpotentiale durch Verhaltensänderungen betrachten, ohne die Realisierbarkeit dieser zu prüfen (vgl. Gaspari et al. 2021). Stattdessen standen

- a) das Problembewusstsein als Voraussetzung für Verhaltensänderungen,
- b) Verhaltensrückmeldungen und
- c) die Motivation zu Verhaltensänderungen

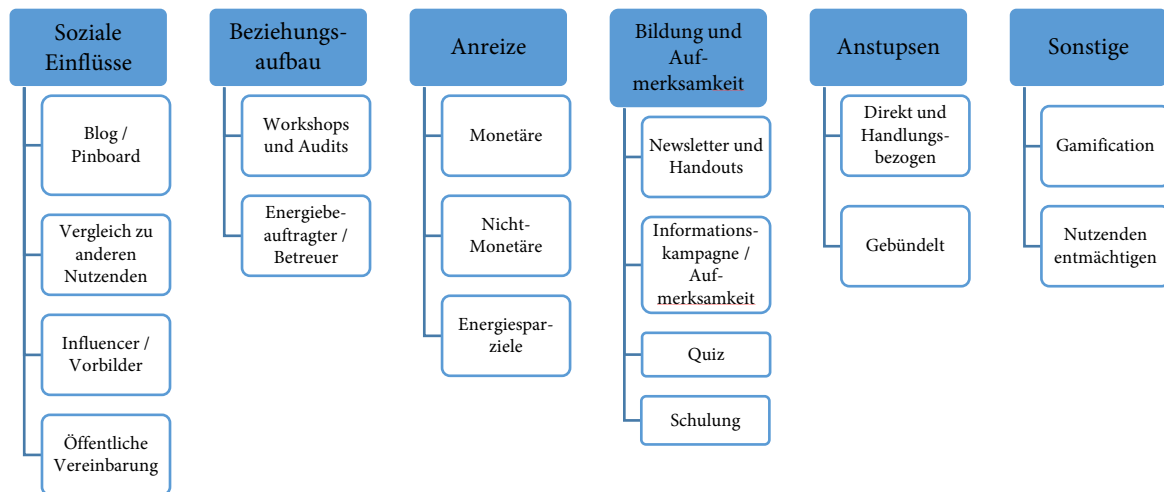
im Forschungszentrum. Von 18 untersuchten Veröffentlichungen, berücksichtigten fünf das anfängliche Problembewusstsein, neun behandelten Verhaltensrückmeldungen und zehn untersuchten die Motivation, die täglichen Verhaltensmuster der Nutzenden zu verändern (vgl. Gaspari et al. 2021). Dabei wurden in fünf Fällen Hintergründe nicht betrachtet, in zehn Fällen wurde die Eingangsmotivation nicht betrachtet und in acht Fällen wurden eher indirekte Quellen als eigene Untersuchungen betrachtet.

Einen anderen Ansatz beschreiben González-Briones et al. Statt einer Änderung des Nutzerverhaltens wird eine Strategie zur Anpassung des Gebäudeverhaltens an den Nutzerbedarf beschrieben (vgl. González-Briones et al. 2021). Hierzu wird ein System aus Sensoren und eines neuronalen Netzwerkes als ein virtueller Agent

genutzt, um Verhaltensmuster zu erkennen, Verhaltensvorhersagen zu treffen und anhand dieser z. B. Temperaturen anzupassen.

Die vorgestellten Strategien sind ohne weitere Ausarbeitung nicht direkt anzuwenden, weil sie bisweilen nur den Wirkmechanismus für die Verhaltensänderung beschrieben haben. Abbildung 10 zeigt eine Übersicht der möglichen Umsetzungen, die den Strategien zugeordnet werden können.

Abbildung 10
Umsetzung von Nutzerinformationsstrategien



Quelle: EBZ Business School GmbH

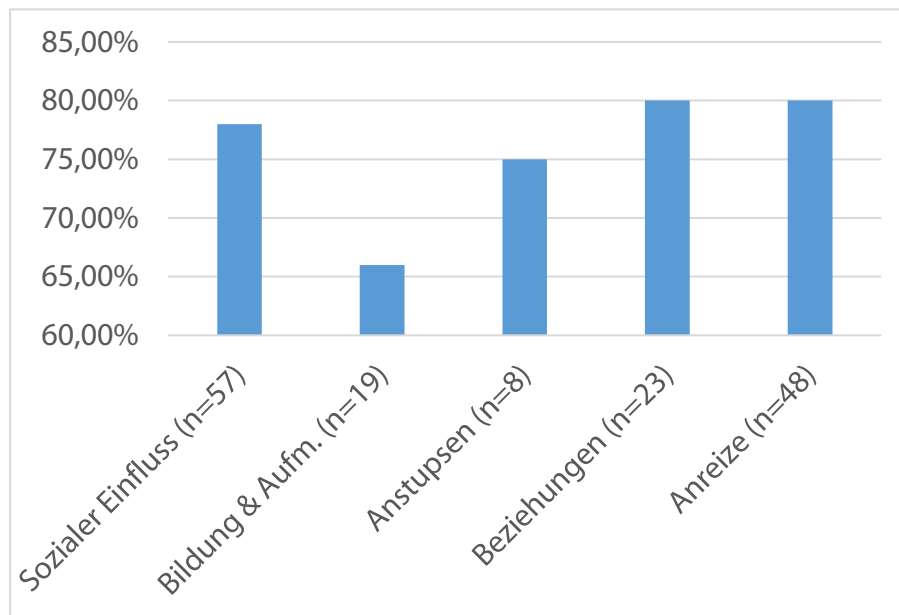
Es ist anzumerken, dass sich verschiedene Strategien ähneln und durchaus überschneiden. So kann zum Beispiel der Energiesparbeauftragte sowohl eine Bezugsperson als auch ein Vorbild sein.

Analyse der Nutzerinformationsstrategien

Die Erfolge der erfassten Studien wurden bereits in der **Recherche und Zusammenfassung der relevanten Studien** mit Schwerpunkt Gebäudeinformation dargestellt. Problematisch bei der Auswertung der Erfolge der NI-Strategien ist die geringe Vergleichbarkeit der Studien bedingt durch verschiedene Laufzeiten, Teilnehmerzahlen etc.

Für die Veröffentlichung „Encouraging pro-environmental behaviours: A review of methods and approaches“ haben Grilli und Curtis 95 Studien ausgewertet und konnten dabei 155 Methoden mit dem Ziel der Verhaltensänderung von Nutzenden bzgl. ihres Verbrauchsverhaltens, ausmachen (vgl. Grilli und Curtis 2021). Dreiviertel (117 / 155) der untersuchten Methoden führten zu Verhaltensänderungen im Sinne von Energie-, Müll-, Wassereinsparungen. Das Nutzen von **Anreizen** bzw. der **Aufbau von Beziehungen** zu Nutzenden war zu mehr als 80 % erfolgreich. Am wenigsten erfolgreich mit 66 % waren Methoden mit dem Ansatz „**Bildung und Aufmerksamkeit**“. Die Methoden der Ansätze „**Sozialer Einfluss**“ oder „**Anstupsen**“ waren zu 78 % bzw. 75 % erfolgreich, siehe Abbildung 11.

Abbildung 11
Erfolg von Nutzerinformationsstrategien



Quelle: Grilli und Curtis (2021)

Durch den geringen Ressourcenaufwand und die breite Anwendbarkeit sind Projekte der Ausrichtung **„Bildung und Aufmerksamkeit“** populär. Die Umsetzung der Methode variiert breit, vom Aufhängen von Postern, Artikeln in Mieterzeitschriften bis hin zu personenbezogenen Rückmeldungen. Es zeigte sich, dass Projekte mit sehr einfachen Maßnahmen, z. B. dem Aufhängen von Postern, einen im Verhältnis zu den anderen Maßnahmen geringeren Einfluss auf das Nutzerverhalten haben (vgl. Kurz et al. 2005; Yeomans und Herberich 2014). Erfolgreich waren Projekte, bei denen die Maßnahmen auf den jeweiligen Nutzenden zugeschnittene Informationen bereitstellten (vgl. Lokhorst et al. 2010; Dupré und Meineri 2016). Das Aufhängen von Postern konnte den Erfolg als begleitende Maßnahme begünstigen (vgl. Terrier/Marfaing 2015). Es zeigte sich zudem, dass öffentliche Versprechen und eine Inbezugnahme zu sozialen Normen einen positiven Effekt haben (vgl. Goldstein et al. 2008). Für Informationen zur Verhaltensänderungen im Bereich Wasser- und Energienutzung ist die Darstellung und der Zeitpunkt der Darstellung entscheidend (vgl. Kurz et al. 2005). Besonders leicht kann das Nutzerverhalten während der Entscheidungsfindung oder Handlung beeinflusst werden. Sind Verhaltensänderungen aufgrund von fehlenden Ressourcen oder Infrastruktur nicht umsetzbar ist das kontraproduktiv und kann dazu führen, dass sich die Nutzenden hilflos fühlen (vgl. Timlett und Williams 2008). Ob das Umweltbewusstsein ein möglicher Treiber von Verhaltensänderungen ist, ist nicht immer auszumachen (vgl. Curtis et al. 2018; Lede et al. 2019; Ramos et al. 2016). Whitmarsh und O'Neill schreiben, dass sich bei Nutzenden, welche angeben umweltbewusst zu sein, in einigen Fällen ein signifikanter Einfluss auf die Verhaltensänderungen ausmachen lässt (vgl. Whitmarsh und O'Neill 2010). Je spezifischer die Angabe einer Haltung ist, z. B. „Pro-Wassersparen“, umso signifikanter fällt der Einfluss aus.

Die Anwendung von Methoden des **sozialen Einflusses** ist meist erfolgreich. Methoden dieser Strategie sind sehr flexibel und können auf verschiedene Weise genutzt werden, um umweltschonendes Verhalten und Umweltbewusstsein zu fördern. Die verschiedenen Studien deuten darauf hin, dass Methoden der sozialen Einflussnahme eher zu Verhaltensänderungen führen können als die Methoden der „Bildung und Aufmerksamkeit“ (vgl. Goldstein et al. 2008; Kerri Brick et al. 2017). Die gewählte Herangehensweise bestimmt den Erfolg. Als besonders effektiv hat sich eine direkte Konfrontation z. B. durch öffentliche Vereinbarungen oder Influencer herausgestellt. In einer Langzeitstudie wurde herausgefunden, dass der Effekt der Verhaltensänderung mittels Influencern auch nach einem Jahr noch bestand (vgl. Cobern et al. 1995). Dem gegenüber gibt es nach einer anderen Studie keinen Langzeiteffekt und Verhaltensänderungen sind nach

einem Jahr nicht mehr beständig (vgl. Winett et al. 1985). Die Anwendung von Methoden der sozialen Einflussnahme ist besonders erfolgreich, wenn es ein starkes Zugehörigkeitsgefühl innerhalb der Gruppe gibt (vgl. Bodin und Crona 2009).

Projekte in denen aufwendig **Beziehungen** zu den Projektteilnehmenden aufgebaut werden, sind häufig sehr erfolgreich bzgl. der Erreichung einer nachhaltigen Verhaltensänderung. Das ist wenig überraschend, da diese Projekte häufig zusätzlich soziale Einflüsse, Feedback und Bildung zur Zielerreichung nutzen. In der Literatur wird der erzielte Effekt, z. B. auf den Energiekonsum von Teilnehmenden, häufig durch Vorher-Nachher Vergleiche untersucht. Beispiele für diese Art von Projekten sind z. B. das „Cloughjordan“ Umweltdorf in Irland oder das Projekt „Energy Champions“ aus dem Vereinigten Königreich (vgl. Espinosa und Walker 2013; Axon et al. 2018). Während das irische Projekt auf Zusammenarbeit und Freiwilligkeit setzte, wurde im britischen Projekt der Wettbewerb zwischen den Teilnehmenden forciert, hierzu konnten Teilnehmende Erfolge teilen. Es zeigte sich, dass der Zeitaufwand, die Ressourcen und das Gemeinschaftsgefühl entscheidende Faktoren für den Erfolg sind. Daher sind die wichtigsten Faktoren für erfolgreiche Beziehungsprojekte die Zielgruppe, Trainingssitzungen und öffentliche Zusammenkünfte. Dabei ist jedoch zu beachten, dass eine breite Teilnahme an solchen Projekten nicht zwangsläufig zu einer nachhaltigen und effizienzbasierenden Verhaltensänderung der Teilnehmenden führt.

Die Methode des **Anstupsens**, d.h. der Vorgabe einer Entscheidungsarchitektur, gewinnt an Popularität, wohl auch weil Projekte diese Art häufig erfolgreich sind. In einigen Fällen ist diese Methode sehr erfolgreich, z. B. konnte die Nutzung von größeren, sichtbaren Recyclingmülleimern eine verbesserte Mülltrennung erzielen (vgl. Cosic, Ajla and Cosic, Hana and Ille, Sebastian). Ein Großteil der Studierenden bevorzugt mehrfachnutzbare Becher gegenüber einfachnutzbaren Bechern, wenn diese umsonst angeboten werden (vgl. Poortinga/Whitaker 2018). Außerdem konnte in taiwanesischen Haushalten Wassereinsparungen durch eine positive Entscheidungsarchitektur nachgewiesen werden (vgl. Hsu et al. 2018). All diese Studien zeigen, dass zusätzliche Entscheidungsmöglichkeiten auf Nutzerseite einen positiven Einfluss auf die Umwelt haben können. Gegenüber anderen Methoden kann die Methode des Anstupsens jedoch Kosten- und Ressourcenintensiv sein. Zudem sind Verhaltensänderungen, die so erkaufte werden, nicht immer permanent und das Nutzerverhalten nach einem Ende der Maßnahme ungewiss (vgl. Poortinga und Whitaker 2018). In einigen Fällen ist es zudem nicht einfach eine Entscheidungsarchitektur zu schaffen, welche die gewünschte Verhaltensänderung begünstigt. Zum Beispiel ist es effizient, Computer-Monitore beim Verlassen des Büros auszuschalten, aber Erinnerungen oder Poster, welche dieses Bezwecken, fallen eher in den Bereich der Methoden des sozialen Einflusses bzw. der Bildung und Aufmerksamkeit (vgl. McKenzie-Mohr und Schultz 2014; Unsworth et al. 2013). Zudem wirft die Methode des Anstupsens ethische Fragen auf, denn das Anstupsen beeinflusst das Verbraucherverhalten auf bevormundende und manipulative Art (vgl. Grüne-Yanoff 2016; Cserne 2014; Grüne-Yanoff/Hertwig 2016).

Anreize werden häufig genutzt, um Konsumänderungen im Bereich Müll, Wasser und Energie zu bewirken. Die Auswertung von entsprechenden Projekten geschieht in der Regel mittels Vergleichsgruppen. Heute besteht eine breite Debatte ob finanzielle oder nicht finanzielle Anreize langfristige Verhaltensänderungen bewirken können. Die Forschenden führten in Australien eine Studie durch, bei welcher die Wirkung von Anreizen auf den Wasserverbrauch von Haushalten untersucht wurde (vgl. Rajapaksa et al. 2019). Die Auswertung zeigte, dass sowohl nicht finanzielle als auch finanzielle Anreize zur Reduktion des Haushaltswasserverbrauchs führten. Eine ähnliche Studie aus Singapur konnte keine Unterschiede der Effektivität von finanziellen und nicht-finanziellen Anreizen ausmachen (vgl. Goette et al. 2019). In vielen Studien zeigt sich, dass Anreize ein valides Mittel sind, Verhaltensänderungen zu bewirken. Dabei konnten keine relevanten Unterschiede zwischen finanziellen und nichtfinanziellen Anreizen festgestellt werden. Es gibt jedoch auch Fälle, in denen ein finanzieller Anreiz nicht die gewünschte Wirkung erzielt hat. Eine Untersuchung des Einflusses von Preisnachlässen bei der Verwendung von Mehrwegbechern konnte keinen Einfluss auf das Verbrauchsverhalten der Studierenden ausmachen (vgl. Poortinga und Whitaker 2018). Die Wissenschaft ist geteilter Meinung über die Nutzung von Anreizen, da nicht das Bewusstsein bzgl. Umweltproblemen gefördert wird, sondern Handlungen durch konkrete Belohnungen erkaufte werden. Ist bereits ein Umweltbewusstsein vorhanden, dann können Anreize eine zusätzliche Motivation für ein

umweltfreundliches Verhalten sein. Durch das Setzen von Anreizen kann die intrinsische Motivation für ein umweltfreundliches Handeln reduziert werden (vgl. Eisenberger und Cameron 1996). Zudem ist umstritten, ob Anreize eine langfristige Wirkung, auch über diese hinaus, auf das Konsumverhalten haben. Unumstritten ist in diesem Zusammenhang jedoch, dass Anreize zu Beginn einen starken Initialeffekt haben können (vgl. Burns et al. 2012; Mitchell et al. 2020).

Für Verbrauchende von Müll, Energie, etc. sind **Konsumänderungen** nicht immer umsetzbar. Hindernisse können z. B. persönliche Einschränkungen, wie z. B. Verantwortlichkeiten, Barrieren und praktische Umsetzbarkeit sein. Barrieren können auch eine geringe Motivation oder ein geringes Umweltbewusstsein sein. Darüber hinaus kann ein Gefühl von Hilflosigkeit, bzw. einem verschwindend geringen Anteil des eigenen Handelns dazu führen, dass Individuen sich nicht mit dem Umweltproblem identifizieren. Die praktische Umsetzbarkeit wird durch monetäre, zeitliche und informelle Mehraufwände eingeschränkt (vgl. Bodin und Crona 2009). Aspekte, die Verbrauchende an Verbrauchsänderungen hindern könnten, sollten bei dem Design entsprechender Ansätze bedacht werden. Auch organisatorische Probleme, wie eine geringe Beteiligung von Verbrauchenden und das nicht ausreichende Beobachten der Verbrauchenden während der Projektphase können den Erfolg von Projekten mit dem Ziel Verbrauchende zu einem umweltfreundlicheren Konsumverhalten zu bewegen behindern (vgl. Axon et al. 2018).

Best Practices

In der Vergangenheit konnten einige Erfahrungen und Erkenntnisse bei der Umsetzung von NI gesammelt werden. Diese werden im Folgenden zusammengefasst.

Ein Problem bei vielen NI ist, dass die darauf angezeigten Informationen keinen Kontext in Bezug auf das eigene Verhalten besitzen. **Sinnstiftende Informationen** helfen, das Verhalten in Hinsicht auf den Energiebedarf zu verstehen und zu verändern (vgl. Buchanan et al, 2015, p.92). Es konnte gezeigt werden, dass präzise zeitnahe Rückmeldungen über den Energiebedarf geholfen haben den Energieverbrauch zu senken, weil so der Bezug der eigenen Handlung auf den Energieverbrauch ersichtlich wurde (vgl. Darby, 2012). So sind in sich isolierte Informationen (z. B. nur der Energieverbrauch) allein nicht immer ausreichend. Wenn weitere Informationen, zum Beispiel über die Raumluftqualität (Temperatur, Luftfeuchtigkeit, Luftverschmutzung) ergänzt werden, ist es möglich die Verbindung zwischen Wohnkomfort und Energieverbrauch herzustellen (vgl. Wood et al. 2019).

In vielen Studien wird die Relevanz eines **Ansprechpartners, Beraters oder Moderators** hervorgehoben (vgl. Spence et al. 2018, S. 10), (vgl. Lazowski et al. 2018), (vgl. Staddon et al. 2016, S. 50). In den Studien war das für gewöhnlich der Forschungsleitende, in der Praxis kann das aber auch der Facility Manager oder ein Energiespar-Beauftragter sein. Zu den regulären Aufgaben eines Facility Managers gehört es, die technische Funktion des Gebäudes sicherzustellen. Weitere Aufgaben wie das Festlegen und Besprechen von Energiespar-Zielen oder eine Diskussion um und über die Energiesparmaßnahmen oder das Moderieren von Audits gehören bisweilen häufig nicht dazu. Durch die persönliche Betreuung wird die Kommunikation zwischen und zu den Nutzenden gestärkt, wodurch sowohl soziale als auch individuelle Verhaltensänderungen bewirkt werden. (vgl. Spence et al. 2018).

Die Forschungsberichte zeigen, dass das **Einbeziehen der Nutzenden in die GA und das NI** einen Bruch mit dem Trend der letzten Jahrzehnte darstellt, den Nutzenden durch Automatisierungstechnik zu entmündigen und zu ersetzen. Dadurch wird erhofft, mehr Kontrolle über den Betriebszustand und den Energieverbrauch im Gebäude zu erhalten und so das System optimieren zu können. Dies wird als „engineering-out“ Ansatz bezeichnet, welcher in gewisser Weise das Gegenteil eines Nutzer-Integrations-Ansatzes ist. Nicht zuletzt deswegen und aufgrund der neuen Aufgaben, ist damit zu rechnen, dass nicht jede Person, die als Energiespar-Beauftragter betraut wird, damit einverstanden ist (vgl. Goulden & Spence, 2015) (vgl. Spence et al. 2018). Der engineering-out Ansatz ist jedoch, zumindest in Teilen, nicht zielführend. Aufgrund der mangelnden Nutzerintegration bedient die Gebäudetechnik die Bedürfnisse der Nutzenden nicht ausreichend. Es kommt dadurch vermehrt zu energetisch betrachteten Fehlhandlungen (siehe Arbeitsschritt 3.2). Es kann argumentiert werden, dass der Nutzende, zum Beispiel durch eine zentrale Sollwertsteuerung, kaum noch die

Möglichkeit für Fehlverhalten im Bereich der Temperatureinstellungen hat. Ein nicht auf den Nutzenden abgestimmter Temperatursollwert senkt jedoch die Zufriedenheit und schlussendlich kann es passieren, dass der Facility Manager auf Druck der Belegschaft die Sollwerte anpasst. (vgl. Spence et al. 2018) Eine Anpassung der Temperatur an die Bedürfnisse des Nutzenden ist durchaus erwünscht, allerdings zeigt sich in der Praxis, dass die Sollwerte anschließend nicht wieder zurückgesetzt werden und indirekt eine manuelle Temperaturregelung gefahren wird.

Es ist schwierig ein System oder ein Interface so zu designen, dass es Nutzende schnell überzeugt und gleichzeitig langfristig interessant bleibt. Auf der einen Seite wird berichtet, dass das Interesse der Nutzenden mit der Zeit stark abfällt. So kam es in einer Studie dazu, dass nach 15 Monaten 40 % der Nutzer nicht mehr mit dem System interagiert haben. Diese Nutzenden bewerteten das installierte Nutzerinformationssystem negativ (vgl. Peacock et al. 2017, S. 5). In einer anderen Studie wird hingegen dargestellt, dass Nutzende eine 7-monatige Gewöhnungszeit benötigt haben, bevor Sie routiniert mit einem NI umgehen konnten (vgl. Šćepanović et al. 2017). Somit spielt die **Laufzeit des NI** eine entscheidende Rolle im Design und Funktionsprozess des NI. Ein Ansatz zur Vermeidung eines Nutzendenrückgangs ist es, regelmäßige Eingaben zu fordern, wie zum Beispiel das Eintragen des Gasverbrauchs (vgl. Peacock et al. 2017, S. 5) oder durch andere Mechanismen (regelmäßige Push-Benachrichtigungen, Quizfragen, Punktesystem, ...) eine Interaktion zu erzwingen. Ein weiterer Ansatz Nutzende langanhaltend zu binden und die Akzeptanz zu erhöhen ist es, sie über alle Entwicklungsphasen des Informationssystems zu integrieren [(vgl. Peacock et al. 2017, S. 22–23), (vgl. Staddon et al. 2016)].

Der starke Rückgang der Nutzenden kann auch auf darauf zurückzuführen sein, dass das NI nicht jeden anspricht. Das kann diverse Gründe haben, wie zum Beispiel mangelnde Bedienfreundlichkeit, die falsche Informations-Strategie oder schlicht fehlendes Interesse. Zum Beispiel ist zu erwarten, dass ein Gamification Ansatz Kinder und Jugendliche anspricht, aber nur eine Teilmenge der Erwachsenen. Finanzielle Anreize sprechen hingegen vor allem jüngere und weniger gutverdienende Menschen an, funktionieren für gutverdienende Menschen jedoch kaum, da diese für die verhältnismäßig kleine Geldsumme nicht auf Komfort verzichten möchten. Dazu passt die bekannte Redewendung im Marketing: „Die Zielgruppe „Alle“ gibt es nicht.“

Um eine breitere Nutzerbasis anzusprechen, wird vermehrt eine **modulare Lösung** für ein NI vorgeschlagen. Dafür kann eine Sammlung verschiedener NI-Strategien erstellt werden. So könnten private Nutzende gewünschte Funktionalitäten wie in einem „App-Store“ dazu-bestellen oder abbestellen. Betreiber von NWG könnten das NI auf die jeweiligen Bedürfnisse des Gebäudes bzw. der Belegschaft anpassen (vgl. Peacock et al. 2017, S. 24). Diese Idee wurde im E-Genie Tool bereits verwirklicht und ist auf eine hohe Akzeptanz gestoßen (vgl. Spence et al. 2018, S. 9).

Technische Voraussetzungen für Nutzerinformationssysteme

NI sind nicht zwangsläufig technischer Natur. Dennoch basieren einige Aspekte eines Nutzerinformationssystems auf technischen Lösungen. Dazu gehört die Erfassung von Verbrauchsdaten für das Nutzerfeedback und Benchmarks mit Hilfe von Zählern, die Gebäudeleittechnik (GLT) für das Umsetzung von (nutzerbezogenen) Gebäudeautomationsfunktionen und eine Plattform, um gewünschte Informationen zu vermitteln.

In einem Gebäude werden verschiedene Ressourcen auf unterschiedliche Weise verbraucht. Eine genaue Ermittlung der einzelnen Verbrauchswerte von Gas, Strom, Wasser, Wärme und Kälte ist dabei empfehlenswert. Wenn möglich sollten Zähler so installiert werden, dass mindestens die Verbräuche der einzelnen gebäudetechnischen Systeme erfasst werden können und im Idealfall der Verbrauch auf verschiedene Unterzweige, beispielsweise Ebenen, Abteilungen zugeordnet werden kann. So können Problemfelder identifiziert und zielgerichtet angegangen werden. Details zur Umsetzung können in den AMEV-Empfehlungen „technisches Monitoring“ und „Energie“ sowie der DIN EN ISO 52000 „Energieeffizienz von Gebäuden – Festlegungen zur Bewertung der Energieeffizienz von Gebäuden“ eingesehen werden. Das

reine technische Monitoring ist laut AMEV höchst wirtschaftlich und rechnet sich oft bereits nach drei bis fünf Jahren (vgl. AMEV Technisches Monitoring). Generell ist ein Trend hin zu einer besseren Messdatenerfassung zu verzeichnen, der für NI förderlich ist. Zu nennen ist z. B. die neue Heizkostenverordnung (HeizkostenV) und der Smart-Meter Rollout.

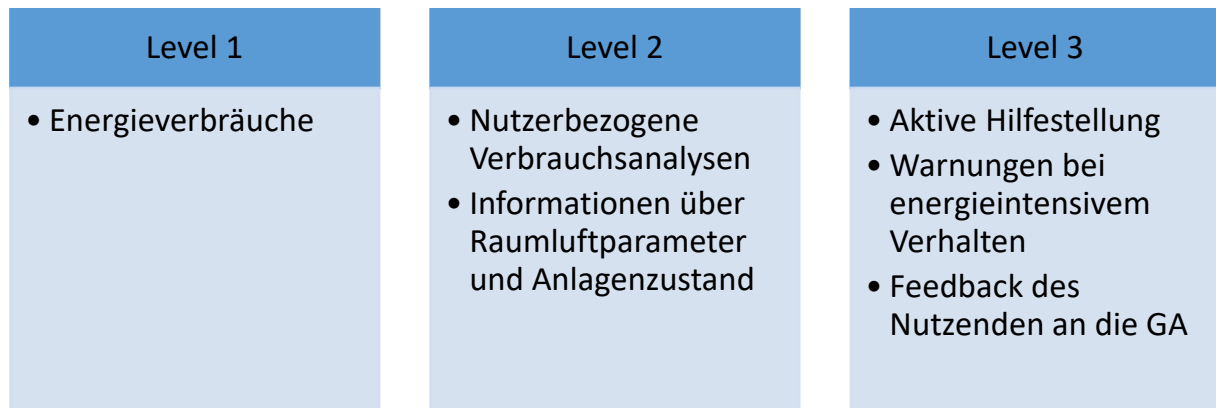
Die GA und Leittechnik sind im Kern eine Art Werkzeug. Ob Energie gespart oder verschwendet wird, oder die Bedürfnisse der Nutzenden bedient werden, hängt von der Programmierung und Nutzung dieses Werkzeugs ab. Bezogen auf den Nutzenden, sowie auf NI, ermöglicht die GA einige anwendernahe Funktionen und liefert Daten, die das individuelle Verbrauchsverhalten beschreiben können. Zum Beispiel können Präsenzsteuerungen helfen, den Verbrauch besser an den Bedarf anzupassen und Steuerungslogiken den gemeinsamen Betrieb von Heizung- und Klimaanlage verhindern. Über Tür- und Fensterkontakte in Verbindung mit einer elektronischen Heizungssteuerung kann das Lüftungs- und Heizverhalten von Nutzenden beschrieben werden.

Der deutsche Gebäudebestand unterscheidet sich in Bezug auf die technische Ausstattung sehr. Es ist nicht immer wirtschaftlich und sinnvoll, eine Maximalausstattung im Bereich der GA anzustreben. Daher werden in Abbildung 12 drei Ausbaustufen vorgeschlagen, die jeweils in Bezug auf NI einen Mehrwert in Abhängigkeit der technischen Voraussetzungen bietet.

- Level 1 basiert auf Zählerdaten. Mittlerweile ist davon auszugehen, dass ein Großteil der Gebäude im deutschen Bestand Zugang zu den Verbrauchsdaten von Strom und Wärme/Gas hat oder bald haben wird.
- Level 2 setzt eine GA der Stufe B (nach DIN EN ISO 52120-1) voraus. Der Funktionsumfang sieht bereits eine breite Menge personenbezogener Funktionen, wie das präsenzabhängige Schalten, automatisches Verschatten oder zentrale Sollwertsteuerungen vor. In Verbindung mit Tür- und Fensterkontakten kann das Nutzerverhalten beurteilt werden und ein direkter Bezug zwischen den Handlungen im Raum und dem Energieverbrauch hergestellt werden. Die aktuellen Raumluftparameter (Temperatur, Luftfeuchtigkeit, CO₂) sowie der Anlagenzustand (z. B. Sollwerte Heizen/Kühlen) sollten dem Nutzenden angezeigt werden.
- Stufe 3 greift aktiv in die Handlungsweisen der Gebäudenutzer ein. Durch ein In-Haus-Display (IHD) können Vorschläge für eine energetisch optimale Verhaltensweise (richtig Lüften, Temperatur-Referenzwerte, usw.) getätigt sowie Warnungen bei energetisch intensiven Handlungen ausgesprochen werden (Dauerlüften, keine Verschattung bei aktiver Klimaanlage, usw.). Ebenfalls könnte die Möglichkeit bestehen, den Kommunikationsfluss umzukehren und Rückmeldungen der Nutzenden an die GA zu verarbeiten. So könnten Missstände aufgeklärt werden, wodurch unerwünschte Eingriffe durch den Nutzer vermieden werden.

Die Funktionen bauen aufeinander auf. Level 2 beinhaltet den Funktionsumfang von Level 1 und Level 3 den der ersten beiden Level.

Abbildung 12
Technische Ausbaustufen eines Nutzerinformationssystems



Quelle: EBZ Business School GmbH

Bei der Umsetzung von Nutzerinformationsstrategien ist die Schnittstelle zwischen Nutzendem und Technik ein zentrales Element. Dabei stehen technische und nicht technische Lösungen zur Verfügung:

- Webinterface
- Co-Working Software (CWS) (z. B. Microsoft Teams, Intranet)
- Apps
- In-Haus Displays (IHD)
- Mail
- Vereinbarungen
- Audits und Schulungen (AUS)

Vor allem im Bereich der Nichtwohngebäude sind viele der hier vorgeschlagenen Lösungen bereits vorhanden und können um ein NI erweitert werden. Wenn das Gebäude eine sehr kleine technische Ausstattung besitzt, besteht in der Regel dennoch die Möglichkeit Mails zu versenden, Vereinbarungen abzuschließen oder Schulungen und Audits abzuhalten.

Verschiedene Strategien benötigen ein Mindestmaß an Funktionalität. Zum Beispiel müssen bei der Umsetzung einer „Blog / Sozial Media“ Strategie mindestens alle Teilnehmenden miteinander kommunizieren können, was eine Internetverbindung mit geeigneter Darstellung voraussetzt. Manche Plattformen sind für bestimmte Umsetzungen prädestiniert, so wie Schulungen wahrscheinlich in einem bekannten Rahmen in Form von Meetings oder über Schulungs-Plattformen abgehalten werden. Tabelle 1 zeigt eine Zuordnung der vorgestellten NI-Umsetzungen zu möglichen Plattformen.

Tabelle 1
Zuordnung von Nutzerinformationsstrategien zu Informationskanälen

Kategorie	Umsetzung	Web-interface	CWS	App	Vereinbarung	AUS	Mail	IHD
Nutzen von sozialen Einflüssen	Blog / Social Media ähnliche Plattform für Energiethemen (auch als Pinboard/Schwarzes Brett denkbar)							
	Vergleich zu anderen Nutzern							
	Influencer / Vorbilder							
	Vorgaben / Öffentliche Vereinbarung							
Beziehungsaufbau	Workshops und Audits							
	Energiebeauftragter / Betreuer							
Anreize	Monetäre							
	Nicht-Monetäre							
	„Energiesparziele“							
Bildung und Aufmerksamkeit	Newsletter und Handouts							
	Aufmerksamkeit erzeugen (Poster, Aushänge o.ä.)							
	Quiz							
	Schulung							
Anstupsen	Direkt und Handlungsbezogen							
	Gebündelt							
Gamification	in verschiedenen Ausführungen*							

Quelle: EBZ Business School GmbH

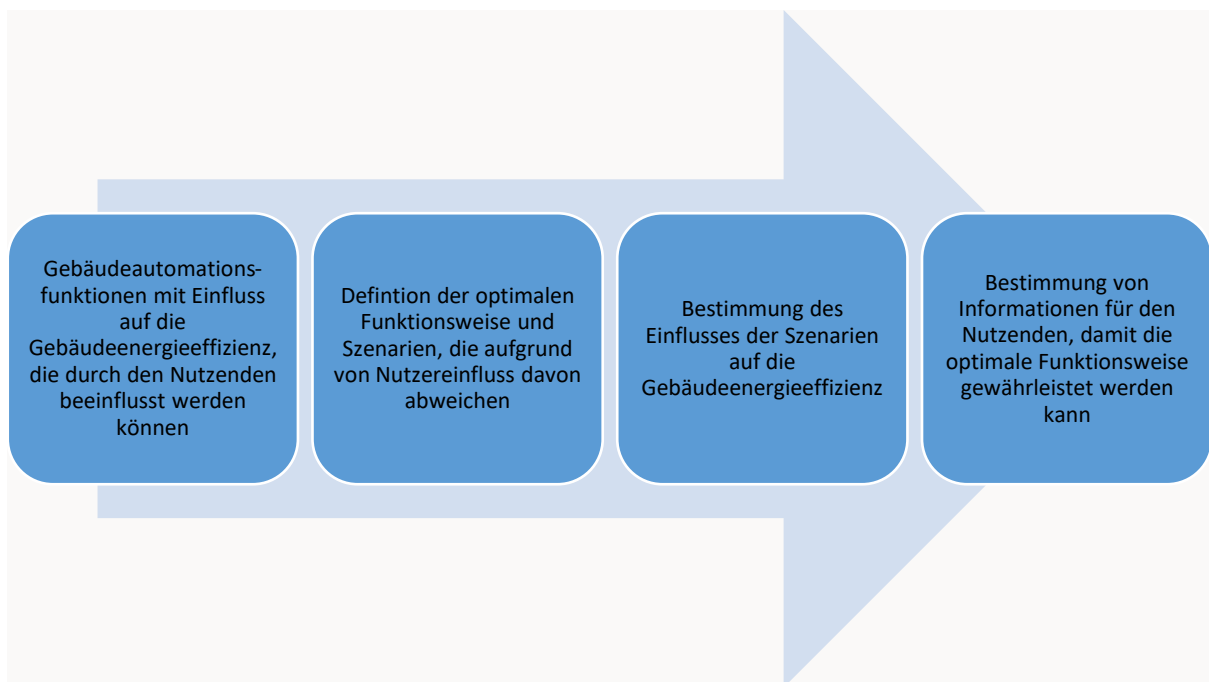
Es zeigt sich, dass Webinterfaces, CWS und Apps die flexibelsten und vielfältigsten Lösungen sind. Das liegt daran, dass diese frei programmierbar sind und entsprechend einen großen Funktionsumfang bieten. Allerdings setzt das auch eine vorhandene IT in dem jeweiligen Gebäude voraus. Privatleute und kleinere Gebäudebetreibende sind auf fertige bzw. kommerzielle Lösungen angewiesen, wie sie zum Beispiel durch Tado und Hoba angeboten werden (vgl. Energie sparen mit tado° 2022; Handt & Wolber und V. Grinewitschus und Co. 2021). Vereinbarungen, Audits und Schulungen sind nicht vielfältig anwendbar, stechen jedoch in manchen Strategien als gute Lösung hervor. In Schulungen kann zum Beispiel eine Beziehung zum Nutzenden aufgebaut werden bei gleichzeitiger Weiterbildung. Mails sind die Lösung für Betreiber, die ansonsten keine

umfangreichen Systeme besitzen. IHDs bieten einen erhöhten Nutzerkomfort vor Ort und bieten die einmalige Chance, Informationen unmittelbar im richtigen Umfeld zu übermitteln. Damit sind sie für das „Anstupsen“ die beste Wahl.

Untersuchung des Nutzereinflusses und Informationsbedarfs

Eine zentrale Frage im Nutzerinformationssystem ist, auf welche energierelevanten Gebäudelfunktionen der Nutzende Einfluss hat und welche Informationen vom Nutzenden benötigt werden, um diese Funktion im Sinne der Energieeffizienz zu erfüllen. Um diesen Zusammenhang zu beleuchten, wurde in diesem Projekt die DIN EN ISO 52120-1 (vormals DIN EN ISO 15232) als Basis referenziert. Die Norm beschreibt den Einfluss von Gebäudeautomationsfunktionen auf die Energieeffizienz eines Gebäudes. Für jede Funktion, auf die der Nutzende Einfluss nehmen kann, wurde eine „optimale“ Umsetzung definiert. Von diesem Standpunkt aus wurden Szenarien erdacht, in denen ein Nutzender im Alltag Einfluss auf die Funktionen ausübt. Häufig ist es so, dass die Funktion nicht mehr im vollen Maße umgesetzt werden kann, wodurch sich die Gebäudeenergieeffizienz verringert. Für diese Szenarien wurde untersucht, welche Informationen geholfen hätten, die Funktion von Nutzerseite aus zu unterstützen. Das Vorgehen ist in Abbildung 13 zusammengefasst.

Abbildung 13
Ermittlung des Informationsbedarfs von Gebäudenutzenden



Quelle: EBZ Business School GmbH

Die Untersuchung wurde in einer separaten Tabelle „GA-Funktionstabelle“ durchgeführt, welche dem Anhang beigelegt wird. In den folgenden Kapiteln wird sich auf die Ergebnisse dieser Tabelle bezogen.

Untersuchung des Einflusses von Gebäudefunktionen auf die Energieeffizienz

Der Einfluss von Gebäudeautomationsfunktionen auf die Energieeffizienz wurde in der DIN EN ISO 52120-1 definiert. Die Untersuchungen wurden im Rahmen einer Simulation durchgeführt, welche u.a. eine zentrale Sollwertführung, Nachtabsenkungen, Lüftungsraten, interne Energiegewinne berücksichtigt. Das Ergebnis waren vier Gebäudeautomationsklassen, die einem Gebäudetypen zugeordnet werden können:

D: keine Energie-Effizienz-Ausstattung

C: Standard-Gebäudeautomation / Referenzfall

B: Erweiterte Energie-Effizienz-Funktionen

A: Umfangreiche Implementierung von Energieeffizienz-Funktionen

Die GA-Energieeffizienzklassen werden zur Berechnung des erwarteten Energiebedarfs herangezogen. Mit zunehmender Automatisierungs-Energieeffizienzklasse nimmt der berechnete Energiebedarf ab. Analog nimmt der Anteil der Informations- und Kommunikationstechnik an der Gebäudetechnik zu. Der Performance-Gap nimmt mit zunehmender Technisierung zu. Wird ein Gebäude einer hohen GA-Energieeffizienzklasse vom Nutzenden so betrieben wie ein Gebäude einer geringen GA-Energieeffizienzklasse steigt der tatsächliche Energiebedarf gegenüber dem Soll-Energiebedarf. Ein Auszug für verschiedene Gebäudetypen wird in Tabelle 2 dargestellt. Im Mittel sinkt der Energiebedarf durch die Nutzung eines GA-Systems der Klasse A gegenüber einem GA-System der Klasse D um etwa 50 %.

Tabelle 2

Auszug Effizienzfaktoren von NWG aus der DIN EN ISO 52120-1

Gebäude vom Typ Nicht-Wohngebäude	GA-Effizienz-Gesamtfaktoren $f_{BAC,th}$			
	D	C	B	A
	Nicht energie-effizient	Referenz Standard	Erhöht	Hohe Energie-effizienz
Büros	1,51	1	0,80	0,70
Hörsaal	1,24	1	0,75	0,5 ^a
Bildungseinrichtungen (Schulen)	1,20	1	0,88	0,80
Krankenhaus	1,31	1	0,91	0,86
Hotels	1,31	1	0,85	0,68
Restaurants	1,23	1	0,77	0,68
Gebäude für Groß- und Einzelhandel	1,56	1	0,73	0,6 ^a
Weitere Typen - Sporteinrichtungen - Lager - Industrieenanrichtungen - usw.		1		

^a Diese Werte hängen stark vom Heizwärme/Kühlbedarf für die Lüftung ab

Quelle: DIN EN ISO 52120-1

In der DIN EN ISO 52120-1, Tabelle 4 – „GA- mit TGM- Funktionen mit Auswirkungen auf die Energieeffizienz von Gebäuden“ werden Funktionen mit Auswirkung auf die Energieeffizienz beschrieben. Die Funktionen werden den folgenden Punkten zugeordnet:

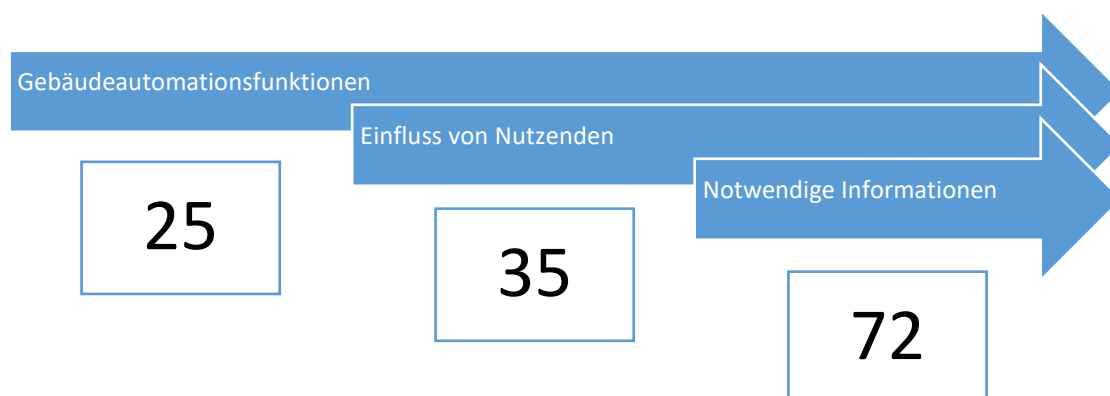
1. Regelung des Heizbetriebes
2. Regelung der Trinkwassererwärmung
3. Regelung des Kühlbetriebes
4. Regelung der Lüftung und Klimatisierung
5. Regelung der Beleuchtung
6. Jalousien Regelung
7. Technisches Haus – und Gebäudemanagement

Wie stark der Einfluss des Nutzenden ist, ist abhängig von der Gebäudeautomationsstufe und der Gebäudefunktion. Teilweise kann der Nutzende direkten Einfluss nehmen, z. B. durch das Einstellen der Raumtemperatur, teilweise nimmt der Nutzende z. B. durch das Öffnen von Fenstern indirekten Einfluss. Im Anhang „GA-Funktionstabelle“ werden die relevanten Funktionen katalogisiert, ihr Einfluss auf die Effizienz des Gebäudebetriebes bewertet, eine energetisch-optimale Funktionsweise definiert und der Einfluss des Nutzenden auf die Funktion untersucht. Zwischen Wohn- und Nicht-Wohngebäuden wird nur dann unterschieden, wenn eine fachliche Notwendigkeit besteht.

Ermittlung der notwendigen Informationen für einen energieeffizienten Gebäudebetrieb

Die Ergebnisse der „GA-Funktionstabelle“ wurden in Abbildung 14 zusammengefasst. Insgesamt wurden 25 Gebäudeautomationsfunktionen identifiziert, die direkt oder indirekt mit dem Nutzenden interagieren. Zu diesen 25 Funktionen wurden 35 Szenarien erdacht, in denen der Nutzende mit der Gebäudeautomationsfunktion interagiert, sodass nicht mehr das volle Energieeffizienzpotential erreicht wird. Für die 35 Szenarien wurden 72 Informationen bereitgestellt, die dem Nutzenden helfen können, sich energiebewusster zu verhalten.

Abbildung 14
Zusammenfassung des Informationsbedarfs von Gebäudenutzenden



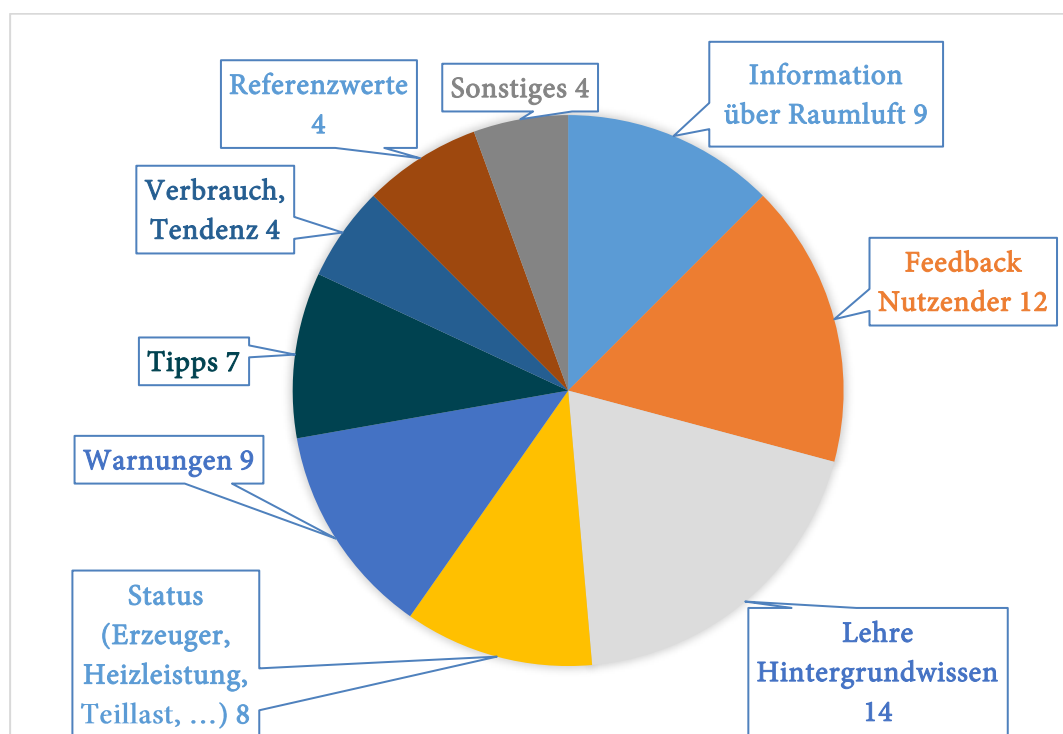
Quelle: EBZ Business School GmbH

Die Informationen wurden in verschiedene Kategorien unterteilt, weil sich unterschiedliche Informationen für jeweils andere Strategien eignen. Beispielsweise sind Warnungen gut für die Strategie „Anstupsen“ geeignet, während generelle Informationen über die Luftqualität und den Energieverbrauch dem Nutzenden helfen diese Größen in einen Bezug zueinander zu setzen.

- Referenzwerte: Sinnvolle Werte, wenn Einstellungen an Sollwerten oder Lüftungsraten getätigt werden
- Daten über die Raumluftqualität: Lufttemperatur, Luftfeuchtigkeit, CO₂-Gehalt
- Verbrauch und Verbrauchstendenz
- Feedback an Nutzende: Die Möglichkeit als Nutzender Feedback zu geben, um Missverständnisse bei dem Bedarf zu vermeiden
- Warnungen: Warnungen, wenn akut Energie verschwendet wird
- Tipps: Hilfreiches im Umgang mit der Gebäudetechnik
- Status: Momentan eingestellte Sollwerte, Rückmeldung ob gerade aktiv geheizt oder gekühlt wird
- Lehre Hintergrundwissen: Wissen über die Funktionsweise der Gebäudetechnik

Abbildung 15 zeigt die Zusammensetzung der Nutzerinformationen in den einzelnen Kategorien. Daraus kann abgeleitet werden, welches Wissen für den Nutzenden relevant ist. Dabei handelt es sich um eine rein objektive Erfassung der Informationen. Das heißt, dass bestimmte Informationen zwar für den Nutzenden relevant sind, aber nicht, dass es zwangsläufig die geeignetste Information ist, die dem Nutzenden zugespielt werden kann.

Abbildung 15
Zusammensetzung der Nutzerinformationen



Quelle: EBZ Business School GmbH

Die Untersuchung zeigt, dass das Hintergrundwissen im Bereich der Gebäudetechnik einen großen Einfluss auf die Verhaltensweise haben kann. Allerdings ist es dem durchschnittlichen Nutzenden nicht zuzumuten, die genauen Funktionsweisen der Anlagentechnik zu verstehen. Der Nutzende sollte ein Mindestmaß an Allgemeinwissen in diesem Bereich haben, welches über Schulungen vermittelt werden könnte.

Zahlenmäßig steht danach die Möglichkeit, Feedback an die GA zu übermitteln. Das liegt daran, dass viele Szenarien aus vermeidlichen Missverständnissen herrühren. Ein Beispiel hierfür ist, wenn die GA die

Raumtemperaturen zum regulären Feierabend senkt, und ein Mitarbeitender ein Meeting am frühen Abend hat und friert. Dieser wird dann manuell den Sollwert für die Raumtemperatur erhöhen und unter Umständen vergessen, diesen wieder zurückzusetzen.

Warnungen, Tipps und Referenzwerte können als Gruppe zusammengefasst werden, weil das Elemente sind, die in der „Anstupsen“ Strategie angewendet werden können. Im Grunde genommen wird bei einer Warnung oder einem Tipp angedeutet, dass es eine bessere bzw. gute Lösung für die gewünschte Einstellung gibt. Referenzwerte helfen realistische Wertebereiche für den Nutzenden vorzugeben.

In den meisten Fällen haben Gebäudenutzende keine Informationen über die Raumluftqualität, obwohl sie, mithilfe von Thermostaten und Fenstern, diese beeinflussen können und wollen. Auch wenn, oder gerade weil, das Gefühl für Behaglichkeit subjektiv ist, fehlen Anhaltspunkte, die bei der Beurteilung der Raumluftqualität und somit für die Steuerung wichtig sind. Deshalb hilft die Anzeige der Raumluft und der Status der Anlagentechnik dabei, den Bezug von den eigenen Handlungen zu der Raumluftqualität und dem Energieverbrauch herzustellen.

In 13 der 25 Gebäudeautomationsfunktionen können Nutzende die Aufgaben der Gebäudeautomation manuell übernehmen, oder andersherum, die Gebäudeautomation hat in erster Linie Aufgaben der Nutzenden übernommen. Dazu gehören Funktionen wie das Ein- oder Ausschalten von Geräten, die Einstellung von Sollwerten oder das Lüften. Der wesentliche Vorteil einer Gebäudeautomation besteht darin, dass die Aufgaben konsequent nach Zielvorgaben ausgeführt werden. Umso aktiver ein Nutzender die Gebäudetechnik nach umweltschonenden Vorgaben bedient, umso mehr Energie kann gespart werden. Weil die Simulationen nach DIN EN ISO 52120-1 den Idealbetrieb widerspiegeln, können die angegebenen Effizienzsteigerungen der Gebäudeautomationsklasse B das maximale Einsparpotential durch ideale und konsequente manuelle Bedienung widerspiegeln. Das Potential der Gebäudeautomationsklasse A kann nicht erreicht werden, da der Nutzende keine Regelungstechnik (z. B. CO₂-geführte Lüftung) händisch nachfahren kann. Die folgende Auflistung zeigt die wesentlichen Handlungsmöglichkeiten der Nutzer:

- Einstellen angemessener Sollwerte der Temperatur beim Heizen und Kühlen
- Aktives Ein- und Ausschalten der Heizungs-, Klima- und Lüftungsanlagen sowie der elektrischen Verbraucher nach Bedarf
- Begrenzung der Klimatisierung auf aktuell benutzte Räume. Entsprechende Räume und Zonen voneinander trennen (Türen schließen)
- Bedarfsorientiertes Lüften, um die Luftqualität zu steigern
- Jalousien je nach Anwendungsfall (Als Blende, Verschattung, Sonnenstrahlen im Winter) nutzen

Ermittlung des Einflusses erwünschter bzw. unerwünschter Nutzer-Interaktionen auf die Gebäudeenergieeffizienz

Zur Bestimmung des Einflusses erwünschter bzw. unerwünschter Nutzerinteraktion auf die Gebäudeenergieeffizienz können drei Berechnungsverfahren angewendet werden.

1. Die Gebäudeautomationsfunktion kann nur noch teilweise oder nicht mehr wie angedacht realisiert werden
 - Die DIN EN ISO 52120-1 gibt für jede GA-Funktion verschieden gewichtete Ausbaustufen vor. Diese Ausbaustufen werden für das Erreichen der Energieeffizienzklassen benötigt. Wenn aufgrund des Nutzenden eine Funktion so manipuliert wird, dass effektiv eine geringere Energieeffizienzkategorie erreicht wird, kann der Einfluss über die Differenz der Energieeffizienzklassen beschrieben werden, zum Beispiel von A nach C.

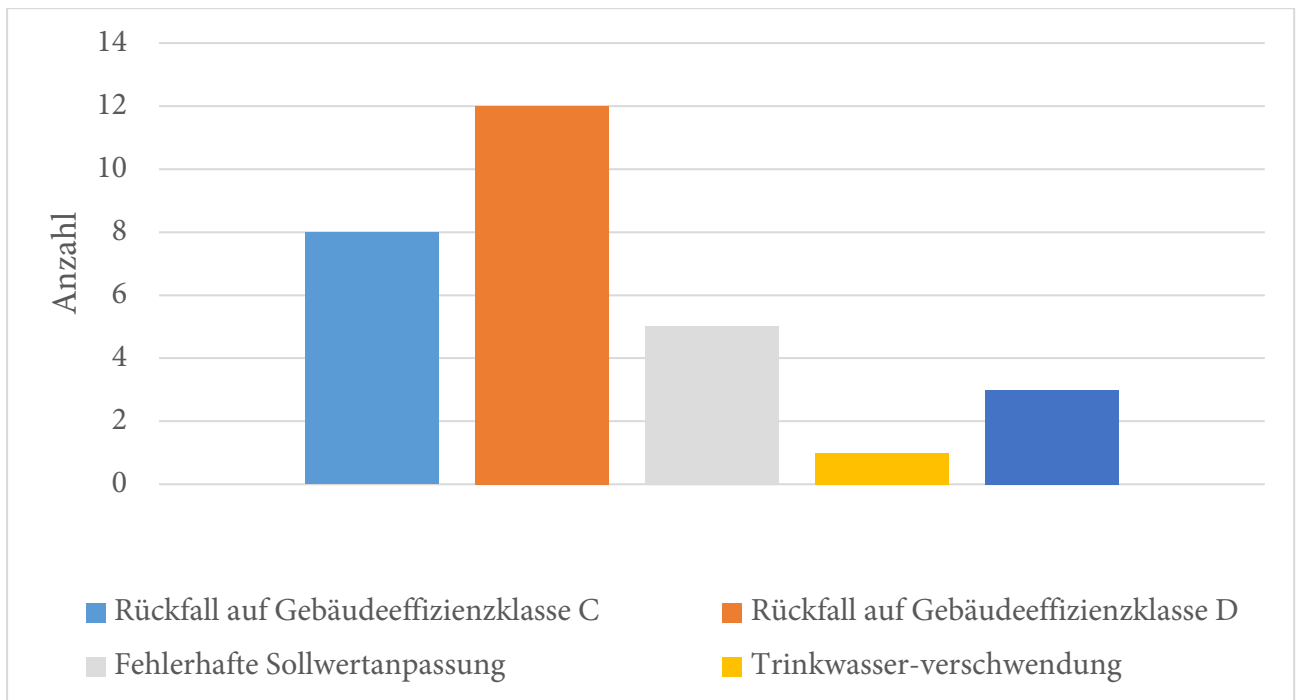
2. Die Betriebszeiten oder Sollwerte der Anlage verändern sich messbar, der Einfluss auf die Energieeffizienz kann nach DIN EN ISO 52120-1 berechnet werden
 - Viele GA-Funktionen sparen Energie durch das Anpassen der Betriebszeiten auf den Bedarf. Wenn so eine Abschaltung manuell überschrieben, aber nicht wieder zurückgesetzt wird, kann der Einfluss des Nutzens über die veränderten Betriebszeiten berechnet werden.
 - Vor allem der Wärmeenergiebedarf wird über Differenz von der Außen- zur Innentemperatur beschrieben. Wenn die Innentemperatur aufgrund von Nutzerhandlungen von üblichen Durchschnittswerten abweicht, verändert sich auch der Energiebedarf.
3. Der Einfluss des Nutzens ist von verschiedenen Faktoren wie dem Wetter, dem Gebäude oder der Anlagenkonfiguration abhängig. Wenn eine rechnerische Lösung nicht möglich ist, werden Referenzwerte aus Studien erhoben.

Wenn es nicht möglich ist, den Nutzereinfluss über eine Änderung der Energieeffizienzklasse zu beschreiben, wird geprüft, ob der Einfluss über die Betriebszeiten oder Sollwerte berechnet werden kann. Dafür wird das Rechenverfahren nach DIN EN ISO 52120-1, Kapitel 6, „Verfahren 1 — Ausführliches Verfahren zur Berechnung des Beitrags einer GA zur Energieeffizienz von Gebäuden“, angewendet.

Zuletzt gibt es Nutzerinteraktionen, die nicht objektiv oder anhand von mathematischen Modellen beschrieben werden können. Wenn das der Fall ist, werden Erfahrungswerte aus Studien zu Hilfe gezogen.

Das Ergebnis dieser Untersuchung ist in Abbildung 16 zu sehen. Wenn es zu einer energetisch schlechten Interaktion zwischen dem Nutzenden und dem Gebäude kommt, ist das häufigste Ergebnis der Rückfall des Gebäudes in die Gebäudeautomationsklasse D. Das liegt daran, dass die Auswirkungen des Nutzens für gewöhnlich manuellen und permanenten Handlungen entsprechen. Das heißt, es wird davon ausgegangen, dass die Anlage dann im Dauerbetrieb statt dem Automatikbetrieb läuft, was in zwölf Szenarien der Fall ist. In acht Fällen wird die Gebäudeenergieeffizienz auf Stufe C herabgesetzt. Fünf Mal entstehen Verluste durch irrationale Sollwerte. Das ist beispielsweise der Fall, wenn das Heizungsthermostat auf hohe Werte gesetzt wird „damit sich der Raum schneller aufheizt“. In drei Fällen treten vermeidbare Lüftungsverluste auf und in einem Fall wird Trinkwarmwasser verschwendet.

Abbildung 16
Auswirkungen von Nutzerinteraktionen auf die Gebäudeenergieeffizienzklasse



Quelle: EBZ Business School GmbH

Konzeptionierung eines Nutzerinformationssystems

Aufbauend auf den technischen Voraussetzungen, den Nutzerinformationsstrategien, dem Nutzerumfeld und ihrer Handlungsweisen wird ein Konzeptvorschlag zur Umsetzung eines Nutzerinformationssystems entworfen, um den Gebäudenutzenden zu bestimmten Handlungsweisen zu motivieren. Dabei soll auf unterschiedliche Aspekte wie z. B. die langfristige Motivation des Nutzenden oder die Gebäudenutzung durch eine Vielzahl von Nutzenden eingegangen werden.

Allgemeingültiges Schema eines Nutzerinformationskonzeptes

Es hat sich gezeigt, dass NI-Systeme erfolgreicher waren, wenn die zur Verfügung gestellten Informationen auf den Nutzenden zugeschnitten waren (vgl. Geelen et al. 2019, S. 1654; Lazowski et al. 2018; Murtagh et al. 2013, S. 724). Die Ansprüche und das Verhalten eines Schülers sind nicht mit denen eines Angestellten oder einer Familie im Eigenheim zu vergleichen. Trotzdem werden auch innerhalb eines Gebäudetypen unterschiedliche Interessen aufeinandertreffen. Es wird keine allgemeingültige Lösung für ein Nutzerinformationssystem geben, welches jedem Nutzenden gerecht wird. Dennoch kann ein Kompromiss gefunden werden, wenn die Nutzenden nicht nach Gruppen, sondern Ihrem Verhalten beurteilt werden:

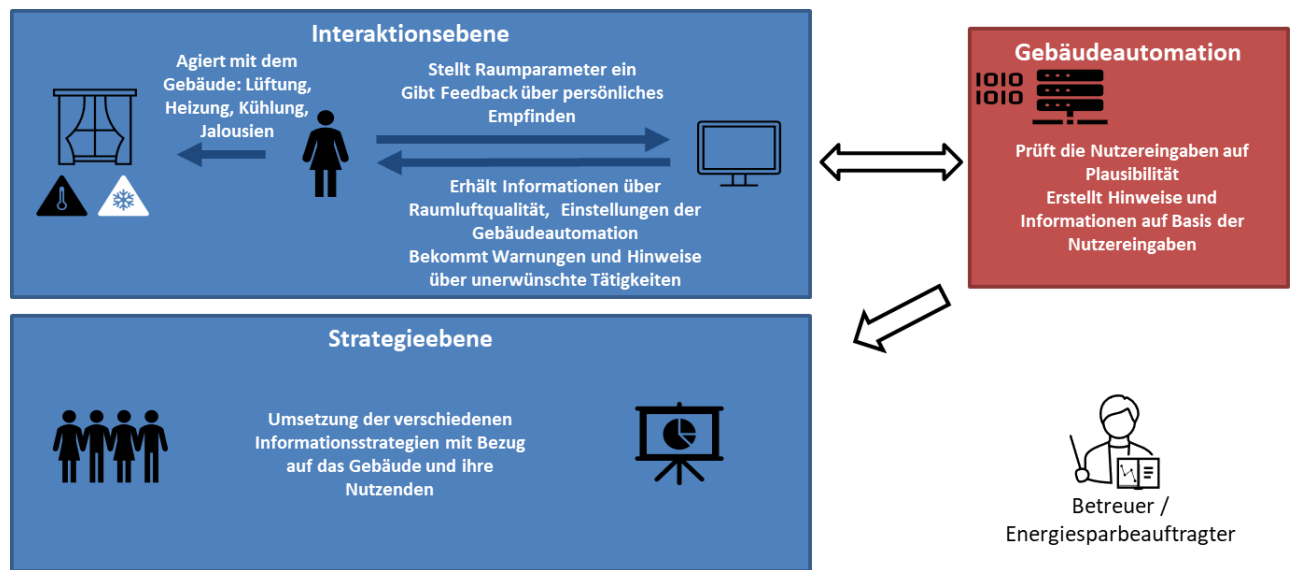
- Das Verhalten von Personen in einem Gebäude kann erfasst und objektiv beurteilt werden, wie im vorangegangenen Kapitel **Untersuchung des Nutzereinflusses und Informationsbedarfs** beschrieben wurde. Daher kann sich ein Teil des NI auf die *Handlungen* der Nutzenden spezialisieren. Diese Informationen treffen auf alle Personen in einem Gebäude zu.
- Auf individueller Ebene wird es deutlich schwieriger, ein geeignetes NI zu finden. Für solche Strategien sollte ein Personenkreis gewählt werden, der in einem engeren Verhältnis zu dem Gebäude steht. Das sind zum Beispiel Lehrende an einer Schule, Angestellte im Büro oder die Bewohnenden eines Hauses bzw. einer Wohnung. Weil diese Zielgruppe bekannt ist, kann hierfür eine geeignete Strategie gewählt werden.

Durch diese Aufteilung entstehen zwei Ebenen, die ein NI beschreiben könnten: Auf der einen Seite stehen die objektiven Handlungen der Nutzenden, welche durch technische Lösungen beschrieben werden können. Bezogen auf die in dem Kapitel **Nutzerinformationsstrategien** gezeigten Strategien würde das der Strategie „Anstupsen“ entsprechen. Bei einem Fehlverhalten der Nutzenden kann schnell und individuell Feedback darüber gegeben werden. Die benötigten Informationen für das jeweilige Szenario wurden in dem Kapitel **Untersuchung des Nutzereinflusses und Informationsbedarfs** bereits zusammengetragen: Tipps, Warnungen, Referenzwerte und Informationen über die Luftqualität. Auf der anderen Seite stehen individuelle Strategien, die das Verhalten des Nutzenden intrinsisch ändern sollen. Das Konzept, welches aus den beiden Ebenen besteht, ist in Abbildung 17 dargestellt. Grundsätzlich können die beiden Ebenen unabhängig voneinander betrieben werden.

Der Informationsgehalt der Raumebene wird durch die technische Ausstattung des Gebäudes beschränkt. Informationen hierzu sind im Kapitel **Technische Voraussetzungen für Nutzerinformationssystem** zu finden. Kern dieser Ebene ist die GA.

In der zweiten Ebene werden Strategien zur Verhaltensänderung auf die Bedürfnisse des Gebäudes und der Nutzenden zugeschnitten. Dafür ist eine modulare Plattform vorgesehen. Das heißt welche Kommunikationsart oder Informationsstrategie gewählt wird, kann frei bestimmt werden. Verschiedene Studien haben gezeigt, dass Erfolge eines NI durch einen Ansprechpartner oder Moderator gefördert werden. Deshalb wird ein „Energiespar-Beauftragter“ als optionale Ergänzung für das NI-System erwähnt. Viele Informationen für die Strategieebene können vom Gebäudeautomationssystem bereitgestellt werden, weshalb ein einseitiger Informationsfluss dargestellt wurde.

Abbildung 17
Allgemeines Schema Nutzerinformationssystems

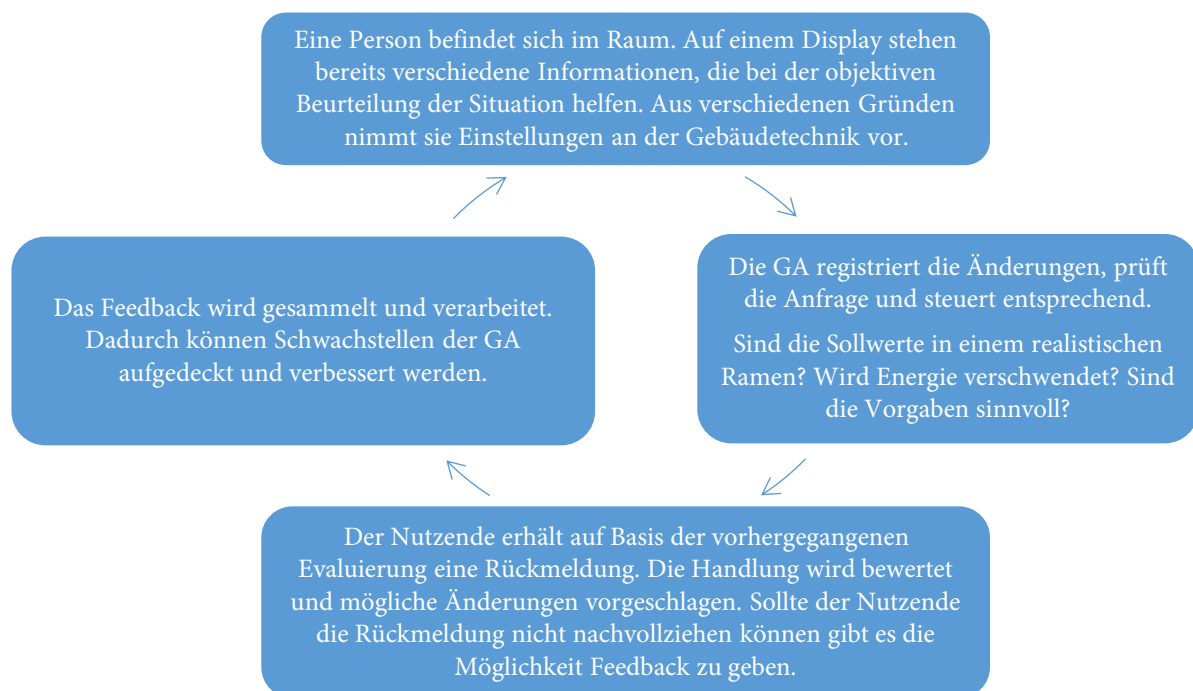


Quelle: EBZ Business School GmbH

Interaktionsebene

Die Vorgehensweise in der Interaktionsebene folgt klaren technischen Abfolgen und kann daher als Regelkreis beschrieben werden. Der Ansatz verfolgt ein Ziel: Die Regelparameter der GA sollen möglichst genau an die Bedürfnisse der Nutzenden angepasst werden, damit der Nutzende möglichst wenige Eingriffe in die Steuerung machen und dabei so wenig wie nötig verstellen muss. Abbildung 18 zeigt den zugrundeliegenden Ablauf der Interaktionsebene.

Abbildung 18
Abfolge in der Interaktionsebene



Quelle: EBZ Business School GmbH

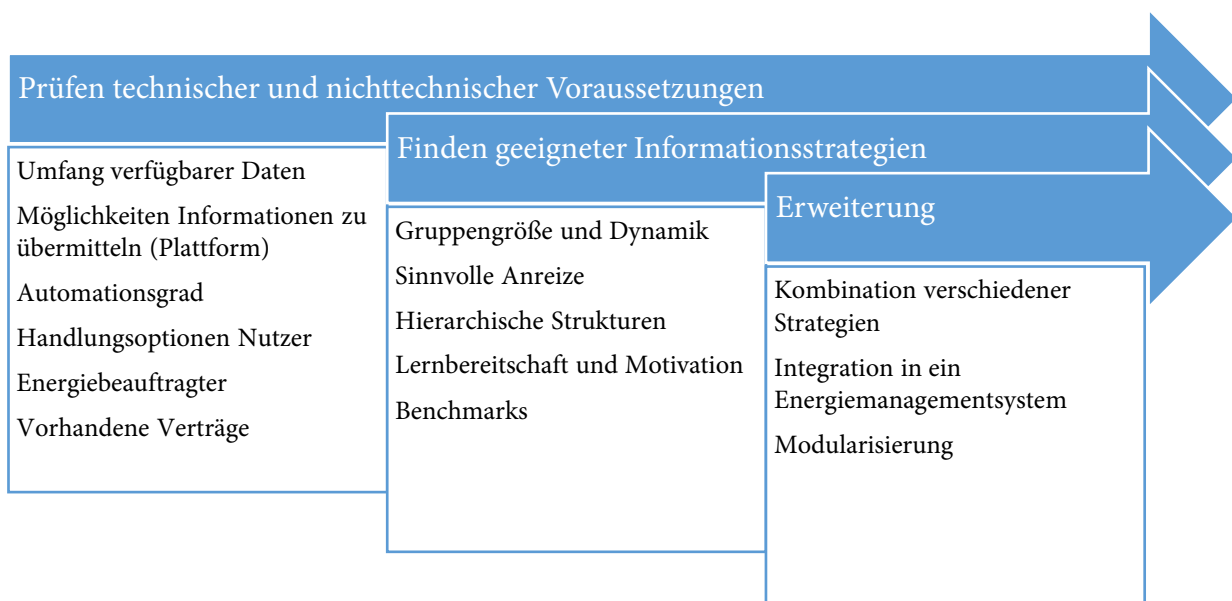
Die Interaktionsebene beinhaltet Elemente der „Anstupsen“ Strategie. Das Feedback, welches auf Basis der echten Nutzerinteraktionen generiert wird, ist zeitlich unverzögert und handlungsbezogen. Durch die bereits im Vorfeld gegebenen Informationen können bewusstere Entscheidungen getroffen werden. Sollte dennoch eine energetisch unvorteilhafte Einstellung vorgenommen werden, kann die GA den Nutzenden darauf aufmerksam machen, diese Entscheidung zu überdenken. Dadurch kann das Fehlverhalten in Gebäuden reduziert werden. Allerdings kann es sein, dass Nutzende berechnete Einwände am Regelverhalten der GA haben. Für diesen Fall steht der Feedback-Mechanismus zur Verfügung. Wenn das Feedback ausgewertet wird, ist es möglich die Behaglichkeit im Gebäude noch besser auf die Bedürfnisse der Nutzenden anzupassen, wodurch in erster Linie die Notwendigkeit von Nutzereingriffen reduziert wird.

Strategieebene

Während es bei der Interaktionsebene eine klar definierbare Lösung in Abhängigkeit der technischen Möglichkeiten oder Finanzen etc. gibt, kann für die Strategieebene kein geradliniger Lösungsweg gefunden werden. Abbildung 19 zeigt drei Phasen, die bei der Findung von Informationsstrategien bearbeitet werden müssen.

Die Phasen wurden mit dem Ziel Gebäudeeigner und -betreiber bei der Findung von Informationsstrategien zu unterstützen in Form eines Fragebogens ausgearbeitet. Der Fragebogen führt den Anwender durch wichtige Eckpunkte und gibt Hinweise, wie die verschiedenen Kriterien in Bezug auf das (eigene) Gebäude bewertet werden können. Der Fragebogen befindet sich in Anhang „Leitfaden_Strategiefindung“.

Abbildung 19
Phasen für die Findung von Informationsstrategien



Quelle: EBZ Business School GmbH

In der ersten Phase werden die technischen und nichttechnischen Voraussetzungen geprüft. In dieser Phase können bestimmte Strategien und Möglichkeiten anhand von KO-Kriterien bereits gänzlich ausgeschlossen oder bevorzugt werden.

Die zweite Phase befasst sich mit dem einzelnen Nutzenden und seinem Umfeld. Mithilfe dieser Informationen wird erarbeitet, welche Strategien sinnvoll eingesetzt werden können.

In der letzten Phase werden die Ergebnisse der ersten beiden Phasen ausgearbeitet. Wenn ein NI ausgerollt wird, hat es zum Ziel Energie zu sparen. Natürlich ist der Betreiber des NI bzw. des Gebäudes bestrebt die Erfolge oder Misserfolge nachzuvollziehen. Dafür wird ein Energiemanagement (vgl. DIN EN ISO 50001) vorgeschlagen. Wenn sich herausstellt, dass eine bestimmte Strategie gut zu dem Gebäude und den Nutzenden passt, kann überlegt werden ob zu anderen Strategien gute Synergien herrschen. Das bietet sich an, weil sich viele Informationsstrategien ohnehin in der ein oder anderen Weise ähneln oder überschneiden. Tabelle 3 ordnet die verschiedenen Strategien anderen Strategien zu, die grundsätzlich kompatibel sind. Dabei muss aufgepasst werden, dass der Nutzende nicht aufgrund von zu umfangreichen Funktionen abgeschreckt wird. Um dieses Problem zu umgehen, könnte die Informationsstrategie modularisiert werden. Das heißt, dass jeder Nutzende die Möglichkeit bekommt die Informationen zu erhalten, die er oder sie möchte.

Tabelle 3
Synergien zwischen Nutzerinformationsstrategien

Strategie	Zähler	Mögliche Umsetzung	Synergien anderen Strategien
Nutzen von sozialen Einflüssen	1.1	Blog / Social Media ähnliche Plattform für Energiethemen (auch als Pinboard/ Schwarzes Brett denkbar)	1.2, 1.3, 2.2, 3.3, 4.1, 4.2, 5.2
	1.2	Vergleich zu anderen Nutzern	1.1, 1.3, 3.3, 4.3, (4.4), 6.1
	1.3	Influencer / Vorbilder	1.1, 1.2, 2.1, 2.2, 3.3
	1.4	Vorgaben / Öffentliche Vereinbarung	1.2, 1.3, 2.1, 3.1, 3.2, 3.3, 4.4
Beziehungsaufbau	2.1	Workshops und Audits	1.1, 1.2, 1.4, 2.2, 3.3, 4.1, 4.2, 4.3, 4.4
	2.2	Energiebeauftragter / Betreuer	1.1, 1.2, 1.3, 1.4, 2.1, 3.3, 4.1, 4.2, 4.3, 5.2
Anreize	3.1	Monetäre	1.4, 3.3, 4.2, 4.3, 5.2, 6.1
	3.2	Nicht-Monetäre	1.2, 1.4, 3.3, 4.2, 4.3, 5.2, 6.1

Strategie	Zähler	Mögliche Umsetzung	Synergien anderen Strategien
	3.3	Energiesparziele	1.1, 1.2, 1.3, 1.4, 2.1, 2.2, 3.1, 3.2, 4.1, 4.2, 4.4, 5.1, 5.2, 6.1
Bildung und Aufmerksamkeit	4.1	Newsletter und Handouts	Generisch, immer möglich
	4.2	Poster, allgemeine Aufmerksamkeit, Informationskampagne	Generisch, immer möglich
	4.3	Quiz	1.2, 2.1, 3.1, 3.2, 3.3, 4.4, 5.2, 6.1
	4.4	Schulung	1.1, 1.4, 2.1, 2.2, 3.1, 3.2, 3.3, 4.2, 4.3, 6.1
Anstupsen	5.1	Direkt und Handlungsbezogen	3.1, 3.2, 3.3, 6.1
	5.2	Gebündelt	1.1, 1.2, 1.3, 2.1, 2.2, 3.1, 3.2, 3.3, 4.1, 4.4, 6.1
Gamification	6.1	Spielerischer Ansatz Energie zu sparen	1.2, 1.3, 3.1, 3.2, 3.3, 4.3, 4.4, 5.2
Nutzer entmächtigen	7.1	Durch eine starke GA und starre Sollwerte	-

Quelle: EBZ Business School GmbH

Lowtech-Lösungen und Mindestanforderungen an ein Nutzerinformationssystem

Der größte Teil des deutschen Gebäudebestands sind ältere Gebäude. Es ist nicht davon auszugehen, dass alle Gebäude Gebäudeautomationseinrichtungen besitzen. Daher ist es wichtig, Lösungen zu finden, die unabhängig von der technischen Gebäudeausstattung realisierbar sind.

Angesichts dessen können öffentliche Vorgaben oder Verordnungen erlassen werden. In ihnen können über Besonderheiten der Gebäudetechnik aufgeklärt sowie Hinweise zum richtigen Lüften und Heizen gegeben werden. Sofern genügend Mitarbeitende oder Personal zur Verfügung steht, kann ein Energiesparbeauftragter ernannt werden. Dieser kann für den reibungslosen und energetisch sparsamen Betrieb des Gebäudes verantwortlich sein. Aufgrund der neuesten Heizkostenverordnung ist davon auszugehen, dass grundlegende Kenntnisse über den derzeitigen Energieverbrauch und -bedarf vorhanden sind oder sich zumindest

zunehmend verbreiten werden. Diese könnten in geeigneter Form kommuniziert und diskutiert werden. Dabei ist es wichtig, die Informationen im geeigneten Maße aufzubereiten, zum Beispiel in Form eines Trends oder im Vergleich mit anderen Gebäuden. Diese Informationen könnten in Workshops oder Audits durch internes oder externes Personal kommuniziert und besprochen werden. Zudem können gezielte Informationsmaterialien wie Newsletter, Handouts oder Poster dazu beitragen, das Interesse der Nutzenden zu wecken und grundlegendes Wissen zu vermitteln.

Prüfen des Nutzerinformationskonzepts

Wie in den vorherigen Kapiteln betont wurde, ist die Akzeptanz der Nutzenden ein entscheidender Faktor, ob ein NI erfolgreich eingesetzt werden kann. Um die Nutzenden besser zu verstehen, sollen der demographische Hintergrund, das Umfeld des Nutzenden im Gebäude und die persönlichen Präferenzen ermittelt werden. Dafür wurde in Zusammenarbeit mit dem Rathaus Hamminkeln eine Umfrage durchgeführt. Weil das Arbeitsumfeld der Nutzenden identisch ist, kann der Fokus auf die persönlichen Präferenzen in Abhängigkeit des demographischen Hintergrunds gelegt werden. Ziel der Befragung war es, das Umfeld näher zu beleuchten sowie Vorzüge und Trends über die für die Nutzenden relevanten Informationen und Darstellungsformen zu ermitteln.

Auf der anderen Seite des NI stehen die Gebäudebetreibenden und Planenden, welche darüber entscheiden müssen, wie ein NI in die Gebäudetechnik integriert wird. Es hat sich herausgestellt, dass es viele verschiedene Möglichkeiten gibt energiesparendes Verhalten zu vermitteln und zu fördern. Allerdings kann nicht jede Informationsstrategie nach Belieben angewendet werden. Das Gebäude benötigt ein Mindestmaß an Technik und Informationen über den Energieverbrauch und die Nutzenden. Auch die Auswahl der richtigen Strategie hängt von vielen, nicht zuletzt subjektiven, Faktoren ab. Um die Entscheidungsfindung zu prüfen wurde der Leitfaden „Leitfaden_Strategiefindung“ einer Gruppe Studierenden zusammen mit weiteren Informationen über NI vorgestellt. Die Informationen wurden in Form einer Unterrichtsstunde mitgeteilt, welche im Anhang unter „Vorlesung_Nutzerinformationssysteme“ zu finden ist. Diese Gruppe wird in die Rolle eines Projektplaners versetzt und soll in einem freien Workshop über Vor- und Nachteile von NI sowie möglichen Umsetzungen diskutieren. Dadurch kann Feedback über den Entscheidungsprozess eingeholt werden.

Befragung von Nutzenden im Rathaus Hamminkeln und mögliche Einsatzfelder eines Nutzerinformationssystems

Eine wesentliche Frage in Bezug auf ein NI ist, welche Informationen wie aufbereitet werden sollen. Um sich dieser Frage zu widmen, wurde eine Umfrage unter Gebäude-Nutzenden durchgeführt. Für diesen Zweck wurde das Rathaus der Stadt Hamminkeln mit 120 MitarbeiterInnen ausgewählt. Die Belegschaft des Rathauses konnte in der Vergangenheit bereits Erfahrungen mit dem Thema Energiesparen machen: Im Rahmen der sogenannten Uhu-Challenge konnten 45 % Einsparungen innerhalb von zwei Wochen erzielt werden. In dieser Challenge ging es darum, den Energieverbrauch mit Hilfe von technischen Einstellungen, beispielsweise einer Temperatursenkung über das Wochenende, als auch durch eine Aufmerksamkeitskampagne bei den Mitarbeitenden, auf unter Hundert (uHukWh/m^2) zu senken. Dieser Erfolg ist zu großen Teilen den Mitarbeitenden zu verdanken.

Die Rohdaten von dem Umfrageergebnis befinden sich im Anhang mit dem Dateinamen „Umfrage – Nutzerinformationssysteme“, eine Diskussion der Umfrageergebnisse ist in **Anhang B: Umfrageergebnisse** zu sehen.

Das Rathaus in Hamminkeln entspricht einer klassischen Büroumgebung mit überwiegend Gemeinschaftsbüros, einigen Einzelbüros und gelegentlichem Publikumsverkehr. Der Automationsgrad der gebäudetechnischen Anlage ist gering, es gibt keine Raumautomation. Die Mitarbeitenden können durch Heizungsthermostate und Fensterlüftung die Energieeffizienz des Gebäudes manuell beeinflussen. Im folgenden Abschnitt wird das Nutzerverhalten der Personen, die an der Umfrage teilgenommen haben, beschrieben. Dabei wird ein Bezug des jeweils beschriebenen Umstandes zu möglichen Lösungsansätzen durch Nutzerinformationssysteme hergestellt.

Die Mitarbeitenden lüften in etwa zu 50 % stoß und 50 % mit gekippten Fenstern. Das Kipplüften wird durch die häufig vollgestellten Fenster begünstigt. Eine Aufklärung, sozialer Druck/Aufmerksamkeit von Kollegen oder eine Verordnung auf Seiten des Arbeitgebers könnte dem vorbeugen. In einer Verordnung könnte neben Vorgaben zum Lüftungsverhalten auch stehen, dass Fenster mindestens einseitig freistehen müssen, wenn möglich. Die Lüftungszeiten befinden sich mit durchschnittlich 5 bis 30 Minuten in einem angemessenen Rahmen. Die wenigsten Lüften, um den Raum abzukühlen und wenn, dann weil die Sonneneinstrahlung zu groß ist. Das zeigt, dass vermeintliches „Fehlverhalten“ von Nutzenden häufig auch eine Berechtigung hat und somit eher ein systematischer Fehler besteht. Während des Lüftens werden von einer guten Hälfte der Mitarbeitenden die Heizkörper runtergeregelt, von gut 40 % allerdings nicht, was auf weiteres Energiesparpotential schließen lässt, wenn dies über längere Zeiten (Kipplüften geschieht. Es zeigt sich auch, dass Heizen und Lüften auf sozialer Ebene diskutiert wird. Wenn es Uneinigkeiten in Bezug auf die gewünschte Raumluftqualität gibt, stimmen sich die meisten untereinander ab. Bei Beschwerden in Bezug auf die Raumluftqualität oder Anlagentechnik wird entweder der Vorgesetzte oder der Hausmeister konsultiert. Ein klar benannter Ansprechpartner könnte mehr Klarheit schaffen.

Generell ist jedoch das Gesamtbild der Belegschaft aus energetischer Sicht als positiv zu bewerten. Es zeigt sich, dass es von Seiten des Arbeitgebers klare Anweisungen oder Empfehlungen für energiesparendes Verhalten gibt. Auch die Belegschaft ist größtenteils mit dem Energiemanagement des Rathauses zufrieden.

Der eigene Einfluss auf den Energieverbrauch ist den meisten Mitarbeitenden bewusst, auch wenn es hier ein paar Ausnahmen gibt. Gegebenenfalls könnten soziale Ansätze helfen, noch mehr Mitarbeitende zum Energiesparen zu motivieren. Die generelle Motivation stammt aus dem Umweltbewusstsein und den hohen Energiekosten bzw. den möglichen finanziellen Ersparnissen. Das erklärt auch, warum die meisten Personen Nachtabenkungen begrüßen und leichte Komforteinbußen in Kauf nehmen.

Die Nutzenden wünschen sich Energieverbrauchsanzeigen, sofortiges Feedback bei energieintensiven Handlungen, eine Anzeige der Raumluftqualität und ggf. Tools (App, IHD, die beim Energiesparen helfen. Generell hat sich bei dieser Umfrage ein heterogenes Bild gezeigt, auch wenn ein Großteil für die eben benannten Hilfssysteme gestimmt hat. Das sofortige Feedback und die Anzeige der Raumluftqualität kann als „Anstupsen“ Strategie rein technisch realisiert werden, wie das Kapitel **Interaktionsebene** zeigt. Energieverbräuche könnten in Audits oder Protokollen kommuniziert werden. Die Verbrauchsinformationen sollten in einem sinnbringenden Kontext (siehe Abschnitt **Best Practices** kommuniziert werden. Dabei empfiehlt es sich, die Ergebnisse mit Hilfe eines Ansprechpartners zu diskutieren.

Befragung von Studierenden als Projektentwickler

Nachdem zunächst die Mitarbeiter des Rathaus Hamminkeln zu Ihrem Verhalten am Arbeitsplatz befragt und die technischen Voraussetzungen des Gebäudes abgebildet wurden, wurden Studierende der EBZ-BS als Projektentwickler eingesetzt. Hierzu wurde Ihnen zunächst eine Einleitung in das Thema in Form einer Vorlesung dargestellt und anschließend folgende Fragen diskutiert. Um mit der Gruppe aus 15 Studierenden in ein Gespräch zu kommen, wurde zunächst gefragt, ob Sie bereits im Alltag (beruflich oder privat NI begegnet sind und wie Sie die Interaktion wahrgenommen hätten. Es zeigte sich, dass die meisten Studierenden bisher keinen Kontakt mit NI hatten oder diese nicht als solche wahrgenommen haben. Als Beispiele wurden die Funktion „Schlafzeit“ auf iPhones sowie die Anzeige von Licht und Temperatur in Bürogebäuden genannt, darüber hinaus eine Mieterapp zur Organisation von Verträgen, Abrechnungen sowie Verbräuchen.

Weiterführend wurde diskutiert, welche Rolle der energieeffiziente Umgang mit Energie für die Studierenden spielt. Für die Studierenden spielten vor allem Nachhaltigkeit und Umwelt eine Rolle, die Kosten waren für Sie nicht so wichtig. Das zeigte sich auch in der Aussage eines Studierenden, welcher sagte, dass sein Chef aufgrund der geringen Nebenkosten entspannt wäre. Dies ist ein Negativ-Beispiel, es zeigt jedoch auch, dass die Verantwortung nicht unbedingt bei Vorgesetzten liegen sollte, die selbst diversen Aufgaben nachgehen und den Energieverbrauch des Gebäudes als nebensächlich ansehen. Die Studierenden sagten, dass Sie ein

Belohnungssystem motivieren könnte, um Energie zu sparen. Das heißt, dass die finanziellen Vorteile des Arbeitgebers als weniger relevant betrachtet werden als die eigenen.

Die meisten Studierenden waren überzeugt, dass ein Nutzerinformationssystem Ihnen helfen könnte Energie zu sparen. Für die Studierenden war es wichtig, mit den Informationen ein Bewusstsein für den handlungsverbundenen Energieverbrauch zu schaffen. Daher sprachen Sie sich mit einer Mehrheit für eine Visualisierung von Energieverbräuchen mit einem hohen Informationsgehalt aus. Es bestand ein Konsens darüber, dass verfügbare Informationen nicht z. B. durch den Aufruf eines Online-Portals abgeholt werden sollten, sondern aktiv, z. B. per Bildschirmblendung oder E-Mail, zum Nutzenden gebracht werden müssten. Daher schlugen Sie als Nutzerinformationssystem für den betrachteten Fall ein modulares, offenes und erweiterbares System mit intelligenten Schnittstellen vor. Das System sollte wenig Verwaltungsaufwand benötigen und mindestens monatliche/wöchentliche Energiereports enthalten, welche als Push-Benachrichtigungen eingebracht werden. Zeitgleich soll das System den Zugriff bei Abfrage durch den Nutzenden erlauben, also auch ein Portal bieten. Die Energiereports sollten mit sinnvollen Vergleichen unterfüttert werden.

Fazit

Das Forschungsprojekt „Nutzerinformationssysteme zur Verbesserung der Gebäudeenergieeffizienz“ hat die Wirkung von Nutzerinformationssystemen auf die Gebäudeeffizienz untersucht. Im Rahmen einer Literaturrecherche wurden 308 Quellen gesichtet. Darunter waren 17 Referenzprojekte, in denen NI im realen Umfeld getestet wurden. Der Umfang der Studien variierte in den einzelnen Studien erheblich bei der Laufzeit und der Anzahl der Teilnehmenden. Auch die Ergebnisse sind sehr heterogen und variieren zwischen 0 % und 37 % erzielter Energieeinsparung. Wenn die Randwerte herausgenommen werden, ist mit Ersparnissen von ca. 13,3 % im Bereich der elektrischen Energie zu rechnen. Studien mit höheren Ersparnissen lassen jedoch vermuten, dass bei einer gelungenen Umsetzung auch Ersparnisse von 15-25 % möglich sind, sowohl im Bereich der thermischen als auch elektrischen Energie. Dabei muss beachtet werden, dass der Langzeiterfolg oft nicht untersucht wurde.

Die Ansätze der einzelnen Studien konnten in verschiedene Informationsstrategien kategorisiert werden. Die ausgewählten Informationsstrategien sind „Soziale Einflüsse“, „Beziehungsaufbau“, „Anreize“, „Bildung und Aufmerksamkeit“ und das „Anstupsen“. Generell zeigt sich, dass die meisten Strategien erfolgreich sein können, wenn sie richtig eingesetzt werden. Dabei helfen „Best Practices“, die in diesem Bericht zusammengefasst wurden. Ein Beispiel dafür ist die Bereitstellung von Informationen in einem sinnbringenden Kontext. Vor allem direktes und handlungsbezogenes Feedback kann helfen, energieintensives Verhalten zu verhindern. Diese Form von Feedback wird durch die „Anstupsen“ Strategie verwirklicht. Allerdings ist unklar, ob diese Form von Feedback eine langfristige Verhaltensänderung bewirken kann, weil die intrinsische Motivation nicht angesprochen wird. Aus diesem Grund kann das Anstupsen durch weitere Strategien begleitet werden.

Der Gedanke mehrere Strategien zu verwenden, spiegelt sich in dem allgemeinen Konzept für NI wider. Es ist davon auszugehen, dass nicht jede Person mit den gleichen Strategien erreicht wird. Daher wird ein Konzept vorgeschlagen, welches sich in zwei Abschnitte gliedert. Auf der einen Seite wird das Verhalten von Gebäudenutzenden objektiv beurteilt. Wenn nötig, werden Informationen für eine energetisch bessere Handlung zeitnah vorgeschlagen, um energieintensives Verhalten zu verhindern. Die Voraussetzungen hierfür sind im Wesentlichen technisch, weil das Nutzerverhalten sensorisch erfasst werden muss. Das Nutzerfeedback muss zeitnah mitgeteilt werden, was am einfachsten durch technische Lösungen, wie In-Haus-Displays, Apps oder Webinterfaces geschieht. Diese Vorgehensweise kann auf alle Gebäudenutzende angewendet werden, weil die Informationsgrundlage objektiv ist. Auf der anderen Seite stehen individuell ausgewählte Informationsstrategien, die auf die Belegschaft eines Gebäudes angepasst werden können. Dabei kommt es auf das Umfeld des Gebäudes und die Nutzenden an, welche Strategien geeignet sein könnten. Ein entworfenen Leitfaden, der systematisch Kriterien wie die Größe der Belegschaft, die technische Ausstattung des Gebäudes und zusätzliche Dienste wie die Nutzung von Fortbildungssoftware berücksichtigt, kann bei der Auswahl helfen.

Der Einfluss des Nutzenden auf die Gebäudeenergieeffizienz wurde mit Hilfe eines Vergleichs der Handlungen des Nutzenden mit den Gebäudeautomationsfunktionen nach DIN EN ISO 52120-1 untersucht. Dabei wurden 35 alltagsnahe Szenarien erdacht, in denen der Nutzende mit dem Gebäude interagiert und dabei die bestimmungsgemäße Funktionsweise der GA verhindert. Für diese Szenarien konnten der Einfluss auf die Energieeffizienz untersucht und Informationen bestimmt werden, die dabei helfen würden, energetisch ungewünschte Interaktionen zu verhindern. Der Einfluss auf die GA kann in vielen Fällen so beschrieben werden, dass der Nutzende die GA in einen manuellen Zustand zwingt. Das entspricht häufig der GA-Klasse C oder D. Wenn die Referenzklasse C mit der GA-Klasse D verglichen wird, entspricht das einem durchschnittlichen Mehrverbrauch von 34 % und im Vergleich von B zu D einen Mehrverbrauch von 53 %, in Abhängigkeit der Gebäudeklasse. Dieser Wert stellt einen Extremwert dar, der eintritt, wenn GA-Funktionen konsequent ausgehebelt werden und wird so in der Praxis nicht häufig eintreten. Umgekehrt kann in einem wenig bis gar nicht technisiertem Gebäude der Nutzende die ihm zur Verfügung stehenden Stellschrauben (Fensterlüftung, Heizungsthermostate, Verschattung, usw.) nutzen, um das Gebäude möglichst

bedarfsgerecht (angemessene Temperaturen, bei Abwesenheiten Geräte abschalten, usw.) zu betreiben. So ist es möglich Teile des Einsparpotentials der GA-Klasse B von 34 % zu erzielen. Es wurden 72 verschiedene „Informationen“ gesammelt, die dabei helfen können, diese Szenarien zu verhindern. Oft ermöglichen Informationen über die Raumluft, eine Situation objektiver zu beurteilen und entsprechend energetisch korrekt zu handeln. Auch konkrete Warnungen und zeitnahe Tipps können in vielen Fällen helfen, Energieverschwendung zu verhindern, was in der Strategie „Anstupsen“ angewendet werden kann. Generell ist es förderlich, wenn Nutzende möglichst viel von der Gebäudetechnik verstehen, um diese richtig zu bedienen. Unter dem Gesichtspunkt, dass Fehlhandlungen als Folge einer schlechten Abstimmung der Steuerung und Regelung mit dem tatsächlichen Bedarf der Nutzenden geschehen, kann es sinnvoll sein, Feedback von Seiten der Nutzenden an das GA-System oder das Energiemanagement zu ermöglichen.

Die Erkenntnisse dieser Untersuchung wurden von einer Umfrage begleitet. Es wurde eine Nutzerumfrage im Rathaus Hamminkeln durchgeführt, an der 53 Personen teilgenommen haben. Das Nutzungsprofil eines Rathauses ist vergleichbar mit dem eines Bürogebäudes, weil dort ähnliche Tätigkeiten durchgeführt werden und ähnliche Anwesenheitsprofile herrschen. Die Nutzenden können Fenster ganz, oder gekippt, öffnen und Heizkörper mittels Thermostaten steuern, um Einfluss auf die Temperatur und den Energieverbrauch zu nehmen. Das durchschnittliche Verhalten der Nutzenden lässt sich als energiebewusst beschreiben, auch wenn, wie im Beispiel des Lüftungsverhaltens, bei dem viele Mitarbeitende ihre Heizkörper beim Lüften nicht abstellen, noch Potential besteht. Aufgrund einer zuvor durchgeführten Energiespar-Offensive, der „Uhu“ Challenge scheinen viele Mitarbeitende bezüglich des energiesparenden Verhaltens sensibilisiert zu sein. Auch die derzeitige politische Lage und die Gasknappheit könnten dies begünstigen. Die Motivation wird hauptsächlich aus umwelttechnischen Beweggründen bezogen, aber auch finanzielle Ersparnisse spielen eine große Rolle. Die Nutzenden wünschen sich Energieverbrauchsanzeigen, sofortiges Feedback bei energieintensiven Handlungen, eine Anzeige der Raumluftqualität und ggf. Energiesparhelfer als Energiesparhilfe. Generell hat sich bei dieser Umfrage ein heterogenes Bild gezeigt, auch wenn ein Großteil für die eben benannten Hilfssysteme gestimmt hat. Das gewünschte sofortige Feedback und die Anzeige der Raumluftqualität kann als „Anstupsen“ Strategie rein technisch realisiert werden. Energieverbräuche könnten in Audits oder Protokollen kommuniziert werden. Dabei empfiehlt es sich die Ergebnisse mit Hilfe eines Ansprechpartners zu diskutieren.

Weiterer Forschungsbedarf wird bei der Beurteilung des Einsparpotentials und dem tatsächlichen Einfluss durch den Nutzenden gesehen. Die Forschungsergebnisse sind äußerst heterogen, was nicht zuletzt auf die deutlichen Unterschiede im Gebäudebestand und ihrer Nutzenden zurückzuführen ist. Eine präzisere Zuordnung zwischen dem menschlichen Handeln und dem Einfluss auf den Energieverbrauch könnte helfen.

Bezogen auf eine deutschlandweite Umsetzung eines NI sind auf technischer Seite alle Voraussetzungen grundsätzlich erfüllt. Das gilt für sowohl hoch- als auch wenig technisierte Gebäude. Auf politischer Seite wurde der Grundstein für ein einfaches Verbrauchsfeedback gelegt, jedoch besteht keine Pflicht und kein Anreiz ein NI in einem Gebäude zu installieren. Stärkere Verpflichtungen oder Anreize könnten eine Etablierung beschleunigen. Dennoch wird unterstellt, dass allein die bessere Kommunikation des Einsparpotentials von ca. 13,3 % dazu führen könnte, dass einige Unternehmen und Gebäudebetreibende eigenständig NI installieren. Für einfaches Verbrauchsfeedback oder Aufmerksamkeits- und Schulungsstrategien fallen in vielen Fällen keine Investitionskosten an. Erst wenn komplexere NI auf Basis von Gebäudeautomationssystemen installiert werden, steigen die Kosten deutlich. Allerdings lohnen sich solche Investitionen häufig sowieso bzw. werden durch die Anforderungen der EPBD ohnehin gesetzlich verpflichtend, das NI wäre hierbei ein zusätzlicher Anreiz und Nutzen.

Abkürzungsverzeichnis

Abkürzung	Bezeichnung
AUS	Australien
BA	Building Automation
DEU	Deutschland
DNK	Dänemark
EMS	Energiemanagementsystem
FHKV	Funk-Heizkostenverteiler
GA	Gebäudeautomation
GBR	Großbritannien
IHD	In-Haus-Display
ITA	Italien
KPI	Key Performance Indicator
NI	Nutzerinformationssystem
NLD	Niederlande
NOR	Norwegen
SLA	Service Level Agreement
SPA	Spanien
SRI	Smart Readiness Indicator
SWE	Schweden
UIS	User Information System
USA	Vereinigte Staaten von Amerika

Mitwirkende

Autorinnen und Autoren

Beblek, Andre (EBZ Business School)

Grinewitschus, Viktor, Prof. Dr.-Ing. (EBZ Business School)

Fransen, Karsten (EBZ Business School)

Jurkschat, Simon (EBZ Business School)

Weitere Mitwirkende

Reiners, David (EBZ Business School)

Kubitza, Hannah (EBZ Business School)

Roßhoff, Oliver (EBZ Business School)

Kurzbiographien



Prof. Dr.-Ing. Viktor Grinewitschus

Prorektor für Forschung und Professur für Energiefragen der Immobilienwirtschaft an der EBZ Business School, Bochum. Professur für Technische Gebäudeausrüstung an der Hochschule Ruhr West in Bottrop. Forschung und Lehre auf den Gebieten „Steigerung der Energieeffizienz von Gebäuden durch Optimierung der Anlagentechnik und des Nutzerverhaltens“, „zukünftige Energieversorgungskonzepte für Immobilien“ und „Assistenzfunktionen auf der Basis von Smart Home Technologien“.



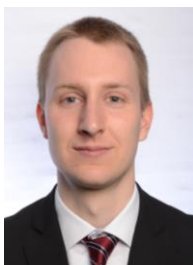
Andre Beblek, M. Sc.

studierte Wirtschaftsingenieurwesen Energietechnik an der FH Münster sowie Regenerative Energien und Energieeffizienz an der Universität Kassel. Seit Juni 2017 wissenschaftlicher Mitarbeiter an der EBZ Business School, vorher langjähriger Mitarbeiter am Institut für Energiesysteme und Energiewirtschaft an der Hochschule Ruhr West in Bottrop sowie nebenberuflich tätig in der Energieberatung bei einem Ingenieurbüro. Er beschäftigt sich mit den Fragestellungen der Steigerung der Energieeffizienz in Nutz- und Wohngebäuden durch Automatisierungs- und Nutzerassistentenfunktionen.



Karsten Fransen, M. Sc.

Ausbildung und Bachelor- Studium im Rahmen eines dualen Studiums an der Hochschule Rhein-Waal in Kooperation mit der Probat AG. Master-Studiengang „elektrische Energieversorgung“ an der Hochschule Hannover. Derzeit wissenschaftlicher Mitarbeiter an der EBZ Business School. Forschung in den Gebieten Gebäudeautomation, Gebäudeenergieversorgung, Assistenzfunktionen durch Smart Home Technologien.



Simon Jurkschat, M. Sc.

studierte an der Universität Duisburg-Essen Maschinenbau. Neben dem Studium arbeitete Simon Jurkschat am Zentrum für Brennstoffzellentechnik in Duisburg. Seit 2019 ist Simon Jurkschat als wissenschaftlicher Mitarbeiter, für die Professur von Viktor Grinewitschus, im Bereich Energiefragen der Immobilienwirtschaft an der EBZ Business School tätig. Dort arbeitete er federführend unter anderem an dem öffentlich geförderten BaltBest-Projekt.

Literaturverzeichnis

- Abrahamse, W.; Steg, L., 2013: Social influence approaches to encourage resource conservation: A meta-analysis. In: *Global Environmental Change* 23 (6), S. 1773–1785. DOI: 10.1016/j.gloenvcha.2013.07.029.
- Abrahamse, W.; Steg, L.; Vlek, C.; Rothengatter, T., 2005: A review of intervention studies aimed at household energy conservation. In: *Journal of Environmental Psychology* 25 (3), S. 273–291. DOI: 10.1016/j.jenvp.2005.08.002.
- Abrahamse, W.; Steg, L.; Vlek, C.; Rothengatter, T., 2007: The effect of tailored information, goal setting, and tailored feedback on household energy use, energy-related behaviors, and behavioral antecedents. In: *Journal of Environmental Psychology* 27 (4), S. 265–276. DOI: 10.1016/j.jenvp.2007.08.002.
- AMEV – Arbeitskreis Maschinen- und Elektrotechnik staatlicher und kommunaler Verwaltungen, 2022: AMEV Technisches Monitoring. Zugriff: https://www.amev-online.de/AMEVinhalt/Planen/Monitoring/TechnischesM/2020-08-01_Technisches_Monitoring_2020.pdf [abgerufen am 31.05.2022].
- Axon, S.; Morrissey, J.; Aiesha, R.; Hillman, J.; Revez, A.; Lennon, B., 2018: The human factor: Classification of European community-based behaviour change initiatives. In: *Journal of Cleaner Production* 182, S. 567–586. DOI: 10.1016/j.jclepro.2018.01.232.
- Bodin, Ö.; Crona, B., 2009: The role of social networks in natural resource governance: What relational patterns make a difference? In: *Global Environmental Change* 19 (3), S. 366–374. DOI: 10.1016/j.gloenvcha.2009.05.002.
- Burn, S., 1991: Social Psychology and the Stimulation of Recycling Behaviors: The Block Leader Approach. In: *J Appl Social Psychol* 21 (8), S. 611–629. DOI: 10.1111/j.1559-1816.1991.tb00539.x.
- Burns, R.; Donovan, A.; Ackermann, R.; Finch, E.; Rothman, A.; Jeffery, R., 2012: A theoretically grounded systematic review of material incentives for weight loss: implications for interventions. In: *Ann Behav Med* 44 (3), S. 375–388. DOI: 10.1007/s12160-012-9403-4.
- Cobern, M.; Porter, E.; Leeming, F.; Dwyer, W., 1995: The Effect of Commitment on Adoption and Diffusion of Grass Cycling. In: *Environment and Behavior* 27 (2), S. 213–232. DOI: 10.1177/0013916595272006.
- Cosic, A.; Cosic, H.; Ille, S., 2018: Can nudges affect students' green behaviour? A field experiment. In: *Journal of Behavioral Economics for Policy* 2018 (1), Artikel 2, S. 107–111.
- Cserne, P., 2014: *Behavioural Public Policy* by Adam Oliver. Cambridge University Press, S. 278–280. DOI: 10.1017/S1867299X00003743.
- Curtis, J.; McCoy, D.; Aravena, C., 2018: Heating system upgrades: The role of knowledge, socio-demographics, building attributes and energy infrastructure. In: *Energy Policy* 120, S. 183–196. DOI: 10.1016/j.enpol.2018.05.036.
- DIN EN ISO 50001, 2011: *Energiemanagementsysteme – Anforderungen mit Anleitung zur Anwendung*, Beuth-Verlag, Berlin, 2011.
- DIN EN ISO 52120-1, 2019: *Energieeffizienz von Gebäuden - Einfluss von Gebäudeautomation und Gebäudemanagement - Teil 1: Module M10-4, 5, 6, 7, 8, 9, 10*, Beuth-Verlag, Berlin, 2019.
- Dupré, M.; Meineri, S., 2016: Increasing recycling through displaying feedback and social comparative feedback. In: *Journal of Environmental Psychology* 48, S. 101–107. DOI: 10.1016/j.jenvp.2016.07.004.
- Eisenberger, R.; Cameron, J., 1996: Detrimental effects of reward. Reality or myth? In: *The American psychologist* 51 (11), S. 1153–1166. DOI: 10.1037//0003-066x.51.11.1153.
- Gaspari, J.; Antonini, E.; Marchi, L.; Vodola, V., 2021: Energy Transition at Home: A Survey on the Data and Practices That Lead to a Change in Household Energy Behavior. In: *Sustainability* 13 (9), S. 5268. DOI: 10.3390/su13095268.

- Geelen, D.; Mugge, R.; Silvester, S.; Bulters, A., 2019: The use of apps to promote energy saving: a study of smart meter-related feedback in the Netherlands. In: *Energy Efficiency* 12 (6), S. 1635–1660. DOI: 10.1007/s12053-019-09777-z.
- Goette, L.; Leong, C.; Qian, N., 2019: Motivating household water conservation: A field experiment in Singapore. In: *PLoS ONE* 14 (3), e0211891. DOI: 10.1371/journal.pone.0211891.
- Goldstein, N.; Cialdini, R.; Griskevicius, V., 2008: A Room with a Viewpoint: Using Social Norms to Motivate Environmental Conservation in Hotels. In: *J Consum Res* 35 (3), S. 472–482. DOI: 10.1086/586910.
- González-Briones, A.; Prieto, J.; La Prieta, F.; Demazeau, Y.; Corchado, J., 2021: Virtual agent organizations for user behaviour pattern extraction in energy optimization processes: A new perspective. In: *Neurocomputing* 452, S. 374–385. DOI: 10.1016/j.neucom.2020.05.117.
- Goulden, M.; Spence, A., 2015: Caught in the middle: The role of the Facilities Manager in organisational energy use. In: *Energy Policy* 85, S. 280–287. DOI: 10.1016/j.enpol.2015.06.014.
- Grilli, G.; Curtis, J., 2021: Encouraging pro-environmental behaviours: A review of methods and approaches. In: *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 135, S. 110039. DOI: 10.1016/j.rser.2020.110039.
- Grüne-Yanoff, T., 2016: Why Behavioural Policy Needs Mechanistic Evidence. In: *Economics and Philosophy* 32 (3), S. 463–483.
- Grüne-Yanoff, T.; Hertwig, R., 2016: Nudge Versus Boost: How Coherent are Policy and Theory? In: *Minds & Machines* 26 (1-2), S. 149–183. DOI: 10.1007/s11023-015-9367-9.
- Han, J.; Lee, E.; Cho, H.; Yoon, Y.; Lee, H.; Rhee, W., 2018: Improving the Energy Saving Process with High-Resolution Data: A Case Study in a University Building. In: *Sensors (Basel, Switzerland)* 18 (5). DOI: 10.3390/s18051606.
- Handt & Wolber, 2021: Hoba Website. Zugriff: <https://hoba.app/> [abgerufen am 12.01.2022].
- Hong, J.; She, Y.; Wang, S.; Dora, M., 2019: Impact of psychological factors on energy-saving behavior: Moderating role of government subsidy policy. In: *Journal of Cleaner Production* 232, S. 154–162. DOI: 10.1016/j.jclepro.2019.05.321.
- Hsu, W.; Tseng, C.; Kang, S., 2018: Using Exaggerated Feedback in a Virtual Reality Environment to Enhance Behavior Intention of Water-Conservation. In: *Journal of Educational Technology & Society* 21 (4), S. 187–203. Online verfügbar unter <http://www.jstor.org/stable/26511548>.
- Jain, R.; Taylor, J.; Culligan, P., 2013: Investigating the impact eco-feedback information representation has on building occupant energy consumption behavior and savings. In: *Energy and Buildings* 64, S. 408–414. DOI: 10.1016/j.enbuild.2013.05.011.
- B, K.; Martino, S.; Visser, M., 2017: Behavioural Nudges for Water Conservation: Experimental Evidence from Cape Town. In: *Journal of Environmental Economics and Management* Volume 121. DOI: 10.1016/j.jjeem.2023.102852.
- Kluger, A.; DeNisi, A., 1996: The effects of feedback interventions on performance: A historical review, a meta-analysis, and a preliminary feedback intervention theory. In: *Psychological bulletin* 119 (2), S. 254–284. DOI: 10.1037/0033-2909.119.2.254.
- Kurz, T.; Donaghue, N.; Walker, I., 2005: Utilizing a Social-Ecological Framework to Promote Water and Energy Conservation: A Field Experiment1. In: *J Appl Social Psychol* 35 (6), S. 1281–1300. DOI: 10.1111/j.1559-1816.2005.tb02171.x.
- Lazowski, B.; Parker, P.; Rowlands, I., 2018: Towards a smart and sustainable residential energy culture: assessing participant feedback from a long-term smart grid pilot project. In: *Energy Sustain Soc* 8 (1). DOI: 10.1186/s13705-018-0169-9.

- Lede, E.; Meleady, R.; Seger, C., 2019: Optimizing the influence of social norms interventions: Applying social identity insights to motivate residential water conservation. In: *Journal of Environmental Psychology* 62, S. 105–114. DOI: 10.1016/j.jenvp.2019.02.011.
- Legault, L.; Bird, S.; Powers, S.; Sherman, A.; Schay, A.; Hou, D.; Janoyan, K., 2020: Impact of a Motivational Intervention and Interactive Feedback on Electricity and Water Consumption: A Smart Housing Field Experiment. In: *Environment and Behavior* 52 (6), S. 666–692. DOI: 10.1177/0013916518811433.
- Lokhorst, A.; van Dijk, J.; Staats, H.; van Dijk, E.; Snoo, G., 2010: Using Tailored Information and Public Commitment to Improve the Environmental Quality of Farm Lands: An Example from the Netherlands. In: *Human Ecology* 38 (1), S. 113–122. DOI: 10.1007/s10745-009-9282-x.
- McCalley, L.; Midden, C., 2002: Energy conservation through product-integrated feedback: The roles of goal-setting and social orientation. In: *Journal of Economic Psychology* 23 (5), S. 589–603. DOI: 10.1016/S0167-4870(02)00119-8.
- McKenzie-Mohr, D.; Schultz, P., 2014: Choosing Effective Behavior Change Tools. In: *Social Marketing Quarterly* 20 (1), S. 35–46. DOI: 10.1177/1524500413519257.
- Mitchell, M.; Orstad, S.; Biswas, A.; Oh, P.; Jay, M.; Pakosh, M.; Faulkner, G., 2020: Financial incentives for physical activity in adults: systematic review and meta-analysis. In: *Br J Sports Med* 54 (21), S. 1259–1268. DOI: 10.1136/bjsports-2019-100633.
- Msengi, I., 2019: Development and Evaluation of Innovative Recycling Intervention Program Using the Health Belief Model (HBM). In: *OJPM* 09 (04), S. 29–41. DOI: 10.4236/ojpm.2019.94004.
- Murtagh, N.; Nati, M.; Headley, W.; Gatersleben, B.; Gluhak, A.; Imran, M.; Uzzell, D., 2013: Individual energy use and feedback in an office setting: A field trial. In: *Energy Policy* 62, S. 717–728. DOI: 10.1016/j.enpol.2013.07.090.
- Owens, S., 2000: Engaging the Public: Information and Deliberation in Environmental Policy. In: *Environ Plan A* 32 (7), S. 1141–1148. DOI: 10.1068/a3330.
- Peacock, A.; Chaney, J.; Goldbach, K.; Walker, G.; Tuohy, P.; Santonja, S., 2017: Co-designing the next generation of home energy management systems with lead-users. In: *Applied ergonomics* 60, S. 194–206. DOI: 10.1016/j.apergo.2016.11.016.
- Poortinga, W.; Whitaker, L., 2018: Promoting the Use of Reusable Coffee Cups through Environmental Messaging, the Provision of Alternatives and Financial Incentives. In: *Sustainability* 10 (3), S. 873. DOI: 10.3390/su10030873.
- Rajapaksa, D.; Gifford, R.; Torgler, B.; Garcia-Valiñas, M.; Athukorala, W.; Managi, S.; Wilson, C., 2019: Do monetary and non-monetary incentives influence environmental attitudes and behavior? Evidence from an experimental analysis. In: *Resources, Conservation & Recycling* 149, S. 168–176. DOI: 10.1016/j.resconrec.2019.05.034.
- Ramos, A.; Labandeira, X.; Löschel, A., 2016: Pro-environmental Households and Energy Efficiency in Spain. In: *Environ Resource Econ* 63 (2), S. 367–393. DOI: 10.1007/s10640-015-9899-8.
- Richter, W.; Ender, T.; Hartmann, T.; Kremonke, A.; Oschatz, B.; Seifert, J., 2003: Einfluss des Nutzerverhaltens auf den Energieverbrauch in Niedrigenergie- und Passivhäusern. Herausgeber: Fraunhofer IRB-Verlag. Stuttgart.
- Schwartz, T.; Stevens, G.; Jakobi, T.; Deneff, S.; Ramirez, L.; Wulf, V.; Randall, D., 2015: What People Do with Consumption Feedback: A Long-Term Living Lab Study of a Home Energy Management System. In: *Interact. Comput.* 27 (6), S. 551–576. DOI: 10.1093/iwc/iwu009.
- Spence, A.; Goulden, M.; Leygue, C.; Banks, N.; Bedwell, B.; Jewell, M., 2018: Digital energy visualizations in the workplace: the e-Genie tool. In: *Building Research & Information* 46 (3), S. 272–283. DOI: 10.1080/09613218.2018.1409569.

Staddon, S.; Cych, C.; Goulden, M.; Leygue, C.; Spence, A., 2016: Intervening to change behaviour and save energy in the workplace: A systematic review of available evidence. In: *Energy Research & Social Science* 17, S. 30–51. DOI: 10.1016/j.erss.2016.03.027.

Steinmetz, R.; Srirattanaporn, S.; Mor-Tip, J.; Seuaturien, N., 2014: Can community outreach alleviate poaching pressure and recover wildlife in South-East Asian protected areas? In: *J Appl Ecol* 51 (6), S. 1469–1478. DOI: 10.1111/1365-2664.12239.

Tado, 2022: Energie sparen mit tado°. Zugriff: <https://www.tado.com/de-de/einsparungen?srsId=AfmBOoo6djS8X0Bu4YNtYcJxodeYV-gh2Xh5Rdi9T6WorqQ2KzOcYA8U> [abgerufen am 24.11.2022].

Terrier, L.; Marfaing, B., 2015: Using social norms and commitment to promote pro-environmental behavior among hotel guests. In: *Journal of Environmental Psychology* 44, S. 10–15. DOI: 10.1016/j.jenvp.2015.09.001.

Timlett, R.; Williams, I., 2008: Public participation and recycling performance in England: A comparison of tools for behaviour change. In: *Resources, Conservation and Recycling* 52 (4), S. 622–634. DOI: 10.1016/j.resconrec.2007.08.003.

Unsworth, K.; Dmitrieva, A.; Adriasola, E., 2013: Changing behaviour: Increasing the effectiveness of workplace interventions in creating pro-environmental behaviour change. In: *J. Organiz. Behav.* 34 (2), S. 211–229. DOI: 10.1002/job.1837.

Wallen, K.; Daut, E., 2018: The challenge and opportunity of behaviour change methods and frameworks to reduce demand for illegal wildlife. In: *NC* 26, S. 55–75. DOI: 10.3897/natureconservation.26.22725.

Whitmarsh, L.; O'Neill, S., 2010: Green identity, green living? The role of pro-environmental self-identity in determining consistency across diverse pro-environmental behaviours. In: *Journal of Environmental Psychology* 30 (3), S. 305–314. DOI: 10.1016/j.jenvp.2010.01.003.

Winett, R.; Leckliter, I.; Chinn, D.; Stahl, B.; Love, S., 1985: Effects of television modeling on residential energy conservation. In: *J.APPL.BEHAV.ANAL.* 18 (1), S. 33–44. DOI: 10.1901/jaba.1985.18-33.

Wood, G.; Day, R.; Creamer, E.; van der Horst, D.; Hussain, A.; Liu, S., 2019: Sensors, sense-making and sensitivities: UK household experiences with a feedback display on energy consumption and indoor environmental conditions. In: *Energy Research & Social Science* 55, S. 93–105. DOI: 10.1016/j.erss.2019.04.013.

Yeomans, M.; Herberich, D., 2014: An experimental test of the effect of negative social norms on energy-efficient investments. In: *Journal of Economic Behavior & Organization* 108, S. 187–197. DOI: 10.1016/j.jebo.2014.09.010.

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 Stichworte der Kreuzrecherche	9
Abbildung 2 Veröffentlichungen im Zeitverlauf	10
Abbildung 3 Forschungsherkunft: Übersicht weltweit	10
Abbildung 4 Forschungsherkunft: Anzahl an Veröffentlichungen weltweit	11
Abbildung 5 Kategorien der Publikationen	11
Abbildung 6 Forschungsschwerpunkte	12
Abbildung 7 Vergleich der Projektlaufzeiten	13
Abbildung 8 Elektrische Energieeinsparungen in Referenzprojekten	14
Abbildung 9 Thermische Energieeinsparungen in Referenzprojekten	14
Abbildung 10 Umsetzung von Nutzerinformationsstrategien	25
Abbildung 11 Erfolg von Nutzerinformationsstrategien	26
Abbildung 12 Technische Ausbaustufen eines Nutzerinformationssystems	31
Abbildung 13 Ermittlung des Informationsbedarfs von Gebäudenutzenden	34
Abbildung 14 Zusammenfassung des Informationsbedarfs von Gebäudenutzenden	36
Abbildung 15 Zusammensetzung der Nutzerinformationen	37
Abbildung 16 Auswirkungen von Nutzerinteraktionen auf die Gebäudeenergieeffizienzklasse	40
Abbildung 17 Allgemeines Schema Nutzerinformationssystems	42
Abbildung 18 Abfolge in der Interaktionsebene	42
Abbildung 19 Phasen für die Findung von Informationsstrategien	43
Abbildung 21 Welchen Arbeitsplatz nutzen Sie?	63
Abbildung 22 Welche Ausstattung bietet Ihr Arbeitsplatz?	63
Abbildung 23 Welche Maßnahmen treffen Sie zusätzlich zum Lüften?	64
Abbildung 24 Wie lange lüften Sie je Lüftungsvorgang?	64
Abbildung 25 Warum lüften Sie?	65
Abbildung 26 Umgang mit anderer Wunschtemperatur und Lüftungsverhalten	65
Abbildung 27 Wie finden Sie den Umgang Ihres Arbeitgebers mit dem Thema Energiesparen?	66
Abbildung 28 Verhalten als relevanter Einfluss auf den Gebäudeenergieverbrauch?	66
Abbildung 29 Was motiviert Sie, am Arbeitsplatz Energie zu sparen?	67
Abbildung 30 Was würde Ihnen helfen, am Arbeitsplatz Energie zu sparen?	67
Abbildung 31 Automatische Absenkung der Raumtemperatur bei Nichtbenutzung?	68
Abbildung 32 Was tun Sie, wenn Sie mit dem Raumklima unzufrieden sind?	68

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1 Zuordnung von Nutzerinformationsstrategien zu Informationskanälen	32
Tabelle 2 Auszug Effizienzfaktoren von NWG aus der DIN EN ISO 52120-1	35
Tabelle 3 Synergien zwischen Nutzerinformationsstrategien	44

Anlagen

- Tabelle mit Gebäudeautomationsfunktionen, dem Nutzereinfluss, Auswirkungen auf die Energieeffizienz und Informationsdefiziten „GA-Funktionstabelle“
- Fragebogen zur Findung von geeigneten Strategien „Leitfaden_Strategiefindung“
- Fragebogen zum Nutzerverhalten in Hamminkeln „Nutzerumfrage“
- Ergebnisse der Umfrage in Hamminkeln „Ergebnisse_Nutzerumfrage“
- Vorlesung für die Studierenden zum Thema NI „Vorlesung Nutzerinformationssysteme“

Anhang A: Übersicht der Referenzprojekte

n	Titel	Autor	Laufzeit	Dimension	Ersparnisse
1	A human-centred approach to smart housing	Agee, P.; Gao, X. H.; Paige, F.; McCoy, A.; Kleiner, B.	6 Jahre		
2	Virtual agent organizations for user behaviour pattern extraction in energy optimization processes: A new perspective	Gonzalez-Briones, A.; Prieto, J.; La Prieta, F. de; Demazeau, Y.; Corchado, J. M.	2 Monate	2 Haushalte	21,5 % thermisch
3	Investigating the impact eco-feedback information representation has on building occupant energy consumption behavior and savings	Jain, R. K.; Taylor, J. E.; Culligan, P. J.	10 Monate	39 Personen	10 % undefiniert
4	How smart do smart meters need to be?	Mogles, N.; Walker, I.; Ramallo-Gonzalez, A. P.; Lee, J.; Natarajan, S.; Padget, J.; Gabe-Thomas, E.; Lovett, T.; Ren, G.; Hyniewska, S.; O'Neill, E.; Hourizi, R.; Coley, D		43 Personen	22 % thermisch, 0 % elektrisch

5	Towards a smart and sustainable residential energy culture: assessing participant feedback from a long-term smart grid pilot project	Lazowski, B.; Parker, P.; Rowlands, I. H.	3 Jahre	25 Personen	
6	Impact of a Motivational Intervention and Interactive Feedback on Electricity and Water Consumption: A Smart Housing Field Experiment	Legault, L.; Bird, S.; Powers, S. E.; Sherman, A.; Schay, A.; Hou, D. Q.; Janoyan, K.	3 Monate	77 Wohnungen	
7	Unintended outcomes of electricity smart-metering: trading-off consumption and investment behaviour	McCoy, D.; Lyons, S.	12 Monate	2500 Personen	
8	Sensors, sense-making and sensitivities: UK household experiences with a feedback display on energy consumption and indoor environmental conditions.	Wood, G.; Day, R.; Creamer, E.; van der Horst, D.; Hussain, A.; Liu, S. L.; Shukla, A.; Iweka, O.; Gaterell, M.; Petridis, P.; Adams, N.; Brown, V.	16 Monate	19 (sozial) Wohnungen	„kleine“ in elektrisch, 0 % thermisch
9	Individual energy use and feedback in an office setting: A field trial.	Murtagh, N.; Nati, M.; Headley, W. R.; Gatersleben, B.; Gluhak, A.; Imran, M. A.; Uzzell, D.	22 Wochen	83 Personen	15 % elektrisch
10	Charms Projekt		18 Wochen	316 Haushalte	3 % elektrisch
11	Smart Communities		2 Jahre	400 Haushalte	
12	What People Do with Consumption Feedback: A Long-Term Living Lab Study of a Home Energy Management System.	Schwartz, T.; Stevens, G.; Jakobi, T.; Deneff, S.; Ramirez, L.; Wulf, V.; Randall, D.	18 Monate	7 Haushalte	7,8 % elektrisch
13	Einfluss des Nutzerverhaltens auf den Energieverbrauch in Niedrigenergie- und Passivhäusern.	Wolfgang Richter, Thomas Ender, Thomas Hartmann,	8 Wochen	600 Personen	37.09 % elektrisch (nicht klimabereinigt)

		André Kremonke, Bert Oschatz, Joachim Seifert			
14	Enhancing Energy Conservation by a Household Energy Game	Fijnheer, J. D.; van Oostendorp, H.; Veltkamp, R. C.	11 Wochen		30 % thermisch, 12,9 % elektrisch
15	The use of apps to promote energy saving: a study of smart meter-related feedback in the Netherlands.	Geelen, D.; Mugge, R.; Silvester, S.; Bulters, A.	16 Monate	519 Haushalte	0 % elektrisch und thermisch
16	Improving the Energy Saving Process with High-Resolution Data: A Case Study in a University Building.	Han, J.; Lee, E.; Cho, H.; Yoon, Y.; Lee, H.; Rhee, W.	1 Woche	45-60 Personen	25,4 % elektrisch
17	Evaluation of the space heating calculations within the Irish Dwelling Energy Assessment Procedure using sensor measurements from residential homes	Hunter, G.; Hoyne, S.; Noonan, L.	28 Monate	67 Haushalte	
18	Energy-saving occupant behaviours in offices: change strategies.	Mulville, M.; Jones, K.; Huebner, G.; Powell-Greig, J.	200 Tage	39 Personen	18,8 % elektrisch
19	Energy use in social housing residents in the UK and recommendations for developing energy behaviour change interventions	Hafner, R. J.; Pahl, S.; Jones, R. V.; Fuertes, A.		20 Personen	
20	Impact of psychological factors on energy-saving behavior: Moderating role of government subsidy policy	Hong, J.; She, Y.; Wang, S. Y.; Dora, M.		497 Personen	
21	Socio-Economic Effect on ICT-Based Persuasive Interventions Towards Energy Efficiency in Tertiary Buildings	Casado-Mansilla, D.; Tsolakis, A. C.; Borges, C. E.; Kamara-Esteban, O.; Krinidis, S.; Avila, J. M.; Tzovaras, D.; Lopez-de-Ipina, D.		350 Personen	

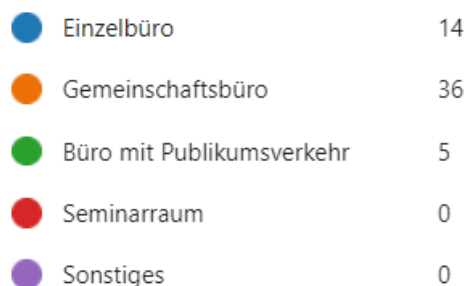
Anhang B: Umfrageergebnisse

Ergebnisse:

Für die Umfrage im Rathaus Hamminkeln konnten 55 Personen gewonnen werden. Eine große Mehrheit (73 %) der Befragten ist 40 Jahre oder älter, nur 15 % der Befragten ist jünger als 30 Jahre. Von 55 Befragten gaben 23 als höchsten Bildungsabschluss einen Hochschulabschluss an, weitere 18 gaben an die Hochschulreife / Fachhochschulreife zu besitzen, 12 gaben die Mittlere Reife an und 2 Befragte enthielten sich.

Zwei Drittel (65 %) der Umfrageteilnehmenden arbeitet in einem Gemeinschaftsbüro, nur ein Viertel der Teilnehmenden arbeitet in einem Einzelbüro, siehe Abbildung 20.

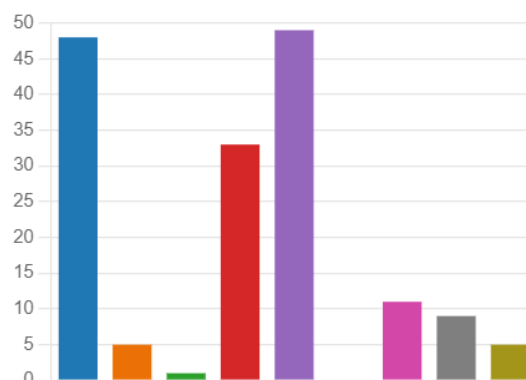
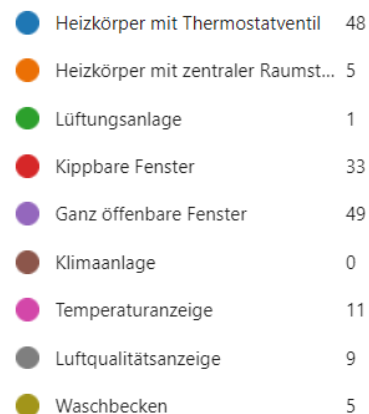
Abbildung 20
Welchen Arbeitsplatz nutzen Sie?



Quelle: EBZ Business School GmbH

Die meisten Angestellten haben am Arbeitsplatz Zugriff auf einen Heizkörper mit Thermostatventil und ganz Öffnbaren oder kippbaren Fenstern. Anzeigen der Raumluftqualität oder Raumtemperatur sind hingegen kaum vorhanden, Abbildung 21.

Abbildung 21
Welche Ausstattung bietet Ihr Arbeitsplatz?



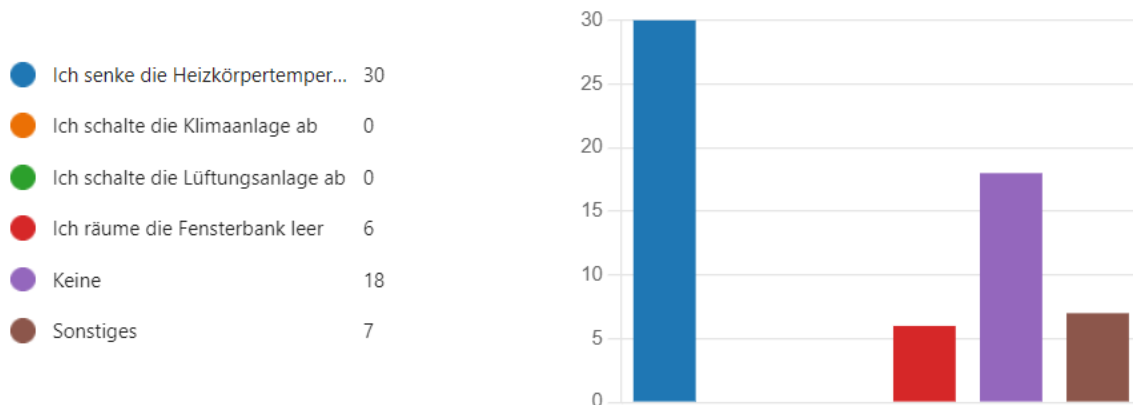
Orange: Heizkörper mit zentraler Raumsteuerung

Quelle: EBZ Business School GmbH

Auf die Frage „Wie lüften Sie?“ gaben 52 % an, mit vollständig geöffnetem Fenster zu lüften. 18 % gaben als Grund für Kippplüften an, dass die Fensterbank vollstehen würde oder ein technischer Grund vorliegt. 30 von 55 Befragten gaben an, die Heizkörpertemperatur vor dem Lüften zu reduzieren, während 18 keine Maßnahme vor dem Lüften treffen, siehe Abbildung 22.

Abbildung 22

Welche Maßnahmen treffen Sie zusätzlich zum Lüften?



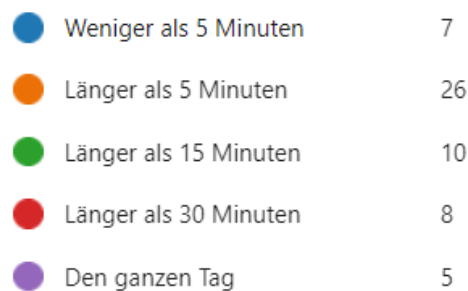
Blau: Ich senke die Heizkörpertemperatur

Quelle: EBZ Business School GmbH

Bei der Frage nach der Lüftungsdauer gaben nur 13 % der Teilnehmenden an, weniger als 5 Minuten zu Lüften. Die große Mehrheit (64 %) lüftet zwischen 5 und 30 Minuten. 9 % der Teilnehmenden gaben darüber hinaus an, den ganzen Tag zu Lüften, siehe Abbildung 23.

Abbildung 23

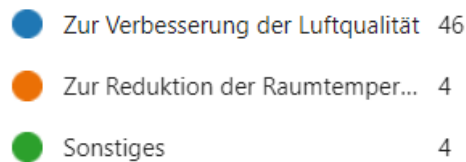
Wie lange lüften Sie je Lüftungsvorgang?



Quelle: EBZ Business School GmbH

Eine absolute Mehrheit von 85 % lüftet zur Verbesserung der Luftqualität, nur eine Minderheit von 7 % lüftet zur Reduktion der Raumtemperatur. Befragte die als Antwort „Sonstiges“ angaben, lüfteten zur Steuerung der Raumtemperatur und Luftqualität, siehe Abbildung 24.

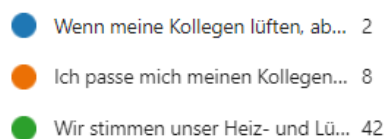
Abbildung 24
Warum lüften Sie?



Quelle: EBZ Business School GmbH

Weil ein Großteil der Befragten in Gemeinschaftsbüros arbeitet, ist das soziale Heizungsverhalten von Bedeutung. Das persönliche Empfinden der Raumlufttemperatur und -qualität ist subjektiv. Dadurch kann es im alltäglichen Leben zu Konfliktsituationen kommen. Dafür wurde beispielhaft gefragt, was getan wird, wenn einem Mitarbeitenden kalt ist und ein anderer zur Verbesserung der Luftqualität lüften möchte. Drei Viertel der Befragten stimmt sich zum Lüften und Heizen ab. Acht Personen gaben an, sich den Kollegen anzupassen und nur zwei heizen auch dann, wenn Ihre Kollegen lüften.

Abbildung 25
Umgang mit anderer Wunschtemperatur und Lüftungsverhalten



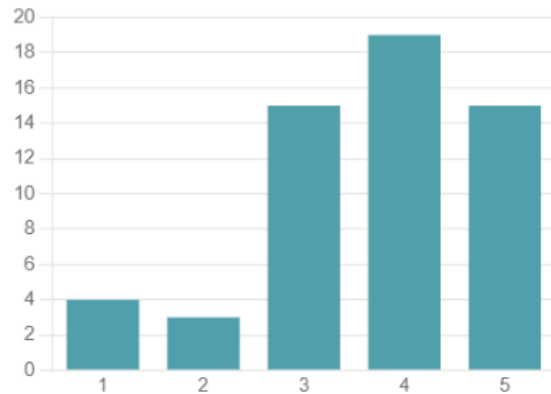
Blau: Wenn meine Kollegen lüften, aber ich friere, dann drehe ich die Heizung auf, Orange: Ich passe mich meinen Kollegen an, Grün: Wir stimmen unser Heiz- und Lüftungsverhalten ab

Quelle: EBZ Business School GmbH

Es ist zu beachten, dass die Mitarbeiter im Rathaus Hamminkeln eine sensibilisierte Gruppe sind. So gaben 98 % der Befragten an, dass Ihr Arbeitgeber Ihnen Handlungsanweisungen oder Empfehlungen an die Hand gäbe, um Energie zu sparen. Den Umgang Ihres Arbeitgebers mit dem Thema Energiesparen bewerteten die Befragten im Schnitt mit 3.7 von 5 Punkten. Nur eine Minderheit von 7 Befragten gab eine Bewertung unterhalb von 3 Punkten ab, siehe Abbildung 26.

Abbildung 26
Wie finden Sie den Umgang Ihres Arbeitgebers mit dem Thema Energiesparen?

3.68
Durchschnittliche Bewertung



Quelle: EBZ Business School GmbH

Obwohl der Umgang des Arbeitgebers mit dem Thema Energie mehrheitlich positiv bewertet wird, glauben 18 % der Befragten nicht, dass Ihr eigenes Verhalten einen relevanten Einfluss auf den Gebäudeenergieverbrauch hat, Abbildung 25.

Abbildung 27
Verhalten als relevanter Einfluss auf den Gebäudeenergieverbrauch?

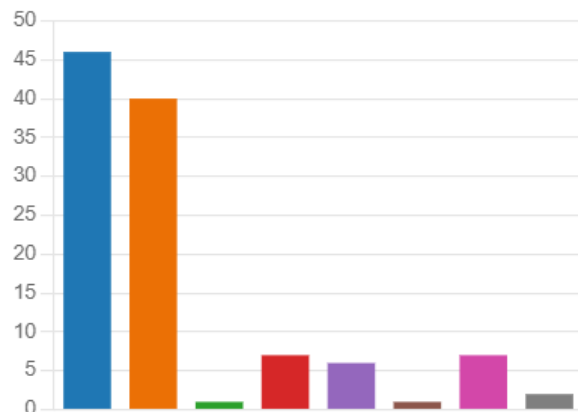


Quelle: EBZ Business School GmbH

Besonders die Umwelt motiviert die Befragten Energie am Arbeitsplatz zu sparen, dicht gefolgt von Kosteneinsparungen. Dies ist erstaunlich, denn i.d.R. werden Angestellte nicht an etwaigen Kosteneinsparungen beteiligt, schon weil häufig eine direkte Zuordnung von Einsparungen nicht möglich ist. Beteiligung an den Einsparungen, Austausch mit den Kollegen und Energiespar-Helfer werden mit zweimal 7 und einmal 6 Stimmen ebenfalls überdurchschnittlich häufig erwähnt.

Abbildung 28

Was motiviert Sie, am Arbeitsplatz Energie zu sparen?



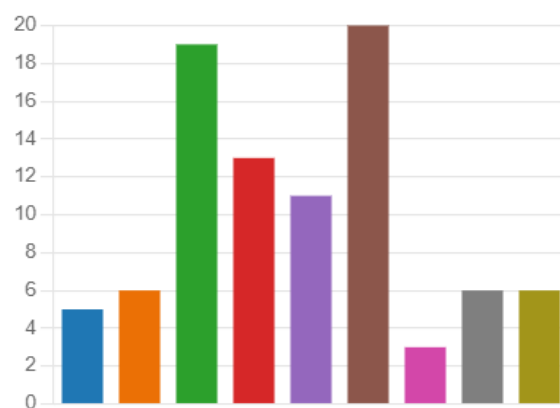
Rot: Teilhabe an etwaigen Einsparungen

Quelle: EBZ Business School GmbH

Obwohl ein großer Teil der Befragten motiviert ist Energie zu sparen fühlen sich die Befragten im Mittel auf einer Skala von 1 bis 5 nur zu 3.5 Punkten gut informiert. Die Befragten gaben an, dass Ihnen vor allem die Anzeige des Raumklimas und regelmäßige Verbrauchsrückmeldungen helfen würden. Aber auch ein sofortiges Feedback bei Energieeinsparpotential oder witzige Energiesparhelfer würden angenommen werden, Abbildung 29.

Abbildung 29

Was würde Ihnen helfen, am Arbeitsplatz Energie zu sparen?



Blau: Eine einmalige Einführung bei Erstnutzung des Arbeitsplatzes, Orange: Regelmäßige Energieeffizienz-Schulungen, Grün: Regelmäßige Energieverbrauchsberichte, Rot: Sofortiges Feedback bei energieintensivem Verhalten

Quelle: EBZ Business School GmbH

Die Raumtemperatur kann durch Zeitprogramme bei Abwesenheit abgesenkt werden, um Energie zu sparen. 90 % der Befragten sehen bei dieser Funktion keine Probleme. Die verbleibenden 10 % äußerten Sorgen, dass das Gebäude nicht rechtzeitig aufheizt und es so am Montag oder am Morgen kalt im Büro ist. Auch beim Arbeiten außerhalb der regulären Arbeitszeit kann es zu Konflikten kommen.

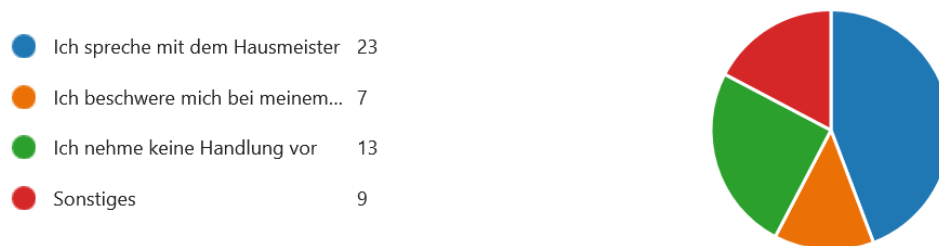
Abbildung 30
Automatische Absenkung der Raumtemperatur bei Nichtbenutzung?



Quelle: EBZ Business School GmbH

Wenn die Befragten unzufrieden mit dem Raumklima sind, wendet sich die Mehrheit an den Hausmeister (44 %) oder an ihren Vorgesetzten (13 %). 25 % akzeptieren die Umstände und nehmen keine Handlung vor. Unter den „sonstigen“ Antworten fallen dickere Kleidung anziehen, Absprache mit den Kollegen und in einem Fall das eigenständige Einstellen der Anlage.

Abbildung 31
Was tun Sie, wenn Sie mit dem Raumklima unzufrieden sind?



Quelle: EBZ Business School GmbH