

Indikatoren aus der Forschungsinitiative Energiewendebauen

Übersicht von gebäude- und technologiespezifischen Indikatoren für den energieeffizienten Gebäudebereich in Form von Listen und Steckbriefen

Dezember 2024

verfasst von Linda Lyslow, Heike Erhorn-Kluttig (Fraunhofer-Institut für Bauphysik IBP)



Inhalt

1.	Einleitung	3
2.	Indikatoren von energieeffizienten Gebäuden	3
2.1	Energieeffizienz eines Gebäudes	3
2.2	Bedeutung und Relevanz von Indikatoren.....	4
2.3	Gebäude- und technologiespezifische Indikatoren	4
3.	Datengrundlage und Vorgehensweise	7
3.1	Datengrundlagen	7
3.2	Datengrundlage Befragung.....	8
3.3	Datengrundlage Abschlussberichte	10
4.	Indikator Darstellung und -bewertung.....	11
4.1	Ergebnisdarstellung.....	11
4.1.1	Indikatorlisten.....	11
4.1.2	Indikator-Steckbrief.....	13
4.2	Indikatorbewertung	14
5.	Indikatorlisten.....	16
5.1	Gebäudespezifische Indikatoren	17
5.2	Technologiespezifische Indikatoren.....	22
6.	Zusammenfassung und Erkenntnisse.....	24
7.	Ausblick.....	27
8.	Anhang: Indikator-Steckbriefe.....	28
	Abkürzungsverzeichnis:	161
	Literaturverzeichnis:.....	162

1. Einleitung

Das Modul 2 (Gebäude) der wissenschaftlichen Begleitforschung der Forschungsinitiative Energiewendebauen (EWB) analysiert die Gebäudeprojekte der Forschungsinitiative und führt in Bezug auf verschiedene Themen Querauswertungen durch. Die gewonnenen Informationen werden aufbereitet und transformiert. Ein zu behandelndes Thema ist dabei die Identifizierung und Schaffung einer Übersicht über die in dem Gebäudebereich angewendeten Indikatoren. Ein Indikator ist definiert als »ein Merkmal, welches als Vergleich für einen Zustand bzw. für eine bestimmte Entwicklung herangezogen wird« [1]. Die Indikatoren im Gebäudebereich können entweder die Merkmale eines Gebäudes wiedergeben, also gebäudespezifisch sein, oder die Merkmale einer Technologie beschreiben, sogenannte technologiespezifische Indikatoren. Im Rahmen der Indikatoranalyse werden zwei Ziele verfolgt:

1. Die Ableitung von gebäude- und technologiespezifischen Indikatoren für den energieeffizienten Gebäudebereich aus Forschungsprojekten.
2. Die Vervollständigung der abgeleiteten Indikatoren um die Angabe der Indikatorwerte bzw. die Bildung von Indikatorwertebereichen (als erster Schritt in Richtung von Benchmarks).

Die identifizierten Daten aus den Forschungsprojekten, die zur Entwicklung von Indikatoren im Gebäudebereich herangezogen werden können, werden in diesem Bericht zusammengetragen, gelistet und zusätzlich erläutert. In ähnlicher Weise wie beim Glossar für Begrifflichkeiten aus dem energieeffizienten Gebäudebereich [1] wird die Absicht verfolgt, für die Indikatoren eine gemeinsame Grundlage zu schaffen und damit die Anwendung der Indikatoren zu harmonisieren, sowie die Vergleichbarkeit und die Reproduzierbarkeit zu gewährleisten. Mit der Indikatoranalyse sollen der Stand und die Entwicklungen im Gebäudebereich dargestellt, aber auch die Relevanz von einzelnen Indikatoren in Bezug auf Energieeffizienz und Klimaneutralität im Gebäudebereich aufgezeigt werden.

Die im Rahmen dieser Arbeit verwendeten Abkürzungen werden im Abkürzungsverzeichnis am Ende des Dokuments erläutert.

2. Indikatoren von energieeffizienten Gebäuden

2.1 Energieeffizienz eines Gebäudes

Die Energieeffizienz eines Gebäudes beschreibt, wie gut das Gebäude die Energie nutzt, um eine komfortable und behagliche Umgebung für die Nutzer zu schaffen. Dabei kann die Energieeffizienz eines Gebäudes nur auf den Gebäudebetrieb bezogen betrachtet werden und/oder auf die Energieaufwendungen im gesamten Lebenszyklus, einschließlich der grauen Energie.

Auf der Gebäudebetriebsebene benötigt ein energieeffizientes Gebäude insgesamt weniger Energie für Heizung, Kühlung, Warmwasserbereitung, Lüftung, Beleuchtung und Nutzerstrom und hat damit geringere Energiekosten und einen reduzierten ökologischen Fußabdruck als ein nicht auf Energieeffizienz ausgerichtetes Gebäude. Gekennzeichnet wird ein energieeffizientes Gebäude unter anderem durch folgende Eigenschaften:

- Guter Wärmeschutz der Gebäudehülle: optimale Wärmedämmung von opaken Bauteilen sowie hochwertige Fenster mit Doppel- oder Dreifachverglasung
- Luftdichte Gebäudehülle: Vermeidung von unkontrollierten Wärmeverlusten und Bauschäden
- Energieeffiziente Heizungs-, Kühlungs- und Warmwassererzeugungssysteme

- Optimiertes Lüftungskonzept, Nutzung von Wärmerückgewinnung
- Tageslichtnutzung und effiziente Beleuchtungssysteme
- Nutzung erneuerbarer Energien bzw. Energien aus regenerativen Quellen
- Energiemanagementsysteme zur Überwachung und Optimierung des Energieverbrauchs
- Regenwassernutzung und effiziente Wasserversorgungssysteme (bspw. wassersparende Armaturen)

Im Rahmen der Lebenszyklusbetrachtung eines Gebäudes kann die Energieeffizienz auch die Ressourceneffizienz von Anlagensystemen und Baumaterialien umfassen, denn diese Aspekte tragen zusätzlich zum Gebäudebetrieb zur Umweltbelastung bei. Durch die Auswahl von Technologien/Produkten, die weniger Energie für ihre Produktion, Transport, Austausch bzw. Erneuerung und Entsorgung benötigen, kann ebenfalls ein Beitrag zur Energieeffizienz eines Gebäudes geleistet werden. Nachhaltige Materialien und Produkte, die recycelbar oder wiederverwendbar sind, reduzieren weiter die ökologische Belastung.

2.2 Bedeutung und Relevanz von Indikatoren

Um den Stand und die Trends im Gebäudebereich hinsichtlich der Eigenschaften eines energieeffizienten Gebäudes und der Aspekte der Umweltauswirkungen effektiv beschreiben und quantifizieren zu können, ist es notwendig, das vorhandene Datenmaterial in aussagekräftige Informationen umzuwandeln. Die Daten werden oft in unterschiedlicher Form von den Projektnehmenden bereitgestellt und/oder sind in den Berichten abgeschlossener Forschungsprojekte enthalten. Um aus diesen Daten verwertbare Informationen zu gewinnen, müssen sie systematisch zusammengestellt, aufbereitet und in Indikatoren transformiert werden. Indikatoren sind wichtig, da sie einen Vergleich auf verschiedenen Ebenen und die Beobachtung von Entwicklungen über die Zeit hinweg ermöglichen. Des Weiteren stellen Indikatoren ein Instrument dar, um die Einhaltung von aktuellen und künftigen Anforderungen an die Energieeffizienz und die Umweltauswirkungen zu überprüfen. Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass Indikatoren in folgenden Betrachtungen eine zentrale Rolle spielen:

- Darstellen eines umfassenden Überblicks über den aktuellen Stand der Forschung und Entwicklung
- Ermöglichen einer kontinuierlichen Überwachung des Fortschritts sowie die Darstellung von Trends und Entwicklungen
- Identifizieren von Bereichen mit Verbesserungspotential und/oder mit Handlungsbedarf
- Überprüfen und Bewerten der Effektivität von durchgeführten Projekten und Maßnahmen
- Bereitstellen von Daten und Informationen, die für Vergleiche und als Basis für weitere Forschungs- und Entwicklungsarbeiten dienen

2.3 Gebäude- und technologiespezifische Indikatoren

Im Vorfeld der umfassenden Indikatoranalyse wird in diesem Kapitel eine Übersicht zu den Themenbereichen von Indikatoren im Bereich energieeffiziente Gebäude präsentiert. Die Indikatoren werden dabei aufgeteilt in gebäudespezifische Indikatoren (Wiedergabe von Merkmalen eines Gebäudes) und technologiespezifische Indikatoren (Wiedergabe von Merkmalen einer Technologie).

Die gebäudespezifischen Indikatoren betreffen meistens mehrere Aspekte eines Gebäudes. Diese können in insgesamt neun Kategorien eingeteilt werden, wie in Abbildung 1 dargestellt. In Tabelle 1 werden die einzelnen Kategorien kurz erläutert.

In Bezug auf den Schwerpunkt »energieeffizientes Gebäude« sind die Indikatoren aus den Kategorien Ästhetik, Funktionalität und Sicherheit weniger relevant und werden nicht näher betrachtet. Zunächst erscheint auch der Aspekt der Wirtschaftlichkeit bzw. der mit dem Bau und Betrieb des Gebäudes verbundenen Kosten keinen direkten Zusammenhang zu Energieeffizienz zu haben. Bei der Wahl und Umsetzung von Maßnahmen spielen die Kosten und die Wirtschaftlichkeit der Maßnahmen jedoch oft eine entscheidende Rolle, so dass diese nicht außer Acht gelassen werden können. Damit innovative Technologien und Konzepte sich auf dem Markt durchsetzen können, sind Forschungsprojekte bemüht, kostengünstige Lösungen zu entwickeln bzw. für bereits vorhandene Innovationen Kosten zu senken. Die Analyse und Aufbereitung der Daten für die Entwicklung von Indikatoren wird in den sechs folgenden Kategorien durchgeführt: Umwelt, Wirtschaftlichkeit, Technologie, thermische Qualität der Gebäudehülle, Raumklima sowie Gebäudegeometrie.

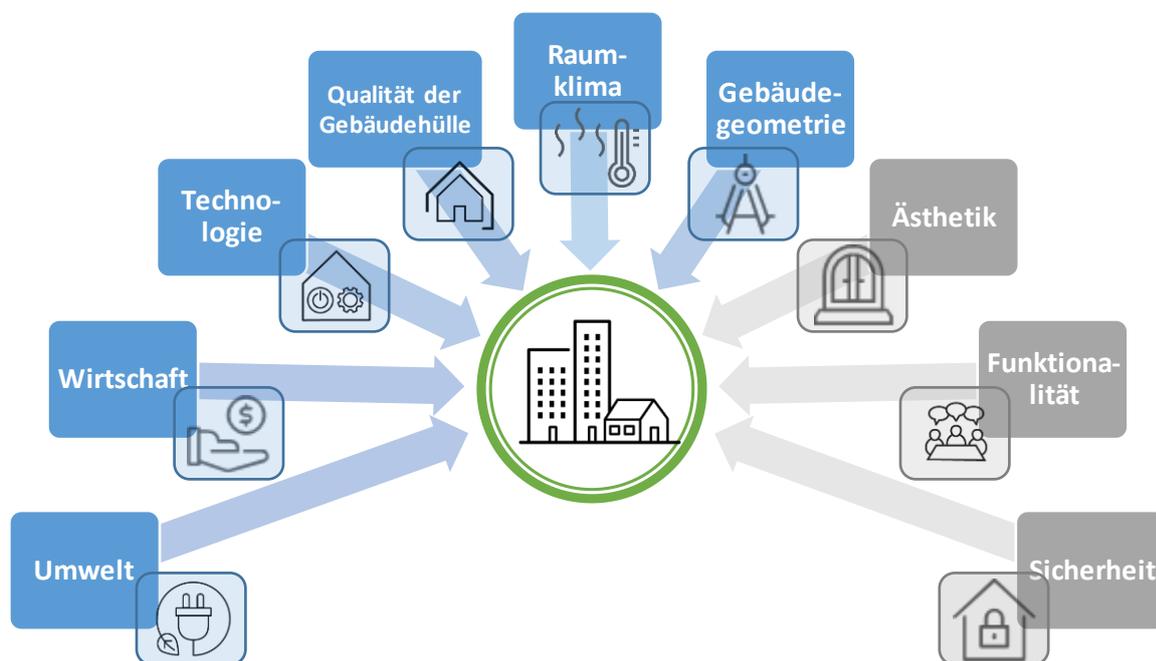


Abbildung 1: Mögliche Kategorien gebäudespezifischer Indikatoren. Die für energieeffiziente Gebäude wichtigeren Indikatorkategorien sind blau hervorgehoben.

Tabelle 1: Kurze Erläuterung von einzelnen Indikatorkategorien.

Indikatorkategorie	Beschreibung
Umwelt	Die Umweltindikatoren dienen dazu, die Auswirkungen eines Gebäudes auf die Umwelt zu bewerten und zu quantifizieren. Dazu gehören vor allem die verursachten Treibhausgasemissionen (THG-Emissionen), der Energieverbrauch, die sonstigen Verbräuche eines Gebäudes wie z. B. der Wasserverbrauch und die Nutzung erneuerbarer Energiequellen.
Wirtschaftlichkeit	Die Wirtschaftlichkeitsindikatoren bewerten die ökonomische Wirksamkeit des Gebäudes. Typische Indikatoren sind die Investitionskosten, die Betriebskosten, die Lebenszykluskosten und die Amortisationszeit.
Technologie	Die Technologieindikatoren bewerten die Qualität und die Effizienz technischer Anlagen. Sie beschreiben aber auch, wie effektiv technische Systeme und Lösungen in einem Gebäude betrieben werden. Sie beinhalten unter anderem die Anwendung von innovativen und effizienten Energiesystemen, die Nutzung von Systemen zur Betriebsoptimierung sowie Maßnahmen zur Steigerung des Nutzerkomforts.
Gebäudegeometrie	Der Indikator für Gebäudegeometrie bewertet die geometrische Gestaltung und die baulichen Maße eines Gebäudes. Dies umfasst Merkmale wie die Grundfläche, das Volumen, die Gebäudehöhe, die architektonische Form sowie die Ausrichtung des Bauwerks hinsichtlich seiner Umgebung.
Thermische Qualität der Gebäudehülle	Die Indikatoren der thermischen Qualität der Gebäudehülle beschreiben, wie effektiv die Gebäudehülle ein stabiles und energieeffizientes Raumklima gewährleisten kann. Wesentliche Merkmale der thermischen Gebäudehülle umfassen den Wärmedurchgangskoeffizient, die Wärmebrücken, die thermische Speichereffizienz und die Luftdichtigkeit des Gebäudes.
Raumklima	Die Raumklimaindikatoren beziehen sich auf die Qualität und Behaglichkeit des Innenraumklimas. In Bezug auf ein energieeffizientes Gebäude werden diese unter anderem durch Faktoren wie die Raumtemperatur, die Raumluftqualität und die Lichtverhältnisse bestimmt. Auch die Akustik trägt zur Qualität und zum Komfort der Innenraumumgebung bei, bspw. durch Lärmreduzierung. Der akustische Aspekt hat aber keine Auswirkungen auf die Energieeffizienz eines Gebäudes und wird deswegen nicht betrachtet.
Ästhetik	Die Indikatoren in Bezug auf Ästhetik beschreiben die visuelle Wirkung des Gebäudes auf den Nutzer. Diese betreffen unter anderem die Außenarchitektur, die Innenraumgestaltung, die Farbgebung, die Materialauswahl usw. Auswertungen dieser Indikatoren finden im Rahmen dieser Analyse nicht statt.
Funktionalität	Die Funktionalitätsindikatoren bewerten ein Gebäude in Bezug auf die Erfüllung der Anforderungen seiner Nutzer. Wesentliche Aspekte hierbei sind die Zugänglichkeit, die Flexibilität der Nutzung, die Effizienz der Raumgestaltung, die Anpassungsfähigkeit der Struktur sowie die Qualität der Arbeits- oder Wohnbedingungen. Auswertungen dieser Indikatoren finden im Rahmen dieser Analyse nicht statt.
Sicherheit	Sicherheitsindikatoren beurteilen verschiedene Aspekte der Gebäudesicherheit, darunter die Statik, den Brandschutz, die Einbruchsicherheit, die Verfügbarkeit und Zugänglichkeit von Notausgängen sowie die Ausstattung mit Sicherheits- und Datenschutztechnologien. Auswertungen dieser Indikatoren finden im Rahmen dieser Analyse nicht statt.

Wie bereits aus der Erläuterung der Kategorie »Umweltindikatoren« erkennbar, beinhaltet diese Kategorie mehrere Indikatorgruppen. Dazu gehören nicht nur die beiden Gruppen »THG-Emissionen« und »Energiebedarf«. Zu dieser Kategorie gehören ebenfalls Indikatoren zu weiteren Bedarfen bzw. Verbräuchen eines Gebäudes wie z. B. der Wasserverbrauch, aber auch Indikatoren, welche die Nutzung erneuerbarer Energiequellen beschreiben. Der Energiebedarf eines Gebäudes wird vor seiner Fertigstellung und Inbetriebnahme mit geeigneten Berechnungsverfahren meist mit standardisierten Nutzerprofilen berechnet. Der Energieverbrauch im Rahmen der Nutzungsphase erfasst und spiegelt den tatsächlichen Verbrauch eines Gebäudes wider auf Basis eines realen Nutzerverhaltens, das vom standardisierten Nutzerprofil abweicht. Um die gemessenen von den berechneten Kennwerten zu unterscheiden, werden die Indikatoren für Energie in »Bedarf« und »Verbrauch« eingeteilt. Eine weitere Gruppe der Umweltindikatoren stellen »sonstige Indikatoren« dar, welche die Umweltwirkung eines Gebäudes ebenfalls wesentlich beeinflussen. Dazu gehört beispielsweise das Alter des Gebäudes, die Anzahl der Nutzer in einem Gebäude, aber auch deren Verhalten.

Indikatoren einer Technologie sind oft technologiespezifisch. Das bedeutet, sie sind nur für den jeweiligen Technologietyp gegeben. Zum Beispiel stellt der »g-Wert« einen Indikator für transparente Fassadenbauteile dar oder die »Wärmeleitfähigkeit« ist ein typischer Indikator für Dämm- und Baustoffe. Deswegen werden die technologiespezifischen Indikatoren getrennt gelistet und in unterschiedliche Technologiegruppen eingeteilt, dargestellt in Abbildung 2. Mögliche Technologiegruppen sind: Bau- und Dämmstoffe, Fassadenbauteile (transparente und opake), Anlagensysteme, Beleuchtungssysteme sowie Gebäudeautomation und Steuerungssysteme. Im Rahmen der Analyse konnten aus den beiden herangezogenen Quellen (Befragung und Abschlussberichte) nur Indikatoren aus den Technologiegruppen Bau- und Dämmstoffe, Fassadenbauteile (transparente und opake) sowie Anlagensysteme identifiziert werden.

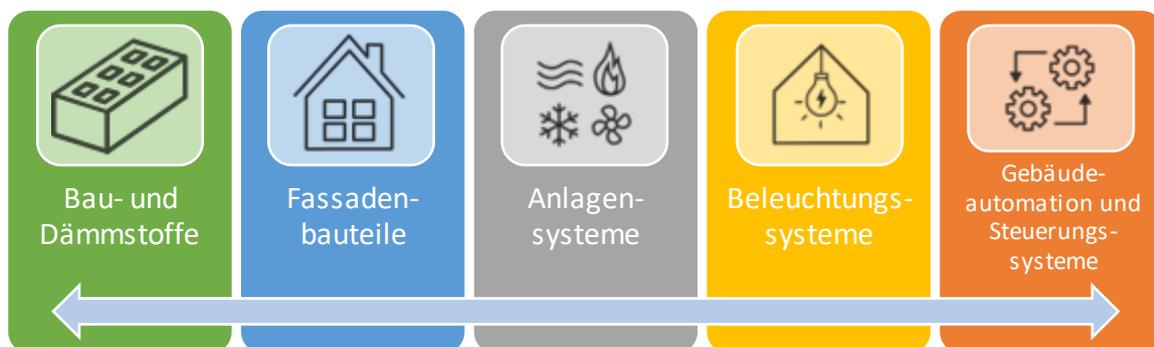


Abbildung 2: Mögliche Kategorien technologiespezifischer Indikatoren.

3. Datengrundlage und Vorgehensweise

3.1 Datengrundlagen

Bei der hier vorliegenden Indikatoranalyse wird der Fokus auf Gebäudeprojekte und damit auf die dem Modul 2 im Rahmen der Begleitforschung zugeordneten Projekte gelegt. Zur Identifikation von Indikatoren werden zwei Quellen herangezogen:

1. Schriftliche Befragung der Forschungsprojekte (Fragebogen 2021 und 2023).
2. Vorhandene Abschlussberichte von bereits abgeschlossenen Forschungsprojekten, die an der Befragung nicht teilgenommen haben.

Die schriftliche Befragung stellt den ersten Schritt zur Identifizierung der Forschungsprojekte dar, aus welcher Indikatoren abgeleitet und Indikatorwerte bzw. Benchmarks ermittelt werden können. Die schriftliche Datenerhebung der Forschungsprojekte erfolgte im Rahmen von zwei Befragungen. Die Fragen zu Indikatoren wurden einmal in den umfassenden Fragebogen der gesamten Begleitforschung im Jahr 2021 integriert. Um weitere Forschungsprojekte zu erreichen, wurde die gleiche Fragestellung in die Befragung von Modul 2 im Jahr 2023 aufgenommen. Die aus den beiden Befragungen gewonnenen Informationen werden mit Hilfe der vorliegenden Abschlussberichte verifiziert und ergänzt. Dies ist nur bei den Forschungsprojekten möglich, die zum Zeitpunkt der Analyse ihr Projekt abgeschlossen und einen Abschlussbericht zur Verfügung gestellt haben (siehe Kapitel 3.2).

Zusätzlich zu den beiden Befragungen erfolgt die Analyse von weiteren vorhandenen Abschlussberichten von Forschungsprojekten, die entweder im Rahmen der Befragungen nicht teilgenommen haben oder nicht erfasst worden sind. Dazu wird aus allen Modul 2 im Rahmen der Begleitforschung zugeordneten Forschungsprojekte, die über einen Abschlussbericht verfügen, eine repräsentative Auswahl getroffen, siehe Kapitel 3.3.

Die Informationen aus den beiden Quellen werden zusammengeführt und eine möglichst umfassende Übersicht mit Indikatoren, die für energieeffiziente Gebäude relevant sind, erstellt. Berücksichtigung finden insbesondere Indikatoren, die mit theoretisch (bspw. mit einer Simulation) und/oder praktisch (bspw. im Rahmen eines Monitorings) ermittelten Kennwerten ausgedrückt werden können.

3.2 Datengrundlage Befragung

Der erste Schritt zur Identifikation potenzieller Indikatoren sowie entsprechender Forschungsprojekte beinhaltet die mögliche Teilnahme an zwei Befragungen. Die Befragungen fanden im Rahmen einer modulübergreifenden Erhebung im Jahr 2021 und einer spezifischen Erhebung durch den M2-Cluster-Fragebogen im Jahr 2023 statt. Es wurden jeweils die zwei folgenden Fragen gestellt:

1. Für welchen Bereich können aus Ihrem Vorhaben Indikatoren bzw. Benchmarks abgeleitet werden?
2. Wenn Sie bereits Werte ermittelt haben, tragen Sie diese bitte mit der zugehörigen Einheit ein.

Die Befragung im Jahr 2021 enthielt 30 Rückmeldungen von M2-Forschungsprojekten zum Thema Indikatoren. Im Jahr 2023 kamen neun weitere Rückmeldungen hinzu. Somit standen insgesamt 39 Rückmeldungen zur Analyse und Auswertung zur Verfügung. Abbildung 3 zeigt eine auf einzelne Schlagworte reduzierte Übersicht über die genannten Indikatoren. Es ist zu erkennen, dass Energieverbrauch, THG-Emissionen und Energiebedarf die drei am meisten genannten Indikatoren sind.



Abbildung 3: Die im Rahmen der Befragungen (2021 und 2023) genannten Indikatoren. Vereinfachte Darstellung einzelner Schlagworte ohne begleitende Beschreibung.

Die Art der Projekte, die an der Fragenstellung zur Indikatorermittlung teilgenommen haben, ist in Abbildung 4 dargestellt. Der Abbildung kann entnommen werden, dass die meisten Forschungsprojekte (ca. 60 Prozent) sich mit der Entwicklung einer Technologie im baulichen, anlagentechnischen oder multifunktionalen Bereich beschäftigen. Knapp die Hälfte aller teilgenommenen Gebäudeprojekte entwickeln oder optimieren Software, Algorithmen oder andere Bewertungsmethoden. Etwas mehr als ein Drittel der Forschungsprojekte untersuchen mindestens ein Demonstrationsgebäude. Dies kann ein konkretes Bestandsgebäude, ein Neubauvorhaben, ein Sanierungsvorhaben oder eine Bestandserweiterung sein. Etwa ein Viertel der Forschungsprojekte entwickeln Konzepte, z. B. Anlagenkonzepte, Energieversorgungs- oder Sanierungskonzepte.

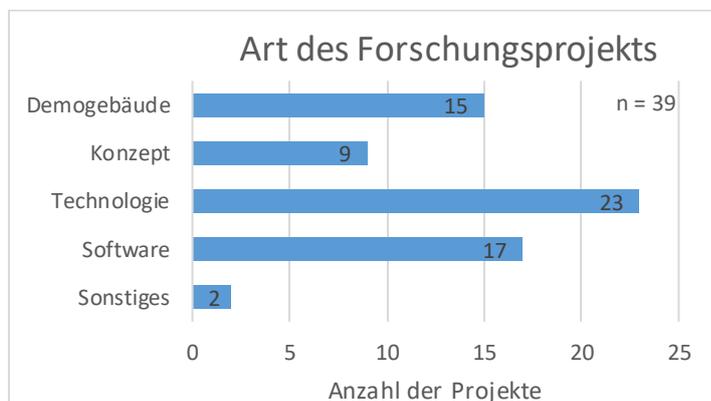


Abbildung 4: Art der Forschungsprojekte, die an der Fragenstellung zur Indikatorermittlung im Rahmen der beiden Befragungen im Jahr 2021 und 2023 eine Rückmeldung abgegeben haben. Mehrfachnennung möglich.

Insgesamt werden von den teilnehmenden Forschungsprojekten 60 potenzielle Indikatoren beschrieben. Nur 15 Prozent der genannten Indikatoren wurden mit einem Indikatorwert ergänzt. Aufgrund der mangelnden Angabe von Indikatorwerten werden die gewonnenen Ergebnisse durch die Sichtung von bereits vorliegenden Abschlussberichten verifiziert und/oder nach Möglichkeit ergänzt.

Zum Zeitpunkt der Auswertung waren zwei Drittel der teilgenommenen Forschungsprojekte bereits abgeschlossen. Bei etwa der Hälfte dieser Projekte stand bereits ein Abschlussbericht zur Verfügung, vergleiche Abbildung 5.

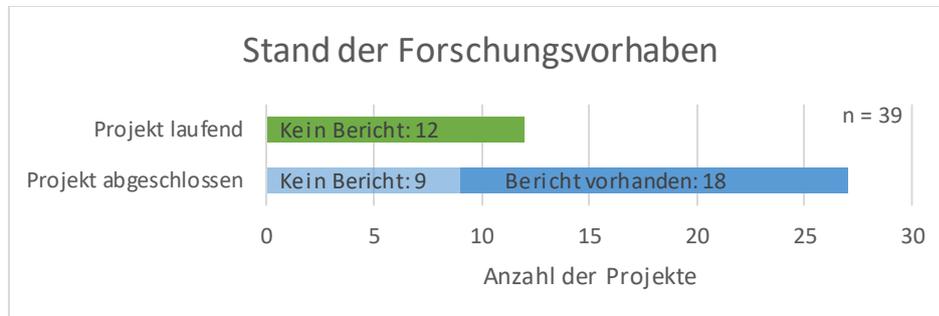


Abbildung 5: Stand der Forschungsprojekte zum Zeitpunkt der Auswertung sowie die Verfügbarkeit von Abschlussberichten bei bereits abgeschlossenen Projekten.

Für die Vervollständigung der Befragungsergebnisse von laufenden Forschungsvorhaben bzw. bei den Forschungsvorhaben ohne einen Abschlussbericht, wird eine Rückfragenrunde per E-Mail durchgeführt. Die Rückmeldungsquote erreicht 70 Prozent. In der Rückmeldung haben einige der Forschungsprojekte darauf hingewiesen, dass aufgrund von laufenden Untersuchungen, Auswertungen bzw. des geringen Entwicklungsstandes die Indikatorwerte entweder noch nicht ermittelt worden sind oder dass die Angabe der Kennwerte zu beschriebenen Indikatoren erst gegen Ende des Projekts vorgesehen ist. Von ein einzelnen Forschungsprojekten erfolgte auch der Hinweis, dass zu bestimmten Indikatoren eine pauschale Angabe des Indikatorwerts entweder nicht möglich ist oder nicht weiterverfolgt wird.

Die durch die Rückfragenrunde ermittelten Indikatoren werden analysiert, kategorisiert und entsprechend der gewählten Darstellung (siehe Kapitel 4) zusammengestellt.

3.3 Datengrundlage Abschlussberichte

Im zweiten Schritt der Indikatoridentifizierung werden weitere verfügbare Abschlussberichte von Forschungsprojekten analysiert, die im Rahmen der Befragungen entweder nicht teilgenommen haben oder nicht erfasst worden sind. Zum Zeitpunkt der Auswertung hatten insgesamt 77 weitere Forschungsprojekte ihren Abschlussbericht über die Technischen Informationsbibliothek (TIB) bereitgestellt oder im Rahmen einer direkten Anfrage zur Verfügung gestellt. Um ein repräsentatives Ergebnis aus diesen Berichten zu erhalten, wird ein Drittel dieser Abschlussberichte gesichtet. Im Rahmen des Projektclusters werden die dem BF-Modul 2 zugeordneten Projekte in fünf Projekttypen eingeteilt: Projekte mit Schwerpunkt Demonstrationsgebäude, Projekte mit Entwicklung/Bewertung von baulichen Technologien, Projekte mit Entwicklung/Bewertung von anlagentechnischen Technologien, Projekte mit Entwicklung/Bewertung von multifunktionalen Technologien sowie Projekte mit einem sonstigen Schwerpunkt. Es wird auf eine prozentuale Verteilung entsprechend der Gesamtzahl an BF-Modul 2 zugeteilten Projekten über alle diese Projekttypen geachtet. Daraus ergibt sich die in Abbildung 6 veranschaulichte Anzahl der Abschlussberichte je Projekttyp. Es ist anzumerken, dass in einigen Forschungsprojekten mit mehreren Teilvorhaben nicht ein gemeinsamer Abschlussbericht vorliegt, sondern je ein Bericht pro Teilvorhaben. Somit bezieht sich die Angabe zu r Anzahl an Abschlussberichten auf die Anzahl der Forschungsvorhaben, zu welchen die Berichte analysiert werden. Die Auswahl der Forschungsvorhaben innerhalb eines Projekttyps erfolgt nach

einem Zufallsprinzip. Es wird jedoch darauf geachtet, dass ein Forschungsprojekt, welches mehrere Projekttypen adressiert, nur in einem Projekttyp repräsentiert wird.

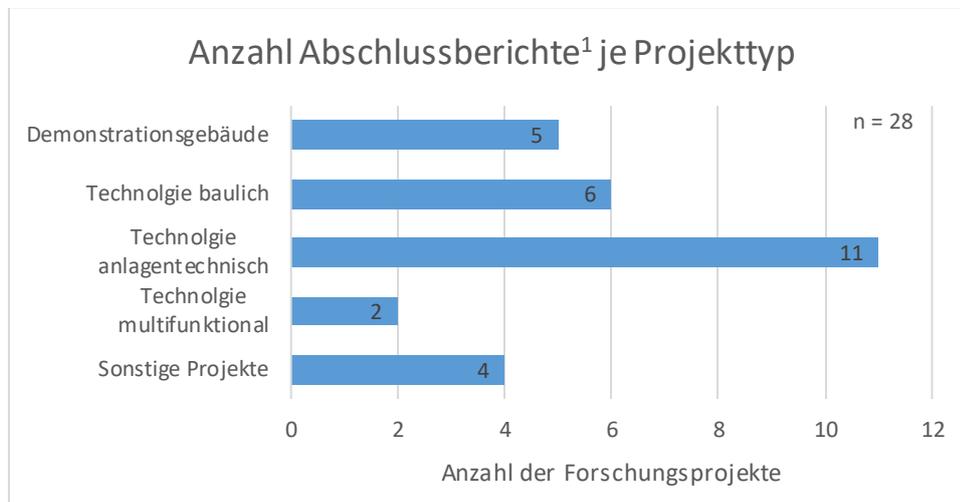


Abbildung 6: Anzahl der Forschungsvorhaben je Projekttyp, zu welchen die vorhandenen Abschlussberichte analysiert werden.

Die aus den Berichten identifizierten Daten, die zur Entwicklung von Indikatoren im Gebäudebereich herangezogen werden können, werden zusammengetragen und auf die Vergleichbarkeit mit bereits vorhandenen Indikatoren untersucht. In einem weiteren Schritt werden diese den Ergebnissen der Befragungsauswertung beigelegt und in den Indikatorlisten und -steckbriefen (siehe Kapitel 4) ergänzt.

4. Indikator Darstellung und -bewertung

4.1 Ergebnisdarstellung

4.1.1 Indikatorlisten

Die Ergebnisse der Befragungsauswertung sowie der ergänzenden Analyse der Abschlussberichte werden systematisch in Indikatorlisten erfasst. Für eine verbesserte Übersichtlichkeit erfolgt eine Unterteilung nach den in Kapitel 2.3 definierten Kategorien: Umwelt, Wirtschaftlichkeit, Technologie, thermische Qualität der Gebäudehülle, Raumklima und Gebäudegeometrie. Innerhalb der Liste wird nach Bedarf eine thematische Gruppierung vorgenommen, wie zum Beispiel bei den Umweltindikatoren und technologischen Indikatoren. Jeder Indikator wird um die Anzahl der Kennwerte und den Kennwert bzw. Kennwertebereich ergänzt. Die Indikatorwerte werden sowohl in den Listen als auch in den Steckbriefen bei Werten größer 10 auf eine ganze Zahl und bei Werten kleiner 10 auf zwei wertanzeigende Stellen gerundet. Ausnahmen stellen die Wärmeleitfähigkeit von Bau- und Dämmstoffen sowie der Strombedarf von schaltbaren Systemen dar, die mit jeweils drei Nachkommastellen dargestellt werden. Die Kennwerte werden jeweils für Wohngebäude (WG) und Nichtwohngebäude (NWG) getrennt dargestellt. Handelt es sich um ein Bestandsgebäude bzw. ein nicht saniertes Gebäude, so wird das in Klammern ergänzt; zum Beispiel »WG (Bestand)«. Bei allen anderen Gebäuden handelt es sich in der Regel um einen Neubau oder ein aktuell saniertes Gebäude. Des Weiteren wird bei Bedarf eine weitere Spezifikation des Indikator Kennwertes ergänzt,

¹ Unter einem »Abschlussbericht« ist die Gesamtheit aller pro Forschungsvorhaben verfügbaren Berichte zu verstehen.

um die Kennwerte zweier Varianten zu unterscheiden bzw. miteinander zu vergleichen; zum Beispiel für Endenergieverbrauch »WG (ohne Nutzerstrom)« und »WG (mit Nutzerstrom)«. Zusätzlich zu den Indikatorwerten werden, falls vorhanden, die Einsarpotentiale oder deren Anteile zum Beispiel am Gesamtenergiebedarf angegeben. Jedem Indikator ist ein Kennzeichen zugeordnet. Das Kennzeichen setzt sich aus drei Teilen zusammen. Bei einem gebäudespezifischen Indikator aus einem »G« für »gebäudespezifisch«, ergänzt um Abkürzung des Themas zum Beispiel »Eb« für **Energiebedarf** und der Durchnummerierung der Indikatoren in diesem Thema. Bei einem technologiespezifischen Indikator steht »T« für »technologiespezifisch«, ergänzt um die Abkürzung des Themas zum Beispiel »As« für **Anlagensysteme** und der Durchnummerierung der Indikatoren in diesem Thema. Damit ist eine Verknüpfung zum entsprechenden Indikator-Steckbrief hergestellt. Zusätzlich sind die Indikatoren zu den entsprechenden Steckbriefen verlinkt. Die Gestaltung der Indikatorlisten zeigt der Ausschnitt in Abbildung 7.

Indikator	Anzahl Kennwerte	Kennwert/Kennwertebereich	Kennzeichen
Emissionen			
Betriebsbedingte THG-Emissionen	4 1 1 4 3	WG (mit PV-Strom): 10 – 25 kg CO _{2,äq.} /(m ² ·a) WG (ohne PV-Strom): 39 – 44 kg CO _{2,äq.} /(m ² ·a) WG (Bestand): 33 kg CO _{2,äq.} /(m ² ·a) NWG: 9,1 – 11 kg CO _{2,äq.} /(m ² ·a) Einsarpotential: WG: 27 – 65 %	G/Em – 1
»Graue« Emissionen	3 1 1 1	NWG: 224 – 840 kg CO _{2,äq.} /m ² bzw. NWG: 4,5 – 17 kg CO _{2,äq.} /(m ² ·a) Einsparung durch Erhalt Rohbau: WG: 7,0 kg CO _{2,äq.} /(m ² ·a) Anteil an Gesamt-THG-Emissionen: WG: ca. 42 % NWG: ca. 50 %	G/Em – 2
Gesamte THG-Emissionen	1	WG: 22 kg CO _{2,äq.} /m ²	G/Em – 3
Energiebedarf/-verbrauch			
Bedarf			
Primärenergiebedarf	3 2	WG: 8,4 – 23 kWh/(m ² ·a) NWG: 50 – 116 kWh/(m ² ·a)	G/Eb – 1
Endenergiebedarf – gesamt	15 2 1	WG: 15 – 71 kWh/(m ² ·a) WG (Bestand): 144 – 205 kWh/(m ² ·a) NWG: 15 kWh/(m ² ·a)	G/Eb – 2
Endenergiebedarf – Heizung	1 3 1	WG: 5,2 kWh/(m ² ·a) NWG: 41 – 76 kWh/(m ² ·a) NWG (Bestand): 202 kWh/(m ² ·a)	G/Eb – 3
Endenergiebedarf – Warmwasser	1 ?	WG: 7,7 kWh/(m ² ·a) Anteil am Endenergiebedarf Wärme: 30 – 50 %	G/Eb – 4

Abbildung 7: Darstellung der Gestaltung von Indikator Tabellen am Beispiel eines Ausschnitts aus einer solchen Liste.

Die Indikatorlisten sind in Kapitel 5 zusammengestellt.

Qualität und Vergleichbarkeit der Indikatorwerte

Die im Rahmen von beiden Analysen identifizierten Indikatoren sind in den meisten Fällen nur bedingt miteinander vergleichbar. Die Gründe dafür sind im Wesentlichen die unterschiedlichen Grundlagen, Rahmenbedingungen und Bilanzgrenzen, die zur Ermittlung des Indikators gewählt werden. Dies betrifft unter anderem die Art der gewählten Bewertungsmethode und

Anforderungskriterien. Beispielsweise wird eine energetische Bewertung des Gebäudes entweder mit dem Berechnungsverfahren gemäß Passivhaus-Projektierungspaket (PHPP), in älteren Projekten noch entsprechend den Berechnungsverfahren und Anforderungen gemäß Energieeinsparverordnung (EnEV), in neueren Projekten gemäß Gebäudeenergiegesetz (GEG) oder auch mit Hilfe dynamischer Simulationen durchgeführt. In diesem Zuge variiert auch die gewählte Energiebezugsfläche. Die gewählte Bezugsgröße wird des Weiteren auch je nach Aussageziel und die Sinnhaftigkeit des Vergleichs auch von der Gebäudeart abhängig gemacht. So wird beispielsweise der Energieverbrauch eines Krankenhauses zum besseren Vergleich pro Anzahl der Betten angegeben, während bei einem Schwimmbad der Energieverbrauch pro Beckenvolumen und/oder Anzahl Besucher relevant ist. Bei einem Vergleich bzw. einer Zusammenstellung der Kennwerte aus Messungen muss zusätzlich bedacht werden, dass nicht nur die Bilanzgrenze entscheidend ist (zum Beispiel kann die elektrische Energie einer Wärmepumpe je nach gewählter Bilanzgrenze zusätzlich zu der Stromaufnahme des Verdichters auch Aufwendungen der Umwälzpumpen vom Heiz- und Quellenkreis, des Heizstabs, der Heizkreispumpen, der Gerätesteuerung, usw. umfassen), sondern auch die Art des zu vermessenden Objekts. Es kann sich dabei um ein Gebäude, um ein Gebäudeteil, um einen Demonstrator, um einen Hardware-in-the-Loop Prüfstand usw. handeln.

Um solche Individualitäten erfassen zu können, wird ergänzend zu den Indikatorlisten für nahezu jeden gelisteten Indikator ein sogenannter Indikator-Steckbrief mit detaillierteren Informationen erstellt. Trotzdem bilden die zusammengetragenen Kennwerte zunächst nur einen ersten Überblick über identifizierbare Indikatoren und können ohne gleichartige Randbedingungen nicht vergleichend querausgewertet werden wie z. B. für eine Mittelwert- oder Summenbildung.

4.1.2 Indikator-Steckbrief

Der Indikator-Steckbrief soll auf einer, maximal zwei Seiten die entscheidenden Informationen zu dem Indikator bereitstellen. Den Aufbau und den Inhalt des Steckbriefes zeigt Abbildung 8.

Indikator: Nutzerstrombedarf		G/Eb - 10
Kurze Beschreibung und Einheit des Indikators		
Der Nutzerstrom umfasst den Strombedarf, der durch den Nutzer verursacht wird. Er wird im Rahmen der derzeitigen Berechnungsvorschriften für den Energiebedarf von Gebäuden (DIN V 18599) für einen öffentlich-rechtlichen Nachweis nicht ermittelt oder berücksichtigt. Der Nutzerstrom fällt somit zusätzlich zum Strombedarf an, der zur Versorgung des Gebäudes mit Energie (Heizung, Trinkwarmwasser, Lüftung, Kühlung und bei Nichtwohngebäuden zusätzlich Beleuchtung) benötigt wird. Der Nutzerstrom umfasst bei einem Wohngebäude den Stromverbrauch für Beleuchtung und elektronische Haushalts- und Kommunikationsgeräte, während er bei einem Nichtwohngebäude den Stromverbrauch für technische Ausstattung (bspw. Computer, Drucker, usw.), Informationstechnologie (Telefon, Netzwerke, usw.), Geräte in Gemeinschaftsbereichen (z. B. Aufzüge), Prozesswärme, Prozesskälte sowie andere elektronische Geräte in Abhängigkeit der Gebäudenutzung umfassen kann. [4]		
Einheit: 1. kWh/a 2. kWh/(m ² ·a)	Bezugsgröße: 1. Jahr 2. Abhängig von Gebäudeart und Berechnungsverfahren: WG: beheizte Wohnfläche, Gebäudenutzfläche A _N NWG: Nutzfläche, Nettogrundfläche	
Ziel der Ermittlung des Indikators		
<ul style="list-style-type: none"> Ermittlung des zusätzlichen nutzerabhängigen Stromanteils Nachweisführung des Gebäudeenergie-Niveaus 		
Gesetzliche Anforderungen an den Indikator		
<ul style="list-style-type: none"> an diesen Indikator bestehen keine direkten gesetzlichen Anforderungen 		
Indikatorwert bzw. Indikatorwertebereich		
Gebäudetyp	Anz. Kennwerte	Kennwerte
WG - MFH	1	17 kWh/(m ² ·a)
WG - Wohnheim (Neubau)	1	20 kWh/(m ² ·a)
Bewertung des Indikators		
Priorität: 	Häufigkeit der Anwendung: 	Einflussfaktoren: • Gebäudetyp ¹⁾ • Technische Ausstattung • Berechnungsansatz
Quelle/n des Indikators		
Abschlussbericht: Compo_V_FKZ_03EG80011; MFH Möhringen, FKZ_03EG80015		
Anmerkungen		
¹⁾ Gebäudetyp spiegelt die Art und die Struktur der Nutzung wider.		

Abbildung 8: Aufbau und Gliederung des Indikator-Steckbriefs.

Die kurze Beschreibung des Indikators, die Darstellung von Einheiten und das Ziel der Ermittlung des Indikators im ersten Drittel des Steckbriefs sollen den Indikator erläutern sowie seine Anwendung verdeutlichen. Es kommt vor, dass der Indikator im Rahmen von Forschungsberichten unterschiedlich bezeichnet wird. Bei solchen Indikatoren wird unterhalb des Indikators die Benennung von weiteren Bezeichnungen ergänzt. Im mittleren Teil des Steckbriefs werden die gesetzlichen Anforderungen an den Indikator sowie weitere Anwendungen, für welche der Indikator eine Grundlage darstellt, genannt. Die Erwähnung der gesetzlichen Anforderungen dient dazu die Bedeutung des Indikators zu unterstreichen.

Im unteren Drittel des Steckbriefes werden die Indikatorwerte zusammengestellt. Diese werden entweder für einzelne Gebäudetypen und/oder für einzelne Technologien angegeben. Sowohl die relevanten Gebäudetypen als auch die Technologien werden nach Bedarf weiter spezifiziert. Beispielsweise wird beim Gebäudetyp zwischen Wohngebäude (WG) und Nichtwohngebäude (NWG) unterschieden. Zusätzlich werden die Gebäudeart (Einfamilienhaus (EFH), Mehrfamilienhaus (MFH), Bürogebäude usw.) und der grobe Gebäudezustand (unsaniert bzw. saniert, Neubau) aufgeführt. In einigen Fällen repräsentiert der Indikatorwert Einsparungen oder Anteile an einem Gesamtkennwert. Zur Einordnung des Indikators werden Richtwerte, Ziele, Empfehlungen und Durchschnittswerte herangezogen. Auch solche Kennwerte und Informationen werden in den Steckbriefen dokumentiert, jedoch nicht in den Listen. Das gleiche gilt für Vergleichswerte bei den Technologien.

Sind mehrere Kennwerte vorhanden, wird der Wertebereich von einem minimalen bis zu einem maximalen Wert angegeben, wobei die Werte größer 10 auf eine ganze Zahl und die Werte kleiner 10 auf zwei wertanzeigende Stellen gerundet werden. Ausnahmen stellen die Wärmeleitfähigkeit von Bau- und Dämmstoffen sowie der Strombedarf von schaltbaren Systemen dar, die mit jeweils drei Nachkommastellen dargestellt werden.

Im Rahmen des Indikator-Steckbriefs wird zudem eine Bewertung der Indikatoren vorgenommen. Dabei werden aus den verfügbaren Bewertungsmerkmalen zunächst die Priorität des Indikators, die Häufigkeit seiner Anwendung und die wesentlichen Einflussfaktoren auf den Kennwert ausgewählt. Eine detaillierte Beschreibung der Bewertungsmerkmale erfolgt in Kapitel 4.2.

Der Indikator-Steckbrief wird mit der Angabe der Quellen sowie sonstigen Anmerkungen abgeschlossen. Die insgesamt 93 Indikator-Steckbriefe sind in Kapitel 9 zu finden.

4.2 Indikatorbewertung

Die Indikatoren nehmen in der Forschungslandschaft eine entscheidende Rolle ein, wie in Kapitel 2.2 beschrieben. Die durch Indikatoren bereitgestellten Informationen können durch verschiedene Aspekte bewertet werden. Als relevante Aspekte können die Priorität des Indikators, die Häufigkeit seiner Anwendung, die Qualität der Datengrundlage, die Reproduzierbarkeit der Ergebnisse, die Vergleichbarkeit der Kennwerte sowie die Einflussfaktoren, die den Indikator wesentlich beeinflussen, betrachtet werden. Im Folgenden wird die Bedeutung der einzelnen Bewertungsaspekte erläutert. Im Rahmen der Indikatoranalyse finden aufgrund der hohen Vielfalt an Indikatoren und der oft uneinheitlichen Darstellung der Kennwerte zunächst nicht alle der genannten Bewertungsmerkmale Anwendung.

Priorität des Indikators:

Die Bewertung der Priorität ermöglicht es, die Bedeutung eines Indikators bezüglich Energieeffizienz und Umweltwirksamkeit im Vergleich zu anderen Indikatoren festzustellen. In dieser Arbeit wird die

Priorität insbesondere unter Berücksichtigung politischer und gesetzlicher Rahmenbedingungen definiert. Die Indikatoren werden dabei in drei Hauptgruppen eingeteilt: Priorität 1 (Prio 1), Priorität 2 (Prio 2) und Priorität 3 (Prio 3).

Indikatoren der »Prio 1«-Gruppe adressieren direkt politische und gesetzliche Anforderungen. Sie umfassen Indikatoren, die die geforderten Werte repräsentieren. Beispielsweise ist im Kontext des Gebäudeenergiegesetzes (GEG) ist der Primärenergiebedarf ein solcher Indikator.

Indikatoren der »Prio 2«-Gruppe fungieren als Vorstufe oder Teil der Indikatoren der »Prio 1«-Gruppe. Diese Indikatoren unterliegen keinen direkten politischen oder gesetzlichen Anforderungen, beeinflussen jedoch direkt und anteilig die Höhe der Kennwerte der »Prio 1«-Gruppe. Beispielsweise im Kontext des Gebäudeenergiegesetzes (GEG) ist der Endenergiebedarf ein solcher Indikator, da er die grundlegende Berechnungsbasis für den Primärenergiebedarf darstellt.

Die »Prio 3«-Gruppe umfasst Indikatoren, die sich in der Regel auf spezifische Technologien beziehen und den Vergleich zwischen konventionellen und innovativen Konzepten oder Systemen ermöglichen. Die Kennwerte der Indikatoren aus der »Prio 3«-Gruppe können sowohl durch konventionelle als auch durch innovative Methoden erreicht werden. Es ist jedoch zu beachten, dass die Kennwerte von innovativen Lösungen oft nicht »besser« sind als die von konventionellen Lösungen. Innovative Technologien und Systeme verfolgen häufig zusätzliche Ziele, wie zum Beispiel Kompaktheit, erhöhte Nachhaltigkeit oder anpassbare Kennwerte durch Schaltungsvorgänge usw.

Häufigkeit der Anwendung:

Die Analyse der Anwendungshäufigkeit eines Indikators gibt Aufschluss darüber, wie oft dieser in vergleichbaren Projekten ermittelt und dargestellt wird. Die Häufigkeit der Anwendung wird in die Kategorien »häufig«, »gelegentlich« und »selten« unterteilt. Ein Indikator, der häufig verwendet wird, unterstreicht nicht nur seine Bedeutung und Relevanz, sondern auch seine breite Akzeptanz in den Forschungsprojekten. Bei Indikatoren, die selten verwendet werden, handelt es sich entweder um spezifische Indikatoren, die beispielsweise Merkmale von bestimmten Gebäudetypen oder bestimmten Technologien wiedergeben. Selten genutzte Indikatoren können aber auch auf potenziellen Handlungsbedarf oder auf Forschungslücken hinweisen.

Im Rahmen der Indikatoranalyse werden fünf Projekttypen berücksichtigt. Je nach Projekttyp liegt der Fokus in der Regel auf unterschiedlichen Indikatoren. Wenn Indikatoren in weniger als einem Viertel der Projekte eines Typs vorkommen, wird ihre Anwendung als »selten« klassifiziert. Erscheinen sie in einem Viertel bis zur Hälfte der Projekte, gilt die Anwendung als »gelegentlich«. Bei mehr als der Hälfte der Projekte wird die Anwendung als »häufig« eingestuft.

Einflussfaktoren:

Für die Reproduzierbarkeit und die Vergleichbarkeit der Indikatoren ist die Kenntnis über die Einflussfaktoren von Bedeutung. Als Einflussfaktoren werden Parameter angesehen, die den Indikatorwert wesentlich beeinflussen und somit entscheidend für den Vergleich, die Interpretation und die Analyse der Indikatorwerte sind. Die Einflussparameter spielen oft beispielsweise bei der Optimierung von Maßnahmen oder der Steigerung der Effizienz von Technologien eine wichtige Rolle. Deswegen werden bei einigen Indikatoren nur Kennwertbereiche angegeben, die den Einfluss von unterschiedlichen Parametern zeigen. Für jeden Indikator werden in dem Steckbrief die Einflussfaktoren genannt und bei Bedarf unter dem Punkt »Anmerkungen« kurz erläutert.

Weitere, im Rahmen der Analyse nicht durchgeführte Indikatorbewertungen.

Datengrundlage des Indikators:

Die Qualität und Verfügbarkeit der Daten, die einem Indikator zugrunde liegen, spiegeln die Verlässlichkeit der daraus resultierenden Informationen wider. Die Datengrundlage lässt sich in die Kategorien »umfassend«, »moderat« und »eingeschränkt« klassifizieren. Umfangreiche Datengrundlage deutet darauf hin, dass das betreffende Forschungsfeld des Indikators umfassend untersucht wurde. Eine »eingeschränkte« Datengrundlage hingegen signalisiert einen bestehenden Handlungsbedarf oder das Vorhandensein von Forschungslücken. Allein die Menge an vorhandenen Daten sagt allerdings nichts über deren Qualität aus, so dass im Rahmen der Bewertung der Datengrundlage auch die Qualität miteinzubeziehen ist. Entscheidende Faktoren für die Qualität der Daten können die Ermittlungsgrundlage, die Vollständigkeit, die Transparenz und die Aktualität sein.

Im Rahmen dieser Arbeit erfolgt keine Bewertung der Datengrundlage. Eine solche Bewertung könnte theoretisch durch die Analyse der Forschungsberichte und der darin enthaltenen Annahmen, Erfahrungen und Hinweise erfolgen. Dies war jedoch nicht das Ziel der vorliegenden Analyse und hätte den vorgegebenen Untersuchungsrahmen überschritten.

Reproduzierbarkeit:

Die Reproduzierbarkeit des Indikators beschreibt, inwieweit dieser innerhalb eines bestimmten Anwendungsbereiches allgemeingültig ist und inwiefern das Ergebnis eines Vorganges bzw. eines Versuches (bspw. einer energetischen Bewertung oder einer Messung) bei Durchführung unter ähnlichen/gleichen Bedingungen von unterschiedlichen Bearbeitern reproduziert werden kann, wobei eine vorab definierte Toleranz für Abweichungen hingenommen wird. Somit setzt die Reproduzierbarkeit definierte Ermittlungsmethoden und Randbedingungen voraus und sichert die Beständigkeit und Zuverlässigkeit über verschiedene Vorgänge und Versuche hinweg. Sie zeigt aber auch, ob ein Einfluss durch verschiedene Randbedingungen oder verschiedene Nutzer gegeben ist.

Im Rahmen dieser Arbeit wird die Reproduzierbarkeit eines Indikators aus Gründen der mangelnden Nachvollziehbarkeit nicht beurteilt.

Vergleichbarkeit der Kennwerte:

Die Beurteilung der Vergleichbarkeit soll aufzeigen, inwiefern die Indikatoren verschiedener Projekte miteinander vergleichbar sind. Zunächst muss sichergestellt werden, dass die Indikatoren einheitlich benannt werden. Des Weiteren muss überprüft werden, ob die Kennwerte nach einheitlichen Bewertungs- und/oder Erhebungsmethoden ermittelt werden, innerhalb des gleichen Bilanz- und Zeitrahmens liegen und bei spezifischen Kennwerten dieselbe Bezugsgröße verwenden. Zusätzlich ist es wichtig, alle relevanten Einflussgrößen zu berücksichtigen. Hierfür ist vollständige Transparenz in der Berichterstattung ebenfalls entscheidend.

Im Rahmen dieser Arbeit wird die Vergleichbarkeit der Indikatorwerte aus Gründen der mangelnden Nachvollziehbarkeit nicht beurteilt.

5. Indikatorlisten

In den folgenden Indikatorlisten sind Verknüpfungen (Links) zu den entsprechenden Indikatorsteckbriefen eingefügt, aus denen detailliertere Informationen zu den Kennwerten entnommen werden können (wie z. B. die zugrundeliegenden Forschungsprojekte, die dabei eingesetzten Technologien, etc.).

5.1 Gebäudespezifische Indikatoren

Im Folgenden sind insgesamt drei Listen mit gebäudespezifischen Indikatoren dargestellt. Die gebäudespezifischen Indikatoren betreffen meistens mehrere Aspekte eines Gebäudes (siehe Abschnitt 2.3). Die erste Liste (Tabelle 2) umfasst die Indikatoren aus dem Bereich »Umwelt«. Diese Liste ist zusätzlich in weitere fünf Kategorien eingeteilt. Diese sind Emissionen, Energiebedarf/-verbrauch, sonstiger Bedarf/Verbrauch, erneuerbare Energiequellen und sonstige Indikatoren mit Einfluss auf die Umwelt. In der zweiten Liste (Tabelle 3) sind die Gebäudeperformance-Indikatoren gelistet. Diese Liste enthält drei Kategorien: Gebäudegeometrie, thermische Qualität der Gebäudehülle und Raumklima. Die dritte Liste (Tabelle 4) enthält Wirtschaftsindikatoren wie Baukosten, Kosten einzelner Technologien und Energiekosten.

Wie bereits im Kapitel 4.1.1 erläutert, wird bei Wohngebäuden und Nichtwohngebäuden in Klammern ergänzt, wenn es sich bei Gebäuden um ein Bestandsgebäude bzw. ein nicht saniertes Gebäude handelt, zum Beispiel »WG (Bestand)«. Bei allen anderen Gebäuden handelt es sich in der Regel um einen Neubau oder ein aktuell saniertes Gebäude.

Tabelle 2: Liste der identifizierten **Umweltindikatoren** eines Gebäudes.

Indikator	Anzahl Kennwerte	Kennwert/Kennwertebereich	Kennzeichen
Emissionen			
<u>Betriebsbedingte THG-Emissionen</u>	4	WG (mit PV-Strom): 10 – 25 kg CO _{2,äq.} /(m ² ·a)	G/Em – 1
	1	WG (ohne PV-Strom): 39 – 44 kg CO _{2,äq.} /(m ² ·a)	
	1	WG (Bestand): 33 kg CO _{2,äq.} /(m ² ·a)	
	4	NWG: 9,1 – 11 kg CO _{2,äq.} /(m ² ·a)	
	3	Einsparpotential: WG: 27 – 65 %	
<u>»Graue« Emissionen</u>	3	NWG: 224 – 840 kg CO _{2,äq.} /m ² bzw. NWG: 4,5 – 17 kg CO _{2,äq.} /(m ² ·a)	G/Em – 2
	1	Einsparung durch Erhalt Rohbau: WG: 7,0 kg CO _{2,äq.} /(m ² ·a)	
	1	Anteil an Gesamt-THG-Emissionen: WG: ca. 42 %	
	1	NWG: ca. 50 %	
<u>Gesamte THG-Emissionen</u>	1	WG: 22 kg CO _{2,äq.} /m ²	G/Em – 3
Energiebedarf/-verbrauch (betriebsbedingt)			
Bedarf			
<u>Primärenergiebedarf</u>	3	WG: 8,4 – 23 kWh/(m ² ·a)	G/Eb – 1
	2	NWG: 50 – 116 kWh/(m ² ·a)	
<u>Endenergiebedarf – gesamt</u>	15	WG: 15 – 71 kWh/(m ² ·a)	G/Eb – 2
	2	WG (Bestand): 144 – 205 kWh/(m ² ·a)	
	1	NWG: 15 kWh/(m ² ·a)	
<u>Endenergiebedarf – Heizung</u>	1	WG: 5,2 kWh/(m ² ·a)	G/Eb – 3
	3	NWG: 41 – 76 kWh/(m ² ·a)	
	1	NWG (Bestand): 202 kWh/(m ² ·a)	
<u>Endenergiebedarf – Warmwasser</u>	1	WG: 7,7 kWh/(m ² ·a)	G/Eb – 4
	2	Anteil am Endenergiebedarf Wärme: 30 – 50 %	

Fortsetzung Tabelle 2: Liste der identifizierten **Umweltindikatoren** eines Gebäudes.

Indikator	Anzahl Kennwerte	Kennwert/Kennwertebereich	Kennzeichen
Energiebedarf/-verbrauch (betriebsbedingt)			
Bedarf			
Nutzenergiebedarf – Heizung	5 2 1	WG: 12 – 54 kWh/(m ² ·a) WG (Bestand): 65 – 97 kWh/(m ² ·a) NWG: 24 kWh/(m ² ·a)	G/Eb – 5
Nutzenergiebedarf – Warmwasser	1 1	WG: 28 kWh/(m ² ·a) NWG: 4,2 kWh/(m ² ·a)	G/Eb – 6
Energiebedarf – Beleuchtung	1	NWG – Einsparpotential in einem Klassenzimmer: ca. 75 %	G/Eb – 7
Endenergiebedarf – Strom	1 1	WG (ohne Nutzerstrom): 15 kWh/(m ² ·a) WG (mit Nutzerstrom): 32 kWh/(m ² ·a)	G/Eb – 8
Allgemeinstrombedarf	1	WG: 7,5 kWh/(m ² _{wfl.} ·a)	G/Eb – 9
Nutzerstrombedarf	2	WG: 17 – 20 kWh/(m ² ·a)	G/Eb – 10
Strombedarf – Regelungsstrategien	1	Anteil am Gesamtstrombedarf: WG: 1,3 – 4,5 %	G/Eb – 11
Verbrauch			
Primärenergieverbrauch	2 4	WG: 51 kWh/(m ² ·a) NWG: 30 – 49 kWh/(m ² ·a)	G/Ev – 1
Endenergieverbrauch – gesamt	2 2 1 115	WG (ohne Nutzerstrom): 15 – 57 kWh/(m ² ·a) WG (mit Nutzerstrom): 36 – 89 kWh/(m ² ·a) NWG (mit Nutzerstrom): 16 kWh/(m ² ·a) Schwimmbad: 3,7 MWh/(m ² ·a)	G/Ev – 2
Verbrauch			
Endenergieverbrauch – Wärme	3 62 1 2	WG: 39 – 67 kWh/(m ² ·a) WG (Bestand): 95 – 134 kWh/(m ² ·a) NWG – KMU: 740 MWh/a Einsparung im Bereich Heizung bei Bestandsgebäuden: 7 – 24 %	G/Ev – 3
Nutzenergieverbrauch – Heizung	4 1 1	WG: 7,4 – 65 kWh/(m ² ·a) WG (Bestand): 120 kWh/(m ² ·a) NWG: 23 kWh/(m ² ·a)	G/Ev – 4
Nutzenergieverbrauch – Warmwasser	2 1	WG: 14 – 16 kWh/(m ² ·a) NWG: 2,2 kWh/(m ² ·a)	G/Ev – 5
Endenergieverbrauch – Strom	4 1	WG (inkl. Nutzerstrom): 26 – 89 kWh/(m ² ·a) NWG – KMU: 391 MWh/a	G/Ev – 6
Nutzerstromverbrauch	6 3	WG – Haushaltsstrom: 18 – 39 kWh/(m ² ·a) WG – Allgemeinstrom: 1,3 – 8,0 kWh/(m ² ·a)	G/Ev – 7

Fortsetzung Tabelle 2: Liste der identifizierten **Umweltindikatoren** eines Gebäudes.

Indikator	Anzahl Kennwerte	Kennwert/Kennwertebereich	Kennzeichen
Energiebedarf/-verbrauch (betriebsbedingt)			
Verbrauch			
<u>Stromverbrauch – Lüftungsanlage</u>	6 9 2	WG – dezentral: 1,6 – 3,9 kWh/(m ² ·a) WG – zentral, semizentral: 3,7 – 9,6 kWh/(m ² ·a) WG – Abluft: 1,7 – 2,5 kWh/(m ² ·a)	G/Ev – 8
<u>Stromverbrauch – zusätzliche Technik</u>	1	WG: 1,0 kWh/(m ² ·a)	G/Ev – 9
Sonstiger Bedarf/Verbrauch			
<u>Wasserverbrauch</u>	2 1	WG: 20 – 21 m ³ /(Pers.·a) WG: 1,2 m ³ /(m ² ·a)	G/So – 1
Erneuerbare Energiequellen			
Energiespeicherung			
<u>Stromspeicher – Dimensionierung</u>	5 1 1	WG: 0,4 – 2,8 kWh/kWp WG: 1,0 kWh/MWh Mischgebäude: 0,6 kWh/MWh	G/Ee – 1
<u>Stromspeicher – Kapazität</u>	4 1 1	WG: 46 – 227 kWh WG (Bestand): 28 kWh Mischgebäude: 53 kWh	G/Ee – 2
Solarthermie			
<u>Solarthermie – Ertrag</u>	1	WG: 200 – 500 kWh/(m ² _{Kol.} ·a)	G/Ee – 3
<u>Solarer Deckungsgrad – Wärme</u>	3	WG: 50 – 80 %	G/Ee – 4
Stromproduktion			
<u>Eigenverbrauchsquote</u>	4 7 2	WG (ohne Speicher): 27 – 48 % WG (mit Speicher): 55 – 94 % NWG: 47 – 75 %	G/Ee – 5
<u>Solarer Deckungsgrad – Strom</u>	7 1	WG, Mischgebäude: 27 – 75 % NWG: 52 %	G/Ee – 6
<u>Netzneutralitätsgrad</u>	1	Mischgebäude: 48 %	G/Ee – 7
Photovoltaik			
<u>Installierte Leistung</u>	5 1 3 2	WG – PV: 30 – 143 kWp WG – organische Photovoltaik: 4,3 kWp WG (Bestand) – PV: 25 – 43 kWp NWG – PV: 85 – 149 kWp	G/Ee – 8
<u>Stromertrag</u>	5 5 1	WG: 20 – 42 kWh/(m ² _{WFl.} ·a) bzw. WG: 582 – 975 kWh/kWp NWG: 880 kWh/kWp	G/Ee – 9
Überschuss an Strom aus erneuerbaren Energiequellen			
<u>Überschussstromdeckung</u>	5	WG: 80 – 90 %	G/Ee – 10
Sonstige Indikatoren			
<u>Baujahr</u>	Großteil (40%)	NWG – Schwimmbad: 1969 – 1978	G/SI – 1
<u>Energy Reuse Effectiveness (ERE)</u>	1	Keine Kennwerte	G/SI – 2
<u>Heizlast</u>	80	WG (Bestand): 35 – 70 W/m ²	G/SI – 3
<u>Interne Wärmegewinne</u>	2	WG: 3,3 – 4,3 W/m ²	G/SI – 4
<u>Nutzerverhalten</u>	2	Siehe Steckbrief	G/SI – 5

Fortsetzung Tabelle 2: Liste der identifizierten **Umweltindikatoren** eines Gebäudes.

Indikator	Anzahl Kennwerte	Kennwert/Kennwertebereich	Kennzeichen
Sonstige Indikatoren			
Personenbelegung bzw. Nichtbelegungsrate oder (Hotel-)Auslastung	1	WG: 23 m ² /Pers.	G/SI – 6
	1	NWG – Hotel: Auslastung 42 %	
	1	NWG – Klinik: Nichtbelegungsrate 20 – 90 %	
Power Usage Effectiveness (PUE)	1	Rechenzentren: durchschnittlicher PUE-Wert: 1,6 Zielwert: < 1,4	G/SI – 7
Verteilverluste	1	WG – TWW-Zirkulationsverluste: 3,8 kWh/(m ² ·a) bzw. 70 – 80 kWh/a je Meter Rohrlänge	G/SI – 8
	1	WG – Wärmeverteilverluste: 7,3 kWh/(m ² ·a)	
	1	WG – Pufferspeicher: 1,8 kWh/(m ² ·a)	
	1	Anteil an Wärmeerzeugung: WG: 35 – 44 %	

Tabelle 3: Liste der identifizierten Gebäudeperformance-Indikatoren betreffend **Gebäudegeometrie, thermische Qualität der Gebäudehülle und Raumklima** eines Gebäudes.

Indikator	Anzahl Kennwerte	Kennwerte/Kennwertebereich	Kennzeichen
Gebäudegeometrie			
A/V-Verhältnis	1	NWG – Schwimmbäder: < 0,4	G/Gg – 1
(beheizte) Wohnfläche	11 8 100	WG – EFH: 140 – 230 m ² WG – MFH: 697 – 4.499 m ² WG – MFH (Bestand): 362 – 1.243 m ²	G/Gg – 2
Fensterflächenanteil	2	NWG: 35 – 55 %	G/Gg – 3
Gebäudenutzfläche A _N	4	WG: 854 – 4.297 m ²	G/Gg – 4
Nettoraumfläche	1 1	WG: 4.461 m ² NWG: 6.689 m ²	G/Gg – 5
Gebäudehülle			
Gebäudedichtheit	1 4 1	WG – n ₅₀ : 0,24 1/h WG (Bestand) – n ₅₀ : 0,21 – 0,84 1/h NWG – n ₅₀ : 0,5 1/h	G/Gh – 1
Spez. Transmissionswärmeverlust H _{T'}	1 65	WG: 0,38 W/m ² K WG (Bestand): 0,6 – 1,4 W/m ² K	G/Gh – 2
Wärmebrückenzuschlag	1	WG: -0,011 – 0,041 W/m ² K	G/Gh – 3
Wärmedurchgangskoeffizient (U-Wert)	14 4 7 2	Opake Bauteile: WG: 0,10 – 0,27 W/m ² K NWG: 0,13 – 0,24 W/m ² K Transparente Bauteile: WG: 0,50 – 1,4 W/m ² K NWG: 0,75 – 0,90 W/m ² K	G/Gh – 4
Raumkomfort			
Beleuchtungsstärke	-	-	-
CO ₂ -Konzentration	2	NWG: 475 – 540 ppm	G/Rk – 1
Luftfeuchtigkeit	2 1	WG: 30 – 70 % NWG – Schwimmbad: 50 %	G/Rk – 2
Luftwechsel/ Luftvolumenstrom	1	Siehe Steckbrief	G/Rk – 3
Predicted Mean Vote (PMV)	-	-	-
PPD-Index (Predicted Percentage of Dissatisfied)	-	-	-
Raumtemperatur	3 2	WG: 22 – 24 °C NWG – Klinik: 23 – 24 °C	G/Rk – 4
Tageslichtquotient	1	WG: 1,3 – 2,6 %	G/Rk – 5
Temperatur der Raumumfassungsflächen	-	-	-

Tabelle 4: Liste der identifizierten **Wirtschaftsindikatoren** eines Gebäudes.

Indikator	Anzahl Kennwerte	Kennwerte	Kennzeichen
Baukosten			
Bauwerkskosten	2	WG (KG 300, 400): 1.469 – 1.745 €/m ² _{Wfl.}	G/Bk – 1
Gesamtkosten	1	WG (KG 100 – KG 700): 3.175 €/m ² _{Wfl.}	G/Bk – 2
Kosten einzelner Technologien			
Fassadenelement	3	330 – 1.640 €/m ²	G/Tk – 1
Photovoltaikanlage	1	1.000 – 1.200 €/kWp	G/Tk – 2
Stromspeicher	2 2 2	Batteriespeicher: 800 – 1.500 €/kWh Alternative Speicher: 14 – 23 €/kWh Alternative Speicher: 141 – 325 €/m ²	G/Tk – 3
Wärmepumpe	2	950 – 1.500 €/kW	G/Tk – 4
Wärmespeicher	3	23 – 36 €/KWh	G/Tk – 5
Energiekosten			
Betriebskosten	-	-	-
Wärmegestehungskosten	-	-	-

5.2 Technologiespezifische Indikatoren

Indikatoren einer Technologie sind oft technologiespezifisch und nur für den jeweiligen Technologietyp gegeben. Aus diesem Grund werden die technologiespezifischen Indikatoren getrennt in Tabelle 5 gelistet. Die Liste wird in drei verschiedene Technologiekategorien eingeteilt: Anlagensysteme, Bau- und Dämmstoffe und Fassadenbauteile (transparente und opake). In der Kategorie »Anlagensysteme« werden die Indikatoren einzelner Systeme zusätzlich gruppiert.

Tabelle 5: Liste der identifizierten **technologiespezifischen Indikatoren**.

Indikator	Anzahl Kennwerte	Indikatorwert	Kennzeichen
Anlagensysteme			
Heizsysteme			
Betriebstemperatur Wärmerezeuger	7	Siehe Steckbrief	T/As – 1
Jahresarbeitszahl	1 1 2 1	Luft-Luft-WP: 2,2 Luft-Wasser-WP: 3,3 Wasser-Wasser-WP: 2,6 – 3,7 Sole-Wasser-WP: 2,6 – 2,7	T/As – 2
Jahresnutzungsgrad	1 39 13	WG: Gas-BWK: 84 % WG (Bestand): Gas-BWK: Median bei 90 % NT-Kessel: Median bei 80 %	T/As – 3
TWW – Nutzungsgrad	1	WG: 50 %	T/As – 4
Wärme-/Kälteübergabesysteme			
Spezifische Heizleistung	1	Heizfall: 130 W/m ² Kühlfall: -30 W/m ²	T/As – 5
Vor- und Rücklauftemperatur	2 1	WG – FB-Heizung Vorlauf: 35 – 40 °C WG – FB-Kühlung Vorlauf: 18 °C	T/As – 6

Fortsetzung Tabelle 5: Liste der identifizierten **technologiespezifischen Indikatoren**.

Indikator	Anzahl Kennwerte	Indikatorwert	Kenn- zeichen
Anlagensysteme			
Trinkwarmwassersysteme			
<u>Trinkwarmwassertemperatur</u>	1 3	Wasserinhalt < 3 Liter: 45 °C Zentrale WW-Bereitung: - Vorlauf: 52 – 67 °C - Rücklauf: 47 – 58 °C	T/As – 7
Kühlsysteme			
<u>Kühlenergieverbrauch fassadenintegrierter dezentraler Lüftungseinheiten (DFL)</u>	3	Siehe Steckbrief	T/As – 8
<u>Energy Efficiency Ratio (EER)</u>	1	25	T/As – 9
<u>Kälteleistung</u>	1	37 kW	T/As – 10
Lüftungssysteme			
<u>Strombedarf/-verbrauch – Lüfter</u>	1 1	Pendlerlüfter: 0,048 – 0,336 kWh/Tag Dezentrales Lüftungsgerät Push-Pull- Betrieb: 74 kWh/a	T/As – 11
<u>Wärmerückgewinnungsgrad – Lüftung bzw. Rückwärmezahl – Lüftung</u>	8 2 2	Zentrale Anlage: - Wärmerückgewinnungsgrad: 86 % - Rückwärmezahl: 85 – 86 % Dezentrale Geräte: Wärmerückgewinnungsgrad: 77 – 86 %	T/As – 12
<u>Energiebedarfsreduzierung – bedarfsgerechte Lüftung</u>	1	Gesamtes Gebäude: 30 % Raumweise: bis zu 74 %	T/As – 13
Speichertechnologien			
<u>Puffer- und Warmwasserspeicher</u>	2 5	WG – EFH: 200 – 1.000 Liter WG – MFH: 2.000 – 24.600 Liter	T/As – 14
<u>Speicherdichte</u>	4	Absorptionskältespeicher: 250 kWh/m ³ Sorptionswärmespeicher: 155 kWh/m ³ Latentwärmespeicher: 56 kWh/m ³ PCM-Speicher: bis zu 31 kWh/m ³	T/As – 15
<u>Speicherleistung</u>	1 1	PCM-Speicher für Wassersysteme: 2,5 – 20 kW/m ³ PCM-Speicher für Luftsysteme: 7,7 – 8,4 kW/kg _{PCM}	T/As – 16
<u>Stromspeicher – Wirkungsgrad</u>	4	70 – 80 %	T/As – 17
<u>System-Jahresarbeitszahl</u>	3	3,4 – 5,0	T/As – 18
<u>Wärmeertrag eines Absorbers</u>	1	Solar-Massivabsorber: 147 kWh/(m ² ·a)	T/As – 19
Photovoltaik			
<u>Installierte Leistung – Bauwerksintegrierte Photovoltaik</u>	1 1	Organische Photovoltaik: 50 Wp/m ² PV: 173 Wp/m ²	T/As – 20
<u>PVT – Kollektorwirkungsgrad</u>	1	0,5	T/As – 21
<u>PVT – Wärmeertrag</u>	3	104 – 622 kWh/m ²	T/As – 22

Fortsetzung Tabelle 5: Liste der identifizierten **technologiespezifischen Indikatoren**.

Indikator	Anzahl Kennwerte	Indikatorwert	Kennzeichen
Anlagensysteme			
Photovoltaik			
<u>Solarer Deckungsanteil – Technologie</u>	3	5 – 69 %	T/As – 23
<u>Stromertrag – Bauwerksintegrierte Photovoltaik</u>	1 1	Organische Photovoltaik: 1.209 kWh/kWp PV: 733 kWh/kWp	T/As – 24
Bau- und Dämmstoffe			
<u>Wärmeleitfähigkeit</u>	1 6 2	Dämmstoff tragend: 0,18 – 0,20 W/mK Dämmstoff nicht tragend: 0,018 – 0,045 W/mK Vakuumdämmelemente regelbar: 0,004 – 0,147 W/mK	T/Bs – 1
Transparente und opake Fassadenbauteile			
<u>Gesamtenergiedurchlassgrad (g-Wert)</u>	3 1 2	Electrochrome Technologien: 0,08 – 0,55 Sonnenschutzbehang: 0,54 3-fach-Wärmeschutzverglasung: 0,47 – 0,56	T/Fb – 1
<u>Grenzschichttemperatur Begrünungssystem</u>	1	Im Vergleich zu Referenzraum/-fall: Mittelwert (simulativ): -0,9 – -1,3 K Spitzenwert (simulativ): bis zu -3,7 – -4,5 K Spitzenwert (experimentell): bis zu -4,0 K	T/Fb – 2
<u>Infiltrationsluftwechsel</u>	1	0,22 1/h	T/Fb – 3
<u>Strombedarf schaltbarer Systeme</u>	2 1	Electrochrome Technologien: 0,001 – 0,012 Wh/m ² je Schaltvorgang Schaltbares VIP: 26 kWh/(m ² ·a)	T/Fb – 4
<u>Gesamte THG-Emissionen – Technologie</u>	1 4	Transparente Bauteile: 2,2 kg CO _{2,äq} /m ² Opake Bauteile: -295 – 1.614 kg CO _{2,äq} /m ²	T/Fb – 5

6. Zusammenfassung und Erkenntnisse

Im Rahmen der Arbeit wird das Ziel verfolgt, eine Übersicht über die für den energieeffizienten Gebäudebereich relevanten Indikatoren in den Forschungsprojekten zu schaffen und diese mit den Angaben der Indikatorwerte zu ergänzen. Zur Indikatoridentifikation und -analyse wird der Fokus auf Gebäudeprojekte und damit auf die dem Modul 2 im Rahmen der Begleitforschung zugeordneten Projekte gelegt. Insgesamt wird angestrebt, für die Indikatoren eine gemeinsame Grundlage zu schaffen, die Anwendung der Indikatoren zu harmonisieren sowie die Vergleichbarkeit und die Reproduzierbarkeit zu erhöhen. Die Analyse zeigt jedoch, dass es bei vielen Indikatoren eine Vergleichbarkeit schwierig ist und gemeinsame Randbedingungen noch definiert werden müssen oder zumindest in den Projektabschlussberichten die Randbedingungen genauer angegeben werden

müssen. Mit der Indikatoranalyse sollen der Stand und die Entwicklungen im Gebäudebereich dargestellt, aber auch die Relevanz von einzelnen Indikatoren in Bezug auf Energieeffizienz und Klimaneutralität im Gebäudebereich aufgezeigt werden.

Als Datengrundlage für die Identifizierung von Forschungsprojekten mit möglichen Indikatoren werden zwei schriftliche Befragungen der Forschungsprojekte im Jahr 2021 und 2023 verwendet. Die Befragungen liefern insgesamt 39 Rückmeldungen mit ca. 60 potenziellen Indikatoren. Etwa die Hälfte der an der Befragung teilnehmenden Forschungsprojekte sind zum Zeitpunkt der Auswertung abgeschlossen und verfügen über einen Abschlussbericht. Angaben dieser Projekte im Fragebogen können somit durch Sichtung von vorliegenden Abschlussberichten verifiziert und ergänzt werden. Für die andere Hälfte der Angaben werden die Projektnehmer per E-Mail kontaktiert. Zwei Drittel der Rückfragen können erfolgreich auf diese Weise geklärt werden. Ergänzend zu identifizierten Forschungsprojekten aus der Befragung werden 28 weitere Abschlussberichte von nicht an der Befragung teilgenommenen Forschungsprojekten herangezogen. Bei der Auswahl der Forschungsprojekte wird auf eine repräsentative Anzahl in den einzelnen Projekttypen (Demonstrationsgebäude, Technologie baulich, Technologie anlagentechnisch, Technologie multifunktional und sonstige Projekte) geachtet.

Auf diese Weise konnten insgesamt 99 Indikatoren identifiziert und 93 davon mit Indikatorwerten ergänzt werden. Die Indikatoren werden in Indikatorlisten zusammengetragen und in folgende sieben Kategorien eingeteilt: Umwelt, Wirtschaftlichkeit, Technologie, thermische Qualität der Gebäudehülle, Raumklima und Gebäudegeometrie. Da die Indikatorwerte teilweise sehr speziell sind und nur für bestimmte Randbedingungen gelten bzw. unter bestimmten Voraussetzungen ermittelt wurden, wird ergänzend zu den Indikatorlisten für 96 gelistete Indikatoren ein sogenannter Indikator-Steckbrief erstellt. Die Indikatoren in den Listen sind mit den einzelnen Steckbriefen zur Vereinfachung der Handhabung im Bericht verlinkt. Zusätzlich zur Angabe des Indikatorwerts enthalten die Steckbriefe eine kurze Beschreibung des Indikators, die typischen bzw. die verwendeten Einheiten, das Ziel der Ermittlung des Indikators, eventuelle gesetzliche Anforderung an den Indikator sowie dessen mögliche Weiterverwertung. Des Weiteren erfolgt die Bewertung des Indikators in Bezug auf Priorität, Häufigkeit der Anwendung und die Benennung der Einflussfaktoren, die bei der Interpretation bzw. Weiterverwendung der Werte zu beachten sind. In den Steckbriefen werden auch Einsparungen oder Anteile an einem Gesamtkennwert dokumentiert sowie die in Forschungsprojekten genannten Richtwerte, Ziele, Empfehlungen und Durchschnittswerte. Bei den angegebenen Indikatorwerten ist zu berücksichtigen, dass die Werte selbst nicht bewertet und die Erfahrung der Projekte in Bezug auf den jeweiligen Kennwert nur teilweise als Hinweis in den Anmerkungen aufgenommen wurden. Ein Beispiel ist die Dimensionierung von Stromspeichern: In einigen Projekten wird darauf hingewiesen, dass die gewählte Größe der Speicher sich als überdimensioniert erwiesen hat. Oder aber auch, dass auf Grund der Kosten nicht die als optimal ermittelte Speichergröße umgesetzt wurde.

Die Liste der Indikatoren ist nicht abschließend. Sie gibt aber einen Überblick über die verwendeten Indikatoren und den Bedarf nach Vereinheitlichung und besserer Nachvollziehbarkeit. Aufgrund der großen Anzahl identifizierter Indikatoren und der Anstrengungen, eine Vergleichbarkeit herzustellen sowie notwendige Differenzierungen (wie beispielsweise Gebäudetyp, Gebäudezustand, Technologieart usw.) zu berücksichtigen, war es nicht möglich für alle identifizierten Indikatoren die dazugehörigen Informationen vollständig zu erfassen.

Viele Indikatoren werden mehrheitlich für Wohngebäude angegeben. Nichtwohngebäude sind seltener Gegenstand der Untersuchung. Zur Ermittlung von Kennwerten werden oft unterschiedliche Verfahren angewendet, die die Vergleichbarkeit zusätzlich erschweren. Beispielsweise werden bei der energetischen Bewertung eines Gebäudes je nach Bewertungsmethode unterschiedliche Randbedingungen und Bilanzgrenzen angesetzt. Es kommt hinzu, dass je nach Forschungsziel des Projekts teilweise nur einzelne Energieanteile ermittelt und/oder angegeben werden. In einigen Fällen wird die Bezeichnung »Energiebedarf« im Sinne des Energieverbrauchs eines Gebäudes verwendet (Bei einem Bedarf handelt es sich in der Regel um eine berechnete Größe, während der Verbrauch eine gemessene Größe darstellt). Einige Demonstrationsprojekte betrachten den gesamten Endenergiebedarf eines Gebäudes und nehmen zum Beispiel den Nutzerstrom in die Energiebilanz mit auf, was aktuell noch nicht dem öffentlich-rechtlichen Nachweis für die Gebäudeenergieeffizienz (Energieausweis nach GEG) entspricht. Die Betrachtung von THG-Emissionen wird teilweise nicht nur auf den Betrieb des Gebäudes beschränkt und das Gebäude über seinen gesamten Lebenszyklus betrachtet. Bei Technologieprojekten kann festgestellt werden, dass oft nicht nur der Kennwert entscheidend ist, sondern die mit einer innovativen Technologie verbundenen Vorteile wie zum Beispiel die Reduzierung des Platzbedarfs, die Reduzierung der Kosten, eine Multifunktionalität oder eine erhöhte Nachhaltigkeit, usw.

Folgende drei Hauptziele werden in den Forschungsprojekten adressiert:

- Die Reduzierung des Energiebedarfs und die damit verbundene Reduktion der Treibhausgasemissionen
- Energie- und Kosteneinsparungen in diversen Bereichen und mit unterschiedlichen Maßnahmen
- Die Steigerung der Effizienz unter Berücksichtigung des Nutzerkomforts sowohl in der Anlagentechnik insgesamt als auch bei einzelnen Technologien

Viele Forschungsberichte sind sehr informationsreich. Aber nur in wenigen Forschungsberichten werden die wesentlichen Kennwerte transparent und nachvollziehbar dargestellt. Auch die exakten Kennwerte in den Diagrammen werden oft nicht dargestellt und/oder beschrieben. In vielen Fällen erfolgt nur eine allgemeine Beschreibung der Indikatoren ohne Ausführung von Kennwerten. Somit bestand innerhalb der Analyse ein hoher Aufwand darin, den Kontext zu verstehen, das Endergebnis (vor allem bei vielen Mess-, Test- oder auch Simulationsreihen) bzw. die wesentlichen Kennwerte (die Quintessenz) zu erfassen und die Vergleichbarkeit mit den Kennwerten aus anderen Berichten zu prüfen bzw. herzustellen. Auch die Gruppierung von Indikatoren mit unterschiedlicher Benennung in den Forschungsberichten war nur möglich, wenn diese in dem Forschungsbericht erläutert und die Bilanzgrenzen aufgezeigt wurden. Aufgefallen ist auch, dass die Angaben oft nicht genug differenziert werden. Um ein paar Beispiele zu nennen: Angabe einer beheizten Wohnfläche sowohl für Wohngebäude als auch für Nichtwohngebäude, keine Angabe der Art der Bezugsfläche (z. B. Nettoraumfläche des Gebäudes oder Fläche eines Technologieelements) oder bei Kosten fehlende Benennung der Art der Kosten (Herstellungskosten, Investitionskosten, Netto- oder Bruttokosten usw.).

Auf Basis der durchgeführten Analyse erscheint eine ähnliche Auswertung durch eine KI oder eine anderweitige automatisierte Methode als gefährlich, da diese die unterschiedlichen und teilweise leider nicht angegebenen Randbedingungen höchstwahrscheinlich nicht wahrnehmen und aufschlüsseln könnte.

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass die im Rahmen von beiden Analysen identifizierten Indikatoren sehr vielfältig und in vielen Fällen nur bedingt miteinander vergleichbar sind. Die Gründe dafür sind im Wesentlichen die unterschiedlichen Grundlagen, Rahmenbedingungen, Bilanzgrenzen und bei spezifischen Indikatorwerten die Bezugsgrößen, die gewählt werden. Der Rahmen der Ermittlung von Indikatorwerten wird oft nicht transparent festgehalten und grenzt den Interpretationsspielraum nicht genug ein.

7. Ausblick

Die Indikatorlisten und -steckbriefe geben eine erste Übersicht über den Stand und die Entwicklungen der Forschung im Gebäudebereich. Sie zeigen die Relevanz und die Entwicklungen von einzelnen Indikatoren hinsichtlich Energieeffizienz und Klimaneutralität. Aus der Übersicht wird aber auch ersichtlich, dass Handlungsbedarf insbesondere in Bezug auf Einheitlichkeit und Transparenz besteht, um eine Vergleichbarkeit und eine qualitativ und quantitativ gute Datengrundlage zu gewährleisten. Eine vereinheitlichte Ermittlung und Angabe bestimmter Indikatoren und Indikatorwerte sollte diskutiert werden.

Für den Bereich der Einsparungen von Energie und klimaschädlichen Emissionen in den Gebäudeprojekten aus Energiewendebauen werden dazu vom Modul 2 der wissenschaftlichen Begleitforschung projekttypabhängige Leitfaden zur Ermittlung und Skalierung dieser Einsparungen durch die Projektnehmer erarbeitet und veröffentlicht. In diesen werden nicht nur die dafür benötigten Kennwerte definiert, sondern auch soweit möglich Randbedingungen, Ermittlungsmethoden und unterstützende Informationen zusammengestellt. Dies soll im nächsten Schritt eine Querauswertung und eine Aufsummierung der Einsparungen für die geförderten Projekte ermöglichen.

Die erarbeitete Indikatorübersicht kann als eine Arbeitsgrundlage von zukünftigen Forschungsprojekten herangezogen werden. Die Übersicht zeigt, welche Indikatoren in den vorangegangenen Forschungsprojekten bereits angegangen bzw. ermittelt werden. Auch die Recherche nach Zielwerten, Richtwerten, Empfehlungen, normativen und technischen Regeln etc. kann damit gebündelt, sowie die Suche nach ähnlichen Forschungsprojekten damit erleichtert werden.

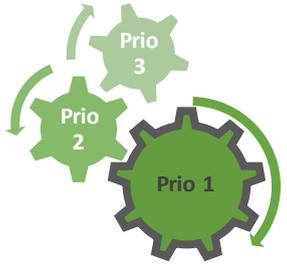
Außerdem bietet die Arbeit eine Grundlage zur Aktualisierung und Vervollständigung der Kennwerte durch weitere Forschungsprojekte, um die Übersicht, aber auch die Entwicklungen in der Forschungslandschaft auf dem aktuellen Stand zu halten. Die Steckbriefe können beispielsweise mit weiteren Vergleichswerten, Durchschnittswerten, Richtwerten, Empfehlungen und wichtigen Hinweisen sowie mit Expertenwissen außerhalb der Forschungslandschaft ergänzt werden.

Mögliche weitere Ergänzungen wären:

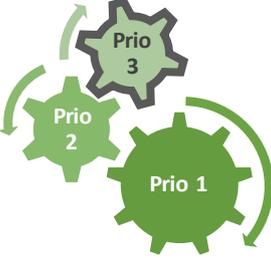
- Angabe von Referenzwerten und Benchmarks, ermittelt aus vergleichbaren und damit querauswertbaren Kennwerten aus den Projekten
- Bei Gebäudeenergieindikatoren:
 - o Differenzierung des Neubaustandards
 - o Differenzierung der umgesetzten Sanierungsmaßnahmen
- Zeitraum der gemessenen Daten: z. B. jährlich, saisonal, monatlich
- Bewertung der Indikatoren in Bezug auf die Qualität und Quantität der Datengrundlage
- Bewertung der Reproduzierbarkeit und Vergleichbarkeit der Kennwerte

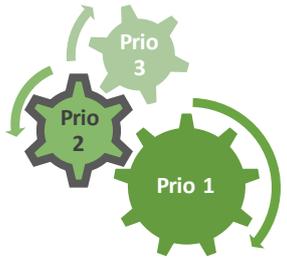
8. Anhang: Indikator-Steckbriefe

Indikator: Betriebsbedingte THG-Emissionen (Seite 1)		G/Em – 1	
Kurze Beschreibung und Einheit des Indikators			
Betriebsbedingte Treibhausgasemission sind die durch den Einsatz von Energieträgern in der Betriebsphase eines Gebäudes entstehenden CO ₂ -äquivalente Emissionen. Betriebsbedingte Treibhausgasemissionen fallen kontinuierlich an und können im Laufe der gesamten Lebensdauer eines Gebäudes z. B. durch energetische Sanierungen reduziert werden.			
Einheit: 1. t CO _{2,äq.} /a 2. kg CO _{2,äq.} /(m ² ·a)		Bezugsgröße: 1. Jahr 2. Jahr, Fläche abhängig von Gebäudeart und Berechnungsverfahren: WG: (beheizte) Wohnfläche, Gebäudenutzfläche A _N nach GEG NWG: Nutzfläche, Nettoraumfläche	
Ziel der Ermittlung des Indikators			
<ul style="list-style-type: none"> - Vergleich mit gleichartigen Gebäuden - Bewertung der Maßnahmen zur THG-Emissionsreduktion - Ermittlung von Maßnahmen zur Erreichung der Klimaneutralität - In einem Forschungsprojekt werden betriebsbedingten THG-Emissionen zur Auslegung modellprädiktiver Regelungen verwendet mit dem Ziel, THG-Emissionen im Betrieb zu mindern. 			
Gesetzliche Anforderungen an den Indikator			
<ul style="list-style-type: none"> - an diesen Indikator bestehen aktuell keine gesetzlichen Anforderungen - Klimaschutzgesetz: Klimaneutralität des Gebäudebestandes bis 2045 in Deutschland 			
Indikatorwert bzw. Indikatorwertebereich			
Gebäudetyp	Anz. Kennwerte	Kennwerte	
WG – MFH	3	ca. 10 – 11 kg CO _{2,äq.} /(m ² ·a)	
WG – MFH (unsaniert)	1	ca. 33 kg CO _{2,äq.} /(m ² ·a)	
WG – Wohnheim (Neubau)	1	Messung: ohne PV-Strom: 39 – 44 kg CO _{2,äq.} /(m ² ·a) mit PV-Strom: 18 – 25 kg CO _{2,äq.} /(m ² ·a) Planung: ohne PV-Strom: 15 kg CO _{2,äq.} /(m ² ·a) mit PV-Strom: -2,8 kg CO _{2,äq.} /(m ² ·a)	
NWG – Bürogebäude	3 ¹⁾	ca. 11 kg CO _{2,äq.} /(m ² ·a)	
NWG – Schwimmbäder	29 ¹⁾ 28 ¹⁾	989 kg CO _{2,äq.} /a 1.670 kg CO _{2,äq.} /(m ² ·a) (Bezug: m ² Wasseroberfläche)	
NWG – Schulkomplex (Neubau)	1	Bei CO _{2,äq.} = 380 g/kWh: 6,1 kg CO _{2,äq.} /(m ² ·a) Bei CO _{2,äq.} = 560 g/kWh: 9,1 kg CO _{2,äq.} /(m ² ·a)	
Jährliches Einsparpotential			
Gebäudetyp	Anz. Kennwerte	Einsparpotential durch:	Einsparpotential:
WG – EFH	1	Einsatz von PV und Stromspeicher sowie entsprechender Regelung	bis zu 38 %
WG – MFH	1	Sanierung (Gebäudehülle + Anlagentechnik)	ca. 65 %
WG – MFH (Bestand)	1	MPC-basierte Regelung	ca. 27 %

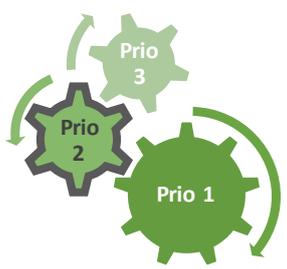
Indikator: Betriebsbedingte THG-Emissionen (Seite 2)			G/Em – 1
Indikatorwert bzw. Indikatorwertebereich			
Jährliches Einsparpotential			
WG – GEG Referenzgebäude	1	Windstromüber- produktion bzw. Überschussstrom zur Gebäudebeheizung	12 – 16 kg CO _{2,äq.} /(m ² ·a)
NWG – Kirchen	10 ¹⁾	Optimierung von Heizungs- und Lüftungssystemen	17 t CO _{2,äq.} /a 3,1 kg CO _{2,äq.} /(m ³ ·a)
Bewertung des Indikators			
Priorität: 	Häufigkeit der Anwendung: 	Einflussfaktoren: <ul style="list-style-type: none"> • Energieträger²⁾ • Anlagentechnik³⁾ • Dämmqualität⁴⁾ • Nutzerverhalten⁵⁾ 	
Quelle/n des Indikators			
<i>Abschlussbericht: Campo_V, FKZ: 03EGB0011; dynOpt-En, FKZ: 03ETS001; EnergieeffBaeder, FKZ: 03EN1004; ETiK, FKZ: 03EGB0020; future:heatpump_II, FKZ: 03ET1605; GreenEnergyFirst, FKZ: 03SBE0002; nzeb Hannover, FKZ: 03EGB0003; PL-Reg, FKZ: 03ET1595; Windheizung 2.0, FKZ: 03ET1612</i>			
Anmerkungen			
¹⁾ Alle Kennwerte sind aus einem Forschungsprojekt. ²⁾ Unterschiedliche CO _{2,äq.} -Faktoren der eingesetzter sowie teilweise unterschiedliche Faktoren für den selben Energieträger. ³⁾ Unter anderem Energieeffizienz der Anlagentechnik, Anlagentechnik zur Eigenstromproduktion und Eigenverbrauch sowie Art der Regelung bzw. Regelungsparameter. ⁴⁾ Mit der Dämmqualität des Gebäudes hängen nicht nur die thermische Qualität Gebäudehülle, sondern auch die Höhe der Wärmeverluste über die Wärmebrücken und die Gebäudedichtheit zusammen. Diese wirken sich auf den Nutzenergiebedarf, den Endenergiebedarf/-verbrauch und damit auf resultierende THG-Emissionen aus. ⁵⁾ Das Nutzerverhalten beeinflusst unter anderem interne und solare Wärmegewinne sowie Lüftungswärmeverluste und beeinflusst so den Nutzenergiebedarf, den Endenergiebedarf und die THG-Emissionen.			

Indikator: »Graue« Emissionen (Seite 1)		G/Em – 2
Kurze Beschreibung und Einheit des Indikators		
<p>Als »graue« Emissionen werden Emissionen bezeichnet, welche durch den Bedarf an grauer Energie entstehen. Im Gebäudesektor wird als graue Energie die Primärenergie bezeichnet, die notwendig ist, um ein Gebäude zu errichten oder zu sanieren, instand zu halten und zu entsorgen. Graue Energie umfasst die Energie zum Gewinnen von Materialien, zum Herstellen und Verarbeiten von Bauteilen und Anlagentechnik, zum Transport von Menschen, Maschinen, Bauteilen und Materialien zur Baustelle, zum Einbau von Bauteilen und Anlagentechnik im Gebäude sowie zu deren Entsorgung [1].</p> <p>Im Gegensatz zu betriebsbedingten Treibhausgasemissionen, die kontinuierlich anfallen und im Laufe der gesamten Lebensdauer eines Gebäudes reduziert werden können, sind die »grauen« Emissionen durch den Bau eines Gebäudes nahezu festgesetzt [2].</p>		
Einheit: 1. kg CO _{2,äq.} /m ² 2. kg CO _{2,äq.} /(m ² ·a)	Bezugsgröße: 1. Fläche abhängig von Gebäudeart und Berechnungsverfahren: WG: (beheizte) Wohnfläche, Gebäudenutzfläche A _N nach GEG NWG: Nutzfläche, Nettoraumfläche 2. wie 1. und Jahr	
Ziel der Ermittlung des Indikators		
<ul style="list-style-type: none"> - Ermittlung der Höhe und des Anteils an gesamten THG-Emissionen über den Lebenszyklus - Vergleich der Höhe von »grauen« Treibhausgasemissionen mit gleichartigen Gebäuden - Optimierung der Ressourcenbilanz in der Planungsphase - Entwicklung der Datenbasis für Vergleichsbauten (Benchmarking) 		
Gesetzliche Anforderungen an den Indikator		
<ul style="list-style-type: none"> - an diesen Indikator bestehen aktuell keine gesetzlichen Anforderungen 		
Indikatorwert bzw. Indikatorwertebereich		
Gebäudetyp	Anz. Kennwerte	Kennwert
NWG – Universität (ohne Optimierung)	2 ¹⁾	ca. 840 kg CO _{2,äq.} /m ² bzw. ca. 17 kg CO _{2,äq.} /(m ² ·a)
NWG – Archiv (mit erfolgter Optimierung)	1 ¹⁾	ca. 224 kg CO _{2,äq.} /m ² bzw. ca. 4,5 kg CO _{2,äq.} /(m ² ·a)
NWG – Schulkomplex (Neubau)	1	8740 t CO _{2,äq.}
Einsparung durch Erhalt des Rohbaus		
WG – MFH	1 ¹⁾	ca. 350 kg CO _{2,äq.} /m ² ca. 7,0 kg CO _{2,äq.} /(m ² ·a)
Anteil der »grauen« THG-Emissionen an gesamten THG-Emissionen eines neuen und energieeffizienten Gebäudes über den Lebenszyklus [3]		
Gebäudetyp	Anteil	
WG	ca. 42 %	
NWG	ca. 50 %	

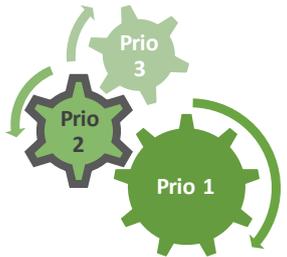
Indikator: »Graue« Emissionen (Seite 2)		G/Em – 2
Bewertung des Indikators		
Priorität: 	Häufigkeit der Anwendung: 	Einflussfaktoren: <ul style="list-style-type: none"> • Art der Bauprodukte²⁾ • Anbieter der Bauprodukte³⁾ • Lebensdauer⁴⁾
Quelle/n des Indikators		
<i>Abschlussberichte: MOBASY, FKZ: 03SBE0004; MobiDik, FKZ: 03EN1016; nzeb Hannover, FKZ: 03EGB0003</i>		
Anmerkungen		
<p>¹⁾ Alle Kennwerte sind aus einem Forschungsprojekt.</p> <p>²⁾ Die THG-Emissionen durch Einsatz von Beton und Metall dominieren im Vergleich zu THG-Emissionen von anderen Bauprodukten. Durch Einsatz von Bauprodukten aus erneuerbaren Ressourcen (wie bspw. Holz, Lehm, Stroh usw.) und Recyclingmaterialien kann die Ökobilanz deutlich verbessert werden.</p> <p>³⁾ Durch die Wahl bspw. eines lokalen Anbieters und/oder eines Anbieters, dessen Produkte über Umweltproduktdeklarationen verfügen, kann der CO₂-Fußabdruck ebenfalls reduziert werden.</p> <p>⁴⁾ Die Emissionen werden über die gesamte Nutzungszeit, in den meisten Fällen über einen Zeitraum von 50 Jahren, betrachtet.</p>		

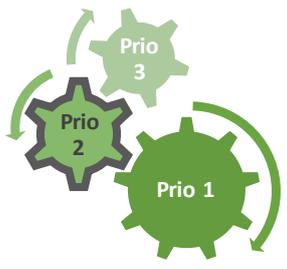
Indikator: Gesamte THG-Emissionen – Gebäude		G/Em – 3
Kurze Beschreibung und Einheit des Indikators		
Zur Bewertung der Umweltbelastung eines Gebäudes werden im Rahmen einer Lebenszyklusanalyse die THG-Emissionen über seine Lebensdauer quantifiziert. Die Analyse und Bewertung umfasst die gesamte Lebensphase des Gebäudes von der Herstellungsphase, Errichtungsphase, über die Nutzungsphase bis hin zu Entsorgungsphase.		
Einheit: kg CO _{2,äq.} /(m ² ·a)	Bezugsgröße: Jahr, Fläche abhängig von Gebäudeart und Berechnungsverfahren: WG: beheizte Wohnfläche, Gebäudenutzfläche A _N nach GEG NWG: Nutzfläche, Nettoraumfläche	
Ziel der Ermittlung des Indikators		
<ul style="list-style-type: none"> - Beurteilung der Umweltwirkung des Bau- oder Sanierungskonzepts - Ermittlung von Komponente/n und/oder Prozessen, die den hauptsächlichsten Beitrag zur Umweltbelastung leisten - Bewertung von einzelnen Maßnahmen und Technologien mit Auswirkungen auf die Betriebs- und grauen Energien - Vergleich mit gleichwertigen Gebäuden - Vergleich ökologischer Qualität unterschiedlicher Sanierungsmaßnahmen - Optimierung der Ökobilanz 		
Gesetzliche Anforderungen an den Indikator		
- an diesen Indikator bestehen aktuell keine gesetzlichen Anforderungen		
Indikatorwert bzw. Indikatorwertebereich		
Gebäudetyp	Anz. Kennwerte	Kennwert
WG – MFH (Neubau)	1	LCA (50 Jahre): 22 kg CO _{2,äq.} /m ²
Bewertung des Indikators		
Priorität: 	Häufigkeit der Anwendung: 	Einflussfaktoren: <ul style="list-style-type: none"> • Bewertungsmethode¹⁾ • Datensätze²⁾ • Lebenszyklusphasen • Lebensdauer³⁾
Quelle/n des Indikators		
Abschlussbericht: Eversol-MFH, FKZ: 03ETS004		
Anmerkungen		
¹⁾ Die ökologische Gesamtbetrachtung erfolgt in der Regel auf Basis von DIN EN 15978. ²⁾ Die Grundlage für die Bewertung stellt das Vorhandensein der Daten zur Quantifizierung der Umweltwirkung dar. Bei Fehlen der Daten werden die entsprechenden Prozesse entweder geschätzt oder der Beitrag zur Umweltbelastung bleibt unberücksichtigt. ³⁾ Die Emissionen werden über die gesamte Nutzungszeit, meistens über einen Zeitraum von 50 Jahren, betrachtet.		

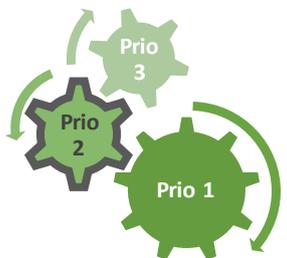
Indikator: Primärenergiebedarf		G/Eb – 1
Kurze Beschreibung und Einheit des Indikators		
<p>Beim Primärenergiebedarf handelt es sich um die Menge an Energie der jeweils verwendeten Energieträger (z. B. Steinkohle, Braunkohle, Rohöl, Erdgas, usw.) einschließlich der erforderlichen energetischen Aufwendung für ihre Gewinnung, Umwandlung und ihren Transport zum Endverbraucher. Der Primärenergiebedarf ist eine kalkulatorische Größe und wird aus berechnetem Endenergiebedarf durch Multiplikation mit Primärenergiefaktoren ermittelt. [1] Der Primärenergiebedarf eines Gebäudes kann aus der Kombination von unterschiedlichen Energieträgern bestehen.</p>		
Einheit, Bezugsgröße		
Einheit: kWh/(m ² ·a)	Bezugsgröße: Jahr, Fläche abhängig von Gebäudeart und Berechnungsverfahren: WG: beheizte Wohnfläche, Gebäudenutzfläche A _N nach GEG NWG: Nutzfläche, Nettraumfläche	
Ziel der Ermittlung des Indikators		
<ul style="list-style-type: none"> - Bewertung der Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden unter Berücksichtigung der Umweltauswirkungen und dem zusätzlichen Energieaufwand durch Vorketten - Energetische Bewertung von Gebäuden in Hinblick auf die Erfüllung von verschiedenen Anforderungen (GEG, PHPP, BEG-Förderung etc.) - Varianten-/Maßnahmenbewertung 		
Gesetzliche Anforderungen an den Indikator		
<ul style="list-style-type: none"> - Hauptanforderung im Rahmen des Gebäudeenergiegesetzes (GEG) 		
Indikatorwert bzw. Indikatorwertebereich		
Gebäudetyp	Anz. Kennwerte	Kennwerte
WG – MFH (Neubau, Sanierung)	2	8,4 – 23 kWh/(m ² ·a)
Mischgebäude (Neubau)	1	Gewerbe: 50 kWh/(m ² ·a) Wohnbereich: 16 kWh/(m ² ·a)
NWG – Schulkomplex (Neubau)	1	116 kWh/(m ² ·a)
Bewertung des Indikators		
Priorität: <div style="text-align: center; margin-top: 10px;">  </div>	Häufigkeit der Anwendung: <div style="text-align: center; margin-top: 10px;">  </div>	Einflussfaktoren: <ul style="list-style-type: none"> • Bewertungsmethode • Endenergiebedarf¹⁾ • Energieträger²⁾ • Eigenstromerzeugung³⁾
Quelle/n des Indikators		
<i>Abschlussbericht: Plus-EQ-Net, FKZ: 03ET1299; Eversol-MFH, FKZ: 03ETS004; MFH Möhringen, FKZ: 03EGB0015; nzeb Hannover, FKZ: 03EGB0003</i>		
Anmerkungen		
¹⁾ Einflussfaktoren für Endenergiebedarf siehe Steckbrief »Endenergiebedarf – gesamt: G/Eb – 2«.		
²⁾ Primärenergiefaktor einzelner Energieträger.		
³⁾ Art und Weise der Berücksichtigung im Rahmen der Gebäudeenergiebilanz.		

Indikator: Endenergiebedarf – gesamt (Seite 1)		G/Eb – 2
Kurze Beschreibung und Einheit des Indikators		
Der Endenergiebedarf ist die Menge an Energie, die ein Gebäude unter festgelegten Bedingungen in einem bestimmten Zeitraum benötigt. Der Endenergiebedarf ist eine kalkulatorische Größe und wird nach einem definierten Verfahren berechnet. [1]		
Einheit, Bezugsgröße		
Einheit: kWh/(m ² ·a)	Bezugsgröße: Jahr, Fläche abhängig von Gebäudeart und Berechnungsverfahren: WG: beheizte Wohnfläche, Gebäudenutzfläche A _N nach GEG NWG: Nutzfläche, Nettoraumfläche	
Ziel der Ermittlung des Indikators		
<ul style="list-style-type: none"> - Bewertung der Energieeffizienz von Gebäuden an der Bilanzgrenze Gebäude - Vergleich mit gleichartigen Gebäuden - Ermittlung des Primärenergiebedarfs und von betriebsbedingten THG-Emissionen - Ermittlung Energieträgerkosten (Betriebskostenermittlung) und betriebsbedingten CO₂-Kosten - Variantenvergleich und Wirtschaftlichkeitsbetrachtung z. B. von Neubau- oder Sanierungsmaßnahmen 		
Gesetzliche Anforderungen an den Indikator		
- An diesen Indikator sind keine direkten gesetzlichen Anforderungen geknüpft		
Indikatorwert bzw. Indikatorwertebereich		
Gebäudetyp	Anz. Kennwerte	Kennwerte
WG – EFH (Neubau)	1 g ¹⁾	EFH: 71 kWh/(m ² ·a) RH: 56 kWh/(m ² ·a)
WG – MFH (Neubau, Sanierung)	5	15 – 41 kWh/(m ² ·a)
WG – MFH (unsaniert)	2	144 – 205 kWh/(m ² ·a)
NWG – Schulkomplex (Neubau)	1	15 kWh/(m ² ·a)
Bewertung des Indikators		
Priorität: 	Häufigkeit der Anwendung: 	Einflussfaktoren: <ul style="list-style-type: none"> • Gebäudetyp²⁾ • Dämmqualität ³⁾ • Anlagentechnik • Eigenstromerzeugung⁴⁾ • Berechnungsverfahren⁵⁾
Quelle/n des Indikators		
Abschlussbericht: MOBASY, FKZ: 03SBE0004; dynOpt-En, FKZ: 03ETS001; InnoNEX, FKZ: 03EGB0009; MAGGIE, FKZ: 03SBE0007; MAGGIE, FKZ: 03SBE0007; nzeb Hannover, FKZ: 03EGB0003		

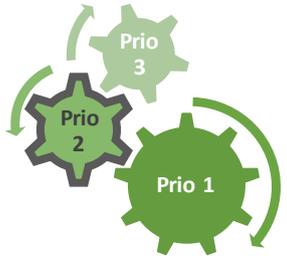
Indikator: Endenergiebedarf – gesamt (Seite 2)	G/Eb – 2
Anmerkungen	
<p>¹⁾ Alle Kennwerte sind aus einem Forschungsprojekt.</p> <p>²⁾ Gebäudetyp spiegelt die Art der Nutzung wider.</p> <p>³⁾ Mit der Dämmqualität des Gebäudes hängen nicht nur die thermische Qualität der Gebäudehülle, sondern auch die Höhe der Wärmeverluste über die Wärmebrücken und die Gebäudedichtheit zusammen. Gut gedämmte Gebäude benötigen weniger Heizwärme.</p> <p>⁴⁾ Art und Weise der Berücksichtigung im Rahmen der Gebäudeenergiebilanz.</p> <p>⁵⁾ Art des Berechnungsverfahrens wie z. B. Monatsbilanzverfahren, Jahresbilanzverfahren, dynamische Simulation und die gewählten Randbedingungen wie bspw. Klimaregion, Raumkonditionen, interne Wärmequellen, definiertes Nutzerverhalten usw.</p>	

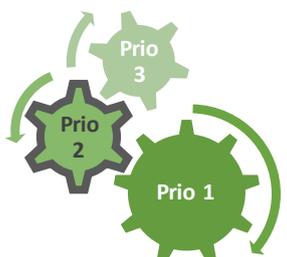
Indikator: Endenergiebedarf – Heizung		G/Eb – 3
Kurze Beschreibung und Einheit des Indikators		
Der Endenergiebedarf Heizung ist die Menge an Energie, die für die Beheizung eines Gebäudes unter festgelegten Bedingungen in einem bestimmten Zeitraum benötigt wird. Der Endenergiebedarf ist eine kalkulatorische Größe und wird nach einem definierten Verfahren berechnet.		
Einheit: kWh/(m ² ·a)	Bezugsgröße: Jahr, Fläche abhängig von Gebäudeart und Berechnungsverfahren: WG: beheizte Wohnfläche, Gebäudenutzfläche A _N nach GEG NWG: Nutzfläche, Nettoraumfläche	
Ziel der Ermittlung des Indikators		
<ul style="list-style-type: none"> - Ermittlung des Anteils für Beheizung am Gesamtendenergiebedarf - Ermittlung des Gesamtendenergiebedarfs - Variantenvergleich und Maßnahmenbewertung 		
Gesetzliche Anforderungen an den Indikator		
- An diesen Indikator sind keine direkten gesetzlichen Anforderungen geknüpft		
Indikatorwert bzw. Indikatorwertebereich		
Gebäudetyp	Anz. Kennwerte	Kennwerte
WG – MFH	1	5,2 kWh/(m ² ·a)
NWG – Büro/Verwaltungsgebäude (unsaniert)	1	202 kWh/(m ² ·a)
NWG – Büro/Verwaltung (saniert)	1	41 kWh/(m ² ·a)
NWG – Hotel (Neubau)	1	86 kWh/(m ² ·a)
NWG – Gewerbe (Neubau)	1	71 kWh/(m ² ·a)
Bewertung des Indikators		
Priorität: 	Häufigkeit der Anwendung: 	Einflussfaktoren: <ul style="list-style-type: none"> • Gebäudetyp¹⁾ • Dämmqualität²⁾ • Anlagentechnik • Eigenstromerzeugung³⁾ • Berechnungsverfahren⁴⁾
Quelle/n des Indikators		
Abschlussbericht: EE-MODUL, FKZ: 03ET1530; InnoNEX, FKZ: 03EGB0009; MFH Möhringen, FKZ: 03EGB0015; SmartHotelSupply, FKZ: 03ET1513		
Anmerkungen		
¹⁾ Gebäudetyp spiegelt die Art der Nutzung wider. ²⁾ Mit der Dämmqualität des Gebäudes hängen nicht nur die thermische Qualität der Gebäudehülle, sondern auch die Höhe der Wärmeverluste über die Wärmebrücken und die Gebäudedichtheit zusammen. Gut gedämmte Gebäude benötigen weniger Heizwärme. ³⁾ Art und Weise der Berücksichtigung im Rahmen der Gebäudeenergiebilanz. ⁴⁾ Art des Berechnungsverfahrens wie z. B. Monatsbilanzverfahren, Jahresbilanzverfahren, dynamische Simulation und die gewählten Randbedingungen wie bspw. Klimaregion, Raumkonditionen, interne Wärmequellen, definiertes Nutzerverhalten usw.		

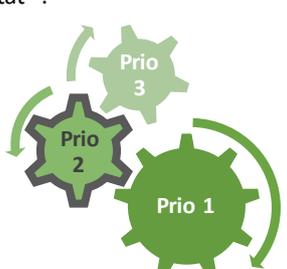
Indikator: Endenergiebedarf – Warmwasser		G/Eb – 4
Kurze Beschreibung und Einheit des Indikators		
<p>Der Endenergiebedarf für Warmwasser ist die Menge an Energie, die für die Warmwasserbereitung eines Gebäudes unter festgelegten Bedingungen in einem bestimmten Zeitraum benötigt wird. Der Endenergiebedarf ist eine kalkulatorische Größe und wird nach einem definierten Verfahren berechnet. Je höher der Dämmstandard des Gebäudes ist, desto geringer ist der Energiebedarf für die Heizung. Der relative Anteil des Energiebedarfs für die Warmwassererwärmung am Gesamtenergiebedarf des Gebäudes nimmt zu, wodurch dessen Bedeutung erhöht wird.</p>		
Einheit: kWh/(m ² ·a)	Bezugsgröße: Jahr, Fläche abhängig von Gebäudeart und Berechnungsverfahren: WG: beheizte Wohnfläche, Gebäudenutzfläche A _N nach GEG NWG: Nutzfläche, Nettoraumfläche	
Ziel der Ermittlung des Indikators		
<ul style="list-style-type: none"> - Ermittlung des Anteils für Warmwasserbereitung am Gesamtendenergiebedarf und/oder am Endenergiebedarf für Wärme - Ermittlung des Gesamtendenergiebedarfs - Variantenvergleich und Maßnahmenbewertung im Bereich Warmwasserbereitung 		
Gesetzliche Anforderungen an den Indikator		
<ul style="list-style-type: none"> - An diesen Indikator sind keine direkten gesetzlichen Anforderungen geknüpft 		
Indikatorwert bzw. Indikatorwertebereich		
Gebäudetyp	Anz. Kennwerte	Kennwerte
WG – MFH	1	7,7 kWh/(m ² ·a)
WG – MFH	2	Anteil am Endenergiebedarf – Wärme: 30 – 50 %
Bewertung des Indikators		
Priorität: 	Häufigkeit der Anwendung: 	Einflussfaktoren: <ul style="list-style-type: none"> • Gebäudetyp¹⁾ • Anlagentechnik • Eigenstromerzeugung²⁾ • Berechnungsverfahren³⁾
Quelle/n des Indikators		
Abschlussbericht: MFH Möhringen, FKZ: 03EGB0015; future:heatpump_II, FKZ: 03ET1605		
Anmerkungen		
¹⁾ Gebäudetyp spiegelt die Art der Nutzung wider. ²⁾ Art und Weise der Berücksichtigung im Rahmen der Gebäudeenergiebilanz. ³⁾ Art des Berechnungsverfahrens wie z. B. Monatsbilanzverfahren, Jahresbilanzverfahren, dynamische Simulation und die gewählten Randbedingungen wie bspw. Klimaregion, Raumkonditionen, interne Wärmequellen, definiertes Nutzerverhalten usw. sowie Ansatz zur Ermittlung des Nutzenergiebedarfs für Trinkwarmwasser.		

Indikator: Nutzenergiebedarf – Heizung (Seite 1)		G/Eb – 5
Weitere Begriffe: Nutzwärmebedarf, Heizwärmebedarf, Nutzenergie Heizung		
Kurze Beschreibung und Einheit des Indikators		
Die Nutzenergie entspricht der Endenergie abzüglich der Systemverluste der Anlagentechnik und der für den Betrieb benötigten Hilfsenergie. Dieser Teil der Energie steht dem Endnutzer unmittelbar und ohne weitere Verluste zur Verfügung. Die Nutzenergie für die Heizung stellt einen Teil der gesamten Nutzenergie dar. [1] Der Nutzenergiebedarf für die Heizung, auch als Nutzwärmebedarf oder als Heizwärmebedarf bezeichnet, ist ein rechnerisch ermittelter Wärmebedarf, der zur Aufrechterhaltung der festgelegten thermischen Raumkonditionen während der Heizzeit benötigt wird [4].		
Einheit: kWh/(m ² ·a)	Bezugsgröße: Jahr, Fläche abhängig von Gebäudeart und Berechnungsverfahren: WG: beheizte Wohnfläche, Gebäudenutzfläche A _N nach GEG NWG: Nutzfläche, Nettoraumfläche	
Ziel der Ermittlung des Indikators		
<ul style="list-style-type: none"> - Ermittlung des Anteils für Raumheizung an der gesamten Nutzenergie - Ermittlung des Endenergiebedarfs für Heizung 		
Gesetzliche Anforderungen an den Indikator		
<ul style="list-style-type: none"> - An diesen Indikator sind keine direkten gesetzlichen Anforderungen geknüpft 		
Indikatorwert bzw. Indikatorwertebereich		
Gebäudetyp	Anz. Kennwerte	Kennwerte
WG – EFH (Neubau, Sanierung)	1	12 kWh/(m ² ·a)
WG – EFH (unsaniert)	1	65 kWh/(m ² ·a)
WG – MFH (Neubau, Sanierung)	4	13 – 54 kWh/(m ² ·a)
WG – MFH (unsaniert)	1	97 kWh/(m ² ·a)
NWG – Schulkomplex (Neubau)	1	Nach PHPP: 15 kWh/(m ² ·a) Nach EnEV: 24 kWh/(m ² ·a)
Mehraufwand durch erhöhte Lüftung während Pandemie		
NWG – Schulgebäude	1	ca. 16 kWh/(d·Klassenzimmer)
Bewertung des Indikators		
Priorität: 	Häufigkeit der Anwendung: 	Einflussfaktoren: <ul style="list-style-type: none"> • Gebäudetyp¹⁾ • Dämmqualität²⁾ • Berechnungsverfahren³⁾
Quelle/n des Indikators		
Fragebogen, Rückfrage: MinInfekt, FKZ: 03EN1038 Abschlussbericht: dynOpt-En, FKZ: 03ETS001; Eversol-MFH, FKZ: 03ETS004; InSituNachweis, FKZ: 03ET1509; MOBASY, FKZ: 03SBE0004; nzeb Hannover, FKZ: 03EGB0003		

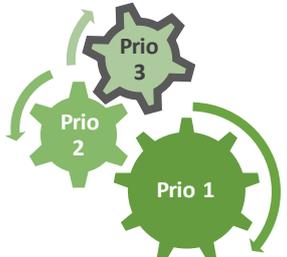
Indikator: Nutzenergiebedarf – Heizung (Seite 2)	G/Eb – 5
Anmerkungen	
<p>¹⁾ Gebäudetyp spiegelt die Art der Nutzung wider.</p> <p>²⁾ Mit der Dämmqualität des Gebäudes hängen nicht nur die thermische Qualität der Gebäudehülle, sondern auch die Höhe der Wärmeverluste über die Wärmebrücken und die Gebäudedichtheit zusammen. Gut gedämmte Gebäude benötigen weniger Heizwärme.</p> <p>³⁾ Art des Berechnungsverfahrens wie z. B. Monatsbilanzverfahren, Jahresbilanzverfahren, dynamische Simulation und die gewählten Randbedingungen wie bspw. Klimaregion, Raumkonditionen, interne Wärmequellen, definiertes Nutzerverhalten usw.</p>	

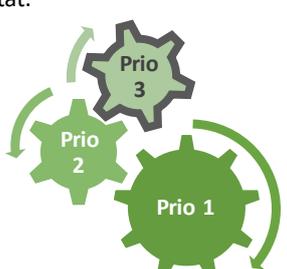
Indikator: Nutzenergiebedarf – Warmwasser		G/Eb – 6
Weitere Begriffe: Trinkwasserwärmebedarf		
Kurze Beschreibung und Einheit des Indikators		
<p>Die Nutzenergie entspricht der Endenergie abzüglich der Systemverluste der Anlagentechnik und der für den Betrieb benötigten Hilfsenergie. Dieser Teil der Energie steht dem Endnutzer unmittelbar und ohne weitere Verluste zur Verfügung. Der Nutzenergiebedarf Warmwasser entspricht der Wärmemenge, die zur Erwärmung einer bestimmten Menge Trinkwasser benötigt wird. [1]</p> <p>Die thermischen Verluste des Trinkwassersystems sind hier nicht enthalten. Je höher der Dämmstandard des Gebäudes ist, desto geringer ist der Energiebedarf für die Heizung. Der relative Anteil des Energiebedarfs für die Warmwassererwärmung am Gesamtenergiebedarf des Gebäudes nimmt zu, wodurch dessen Bedeutung erhöht wird.</p>		
Einheit: 1. kWh/(m ² ·a) 2. kWh/(WE·d)	Bezugsgröße: 1. Jahr, Fläche abhängig von Gebäudeart und Berechnungsverfahren: WG: beheizte Wohnfläche, Gebäudenutzfläche A _N nach GEG NWG: Nutzfläche, Nettoraumfläche 2. Wohneinheit und Tag	
Ziel der Ermittlung des Indikators		
<ul style="list-style-type: none"> - Ermittlung der Wärmeenergie für den Warmwasserbedarf - Ermittlung Endenergiebedarf für die Warmwasserbereitung 		
Gesetzliche Anforderungen an den Indikator		
<ul style="list-style-type: none"> - An diesen Indikator sind keine direkten gesetzlichen Anforderungen geknüpft 		
Indikatorwert bzw. Indikatorwertebereich		
Gebäudetyp	Anz. Kennwerte	Kennwerte
WG – MFH	1	28 kWh/(m ² ·a)
NWG – Schulkomplex (Neubau)	1	4,2 kWh/(m ² ·a)
Richtwerte		
WG	1	<ul style="list-style-type: none"> - VDI 4655: EFH: 500 kWh je Person und Jahr MFH: 1.000 kWh je WE und Jahr - Richtwert nach DIN V 18599-10
NWG	1	Richtwerte nach DIN V 18599-10
Bewertung des Indikators		
Priorität: 	Häufigkeit der Anwendung: 	Einflussfaktoren: <ul style="list-style-type: none"> • Gebäudetyp¹⁾ • Anlagentechnik • Berechnungsverfahren²⁾
Quelle/n des Indikators		
Abschlussbericht: dynOpt-En, FKZ: 03ETS001; nzeb Hannover, FKZ: 03EGB0003		
Anmerkungen		
¹⁾ Gebäudetyp spiegelt die Art und den damit zusammenhängenden Nutzenergiebedarf für Trinkwarmwasser wider. ²⁾ Art des Berechnungsverfahrens zur Ermittlung des Nutzenergiebedarfs für das Trinkwarmwasser.		

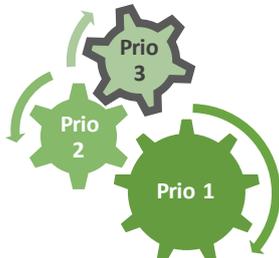
Indikator: Energiebedarf – Beleuchtung		G/Eb – 7
Kurze Beschreibung und Einheit des Indikators		
Energiebedarf (Strombedarf) für die eingebaute Beleuchtung zur energetischen Bewertung von Nichtwohngebäuden im Rahmen eines öffentlich-rechtlichen Nachweises.		
Einheit: kWh/(m ² ·a)	Bezugsgröße: Jahr, Fläche abhängig von Gebäudeart und Berechnungsverfahren: NWG: Nutzfläche, Nettoraumfläche	
Ziel der Ermittlung des Indikators		
<ul style="list-style-type: none"> - Ermittlung des Anteils für die Beleuchtung am Gesamtenergiebedarf eines NWG - Energetische Maßnahmenbewertung - Ermittlung des Gesamtendenergiebedarfs für NWG - Ermittlung von Einsparpotentialen im Bereich Beleuchtung 		
Gesetzliche Anforderungen an den Indikator		
- An diesen Indikator sind keine direkten gesetzlichen Anforderungen geknüpft		
Indikatorwert bzw. Indikatorwertebereich		
Gebäudetyp	Anz. Kennwerte	Kennwerte
NWG – Klassenzimmer	1	Einsparpotential durch geregelte Beleuchtung: ca. 75 %
Bewertung des Indikators		
Priorität ¹⁾ : 	Häufigkeit der Anwendung: 	Einflussfaktoren: <ul style="list-style-type: none"> • Gebäudetyp²⁾ • Kontrollsysteme³⁾
Quelle/n des Indikators		
Abschlussbericht: <i>MEET Lichtplanung, FKZ: 03ET1566</i>		
Anmerkungen		
¹⁾ »Prio 1« gilt nur für NWG; für WG gilt »Prio 3«.		
²⁾ Gebäudetyp spiegelt die Art der Nutzung und damit die bestehende Anforderung an die Beleuchtungsstärke wider.		
³⁾ Mögliche Kontrollsysteme sind unter anderem manuelle Kontrolle, tageslichtabhängige Kontrolle, Präsenzdetektion.		

Indikator: Endenergiebedarf – Strom (Seite 1)		G/Eb – 8
Weitere Begriffe: Gesamtstrombedarf		
Kurze Beschreibung und Einheit des Indikators		
<p>Der Strombedarf umfasst die Menge an elektrischer Energie, die zur Versorgung des Gebäudes mit Energie (Heizung, Trinkwarmwasser, Lüftung, Kühlung und bei Nichtwohngebäuden zusätzlich Beleuchtung) benötigt wird. Der Strombedarf, der durch die Nutzer verursacht wird, wird im Rahmen der derzeitigen Berechnungsvorschriften (DIN V 18599) für einen öffentlich-rechtlichen Nachweis nicht berücksichtigt. Anders als bei einem öffentlich-rechtlichen Nachweis wird beim Anstreben von einigen Gebäudeenergie-Niveaus (z. B. Effizienzhaus Plus, Passivhaus usw.) bei der Bilanzierung des Gesamtstrombedarfs auch der Nutzerstrom miteinbezogen. In Forschungsprojekten wird der gesamte Strombedarf oft inklusive dem Nutzerstrom bestimmt.</p>		
Einheit: 1. kWh/a 2. kWh/(m ² ·a)	Bezugsgröße: 1. Jahr 2. Jahr, Fläche abhängig von Gebäudeart und Berechnungsverfahren: WG: (beheizte) Wohnfläche, Gebäudenutzfläche A _N nach GEG NWG: Nutzfläche, Nettoraumfläche	
Ziel der Ermittlung des Indikators		
<ul style="list-style-type: none"> - Ermittlung des Stromanteils am gesamten Endenergiebedarf - Nachweisführung bei manchen Gebäudeenergie-Niveaus (z. B. Effizienzhaus Plus, Passivhaus usw.) - Ermittlung Energiebedarfskosten (Betriebskosten) für Strom - Auslegung und Dimensionierung Photovoltaikanlage und Stromspeicher - Ermittlung der Eigenverbrauchsquote und des solaren Deckungsanteils im Rahmen der Planung 		
Gesetzliche Anforderungen an den Indikator		
<ul style="list-style-type: none"> - An diesen Indikator sind keine direkten gesetzlichen Anforderungen geknüpft 		
Indikatorwert bzw. Indikatorwertebereich		
Gebäudetyp	Anz. Kennwerte	Kennwerte
WG – MFH	1	Ohne Nutzerstrom: 15 kWh/(m ² ·a) Mit Nutzerstrom: 32 kWh/(m ² ·a)
Richtwerte		
Haushaltsstrombedarf nach VDI 4655 [5]	WG – EFH (< 3Pers): 2.000 kWh/(a·Pers.) WG – EFH (3-6 Pers): 1.750 kWh/(a·Pers.) WG – EFH (> 6 Pers): 1.500 kWh/(a·Pers.) WG – MFH (unabh. von Pers.): 3.000 kWh/(a·WE)	
Bewertung des Indikators		
Priorität ¹⁾ : 	Häufigkeit der Anwendung: 	Einflussfaktoren: <ul style="list-style-type: none"> • Gebäudetyp¹⁾ • Dämmqualität²⁾ • Anlagentechnik³⁾ • Eigenstromerzeugung⁴⁾ • Berechnungsverfahren
Quelle/n des Indikators		
Abschlussbericht: MFH Möhringen, FKZ: 03EGB0015		

Indikator: Endenergiebedarf – Strom (Seite 2)	G/Eb – 8
Anmerkungen	
<p>¹⁾ Der Gebäudetyp spiegelt die Art der Nutzung wider.</p> <p>²⁾ Die Dämmqualität spielt eine entscheidende Rolle bei der Erzeugung des Wärmebedarfs durch strombetriebene Anlagen.</p> <p>³⁾ Effizienz der einzelnen Erzeuger und Wärme-/Kälteübergabesysteme (Heizung, Kühlung, Warmwasser, Lüftung).</p> <p>⁴⁾ Art der Berücksichtigung im Rahmen der Gebäudeenergiebilanz.</p>	

Indikator: Allgemeinstrombedarf		G/Eb – 9
Kurze Beschreibung und Einheit des Indikators		
Der Allgemeinstrom stellt einen Teil des Nutzerstroms in Wohngebäuden dar und beinhaltet den elektrischen Strombedarf (bspw. für die Beleuchtung und den Betrieb von Aufzügen) von allgemein zugänglichen Nutzungsbereichen eines Wohngebäudes wie Treppenhäuser, Kellerräume, Tiefgaragen und weiteren in einem Gebäude gemeinschaftlich genutzten Räumen.		
Einheit: 1. kWh/a 2. kWh/(m ² ·a)	Bezugsgröße: 1. Jahr 2. Jahr, Fläche abhängig von Gebäudeart und Berechnungsverfahren: WG: beheizte Wohnfläche (Wfl.), Gebäudenutzfläche A _N nach GEG NWG: Nutzfläche, Nettoraumfläche	
Ziel der Ermittlung des Indikators		
<ul style="list-style-type: none"> - Aufnahme in die Energiebilanz des Gebäudes zur Nachweisführung bei manchen Gebäudeenergie-Niveaus (z. B. Effizienzhaus Plus, Passivhaus usw.) - Vorhersage/Abschätzung des tatsächlich zu erwartenden Gesamtstrombedarfs eines Gebäudes 		
Gesetzliche Anforderungen an den Indikator		
<ul style="list-style-type: none"> - An diesen Indikator sind keine gesetzlichen Anforderungen geknüpft 		
Indikatorwert bzw. Indikatorwertebereich		
Gebäudetyp	Anz. Kennwerte	Kennwerte
WG – MFH	1	7,5 kWh/(m _{Wfl.} ·a)
Bewertung des Indikators		
Priorität: 	Häufigkeit der Anwendung: 	Einflussfaktoren: <ul style="list-style-type: none"> • Technische Ausstattung • Berechnungsansatz
Quelle/n des Indikators		
Abschlussbericht: dynOpt-En, FKZ: 03ETS001		
Anmerkungen		
-		

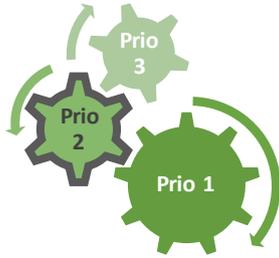
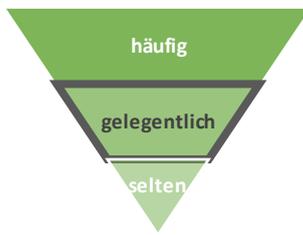
Indikator: Nutzerstrombedarf		G/Eb – 10
Kurze Beschreibung und Einheit des Indikators		
<p>Der Nutzerstrom umfasst den Strombedarf, der durch den Nutzer verursacht wird. Er wird im Rahmen der derzeitigen Berechnungsvorschriften für den Energiebedarf von Gebäuden (GEG/DIN V 18599) für einen öffentlich-rechtlichen Nachweis nicht ermittelt oder berücksichtigt. Der Nutzerstrom fällt somit zusätzlich zum Strombedarf an, der zur Versorgung des Gebäudes mit Energie (Heizung, Trinkwarmwasser, Lüftung, Kühlung und bei Nichtwohngebäuden zusätzlich Beleuchtung) benötigt wird. Der Nutzerstrom umfasst bei einem Wohngebäude den Stromverbrauch für die Beleuchtung, die elektronischen Haushalts- und Kommunikationsgeräte sowie Unterhaltungselektronik, während er bei einem Nichtwohngebäude den Strombedarf für die technische Ausstattung (bspw. Computer, Drucker, usw.), die Informationstechnologie (Telefon, Netzwerke, usw.), die Geräte in Gemeinschaftsbereichen (z. B. Aufzüge), elektrische Prozesswärme und Prozesskälte sowie andere elektronische Geräte in Abhängigkeit der Gebäudenutzung umfassen kann. [1]</p>		
Einheit: 1. kWh/a 2. kWh/(m ² ·a)	Bezugsgröße: 1. Jahr 2. Jahr, Fläche abhängig von Gebäudeart und Berechnungsverfahren: WG: beheizte Wohnfläche, Gebäudenutzfläche A_N nach GEG NWG: Nutzfläche, Nettoraumfläche	
Ziel der Ermittlung des Indikators		
<ul style="list-style-type: none"> - Ermittlung des zusätzlichen nutzerabhängigen Stromanteils - Nachweisführung bei manchen Gebäudeenergie-Niveaus (z. B. Effizienzhaus Plus, Passivhaus usw.) - Vorhersage/Abschätzung des tatsächlich zu erwartenden Gesamtstrombedarfs eines Gebäudes 		
Gesetzliche Anforderungen an den Indikator		
<ul style="list-style-type: none"> - An diesen Indikator sind keine gesetzlichen Anforderungen geknüpft 		
Indikatorwert bzw. Indikatorwertebereich		
Gebäudetyp	Anz. Kennwerte	Kennwerte
WG – MFH	1	17 kWh/(m ² ·a)
WG – Wohnheim (Neubau)	1	20 kWh/(m ² ·a)
Bewertung des Indikators		
Priorität: 	Häufigkeit der Anwendung: 	Einflussfaktoren: <ul style="list-style-type: none"> • Gebäudetyp¹⁾ • Technische Ausstattung • Berechnungsansatz
Quelle/n des Indikators		
Abschlussbericht: Campo_V, FKZ: 03EGB0011; MFH Möhringen, FKZ: 03EGB0015		
Anmerkungen		
¹⁾ Gebäudetyp spiegelt die Art der Nutzung wider.		

Indikator: Strombedarf – Regelungsstrategien		G/Eb – 11
Kurze Beschreibung und Einheit des Indikators		
Bei dem Strombedarf für Regelungsstrategien handelt es sich um zusätzlichen Hilfsstrombedarf und/oder zusätzlichen Strombedarf für Erzeugungsanlagen, der infolge von eingesetzten Regelungsstrategien (bspw. Steigerung des Eigenstromanteils durch thermische und/oder elektrochemische Speicherung) anfällt.		
Einheit: 1. kWh/a 2. kWh/(m ² ·a)	Bezugsgröße: 1. Jahr 2. Jahr, Fläche abhängig von Gebäudeart und Berechnungsverfahren: WG: beheizte Wohnfläche, Gebäudenutzfläche A_N nach GEG NWG: Nutzfläche, Nettoraumfläche	
Ziel der Ermittlung des Indikators		
<ul style="list-style-type: none"> - Ermittlung des zusätzlichen Strombedarfs infolge von Regelungsstrategien - Vorhersage/Abschätzung des tatsächlich zu erwartenden Gesamtstrombedarfs eines Gebäudes 		
Gesetzliche Anforderungen an den Indikator		
<ul style="list-style-type: none"> - An diesen Indikator sind keine gesetzlichen Anforderungen geknüpft 		
Indikatorwert bzw. Indikatorwertebereich		
Gebäudetyp	Anz. Kennwerte	Kennwerte
WG – MFH	1	1,3 – 4,5 % des Gesamtstrombedarfs (inkl. Haushaltsstrom)
Bewertung des Indikators		
Priorität: <div style="text-align: center; margin-top: 10px;">  </div>	Häufigkeit der Anwendung: <div style="text-align: center; margin-top: 10px;">  </div>	Einflussfaktoren: <ul style="list-style-type: none"> • Technische Ausstattung¹⁾
Quelle/n des Indikators		
Abschlussbericht: <i>future:heatpump_II</i> , FKZ: 03ET1605		
Anmerkungen		
¹⁾ Art und Anzahl der Regelungskomponenten.		

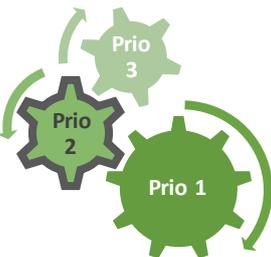
Indikator: Primärenergieverbrauch (Seite 1)		G/Ev – 1
Kurze Beschreibung und Einheit des Indikators		
<p>Beim Primärenergieverbrauch handelt es sich um die Menge an Energie des jeweils verwendeten Energieträgers (z. B. Steinkohle, Braunkohle, Rohöl, Erdgas usw.) einschließlich der erforderlichen energetischen Aufwendung für seine Gewinnung, Umwandlung und seinen Transport zum Endverbraucher. Der Primärenergieverbrauch ist eine kalkulatorische Größe und wird aus dem gemessenen Verbrauch (die Menge an Energie, die tatsächlich in einem Gebäude in einem bestimmten Zeitraum verbraucht wurde) durch die Multiplikation mit Primärenergiefaktoren ermittelt. [1]</p>		
Einheit: kWh/(m ² ·a)	Bezugsgröße: Jahr, Fläche abhängig von Gebäudeart und Berechnungsverfahren: WG: beheizte Wohnfläche, Gebäudenutzfläche A _N nach GEG NWG: Nutzfläche, Nettoraumfläche	
Ziel der Ermittlung des Indikators		
<ul style="list-style-type: none"> - Bewertung der Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden anhand des Verbrauchs unter Berücksichtigung der Umweltauswirkungen und dem zusätzlichen Energieaufwand durch Vorketten - Vergleich der Höhe des Verbrauchs mit gleichartigen Gebäuden und/oder Gebäuden anderer Energiestandards - Energetische Bewertung von Gebäuden im Rahmen der Energieausweiserstellung - Energieverbrauchsmonitoring (bspw. als Erfolgskontrolle umgesetzter Energieeinsparmaßnahmen) 		
Gesetzliche Anforderungen an den Indikator		
<ul style="list-style-type: none"> - Energieausweis auf Basis des Energieverbrauchs 		
Indikatorwert bzw. Indikatorwertebereich		
Gebäudetyp	Anz. Kennwerte	Kennwerte
WG – MFH	2 ¹⁾	51 kWh/(m ² ·a)
NWG – Bürogebäude	3 ¹⁾	30 kWh/(m ² ·a)
NWG – Schulkomplex (Neubau)	1	49 kWh/(m ² ·a)
Bewertung des Indikators		
Priorität: <div style="text-align: center; margin-top: 10px;">  </div>	Häufigkeit der Anwendung: <div style="text-align: center; margin-top: 10px;">  </div>	Einflussfaktoren: <ul style="list-style-type: none"> • Energieträger²⁾ • Eigenstromerzeugung³⁾ • Gebäudetyp⁴⁾ • Dämmqualität⁵⁾ • Effizienz der Anlagentechnik • Äußere Einflüsse wie Witterung⁶⁾ • Nutzerverhalten⁷⁾ • Weitere gebäudespezifische Einflussfaktoren⁸⁾
Quelle/n des Indikators		
<i>Abschlussbericht: future:heatpump_II, FKZ: 03ET1605; nzeb Hannover, FKZ: 03EGB0003</i>		

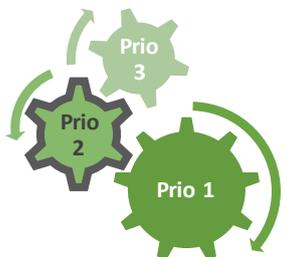
Indikator: Primärenergieverbrauch (Seite 2)	G/Ev – 1
Anmerkungen	
<p>1) Alle Kennwerte sind aus einem Forschungsprojekt.</p> <p>2) Primärenergiefaktoren der einzelnen Energieträger.</p> <p>3) Vorhandensein von Stromproduktion vor Ort sowie Art und Weise der Nutzung.</p> <p>4) Gebäudetyp spiegelt die Art der Nutzung wider.</p> <p>5) Mit der Dämmqualität des Gebäudes hängen nicht nur die thermische Qualität der Gebäudehülle, sondern auch die Wärmebrücken und die Gebäudedichtheit zusammen. Gut gedämmte Gebäude benötigen weniger Heizwärme und haben eine höhere Wärmespeicherfähigkeit.</p> <p>6) Der Einfluss der Witterung und des Klimas kann mit Hilfe von unterschiedlichen Methoden herausgerechnet werden; bspw. anhand von Klimafaktoren, die monatlich vom Deutschen Wetterdienst (DWD) zur Verfügung gestellt werden.</p> <p>7) Das Nutzerverhalten beeinflusst unter anderem interne und solare Wärmegewinne sowie Lüftungswärmeverluste.</p> <p>8) Weitere Einflussfaktoren in einem Schwimmbad sind unter anderem die Wasseroberfläche, die Betriebstemperatur der Schwimmbecken, die Besucherzahl und die Öffnungstage.</p>	

Indikator: Endenergieverbrauch – gesamt (Seite 1)		G/Ev – 2
Kurze Beschreibung und Einheit des Indikators		
<p>Als gesamter Endenergieverbrauch wird der Verbrauch aller Energieträger zur Erzeugung von Nutzenergie bezeichnet. Endenergieverbrauch ist eine gemessene Größe und berücksichtigt das reale Klima und das Nutzerverhalten. Zur Neutralisierung des Klimaeinflusses kann/wird der Anteil des Endenergieverbrauchs zur Wärmeerzeugung für Heizung klimabereinigt. [1]</p> <p>Beim Einsatz von Brennstoffen wird der Endenergieverbrauch mittels eines Umrechnungsfaktors in Kilowattstunden umgerechnet.</p> <p>Im Rahmen der Forschungsprojekte wird bei der Ermittlung des Stromverbrauchs des Öfteren der gesamte Strom eines Gebäudes inklusive Nutzerstrom bzw. Haushaltsstrom und/oder Allgemeinstrom berücksichtigt. Dies kann unter anderem an begrenzter Anzahl der Messzähler liegen.</p>		
Einheit: 1. kWh/(m ² ·a) 2. kWh/(m ² _{WF} ·a) 3. MWh/Pers., MWh/d, MWh/h 4. kWh/(m ³ ·a) 5. kWh/(Bett·a)	Bezugsgrößen: 1. Jahr, Fläche abhängig von Gebäudeart und Berechnungsverfahren: WG: (beheizte) Wohnfläche, Gebäudenutzfläche A _N nach GEG NWG: Nutzfläche, Nettoraumfläche 2., 3. Bei Gebäudetyp Schwimmbad typischerweise: - Wasserfläche (WF) - Besucherzahl (Pers.) - Öffnungszeit (Tage oder Stunden) 4. Bei Gebäudetyp Kirche und weiteren Gebäuden mit großen Raumhöhen: Raumvolumen in m ³ 5. Bei Gebäudetyp Krankenhaus/Pflegeheim zusätzlich zum Flächenbezug: Anzahl Betten	
Ziel der Ermittlung des Indikators		
<ul style="list-style-type: none"> - Ermittlung des gesamten Energieverbrauchs bzw. des Verbrauchs für Wärme und Strom - Vergleich und Einordnung der Höhe des Verbrauchs mit gleichartigen Gebäuden - Energieverbrauchsmonitoring bspw. als Erfolgskontrolle umgesetzter Energieeinsparmaßnahmen und/oder zum Vergleich mit geplanten bzw. ermittelten Energiebedarfen. - Ermittlung des betriebsbedingten Primärenergieverbrauchs und von betriebsbedingten CO₂-Emissionen - Ermittlung der Energieträgerkosten (Betriebskostenermittlung) und der betriebsbedingten CO₂-Kosten 		
Gesetzliche Anforderungen an den Indikator		
<ul style="list-style-type: none"> - Die witterungsbereinigten Kennwerte der letzten drei Heizperioden dienen zur Ausstellung des Energieausweises auf Grundlage des Energieverbrauchs 		
Indikatorwert bzw. Indikatorwertebereich		
Gebäudetyp	Anz. Kennwerte	Kennwerte
WG – EFH (RH)	1	Ohne Nutzerstrom: 15 kWh/(m ² ·a) Mit Nutzerstrom: 36 kWh/(m ² ·a)
WG – MFH	1	Ohne Nutzerstrom: 57 kWh/(m ² ·a) Mit Nutzerstrom: 89 kWh/(m ² ·a)
NWG – Schulkomplex (Neubau)	1	Mit Nutzerstrom: 16 kWh/(m ² ·a)
NWG – Schwimmbad (Bestand)	115 ¹⁾	2.592 MWh/a 3,7 MWh/(m ² ·a) (Bezug: m ² Wasseroberfläche)
Durchschnittswerte		
WG – EFH (RH)	Deutscher Durchschnitt: 178 kWh/(m ² ·a) [6]	
NWG- Uniklinik	Durchschnittswert (USA): bis zu 1.473 kWh/(m ² ·a) [7]	

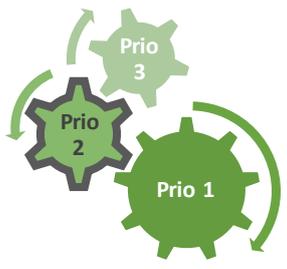
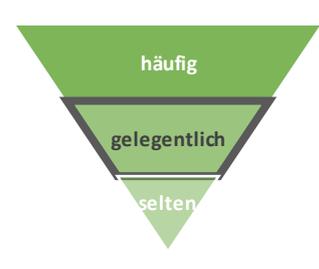
Indikator: Endenergieverbrauch – gesamt (Seite 2)		G/Ev – 2
Bewertung des Indikators		
Priorität: 	Häufigkeit der Anwendung: 	Einflussfaktoren: <ul style="list-style-type: none"> • Gebäudetyp²⁾ • Dämmqualität³⁾ • Effizienz der Anlagentechnik • Äußere Einflüsse wie Witterung⁴⁾ • Nutzerverhalten⁵⁾ • Weitere gebäudespezifische Einflussfaktoren⁶⁾
Quelle/n des Indikators		
<i>Abschlussbericht: dECONhealth, FKZ: 03ET1568; EnergieeffBaeder, FKZ: 03EN1004; InSituNachweis, FKZ: 03ET1509; nzeb Hannover, FKZ: 03EGB0003</i>		
Anmerkungen		
<p>¹⁾ Alle Kennwerte sind aus einem Forschungsprojekt.</p> <p>²⁾ Gebäudetyp spiegelt die Art der Nutzung wider.</p> <p>³⁾ Mit der Dämmqualität des Gebäudes hängen nicht nur die thermische Qualität der Gebäudehülle, sondern auch die Wärmebrücken und die Gebäudedichtheit zusammen. Gut gedämmte Gebäude benötigen weniger Heizwärme und haben eine höhere Wärmespeicherfähigkeit.</p> <p>⁴⁾ Der Einfluss der Witterung und des Klimas kann mit Hilfe von unterschiedlichen Methoden herausgerechnet werden; bspw. anhand von Klimafaktoren, die monatlich vom Deutschen Wetterdienst (DWD) zur Verfügung gestellt werden.</p> <p>⁵⁾ Das Nutzerverhalten beeinflusst unter anderem interne und solare Wärmegevinne sowie Lüftungswärmeverluste.</p> <p>⁶⁾ Weitere Einflussfaktoren in einem Schwimmbad sind unter anderem die Wasseroberfläche, die Betriebstemperatur der Schwimmbecken, die Besucherzahl und die Öffnungstage.</p>		

Indikator: Endenergieverbrauch – Wärme (Seite 1)		G/Ev – 3
Kurze Beschreibung und Einheit des Indikators		
<p>Als Endenergieverbrauch wird der Verbrauch von Energieträgern zur Erzeugung von Nutzenergie bezeichnet. Der Endenergieverbrauch – Wärme stellt den Verbrauch an Energieträgern zur Wärmeerzeugung für die Heizung und das Warmwasser dar. Der Endenergieverbrauch ist eine gemessene Größe und berücksichtigt das reale Klima und das Nutzerverhalten. Zur Neutralisierung des Klimaeinflusses kann der Endenergieverbrauch für Heizung klimabereinigt werden. [1]</p> <p>Beim Einsatz von Brennstoffen wird der Endenergieverbrauch mittels eines Umrechnungsfaktors in Kilowattstunden umgerechnet.</p>		
Einheit: 1. kWh/(m ² ·a) 2. kWh/(m ² _{WF} ·a) 3. MWh/d, MWh/h 4. kWh/(m ³ ·a) 5. kWh/(Bett·a)	Bezugsgrößen: 1. Jahr, Fläche abhängig von Gebäudeart und Berechnungsverfahren: WG: (beheizte) Wohnfläche, Gebäudenutzfläche A _N nach GEG NWG: Nutzfläche, Nettoraumfläche 2., 3. Bei Gebäudetyp Schwimmbad typischerweise: - Wasserfläche (WF) - Besucherzahl - Öffnungszeit (Tage, Stunden) 4. Bei Gebäudetyp Kirche und weiteren Gebäuden mit großen Raumhöhen: Raumvolumen in m ³ 5. Bei Gebäudetyp Krankenhaus/Pflegeheim zusätzlich zum Flächenbezug: Anzahl Betten	
Ziel der Ermittlung des Indikators		
<ul style="list-style-type: none"> - Ermittlung des gesamten Energieverbrauchs bzw. des Verbrauchs für Wärme und Strom - Vergleich der Höhe des Verbrauchs mit gleichartigen Gebäuden und Referenzwerten - Energieverbrauchsmonitoring bspw. als Erfolgskontrolle umgesetzter Energiesparmaßnahmen und/oder zum Vergleich mit geplanten bzw. ermittelten Energiebedarfen - Ermittlung Energiebedarfskosten (Betriebskosten) für Wärme - Durchführung einer Betriebsoptimierung - Vergleich mit einem Vergleichswert für Wärme (Energieausweis) 		
Gesetzliche Anforderungen an den Indikator		
<ul style="list-style-type: none"> - Die Kennwerte der letzten drei Heizperioden (Heizungsanteil wird witterungsbereinigt) dienen zur Ausstellung des Energieausweises auf Grundlage des Energieverbrauchs 		
Indikatorwert bzw. Indikatorwertebereich		
Gebäudetyp	Anz. Kennwerte	Kennwerte
WG – MFH	3	39 – 69 kWh/(m ² ·a)
WG – MFH (Bestand)	62 ¹⁾	Gasverbrauch Heizung: - Gut eingestellte Heizkennlinie: durchschn. 95 kWh/(m ² ·a) - Leicht übertersorgt: durchschn. 131 kWh/(m ² ·a) - Deutlich übertersorgt: durchschn. 134 kWh/(m ² ·a)
NWG – KMU	1	740 MWh/a

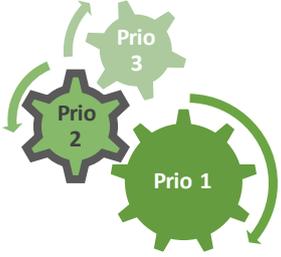
Indikator: Endenergieverbrauch – Wärme (Seite 2)			G/Ev – 3
Indikatorwert bzw. Indikatorwertebereich			
Energieeinsparungen im Bereich Heizung			
Gebäudetyp	Anz. Kennwerte	Einsparung durch:	Höhe der Einsparung:
WG – MFH (Bestand)	1 ?	Smarte Thermostate	ca. 7 %
		Geringinvestive Maßnahmen in den Bestandheizungsanlagen	10 %
	1	Geringinvestive Optimierung Heizungssystem	8 kWh/(m ² ·a)
Liegenschaft (Bestandsgebäude)	8 ¹⁾	Optimierung und Überwachung von Heizungsanlagen	Im Mittel 23,7 %
Bewertung des Indikators			
Priorität: 	Häufigkeit der Anwendung: 	Einflussfaktoren: <ul style="list-style-type: none"> • Gebäudetyp²⁾ • Dämmqualität³⁾ • Äußere Einflüsse wie Witterung⁴⁾ • Effizienz der Anlagentechnik • Nutzerverhalten⁵⁾ • Weitere gebäudespezifische Einflussfaktoren⁶⁾ 	
Quelle/n des Indikators			
Fragebogen, Rückfrage: KINERGY, FKZ: 03EN1011 Abschlussbericht: BaltBest, FKZ: 03ET1616; FeBOp-MFH, FKZ: 03ET1573; InSituNachweis, FKZ: 03ET1509; KMU plus, FKZ: 03ET1621; MOBASY, FKZ: 03SBE0004			
Anmerkungen			
¹⁾ Alle Kennwerte sind aus einem Forschungsprojekt. ²⁾ Gebäudetyp spiegelt die Art der Nutzung wider. ³⁾ Mit der Dämmqualität des Gebäudes hängen nicht nur die thermische Qualität der Gebäudehülle, sondern auch die Wärmebrücken und die Gebäudedichtheit zusammen. Gut gedämmte Gebäude benötigen weniger Heizwärme und haben eine höhere Wärmespeicherfähigkeit. ⁴⁾ Der Einfluss der Witterung und des Klimas kann mit Hilfe von unterschiedlichen Methoden herausgerechnet werden; bspw. anhand von Klimafaktoren, die monatlich vom Deutschen Wetterdienst (DWD) zur Verfügung gestellt werden. ⁵⁾ Das Nutzerverhalten beeinflusst unter anderem interne und solare Wärmegevinne sowie Lüftungswärmeverluste. ⁶⁾ Weitere Einflussfaktoren in einem Schwimmbad sind unter anderem die Wasseroberfläche, die Betriebstemperatur der Schwimmbecken, die Besucherzahl und die Öffnungstage.			

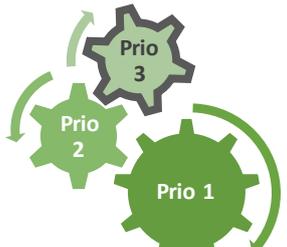
Indikator: Nutzenergieverbrauch – Heizung (Seite 1)		G/Ev – 4
Weitere Begriffe: Heizwärmeverbrauch, Nutzwärmeverbrauch		
Kurze Beschreibung und Einheit des Indikators		
<p>Die Nutzenergie ist der Teil der Endenergie, die dem Nutzer unmittelbar ohne weitere Verluste zur Verfügung steht. Dazu werden von der Endenergie die Systemverluste der Anlagentechnik und die benötigte Hilfsenergie abgezogen. Der Nutzenergieverbrauch ist die Wärmemenge in kWh, die in einem bestimmten Zeitraum unter Berücksichtigung des realen Klimas und des Nutzerverhaltens verbraucht wird. Der Nutzenergieverbrauch kann in der Regel nicht gemessen werden. Je nach Lage des Wärmemengenzählers ist in dem »gemessenen« Heizwärmeverbrauch immer ein gewisser Anteil an technischen Verlusten (mindestens die Übergabeverluste, oftmals auch die Verteilverluste und/oder Speicherverluste) enthalten. Wird beispielsweise der Wärmemengenzähler direkt vor dem Heizkörper platziert, sind im Messwert die Übergabeverluste des Wärmeübergabesystems mit enthalten. Die in den Forschungsberichten im Rahmen eines Monitorings ermittelten und angegebenen Heizwärmeverbräuche stellen damit keine »reinen« Heizwärmeverbräuche dar, wie dies bei einem berechneten Heizwärmebedarf der Fall ist.</p>		
Einheit: kWh/(m ² ·a)	Bezugsgröße: Jahr, Fläche abhängig von Gebäudeart und Berechnungsverfahren: WG: (beheizte) Wohnfläche, Gebäudenutzfläche A _N nach GEG NWG: Nutzfläche, Nettoraumfläche	
Ziel der Ermittlung des Indikators		
<ul style="list-style-type: none"> - Ermittlung des Anteils für Heizung am gesamten Wärmeverbrauch - Energieverbrauchsmonitoring (bspw. zum Vergleich mit Planungswerten) 		
Gesetzliche Anforderungen an den Indikator		
<ul style="list-style-type: none"> - An diesen Indikator bestehen aktuell keine gesetzlichen Anforderungen 		
Indikatorwert bzw. Indikatorwertebereich		
Gebäudetyp	Anz. Kennwerte	Kennwerte
WG – EFH (RH)	1	7,4 kWh/(m ² ·a)
WG – MFH (Neubau, Sanierung)	3	17 – 65 kWh/(m ² ·a)
WG – MFH (unsaniert)	1	120 kWh/(m ² ·a)
NWG – Schulkomplex (Neubau)	1	Nach EnEV: 23 kWh/(m ² ·a) Nach PHPP: 27 kWh/(m ² ·a)
Bewertung des Indikators		
Priorität: 	Häufigkeit der Anwendung: 	Einflussfaktoren: <ul style="list-style-type: none"> • Gebäudetyp¹⁾ • Dämmqualität²⁾ • Äußere Einflüsse wie Witterung³⁾
Quelle/n des Indikators		
Abschlussbericht: Eversol-MFH, FKZ: 03ETS004; InSituNachweis, FKZ: 03ET1509; MOBASY, FKZ: 03SBE0004; nzeb Hannover, FKZ: 03EGB0003		

Indikator: Nutzenergieverbrauch – Heizung (Seite 2)	G/Ev – 4
Anmerkungen	
<p>¹⁾ Gebäudetyp spiegelt die Art der Nutzung wider.</p> <p>²⁾ Mit der Dämmqualität des Gebäudes hängen nicht nur die thermische Qualität der Gebäudehülle, sondern auch die Wärmebrücken und die Gebäudedichtheit zusammen. Gut gedämmte Gebäude benötigen weniger Heizwärme und haben eine höhere Wärmespeicherfähigkeit.</p> <p>³⁾ Der Einfluss der Witterung und des Klimas kann mit Hilfe von unterschiedlichen Methoden herausgerechnet werden; bspw. anhand von Klimafaktoren, die monatlich vom Deutschen Wetterdienst (DWD) zur Verfügung gestellt werden.</p>	

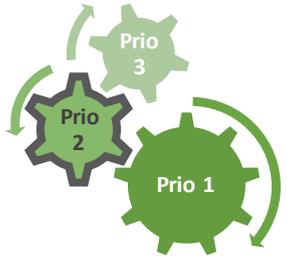
Indikator: Nutzenergieverbrauch – Warmwasser		G/Ev – 5
Kurze Beschreibung und Einheit des Indikators		
<p>Die Nutzenergie ist der Teil der Endenergie, die dem Nutzer unmittelbar ohne weitere Verluste zur Verfügung steht. Dazu werden von der Endenergie die Systemverluste der Anlagentechnik und die benötigte Hilfsenergie abgezogen. Der Nutzenergieverbrauch ist die Menge an Energie in kWh, die für die Bereitstellung des Warmwassers in einem bestimmten Zeitraum unter Berücksichtigung des Nutzerverhaltens verbraucht wird. Je nach Lage des/der Wärmemengenzähler/s und Ermittlungsverfahren können in dem »gemessenen« Nutzenergieverbrauch zusätzliche Verteil-, Speicher- und/oder Umwandlungsverluste enthalten sein. In den Forschungsberichten wird meistens kurz beschrieben, wie im Rahmen eines Monitorings der angegebene Wärmeverbrauch für Warmwasserbereitung ermittelt worden ist.</p>		
Einheit: 1. kWh/(m ² ·a) 2. kWh/(WE·d)	Bezugsgröße: 1. Jahr, Fläche abhängig von Gebäudeart und Berechnungsverfahren: WG: (beheizte) Wohnfläche, Gebäudenutzfläche A _N nach GEG NWG: Nutzfläche, Nettoraumfläche 2. Wohneinheit und Tag	
Ziel der Ermittlung des Indikators		
- Energieverbrauchsmonitoring		
Gesetzliche Anforderungen an den Indikator		
- an diesen Indikator bestehen aktuell keine gesetzlichen Anforderungen		
Indikatorwert bzw. Indikatorwertebereich		
Gebäudetyp	Anz. Kennwerte	Kennwerte
WG – MFH (Neubau, Sanierung)	2	14 – 16 ¹⁾ kWh/(m ² ·a)
NWG – Schulkomplex (Neubau)	1	2,2 kWh/(m ² ·a)
Bewertung des Indikators		
Priorität: 	Häufigkeit der Anwendung: 	Einflussfaktoren: • Gebäudetyp ²⁾
Quelle/n des Indikators		
Abschlussbericht: InSituNachweis, FKZ: 03ET1509; MOBASY, FKZ: 03SBE0004; nzeb Hannover, FKZ: 03EGB0003		
Anmerkungen		
¹⁾ Inklusive geringer Verluste am Plattenwärmeübertrager. ²⁾ Der Warmwasserverbrauch ist von der jeweiligen Nutzung des Gebäudes abhängig, z. B. Wohngebäude, Bürogebäude, Schwimmbad usw.		

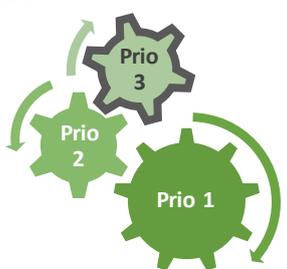
Indikator: Endenergieverbrauch – Strom (Seite 1)		G/Ev – 6
Weitere Begriffe: Gesamtstromverbrauch		
Kurze Beschreibung und Einheit des Indikators		
<p>Der Endenergieverbrauch – Strom stellt den gesamten Stromverbrauch eines Gebäudes dar. Der Endenergieverbrauch ist eine gemessene Größe und berücksichtigt das Nutzerverhalten und im Falle der Wärmeerzeugung das reale Klima. In den Forschungsprojekten ist im Gesamtstromverbrauch des Öfteren auch der Nutzerstrom bzw. der Haushaltsstrom und/oder der Allgemiestrom enthalten.</p> <p>Im Rahmen der Bekanntmachung der Regeln für Energieverbrauchswerte und der Vergleichswerte im Nichtwohngebäudebestand wird der Endenergieverbrauch (Strom) ohne den Anteil des Stromverbrauchs für die Wärmeerzeugung (Stromverbrauch für Heizung und Warmwasser) dargestellt. Dieser Anteil wird im Bereich Heizenergie berücksichtigt.</p>		
Einheit: 1. kWh/(m ² -a) 2. kWh/(m ² _{WF} -a) 3. MWh/d, MWh/h 4. kWh/(m ³ -a) 5. kWh/(Bett-a)	Bezugsgrößen: 1. Jahr, Fläche abhängig von Gebäudeart und Berechnungsverfahren: WG: (beheizte) Wohnfläche, Gebäudenutzfläche A _N nach GEG NWG: Nutzfläche, Nettoraumfläche 2., 3. Bei Gebäudetyp Schwimmbad typischerweise: - Wasserfläche (WF) - Besucherzahl - Öffnungszeit (Tage, Stunden) 4. Bei Gebäudetyp Kirche und weiteren Gebäuden mit großen Raumhöhen: Raumvolumen 5. Bei Gebäudetyp Krankenhaus/Pflegeheim zusätzlich zum Flächenbezug: Anzahl Betten	
Ziel der Ermittlung des Indikators		
<ul style="list-style-type: none"> - Ermittlung des Energieverbrauchs für den Energieträger Strom - Vergleich der Höhe des Verbrauchs mit gleichartigen Gebäuden und Referenzwerten - Energieverbrauchsmonitoring bspw. als Erfolgskontrolle umgesetzter Energiesparmaßnahmen und/oder zum Vergleich mit geplanten bzw. ermittelten Energiebedarfen. - Ermittlung Energiekosten (Betriebskosten) für Strom - Ermittlung der Eigenverbrauchsquote und des solaren Deckungsanteils im Betrieb - Vergleich mit Vergleichswert für Strom (Energieausweis) 		
Gesetzliche Anforderungen an den Indikator		
<ul style="list-style-type: none"> - Die witterungsbereinigten Kennwerte der letzten drei Heizperioden dienen zur Ausstellung von Energieausweisen auf Grundlage des Energieverbrauchs 		
Indikatorwert bzw. Indikatorwertebereich		
Gebäudetyp	Anz. Kennwerte	Kennwerte
WG – MFH	3	26 – 66 kWh/(m ² -a) (inkl. Nutzerstrom)
WG – Wohnheim (Neubau)	1	78 – 89 kWh/(m ² -a) (inkl. Nutzerstrom)
NWG – KMU	1	Netz- und PV-Anteil: 495 MWh/a Nur Netzanteil: 391 MWh/a

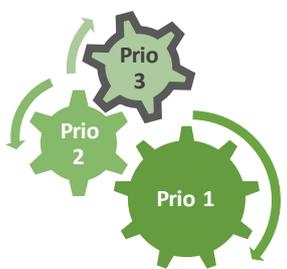
Indikator: Endenergieverbrauch – Strom (Seite 2)		G/Ev – 6
Bewertung des Indikators		
Priorität: 	Häufigkeit der Anwendung: 	Einflussfaktoren: <ul style="list-style-type: none"> • Gebäudetyp¹⁾ • Dämmqualität²⁾ • Effizienz der Anlagentechnik • Äußere Einflüsse wie Witterung³⁾ • Nutzerverhalten⁴⁾ • Effizienz technischer Ausstattung • Weitere gebäudespezifische Einflussfaktoren⁵⁾
Quelle/n des Indikators		
<i>Abschlussbericht: Campo_V, FKZ: 03EGB0011; KMU plus, FKZ: 03ET1621; InSituNachweis, FKZ: 03ET1509; MFH Möhringen, FKZ: 03EGB0015; MOBASY, FKZ: 03SBE0004</i>		
Anmerkungen		
<p>¹⁾ Gebäudetyp spiegelt die Art der Nutzung wider.</p> <p>²⁾ Mit der Dämmqualität des Gebäudes hängen nicht nur die die thermische Qualität der Gebäudehülle, sondern auch die Wärmebrücken und die Gebäudedichtheit zusammen. Gut gedämmte Gebäude benötigen weniger Heizwärme und haben eine höhere Wärmespeicherfähigkeit.</p> <p>³⁾ Der Einfluss der Witterung und des Klimas kann mit Hilfe von unterschiedlichen Methoden herausgerechnet werden; bspw. anhand von Klimafaktoren, die monatlich vom Deutschen Wetterdienst (DWD) zur Verfügung gestellt werden.</p> <p>⁴⁾ Das Nutzerverhalten beeinflusst unter anderem interne und solare Wärmegewinne sowie Lüftungswärmeverluste.</p> <p>⁵⁾ Weitere Einflussfaktoren in einem Schwimmbad sind unter anderem die Wasseroberfläche, die Betriebstemperatur der Schwimmbecken, die Besucherzahl und die Öffnungstage.</p>		

Indikator: Nutzerstromverbrauch (Seite 1)		G/Ev – 7
Kurze Beschreibung und Einheit des Indikators		
<p>Der Nutzerstrom umfasst den Stromverbrauch, der durch den Nutzer verursacht wird. Der Nutzerstrom fällt zusätzlich zum Stromverbrauch an, der zur Versorgung des Gebäudes mit Energie (Heizung, Trinkwarmwasser, Lüftung, Kühlung und bei Nichtwohngebäuden zusätzlich Beleuchtung) gemäß der derzeit gültigen Berechnungsvorschriften für den Energiebedarf von Gebäuden (GEG/DIN V 18599) benötigt wird. Der Nutzerstrom umfasst bei einem Wohngebäude den Stromverbrauch für Beleuchtung, elektronische Haushalts- und Kommunikationsgeräte sowie Unterhaltungselektronik, während er bei einem Nichtwohngebäude den Stromverbrauch für technische Ausstattung (bspw. Computer, Drucker, usw.), Informationstechnologie (Telefon, Netzwerke, usw.), Geräte in Gemeinschaftsbereichen (z. B. Aufzüge), Prozesswärme, Prozesskälte sowie andere elektronische Geräte in Abhängigkeit der Gebäudenutzung umfassen kann. Der Nutzerstromverbrauch bei Mehrfamilienhäusern wird unterschieden in Haushaltsstrom (Stromverbrauch in Wohneinheiten) und Allgemeinstrom (Stromverbrauch von allgemein zugänglichen Nutzungsbereichen (bspw. Beleuchtung, für Betrieb von Aufzügen)). [1]</p>		
Einheit: 1. kWh/a 2. kWh/(m ² ·a)	Bezugsgröße: 1. Jahr 2. Jahr, Fläche abhängig von Gebäudeart und Berechnungsverfahren: WG: (beheizte) Wohnfläche, Gebäudenutzfläche A _N nach GEG NWG: Nettoraumfläche, Nutzfläche	
Ziel der Ermittlung des Indikators		
<ul style="list-style-type: none"> - Ermittlung des nutzerabhängigen Stromanteils eines Gebäudes - Benchmarking 		
Gesetzliche Anforderungen an den Indikator		
<ul style="list-style-type: none"> - An diesen Indikator sind keine gesetzlichen Anforderungen geknüpft 		
Indikatorwert bzw. Indikatorwertebereich		
Gebäudetyp	Anz. Kennwerte	Kennwerte
WG – EFH (RH)	1	Haushaltsstrom: 18 kWh/(m ² ·a)
WG – MFH (Neubau, Sanierung)	4	Haushaltsstrom: 18 – 29 kWh/(m ² ·a)
WG – MFH	2	Allgemeinstrom: 1,3 – 2,7 kWh/(m ² ·a)
WG – Wohnheim (Neubau)	1	Mieterstrom: 37 – 40 kWh/(m ² ·a)
WG – Wohnheim (Neubau)	1	Allgemeinstrom: 8,0 kWh/(m ² ·a)
Zielwert		
WG – Wohnheim (Neubau)	1	Im Rahmen des Projektes geplanter Verbrauchswert: 20 kWh/(m ² ·a)
Bewertung des Indikators		
Priorität: 	Häufigkeit der Anwendung: 	Einflussfaktoren: <ul style="list-style-type: none"> • Gebäudetyp¹⁾ • Technische Ausstattung • Nutzerverhalten

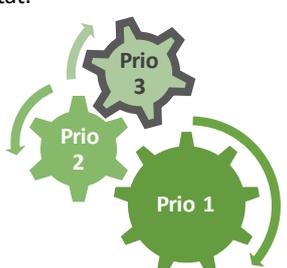
Indikator: Nutzerstromverbrauch (Seite 2)	G/Ev – 7
Quelle/n des Indikators	
<i>Abschlussbericht: Campo_V, FKZ: 03EGB0011; Eversol-MFH, FKZ: 03ETS004; InSituNachweis, FKZ: 03ET1509; MFH Möhringen, FKZ: 03EGB0015; MOBASY, FKZ: 03SBE0004;</i>	
Anmerkungen	
1) Gebäudetyp spiegelt die Art der Nutzung wider.	

Indikator: Stromverbrauch – Lüftungsanlage		G/Ev – 8
Weitere Begriffe: Lüftungsstromverbrauch		
Kurze Beschreibung und Einheit des Indikators		
Der Stromverbrauch von Lüftungsanlagen beschreibt den durch die Luftförderung einer mechanischen Lüftungsanlage verursachten Strombedarf inklusive deren Regelung. Der Stromverbrauch zur Konditionierung sowie Be- und Entfeuchtung der Zuluft ist hier nicht enthalten.		
Einheit: 1. kWh/a 2. kWh/(m ² -a)	Bezugsgröße: 1. Jahr 2. Jahr, Fläche abhängig von Gebäudeart und Berechnungsverfahren: WG: (beheizte) Wohnfläche, Gebäudenutzfläche A _N nach GEG NWG: Nettoraumfläche, Nutzfläche	
Ziel der Ermittlung des Indikators		
<ul style="list-style-type: none"> - Beurteilung der Anlageneffizienz - Ermittlung des Anteils am Gesamtstromverbrauch - Maßnahmenbewertung, Betriebsoptimierung sowie Bewertung von Regelstrategien 		
Gesetzliche Anforderungen an den Indikator		
- An diesen Indikator sind keine direkten gesetzlichen Anforderungen geknüpft		
Indikatorwert bzw. Indikatorwertebereich		
Gebäudetyp	Anz. Kennwerte	Kennwerte
WG – Passiv-/Effizienzhaus Plus-Häuser	6 ¹⁾	Dezentral: 1,6 – 3,9 kWh/(m ² -a)
	9 ¹⁾	Zentral, semizentral: 3,7 – 9,6 kWh/(m ² -a)
	2 ¹⁾	Abluft: 1,7 – 2,5 kWh/(m ² -a)
Bewertung des Indikators		
Priorität: 	Häufigkeit der Anwendung: 	Einflussfaktoren: <ul style="list-style-type: none"> • Art der Lüftungsanlage • Nutzerverhalten
Quelle/n des Indikators		
Abschlussbericht: MOBASY; FKZ 03SBE0004		
Anmerkungen		
¹⁾ Alle Kennwerte sind aus einem Forschungsprojekt.		

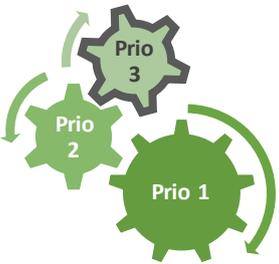
Indikator: Stromverbrauch – zusätzliche Technik		G/Ev – 9
Kurze Beschreibung und Einheit des Indikators		
Der Stromverbrauch für zusätzliche Technik beschreibt den Strombedarf, welcher infolge von zusätzlichen Aufwendungen wie Monitoring, Internetversorgung und Budgeterfassung und -abrechnung (Strom für Zähler und Sensoren) zustande kommt. Dieser Stromverbrauch kommt zusätzlich zum Energiebedarf des Gebäudes und zum Nutzerstrom hinzu.		
Einheit: 1. kWh/a 2. kWh/(m ² -a)	Bezugsgröße: 1. Jahr 2. Jah, Fläche abhängig von Gebäudeart und Berechnungsverfahren: WG: (beheizte) Wohnfläche, Gebäudenutzfläche A _N nach GEG NWG: Nettoraumfläche, Nutzfläche	
Ziel der Ermittlung des Indikators		
<ul style="list-style-type: none"> - Ermittlung des Stromanteils für zusätzliche und für die Versorgung des Gebäudes nicht erforderliche Aufwendungen - Ermittlung des Anteils am Gesamtstromverbrauch - Ermittlung von zusätzlichen Energiebedarfskosten 		
Gesetzliche Anforderungen an den Indikator		
- An diesen Indikator sind keine gesetzlichen Anforderungen geknüpft		
Indikatorwert bzw. Indikatorwertebereich		
Gebäudetyp	Anz. Kennwerte	Kennwerte
WG – MFH	1	1,0 kWh/(m ² -a) (Bezug: Nutzfläche A _N)
Bewertung des Indikators		
Priorität: 	Häufigkeit der Anwendung: 	Einflussfaktoren: <ul style="list-style-type: none"> • Art der Aufwendungen • Technische Ausstattung
Quelle/n des Indikators		
Abschlussbericht: MOBASY, FKZ: 03SBE0004		
Anmerkungen		
-		

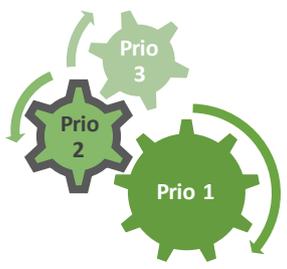
Indikator: Wasserverbrauch (Seite 1)		G/So – 1
Kurze Beschreibung und Einheit des Indikators		
Der Wasserverbrauch gibt den gesamten Verbrauch für kaltes und/oder warmes Wasser eines Gebäudes an.		
Einheit: 1. Liter/(Pers.·d) 2. m ³ /(Pers.·a) 3. m ³ /(m ² ·a)	Bezugsgröße: 1. Personenbezogen, Zeitraum Tag 2. Personenbezogen, Zeitraum Jahr 3. Jahr, Fläche abhängig von Gebäudeart und Berechnungsverfahren: WG: (beheizte) Wohnfläche, Gebäudenutzfläche A _N nach GEG NWG: Nettoraumfläche, Nutzfläche	
Ziel der Ermittlung des Indikators		
<ul style="list-style-type: none"> - Vergleich der Messwerte mit Bedarfsannahmen in der Planung - Benchmarking: Vergleich des Wasserverbrauchs mit gleichartigen Gebäuden - Betriebsoptimierung sowie Ressourcen-, Energie- und Kosteneinsparung 		
Gesetzliche Anforderungen an den Indikator		
- An diesen Indikator sind keine gesetzlichen Anforderungen geknüpft		
Indikatorwert bzw. Indikatorwertebereich		
Gebäudetyp	Anz. Kennwerte	Kennwerte
WG – MFH	1	21 m ³ /(Pers.·a)
	1	Toilettenspülung: 14 m ³ /(Pers.·a)
WG – MFH	1	1.155 Liter/(m ² ·a) bzw. 1,2 m ³ /(m ² ·a) 100 Liter/(Pers.·d)
WG – Wohnheim (Neubau)	1	17 – 20 m ³ /(Pers.·a)
Richtwerte		
WG – Wohnheim (Neubau)	Im Rahmen des Projekts [8] herangezogener Richtwert: 9 m ³ /(Pers.·a)	
Mittlerer Verbrauch von Haushalten in Deutschland nach [9] und [10]		
WG – MFH	<ul style="list-style-type: none"> - Mittlerer Verbrauch: 125 Liter/(Pers.·d) - ohne Toilettenspülung und ohne Kleingewerbeanteil: 29,2 m³/(Pers.·a) - Toilettenspülung: 12,3 m³/(Pers.·a) 	
Bewertung des Indikators		
Priorität: 	Häufigkeit der Anwendung: 	Einflussfaktoren: <ul style="list-style-type: none"> • Gebäudetyp¹⁾ • Nutzeranzahl und -verhalten • Technische Ausstattung²⁾
Quelle/n des Indikators		
Abschlussbericht: Campo_V, FKZ: 03EGB0011; InSituNachweis, FKZ: 03SBE0004; MOBASY, FKZ: 03SBE0004		

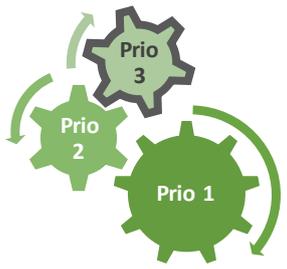
Indikator: Wasserverbrauch (Seite 2)	G/So – 1
Anmerkungen	
<p>¹⁾ Wasserverbrauch ist von der jeweiligen Nutzung des Gebäudes abhängig, z. B. Wohngebäude, Bürogebäude, Schwimmbad usw.</p> <p>²⁾ Technische Ausstattung bezieht sich auf die Effizienz von Armaturen, Toiletten, Duschköpfen und anderen wasserverbrauchenden Geräten sowie den Einsatz von Technologien zur Regenwassernutzung und Grauwasserrecycling (Aufbereitung des Grauwassers zur Nutzung als Toilettenspülung).</p>	

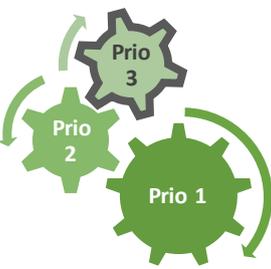
Indikator: Stromspeicher – Dimensionierung (Seite 1)		G/Ee – 1
Weitere Begriffe: Batteriegröße		
Kurze Beschreibung und Einheit des Indikators		
In einem Stromspeicher wird elektrische Energie zwischengespeichert, damit diese bei Bedarf zu einem späteren Zeitpunkt zur Verfügung steht. Stromspeicher werden im Allgemeinen eingesetzt, um die Energieversorgung zu stabilisieren, erneuerbare Energien effizienter zu nutzen und Netzschwankungen auszugleichen. Im Gebäudebereich wird in der Regel in einem Stromspeicher der Strom aus direkt vor Ort installierten Photovoltaik- und/oder Kleinwindanlagen zwischengespeichert, um den Eigenverbrauchsanteil oder den solaren Deckungsgrad zu erhöhen. Die Dimensionierung eines Stromspeichers umfasst die Ermittlung der optimalen Kapazität und Leistung.		
Einheit: 1. kWh/kWp 2. kWh/MWh	Bezugsgröße: 1. installierte Leistung der Photovoltaikanlage 2. Jahresgesamtstrombedarf inkl. Nutzerstrom	
Ziel der Ermittlung des Indikators		
<ul style="list-style-type: none"> - Ermittlung einer optimalen Speicherkapazität in Bezug auf Erhöhung des Eigenverbrauchsanteils und/oder des solaren Deckungsgrades unter Optimierung der Stromspeichereffizienz und -kosten. - Quantifizierung der Auswirkungen auf die Eigenverbrauchsquote und/oder den solaren Deckungsgrad - Quantifizierung der Verringerung von THG-Emissionen 		
Gesetzliche Anforderungen an den Indikator		
- An diesen Indikator sind keine gesetzlichen Anforderungen geknüpft		
Indikatorwert bzw. Indikatorwertebereich		
Gebäudetyp	Anz. Kennwerte	Kennwerte
WG – MFH (Neubau, Sanierung)	4	0,43 – 2,8 kWh/kWp
WG – Wohnheim (Neubau)	1	0,70 kWh/kWp
WG – MFH	1	1,0 kWh/MWh
Mischgebäude (Neubau)	1	0,63 kWh/MWh
Bewertung des Indikators		
Priorität: 	Häufigkeit der Anwendung: 	Einflussfaktoren: <ul style="list-style-type: none"> • Stromerzeugungsanlage¹⁾ • Strombedarf/-verbrauch • Nutzerverhalten²⁾ • Wirtschaftlichkeit³⁾ • Eigenverbrauchsanteil und/oder solarer Deckungsgrad⁴⁾
Quelle/n des Indikators		
Abschlussberichte: Campo_V, FKZ: 03EGB0011; Eversol-MFH, FKZ: 03ETS004; MFH Möhringen, FKZ: 03EGB0015; MOBASY, FKZ: 03SBE0004; Plus-EQ-Net, FKZ: 03ET1299		

Indikator: Stromspeicher – Dimensionierung (Seite 2)	G/Ee – 1
Anmerkungen	
<p>¹⁾ Entscheidend ist die installierte Leistung der Anlage und bei Photovoltaik-Anlagen zusätzlich deren Neigung und Ausrichtung.</p> <p>²⁾ Das Nutzerverhalten beeinflusst die Verbrauchsspitzen im Laufe des Tages.</p> <p>³⁾ Die Investitionskosten für große Batterien sind aktuell relativ hoch, so dass eine Vergrößerung der Speicherkapazität meist nicht wirtschaftlich ist und zu hohen Amortisationszeiten führt.</p> <p>⁴⁾ In analysierten Forschungsprojekten wurde die Erfahrung gemacht, dass ein Stromspeicher < 1 kWh/kWp eher als unterdimensioniert und ein Stromspeicher von $\geq 1,6$ kWh/kWp bzw. > 1,25 kWh/MWh als überdimensioniert zu betrachten sind. Aufgrund von unvollständiger Entladung leistet eine weitere Vergrößerung des Speichers nur einen unwesentlichen Beitrag zur Erhöhung des solaren Deckungsanteils.</p>	

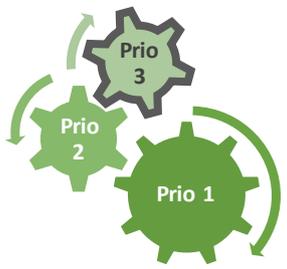
Indikator: Stromspeicher – Kapazität		G/Ee – 2
Weitere Begriffe: Netto-Speicherkapazität, Nennkapazität		
Kurze Beschreibung und Einheit des Indikators		
Die Speicherkapazität eines Stromspeichers gibt an, wie viel elektrische Energie ein Speicher aufnehmen und zwischenspeichern kann. Eine höhere Speicherkapazität ermöglicht es, mehr Energie zu speichern.		
Einheit: kWh	Bezugsgröße: –	
Ziel der Ermittlung des Indikators		
<ul style="list-style-type: none"> - Ermittlung der Kapazität, die tatsächlich genutzt werden kann (Nutzkapazität) - Quantifizierung der Auswirkung auf den Eigenverbrauchsanteil und/oder des solaren Deckungsgrad - Quantifizierung der Reduktion von THG-Emissionen 		
Gesetzliche Anforderungen an den Indikator		
- An diesen Indikator sind keine gesetzlichen Anforderungen geknüpft		
Indikatorwert bzw. Indikatorwertebereich		
Gebäudetyp	Anz. Kennwerte	Kennwerte
WG – MFH (Neubau, Sanierung)	3	46 – 227 kWh
WG – MFH (Bestand)	1	28 kWh
WG – Wohnheim (Neubau)	1	100 kWh
Mischgebäude (Neubau)	1	53 kWh
Bewertung des Indikators		
Priorität: 	Häufigkeit der Anwendung: 	Einflussfaktoren: <ul style="list-style-type: none"> • Batterietyp¹⁾
Quelle/n des Indikators		
Abschlussberichte: Campo_V, FKZ: 03EGB0011; Eversol-MFH, FKZ: 03ETS004; GreenEnergyFirst, FKZ: 03SBE0002; MFH Möhringen, FKZ: 03EGB0015; MOBASY, FKZ: 03SBE0004; Plus-EQ-Net, FKZ: 03ET1299		
Anmerkungen		
¹⁾ Zur Anwendung im Gebäude stehen unter anderem Blei-Säure-, Lithium-Ionen-, Redox-Flow- und Natrium-Schwefel-Batterien zur Verfügung, wobei Blei-Säure- und Lithium-Ionen-Batterien am häufigsten eingesetzt werden.		

Indikator: Solarthermie – Ertrag		G/Ee – 3
Weitere Begriffe: Spezifischer Solarertrag		
Kurze Beschreibung und Einheit des Indikators		
Solarthermie beschreibt die Nutzung von Sonnenenergie zur Erzeugung von Wärme. Eine typische Nutzungsmöglichkeit der Solarthermie sind Solarkollektoren. Sie dienen der Warmwasserversorgung und je nach Dimensionierung auch der Raumheizung. Solarenergie kann auch zur Raumkühlung genutzt werden. Bei der solaren Kühlung wird die Solarthermie anstelle von elektrischem Strom als Antriebsenergie für Kältemaschinen, wie etwa in einer Klimaanlage, genutzt. [1]		
Einheit: 1. kWh/a 2. kWh/(m ² ·a) 3. kWh/(m ² _{Kol} ·a)	Bezugsgröße: 1. Jahr 2. Jahr, Fläche abhängig von Gebäudetyp und Berechnungsverfahren: WG: (beheizte) Wohnfläche NWG: Nutzfläche, Nettoraumfläche 3. Kollektorfläche (Kol.)	
Ziel der Ermittlung des Indikators		
<ul style="list-style-type: none"> - Beurteilung des Beitrags der Anlage zur Reduktion fossiler Energiequellen und THG-Emissionen - Vorhersage des Wärmeertrags zur Planung und Steuerung des Energieverbrauchs - Ermittlung des solaren Deckungsanteils (Wärme) - Erfolgskontrolle: Vergleich von geplanten mit realen Werten - Identifikation von Optimierungspotenzialen, Verbesserung der Systemeffizienz - Wirtschaftlichkeit und Amortisationszeit der Anlage 		
Gesetzliche Anforderungen an den Indikator		
<ul style="list-style-type: none"> - Anforderung an die Mindestgröße der Aperturfläche je Quadratmeter Nutzfläche für Wohn- und Nichtwohngebäude gemäß GEG zur anteiligen Deckung des Wärme- und Kälteerzeugung durch die Nutzung erneuerbarer Energien. 		
Indikatorwert bzw. Indikatorwertebereich		
Gebäudetyp	Anz. Kennwerte	Kennwerte
WG – MFH	1	200 – 500 kWh/(m ² _{Kol} ·a)
Ziel- und Richtwerte		
WG – MFH	1	Im Rahmen des Projekts [11] herangezogener Zielwert: Betriebsoptimierung: 400 kWh/(m ² _{Kol} ·a)
Bewertung des Indikators		
Priorität: 	Häufigkeit der Anwendung: 	Einflussfaktoren: <ul style="list-style-type: none"> • Kollektortyp und –größe¹⁾ • Ausrichtung und Neigung • Meteorologische Bedingungen
Quelle/n des Indikators		
Abschlussberichte: FeBOP-MFH, FKZ: 03ET1573		
Anmerkungen		
¹⁾ Kollektorwirkungsgrad je nach Typ: Flachkollektor, Vakuumröhrenkollektor.		

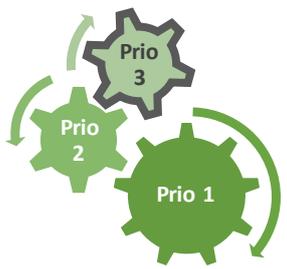
Indikator: Solarer Deckungsanteil – Wärme		G/Ee – 4
Weitere Begriffe: solarer Wärmedeckungsgrad		
Kurze Beschreibung und Einheit des Indikators		
Der solare Deckungsanteil für Wärme bezeichnet den Anteil der mittels Solarkollektoren erzeugten Wärmeenergie im Verhältnis zum jährlichen Wärmebedarf bzw. -verbrauch (Nutzenergie) für Raumheizung und/oder Warmwasserversorgung. Mit Hilfe von Energiespeichern und/oder Regelungs- und Energiemanagementstrategien kann der Deckungsanteil erhöht werden.		
Einheit: %	Bezugsgröße: –	
Ziel der Ermittlung des Indikators		
<ul style="list-style-type: none"> - Beurteilung der Reduktion des Heizwärme- und/oder des Warmwasserbedarfs - Bewertung verschiedener Maßnahmen zur Erhöhung des Deckungsanteils wie bspw. Größe der solarthermischen Anlagen, Größe des Energiespeichers, Regelungsstrategien - Quantifizierung der Reduktion des Einsatzes an fossilen Energieträgern und von THG-Emissionen - Betriebsmonitoring: Erfolgskontrolle, Kontrolle der Planung 		
Gesetzliche Anforderungen an den Indikator		
<ul style="list-style-type: none"> - Anforderung an die Mindestgröße der Aperturfläche je Quadratmeter Nutzfläche für Wohn- und Nichtwohngebäude gemäß GEG zur anteiligen Deckung des Wärme- und Kälteerzeugung durch Nutzung erneuerbarer Energien. 		
Indikatorwert bzw. Indikatorwertebereich		
Gebäudetyp	Anz. Kennwerte	Kennwerte
WG – EHF	1	Solare TW-Erwärmung: ca. 70 – 80 % Solare TW-Erwärmung und Raumheizung: ca. 50 %
WG – EHF (simulativ)	1	Solares Heizsystem und Sorptionswärmespeicher: 54 – 68 %
WG – MFH (Neubau)	1	50 – 55 %
Bewertung des Indikators		
Priorität: 	Häufigkeit der Anwendung: 	Einflussfaktoren: <ul style="list-style-type: none"> • Anlagengröße • Speichergröße • Verwendungsbereich ¹⁾
Quelle/n des Indikators		
Abschlussberichte: <i>future:heatpump_II</i> , FKZ: 03ET1605; <i>Eversol-MFH</i> , FKZ: 03ETS004; <i>SolSpaces 2.0</i> , FKZ: 0325868		
Anmerkungen		
¹⁾ Verwendungsbereich: bei Wohngebäuden mit solarer Trinkwarmwassererwärmung und/oder Heizungsunterstützung. Bei Nichtwohngebäude zusätzlich als Antriebsenergie für Kältemaschinen.		

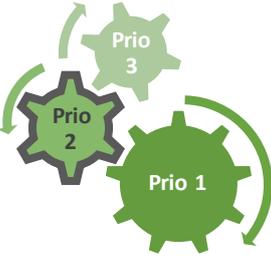
Indikator: Eigenverbrauchsquote (Seite 1)		G/Ee – 5
Weitere Begriffe: Eigenverbrauchsanteil, Eigennutzungsanteil, Eigennutzungsgrad, Eigennutzungsquote, Eigenstromnutzung		
Kurze Beschreibung und Einheit des Indikators		
Die Eigenverbrauchsquote gibt den selbst verbrauchten Anteil des selbst erzeugten Stroms an. Je höher die Eigenverbrauchsquote, desto geringer ist der Anteil an eingespeistem Strom ins öffentliche Netz. Der Anteil an Eigenverbrauch von Strom kann unter anderem durch den Einsatz von Stromspeichern erhöht werden, in welchen der überschüssige Solarstrom zwischengespeichert wird, sowie beispielsweise mit Hilfe von intelligenter Gerätesteuerung durch Energiemanagementsysteme, indem Geräte und/oder technische Anlagen vorzugsweise zu Zeiten des Stromüberschusses in Betrieb genommen werden. [1]		
Einheit: %	Bezugsgröße: Stromertrag	
Ziel der Ermittlung des Indikators		
<ul style="list-style-type: none"> - Beurteilung der Effizienz der Nutzung erneuerbarer Energien - Bewertung verschiedener Maßnahmen zur Erhöhung des Vor-Ort-Verbrauchs wie bspw. Größe des Batteriespeichers, Einsatz des Warmwasserspeichers (Power-to-Heat), Regelungsstrategien wie prädiktives Energiemanagement - Quantifizierung der Reduktion von THG-Emissionen - Betriebsmonitoring: Erfolgskontrolle, Kontrolle der Planung 		
Gesetzliche Anforderungen an den Indikator		
- An diesen Indikator sind keine gesetzlichen Anforderungen geknüpft		
Indikatorwert bzw. Indikatorwertebereich		
Gebäudetyp	Anz. Kennwerte	Kennwerte
WG – EHF	2	Ohne zus. Komponente: ca. 27 – 47 % Mit Batterie und Wasserspeicher: ca. 55 – 63 %
WG – MFH (Neubau, Sanierung)	2 3	Ohne Stromspeicher: 40 – 48 % Mit Stromspeicher: 55 – 76 %
WG – Wohnheim (Neubau)	1	83 – 89 % (inkl. Stromspeicher)
Mischgebäude (Neubau)	1	94 % (inkl. Stromspeicher)
NWG – Schulkomplex (Neubau)	1	47 %
NWG – KMU	1	75 %
Bewertung des Indikators		
Priorität: 	Häufigkeit der Anwendung: 	Einflussfaktoren: <ul style="list-style-type: none"> • Regelungsstrategie¹⁾ • Speichertechnologie²⁾ • Verwendungsbereich³⁾ • Nutzerverhalten⁴⁾
Quelle/n des Indikators		
Abschlussberichte: Campo_V, FKZ: 03EGB0011; dynOpt-En, FKZ: 03ETS001; Eversol-MFH, FKZ: 03ETS004; future:heatpump_II, FKZ: 03ET1605; KMU plus, FKZ: 03ET1621; MFH Möhringen, FKZ: 03EGB0015; MOBASY, FKZ: 03SBE0004; nzeb Hannover, FKZ: 03EGB0003; PL-Reg, FKZ: 03ET1595; Plus-EQ-Net, FKZ: 03ET1299		

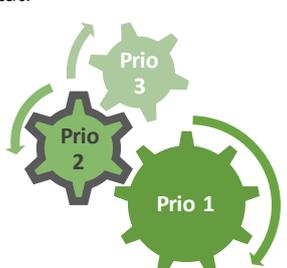
Indikator: Eigenverbrauchsquote (Seite 2)	G/Ee – 5
Anmerkungen	
<p>¹⁾ Je nach Regelungs- und Energiemanagementstrategie werden unterschiedliche Optimierungsziele verfolgt, wodurch auch die Eigenverbrauchsquote variieren kann.</p> <p>²⁾ Als Speichertechnologien werden unter anderem Batteriespeicher, Wasserspeicher, Feststoffspeicher sowie Gebäudespeichermasse eingesetzt.</p> <p>³⁾ Der Verwendungsbereich für den selbst produzierten Strom kann das Heizsystem, der Allgemeinstrom und/oder Haushaltsstrom sein. Je mehr Verwendungsbereichen der Solarstrom zur Verfügung gestellt wird, desto höher kann der Eigenverbrauchsanteil ausfallen.</p> <p>⁴⁾ Nutzer können durch ihr Handeln zur Erhöhung des Eigenverbrauchs beitragen.</p>	

Indikator: Solarer Deckungsanteil – Strom (Seite 1)		G/Ee – 6
Weitere Begriffe: solarer Deckungsgrad, Autarkiegrad, Eigendeckungsgrad		
Kurze Beschreibung und Einheit des Indikators		
<p>Als solarer Deckungsanteil des Stroms wird die Höhe des Anteils des selbst erzeugten und verbrauchten Stroms im Verhältnis zum gesamten jährlichen Strombedarf/-verbrauch bezeichnet. Mit Hilfe von Energiespeichern und/oder Regelungs- und Energiemanagementstrategien kann der Deckungsanteil erhöht werden. Der solare Deckungsanteil wird des Öfteren auch als Autarkiegrad bezeichnet, um den Grad der Unabhängigkeit von der Versorgung aus dem öffentlichen Stromnetz auszudrücken. Eine Volleinspeisung bedeutet null Prozent Deckungsanteil. Eine vollständige Versorgung des Gebäudes mit selbst erzeugtem Strom würde einen solaren Deckungsanteil von 100 Prozent bedeuten.</p>		
Einheit: %	Bezugsgröße: –	
Ziel der Ermittlung des Indikators		
<ul style="list-style-type: none"> - Beurteilung des Beitrags der Anlage zur Reduktion des Strombezugs aus dem öffentlichen Stromnetz und von THG-Emissionen - Bewertung verschiedener Maßnahmen zur Erhöhung des vor Ort Verbrauchs wie bspw. Größe des Batteriespeichers, Einsatz des Warmwasserspeichers (Power-to-Heat), Regelungsstrategien wie prädiktives Energiemanagement - Betriebsmonitoring: Erfolgskontrolle, Kontrolle der Planung - Identifikation von Optimierungspotenzialen, Verbesserung der Systemeffizienz 		
Gesetzliche Anforderungen an den Indikator		
<ul style="list-style-type: none"> - An diesen Indikator sind keine gesetzlichen Anforderungen geknüpft 		
Indikatorwert bzw. Indikatorwertebereich		
Gebäudetyp	Anz. Kennwerte	Kennwerte
WG – EHF	1	ohne zus. Komponente: ca. 34 % mit Batterie und Wasserspeicher: ca. 60 %
WG – MFH (Neubau, Sanierung)	4	27 – 75 %
WG – Wohnheim (Neubau)	1	35 % (inkl. Stromspeicherung)
Mischgebäude (Neubau)	1	45 %
NWG – Schulkomplex (Neubau)	1	52 %
Bewertung des Indikators		
Priorität: 	Häufigkeit der Anwendung: 	Einflussfaktoren: <ul style="list-style-type: none"> • Regelungsstrategie¹⁾ • Speichertechnologie²⁾ • Verwendungsbereich³⁾ • Nutzerverhalten⁴⁾
Quelle/n des Indikators		
<i>Abschlussberichte: Campo_V, FKZ: 03EGB0011; future:heatpump_II, FKZ: 03ET1605; Eversol-MFH, FKZ: 03ETS004; MFH Möhringen, FKZ: 03EGB0015; MOBASY, FKZ: 03SBE0004; nzeb Hannover, FKZ: 03EGB0003; Plus-EQ-Net, FKZ: 03ET1299</i>		

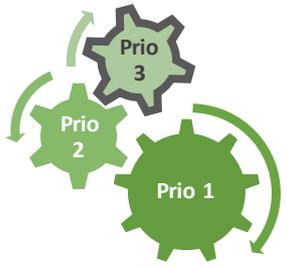
Indikator: Solarer Deckungsanteil – Strom (Seite 2)	G/Ee – 6
Anmerkungen	
<p>¹⁾ Je nach Regelungs- und Energiemanagementstrategie werden unterschiedliche Optimierungsziele verfolgt, wodurch auch die Eigenverbrauchsquote variieren kann.</p> <p>²⁾ Als Speichertechnologien werden unter anderem Batteriespeicher, Wasserspeicher, Feststoffspeicher sowie Gebäudespeichermasse eingesetzt.</p> <p>³⁾ Der Verwendungsbereich für den selbst produzierten Strom kann das Heizsystem, der Allgemestrom und/oder Haushaltsstrom sein. Je mehr Verwendungsbereichen der Solarstrom zur Verfügung gestellt wird, desto höher kann der Eigenverbrauchsanteil ausfallen.</p> <p>⁴⁾ Nutzer können durch ihr Handeln zur Erhöhung des Eigenverbrauchs beitragen.</p>	

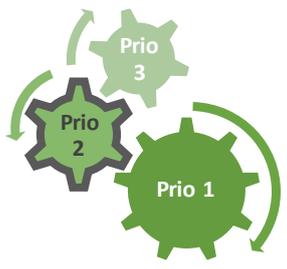
Indikator: Netzneutralitätsgrad		G/Ee – 7
Kurze Beschreibung und Einheit des Indikators		
Der Netzneutralitätsgrad bezeichnet den Anteil des selbst erzeugten Stroms im Verhältnis zum gesamten jährlichen Strombedarf bzw. -verbrauch. Im Unterschied zum solaren Deckungsanteil wird der in das öffentliche Versorgungsnetz eingespeiste Stromanteil hierbei nicht abgezogen.		
Einheit: %	Bezugsgröße: –	
Ziel der Ermittlung des Indikators		
<ul style="list-style-type: none"> - Beurteilung des Beitrags der Anlage zur Klimaneutralität der Energieversorgung - Bewertung verschiedener Maßnahmen zur Erhöhung der Vor-Ort-Erzeugung - Quantifizierung der Reduktion von THG-Emissionen - Betriebsmonitoring: Erfolgskontrolle, Kontrolle der Planung 		
Gesetzliche Anforderungen an den Indikator		
- An diesen Indikator sind keine gesetzlichen Anforderungen geknüpft		
Indikatorwert bzw. Indikatorwertebereich		
Gebäudetyp	Anz. Kennwerte	Kennwerte
Mischgebäude (Neubau)	1	48 %
Bewertung des Indikators		
Priorität: 	Häufigkeit der Anwendung: 	Einflussfaktoren: <ul style="list-style-type: none"> • Stromerzeugungsanlage¹⁾ • Nutzerverhalten²⁾
Quelle/n des Indikators		
Abschlussbericht: Plus-EQ-Net, FKZ: 03ET1299		
Anmerkungen		
¹⁾ Die Größe und die Art der Stromerzeugungsanlage sowie die Höhe des Ertrags durch diese. Stromerzeugungsanlagen können Photovoltaik, BHKW und/oder Windkraftanlagen sein. ²⁾ Nutzer können durch ihr Handeln zur Reduktion des Stromverbrauchs beitragen.		

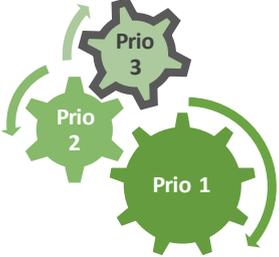
Indikator: PV – Installierte Leistung		G/Ee – 8
Kurze Beschreibung und Einheit des Indikators		
Die installierte Leistung, auch Nennleistung genannt, ist die elektrische Leistung, die eine Photovoltaikanlage maximal bereitstellen kann. Diese Leistung wird in Kilowatt Peak angegeben und gibt an, wie viel elektrische Energie die Anlage bei optimalen Bedingungen liefern kann.		
Einheit: kWp	Bezugsgröße: –	
Ziel der Ermittlung des Indikators		
<ul style="list-style-type: none"> - Prognose Stromertrag - Auslegung und Dimensionierung der Photovoltaikanlage 		
Gesetzliche Anforderungen an den Indikator		
<ul style="list-style-type: none"> - Nutzung von Strom aus erneuerbaren Energien gemäß GEG 		
Indikatorwert bzw. Indikatorwertebereich		
Gebäudetyp	Anz. Kennwerte	Kennwerte
WG – EFH	1	50 Wp/m ² _{wfl.} (Bezug: Wohnfläche)
WG – MFH (Neubau)	3 1	PV: 30 – 74 kWp OPV: 4,3 kWp
WG – MFH (Bestand)	3	25 – 43 kWp
WG – Wohnheim (Neubau)	1	143 kWp
Mischgebäude (Neubau)	1	84 kWp
NWG – Schulkomplex (Neubau)	1	85 kWp
NWG – KMU	1	149 kWp
Bewertung des Indikators		
Priorität: 	Häufigkeit der Anwendung: 	Einflussfaktoren: <ul style="list-style-type: none"> • Solarzellentyp¹⁾ • Anzahl Module
Quelle/n des Indikators		
<i>Abschlussbericht: Campo_V, FKZ: 03EGB0011; Eversol-MFH, FKZ: 03ETS004; future:heatpump_II, FKZ: 03ET1605; GreenEnergyFirst, FKZ: 03SBE0002; InSituNachweis, FKZ: 03ET1509; KMU plus, FKZ: 03ET1621; MFH Möhringen, FKZ: 03EGB0015; MOBASY, FKZ: 03SBE0004; nzeb Hannover, FKZ: 03EGB0003; Plus-EQ-Net, FKZ: 03ET1299</i>		
Anmerkungen		
¹⁾ Die Leistung der Photovoltaikmodule ist vom verwendeten Solarzellentyp abhängig. Es wird unterschieden zwischen monokristallinen, polykristallinen und amorphen Photovoltaikzellen.		

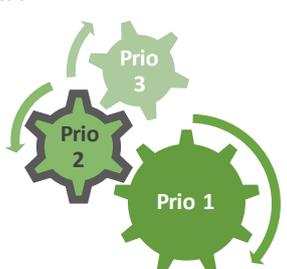
Indikator: PV – Stromertrag (Seite 1)		G/Ee – 9
Weitere Begriffe: PV-Stromerzeugung		
Kurze Beschreibung des Indikators		
Der PV-Stromertrag bezeichnet die Menge an elektrischer Energie, die von einer Photovoltaikanlage über einen bestimmten Zeitraum erzeugt wird.		
Einheit: 1. kWh/a bzw. MWh/a 2. kWh/(m ² ·a) 3. kWh/kWp	Bezugsgröße: 1. Jahr 2. Jahr, Fläche abhängig von Gebäudetyp und Berechnungsverfahren: WG: (beheizte) Wohnfläche (Wfl.), Gebäudenutzfläche A _N nach GEG NWG: Nutzfläche, Nettoraumfläche 3. installierte Leistung der Photovoltaikanlage	
Ziel der Ermittlung des Indikators		
<ul style="list-style-type: none"> - Ermittlung des Anteils von selbst erzeugtem Strom - Vorhersage des Stromertrags dient zur Planung und Steuerung des Energieverbrauchs - Quantifizierung der Reduktion von THG-Emissionen - Prognosemodelle zur Steigerung des Eigenstromverbrauchsquote - Erfolgskontrolle: Vergleich von geplanten mit realen Werten - Identifikation von Optimierungspotenzialen, Verbesserung der Systemeffizienz - Wirtschaftlichkeit und Amortisationszeit der Anlage 		
Gesetzliche Anforderungen an den Indikator		
<ul style="list-style-type: none"> - Nutzung von Strom aus erneuerbaren Energien gemäß GEG 		
Indikatorwert bzw. Indikatorwertebereich		
Gebäudetyp	Anz. Kennwerte	Kennwerte
WG – EFH	1	20 kWh/(m ² _{Wfl.} ·a)
WG – MFH (Sanierung, Neubau)	3 4 3	Pro Wohnfläche: 24 – 42 kWh/(m ² _{Wfl.} ·a) Pro inst. Leistung: 582 – 975 kWh/kWp Absolut: 16.991 – 76.050 kWh/a
WG – Wohnheim (Neubau)	1	818 – 889 kWh/kWp bzw. 39 – 42 kWh/(m ² ·a)
NWG – Schulkomplex (Neubau)	1	880 kWh/kWp bzw. 75 MWh/a
NWG – KMU	1	138.127 kWh/a
Bewertung des Indikators		
Priorität: 	Häufigkeit der Anwendung: 	Einflussfaktoren: <ul style="list-style-type: none"> • Ausrichtung, Neigung und Größe¹⁾ • Wirkungsgrad (Solarzellentyp)²⁾ • Meteorologische Bedingungen (Strahlungsangebot)
Quelle/n des Indikators		
<i>Abschlussberichte: Campo_V, FKZ: 03EGB0011; Eversol-MFH, FKZ: 03ETS004; InSituNachweis, FKZ: 03ET1509; KMU plus, FKZ: 03ET1621; MFH Möhringen, FKZ: 03EGB0015; MOBASY, FKZ: 03SBE0004; nzeb Hannover, FKZ: 03EGB0003</i>		

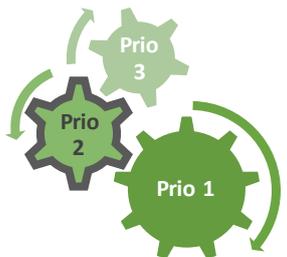
Indikator: PV – Stromertrag (Seite 2)	G/Ee – 9
Anmerkungen	
<p>¹⁾ Die Optimierung der Ausrichtung und Neigung kann zum einen in Hinblick der Maximierung der Erzeugung und zum anderen in Hinblick auf die Erhöhung des Eigenverbrauchsanteils (Angebot-Nachfrage) erfolgen.</p> <p>²⁾ Die gebräuchlichsten PV-Anlagen sind monokristalline PV-Module, polykristalline PV-Module, amorphe PV-Module (Dünnschicht) und CIS-PV-Module (Dünnschicht). Die Module mit kristallinen Zellen erreichen aktuell die höchsten Wirkungsgrade bis 22 Prozent.</p>	

Indikator: Überschussstromdeckung		G/Ee – 10
Weitere Begriffe: Überschussstromanteil		
Kurze Beschreibung und Einheit des Indikators		
Die Überschussstromdeckung gibt den Anteil des Endenergiebedarfs für Wärme an, der durch überschüssigen Strom aus erneuerbaren Energiequellen gedeckt wird. Der Überschussstrom wird in den dafür geeigneten Speichertechnologien in Form von Wärme gespeichert (Power-to-Heat) und dem Gebäude für Heizzwecke und Warmwasserbereitung zur Verfügung gestellt. Als Speichertechnologien werden im Rahmen des Forschungsprojekts Hochtemperatursteinspeicher, Warmwasserspeicher und Bauteilaktivierung (Decke, Wand) untersucht. [12]		
Einheit: %	Bezugsgröße: –	
Ziel der Ermittlung des Indikators		
<ul style="list-style-type: none"> - Ermittlung des Anteils des Wärmebedarfs eines Gebäudes, der durch die Nutzung von Stromüberproduktion gedeckt werden kann - Optimierung der Nutzung von Stromüberproduktion - Reduktion des nicht-erneuerbaren Primärenergiebedarfs - Entwicklung und Auslegung von Speichertechnologien 		
Gesetzliche Anforderungen an den Indikator		
- An diesen Indikator sind keine gesetzlichen Anforderungen geknüpft		
Indikatorwert bzw. Indikatorwertebereich		
Gebäudetyp	Anz. Kennwerte	Kennwerte
WG – EFH (Neubau, Sanierung)	5 ¹⁾	80 – 90 %
Bewertung des Indikators		
Priorität: 	Häufigkeit der Anwendung: 	Einflussfaktoren: <ul style="list-style-type: none"> • Gebäudedämmqualität²⁾ • Art und Größe des Speichers³⁾ • Regelungsstrategie • Nutzerverhalten⁴⁾
Quelle/n des Indikators		
Fragebogen: Windheizung 2.0-Demo, FKZ: 03EN6013 Abschlussbericht: Windheizung 2.0, FKZ 03ET1612		
Anmerkungen		
¹⁾ Innerhalb des Forschungsprojekts: 2 Testgebäude und 3 Typgebäude betrachtet als Neubau und Sanierung. ²⁾ Eine höhere Gebäudedämmqualität (besser gedämmte thermische Hüllfläche des Gebäudes) führt zu einem niedrigeren Endenergiebedarf für Wärme. Gut gedämmte Gebäude benötigen weniger Heizwärme und haben eine höhere Wärmespeicherfähigkeit. ³⁾ Im Projekt untersuchte Speichertechnologien: Hochtemperatursteinspeicher, Warmwasserspeicher, Bauteilaktivierung (Decke, Wand). ⁴⁾ Der Nutzer beeinflusst durch sein Verhalten unter anderem die Höhe des Heizwärme- und Trinkwarmwasserbedarfs.		

Indikator: Baujahr		G/SI – 1
Kurze Beschreibung und Einheit des Indikators		
<p>Das Baujahr eines Gebäudes bezeichnet das Jahr seiner physischen Fertigstellung. Dieses Jahr bzw. das daraus resultierende Baualter ist ein wichtiges Merkmal zur Charakterisierung der energietechnischen Eigenschaften eines Gebäudes, insbesondere seiner Hülle. In jeder Bauepoche gab es spezifische, allgemein übliche oder zumindest häufig angewandte Konstruktionsweisen, die auch durch gesetzliche Anforderungen beeinflusst wurden.</p>		
Ziel der Ermittlung des Indikators		
<ul style="list-style-type: none"> - Ermittlung des Baualters und der Anforderungen an das Gebäude - Einteilung des Gebäudes in eine Baualtersklasse - Ermittlung der energetischen Qualität der Gebäudehülle bspw. anhand von Baualtersklassen der Bekanntmachung der Regeln zur Datenaufnahme und Datenverwendung im Wohngebäudebestand bzw. Nichtwohngebäudebestand. - Wo sinnvoll und nötig: Abschätzung der installierten Anlagentechnik und bestimmten Gebäudeparametern (über eine statistische Auswertung und als Anwendung für eine größere Anzahl von Gebäuden) <p>Mögliche Klassifizierung: TABULA, IWU</p>		
Gesetzliche Anforderungen an den Indikator		
<ul style="list-style-type: none"> - Im Rahmen des GEG gelten für Neubauten und Bestandsgebäude unterschiedliche Anforderungen an Primärenergiebedarf und die Qualität der Gebäudehülle - Worst Performing Building – WPB: Die Definition eines Worst Performing Building ist als Förderkriterium für die Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG) mit einem Extra-(Tilgungs-)Zuschuss über das Baujahr und den Sanierungszustand der Außenwand (bzw. alternativ über den Energieausweis) festgelegt. 		
Indikatorwert bzw. Indikatorwertebereich		
Gebäudetyp	Anz. Kennwerte	Kennwerte
NWG – Schwimmbäder	1	Baualtersklasse der meisten Gebäude (40 %): 1969 – 1978
Bewertung des Indikators		
<p>Priorität:</p> 	<p>Häufigkeit der Anwendung:</p> 	<p>Einflussfaktoren:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sanierung/Modernisierung¹⁾
Quelle/n des Indikators		
<p>Abschlussbericht: BaltBest, FKZ: 03ET1616; Campo_V, FKZ: 03EGB0011; EE-MODUL, FKZ: 03ET1530; EnergieeffBaeder, FKZ: 03EN1004; Eversol-MFH, FKZ: 03ETS004; GreenEnergyFirst, FKZ: 03SBE0002; InSituNachweis, FKZ: 03ET1509; InnoNEX, FKZ: 03EGB0009; MAGGIE, FKZ: 03SBE0007; MFH Möhringen, FKZ: 03EGB0015; MOBASY, FKZ: 03SBE0004; nzeb Hannover, FKZ: 03EGB0003; SmartHotelSupply, FKZ: 03ET1513</p>		
Anmerkungen		
<p>¹⁾ Je nach Art und Tiefe einer durchgeführten Sanierung bzw. Modernisierung können die baualterstypischen Gebäudeeigenschaften (bezogen auf das Baujahr des Gebäudes) nicht mehr gegeben sein.</p>		

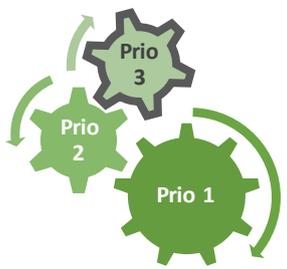
Indikator: Energy Reuse Effectiveness (ERE) – Effizienz von Rechenzentren		G/SI – 2
Kurze Beschreibung und Einheit des Indikators		
<p>Energy Reuse Effectiveness (ERE) ist eine Kennzahl, die das Verhältnis von Gesamtenergieverbrauch zu IT-Energieverbrauch in einem Rechenzentrum unter Berücksichtigung der wiederverwendeten Energie wiedergibt. ERE wird berechnet, indem die gesamte Energie, die vom Rechenzentrum verbraucht wird, minus der wiederverwendeten Energie, durch die Energie geteilt wird, die die IT-Ausrüstung verbraucht. Ein niedriger ERE-Wert bedeutet eine höhere Effizienz. Wird keine Energie wiederverwendet, entspricht ERE dem PUE-Wert (Power Usage Effectiveness).</p>		
Einheit: –	Bezugsgröße: –	
Ziel der Ermittlung des Indikators		
<ul style="list-style-type: none"> - Sichtbarmachung der wiederverwendeten Energie (Abwärmenutzung) - Vergleich von Rechenzentren - Erstellung der Energie- und CO₂-Bilanz - Technologie- und Systemvergleich 		
Gesetzliche Anforderungen an den Indikator		
<ul style="list-style-type: none"> - An diesen Indikator sind keine gesetzlichen Anforderungen geknüpft 		
Indikatorwert bzw. Indikatorwertebereich		
Gebäudetyp	Anz. Kennwerte	Kennwerte
Rechenzentren Deutschlands	1	-
Bewertung des Indikators		
Priorität: 	Häufigkeit der Anwendung: 	Einflussfaktoren: <ul style="list-style-type: none"> • IT-Ausrüstung¹⁾ • Infrastruktur¹⁾ • Betriebsmanagement²⁾ • Wiederverwendete Energie³⁾
Quelle/n des Indikators		
Abschlussbericht: HotFIAd, FKZ: 03EGB0018		
Anmerkungen		
¹⁾ Art und Effizienz der IT-Ausrüstung und der vorhandenen Infrastruktur. ²⁾ Verteilung der Arbeitslasten und Ressourcenmanagement. ³⁾ Menge an wiederverwendeter Energie.		

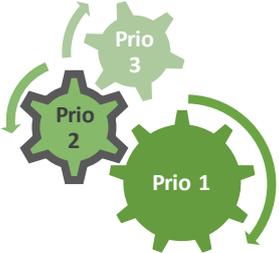
Indikator: Heizlast		G/SI – 3
Kurze Beschreibung und Einheit des Indikators		
Die Heizlast gibt die Wärmeverluste eines Gebäudes infolge der Transmission und Lüftung wieder. Diese ist von der Lage des Gebäudes, der Dämmqualität der wärmeübertragenden Gebäudehüllfläche, der Gebäudedichtheit sowie der Art der Räume und damit verbundenen Anforderungen abhängig. Definiert ist die Heizlast als die erforderliche Heizleistung bzw. der erforderliche Wärmestrom, der einem Raum zum Aufrechterhalten einer festgelegten Rauminnentemperatur zugeführt werden muss. [1]		
Einheit, Bezugsgröße		
Einheit: W/m ²	Bezugsgröße: Fläche abhängig von Gebäudetyp und Berechnungsverfahren: WG: (beheizte) Wohnfläche, Gebäudenutzfläche A _N nach GEG NWG: Nutzfläche, Nettoraumfläche	
Ziel der Ermittlung des Indikators		
<ul style="list-style-type: none"> - Ermittlung der benötigten Wärmemenge zur Auslegung und Dimensionierung der Heizungsanlage - Ermittlung und Einordnung des Wärmebedarfs - Vergleich mit gleichartigen Gebäuden - Betriebsoptimierung: Steigerung des Komforts, Betriebskostenreduzierung 		
Gesetzliche Anforderungen an den Indikator		
- An diesen Indikator sind keine gesetzlichen Anforderungen geknüpft		
Indikatorwert bzw. Indikatorwertebereich		
Gebäudetyp	Anz. Kennwerte	Kennwerte
WG – MFH (Bestand)	80 ¹⁾	35 – 70 W/m ²
Bewertung des Indikators		
Priorität: 	Häufigkeit der Anwendung: 	Einflussfaktoren: <ul style="list-style-type: none"> • Gebäudetyp²⁾ • Dämmqualität³⁾ • Lüftungsart⁴⁾ • Lage⁵⁾ • Belegung⁶⁾ • Nutzerverhalten⁷⁾
Quelle/n des Indikators		
Abschlussbericht: BaltBest, FKZ: 03ET1616		
Anmerkungen		
¹⁾ Alle Kennwerte sind aus einem Forschungsprojekt. ²⁾ Der Gebäudetyp spiegelt die Art der Nutzung und der damit verbundenen Anforderungen an das Raumklima wider. ³⁾ Mit der Dämmqualität des Gebäudes hängen nicht nur die thermische Qualität Gebäudehülle, sondern auch die Höhe der Wärmeverluste über die Wärmebrücken und die Gebäudedichtheit zusammen. Gut gedämmte Gebäude benötigen weniger Heizwärme. ⁴⁾ Bestimmt die Höhe der Lüftungswärmeverluste. ⁵⁾ Standortbedingte meteorologische Daten wie Außenlufttemperatur. ⁶⁾ Die Belegungsabhängigkeit resultiert aus der Anzahl der belegten Zimmer in einem Hotel (Hotelauslastung). ⁷⁾ Das Nutzerverhalten beeinflusst unter anderem interne und solare Wärmegewinne sowie Lüftungswärmeverluste. Außerdem haben Nutzer ein unterschiedliches Heizverhalten von Vielheizer bis Nichtheizer.		

Indikator: Interne Wärmegewinne (Seite 1)		G/SI – 4
Weitere Begriffe: innere Lasten; interne Wärmequellen		
Kurze Beschreibung und Einheit des Indikators		
<p>Als interne Wärmegewinne wird die Wärmezufuhr bezeichnet, die in einem Gebäude durch nutzungsbedingte Prozesse entsteht. Die typischen Wärmequellen sind Betrieb von Elektrogeräten (bspw. Kühlschrank, Geschirrspülmaschine, Waschmaschine, usw.), anwesende Personen sowie verschiedenen Arbeitsvorgänge wie bspw. Kochen. Auch die Wärmeabgabe bzw. –entnahme der innerhalb der Gebäudehülle verlaufenden wasserführenden Wasserleitungen gehören zu den Wärmegewinnen³⁾. Die internen Wärmegewinne tragen in der Regel zur Erwärmung der Raumluft eines Gebäudes bei und reduzieren somit den Heizenergiebedarf. Daher ist es wichtig, die internen Wärmegewinne bei der energetischen Planung und Bewertung von Gebäuden zu berücksichtigen. Interne Wärmegewinne können sowohl ein positives (Wärmequelle) als auch ein negatives Vorzeichen haben (Wärmesenke bspw. Verdunstung von Wasser aus Topfpflanzen oder nasser Kleidung). In Anlehnung an [1]</p>		
Einheit: W/m ²	Bezugsgröße: Fläche abhängig von Gebäudetyp und Berechnungsverfahren: WG: (beheizte) Wohnfläche, Gebäudenutzfläche A _N nach GEG NWG: Nutzfläche, Nettoraumfläche	
Ziel der Ermittlung des Indikators		
<ul style="list-style-type: none"> - Erfassung des zusätzlichen Wärmeeintrags innerhalb der thermischen Gebäudehülle - Berücksichtigung des Einflusses auf das thermische und energetische Gebäudeverhalten - Vergleichbarkeit von gemessenen und simulierten Temperaturverläufen (Rauminnentemperatur) - Ermittlung des erforderlichen Heizwärmebedarfs bzw. Nutzenergiebedarfs im Rahmen einer energetischen Bewertung des Gebäudes 		
Gesetzliche Anforderungen an den Indikator		
<ul style="list-style-type: none"> - An diesen Indikator sind keine gesetzlichen Anforderungen geknüpft 		
Indikatorwert bzw. Indikatorwertebereich		
Gebäudetyp	Anz. Kennwerte	Kennwerte
WG – EFH (RH)	1	3,3 – 4,3 W/m ²
WG – MFH	1	Im Winter: 3,4 W/m ² Im Sommer: 3,0 W/m ²
Richtwerte		
PHPP-Standard ¹⁾	2,9 – 3,0 W/m ²	
DIN V 18599-10 [13]	Nutzungsabhängige interne Wärmequellen	
Bewertung des Indikators		
Priorität: 	Häufigkeit der Anwendung: 	Spezifikation: <ul style="list-style-type: none"> • Gebäudetyp²⁾ • Nutzerverhalten³⁾ • Wasserleitungen⁴⁾
Quelle/n des Indikators		
Abschlussbericht: InSituNachweis, FKZ: 03ET1509; SimQuality, FKZ: 03ET1570		

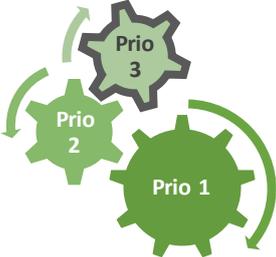
Indikator: Interne Wärmegewinne (Seite 2)	G/SI – 4
Anmerkungen	
<p>¹⁾ PHPP (Passivhaus-Projektierungspaket): Nachweisverfahren vom Passivhaus Institut zur Planung und Nachweisführung für den Passivhausstandard.</p> <p>²⁾ Der Gebäudetyp spiegelt die Art der Nutzung und der enthaltenen technischen Ausstattung wider.</p> <p>³⁾ Bedingt durch die Anzahl und die Anwesenheitszeit der Nutzer (sensible Personenwärme), Nutzung von diversen elektronischen Geräten und in Wohngebäuden Nutzung von Haushaltsgeräten sowie weiterer spezieller Ausstattung.</p> <p>⁴⁾ Art, Lage und Dämmniveau der innerhalb der Gebäudehülle verlaufenden wasserführenden Wasserleitungen. Dabei stellen die Warmwasserleitungen durch die Abgabe der Wärme an den Raum eine Wärmequelle dar. Die Kaltwasserleitungen fungieren als Wärmesenke, indem sie Wärme aus dem Raum aufnehmen und somit die internen Wärmegewinne mindern.</p>	

Indikator: Nutzerverhalten (Seite 1)		G/SI – 5
Kurze Beschreibung und Einheit des Indikators		
<p>Nutzerverhalten bezeichnet jede Handlung von Anwendern einer Technologie oder Nutzen den eines Gebäudes, die die Funktionsweise und/oder den Ressourcenverbrauch dieser Technologie oder dieses Gebäudes beeinflusst. In den Forschungsprojekten wird das Nutzerverhalten untersucht, insbesondere in Hinblick auf:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Warmwasserverbrauch (insbesondere in Wohngebäuden) - Rauminnentemperatur (Temperatursollwert), Heizverhalten - Fensteröffnungsverhalten - An- und Abwesenheit - Aktivität (Einfluss auf interne Lasten wie interne Wärmequellen, Feuchtigkeit, CO₂-Konzentration) 		
Ziel der Ermittlung des Indikators		
<ul style="list-style-type: none"> - Analyse der Auswirkungen auf Energieverbrauch, thermischen Komfort und Innenraumluftqualität (IAQ) - Erfassung des typischen Nutzerverhaltens: Clustering, Nutzergruppen - Ableiten von Verbrauchs-/Bedarfsprofilen (z. B. für Warmwasser) - Erläuterung/Reduzierung der Diskrepanz zwischen den berechneten und gemessenen Kennwerten insbesondere beim Energiebedarf - Ermittlung des Energieeinsparpotentials durch Änderung des Nutzerverhaltens bzw. durch Anpassung der Regelung an das Nutzerverhalten - Entwicklung des Kompromisses zwischen Energieeinsparung und Aufrechterhaltung einer gesunden Umgebung mit hoher Luftqualität - Entwicklung von Kontrollstrategien für mechanische Lüftungssysteme in Hinblick auf Energieverbrauch, thermischen Komfort und Luftqualität 		
Gesetzliche Anforderungen an den Indikator		
<ul style="list-style-type: none"> - An diesen Indikator sind keine gesetzlichen Anforderungen geknüpft 		
Indikatorwert bzw. Indikatorwertebereich		
Einfluss des Nutzerverhaltens in Bezug auf Einsparung des Heizwärmebedarfs		
Gebäudetyp	Anz. Kennwerte	Kennwerte
WG – EFH (RH)	1	Passivhausqualität: Reduzierung 38 % je Kelvin Temperaturdifferenz (Raum-Solltemperatur) -> 3 kWh/(m ² -a) Niedrigenergiehaus: Reduzierung 17 % je Kelvin Temperaturdifferenz (Raum-Solltemperatur) -> 5 kWh/(m ² -a) Bestand: Reduzierung 8 % je Kelvin Temperaturdifferenz (Raum-Solltemperatur) -> 10 kWh/(m ² -a)
WG – MFH	1	Anstieg um 40 % bei Erhöhung der durchschnittlichen Raumtemperatur um 2 Kelvin -> 8 kWh/(m ² -a)

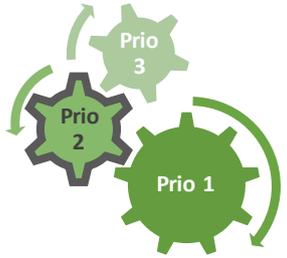
Indikator: Nutzerverhalten (Seite 2)		G/SI – 5
Bewertung des Indikators		
Priorität: 	Häufigkeit der Anwendung: 	Einflussfaktoren: <ul style="list-style-type: none"> • Nutzung¹⁾ • Nutzeranzahl²⁾ • Raumkomfort³⁾ • Lichtverhältnisse⁴⁾ • Zugänglichkeit zu Kontroll-/Bediensystemen • Feedback und Information⁵⁾ • Anforderungen und Vorschriften⁶⁾ • Wirtschaftliche Anreize⁷⁾ • Persönlichkeit, Gewohnheiten, Routinen
Quelle/n des Indikators		
Abschlussbericht: <i>InSituNachweis</i> , FKZ: 03ET1509		
Anmerkungen		
¹⁾ Nutzung: Art der Raumnutzung. ²⁾ In Abhängigkeit von der Anzahl der Nutzer je Raum variiert auch der CO ₂ -Ausstoß und damit die Erforderlichkeit zum Lüften. Vermehrtes Lüften führt zu einem Anstieg des Energieverbrauchs, sowohl im Winter (Anstieg des Heizenergieverbrauchs) als auch im Sommer (Anstieg des Kühlenergiebedarfs). ³⁾ Raumkomfort: Rauminnentemperatur, operative Temperatur, Luftfeuchtigkeit, Luftwechsel usw. ⁴⁾ Lichtverhältnisse: Tageslichtverfügbarkeit und -qualität, Sonnen-/Blendschutz. ⁵⁾ Feedback und Information: Echtzeit-Feedback und Informationen über bspw. Energieverbrauch. ⁶⁾ Anforderungen und Vorschriften: bspw. Umsetzung vorgeschriebener Maßnahmen zur Energieeinsparung. ⁷⁾ Wirtschaftliche Anreize: energiebedingte Kosten infolge des eigenen Handelns.		

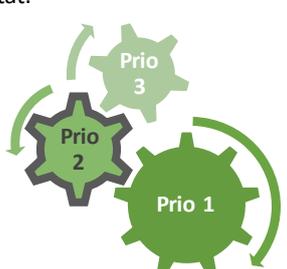
Indikator: Personenbelegung bzw. Nichtbelegungsrate oder (Hotel-)Auslastung (Seite 1)		G/SI – 6
Kurze Beschreibung und Einheit des Indikators		
<p>Die Personenbelegung bezieht sich auf die Anzahl der Personen, die sich zu einem bestimmten Zeitpunkt in einem Raum, Gebäude oder bestimmten Bereich aufhalten. Sie ist ein wichtiger Parameter für die Planung und Betrieb von Gebäuden. Die Personenbelegung hat Auswirkungen auf Lüftung, Klimatisierung, Beleuchtung, Sicherheitsmaßnahmen und den allgemeinen Komfort der Nutzer. Die Personenbelegung kann sowohl durch statische Faktoren (wie die Zweckbestimmung eines Raums) als auch durch dynamische Faktoren (wie die tatsächliche Nutzung und zeitliche Schwankungen) beeinflusst werden. In Krankenhäusern wird die Anzahl leerstehender Zimmer bewertet (Nichtbelegungsrate), während in einem Hotel die Anzahl der belegten Zimmer zur Analyse herangezogen wird (Hotelauslastung).</p>		
Einheit: 1. m ² /Person 2. %	Bezugsgröße: 1. Quadratmeter Wohnfläche/Nettoraumfläche pro Anzahl der Personen 2. Hotel: Anteil belegter Zimmer zu den verfügbaren Zimmern. 2. Krankenhaus: Anteil unbelegter Zimmer eines Raumtyps zu der gesamten Anzahl der Zimmer desselben Raumtyps.	
Ziel der Ermittlung des Indikators		
<ul style="list-style-type: none"> - Ermittlung der Belegungsdichte und daraus resultierenden Anforderungen - Ermittlung der Höhe der internen Wärmegevinne, des Frischluftbedarfs/Lüftungsbedarfs, des gesamten Warmwasserbedarfs, des Haushaltstrombedarfs usw. - Ermittlung der tatsächlichen Verbräuche pro Person (z. B. Warmwasserverbrauch usw.) 		
Gesetzliche Anforderungen an den Indikator		
<ul style="list-style-type: none"> - Die maximale Personenanzahl pro Fläche in Nichtwohngebäuden wird durch gesetzliche, sicherheitstechnische und gesundheitliche Bestimmungen limitiert 		
Indikatorwert bzw. Indikatorwertebereich		
Einfluss des Nutzerverhaltens auf Heizwärmebedarf		
Gebäudetyp	Anz. Kennwerte	Kennwerte
WG – MFH	1	23 m ² /Pers.
NWG – Hotel	1	Auslastung: 42 %
NWG – Klinik	1	Nichtbelegungsrate: 20 – 90 %
Mittelwert in Mietwohnungen in Deutschland im Jahr 2014 [14]	39 m ² /Person	
Bewertung des Indikators		
Priorität: 	Häufigkeit der Anwendung: 	Einflussfaktoren: <ul style="list-style-type: none"> • Gebäude- bzw. Wohnungsgröße • Raumnutzung¹⁾ • Anwesenheitszeiten • Vorgaben²⁾
Quelle/n des Indikators		
Abschlussbericht: dECONhealth, FKZ: 03ET1568; MOBASY, FKZ: 03SBE0004; Smart Hotel Supply, FKZ: 03ET1513		

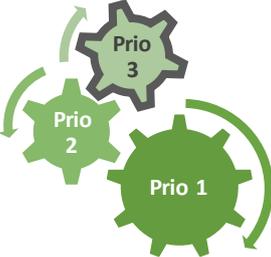
Indikator: Personenbelegung bzw. Nichtbelegungsrate oder (Hotel-)Auslastung (Seite 2)	G/SI – 6
Anmerkungen	
<p> ¹⁾ Unterschiedliche Räume haben i. d. R. unterschiedliche Belegungsdichten (z. B. Büro, Klassenzimmer, Konferenzräume). ²⁾ Gesetzliche, sicherheitstechnische und gesundheitliche Vorgaben schränken die Anzahl der Personen in Nichtwohngebäuden ein. </p>	

Indikator: Power Usage Effectiveness (PUE) – Effizienz von Rechenzentren		G/SI – 7
Kurze Beschreibung und Einheit des Indikators		
<p>Die Power Usage Effectiveness (PUE) gibt das Verhältnis des gesamten Energieverbrauchs des Rechenzentrums (IT-Infrastruktur, Kühlung, Klimatisierung, Notstrom, Beleuchtung etc.) zum Energieverbrauch der IT-Infrastruktur im Rechenzentrum an. Je kleiner die PUE-Kennzahl ist, desto höher ist die Energieeffizienz eines Rechenzentrums. Der theoretisch ideale PUE-Wert ist 1, weil dann die gesamte Leistung in die eigentliche IT fließt. PUE ist aufgrund seiner Einfachheit ein weit verbreiteter und etablierter Indikator zur Effizienzbewertung von Rechenzentren.</p>		
Einheit: –		Bezugsgröße: –
Ziel der Ermittlung des Indikators		
<ul style="list-style-type: none"> - Effizienzbewertung von Rechenzentren - Identifizierung von ineffizienten Energieverwendungen - Erstellung der Energie- und CO₂-Bilanz (Betriebskostenanalyse) - Technologie- und Systemvergleich - Ermittlung des Erfolgs von Modernisierungsmaßnahmen 		
Gesetzliche Anforderungen an den Indikator		
<ul style="list-style-type: none"> - An diesen Indikator sind keine gesetzlichen Anforderungen geknüpft 		
Indikatorwert bzw. Indikatorwertebereich		
Gebäudetyp	Anz. Kennwerte	Kennwerte
Rechenzentren Deutschland	1	Durchschnittlicher PUE-Wert: 1,63 Prognose 2025: 1,54 Zielwert: < 1,4
Effizienzsteigerung		
Wassergekühltes System gegenüber einem luftgekühlten System	1	<ul style="list-style-type: none"> - Anteil wassergekühlter Server 70 %: mind. 122 % - 100 %ige Wasserkühlung: bis zu 300 %
Bewertung des Indikators		
Priorität: 	Häufigkeit der Anwendung: 	Einflussfaktoren: <ul style="list-style-type: none"> • Art des Rechenzentrums¹⁾ • Standort des Rechenzentrums²⁾ • Baujahr des Rechenzentrums³⁾
Quelle/n des Indikators		
Abschlussbericht: HotFIAd, FKZ: 03EGB0018		
Anmerkungen		
<p>¹⁾ Ein Rechenzentrum kann erheblich in seiner Größe und technischen Ausstattung variieren.</p> <p>²⁾ Der Standort reflektiert die meteorologischen Bedingungen, insbesondere die Außentemperatur.</p> <p>³⁾ Abhängig vom Baujahr des Rechenzentrums können Aspekte wie Energieeffizienz, Sicherheitsstandards und die Anpassungsfähigkeit an aktuelle Technologien variieren. Ältere Rechenzentren könnten in diesen Bereichen potenziell veraltet sein, was die Kompatibilität mit neuen Technologien erschweren kann.</p>		

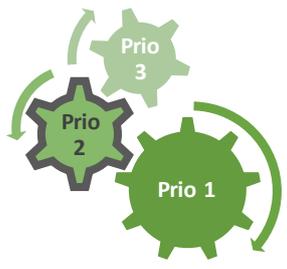
Indikator: Verteilverluste (Seite 1)		G/SI – 8
Kurze Beschreibung und Einheit des Indikators		
<p>Zu den Verteilverlusten der Anlagentechnik innerhalb der Bilanzgrenze »Gebäude« zählen Wärme- und/oder Kälteabgaben, die auf dem Weg von der Energieerzeugung zu den Verbrauchern »verloren« gehen und somit den Energiebedarf bzw. -verbrauch erhöhen. Dazu gehören technische Verluste bei der Speicherung, der Verteilung und der Übergabe für Heizung, Kühlung, Lüftung und Trinkwarmwasser (TWW). Die Verteilverluste bestehen aus einem nutzbaren und einem nicht-nutzbaren Anteil. Der nutzbare Anteil repräsentiert die unregulierten Gewinne, die zusätzlich zu den internen und solaren Wärmegewinnen zur Reduktion des Raumheizwärmebedarfs beitragen. Der nicht-nutzbare Anteil kann unter Umständen die Transmissions- und Lüftungsverluste erhöhen.</p>		
Einheit, Bezugsgröße		
Einheit: 1. kWh/a 2. kWh/(m ² ·a)	Bezugsgröße: 1. Jahr 2. Jahr, Fläche abhängig von Gebäudeart und Berechnungsverfahren: WG: (beheizte) Wohnfläche, Gebäudenutzfläche A _N nach GEG NWG: Nettraumfläche, Nutzfläche	
Ziel der Ermittlung des Indikators		
<ul style="list-style-type: none"> - Ermittlung des Anteils der Verluste an der jeweiligen Energieerzeugung - Beurteilung der Energieeffizienz der Wärme-/Kälteerzeugung - Beurteilung der Energiesparmaßnahmen 		
Gesetzliche Anforderungen an den Indikator		
<ul style="list-style-type: none"> - Die Verteilleitungen für Wärme- und Kälte sowie für Warm- und Kaltwasser sind gemäß GEG zu dämmen 		
Indikatorwert bzw. Indikatorwertebereich		
Gebäudetyp	Anz. Kennwerte	Kennwerte
Trinkwarmwasser		
WG – EFH (RH): TWW – Zirkulationsverluste	1	3,8 kWh/(m ² _{Wfl.} ·a) (Bezug: m ² Wohnfläche)
WG – MFH: Verluste der TWW-Bereitung	1	5,2 kWh/(m ² ·a) (Bezug: m ² Nutzfläche A _N)
WG – MFH: TWW – Zirkulationsverluste	1	8 – 10 W je Meter Rohrlänge bzw. 70 – 80 kWh/a je Meter Rohrlänge
Pufferspeicher		
WG – MFH	1	1,8 kWh/(m ² ·a) (Bezug: m ² Nutzfläche A _N)
Wärmeverteilverluste		
WG – MFH	1	7,3 kWh/(m ² _{Wfl.} ·a) (Bezug: m ² Wohnfläche)
Anteil Verteilverluste an gesamter Wärmeerzeugung		
WG – MFH	1	Gebäude gedämmt: 35 % Gebäude ungedämmt: 44 %

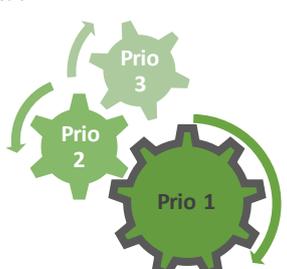
Indikator: Verteilverluste (Seite 2)		G/SI – 8
Bewertung des Indikators		
<p>Priorität:</p> 	<p>Häufigkeit der Anwendung:</p> 	<p>Einflussfaktoren:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Lage der Verteilleitung • Länge der Verteilleitung • Dämmung der Verteilleitung • Medientemperatur der Verteilleitung (Netztemperatur)
Quelle/n des Indikators		
<i>Abschlussbericht: FeBOP-MFH, FKZ: 03ET1573; InSituNachweis, FKZ: 03ET1509; MOBASY, FKZ: 03SBE0004</i>		
Anmerkungen		
-		

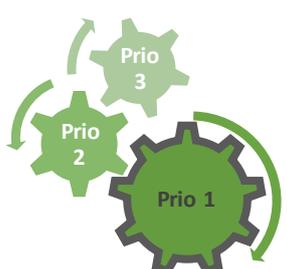
Indikator: A/V-Verhältnis		G/Gg – 1
Kurze Beschreibung und Einheit des Indikators		
Das A/V-Verhältnis ist eine bauphysikalische Kenngröße für die Kompaktheit eines Gebäudes. Es wird berechnet als Quotient aus der wärmeübertragenden Hüllfläche und dem beheizten Gebäudevolumen. Dabei werden das Gebäudebruttovolumen V_e und die Außenmaße der Hüllfläche herangezogen. Je kleiner das A/V-Verhältnis eines Bauwerks ist, desto kleiner ist der Wärmeverlust und damit in der Regel auch der Heizwärmebedarf. [1]		
Einheit: m^2/m^3	Bezugsgröße: beheiztes Gebäudevolumen	
Ziel der Ermittlung des Indikators		
<ul style="list-style-type: none"> - Beurteilung der Kompaktheit eines Gebäudes - Verkleinerung der Hüllfläche bei gleichbleibendem Gebäudevolumen zur Reduzierung der Wärmeverluste über die Gebäudehülle 		
Gesetzliche Anforderungen an den Indikator		
- An diesen Indikator sind keine direkten gesetzlichen Anforderungen geknüpft		
Indikatorwert bzw. Indikatorwertebereich		
Gebäudetyp	Anz. Kennwerte	Zielwert
NWG – Schwimmbäder	1	< 0,4
Bewertung des Indikators		
Priorität: 	Häufigkeit der Anwendung: 	Einflussfaktoren: • Bauform/Gebäudetyp ¹⁾
Quelle/n des Indikators		
Abschlussbericht: <i>EnergieeffBaeder</i> , FKZ: 03EN1004		
Anmerkungen		
¹⁾ Die Bauform eines Gebäudes hängt i.d.R. vom jeweiligen Gebäudetyp ab. Jede Bauform kann in Bezug auf Länge, Breite und Höhe (Anzahl der Geschosse) optimiert werden.		

Indikator: (beheizte) Wohnfläche (Seite 1)		G/Gg – 2
Kurze Beschreibung und Einheit des Indikators		
<p>Die Wohnfläche nach der Wohnflächenverordnung (WoFIV) umfasst die Grundflächen aller Räume, die ausschließlich zu der einen zu betrachtenden Wohnung gehören. Bei einem Wohnheim umfasst die Wohnfläche die Grundflächen der Räume, die zur alleinigen und gemeinschaftlichen Nutzung durch die Bewohner bestimmt sind. Zur Wohnfläche gehören zusätzlich die Grundflächen von Wintergärten, Schwimmbädern und ähnlichen Räumen, wenn diese von allen Seiten geschlossen sind. Auch Balkone, Loggien, Dachgärten und Terrassen sind anteilig zur Wohnfläche hinzuzurechnen, wenn diese ausschließlich zur Wohnung oder zum Wohnheim gehören. Die Grundflächen der beheizten Räume mit einer lichten Höhe von mindestens zwei Metern werden vollständig zu Wohnfläche angerechnet. Die Räume mit einer lichten Raumhöhe kleiner zwei Meter und unbeheizte Räume werden nur anteilig bei der Ermittlung der Wohnfläche berücksichtigt. [1]</p> <p>Als Bezugsfläche in den meisten Forschungsprojekten wird die beheizte Fläche, d. h. die Wohnfläche ohne Balkone, Loggien, Dachgärten und Terrassen usw., herangezogen. Bei der Bewertung eines Wohngebäudes nach PHPP wird als Energiebezugsfläche (EBF) die Wohnfläche innerhalb der thermischen Gebäudehülle herangezogen. Dabei werden auch ggf. unbeheizte Räume, die nicht als Wohnraum gelten, sich aber innerhalb der thermischen Hülle befinden, wie z. B. Treppenhäuser und Kellerräume, dazu gerechnet.</p>		
Einheit: m ²	Bezugsgröße: –	
Ziel der Ermittlung des Indikators		
<ul style="list-style-type: none"> - Beschreibung und Vergleich zwischen gleichartigen Gebäuden - Ermittlung von spezifischen Kennwerten, die Vergleichbarkeit zwischen verschiedenen bzw. unterschiedlich großen Gebäuden ermöglichen. 		
Gesetzliche Anforderungen an den Indikator		
<ul style="list-style-type: none"> - An diesen Indikator sind keine gesetzlichen Anforderungen geknüpft 		
Indikatorwert bzw. Indikatorwertebereich		
Gebäudetyp	Anz. Kennwerte	Kennwert
WG – EFH	10 ¹⁾ 1	beheizte Wohnfläche: RH: 140 – 165 m ² EFH: 230 m ²
WG – MFH (Neubau, Sanierung)	4	beheizte Wohnfläche: 697 – 3.186 m ²
WG – MFH (Neubau)	2	EBF (PHPP): 723 – 3.424 m ²
WG – MFH (Bestand)	100 ²⁾	362 – 1.243 m ² Durchschn. Wohnfläche je Wohneinheit: 59 m ²
WG – Wohnheim (Neubau)	1	2.648 m ²
Mischgebäude (Neubau)	1	4.499 m ² (Anteil Wohnnutzung)
Bewertung des Indikators		
Priorität: <div style="text-align: center; margin-top: 10px;">  </div>	Häufigkeit der Anwendung: <div style="text-align: center; margin-top: 10px;">  </div>	Einflussfaktoren: <ul style="list-style-type: none"> • Nutzerbedürfnisse³⁾ • Marktanforderungen⁴⁾ • Architektur und Design

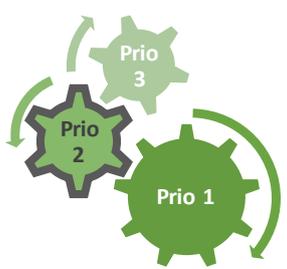
Indikator: (beheizte) Wohnfläche (Seite 2)	G/Gg – 2
Quelle/n des Indikators	
<p><i>Abschlussbericht: BaltBest, FKZ: 03ET1616; Campo_V, FKZ: 03EGB0011; dynOpt-En, FKZ: 03ETS001; InnoNEX, FKZ: 03EGB0009; InSituNachweis, FKZ: 03ET1509; MFH Möhringen, FKZ: 03EGB0015; MOBASY, FKZ: 03SBE0004</i></p>	
Anmerkungen	
<p>¹⁾ Davon 9 Kennwerte sind aus einem Forschungsprojekt. ²⁾ Alle Kennwerte sind aus einem Forschungsprojekt. ³⁾ Die spezifischen Anforderungen verschiedener Zielgruppen, darunter Familien, Singles oder Senioren, üben einen wesentlichen Einfluss auf die Konzeption und Gestaltung der Wohnflächen aus. Dabei können gesetzliche Mindestanforderungen und Normen die Mindestgröße von Wohnflächen vorgeben, um sicherzustellen, dass gleichzeitig gesundheitliche und sicherheitstechnische Standards erfüllt werden. ⁴⁾ Markterwartungen können wesentlich die Gestaltung und Größe der Wohnflächen beeinflussen, indem sie auf Trends und Konsumentenpräferenzen reagieren.</p>	

Indikator: Fensterflächenanteil		G/Gg – 3
Kurze Beschreibung und Einheit des Indikators		
Der Fensterflächenanteil beschreibt den Anteil der Fensterfläche an der gesamten Außenwand- bzw. Fassadenfläche (einschließlich Fensterfläche). Je nach Anforderung wird der Fensterflächenanteil auch in Bezug auf die Grundfläche eines Raumes oder einer Raumgruppe ermittelt.		
Einheit: 1. % (m^2/m^2_A) 2. m^2/m^2_{NGF}	Bezugsfläche: 1. Fassadenfläche (A) 2. Nettoraumfläche	
Ziel der Ermittlung des Indikators		
<ul style="list-style-type: none"> - Bewertung und Beurteilung der Fensterflächendimensionierung - Optimierung der solaren Energiegewinne im Winter vs. Vermeidung der Überhitzung im Sommer - Auslegung der energetischen Qualität von transparenten Bauteilen (U_w-Wert, U_g-Wert, g-Wert) im Rahmen der energetischen Bewertung des Gebäudes - Bewertung des Tageslichteintrags - Erfordernis und Wahl von Sonnenschutz-/Blendschutzmaßnahmen 		
Gesetzliche Anforderungen an den Indikator		
<ul style="list-style-type: none"> - Erfüllung der Anforderungen an den sommerlicher Wärmeschutz nach DIN 4108-2 gemäß GEG - Voraussetzungen an den Fensterflächenanteil im Rahmen des vereinfachten Nachweisverfahrens für Wohngebäude nach GEG 		
Indikatorwert bzw. Indikatorwertebereich		
Gebäudetyp	Anz. Kennwerte	Kennwert
NWG – Schwimmbäder	1	35 – 40 %
NWG – Schulkomplex (Neubau)	1	45 – 55 %
Bewertung des Indikators		
Priorität: 	Häufigkeit der Anwendung: 	Einflussfaktoren: <ul style="list-style-type: none"> • Gebäudetyp und Raumnutzung¹⁾ • Fassadenausrichtung²⁾ • Weitere Anforderungen
Quelle/n des Indikators		
Abschlussbericht: <i>EnergieeffBaeder</i> , FKZ: 03EN1004; <i>nzeb Hannover</i> , FKZ: 03EGB0003		
Anmerkungen		
¹⁾ Die Raumnutzung beschreibt die Funktion des Raums und damit die Anforderungen an das Tageslicht. ²⁾ Der Fensterflächenanteil kann entsprechend der Ausrichtung des Gebäudes optimiert werden: Ein höherer Fensterflächenanteil auf der Südseite kann genutzt werden, um die solaren Gewinne im Winter zu erhöhen, während auf der Nordseite ein geringerer Fensterflächenanteil zur Reduzierung der Transmissionswärmeverluste beiträgt.		

Indikator: Gebäudenutzfläche A_N nach GEG		G/Gg – 4
Kurze Beschreibung und Einheit des Indikators		
<p>Die Gebäudenutzfläche A_N nach GEG stellt keine reale Größe dar. Die Gebäudenutzfläche A_N wird im Rahmen des öffentlich-rechtlichen Nachweises bei Wohngebäuden als Energiebezugsfläche verwendet. Die Gebäudenutzfläche A_N ist nach Gebäudeenergiegesetz (GEG) eine beheizte und/oder gekühlte Fläche, die nach DIN V 18599 ermittelt wird. Die Formel zur Berechnung der Gebäudenutzfläche A_N hängt von der Geschosshöhe ab. Für Geschosshöhen h_G zwischen 2,5 und 3,0 Meter beträgt die Gebäudenutzfläche A_N das 0,32-fache des beheizten Gebäudebruttovolumens V_e. Für allen anderen Geschosshöhen gilt $A_N = (1/h_G - 0,04) \cdot V_e$. Es ist zu beachten, dass die Gebäudenutzfläche A_N weder der Nettoraumfläche (NRF) nach DIN 277 noch der Wohnfläche nach der Wohnflächenverordnung (WoFIV) entspricht. [1]</p>		
Einheit: m ²	Bezugsgröße: –	
Ziel der Ermittlung des Indikators		
<ul style="list-style-type: none"> - Ermittlung der Energiebezugsfläche für Wohngebäude nach GEG - Vergleich zwischen gleichartigen Gebäuden - Ermittlung von spezifischen Kennwerten, die Vergleichbarkeit zwischen gleichartigen, aber unterschiedlich großen Gebäuden ermöglichen 		
Gesetzliche Anforderungen an den Indikator		
<ul style="list-style-type: none"> - An diesen Indikator sind keine gesetzlichen Anforderungen geknüpft. 		
Indikatorwert bzw. Indikatorwertebereich		
Gebäudetyp	Anz. Kennwerte	Kennwert
WG – MFH (Neubau, Sanierung)	3	854 – 4.297 m ²
WG – Wohnheim (Neubau)	1	2.954 m ²
Bewertung des Indikators		
Priorität ¹⁾ : 	Häufigkeit der Anwendung: 	Einflussfaktoren: <ul style="list-style-type: none"> • Gebäudebruttovolumen V_e²⁾ • Geschosshöhe
Quelle/n des Indikators		
<i>Abschlussbericht: Campo_V, FKZ: 03EGB0011; Eversol-MFH, FKZ: 03ETS004; MFH Möhringen, FKZ: 03EGB0015; MOBASY, FKZ: 03SBE0004</i>		
Anmerkungen		
¹⁾ Gilt nur für Wohngebäude. ²⁾ Beheiztes Bruttogebäudevolumen. Die Bauform eines Gebäudes hängt i.d.R. vom jeweiligen Gebäudetyp ab. Jede Bauform kann in Bezug auf Länge, Breite und Höhe (Anzahl der Geschosse) optimiert werden.		

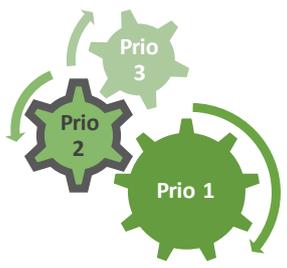
Indikator: Nettoraumfläche (Seite 1)		G/Gg – 5
Weitere Begriffe: (konditionierte) Nettogrundfläche (NGF)		
Kurze Beschreibung und Einheit des Indikators		
<p>Die Nettoraumfläche, kurz NRF genannt, stellt einen Teil der Bruttogrundfläche (BGF) dar und wird in Nutzungsfläche (NUF), Technikfläche (TF) und Verkehrsfläche (VF) unterteilt. Die Ermittlung der Nettoraumfläche erfolgt im Hochbau nach DIN 277 »Grundflächen und Rauminhalte im Hochbau« während der Planung, der Bauausführung und der Nutzung von Bauwerken. Für die Ermittlung der NRF werden die lichten Maße zwischen den Baukonstruktionen in Höhe der Oberkanten der Boden- bzw. Deckenbeläge angesetzt. Die Nettoraumfläche (NRF) ist die Summe aller Flächen innerhalb eines Gebäudes, die für die tatsächliche Nutzung zur Verfügung stehen. Dazu gehören Wohnräume, Arbeitsräume, Freizeiträume, Sanitärräume, Flure und ähnliche Räumlichkeiten. Die Nettoraumfläche ist also die Summe aller Innenflächen, die tatsächlich genutzt werden können. Die Energiebezugsfläche bei Nichtwohngebäuden nach DIN V 18599 folgt ebenfalls den Festlegungen zur Nettoraumfläche nach DIN 277-1 und wird als konditionierte Nettogrundfläche (NGF) bezeichnet. [1]</p>		
Einheit: m ²	Bezugsgröße: –	
Ziel der Ermittlung des Indikators		
<ul style="list-style-type: none"> - Beschreibung der Gebäudegröße und Clusterung von gleichartigen Gebäuden - Ermittlung der Energiebezugsfläche für Nichtwohngebäude - Vergleich zwischen gleichartigen Gebäuden - Ermittlung von spezifischen Kennwerten, die die Vergleichbarkeit zwischen gleichartigen, aber unterschiedlich großen Gebäuden ermöglichen 		
Gesetzliche Anforderungen an den Indikator		
<ul style="list-style-type: none"> - Energiebezugsfläche bei Nichtwohngebäuden nach GEG 		
Indikatorwert bzw. Indikatorwertebereich		
Gebäudetyp	Anz. Kennwerte	Kennwert
WG – Wohnheim (Neubau)	1	4.461 m ²
NWG – Schulkomplex (Neubau)	1	6.689 m ²
Bewertung des Indikators		
Priorität ²⁾ : 	Häufigkeit der Anwendung: 	Einflussfaktoren: <ul style="list-style-type: none"> • Gebäude- und Raumnutzung³⁾ • Nutzeranforderung⁴⁾ • Technische Installationen⁵⁾
Quelle/n des Indikators		
Abschlussbericht: Campo_V, FKZ: 03EGB0011; nzeb Hannover, FKZ: 03EGB0003		

Indikator: Nettonetfläche (Seite 2)	G/Gg – 5
Anmerkungen	
<p>¹⁾ Alle Kennwerte sind aus einem Forschungsprojekt.</p> <p>²⁾ Gilt nur für Nichtwohngebäude.</p> <p>³⁾ Die Größe und Aufteilung der Raumflächen variieren abhängig von der spezifischen Nutzung des Gebäudes. Zudem sind für bestimmte Raumtypen Mindestgrößen durch gesetzliche Vorschriften oder entsprechende Bauordnungen festgelegt.</p> <p>⁴⁾ Die spezifischen Bedürfnisse und Anforderungen der Nutzer oder Bewohner eines Gebäudes können einen signifikanten Einfluss auf die Raumgrößen haben.</p> <p>⁵⁾ Die Notwendigkeit, spezifische technische Einrichtungen zu integrieren, kann sich auf die verfügbare Nettonetfläche auswirken.</p>	

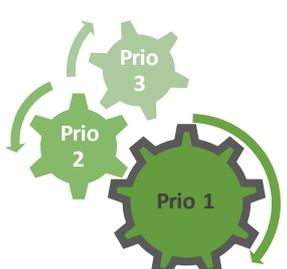
Indikator: Gebäudedichtheit (Seite 1)		G/Gh – 1
Weitere Begriffe: Luftdichtheit		
Kurze Beschreibung und Einheit des Indikators		
Die Luftdichtheit eines Gebäudes hat einen erheblichen Einfluss auf den Heizwärme- bzw. Kältebedarf eines Gebäudes. Wird ein Gebäude nicht ausreichend abgedichtet, verliert es durch den Luftwechsel (Infiltration) schneller beheizte oder gekühlte Luft. Um die Luftwechselrate so gering wie möglich zu halten und auch Bauschäden infolge von Undichtigkeiten zu vermeiden, ist die wärmeübertragende Umfassungsfläche von (neuen) Gebäuden entsprechend der anerkannten Regeln der Technik abzudichten. Die Gewährleistung der Gebäudedichtheit ist insbesondere mit Einbau neuer Fenster und/oder Einsatz einer raumlufttechnischen Anlage empfehlenswert. Die Luftdichtheitsmessung kann mittels eines sogenannten Blower-Door-Tests überprüft werden. Es wird der Luftvolumenstrom (Leckagenstrom) pro Stunde bei einer Bezugsdruckdifferenz von 50 Pascal (n_{50} -Wert) gemessen. [1]		
Einheit: 1. $n_{50} = 1/h$ ($1 \text{ m}^3/(h \cdot \text{m}^3)$) 2. $q_{50} = 1 \text{ m}/h$ ($1 \text{ m}^3/(h \cdot \text{m}^2)$)	Bezugsgröße: 1. n_{50} - Wert: Bezug Rauminnenvolumen 2. q_{50} - Wert: Bezug Gebäudehüllfläche	
Ziel der Ermittlung des Indikators		
<ul style="list-style-type: none"> - Beurteilung der Dichtheit der Gebäudehülle - Detektion und Beseitigung von Undichtigkeiten/Fehlstellen - Ermittlung der Lüftungswärmeverluste infolge der Infiltration im Rahmen der energetischen Bewertung des Gebäudes - Berücksichtigung des Einflusses der Infiltration auf das thermische und energetische Gebäudeverhalten 		
Gesetzliche Anforderungen an den Indikator		
<ul style="list-style-type: none"> - Anforderung an die Dichtheit der Gebäudehülle bei Errichtung von Gebäuden und Überprüfung nach DIN EN ISO 9972 Anhang AN gemäß GEG - Anforderungen an die Luftdichtheit von Gebäuden nach DIN 4108 Teil 7 		
Indikatorwert bzw. Indikatorwertebereich		
Gebäudetyp	Anz. Kennwerte	Kennwerte
WG – EFH	1	Bestand: $n_{50} = 0,21 \text{ 1/h}$
WG – MFH	1 3	Neubau: $n_{50} = 0,24 \text{ 1/h}$ Bestand: $n_{50} = 0,49 - 0,84 \text{ 1/h}$
NWG – Schulkomplex (Neubau)	1	Neubau: $n_{50} = 0,5 \text{ 1/h}$
Bewertung des Indikators		
Priorität: 	Häufigkeit der Anwendung: 	Einflussfaktoren: <ul style="list-style-type: none"> • Luftdichtheitsebene¹⁾ • Anschlüsse, Durchdringungen²⁾ • Einsatz geeigneter Materialien
Quelle/n des Indikators		
Abschlussberichte: InSituNachweis, FKZ: 03ET1509; MOBASY, FKZ: 03SBE0004; nzeb Hannover, FKZ: 03EGB0003		

Indikator: Gebäudedichtheit (Seite 2)	G/Gh – 1
Anmerkungen	
<p>¹⁾ Abdichtungsmaßnahmen an sämtlichen Verbindungsstellen und Fugen für eine durchgehende Luftdichtheitsebene. ²⁾ Abdichtung von Bauteilanschlüssen und sämtlichen Durchdringungen.</p>	

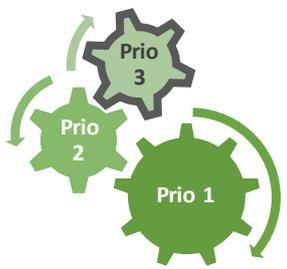
Indikator: (Spezifischer) Transmissionswärmeverlust H_T'		G/Gh – 2
Kurze Beschreibung und Einheit des Indikators		
<p>Der spezifische Transmissionswärmeverlust H_T' beschreibt die thermische Qualität der Gebäudehülle und gibt die Höhe des Wärmeverlusts durch die wärmeübertragende Umfassungsfläche bei einem Temperaturunterschied von 1 Kelvin an. Er wird durch die Aufsummierung der Wärmeverluste der einzelnen Bauteile (Dach, Außenwände, Fenster, Bodenplatte, Kellerbauteile und Bauteile gegen unbeheizte Bereiche) und Wärmebrücken ermittelt auf die wärmeübertragende Umfassungsfläche des Gebäudes bezogen. Je kleiner der Transmissionswärmeverlust ist, desto besser ist die thermische Qualität der Gebäudehülle.</p>		
Einheit: W/m ² K	Bezugsgröße: Fläche der wärmeübertragenden Umfassungsfläche	
Ziel der Ermittlung des Indikators		
<ul style="list-style-type: none"> - Beschreibung und Beurteilung der thermischen Qualität der Gebäudehülle - Ermittlung der Transmissionswärmeverluste zur energetischen Bewertung des Gebäudes - Ermittlung des thermischen und energetischen Gebäudeverhaltens - Maßnahmenvergleich, -bewertung und -optimierung 		
Gesetzliche Anforderungen an den Indikator		
<ul style="list-style-type: none"> - Anforderung an die Dämmqualität der Gebäudehülle bei neuen Wohngebäuden gemäß GEG in Abhängigkeit des Referenzgebäudes. Bei neuen Nichtwohngebäuden bestehen Anforderungen an mittlere U-Werte, bei Änderungen von Bestandsgebäuden Anforderungen an die U-Werte der neuen Bauteile. 		
Indikatorwert bzw. Indikatorwertebereich		
Gebäudetyp	Anz. Kennwerte	Kennwerte
WG – MFH (Neubau)	1	0,38 W/m ² K
WG – MFH (Bestand)	65 ¹⁾	0,6 – 1,4 W/m ² K Großteil: 0,9 – 1,3 W/m ² K
Bewertung des Indikators		
Priorität ²⁾ : 	Häufigkeit der Anwendung: 	Einflussfaktoren: <ul style="list-style-type: none"> • Gebäudehülle³⁾ • Wärmebrückenzuschlag
Quelle/n des Indikators		
Abschlussberichte: BaltBest, FKZ: 03ET1616; MFH Möhringen, FKZ: 03EGB0015		
Anmerkungen		
¹⁾ Alle Kennwerte sind aus einem Forschungsprojekt. ²⁾ Gilt nur für Wohngebäude. ³⁾ Energetische Qualität einzelner Bauteile der wärmeübertragenden Gebäudehülle (Abgrenzung gegen Außenluft, Erdreich oder unbeheizte Räume).		

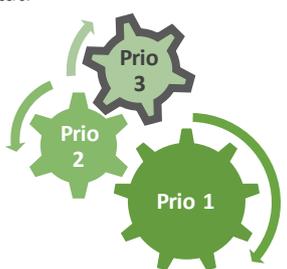
Indikator: Wärmebrückenzuschlag		G/Gh – 3
Kurze Beschreibung und Einheit des Indikators		
<p>Mit dem sogenannten Wärmebrückenzuschlag ΔU_{WB} ist der zusätzliche Wärmeverlust infolge von Wärmebrücken bei der Ermittlung des Jahres-Primärenergiebedarfs nach dem im Gebäudeenergiegesetz (GEG) festgelegten Berechnungsverfahren zu berücksichtigen. Der zusätzliche Wärmeverlust kann entweder durch einen pauschalen Zuschlag oder durch einen detaillierten Wärmebrückennachweis ermittelt und bezogen auf die wärmeübertragende Umfassungsfläche berücksichtigt werden. [1]</p>		
Einheit: W/m^2K	Bezugsgröße: Wärmeübertragende Umfassungsfläche	
Ziel der Ermittlung des Indikators		
<ul style="list-style-type: none"> - Berücksichtigung von zusätzlichen Wärmeverlusten durch Wärmebrücken - Ermittlung von zusätzlichen Transmissionswärmeverlusten in Folge von Wärmebrücken im Rahmen der energetischen Bewertung des Gebäudes - Berücksichtigung des Einflusses auf das thermische und energetische Gebäudeverhalten - Wärmebrückenbewertung und -optimierung 		
Gesetzliche Anforderungen an den Indikator		
<ul style="list-style-type: none"> - Gemäß GEG ist der Einfluss durch Wärmebrücken bei der energetischen Bewertung des Gebäudes zu berücksichtigen und gering zu halten 		
Indikatorwert bzw. Indikatorwertebereich		
Gebäudetyp	Anz. Kennwerte	Kennwerte
WG – MFH	1	Sanierter Bereich: $\Delta U_{WB} = 0,041 W/m^2K$ Neubaubereich: $\Delta U_{WB} = -0,011 W/m^2K$
Richtwerte		
Wärmebrückenzuschlag	Pauschaler Wärmebrückenzuschlag nach DIN V 18599-2 [15] für insgesamt vier Fälle.	
Bewertung des Indikators		
Priorität: 	Häufigkeit der Anwendung: 	Einflussfaktoren: <ul style="list-style-type: none"> • Nachweisverfahren¹⁾ • Art und Anzahl von Wärmebrücken
Quelle/n des Indikators		
Abschlussbericht: MAGGIE, FKZ: 03SBE0007		
Anmerkungen		
¹⁾ Zur Ermittlung des Wärmebrückenzuschlags stehen verschiedene Möglichkeiten zur Verfügung: pauschaler Wärmebrückenzuschlag ohne Nachweis, pauschaler Wärmebrückenzuschlag mit Gleichwertigkeitsnachweis nach DIN 4108 Beiblatt 2, detaillierte Wärmebrückenberechnung.		

Indikator: Wärmedurchgangskoeffizient (U-Wert) (Seite 1)		G/Gh – 4
Kurze Beschreibung und Einheit des Indikators		
Der Wärmedurchgangskoeffizient (U-Wert) beschreibt die thermische Qualität der Gebäudehülle von opaken und transparenten Bauteilen. Der Wärmedurchgangskoeffizient gibt an, wieviel Wärme durch einen Quadratmeter eines Bauteils fließt, wenn der Temperaturunterschied zwischen den beidseitig anliegenden Luftschichten 1 Kelvin beträgt. Je kleiner der Wärmedurchgangskoeffizient ist, desto besser ist die thermische Qualität eines Bauteils. [1]		
Einheit: W/m ² K	Bezugsgröße: Bauteilfläche in m ²	
Ziel der Ermittlung des Indikators		
<ul style="list-style-type: none"> - Beschreibung und Beurteilung der thermischen Qualität von einzelnen Bauteilen der Gebäudehülle - Ermittlung des thermischen und energetischen Gebäudeverhaltens - Ermittlung der Transmissionswärmeverluste im Rahmen der energetischen Bewertung des Gebäudes - Maßnahmenvergleich, -bewertung und -optimierung der Bauteilkonstruktionen 		
Gesetzliche Anforderungen an den Indikator		
<ul style="list-style-type: none"> - Mindestwärmeschutz nach DIN 4108 Teil 2 - Anforderung an Einzelbauteile gemäß GEG: Höchstwerte der Wärmedurchgangskoeffizienten von Außenbauteilen bei Änderungen an bestehenden Gebäuden 		
Indikatorwert bzw. Indikatorwertebereich		
Opake Bauteile		
Gebäudetyp	Anz. Kennwerte	Kennwerte
WG – EFH, MFH (Neubau, Sanierung)	4	Dach: 0,10 – 0,15 W/m ² K
	5	Außenwand: 0,10 – 0,19 W/m ² K
	3	Kellerdecke/Bodenplatte: 0,13 – 0,17 W/m ² K
	2	Bauteile gegen unbeheizt, Erdreich: 0,12 – 0,27 W/m ² K
NWG – Sozialeinrichtungen	1	Dach: 0,20 W/m ² K
	1	Außenwand: 0,24 W/m ² K
	1	Kellerbauteile: 0,13 – 0,17 W/m ² K
NWG – Schulkomplex (Neubau)	1	Mittlerer U-Wert Außenbauteile: 0,13 W/m ² K
Transparente Bauteile		
Gebäudetyp	Anz. Kennwerte	Kennwerte
WG – MFH (Neubau, Sanierung)	1	Fenster/Fenstertüren: U _g = 0,50 – 0,54 W/m ² K; U _f = 0,94 W/m ² K
	4	Fenster: U _w = 0,50 – 1,0 W/m ² K
	1	Lichtkuppel: 1,4 W/m ² K
	1	Türen: 1,0 – 1,2 W/m ² K
NWG – Sozialeinrichtungen: nach Sanierung	1	Fenster: U _w = 0,90 W/m ² K
NWG – Schulkomplex (Neubau)	1	Mittlerer U-Wert Fenster: U _w = 0,75 W/m ² K

Indikator: Wärmedurchgangskoeffizient (U-Wert) (Seite 2)		G/Gh – 4
Einfluss einer Technologie		
Technologie	Anz. Kennwerte	Kennwerte
Fassadenbegrünung	1	Änderung des U-Werts: ca. $\pm 10\%$
Dachbegrünung	1	Änderung des U-Werts: - Extensivgründach: ca. -10% - Intensivgründach: $-20 - -30\%$
Vakuum-Isolierglas-Fenster	1	Theoretisch möglich: $U_g = 0,20 \text{ W/m}^2\text{K}$
Bewertung des Indikators		
Priorität: 	Häufigkeit der Anwendung: 	Einflussfaktoren: <ul style="list-style-type: none"> • Gebäude¹⁾ • Bau-/Dämmstoff²⁾ • Art des transparenten Bauteils³⁾ • Systemaufbau⁴⁾
Quelle/n des Indikators		
<i>Fragebogen, Rückfrage: skalVIG, FKZ: 03ET1665; U-green, FKZ: 03EN1045</i> <i>Abschlussbericht: CoSo, FKZ: 03EGB0017; Eversol-MFH, FKZ: 03ETS004; InSituNachweis, FKZ: 03ET1509; MFH Möhringen, FKZ: 03EGB0015; MOBASY, FKZ: 03SBE0004; nzeb Hannover, FKZ: 03EGB0003</i>		
Anmerkungen		
¹⁾ Die Wahl des Bauteilaufbaus und daraus resultierenden U-Werts hängt im Wesentlichen von der Art des Gebäudes (Neubau, Bestand und Denkmalschutz) sowie gesetzlichen Anforderung und/oder vom angestrebten Gebäudeenergieniveau ab. ²⁾ Die Wärmeleitfähigkeit des Bau-/Dämmstoffs und die Materialstärke. ³⁾ Die energetische Qualität eines transparenten Bauteils hängt im Wesentlichen von der Art der Verglasung (2-fach, 3-fach), Wahl des Fensterrahmens bzw. der Pfosten-Riegel-Konstruktion (Holz, Kunststoff, Metall) und der Qualität des Randverbunds sowie des Flächenverhältnisses Rahmen zu Verglasung ab. ⁴⁾ Die Dämmwirkung von begrünten Hüllflächenbauteilen hängt vom Systemaufbau (z. B. Substratstärke) sowie vom U-Wert und solaren Absorptionsgrad von Referenzfassade/-dach ab.		

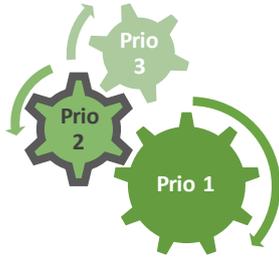
Indikator: CO₂-Konzentration (Seite 1)		G/Rk – 1
Kurze Beschreibung und Einheit des Indikators		
Die CO ₂ -Konzentration in Innenräumen wird als Indikator für die Intensität der Raumnutzung und somit für die Bewertung der Raumluftqualität herangezogen. Mit dem Anstieg des CO ₂ -Gehalts nehmen auch Geruchs- und Schadstoffe in der Raumluft sowie das Ansteckungsrisiko für Krankheiten zu. Eine hohe CO ₂ -Konzentration kann zu gesundheitlichen Beeinträchtigungen wie Unwohlsein, Leistungsverlust und Konzentrationsschwäche führen. Deswegen soll bei hohen CO ₂ -Konzentrationen die Raumluft erneuert werden. Die CO ₂ -Konzentration in Innenräumen kann mit Hilfe eines Messgerätes oder einer Lüftungsampel gemessen und dargestellt werden. [1]		
Einheit: ppm (parts per million)	Bezugsgröße: –	
Ziel der Ermittlung des Indikators		
<ul style="list-style-type: none"> - Beurteilung der Raumluftqualität - CO₂-Konzentration wird repräsentativ für durch Menschen verursachte Emissionen und Geruchsintensität herangezogen - Regelungsparameter für Lüftung, insbesondere bei mechanischer Lüftung 		
Gesetzliche Anforderungen an den Indikator		
- siehe technische Regelwerke und Empfehlungen		
Indikatorwert bzw. Indikatorwertebereich		
TWW-System	Anz. Kennwerte	Kennwerte
NWG – Uniklinik	2 ¹⁾	Oberes Quartil: 475 – 540 ppm
Technische Regelwerke und Grenzwerte		
Regelwerk	Grenzwerte	
Pettenkofer	definiert 1.000 ppm als oberen Grenzwert für eine ausreichende Luftqualität	
Arbeitsstättenverordnung: technische Regeln für Arbeitsstätten Lüftung ASR A3.6	> 1.000 ppm sind Lüftungstechnische Maßnahmen zu ergreifen	
DIN EN 16798-1	Grenzwerte für akzeptable Raumluftqualität, die aufrechtzuerhalten sind: - Δ CO ₂ -Konzentrationen oberhalb des Wertes in der Außenluft für unterschiedliche Kategorien - Standardgrenzkonzentration: 1.200 ppm (Kat. II)	
DIN EN 15251	Grenzwerte für akzeptable Raumluftqualität, die aufrechtzuerhalten sind: - Δ CO ₂ -Konzentrationen oberhalb der Konzentration in der Außenluft für Energieberechnungen und Bedarfsregelung - Standardgrenzkonzentration: 900 ppm (Kat. II)	
VDI 4300-7	Gute Luftqualität bis 1.000 ppm	
ASHRAE 62.1 und 62.2 allgemeine Empfehlungen zur Auslegung von RLT	Zulässig ist eine Überschreitung der CO ₂ -Konzentration der Außenluft um 700 ppm in der Raumluft	

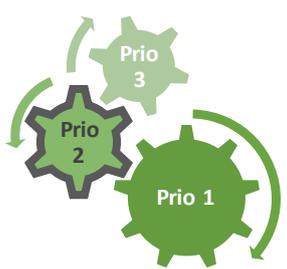
Indikator: CO ₂ -Konzentration (Seite 2)		G/Rk – 1
Bewertung des Indikators		
<p>Priorität:</p> 	<p>Häufigkeit der Anwendung:</p> 	<p>Einflussfaktoren:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Intensität der Raumnutzung • Anzahl der anwesenden Personen
Quelle/n des Indikators		
Abschlussbericht: dECONhealth, FKZ: 03ET1568; EnaPlanDF, FKZ: 03ET1610; KMU plus, FKZ: 03ET1621		
Anmerkungen		
¹⁾ Alle Kennwerte sind aus einem Forschungsprojekt.		

Indikator: Luftfeuchtigkeit (Seite 1)		G/Rk – 2
Weitere Begriffe: Raumluffteuchte, Luftfeuchte		
Kurze Beschreibung und Einheit des Indikators		
<p>Der Begriff Luftfeuchtigkeit (oder kurz Luftfeuchte) umschreibt eine wichtige bauphysikalische Kenngröße, die unter anderem für die Behaglichkeit und auch Gesundheit des Menschen in Innenräumen relevant ist. Die Luftfeuchtigkeit ist insbesondere abhängig von der Temperatur der Raumlufft, aber auch von den Temperaturen der Raumboberflächen (Wände, Decken, Böden). Unterschieden wird zwischen der absoluten Luftfeuchtigkeit (gemessen meist in Gramm pro Kubikmeter (g/m^3)) und der relativen Luftfeuchtigkeit (gemessen in Prozent). Die absolute Luftfeuchtigkeit eines Raumes liegt zwischen Null und einem temperaturabhängigen Sättigungswert – also einem Wert, ab dem die Luft keine weitere Feuchtigkeit aufnehmen kann. Gebräuchlicher als die absolute Luftfeuchtigkeit ist die relative Luftfeuchtigkeit, die das Verhältnis der absoluten Feuchte zur maximal möglichen Aufnahmemenge angibt. [1]</p>		
Einheit: 1. % 2. g/m^3 3. g/kg	Bezugsgröße: 1. maximal möglichen Aufnahmemenge 2. Raumlufftvolumen in Kubikmeter 3. Gewicht trockener Luft in Kilogramm	
Ziel der Ermittlung des Indikators		
<ul style="list-style-type: none"> - Beurteilung der Raumlufftqualität in Bezug auf Komfort, Behaglichkeit der Nutzer, Gesundheit - Vermeidung von Bauschäden, Schutz der Bausubstanz (bauphysikalische Anforderungen) - Regelungsparameter für Lüftung, insbesondere bei mechanischer Lüftung 		
Gesetzliche Anforderungen an den Indikator		
<ul style="list-style-type: none"> - Anforderungen nach DIN 4108-2 zur Vermeidung von Schimmelpilzbildung und Bauschäden 		
Indikatorwert bzw. Indikatorwertebereich		
Gebäudetyp	Anz. Kennwerte	Kennwerte
WG – MFH:	1	Im Mittel ca. 40 %
WG – MFH:	1	Wintermonate: 30 – 45 % Sommermonate: 35 – 70 %
NWG – Schwimmbad	1	50 % bzw. < 64 % zum Schutz der Bausubstanz
Empfehlungen		
WG/NWG	4	Nicht über längere Zeit empfohlen: < 20 – 30 % und > 80 % Empfohlener Bereich: 30 – 70 % Empfehlung absolute Raumlufftfeuchte während der Nutzungszeit nach DIN EN 16798-1: < 12 g/kg
NWG – Uniklinik	1	Komfortbereich: 30 – 60 %
Bewertung des Indikators		
Priorität: 	Häufigkeit der Anwendung: 	Einflussfaktoren: <ul style="list-style-type: none"> • Raumluffttemperatur¹⁾ • Außenluffttemperatur²⁾ • Nutzeraktivität³⁾ • Lüftungsart⁴⁾

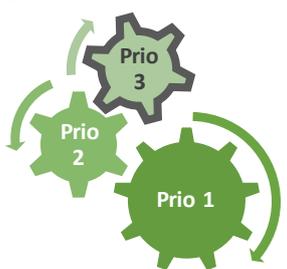
Indikator: Luftfeuchtigkeit (Seite 2)	G/Rk – 2
Quelle/n des Indikators	
<p><i>Abschlussbericht: dECONhealth, FKZ: 03ET1568; EnaPlanDF, FKZ: 03ET1610; EnergieeffBaeder, FKZ: 03EN1004; FIHLS, FKZ: 03ET1401; GreenFaBS, FKZ: 03ET1636; InSituNachweis, FKZ: 03ET1509; MOBASY, FKZ: 03SBE0004</i></p>	
Anmerkungen	
<p>¹⁾ Je nach Raumlufttemperaturen fällt die relative Raumluftfeuchte bei gleichem absolutem Wassergehalt anders aus. ²⁾ Eine niedrige Außenlufttemperatur hat einen geringen absoluten Feuchtegehalt, welcher je nach Raumtemperatur zu geringen Raumluftfeuchten führen kann. ³⁾ Aktivitäten wie Kochen, Duschen oder Atmen, aber auch im Raum vorhandene Pflanzen oder das Trocknen der Wäsche geben Feuchtigkeit in die Luft ab und können die Luftfeuchtigkeit im Raum erhöhen. ⁴⁾ Natürliche und/oder mechanische Lüftung einschließlich des Lüftungsverhaltens der Nutzer bzw. Regelung und Steuerung der mechanischen Lüftungsanlage.</p>	

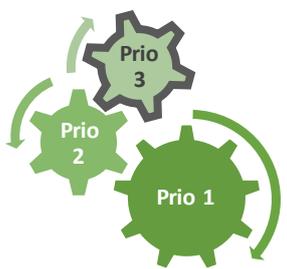
Indikator: Luftwechsel/Luftvolumenstrom (Seite 1)		G/Rk – 3
Kurze Beschreibung und Einheit des Indikators		
<p>Unter Luftwechsel versteht man den kontinuierlichen Austausch der Raumluft. Ein Maß für die Höhe des Luftwechsels ist die Luftwechselrate n (Einheit 1/h). Für die Ermittlung der Luftwechselrate ist der Luftvolumenstrom (Einheit m^3/h) entscheidend, da er im Verhältnis zum Raumluftvolumen die Häufigkeit des Luftaustauschs eines Raums pro Stunde bestimmt. Ein ausreichender Luftwechsel ist in Räumen, in denen sich Menschen aufhalten, notwendig für die Versorgung mit Sauerstoff, die Abführung des ausgeatmeten Kohlendioxids, die Abführung von Gerüchen und weiteren als unangenehm empfundenen Bestandteilen der Luft (z. B. Ausdünstungen aus Möbeln, Anstrichen, Teppichen, etc.) und für den Abtransport überhöhter Luftfeuchtigkeit. Die spezifischen Anforderungen an den Luftvolumenstrom sind in verschiedenen Normen und Richtlinien definiert und werden sowohl auf eine personenbezogene Basis in $\text{m}^3/(\text{h}\cdot\text{Person})$ als auch auf eine flächenbezogene Basis in $\text{m}^3/(\text{h}\cdot\text{m}^2)$ festgelegt. In Anlehnung an [1]</p>		
Einheit: 1. 1/h 2. $\text{m}^3/(\text{h}\cdot\text{m}^2)$ 3. $\text{m}^3/(\text{h}\cdot\text{Pers.})$	Bezugsgröße: 1. Stunde 2. Stunde und Nettoraumfläche des Raumes 3. Stunde und Person	
Ziel der Ermittlung des Indikators		
<ul style="list-style-type: none"> - Beurteilung der Luftqualität in Bezug auf die CO_2-Konzentration in der Raumluft und weitere hygienische und gesundheitstechnische Anforderungen - Beurteilung von Behaglichkeit, Zugluft, Hygiene, Schadstoffbelastung, ggf. Bauschäden - Ermittlung der Höhe der Lüftungswärmeverluste und Auswirkungen auf den Heizwärmebedarf 		
Gesetzliche Anforderungen an den Indikator		
<ul style="list-style-type: none"> - Öffentlich-rechtliche Vorschriften, die den erforderlichen Mindestluftwechsel aus Gesundheitsgründen festlegen, müssen eingehalten werden 		
Indikatorwert bzw. Indikatorwertebereich		
Gebäudetyp	Anz. Kennwerte	Zielwerte
NWG – Schulgebäude	1	Luftqualität nach DIN EN 16798-1: - Vor Pandemie Kategorie II: Volumenstrom (Personen): $25 \text{ m}^3/(\text{h}\cdot\text{Pers.})$ Volumenstrom (Gebäude): $2,5 \text{ m}^3/(\text{h}\cdot\text{m}^2)$ - Während der Pandemie Kategorie I: Volumenstrom (Personen): $36 \text{ m}^3/(\text{h}\cdot\text{Pers.})$ Volumenstrom (Gebäude): $3,6 \text{ m}^3/(\text{h}\cdot\text{m}^2)$
Auslegungsgrößen und Richtwerte		
DIN EN 16798-1 [16]	Auslegung Außenluftvolumenstrom für insgesamt vier Kategorien	
Leitfaden für die Innenraumlufthygiene in Schulgebäuden, UBA [17]	Notwendiger Luftwechsel in Klassenräumen: empfohlene Mindestwerte gemäß DIN EN 13779	
Arbeitsschutzrichtlinie A3.6	Empfohlene Mindestwerte gemäß DIN EN 13779	
DIN V 18599-10 [13]	Nutzungsabhängiger Mindestaußenluftwechsel/-volumenstrom	

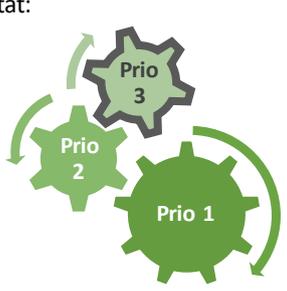
Indikator: Luftwechsel/Luftvolumenstrom (Seite 2)		G/Rk – 3
Bewertung des Indikators		
Priorität: 	Häufigkeit der Anwendung: 	Einflussfaktoren: <ul style="list-style-type: none"> • Raumgröße und- nutzungsart • Anzahl anwesender Personen • Raumluftqualität¹⁾
Quelle/n des Indikators		
Fragebogen, Rückfrage: MinInfekt, FKZ: 03EN1038; SLIM, FKZ: 03EN1005 Abschlussbericht: EnaPlanDF, FKZ: 03ET1610		
Anmerkungen		
¹⁾ Für die Intensität der Raumnutzung und somit für die Bewertung der Raumluftqualität wird in der Regel die CO ₂ -Konzentration als Indikator herangezogen.		

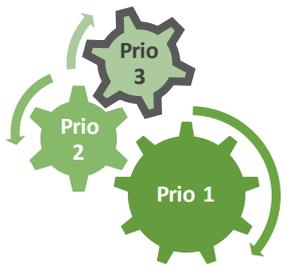
Indikator: Raumtemperatur (Seite 1)		G/Rk – 4
Weitere Begriffe: Innentemperatur, empfundene Raumtemperatur		
Kurze Beschreibung und Einheit des Indikators		
<p>Als Raumtemperatur wird vereinfacht die operative Temperatur bezeichnet, die auch als resultierende, gefühlte oder Empfindungstemperatur bekannt ist. Die Raumtemperatur stellt einen Mittelwert aus Raumlufttemperatur und der flächenanteilig gemittelten Oberflächentemperatur der raumumschließenden Flächen dar. [18], [19]. Sie wird basierend auf den gemessenen Temperaturen berechnet.</p> <p>Die Raumlufttemperatur dagegen bezieht sich auf die Temperatur der Luft ohne Berücksichtigung der Strahlungstemperatur der Umgebungsoberflächen und kann direkt gemessen werden.</p>		
Einheit: °C	Bezugsgröße: –	
Ziel der Ermittlung des Indikators		
<ul style="list-style-type: none"> - Beurteilung der Raumluftqualität in Bezug auf Komfort, Behaglichkeit der Nutzer, Gesundheit - Vergleich der angenommenen Randbedingung bei Messung und Simulation - Regelungsparameter Heizung, Kühlung, Lüftung - Rechnerische Ermittlung (Prognose) bzw. Abgleich Energieverbrauch/Energiebedarf 		
Gesetzliche Anforderungen an den Indikator		
<ul style="list-style-type: none"> - Öffentlich-rechtliche Vorschriften, die darauf abzielen, ein gesundes und behagliches Raumklima zu gewährleisten, müssen eingehalten werden 		
Indikatorwert bzw. Indikatorwertebereich		
Gebäudetyp	Anz. Kennwerte	Kennwerte
WG – MFH (Neubau, Sanierung)	1	Mittlere gemessene Temperatur in der Heizperiode: 22 °C Raumlufttemperatur Heizperiode: bis zu 24 °C
WG – MFH (Neubau, Sanierung)	1	Wintermonate (gemessene Innentemperatur): 22 °C Sommermonate (gemessene Innentemperatur): 24 °C
NWG – Klinik	2 ¹⁾	Mittlere Raumlufttemperatur über alle Nutzungstypen: 23 – 24 °C
Einfluss der Soll-Temperaturänderung von 1 Kelvin auf den Energieverbrauch		
WG – EFH	1	<p>Änderung des Heizwärmebedarfs pro 1 Kelvin Temperaturdifferenz bei einem Gebäude in:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Passivhausqualität: um 30 – 40 %/K (entspricht ca. 3 kWh/(m²-a)) - Niedrigenergiehaus: ca. 17 %/K (entspricht ca. 5 kWh/(m²-a)) - Typisches Bestandsgebäude: > 8 %/K, (entspricht über 10 kWh/(m²-a))
Bewertung des Indikators		
Priorität: 	Häufigkeit der Anwendung: 	Einflussfaktoren: <ul style="list-style-type: none"> • Externe Wärmelasten²⁾ • Interne Wärmelasten³⁾ • Nutzerverhalten⁴⁾ • Nutzungstyp⁵⁾

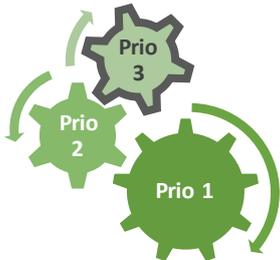
Indikator: Raumtemperatur (Seite 2)	G/Rk – 4
Quelle/n des Indikators	
<i>Abschlussbericht: dECONhealth, FKZ: 03ET1568; Eversol-MFH, FKZ: 03ETS004; InSituNachweis, FKZ: 03ET1509; MOBASY, FKZ: 03SBE0004</i>	
Anmerkungen	
<p>¹⁾ Alle Kennwerte sind aus einem Forschungsprojekt.</p> <p>²⁾ Zusätzlicher Wärmeeintrag bedingt im Wesentlichen durch den Sonneneinfall durch die transparenten Bauteile der Gebäudehülle (wie z. B. Fenster).</p> <p>³⁾ Wärmezufuhr innerhalb des Gebäudes durch nutzungsbedingte Prozesse. Die typischen Wärmequellen sind Betrieb von Elektrogeräten, anwesende Personen sowie verschiedene Arbeitsvorgänge wie bspw. Kochen. Die internen Wärmegewinne tragen zur Erwärmung der Raumluft eines Gebäudes bei und reduzieren somit den Heizenergiebedarf.</p> <p>⁴⁾ Das Nutzerverhalten beeinflusst unter anderem interne Wärmegewinne sowie Lüftungswärmeverluste.</p> <p>⁵⁾ Mit dem Nutzungstyp des Raumes (Büro, Intensivstation, Behandlungsraum usw.) können unter anderem interne Gewinne durch Personen, Beleuchtung und Maschinen sowie nutzungstypspezifische Raumtemperatur-Sollwerte variieren und haben damit einen signifikanten Einfluss auf die Raumtemperatur.</p>	

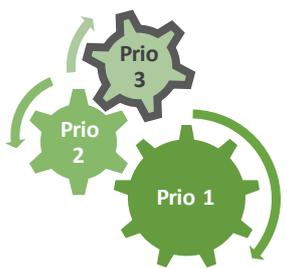
Indikator: Tageslichtquotient		G/Rk – 5
Weitere Begriffe: Tageslichtfaktor		
Kurze Beschreibung und Einheit des Indikators		
Der Tageslichtquotient ist ein Maß für die Versorgung eines Raumes mit natürlichem Licht. Der Tageslichtquotient beschreibt das Verhältnis von Innenbeleuchtungsstärke zur Außenbeleuchtungsstärke bei bedecktem Himmel und wird in Prozent angegeben. Je größer der Tageslichtquotient eines Raums ist, desto besser ist der Raum belichtet. Durch die Fensteranordnung und die Fenstergrößen, die Lichttransmission der Verglasung sowie durch die Raumgeometrie und die Raumabmessung lässt sich der Tageslichtquotient beeinflussen. Auch eine Reflexion des einfallenden Lichts an den Raumbooberflächen kann den Tageslichtquotienten erhöhen. [20]		
Einheit: %	Bezugsgröße: –	
Ziel der Ermittlung des Indikators		
<ul style="list-style-type: none"> - Bewertung der Tageslichtverhältnisse in einem Raum - Dimensionierung und Lage der Fenster - Beurteilung der Auswirkung von Sonnenschutzsystemen auf die Tageslichtnutzung - Beurteilung der Verschattungssituation durch Verbauung und Auskragungen 		
Gesetzliche Anforderungen an den Indikator		
<ul style="list-style-type: none"> - Arbeitsstättenverordnung: technische Regeln für Arbeitsstätten ASR A3.4 - Normative Empfehlungen: bspw. DIN 5034, DIN EN 17037 		
Indikatorwert bzw. Indikatorwertebereich		
Technologie	Anz. Kennwerte	Kennwerte
WG – MFH: Fassadenelement mit einem selektiven und aktiven Textilbehang	1	1,3 – 2,6 %
Bewertung des Indikators		
Priorität: 	Häufigkeit der Anwendung: 	Einflussfaktoren: <ul style="list-style-type: none"> • Verbauung¹⁾ • Tageslichtöffnung²⁾ • Raumdimensionen³⁾
Quelle/n des Indikators		
Abschlussbericht: SolaresBauen: Fassade_3, FKZ: 03SBE0008		
Anmerkungen		
¹⁾ Hierzu gehören sowohl die Außenkomponenten des Gebäudes, z. B. Dachvorsprung, Vordach, Vor- und Rücksprünge sowie Verschattung durch umgebende Bepflanzung und Bebauung. ²⁾ Größe (Höhe und Breite) und Lage der Fenster und/oder Oberlichter. ³⁾ Raumbreite und Raumtiefe, wobei die Raumtiefe einen höheren Einfluss auf die durchschnittliche Lichtmenge eines Raums hat und sich bereits ab 1 m signifikant verschlechtert.		

Indikator: Bauwerkskosten		G/Bk – 1	
Kurze Beschreibung und Einheit des Indikators			
Die Bauwerkskosten eines Bauprojekts umfassen die Kostengruppen KG 300 und KG 400 nach DIN 276. Die Kostengruppe 300 enthält die Kosten für Baukonstruktionen und die Kostengruppe 400 die Kosten für technische Anlagen. Die Bauwerkskosten werden als Bruttokosten angegeben. Um einen Vergleich zwischen verschiedenen Bauprojekten zu ermöglichen, werden die Kosten in der Regel spezifiziert angegeben.			
Einheit: €/m ²	Bezugsgröße: Fläche abhängig von Gebäudeart und Berechnungsverfahren: WG: (beheizte) Wohnfläche (Wfl.), Gebäudenutzfläche A _N nach GEG NWG: Nutzfläche, Nettoraumfläche		
Ziel der Ermittlung des Indikators			
<ul style="list-style-type: none"> - Dokumentation und Auswertung der abgerechneten Kosten - Vergleich und Einordnung mit gleichwertigen Bauprojekten - Kostenkontrolle und -überwachung - Bewertung der Wirtschaftlichkeit des Projekts 			
Gesetzliche Anforderungen an den Indikator			
- An diesen Indikator sind keine gesetzlichen Anforderungen geknüpft			
Indikatorwert bzw. Indikatorwertebereich			
Gebäudetyp	Anz. Kennwerte	Art der Kosten	Kennwert
WG – MFH (Neubau, Sanierung)	1	KG 300 – Neubau	1.314 €/m ² _{Wfl.}
		KG 300 – Sanierung	1.090 €/m ² _{Wfl.}
WG – MFH (Neubau, Sanierung)	1	KG 400 – Neubau	431 €/m ² _{Wfl.}
		KG 400 – Sanierung	378 €/m ² _{Wfl.}
Richtwerte			
BKI Baukosten	Baukostendatenbanken von Baukosteninformationszentrum Deutscher Architektenkammern (BKI)		
Bewertung des Indikators			
Priorität: 	Häufigkeit der Anwendung: 	Einflussfaktoren: <ul style="list-style-type: none"> • Art des Bauprojekts¹⁾ • Baustandard/-qualität • Standort • Baustoffpreise, Arbeitskosten 	
Quelle/n des Indikators			
Abschlussbericht: MOBASY, FKZ: 03SBE0004			
Anmerkungen			
¹⁾ Die Charakteristik des Bauprojekts wird bestimmt durch die Art und Größe des Gebäudes, ob es sich um einen Neubau oder eine Sanierung handelt, sowie die zugehörigen Bauvorschriften und die Spezifikation der technischen Anlagen.			

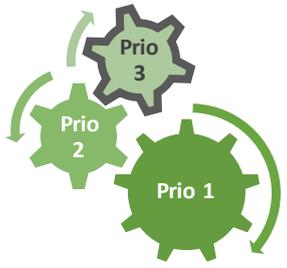
Indikator: Gesamtkosten		G/Bk – 2	
Kurze Beschreibung und Einheit des Indikators			
Die Gesamtkosten eines Bauprojekts werden nach DIN 276 ermittelt, die die Baukosten in verschiedene Kostengruppen (KG 100 bis KG 800) unterteilt. Diese Kostengruppen umfassen alle Aspekte des Bauprojekts, von den Kosten für das Grundstück bis hin zu den Finanzierungskosten. Es handelt sich dabei um Bruttokosten. Um einen Vergleich zwischen verschiedenen Bauprojekten zu ermöglichen, werden die Kosten in der Regel spezifisch ausgewiesen.			
Einheit: €/m ²	Bezugsgröße: Fläche abhängig von Gebäudeart und Berechnungsverfahren: WG: (beheizte) Wohnfläche (Wfl.), Gebäudenutzfläche A _N nach GEG NWG: Nutzfläche, Nettoraumfläche		
Ziel der Ermittlung des Indikators			
<ul style="list-style-type: none"> - Dokumentation und Auswertung der abgerechneten Kosten - Vergleich und Einordnung mit gleichwertigen Bauprojekten - Kostenkontrolle und -überwachung - Bewertung der Wirtschaftlichkeit des Projekts 			
Gesetzliche Anforderungen an den Indikator			
- An diesen Indikator sind keine gesetzlichen Anforderungen geknüpft			
Indikatorwert bzw. Indikatorwertebereich			
Gebäudetyp	Anz. Kennwerte	Art der Kosten	Kennwert
WG – MFH (Neubau, Sanierung)	1	KG 100 – KG 700	3.175 €/m ² _{Wfl.}
Richtwerte			
BKI Baukosten	Baukostendatenbanken von Baukosteninformationszentrum Deutscher Architektenkammern (BKI)		
Bewertung des Indikators			
Priorität: 	Häufigkeit der Anwendung: 	Einflussfaktoren: <ul style="list-style-type: none"> • Art des Bauprojekts¹⁾ • Baustandard/-qualität • Standort • Baustoffpreise, Arbeitskosten 	
Quelle/n des Indikators			
Abschlussbericht: MOBASY, FKZ: 03SBE0004			
Anmerkungen			
¹⁾ Die Charakteristik des Bauprojekts wird bestimmt durch die Art und Größe des Gebäudes, ob es sich um einen Neubau oder eine Sanierung handelt, sowie die zugehörigen Bauvorschriften und die Spezifikation der technischen Anlagen.			

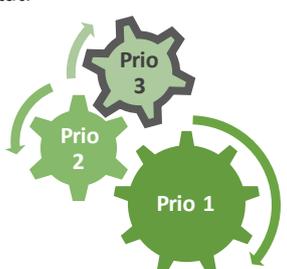
Indikator: Kosten – Fassadenelement		G/Tk – 1	
Kurze Beschreibung und Einheit des Indikators			
Die Kosten eines Fassadenelements umfassen im Wesentlichen die Herstellungskosten (Kosten für die Fertigung des Elements selbst (Herstellungskosten), Planung, Lieferung sowie die Montagekosten für die Installation des Elements vor Ort. Je nach Art des Fassadenelements können zusätzlich weitere Kosten wie Gerüstaufbau, Kran usw. anfallen.			
Einheit: €/m ²	Bezugsgröße: Fläche des Fassadenelements		
Ziel der Ermittlung des Indikators			
<ul style="list-style-type: none"> - Bestimmung des Kostenaufwands verschiedener Aufbauten der Fassadenelemente - Ermittlung der Investitionskosten zur Beurteilung der Wirtschaftlichkeit - Ermittlung der Amortisationszeit - Vergleich mit Kosten konventioneller Systeme - Kostenoptimierung 			
Gesetzliche Anforderungen an den Indikator			
- an diesen Indikator bestehen aktuell keine gesetzlichen Anforderungen			
Indikatorwert bzw. Indikatorwertebereich			
Technologie	Anz. Kennwerte	Art der Kosten	Kennwert
Opake Bauteile			
Regelbare Vakuumdämmelemente mit Edelstahlhülle	1	Herstellung	330 €/m ²
Solar-VHF-Betonfassade (Vorgehängte hinterlüftete Fassade (VHF))	1	Herstellung, Lieferung, Planung und Montage	585 – 635 €/m ²
Elementierte Modulfassade (inkl. den Funktionen Heizen, Kühlen, Lüften und einem PV-Modul)	1	Investitionskosten	1.640 €/m ²
Bewertung des Indikators			
Priorität: 	Häufigkeit der Anwendung: 	Einflussfaktoren: <ul style="list-style-type: none"> • Material¹⁾ • Fertigung²⁾ • Spezifische Anforderungen³⁾ 	
Quelle/n des Indikators			
Fragebogen, Rückfrage: Solar-VHF, FKZ: 03ETW013 Abschlussbericht: EE-MODUL, FKZ: 03ET1530; MuFuBisS, FKZ: 03ET1399			
Anmerkungen			
¹⁾ Kosten einzelner eingesetzter Materialien sowie deren Verarbeitung. ²⁾ Fertigungsart und -menge. ³⁾ Spezifische Anforderungen können standortspezifische und/oder besondere Gegebenheiten vor Ort sein.			

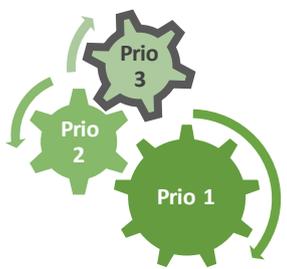
Indikator: Kosten – Photovoltaikanlage		G/Tk – 2	
Kurze Beschreibung und Einheit des Indikators			
<p>Die Kosten für eine Technologie werden entweder als Herstellungskosten oder als Investitionskosten angegeben. Die Herstellungskosten umfassen die Kosten für die Fertigung einer Technologie. Die Investitionskosten umfassen jene Ausgaben, die für die Anschaffung, Installation und Inbetriebnahme einer Technologie erforderlich sind. Die Kosten werden entweder als Bruttokosten oder Nettokosten ausgewiesen. Da die Kosten je nach Größe und Art der Technologie variieren können, werden sie in der Regel auf spezifische Einheiten umgerechnet.</p>			
Einheit: €/kWp		Bezugsgröße: installierte Leistung	
Ziel der Ermittlung des Indikators			
<ul style="list-style-type: none"> - Vergleich mit Kosten unterschiedlicher Systeme - Ermittlung der Investitionskosten zur Beurteilung der Wirtschaftlichkeit - Ermittlung der Amortisationszeit und Kostenoptimierung 			
Gesetzliche Anforderungen an den Indikator			
- An diesen Indikator sind keine gesetzlichen Anforderungen geknüpft			
Indikatorwert bzw. Indikatorwertebereich			
Technologie	Anz. Kennwerte	Art der Kosten	Kennwert
PV-Anlage, Stand 2020/2021	1	Nettoinvestitionskosten (Größenordnung 10 – 100 kWp)	1.000 – 1.200 €/kWp
		BOS-Kosten ¹⁾	60 % der Investitionskosten
Bewertung des Indikators			
Priorität: 	Häufigkeit der Anwendung: 	Einflussfaktoren: • Art der Technologie ²⁾	
Quelle/n des Indikators			
Abschlussbericht: <i>future:heatpump_II</i> , FKZ: 03ET1605			
Anmerkungen			
¹⁾ BOS-Kosten (balance of system) sind Kosten, die zusätzlich zu den Kosten von Photovoltaikmodulen selbst anfallen. Dazu gehören beispielsweise Wechselrichter, Montage, Netzanbindung. ²⁾ Die Kosten variieren je nach Technologieart bei PV-Anlagen z. B. monokristalline PV-Module, polykristalline PV-Module, amorphe PV-Module, CIS-PV-Module usw.			

Indikator: Kosten – Stromspeicher (Seite 1)		G/Tk – 3	
Kurze Beschreibung und Einheit des Indikators			
Die Kosten für eine Technologie werden entweder als Herstellungskosten oder als Investitionskosten angegeben. Die Herstellungskosten umfassen die Kosten für die Fertigung einer Technologie. Die Investitionskosten umfassen jene Ausgaben, die für die Anschaffung, Installation und Inbetriebnahme einer Technologie erforderlich sind. Die Kosten können entweder als Bruttokosten oder Nettokosten ausgewiesen werden. Da die Kosten je nach Größe und Art der Technologie variieren können, werden sie in der Regel auf spezifische Einheiten umgerechnet.			
Einheit: 1. €/kWh 2. €/m ²		Bezugsgröße: 1. Nutzbare Kapazität oder Speicherkapazität 2. Aktivierbare Bauteilfläche	
Ziel der Ermittlung des Indikators			
<ul style="list-style-type: none"> - Vergleich mit Kosten konventioneller oder anderer Systeme - Ermittlung der Investitionskosten zur Beurteilung der Wirtschaftlichkeit - Ermittlung der Amortisationszeit und Kostenoptimierung 			
Gesetzliche Anforderungen an den Indikator			
- An diesen Indikator sind keine gesetzlichen Anforderungen geknüpft			
Indikatorwert bzw. Indikatorwertebereich			
Technologie	Anz. Kennwerte	Art der Kosten	Kennwert
Batteriespeicher: Anwendung WG/NWG, Stand 2020/2021	1	Nettoinvestitionskosten	150 – 1.500 €/kWh
Hochtemperatur-Steinspeicher (HSSP), Stand 2022	1	Bruttoinvestitionskosten Größenordnung EFH (4 – 9 m ³ , Leistung 40 kW)	23 €/kWh
Bauteilaktivierungsspeicher (Neubau), Stand 2022	1	Bruttoinvestitionskosten Leistung 250 W/m ²	141 €/m ²
Bauteilaktivierungsspeicher (Sanierung), Stand 2022	1	Bruttoinvestitionskosten Leistung 250 W/m ²	325 €/m ²
Vergleichstechnologie 1: Lithium-Batterie, Stand 2022	1	Bruttoinvestitionskosten	800 €/kWh
Vergleichstechnologie 2: Warmwasserspeicher, Stand 2022	1	Bruttoinvestitionskosten Größenordnung EFH (9 – 30 m ³ , Leistung 40 – 50 kW)	14 €/kWh
Bewertung des Indikators			
Priorität: 	Häufigkeit der Anwendung: 	Einflussfaktoren: • Art der Technologie ¹⁾	

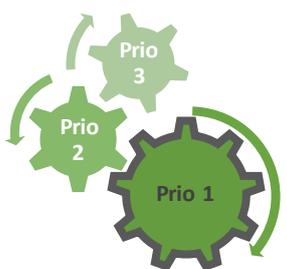
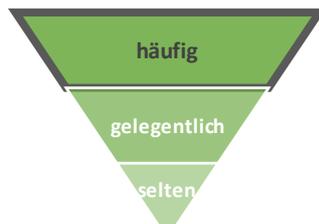
Indikator: Kosten – Stromspeicher (Seite 2)	G/Tk – 3
Quelle/n des Indikators	
Abschlussbericht: <i>future:heatpump_II</i> , FKZ: 03ET1605; <i>Windheizung 2.0</i> , FKZ: 03ET1612	
Anmerkungen	
¹⁾ Die Kosten variieren je nach Technologieart bei Batteriespeicher, z. B. Blei-Säure, Li-Ion, Redox-Flow, Natrium-Schwefel (NaS).	

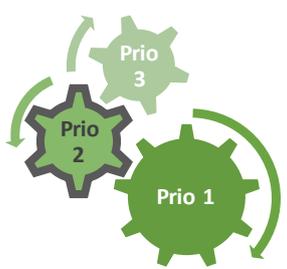
Indikator: Kosten – Wärmepumpe		G/Tk – 4	
Kurze Beschreibung und Einheit des Indikators			
<p>Die Kosten für eine Technologie werden entweder als Herstellungskosten oder als Investitionskosten angegeben. Die Herstellungskosten umfassen die Kosten für die Fertigung einer Technologie. Die Investitionskosten umfassen jene Ausgaben, die für die Anschaffung, Installation und Inbetriebnahme einer Technologie erforderlich sind. Die Kosten können entweder als Bruttokosten oder Nettokosten ausgewiesen werden. Da die Kosten je nach Größe und Art der Technologie variieren können, werden sie in der Regel auf spezifische Einheiten umgerechnet.</p>			
Einheit: €/kW		Bezugsgröße: Leistung	
Ziel der Ermittlung des Indikators			
<ul style="list-style-type: none"> - Vergleich mit Kosten konventioneller oder anderer Systeme - Ermittlung der Investitionskosten zur Beurteilung der Wirtschaftlichkeit - Ermittlung der Amortisationszeit und zur Kostenoptimierung 			
Gesetzliche Anforderungen an den Indikator			
- An diesen Indikator sind keine gesetzlichen Anforderungen geknüpft			
Indikatorwert bzw. Indikatorwertebereich			
Technologie	Anz. Kennwerte	Art der Kosten	Kennwert
Hybrid-Wärmepumpensystem (Stand 2017)	1	Nettoinvestitionskosten	Größenordnung EFH: 950 €/kW
Luft-Wasser-WP (Stand 2020/2021)	1	Nettoinvestitionskosten	Größenordnung MFH: 400 – 1.500 €/kW
Bewertung des Indikators			
Priorität: 	Häufigkeit der Anwendung: 	Einflussfaktoren: <ul style="list-style-type: none"> • Art der Technologie¹⁾ • Komponenten²⁾ 	
Quelle/n des Indikators			
Abschlussbericht: <i>future:heatpump_II</i> , FKZ: 03ET1605; PL-Reg, FKZ: 03ET1595			
Anmerkungen			
¹⁾ Die Kosten variieren je nach Technologieart und Systemdesign. Unterschiedliche Typen wie elektrische, gasmotorbetriebene und Absorptions-Wärmepumpen sowie verschiedene Wärmequellen wie Luft, Wasser oder Erdreich führen zu unterschiedlichen Anforderungen und damit verbundenen Kosten für Installation, Betrieb und Wartung. ²⁾ Anzahl und Art der zusätzlichen Komponenten wie Sensoren, Regelungskomponenten usw.			

Indikator: Kosten – Wärmespeicher		G/Tk – 5	
Kurze Beschreibung und Einheit des Indikators			
Die Kosten einer Speichertechnologie umfassen im Wesentlichen die Herstellungskosten (Kosten für die Fertigung des Elements selbst), die Kosten für die Planung, die Lieferung sowie die Montagekosten für die Installation des Elements vor Ort. Da die Kosten je nach Größe und Art der Technologie variieren können, werden sie in der Regel auf spezifische Einheiten umgerechnet.			
Einheit: €/kWh		Bezugsgröße: Entnahmekapazität	
Ziel der Ermittlung des Indikators			
<ul style="list-style-type: none"> - Vergleich mit Kosten konventioneller Systeme - Ermittlung der Investitionskosten zur Beurteilung der Wirtschaftlichkeit - Ermittlung der Amortisationszeit und Kostenoptimierung 			
Gesetzliche Anforderungen an den Indikator			
- An diesen Indikator sind keine gesetzlichen Anforderungen geknüpft			
Indikatorwert bzw. Indikatorwertebereich			
Technologie	Anz. Kennwerte	Art der Kosten	Kennwert
Sorptionswärmespeicher bei 700 kWh Entnahmekapazität	1	Geschätzter Verkaufspreis ¹⁾	32 €/kWh
Vergleichstechnologie 1: Wasserspeicher (mit PU-Schaumdämmung)			23 €/kWh
Vergleichstechnologie 2: Wasserspeicher (mit Vakuum-Dämmung)			36 €/kWh
Bewertung des Indikators			
Priorität: 	Häufigkeit der Anwendung: 	Einflussfaktoren: <ul style="list-style-type: none"> • Material²⁾ • Spezifische Bestandteile³⁾ • Thermische Speicherdichte 	
Quelle/n des Indikators			
Abschlussbericht: SolSpaces 2.0, FKZ: 0325868			
Anmerkungen			
¹⁾ Aus dem Abschlussbericht ist nicht ersichtlich, ob es sich bei den genannten Kosten um Netto- oder Bruttokosten handelt. ²⁾ Kosten der eingesetzten Materialien. ³⁾ Unter anderem Wärmeübertrager und Peripherie (Rohre, Ventile, Stellantriebe usw.).			

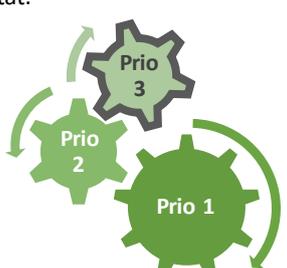
Indikator: Betriebstemperatur Wärmereizer		T/As – 1
Kurze Beschreibung und Einheit des Indikators		
<p>Die Betriebstemperatur beschreibt den Temperaturbereich, in dem ein Wärmereizer ordnungsgemäß funktioniert. Bei einer Kesselanlage ist die mittlere Betriebstemperatur ein Indikator für den Jahresnutzungsgrad. Die relevante mittlere Betriebstemperatur für Heizkessel ist gemäß eines Projektabschlussberichts die energetisch gewichtete Rücklauftemperatur (am Kesseleintritt und an der Austrittsseite). Die Rücklauftemperatur beeinflusst die Abgasverluste sowie die Nutzung der latenten Abgaswärme, wobei niedrige Werte den Kesselwirkungsgrad verbessern. [11]</p> <p>Die für Wärmepumpen relevante mittlere Betriebstemperatur ist die über den Betrachtungszeitraum gemittelte, energetisch gewichtete Mitteltemperatur aus Vor- und Rücklauftemperatur unmittelbar hinter der Wärmepumpe [11].</p>		
Einheit: °C	Bezugsgröße: –	
Ziel der Ermittlung des Indikators		
<ul style="list-style-type: none"> - Beurteilung der Anlageneffizienz und Mängelerfassung - Betriebsmonitoring: Ermittlung des Optimierungspotentials zur Effizienzsteigerung und Energieeinsparung 		
Gesetzliche Anforderungen an den Indikator		
<ul style="list-style-type: none"> - An diesen Indikator sind keine gesetzlichen Anforderungen geknüpft 		
Indikatorwert bzw. Indikatorwertebereich		
Anlagentyp	Anz. Kennwerte	Kennwert
Wärmepumpe	1	Ziel und Richtwerte definiert im Rahmen des Projekts [11]: WG – MFH: 35 °C
Erhöhung des Endenergieverbrauchs bei 10 K höheren Betriebstemperatur (Rücklauf- oder gemittelte Temperatur) in Prozent		
Brennwertkessel	1	3 % (für Rücklauftemperatur im Bereich 30 – 60 °C)
Niedertemperaturkessel	1	< 1 % (für Rücklauftemperatur)
Wärmepumpe	1	ca. 20 % (für mittlere Temperatur)
Solarthermie Flachkollektor	1	um 15 –18 % reduzierter Ertrag
Solarthermie Vakuumkollektor	1	um 6 – 9 % reduzierter Ertrag
Bewertung des Indikators		
Priorität: 	Häufigkeit der Anwendung: 	Einflussfaktoren: <ul style="list-style-type: none"> • Anlagentyp • Energiequelle • Art der Anwendung¹⁾
Quelle/n des Indikators		
Fragebogen, Abschlussbericht: FeBOp-MFH, FKZ: 03ET1573		
Anmerkungen		
¹⁾ Arten der Anwendung sind im Wesentlichen Heizung, Warmwasserbereitung oder Klimatisierung.		

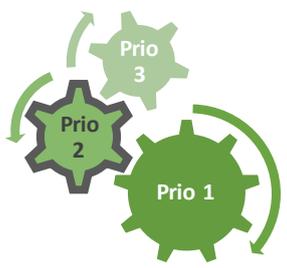
Indikator: Jahresarbeitszahl (Seite 1)		T/As – 2
Kurze Beschreibung und Einheit des Indikators		
<p>Die Jahresarbeitszahl (JAZ) ist eine der beiden wichtigen Größen, um die Energieeffizienz von Wärmepumpen zu beschreiben. Die Kennzahl gibt das Verhältnis von erzeugter Nutzwärme für die Heizung und Warmwasserbereitung zur aufgewendeten elektrischen Energie der Anlage an. Zur Ermittlung der Jahresarbeitszahl werden alle Betriebszustände der Anlage im realen Gebäudebetrieb über die Dauer eines Jahres berücksichtigt. Die unter genormten Randbedingungen im Labor für mehrere definierte Betriebspunkte ermittelte Größe wird dagegen durch die »Leistungszahl« und den COP (coefficient of performance) ausgedrückt. [1]</p>		
Einheit: –	Bezugsgröße: –	
Ziel der Ermittlung des Indikators		
<ul style="list-style-type: none"> - Beurteilung der Anlagenenergieeffizienz - Planung und Dimensionierung neuer Anlagen und Systeme - Bewertung des Beitrags der Wärmepumpe zur Reduktion des Energieverbrauchs und der THG-Emissionen - Betriebsmonitoring: Identifikation von Optimierungspotenzialen der Anlage im Betrieb - Wirtschaftlichkeitsanalyse: Beurteilung von Betriebskosten und die Amortisationszeit der Anlage 		
Gesetzliche Anforderungen an den Indikator		
<ul style="list-style-type: none"> - Anforderung an die Wärmepumpe im Rahmen der Nutzung erneuerbarer Energien sowie eines vereinfachten Nachweisverfahrens gemäß GEG 		
Indikatorwert bzw. Indikatorwertebereich		
Gebäudetyp	Anz. Kennwerte	Kennwerte
WG – EFH (RH)	1	Luft-Luft-WP: 2,2
WG – MFH (Neubau, Sanierung)	1	JAZ TWW-Bereitung + Heizbetrieb: Wasser-Wasser-WP mit Standby Verlusten: 2,9 – 3,2 Wasser-Wasser-WP ohne Standby Verluste: ca. 3,6 JAZ nur TWW-Bereitung: Wasser-Wasser-WP: 2,6 – 3,0 JAZ nur Heizbetrieb: Wasser-Wasser-WP: 3,2 COP – Herstellerangabe: COP TWW-Bereitung: 3,6 COP Heizbetrieb: 5,0
WG – Wohnheim (Neubau)	1	Sole-Wasser-WP: JAZ: 2,6 – 2,7 COP: 4,0
WG	1	PVT-Wärmepumpensystem: 3,3 – 3,7 Vergleichstechnologie: Luft-Wasser-WP: 3,3 Sole-Wasser-WP: 4,2
NWG – Büro/Verwaltungsgebäude	1	Monatliche Arbeitszahl Heizbetrieb: Dezentrale Luft-Luft-WP: 3,3 – 3,5 Dezentrale Luft-Luft-WP mit Standby Verlusten: 2,8 – 3,0 Monatliche Arbeitszahl Kühlbetrieb: Dezentrale Luft-Luft-WP: 2,5 – 2,7 Dezentrale Luft-Luft-WP mit Standby Verlusten: ca. 2,3

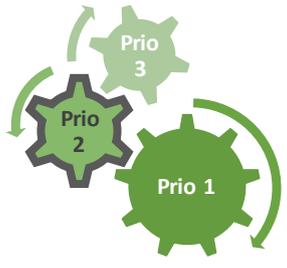
Indikator: Jahresarbeitszahl (Seite 2)		T/As – 2
Indikatorwert bzw. Indikatorwertebereich		
NWG – Schulkomplex (Neubau)	1	JAZ Sole-Wasser-WP (NT, nur Heizung): 6,7 JAZ Sole-Wasser-WP (HT, WW und Heizung): 3,5
Sole-Wasser-WP mit Speichereinsatz PCM (simulativ)	1	COP schneller Ladezyklus: 4,9 COP langsamer Ladezyklus: 5,0 Vergleich: COP Heizen ohne Speichereinsatz: 5,1
Ziel- und Richtwerte		
WG – MFH	1	Im Rahmen des Projekts [11] definierte Ziel- und Referenzwerte für Betriebsoptimierung: Luft-Wasser-WP: > 3,1 Wasser-Wasser-WP: > 4,5 Sole-Wasser-WP: > 3,8
Bewertung des Indikators		
Priorität: 	Häufigkeit der Anwendung: 	Einflussfaktoren: <ul style="list-style-type: none"> • Technologie und Quellentemperatur¹⁾ • Gebäudedämmqualität²⁾ • Betriebsweise³⁾ • Nutzerverhalten⁴⁾
Quelle/n des Indikators		
<i>Abschlussberichte: Campo_V, FKZ: 03EGB0011; EE-MODUL, FKZ: 03ET1530; FeBOp-MFH, FKZ: 03ET1573; InSituNachweis, FKZ: 03ET1509; MFH Moehringen, FKZ: 03EGB0015; nzeb Hannover, FKZ: 03EGB0003; PVTsolutions, FKZ: 03ETW011; smart-CASE-NZEB, FKZ: 03ET1600</i>		
Anmerkungen		
¹⁾ Der Typ und die technische Ausführung der Wärmepumpe sowie die Temperatur der genutzten Wärmequelle, bspw. Erdreich, Luft, Wasser. Bei PVT als Quelle: Auslegung des PVT-Kollektorfelds. ²⁾ Die Dämmqualität hat Einfluss auf die Höhe des Endenergiebedarfs und die erforderlichen Systemtemperaturen. Je höher der Dämmstandard, desto weniger Energie wird für die Beheizung und Kühlung des Gebäudes benötigt. Das Heizsystem kann mit niedrigeren Vorlauftemperaturen betrieben werden (z. B. Fußbodenheizung), wodurch die Effizienz von Wärmepumpen erhöht wird. ³⁾ Die Regelung der Wärmepumpe sowie die Vor- und Rücklauftemperaturen des Heizsystems. ⁴⁾ Die Heizgewohnheiten und der Warmwasserbedarf.		

Indikator: Jahresnutzungsgrad (Seite 1)		T/As – 3
Kurze Beschreibung und Einheit des Indikators		
<p>Der Nutzungsgrad einer Heizung bzw. eines Energieträgers misst in gleicher Weise wie der Wirkungsgrad deren bzw. dessen Effizienz. Sowohl der Nutzungsgrad als auch der Wirkungsgrad beschreiben das Verhältnis zwischen Aufwand (entspricht der zugeführten Energie) und dem daraus gewonnen Nutzen (z. B. Wärme). Der Nutzungsgrad misst die Effizienz über einen längeren Zeitraum, in dem die Anlage tatsächlich genutzt wird. Der Wirkungsgrad dagegen beschreibt das Verhältnis zwischen zugeführter Energie und Nutzen zum Zeitpunkt des optimalen Betriebs. Der Nutzungsgrad ist daher niedriger als der Wirkungsgrad. Beide Größen liegen zwischen null und eins, wobei ein Wert von 1 einer 100-prozentigen Umwandlung der zugeführten Energie in Wärme entspricht. Ein höherer Wert bedeutet eine höhere Effizienz der Anlage. [1]</p>		
Einheit: %	Bezugsgröße: –	
Ziel der Ermittlung des Indikators		
<ul style="list-style-type: none"> - Beurteilung der Anlagenenergieeffizienz - Betriebsmonitoring: Identifikation von Optimierungspotenzialen der Anlage im Betrieb - Entscheidungsgrundlage über Modernisierungen oder Ersatzbeschaffungen 		
Gesetzliche Anforderungen an den Indikator		
<ul style="list-style-type: none"> - Anforderung an den Wirkungsgrad im Rahmen eines vereinfachten Nachweisverfahrens gemäß GEG - Mindesteffizianzforderungen der EU-Verordnungen 		
Indikatorwert bzw. Indikatorwertebereich		
Gebäudetyp	Anz. Kennwerte	Kennwerte
WG – MFH (Neubau, Sanierung)	1	Gas-BWK: 84 %
WG – MFH (Bestand)	39 ¹⁾ 13 ²⁾	Gas-BWK (Baujahr 1999 – 2020): Median bei 90 % NT-Kessel (Baujahr 1989 – 2004): Median bei 80 %
Ziel und Richtwerte		
WG – MFH	1	Im Rahmen des Projekts [11] definierte Ziel- und Referenzwerte für Betriebsoptimierung: Kessel: > 87 % BHKW: Gesamtnutzungsgrad > $100 \cdot [0,8095 \cdot (\text{el. Nennleistung})^{0,0189}]$ Stromkennzahl: $100 \cdot [0,2131 \cdot (\text{el. Nennleistung})^{0,1888}]$
Bewertung des Indikators		
Priorität: 	Häufigkeit der Anwendung: 	Einflussfaktoren: <ul style="list-style-type: none"> • Betriebsbedingungen¹⁾ • Dimensionierung²⁾ • Nutzerverhalten³⁾
Quelle/n des Indikators		
Abschlussberichte: BaltBest, FKZ: 03ET1616; Eversol-MFH, FKZ: 03ETS004; FeBOP-MFH, FKZ: 03ET1573		

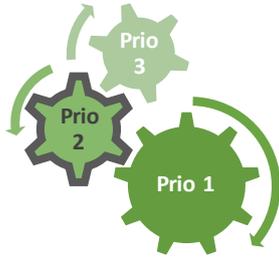
Indikator: Jahresnutzungsgrad (Seite 2)	T/As – 3
Anmerkungen	
<p>¹⁾ Häufigkeit und Art der Nutzung, Umgebungsbedingungen, Betriebstemperatur.</p> <p>²⁾ Die Auslegung der Anlage auf den tatsächlichen Bedarf beeinflusst die Auslastung und die Taktrate.</p> <p>³⁾ Einfluss der Nutzer auf die Betriebsweise der Anlage.</p>	

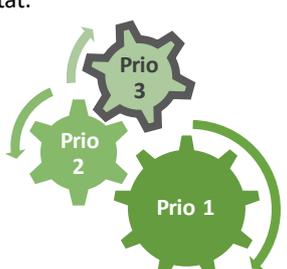
Indikator: TWW – Nutzungsgrad		T/As – 4
Kurze Beschreibung und Einheit des Indikators		
Der TWW-Nutzungsgrad beschreibt die Effizienz der zentralen Trinkwarmwasser-Versorgung im Betrieb. Der Nutzungsgrad wird bestimmt, indem die im gezapften Trinkwarmwasser enthaltene Wärmemenge durch die dem System zur Trinkwarmwasserbereitung zugeführten Wärmemenge dividiert wird. [11]		
Einheit: %	Bezugsgröße: –	
Ziel der Ermittlung des Indikators		
<ul style="list-style-type: none"> - Beurteilung der Effizienz der Trinkwasserversorgung - Betriebsmonitoring: Identifikation von Optimierungspotenzialen der Anlage im Betrieb 		
Gesetzliche Anforderungen an den Indikator		
- An diesen Indikator sind keine gesetzlichen Anforderungen geknüpft		
Indikatorwert bzw. Indikatorwertebereich		
Gebäudetyp	Anz. Kennwerte	Kennwerte
WG – MFH	1	Ziel und Richtwerte definiert im Rahmen des Projekts [11]: 50 %
Bewertung des Indikators		
Priorität: 	Häufigkeit der Anwendung: 	Einflussfaktoren: <ul style="list-style-type: none"> • Zirkulationsverluste¹⁾ • Verluste der Warmwasserspeicherung²⁾
Quelle/n des Indikators		
Abschlussberichte: FeBOP-MFH, FKZ: 03ET1573		
Anmerkungen		
¹⁾ Um die Abkühlung des zirkulierenden Warmwassers zu vermeiden, wird es vom Wärmeerzeuger über den TWW-Speicher kontinuierlich nacherwärmt. Für die Höhe der Wärmeverluste sind unter anderem die Länge sowie die Qualität der Dämmung des Rohrleitungssystems entscheidend. ²⁾ Dämmung des Warmwasserspeichers sowie die Länge und Dämmqualität von Beladeleitungen.		

Indikator: Spezifische Heizleistung		T/As – 5
Kurze Beschreibung und Einheit des Indikators		
Die Heizleistung beschreibt die Wärmeleistung, die von einem Wärmeübergabesystem an einen Raum abgegeben wird. Die spezifische Heizleistung gibt an, wie hoch die Wärmeleistung pro Quadratmeter Heizfläche ist. Bei hybriden Wärmeübergabesystemen mit Heiz- und Kühlfunktion entspricht die Heizfläche der Kühlfläche.		
Einheit: W/m ²	Bezugsgröße: Heiz- bzw. Kühlfläche des Wärmeübergabesystems	
Ziel der Ermittlung des Indikators		
<ul style="list-style-type: none"> - Ermittlung des Hilfsenergiebedarfs/-verbrauchs - Ermittlung Betriebskosten - Betriebsoptimierung - Betriebsmonitoring: Erfolgskontrolle, Kontrolle der Planung 		
Gesetzliche Anforderungen an den Indikator		
- An diesen Indikator sind keine gesetzlichen Anforderungen geknüpft		
Indikatorwert bzw. Indikatorwertebereich		
Technologie	Anz. Kennwerte	Kennwerte
Hybride Heiz- und Kühlfläche	1	Heizfall: 130 W/m ² Kühlfall: -30 W/m ²
Bewertung des Indikators		
Priorität: 	Häufigkeit der Anwendung: 	Einflussfaktoren: <ul style="list-style-type: none"> • Art und Aufbau des Wärmeübergabesystems • Fluid-Vorlauftemperatur¹⁾ • (Rohr)material²⁾ • Fluid-Volumenstrom
21		
Abschlussbericht: Hybrid-FHKL, FKZ: 03ET1512		
Anmerkungen		
¹⁾ Je höher die Vorlauftemperatur, desto höher die thermische Leistung eines Wärmeübergabesystems bei konstanten Raumbedingungen. Bei dem hybriden Heiz- und Kühlflächensystem führt eine Erhöhung um 10 K zur Verdopplung der thermischen Leistung. ²⁾ Metall besitzt eine höhere Wärmeleitfähigkeit und einen geringeren thermischen Widerstand als Kunststoff.		

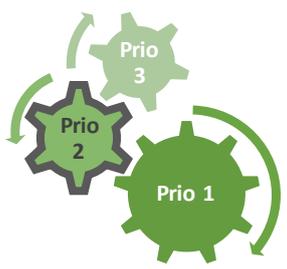
Indikator: Vor- und Rücklauftemperatur		T/As – 6
Kurze Beschreibung und Einheit des Indikators		
Die Vorlauftemperatur ist die Temperatur eines wärme- bzw. kälteübertragenden Mediums, das von der Erzeugungsanlage zu einem Heiz- bzw. Kühlkreis zugeführt wird. Die Temperatur des wärme- bzw. kälteübertragenden Mediums, das nach der Wärme- bzw. Kälteübertragung wieder zurück zur Erzeugungsanlage fließt, wird als Rücklauftemperatur bezeichnet. [1]		
Einheit: °C	Bezugsgröße: –	
Ziel der Ermittlung des Indikators		
<ul style="list-style-type: none"> - Beurteilung der Anlageneffizienz sowie Mängelerfassung - Betriebsmonitoring: Optimierungspotential zur Effizienzsteigerung und Energieeinsparung - Betriebsmonitoring: Prüfung der Eignung für Wärmepumpeneinsatz - Betriebsmonitoring: Beurteilung der Temperaturspreizung 		
Gesetzliche Anforderungen an den Indikator		
- An diesen Indikator sind keine gesetzlichen Anforderungen geknüpft		
Indikatorwert bzw. Indikatorwertebereich		
Gebäudetyp	Anz. Kennwerte	Kennwert
WG – MFH, Wohnheim (Neubau)	2	Vorlauftemperatur der Fußbodenheizung: 35 – 40 °C
WG – Wohnheim (Neubau)	1	Vorlauftemperatur der Fußbodenkühlung: 18 °C
Mischgebäude (Neubau)	1	Vorlauftemperatur im Wärmeverteilnetz für Heizung und TWW: ≤ 45 °C
Ziel- und Richtwerte		
WG – MFH	1	Ziel- und Richtwert für die Vorlauftemperatur definiert im Rahmen des Projekts [11]: 55 °C
Bewertung des Indikators		
Priorität: 	Häufigkeit der Anwendung: 	Einflussfaktoren: <ul style="list-style-type: none"> • Gebäudedämmstandard¹⁾ • Art und Dimensionierung des Übergabesystems
Quelle/n des Indikators		
Abschlussbericht: Campo_V, FKZ: 03EGB0011; FeBOp-MFH, FKZ: 03ET1573; MFH Möhringen, FKZ: 03EGB0015; Plus-EQ-Net, FKZ: 03ET1299		
Anmerkungen		
¹⁾ Ein höherer Dämmstandard des Gebäudes führt zu einem reduzierten Endenergiebedarf für Wärme. Dies ermöglicht eine Absenkung der Vor- und Rücklauftemperaturen im Heizkreis.		

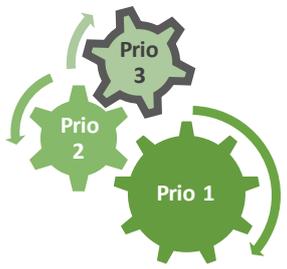
Indikator: Trinkwarmwassertemperatur (Seite 1)		T/As – 7
Kurze Beschreibung und Einheit des Indikators		
<p>Die Trinkwarmwassertemperatur beschreibt die Temperatur des Wassers in Trinkwarmwasserinstallationen. Die Trinkwarmwassertemperatur beträgt maximal 90 °C. An der Zapfstelle dürfen jedoch aus Sicherheitsgründen (Schutz gegen Verbrühungen) 60 bis 65 °C nicht überschritten werden. In öffentlichen Bereichen ist die zulässige Höchsttemperatur aus denselben Gründen noch niedriger angesetzt. Die Trinkwarmwassertemperatur wird an verschiedenen Punkten im System gemessen, um die Einhaltung der gewünschten Temperatur zu überprüfen und somit die Effizienz und Sicherheit des Systems zu gewährleisten. Typische Messpunkte sind beispielsweise der Austritt des Warmwasserbereiters, die Temperatur des Trinkwarmwasserspeichers und die Temperatur an der Entnahmestelle. In Anlehnung an [21]</p>		
Einheit: ° C	Bezugsgröße: –	
Ziel der Ermittlung des Indikators		
<ul style="list-style-type: none"> - Ermittlung des erforderlichen Wärmebedarfs für die Warmwasserbereitung - Einhaltung der Trinkwasserqualität - Analyse der Wärmeverteilverluste und der Speicherverluste - Ressourcen-, Energie- und Kosteneinsparung 		
Gesetzliche Anforderungen an den Indikator		
<ul style="list-style-type: none"> - Anforderung zur Einhaltung der Trinkwasserqualität gemäß Trinkwasserverordnung - Siehe technische Regeln und Empfehlungen 		
Indikatorwert bzw. Indikatorwertebereich		
Trinkwarmwasser-System	Anz. Kennwerte	Kennwerte
WG – EFH: Zentrale TWW-Bereitung	1	Systemtemperatur (TWW-Zirkulationstemperatur): 60 °C
WG – MFH (Neubau)	1	Messwert: Vor-/Rücklauftemperatur: 67/58 °C Zielwert: 65 °C
WG – MFH: Dez. TWW-Bereitung: Frischwasserstation bzw. Wohnungsstation	1 1	An der Entnahmestelle (Wasserinhalt < 3 Liter): 45 °C Zentrale Vorlauftemperatur: max. 55 °C
Zentrale WW-Bereitung mit UV- Desinfektionsanlage für den Zirkulationsrücklauf	1	Vor-/Rücklauftemperatur: 52/47 °C
Technische Regeln und Empfehlungen		
DVGW W551	Kleinanlage: ≥ 50 °C Großanlage: 60 °C	
DIN 1988-200	Zentrale Trinkwassererwärmung: ≥ 60 °C Dezentrale Trinkwassererwärmung: ≥ 50 °C	
Mit thermo-elektronischen Zirkulationsventilen im Zirkulationssystem und Messwerteüberwachung	Nach DGKH (Deutsche Gesellschaft für Krankenhaushygiene): 53/50 °C möglich	

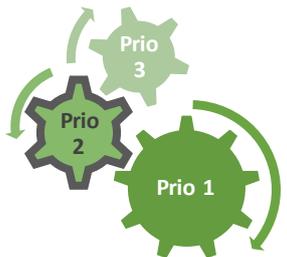
Indikator: Trinkwarmwassertemperatur (Seite 2)		T/As – 7
Bewertung des Indikators		
Priorität: 	Häufigkeit der Anwendung: 	Einflussfaktoren: <ul style="list-style-type: none"> • TWW-Bereitungssystem¹⁾
Quelle/n des Indikators		
Abschlussbericht: PVTsolutions, FKZ: 03ETW011; Eversol-MFH, FKZ: 03ETS004		
Anmerkungen		
¹⁾ Je nach Art des TWW-Erzeugungssystems und des Zirkulationsvolumens kann die Trinkwarmwassertemperatur auch unter 60 bis 65 °C abgesenkt werden.		

Indikator: Kühlenergieverbrauch fassadenintegrierter dezentraler Lüftungseinheiten (DFL) (Seite 1)		T/As – 8
Kurze Beschreibung und Einheit des Indikators		
Kühlenergieverbrauch fassadenintegrierter dezentraler Lüftungseinheiten (DFL) beschreibt die Kühlenergie - menge, die sich aus wasserseitiger und raumseitiger Kühlenergie zusammensetzt. Die raumseitige Kühlenergie entspricht der Energiemenge, die dem Raum über die Zuluft zugeführt wird. Die wasserseitige Kühlenergie beschreibt die dem Kühlregister auf der Wasserseite zugeführte Leistung. Im betroffenen Forschungsprojekt wird die Reduzierung des Kühlenergiebedarfs und des Hilfsenergiebedarfs infolge der Fassadenbegrünung betrachtet. In Anlehnung an [22]		
Einheit:	Bezugsgröße: –	
Ziel der Ermittlung des Indikators		
<ul style="list-style-type: none"> - Ermittlung der Reduzierung des Kühlenergiebedarfs und des Hilfsenergiebedarfs von fassadenintegrierten dezentralen Lüftungseinheiten - Bewertung von unterschiedlichen Fassadenbegrünungssystemen - Bewertung unterschiedlicher Betriebsmodi - Ermittlung der Reduzierung der THG-Emissionen 		
Gesetzliche Anforderungen an den Indikator		
- Keine gesetzlichen Anforderungen		
Indikatorwert bzw. Indikatorwertebereich		
Gebäudetyp	Anz. Kennwerte	Kennwerte
Kühlenergieverbrauch:		
Messstand	1	Reduktion durch Begrünung: 19 – 38 %
Einzelbüro	4 ¹⁾	Reduktion durch Begrünung: 6,9 – 25 % Reduktion durch Begrünung mit zusätzlicher Nachtlüftung und optimierter freier Kühlung: bis zu 33 %
Hilfsenergieverbrauch:		
Messstand	1	Reduktion durch Begrünung: 0,7 – 5,1 %
Einzelbüro	4 ¹⁾	Reduktion durch Begrünung: 0,7 – 0,8 % Anstieg durch zusätzliche Nachtlüftung und optimierte freier Kühlung: 5,0 %
Gesamtenergie:		
Einzelbüro	3 ¹⁾	Reduktion durch Begrünung: 8,2 – 10 %
Bewertung des Indikators		
Priorität: 	Häufigkeit der Anwendung: 	Einflussfaktoren: <ul style="list-style-type: none"> • Temperatur im Ansaugbereich²⁾ • Wetterrandbedingungen³⁾ • Betriebsweise der fassadenintegrierten dezentralen Lüftungseinheiten⁴⁾

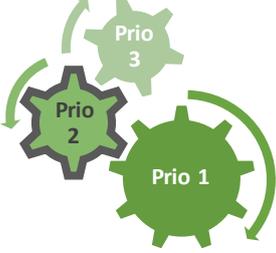
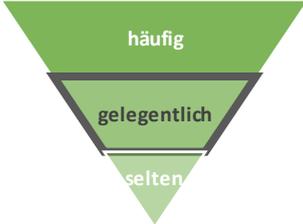
Indikator: Kühlenergieverbrauch fassadenintegrierter dezentraler Lüftungseinheiten (DFL) (Seite 2)	T/As – 8
Quelle/n des Indikators	
<i>Abschlussbericht: GreenFaBS, FKZ: 03ET1636</i>	
Anmerkungen	
<p>¹⁾ Anzahl der Systeme sind aus einem Forschungsprojekt.</p> <p>²⁾ Die Temperatur im Ansaugbereich ist einmal von der Lage der Ansaugung (z. B. oberer oder unterer Brüstungsbereich) und zusätzlich der Art der Begrünung (Pflanzensorten), der Bewässerungsmenge und damit dem Feuchtegehalt des Substrats bzw. des Erdreichs abhängig. Einen weiteren Einfluss hat die Verschattungswirkung der Begrünungssysteme.</p> <p>³⁾ Unter anderem Höhe der solaren Einstrahlung, Windverhältnisse, Feuchte.</p> <p>⁴⁾ Positiv auf den Kühlenergiebedarf wirkt sich der Betriebsmodus Nachtauskühlung und/oder freie Kühlung aus.</p>	

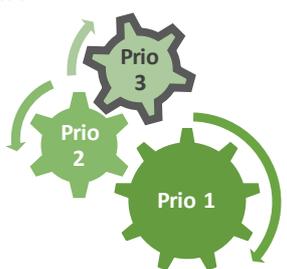
Indikator: Energy Efficiency Ratio (EER)		T/As – 9
Kurze Beschreibung und Einheit des Indikators		
<p>Der Energy Efficiency Ratio (EER) ist eine Kennzahl zur Beschreibung der energetischen Effizienz von elektrisch betriebenen Kälteanlagen. Er beschreibt das Verhältnis der abgegebenen Kälteleistung zur aufgenommenen elektrischen Energie. Normgemäß wird der EER unter standardisierten Messbedingungen bei 27 °C Innenlufttemperatur und 35 °C Außenlufttemperatur im Volllastbetrieb ermittelt. In die Gesamtbilanzierung werden je nach Systemtechnik auch verschiedene Hilfsenergien einbezogen wie bspw. die Energie für Pumpen, Regelungssysteme, Ventilatoren und andere Komponenten, die für den Betrieb der Anlage erforderlich sind. Je höher die Kennzahl, desto höher ist die Effizienz der Anlage.</p> <p>Beträgt der Messzeitraum ein gesamtes Jahr, spricht man von der »Jahresarbeitszahl«, die als SEER (engl. Seasonal Energy Efficiency Ratio) bezeichnet wird. Bei umschaltbaren Anlagen, die sowohl heizen als auch kühlen können, werden zwei Kennzahlen angegeben, EER als die Leistungszahl des Kühlbetriebs und COP als die Leistungszahl des Heizbetriebs. Gleiche Kälteaggregate besitzen gleiche Leistungszahlen, im Einsatz können sie jedoch meist auf Grund unterschiedlicher Betriebsrandbedingungen (Innen- und Außentemperatur) und Lastbedingungen (wie bspw. Größe und Nutzung des Raumes) unterschiedliche Arbeitszahlen aufweisen. [1]</p>		
Einheit: –	Bezugsgröße: –	
Ziel der Ermittlung des Indikators		
<ul style="list-style-type: none"> - Beurteilung der Anlagenenergieeffizienz - Planung und Dimensionierung neuer Anlagen und Systeme 		
Gesetzliche Anforderungen an den Indikator		
<ul style="list-style-type: none"> - Mindesteffizianz Anforderungen gemäß EU-Verordnungen 		
Indikatorwert bzw. Indikatorwertebereich		
Technologie	Anz. Kennwerte	Kennwert
direkt luftgekühlte Wasser-Lithiumbromid-Absorptionskälteanlage	1	25
Bewertung des Indikators		
Priorität: 	Häufigkeit der Anwendung: 	Einflussfaktoren: <ul style="list-style-type: none"> • Wirkungsgrad des Ventilators¹⁾ • Luftseitiger Druckverlust²⁾ • Ventilatordrehzahl
Quelle/n des Indikators		
Abschlussbericht: LAKA, FKZ: 03ET1494		
Anmerkungen		
¹⁾ Je höher der Ventilatorwirkungsgrad, desto größer der EER-Wert. ²⁾ Der luftseitige Druckverlust hängt von der Dimensionierung der Lammellenwärmeübertrager als Kondensator und Absorber ab. Ein geringer Druckverlust reduziert den Stromverbrauch und gewährleistet einen höheren elektrischen EER-Wert.		

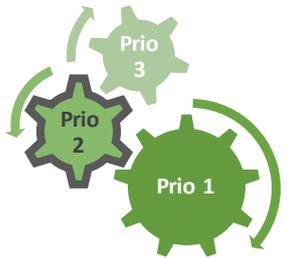
Indikator: Kälteleistung		T/As – 10
Kurze Beschreibung und Einheit des Indikators		
Die Kälteleistung ist die Menge an Wärme, die von einem Kühlsystem in einer bestimmten Zeit abgeführt werden kann. Sie wird typischerweise in Watt (W) oder Kilowatt (kW) angegeben. Die Kälteleistung ist ein entscheidender Parameter für die Effizienz und Leistungsfähigkeit von Kühlgeräten, Klimaanlage und Kühlsystemen.		
Einheit: kW	Bezugsgröße: –	
Ziel der Ermittlung des Indikators		
<ul style="list-style-type: none"> - Beurteilung und Steigerung der Energieeffizienz der Anlage - Planung und Dimensionierung neuer Anlagen und Systeme 		
Gesetzliche Anforderungen an den Indikator		
- An diesen Indikator sind keine gesetzlichen Anforderungen geknüpft		
Indikatorwert bzw. Indikatorwertebereich		
Technologie	Anz. Kennwerte	Kennwerte
Direkt luftgekühlte Wasser-Lithiumbromid-Absorptionskälteanlage	1	37 kW (Zielwert im Forschungsprojekt lag bei 50 kW)
Bewertung des Indikators		
Priorität: 	Häufigkeit der Anwendung: 	Einflussfaktoren: <ul style="list-style-type: none"> • Betriebsbedingungen¹⁾
Quelle/n des Indikators		
Abschlussberichte: LAKA, FKZ: 03ET1494		
Anmerkungen		
¹⁾ Der Betrieb kann durch folgende Randbedingungen variiert werden: Heizwassereintrittstemperatur, Kaltwasseraustrittstemperatur, Kühlluft Eintrittstemperatur und Kühlluftvolumenstrom.		

Indikator: Strombedarf/-verbrauch – Lüfter		T/As – 11
Kurze Beschreibung und Einheit des Indikators		
Der Strombedarf oder -verbrauch eines Lüfters bzw. eines Lüftungssystems beschreibt in erster Linie die betriebsbedingten Aufwendungen an elektrischer Energie zur Luftförderung. Der Aufwand zur Konditionierung der Zuluft wird dabei nicht erfasst.		
Einheit: kWh/Tag bzw. kWh/a	Bezugsgröße: Tag bzw. Jahr	
Ziel der Ermittlung des Indikators		
<ul style="list-style-type: none"> - Ermittlung betriebsbedingten Aufwendungen an elektrischer Energie zur Luftförderung - Ermittlung Betriebskosten - Betriebsmonitoring: Erfolgskontrolle, Kontrolle der Planung, Betriebsoptimierung 		
Gesetzliche Anforderungen an den Indikator		
- An diesen Indikator sind keine gesetzlichen Anforderungen geknüpft		
Indikatorwert bzw. Indikatorwertebereich		
Technologie	Anz. Kennwerte	Kennwerte
Pendlerlüfter (bedarfsgeführt)	1	Luftförderung: 0,048 – 0,336 kWh/Tag
Dezentrales Lüftungsgerät Push-Pull-Betrieb	1	74 kWh/a
Einsparungen Strombedarf für Luftförderung		
Semizentrales Lüftungssystem	1	Einsatz dezentral angeordneter Ventilatoren anstatt Volumenstromregler bei zentralen Systemen: bis zu 55 %
RLT-Anlage	1	10 % Volumenstromreduktion: ca. 30 % Einsparung an elektrischer Energie
Bewertung des Indikators		
Priorität: 	Häufigkeit der Anwendung: 	Einflussfaktoren: <ul style="list-style-type: none"> • Art des Systems¹⁾ • Nutzung²⁾ • Regelungsstrategie³⁾
Quelle/n des Indikators		
Fragebogen, Rückfrage: RLT-Opt, FKZ: 03EN1037 Abschlussberichte: EE-MODUL, FKZ: 03ET1530; FIHLS, FKZ: 03ET1401; SLIM, FKZ: 03EN1005		
Anmerkungen		
¹⁾ Dezentrale, semizentrale, zentrale Lüftungssysteme sowie Ventilatorwirkungsgrad. ²⁾ Die Anforderung an den notwendigen Mindestaußenluftwechsel hängt von der Art der Raumnutzung und dem Betrachtungszeitraum ab (bspw. Ferienzeit). ³⁾ Je nach Regelungsstrategie (bspw. konstante Frischluftzufuhr, Bedarfsführung nach Feuchteschutz oder CO ₂ -Konzentration usw.) ändert sich der Energiebedarf/-verbrauch der Technologie.		

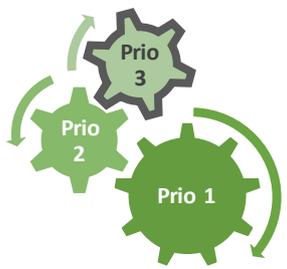
Indikator: Wärmerückgewinnungsgrad – Lüftung bzw. Rückwärmezahl – Lüftung (Seite 1)		T/As – 12
Weitere Begriffe: Wärmerückgewinnungsgrad: keine Rückwärmezahl: Wärmebereitstellungsgrad, Temperaturänderungsgrad		
Kurze Beschreibung und Einheit des Indikators		
<p>Wärmerückgewinnung (WRG) bezeichnet die Verwendung von thermischer Energie, die sonst ungenutzt das Gebäude über die Lüftung verlassen würde. Dabei wird über einen Wärmetauscher der Energieinhalt der Abluft genutzt, um die Zuluft zu temperieren [1]. Der Wärmerückgewinnungsgrad berücksichtigt ausschließlich die Rückgewinnung der Wärme aus der Abluft und schließt die Abwärme des Gerätes, beispielsweise aus dem Betrieb der Ventilatoren, nicht ein.</p> <p>Die Rückwärmezahl (Wärmebereitstellungsgrad, Temperaturänderungsgrad) stellt den Wirkungsgrad eines Wärmetauschers zur Wärmerückgewinnung dar. Sie zeigt, wie viel Wärme aus der Abluft zurückgewonnen werden kann. Die Rückwärmezahl kann sich entweder auf die Temperatur der Außenluft oder auf die Temperatur der Fortluft beziehen. Sie wird definiert als das Verhältnis der Temperaturdifferenz zwischen Zuluft und Außenluft zur Temperaturdifferenz zwischen Abluft und Außenluft. Dabei wird nur die fühlbare Wärme berücksichtigt. Die Rückwärmezahl beinhaltet zusätzlich die Abwärme des Gerätes, weshalb sie in der Regel höher ist als der Wärmerückgewinnungsgrad.</p>		
Einheit: %	Bezugsgröße: keine	
Ziel der Ermittlung des Indikators		
<ul style="list-style-type: none"> - Beurteilung der Energieeffizienz einer Zu-/Abluftanlage - Energieeinsparung durch Reduktion der Lüftungswärmeverluste - Ermittlung der Zulufttemperatur durch Nutzung der Wärme aus der Abluft - Betriebsmonitoring: Vergleich des tatsächlichen Wärmerückgewinnungsgrads im Betrieb mit Planungswerten 		
Gesetzliche Anforderungen an den Indikator		
<ul style="list-style-type: none"> - Anforderung an die Wärmerückgewinnung gemäß GEG 		
Indikatorwert bzw. Indikatorwertebereich		
Gebäudetyp	Anz. Kennwerte	Kennwerte
WG – EFH	1	Wärmebereitstellungsgrad einer zentralen Anlage: 85 %
WG – MFH	1	Wärmerückgewinnungsgrad dezentraler Geräte (Lüfter): 80 %
WG – MFH	1	Wärmebereitstellungsgrad: 86 %
NWG – Schwimmbad (Bestand)	8 ¹⁾	Wärmerückgewinnungsgrad: 86 %
NWG – Büro/Verwaltungsgebäude	1	Wärmerückgewinnungsgrad dezentraler Geräte (Push-Pull-Lüfter): 77 – 83 %

Indikator: Wärmerückgewinnungsgrad – Lüftung bzw. Rückwärmezahl – Lüftung (Seite 2)		T/As – 12
Bewertung des Indikators		
Priorität: 	Häufigkeit der Anwendung: 	Einflussfaktoren: <ul style="list-style-type: none"> • Wärmetauscher ²⁾ • Meteorologische Bedingungen ³⁾ • Betriebsbedingungen
Quelle/n des Indikators		
<i>Abschlussberichte: EE-MODUL, FKZ: 03ET1530; EnergieeffBaeder, FKZ: 03EN1004; FIHLS, FKZ: 03ET1401; InSituNachweis, FKZ: 03ET1509</i>		
Anmerkungen		
¹⁾ Alle Kennwerte sind aus einem Forschungsprojekt. ²⁾ Wärmetauschertyp, Material des Wärmetauschers und dessen Wärmeleitfähigkeit. ³⁾ Insbesondere die Außenlufttemperatur.		

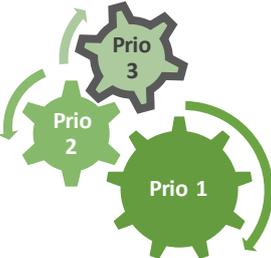
Indikator: Energiebedarfsreduzierung – bedarfsgerechte Lüftung		T/As – 13
Weitere Begriffe: bedarfsgeführte/bedarfsgesteuerte Lüftung		
Kurze Beschreibung und Einheit des Indikators		
In Systemen der bedarfsgerechten Lüftung (Demand Controlled Ventilation, DCV) wird der Luftvolumenstrom an den spezifischen Bedarf einer Zone oder eines Raumes angepasst. Die Regelung des Luftvolumenstroms basiert auf der Analyse der Parameter wie Kohlendioxidkonzentration (CO ₂), Luftfeuchtigkeit, Raumlufttemperatur und/oder Präsenz von Personen. Ziel der bedarfsgerechten Lüftung ist es, optimale Bedingungen hinsichtlich Raumluftqualität und thermischem Komfort zu gewährleisten und gleichzeitig den Energieverbrauch zu minimieren.		
Einheit: %	Bezugsgröße: –	
Ziel der Ermittlung des Indikators		
<ul style="list-style-type: none"> - Bestimmung der Verringerung des Energiebedarfs für die Lüftung und des gesamten Energiebedarfs des Gebäudes - Entwicklung und Bewertung bedarfsgerechter Regelstrategien - Bestimmung der Verringerung der THG-Emissionen - Bestimmung des Einsparpotenzials bei den Kosten 		
Gesetzliche Anforderungen an den Indikator		
- An diesen Indikator sind keine gesetzlichen Anforderungen geknüpft		
Indikatorwert bzw. Indikatorwertebereich		
Gebäudetyp	Anz. Kennwerte	Kennwerte
NWG – Uniklinik:	1	Reduktion der Heiz-, Kühl- und Hilfsenergie bezogen auf gesamtes Gebäude: 30 % Reduktion der Heiz-, Kühl- und Hilfsenergie raumweise: bis zu 74 %
Bewertung des Indikators		
Priorität: 	Häufigkeit der Anwendung: 	Einflussfaktoren: <ul style="list-style-type: none"> • Regelungsparameter¹⁾ • Nutzung²⁾
Quelle/n des Indikators		
Abschlussbericht: EnOB: dECONhealth, FKZ: 03ET1568		
Anmerkungen		
¹⁾ Typische Regelungsparameter sind CO ₂ -Konzentration, Belegung, Luftfeuchtigkeit und Raumlufttemperatur. ²⁾ Je nach Raumnutzung sind unterschiedliche Anforderungen an das Raumklima und die Raumluftqualität zu erfüllen sowie bestimmte Grenzwerte einzuhalten.		

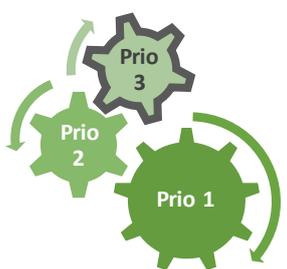
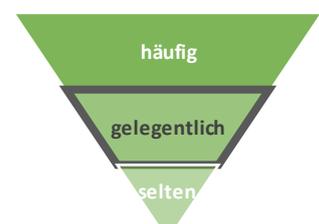
Indikator: Puffer- und Warmwasserspeicher (Seite 1)		T/As – 14
Kurze Beschreibung und Einheit des Indikators		
<p>Ein Pufferspeicher ist ein Warmwasserspeicher, welcher in das Heizsystem eingebunden ist. Hier wird die von einem System (Heizungsanlage, Fernwärme, Solarthermie usw.) erzeugte und nicht benötigte Wärme bevorratet und so die Wärmeerzeugung zeitlich vom Verbrauch entkoppelt. Dadurch kann die Wärme bedarfsgerecht zur Verfügung gestellt sowie Leistungs- und Lastspitzen abgefedert werden. Die Pufferfunktion ermöglicht es der jeweiligen Anlage, in ihrem optimalen Betriebsbereich zu arbeiten und erhöht die Energieeffizienz des Gesamtsystems.</p>		
Einheit: m ³ , Liter	Bezugsgröße: –	
Ziel der Ermittlung des Indikators		
<ul style="list-style-type: none"> - Systemdimensionierung zur Anpassung an die spezifischen Anforderungen und Bedingungen des jeweiligen Heizsystems und Gebäudes - Maximierung der Nutzung von erneuerbaren Energiequellen wie Solarthermie - Reduzierung der Betriebskosten durch effizientere Nutzung der Wärmeerzeuger - Verlängerung der Lebensdauer des gesamten Heizsystems durch geringeren Verschleiß, z. B. Vermeidung von häufiger Taktung bei Wärmepumpen 		
Gesetzliche Anforderungen an den Indikator		
<ul style="list-style-type: none"> - An diesen Indikator sind keine gesetzlichen Anforderungen geknüpft 		
Indikatorwert bzw. Indikatorwertebereich		
Gebäudetyp	Anz. Kennwerte	Kennwerte
WG – EFH	2	200 – 1.000 Liter
WG – MFH (Neubau, Sanierung)	1	3.000 m ³
	3	Gesamt: 2.000 – 6.500 Liter Heizung: 1.000 – 4.000 Liter TWW: 1.000 – 3.200 Liter
	1	24,6 m ³ bzw. 0,029 m ³ /m ² (Bezug: m ² Gebäudenutzfläche A _N nach GEG)
Mischgebäude (Neubau)	1	10 m ³ (Kaskade 4 x 2.500 Liter)
Bewertung des Indikators		
Priorität: 	Häufigkeit der Anwendung: 	Einflussfaktoren: <ul style="list-style-type: none"> • Gebäudedämmstandard¹⁾ • Wärmeerzeuger und Wärmeverteilsystem • Temperaturniveau des Heizsystems²⁾ • Nutzerverhalten³⁾ • Platzbedarf/-verfügbarkeit
Quelle/n des Indikators		
<p>Abschlussberichte: Campo_V, FKZ: 03EGB0011; dynOpt-En, FKZ: 03ETS001; Eversol-MFH, FKZ: 03ETS004; InSituNachweis, FKZ: 03ET1509; MFH Möhringen, FKZ: 03EGB0015; MOBASY, FKZ: 03SBE0004; PL-Reg, FKZ: 03ET1595; Plus-EQ-Net, FKZ: 03ET1299</p>		

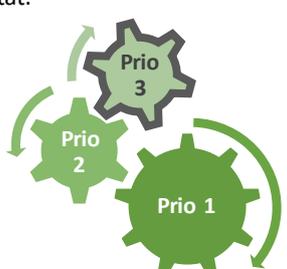
Indikator: Puffer- und Warmwasserspeicher (Seite 2)	T/As – 14
Anmerkungen	
<p>¹⁾ Der Dämmstandard spiegelt die Höhe des Endenergiebedarfs und der erforderlichen Systemtemperaturen wider. Je höher der Dämmstandard, desto weniger Energie wird für die Beheizung des Gebäudes benötigt.</p> <p>²⁾ Die Höhe der Vor- und Rücklauftemperaturen des Heizsystems beeinflussen die erforderliche Speicherkapazität. Niedrigtemperatursysteme und träge Systeme (z. B. Fußbodenheizung) können mit kleineren Speichern auskommen, da sie gleichmäßiger und kontinuierlicher arbeiten.</p> <p>³⁾ Heizgewohnheiten und Warmwasserbedarf.</p>	

Indikator: Speicherdichte (Seite 1)		T/As – 15
Kurze Beschreibung und Einheit des Indikators		
<p>Die Speicherdichte ist das Verhältnis von Speicherkapazität zu Speichervolumen bei thermischen Energiespeichern. Die Speicherkapazität ist das Aufnahmevermögen des Speichers. Das Speichervolumen ist das für die Speicherung genutzte Volumen. Bei idealen Speichern ergibt sich die Speicherdichte als Produkt von Dichte und spezifischer Enthalpieänderung des Speichermediums. Bei einem Latentwärmespeicher oder einem thermochemischen Speicher beinhaltet die Enthalpieänderung verschiedene physikalische bzw. chemische Vorgänge im Speicher. Wird in Speichern nur sensible Wärme genutzt, entspricht die Enthalpieänderung dem Produkt aus spezifischer Wärmekapazität des Speichermediums und Temperaturänderung bei der Beladung und Entladung. Die reale Speicherdichte ist zusätzlich noch von Einbauten und inhomogenen Verhältnissen im Speicher abhängig. [23]</p>		
Einheit: kWh/m ³	Bezugsgröße: Speichervolumen	
Ziel der Ermittlung des Indikators		
<ul style="list-style-type: none"> - Ermittlung der Höhe der erzielbaren spezifischen Speicherkapazität - Ermittlung der Energieeinsparung durch Einsatz einer Technologie mit höherer Energiespeicherdichte - Kompaktheit des Systems (Platzbedarf) 		
Gesetzliche Anforderungen an den Indikator		
<ul style="list-style-type: none"> - An diesen Indikator sind keine gesetzlichen Anforderungen geknüpft 		
Indikatorwert bzw. Indikatorwertebereich		
Technologie	Anz. Kennwerte	Kennwert
Absorptionskältespeicher	1	250 kWh/m ³
Vergleichstechnologie: Eisspeicher		70 kWh/m ³
Sorptionswärmespeicher	1	155 kWh/m ³
Vergleichstechnologie: Wasserspeicher		30 – 50 kWh/m ³
Latentwärmespeicher	1	56 kWh/m ³
Vergleichstechnologie: Wasserspeicher ungedämmt		10 kWh/m ³
Makroverkapselte PCM-Speicher für Wassersysteme	1	bis zu 31 kWh/m ³
Bewertung des Indikators		
Priorität: 	Häufigkeit der Anwendung: 	Einflussfaktoren: <ul style="list-style-type: none"> • Art des Speichers¹⁾ • Speichermedium²⁾ • Arbeitsmedium²⁾ • Druck³⁾ • Temperatur³⁾ • Größe des Massenstroms • Dämmniveau⁴⁾
Quelle/n des Indikators		
<p>Fragebogen, Rückfrage: PAKS, FKZ: 03EN6017 Abschlussbericht: KOKAP, FKZ: 03ET1463; smart-CASE-NZEB, FKZ: 03ET1600; SolSpaces 2.0, FKZ: 0325868</p>		

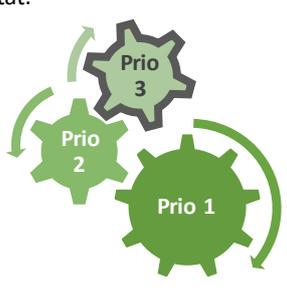
Indikator: Speicherdichte (Seite 2)	T/As – 15
Anmerkungen	
<p>¹⁾ Wärmespeicher werden unterteilt in sensible, latente und thermochemische Speichersysteme.</p> <p>²⁾ Abhängig von der Art des Speichers, dessen spezifischer Anwendung und dem Temperaturbereich, in dem der Speicher arbeiten soll.</p> <p>³⁾ Betriebstemperatur und Druckbedingungen im Speicher variieren mit der Art des Wärmespeichers und dessen Anwendungsbereich.</p> <p>⁴⁾ Vorhandensein, Art und Dicke der Dämmung.</p>	

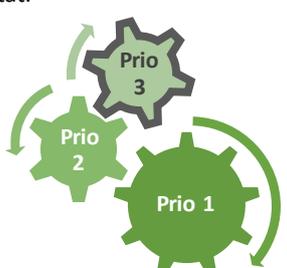
Indikator: Speicherleistung		T/As – 16
Kurze Beschreibung und Einheit des Indikators		
<p>Die Speicherleistung gibt an, mit welcher Leistung Energie in einen Wärme-/Kältespeicher ein- bzw. ausgespeichert werden kann. Ein- und Ausspeicherleistung können unterschiedlich sein. Diese Leistungsangaben sind neben der Speicherkapazität die wichtigsten Kenngrößen zur Charakterisierung eines Speichers. [24]</p>		
Einheit: 1. kW 2. kW/m ³ 3. kW/kg	Bezugsgröße: 1. – 2. Speichervolumen 3. Gewicht des Speichermediums	
Ziel der Ermittlung des Indikators		
<ul style="list-style-type: none"> - Bewertung und Analyse der thermischen Leistungsfähigkeit - Beurteilung von verschiedenen Bedingungen und Umsetzungsoptionen - Bewertung von Effizienz und Wirksamkeit von Wärme- und Kältespeichern - Dimensionierung und Auswahl von Komponenten zur Minimierung von Herstellungskosten und Erhöhung der Wirtschaftlichkeit 		
Gesetzliche Anforderungen an den Indikator		
<ul style="list-style-type: none"> - An diesen Indikator sind keine gesetzlichen Anforderungen geknüpft 		
Indikatorwert bzw. Indikatorwertebereich		
Technologie	Anz. Kennwerte	Kennwert
Makroverkapselte PCM-Speicher für Wassersysteme	1	2,5 – 20 kW/m ³
Makroverkapselte PCM-Speicher für Luftsysteme	1	7,7 – 8,4 kW/kg _{PCM}
Bewertung des Indikators		
Priorität: 	Häufigkeit der Anwendung: 	Einflussfaktoren: <ul style="list-style-type: none"> • Art des Speichers¹⁾ • Speichermedium²⁾ • Arbeitsmedium²⁾ • Druck³⁾ • Temperatur³⁾ • Größe des Massenstroms • Dämmniveau⁴⁾
Quelle/n des Indikators		
Abschlussbericht: KOKAP, FKZ: 03ET1463		
Anmerkungen		
¹⁾ Wärmespeicher werden unterteilt in sensible, latente und thermochemische Speichersysteme. ²⁾ Abhängig von der Art des Speichers, dessen spezifischer Anwendung und dem Temperaturbereich, in dem der Speicher arbeiten soll. Das Speichermedium ist das Material, in dem die Energie gespeichert wird. Das Medium, das zur Übertragung von Energie genutzt wird, wird als Arbeitsmedium bezeichnet. ³⁾ Betriebstemperatur und Druckbedingungen im Speicher variieren mit der Art des Wärmespeichers und dessen Anwendungsbereich. ⁴⁾ Vorhandensein, Art und Dicke der Dämmung.		

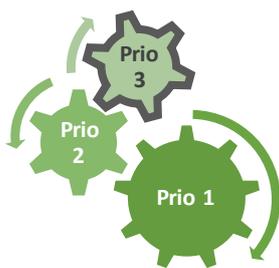
Indikator: Stromspeicher – Wirkungsgrad		T/As – 17
Weitere Begriffe: Jahresnutzungsgrad		
Kurze Beschreibung und Einheit des Indikators		
Die Stromspeicherung ist mit Energieverlusten verbunden. Der Stromspeicherwirkungsgrad gibt an, wie viel der dem Speicher zugeführten Strommenge nach der Speicherung wieder entnommen werden kann.		
Einheit: %	Bezugsgröße: keine	
Ziel der Ermittlung des Indikators		
<ul style="list-style-type: none"> - Ermittlung des Energieverlusts des Speichersystems - Beurteilung der Effizienz des Stromspeichers - Betriebsmonitoring: Vergleich des tatsächlichen Wirkungsgrades mit Herstellerangabe 		
Gesetzliche Anforderungen an den Indikator		
<ul style="list-style-type: none"> - An diesen Indikator sind keine gesetzlichen Anforderungen geknüpft 		
Indikatorwert bzw. Indikatorwertebereich		
Gebäudetyp	Anz. Kennwerte	Kennwerte
WG – MFH (Neubau)	3	70 – 75 %
WG – Wohnheim (Neubau)	1	79 – 80 %
Bewertung des Indikators		
Priorität: 	Häufigkeit der Anwendung: 	Einflussfaktoren: <ul style="list-style-type: none"> • Batterietyp¹⁾ • Betriebsweise²⁾
Quelle/n des Indikators		
Abschlussberichte: Campo_V, FKZ: 03EGB0011; Eversol-MFH, FKZ: 03ETS004; MFH Möhringen, FKZ: 03EGB0015; MOBASY, FKZ: 03SBE004		
Anmerkungen		
¹⁾ Zur Anwendung in Gebäuden stehen unter anderem Blei-Säure-, Lithium-Ionen-, Redox-Flow- und Natrium-Schwefel-Batterien zur Verfügung, wobei Blei-Säure- und Lithium-Ionen-Batterien am häufigsten eingesetzt werden. ²⁾ Die Art und Weise des Betriebs, unter anderem die Umgebungstemperatur, die Auslastung, die Lade- und Entladezyklen sowie die Abnutzung, können zur Optimierung des Wirkungsgrades berücksichtigt werden.		

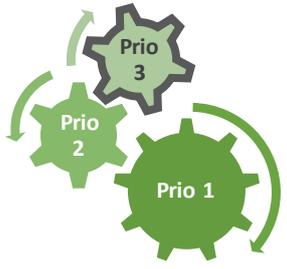
Indikator: System-Jahresarbeitszahl (Seite 1)		T/As – 18
Kurze Beschreibung und Einheit des Indikators		
Die System-Jahresarbeitszahl beschreibt die Energieeffizienz eines Systems. Die Kennzahl gibt das Verhältnis von erzeugter Nutzwärme (für die Heizung und Warmwasserbereitung) zur aufgewendeten elektrischen Energie der Anlage an. In Abhängigkeit der betrachteten Bilanzgrenze kann die elektrische Energie einer Wärmepumpe zusätzlich zu der Stromaufnahme des Verdichters auch Aufwendungen der Umwälzpumpen vom Heiz- und Quellenkreis, des Heizstabs, der Heizkreisumpen, der Gerätesteuerung, usw. umfassen. In Anlehnung an [25]		
Einheit: –	Bezugsgröße: –	
Ziel der Ermittlung des Indikators		
<ul style="list-style-type: none"> - Variantenvergleich: Vergleich und Beurteilung unterschiedlicher Lösungskonzepte - Analyse der Maßnahmen zur Steigerung der System-Jahresarbeitszahl 		
Gesetzliche Anforderungen an den Indikator		
- An diesen Indikator sind keine gesetzlichen Anforderungen geknüpft		
Indikatorwert bzw. Indikatorwertebereich		
Anlagentyp	Anz. Kennwerte	Kennwert
Zweizonen-Kombispeichersystem	2 ¹⁾	Ohne PV-Eigenverbrauch: 3,4 – 3,6 Mit PV-Eigenverbrauch: 4,5 – 5,0
Vergleichssystem: Zweispichersystem:	3 ¹⁾	Ohne PV-Eigenverbrauch: 3,4 – 3,5 Mit PV-Eigenverbrauch: 4,2 – 4,7
Wärmepumpensystem mit mehreren Wärmequellen	1	Ohne Berücksichtigung der Speicherverluste: 3,6
Vergleichssystem: Wärmepumpensystem mit Außenluft als Wärmequelle		Ohne Berücksichtigung der Speicherverluste: 2,4
Steigerung der Systemeffizienz:		
Zweizonen-Kombispeicher	1	Bis zu 20 % höhere Systemeffizienz gegenüber herkömmlichen Zweispicherlösungen mit Warmwasserspeicher und Pufferspeicher
Wärmepumpensystem mit mehreren Wärmequellen	1	Bis zu 50 % höhere Systemeffizienz gegenüber reinem Außenluftwärmeübertrager.
Bewertung des Indikators		
Priorität: 	Häufigkeit der Anwendung: 	Einflussfaktoren: <ul style="list-style-type: none"> • Anlagensystem²⁾ • Gebäudedämmstandard³⁾ • Bilanzgrenze⁴⁾ • Betriebsweise⁵⁾ • Nutzerverhalten⁶⁾
Quelle/n des Indikators		
Fragebogen, Rückfrage: TriValent, FKZ: 03EN1064 Abschlussbericht: dynOpt-En, FKZ: 03ETS001		

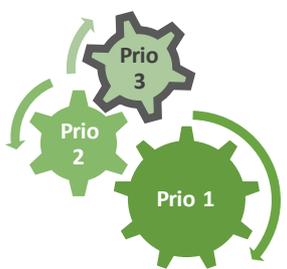
Indikator: System-Jahresarbeitszahl (Seite 2)	T/As – 18
Anmerkungen	
<p>¹⁾ Alle Kennwerte sind aus einem Forschungsprojekt.</p> <p>²⁾ Typ und technische Ausführung von einzelnen Anlagenkomponenten.</p> <p>³⁾ Der Dämmstandard spiegelt die Höhe des Endenergiebedarfs und der erforderlichen Systemtemperaturen wider. Je höher der Dämmstandard, desto weniger Energie wird für die Beheizung und Kühlung des Gebäudes benötigt. Das Heizsystem kann mit niedrigeren Vorlauftemperaturen betrieben werden (z. B. Fußbodenheizung), wodurch die Effizienz von Wärmeerzeugern erhöht wird.</p> <p>⁴⁾ Je nach Bilanzgrenze werden unterschiedliche elektrische Verbraucher berücksichtigt bzw. nicht berücksichtigt.</p> <p>⁵⁾ Art und Weise der Verschaltung von einzelnen Anlagenkomponenten sowie die umgesetzte Regel- bzw. Betriebsstrategie.</p> <p>⁶⁾ Heizgewohnheiten und Warmwasserbedarf.</p>	

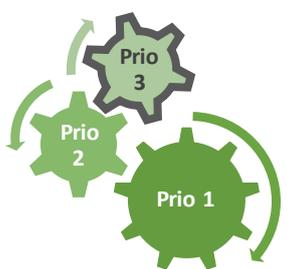
Indikator: Wärmeertrag eines Absorbers		T/As – 19
Kurze Beschreibung und Einheit des Indikators		
Der Wärmeertrag bezieht sich auf die Menge an Wärmeenergie, die ein Absorbersystem aus der Sonnenstrahlung gewinnen und in einem Speicher zwischenspeichern kann.		
Einheit: kWh/(m ² ·a)	Bezugsgröße: Fläche des Absorbers in Quadratmeter	
Ziel der Ermittlung des Indikators		
<ul style="list-style-type: none"> - Leistungsbewertung des Systems - Beurteilung der Systemeffizienz - Ermittlung der Höhe des Beitrags zur Quellenenergie der Wärmepumpe - Regelstrategieoptimierung zur Steigerung der Systemeffizienz 		
Gesetzliche Anforderungen an den Indikator		
- An diesen Indikator sind keine gesetzlichen Anforderungen geknüpft		
Indikatorwert bzw. Indikatorwertebereich		
Technologie	Anz. Kennwerte	Kennwert
Solar-Massivabsorber	1	147 kWh/(m ² ·a)
Bewertung des Indikators		
Priorität: 	Häufigkeit der Anwendung: 	Einflussfaktoren: <ul style="list-style-type: none"> • Art und Größe des Absorbers • Ausrichtung ¹⁾ • Solare Einstrahlung ²⁾
Quelle/n des Indikators		
Fragebogen, Rückfrage: TriValent, FKZ: 03EN1064		
Anmerkungen		
¹⁾ Ausrichtung in Bezug auf die Neigung und die Himmelsrichtung. ²⁾ Angebot an auftreffender Einstrahlungsleistung, Verschattung.		

Indikator: Installierte Leistung – Bauwerksintegrierte Photovoltaik (BIPV)		T/As – 20
Kurze Beschreibung und Einheit des Indikators		
<p>Installierte Leistung, auch Nennleistung genannt, ist die elektrische Leistung, die eine bauwerksintegrierte Photovoltaik (BIPV) maximal bereitstellen kann. BIPV wird auch als Gebäudeintegrierte Photovoltaik (GIPV) bezeichnet und bezieht sich auf die Integration von Photovoltaikmodulen in die Gebäudehülle. Die installierte Leistung wird in Kilowatt Peak angegeben und gibt an, wie viel elektrische Energie die Anlage bei optimalen Bedingungen liefern kann.</p>		
Einheit: Wp/m ²	Bezugsgröße: Aperturfläche (Aktivfläche) oder gesamte Fläche des Elements inkl. nicht aktiver Bereiche	
Ziel der Ermittlung des Indikators		
<ul style="list-style-type: none"> - Prognose Stromertrag - Auslegung der Photovoltaikanlage 		
Gesetzliche Anforderungen an den Indikator		
<ul style="list-style-type: none"> - An diesen Indikator sind keine gesetzlichen Anforderungen geknüpft 		
Indikatorwert bzw. Indikatorwertebereich		
Technologie	Anz. Kennwerte	Kennwerte
organische Photovoltaik – Glasvordachinstallation	1	Aperturfläche: 50 Wp/m ² Elementfläche: 31 Wp/m ²
PV-Modul	1	Aperturfläche: 173 Wp/m ²
Bewertung des Indikators		
Priorität: 	Häufigkeit der Anwendung: 	Einflussfaktoren: <ul style="list-style-type: none"> • Ausrichtung und Neigung¹⁾
Quelle/n des Indikators		
Abschlussberichte: EE-MODUL, FKZ: 03ET1530; Fassade_3, FKZ: 03SBE0008		
Anmerkungen		
¹⁾ Die Ausrichtung und die Neigung haben Auswirkungen auf die Intensität der Sonneneinstrahlung.		

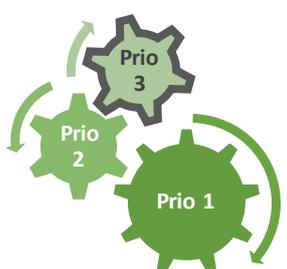
Indikator: PVT – Kollektorwirkungsgrad		T/As – 21
Kurze Beschreibung und Einheit des Indikators		
Der Kollektorwirkungsgrad beschreibt das Verhältnis zwischen der vom Kollektor erzeugten Wärmeleistung und der auf ihn einfallenden solaren Strahlungsleistung.		
Einheit: %	Bezugsgröße: –	
Ziel der Ermittlung des Indikators		
<ul style="list-style-type: none"> - Beurteilung der Effizienz des Kollektors - Vergleich unterschiedlicher Bauweisen und Systeme zur Optimierung 		
Gesetzliche Anforderungen an den Indikator		
- An diesen Indikator sind keine gesetzlichen Anforderungen geknüpft		
Indikatorwert bzw. Indikatorwertebereich		
Technologie	Anz. Kennwerte	Kennwerte
PVT-Kollektor	1	0,5 im Maximum Power Point -Betrieb
Bewertung des Indikators		
Priorität: 	Häufigkeit der Anwendung: 	Einflussfaktoren: <ul style="list-style-type: none"> • Bauweise • Orientierung und Neigung • Umgebungsbedingungen • Betriebsweise
Quelle/n des Indikators		
Abschlussbericht: PVTsolutions, FKZ: 03ETW011		
Anmerkungen		
-		

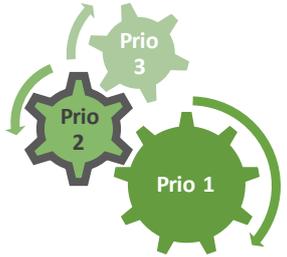
Indikator: PVT – Wärmeertrag		T/As – 22
Kurze Beschreibung und Einheit des Indikators		
Thermischer Wärmeertrag eines photovoltaisch-thermischen Sonnenkollektors pro Kollektorfläche.		
Einheit: kWh/m ²	Bezugsgröße: Kollektorfläche (Kol.)	
Ziel der Ermittlung des Indikators		
<ul style="list-style-type: none"> - Beurteilung der Effizienz des Kollektors - Vergleich unterschiedlicher Bauweisen und Systeme zur Optimierung 		
Gesetzliche Anforderungen an den Indikator		
<ul style="list-style-type: none"> - Anforderungen an solarthermische Anlagen gemäß GEG (Solar Keymark) 		
Indikatorwert		
Technologie	Anz. Kennwerte	Kennwerte
PVT-Kollektor ungedeckt	1	244 kWh/m ² _{Kol.}
PVT-Kollektor abgedeckt	1	104 kWh/m ² _{Kol.}
PVT-Kollektor mit Wärmepumpen-Booster	1	622 kWh/m ² _{Kol.}
Bewertung des Indikators		
Priorität: 	Häufigkeit der Anwendung: 	Einflussfaktoren: <ul style="list-style-type: none"> • Bauweise • Orientierung und Neigung • Umgebungsbedingungen • Betriebsweise¹⁾
Quelle/n des Indikators		
Abschlussbericht: PVTsolutions, FKZ: 03ETW011		
Anmerkungen		
¹⁾ Der Einsatz einer Wärmepumpe ermöglicht die zusätzliche Einbringung von »kalter Solarthermie« mit Kollektortemperaturen von 10 bis etwa 35 °C.		

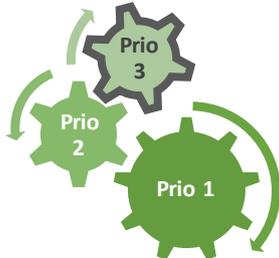
Indikator: Solarer Deckungsanteil – Technologie		T/As – 23
Weitere Begriffe: Autarkiegrad		
Kurze Beschreibung und Einheit des Indikators		
Der solare Deckungsanteil einer Technologie gibt an, wie viel des jährlichen Strombedarfs der Technologie durch den erzeugten solaren Strom von der dafür vorgesehenen PV-Fläche gedeckt wird. Energiespeicher und Energiemanagementstrategien können diesen Anteil erhöhen. Oft wird der solare Deckungsanteil auch als Autarkiegrad bezeichnet, um die Unabhängigkeit der Technologie vom öffentlichen Stromnetz zu verdeutlichen. Eine vollständige Versorgung der Technologie mit PV-Strom entspricht einem solaren Deckungsanteil von 100 Prozent.		
Einheit: %	Bezugsgröße: (jährlicher) Strombedarf/-verbrauch	
Ziel der Ermittlung des Indikators		
<ul style="list-style-type: none"> - Ermittlung der Reduzierung des Bezugs aus dem öffentlichen Stromnetz - Bewertung verschiedener Maßnahmen zur Erhöhung des Deckungsanteils bspw. durch Regelungsstrategien und/oder Einsatz eines Stromspeichers - Quantifizierung der Reduktion von THG-Emissionen - Betriebsmonitoring: Erfolgskontrolle, Kontrolle der Planung 		
Gesetzliche Anforderungen an den Indikator		
- An diesen Indikator sind keine gesetzlichen Anforderungen geknüpft		
Indikatorwert bzw. Indikatorwertebereich		
Technologie	Anz. Kennwerte	Kennwerte
Pendellüfter (Push-Pull-Gerät, bedarfsgeführt)	1	1 m ² PV-Fläche pro Lüfter: > 58 %: alle Ausrichtungen, Verschattung > 69 %: ohne Nordseite bzw. starke Verschattung
Dezentrale Luft-Luft-Wärmepumpe eines Moduls	1	3,4 m ² PV-Fläche pro WP: Winterbetrieb: 5 – 10 % Übergangszeit: > 35 % Sommerbetrieb: bis 20 %
Wärmepumpe in Kombination mit PVT-Kollektor	1	PVT-Kollektorfläche 17 m ² und Wärmepumpe 5 kW _{th} : 33 % mit Batterie 10 kWh: 45 %
Bewertung des Indikators		
Priorität: 	Häufigkeit der Anwendung: 	Einflussfaktoren: <ul style="list-style-type: none"> • Regelungsstrategie¹⁾ • PV/PVT-Element²⁾ • Speichertechnologien³⁾
Quelle/n des Indikators		
Abschlussberichte: EE-MODUL, FKZ: 03ET1530; FIHLS, FKZ: 03ET1401; PVTsolutions, FKZ: 03ETW011		
Anmerkungen		
¹⁾ Je nach Regelungsstrategie ändert sich der Energiebedarf/-verbrauch der Technologie. ²⁾ Die Größe, die Ausrichtung und die Verschattung des PV-Elements bzw. PVT-Elements. ³⁾ Als Speichertechnologien werden in der Regel Batteriespeicher eingesetzt.		

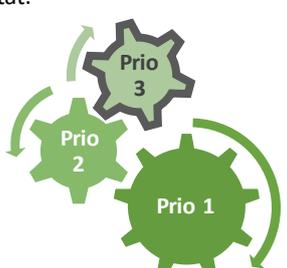
Indikator: Stromertrag – Bauwerksintegrierte Photovoltaik (BIPV)		T/As – 24
Weitere Begriffe: Stromerzeugung		
Kurze Beschreibung und Einheit des Indikators		
Der Stromertrag bezeichnet die Menge an elektrischer Energie, die von einer bauwerksintegrierten Photovoltaik (BIPV) über einen bestimmten Zeitraum erzeugt wird. BIPV wird auch als Gebäudeintegrierte Photovoltaik (GIPV) bezeichnet und bezieht sich auf die Integration von Photovoltaikmodulen in die Gebäudehülle. Als GIPV bzw. BIPV werden Bauelemente bezeichnet, die zusätzlich zu der Stromerzeugung auch Funktionen der Bau- und Verkleidungsmaterialien wie Wärmedämmung, Wind- und Wetterschutz, Sicht- und Schallschutz und Statik übernehmen. [1]		
Einheit: 1. kWh 3. kWh/kWp	Bezugsgröße: 1. – 3. installierte Leistung	
Ziel der Ermittlung des Indikators		
<ul style="list-style-type: none"> - Bewertung der Stromerzeugung - Die Vorhersage des Stromertrags dient zur Planung und Steuerung des Energieverbrauchs - Quantifizierung der Reduktion von THG-Emissionen - Prognosemodelle zur Steigerung des Eigenstromverbrauchsanteils - Erfolgskontrolle: Vergleich von geplanten mit realen Werten - Identifikation von Optimierungspotenzialen, Verbesserung der Systemeffizienz - Wirtschaftlichkeit und Amortisationszeit der Anlage 		
Gesetzliche Anforderungen an den Indikator		
- An diesen Indikator sind keine gesetzlichen Anforderungen geknüpft		
Indikatorwert bzw. Indikatorwertebereich		
Technologietyp	Anz. Kennwerte	Kennwerte
Organische Photovoltaik – Glasvordachinstallation	1	1.209 kWh/kWp
PV-Modul	1	733 kWh/kWp
Bewertung des Indikators		
Priorität: 	Häufigkeit der Anwendung: 	Einflussfaktoren: <ul style="list-style-type: none"> • Funktionsschichten organische Photovoltaik-Modul¹⁾ • Wirkungsgrad (Solarzellentyp)²⁾ • Ausrichtung, Neigung und Größe • Meteorologische Bedingungen (Strahlungsangebot)
Quelle/n des Indikators		
Abschlussberichte: EE-MODUL, FKZ: 03ET1530; Fassade_3, FKZ: 03SBE0008		
Anmerkungen		
¹⁾ Die Hauptfunktionsschichten eines typischen OPV-Moduls sind unter anderem Aktivschicht, Elektronentransportschicht, Lochtransportschicht sowie die Schutzschicht zum Schutz des Moduls vor Umwelteinflüssen. Durch die Variation dieser Schichten kann nicht nur der Wirkungsgrad, sondern auch die Transmission und die Lebensdauer der Module optimiert werden. ²⁾ Die gebräuchlichsten PV-Anlagen sind monokristalline PV-Module, polykristalline PV-Module, amorphe PV-Module (Dünnschicht) und CIS-PV-Module (Dünnschicht). Die Module mit kristallinen Zellen erreichen aktuell die höchsten Wirkungsgrade bis 22 Prozent.		

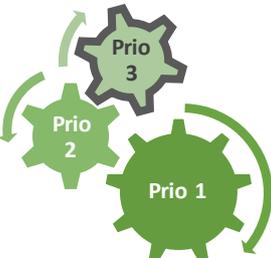
Indikator: Wärmeleitfähigkeit (Seite 1)		T/Bs – 1	
Weitere Begriffe: Lambda-Wert, Wärmeleitzahl			
Kurze Beschreibung und Einheit des Indikators			
Die Wärmeleitfähigkeit λ ist eine Materialgröße und gibt an, welche Wärmemenge innerhalb einer Stunde bei einer Temperaturdifferenz von 1 Kelvin durch eine 1 m dicke Schicht eines Stoffes übertragen wird [26]. Höhere Werte deuten auf eine bessere Wärmeleitung hin, während niedrigere Werte eine wärmedämmende Wirkung anzeigen. Es wird zwischen Nennwert und Bemessungswert der Wärmeleitfähigkeit unterschieden. Der Nennwert ist ein Wert, der experimentell unter Referenzbedingungen ermittelt wird. Der Bemessungswert berücksichtigt hingegen mögliche nachteilige Auswirkungen wie Alterung, Feuchtigkeit und/oder Konvektion. Für bauphysikalische Berechnungen wird der Bemessungswert herangezogen. In Forschungsprojekten wird zunächst der Nennwert der Wärmeleitfähigkeit ermittelt.			
Einheit: W/mK		Bezugsgröße: Dicke der Materialschicht in Meter	
Ziel der Ermittlung des Indikators			
<ul style="list-style-type: none"> - Charakterisierung der thermischen Eigenschaften eines Bau-/Dämmstoffes sowie Ermittlung der Höhe der Wärmeübertragung - Ermittlung der erforderlichen Materialdicke bspw. zur Einhaltung von definierten Anforderungen - Material- bzw. Bauteiloptimierung - Berechnung des Wärmedurchgangskoeffizienten (U-Wertes) einer Bauteilkonstruktion - Ermittlung der Transmissionswärmeverluste durch ein Bauteil bzw. Bauteilkomponente 			
Gesetzliche Anforderungen an den Indikator			
- An diesen Indikator sind keine gesetzlichen Anforderungen geknüpft			
Indikatorwert bzw. Indikatorwertebereich			
Technologie	Anz. Kennwerte	Kennwerte	
		Dichte	Wärmeleitfähigkeit
Phenol-Hartschaum (tragend, schwerentflammbar)	1	0,73 – 0,875 g/cm ³	> 0,18 bis < 0,20 W/mK
Schaumbeton	1	137 kg/m ³ 100 – 600 kg/m ³	0,044 W/mK 0,035 – 0,147 W/mK
Rohrkolbendämmung	1	155 kg/m ³	< 0,045 W/mK
Phenol-Harz-Schaum	1	80 kg/m ³	0,027 W/mK
Faserdämmplatte	1	Mit Aerogelzusatz: 10 – 30 kg/m ³ Ohne Aerogelzusatz: 63,4 kg/m ³	Mit Aerogelzusatz: ≤ 0,025 W/mK (0,0216 – 0,0361) Ohne Aerogelzusatz: ≥ 0,0327 W/mK (0,0327 – 0,0389)
Multilayer-System aus Hohlfaserdämmplatte	1	7 Luftkammern	0,033 W/mK
Aerogel-Matte (als Innendämmung)	1	-	0,018 W/mK
mikroporöses Siliciumdioxid (als Innendämmung)	1	-	0,025 W/mK
Mikrohohlglaskugel-Putz	1	-	0,040 W/mK
Solarelektives Wärmedämmsystem	1	-	Effektive Wärmeleitfähigkeit: 0,057 ± 2 W/mK

Indikator: Wärmeleitfähigkeit (Seite 2)			T/Bs – 1
Indikatorwert bzw. Indikatorwertebereich			
Dämmstoff aus nachwachsenden Rohstoffen, bindemittelfrei	1	-	Zielwert: 0,050 W/mK
Nachhaltiger Dämmstoff	1	-	Zielwert: 0,035 W/mK
Schaltbares Vakuumisulationspaneel	1	-	0,005 – > 0,1 W/mK
Regelbare Vakuumdämmelemente	1	-	0,004 – 0,147 W/mK
Bewertung des Indikators			
Priorität: 	Häufigkeit der Anwendung: 	Einflussfaktoren: <ul style="list-style-type: none"> • Materialzusammensetzung¹⁾ • Rohdichte • Feuchtegehalt • Materialdicke • Gasinnendruck²⁾ 	
Quelle/n des Indikators			
<p>Fragebogen, Rückfrage: HydroPhiber, FKZ: 03EN1040; Fachwerk_2.0, FKZ: 03EN1063 Abschlussberichte: BioFassade, FKZ: 03ET1565; Fassade_3, FKZ: 03SBE0008; FIHLS, FKZ: :03ET1401; FoamSet, FKZ: 03ET1424; I-Foam, FKZ: 03EN1006; MAGGIE, FKZ: 03SBE0007; MuFuBisS, FKZ: 03ET1399; RokoDaMi, FKZ: 03EGB0008; VIDl, FKZ:03EGB0005</p>			
Anmerkungen			
<p>¹⁾ Eingesetzte Materialien und weitere Bestandteile, deren Struktur sowie Form, Größe und Anordnung der Zellen oder Poren. Bei Dämmmaterialien mit einem ausgeprägten nachhaltigen Aspekt und einer niedrigen Wärmeleitfähigkeit (siehe Zielwerte) stellt die Verbesserung der brandschutztechnischen Eigenschaften derzeit eine Herausforderung dar.</p> <p>²⁾ Bei schaltbaren Paneelen wird die Wärmeleitfähigkeit des Elements durch die Veränderung des Drucks der Gasfüllung variiert .</p>			

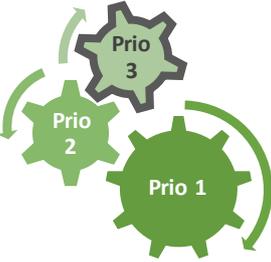
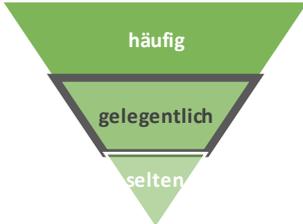
Indikator: Gesamtdurchlassgrad (g-Wert)		T/Fb – 1
Kurze Beschreibung und Einheit des Indikators		
Der Gesamtdurchlassgrad, g-Wert genannt, gibt bei Fenstern und anderen transparenten Hüllflächen den Energiedurchlass von Solarstrahlung von außen nach innen an. Ein hoher g-Wert bedeutet im Winter höhere Wärmegewinne durch Solarstrahlung, kann im Sommer aber eher zur Überhitzung eines Raumes führen. Dann ist ein entsprechender Sonnenschutz notwendig. [1]		
Einheit: –	Bezugsgröße: –	
Ziel der Ermittlung des Indikators		
<ul style="list-style-type: none"> - Ermittlung bzw. Beurteilung der solaren Energiegewinne im Sommer (Einfluss auf den Kühlbedarf) und im Winter (Einfluss auf den Heizbedarf) - Planung und Umsetzung einer Sonnenschutzmaßnahme - Abstimmung des Verhältnisses zwischen U_g-Wert und g-Wert der Verglasung 		
Gesetzliche Anforderungen an den Indikator		
- An diesen Indikator sind keine gesetzlichen Anforderungen geknüpft		
Indikatorwert bzw. Indikatorwertebereich		
Technologie	Anz. Kennwerte	Kennwerte
3-fach-Wärmeschutzverglasung	2	0,47 – 0,56
Selektiver und aktiver Sonnenschutzbehang	1	0,54
Folienbasiertes elektrochromes Bauelement	1	Schaltbarer Bereich: 0,18 – 0,35
Elektrochrome Folie	1	Schaltbarer Bereich: 0,46 – 0,55
Elektrochrome Verglasung	1	Schaltbarer Bereich: 2-fach Isolierglas: 0,10 – 0,42 3-fach Isolierglas: 0,08 – 0,36
Bewertung des Indikators		
Priorität: 	Häufigkeit der Anwendung: 	Einflussfaktoren: <ul style="list-style-type: none"> • Art der Verglasung¹⁾ • Glasbeschichtung²⁾ • Gasfüllung • Winkel der Sonneneinstrahlung³⁾
Quelle/n des Indikators		
Fragebogen, Rückfrage: FLEX-G4.0, FKZ: 03EN1048 Abschlussberichte: CoSo, FKZ: 03EGB0017; Fassade_3, FKZ: 03SBE0008 FLEX-G, FKZ: 03ET1470; InSituNachweis, FKZ: 03ET1509; SolSpaces 2.0, FKZ: 0325868		
Anmerkungen		
¹⁾ Glasdicke, Breite des Scheibenzwischenraum sowie Art: Einfachverglasung, Doppel- oder Dreifachverglasung. ²⁾ Art und Lage/Anordnung einer Beschichtung. ³⁾ Ausrichtung und Neigung der Verglasung.		

Indikator: Grenzschichttemperatur Begrünungssystem		T/Fb – 2
Kurze Beschreibung und Einheit des Indikators		
Bei der Grenzschichttemperatur handelt es sich um die Lufttemperatur im Bereich zwischen Fassade und einem davor angebrachten Begrünungssystem. Die Grenzschichttemperatur wird im Vergleich zu einem Referenzraum/-fall ohne Begrünung und im Ansaugbereich der dezentralen Fassadenlüftung ermittelt. [22]		
Einheit: Kelvin	Bezugsgröße: –	
Ziel der Ermittlung des Indikators		
<ul style="list-style-type: none"> - Ermittlung der Ansaugtemperatur der dezentralen Fassadenlüftung - Ermittlung der Reduzierung des Kühlenergiebedarfs für dezentrale Fassadenlüftungen - Beurteilung der Vorkonditionierung der Frischluft - Beurteilung der Verdunstungskühlung des gebäudenahen Umfelds - Beurteilung der Verschattungswirkung auf die resultierenden Innenoberflächentemperaturen 		
Gesetzliche Anforderungen an den Indikator		
- An diesen Indikator sind keine gesetzlichen Anforderungen geknüpft		
Indikatorwert bzw. Indikatorwertebereich		
Technologie	Anz. Kennwerte	Kennwert
Begrünungssystem	1	Mittelwert des Betrachtungszeitraums (simulativ): -0,9 – -1,3 K Zu erwartete Spitzenwerte (simulativ): bis zu -3,7 – -4,5 K Experimentelle Studie: bis zu -3 – -4 K
Bewertung des Indikators		
Priorität: 	Häufigkeit der Anwendung: 	Einflussfaktoren: <ul style="list-style-type: none"> • Pflanzensorte¹⁾ • Wassersättigungsgrad des Substrats/Erdsreichs²⁾ • Wetterrandbedingungen³⁾
Quelle/n des Indikators		
Abschlussbericht: GreenFaBS, FKZ: 03ET1636		
Anmerkungen		
¹⁾ Eigenschaften der Pflanzensorte wie die Wuchsdichte, Oberflächenwiderstand der Blätter sowie Blattdurchmesser. ²⁾ Der Wassersättigungsgrad beeinflusst zusätzlich zu Pflanzenart und Wetterbedingungen die Verdunstungskühlleistung. ³⁾ Unter anderem die Höhe der solaren Einstrahlung, Windgeschwindigkeit und Richtung der Windanströmung an der Fassade und Feuchte.		

Indikator: Infiltrationsluftwechsel		T/Fb – 3
Kurze Beschreibung und Einheit des Indikators		
<p>Die Infiltration beschreibt den Lufteintritt in das Gebäude über Undichtheiten in der Gebäudehülle. Dabei handelt es sich um unbeabsichtigte und unkontrollierbare Luft von außen. Der Luftwechsel in Folge der Infiltration wird durch den Infiltrationsluftwechsel beschrieben. Der Infiltrationsluftwechsel wird im Wesentlichen durch Winddruck und Temperaturdifferenzen bzw. thermischen Auftrieb hervorgerufen. Die Infiltration wird vorzugsweise über einen Luftwechsel (n_{50}) unter dem international festgelegten Differenzdruck von 50 Pa zwischen innen und außen beschrieben. [1]</p>		
Einheit: 1/h	Bezugsgröße: Zeit (Stunde)	
Ziel der Ermittlung des Indikators		
<ul style="list-style-type: none"> - Ermittlung der Wärmeverluste infolge der Infiltration - Beurteilung des Raumklimas und Energielasten 		
Gesetzliche Anforderungen an den Indikator		
<ul style="list-style-type: none"> - Anforderungen an die Prüfung der Dichtheit eines Gebäudes gemäß Gebäudeenergiegesetz (GEG) 		
Indikatorwert bzw. Indikatorwertebereich		
Technologie	Anz. Kennwerte	Kennwerte
Doppelfassade	1	0,22 1/h
Vergleich: einfache Fassade	1	0 – 0,5 1/h
Bewertung des Indikators		
Priorität: 	Häufigkeit der Anwendung: 	Einflussfaktoren: <ul style="list-style-type: none"> • Art der Fassade • Anschlüsse¹⁾ • Winddruck • Thermischer Auftrieb
Quelle/n des Indikators		
Abschlussbericht: <i>EnaPlanDF</i> , FKZ: 03ET1610		
Anmerkungen		
¹⁾ Undichtheiten treten vor allem am Anschluss der Fassade zum Baukörper, am Anschluss zwischen Pfosten und Riegel sowie an Öffnungen auf.		

Indikator: Strombedarf schaltbarer Systeme		T/Fb – 4
Kurze Beschreibung und Einheit des Indikators		
Der Strombedarf schaltbarer Systeme bezieht sich auf die Menge an elektrischer Energie, die benötigt wird, um einen Schaltzustand zu erreichen sowie diesen nachzuregulieren und/oder aufrechtzuerhalten.		
Einheit: Wh/m ²	Bezugsgröße: –	
Ziel der Ermittlung des Indikators		
<ul style="list-style-type: none"> - Ermittlung des Hilfsstrombedarfs bzw.-verbrauchs - Ermittlung von Betriebskosten 		
Gesetzliche Anforderungen an den Indikator		
- An diesen Indikator sind keine gesetzlichen Anforderungen geknüpft		
Indikatorwert bzw. Indikatorwertebereich		
Technologie	Anz. Kennwerte	Kennwerte
Transparentes Bauteil		
Elektrochrome Folie	1	0,009 / 0,012 Wh/m ² je Schaltvorgang ca. 0,024 kWh/(m ² ·a)
Elektrochromes Laminat	1	< 0,001 Wh/m ² je Schaltvorgang
Opakes Bauteil		
Schaltbares Vakuumisulationspaneel	1	25,7 kWh/(m ² ·a)
Bewertung des Indikators		
Priorität: 	Häufigkeit der Anwendung: 	Einflussfaktoren: <ul style="list-style-type: none"> • Art des schaltbaren Systems • Dauer des Schaltvorganges • Anzahl der Schaltvorgänge
Quelle/n des Indikators		
Fragebogen, Rückfrage: ELCHFEN, FKZ: 03EN1033; FLEX-G4.0, FKZ: 03EN1048 Abschlussbericht: VID1, FKZ:03EGB0005		
Anmerkungen		
-		

Indikator: Gesamte THG-Emissionen – Technologie (Seite 1)		T/Fb – 5	
Kurze Beschreibung und Einheit des Indikators			
Zur Bewertung der Umweltbelastung einer Technologie werden im Rahmen einer Lebenszyklusanalyse die THG-Emissionen über ihre Lebensdauer quantifiziert. Dabei werden sämtliche Umweltwirkungen erfasst, die mit dem zu bewertenden Objekt direkt oder indirekt in Verbindung stehen. Bei einem Produkt wird dessen gesamte Lebensphase von der Rohstoffgewinnung über die Herstellung und Verarbeitung, den Transport, die Nutzungsphase und den Verkauf bis zur Entsorgung analysiert und bewertet.			
Einheit: 1. kg CO _{2,äq.} /m ² 2. kg CO _{2,äq.} /(m ² ·a) 3. kg CO _{2,äq.} /m ³		Bezugsgröße: 1. Bauteil- bzw. Materialfläche 2. Bauteil- bzw. Materialfläche pro Jahr der angenommenen Lebensdauer 3. Materialmenge in m ³	
Ziel der Ermittlung des Indikators			
<ul style="list-style-type: none"> - Ermittlung der Komponente/n und/oder Prozesse, die einen großen Anteil an der Umweltbelastung verursachen - Ökobilanz als Entscheidungs- und Optimierungshilfe für den Vergleich der entwickelten Systeme/Materialien/Technologien - Optimierung der Ökobilanz - Vergleich mit konventionellen Systemen 			
Gesetzliche Anforderungen an den Indikator			
- An diesen Indikator bestehen aktuell keine gesetzlichen Anforderungen			
Indikatorwert bzw. Indikatorwertebereich			
Technologie	Anz. Kennwerte	Kennwert	
Transparente Bauteile			
Ethylentetrafluorethylen (EFTE) (3-lagig mit Aluminiumrahmen)	1	LCA (80 Jahre)	2,2 kg CO _{2,äq.} /m ²
Vergleichssystem: 3-fach Verglasung mit Aluminiumrahmen			2,9 kg CO _{2,äq.} /m ²
Opake Bauteile			
Schaltbares Wärmedämmelement	1	LCA (30 Jahre)	1.614 kg CO _{2,äq.} /m ²
Vergleichssystem: Wärmedämmverbundsystem			82 kg CO _{2,äq.} /m ²
Schaltbare Wärmedämmung	1	LCA (30 Jahre)	Teilprozess Herstellung 27 kg CO _{2,äq.} /m ²
Vergleichssystem: Wärmedämmverbundsystem			-295 kg CO _{2,äq.} /m ² 76 kg CO _{2,äq.} /m ²
Faserdämmung ohne Aerogel	1	Teilprozess Herstellung	29 – 33 kg CO _{2,äq.} /m ²
Faserdämmung mit Aerogel			22 kg CO _{2,äq.} /m ²

Indikator: Gesamte THG-Emissionen – Technologie (Seite 2)		T/Fb – 5	
Indikatorwert bzw. Indikatorwertebereich			
Schaumbeton	1	Rohstoffbereitstellung, Transport und Herstellung:	80 kg CO _{2,äq.} /m ³
Vergleichssystem 1: EPS Hartschaum (Rohdichte: 15 – 30 kg/m ³)			57 – 88 kg CO _{2,äq.} /m ³
Vergleichssystem 2: BASF Styrodur SE (Rohdichte: 32,5 kg/m ³)			82 kg CO _{2,äq.} /m ³
Vergleichssystem 3: lose Zellschuldämmung (Rohdichte: 25 – 65 kg/m ³)			-30 bis –78 kg CO _{2,äq.} /m ³
Vergleichssystem 4: STEICOzell Holzfasern- Einblasdämmung (Rohdichte: 40 kg/m ³)			-152 kg CO _{2,äq.} /m ³
Bewertung des Indikators			
Priorität: 	Häufigkeit der Anwendung: 	Einflussfaktoren: <ul style="list-style-type: none"> • Bewertungsmethode¹⁾ • Datensätze²⁾ • Lebenszyklusphasen³⁾ • Lebensdauer 	
Quelle/n des Indikators			
<i>Abschlussbericht: BioFassade, FKZ: 03ET1565; FLEX-G, FKZ: 03ET1470; I-Foam, FKZ: 03EN1006; MuFuBisS, FKZ: 03ET1399; VIDI, FKZ: 03EGB0005</i>			
Anmerkungen			
¹⁾ Die LCABerechnungen werden in der Regel in Anlehnung an DIN ISO 14040/44 durchgeführt. ²⁾ Die Grundlage für die Bewertung stellt das Vorhandensein der Daten zur Quantifizierung der Umweltwirkung dar. Bei Fehlen der Daten werden die entsprechenden Prozesse entweder geschätzt oder der Beitrag zur Umweltbelastung bleibt unberücksichtigt. ³⁾ Bei Baustoffen, Dämmstoffen und Bauteilelementen wird in einigen Fällen nicht der gesamte Lebenszyklus, sondern nur ein Teilprozess der Herstellung betrachtet.			

Abkürzungsverzeichnis:

- BIPV: bauwerksintegrierte Photovoltaik
- BTA: Bauteilaktivierung
- CO_{2,äq.}: CO₂-Äquivalent
- DFL: fassadenintegrierte dezentrale Lüftungseinheiten
- EER: Energy Efficiency Ratio
- EnEV: Energieeinsparverordnung
- EFH: Einfamilienhaus
- GEG: Gebäudeenergiegesetz
- GIPV: Gebäudeintegrierte Photovoltaik
- GWP: Global Warming Potential
- HT: Hochtemperatur
- KMU: kleine und mittlere Unternehmen
- Kol.: Kollektorfläche
- LCA: Lebenszyklusanalyse
- MFH: Mehrfamilienhaus
- MPC: Model Predictive Control
- NT: Niedertemperatur
- NWG: Nichtwohngebäude
- OPV: Organische Photovoltaik
- PCM: Phase Change Material (Phasenwechselmaterial)
- PHPP: Passivhaus-Projektierungspaket
- PV: Photovoltaik
- PVT: Photovoltaisch-thermischer Sonnenkollektor
- RH: Reihenhaus
- TWW: Trinkwarmwasser
- Wfl.: Wohnfläche
- WG: Wohngebäude
- WP: Wärmepumpe

Literaturverzeichnis:

- [1] Modul 2 Gebäude, Wissenschaftliche Begleitforschung Energiewendebauen: Erweiterung des Glossars für Begrifflichkeiten aus dem Bereich der energieeffizienten Gebäude. Februar 2024.
- [2] Verbundvorhaben EnOB: MobiDik – Entwicklung einer Mobilen und Digitalen Lernfabrik 4.0. Teilvorhaben: Erforschung und Entwicklung einer phasenübergreifenden, ganzheitlichen Gebäudebilanzierung. FKZ: 03EN1016E. Heidelberg, Oktober 2023.
- [3] Röck, M.; Saade, M. R. M.; Balouktsi, M.; Rasmussen, F. N.; Birgisdottir, H.; Frischknecht, R.; Habert, G.; Lützkendorf, T.; Passer, A.: Embodied GHG emissions of buildings – The hidden challenge for effective climate change mitigation. *Applied Energy* 258: 114107. DOI: 10.1016/j.apenergy.2019.114107. 2020.
- [4] DIN V 18599-1: Energetische Bewertung von Gebäuden – Berechnung des Nutz-, End- und Primärenergiebedarfs für Heizung, Kühlung, Lüftung, Trinkwarmwasser und Beleuchtung – Teil 1: Allgemeine Bilanzierungsverfahren, Begriffe, Zonierung und Bewertung der Energieträger.
- [5] VDI 4655: Referenzlastprofile von Ein- und Mehrfamilienhäusern für den Einsatz von KWK-Anlagen. Mai 2008.
- [6] Feist, W.; Hasper, W.; Huneke, S.; Peper, S.; Schnieders, J.: InSituNachweis / IEA Annex 71: Entwicklung einer Methode zur Bestimmung der Energieeffizienz von Gebäuden auf Basis von optimierten in situ Messungen »Nutzer – Technik – Hülle: Einflussfaktoren auf das Betriebsverhalten von Gebäuden.« Passivhaus Institut. Darmstadt, März 2023.
- [7] RWTH Aachen University, E.ON Energy Research Center, Lehrstuhl für Gebäude- und Raumklimatechnik: dECONhealth: Bedarfsgerechte Lüftung von Krankenhäusern. Abschlussbericht, FKZ: 03ET1568. Aachen, Dezember 2022.
- [8] Wohnbau-Studio Planungsgesellschaft, Steinbeis-Innovationszentrum: ENEFF.GEBÄUDE.2050 – Umsetzung, Monitoring und Betriebsoptimierung eines nahezu klimaneutralen Gebäudes »AktivPLUS Studentenwohnheim campoV«. Abschlussbericht. FKZ: 03EGB0011A und 03EGB0011B. Stuttgart, September 2021.
- [9] BDEW Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e.V.: Trinkwasseranwendung im Haushalt. Berlin, 2020.
- [10] Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e. V.: Trinkwasserverbrauch je Einwohner, www.bdew.de.
- [11] Eggert, D.; Yasin, M.; Mercker, O.; Puknat, R.; Mende, S.; Korte, M.; Krenz, G.; Tepe, R.; Hansen-Röbbel, U.: EnOB – Verbundvorhaben FeBOp-MFH: Wärmeversorgung in Mehrfamilienhäusern – permanente Betriebsoptimierung durch automatisierte Analyse im Feld. Abschlussbericht, Laufzeit des Vorhabens: 15.08.2017 – 31.07.2022, FKZ: 03ET1573.
- [12] Kersken, M.; et al.: Thermische Energiespeicher: Windheizung 2.0: Entwicklung von zentralen Hochtemperatur- und Bauteil-Langzeit-Speichern für Windheizung 2.0 Wohngebäude. Verbundkoordination und Evaluierung der Speicherkonzepte. FKZ: 03ET1612A. IBP-Abschlussbericht EER-002/2023/720.Valley, Februar 2023.

- [13] DIN V 18599-10: Energetische Bewertung von Gebäuden – Berechnung des Nutz-, End- und Primärenergiebedarfs für Heizung, Kühlung, Lüftung, Trinkwarmwasser und Beleuchtung. Teil 10: Nutzungsrandbedingungen, Klimadaten.
- [14] Wohnflächenentwicklung in Deutschland. Antwort der Bundesregierung (19/23056) vom 02.10.2020 auf eine Kleine Anfrage der Fraktion Bündnis 90/Die Grünen.
<https://dip21.bundestag.de/dip21/btd/19/230/1923056.pdf>
- [15] DIN V 18599-2: Energetische Bewertung von Gebäuden - Berechnung des Nutz-, End- und Primärenergiebedarfs für Heizung, Kühlung, Lüftung, Trinkwarmwasser und Beleuchtung - Teil 2: Nutzenergiebedarf für Heizen und Kühlen von Gebäudezonen.
- [16] DIN EN 16798-1: Energetische Bewertung von Gebäuden – Lüftung von Gebäuden – Teil 1: Eingangparameter für das Innenraumklima zur Auslegung und Bewertung der Energieeffizienz von Gebäuden bezüglich Raumluftqualität, Temperatur, Licht und Akustik. Beuth Verlag, Berlin (März 2022).
- [17] Umweltbundesamt: Leitfaden für Innenraumlufthygiene in Schulgebäuden. Berlin, 2008.
- [18] Lutz, Jenisch, Klopfer, Freymuth, Krampf, Petzold: Lehrbuch der Bauphysik. B. G. Teubner Verlag, 5. Auflage, November 2002.
- [19] DIN 4108-2: Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden – Teil 2: Mindestanforderungen an den Wärmeschutz. Beuth Verlag, Berlin (Februar 2013).
- [20] Online-Lexikon: Baunetz Wissen: Tageslichtquotient. Internetseite:
<https://www.baunetzwissen.de/licht/fachwissen/lichttechnische-groessen/tageslichtquotient-167196>.
- [21] Online-Lexikon: Baunetz Wissen: Trinkwassererwärmung. Internetseite:
<https://www.baunetzwissen.de/heizung/fachwissen/warmwasser/trinkwassererwaermung-161314>.
- [22] Ohm, G. S. et al.: EnOB: GreenFaBS – Einsatz von Grünfassaden zur Reduzierung des Kühlenergiebedarfs fassadenintegrierter dezentraler Gebäudetechnik (Schul- und Verwaltungsgebäude). Abschlussbericht. FKZ: 03ET1636. Nürnberg, Februar 2022.
- [23] EnArgus, Wiki: Speicherdichte. Internetseite:
<https://www.enargus.de/wiki/?q=Speicherdichte>.
- [24] Bundesverband Geothermie e.V.: Bibliothek, Lexikon der Geothermie, Begriff »Speicherleistung«. Internetseite: <https://www.geothermie.de/bibliothek/lexikon-der-geothermie/s/speicherleistung#:~:text=Die%20Speicherleistung%20gibt%20an%2C%20mit,und%20Auspeicherleistung%20k%C3%B6nnen%20unterschiedlich%20sein>.
- [25] Fraunhofer-Institut für Optronik, Systemtechnik und Bildauswertung IOSB, Consolar Solare Energiesysteme GmbH und Comgy GmbH: Dynamisches Optimierungsmodul zur angebots- und bedarfsgerechten Zuschaltung von Energieträgern kombiniert mit wärmepumpentauglichem Wärmespeicher. Abschlussbericht zum Verbundprojekt, Laufzeit: 01.10.2017 – 30.06.2021, FKZ: 03ETS001.
- [26] Willems, W. M.; Schild, K.; Dinter, S.; Stricker, D.: Formeln und Tabellen Bauphysik, Wärmeschutz – Feuchteschutz – Klima – Akustik – Brandschutz. 2. Auflage, Vieweg+Teubner Verlag, Wiesbaden 2010.