

Anhänge zum Endbericht

DATES-Projekt

Anhang A: „Dokumentation zur grafischen Benutzeroberfläche“,
erstellt von TPWD, Seite 1 bis 5

Anhang B: „Benutzerführung für die grafische Benutzeroberfläche“,
erstellt von TPWD, Seite 1 bis 12

Anhang C: „Nutzungsprofile für das DATES Analyse-Tool“,
erstellt von HRI-TUB und UdKB-VPT, Seite 1 bis 22

Anhang D: „Technische Dokumentation der Datenbank“,
Erstellt von HRI-TUB, Seite 1 bis 12

Anhang E: „Technische Dokumentation der Gebäudesimulation“,
erstellt von UdKB-VPT, Seite 1 bis 6

Anhang A

„Dokumentation zur grafischen Benutzeroberfläche“

erstellt von TPWD

Seite 1 bis 5

Dokumentation zur grafischen Benutzeroberfläche

Erstellung einer Benutzeroberfläche für das DATES Analyse-Tool

Projektpartner: e.on, BIM, TU Berlin, UdK Berlin, TPWD

Inhaltsübersicht

- Ausgangslage / Anfrage
- Anforderungen/ Problemstellung
- Benutzergruppen
- Herangehensweise
- Konzept Benutzeroberfläche
 - Benutzerführung + Modulbeschreibung
- Technisches Konzept
 - Aufschlüsselung Server Setup
 - Datenbank
 - Backend - Rails API
 - Frontend - VueJS und PDF Exporter

Ausgangslage / Anfrage

Im September 2019 wurde TPWD angefragt ein Angebot für das Projekt DATES abzugeben.

Die Projektanforderung bestand darin, dass in Kooperation mit der Technischen Universität Berlin (TU Berlin), der Universität der Künste Berlin (UdK Berlin), der Berliner Immobilienmanagement GmbH (BIM) und e.on ein digitales Analyse-Tool entwickelt werden sollte, welches die Erstellung eines energetischen Sanierungsfahrplans für öffentliche Liegenschaften ermöglichen und unterstützen soll.

Grundlage für die Erstellung dieses Tools waren die vorherigen Forschungsergebnisse des Teams, welche in einer Datenbank zusammengetragen und der TPWD für die Erstellung der Oberfläche zur Nutzung des Tools bereitgestellt wurden. Ziel war es, die Ergebnisse der Berechnungen zur Wirksamkeit von Sanierungsmaßnahmen über eine grafische Benutzeroberfläche sowohl für einzelne Gebäude als auch für Teile oder das gesamte Liegenschaftsportfolio darzustellen.

Die Benutzeroberfläche sollte für alle Nutzergruppen bedienbar, technisch nutzbar und verständlich sein. Hierfür wurden erste Wireframes mit ersten Überlegungen vom Projektteam geliefert, was den Einstieg für TPWD in die komplexe Thematik vereinfachte.

Die aus der Datenbank gelieferten Daten und Inhalte sollten über die GUI verständlich in textlicher und grafischer Form dargestellt werden. Hierzu wurden verschiedene Einträge der Datenbank zusammengeführt, Definitionen vorgegeben und Tabellen beschrieben, damit die Oberfläche die korrekten Daten und deren Ergebnis zusammenfasst (teilweise durch einfache Rechenoperationen ergänzt).

Um eine für alle nutzbare Oberfläche zu schaffen, sollte sich diese mittels einer REST API MYSQL mit der DATENBANK verbinden

Alle Oberflächen und die darin abrufbaren Informationen sollten über Exportfunktionen (bspw. PDF) verfügbar gemacht werden und somit außerhalb des Systems nutzbar sein. Darüber hinaus



sollten die Sanierungsvarianten auf Nutzergruppen-, Wirtschaftseinheiten- und Gebäudeeinheiten-Ebene als csv Datei für einen Export abrufbar sein.

Anforderungen/ Problemstellung

Die von der TU und UdK erstellten Datenbank auf Grundlage der Häuserdaten der BIM sollte in der Benutzeroberfläche vereinfacht dargestellt werden und Kernanfragen einfach aufbereitet sowie klar strukturiert wiedergeben.

Hierzu mussten die grafischen Oberflächen ausgearbeitet und in Zusammenarbeit mit den Akteuren abgestimmt werden.

Eine besondere Herausforderung bestand darin die komplexen Inhalte, welche über die Benutzeroberfläche dargestellt werden, intuitiv und übersichtlich zu strukturieren, damit letztlich nicht nur die BIM arbeiten kann, sondern auch politische Entscheidungsträger das Tool einfach bedienen und Informationen abrufen können. Für die Erstellung der GUI wurden zwei Hauptnutzergruppen definiert, welche im Verlauf der Bearbeitung berücksichtigt wurden.

Ausgangslage der Bearbeitung waren die anfänglich mitgelieferten Wireframes, welche als nahezu vollständig übermittelt wurden.

Da TPWD nicht den projektspezifischen wissenschaftlichen Hintergrund hat, musste eine Grundstruktur und die erforderlichen Informationen genauestens vom Kunden definiert werden. Hierzu zählte vor allem welche Nutzergruppen angelegt sind, welche Kennzahlen dargestellt werden, welche Maßnahmenpakete und Kombipakete es gibt.

Benutzergruppen

Es können grob zwei Nutzergruppen des Analyse-Tools DATES unterschieden werden:

- Die Mitarbeiter im Energie-und Umweltmanagement der BIM, welche Datensätze aus dem Analyse- Tool zur Weiterverwendung in das eigene Facility Management Programm exportieren sollen, um gebäudescharfe Sanierungsmaßnahmen zu planen. Hier stehen einzelne Gebäude und die Auswahl einzelner Sanierungsmaßnahmen im Vordergrund.
- Politische Entscheidungsträger, die einen Überblick über die Gesamtheit der Maßnahmen und Möglichkeiten der energetischen Sanierung öffentlicher Gebäude bekommen sollen. Hier steht die Erreichung klimapolitischer Ziele, sowie die erforderlichen Kosten und Prioritäten für das gesamte Portfolio im Vordergrund.

Herangehensweise

Im anfänglichen Verlauf der Bearbeitung wurden die Zielgruppen und die Nutzerführung eingehend betrachtet sowie die vom Kunden gelieferten Wireframes. Hierauf aufbauend wurde eine Userstory erstellt und geprüft wie userfreundlichen die Bedienbarkeit der aktuellen angedachten Oberflächen ist.

Nach eingehenden Gesprächen und ersten Korrekturen der neuen Oberfläche wurden diese weiter diskutiert und durch Korrekturen und Anmerkungen verfeinert.

Sobald wir mit den größten Zügen im grafischen Bereich fertig waren, wurde die technische Umsetzung begonnen. Die Bearbeitung beider Bereiche lief eine Weile parallel, jedoch wurde ab einem gewissen Zeitpunkt die grafische Bearbeitung abgeschlossen und alle weiteren Abänderungen direkt in der GUI umgesetzt.

Es wurden regelmäßig Treffen mit allen Projektpartnern durchgeführt, um den aktuellen Stand zu präsentieren und zu diesem Stand Feedback einzuholen. Der aktuelle Stand wurde zuerst mithilfe von klickbaren Design Prototypen und anschließend mit der programmierten Oberfläche präsentiert. Zusätzlich gab es Testschleifen, in denen die Projektpartner das Tool selbst testen und Anmerkungen hinzufügen konnten.

An den Projekttreffen haben zum einen Herr Wilke von e.on und entsprechend des jeweiligen Themengebietes, Mitarbeiter von TPWD teilgenommen, zum anderen gab es Treffen bei denen auch die TU, die BIM und die UdK anwesend waren.

Konzept Benutzeroberfläche

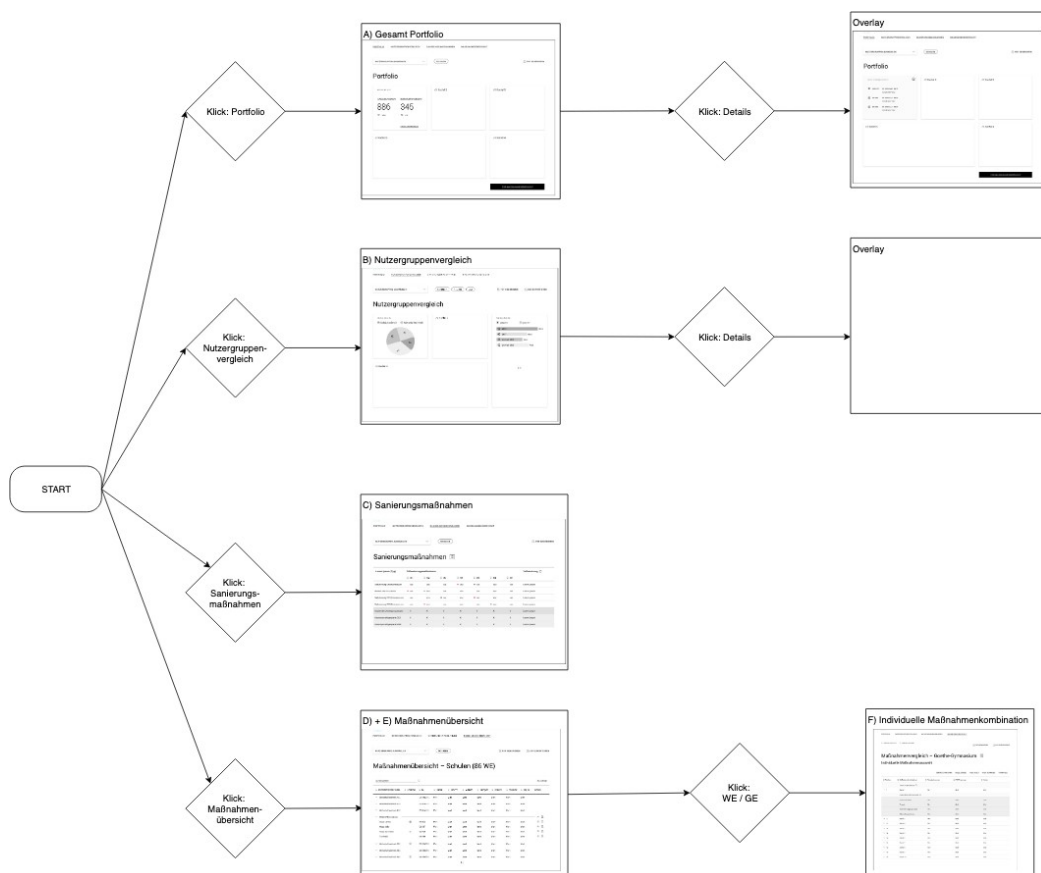


Abbildung 1: Benutzerführung + Modulbeschreibung

Technisches Konzept

Aufschlüsselung Server Setup

Statt die Software auf einem oder mehreren Notebooks direkt zu installieren haben wir empfohlen, einen klassischen Server bei einem externen Anbieter aufzusetzen.

- Nachteile bei einer Offline-Notebook-Installation:
die installierte Software ist nicht plattformunabhängig, sondern basiert auf dem dort installierten Windows-Betriebssystem



- das Verwenden eines integrierten Servers auf dem Notebook (Docker, traefik, DNS-Server) ist komplizierter und erfordert mehr technisches Verständnis als das alleinige Benutzen eines Webbrowsers
- für Updates an der Software oder an darunterliegenden Paketen muss physischer Zugriff zu dem Notebook stets gewährleistet sein
- das Update muss für jedes Endgerät einzeln durchgeführt werden und erfordert einen erhöhten Aufwand
- die Notebooks können beschädigt werden oder gar verloren gehen
- zusätzliche Nutzer führen zu weiteren Anschaffungs- und Installationskosten

Wir haben daher empfohlen und auch umgesetzt, die DATES-Software auf einem eigenen externen Server zu betreiben, auf den dann e.on und BIM über einen Webbrowser Zugriff haben.

Um den Sicherheits- und Offlineansprüchen dennoch gerecht zu werden, wurde der Zugriff auf den Server jedoch beschränkt. Über einen Passwortschutz vorab (.htaccess) kann die Webseite nicht von Google oder anderen Suchmaschinen erfasst werden und erschwert den Zugriff von unbekanntem Dritten.

Die Datenbank selbst ist nicht von außen direkt erreichbar, lediglich das Web-Interface ist für Nutzer zugänglich. Die gesamte Applikation läuft in einem Docker-Setup (Portainer) auf einem Server in einem Berliner Rechenzentrum.

Jeder Einzelbestandteil der App läuft in einem separaten Container und kommuniziert über eine API miteinander. Hierbei wird zwischen vier Apps unterschieden: der Datenbank, der Rails API, der VueJS App und dem PDF Exporter.

Datenbank

Die Datenbank (Maria DB) wurde von der TU exportiert und ohne die bestehenden Daten zu verändern auf dem Server wieder importiert. Anschließend wurde die Datenbank mit Konfigurationsdaten erweitert, wie zum Beispiel die Farbwerte für jede Nutzergruppe.

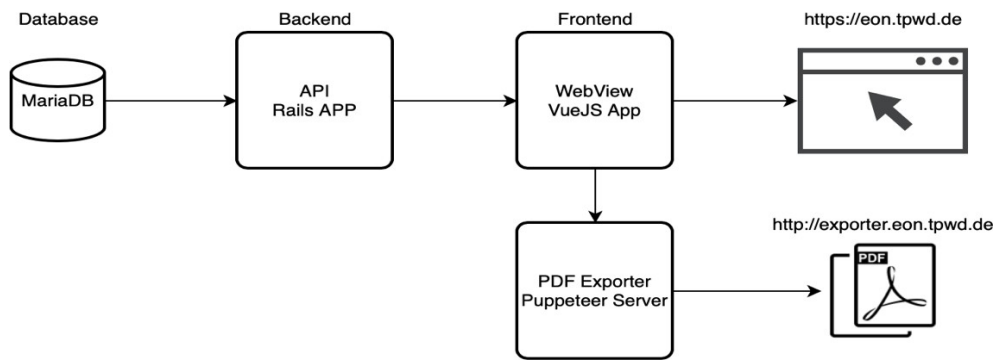
Backend - Rails API

Zwischen der Datenbank und der eigentlichen Ausgabe agiert die Rails App als Kommunikationsschicht. Hier werden einerseits die bestehenden Tabellen aus der Datenbank in Modelle übersetzt und andererseits wird eine API zur Verfügung gestellt, damit das Frontend Daten abrufen kann.

Der Austausch der Daten mit dem Frontend erfolgt über eine REST API, die JSON Daten übermittelt.

Frontend - VueJS und PDF Exporter

Als Frontend kommen gleich zwei Server zum Einsatz. Eine VueJS App, die über die API die JSON-Daten lädt und daraus HTML-Seiten erzeugt und ein NodeJS Server, der aus diesen HTML Seiten PDF Dateien generiert.



Anhang B

„Benutzerführung für die grafische Benutzeroberfläche“

erstellt von TPWD

Seite 1 bis 12

Benutzerführung für die grafische Benutzeroberfläche

Startseite

Beim Öffnen von eon-dates gelangt man auf den Startscreen mit allen Nutzungsbedingungen. Diese müssen aktiv akzeptiert werden, damit man die weiteren Seiten besuchen kann.

DATES – Sanierungsvarianten für das SILB-Portfolio



Diese Datenbank wurde im Rahmen des DATES Projektes (Digitales Analyse-Tool für Energetische Sanierungsfahrpläne) durch eine Kooperation der Berliner Immobilien Management GmbH (BIM), des Hermann Rietschel Instituts der TU Berlin (TUB), des Fachgebiets Versorgungsplanung und Versorgungstechnik der Universität der Künste Berlin (UdK) und der E.ON Energy Solutions GmbH entwickelt. Das Projekt wurde aus Mitteln des Energiefonds Berlin im Zeitraum 2018 bis 2020 gefördert.

In den folgenden Ansichten werden die wichtigsten Ergebnisse des DATES Projektes in übersichtlicher Form dargestellt. Dies betrifft einerseits einen Überblick über die energetischen Kennwerte der Liegenschaften und Gebäude der landeseigenen Gebäude Berlins, die im SILB-Portfolio zusammengefasst sind, für das sog. „Baseline-Jahr“ 2010. Andererseits können die umfangreichen Ergebnisse der Simulation der Wirksamkeit unterschiedlicher Sanierungsmaßnahmen für das gesamte SILB-Portfolio, einzelne Nutzergruppen, Wirtschaftseinheiten und Gebäude angezeigt und für die weitere Verarbeitung in einem Gebäude-Management-System exportiert werden. Die berechneten Daten stellen somit eine wertvolle Grundlage für die Erstellung eines energetischen Sanierungsfahrplanes dar und leisten einen wichtigen Beitrag zur Erreichung der Klimaschutzziele Berlins.

Die Nutzung der Anwendung und sämtlicher angezeigter Daten ist ausschließlich den Kooperationspartnern des DATES Projektes gestattet.

AKZEPTIEREN

Technischer Partner

Konzeption + Layout + Technische Realisierung

The People Who Do TPWD GmbH
Oranienstraße 185
10999 Berlin
Tel.: 030 2345 9790
E-Mail: hello@thepeoplewhodo.com
Internet: thepeoplewhodo.com

Die Nutzung der Anwendung und sämtlicher angezeigter Daten ist ausschließlich den Kooperationspartnern des DATES Projektes gestattet

Bitte stimmen Sie den Nutzungsbedingungen zu

Bei Nichtauswahl der Nutzungsbedingungen wird man durch eine Validierung darauf hingewiesen. Der Button "Akzeptieren" ist erst klickbar nach erfolgreicher Auswahl

AKZEPTIEREN



Dokumentation TPWD

Die Navigation befindet sich als Leiste auf jeder Seite. Von dort aus, kann zu den Seiten "Portfolio", "Nutzergruppenvergleich", "Sanierungsvarianten" oder "Wirtschaftseinheiten" navigiert werden.

Außerdem befindet sich in der Navigation die Möglichkeit, die jeweilige besuchte Seite als PDF zu generieren. Bei Klick auf diesen Button öffnet sich eine Ladesymbol, welches nach erfolgreichem Export verschwindet.

[PORTFOLIO](#)

[NUTZERGRUPPENVERGLEICH](#)

[SANIERUNGSVARIANTEN](#)

[WIRTSCHAFTSEINHEITEN](#)

 PDF GENERIEREN

Icon Verwendung



Info Icon zeigt auf, dass weitere Informationen bereit stehen. Diese können durch einen Hover als Tooltip angefordert werden.



Denkmalschutz Icon wird verwendet, um denkmalgeschützte Gebäude zu symbolisieren

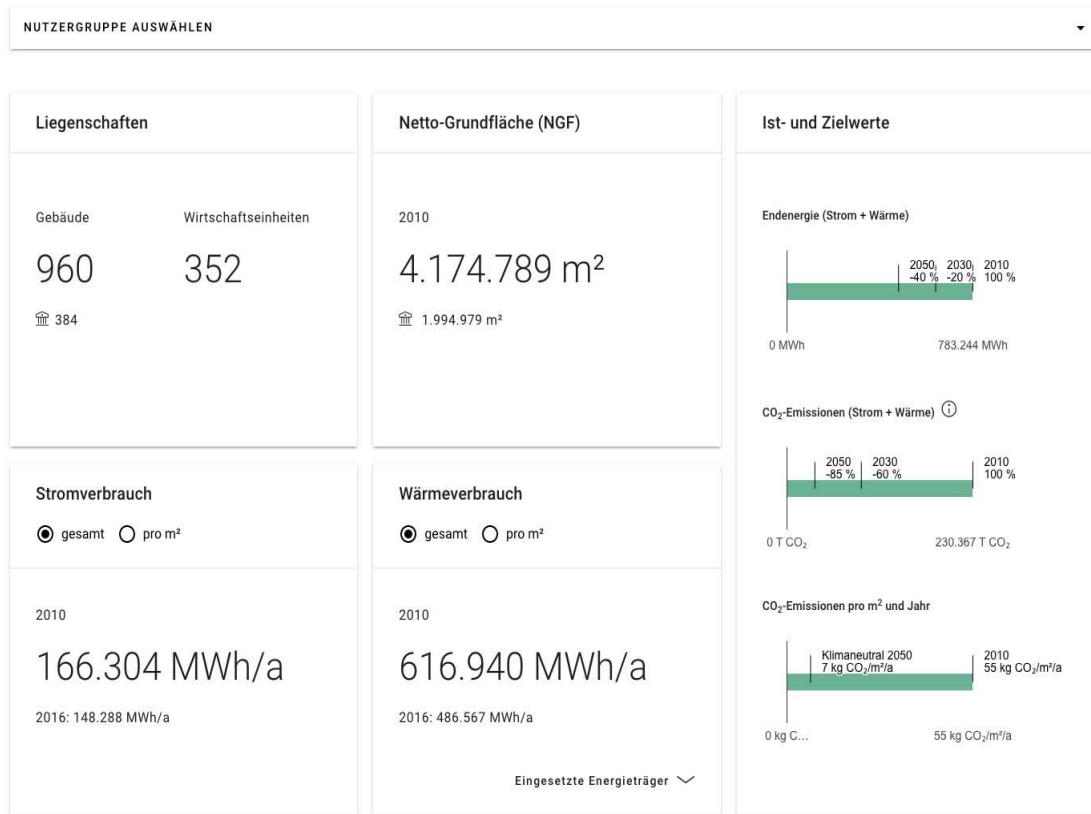
Portfolio

Im Portfolio sind für jede Nutzergruppe oder für das gesamte SILB Portfolio die folgenden Kennzahlen abgebildet:

- Anzahl der Gebäude und Wirtschaftseinheiten
- Netto Grundfläche für 2010
- Anzahl der denkmalgeschützten Gebäude und deren Netto Grund Fläche
- Stromverbrauch für 2010 und 2016 (gesamt / pro m₂)
- Wärmeverbrauch für 2010 und 2016 (gesamt / pro m₂) nicht witterungsbereinigt!
- Endenergie und CO₂-Emissionen Istwerte im Vergleich zu den Zielwerten 2030 und 2050



SILB-Portfolio 2010



ZU DEN WIRTSCHAFTSEINHEITEN

Bei Klick auf den Button "Wirtschaftseinheiten" gelangt man auf die Seite "Übersicht Wirtschaftseinheiten". Dies kann von Vorteil sein, wenn eine Nutzergruppe ausgewählt ist und man für diese Nutzergruppe alle Wirtschaftseinheiten plus deren Gebäude sehen möchte.



Die Nutzergruppen Auswahl erfolgt über eine Dropdown Liste. Diese Auswahl auf der Portfolio Seite ist eine einfach Auswahl. Entweder eine Nutzergruppe oder das gesamte SILB Portfolio kann ausgewählt werden.

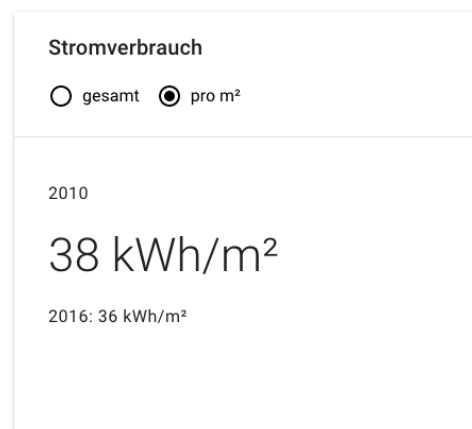
Die Standardauswahl beim Betreten der Seite ist das gesamte SILB Portfolio.

SILB-Portfolio 2010

| |
|----------------------------------|
| Gesamtes SILB-Portfolio 960 GE |
| Allgemeiner Bestand 110 GE |
| Feuerwehr 105 GE |
| Flüchtlingsunterbringung 52 GE |
| Gerichte 33 GE |
| JVA 128 GE |
| Kultur 90 GE |
| Polizei 244 GE |
| Schulen 193 GE |

Der Einsatz von Radio Buttons symbolisiert die Umschaltmöglichkeit zweier Werte. In diesem Fall kann zwischen gesamt und pro m² ausgewählt werden.

Die Standardauswahl bei Betreten der Seite ist der Gesamtwert.



Der Wärmeverbrauch kann durch Klick auf den Button "Eingesetzte Energieträger" mit einer Aufschlüsselung der Werte in Öl, Gas und Fernwärme ergänzt werden.

Das Verlassen dieser Ansicht erfolgt über das Schließen Icon am rechten, oberen Rand der Kachel

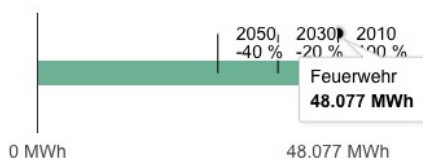


Eingesetzte Energieträger ⊗

Gesamt

| | Öl in MWh/a | Gas in MWh/a | Fernwärme in MWh/a |
|------|-------------|--------------|--------------------|
| 2010 | 462 MWh/a | 29.672 MWh/a | 10.088 MWh/a |
| 2016 | 389 MWh/a | 22.951 MWh/a | 7.618 MWh/a |

Endenergie (Strom + Wärme)



Die Grafiken sind interaktiv und zeigen durch einen Mouseover, Tooltips der Werte für die jeweilige Nutzergruppe auf.

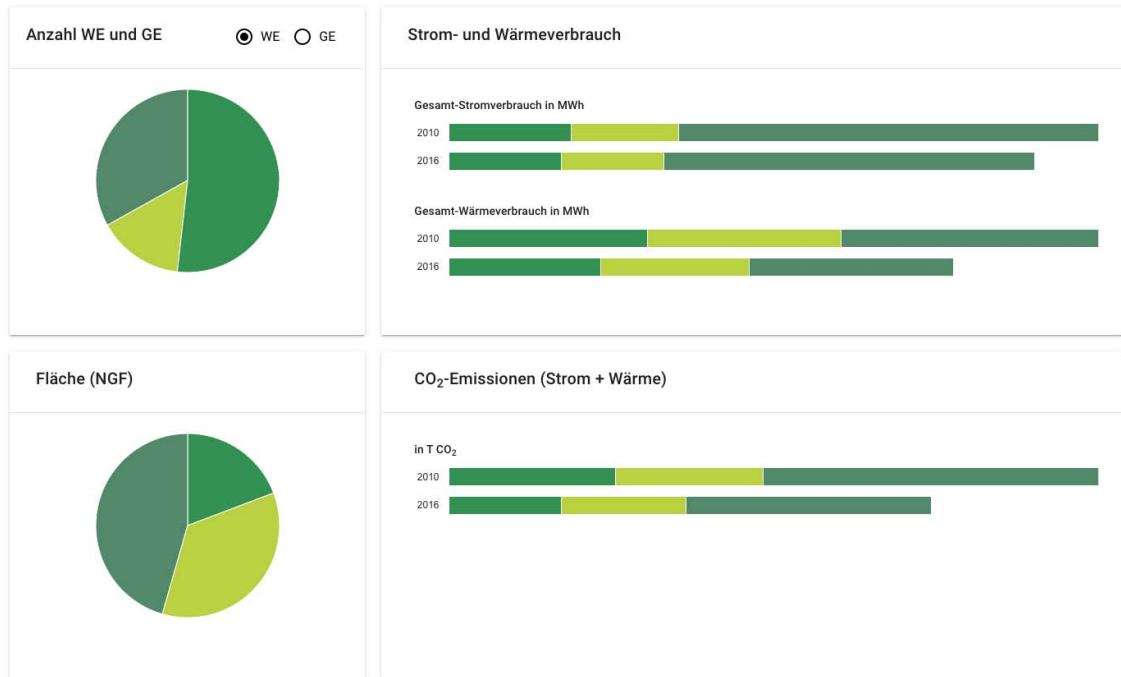
Nutzergruppenvergleich

Im Nutzergruppenvergleich werden die gleichen Kennzahlen abgebildet wie im Portfolio. Der Unterschied ist jedoch, dass Nutzergruppen mit einander verglichen werden können. So kann man das Verhältnis zwischen zwei oder mehreren Nutzergruppen in den gezeigten Kennzahlen sehen.

Nutzergruppenvergleich

Feuerwehr | 105 GE ✕ Gerichte | 33 GE ✕ Kultur | 90 GE ✕

Legende
■ Gerichte ■ Feuerwehr ■ Kultur



Die Grafiken sind interaktiv und zeigen durch einen Mouseover, Tooltips der Werte für die jeweilige Nutzergruppe auf.



Die Nutzergruppen Auswahl erfolgt wieder über eine Dropdown Liste. Im Gegensatz zum Portfolio ist hier jedoch eine Mehrfach Auswahl möglich.

Die Standardauswahl beim Betreten der Seite ist das gesamte SILB Portfolio.

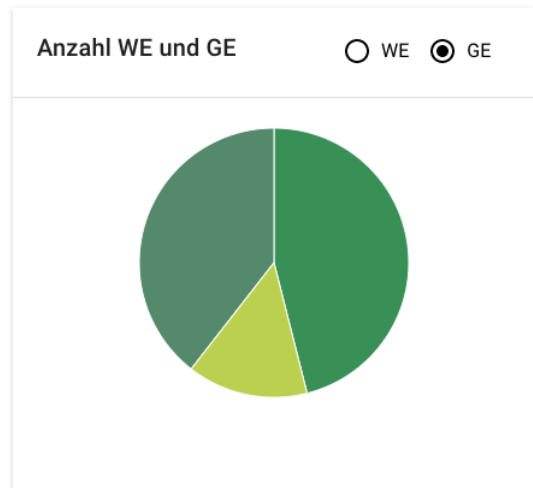
Nutzergruppenvergleich

| | |
|-------------------------------------|----------------------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> | Gesamtes SILB Portfolio 960 GE |
| <input type="checkbox"/> | Allgemeiner Bestand 110 GE |
| <input checked="" type="checkbox"/> | Feuerwehr 105 GE |
| <input type="checkbox"/> | Flüchtlingsunterbringung 52 GE |
| <input checked="" type="checkbox"/> | Gerichte 33 GE |
| <input type="checkbox"/> | JVA 128 GE |
| <input checked="" type="checkbox"/> | Kultur 90 GE |
| <input type="checkbox"/> | Polizei 244 GE |
| <input type="checkbox"/> | Schulen 193 GE |

gesamt-wärmeverbrauch in MWh

Der Einsatz von Radio Buttons symbolisiert die Umschaltmöglichkeit zweier Werte. In diesem Fall kann zwischen Wirtschaftseinheiten und Gebäudeeinheiten unterschieden werden.

Die Standardauswahl bei Betreten der Seite ist Wirtschaftseinheiten.



Sanierungsvarianten

In den Sanierungsvarianten werden sechs Maßnahmenkombinationen mit deren jeweiligen Sanierungseffekten aufgezeigt. Zu jeder Maßnahmenkombination gibt es durch Hover Informationen, nach welchen Kriterien die Maßnahmen ausgewählt wurden.

Die Nutzergruppen Auswahl erfolgt als Einfachauswahl über eine Dropdown Liste.

Sanierungsvarianten

NUTZERGRUPPE AUSWÄHLEN

Effekte der Sanierung pro Jahr

| Optimiert nach Bewertungskriterium | Endenergieeinsparung in MWh und % ↑ | Primärenergieeinsparung in MWh und % ↑ | CO ₂ -Einsparung in T CO ₂ und % ↑ | Investitionskosten in € (einmalig) ↑ | Kosten CO ₂ -Einsparung in €/T CO ₂ ↑ | Kosten Endenergieeinsparung in €/MWh ↑ | csv-Download |
|---|-------------------------------------|--|--|--------------------------------------|---|--|--------------|
| BIM Faktor | 94.136 MWh 12,02 % | 78.726 MWh 8,07 % | 21.808 T CO ₂ 9,47 % | 125.778.234 € | 5.767 €/T CO ₂ | 1.336 €/MWh | |
| Max. Einsparung CO ₂ | 142.155 MWh 18,15 % | 129.102 MWh 13,24 % | 34.385 T CO ₂ 14,93 % | 473.231.294 € | 13.763 €/T CO ₂ | 3.329 €/MWh | |
| Max. Einsparung Endenergie | 142.155 MWh 18,15 % | 129.102 MWh 13,24 % | 34.385 T CO ₂ 14,93 % | 473.231.294 € | 13.763 €/T CO ₂ | 3.329 €/MWh | |
| Kosteneffizienz Endenergie Einsparung (€/kWh) | 9.610 MWh 1,23 % | 10.971 MWh 1,13 % | 2.037 T CO ₂ 0,88 % | 5.200.677 € | 2.553 €/T CO ₂ | 541 €/MWh | |
| Kosteneffizienz CO ₂ -Einsparung (€/kg CO ₂) | 9.610 MWh 1,23 % | 10.971 MWh 1,13 % | 2.037 T CO ₂ 0,88 % | 5.200.677 € | 2.553 €/T CO ₂ | 541 €/MWh | |
| Max. Primärenergie Einsparung | 142.155 MWh 18,15 % | 129.102 MWh 13,24 % | 34.385 T CO ₂ 14,93 % | 473.231.294 € | 13.763 €/T CO ₂ | 3.329 €/MWh | |

Endenergieeinsparung in MWh und % ↓

Primärenergieeinsparung in MWh und % ↑

Die Tabelle ist sortierbar und kann durch Klick auf das entsprechende Kopfzeilen Element aufsteigend oder absteigend sortiert werden. Ob und welche Spalte aktiv ist, wird durch eine graue Hinterlegung symbolisiert

Jede Maßnahmenkombination kann als csv über den Button



am rechten Ende der Zeile exportiert werden.

Übersicht Wirtschaftseinheiten

In dieser Übersicht werden alle Wirtschaftseinheiten inklusive der Gebäude je ausgewählter Nutzergruppe in einer Tabelle dargestellt.

Die wichtigsten Kennzahlen zu den Liegenschaften werden in der Tabelle dargestellt. Für mehr Informationen kann das Stammdatenblatt angefordert werden.

Übersicht Wirtschaftseinheiten

Die Nutzergruppen Auswahl erfolgt als Mehrfachauswahl über eine Dropdown Liste. Die Standardauswahl beim Betreten der Seite ist das

Werte für 2010

NUTZERGRUPPEN AUSWÄHLEN ▼

GE/WE 331 WE

| Name der Wirtschaftseinheit ↑ | WE/GE Nr. ↑ | Denkmal ↑ | Stromverbrauch pro Jahr ↑ | Wärmeverbrauch pro Jahr ↑ | Primärenergieverbrauch pro Jahr ↑ | CO ₂ -Emissionen pro Jahr ↑ | Stammdaten | Sanierungsempfehlungen |
|--|-------------|-----------|---------------------------|---------------------------|-----------------------------------|--|------------|------------------------|
| ▼ Jüdenstr. 1 | 30001 | | 1.150 MWh | 2.861 MWh | 4.992 MWh | 1.329 T CO ₂ | | |
| ▼ Klosterstr. 59 | 30002 | | 1.738 MWh | 1.821 MWh | 5.792 MWh | 1.396 T CO ₂ | | |
| ▼ Oranienstr. 106 | 30003 | | 859 MWh | 2.122 MWh | 3.719 MWh | 989 T CO ₂ | | |
| ▼ Storkower Str. 134 | 30004 | | 689 MWh | 1.663 MWh | 2.955 MWh | 783 T CO ₂ | | |
| ▼ Albrecht-Achilles-Str. 61 - 64 | 30005 | | 207 MWh | 1.009 MWh | 1.244 MWh | 360 T CO ₂ | | |
| ▼ Alt-Friedrichsfelde 60 | 30007 | | 3.564 MWh | 9.045 MWh | 15.619 MWh | 4.159 T CO ₂ | | |
| ▼ Am Köllnischen Park 3 / Rungestraße 29 | 30027 | | 562 MWh | 1.761 MWh | 2.694 MWh | 738 T CO ₂ | | |
| ▼ An der Urania 4-10 | 30028 | | 515 MWh | 1.383 MWh | 2.307 MWh | 620 T CO ₂ | | |
| ▼ Belziger Str. 52-58 | 30030 | | 297 MWh | 212 MWh | 1.005 MWh | 207 T CO ₂ | | |
| ▼ Bismarckstr. 48 | 30031 | | 456 MWh | 1.995 MWh | 2.583 MWh | 737 T CO ₂ | | |
| ▼ Bredtschneiderstr. 5 | 30032 | | 270 MWh | 1.371 MWh | 1.662 MWh | 483 T CO ₂ | | |
| ▼ Brodauer Str. 16-22 | 30033 | | 11 MWh | 140 MWh | 184 MWh | 34 T CO ₂ | | |
| ▼ Brunnenstr. 188-190 | 30034 | | 601 MWh | 2.278 MWh | 4.068 MWh | 788 T CO ₂ | | |
| ▼ Potsdamer Str. 140 | 30035 | | 215 MWh | 684 MWh | 1.039 MWh | 285 T CO ₂ | | |

WEITERE WIRTSCHAFTSEINHEITEN



GE/WE 

Stromverbrauch pro
Jahr ↓

Wärmeverbrauch
pro Jahr ↑

▼ Jüdenstr. 1

▲ Klosterstr. 59

Haus 01 - Klosterstr. 59



WEITERE WIRTSCHAFTSEINHEITEN

Es ist möglich, die Tabelleneinträge mit einer Suchmaske zu filtern. Suchmöglichkeiten sind WE und GE Nummern, sowie deren Namen

Auch in dieser Tabelle ist eine Sortierbarkeit durch Klick auf die entsprechende Kopfzeile möglich.

Jede Zeile bildet eine Wirtschaftseinheit mit den dazugehörigen Kennzahlen ab. Durch Klick auf das Pfeil Symbol können die Gebäude zu einer WE ausgeklappt werden

In jeder Zeile gibt es zwei Buttons. Der linke Button öffnet ein Overlay mit den Stammdaten zu der jeweiligen WE oder GE.

Der rechte Button navigiert in die Unterseite "Sanierungsvarianten WE/GE" für die jeweilige WE oder GE.

Beim Öffnen der Seite werden initial 20 Wirtschaftseinheiten geladen. Durch Klick auf den Button "Weitere Sanierungsvarianten" werden 20 neue Wirtschaftseinheiten geladen

Sanierungsvarianten WE/GE

In den Sanierungsvarianten werden sechs Maßnahmenkombinationen mit deren jeweiligen Sanierungseffekten aufgezeigt. Zu jeder Maßnahmenkombination gibt es durch Hover Informationen, nach welchen Kriterien die Maßnahmen ausgewählt wurden.

← ÜBERSICHT WIRTSCHAFTSEINHEITEN

Sanierungsvarianten für WE

Alt-Friedrichsfelde 60 - Allgemeiner Bestand STAMMDATEN

ALT-FRIEDRICHSFELDE 60 HAUS 01 - ALT-FRIEDRICHSFELDE 60 HAUS 02 - ALT-FRIEDRICHSFELDE 60 HAUS 03 - ALT-FRIEDRICHSFELDE 60 HAUS 05 - ALT-FRIEDRICHSFELDE 60

| Effekte der Sanierung pro Jahr | | | | | | | |
|---|-------------------------------------|--|--|--------------------------------------|---|--|--------------|
| Optimiert nach Bewertungskriterium und weitere Sanierungsvarianten | Endenergieeinsparung in MWh und % ↑ | Primärenergieeinsparung in MWh und % ↑ | CO ₂ -Einsparung in T CO ₂ und % ↑ | Investitionskosten in € (einmalig) ↑ | Kosten CO ₂ -Einsparung in €/T CO ₂ ↑ | Kosten Endenergieeinsparung in €/MWh ↑ | csv-Download |
| BIM Faktor | 1.908.533 MWh 15,14 % | 1.353.641 MWh 8,67 % | 468.933 T CO ₂ 11,27 % | 2.980.980 € | 6 €/T CO ₂ | 33 €/MWh | |
| Max. Einsparung CO ₂ | 3.157.999 MWh 25,05 % | 2.478.739 MWh 15,87 % | 813.797 T CO ₂ 19,57 % | 3.507.971 € | 4 €/T CO ₂ | 14 €/MWh | |
| Max. Einsparung Endenergie | 3.157.999 MWh 25,05 % | 2.478.739 MWh 15,87 % | 813.797 T CO ₂ 19,57 % | 3.507.971 € | 4 €/T CO ₂ | 14 €/MWh | |
| Kosteneffizienz Endenergie Einsparung (€/kWh) | 19.552 MWh 0,16 % | 50.829 MWh 0,33 % | 10.707 T CO ₂ 0,26 % | 9.036 € | 1 €/T CO ₂ | 4 €/MWh | |
| Kosteneffizienz CO ₂ -Einsparung (€/kg CO ₂) | 19.552 MWh 0,16 % | 50.829 MWh 0,33 % | 10.707 T CO ₂ 0,26 % | 9.036 € | 1 €/T CO ₂ | 4 €/MWh | |
| Max. Primärenergie Einsparung | 3.157.999 MWh | 2.478.739 MWh | 813.797 T CO ₂ | 3.507.971 € | 4 €/T CO ₂ | 14 €/MWh | |

Das Tabsystem ermöglicht das einfache Wechseln zwischen der Wirtschaftseinheit und deren Gebäudeeinheiten. Gibt es nur ein Gebäude zu einer Wirtschaftseinheit, so wird nur dieses eine Gebäude (ohne WE) dargestellt.



← ÜBERSICHT WIRTSCHAFTSEINHEITEN

Sanierungsvarianten für GE

Haus 01 - Alt-Friedrichsfelde 60 - Allgemeiner Bestand

STAMMDATEN

| Effekte der Sanierung pro Jahr | | | | | | | | |
|---|--|-------------------------------------|--|--|--------------------------------------|---|--|--------------|
| Optimiert nach Bewertungskriterium und weitere Sanierungsvarianten | | Endenergieeinsparung in MWh und % ↑ | Primärenergieeinsparung in MWh und % ↑ | CO ₂ -Einsparung in T CO ₂ und % ↑ | Investitionskosten in € (einmalig) ↑ | Kosten CO ₂ -Einsparung in €/T CO ₂ ↑ | Kosten Endenergieeinsparung in €/MWh ↑ | csv-Download |
| ▼ BIM Faktor | | 1.179.920 MWh 34,18 % | 882.087 MWh 20,63 % | 296.868 T CO ₂ 26,07 % | 1.215.070 € | 4 €/T CO ₂ | 1 €/MWh | |
| ▼ Max. Einsparung CO ₂ | | 1.216.710 MWh 35,25 % | 977.757 MWh 22,87 % | 317.020 T CO ₂ 27,84 % | 1.219.070 € | 4 €/T CO ₂ | 1 €/MWh | |
| ▼ Max. Einsparung Endenergie | | 1.216.710 MWh 35,25 % | 977.757 MWh 22,87 % | 317.020 T CO ₂ 27,84 % | 1.219.070 € | 4 €/T CO ₂ | 1 €/MWh | |
| ▼ Kosteneffizienz Endenergie Einsparung (€/kWh) | | 683.590 MWh 19,80 % | 602.337 MWh 14,09 % | 186.462 T CO ₂ 16,37 % | 558.881 € | 3 €/T CO ₂ | 1 €/MWh | |
| ▼ Kosteneffizienz CO ₂ -Einsparung (€/kg CO ₂) | | 683.590 MWh 19,80 % | 602.337 MWh 14,09 % | 186.462 T CO ₂ 16,37 % | 558.881 € | 3 €/T CO ₂ | 1 €/MWh | |
| ▼ Max. Primärenergie Einsparung | | 1.216.710 MWh | 977.757 MWh | 317.020 T CO ₂ | 1.219.070 € | 4 €/T CO ₂ | 1 €/MWh | |

WEITERE SANIERUNGSVARIANTEN

Bei Auswahl einer Gebäudeeinheit verändert sich die Oberfläche soweit, dass die Maßnahmenkombinationen ausklappbar sind und die jeweilige Maßnahmenkombination aufschlüsseln.

Zusätzlich ist es hier möglich, durch Klick auf den Button "Weitere Sanierungsvarianten", alle weiteren validen Maßnahmenkombinationen anzeigen zu lassen.

Endenergieeinsparung
in MWh und % ↓Primärenergieeinsparung
in MWh und % ↑

Auch in dieser Tabelle ist eine Sortierbarkeit durch Klick auf die entsprechende Kopfzeile möglich.

Jede Maßnahmenkombination kann als csv über den Butto



am rechten Ende der Zeile exportiert werden.

Anhang C

„Nutzungsprofile für das DATES Analyse-Tool“

erstellt von HRI-TUB und UdKB-VPT

Seite 1 bis 22

Nutzungsprofile für das DATES Analyse-Tool

Für die Ermittlung der Wärmebedarfe der einzelnen Gebäude wurden nutzungsspezifische Jahresprofile nach (wolf:2019) erstellt. Die beschriebene Methodik erweitert das Typtageskonzept der (vdi_4655:2008) so, dass auch Teilnutzungs- und Schließungsperioden abgebildet werden können. Die für die Untersuchungen im Rahmen des DATES-Projektes verwendeten Jahresgänge werden im Folgenden dargestellt.

Gebäudeallgemein (Büro)

Raumtemperatur

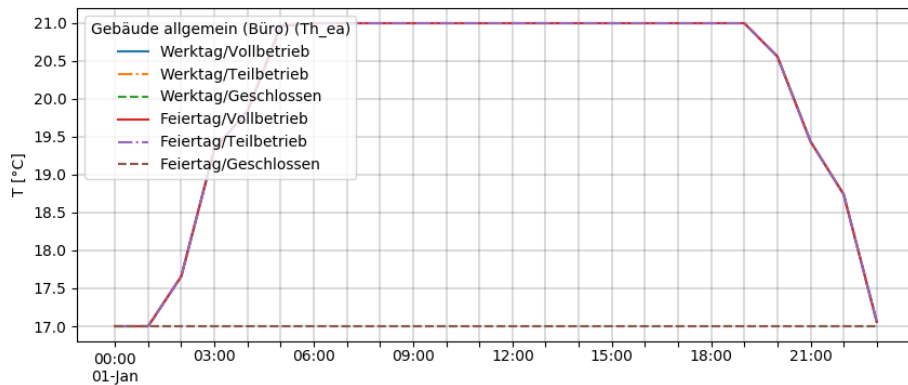


Abbildung 2: Typtagesprofile der Raumtemperatur für Gebäude allgemein (Büro)

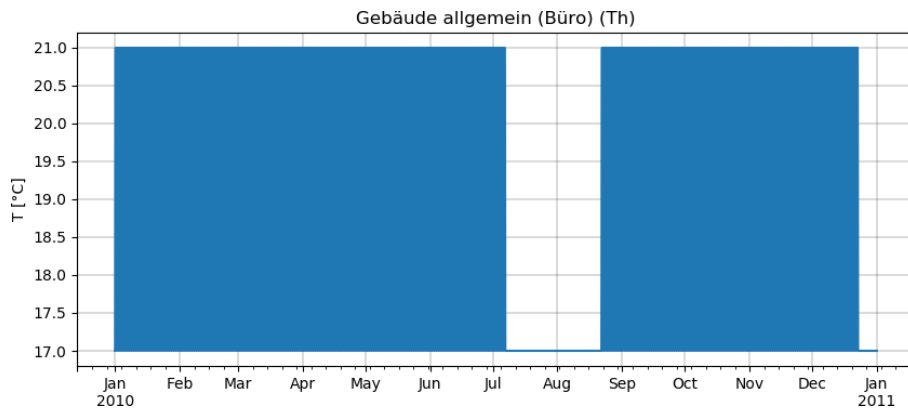


Abbildung 3: Jahresprofil 2010 der Raumtemperatur für Gebäude allgemein (Büro)

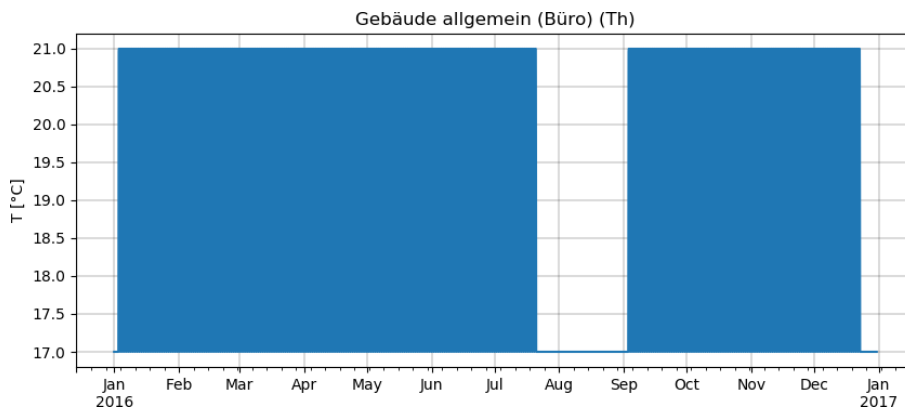


Abbildung 4: Jahresprofil 2016 der Raumtemperatur für Gebäude allgemein (Büro)

Notwendiger Luftwechsel

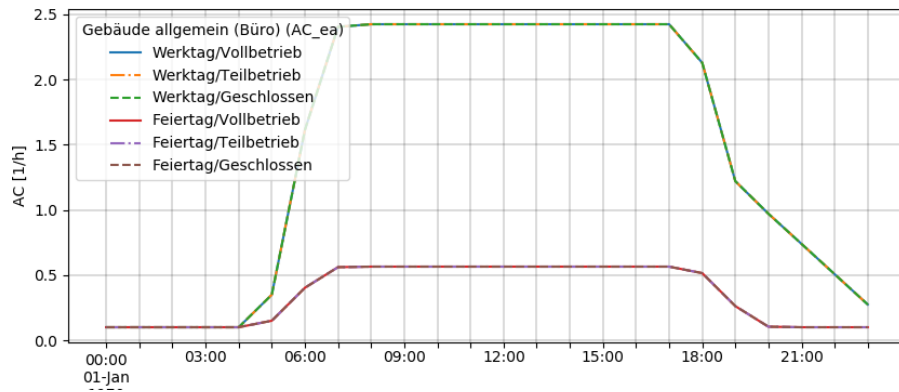


Abbildung 5: Typtagesprofile des notwendigen Luftwechsels für Gebäude allgemein (Büro)

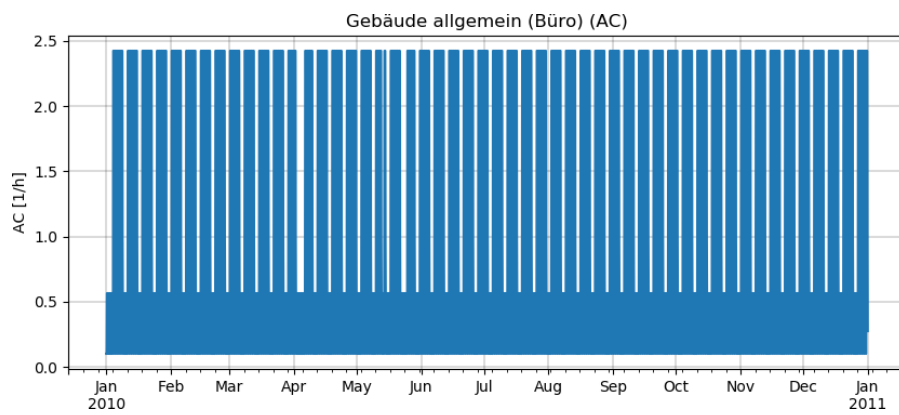


Abbildung 6: Jahresprofil 2010 des notwendigen Luftwechsels für Gebäude allgemein (Büro)

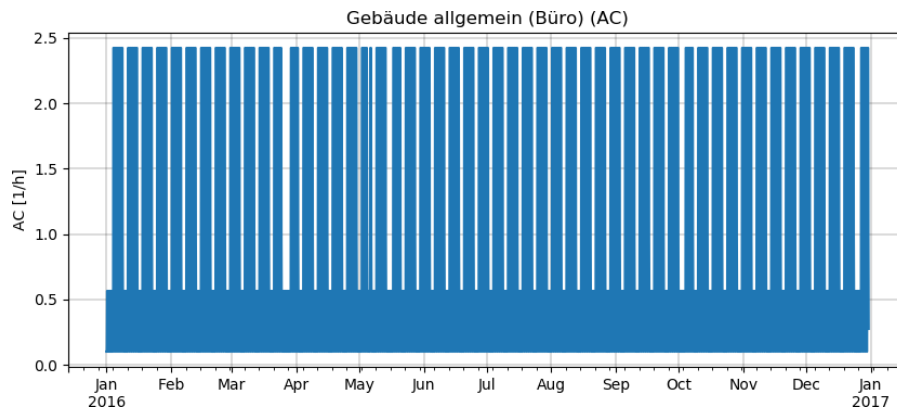


Abbildung 7: Jahresprofil 2016 des notwendigen Luftwechsels für Gebäude allgemein (Büro)

Innere Gewinne/Lasten

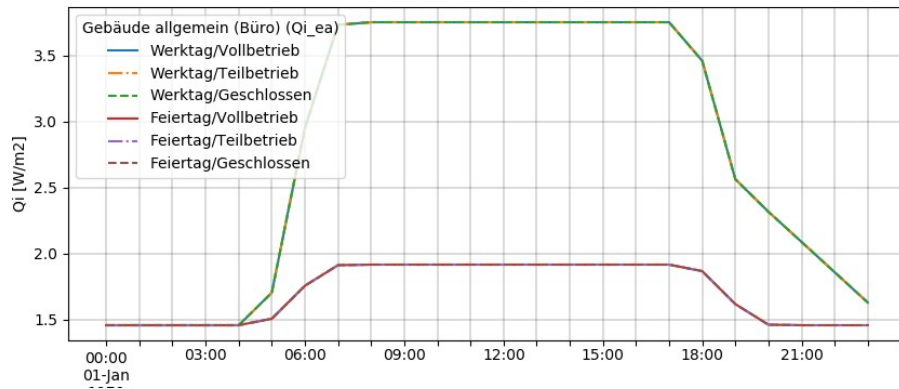


Abbildung 8: Typtagesprofile der inneren Gewinne/Lasten in Prozent für Gebäude allgemein (Büro)

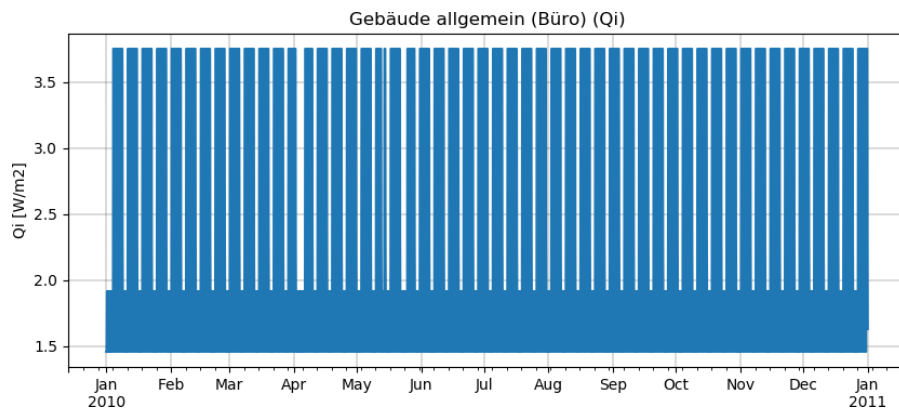


Abbildung 9: Jahresprofil 2010 der innere Gewinne/Lasten für Gebäude allgemein (Büro)

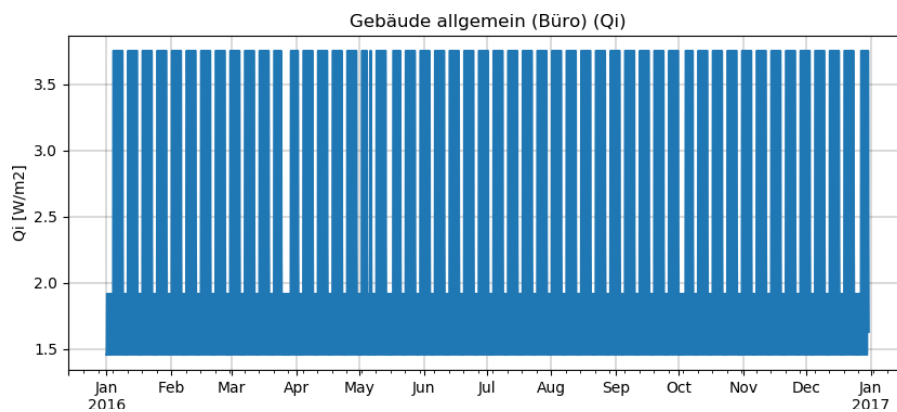


Abbildung 10: Jahresprofil 2016 der innere Gewinne/Lasten für Gebäude allgemein (Büro)

Gerichtsgebäude

Raumtemperatur

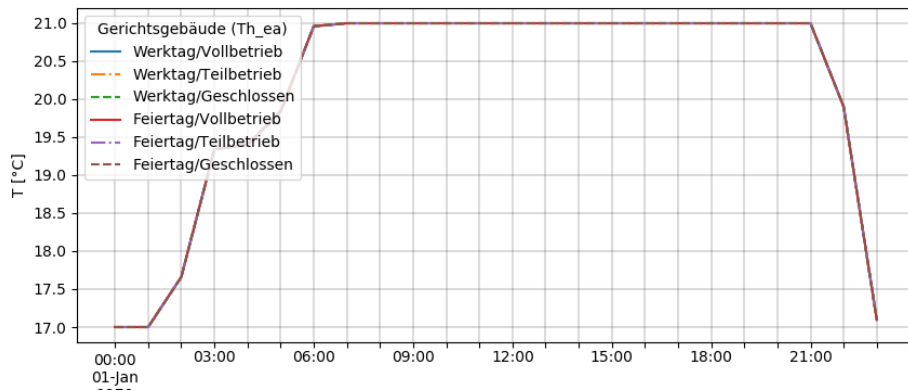


Abbildung 11: Typtagesprofile der Raumtemperatur für Gerichtsgebäude

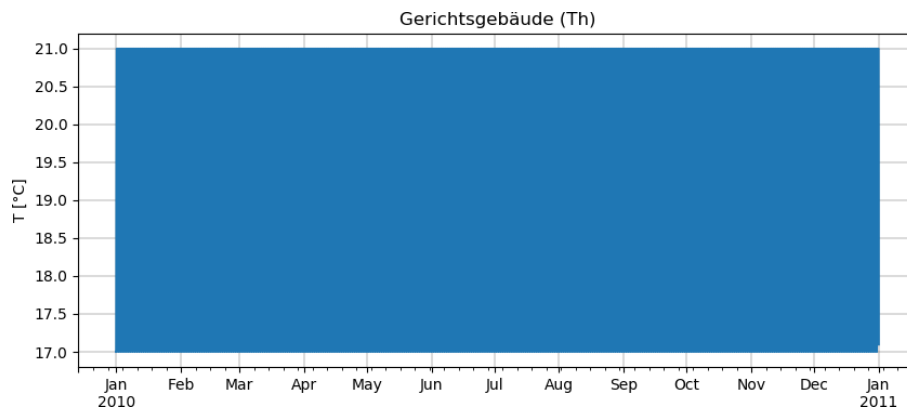


Abbildung 12: Jahresprofil 2010 der Raumtemperatur für Gerichtsgebäude

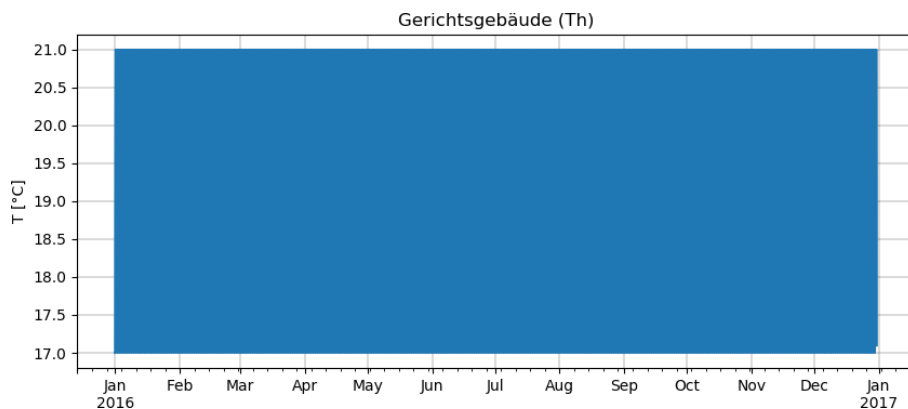


Abbildung 13: Jahresprofil 2016 der Raumtemperatur für Gerichtsgebäude

Notwendiger Luftwechsel

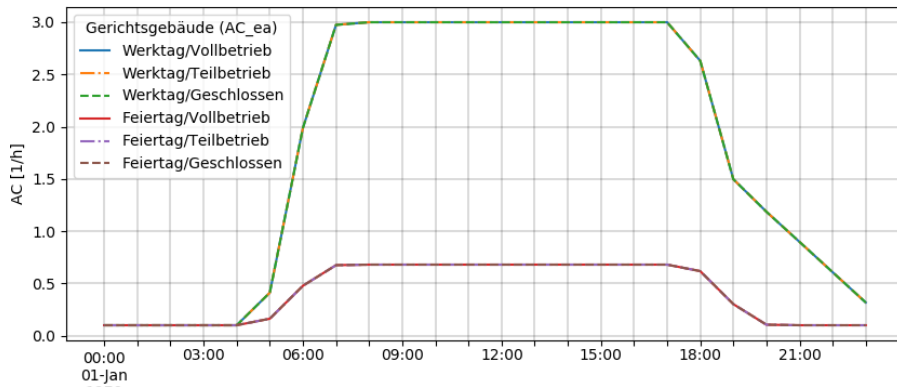


Abbildung 14: Typtagesprofile des notwendigen Luftwechsels für Gerichtsgebäude

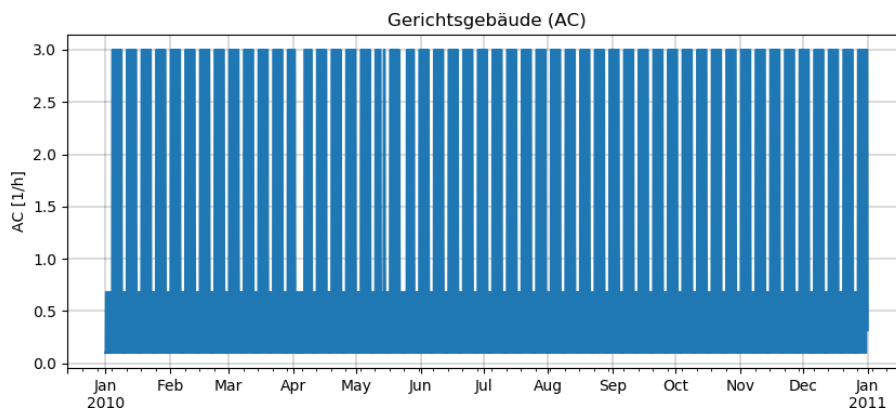


Abbildung 15: Jahresprofil 2010 des notwendigen Luftwechsels für Gerichtsgebäude

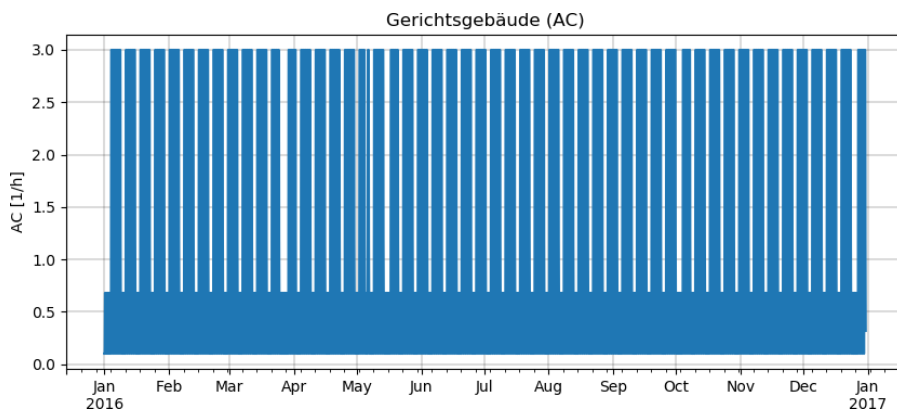


Abbildung 16: Jahresprofil 2016 des notwendigen Luftwechsels für Gerichtsgebäude

Innere Gewinne/Lasten

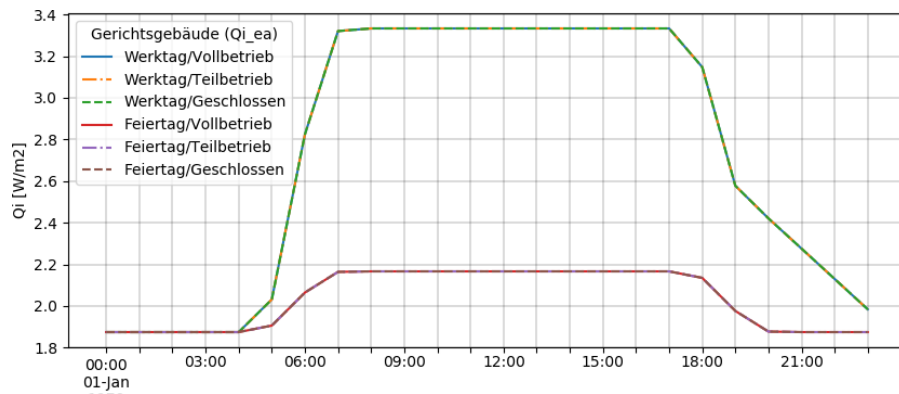


Abbildung 17: Typtagesprofile der inneren Gewinne/Lasten in Prozent für Gerichtsgebäude

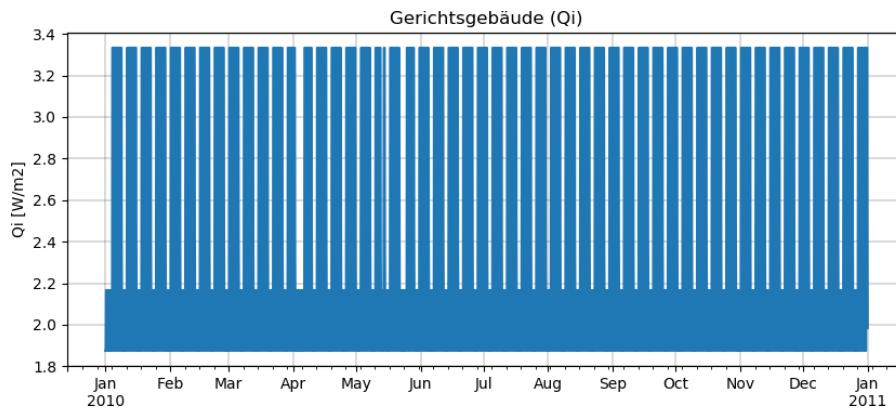


Abbildung 18: Jahresprofil 2010 der innere Gewinne/Lasten für Gerichtsgebäude

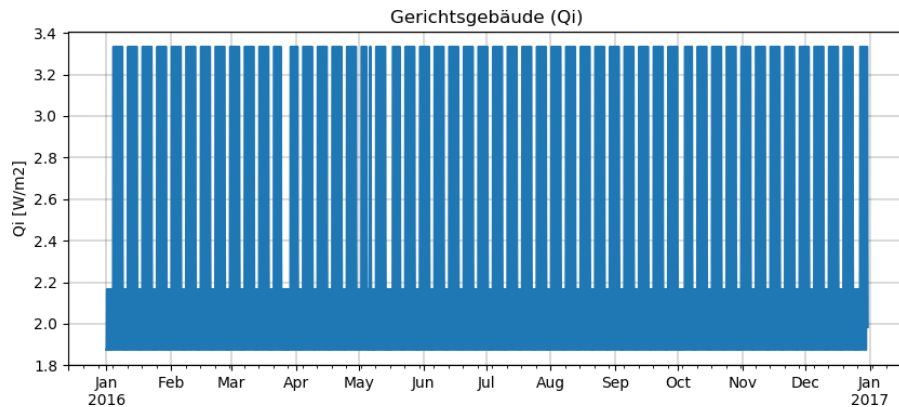


Abbildung 19: Jahresprofil 2016 der innere Gewinne/Lasten für Gerichtsgebäude

Schulgebäude

Raumtemperatur

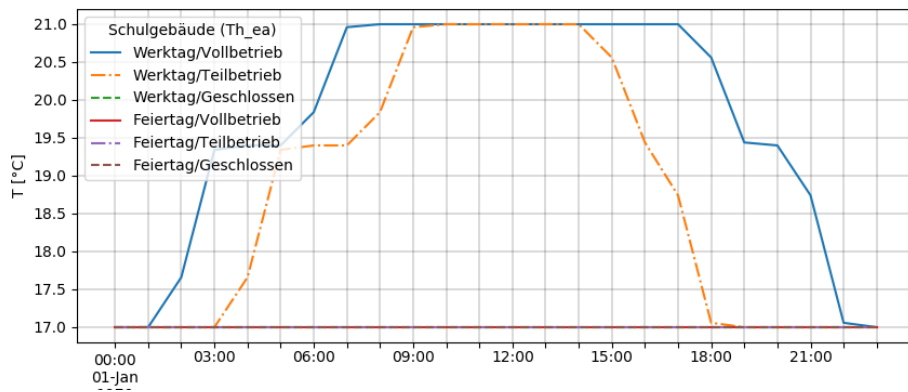


Abbildung 20: Typtagesprofile der Raumtemperatur für Schulgebäude

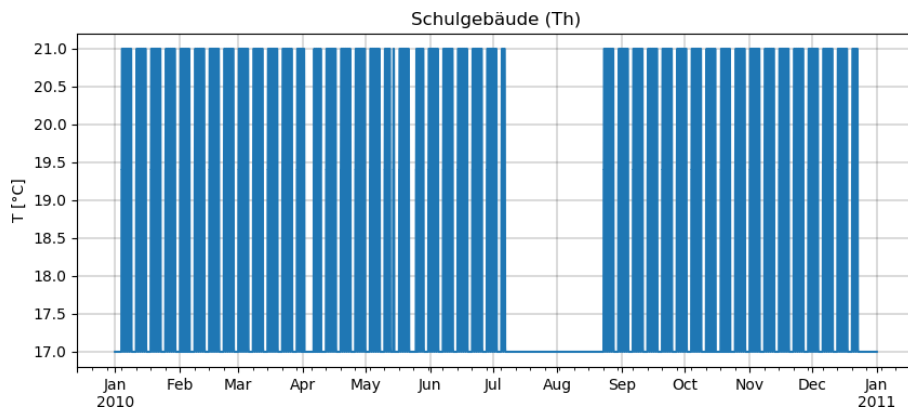


Abbildung 21: Jahresprofil 2010 der Raumtemperatur für Schulgebäude

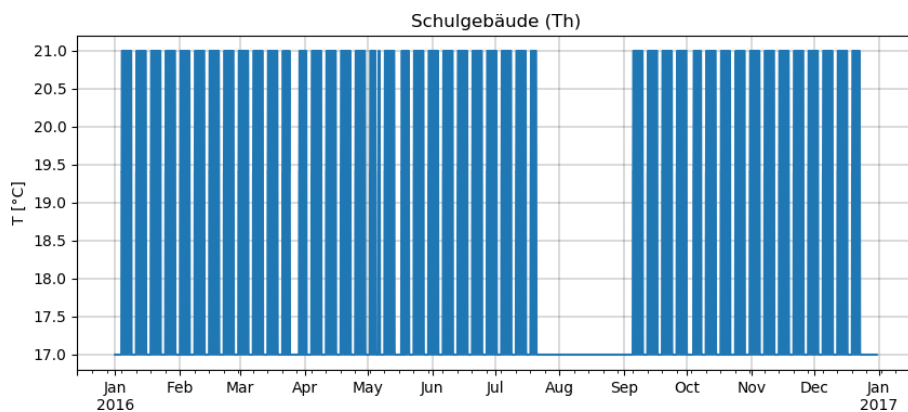


Abbildung 22: Jahresprofil 2016 der Raumtemperatur für Schulgebäude

Notwendiger Luftwechsel

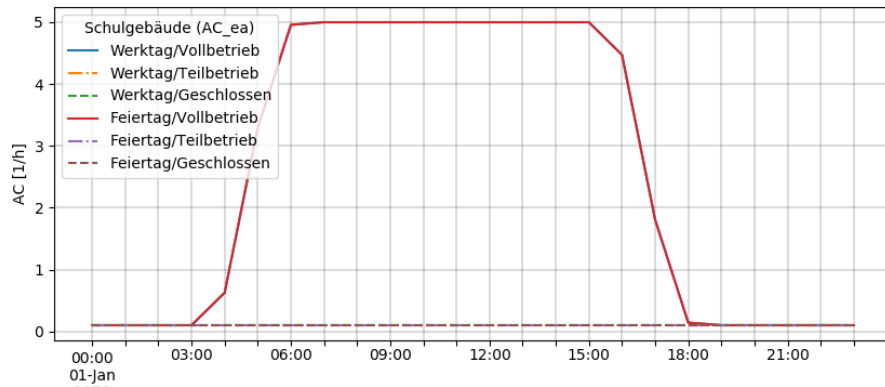


Abbildung 23: Typtagesprofile des notwendigen Luftwechsels für Schulgebäude

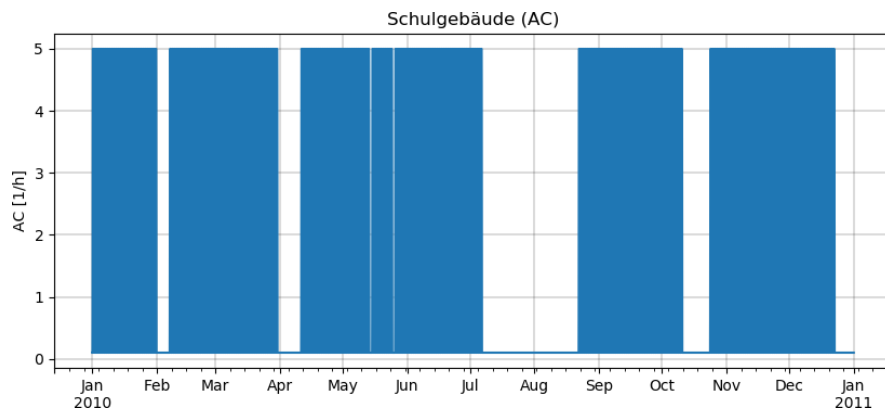


Abbildung 24: Jahresprofil 2010 des notwendigen Luftwechsels für Schulgebäude

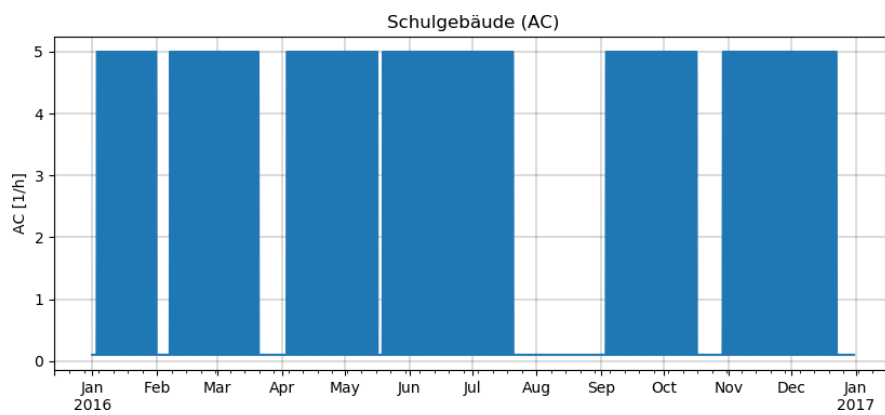


Abbildung 25: Jahresprofil 2016 des notwendigen Luftwechsels für Schulgebäude

Innere Gewinne/Lasten

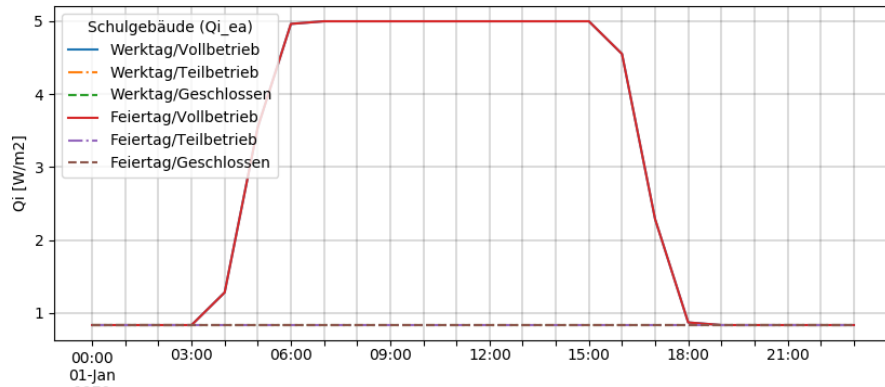


Abbildung 26: Typtagesprofile der inneren Gewinne/Lasten in Prozent für Schulgebäude

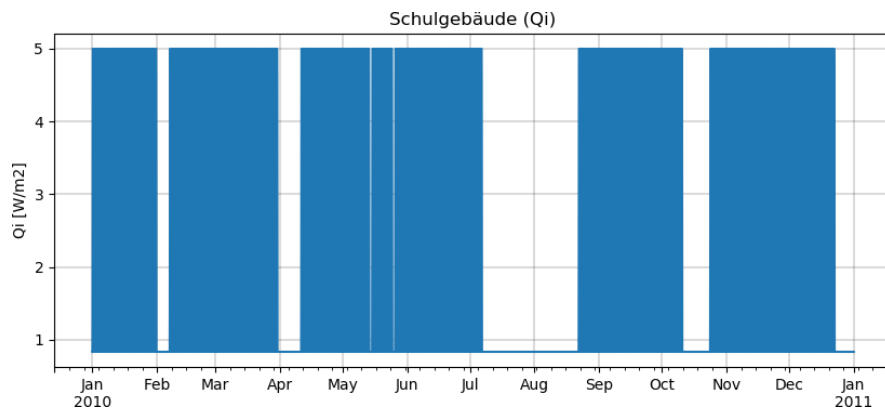


Abbildung 27: Jahresprofil 2010 der innere Gewinne/Lasten für Schulgebäude

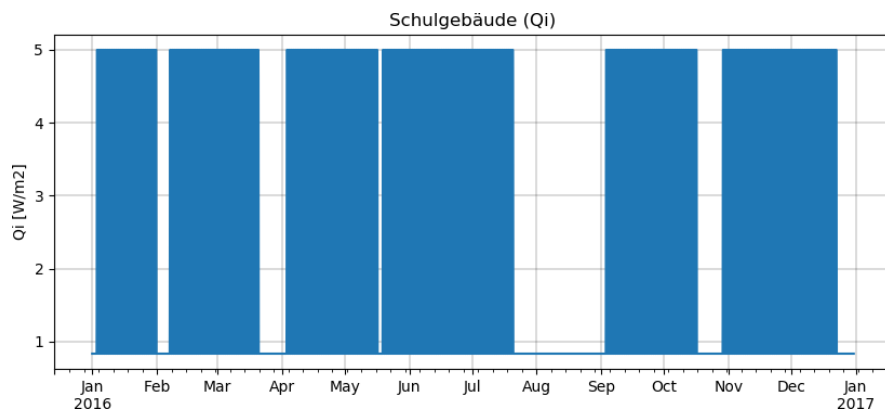


Abbildung 28: Jahresprofil 2016 der innere Gewinne/Lasten für Schulgebäude

Sporthallen

Raumtemperatur

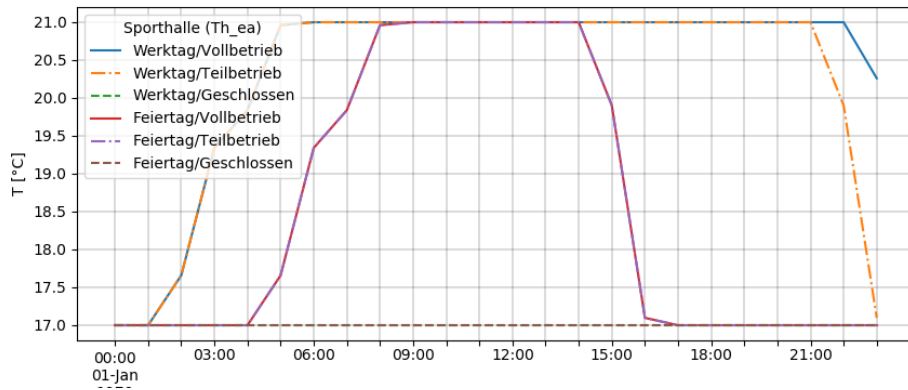


Abbildung 29: Typtagesprofile der Raumtemperatur für Sporthallen

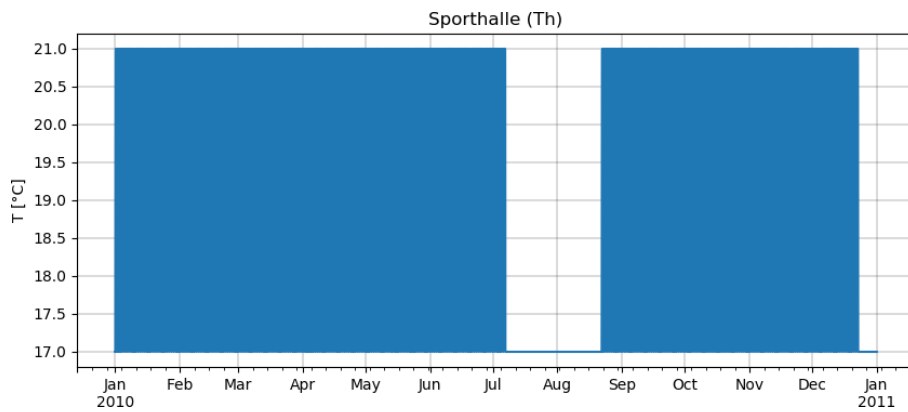


Abbildung 30: Jahresprofil 2010 der Raumtemperatur für Sporthallen

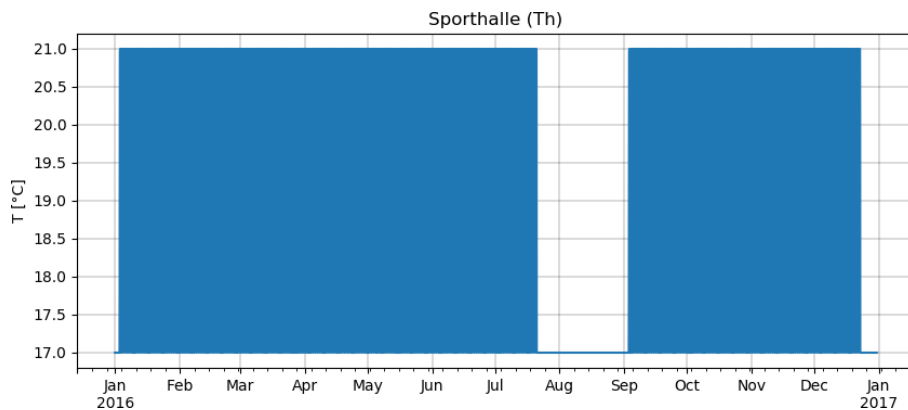


Abbildung 31: Jahresprofil 2016 der Raumtemperatur für Sporthallen

Notwendiger Luftwechsel

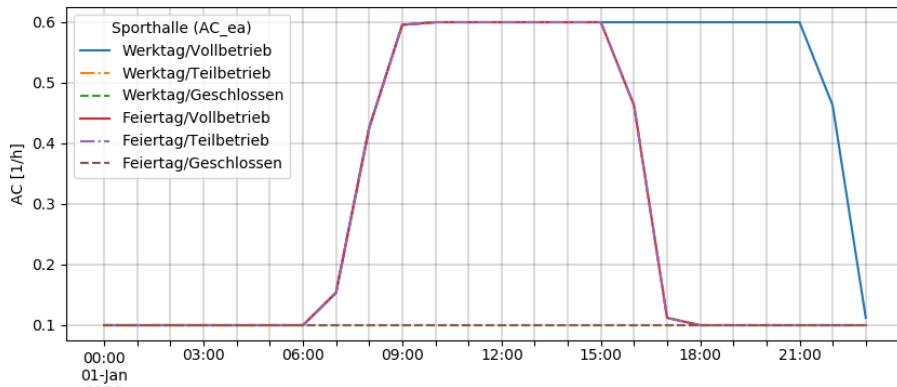


Abbildung 32: Typtagesprofile des notwendigen Luftwechsels für Sporthallen

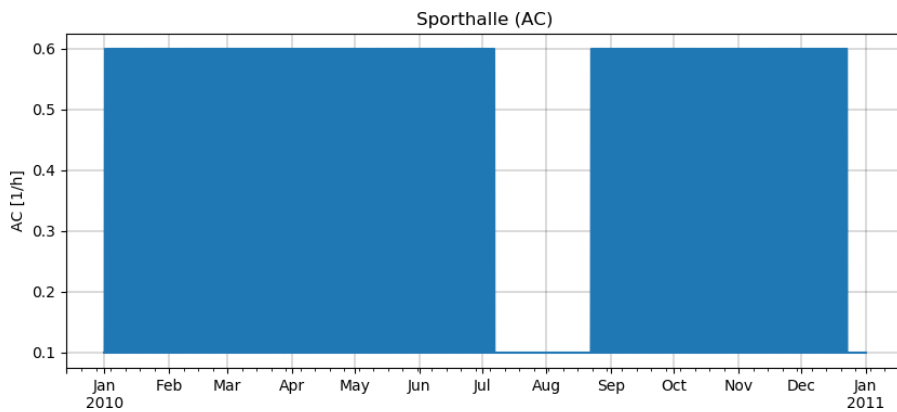


Abbildung 33: Jahresprofil 2010 des notwendigen Luftwechsels für Sporthallen

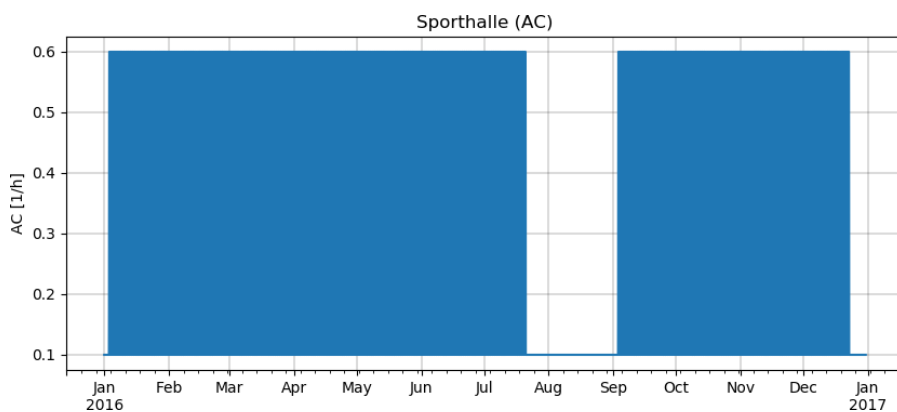


Abbildung 34: Jahresprofil 2016 des notwendigen Luftwechsels für Sporthallen

Innere Gewinne/Lasten

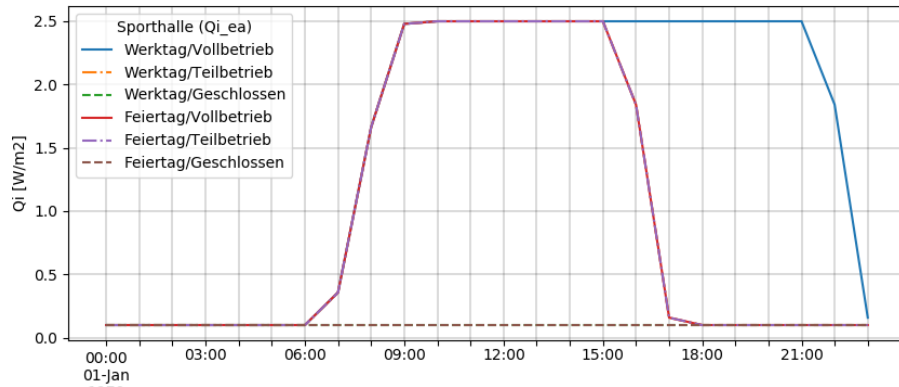


Abbildung 35: Typtagesprofile der inneren Gewinne/Lasten in Prozent für Sporthallen

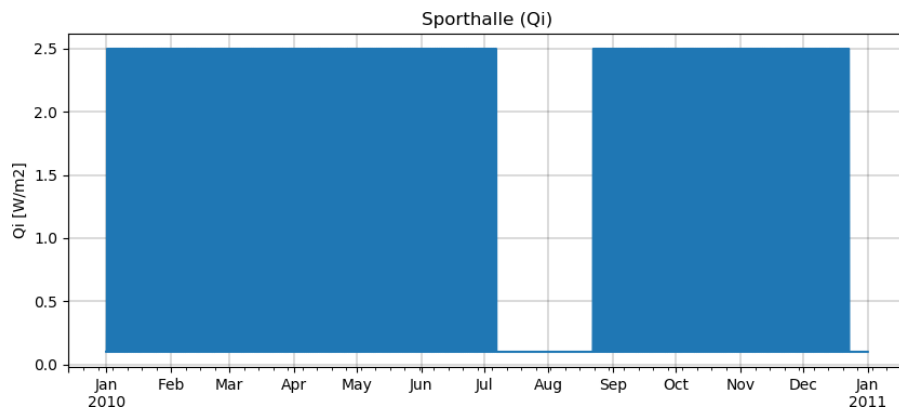


Abbildung 36: Jahresprofil 2010 der innere Gewinne/Lasten für Sporthallen

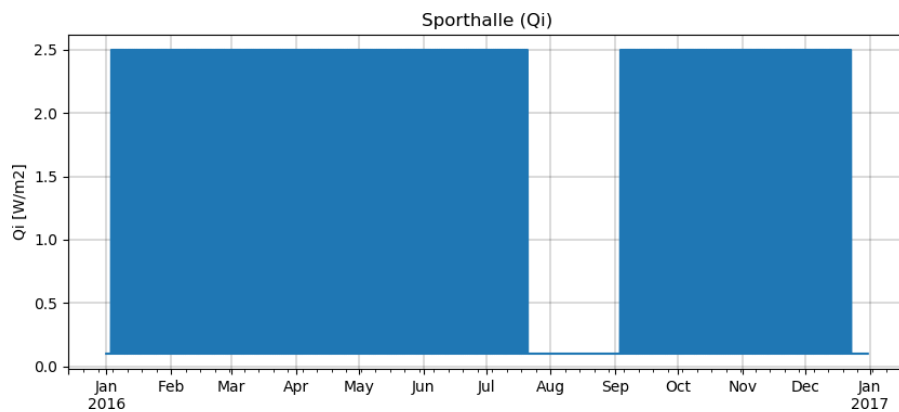


Abbildung 37: Jahresprofil 2016 der innere Gewinne/Lasten für Sporthallen

Polizeiwachen

Raumtemperatur

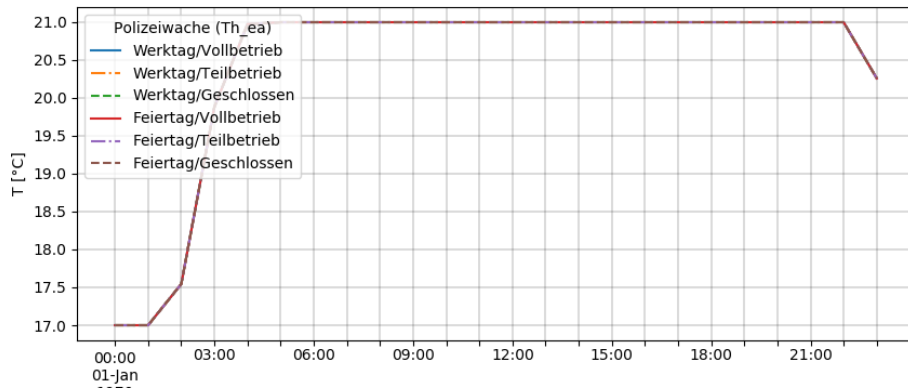


Abbildung 38: Typtagesprofile der Raumtemperatur für Polizeiwachen

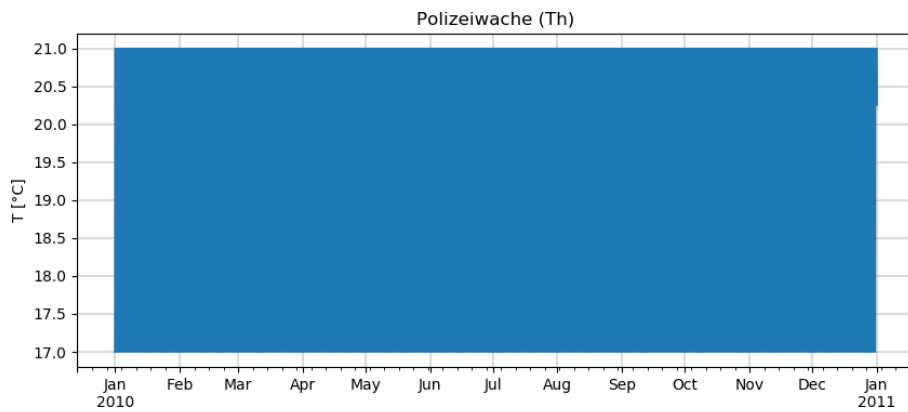


Abbildung 39: Jahresprofil 2010 der Raumtemperatur für Polizeiwachen

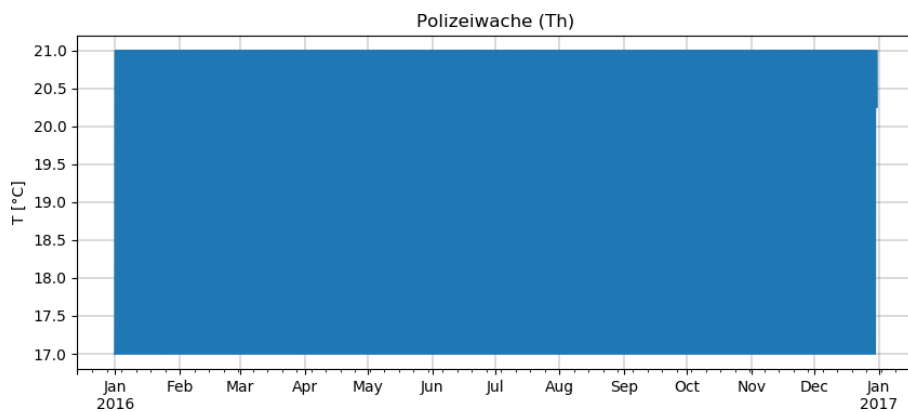


Abbildung 40: Jahresprofil 2016 der Raumtemperatur für Polizeiwachen

Notwendiger Luftwechsel

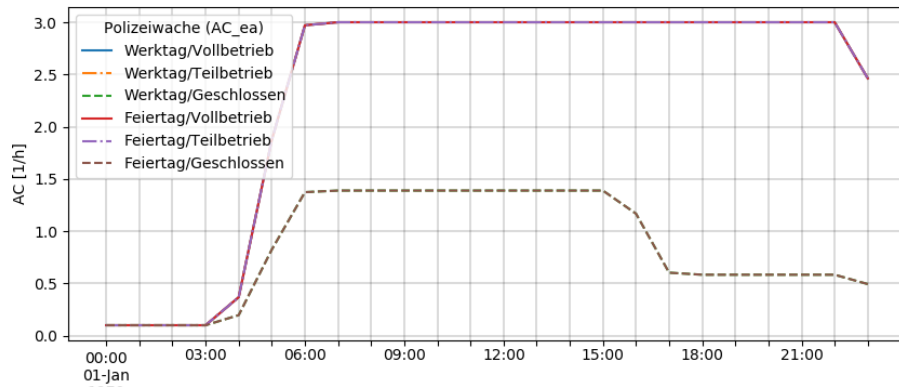


Abbildung 41: Typtagesprofile des notwendigen Luftwechsels für Polizeiwachen

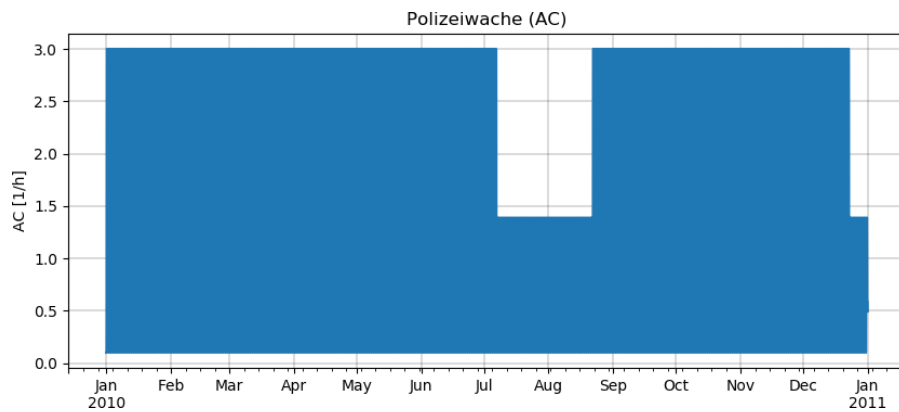


Abbildung 42: Jahresprofil 2010 des notwendigen Luftwechsels für Polizeiwachen

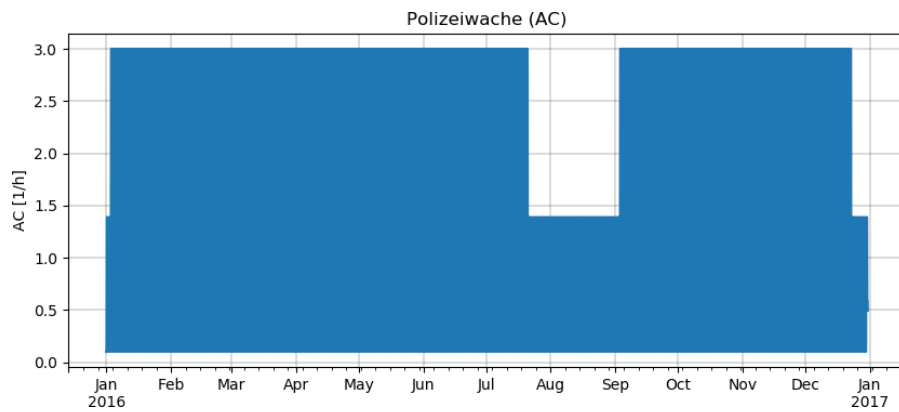


Abbildung 43: Jahresprofil 2016 des notwendigen Luftwechsels für Polizeiwachen

Innere Gewinne/Lasten

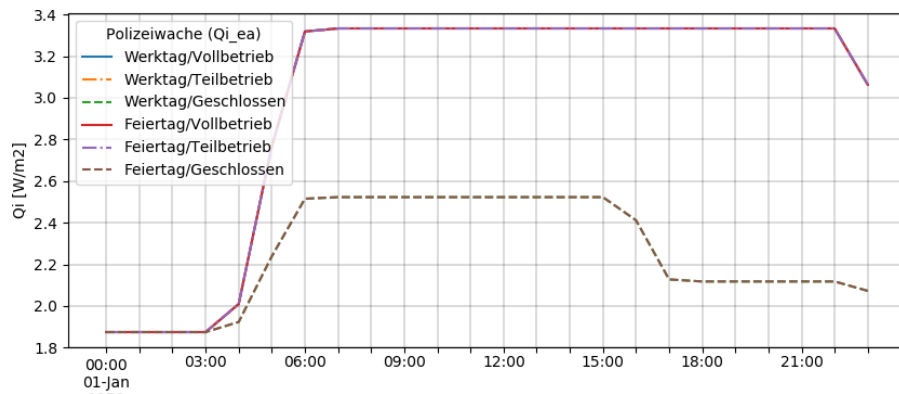


Abbildung 44: Typtagesprofile der inneren Gewinne/Lasten in Prozent für Polizeiwachen

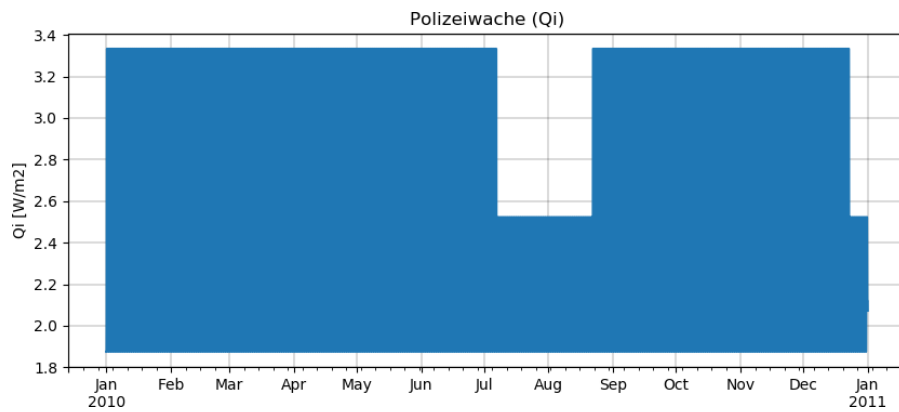


Abbildung 45: Jahresprofil 2010 der innere Gewinne/Lasten für Polizeiwachen

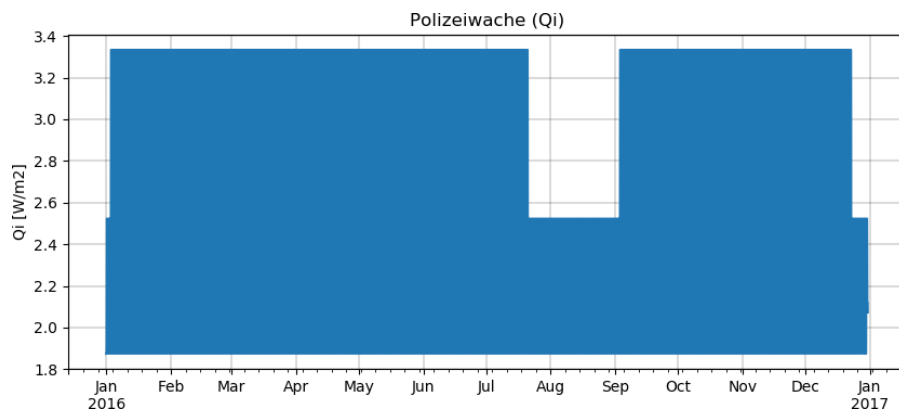


Abbildung 46: Jahresprofil 2016 der innere Gewinne/Lasten für Polizeiwachen

Feuerwachen

Raumtemperatur

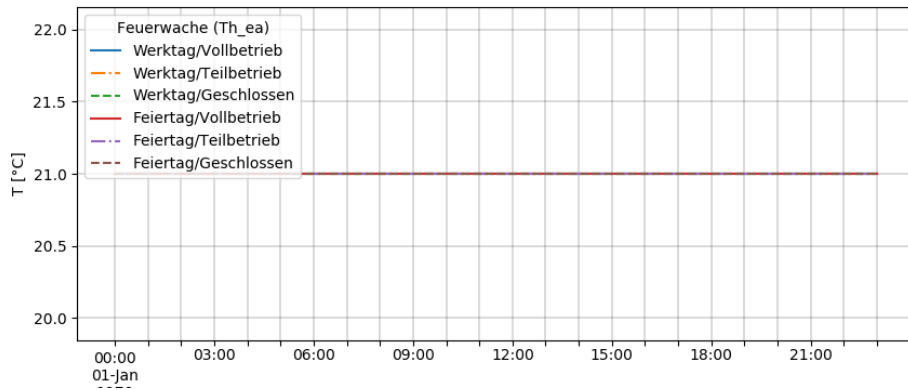


Abbildung 47: Typtagesprofile der Raumtemperatur für Feuerwachen

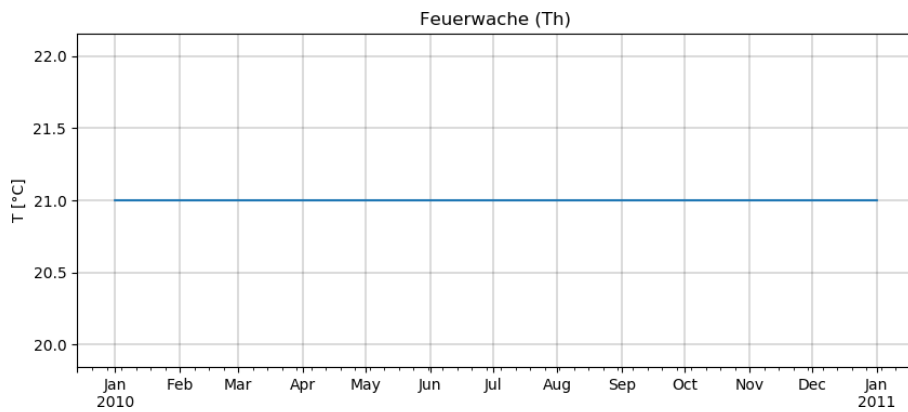


Abbildung 48: Jahresprofil 2010 der Raumtemperatur für Feuerwachen

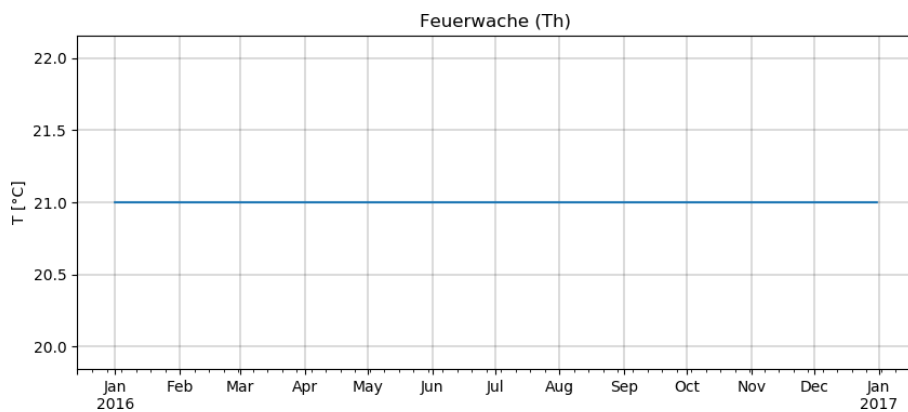


Abbildung 49: Jahresprofil 2016 der Raumtemperatur für Feuerwachen

Notwendiger Luftwechsel

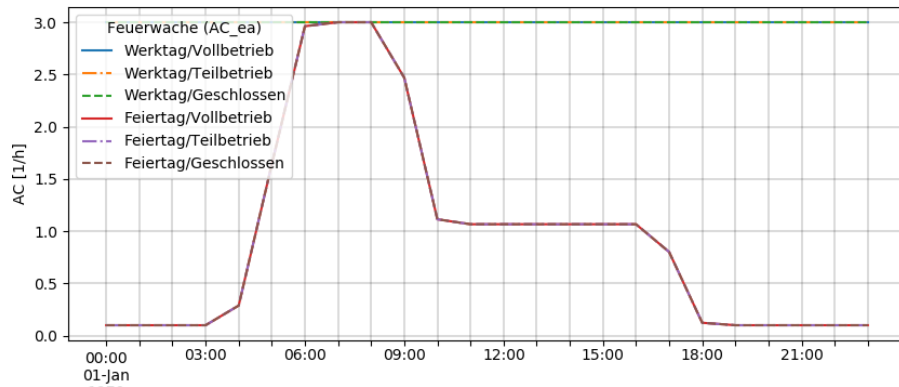


Abbildung 50: Typtagesprofile des notwendigen Luftwechsels für Feuerwachen

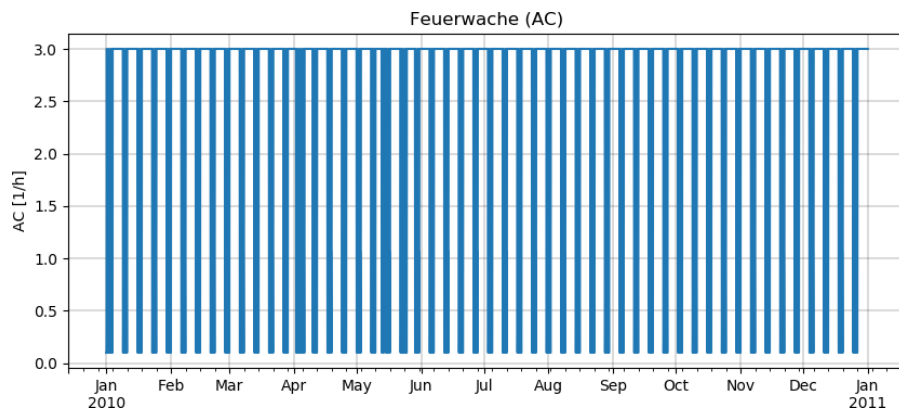


Abbildung 51: Jahresprofil 2010 des notwendigen Luftwechsels für Feuerwachen

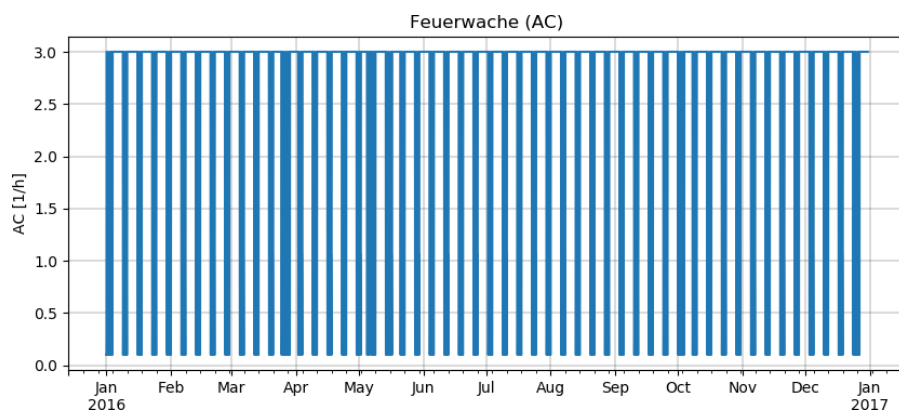


Abbildung 52: Jahresprofil 2016 des notwendigen Luftwechsels für Feuerwachen

Innere Gewinne/Lasten

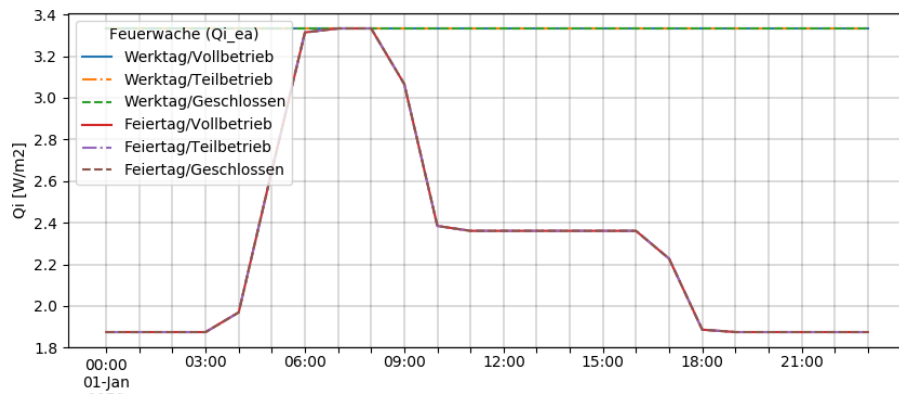


Abbildung 53: Typtagesprofile der inneren Gewinne/Lasten in Prozent für Feuerwachen

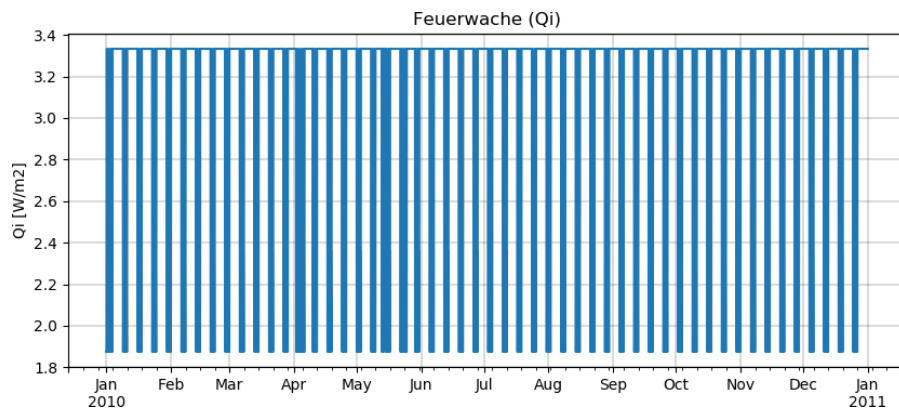


Abbildung 54: Jahresprofil 2010 der innere Gewinne/Lasten für Feuerwachen

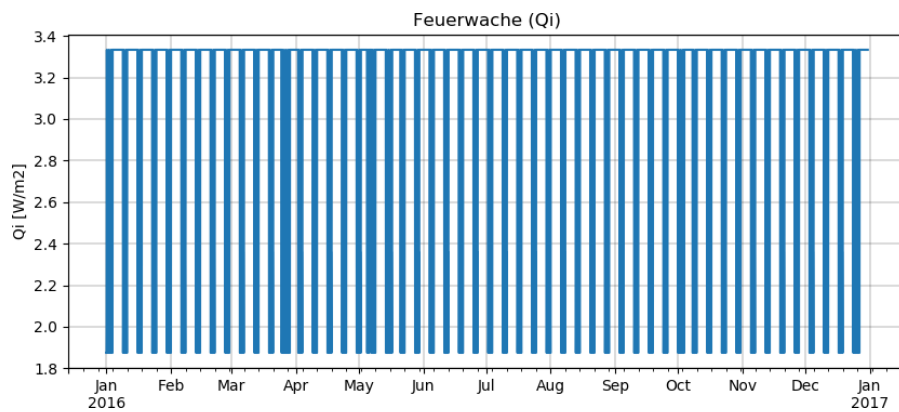


Abbildung 55: Jahresprofil 2016 der innere Gewinne/Lasten für Feuerwachen

Flüchtlingsunterkünfte

Raumtemperatur

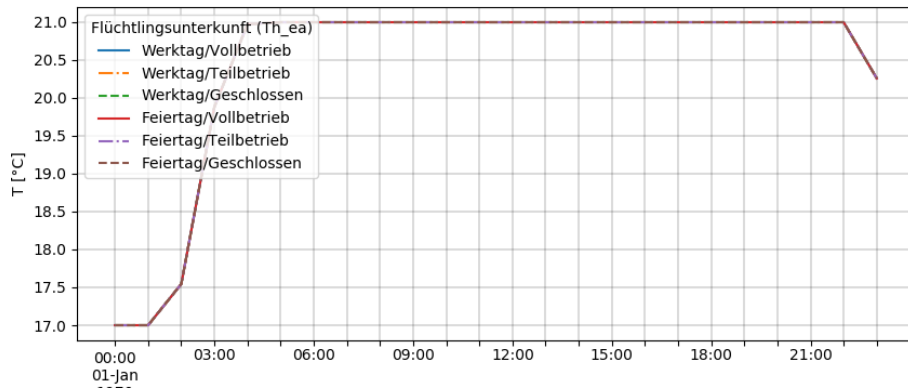


Abbildung 56: Typtagesprofile der Raumtemperatur für Flüchtlingsunterkünfte

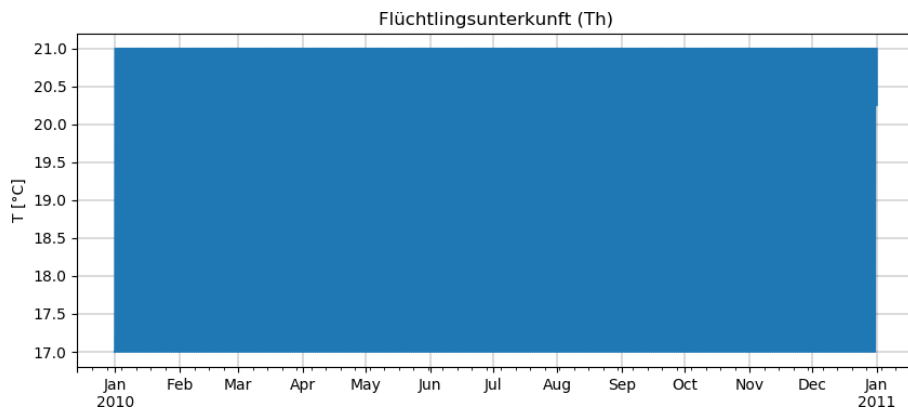


Abbildung 57: Jahresprofil 2010 der Raumtemperatur für Flüchtlingsunterkünfte

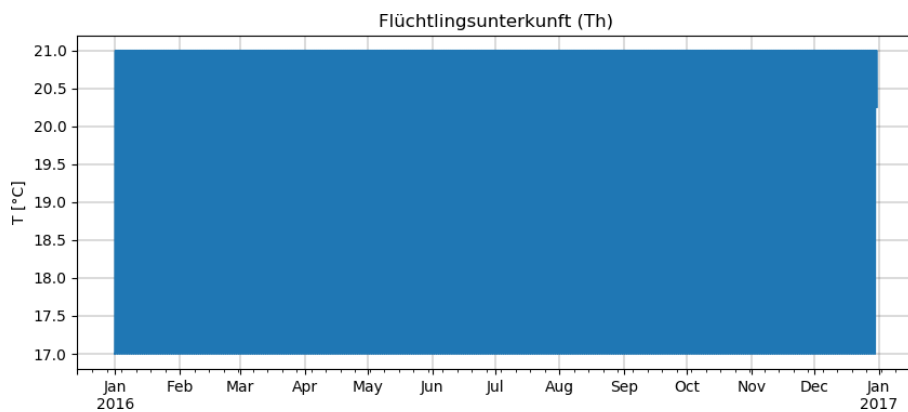


Abbildung 58: Jahresprofil 2016 der Raumtemperatur für Flüchtlingsunterkünfte

Notwendiger Luftwechsel

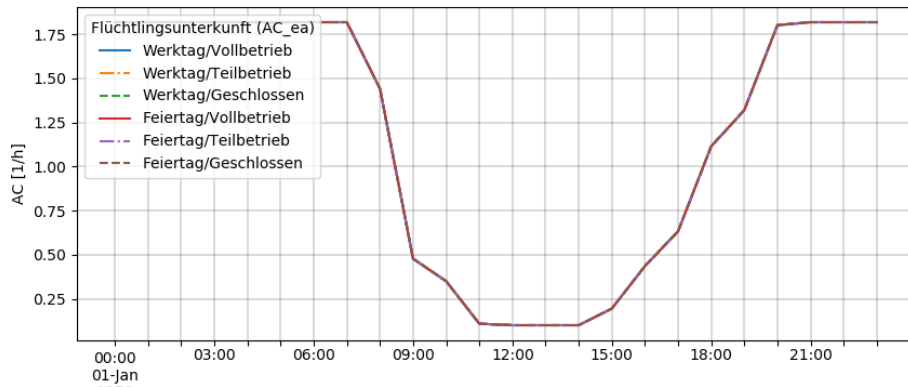


Abbildung 59: Typtagesprofile des notwendigen Luftwechsels für Flüchtlingsunterkünfte

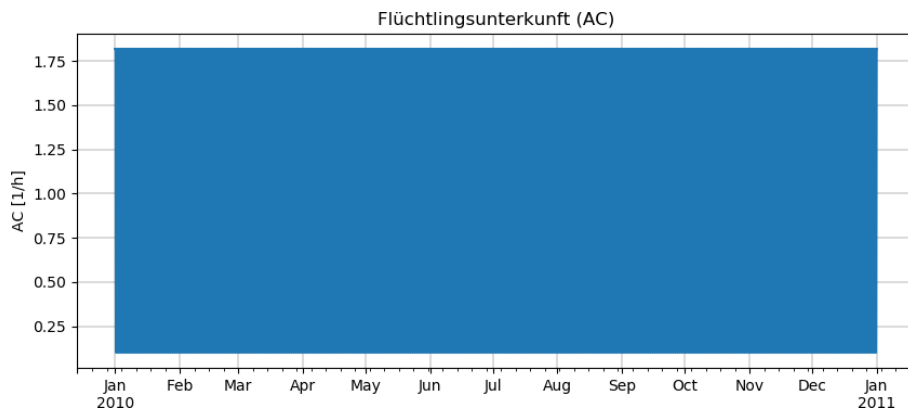


Abbildung 60: Jahresprofil 2010 des notwendigen Luftwechsels für Flüchtlingsunterkünfte

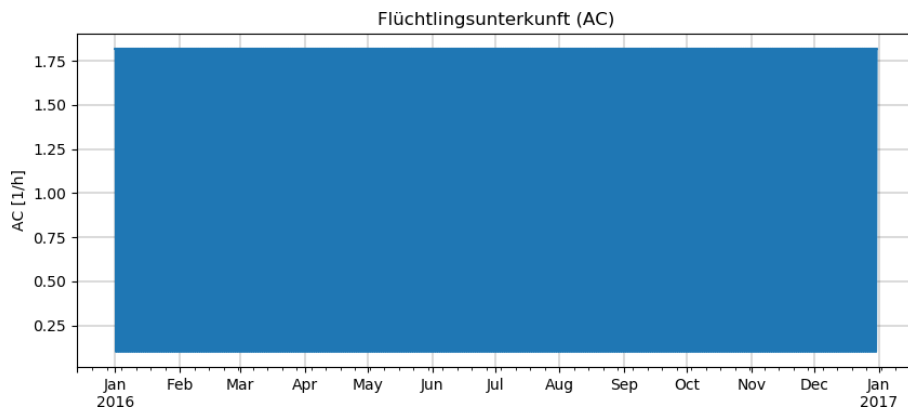


Abbildung 61: Jahresprofil 2016 des notwendigen Luftwechsels für Flüchtlingsunterkünfte

Innere Gewinne/Lasten

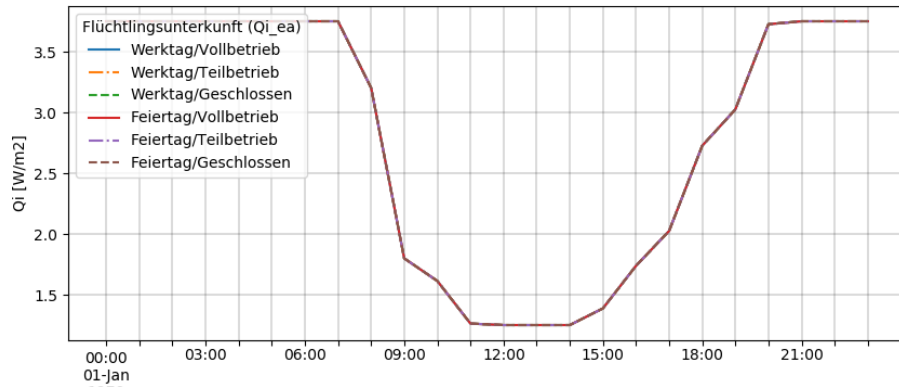


Abbildung 62: Typtagesprofile der inneren Gewinne/Lasten in Prozent für Flüchtlingsunterkünfte

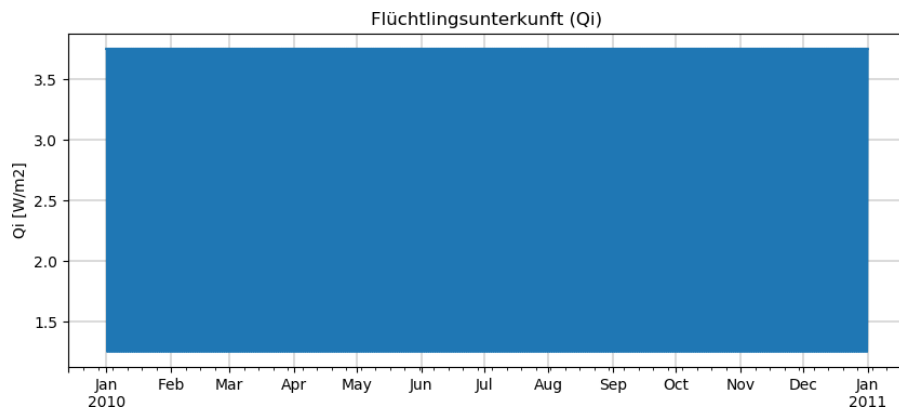


Abbildung 63: Jahresprofil 2010 der inneren Gewinne/Lasten für Flüchtlingsunterkünfte

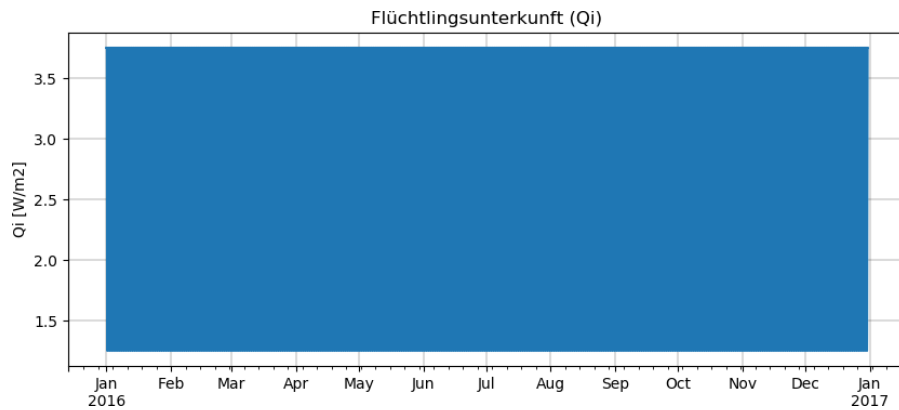


Abbildung 64: Jahresprofil 2016 der inneren Gewinne/Lasten für Flüchtlingsunterkünfte

Sanierungsmaßnahmen Gebäude

Tabelle 1: Maßnahmen und Kostenansätze zur Ermittlung des Sanierungspotentials

| Beschreibung | Bauteil/Einbauort | Material | ¹ U | ² s | ³ λ | ⁴ R _{th} | ⁵ Kosten | denkmal- geeignet |
|--|--------------------------|----------------|-------------------|-------------------|-------------------|---------------------------------|------------------------|----------------------|
| Holzfenster mit Dreifach-Verglasung | Fenster | Holz | 0,7 | | | | 1100,00 | ja |
| | Fenster | Holz | 0,9 | | | | 1050,00 | ja |
| | Fenster | Holz | 1,1 | | | | 900,00 | ja |
| | Fenster | Holz | 1,3 | | | | 847,00 | ja |
| Kunststofffenster mit Dreifach-Verglasung | Fenster | Kunststoff | 0,7 | | | | 1.032,00 | nein |
| | Fenster | Kunststoff | 0,9 | | | | 985,00 | nein |
| | Fenster | Kunststoff | 1,1 | | | | 951,00 | nein |
| | Fenster | Kunststoff | 1,3 | | | | 920,00 | nein |
| Wärmedämmverbundsystem (WDVS), Mineralwolle | Fassade, aussen | Mineralwolle | | 40 | 0,035 | 1,14 | 150,00 | nein |
| | Fassade, aussen | Mineralwolle | | 60 | 0,035 | 1,71 | 154,00 | nein |
| | Fassade, aussen | Mineralwolle | | 80 | 0,035 | 2,29 | 157,00 | nein |
| | Fassade, aussen | Mineralwolle | | 100 | 0,035 | 2,86 | 161,00 | nein |
| | Fassade, aussen | Mineralwolle | | 120 | 0,035 | 3,43 | 164,00 | nein |
| | Fassade, aussen | Mineralwolle | | 140 | 0,035 | 4,00 | 168,00 | nein |
| | Fassade, aussen | Mineralwolle | | 160 | 0,035 | 4,57 | 172,00 | nein |
| | Fassade, aussen | Mineralwolle | | 180 | 0,035 | 5,14 | 177,00 | nein |
| | Fassade, aussen | Mineralwolle | | 200 | 0,035 | 5,71 | 180,00 | nein |
| | Fassade, aussen | Mineralwolle | | 220 | 0,035 | 6,29 | 184,00 | nein |
| | Fassade, aussen | Mineralwolle | | 240 | 0,035 | 6,86 | 186,00 | nein |
| Innenwanddämmung*, Mineralplatten, kapillaraktiv | Fassade, innen | Mineralplatten | | 10 | 0,045 | 0,22 | 47,00 | ja |
| | Fassade, innen | Mineralplatten | | 30 | 0,045 | 0,67 | 56,00 | ja |
| | Fassade, innen | Mineralplatten | | 50 | 0,045 | 1,11 | 177,00 | ja |
| | Fassade, innen | Mineralplatten | | 80 | 0,045 | 1,78 | 264,00 | ja |
| | Fassade, innen | Mineralplatten | | 100 | 0,045 | 2,22 | 355,00 | ja |
| Kellerdecke, Mineralfaserplatten | Unterer Gebäudeabschluss | Mineralplatten | | 100 | 0,045 | 2,22 | 110,00 | nein |
| Zwischensparrendämmung**, Mineralwolle | Oberer Gebäudeabschluss | Mineralwolle | | 100 | 0,035 | 2,86 | 67,00 | nein |
| | Oberer Gebäudeabschluss | Mineralwolle | | 120 | 0,035 | 3,43 | 70,00 | nein |
| | Oberer Gebäudeabschluss | Mineralwolle | | 140 | 0,035 | 4,00 | 74,00 | nein |
| | Oberer Gebäudeabschluss | Mineralwolle | | 160 | 0,035 | 4,57 | 77,00 | nein |
| | Oberer Gebäudeabschluss | Mineralwolle | | 180 | 0,035 | 5,14 | 89,00 | nein |
| | Oberer Gebäudeabschluss | Mineralwolle | | 200 | 0,035 | 5,71 | 92,00 | nein |
| | Oberer Gebäudeabschluss | Mineralwolle | | 220 | 0,035 | 6,29 | 104,00 | nein |
| | Oberer Gebäudeabschluss | Mineralwolle | | 240 | 0,035 | 6,86 | 109,00 | nein |

* Ab 50 mm wurden im Kostenansatz bauphysikalisch notwendige zusätzliche Maßnahmen (Anschlussdämmungen bzw. thermische Trennung aufgehende Bauteile etc.) berücksichtigt
 ** Im DATES Projekt wurden alle Dächer quelledatenbedingt als Flachdachprojektion berechnet. Um dem Rechnung zu tragen wurde der 1,5 fache Preis angenommen

¹ Wärmedurchgangskoeffizient[W/(m²·K)]
² Materialdicke [mm]
³ Wärmeleitfähigkeit [W/(m K)]
⁴ Wärmewiderstand [K/W]
⁵ Durchschnittliche Vollkosten pro m² [€/m²]

Anhang D

„Technische Dokumentation der Datenbank“

erstellt von HRI-TUB

Seite 1 bis 12

Technische Dokumentation der Datenbank

In diesem Abschnitt folgt eine Beschreibung der Datenbank `dates`.

Datenbanktabellen

Die Tabellen können in Gebäudelisten, Stammdaten und Ergebnisse eingeteilt werden und sind in unteren Tabellen zusammengefasst.

Gebäudelisten

`building_SILB`:

Liste aller `building_id` des SILB-Portfolios das in DATES bewertet wird.

Rohdatentabellen für Gebäude und TGA

Rohdatentabellen enthalten Daten, die aus den verschiedenen Datenquellen übernommen werden. Zum Zweck der Rückverfolgung der Daten, die später das Gebäudemodell parametrieren, werden die Rohdaten in der Datenbank getrennt nach Qualitätsstufe gespeichert und mittels Python- Routinen dann in kumulierte Gebäudedaten überführt. Für die GUI ist daher nur eine kumulierte Qualitätsstufe relevant (`Q3_cum`).

`building_Q3_cum`: Diese Tabelle enthält allgemeine und hüllenspezifische Gebäudedaten wie zum Beispiel Name, Adresse aber auch Geometriedaten und Eigenschaften wie Baujahr und Denkmalschutz

`property_Q2`: Diese Tabelle enthält Grunddaten der einzelnen Liegenschaften.

`building_yearly_Q2`: Diese Tabelle enthält die Verbrauchsdaten aller Gebäude für verschieden Jahre. Die Jahre 2010 und 2016 sind vollständig vorhanden. Die Jahre 2011–2017 sind lückenhaft

`weather_data`: Wetterdaten für verschiedene Jahre (und ggf. Standorte) werden hier abgelegt. Als Standort für die DATES wurde Potsdam gewählt

`utilization_time`: Die Tabelle umfasst Angaben zu Nutzertypen und Nutzungszeiten.

`tga_*_Q3_cum`: In diesen Tabellen sind kumulierte Stammdatentabellen von technischen Anlagen hinterlegt

`tga_property_Q3` und `tga_info_centralheating_Q2`: Diese Tabellen geben an, welche Gebäude über ein Nahwärmenetz miteinander verknüpft sind und geben somit Auskunft über die strukturelle Zusammensetzung der Liegenschaft.

Tabelle 2: Beschreibung der wichtigsten Datenbanktabellen

| Index | Datenbanktabelle | Kurzbeschreibung | Relevant für GUI |
|--------------|---|---|-------------------------|
| 11 | building_Q3_cum | Allgemeine Angaben und Hüllenangaben des Gebäudes | ja |
| 16 | building_SILB | Umfang des SILB Portfolios | ja |
| 24 | building_yearly_Q2 | Verbrauchsdaten pro Gebäude | ja |
| 28 | lookup_action | Lookup-Table Maßnahmenkombinationen | evtl |
| 29 | property_Q2 | Allgemeine Angaben zu Wirtschaftseinheiten | evtl |
| 31 | results_assessmentfactors | Bewertungsfaktoren für Energieträger | ja |
| 32 | results_recommendedactions | Auflistung aller Sanierungsmaßnahmen und maßnahmenkombinationen | ja |
| 34 | results_recommendedactions_filtered | Auflistung ausgewählter Sanierungsmaßnahmen und -maßnahmenkombinationen gefiltert nach BIM-Faktor | ja |
| 35 | results_recommendedactions_filtered_cfmexport | Auflistung ausgewählter Sanierungsmaßnahmen gefiltert nach BIM-Faktor überführt in CFM-Format (Schnittstelle) | evtl |
| 37 | results_variants | Auflistung aller IST- und Sanierungszustände | ja |
| 47 | tga_cooling_Q3_cum | TGA-Stammdaten zu Kälteanlagen | evtl |
| 54 | tga_heating_Q3_cum | TGA-Stammdaten zu Wärmeversorgungsanlagen | evtl |
| 62 | tga_hotwater_Q3_cum | TGA-Stammdaten zur Trinkwarmwasserversorgung | evtl |
| 65 | tga_info_centralheating_Q2 | TGA-Stammdaten zu Nahwärmenetzen und -struktur pro Gebäude | evtl |
| 66 | tga_property_Q3 | TGA-Stammdaten zu Nahwärmenetzen und -struktur pro Liegenschaft | ja |
| 73 | tga_ventilation_Q3_cum | TGA-Stammdaten zu RLT-Anlagen | evtl |
| 77 | tga_ventilation_Qx_info | Kummulierte TGA-Stammdaten zu RLT-Anlagen | evtl |
| 78 | utilization_time | Angabe zu Nutzungszeiten | evtl |
| 80 | weather_data | Wetterdaten | evtl |

Ergebnisse

Tabelle 3 bietet einen Überblick über die gelieferten Ergebnistabellen von DATES.

Tabelle 3: Ergebnis-Tabellen von DATES

| Tabelle | Beschreibung |
|--|---|
| variants | IST-Zustände und Sanierungszustände |
| recommendedactions | aus variants abgeleitete Handlungsempfehlungen/Maßnahmen und Maßnahmenkombinationen |
| recommendedactions_logical | aus recommendedactions plausibilisierten Maßnahmenkombinationen |
| recommendedactions_logical_selected_fbim | aus recommendedactions_logical ausgewählte Maßnahmenkombination für jedes Gebäude anhand des Bewertungskriteriums BIM-Faktor |
| recommendedactions_logical_selected_fbim_cfmexport | Maßnahmenkombination aus recommendedactions_logical_selected_fbim umgerechnet in einzelne Handlungsempfehlungen und angepasst an das CFM-Zielformat |
| assessmentfactors | Bewertungsfaktoren |

Datenbankheader

Stammdaten

In Tabelle 4-7 folgt eine Beschreibung der Header der einzelnen Datenbanktabellen, die relevant für die Entwicklung der GUI notwendig sind.

Tabelle 4: Beschreibung der Datenbankheader der Tabelle building_Q3_cum

| Index | Parameter | Beschreibung | Einheit |
|--------------|------------------|---|----------------|
| 0 | id | Gebäude ID | |
| 1 | name | Name | |
| 2 | property_id | Liegenschafts ID | |
| 3 | property_name | Liegenschafts Name | |
| 4 | BLD_ID | In OeQ automatisch vergebene Gebäude (unter) ID | |
| 5 | LAT | Breitengrad der Gebäudeposition | |
| 6 | LON | Längengrad der Gebäudeposition | |
| 7 | HERIT_STAT | Denkmalstatus | |
| 8 | HERIT_ID | Denkmal ID | |
| 9 | PDENS | Bevölkerungsdichte | Persons/ha |
| 10 | YOC | Baujahr | |
| 11 | FLOORS | Geschossanzahl | |
| 12 | PERIMETER | Umfang | m |
| 13 | AREA | Grundfläche des Gebäudes | m ² |
| 14 | WL_AR | Wandfläche | m ² |
| 17 | RF_AR | Dachfläche | m ² |
| 18 | BS_AR | Bodenplattenfläche | m ² |
| 19 | WN_AR | Fensterfläche | m ² |
| 20 | WN_RAT | Fenster/Wand Verhältnis | |

| Index | Parameter | Beschreibung | Einheit |
|--------------|------------------------|--|--------------------|
| 21 | LIV_AR | Wohnfläche (angenommene beheizte Gebäudefläche) | m ² |
| 22 | WL_COM | Anteil sich berührender Fassaden | |
| 23 | TWL_AR | Fassadenfläche gesamt | m ² |
| 24 | HEIGHT | Gebäudehöhe | m |
| 25 | ACHL | Lüftungswärmeverluste | kWh/a |
| 26 | BLD_CRG | Koordinatensystem | |
| 27 | BLD_LON2 | Längengrad | |
| 28 | BLD_CTR | Land | |
| 29 | BLD_STR | Straße | |
| 30 | BLD_LAT2 | Breitengrad | |
| 31 | BLD_NUM | Hausnummer | |
| 32 | BLD_CTY | Stadt | |
| 33 | BLD_COD | Postleitzahl | |
| 34 | FR_AR | Angenommene Dachfläche bei flachem Dach | m ² |
| 35 | FR_RT | Flachdachflächen Verhältnis | |
| 36 | GKN_ALK | Gebäudennummer lt. ALK | |
| 37 | HHRG | Heizgradstunden pro Jahr | h/a |
| 38 | BLD_TYPE | Gebäudetyp | |
| 39 | BLD_FUNC | Gebäudefunktion | |
| 40 | BLD_USAGE | Gebäudenutzung | |
| 41 | ENV_AR | Hüllfläche | m ³ |
| 42 | VOLUME | Volumen | m ³ |
| 43 | AVR | A zu V Verhältnis | |
| 104 | WN_UPH | U-Wert Fenster (gegenwärtig unter Betrachtung des Denkmalsschutzes) | W/m ³ K |
| 106 | WL_UPH | U-Wert Wand (gegenwärtig unter Betrachtung des Denkmalsschutzes) | W/m ³ K |
| 108 | RF_UPH | U-Wert Dach (gegenwärtig unter Betrachtung des Denkmalsschutzes) | W/m ³ K |
| 110 | BS_UPH | U-Wert Bodenplatte(gegenwärtig unter Betrachtung des Denkmalsschutzes) | W/m ³ K |
| 119 | wkt_geom | Gebäudepolygon | |
| 120 | district | Bezirk in welchem das Gebäude steht | |
| 121 | occupier | Gebäudebenutzer | |
| 122 | monumental_protection | Denkmalschutz | ja/nein |
| 123 | BGF | Brutto Geschossfläche | m ² |
| 124 | NGF | Netto Geschossfläche | m ² |
| 125 | BWZ_NR | | |
| 126 | building_type | Gebäudetyp | |
| 127 | electricity | Stromverbrauch | kWh/a |
| 128 | district_heating | Wärmeverbrauch über Fernwärmeversorgung | kWh/a |
| 129 | gas | Wärmeverbrauch über Gasversorgung | kWh/a |
| 130 | short_distance_heating | Wärmeverbrauch aus Nahwärmeversorgung | kWh/a |
| 131 | oil | Wärmeverbrauch aus fossiler Versorgung | kWh/a |
| 132 | heat | Wärmeverbrauch gesamt | kWh/a |
| 133 | cellar_area | Kellerfläche | m ² |
| 134 | heated_area | Beheizte Gebäudefläche | m ² |
| 135 | num_user | Anzahl an Gebäudenutzern | |

| Index | Parameter | Beschreibung | Einheit |
|--------------|---------------------------------|--|--------------------|
| 136 | usage_weekdays | Tägliche Nutzungsstunden an Wochentagen | h/d |
| 137 | usage_weekends | Tägliche Nutzungsstunden an Wochenenden | h/d |
| 138 | nightly_energy_saving | Energieeinsparung in den Nachtstunden | kWh/a |
| 139 | wall_structure_facade | | |
| 140 | wall_structure_roof | | |
| 141 | wall_structure_baseplate | | |
| 142 | wall_structure_basement_ceiling | | |
| 143 | u_value_window_frame | U-Wert Fensterrahmen | W/m ² K |
| 144 | u_value_window_glazing | U-Wert Fensterverglasung | W/m ² K |
| 145 | window_frame_portion | Rahmenanteil Fenster | |
| 146 | u_value_basement_ceiling | U-Wert Kellerdecke | W/m ² K |
| 147 | ratio_circulation_area | Verhältnis normal konditionierter zu alternativ konditionierter Fläche | |

Tabelle 5: Datenbank-Tabelle tga_property_Q3

| Index | Parameter | Beschreibung | Einheit |
|--------------|---------------------------|---|----------------|
| 0 | id | ID der Wirtschaftseinheit | |
| 1 | name | Name der Wirtschaftseinheit | |
| 3 | number_of:buildings | Anzahl der Gebäude der Wirtschaftseinheit | |
| 4 | central_heating_available | Nahwärmenetz vorhanden | ja/nein |

Tabelle 6: Datenbank-Tabelle building_yearly_Q2

| Index | Parameter | Beschreibung | Einheit |
|--------------|------------------|--|----------------|
| 0 | building_id | ID des Gebäudes | |
| 1 | year | Verbrauchsjahr | Jahr |
| 2 | electricity | Verbrauch Endenergie Strom | kWh/a |
| 3 | district_heating | Verbrauch Endenergie Fernwärme | kWh/a |
| 4 | gas | Verbrauch Endenergie Gas | kWh/a |
| 6 | oil | Verbrauch Endenergie Öl | kWh/a |
| 7 | wood | Verbrauch Endenergie Holz | kWh/a |
| 8 | heat | Verbrauch Endenergie Wärme aus Fernwärme, Gas, Öl, Holz | kWh/a |

Tabelle 7: Datenbank-Tabelle building_SILB

| Index | Parameter | Beschreibung | Einheit |
|--------------|--------------------|--|----------------|
| 0 | building_id | ID des Gebäudes | |
| 1 | property_id | ID der Wirtschaftseinheit | |
| 2 | property_name | Name der Wirtschaftseinheit | |
| 3 | building_name | Name des Gebäudes | |
| 4 | out_of_berlin | Gebäude befindet sich außerhalb von Berlin | ja/nein |
| 5 | no_building_shapes | Keine Q1 Daten des Gebäudes vorhanden | ja/nein |

Ergebnisse

Die Beschreibung der einzelnen Ergebnisspalten der Tabellen sind in Tabelle 8 bis Tabelle 11 aufgeführt.

In Tabelle 8 sind Ergebnisse der IST-und Sanierungszustände gespeichert. Die IST-Zustände bilden das Simulationsergebnis ab und können daher von den Verbrauchsdaten abweichen. Für die Berechnung der Sanierungszustände hingegen wurden Eingangsdaten anhand Verbrauchsdaten skaliert, um eine bessere Abbildung von Maßnahmen zu erzielen.

In der Tabelle `results_recommendedactions_logical_selected_fbim` sind die nach dem Bewertungskriterium BIM-Faktor pro Gebäude ausgewählten Maßnahmenkombinationen aufgelistet.

Tabelle 10 zeigt die Ergebnistabelle der Aufteilung der Maßnahmenkombinationen in einzelne Handlungsempfehlungen. Die Aufteilung erfolgt mittels des im DATES-Treffen vom 07. August 2019 vorgestellten Rückwärts-Differenz-Verfahrens.

Mit diesem Verfahren können bis zu 7 Einträge pro Gebäude entstehen. Die Tabelle gibt nur die Berechnungsergebnisse der Handlungsempfehlungen aus und beinhaltet keine weiteren Informationen.

Tabelle 8: Beschreibung der Datenbankheader der Tabelle results_variants

| | Parameter | Beschreibung | Einheit |
|----|--|--|-----------------------|
| 1 | building_id | Gebäude ID | 8-stellig |
| 2 | quality_level | Qualitätsstufe der Datenerfassung | Q1, Q2, Q3, Q4 |
| 3 | year | Referenzjahr | |
| 4 | tga_state | ID des Sanierungszustands | 7-stellig |
| 5 | energy_standard | Energiestandard Gebäudehülle | None, KfW 55 |
| 6 | refurbishment_list | Beschreibung des Zustands | |
| 7 | distributed_final_energy | Endenergie (Wärme) | kWh/a |
| 8 | building_ratio_sim_to_real | Simulationsgüte Gebäudeebene | |
| 9 | property_ratio_sim_to_real | Simulationsgüte Liegenschaftsebene | |
| 10 | primary_energy_heat | Primärenergie (Wärme) | kWh/a |
| 11 | primary_energy_system | Primärenergie (Wärme + wärmebez. Hilfsenergie) | kWh/a |
| 12 | CO2_emission_heat | CO2-Emissionen (Wärme) | kg/a |
| 13 | CO2_emission_system | CO2-Emissionen (Wärme + wärmebez. Hilfsenergie) | kg/a |
| 14 | energy_costs_heat | Energiekosten (Wärme) | EUR/a |
| 15 | energy_costs_system | Energiekosten (Wärme + wärmebez. Hilfsenergie) | EUR/a |
| 16 | distributed_final_energy_per_NGF | flächenbezogene Endenergie (Wärme) | kWh/m ² /a |
| 17 | CO2_emission_heat_per_NGF | flächenbezogene CO2-Emissionen (Wärme) | kg/m ² /a |
| 18 | investment_cost | Investmentkosten für Sanierungsszenario | EUR |
| 19 | generated_electric_final_energy | generierter Strom (z.B. durch BHKW) | kWh/a |
| 20 | heating_energy | Heizwärmebedarf exklusive Lüftungswärmeverluste | kWh/a |
| 21 | hotwater_energy | Trinkwarmwasserbedarf | kWh/a |
| 22 | ventilation_energy | Lüftungswärmebedarf (Lüftungswärmeverluste) | kWh/a |
| 23 | thermal_heatgenerator_energy | Erzeugerwärmebedarf | kWh/a |
| 24 | electric_auxiliary_energy_heating | Hilfsenergiebedarf hydraulische Verteilung (Pumpenergie) | kWh/a |
| 25 | electric_auxiliary_energy_ventilation | Hilfsenergiebedarf Ventilatoren | kWh/a |
| 26 | electric_auxiliary_energy_heatrecovery | Hilfsenergiebedarf aktive Wärmerückgewinnung (z.B. KVS) | kWh/a |
| 27 | unit_distributed_final_energy | Zusammensetzung Endenergie | |
| 28 | energy_source | Zusammensetzung Energieträger | |
| 29 | NGF | Nettogeschossfläche des Gebäudes | m ² |
| 30 | property_id | ID der Wirtschaftseinheit | 5-stellig |

| | Parameter | Beschreibung | Einheit |
|----|--------------------------------------|---|-------------------------|
| 31 | meets_requirements | Auskunft ob Energiestandard mit Maßnahme erreicht wurde | 4-stellig: y,n,0,x |
| 32 | ref_electricity_consumption_building | Gesamt-Stromverbrauch des Gebäudes aus Verbrauchsdaten | kWh/a |
| 33 | ref_heat_consumption_building | Wärmeverbrauch des Gebäudes aus Verbrauchsdaten | kWh/a |
| 34 | ref_heat_consumption_property | Wärmeverbrauch der Liegenschaft aus Verbrauchsdaten | kWh/a |
| 35 | pump_volume_flow | Nennvolumenstrom der Pumpen | m ³ /h |
| 36 | heatrecovery_type | Wärmerückgewinnungstyp | text |
| 37 | ventilation_supply_volume_flow | Nennzuluftvolumenstrom der Lüftungsanlagen | m ³ /h |
| 38 | ventilation_total_volume_flow | Nennvolumenstrom der Gesamt-Lüftungsanlagen | m ³ /h |
| 39 | heatgenerator_heatingload | Nennleistung der Wärmeerzeuger | kW |
| 40 | costs_pump | Einheitspreis Pumpen | EUR/(m ³ /h) |
| 41 | costs_heatgenerator | Einheitspreis Wärmeerzeuger | EUR/kW |
| 42 | costs_heatrecovery | Einheitspreis Lüftungsanlagen | EUR/(m ³ /h) |

Tabelle 9: Beschreibung der Datenbankheader der Tabelle results_recommendedactions

| | Parameter | Beschreibung | Einheit |
|----|---|---|-----------------|
| 1 | building_id | Gebäude ID | 8-stellig |
| 2 | quality_level | Datenqualitätstufe | Q1, Q2, Q3, Q4 |
| 3 | year | Referenzjahr | 2010 |
| 4 | tga_state | ID der Maßnahmenkombination | 7-stellig |
| 5 | energy_standard | Energiestandard Gebäudehülle | None, KfW 55 |
| 6 | recommended_action | Beschreibung der Handlungsempfehlung/Maßnahme oder Maßnahmenkombination | text |
| 7 | useful_single | siehe Beschreibung | True oder False |
| 8 | useful_normal | siehe Beschreibung | True oder False |
| 9 | feasible | siehe Beschreibung | True oder False |
| 10 | change_energysource_for_districtheating | siehe Beschreibung | True oder False |
| 11 | savings_distributed_final_energy | Endenergieeinsparung (Wärme) | kWh/a |
| 12 | savings_auxiliary_final_energy | Endenergieeinsparung (Hilfsenergie) | kWh/a |
| 13 | savings_final_energy_sys | Endenergieeinsparung (Wärme und wärmebez. Hilfsenergie) | kWh/a |
| 14 | investment_cost | Investitionskosten | EUR |
| 15 | savings_energy_cost_heat | Einsparung Energiekosten (Wärme) | EUR/a |
| 16 | savings_energy_cost_sys | Einsparung Energiekosten (Wärme + wärmebez. Hilfsenergie) | EUR/a |
| 17 | amortisation_heat | Amortisation (Wärme): Investitionskosten pro Einsparung Energiekosten | a |
| 18 | amortisation_sys | Amortisation (Wärme und wärmebez. Hilfsenergie) | a |
| 19 | DIN276_costgroup_level_1 | Kostengruppen DIN 276 (1. Ebene) | text |
| 20 | DIN276_costgroup_level_2 | Kostengruppen DIN 276 (2. Ebene) | text |
| 21 | savings_primary_energy_heat | Einsparung Primärenergie (Wärme) | kWh/a |
| 22 | savings_primary_energy_sys | Einsparung Primärenergie (Wärme und wärmebez. Hilfsenergie) | kWh/a |
| 23 | savings_co2_heat | Einsparung CO ₂ -Emissionen (Wärme) | kg/a |
| 24 | savings_co2_sys | Einsparung CO ₂ -Emissionen (Wärme und wärmebez. Hilfsenergie) | kg/a |
| 25 | invest_per_savings_final_energy_heat | Kosten Endenergieeinsparung (Wärme) | EUR/(kWh/a) |

| | Parameter | Beschreibung | Einheit |
|----|---------------------------------------|---|--------------------|
| 26 | invest_per_savings_final_energy_sys | Kosten Endenergieeinsparung (Wärme und wärmebez. Hilfsenergie) | EUR/(kWh/a) |
| 27 | invest_per_savings_primary_energy_sys | Kosten Primärenergieeinsparung (Wärme und wärmebez. Hilfsenergie) | EUR/(kWh/a) |
| 28 | invest_per_savings_co2_sys | Kosten CO ₂ -Einsparung (Wärme und wärmebez. Hilfsenergie) | EUR/(kg/a) |
| 29 | meets_requirements | Auskunft ob Energiestandard mit Maßnahme erreicht wurde | 4-stellig: y, n, 0 |
| 30 | ref_heat_consumption_building | Wärmeverbrauch des Gebäudes aus Verbrauchsdaten | kWh/a |
| 31 | energy_source | Zusammensetzung Energieträger | text |
| 32 | bim_factor | BIM-Faktor | |
| 33 | pump_volumeflow | Nennvolumenstrom der Pumpen | m ³ /h |
| 34 | heatrecovery_type | Wärmerückgewinnungstyp | text |
| 35 | ventilation_supply_volumeflow | Nennzuluftvolumenstrom der RLT | m ³ /h |
| 36 | ventilation_total_volumeflow | Nennvolumenstrom der Gesamt-RLT | m ³ /h |
| 37 | heatgenerator_heatingload | Nennleistung der Wärmeerzeuger | kW |
| 38 | costs_pump | Investitionskosten Pumpen | EUR |
| 39 | costs_heatrecovery | Investitionskosten Wärmerückgewinnung | EUR |
| 40 | costs_heatgenerator | Investitionskosten Wärmeerzeuger | EUR |

Tabelle 10: Beschreibung der Datenbankheader der Tabelle results_recommendedactions_logical_selected_fbim_cfmexport

| | Parameter | Beschreibung | Einheit |
|----|----------------------------------|---|----------------|
| 1 | building_id | Gebäude ID | 8-stellig |
| 2 | tga_state | ID der Handlungsempfehlung | 7-stellig |
| 3 | energy_standard | Sanierungsstandard | None, KfW 55 |
| 4 | recommended_action_bim | Beschreibung Handlungsempfehlung nach CFM Katalog | text |
| 5 | DIN276_costgroup_level_1 | Kostengruppen DIN 276 (1. Ebene) | text |
| 6 | DIN276_costgroup_level_2 | Kostengruppen DIN 276 (2. Ebene) | text |
| 7 | energy_source | Zusammensetzung Energieträger | text |
| 8 | savings_distributed_final_energy | Einsparung Endenergie (Wärme) | kWh/a |
| 9 | savings_auxiliary_final_energy | Einsparung Endenergie (Hilfsenergie) | kWh/a |
| 10 | savings_primary_energy_heat | Einsparung Primärenergie (Wärme) | kWh/a |
| 11 | savings_primary_energy_sys | Einsparung Primärenergie (Wärme und wärmebez. Hilfsenergie) | kWh/a |
| 12 | savings_co2_heat | Einsparung CO ₂ -Emissionen (Wärme) | kg/a |
| 13 | savings_co2_sys | Einsparung CO ₂ -Emissionen (Wärme und wärmebez. Hilfsenergie) | kg/a |
| 14 | amortisation_heat | Amortisation (Wärme): Invest. Kosten/Einsparung Energiekosten | a |
| 15 | amortisation_sys | Amortisation (Wärme und wärmebez. Hilfsenergie) | a |
| 16 | savings_energy_cost_heat | Einsparung Energiekosten (Wärme) | EUR/a |
| 17 | savings_energy_cost_sys | Einsparung Energiekosten (Wärme + wärmebez. Hilfsenergie) | EUR/a |
| 18 | u_soll | u-Wert Soll | 0 |
| 19 | u_ist | u-Wert Ist | 0 |
| 20 | amount | Menge | 1 |
| 21 | unit | Einheit | psch |
| 22 | unit_price | Einheitspreis | EUR |
| 23 | investment_cost | Kosten | EUR |
| 24 | total_price | Gesamtpreis | EUR |
| 25 | prio | Ausgewähltes Bewertungskriterium (BIM-Faktor) | 0....10 |
| 26 | comment | Zusatztext | text |

Tabelle 11: Beschreibung der Datenbankheader der Tabelle results_assessmentfactors

| Parameter | Beschreibung | Einheit |
|-----------------------------|-----------------------------------|----------------|
| energy_source | Energieträger | |
| year | Referenzjahr | |
| primary_energy_factor | Primärenergiefaktor | kWh/kWh |
| CO ₂ _equivalent | CO ₂ -Emissions-Faktor | kg/kWh |
| energy_costs | Energieträgerkosten | EUR/kWh |

Anhang E

„Technische Dokumentation der Gebäudesimulation“

erstellt von UdKB-VPT

Seite 1 bis 6

Technische Dokumentation der Gebäudesimulation

Allgemeine Beschreibung

Das DATES-Tool ist grundsätzlich aus einer Datenbank zur Speicherung und Verwaltung von Gebäudedaten und Python-Routinen, die die Logik des Tools beinhalten, aufgebaut. Die folgenden Abschnitte beleuchten beide Aspekte aus Sicht der Gebäudehülle. Die Projektpartner an der TU Berlin stellen eine entsprechende Dokumentation für den TGA-Teil des DATES-Tools zur Verfügung.

Rohdaten der Gebäude werden auf vier verschiedenen Qualitätsstufen erhoben (Q1 bis Q4) und in eigens dafür vorgesehenen Rohdatentabellen (`building_Q1_OeQ`, `building_Q2`, `building_Q3`, `building_Q4`) der Datenbank gespeichert.

Die Rohdatentabellen werden durch das Tool nicht verändert und stehen somit immer als Referenz zur Verfügung. Mittels dafür entwickelter Python-Routinen (entwickelt und getestet unter Python 3.6) werden die Rohdaten weiterverarbeitet und die aufbereiteten Daten in anderen Tabellen (`building_Q1`, `building_Q2_cum`, `building_Q3_cum`, `building_Q4_cum`) gespeichert. Die Python-Routinen übernehmen hier bspw. das Mapping von Gebäudedaten auf Basis von ALK-Umringen auf die Gebäude der BIM. Es werden auch aus Detaildatentabellen (`room_Q2` und `window_Q2`) aggregierte Daten erzeugt und entsprechend gespeichert. Darüber hinaus wird eine Kumulierung der Qualitätsstufen vorgenommen, sodass Datensätze entstehen, die die vier Qualitätsstufen sukzessive vereinen.

Die Tabelle `building_Q4_cum` enthält schließlich den umfangreichsten und belastbarsten Gebäudedatensatz. Das Untermodul `building_sim` enthält die zur Simulation verwendeten Python-Routinen. Aufbauend auf den gesammelten Daten wird ein Modelica-Modell (derzeit) in Form einer FMU parametrisiert und simuliert. Die Erstellung der FMUs kann sowohl mit `jModelica` (hierfür ist Python 2.7 als Teil der `jModelica`-Installation nötig) oder mit `Dymola` geschehen.

Zur Simulation der FMUs wird das Python-Modul `pyFMI` verwendet. Für deren Parametrierung werden zunächst alle ein Gebäude betreffenden Parameter aus der Datenbank gelesen. Dabei ist, wenn auf die Tabelle `building_Q4_cum` zurückgegriffen wird, sichergestellt, dass der jeweils belastbarste Datensatz abgerufen wird. Die Parameter werden im Anschluss an die FMU übergeben. Sollen Sanierungsvarianten simuliert werden, werden entsprechende Parameter des Ist-Zustands eines Gebäudes gegen Parameter einer eventuellen Sanierung ersetzt. Der `refurbishment_state`, ein vierstelliger binärer Code, enthält dafür die Information welche Konstruktionstypen im jeweiligen Fall saniert werden. Die Reihenfolge der Konstruktionen im Code ist Fenster, Dach, Fassade, Keller. Soll eine Konstruktion saniert werden, ist der Wert des Codes an der entsprechenden Stelle 1, ansonsten 0. Der Ist-Zustand hat demnach den Code 0000.

Für jede Simulation starten die entwickelten Python-Routinen einen separaten Prozess, da es sonst, wenn viele Simulationen hintereinander ausgeführt werden, zu Arbeitsspeicherproblemen kommt. Darüber hinaus kann der Python-Code so verwendet werden, dass ein Pool von Arbeitsprozessen aufgebaut wird, der eine zuvor erstellte Liste von Simulationen abarbeitet.

Nachdem eine Simulation beendet wurde, wird ihr Ergebnis sofort in der Datenbank (Tabelle `sim_results_building`) gespeichert. Das Ergebnis beinhaltet u.a. sowohl die berechnete Heizlastkurve als auch die Kosten der jeweiligen Sanierungsmaßnahme. Die betreffende Tabelle dient zusätzlich als Schnittstelle zwischen den Tools für die Gebäudehülle und die TGA. Sie enthält alle wichtigen Ergebnisse der Berechnungen zur Gebäudehülle.

Grundlegende Arbeitsschritte

Dieser Abschnitt gibt einen Einblick in die Handhabung der Gebäudedatenbank und -simulation mit den im Rahmen des Projektes entwickelten Werkzeugen.

Voraussetzungen zur vollständigen Nutzung des DATES-Tools

Das DATES-Tool basiert hauptsächlich auf einer Standardinstallation von Python 3.x sowie einigen weiteren Python-Paketen:

- *buildingspy*
- *matplotlib* (*)
- *numpy* (*)
- *scipy* (*)
- *pandas* (*)
- *pyfmi* (*)
- *assimulo* (*)
- *cython* (*)
- *lxml* (*)
- *pymysql*
- *shapely* (*)

Die mit (*) gekennzeichneten Pakete können am einfachsten auf der Seite *Unofficial Windows Binaries for Python Extension Packages* (<https://www.lfd.uci.edu/~gohlke/pythonlibs/>) heruntergeladen und mit *pip* installiert werden. Einige Pakete haben ggf. weitere Abhängigkeiten, die dann system-spezifisch mit installiert werden müssen.

Zur Erstellung von Gebäudemodell-FMUs wird entweder eine vollständige Installation von *jModelica* benötigt, die auch eine komplette Python 2.7 Installation beinhaltet, oder eine *Dymola*-Installation mit entsprechender Lizenz. Wird *jModelica* verwendet ist zu beachten, dass vereinzelt Gebäudesimulationen deutlich länger rechnen als der Durchschnitt der Rechenzeit aller Gebäude. Dies führt in manchen Fällen zu einer 15-fach längeren Gesamtrechenzeit, wenn *jModelica* und nicht *Dymola* zur Erstellung der FMUs verwendet wird.

Das verwendete *MariaDB* Datenbankverwaltungssystem, welches zentral auf einem Server installiert ist, muss nicht von jedem Nutzer individuell installiert werden.

GUI-unterstütztes Arbeiten mit der Datenbank

Das verwendete Datenbankverwaltungssystem *MariaDB* ist nahe verwandt und derzeit völlig kompatibel mit dem weitverbreiteten *MySQL*. Es können daher alle Werkzeuge, die mit *MySQL* kompatibel sind, auch für den Umgang mit *MariaDB* eingesetzt werden.

Es wird empfohlen für die grafische Interaktion mit der DATES-Datenbank die open-source Software *HeidiSQL* zu verwenden (<https://www.heidisql.com>, nur für Windows verfügbar). Nach der Installation des Programms kann über den Verbindungsmanager unter Angabe der IP-Adresse des Datenbankservers, dem Benutzernamen und dem Passwort eine Verbindung mit der DATES-Datenbank hergestellt werden.

HeidiSQL zeigt dann auf der linken Seite des Fensters alle Tabellen der DATES-Datenbank. Durch klicken auf die Tabellen werden diese ausgewählt und ihr Dateninhalt und andere Eigenschaften können im Hauptbereich des Programms eingesehen und manipuliert werden (abhängig von den Nutzerprivilegien).

Als Python-Interface für die Datenbank wird *pymysql* (<https://pymysql.readthedocs.io>) empfohlen und für die gesamte Datenbankbindung in diesem Projekt verwendet. Die im folgenden beschriebenen Vorgänge.

Open *eQuarter* GIS-Daten in die Datenbank laden

Zur Erstellung von Q1-Daten wird das Open *eQuarter* Tool verwendet. Mittels Längen- und Breitengraden, die für jedes Gebäude von Projektpartnern zur Verfügung gestellt werden, werden die Gebäude in Open *eQuarter* gefunden und für Einzelgebäude bzw. Gebäudegruppen geojson-Dateien erstellt, welche alle über GIS ermittelbaren Daten enthalten. Die geojson-Dateien können dann mit der Funktion `geojson2db()` in `database_interface` in die Datenbank geladen werden. Dazu wird der Funktion lediglich der Dateipfad als Argument übergeben.

`geojson2db()` liest alle Gebäudedaten ein und schreibt diese in die Datenbank. Dabei werden ggf. für ein Gebäude mehrere ALK-Umränge hinterlegt, welche in einem späteren Schritt vereinigt werden müssen. Zunächst berechnet die Funktion allerdings eventuelle Schnittflächen von Gebäuden des zu betrachtenden Portfolios untereinander und mit Gebäuden der Umgebung, um eine entsprechende Reduktion der mit der Außenluft korrespondierenden Fassadenflächen durchzuführen. Für diese Berechnung in der geojson-Datei zusätzlich gespeicherte Umgebungsgebäude werden nicht in der Datenbank gespeichert.

Q2-Daten in die Datenbank laden

Q2-Daten werden von der BIM oder einem anderen Kunden in Form von xlsx-Tabellen bereitgestellt. Zum Import in die Datenbank werden die gelieferten Tabellen in das gleiche Format (gleiche Anzahl und Reihenfolge von Spalten) wie die entsprechende Datenbanktabelle `building_Q2` gebracht und als csv-Datei gespeichert. Mit Hilfe von *HeidiSQL* und dessen Befehl *Werkzeuge/CSV Datei importieren* können die so aufbereiteten Daten direkt in die Datenbank importiert werden.

Neben den Gebäudedaten können in den Tabellen `window_Q2` und `room_Q2` Detaildaten auf Q2-Level hinterlegt werden. Das Vorgehen ist analog zum Vorgehen zur Füllung der `building_Q2`-Tabelle.

Q3- und Q4-Daten in die Datenbank laden

Q3- und Q4-Daten können direkt in HeidiSQL oder einem anderen Datenbank-Client in die Datenbank geschrieben werden. Dabei ist darauf zu achten, dass die richtige `building_id` eingetragen wird.

Daten für die Simulation vorbereiten

Nachdem die Rohdaten in den Tabellen `building_Q1_OeQ`, `building_Q2`, `building_Q3`, `building_Q4` sowie `window_Q2` und `room_Q2` gespeichert wurden, können die Python-Routinen für das Pre-Processing der Daten gestartet werden. Dies ist auch möglich, wenn nicht alle Tabellen für jedes Gebäude ausgefüllt wurden. Werden allerdings im Nachhinein weitere Daten eingepflegt ist es ratsam das gesamte Pre-Processing erneut auszuführen, um sicherzustellen, dass ein konsistenter Datensatz vorliegt.

Das Pre-Processing kann komplett mit einem einzelnen Aufruf erledigt werden. `preprocessing()` ist allerdings nur eine Aneinanderreihung einzelner Funktionen, die genauso gut einzeln aufgerufen werden können (`OeQ_mapping()`, `cumulation(Q_level=2)`, `cumulation(Q_level=3)`, `cumulation(Q_level=4, set_window_U())`, `set_building_avg_window_U()`).

Als letzter Schritt werden die in Frage kommenden Sanierungsvarianten selektiert und konfiguriert. (`select_refurbishment_measures()`, `individual_refurbishment_costs()`)

Simulationen durchführen

Zur Durchführung der Simulationen werden über ein Python-Skript (`building_sim`) die passenden FMU's parametrisiert und ausgeführt. Es können so sowohl Simulationen des Ist-Zustands als auch verschiedener Sanierungskonfigurationen gestartet werden. Simulationsergebnisse werden immer sofort nach Fertigstellung in der Datenbank (Tabelle `sim_results_building`) gespeichert und können daher direkt von den Projektpartnern für deren weitere Berechnungen verwendet werden.

Zur Durchführung vieler Simulationen wird zunächst eine Prozessliste erstellt (`compile_process_list`), die eine Liste aller angestrebten Simulationen enthält. Diese Prozessliste wird im Anschluss automatisch abgearbeitet (`simulate_multiple()`).

Dabei besteht die Möglichkeit, parallele Verarbeitungsmöglichkeiten mit beliebig vielen Prozessoren und Kernen zu nutzen (`building_multi_process.py`). Auf diese Weise wird die schnellst mögliche Bearbeitung eines gesamten Simulationsablaufs ermöglicht.

Datenbank

Die Datenbank `dates` des Projektes wird auf einem virtuellen Server der TU Berlin gehostet, welcher offiziell vom Hermann-Rietschel-Institut verwaltet wird. Auf diesem ist ein *MariaDB* Datenbankverwaltungssystem eingerichtet, das neben der Datenbank `dates` für dieses Projekt auch Datenbanken anderer Projekte hosten kann

Backup

Die `dates`-Datenbank (und andere) wird jede Nacht gegen 3:30 Uhr gesichert. Die täglichen Backups werden einen Monat verwahrt, bevor sie von einem neuen Backup überschrieben werden.

Modellbildung

Die FMUs enthalten vorkompilierte Modelica-Modelle. Für verschiedene Wetterdatenjahre und Nutzertypen werden jeweils einzelne FMUs erstellt. Darüber hinaus unterscheiden sich die FMUs durch das Tool mit dem sie erstellt wurden.

jModelica-FMUs werden mit einer vollständigen jModelica-Installation über eine Python 2.7 Shell erstellt. Die resultierenden FMUs sind portabel, d.h. einmal erstellt können sie auf allen beliebigen System simuliert werden.

Dymola-FMUs weisen derzeit stabilere, kürzere Rechenzeiten auf, als die entsprechende jModelica-Variante. Die Erstellung der Dymola-FMU muss allerdings aus lizenz-technischen Gründen auf dem Rechner erfolgen auf dem die FMU auch später simuliert werden soll. Dafür ist eine vollständige Dymola-Installation mit Zugriff auf eine Lizenz nötig.

Erläuterung gebäudespezifischer Datenbanktabellen

Gebäudelisten

`building_SILB`:

Liste aller `building_id` des gesamten SILB-Portfolios.

Rohdatentabellen

Rohdatentabellen enthalten Daten, die so aus den verschiedenen Datenquellen übernommen werden. Zum Zweck der Rückverfolgung der Daten, die später das Gebäudemodell parametrieren, werden die Rohdaten zunächst getrennt nach Qualitätsstufe gespeichert.

building_Q1_OeQ:

Enthält die Gebäudedaten des Q1-Levels für alle ALK-Umringe, die nötig sind das zu untersuchende Portfolio abzubilden. Eine Zuordnung zu den building_id mit der Gebäude innerhalb des Projektes eindeutig identifiziert werden ist in der Spalte EXT_BLD_ID gegeben. Ansonsten enthält die Tabelle den Open *eQuarter* Datensatz.

building_Q2:

Hier werden Daten gespeichert, die von der BIM in Tabellen übergeben werden. Es handelt sich dabei um die Daten der Baseline-Tabellen.

building_Q3:

Q3-Daten aus pdf-Dateien werden hier manuell eingegeben. Dabei ist die entsprechende building_id anzugeben. Es kann nur ein Datensatz für jede building_id hinterlegt werden.

building_Q4:

Q4-Daten werden hier analog zu Q3 eingetragen.

building_yearly_Q2:

Diese Tabelle enthält die Verbrauchsdaten aller Gebäude für verschiedene Jahre.

room_Q2:

Das Raumbuch aller Gebäude ist hier gespeichert. Die ggf. sehr große Tabelle enthält Informationen zu jedem einzelnen Raum aller Gebäude des zu betrachtenden Gebäudebestands.

wall_structure_Q3:

Hier können detaillierte Wandaufbauten abgelegt werden. Eine Verknüpfung mit den Gebäuden passiert durch setzen der entsprechenden IDs in der building_Q3-Tabelle in den vier Spalten wall_structure_*. Da nur sehr wenige Gebäude derzeit über entsprechende Daten verfügen, werden diese nicht ausgewertet und werden nicht bei der Parametrierung der Gebäudemodelle berücksichtigt.

weather_data:

Wetterdaten für verschiedene Jahre (und ggf. Standorte) werden hier abgelegt.

window_Q2:

Aller Fenster aller Gebäude sind hier gespeichert, die Tabelle ist daher sehr umfangreich.

window_U_values:

Für verschiedene Materialien sind hier jahresabhängige U-Werte für Fenster gespeichert.

Kumulierte Gebäudedaten

Die kumulierten bzw. gemappten Gebäudedaten werden mittels Python-Routinen gefüllt. Manuelle Änderungen in diese Tabellen werden daher beim Ausführen der Routinen überschrieben. Die Tabellen sind die Basis der Parametrierung der Gebäudemodelle für die verschiedenen Qualitätsstufen.

building_Q1:

Durch das Mapping der in building_Q1_OeQ gespeicherten Daten, welche auf ALK-Umringen basieren, auf die building_id, entsteht diese Tabelle.

building_Q2_cum:

Bei der Kumulierung von building_Q1 und building_Q2 entsteht diese Tabelle.

building_Q3_cum:

Bei der Kumulierung von building_Q2_cum und building_Q3 entsteht diese Tabelle.

building_Q4_cum:

Bei der Kumulierung von building_Q3_cum und building_Q4 entsteht diese Tabelle.

property_Q2:

Diese Tabelle enthält lediglich Grunddaten der einzelnen Liegenschaften.

Sanierungsdaten

building_insulation:

Für jedes Gebäude wird für jede der vier Konstruktionen eine Sanierungsvariante auf Basis des zu erreichenden Energiestandards gespeichert. Es werden außerdem die jeweiligen Sanierungskosten und das Erreichen des Standards gespeichert.

building_measures:

Hier liegt der Katalog aller zur Verfügung stehenden Sanierungsmaßnahmen.

Ergebnisse

sim_results_building:

Dies ist die Schnittstelle zwischen Berechnung der Gebäudehülle (idealer Wärmebedarf) und TGA. Alle wichtigen Ergebnisse der Gebäudesimulation werden hier automatisch am Ende der Simulation gespeichert.