

Schlussbericht, 16. September 2020

# Projekt «Musterbeispiele von Gebäudeautomationssystemen mit geringem Stromverbrauch»



**energie schweiz**

Unser Engagement: unsere Zukunft.

**Autor**

Philipp Kräuchi, Hochschule Luzern

**Danksagung**

Dank gebührt den Projektmitarbeitern Andrii Zakovorotnyi (Tool-Programmierung), Reto Marek (Auswertung Bau 2 und Ideen insbesondere zur Klassierung der Geräte) sowie Stefan Ineichen (Literaturrecherche im 2017, Kapitel 3.1 und 3.2). Prof. Dr. Olivier Steiger sei gedankt fürs aktive Mittragen des Projektes, seine Koautorschaft in aus dem Projekt entstandenen Konferenzbeiträgen sowie das Durchsehen des Berichts.

Das Bundesamt für Energie sowie die Projektpartner *Siemens Building Technologies Division HQ* und die *Mobimo AG* haben das Projekt finanziell erst ermöglicht. Die Firmen-Projektpartner, wie auch die *F. Hoffmann-La Roche AG* und die *PSP Swiss Property AG* haben zudem die drei hier präsentierten Bauten eingebracht. Ihnen allen sei ebenfalls herzlich gedankt.

**Diese Studie wurde im Auftrag von EnergieSchweiz erstellt.**

**Für den Inhalt sind alleine die Autoren verantwortlich.**

**Adresse**

EnergieSchweiz, Bundesamt für Energie BFE

Mühlestrasse 4, CH-3063 Ittigen. Postadresse: CH-3003 Bern

Infoline 0848 444 444, [www.infoline.energieschweiz.ch](http://www.infoline.energieschweiz.ch)

[energieschweiz@bfe.admin.ch](mailto:energieschweiz@bfe.admin.ch), [www.energieschweiz.ch](http://www.energieschweiz.ch), [twitter.com/energieschweiz](https://twitter.com/energieschweiz)

# Inhalt

<b>1</b>	<b>Zusammenfassung .....</b>	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>Terminologie und Abkürzungsverzeichnis .....</b>	<b>6</b>
<b>3</b>	<b>Ausgangslage und Projektziel .....</b>	<b>6</b>
3.1	Stand der Technik .....	7
3.2	Normen und Gesetzgebung .....	9
3.2.1	Schweizerische Normen und Gesetzgebung .....	9
3.2.2	Europäische Normen und Gesetze .....	10
3.2.3	Weltweite Normen und Gesetze .....	10
<b>4</b>	<b>Vorgehen / Methode .....</b>	<b>12</b>
4.1	Auswahl der Untersuchungsobjekte .....	12
4.2	Systemgrenze .....	12
4.3	Datenquellen .....	12
4.4	Berechnungstool und -methodik .....	13
4.4.1	Ziele und Eigenschaften der Berechnungsmethodik .....	13
4.4.2	Gerätemodell .....	15
4.4.3	Speisungsbaum .....	15
4.4.4	Implementation .....	16
<b>5</b>	<b>Fallbeispiele (Bauten) .....</b>	<b>17</b>
5.1	Bau Nr. 1: Roche Bau 1 .....	18
5.1.1	Kennzahlen des Energiemonitorings .....	18
5.2	Bau Nr. 2: Grosspeter Tower .....	20
5.3	Bau Nr. 3: Mattenhof (Hotel) .....	21
<b>6</b>	<b>Ergebnisse .....</b>	<b>22</b>
6.1	Bau Nr. 1: Roche Bau 1 .....	23
6.2	Bau Nr. 2: Grosspeter Tower .....	30
6.3	Bau Nr. 3: Mattenhof (Hotel) .....	32
6.4	Stromverbrauch nach Gewerk (Raumautomation) .....	34
6.5	Stromverbrauch nach Geräteart (Raumautomation) .....	35

6.6	Speisungen: gespiesene Geräte und Auslastung.....	38
<b>7</b>	<b>Diskussion und Fazit .....</b>	<b>39</b>
7.1	Berechnungstool .....	39
7.2	Analyseergebnisse .....	39
<b>8</b>	<b>Literaturverzeichnis .....</b>	<b>40</b>
<b>9</b>	<b>Abbildungsverzeichnis .....</b>	<b>42</b>
<b>10</b>	<b>Tabellenverzeichnis .....</b>	<b>42</b>
<b>11</b>	<b>Anhang .....</b>	<b>43</b>
11.1	Tabellenverzeichnis der Ein- und Ausgaben .....	43
11.2	Bau 1: Ein- und Ausgaben, Fall «realisiert».....	45
11.3	Bau 1: Ein- und Ausgaben, Fall «ideal».....	48
11.4	Bau 2: Ein- und Ausgaben, Fall «realisiert».....	51
11.5	Bau 2: Ein- und Ausgaben, Fall «ideal».....	56
11.6	Bau 3: Ein- und Ausgaben, Fall «realisiert».....	61
11.7	Bau 3: Ein- und Ausgaben, Fall «ideal».....	65

# 1 Zusammenfassung

Es wurden drei reale Bauten – zwei Bürohochhäuser und ein Hotel – bezüglich des Stromverbrauchs der Gebäudeautomation (GA) untersucht. Die GA umfasst in den Analysen nur die Raumautomation: Heiz- und Kühlventilantriebe, Lüftungsklappenantriebe, Storenantriebe, Betriebsgeräte der Beleuchtung, Sensoren sowie alle Geräte zur Regelung- und Ansteuerung der genannten Geräte. Zwei Fälle wurden jeweils betrachtet: (1) realisiertes GA-System und (2) ideales GA-System. Grundlage für die Berechnungen waren Datenblattangaben (für das realisierte GA-System) und angenommene Werte nach Stand der Technik (für das ideale GA-System). Die Energieeinsparungen im Betrieb des Gebäudes, welche mit ausgeklügelter GA erzielbar sind, waren nicht Teil der Untersuchungen – sondern ausschliesslich der Stromverbrauch der GA selbst und die mögliche Reduktion dieses Verbrauchs.

Die Berechnungen des GA-Stromverbrauchs wurden mit einem selbstentwickelten Tool der Hochschule Luzern durchgeführt. Das Tool durchwandert, ausgehend von den Feldgeräten, den gesamten Speisungsbaum bis hin zum 230 V Netzbezug, um die Speisungsverluste realitätsnah mitzuberechnen und den versorgten Geräten zuzuschreiben.

Der jährliche GA-Stromverbrauch, bezogen auf die Energiebezugsfläche, liegt für die drei realisierten Systeme bei 3.6 kWh/m<sup>2</sup>, 3.2 kWh/m<sup>2</sup> und 4.4 kWh/m<sup>2</sup>. Eine Reduktion um den Faktor zwei bis drei scheint bei Neuplanungen machbar zu sein. Die maximalen Verbrauchswerte – über die drei realisierten Systeme betrachtet – entfallen auf die Gerätearten «Kontroller», «Output\_Modul», «Speisungen», «Aktor» und «Betriebsgerät» (elektronische Vorschaltgeräte der Beleuchtung). Es empfiehlt sich deshalb, ein besonderes Augenmerk auf diese Gerätearten zu legen bei der Produktwahl, und bei den Speisungen zusätzlich auf deren Dimensionierung. Zudem können gewisse Standby-Leistungsaufnahmen vermieden werden, beispielsweise indem für Stellantriebe eine 3-Punkt-Ansteuerung gewählt wird. Eine Betrachtung nach Gewerk zeigt, dass alle Gewerke mit einem relevanten Verbrauchsanteils vertreten sind.

Für eines der Bürohochhäuser – den Roche Bau 1 in Basel – wurde der GA-Stromverbrauch verglichen mit dem gemessenen Stromverbrauch der gesamten Gebäudetechnik. Die Wärme- und Kälteversorgung wird dort ausschliesslich strombasiert sichergestellt (Grundwasser- und Abwärmenutzung). Es ergab sich für das realisierte System ein GA-Anteil von 21%, d.h. rund ein Fünftel des Verbrauchs der gesamten Gebäudetechnik. Insbesondere für energieeffiziente Bauten scheint es demnach auch beim Fokus «Gesamtstromverbrauch» lohnend, dem GA-Stromverbrauch das gebührende Augenmerk zu widmen.

Im ebenfalls vom BFE unterstützten Folgeprojekt *StromGT* wird das hier verwendete Tool zuhänden Dritter, hauptsächlich der Gebäudeautomations-Planer, weiterentwickelt. Es soll ihnen zukünftig als Werkzeug dienen, um den GA-Stromverbrauch möglichst minimal zu halten. Dazu wären seitens der Produktehersteller Datenblätter wünschbar, welche immer auch die benötigten Wirkleistungsangaben enthalten.

## 2 Terminologie und Abkürzungsverzeichnis

- «Stromverbrauch»: Der Begriff wird hier im umgangssprachlichen Sinne als Synonym sowohl für einen Bezug elektrischer Leistung als auch für einen Bezug elektrischer Energie verwendet – ob es sich um Leistung oder Energie handelt, ist unter anderem an der physikalischen Einheit der Werte erkennbar. Zudem interessiert in diesem Projekt in erster Linie der geräteinterne Stromverbrauch; deshalb ist in der Regel mit «Stromverbrauch» hier der geräteinterne Stromverbrauch gemeint. Eine vom Gerät weitergegebene Leistung zählt nicht zum geräteinternen Stromverbrauch. Er wird – allenfalls über mehrere Umwandlungsprozesse – als Wärme frei. Die Summe des geräteinternen Stromverbrauchs über alle Geräte des Systems ergibt den Stromverbrauch des Systems.
- GA Gebäudeautomation
- nGA Nicht-Gebäudeautomation (entspricht der Gebäudetechnik ohne die GA)
- GT Gebäudetechnik
- HSLU Hochschule Luzern

## 3 Ausgangslage und Projektziel

Von 2013 bis 2015 hat die Hochschule Luzern im Rahmen des Projekts «Eigenenergieverbrauch der Gebäudeautomation» erstmals das Thema «Stromverbrauch der Gebäudeautomation» beleuchtet. Insbesondere wurde in diesem Projekt der Stromverbrauch der Raumautomation für mehrere Gebäude hochgerechnet und auf die Energiebezugsfläche bezogen. Es ergaben sich jährliche Stromverbräuche im Bereich von 2 bis 5 kWh/m<sup>2</sup> [1]. Dies entspricht einer mittleren Dauerleistung von 0.2 bis 0.6 W/m<sup>2</sup> (nur Raumautomation). Weiter zeigte die Studie, dass es grosse Unterschiede im Verbrauch verschiedener GA-Systeme gibt, bei gleicher Funktionalität. Zudem resultierten aus dem Projekt Empfehlungen an Planer (Kapitel 6) und Hersteller (Kapitel 7) hinsichtlich eines möglichst geringen Stromverbrauchs der Gebäudeautomation.

Im Frühling 2017 konnte das Nachfolgeprojekt «Musterbeispiele von Gebäudeautomations-systemen mit geringem Stromverbrauch» (MuGA) gestartet werden. Dessen Ziel war, einen vertieften Einblick in die Struktur des GA-Stromverbrauchs zu gewinnen, um mögliche Senkungspotentiale aufzuzeigen. Dazu wurde, wie im Vorgängerprojekt, wiederum für konkrete Gebäude der Stromverbrauch der Raumautomation berechnet. Nun allerdings jeweils für das realisierte GA-System, wie auch für ein hinsichtlich Stromverbrauch ideales GA-System. Zudem wurden die jährlichen Stromverbräuche systematisch aufgegliedert, insbesondere nach Gewerk und Geräteart. Schliesslich wurden aus diesen Verbrauchs-Aufschlüsselungen Erkenntnisse gezogen für eine Minimierung des Stromverbrauchs von GA-Systemen.

### 3.1 Stand der Technik

*In einer Literaturrecherche zum Stromverbrauch der Gebäudeautomation wurde der Stand der Technik untersucht. Die relevanten Beiträge sind hier chronologisch aufgeführt.*

In einer Studie von 2005 zur Nachhaltigkeit von niederländischen Heimautomations-Projekten [2] wird festgestellt, dass der Stromverbrauch der Gebäudeautomation üblicherweise nicht bekannt ist, von Gebäudetechnik-Beratern jedoch als vernachlässigbar dargestellt wird. Zwei Haushalte die untersucht wurden, zeigten einen signifikanten Anteil von 10% bis 40% der Heimautomation am jährlichen elektrischen Energieverbrauch. Im ersten Fall entsprachen 10% einem Wert von 190 kWh pro Jahr, was einer durchschnittlichen Leistungsaufnahme von 21.7 W gleichkommt. Der zweite Haushalt, mit einer sehr umfassenden Heimautomation, erreichte sogar 1300 kWh pro Jahr – was einer durchschnittlichen Leistungsaufnahme von konstant 148.4 W gleichkommt. Beim niederländischen Durchschnitts-Haushalt würde damit der elektrische Energieverbrauch um 35% steigen.

In einem Pilotprojekt in Chur wurde ein Smart Home mit am Markt vorhandener Haustechnik-Komponenten realisiert, um dessen Alltagstauglichkeit zu testen. Das Merkblatt «Intelligentes Wohnen» des Bundesamtes für Energie (BFE) von 2005 gibt über den Stromverbrauch der Geräte Auskunft, die darin der Vernetzung mittels KNX-Bus und Ethernet-Netzwerk dienen [3]. Neben der Automation der Beleuchtung, Beschattung, Heizung, Lüftung und Sicherheit, wurden auch Haushaltsgeräte und Geräte zur Unterhaltung, Kommunikation und Information vernetzt. Der jährliche Strombezug betrug 8750 kWh und war damit 50% höher als in einem Durchschnitts-Haushalt ohne Automation vergleichbarer Grösse. Auf die Geräte, mit der die Vernetzung realisiert wurde, entfielen 2400 kWh pro Jahr. Bessere Einstellungen bei den Servern der zentralen Infrastruktur zur Bedienung der Hausautomation und Audio-/Video-Vernetzung führten zu einer Einsparung von 750 kWh pro Jahr.

Im Auftrag des Bundesamtes für Energie (BFE) wurden im Jahr 2008 zwei weitere Privathaushalte mit hohem Ausbaustandard in Bezug auf die Vernetzung und Automation untersucht [4]. Der erste Haushalt verfügte über ein KNX-Bussystem inklusive Steuerungsserver und Touchpanel-Bedienung. Damit waren die Raumtemperaturregelung, Präsenzmelder, Wetterzentrale, Alarmanlage und Musiksteuerung verbunden. Im zweiten Haushalt wurde die Vernetzung mittels Ethernet bewerkstelligt. Damit wurden eine Steuerung, zwei Touchpanel-Bediengeräte, ein Visualisierungsserver, ein Medienserver, 2 Webkameras, 3 WLAN-Router und 4 Internet-Radios vernetzt. Die Leistungsaufnahme der in den beiden Haushalten verbauten Haussteuerungskomponenten wurde gemessen. Die Visualisierungs-Server erreichten einen Leistungsbezug von 10.5 W und 106.5 W (handelsüblicher PC). Die Touchpanels verbrauchten im Normalbetrieb durchschnittlich 2.8 W und 26 W. Die KNX-Wetterzentrale des ersten Haushalts hatte eine Leistungsaufnahme von 3.8 W. Die Dimmkatoren kamen auf 1.5 W beziehungsweise 2.3 W. Der zusätzliche Stromverbrauch in den beiden Haushalten durch die Vernetzung von IT- und Multimedia-Geräten mit einer komfortablen Haussteuerung belief sich im ersten Fall jährlich auf 1864 kWh (+37%) und auf 3516 kWh (+54%) im zweiten.

An der Hochschule Biberach wurde 2008 das Energieeinsparpotenzial durch Gebäudeautomation untersucht [5]. Dabei war auch der Stromverbrauch der Gebäudeautomation ein Thema. Bei den

untersuchten Bus-Teilnehmern (Sensoren und Aktoren) wurde eine durchschnittliche permanente Leistungsaufnahme von 0.4 W gemessen. Bei einer Spannungsversorgung belief sich die Leistungsaufnahme auf 3 bis 4 W.

In einem Magazin-Artikel [6] von 2009 der Hochschule Biberach wurden Standby-Verbräuche einzelner Gebäudeautomations-Komponenten aufgeführt. Aktoren (z.B. Schalt-Dimmaktor, Stellantriebe) bewegten sich dabei im Bereich von 0.184 bis 0.263 W, Sensoren (z.B. Taster, Präsenzmelder) zwischen 0.056 bis 0.245 W. Bei zentralen Systemkomponenten, die in einer Installation in geringerer Anzahl vorhanden sind (z.B. Spannungsversorgung, Wetterzentrale), wurden Leistungsaufnahmen von 0.179 bis 3.831 W gemessen. Am Gesamtenergiebedarf eines definierten Beispielgebäudes hatte die Gebäudeautomation einen Anteil von 0.17%.

Im Jahr 2011 wurden in der Stadt Zürich 74 städtische Bauten auf ihren Stromverbrauch hin untersucht [7]. Es wurde der Verbrauch aller Elektrogeräte betrachtet, also beispielsweise Leuchten, Computer und Drucker. Ein besonderes Augenmerk wurde auf das Amtshaus 3 gelegt, wo rund 200 Arbeitsplätze auf einer genutzten Fläche von 5500 m<sup>2</sup> untergebracht sind. Bei der Analyse der Standby-Leistungsaufnahme ausserhalb der Arbeitszeiten wurde für die Gebäudetechnik ein Wert von 791 W ermittelt, was einen jährlichen Stromverbrauch von 6930 kWh ergibt (dieser Wert beinhaltet allerdings nicht die Beleuchtung; umgekehrt sind bei den übrigen Gewerken auch Komponenten enthalten, welche nicht der Automation zuzurechnen sind). Verglichen mit dem jährlichen Stromverbrauch des gesamten Gebäudes von 201'000 kWh, macht die Gebäudetechnik in diesem Fall einen Anteil von 3.45% aus.

Durch die Budapest University of Technology and Economics wurde 2012 der Stromverbrauch eines KNX-Bussystems mit 48 Teilnehmern evaluiert [8]. Die KNX-Teilnehmer bestanden aus: Präsenzsensoren, Lichtsensoren, Thermostaten, Luftqualitätssensoren, Leistungsmessgeräten, Dimmern, Schaltern und einer Wetterstation. Zusätzlich wurde ein Heimserver an das Bussystem angeschlossen. Für den Betrieb über 44 Tage wurde für das KNX-Bussystem inklusive Teilnehmer eine Energie von 14.4 kWh verbraucht. Der Heimserver kam in derselben Zeit auf 21.1 kWh. Dies entspricht einer durchschnittlichen Leistungsaufnahme von 13.6 W für das KNX-Bussystem und seine Teilnehmer. Für den Heimserver beträgt dieser Wert 20.0 W. In den Berechnungen wurde von einer durchschnittlichen Leistungsaufnahme von mindestens 30 mW pro KNX-Teilnehmer ausgegangen.

Der Stromverbrauch eines KNX-Bussystems wurde 2013 auch von der norwegischen Universität der Wissenschaft und Technology (NTNU) analysiert [9]. In einem Labortest bezog der KNX-Bus mit 13 Teilnehmern eine Leistung von 2.34 W, was 0.18 W pro Teilnehmer entspricht. Das Netzteil, welches den Bus in diesem Fall speist, bezog eine Leistung von 5.8 W. Die Effizienz des Netzteils beträgt damit nur 40%. Dies hängt wahrscheinlich damit zusammen, dass Netzgeräte bei tiefen Ausgangsleistungen generell einen schlechten Wirkungsgrad aufweisen. Ein DALI-Vorschaltgerät, welches ebenfalls vermessen wurde, wies bei ausgeschaltetem Licht eine Verlustleistung von 0.45 W aus.

Weiter wurde von der NTNU ein existierendes Bürogebäude von 2300 m<sup>2</sup> Fläche untersucht. Darin waren verbaut: 8 Netzteile für den KNX-Bus, 358 KNX-Teilnehmer, 4 DALI-Gateways und 168 DALI-Vorschaltgeräte. Die Netzgeräte bezogen durchschnittlich je 11.7 W und gaben 7.96 W an den KNX-

Bus ab, was einer durchschnittlichen Effizienz von 68% entspricht. Ein KNX-Teilnehmer wies eine durchschnittliche Verlustleistung von 0.26 W aus. Ein Dali-Gateway bezog durchschnittlich 2.48 W und gab 0.56 W an die Busteilnehmer ab.

Ergebnisse seitens der Hochschule Luzern wurden erstmals Anfangs 2016 publiziert, siehe dazu die Einleitung in Kapitel 3.

*Die erwähnten, meist älteren Forschungsarbeiten sind sich nicht abschliessend einig, ob die Leistungsaufnahme der Gebäudeautomation vernachlässigbar ist oder nicht. Allerdings kommt unsere jüngste Untersuchung (siehe oben) diesbezüglich zu einem klaren Schluss: der Stromverbrauch der Gebäudeautomation macht einen nicht unerheblichen Anteil am Energiebezug der Gebäudetechnik eines Gebäudes aus.*

## 3.2 Normen und Gesetzgebung

### 3.2.1 Schweizerische Normen und Gesetzgebung

Das schweizerische Energiegesetz [10] hält fest, dass jede Energie möglichst sparsam und effizient zu verwenden ist. Es erlässt Vorschriften für serienmässig hergestellte Anlagen, Fahrzeuge und Geräte zur Reduktion des Energieverbrauchs. Dabei kann kantonal festgelegt werden, ob ein Energieausweis für Gebäude obligatorisch ist. Dieses Gesetz geht nicht auf spezifische Geräteklassen ein.

Die Mustervorschriften der Kantone im Energiebereich (MuKE) [11] regulieren unter anderem gebäudetechnische Anlagen. Sie orientieren sich dabei stark an der europäischen «Energy Performance of Buildings»-Richtlinie und verfolgen damit vergleichbare Ziele. Mit der Ausgabe 2014 der MuKE besteht neu eine Ausrüstungspflicht neuer Nichtwohnbauten ab einer Grösse von 5000 m<sup>2</sup> mit Gebäudeautomation. Anforderungen an die Gebäudeautomation bezüglich des Energieverbrauchs werden jedoch nicht gestellt.

Basierend auf Artikel 8 des schweizerischen Energiegesetzes wurden Effizienzvorschriften für Elektrogeräte und eine Energieetikette für die wichtigsten Haushaltsgeräte eingeführt. Geräte der Gebäudeautomation sind von diesen Effizienzvorschriften momentan noch nicht betroffen.

Das Merkblatt SIA 2056 «Elektrizität in Gebäuden – Energie- und Leistungsbedarf», gültig seit August 2019, dient zur Ermittlung des Energie- und Leistungsbedarfs von Gebäuden in der Phase Vorprojekt gemäss SIA 112. Das Merkblatt enthält unter anderem folgende Werte:

- Gebäudeautomation:
  - Standardwerte (Tabelle 74, S. 51) für die spezifische Betriebsleistung 0.2 - 0.5 W/m<sup>2</sup> (im zeitlichen Mittel)
  - bzw. mit 8760 jährlichen Betriebsstunden ein jährlicher spezifischer Betriebsenergiebedarf von 1.7 – 4.4 kWh/m<sup>2</sup>;
  - Flächen-Bezugsgrösse: Energiebezugsfläche (Kapitel 6.12.1, S. 50)
- Beleuchtung:
  - Bereitschaftsleistung für Beleuchtungsanlagen mit dimmbaren Betriebsgeräten (z.B. Dali-EVG), Referenzwert für Neuanlagen: 0.5 W/Leuchte (Kap. 5.1.7, S. 40)

- Beschattungsanlagen:  
Standardwerte (Tabellen 52, 53 und 54, alle S. 44) für die «spezifische Bereitschaftsleistung», die «jährlichen Betriebsstunden» und den «jährlichen spez. Energiebedarf» je nach Ausbaustandard (tief, mittel, hoch) und Funktionstyp (Funktionstyp 1 bis 3 gemäss SEN EN 15232 und SIA 411);  
Präzisierung in A3.2.2, S. 87: «Bei der Energie ist der Anteil der Motorensteuerung und der Motoren miteingerechnet.»;  
Flächen-Bezugsgrösse: Fensterfläche (Berechnungsmodell in Kapitel 6.2.1, S. 43)
- Notlichtanlage (zentrale Notlichtanlage und Rettungszeichenleuchten),  
Standardwerte für die «spezifische Bereitschaftsleistung», die «jährlichen Betriebsstunden» und den «jährlichen spez. Energiebedarf» je nach Ausbaustandard (tief, mittel, hoch), für «in Bereitschaft» (Tabelle 50, S. 43) und «mit Dauerlicht» (Tabelle 51, S. 43);  
Flächen-Bezugsgrösse: Fläche mit Notbeleuchtung (Berechnungsmodell in Kapitel 6.1.1, S. 43)

### 3.2.2 Europäische Normen und Gesetze

Mit der «Energy Performance of Buildings»-Richtlinie (Richtlinie 2010/31/EU) [12] verfolgt die EU-Kommission das Ziel, den Energieverbrauch von Gebäuden (40% des Gesamtenergieverbrauchs) in den Mitgliedstaaten zu senken. Darin ist festgehalten, dass die Mitgliedstaaten die Installation von Gebäudeautomation unterstützen können, falls diese zu Energieeinsparungen führen. Konkrete Anforderungen an den Stromverbrauch der Gebäudeautomation sind jedoch nicht enthalten.

In einem Vorschlag der EU-Kommission soll ein grosses Augenmerk auf die Energieeffizienz im Allgemeinen gelegt werden. Über die Stärkung von Energieeffizienzausweisen und Bereitstellung von Informationen zum operationellen Energieverbrauch von öffentlichen Gebäuden könnte der Energieverbrauch von Gebäudeautomation vermehrt zum Thema werden.

Eine Ökodesign-Richtlinie [12] (Verordnung (EG) Nr. 1275/2008 basierend auf Richtlinie 2005/32/EG) stellt konkrete Anforderungen an den Stromverbrauch im Standby- oder Aus-Zustand elektrischer und elektronischer Haushalts- und Bürogeräte. Geräte der Gebäudeautomation sind dabei nicht enthalten. Jedoch darf der Standby-Stromverbrauch von HiNA-Geräten (High Network Availability) wie z.B. Router seit dem 1. Januar 2017 den Wert von 8 W nicht überschreiten. Da solche Geräte in der Gebäudeautomation zum Einsatz kommen, hat die Ökodesign-Richtlinie eine direkte Auswirkung auf den gesamten Stromverbrauch von Gebäudeautomations-Installationen.

Am 30. November 2016 veröffentlichte die EU-Kommission den Arbeitsplan 2016 bis 2019 für die Ökodesign-Richtlinien. Das Energiespar-Potential von Produkten im Bereich Gebäudeautomation und Steuer-/Regelungssysteme wird in einer Vorstudie untersucht. Bei entsprechenden Resultaten werden diese Produkte durch die nächsten Ökodesign-Vorschriften reguliert und/oder müssen mit einem Energielabel versehen werden, wie dies bereits z.B. bei Kühlschränken bereits vorhanden ist.

### 3.2.3 Weltweite Normen und Gesetze

Unverbindliche Effizienz-Standards für Netzteile wurden 1992 in den USA eingeführt [13]. Diese wurden zusammen mit Standards für andere Geräte später in das freiwillige Energy Star Programm

überführt. Um die Effizienz-Standards weltweit zu harmonisieren, wurde durch Energy Star das International Efficiency Marking Protocol (IEMP) für Netzteile eingeführt. Darin werden die Level I bis VII Standards definiert, welche unterschiedliche Anforderungen an die Effizienz der Netzteile stellen.

Kalifornien erliess 2004 erste verbindliche Effizienz-Standards für Netzteile. Seit 2016 ist der IEMP Effizienz Level VI verbindlich. Für ein in der Gebäudetechnik typisches AC-DC Netzteil mit einer Ausgangsleistung von > 250 W wird damit eine Effizienz von 87.5% gefordert. Im unbelasteten Fall muss die Leistungsaufnahme  $\leq 0.5$  W betragen.

Die EU verfügt mit den Code of Conduct (CoC) Tier 1 und Tier 2 über eigene Effizienz-Standards, die 2017 respektive 2018 verbindlich in Kraft getreten sind. CoC Tier 1 wird dabei mit dem IEMP VI Standard gleichziehen. CoC Tier 2 stellt höhere Effizienz-Anforderungen bei geringen Lasten. Kanada setzt zurzeit mindestens den IEMP Level V Standard für Netzteile voraus. In Australien und Neuseeland ist der IEMP Level III Standard verpflichtend .

Neben den Effizienz-Standards für Stromversorgungen, die von Staaten erlassen werden, gibt es auch Initiativen von privaten Unternehmen. Die «Climate Savers»-Initiative wurde von Google und Intel gestartet. Im Jahr 2009 setzten sie für Computer-interne Netzteile eine minimale Effizienz von 88% bei 50% Last voraus, und 85% Effizienz bei 20% und 100% Last. Diese Spezifikationen waren strenger als die des damals aktiven Energy Star Programms. Die Initiative wurde 2012 mit NGO «The Green Grid» [14] zusammengeführt, welche sich vor allem mit Effizienzverbesserungen von ICT und Data Centers befasst.

Der Computer-Hersteller Lenovo legt sich selber einen IEMP Effizienz Standard Level V für Netzteile auf [15].

## 4 Vorgehen / Methode

### 4.1 Auswahl der Untersuchungsobjekte

Im vorliegenden Projekt werden reale Bauten untersucht in Bezug auf den Stromverbrauch des verbauten Raumautomationssystems (Heizung, Kühlung, Lüftung, Beleuchtung, Beschattung). Es wurden Bauten berücksichtigt, die ein Raumautomationssystem aufweisen, in welchem alle Gewerke miteinander vernetzt sind, und jedes Gewerk mindestens die Effizienzklasse A oder B nach EN 15232 erfüllt (zumindest auf einem Teil der Energiebezugsfläche). Damit ist gewährleistet, dass Gewerks-übergreifende Funktionen realisierbar sind. Um die Bauten zu finden, wurden in erster Linie Immobiliengesellschaften und GA-Planer kontaktiert.

### 4.2 Systemgrenze

Die GA umfasst in den Analysen dieses Berichts immer nur die Raumautomation. Steuer- und Regelungskomponenten zentraler GT-Anlagen (Wärme- und Kälteerzeuger, Lüftungszentrale) wurden als Teil dieser Anlagen betrachtet, und sind demzufolge der «Nicht-Gebäudeautomation» («nGA») zugewiesen. Die Geräte, welche eine Analyse konkret umfasst, sind jeweils aus der Tabelle «... Geräte» ersichtlich; und deren Zugehörigkeit zur GA jeweils aus der Tabelle «... Klassierungsangaben, ohne Gewerkszuteilung» (Anhang 11). Im Grundsatz sind bei der GA alle Geräte der Raumautomation berücksichtigt: Heiz- und Kühlventilantriebe, Lüftungsklappenantriebe, Storenantriebe, Vorschaltgeräte der Beleuchtung, Sensoren sowie alle Geräte zur Regelung- und Ansteuerung der vorgenannten Geräte. Alle berücksichtigten Geräte, mit wenigen Ausnahmen, befinden sich in den Stockwerken der Hauptnutzung. Sie wurden zu 100% der GA zugeteilt, ausser die Vorschaltgeräte und Storenantriebe. Bei diesen Geräten wurde im Wesentlichen der Standby-Verbrauch der GA zugeteilt<sup>1</sup>. Die Überlegung dazu war, als Vergleichsfall ohne GA ein Beleuchtung- und motorisches Beschattungssystem zu wählen, welches lediglich über festverdrahtete, mechanische Schalter bedient wird.

### 4.3 Datenquellen

Die Produktdaten für die Verbrauchsberechnung wurden in der Regel aus dem Datenblatt entnommen. Im Falle von fehlenden oder ungenauen Angaben, wurden Annahmen getroffen. In Einzelfällen wurden beim Hersteller nachgefragte Angaben verwendet.

---

<sup>1</sup> Das Analysetool erlaubt zurzeit drei Eingabe-Optionen für die GA-Zugehörigkeit:

- Prozentwert
- Wert «Standby»: Stromverbrauch während dem inaktiven Betrieb (Zeitanteil: 100% minus «Anteil-on»), beide Anteile «Hauptspeisung» und «Weitere Speisungen»
- Wert «StandbyPlus»: Wie beim Wert «Standby», jedoch beim Anteil «Weitere Speisungen» den gesamten Stromverbrauch. Typischerweise wäre im nicht-automatisierten Vergleichsfall kein Anschluss «weitere Speisungen» vorhanden.

Für die Vorschaltgeräte und Storenantriebe wurde die Option «StandbyPlus» gewählt.  
In allen Optionen wird der jeweils restliche Stromverbrauch der «Nicht-GA» zugewiesen.

Der Zeitanteil des jährlichen Betriebs im aktiven Zustand wurde wie folgt eingesetzt:

- Heizventilantrieb:           elektromotorisch   0.2%  
                                  elektrothermisch 15.0%
- Kühlventilantrieb:        elektromotorisch   0.4%  
                                  elektrothermisch  9.0%
- Lüftungsklappenantrieb: elektromotorisch   0.4%
- Leuchte (Betriebsgerät<sup>2</sup>, Leuchtmittel):   5.14%<sup>3</sup> bzw. 6.38%
- Storenmotor:                                   0.3%

Diese Zeitanteile, Leuchte ausgenommen, kamen bereits in unserem ersten Projekt zum Thema «Stromverbrauch der Gebäudeautomation» zur Anwendung. Ihre Herleitung ist beschrieben im Kapitel 5.4.2 von [1].

## 4.4 Berechnungstool und -methodik

Die Analyse erfolgte mit einem an der HSLU entwickelten Berechnungstool. Die erarbeitete Berechnungsmethodik bildet neben dem «direkten» Stromverbrauch der Feldgeräte auch deren «indirekten» Stromverbrauch ab (Speisungsverluste). Dies wird erreicht, indem der ganze Speisungsbaum durchschritten wird – ausgehend von den Feldgeräten bis zum Netzanschluss. Die Berechnungsmethodik wird in den Kapiteln 4.4.1 bis 4.4.4 detaillierter vorgestellt.

Eine erste Version des Berechnungstools wurde im Vorgängerprojekt «Eigenenergieverbrauch der Gebäudeautomation» entwickelt. Diese ist dokumentiert in:

- [1] in Kapitel 5.3 (S. 44 - 46)
- [16] in Kapitel 2.3
- [17] in Kapitel 2.2

Diese erste Version erfuhr im hier dokumentierten Projekt verschiedene Erweiterungen, welche in [18] in Kapitel 2 beschrieben werden. Insbesondere wurde das Tool hinsichtlich Eingabestruktur überarbeitet (Benutzerfreundlichkeit, Vorgabewerte) und um die «Nicht-Gebäudeautomation» erweitert. Die aktuelle Berechnungsmethodik ist in zwei Konferenzbeiträgen ausführlich dargestellt, [18] und [19].

### 4.4.1 Ziele und Eigenschaften der Berechnungsmethodik

Bei der Konzeption der Berechnungsmethodik standen folgende Ziele im Vordergrund:

- Generische Methodik: Die Berechnungsmethodik sollte eine generische Methodik sein, d.h. das Berechnungsprinzip sollte unverändert für alle Geräte angewendet werden können, unabhängig

<sup>2</sup> Ein Synonym für «Betriebsgerät» ist hier «EVG (elektronisches Vorschaltgerät)».

<sup>3</sup> Für Bau 1 waren Messwerte des jährlichen Stromverbrauchs der Beleuchtung vorhanden – der Zeitanteil wurde reduziert auf 5.14% zur guten Übereinstimmung.

vom Gerätetyp. Dies, um die Methodik möglichst einfach, nachvollziehbar und leicht implementierbar zu halten. Dieses Kriterium wurde auch als wichtig erachtet für die Akzeptanz der Methodik bzw. eines Tools bei den anvisierten Anwendern, den GA-Planern.

- **Speisungsverluste:** Die Verluste der Speisegeräte (und anderer Geräte mit speisender Funktion) sollten näherungsweise korrekt abgebildet werden. Typische Wirkungsgrade bei Nominallast liegen um 85-90%. Das heisst, es fallen bei Nominallast Speiseverluste in der Höhe von 10-15% der bereitgestellten Leistung an. Werden die Speisegeräte in einem tiefen Teillastbereich betrieben, fallen die Wirkungsgrade teilweise bis unter 50%, wie in [1] (S. 18) gezeigte Messungen belegen. Da Speisegeräte in der Planungspraxis häufig grosszügig dimensioniert werden, dürften deren Speiseverluste deutlich mehr als 10-15% des von allen übrigen Geräten verbrauchten Stroms ausmachen.
- **Vollständigkeit:** Eine vollständige Abbildung aller Verbräuche soll möglich sein. Dies schliesst insbesondere Verbräuche mit ein, welche über einen Busanschluss bezogen werden.
- **Kleiner Aufwand zur Anwendung.** Dies im Sinne einer tiefen Anwendungs-Hürde bei den Planern.
- **Breite Anwendung:** Eignung in einem weiten Bereich des Planungsprozesses – vom frühen Planungsstadium bis zur Detailplanung.
- **Aggregierte Auswertungen:** Solche sollen automatisch erstellt werden.

Die obengenannten Ziele wurde durch folgende Eigenschaften der konzipierten Berechnungsmethodik erreicht:

Ziel	Eigenschaft
Generische Methodik	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gleiches Gerätemodell, unabhängig vom Gerätetyp</li> <li>• Angabe des geräteinternen Verbrauchs</li> </ul>
Speiseverluste näherungsweise korrekt abgebildet	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verwendung einer Speisungstopologie</li> <li>• Die Verlustleistung ist eine lineare Funktion der Ausgangsleistung.</li> </ul>
Vollständigkeit	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ein bis mehrere strombeziehende Eingänge pro Gerät</li> </ul>
Kleiner Aufwand zur Anwendung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Geringe Anzahl der Eingabe-Objekte: Identische Geräte sind nur einmal zu erfassen. Dies unabhängig davon, wie oft sie im GA-System vorkommen<sup>4</sup>.</li> <li>• Geringe Anzahl der Attribute pro Eingabe-Objekt: <ul style="list-style-type: none"> <li>a) Zeitliche Mittelwerte der elektrischen Leistung, statt Zeitreihen</li> <li>b) Nur zwei Betriebszustände pro Gerät: «aktiv» und «Standby»</li> <li>c) Speisungstopologie reduziert die Klassierungseingaben</li> </ul> </li> <li>• Leichte Verfügbarkeit der Eingabe-Daten: Die Basis der Eingaben bildet das Mengengerüst der Feldgeräte (welches ohnehin verfügbar ist beim GA-Planer).</li> </ul>

<sup>4</sup> Sofern diese identischen Geräte von unter sich wiederum identischen Geräten gespeisen werden.

Breite Anwendung • Die Eingaben sind mit dem fortschreitenden Planungstand ausdetaillierbar.

Aggregierte Auswertungen • Klassierungsdaten sind Teil der Eingabedaten, um entsprechende Auswertungen automatisch auszugeben.  
Die wichtigsten Klassierungen sind:  
a) Gebäudeautomation (GA) und Nicht-Gebäudeautomation (nGA)<sup>5</sup>  
b) Ebene der Gebäudeautomation (Feld, Automation, Management)  
c) Gewerk (Heizung, Kühlung, Lüftung, Beleuchtung, Beschattung)  
d) Geräteart (Aktor, Sensor, Speisung, ...)

#### 4.4.2 Gerätemodell

Die Berechnungsmethodik basiert auf der Eingabe des geräteinternen Stromverbrauchs. Ein Gerät kann sowohl einen fixen Verbrauch aufweisen, wie auch einen linear von der weitergegebenen Leistung abhängigen Verbrauch (Abbildung 1). Zudem kann ein Gerät beliebig viele strombeziehende Eingänge haben. Es stehen zwei Speisungstypen zur Verfügung (Abbildung 2):

- **Hauptspeisung:** Dieser Strombezug kann teilweise oder vollständig an weitere Geräte weitergegeben werden, auch in gewandelter Form (bezüglich Spannungsniveau, AC/ DC oder auf Bus-Verbindung). Pro Gerät ist nur eine Hauptspeisung zulässig.
- **Weitere Speisung:** Dieser Strombezug wird vom beziehenden Gerät selbst verbraucht.

Weiter werden die zwei Betriebszustände «aktiv» und «Standby» unterschieden. Damit stehen die in Abbildung 3 gezeigten Zahlenwerte-Eingabefelder für jedes Gerät zur Verfügung.

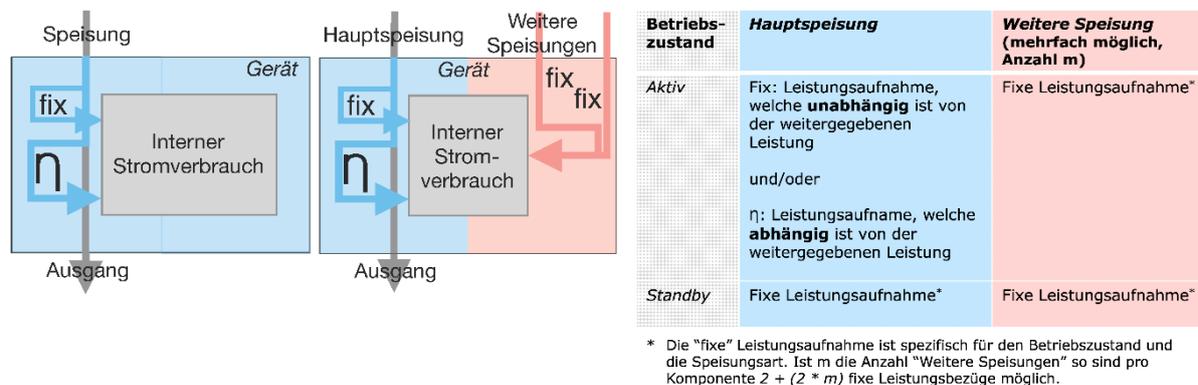


Abbildung 1:  
Gerät mit einem Eingang

Abbildung 2:  
Gerät mit mehreren Eingängen

Abbildung 3:  
Zahlenwerte-Eingabefelder zum Stromverbrauch

#### 4.4.3 Speisungsbaum

Abbildung 4 zeigt exemplarisch eine Speisungstopologie eines möglichen Gebäudetechnik-Systems. Jedes eingefärbte Rechteck repräsentiert ein Gerät; n bezeichnet, wie oft das Gerät

<sup>5</sup> Die Systemgrenze Gebäudeautomation/Nicht-Gebäudeautomation kann durch den Nutzer selbst gezogen werden. Dies, um unterschiedlichen Auffassungen der Systemabgrenzung gerecht werden zu können.

vorkommt. Die Berechnung startet bei den Feldgeräten (Volumenstromregler, Leuchtstofflampe, ...) und schreitet den Speisungsbaum ab bis zum Netzbezug.

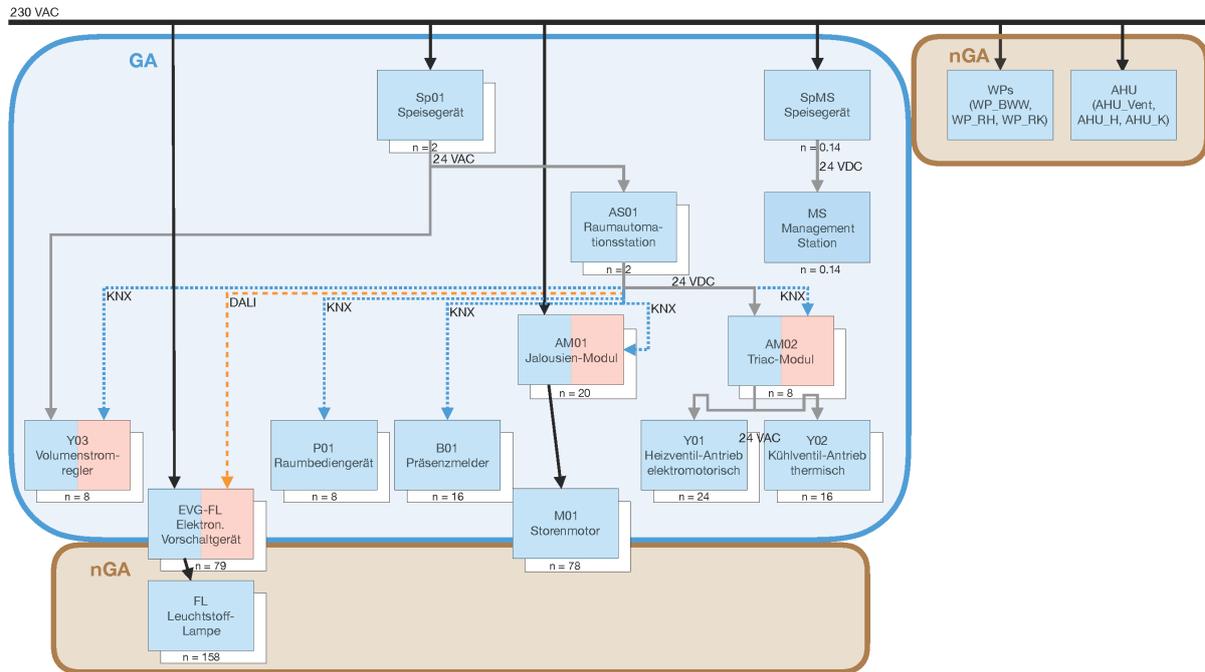


Abbildung 4: Speisungs-Topologie eines Beispiel-Gebäudetechnik-Systems

#### 4.4.4 Implementation

Die Berechnungsmethodik wurde als Berechnungstool in Excel umgesetzt. Der eigentliche Berechnungscode wurde dabei in VBA realisiert. Ein Zusatztool erlaubt vergleichende Auswertungen; die Auswertungen in den Kapiteln 6.4 bis 6.6 wurden mit diesem Zusatztool erstellt.

## 5 Fallbeispiele (Bauten)

Zur Analyse ausgewählt wurden zwei Bürobauten (Bau 1, Bau 2) sowie ein Hotel (Bau 3). Bau 1 ist seit 2015 in Betrieb, Bau 2 und 3 waren zum Zeitpunkt der Analyse in der Bauphase. Nachfolgend eine Charakterisierung ihrer GA-Systeme. Die Bauten selbst sind in den Kapiteln 5.1 bis 5.3 vorgestellt. Die Analyse vom Bau 1 wurde am brenet Status-Seminar 2020 vorgestellt [20] .

Gewerk	Bau 1	Bau 2	Bau 3
GA allgemein	Pro vier Raumsegmente eine mit 230 VAC gespiesene Raumautomationsstation mit integrierten Ein-/Ausgängen. Die Elemente jedes Raumsegments (Bedienung, Aktoren, Sensoren etc.) sind konventionell oder über EnOcean an die Raumautomationsstationen angeschlossen. Beleuchtung und Präsenzmelder sind über BACnet/DALI-Gateway angebunden. Die Bedienung erfolgt für alle Gewerke über energieautarke EnOcean-Bediengeräte.	Modulare, mit 24 VAC gespiesene Raumautomationsstationen, welche alle Gewerke abdecken. KNX-Kommunikation zu Lüftungsklappenantrieben und Sensoren. Kommunikation zu Storen-Modulen via proprietären Bus.	Pro Hotelzimmer eine mit 220 VAC gespiesene Raumautomationsstation. Die Raumautomationsstation hat drei integrierte 0..10 V-Ausgänge zur Ansteuerung des Heiz- und des Kühlventils sowie des Lüftungsklappenantriebs.
Heizung, Kühlung	Elektromotorische Ventiltriebe, gespiesen mit 24 VAC, Ansteuerung 2..10 V	Thermische Ventiltriebe, gespiesen mit 24 VAC, Ansteuerung 0..10 V	Thermische und elektromotorische Ventiltriebe, beide gespiesen mit 24 VAC und angesteuert mit 0..10 V. Heizung: thermische Ventiltriebe; Kühlung: elektromotorische Ventiltriebe.
Lüftung	Lüftungsklappenantriebe, gespiesen mit 230 VAC, mit 3-Punkt-Ansteuerung	Lüftungsklappenantriebe, gespiesen mit 24 VAC, Ansteuerung KNX-TP	Lüftungsklappenantriebe, gespiesen mit 24 VAC, Ansteuerung 2..10 V
Beleuchtung	DALI, präsenzabhängige Konstantlichtregelung in Bürozonen	DALI	DALI, Freigabe der Leuchten via Hotelcard-Reader
Beschattung	Die Storensteuerungen sind mit 230 VAC gespiesen und haben integrierte Relais-Ausgänge zur 3-Punkt-Ansteuerung der Storenantriebe.	Storenantriebe mit 3-Punkt-Ansteuerung, Die Kommunikation zwischen Storen-Relaismodul und Automationsstation erfolgt via proprietären Bus.	Die Storensteuerungen sind mit 230 VAC gespiesen und kommunizieren über KNX mit den Storenantrieben.

Tabelle 1: Charakterisierung der GA-Systeme der untersuchten Bauten

## 5.1 Bau Nr. 1: Roche Bau 1



Abbildung 5: Hochhaus, Basel, September 2015 (Bildquelle: [21])

Beim Bau 1 handelt es sich um ein Hochhaus im Minergie-Standard mit drei Unter- und 41 Obergeschossen. In den drei Untergeschossen wie auch im 18. und 39. bis 41. Obergeschoss ist die Technikzentrale untergebracht. Die Büronutzung umfasst rund 2000 Arbeitsplätze in einem Mix von Einzel- und Gruppenbüros. Die Beleuchtung ist in LED-Technik realisiert. Die Wärme- und Kälteversorgung wird ausschliesslich strombasiert sichergestellt, als Wärmequellen dienen Abwärme und Grundwasser, als Kältequelle Grundwasser. [21], [22]

Die GA-Produktliste wurde vom Planer (der in diesem Fall auch als GA-Lieferant wirkt) für das 5. Obergeschoss definiert, inklusive Speisungstopologie. Die Stromverbrauchswerte wurden durch die HSLU ergänzt, wo möglich aufgrund der Datenblattangaben ansonsten mit Annahmen. Der Gebäudeeigentümer (und ebenfalls Gebäudenutzer) hat ergänzend die Leuchten-Angaben geliefert (Spezifikation, Anzahl) sowie Kennzahlen des Energiemonitorings des Jahres 2018 (siehe 5.1.1). Mit Einbezug der Kennzahlen des Energiemonitorings konnte das Gewicht des GA-Stromverbrauchs im Vergleich zum Stromverbrauch der gesamten Gebäudetechnik ermittelt werden.

### 5.1.1 Kennzahlen des Energiemonitorings

Zum Stromverbrauch der Gebäudetechnik (Wärme- und Kälteversorgung, Lüftung, Beleuchtung) und der Bürogeräte standen den Autoren auf Messwerten aus dem Jahre 2018 basierende Kennzahlen zur Verfügung:

- Heizung und Kühlung: Stromfaktoren [kWh Strom / kWh Wärme bzw. Kälte] sowie spezifische Wärme-/Kältebezüge [kWh Wärme bzw. Kälte / m<sup>2</sup>]. In den Stromfaktoren für die Energien sind alle Stromverbräuche der arealweiten Versorgung bis an das Gebäude (z.B. Verdichter, Pumpen, Steuerung, Arealnetzpumpen) enthalten.

- Lüftung: spezifischer Stromverbrauch der Lüftungsanlage für die Luftbewegung bezogen auf den gesamten Bau (7.0 kWh/m<sup>2</sup>)
- Beleuchtung: spezifischer Stromverbrauch über alle Leuchten im 5. Obergeschoss (2.1 kWh/m<sup>2</sup>)
- Bürogeräte: spezifischer Stromverbrauch im 5. Obergeschoss (11.7 kWh/m<sup>2</sup>)

Die Bezugsfläche ist jeweils die Energiebezugsfläche.

Aus den oben erwähnten Kennzahlen wurden wie folgt jährliche Stromverbrauchswerte errechnet. Diese wurden anschliessend – zur Eingabe ins Berechnungstool – in jahresmittlere Leistungswerte umgerechnet<sup>6</sup>. Für die Beschattung war kein Messwert verfügbar; der jährliche Stromverbrauch wurde mit dem Berechnungstool hochgerechnet<sup>7</sup>.

Wärmepumpe/Kältemaschine (kombinierte Erzeugung von Wärme 40°C und Kälte 6°C):

$$0.182^8 \left[ \frac{\text{kWh Strom}}{\text{kWh Wärme}} \right] * 15 \left[ \frac{\text{kWh Wärme}}{\text{m}^2} \right] + 0.182^9 \left[ \frac{\text{kWh Strom}}{\text{kWh Kälte}} \right] * 2 \left[ \frac{\text{kWh Kälte}}{\text{m}^2} \right] = 3.094 \left[ \frac{\text{kWh Strom}}{\text{m}^2} \right]$$

Wärme 40°C, bezogen durch:

- Heiz-/Kühldecken<sup>10</sup>:  $0.182 \left[ \frac{\text{kWh Strom}}{\text{kWh Wärme}} \right] * 7 \left[ \frac{\text{kWh Wärme}^{11}}{\text{m}^2} \right] = 1.274 \left[ \frac{\text{kWh Strom}}{\text{m}^2} \right]$
- Heizregister Lüftungsanlage:  $0.182 \left[ \frac{\text{kWh Strom}}{\text{kWh Wärme}} \right] * 8 \left[ \frac{\text{kWh Wärme}^{12}}{\text{m}^2} \right] = 1.456 \left[ \frac{\text{kWh Strom}}{\text{m}^2} \right]$

Kälte 6°C, bezogen durch:

- Kühlregister Lüftungsanlage (Kühlung & Entfeuchtung mit Kälte 6°C):

$$0.182 \left[ \frac{\text{kWh Strom}}{\text{kWh Kälte}} \right] * 2 \left[ \frac{\text{kWh Kälte}}{\text{m}^2} \right] = 0.364 \left[ \frac{\text{kWh Strom}}{\text{m}^2} \right]$$

Kälte 15°C (freie Kühlung mittels Grundwasser), bezogen durch:

- Heiz-/Kühldecken<sup>13</sup>:  $0.0465 \left[ \frac{\text{kWh Strom}}{\text{kWh Kälte}} \right] * 16.7 \left[ \frac{\text{kWh Kälte}}{\text{m}^2} \right] = 0.7766 \left[ \frac{\text{kWh Strom}}{\text{m}^2} \right]$
- Kühlregister Lüftungsanlage (Kühlung mit Kälte 15°C):  
 $0.0465 \left[ \frac{\text{kWh Strom}}{\text{kWh Kälte}} \right] * 15.3 \left[ \frac{\text{kWh Kälte}^{14}}{\text{m}^2} \right] = 0.7115 \left[ \frac{\text{kWh Strom}}{\text{m}^2} \right]$

<sup>6</sup> Bei der Beleuchtung wurden Leuchten-Angaben (Spezifikation, Anzahl) berücksichtigt. Die Betriebszeit der Leuchten wurde so angepasst, dass der gesamte jährliche Stromverbrauch der Leuchten auf eine Kommastelle genau mit dem Messwert übereinstimmte.

<sup>7</sup> Dazu wurde unter anderem die Nominalleistungsaufnahme der Storenmotoren verwendet. Als zeitlicher Anteil des aktiven Betriebs (Bewegung) wurde der Wert 0.3% angenommen wie generell in den Studien [1] und [2].

<sup>8</sup> Die arealbezogenen Faktoren «Wärme» und «Kälte» hatten im Jahre 2018 den gleichen Zahlenwert. Zum Vergleich die Faktoren des Jahres 2019: 0.164 [kWh Strom / kWh Wärme], 0.187 [kWh Strom / kWh Kälte].

<sup>9</sup> Siehe obenstehende Fussnote.

<sup>10</sup> Nicht berücksichtigt ist der Stromverbrauch der Wärmeverteilung.

<sup>11</sup> Messwert für 5. Obergeschoss

<sup>12</sup> Endenergiebezug Wärme 40°C 2018, Areal [15 kWh/m<sup>2</sup>] abzüglich Endenergiebezug Wärme 40°C 2018, 5. OG, Heiz-/Kühldecken [7 kWh/m<sup>2</sup>]

<sup>13</sup> Nicht berücksichtigt ist der Stromverbrauch der Kälteverteilung.

<sup>14</sup> Endenergieverbrauch Kälte 15°C 2018, Areal [32 kWh/m<sup>2</sup>] abzüglich Endenergieverbrauch Kälte 15°C 2018, 5. OG, Heiz-/Kühldecken [16.7 kWh/m<sup>2</sup>]

Zusammengefasst nach Anlage und Gewerk ergeben sich die in Tabelle 2 gezeigten, jährlichen Stromverbräuche.

Anlage → Gewerk ↓	Heiz-/Kühldecken [kWh/m <sup>2</sup> ]	Lüftungsanlage [kWh/m <sup>2</sup> ]	Total [kWh/m <sup>2</sup> ]
Heizung	1.27	1.46	2.73
Kühlung	0.78	1.08	1.85
Lüftung	0.00	7.00	7.00
Total	2.05	9.53	11.58

Tabelle 2: Auf Messwerten basierender, jährlicher Stromverbrauch HLK ohne Raumautomation

## 5.2 Bau Nr. 2: Grosspeter Tower



Abbildung 6: Hochhaus-Komplex mit Tower (Büronutzung) und Hotelteil, Basel (Bildquelle: [23])

In Bau 2 erstreckte sich die Analyse auf den eigentlichen Tower, vom 3. Untergeschoss bis zum Dachgeschoss (22. Obergeschoss). Er ist als Bürogebäude genutzt. Der GA-Ausbau wurde direkt aus dem Managementsystem ermittelt und zu einem Vollausbau ergänzt nach dem Muster eines bereits vollausbauten Obergeschosses.

### 5.3 Bau Nr. 3: Mattenhof (Hotel)



Abbildung 7: Hotel auf dem Areal «Mattenhof», Kriens (Bildquelle: [24])

Bau 3 ist ein mittelgrosser Hotelkomplex (Abbildung 7).

Die beiden GA-Unternehmen, welche für HLK bzw. die Elektrotechnik verantwortlich zeichneten, haben Unterlagen zum geplanten GA-System der HSLU zur Verfügung gestellt.

## 6 Ergebnisse

Zu den Fallbeispielen werden pro Bau einige Ergebnisse in den Kapiteln 6.1 bis 6.3 präsentiert. In den Kapiteln 6.4 bis 6.6 werden vergleichende Auswertungen präsentiert. Alle flächenbezogenen Werte beziehen sich auf die Energiebezugsfläche.

Für den Bau 1 erfolgte eine erweiterte Analyse, welche die gesamte Gebäudetechnik miteinbezog. Dies um exemplarisch aufzuzeigen, welche Relevanz der Gebäudeautomation im Vergleich zur gesamten Gebäudetechnik zukommt hinsichtlich des Stromverbrauchs. Die Voraussetzungen für diese erweiterte Analyse waren gegeben, weil (a) dank Abwärme- und Grundwassernutzung ausschliesslich elektrische Endenergie als Energieträger eingesetzt wird, und (b) detaillierte Monitoring-Daten über drei Jahre vorlagen.

Es wurde für jeden analysierten Bau jeweils auch ein Fall «ideal» gerechnet. Dieser basiert auf Annahmen für derzeitige «Best of class»-Werte für ausgewählte Geräte. Zur Erstellung des Falles «ideal» wurden, ausgehend vom Fall «realisiert», jene Werte durch die grünen «idealen» Werte aus Tabelle 3 ersetzt. Waren die Ausgangswerte zur *internen Leistungsaufnahme* tiefer als diese «idealen» Werte, fand keine Anpassung statt. Die Kurzbezeichnungen für die Fälle «realisiert» und «ideal» sind «Ist» und «Top».

Komponente		Nominalbetriebspunkt		Interne Leistungsaufnahme			
Komponentenart				Von Hauptspeisung		Von weiteren Speisungen	
Hauptart	Unterart	Nominalleistung (Output)	Wirkungsgrad bei Nominalleistung	Aktiver Betrieb	Standby-Betrieb	Aktiver Betrieb	Standby-Betrieb
		[W]	[%]	[W]	[W]	[W]	[W]
Aktor	Klappenantrieb VAV				0.05		
Aktor	Stellantrieb motorisch				0.05		
Bedienung_Anzeige	Touchpanel				0.10		
Betriebsgerät	EVG Dali			0.10	0.10	0.01	0.01
Kontroller	-			5.00			
Leuchtmittel	-				0.00		
Netzwerk	Gateway			2.00			
Netzwerk	Router			2.00			
Netzwerk	Switch			2.00			
Output_Modul	-			1.00	1.00	0.03	0.03
Sensor	Bewegung/Präsenz und/oder Helligkeit			0.10			
Sensor	Diverse			0.25			
Sensor	T & CO2 oder T & r.F & CO2			0.25			
Sensor	T oder T & r.F			0.05			
Speisung	Alle Untertypen		85.00%	0.20			

Tabelle 3: Angenommene Werte zur Bildung der Fälle «ideal»

In den Fällen «ideal» gäbe es teilweise weitere Optimierungsmöglichkeiten. Beispielsweise, wenn thermische Ventilantriebe vorhanden sind, deren Ersatz mit elektromotorischen Ventilen mit keiner Standby-Leistungsaufnahme (3-Punkt-Ansteuerung) oder geringer Standby-Leistungsaufnahme (<0.1 W).

## 6.1 Bau Nr. 1: Roche Bau 1

Ausgewählte Ergebnisse werden nachfolgend präsentiert. Weitere Ergebnisse sind in den vergleichenden Kapiteln 6.4 bis 6.6 ersichtlich.

Die vollständigen Ein- und Ausgabedaten sind im Anhang wiedergegeben (Fall «realisiert»: Anhang 11.2; Fall «ideal»: Anhang 11.3):

Tabelle 9: Bau 1, Fall «realisiert», Geräte	45
Tabelle 10: Bau 1, Fall «realisiert», Speisungsbaum	45
Tabelle 11: Bau 1, Fall «realisiert», Klassierungsangaben, ohne Gewerkszuteilung	45
Tabelle 12: Bau 1, Fall «realisiert», Gewerkszuteilung	45
Tabelle 13: Bau 1, Fall «realisiert», Zeit- und Leistungsangaben	46
Tabelle 14: Bau 1, Fall «realisiert», GA-Verbrauch [kWh]	46
Tabelle 15: Bau 1, Fall «realisiert», nGA-Verbrauch [kWh]	46
Tabelle 16: Bau 1, Fall «realisiert», GT-Verbrauch [kWh]	46
Tabelle 17: Bau 1, Fall «realisiert», GA-Verbrauch [kWh], klassiert	47
Tabelle 18: Bau 1, Fall «realisiert», nGA-Verbrauch [kWh], klassiert	47
Tabelle 19: Bau 1, Fall «realisiert», GT-Verbrauch [kWh], klassiert	47
Tabelle 20: Bau 1, Fall «realisiert», Auslastung	47
Tabelle 21: Bau 1, Fall «ideal», Geräte	48
Tabelle 22: Bau 1, Fall «ideal», Speisungsbaum	48
Tabelle 23: Bau 1, Fall «ideal», Klassierungsangaben, ohne Gewerkszuteilung	48
Tabelle 24: Bau 1, Fall «ideal», Gewerkszuteilung	48
Tabelle 25: Bau 1, Fall «ideal», Zeit- und Leistungsangaben	49
Tabelle 26: Bau 1, Fall «ideal», GA-Verbrauch [kWh]	49
Tabelle 27: Bau 1, Fall «ideal», nGA-Verbrauch [kWh]	49
Tabelle 28: Bau 1, Fall «ideal», GT-Verbrauch [kWh]	49
Tabelle 29: Bau 1, Fall «ideal», GA-Verbrauch [kWh], klassiert	50
Tabelle 30: Bau 1, Fall «ideal», nGA-Verbrauch [kWh], klassiert	50
Tabelle 31: Bau 1, Fall «ideal», GT-Verbrauch [kWh], klassiert	50
Tabelle 32: Bau 1, Fall «ideal», Auslastung	50

Der jährliche GA-Stromverbrauch, aufgliedert nach Geräteart und nach Gewerk, ist in Abbildung 8 ersichtlich. Die numerischen Werte sind im Anhang aufgeführt (Tabelle 17 und Tabelle 29).

Alle Speisungen zusammen (Balkensegmente in hellen Farbtönen) machen im Fall «realisiert» 20% des GA-Stromverbrauchs aus (0.74 kWh/m<sup>2</sup>), im Fall «ideal» 6% (0.07 kWh/m<sup>2</sup>).

Werden die Speisungsverluste den gespiesenen Gerätearten zugeschrieben sind im realisierten GA-System die drei verbrauchsmässig bedeutsamsten Gerätearten «Kontroller» (1.23 kWh/m<sup>2</sup>), «Output-Modul» (0.95 kWh/m<sup>2</sup>) und «Aktor» (0.65 kWh/m<sup>2</sup>). Im Fall «ideal» dominieren die ersten beiden dieser Gerätearten «Kontroller» und «Output\_Modul», allerdings mit stark reduzierten Verbrauchswerten. Bei der Geräteart «Aktor» ist die Reduktion grossenteils den reduzierten Speisungs-Verbräuchen zuzuschreiben.

Die Geräteart «Kontroller» umfasst hier lediglich einen Produkttyp eines Raumkontrollers. Dieser hat mehrere integrierte Ein-/Ausgänge (8 Universaleingänge, 4 Digitaleingänge, 4 Analogausgänge, 8 Triac-Ausgänge sowie 16 Schliesser-Kontakte). Im Datenblatt ist die Angabe *Verlustleistung: bis zu 15 W* aufgeführt. Im realen Betrieb dürfte die mittlere Leistungsaufnahme tiefer liegen, deshalb wurde ein geschätzter Wert von 10 W im Fall «realisiert» angenommen. Im Fall «ideal» ist – wie bei den anderen zwei Bauten – die angenommene Leistungsaufnahme von 5 W hinterlegt. Es ist kein Beitrag für die Speisungen ausgewiesen. Dies, weil die Kontroller direkt mit 230 VAC gespiesen werden.

Die Geräteart «Output\_Modul» umfasst mit 230 VAC gespiesene, abgesetzte I/O-Module (58 Geräte «AM1»), mit 24 VAC gespiesene, abgesetzte I/O-Module (5 Geräte «AM2») sowie Storen-Aktoren (22 Geräte «AktM1»). Die Verbrauchsangaben nach Datenblatt lauten *Verlustleistung ≤ 8 W (typ. ca. 4 W)* (Gerät «AM1»); *Verlustleistung ≤ 5 W (typ. ca. 0.5 W)* (Gerät «AM2») und bei den Storenaktoren für die typische Verlustleistung hochgerechnet knapp 2 W pro Gerät (Gerät «AktM1»).

Geräteart «Aktor»: Der GA-Stromverbrauch dieser Kategorie entfällt hier fast vollständig auf die Heiz- und Kühlventilantriebe (6-Wege-Ventil). Er beläuft sich im Fall «realisiert» jährlich auf 3.52 kWh/Gerät beziehungsweise flächenbezogen auf 0.18 kWh/m<sup>2</sup>. Die Speisung dieser Ventilantriebe (Summe der hellen Säulensegmente der Säule «Aktor») schlägt mit 0.47 kWh/m<sup>2</sup> zu Buche (Verlustleistung). Dies entspricht dem 2.6-fachen der an die Ventilantriebe gelieferten, elektrischen Energie. Auf die Gesamtsäule bezogen, machen die Speisungsanteile 72% aus (Fall «realisiert»). Die Lüftungsklappenantriebe und Storenmotoren haben keine Standby-Leistungsaufnahme (3-Punkt-Ansteuerung).

Bei der Geräteart «Sensor» im Fall «realisiert» weisen die Speisungen ebenfalls einen hohen Anteil von 59% auf.

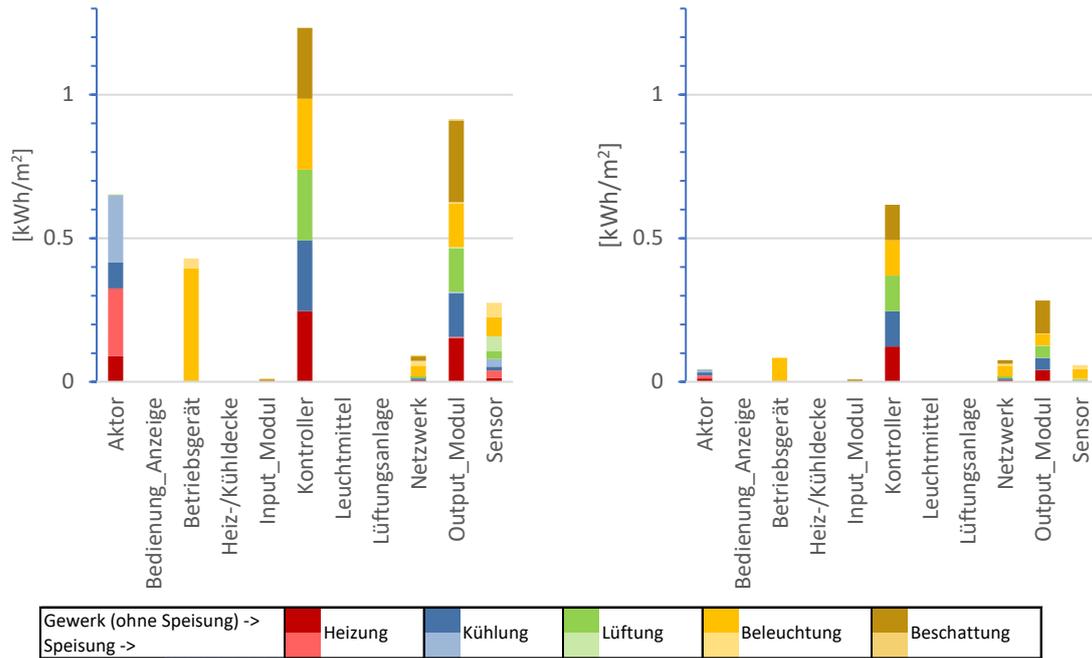


Abbildung 8: Stromverbrauch GA nach Geräteart und Gewerk; links: realisiert, rechts: ideal

In Abbildung 9 wird, im Unterschied zur Abbildung 8, zusätzlich zur GA der Verbrauch der Gebäudetechnik ohne GA gezeigt (nGA). Die Summe der Verbräuche GA und nGA bildet den gesamten Verbrauch der Gebäudetechnik (GT). Die numerischen Werte sind im Anhang aufgeführt (GA: Tabelle 17 und Tabelle 29; nGA: Tabelle 18 und Tabelle 30; GT: Tabelle 19 und Tabelle 31).

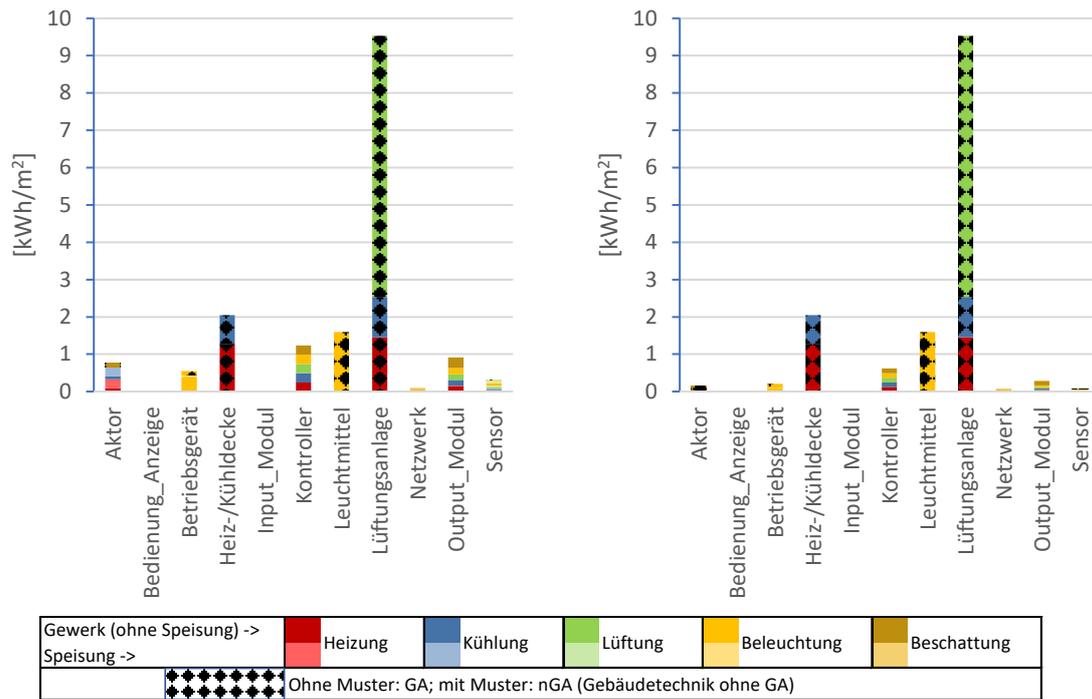


Abbildung 9: Stromverbrauch GA/nGA/GT nach Geräteart und Gewerk; links: realisiert, rechts: ideal

Die Säule «Lüftungsanlage» beinhaltet den Stromverbrauch der zentralen Lüftungsanlage (Luftförderung) wie auch jenen für die an das Heiz- und das Kühlregister gelieferte Wärme und Kälte. Da die GA der zentralen GT-Anlagen hier nicht separat ausgewiesen wird, hat die Säule «Lüftungsanlage» nur nGA-Säulensegmente.

Die in der Abbildung 9 gezeigten Werte sind nachfolgend mit kumulierten Balken aggregiert:

- Abbildung 10: aggregiert nach Gewerk
- Abbildung 11: aggregiert nach Geräteart

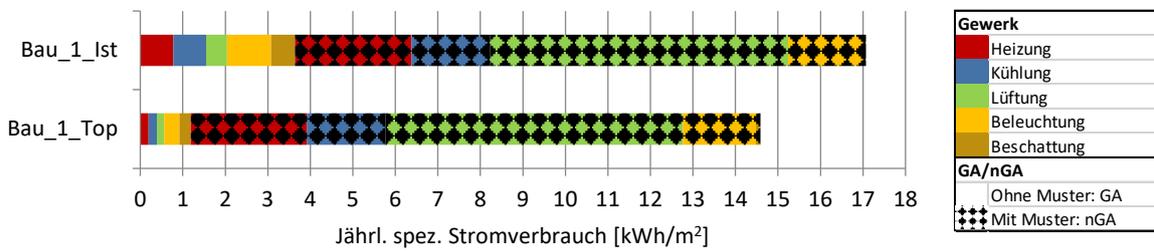


Abbildung 10: GA/nGA nach Gewerk

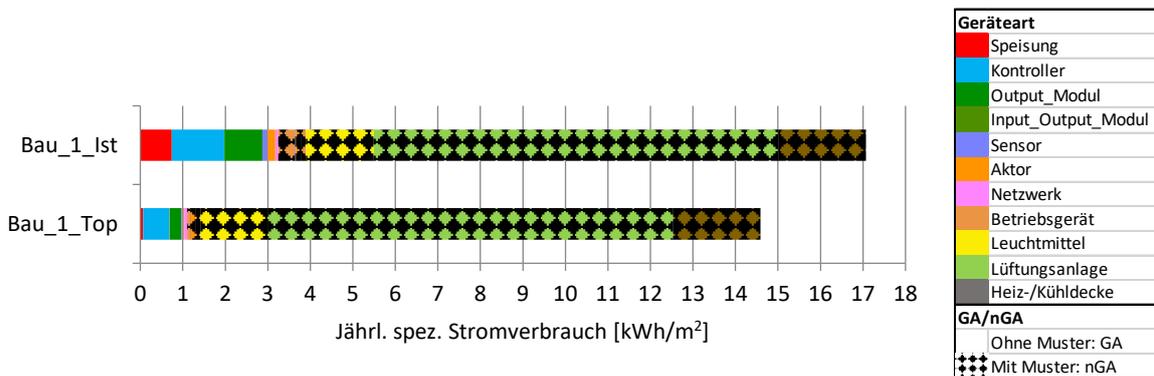


Abbildung 11: GA/nGA nach Geräteart

Die numerischen Werte zu Abbildung 8 bis Abbildung 11 sind im Anhang dokumentiert.

In Abbildung 12 sind die Daten aus Abbildung 10 in anderer Form gezeigt:

- Grauer Balken (GT): Gesamtbalken aus dem GA- und nGA-Säulensegment
- Blau/grau gestreifter Balken: GA-Teil des GT-Gesamtbalkens
- Roter Balken: GA-Anteil (prozentual) an der GT

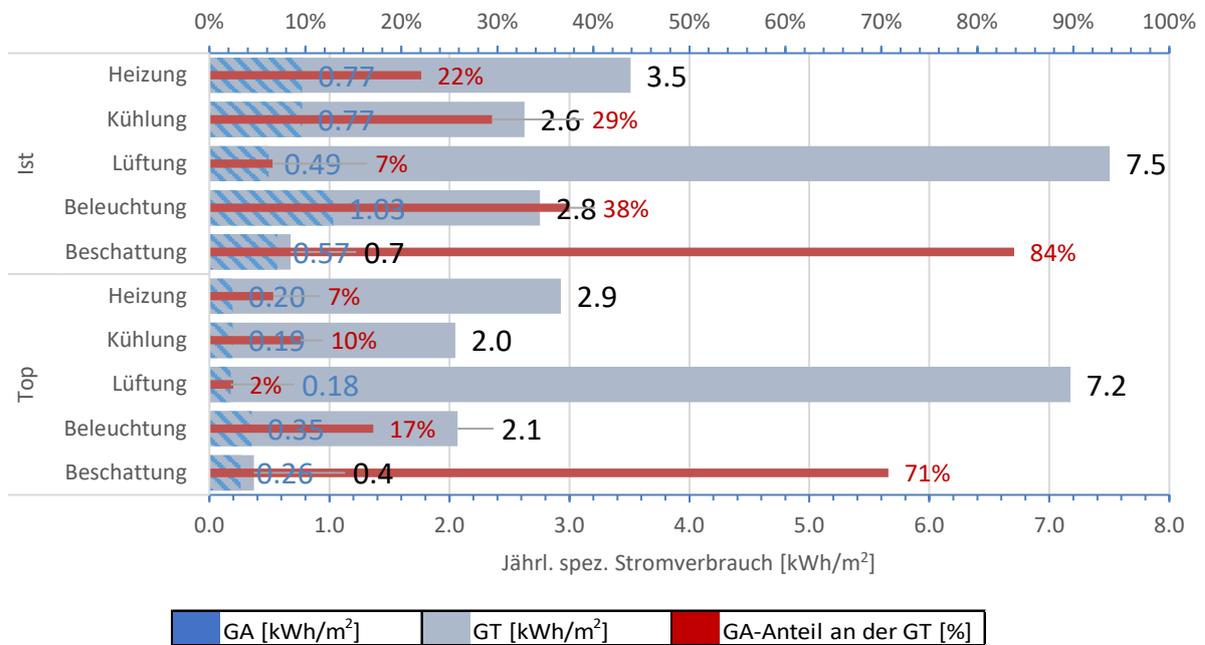


Abbildung 12: Stromverbrauch GA/GT sowie GA-Anteil an der GT

Der spezifische Energiebedarf der Gebäudetechnik ist für das Gewerk Lüftung mit Abstand am höchsten, mit einem nicht-gewichteten jährlichen Endenergiebedarf von 7.5 kWh/m<sup>2</sup>. Dies obwohl hier lediglich die Luftförderung der Lüftung zugeteilt wurde, nicht hingegen das Heizen/Kühlen der Zuluft. Die Zuluft-Temperierung ist in den Gewerken Heizen/Kühlen berücksichtigt. Es folgen in absteigender Reihenfolge die Gewerke Heizung (3.5 kWh/m<sup>2</sup>), Beleuchtung (2.8 kWh/m<sup>2</sup>), Kühlung (2.6 kWh/m<sup>2</sup>) und Beschattung (0.7 kWh/m<sup>2</sup>). Im Fall «ideal» liegen diese Werte jeweils tiefer, wegen dem geringeren Energiebedarf für die GA. Die GA ist dabei Bestandteil der Gebäudetechnik.

Die roten Balken zeigen den prozentualen Anteil der GA an der Gebäudetechnik. Als Lesebeispiel diene hier der Eintrag «Ist: Heizung»: Vom jährlichen Energiebedarf für die Heizung (3.5 kWh/m<sup>2</sup>) entfallen 22% auf die GA, was gerundet 0.8 kWh/m<sup>2</sup> entspricht. Das Gewerk Beschattung zeigt den höchsten prozentualen Anteil (Ist: 84%; Top: 71%), nach der Reihenfolge für den Ist-Fall gefolgt von Beleuchtung (Ist: 38, Top: 17%), Kühlung (Ist: 29%; Top: 10%), Heizung (Ist: 22%; Top: 7%), und Lüftung (Ist: 7%; Top: 2%).

Die Summe des spezifischen, jährlichen Stromverbrauchs über alle Gewerke ergibt für die Fälle «realisiert» / «ideal» den absoluten Wert von 17.1 / 14.6 kWh/m<sup>2</sup> für die Gebäudetechnik (nur GA: 3.64 / 1.18 kWh/m<sup>2</sup>) und damit einen GA-Anteil von 21.3% / 8.1%. Das heisst: der GA-Anteil liegt im Fall «ideal» 13.2 Prozentpunkte tiefer, und bezüglich absoluten Werten bei rund einem Drittel.

Werden die Stromverbrauchswerte gewichtet<sup>15</sup>, ergeben sich folgende Kennwerte in Anlehnung an Minergie®:

- Kennzahl Gesamtenergie, analog zur früheren Minergie-Kennzahl; Anteile GA/nGA/Geräte (Abbildung 7)
- Kennzahl  $E_{hlwk}$ , analog zur aktuellen Minergie Zusatzanforderung; Anteile GA/nGA (Abbildung 8)

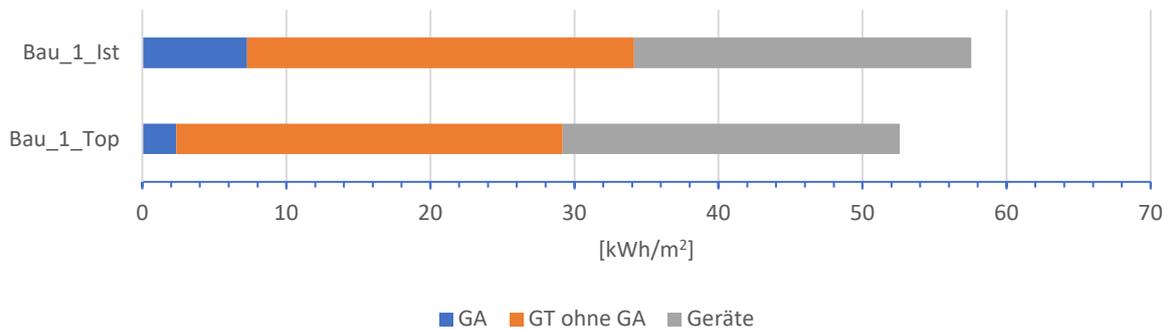


Abbildung 13: Messwertbasierte Kennzahl Gesamtenergie analog Minergie-Kennzahl

Abbildung 13 zeigt einen Kennwert, welcher analog ist zu der auf Planungswerten basierenden Minergie-Kennzahl. Die Balken «GT ohne GA» sowie «Geräte» basieren auf Messdaten (Jahr 2018, gleiche Werte für beide Fälle «Ist» und «Top»). Die Balken «GA» sind hochgerechnet mit dem Berechnungstool der HSLU. Zum Gesamtwert trägt die GA 7.3 kWh/m² bei (Ist-Fall), was rund 14% der Summe vom GT und Geräten entspricht. Im Top-Fall liegt der GA-Wert bei 2.4 kWh/m², was rund 5% entspricht.

Zum Vergleich: Mit einem messwertbasierenden Wert von total 58 kWh/m² für den Ist-Fall dürfte Bau 1 im realen Betrieb die Minergie-P-Vorgabe deutlich untertreffen. Die nach Minergie berechnete Minergie-Kennzahl<sup>16</sup> liegt für einen Neubau der Kategorie «Verwaltung»<sup>17, 18</sup> bei 80 kWh/m² für den Standard «Minergie» bzw. 75 kWh/m² für den Standard «Minergie-P», je für Bauten mit weniger als 250 m². Da Bau 1 eine weit grössere Nutzfläche als 250 m² aufweist, gilt eine projektspezifische Minergie-Kennzahl; sie liegt uns nicht vor. Für die Beleuchtung gilt eine separate Anforderung<sup>19</sup>, welche hier nicht überprüft wurde.

<sup>15</sup> Die Gewichtung erfolgt gemäss dem nationalen Gewichtungsfaktor  $g$  für Elektrizität, zurzeit 2.0, siehe [27] S. 48.

<sup>16</sup> Definition Minergie-Kennzahl: «Die Minergie-Kennzahl stellt den auf die Energiebezugsfläche bezogenen, mit den nationalen Energiefaktoren gewichteten Netto-Endenergiebedarf für den gesamten Betrieb des Gebäudes dar.» (Zitat aus [27], S. 8)

<sup>17</sup> Quelle zu Minergie-Kennzahl für Kategorie «Verwaltung»: [27], S. 37

<sup>18</sup> Präzisierung zur Minergie-Kennzahl für Zweckbauten: «Bei Zweckbauten mit mehr als 250 m² EBF fliesst der zu berechnende Minergie-Grenzwert für Beleuchtung in den Gesamtgrenzwert ein. Die Anforderung ist daher projektabhängig und kein fester Grenzwert.» (Zitat aus [27], S. 8)

<sup>19</sup> Präzisierung für Nachweis nach Minergie für Zweckbauten: «Beleuchtung: Nachweis: Mittelwert zwischen Grenz- und Zielwert ist einzuhalten.» (Zitat aus [27], S. 20)

Der gemessene Wert für den Stromverbrauch der Geräte ist mit 23.4 kWh/m<sup>2</sup> in ähnlicher Höhe wie nach einer Abschätzung<sup>20</sup> basierend auf dem Merkblatt SIA 2056 und Merkblatt SIA 2024.

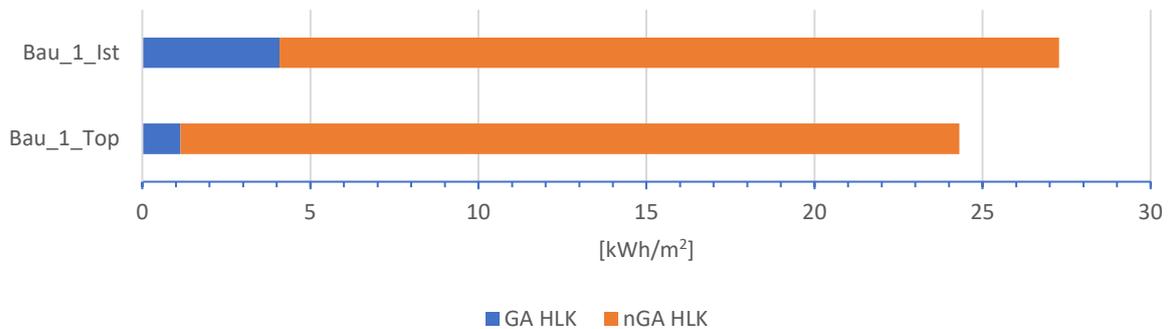


Abbildung 14: Messwertbasierter  $E_{hlwk}$  analog Minergie

Abbildung 14 zeigt einen weitgehend aufgrund von Messwerten bestimmten Kennwert, welcher analog ist zu der auf Planungswerten basierenden Minergie-Zusatzanforderung an den gewichteten Energiebedarf pro Jahr für Heizung, Warmwasser, Lüftung und Klimatisierung ( $E_{hlwk}$ ). Die Balken «nGA HLK» basieren auf Messdaten (Jahr 2018, gleicher Wert für beide Fälle «Ist» und «Top»), während die Balken «GA HLK» hochgerechnet sind mit dem Berechnungstool der HSLU. Mit einem messwertbasierenden Wert für  $E_{hlwk}$  von total 27 kWh/m<sup>2</sup> für den Ist-Fall untertrifft Bau 1 im realen Betrieb die Minergie-Vorgabe deutlich (40 kWh/m<sup>2</sup> für Neubau der Kategorie «Verwaltung», unabhängig des Minergie-Produkts<sup>21</sup>). Zum Wert  $E_{hlwk}$  trägt die GA im Ist-Fall 4.1 kWh/m<sup>2</sup> bei, was rund 15% entspricht. Im Top-Fall liegt der Beitrag der GA zum Wert  $E_{hlwk}$  bei 1.1 kWh/m<sup>2</sup>, was rund 5% entspricht.

<sup>20</sup> Das Merkblatt SIA 2056, S. 28, gibt für den jährlichen Energiebedarf der Gerätekombination «Büro normal» mit 313 Nutzungstagen, ohne Jahresgleichzeitigkeit, einen Wert von 488 kWh an; mit einer angenommenen Jahresgleichzeitigkeit von 0.6 resultiert daraus der Wert 293 kWh. Merkblatt SIA 2024\_2015, S. 40, gibt für die Nutzung "Grossraumbüro" eine Nettogeschossfläche pro Person von 10 m<sup>2</sup> an. Damit errechnet sich aus dem erstgenannten Wert ein quadratmeterbezogener Wert von 29.3 kWh/m<sup>2</sup>.

<sup>21</sup> Quelle: [27], S. 43

## 6.2 Bau Nr. 2: Grosspeter Tower

Ausgewählte Ergebnisse werden nachfolgend präsentiert. Weitere Ergebnisse sind in den vergleichenden Kapiteln 6.4 bis 6.6 ersichtlich.

Die vollständigen Ein- und Ausgabedaten sind im Anhang wiedergegeben (Fall «realisiert»: Anhang 11.4; Fall «ideal»: Anhang 11.5):

Tabelle 33: Bau 2, Fall «realisiert», Geräte	51
Tabelle 34: Bau 2, Fall «realisiert», Speisungsbaum; Geräte-Referenz: siehe vorangehende Tabelle	52
Tabelle 35: Bau 2, Fall «realisiert», Klassierungsangaben, ohne Gewerkszuteilung	52
Tabelle 36: Bau 2, Fall «realisiert», Gewerkszuteilung	53
Tabelle 37: Bau 2, Fall «realisiert», Zeit- und Leistungsangaben	53
Tabelle 38: Bau 2, Fall «realisiert», GA-Verbrauch [kWh]	54
Tabelle 39: Bau 2, Fall «realisiert», nGA-Verbrauch [kWh]	54
Tabelle 40: Bau 2, Fall «realisiert», GT-Verbrauch [kWh]	54
Tabelle 41: Bau 2, Fall «realisiert», GA-Verbrauch [kWh], klassiert	55
Tabelle 42: Bau 2, Fall «realisiert», nGA-Verbrauch [kWh], klassiert	55
Tabelle 43: Bau 2, Fall «realisiert», GT-Verbrauch [kWh], klassiert	55
Tabelle 44: Bau 2, Fall «realisiert», Auslastung	55
Tabelle 45: Bau 2, Fall «ideal», Geräte	56
Tabelle 46: Bau 2, Fall «ideal», Speisungsbaum; Geräte-Referenz: siehe vorangehende Tabelle	57
Tabelle 47: Bau 2, Fall «ideal», Klassierungsangaben, ohne Gewerkszuteilung	57
Tabelle 48: Bau 2, Fall «ideal», Gewerkszuteilung	58
Tabelle 49: Bau 2, Fall «ideal», Zeit- und Leistungsangaben	58
Tabelle 50: Bau 2, Fall «ideal», GA-Verbrauch [kWh]	59
Tabelle 51: Bau 2, Fall «ideal», nGA-Verbrauch [kWh]	59
Tabelle 52: Bau 2, Fall «ideal», GT-Verbrauch [kWh]	59
Tabelle 53: Bau 2, Fall «ideal», GA-Verbrauch [kWh], klassiert	60
Tabelle 54: Bau 2, Fall «ideal», nGA-Verbrauch [kWh], klassiert	60
Tabelle 55: Bau 2, Fall «ideal», GT-Verbrauch [kWh], klassiert	60
Tabelle 56: Bau 2, Fall «ideal», Auslastung	60

Der jährliche GA-Stromverbrauch, aufgliedert nach Geräteart und nach Gewerk, ist in Abbildung 15 ersichtlich. Die numerischen Werte sind im Anhang aufgeführt (Tabelle 41 und Tabelle 53).

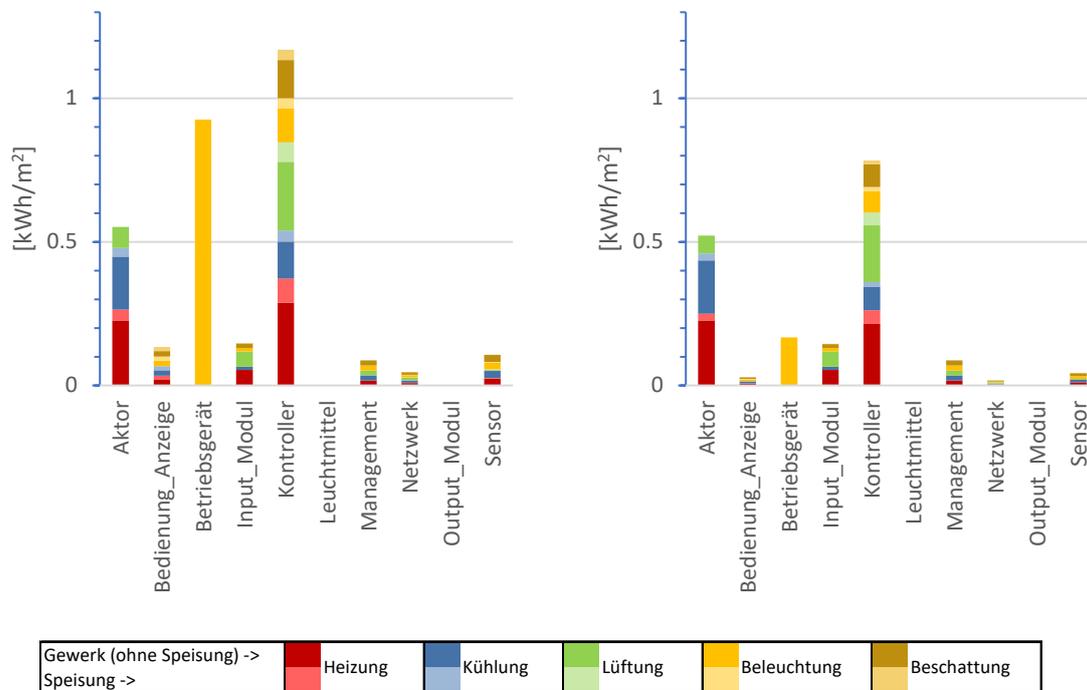


Abbildung 15: Stromverbrauch GA nach Geräteart und Gewerk; links: «realisiert», rechts: «ideal»

Geräteart «Aktor»: Der Hauptanteil des Verbrauchs entfällt auf die thermischen Heiz- und Kühlventilantriebe. Sie konsumieren jährlich 2.85 kWh/Gerät beziehungsweise flächenbezogen 0.35 kWh/m<sup>2</sup> <sup>22</sup>. In den Datenblättern waren keine Angaben zur Standby-Leistungsaufnahme vorhanden, es wurden jeweils 0.1 W angenommen (Verbrauch der Ansteuerungselektronik 0..10V).

Geräteart «Kontroller»: Der Beschattungsrechner (Industrie-PC, Gerät «P09»), welcher das gesamte Gebäude bedient, hat einen jährlichen Verbrauch von 188 kWh (Leistungsaufnahme 21.5 W). Flächenbezogen trägt er lediglich 0.015 kWh/m<sup>2</sup> bei.

<sup>22</sup> Für beide Angaben wurden der Gesamtverbrauch der verschiedenen Typen summiert und durch die Anzahl Geräte beziehungsweise die Energiebezugsfläche geteilt. Die mittlere Leistungsaufnahme «in Ruhe» / «im Fahren» im realen Betrieb, welche als Basis der Hochrechnung verwendet wurde, hängt unter anderem vom Regelalgorithmus ab und ist deshalb von beschränkter Genauigkeit.

### 6.3 Bau Nr. 3: Mattenhof (Hotel)

Ausgewählte Ergebnisse werden nachfolgend präsentiert. Weitere Ergebnisse sind in den vergleichenden Kapiteln 6.4 bis 6.6 ersichtlich.

Die vollständigen Ein- und Ausgabedaten sind im Anhang wiedergegeben (Fall «realisiert»: Anhang 11.6; Fall «ideal»: Anhang 11.7):

Tabelle 57: Bau 3, Fall «realisiert», Geräte	61
Tabelle 58: Bau 3, Fall «realisiert», Speisungsbaum	61
Tabelle 59: Bau 3, Fall «realisiert», Klassierungsangaben, ohne Gewerkszuteilung	62
Tabelle 60: Bau 3, Fall «realisiert», Gewerkszuteilung	62
Tabelle 61: Bau 3, Fall «realisiert», Zeit- und Leistungsangaben	63
Tabelle 62: Bau 3, Fall «realisiert», GA-Verbrauch [kWh]	63
Tabelle 63: Bau 3, Fall «realisiert», nGA-Verbrauch [kWh]	63
Tabelle 64: Bau 3, Fall «realisiert», GT-Verbrauch [kWh]	63
Tabelle 65: Bau 3, Fall «realisiert», GA-Verbrauch [kWh], klassiert	64
Tabelle 66: Bau 3, Fall «realisiert», nGA-Verbrauch [kWh], klassiert	64
Tabelle 67: Bau 3, Fall «realisiert», GT-Verbrauch [kWh], klassiert	64
Tabelle 68: Bau 3, Fall «realisiert», Auslastung	64
Tabelle 69: Bau 3, Fall «ideal», Geräte	65
Tabelle 70: Bau 3, Fall «ideal», Speisungsbaum	65
Tabelle 71: Bau 3, Fall «ideal», Klassierungsangaben, ohne Gewerkszuteilung	66
Tabelle 72: Bau 3, Fall «ideal», Gewerkszuteilung	66
Tabelle 73: Bau 3, Fall «ideal», Zeit- und Leistungsangaben	67
Tabelle 74: Bau 3, Fall «ideal», GA-Verbrauch [kWh]	67
Tabelle 75: Bau 3, Fall «ideal», nGA-Verbrauch [kWh]	67
Tabelle 76: Bau 3, Fall «ideal», GT-Verbrauch [kWh]	67
Tabelle 77: Bau 3, Fall «ideal», GA-Verbrauch [kWh], klassiert	68
Tabelle 78: Bau 3, Fall «ideal», nGA-Verbrauch [kWh], klassiert	68
Tabelle 79: Bau 3, Fall «ideal», GT-Verbrauch [kWh], klassiert	68
Tabelle 80: Bau 3, Fall «ideal», Auslastung	68

Der jährliche GA-Stromverbrauch, aufgliedert nach Geräteart und nach Gewerk, ist in Abbildung 16 ersichtlich. Die numerischen Werte sind im Anhang aufgeführt (Tabelle 65 und Tabelle 77).

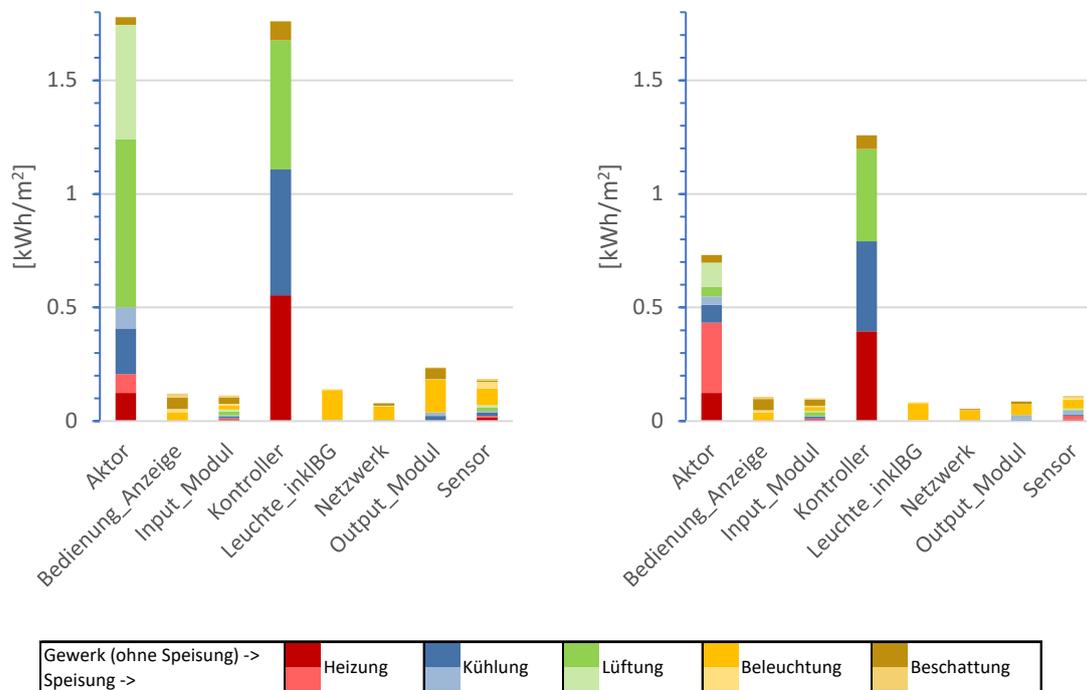


Abbildung 16: Stromverbrauch GA nach Geräteart und Gewerk; links: «realisiert», rechts: «ideal»

Die zwei verbrauchsmässig bedeutendsten Gerätearten sind hier «Aktor» und «Kontroller».

Geräteart «Aktor»: Auffällig ist der hohe Speisungsanteil sowie der markante Verbrauch der Lüftungsklappenantriebe (sattgrünes Säulensegment «Lüftung»). Der beim Fall «ideal» grössere Wert für das Gewerk «Heizung» (mit Speisung), ergibt sich durch eine Umlagerung der Verlustleistung des Speisegeräts, welches den Heizventilantrieb, den Kühlventilantrieb wie auch den Lüftungsklappenantrieb versorgt: Die Zuteilung der Speisungs-Verlustleistung erfolgt proportional zur bezogenen elektrischen Energie. Da im Fall «ideal» der Lüftungsklappenantrieb einen vielfach geringeren Verbrauch zeigt, reduziert sich auch die ihm zugewiesene Speisungs-Verlustleistung – womit eine grössere Speisungs-Verlustleistung auf das Heiz- und das Kühlventil entfällt.

## 6.4 Stromverbrauch nach Gewerk (Raumautomation)

Der jährliche Stromverbrauch der Raumautomation ist, nach Gewerk aufgeschlüsselt, in den folgenden 3 Graphiken gezeigt: in Abbildung 17 in absoluten Werten mit kumulierten Balken, in Tabelle 4 in absoluten Werten, in Tabelle 5 als relativer Anteil an der GA-Summe aller Gewerke.

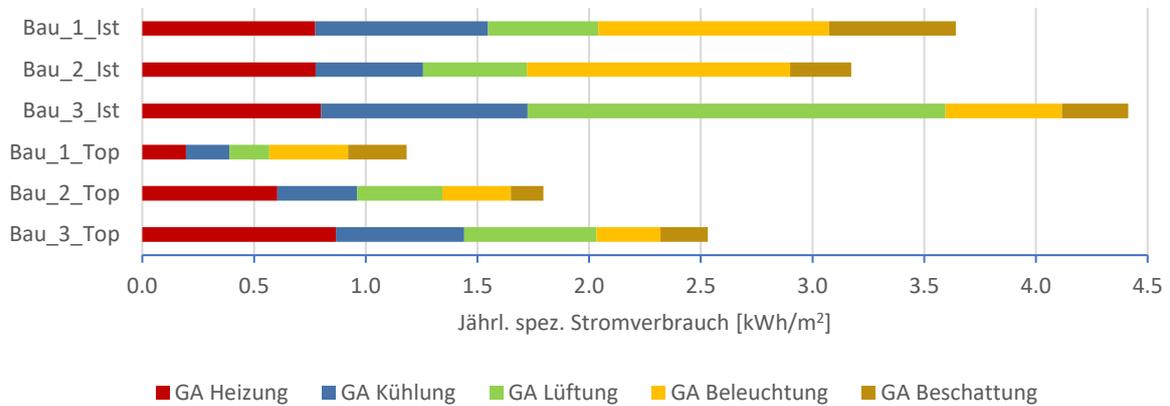


Abbildung 17: Stromverbrauch Raumautomation nach Gewerk, jährlich; kumulative Balken; Fall «realisiert»: «...Ist», Fall «ideal»: «...Top»; numerische Werte: siehe Tabelle 4

GA [kWh/m <sup>2</sup> ]	Fall «realisiert»				Fall «ideal»				Spanne		Differenz «ideal» minus «real.»			
	Bau_1	Bau_2	Bau_3	Mittel	Bau_1	Bau_2	Bau_3	Mittel	Von	Bis	Bau_1	Bau_2	Bau_3	Mittel
Heizung	0.77	0.78	0.80	<b>0.78</b>	0.20	0.60	0.87	<b>0.56</b>	0.20	0.87	-0.58	-0.17	0.07	-0.23
Kühlung	0.77	0.48	0.92	<b>0.73</b>	0.19	0.36	0.57	<b>0.38</b>	0.19	0.92	-0.58	-0.12	-0.35	-0.35
Lüftung	0.49	0.47	1.87	<b>0.94</b>	0.18	0.38	0.59	<b>0.38</b>	0.18	1.87	-0.32	-0.08	-1.28	-0.56
Beleuchtung	1.03	1.18	0.52	<b>0.91</b>	0.35	0.31	0.29	<b>0.32</b>	0.29	1.18	-0.68	-0.87	-0.23	-0.60
Beschattung	0.57	0.27	0.30	<b>0.38</b>	0.26	0.15	0.21	<b>0.21</b>	0.15	0.57	-0.31	-0.13	-0.08	-0.17
Summe GA	3.64	3.17	4.41	<b>3.74</b>	1.18	1.79	2.53	<b>1.84</b>	1.18	4.41	-2.46	-1.38	-1.88	-1.91

Tabelle 4: Stromverbrauch Raumautomation nach Gewerk, jährlich, absolute Werte in kWh/m<sup>2</sup>

Der Verbrauch pro Gewerk zeigt in den verschiedenen Fällen ein unterschiedliches Bild mit einer Spanne in den «realisierten» Fällen von 0.27 – 1.87 kWh/m<sup>2</sup> und in den «idealen» Fällen von 0.15 – 0.87 kWh/m<sup>2</sup>. Allerdings ist im Einzelfall durchaus eines (oder mehrere) der Gewerke verbrauchsmässig dominant; beispielsweise die Lüftung im Fall von Bau 3, Fall «realisiert», mit 1.87 kWh/m<sup>2</sup>.

GA [%]	Fall «realisiert»				Fall «ideal»				Spanne		Differenz in Prozentpunkten			
	Bau_1	Bau_2	Bau_3	Mittel	Bau_1	Bau_2	Bau_3	Mittel	Von	Bis	Bau_1	Bau_2	Bau_3	Mittel
Heizung	21.3%	24.4%	18.1%	<b>20.9%</b>	16.5%	33.7%	34.2%	<b>30.2%</b>	17%	34%	-5%	9%	16%	9%
Kühlung	21.2%	15.2%	20.9%	<b>19.4%</b>	16.5%	19.9%	22.7%	<b>20.4%</b>	15%	23%	-5%	5%	2%	1%
Lüftung	13.5%	14.7%	42.4%	<b>25.2%</b>	15.0%	21.3%	23.3%	<b>20.9%</b>	14%	42%	2%	7%	-19%	-4%
Beleuchtung	28.4%	37.1%	11.8%	<b>24.3%</b>	29.9%	17.1%	11.3%	<b>17.2%</b>	11%	37%	1%	-20%	0%	-7%
Beschattung	15.6%	8.6%	6.7%	<b>10.1%</b>	22.1%	8.1%	8.4%	<b>11.2%</b>	7%	22%	7%	-1%	2%	1%
Summe GA	100%	100%	100%	<b>100%</b>	100%	100%	100%	<b>100%</b>						

Tabelle 5: Stromverbrauch Raumautomation nach Gewerk, jährlich, Anteile in Prozenten

## 6.5 Stromverbrauch nach Geräteart (Raumautomation)

Der jährliche Stromverbrauch der Raumautomation ist, nach Geräteart aufgeschlüsselt, in den folgenden 3 Graphiken gezeigt: in Abbildung 18 in absoluten Werten mit kumulierten Balken, in Tabelle 6 in absoluten Werten, in Tabelle 7 als prozentualer Anteil an der GA-Summe. Zu beachten: Die Gerätearten «Betriebsgerät» und «Leuchte\_inklBG» sind nur teilweise der GA zugewiesen und zeigen deshalb nicht den gesamten Stromverbrauch.

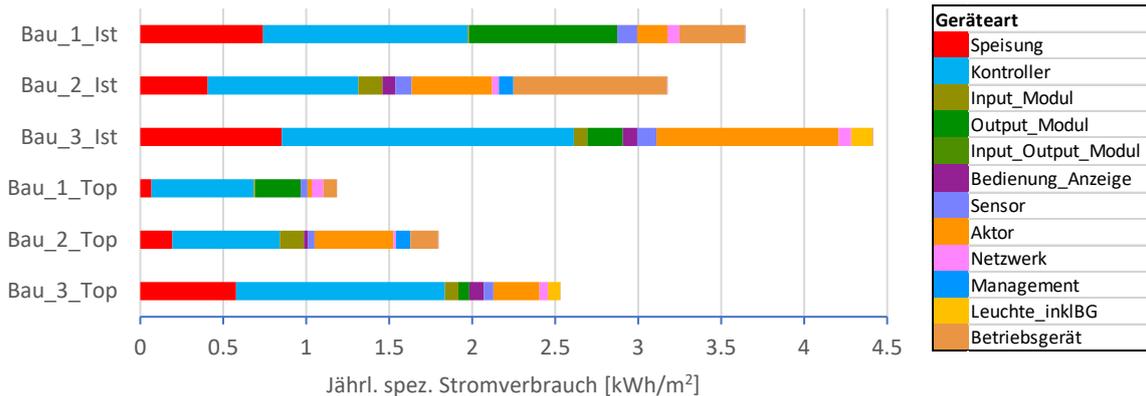


Abbildung 18: Stromverbrauch Raumautomation nach Geräteart, jährlich; numerische Werte: siehe Tabelle 6

GA [kWh/m <sup>2</sup> ]	Fall «realisiert»				Fall «ideal»				Spanne		Differenz «ideal» minus «real.»			
	Bau_1	Bau_2	Bau_3	Mittel	Bau_1	Bau_2	Bau_3	Mittel	Von	Bis	Bau_1	Bau_2	Bau_3	Mittel
Speisung	0.74	0.41	0.85	<b>0.67</b>	0.07	0.19	0.58	<b>0.28</b>	0.07	0.85	-0.67	-0.21	-0.27	<b>-0.39</b>
Kontroller	1.23	0.91	1.76	<b>1.30</b>	0.62	0.65	1.26	<b>0.84</b>	0.62	1.76	-0.62	-0.26	-0.50	<b>-0.46</b>
Input_Modul	0.01	0.15	0.08	<b>0.08</b>	0.01	0.14	0.08	<b>0.08</b>	0.01	0.15	0.00	0.00	0.00	<b>0.00</b>
Output_Modul	0.89	0.00	0.21	<b>0.37</b>	0.28	0.00	0.07	<b>0.11</b>	0.00	0.89	-0.62	0.00	-0.15	<b>-0.26</b>
Bedienung_Anzeige	0.00	0.08	0.09	<b>0.05</b>	0.00	0.02	0.09	<b>0.04</b>	0.00	0.09	0.00	-0.05	0.00	<b>-0.02</b>
Sensor	0.12	0.10	0.12	<b>0.11</b>	0.04	0.04	0.06	<b>0.05</b>	0.04	0.12	-0.08	-0.06	-0.06	<b>-0.07</b>
Aktor	0.18	0.48	1.10	<b>0.59</b>	0.03	0.47	0.28	<b>0.26</b>	0.03	1.10	-0.16	-0.01	-0.82	<b>-0.33</b>
Netzwerk	0.07	0.04	0.07	<b>0.06</b>	0.07	0.02	0.05	<b>0.05</b>	0.02	0.07	0.00	-0.02	-0.02	<b>-0.02</b>
Management	0.00	0.09	0.00	<b>0.03</b>	0.00	0.09	0.00	<b>0.03</b>	0.00	0.09	0.00	0.00	0.00	<b>0.00</b>
Leuchte_inklBG	0.00	0.00	0.13	<b>0.04</b>	0.00	0.00	0.07	<b>0.02</b>	0.00	0.13	0.00	0.00	-0.06	<b>-0.02</b>
Betriebsgerät	0.39	0.93	0.00	<b>0.44</b>	0.08	0.17	0.00	<b>0.08</b>	0.00	0.93	-0.31	-0.76	0.00	<b>-0.36</b>
Summe GA	3.64	3.17	4.41	<b>3.74</b>	1.18	1.79	2.53	<b>1.84</b>	1.18	4.41	-2.46	-1.38	-1.88	<b>-1.91</b>

Tabelle 6: Stromverbrauch Raumautomation nach Geräteart, jährlich, absolute Werte

Zu Tabelle 6:

Geräteart «Speisung»: Wie sich die Speisungsverluste auf die gespeisenden Gerätearten verteilen, ist in Abbildung 19 aufgeschlüsselt.

Geräteart «Kontroller»: Auffällig ist der in dieser Geräteart in allen Fällen hohe Verbrauchs-Anteil. Bau 1 hat hier das grösste Einsparungspotential. Bau 3 (Hotel) zeigt den höchsten Verbrauch; dies in beiden Fallgruppen «realisiert» und «ideal». Es kommen Einzelraumregler zum Einsatz, ein Regler pro Hotelzimmer.

Geräteart «Aktor»: Die 0.18 / 0.03 kWh/m<sup>2</sup> («realisiert» / «ideal») bei Bau 1 gehen zu Lasten der Ventilantriebe (Heizen, Kühlen). Bei Bau 2 machen die Ventilantriebe mit 0.35 kWh/m<sup>2</sup> <sup>23</sup> den Hauptanteil von 0.48 / 0.47 kWh/m<sup>2</sup> aus («realisiert» / «ideal»). Bei Bau 3 machen die Ventilantriebe mit 0.26 / 0.14 kWh/m<sup>2</sup> rund ein Viertel beziehungsweise die Hälfte von 1.10 / 0.28 kWh/m<sup>2</sup> aus («realisiert» / «ideal»); die Lüftungsklappenantriebe machen 0.74 / 0.04 kWh/m<sup>2</sup> aus. In allen hier genannten Werten ist noch kein Speisungsanteil mitenthalten.

Weitere Gerätearten, welche teilweise einen hohen Verbrauch zeigen, sind «Output\_Modul» und «Betriebsgerät». Auch hier ist teilweise ein grosses Einsparpotential vorhanden.

Der Summen-Mittelwert der «idealen» Fälle liegt halb so hoch wie jener der «realisierten» Fälle.

GA [%]	Fall «realisiert»				Fall «ideal»				Spanne		Differenz in Prozentpunkten			
	Bau_1	Bau_2	Bau_3	Mittel	Bau_1	Bau_2	Bau_3	Mittel	Von	Bis	Bau_1	Bau_2	Bau_3	Mittel
Speisung	20.3%	12.8%	19.3%	17.8%	5.7%	10.7%	22.8%	15.2%	6%	23%	-1%	-2%	4%	-3%
Kontroller	33.8%	28.6%	39.9%	34.7%	52.1%	36.1%	49.7%	45.8%	29%	52%	18%	8%	10%	11%
Input_Modul	0.2%	4.6%	1.8%	2.1%	0.7%	8.1%	3.2%	4.2%	0%	8%	0%	3%	1%	2%
Output_Modul	24.5%	0.0%	4.9%	9.9%	23.3%	0.0%	2.6%	6.2%	0%	25%	-1%	0%	-2%	-4%
Bedienung_Anze	0.0%	2.4%	2.0%	1.5%	0.0%	1.3%	3.4%	2.0%	0%	3%	0%	-1%	1%	1%
Sensor	3.3%	3.1%	2.6%	3.0%	3.4%	2.3%	2.3%	2.5%	2%	3%	0%	-1%	0%	0%
Aktor	5.0%	15.3%	24.9%	15.7%	2.1%	26.4%	11.0%	14.1%	2%	26%	-3%	11%	-14%	-2%
Netzwerk	2.0%	1.3%	1.7%	1.7%	5.8%	0.9%	2.0%	2.5%	1%	6%	4%	0%	0%	1%
Management	0.0%	2.7%	0.0%	0.8%	0.0%	4.8%	0.0%	1.6%	0%	5%	0%	2%	0%	1%
Leuchte_inklBG	0.0%	0.0%	3.0%	1.2%	0.0%	0.0%	3.0%	1.4%	0%	3%	0%	0%	0%	0%
Betriebsgerät	10.8%	29.2%	0.0%	11.8%	6.9%	9.3%	0.0%	4.5%	0%	29%	-4%	-20%	0%	-7%
Summe GA	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%						

Tabelle 7: Stromverbrauch Raumautomation nach Geräteart, jährlich, Anteile in Prozenten

Zu Tabelle 7:

Die Speisungen zeigen mit bis zu 23% (Bau 3, Fall «ideal») einen relevanten Anteil am GA-Stromverbrauch. Die Fälle «realisiert» zeigen eine Spanne von 13% - 20%, die Fälle «ideal» eine Spanne von 6% - 23%. Wie sich die Speisungsverluste auf die gespeisenden Gerätearten verteilen, ist in Abbildung 19 aufgeschlüsselt.

Beim Vergleich zwischen den Fällen «realisiert» und den Fällen «ideal» zeigen die Mittelwerte ein ähnliches Bild; bedeutend sind die Gerätearten «Kontroller», «Speisung», «Aktor», «Output\_Modul» und «Betriebsgerät». Die Einzelwerte unterscheiden sich am markantesten bei Bau 2 mit einem reduzierten Anteil bei der Geräteart «Betriebsgerät» und bei Bau 1 mit einem reduzierten Anteil in der Geräteart «Speisung».

<sup>23</sup> Der Verbrauchswert der thermischen Ventilantriebe ist im Fall «ideal» unvermindert, da diese Geräte bei der Bildung der Fälle «ideal» nicht ausgewählt wurden (siehe Tabelle 2). Bei Bau 1 sind ausschliesslich motorische Ventilantriebe vorhanden, bei Bau 2 ausschliesslich thermische Ventilantriebe und bei Bau 3 eine Kombination aus thermischen und motorischen Ventilantrieben.

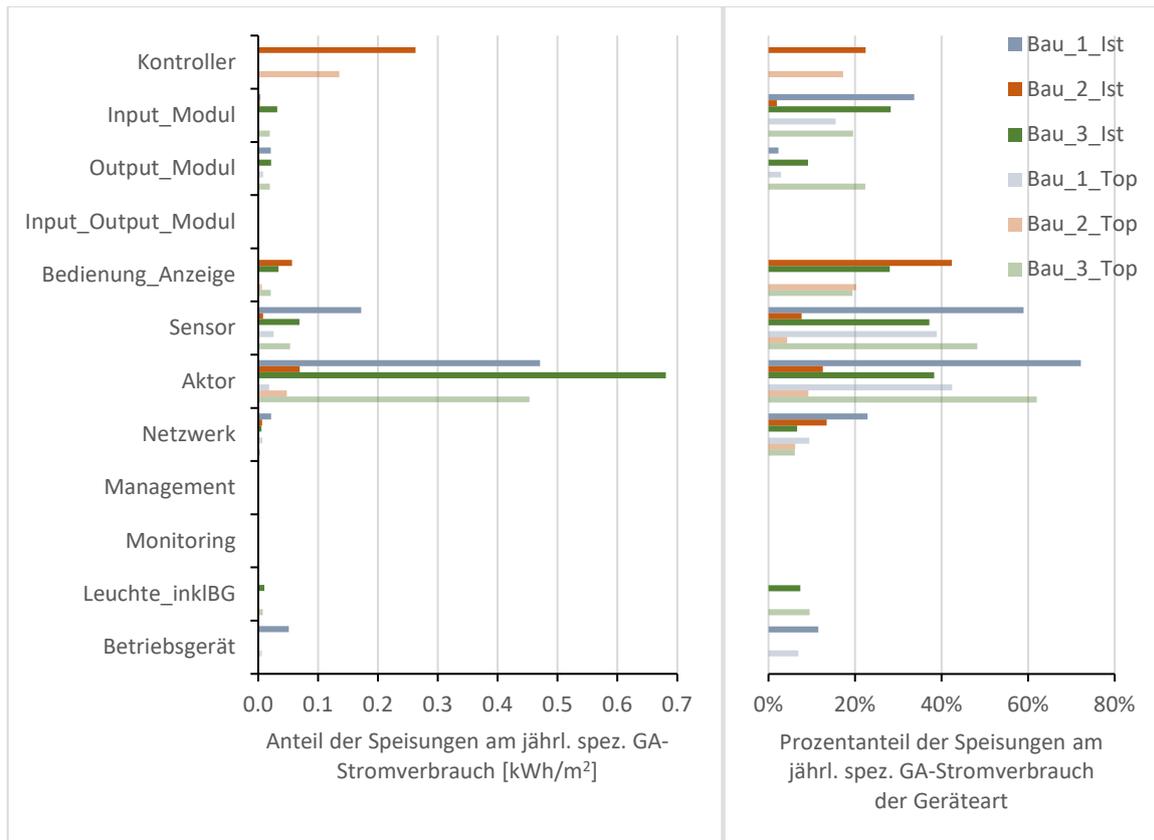


Abbildung 19: Anteil der Speisungen am GA-Stromverbrauch pro Geräteart

Zu Abbildung 19:

Wird der Verbrauch der Speisungen (Geräte der Geräteart «Speisung», d.h. der separaten Speisungsgeräte und Geräte mit Speisungsfunktion) den gespeisten Geräten zugerechnet, kann pro Geräteart der Prozentanteil der Speisungen ausgewiesen werden. Werden die Speisungsanteile innerhalb einer Geräteart betrachtet, so ergeben sich Werte bis 72% bei «Aktor» (Bau 1, Fall «realisiert»), und 59% bei «Sensor» (Bau 1, Fall «realisiert»). Die numerischen Prozentwerte dazu sowie die absoluten Verbrauchswerte [kWh] sind im Anhang aufgeführt (Tabellen «... GA-Verbrauch [kWh], klassiert», siehe Anhangs-Tabellenverzeichnis im Anhang 11.1).

Es ergibt sich bei jenen Gerätearten ein Speisungsanteil, wenn eines oder mehrere Geräte der entsprechenden Geräteart nicht direkt vom Netz gespeist werden sondern via ein anderes Gerät der Geräteart «Speisung», d.h. typischerweise wenn Geräte mit einer Kleinspannung betrieben werden.<sup>24</sup>

<sup>24</sup> Beispielsweise ist bei der Geräteart «Kontroller» in Bau 2 ein Speisungsanteil vorhanden, weil dort die Kontroller mit 24V betrieben werden, also eine vorgelagerte Speisung benötigen. In den anderen zwei Bauten werden mit 230 VDC betriebene Kontroller verwendet.

Bei der Geräteart «Leuchte\_inklIBG» ist in Bau 3 ein Speisungsanteil vorhanden, weil dort die Leuchten teilweise mit 24V betrieben werden, also eine vorgelagerte Speisung benötigen.

Bei der Geräteart «Betriebsgerät» ist in Bau 1 ein Speisungsanteil vorhanden, weil dort die Betriebsgeräte mit 24V betrieben werden, also eine vorgelagerte Speisung benötigen.

## 6.6 Speisungen: gespiesene Geräte und Auslastung

	Bau 1				Bau 2				Bau 3			
	Referenz	Anzahl	Nominalleistung [W]	Auslastung	Referenz	Anzahl	Nominalleistung [W]	Auslastung	Referenz	Anzahl	Nominalleistung [W]	Auslastung
	Sp1	33	30.0	7%	Sp01	34	30.0	7%	Sp01	14	18.6	65%
	Sp2	1	40.0	59%	Sp02	2	312.0	8%	SpNt	1	18.0	8%
	Sp3	1	76.8	69%	Sp03	5	249.8	10%	SpV	160	100.0	4%
					Sp04	92	63.0	13%	SpDali	10	4.0	39%
					Sp05	74	98.3	19%				
					Sp06	1	98.3	13%				
					Sp07	4	98.3	17%				
					Sp08	1	96.0	22%				
					Sp09	1	0.0	22%				
					SpM02	1	15.4	46%				
					SpM03	4	7.7	83%				
Median der Speisungstypen (unberücksichtigt: Anzahl, Nominalleistung)	59%				17%				24%			
	18%											
Mittlere Auslastung, gewichtet mit Produkt aus Geräteanzahl und Leistung (Nominal-Leistung, bzw. mittlere gelieferte Leistung)	13.2%				15.3%				5.5%			
	10.5%											

Tabelle 8: Auslastung der Speisungen<sup>25</sup>

Zu Tabelle 8:

Die Auslastung einer Speisung wird vom Berechnungstool berechnet als Verhältnis der an die angeschlossenen Geräte gelieferten elektrischen Energie und der bei Nominalleistung des Speisegerätes maximal lieferbaren elektrischen Energie; dies während der längsten Zeitdauer des aktiven Betriebs «Anteil-on» der angeschlossenen Geräte.

Die mittlere Auslastung liegt für die Fälle «realisiert» bei 5.5% bis 15.3%. Wird das Mittel über alle Speisegeräte in diesen Fällen berechnet, ergibt sich 10.5%.

<sup>25</sup> Die Auswertung umfasst alle Geräte der Geräteart «Speisung», für welche die Angabe «Nominalleistung» erfasst wurde.

## 7 Diskussion und Fazit

### 7.1 Berechnungstool

Die Anpassungen und die neuen Auswertungen haben sich in der Anwendung bewährt (effiziente Arbeitsweise, Qualitätssicherung, standardisierte Auswertungen).

Das Tool, ergänzt und angepasst, wird Dritten, insbesondere den Gebäudeautomations- und Gebäudetechnik-Planern, verfügbar gemacht als Planungsgrundlage und Entscheidungshilfe, mit dem Ziel eines tieferen Stromverbrauchs der realisierten Systeme. Dieses Vorhaben ist der Inhalt des Mitte 2020 anlaufenden und vom Bundesamt für Energie finanziell unterstützten Projekts *StromGT*.

### 7.2 Analyseergebnisse

Die drei Fälle «realisiert» liegen mit 3.2 – 4.4 kWh/m<sup>2</sup> allesamt im Werte-Bereich des spezifischen Verbrauchs-Kennwerts des vorausgegangenen Projekts [1] (Raumautomation: 2 – 5 kWh/m<sup>2</sup>). Die drei Fälle «ideal» liegen im Wertebereich von 1.2 – 2.5 kWh/m<sup>2</sup> und zeigen im Mittel einen halb so hohen GA-Stromverbrauch (1.8 kWh/m<sup>2</sup>) wie die Fälle «realisiert» (3.7 kWh/m<sup>2</sup>). Die Fälle «ideal» liessen sich noch mehr idealisieren. Beispielsweise wurde bei der Bildung dieser Fälle darauf verzichtet, elektrothermische Ventiltriebe durch elektromotorische Ventiltriebe zu ersetzen.

Die Fälle «ideal» implizieren ein bedeutendes Potential zur Verbrauchs-Reduktion.

Es sind in der Regel alle Gewerke verbrauchsmässig relevant. Ein Grund dazu liegt im hohen Verbrauchsanteil der Geräteart «Kontroller». Die Kontroller erfüllen typischerweise Funktionen für alle oder zumindest mehrere Gewerke; entsprechend wurden die Kontroller den Gewerken zugeteilt.

Gerätearten mit hoher Verbrauchs-Relevanz sind «Kontroller», «Speisung», «Aktor», «Output\_Modul» und «Betriebsgerät» (elektronische Vorschaltgeräte der Beleuchtung). Es empfiehlt sich deshalb, ein besonderes Augenmerk auf diese Gerätearten zu legen (Produktwahl und bei den Speisungen auch deren Dimensionierung).

Die Speisungen zeigen mit bis zu 23% (Bau 3, Fall «ideal») einen relevanten Anteil am GA-Stromverbrauch. Werden die Speisungsanteile innerhalb einer Geräteart betrachtet, so ergeben sich teilweise Werte von mehr als 50% (bei «Aktor» und «Sensor»).

Die Speisungen, im Mittel über die drei Fälle «realisiert», zeigen eine Auslastung von 10.5%. Mit einer allenfalls möglichen knapperen Speisungsdimensionierung liessen sich die Speisungsverluste reduzieren.

Stellantriebe (Heiz- und Kühlventilantriebe, Lüftungsklappenantriebe): Nach Möglichkeit 3-Punkt-Ansteuerung verwenden, um die Standby-Leistungsaufnahme zu vermeiden.

«Kleine» Kontroller und damit eine grosse Anzahl Kontroller scheinen sich im GA-Stromverbrauch ungünstig zu zeigen im Vergleich zu «grossen» Kontrollern und entsprechend geringerer Anzahl: Der Hotelbau mit einem Einzelraumregler pro Zimmer zeigte mit Abstand den höchsten «Kontroller»-Verbrauchsbeitrag (dies in beiden Fallgruppen «realisiert» und «ideal»).

Ein Beschattungsrechner macht im GA-Stromverbrauch eines grossen Gebäudes nur einen sehr kleinen Beitrag aus (Bau 2: 0.015 kWh/m<sup>2</sup>). Er ist sowohl attraktiv aus funktionaler als auch energetischer Sicht.

Für den Bau 1 – einem Gebäude nach Minergie-Standard – mit ausschliesslicher Nutzung von Grundwasser und Abwärme für die Wärme- und Kälteerzeugung wurde die Relevanz des GA-Stromverbrauchs im Vergleich zum Stromverbrauch der Gebäudetechnik exemplarisch ermittelt. Es ergab sich ein GA-Anteil von 23%, d.h. rund ein Viertel am Verbrauch der gesamten Gebäudetechnik. Insbesondere für energieeffiziente Gebäude scheint es demnach auch beim Fokus «Gesamtstromverbrauch» lohnend, dem GA-Stromverbrauch das gebührende Augenmerk zu widmen.

Die Ermittlung der Stromverbrauchswerte für die jeweiligen Geräte gestaltete sich teilweise aufwendig und lückenhaft. Dies weil die Verbrauchsangaben auf Datenblättern wenig standardisiert erfolgen und teilweise auch fehlen. Oft ist die für die Dimensionierung benötigte Scheinleistung angegeben, welche die Einheit Voltampere (VA) aufweist, während der typische mittlere Wirkleistungsbezug fehlt (Einheit Watt). Wünschbar wären detaillierte Wirkleistungsangaben nach Konfiguration<sup>26</sup> und Betriebsmodus<sup>27</sup>.

## 8 Literaturverzeichnis

- [1] P. Kräuchi, D. Jurt und C. Dahinden, «Projekt "Eigenenergieverbrauch der Gebäudeautomation (EEV-GA)". Ergebnisbericht», Bundesamt für Energie BFE, Bern, 2016, <http://www.bfe.admin.ch/php/modules/publikationen/>.
- [2] J. C. P. Kester, H. A. Zondag, I. G. Kamphuis und E.-J. Bakker, «Sustainability of Dutch Home Automation Projects, Evaluation and Recommendations», Netherlands, 2005.
- [3] Bundesamt für Energie BFE, «Energieeffizienz im Intelligenten Wohnen», EnergieSchweiz, Bern, 2005.
- [4] T. Grieder, R. Senn und M. Gehrig, «Neuste Entwicklungen im Bereich intelligentes Wohnen und des damit verbundenen Stromverbrauchs», Bundesamt für Energie BFE, Ittigen, 2008.
- [5] M. Becker und P. Knoll, «Kurzzusammenfassung zur Studie: Energieeinsparpotenzial und Energieeffizienz durch Bustechnik sowie Raum- und Gebäudeautomation», Biberach, 2008.

---

<sup>26</sup> Eine Raumautomationsstation weist typischerweise etliche Anschlüsse auf, wie beispielsweise Ethernet, KNX oder Dali, und hat teilweise auch entsprechende Busspeisungen integriert. Vorstellbar wäre deshalb eine Unterscheidung der Wirkleistungsaufnahme wie folgt:

- Basis-Wirkleistungsaufnahme, ohne Busanschlüsse (ausser Ethernet), ohne Speiseleistungen, «typisch» und Wertespanne «von, bis» (minimale und maximale Auslastung)
- Mit KNX-Nutzung (3 Angaben): Wirkleistungsaufnahme mit angeschlossenem KNX-Bus, mit aktivierter interner Busspeisung bei Leerlauf / bei nominaler Leistung
- Mit Dali-Nutzung: gleiche Wirkleistungsangaben wie oben für KNX (3 Angaben)
- Weitere Wirkleistungs-Angaben zu integrierten klassischen Ein-/Ausgängen.

<sup>27</sup> Beispielsweise bei motorischen Stellantrieben je die Wirkleistungsaufnahme für «in Ruhe» und «in Bewegung».

- [6] M. Becker und P. Knoll, «Stand-by-Verbrauch von Buskomponenten», Der Elektro- und Gebäudetechniker, 2009.
- [7] A. Braunwalder, «Der versteckter Stromverbrauch», SIA, p. 27, 2013.
- [8] T. Iváncsy und Z. Á. Tamus, «Analysis of the Energy Consumption of Building Automation Systems», in Sustainability Through Innovation in Product Life Cycle Design, Tokyo, Springer, Singapore, 2015, pp. 871-881.
- [9] J. Tønnesen und V. Novakovic, «Towards LCA of building automation and control systems in zero emission buildings - measurements of auxiliary energy to operate a KNX bus-system», Lausanne, 2013.
- [10] Bundesversammlung, «Energiegesetz (EnG)», Bern, 2017.
- [11] Konferenz Kantonaler Energiedirektoren, «Mustervorschriften der Kantone im Energiebereich (MuKE)», Bern, 2014.
- [12] Europäische Union, «Directive 2010/31/EU of the European parliament and of the council of 19 May 2010 on the energy performance of buildings», 2010, <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/ALL/?uri=CELEX:32010L0031>.
- [13] «Energy Efficiency Requirements for Power Supplies & Battery Chargers», Haredata Electronics, <http://www.haredata.co.uk/blog/2017/2/energy-efficiency-requirements/>. [Zugriff am 19.9.2017].
- [14] Schneider Electric, «The Green Grid joins forces with Climate Savers Computing Initiative - Schneider Electric Blog», 2012, <https://blog.schneider-electric.com/datacenter/2012/07/23/the-green-grid-climate-savers-computing-initiative/>. [Zugriff am 19.9.2017].
- [15] Lenovo, «Lenovo's Commitment to Green Computing: Environmental Responsibility», [http://www.lenovo.com/social\\_responsibility/us/en/energy/](http://www.lenovo.com/social_responsibility/us/en/energy/). [Zugriff am 19.9.2017].
- [16] P. Kräuchi, C. Dahinden, D. Jurt, V. Wouters und U.-P. Menti, «Energiebedarf der Gebäudeautomation», brenet Status-Seminar, Zürich, 2016, <http://www.brenet.ch>.
- [17] P. Kräuchi, C. Dahinden, D. Jurt, V. Wouters, U.-P. Menti und O. Steiger, «Electricity consumption of building automation», Energy Procedia, pp. 295-300, 2017, <http://dx.doi.org/10.1016/j.egypro.2017.07.325>.
- [18] P. Kräuchi und O. Steiger, «Stromverbrauch der Gebäudeautomation: eine Berechnungsmethodik», brenet Status-Seminar, Zürich, 2018, <http://www.brenet.ch>.
- [19] P. Kräuchi und O. Steiger, «Electricity consumption of building technology: a calculation method.», Journal of Physics: Conference Series, Bd. 1343 , Nr. 012125, p. 5, 2019.
- [20] P. Kräuchi und O. Steiger, «Stromverbrauch der Gebäudeautomation: eine Fallstudie», brenet Status-Seminar, Aarau, 2020, <http://www.brenet.ch>.
- [21] Wikipedia, «Roche-Turm (Bau 1)», 2020, [https://de.wikipedia.org/wiki/Roche-Turm\\_\(Bau\\_1\)](https://de.wikipedia.org/wiki/Roche-Turm_(Bau_1)). [Zugriff am 9.6.2020].
- [22] F. Hoffmann-La Roche AG, Email vom 22.6.2020.

- [23] PSP Real Estate AG, «Grosspeter Tower», 2017, <http://grosspetertower.ch>. [Zugriff am 29.11.2017].
- [24] P. Kräuchi, Bild des Hotels auf dem Areal "Mattenhof" in Kriens, 2019.
- [25] Minergie Schweiz, «Produktreglement zu den Gebäudestandards MINERGIE®/MINERGIE-P®/MINERGIE-A®, Version 2019.1», Basel, 2019.
- [26] «TEC21,» Bd. 28–29, 2015.
- [27] SIA, «prSIA 2056:2017-09: Merkblatt SIA 2056 "Elektrizität in Gebäuden – Energie- und Leistungsbedarf"», Zürich, 2017.

## 9 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Gerät mit einem Eingang	15
Abbildung 2: Gerät mit mehreren Eingängen	15
Abbildung 3: Zahlenwerte-Eingabefelder zum Stromverbrauch	15
Abbildung 4: Speisungs-Topologie eines Beispiel-Gebäudetechnik-Systems	16
Abbildung 5: Hochhaus, Basel, September 2015 (Bildquelle: [21])	18
Abbildung 6: Hochhaus-Komplex mit Tower (Büronutzung) und Hotelteil, Basel (Bildquelle: [23])	20
Abbildung 7: Hotel auf dem Areal «Mattenhof», Kriens (Bildquelle: [24])	21
Abbildung 8: Stromverbrauch GA nach Geräteart und Gewerk; links: realisiert, rechts: ideal	25
Abbildung 9: Stromverbrauch GA/nGA/GT nach Geräteart und Gewerk; links: realisiert, rechts: ideal	25
Abbildung 10: GA/nGA nach Gewerk	26
Abbildung 11: GA/nGA nach Geräteart	26
Abbildung 12: Stromverbrauch GA/GT sowie GA-Anteil an der GT	27
Abbildung 13: Messwertbasierte Kennzahl Gesamtenergie analog Minergie-Kennzahl	28
Abbildung 14: Messwertbasierter $E_{\text{HWK}}$ analog Minergie	29
Abbildung 15: Stromverbrauch GA nach Geräteart und Gewerk; links: «realisiert», rechts: «ideal»	31
Abbildung 16: Stromverbrauch GA nach Geräteart und Gewerk; links: «realisiert», rechts: «ideal»	33
Abbildung 17: Stromverbrauch Raumautomation nach Gewerk, jährlich; kumulative Balken; Fall «realisiert»: «...Ist», Fall «ideal»: «...Top»; numerische Werte: siehe Tabelle 4	34
Abbildung 18: Stromverbrauch Raumautomation nach Geräteart, jährlich; numerische Werte: siehe Tabelle 6	35
Abbildung 19: Anteil der Speisungen am GA-Stromverbrauch pro Geräteart	37

## 10 Tabellenverzeichnis

Das folgende Verzeichnis enthält alle Tabellen des Bericht-Hauptteils. Für die Tabellen im Anhang gibt es ein separates Teilverzeichnis (Anhang 10.1).

Tabelle 1: Charakterisierung der GA-Systeme der untersuchten Bauten	17
Tabelle 2: Auf Messwerten basierender, jährlicher Stromverbrauch HLK ohne Raumautomation	20
Tabelle 3: Angenommene Werte zur Bildung der Fälle «ideal»	22
Tabelle 4: Stromverbrauch Raumautomation nach Gewerk, jährlich, absolute Werte in kWh/m <sup>2</sup>	34
Tabelle 5: Stromverbrauch Raumautomation nach Gewerk, jährlich, Anteile in Prozenten	34
Tabelle 6: Stromverbrauch Raumautomation nach Geräte-Kategorie, jährlich, absolute Werte	35
Tabelle 7: Stromverbrauch Raumautomation nach Geräte-Kategorie, jährlich, Anteile in Prozenten	36
Tabelle 8: Auslastung der Speisungen	38

# 11 Anhang

## 11.1 Tabellenverzeichnis der Ein- und Ausgaben

Für den einfachen Zugriff auf bestimmte Tabellen einer bestimmten Analyse sind nachfolgend alle Tabellen der Ein- und Ausgaben aufgeführt, jeweils mit Link.

Die Tabellen beziehen sich auf folgende Energiebezugsfläche:

- Bau 1: 2701 m<sup>2</sup>
- Bau 2: 12'496 m<sup>2</sup>
- Bau 3: 5848 m<sup>2</sup>

Tabellen «... Speisungsbaum»: Blaue Schriftfarbe: Geräte, welche nur teilweise zur Gebäudeautomation gezählt werden; grüne Schriftfarbe: Kein Verbrauch.

Tabelle 9: Bau 1, Fall «realisiert», Geräte.....	45
Tabelle 10: Bau 1, Fall «realisiert», Speisungsbaum .....	45
Tabelle 11: Bau 1, Fall «realisiert», Klassierungsangaben, ohne Gewerkszuteilung .....	45
Tabelle 12: Bau 1, Fall «realisiert», Gewerkszuteilung.....	45
Tabelle 13: Bau 1, Fall «realisiert», Zeit- und Leistungsangaben .....	46
Tabelle 14: Bau 1, Fall «realisiert», GA-Verbrauch [kWh] .....	46
Tabelle 15: Bau 1, Fall «realisiert», nGA-Verbrauch [kWh] .....	46
Tabelle 16: Bau 1, Fall «realisiert», GT-Verbrauch [kWh] .....	46
Tabelle 17: Bau 1, Fall «realisiert», GA-Verbrauch [kWh], klassiert .....	47
Tabelle 18: Bau 1, Fall «realisiert», nGA-Verbrauch [kWh], klassiert .....	47
Tabelle 19: Bau 1, Fall «realisiert», GT-Verbrauch [kWh], klassiert.....	47
Tabelle 20: Bau 1, Fall «realisiert», Auslastung .....	47
Tabelle 21: Bau 1, Fall «ideal», Geräte.....	48
Tabelle 22: Bau 1, Fall «ideal», Speisungsbaum .....	48
Tabelle 23: Bau 1, Fall «ideal», Klassierungsangaben, ohne Gewerkszuteilung .....	48
Tabelle 24: Bau 1, Fall «ideal», Gewerkszuteilung .....	48
Tabelle 25: Bau 1, Fall «ideal», Zeit- und Leistungsangaben.....	49
Tabelle 26: Bau 1, Fall «ideal», GA-Verbrauch [kWh] .....	49
Tabelle 27: Bau 1, Fall «ideal», nGA-Verbrauch [kWh] .....	49
Tabelle 28: Bau 1, Fall «ideal», GT-Verbrauch [kWh] .....	49
Tabelle 29: Bau 1, Fall «ideal», GA-Verbrauch [kWh], klassiert .....	50
Tabelle 30: Bau 1, Fall «ideal», nGA-Verbrauch [kWh], klassiert .....	50
Tabelle 31: Bau 1, Fall «ideal», GT-Verbrauch [kWh], klassiert .....	50
Tabelle 32: Bau 1, Fall «ideal», Auslastung .....	50
Tabelle 33: Bau 2, Fall «realisiert», Geräte.....	51
Tabelle 34: Bau 2, Fall «realisiert», Speisungsbaum; Geräte-Referenz: siehe vorangehende Tabelle .....	52
Tabelle 35: Bau 2, Fall «realisiert», Klassierungsangaben, ohne Gewerkszuteilung .....	52
Tabelle 36: Bau 2, Fall «realisiert», Gewerkszuteilung.....	53
Tabelle 37: Bau 2, Fall «realisiert», Zeit- und Leistungsangaben .....	53
Tabelle 38: Bau 2, Fall «realisiert», GA-Verbrauch [kWh] .....	54
Tabelle 39: Bau 2, Fall «realisiert», nGA-Verbrauch [kWh] .....	54
Tabelle 40: Bau 2, Fall «realisiert», GT-Verbrauch [kWh] .....	54
Tabelle 41: Bau 2, Fall «realisiert», GA-Verbrauch [kWh], klassiert .....	55
Tabelle 42: Bau 2, Fall «realisiert», nGA-Verbrauch [kWh], klassiert .....	55
Tabelle 43: Bau 2, Fall «realisiert», GT-Verbrauch [kWh], klassiert.....	55
Tabelle 44: Bau 2, Fall «realisiert», Auslastung .....	55

Tabelle 45: Bau 2, Fall «ideal», Geräte.....	56
Tabelle 46: Bau 2, Fall «ideal», Speisungsbaum; Geräte-Referenz: siehe vorangehende Tabelle.....	57
Tabelle 47: Bau 2, Fall «ideal», Klassierungsangaben, ohne Gewerkszuteilung.....	57
Tabelle 48: Bau 2, Fall «ideal», Gewerkszuteilung.....	58
Tabelle 49: Bau 2, Fall «ideal», Zeit- und Leistungsangaben.....	58
Tabelle 50: Bau 2, Fall «ideal», GA-Verbrauch [kWh].....	59
Tabelle 51: Bau 2, Fall «ideal», nGA-Verbrauch [kWh].....	59
Tabelle 52: Bau 2, Fall «ideal», GT-Verbrauch [kWh].....	59
Tabelle 53: Bau 2, Fall «ideal», GA-Verbrauch [kWh], klassiert.....	60
Tabelle 54: Bau 2, Fall «ideal», nGA-Verbrauch [kWh], klassiert.....	60
Tabelle 55: Bau 2, Fall «ideal», GT-Verbrauch [kWh], klassiert.....	60
Tabelle 56: Bau 2, Fall «ideal», Auslastung.....	60
Tabelle 57: Bau 3, Fall «realisiert», Geräte.....	61
Tabelle 58: Bau 3, Fall «realisiert», Speisungsbaum.....	61
Tabelle 59: Bau 3, Fall «realisiert», Klassierungsangaben, ohne Gewerkszuteilung.....	62
Tabelle 60: Bau 3, Fall «realisiert», Gewerkszuteilung.....	62
Tabelle 61: Bau 3, Fall «realisiert», Zeit- und Leistungsangaben.....	63
Tabelle 62: Bau 3, Fall «realisiert», GA-Verbrauch [kWh].....	63
Tabelle 63: Bau 3, Fall «realisiert», nGA-Verbrauch [kWh].....	63
Tabelle 64: Bau 3, Fall «realisiert», GT-Verbrauch [kWh].....	63
Tabelle 65: Bau 3, Fall «realisiert», GA-Verbrauch [kWh], klassiert.....	64
Tabelle 66: Bau 3, Fall «realisiert», nGA-Verbrauch [kWh], klassiert.....	64
Tabelle 67: Bau 3, Fall «realisiert», GT-Verbrauch [kWh], klassiert.....	64
Tabelle 68: Bau 3, Fall «realisiert», Auslastung.....	64
Tabelle 69: Bau 3, Fall «ideal», Geräte.....	65
Tabelle 70: Bau 3, Fall «ideal», Speisungsbaum.....	65
Tabelle 71: Bau 3, Fall «ideal», Klassierungsangaben, ohne Gewerkszuteilung.....	66
Tabelle 72: Bau 3, Fall «ideal», Gewerkszuteilung.....	66
Tabelle 73: Bau 3, Fall «ideal», Zeit- und Leistungsangaben.....	67
Tabelle 74: Bau 3, Fall «ideal», GA-Verbrauch [kWh].....	67
Tabelle 75: Bau 3, Fall «ideal», nGA-Verbrauch [kWh].....	67
Tabelle 76: Bau 3, Fall «ideal», GT-Verbrauch [kWh].....	67
Tabelle 77: Bau 3, Fall «ideal», GA-Verbrauch [kWh], klassiert.....	68
Tabelle 78: Bau 3, Fall «ideal», nGA-Verbrauch [kWh], klassiert.....	68
Tabelle 79: Bau 3, Fall «ideal», GT-Verbrauch [kWh], klassiert.....	68
Tabelle 80: Bau 3, Fall «ideal», Auslastung.....	68

## 11.2 Bau 1: Ein- und Ausgaben, Fall «realisiert»

Referenz	Anzahl	Bezeichnung	Hersteller	Typenbezeichnung
AktM1	22	Storen Aktoren	Warema	LONMSE4M230I
AM1	58	Remote I-O Modul	Sauter	EY-EM520F001
AM2	5	Remote I-O Modul	Sauter	EY-EM512F001
AS1	38	Raumautomationstation	Sauter	EY-RC500F002
B1	120	Präsenzmelder Dali-Bus	ThebenHTS	Planospot
B2	17	Präsenzmelder Konventionel	ThebenHTS	compact passage
B3	20	NTC Sensor mit Funkfunktion EnOcean	Sauter	EY-RU110F100
B4	3	Raumfühler (T, CO2) Kabelgebunden	Sauter	EGQ222F002
B5	3	Raumfühler (T/r.F.) Kabelgebunden	Sauter	EGH130F001
B6	5	Taupunktwärter	Sauter	EGH102F001
B7	2	Lecküberwachung Relais Nasszone	Bartec	RDA01 Typ 2422
B8	1	Terrassentür (Überwachung delta P)	Sauter	EGP100F102
EVG	240	Vorschaltgerät Lampen	Philips	Xitanium 75
GwDali	5	BACnet Gateway Dali	Loytec	L-Dali-Me204
GwEno	31	Funkinterface EnOcean	Sauter	EY-EM580F001
HKD	1	Heiz-/Kühldecken		
LA	1	Lüftungsanlage		
Lm1	21	Pos. 01.1BW		
Lm2	47	Pos. 01.4N		
Lm3	134	Pos. 01.1AW		
Lm4	11	Pos. 8.1.		
Lm5	17	Pos. 4.1		
Lm6	10	Pos. 2.1		
M1	85	Storen Motoren	Warema	D339
MLON	1	LON Modul Brandmeldung zu Storen	BTR	LF DI4FT5000
Rb1	111	Raumbediengerät mit EnOcean	Sauter	EY-RU141F100
RouLON	1	LON-Router Storen	Loytec	LIP-33ECTB
S1	111	Tasteneinheit zu Raumbediengerät EnOcean	Sauter	EY-SU106F100
Sp1	33	Netzgerät 230/24VDC Raumbbox	Wieland	Wipos P1 24-1.25
Sp2	1	Netzgerät 230/24VAC	Siemens	4AC3640
Sp3	1	Steuertrafo (Schaltschrank)	Mean Well	DR-75-24
SpDali	20	Speisegerät 230/16V Dali Power Supply	Tridonic	Dali PS2 standby
SpSolar	1	Solarzelle auf Raumbediengerät	virtuell	virtuell
Y1	138	6 WEG Kühl-/Heizventil-Stellantrieb	Belimo	LR24A-SR
Y2	81	Luftklappe Boden/Decke	Belimo	LM230AX-S2A

Tabelle 9: Bau 1, Fall «realisiert»,  
Geräte

Ebene		
1	2	3
AktM1		
AM1		
AS1	GwEno	
	Lm1	
	Lm2	
	Lm3	
	Lm4	
	Lm5	
	Lm6	
EVG		
HKD		
LA		
M1		
	AM2	
	B4	
	B5	
	Y1	
	B6	
	B8	
	GwDali	
	MLON	
	RouLON	
	B2	
	B7	
	SpDali	B1
		EVG (Signal)
SpSolar	B3	
	Rb1	
	S1	
	AktM1 (Signal)	
	AM1 (Signal)	
	AM2 (Signal)	
SpStd		
Y2		

Tabelle 10: Bau 1, Fall «realisiert»,  
Speisungsbaum

Referenz	GA-Zugehörigkeit	Komponentenart	
		Hauptart	Unterart
AktM1	100.0%	Output Modul	-
AM1	100.0%	Output Modul	-
AM2	100.0%	Output Modul	-
AS1	100.0%	Kontroller	-
B1	100.0%	Sensor	Präsenzerkennung
B2	100.0%	Sensor	Präsenzerkennung
B3	100.0%	Sensor	Lufttemperaturmessung
B4	100.0%	Sensor	Multisensor
B5	100.0%	Sensor	Multisensor
B6	100.0%	Sensor	Taupunktüberwachung
B7	0.0%	Sensor	Lecküberwachung
B8	0.0%	Sensor	Luftdruckmessung
EVG	StandbyPlus	Betriebsgerät	EVG Dali
GwDali	100.0%	Netzwerk	Gateway
GwEno	100.0%	Netzwerk	Gateway
HKD	0.0%	Heiz-/Kühldecke	-
LA	0.0%	Lüftungsanlage	-
Lm1	0.0%	Leuchtmittel	-
Lm2	0.0%	Leuchtmittel	-
Lm3	0.0%	Leuchtmittel	-
Lm4	0.0%	Leuchtmittel	-
Lm5	0.0%	Leuchtmittel	-
Lm6	0.0%	Leuchtmittel	-
M1	StandbyPlus	Aktor	Stellantrieb motorisch
MLON	100.0%	Input Modul	-
Rb1	100.0%	Bedienung Anzeige	Raumbediengerät
RouLON	100.0%	Netzwerk	Router
S1	100.0%	Sensor	Multisensor
Sp1	100.0%	Speisung	-
Sp2	100.0%	Speisung	24 VAC
Sp3	100.0%	Speisung	230 VAC
SpDali	100.0%	Speisung	16 VDC
SpSolar	100.0%	Speisung	andere VDC
Y1	100.0%	Aktor	Stellantrieb motorisch
Y2	100.0%	Aktor	Stellantrieb motorisch

Tabelle 11: Bau 1, Fall «realisiert»,  
Klassierungsangaben, ohne Gewerkszuteilung

Referenz	Gewerk (berechneter Wert)				Gewerk (Eingabewert)			
	Heizung	Kühlung	Lüftung	Beschattung	Heizung	Kühlung	Lüftung	Beschattung
AktM1				100.0%				100.0%
AM1	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%
AM2	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%
AS1	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%
B1				100.0%				100.0%
B2				100.0%				100.0%
B3	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%
B4	25.0%	25.0%	50.0%		25.0%	25.0%	50.0%	
B5	25.0%	25.0%	50.0%		25.0%	25.0%	50.0%	
B6	25.0%	25.0%	50.0%		25.0%	25.0%	50.0%	
B7	100.0%				100.0%			
B8			100.0%				100.0%	
EVG	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%	0.0%			100.0%
GwDali				100.0%				100.0%
GwEno	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%
HKD	62.1%	87.9%			62.1%	87.9%		
LA	15.3%	11.3%	73.4%		15.3%	11.3%	73.4%	
Lm1				100.0%				100.0%
Lm2				100.0%				100.0%
Lm3				100.0%				100.0%
Lm4				100.0%				100.0%
Lm5				100.0%				100.0%
Lm6				100.0%				100.0%
M1				100.0%				100.0%
MLON				100.0%				100.0%
Rb1	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%
RouLON				100.0%				100.0%
S1	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%
Sp1	44.8%	44.8%	8.9%	0.7%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%
Sp2	5.3%	5.3%	23.5%	42.7%	23.1%	20.0%	20.0%	20.0%
Sp3	3.0%	0.0%	0.0%	97.0%	0.0%	20.0%	20.0%	20.0%
SpDali	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%	0.0%			100.0%
SpSolar	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%
Y1	50.0%	50.0%			50.0%	50.0%		
Y2			100.0%				100.0%	

Tabelle 12: Bau 1, Fall «realisiert»,  
Gewerkszuteilung

Referenz	Zeitangaben		Nominalbetriebspunkt		Interne Leistungsaufnahme ...			
	Komp.	Weitere Speisungen	Nominalleistung (Output)	Wirkungsgrad bei Nominalleistung	von Hauptspeisung		von weiteren Sp.	
					Aktiver Betrieb	Standby-Betrieb	Aktiver Betrieb	Standby-Betrieb
Anteil-on [%]	Anteil-on [%]	[W]	[%]	[W]	[W]	[W]	[W]	
AktM1	100	0	0	0	1.864	0		
AM1	100	0	0	0	4	0		
AM2	100	0	0	0	0.5	0		
AS1	100	0	0	0	10	0		
B1	100	0	0	0	0.072	0		
B2	100	0	0	0	0.7	0		
B3	100	0	0	0	0	0		
B4	100	0	0	0	3	0		
B5	100	0	0	0	0.8	0		
B6	100	0	0	0	1	0		
B7	100	0	0	0	0.8	0		
B8	100	0	0	0	3	0		
EVG	5.14	100	50	93	0.5	0.5	0.032	0.032
GwDali	100	0	0	0	2	0		
GwEno	100	0	0	0	0.2968	0		
HKD	100	0	0	0	632.276	0		
LA	100	0	0	0	2938.97	0		
Lm1	5.14	0	0	0	75	0		
Lm2	5.14	0	0	0	28	0		
Lm3	5.14	0	0	0	44	0		
Lm4	5.14	0	0	0	22	0		
Lm5	5.14	0	0	0	15	0		
Lm6	5.14	0	0	0	28	0		
M1	0.3	0	0	0	131	0		
MLON	100	0	0	0	2.4	0		
Rb1	100	0	0	0	0	0		
RouLON	100	0	0	0	3	0		
S1	100	0	0	0	0	0		
Sp1	100	0	30	84.5	5.5	0		
Sp2	100	0	40	71	6	0		
Sp3	100	0	76.8	80	0.3	0		
SpDali	100	0	5	80	1.16	0		
SpSolar	100	0	0	0	0	0		
Y1	0.3	0	0	0	1	0.4		
Y2	0.4	0	0	0	1.5	0		

Tabelle 13: Bau 1, Fall «realisiert», Zeit- und Leistungsangaben

Referenz	GA-Verbrauch jährlich, ...			
	total [kWh]	total [%]	pro Gerät [kWh]	flächenbezogen [kWh/m²]
AktM1	359.230	3.7%	16.329	0.133
AM1	2032.320	20.7%	35.040	0.752
AM2	21.900	0.2%	4.380	0.008
AS1	3328.800	33.8%	87.600	1.232
B1	75.686	0.8%	0.631	0.028
B2	104.244	1.1%	6.132	0.039
B3	0.000	0.0%	0.000	0.000
B4	78.840	0.8%	26.280	0.029
B5	21.024	0.2%	7.008	0.008
B6	43.800	0.4%	8.760	0.016
B7	0.000	0.0%	0.000	0.000
B8	0.000	0.0%	0.000	0.000
EVG	1064.445	10.8%	4.435	0.394
GwDali	87.600	0.9%	17.520	0.032
GwEno	80.600	0.8%	2.600	0.030
HKD	0.000	0.0%	0.000	0.000
LA	0.000	0.0%	0.000	0.000
Lm1	0.000	0.0%	0.000	0.000
Lm2	0.000	0.0%	0.000	0.000
Lm3	0.000	0.0%	0.000	0.000
Lm4	0.000	0.0%	0.000	0.000
Lm5	0.000	0.0%	0.000	0.000
Lm6	0.000	0.0%	0.000	0.000
M1	0.000	0.0%	0.000	0.000
MLON	21.024	0.2%	21.024	0.008
Rb1	0.000	0.0%	0.000	0.000
RouLON	26.280	0.3%	26.280	0.010
S1	0.000	0.0%	0.000	0.000
Sp1	1590.000	16.2%	48.182	0.589
Sp2	90.598	0.9%	90.598	0.034
Sp3	114.033	1.2%	114.033	0.042
SpDali	205.805	2.1%	10.290	0.076
SpSolar	0.000	0.0%	0.000	0.000
Y1	485.728	4.9%	3.520	0.180
Y2	4.257	0.0%	0.053	0.002
Total	9836.215	100.0%	530.693	3.642

Tabelle 14: Bau 1, Fall «realisiert», GA-Verbrauch [kWh]

Referenz	Nicht-GA-Verbrauch jährlich, ...			
	total [kWh]	total [%]	pro Gerät [kWh]	flächenbezogen [kWh/m²]
AktM1	0.000	0.0%	0.000	0.000
AM1	0.000	0.0%	0.000	0.000
AM2	0.000	0.0%	0.000	0.000
AS1	0.000	0.0%	0.000	0.000
B1	0.000	0.0%	0.000	0.000
B2	0.000	0.0%	0.000	0.000
B3	0.000	0.0%	0.000	0.000
B4	0.000	0.0%	0.000	0.000
B5	0.000	0.0%	0.000	0.000
B6	0.000	0.0%	0.000	0.000
B7	14.016	0.0%	7.008	0.005
B8	26.280	0.1%	26.280	0.010
EVG	335.100	0.9%	1.396	0.124
GwDali	0.000	0.0%	0.000	0.000
GwEno	0.000	0.0%	0.000	0.000
HKD	5538.741	15.3%	5538.741	2.051
LA	25745.400	71.0%	25745.400	9.531
Lm1	709.166	2.0%	33.770	0.263
Lm2	592.547	1.6%	12.607	0.219
Lm3	2654.757	7.3%	19.812	0.983
Lm4	108.964	0.3%	9.906	0.040
Lm5	114.817	0.3%	6.754	0.043
Lm6	126.074	0.3%	12.607	0.047
M1	292.628	0.8%	3.443	0.108
MLON	0.000	0.0%	0.000	0.000
Rb1	0.000	0.0%	0.000	0.000
RouLON	0.000	0.0%	0.000	0.000
S1	0.000	0.0%	0.000	0.000
Sp1	0.000	0.0%	0.000	0.000
Sp2	13.323	0.0%	13.323	0.005
Sp3	3.528	0.0%	3.528	0.001
SpDali	0.000	0.0%	0.000	0.000
SpSolar	0.000	0.0%	0.000	0.000
Y1	0.000	0.0%	0.000	0.000
Y2	0.000	0.0%	0.000	0.000
Total	36275.341	100.0%	31434.574	13.430

Tabelle 15: Bau 1, Fall «realisiert», nGA-Verbrauch [kWh]

Referenz	GT-Verbrauch jährlich, ...			
	total [kWh]	total [%]	pro Gerät [kWh]	flächenbezogen [kWh/m²]
AktM1	359.230	0.8%	16.329	0.133
AM1	2032.320	4.4%	35.040	0.752
AM2	21.900	0.0%	4.380	0.008
AS1	3328.800	7.2%	87.600	1.232
B1	75.686	0.2%	0.631	0.028
B2	104.244	0.2%	6.132	0.039
B3	0.000	0.0%	0.000	0.000
B4	78.840	0.2%	26.280	0.029
B5	21.024	0.0%	7.008	0.008
B6	43.800	0.1%	8.760	0.016
B7	14.016	0.0%	7.008	0.005
B8	26.280	0.1%	26.280	0.010
EVG	1399.546	3.0%	5.831	0.518
GwDali	87.600	0.2%	17.520	0.032
GwEno	80.600	0.2%	2.600	0.030
HKD	5538.741	12.0%	5538.741	2.051
LA	25745.400	55.3%	25745.400	9.531
Lm1	709.166	1.5%	33.770	0.263
Lm2	592.547	1.3%	12.607	0.219
Lm3	2654.757	5.8%	19.812	0.983
Lm4	108.964	0.2%	9.906	0.040
Lm5	114.817	0.2%	6.754	0.043
Lm6	126.074	0.3%	12.607	0.047
M1	292.628	0.6%	3.443	0.108
MLON	21.024	0.0%	21.024	0.008
Rb1	0.000	0.0%	0.000	0.000
RouLON	26.280	0.1%	26.280	0.010
S1	0.000	0.0%	0.000	0.000
Sp1	1590.000	3.4%	48.182	0.589
Sp2	103.921	0.2%	103.921	0.038
Sp3	117.561	0.3%	117.561	0.044
SpDali	205.805	0.4%	10.290	0.076
SpSolar	0.000	0.0%	0.000	0.000
Y1	485.728	1.1%	3.520	0.180
Y2	4.257	0.0%	0.053	0.002
Total	46111.555	100.0%	31965.268	17.071

Tabelle 16: Bau 1, Fall «realisiert», GT-Verbrauch [kWh]

Hauptart	GA-Verbrauch jährlich [kWh/m²] ...																	Anteil Speisung [%]	
	ohne Speisung										mit Speisung					total			
	Heizung ohne Speisung	Heizung Speisung	Kühlung ohne Speisung	Kühlung Speisung	Lüftung ohne Speisung	Lüftung Speisung	Beleuchtung ohne Speisung	Beleuchtung Speisung	Beschattung ohne Speisung	Beschattung Speisung	Heizung	Kühlung	Lüftung	Beleuchtung	Beschattung	Gewerke ohne Speisung	Gewerke Speisung		Gewerke inkl. Speisung
Aktor	0.090	0.233	0.090	0.233	0.002	0.004	0.000	0.000	0.000	0.000	0.323	0.323	0.006	0.000	0.000	0.181	0.471	0.652	72%
Bedienung_Anzeige	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0%
Betriebsgerät	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.394	0.051	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.445	0.000	0.394	0.051	0.445	11%
Heiz-/Kühldecke	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0%
Input_Modul	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.008	0.004	0.000	0.000	0.000	0.000	0.012	0.008	0.004	0.012	3%
Kontrolller	0.246	0.000	0.246	0.000	0.246	0.000	0.246	0.000	0.246	0.246	0.246	0.246	0.246	0.246	0.246	1.232	0.000	1.232	0%
Leuchtmittel	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0%
Lüftungsanlage	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0%
Netzwerk	0.006	0.002	0.006	0.002	0.006	0.002	0.038	0.011	0.016	0.005	0.008	0.008	0.008	0.050	0.020	0.072	0.021	0.093	23%
Output_Modul	0.152	0.004	0.152	0.004	0.152	0.004	0.152	0.004	0.285	0.007	0.156	0.156	0.156	0.292	0.894	0.021	0.915	2%	
Sensor	0.013	0.019	0.013	0.019	0.027	0.038	0.067	0.096	0.000	0.032	0.032	0.065	0.162	0.000	0.120	0.172	0.292	59%	
Total	0.508	0.258	0.508	0.258	0.433	0.048	0.898	0.162	0.555	0.015	0.766	0.766	0.480	1.060	0.570	2.901	0.741	3.642	20%

Tabelle 17: Bau 1, Fall «realisiert», GA-Verbrauch [kWh], klassiert

Hauptart	Nicht-GA-Verbrauch jährlich [kWh/m²] ...																	Anteil Speisung [%]	
	ohne Speisung										mit Speisung					total			
	Heizung ohne Speisung	Heizung Speisung	Kühlung ohne Speisung	Kühlung Speisung	Lüftung ohne Speisung	Lüftung Speisung	Beleuchtung ohne Speisung	Beleuchtung Speisung	Beschattung ohne Speisung	Beschattung Speisung	Heizung	Kühlung	Lüftung	Beleuchtung	Beschattung	Gewerke ohne Speisung	Gewerke Speisung		Gewerke inkl. Speisung
Aktor	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.108	0.108	0.000	0.108	0%
Bedienung_Anzeige	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0%
Betriebsgerät	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.124	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.124	0.000	0.124	0.000	0.124	0%
Heiz-/Kühldecke	1.274	0.000	0.777	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.274	0.777	0.000	0.000	0.000	2.051	0.000	2.051	0%
Input_Modul	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0%
Kontrolller	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0%
Leuchtmittel	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.594	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.594	0.000	1.594	0.000	1.594	0%
Lüftungsanlage	1.456	0.000	1.075	0.000	7.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.456	1.075	7.000	0.000	0.000	9.531	0.000	9.531	0%
Netzwerk	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0%
Output_Modul	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0%
Sensor	0.005	0.002	0.000	0.000	0.010	0.004	0.000	0.000	0.000	0.000	0.007	0.000	0.014	0.000	0.015	0.015	0.006	0.021	29%
Total	2.735	0.002	1.852	0.000	7.010	0.004	1.718	0.000	0.108	0.000	2.737	1.852	7.014	1.718	0.108	13.424	0.006	13.430	0%

Tabelle 18: Bau 1, Fall «realisiert», nGA-Verbrauch [kWh], klassiert

Hauptart	GT-Verbrauch jährlich [kWh/m²] ...																	Anteil Speisung [%]	
	ohne Speisung										mit Speisung					total			
	Heizung ohne Speisung	Heizung Speisung	Kühlung ohne Speisung	Kühlung Speisung	Lüftung ohne Speisung	Lüftung Speisung	Beleuchtung ohne Speisung	Beleuchtung Speisung	Beschattung ohne Speisung	Beschattung Speisung	Heizung	Kühlung	Lüftung	Beleuchtung	Beschattung	Gewerke ohne Speisung	Gewerke Speisung		Gewerke inkl. Speisung
Aktor	0.090	0.146	0.090	0.146	0.002	0.003	0.000	0.000	0.108	0.176	0.236	0.236	0.004	0.000	0.284	0.290	0.471	0.760	62%
Bedienung_Anzeige	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0%
Betriebsgerät	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.518	0.051	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.569	0.000	0.518	0.051	0.569	9%
Heiz-/Kühldecke	1.274	0.000	0.777	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.274	0.777	0.000	0.000	0.000	2.051	0.000	2.051	0%
Input_Modul	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.008	0.004	0.000	0.000	0.000	0.012	0.008	0.004	0.012	3%	
Kontrolller	0.246	0.000	0.246	0.000	0.246	0.000	0.246	0.000	0.246	0.246	0.246	0.246	0.246	0.246	1.232	0.000	1.232	0%	
Leuchtmittel	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.594	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.594	0.000	1.594	0.000	1.594	0%
Lüftungsanlage	1.456	0.000	1.075	0.000	7.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.456	1.075	7.000	0.000	0.000	9.531	0.000	9.531	0%
Netzwerk	0.006	0.002	0.006	0.002	0.006	0.002	0.038	0.011	0.016	0.005	0.008	0.008	0.008	0.050	0.020	0.072	0.021	0.093	23%
Output_Modul	0.152	0.004	0.152	0.004	0.152	0.004	0.152	0.004	0.285	0.007	0.156	0.156	0.156	0.292	0.894	0.021	0.915	2%	
Sensor	0.018	0.024	0.018	0.024	0.036	0.048	0.067	0.088	0.000	0.043	0.031	0.084	0.155	0.000	0.135	0.178	0.313	57%	
Total	3.243	0.176	2.360	0.169	7.442	0.056	2.616	0.154	0.663	0.191	3.419	2.529	7.499	2.770	0.855	16.325	0.747	17.071	4%

Tabelle 19: Bau 1, Fall «realisiert», GT-Verbrauch [kWh], klassiert

Komponente	Auslastung [%]
EVG	79.70
Sp1	7.00
Sp2	58.50
Sp3	69.42

Tabelle 20: Bau 1, Fall «realisiert», Auslastung

### 11.3 Bau 1: Ein- und Ausgaben, Fall «ideal»

Referenz	Anzahl	Bezeichnung	Hersteller	Typenbezeichnung
AktM1	22	Storen Aktoren	Warema	LONMSE4M2301
AM1	58	Remote I-O Modul	Sauter	EY-EM520F001
AM2	5	Remote I-O Modul	Sauter	EY-EM512F001
AS1	38	Raumautomationstation	Sauter	EY-RC500F002
B1	120	Präsenzmelder Dall-Bus	ThebenHTS	Planospot
B2	17	Präsenzmelder Konventionel	ThebenHTS	compact passage
B3	20	NTC Sensor mit Funkfunktion EnOcean	Sauter	EY-RU110F100
B4	3	Raumfuehler (T, CO2) Kabelgebunden	Sauter	EGQ222F002
B5	3	Raumfuehler (T/r.F.) Kabelgebunden	Sauter	EGH130F001
B6	5	Taupunktwaechter	Sauter	EGH102F001
B7	2	Leckueberwachung Relais Nasszone	Bartec	RDA01 Typ 2422
B8	1	Terrassentuer (ueberwachung delta P)	Sauter	EGP100F102
EVG	240	Vorschaltgeraet Lampen	Philips	Xitanium 75
GwDali	5	BACnet Gateway Dali	Loytec	L-Dali-Me204
GwEno	31	Funkinterface EnOcean	Sauter	EY-EM580F001
HKD	1	Heiz-/Kuehldecken		
LA	1	Lueftungsanlage		
Lm1	21	Pos. 01.1BW		
Lm2	47	Pos. 01.4N		
Lm3	134	Pos. 01.1AW		
Lm4	11	Pos. 8.1.		
Lm5	17	Pos. 4.1		
Lm6	10	Pos. 2.1		
M1	85	Storen Motoren	Warema	D339
MLON	1	LON Modul Brandmeldung zu Storen	BTR	LF DI4FT5000
Rb1	111	Raumbediengerat mit EnOcean	Sauter	EY-RU141F100
RouLON	1	LON-Router Storen	Loytec	LIP-33ECTB
S1	111	Tasteneinheit zu Raumbediengerat EnOcean	Sauter	EY-SU106F100
Sp1	33	Netzgeraet 230/24VDC Raumbox	Wieland	Wipos P1 24-1.25
Sp2	1	Netzgeraet 230/24VAC	Siemens	4AC3640
Sp3	1	Steuertrafo (Schaltschrank)	Mean Well	DR-75-24
SpDali	20	Speisegeraet 230/16V Dali Power Supply	Tridonic	Dali PS2 standby
SpSolar	1	Solarzelle auf Raumbediengerat	virtuell	virtuell
SpStd	1	Speisung fiktiv (für sek. Sp. wegen Std-Werten)		
Y1	138	6 WEG Kuehl Heizventil-Stellantrieb	Belimo	LR24A-SR
Y2	81	Luftklappen Boden Decke	Belimo	LM230AX-S2A

Tabelle 21: Bau 1, Fall «ideal»,  
Geräte

Ebene		
1	2	3
AktM1		
AM1		
AS1	GwEno	
	Lm1	
	Lm2	
	Lm3	
	Lm4	
	Lm5	
	Lm6	
EVG		
HKD		
LA		
M1		
	AM2	
	B4	
	B5	
	Y1	
	B6	
	B8	
	GwDali	
	MLON	
	RouLON	
	B2	
	B7	
Sp1		
	AM2	
	B4	
	B5	
	Y1	
	B6	
	B8	
	GwDali	
	MLON	
	RouLON	
	B2	
	B7	
Sp2		
	GwDali	
	MLON	
	RouLON	
	B2	
	B7	
Sp3		
	SpDali	B1
		EVG (Signal)
SpSolar		
	B3	
	Rb1	
	S1	
SpStd	AktM1 (Signal)	
	AM1 (Signal)	
	AM2 (Signal)	
Y2		

Tabelle 22: Bau 1, Fall «ideal»,  
Speisungsbaum

Referenz	GA-Zugehörigkeit	Komponentenart	
		Hauptart	Unterart
AktM1	100.0%	Output Modul	-
AM1	100.0%	Output Modul	-
AM2	100.0%	Output Modul	-
AS1	100.0%	Kontrolller	-
B1	100.0%	Sensor	Präsenzerkennung
B2	100.0%	Sensor	Präsenzerkennung
B3	100.0%	Sensor	Lufttemperaturmessung
B4	100.0%	Sensor	Multisensor
B5	100.0%	Sensor	Multisensor
B6	100.0%	Sensor	Taupunktueberwachung
B7	0.0%	Sensor	Leckueberwachung
B8	0.0%	Sensor	Luftdruckmessung
EVG	StandbyPlus	Betriebsgeraet	EVG Dali
GwDali	100.0%	Netzwerk	Gateway
GwEno	100.0%	Netzwerk	Gateway
HKD	0.0%	Heiz-/Kuehldecke	-
LA	0.0%	Lueftungsanlage	-
Lm1	0.0%	Leuchtmittel	-
Lm2	0.0%	Leuchtmittel	-
Lm3	0.0%	Leuchtmittel	-
Lm4	0.0%	Leuchtmittel	-
Lm5	0.0%	Leuchtmittel	-
Lm6	0.0%	Leuchtmittel	-
M1	StandbyPlus	Aktor	Stellantrieb motorisch
MLON	100.0%	Input Modul	-
Rb1	100.0%	Bedienung_Anzeige	Raumbediengerat
RouLON	100.0%	Netzwerk	Router
S1	100.0%	Sensor	Multisensor
Sp1	100.0%	Speisung	-
Sp2	100.0%	Speisung	24 VAC
Sp3	100.0%	Speisung	230 VAC
SpDali	100.0%	Speisung	16 VDC
SpSolar	100.0%	Speisung	andere VDC
SpStd	100.0%	Speisung	-
Y1	100.0%	Aktor	Stellantrieb motorisch
Y2	100.0%	Aktor	Stellantrieb motorisch

Tabelle 23: Bau 1, Fall «ideal»,  
Klassierungsangaben, ohne Gewerkszuteilung

Referenz	Gewerk (berechneter Wert)					Gewerk (Eingabewert)				
	Heizung	Kuehlung	Lueftung	Beleuchtung	Beschattung	Heizung	Kuehlung	Lueftung	Beleuchtung	Beschattung
AktM1					100.0%					100.0%
AM1	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%
AM2	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%
AS1	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%
B1				100.0%						100.0%
B2				100.0%						100.0%
B3	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%
B4	25.0%	25.0%	50.0%			25.0%	25.0%	50.0%		
B5	25.0%	25.0%	50.0%			25.0%	25.0%	50.0%		
B6	25.0%	25.0%	50.0%			25.0%	25.0%	50.0%		
B7	100.0%					100.0%				
B8			100.0%					100.0%		
EVG	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%	0.0%					100.0%
GwDali				100.0%						100.0%
GwEno	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%
HKD	62.1%	37.9%				62.1%	37.9%			
LA	15.3%	11.3%	73.4%			15.3%	11.3%	73.4%		
Lm1				100.0%						100.0%
Lm2				100.0%						100.0%
Lm3				100.0%						100.0%
Lm4				100.0%						100.0%
Lm5				100.0%						100.0%
Lm6				100.0%						100.0%
M1					100.0%					100.0%
MLON					100.0%					100.0%
Rb1	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%
RouLON					100.0%					100.0%
S1	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%
Sp1	40.9%	40.9%	8.9%	4.7%	4.7%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%
Sp2	2.0%	2.0%	5.5%	62.9%	27.7%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%
Sp3	2.7%	0.0%	0.0%	97.3%	0.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%
SpDali	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%	0.0%					100.0%
SpSolar	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%
SpStd	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%
Y1	50.0%	50.0%				50.0%	50.0%			
Y2			100.0%					100.0%		

Tabelle 24: Bau 1, Fall «ideal»,  
Gewerkszuteilung

Referenz	Zeitangaben		Nominalbetriebspunkt		Interne Leistungsaufnahme ...				
	Komp.	Weitere Speisungen	Nominalleistung (Output)	Wirkungsgrad bei Nominalleistung	von Hauptspeisung		von weiteren Sp.		
					Aktiver Betrieb	Standby-Betrieb	Aktiver Betrieb	Standby-Betrieb	
Anteil-on [%]	Anteil-on [%]	[W]	[%]	[W]	[W]	[W]	[W]		
AktM1	100	100			0	1	1	0.03	0.03
AM1	100	100			0	1	1	0.03	0.03
AM2	100	100			0	0.5	1	0.03	0.03
AS1	100	0			0	5	0		
B1	100	0			0	0.072			
B2	100	0			0	0.1			
B3	100	0			0	0			
B4	100	0			0	0.25			
B5	100	0			0	0.05			
B6	100	0			0	0.25			
B7	100	0			0	0.25			
B8	100	0			0	0.25			
EVG	5.14	100	50	93	0.1	0.1	0.01	0.01	
GwDali	100	0			0	2	0		
GwEno	100	0			0	0.2968	0		
HKD	100	0			0	632.276			
LA	100	0			0	2938.97			
Lm1	5.14	0			0	75	0		
Lm2	5.14	0			0	28	0		
Lm3	5.14	0			0	44	0		
Lm4	5.14	0			0	22	0		
Lm5	5.14	0			0	15	0		
Lm6	5.14	0			0	28	0		
M1	0.3	0			0	131	0		
MLON	100	0			0	2.4	0		
Rb1	100	0			0	0	0		
RouLON	100	0			0	2	0		
S1	100	0			0	0	0		
Sp1	100	0	30	85	0.2	0	0		
Sp2	100	0	40	85	0.2	0	0		
Sp3	100	0	76.8	85	0.2	0	0		
SpDali	100	0	5	85	0.2	0	0		
SpSolar	100	0			0	0	0		
SpStd	100	0	10	85	0.2	1	0.05		
Y1	0.3	0			0	1	0		
Y2	0.4	0			0	1.5	0		

Tabelle 25: Bau 1, Fall «ideal», Zeit- und Leistungsangaben

Referenz	GA-Verbrauch jährlich, ...			
	total [kWh]	total [%]	pro Gerät [kWh]	flächenbezogen [kWh/m²]
AktM1	198.502	6.2%	9.023	0.073
AM1	523.322	16.4%	9.023	0.194
AM2	23.214	0.7%	4.643	0.009
AS1	1664.400	52.1%	43.800	0.616
B1	75.686	2.4%	0.631	0.028
B2	14.892	0.5%	0.876	0.006
B3	0.000	0.0%	0.000	0.000
B4	6.570	0.2%	2.190	0.002
B5	1.314	0.0%	0.438	0.000
B6	10.950	0.3%	2.190	0.004
B7	0.000	0.0%	0.000	0.000
B8	0.000	0.0%	0.000	0.000
EVG	220.458	6.9%	0.919	0.082
GwDali	87.600	2.7%	17.520	0.032
GwEno	80.600	2.5%	2.600	0.030
HKD	0.000	0.0%	0.000	0.000
LA	0.000	0.0%	0.000	0.000
Lm1	0.000	0.0%	0.000	0.000
Lm2	0.000	0.0%	0.000	0.000
Lm3	0.000	0.0%	0.000	0.000
Lm4	0.000	0.0%	0.000	0.000
Lm5	0.000	0.0%	0.000	0.000
Lm6	0.000	0.0%	0.000	0.000
M1	0.000	0.0%	0.000	0.000
MLON	21.024	0.7%	21.024	0.008
Rb1	0.000	0.0%	0.000	0.000
RouLON	17.520	0.5%	17.520	0.006
S1	0.000	0.0%	0.000	0.000
Sp1	73.722	2.3%	2.234	0.027
Sp2	25.232	0.8%	25.232	0.009
Sp3	29.496	0.9%	29.496	0.011
SpDali	48.238	1.5%	2.412	0.018
SpSolar	0.000	0.0%	0.000	0.000
SpStd	5.247	0.2%	5.247	0.002
Y1	63.889	2.0%	0.463	0.024
Y2	4.257	0.1%	0.053	0.002
Total	3196.134	100.0%	197.533	1.183

Tabelle 26: Bau 1, Fall «ideal», GA-Verbrauch [kWh]

Referenz	Nicht-GA-Verbrauch jährlich, ...			
	total [kWh]	total [%]	pro Gerät [kWh]	flächenbezogen [kWh/m²]
AktM1	0.000	0.0%	0.000	0.000
AM1	0.000	0.0%	0.000	0.000
AM2	0.000	0.0%	0.000	0.000
AS1	0.000	0.0%	0.000	0.000
B1	0.000	0.0%	0.000	0.000
B2	0.000	0.0%	0.000	0.000
B3	0.000	0.0%	0.000	0.000
B4	0.000	0.0%	0.000	0.000
B5	0.000	0.0%	0.000	0.000
B6	0.000	0.0%	0.000	0.000
B7	4.380	0.0%	2.190	0.002
B8	2.190	0.0%	2.190	0.001
EVG	326.326	0.9%	1.380	0.121
GwDali	0.000	0.0%	0.000	0.000
GwEno	0.000	0.0%	0.000	0.000
HKD	5538.741	15.3%	5538.741	2.051
LA	25745.400	71.1%	25745.400	9.531
Lm1	709.166	2.0%	33.770	0.263
Lm2	592.547	1.6%	12.607	0.219
Lm3	2654.757	7.3%	19.812	0.983
Lm4	108.964	0.3%	9.906	0.040
Lm5	114.817	0.3%	6.754	0.043
Lm6	126.074	0.3%	12.607	0.047
M1	292.628	0.8%	3.443	0.108
MLON	0.000	0.0%	0.000	0.000
Rb1	0.000	0.0%	0.000	0.000
RouLON	0.000	0.0%	0.000	0.000
S1	0.000	0.0%	0.000	0.000
Sp1	0.000	0.0%	0.000	0.000
Sp2	0.403	0.0%	0.403	0.000
Sp3	0.808	0.0%	0.808	0.000
SpDali	0.000	0.0%	0.000	0.000
SpSolar	0.000	0.0%	0.000	0.000
SpStd	0.000	0.0%	0.000	0.000
Y1	0.000	0.0%	0.000	0.000
Y2	0.000	0.0%	0.000	0.000
Total	36217.200	100.0%	31389.990	13.408

Tabelle 27: Bau 1, Fall «ideal», nGA-Verbrauch [kWh]

Referenz	GT-Verbrauch jährlich, ...			
	total [kWh]	total [%]	pro Gerät [kWh]	flächenbezogen [kWh/m²]
AktM1	198.502	0.5%	9.023	0.073
AM1	523.322	1.3%	9.023	0.194
AM2	23.214	0.1%	4.643	0.009
AS1	1664.400	4.2%	43.800	0.616
B1	75.686	0.2%	0.631	0.028
B2	14.892	0.0%	0.876	0.006
B3	0.000	0.0%	0.000	0.000
B4	6.570	0.0%	2.190	0.002
B5	1.314	0.0%	0.438	0.000
B6	10.950	0.0%	2.190	0.004
B7	4.380	0.0%	2.190	0.002
B8	2.190	0.0%	2.190	0.001
EVG	546.783	1.4%	2.278	0.202
GwDali	87.600	0.2%	17.520	0.032
GwEno	80.600	0.2%	2.600	0.030
HKD	5538.741	14.1%	5538.741	2.051
LA	25745.400	65.3%	25745.400	9.531
Lm1	709.166	1.8%	33.770	0.263
Lm2	592.547	1.5%	12.607	0.219
Lm3	2654.757	6.7%	19.812	0.983
Lm4	108.964	0.3%	9.906	0.040
Lm5	114.817	0.3%	6.754	0.043
Lm6	126.074	0.3%	12.607	0.047
M1	292.628	0.7%	3.443	0.108
MLON	21.024	0.1%	21.024	0.008
Rb1	0.000	0.0%	0.000	0.000
RouLON	17.520	0.0%	17.520	0.006
S1	0.000	0.0%	0.000	0.000
Sp1	73.722	0.2%	2.234	0.027
Sp2	25.635	0.1%	25.635	0.009
Sp3	30.304	0.1%	30.304	0.011
SpDali	48.238	0.1%	2.412	0.018
SpSolar	0.000	0.0%	0.000	0.000
SpStd	5.247	0.0%	5.247	0.002
Y1	63.889	0.2%	0.463	0.024
Y2	4.257	0.0%	0.053	0.002
Total	39413.334	100.0%	31587.522	14.592

Tabelle 28: Bau 1, Fall «ideal», GT-Verbrauch [kWh]

Hauptart	GA-Verbrauch jährlich [kWh/m²] ...																	Anteil Speisung [%]	
	ohne Speisung										mit Speisung					total			
	Heizung ohne Speisung	Heizung Speisung	Kühlung ohne Speisung	Kühlung Speisung	Lüftung ohne Speisung	Lüftung Speisung	Beleuchtung ohne Speisung	Beleuchtung Speisung	Beschattung ohne Speisung	Beschattung Speisung	Heizung	Kühlung	Lüftung	Beleuchtung	Beschattung	Gewerke ohne Speisung	Gewerke Speisung		Gewerke inkl. Speisung
Aktor	0.012	0.009	0.012	0.009	0.002	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.021	0.021	0.003	0.000	0.000	0.025	0.019	0.044	42%
Bedienung_Anzeige	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0%
Betriebsgerät	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.082	0.006	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.088	0.000	0.082	0.006	0.088	7%
Heiz-/Kühldecke	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0%
Input_Modul	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.008	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.009	0.008	0.001	0.009	6%
Kontrolller	0.123	0.000	0.123	0.000	0.123	0.000	0.123	0.000	0.123	0.000	0.123	0.123	0.123	0.123	0.123	0.616	0.000	0.616	0%
Leuchtmittel	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0%
Lüftungsanlage	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0%
Netzwerk	0.006	0.001	0.006	0.001	0.006	0.001	0.038	0.004	0.012	0.001	0.007	0.007	0.007	0.042	0.014	0.069	0.007	0.076	9%
Output_Modul	0.040	0.001	0.040	0.001	0.040	0.001	0.040	0.001	0.114	0.003	0.042	0.042	0.042	0.117	0.276	0.008	0.284	3%	
Sensor	0.002	0.001	0.002	0.001	0.003	0.002	0.034	0.021	0.000	0.000	0.003	0.003	0.006	0.055	0.000	0.041	0.026	0.066	39%
Total	0.183	0.012	0.183	0.012	0.175	0.005	0.317	0.033	0.257	0.006	0.195	0.195	0.180	0.350	0.264	1.116	0.067	1.183	6%

Tabelle 29: Bau 1, Fall «ideal», GA-Verbrauch [kWh], klassiert

Hauptart	Nicht-GA-Verbrauch jährlich [kWh/m²] ...																	Anteil Speisung [%]
	ohne Speisung										mit Speisung					total		
	Heizung ohne Speisung	Heizung Speisung	Kühlung ohne Speisung	Kühlung Speisung	Lüftung ohne Speisung	Lüftung Speisung	Beleuchtung ohne Speisung	Beleuchtung Speisung	Beschattung ohne Speisung	Beschattung Speisung	Heizung	Kühlung	Lüftung	Beleuchtung	Beschattung	Gewerke ohne Speisung	Gewerke Speisung	
Aktor	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.108	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.108	0.000	0.108	0%
Bedienung_Anzeige	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0%
Betriebsgerät	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.121	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.121	0.000	0.121	0.121	0%
Heiz-/Kühldecke	1.274	0.000	0.777	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.274	0.777	0.000	0.000	2.051	0.000	2.051	0%
Input_Modul	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0%
Kontrolller	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0%
Leuchtmittel	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.594	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.594	0.000	1.594	1.594	0%
Lüftungsanlage	1.458	0.000	1.077	0.000	6.996	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.458	1.077	6.996	0.000	9.531	0.000	9.531	0%
Netzwerk	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0%
Output_Modul	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0%
Sensor	0.002	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002	0.000	0.001	0.000	0.002	0.000	0.003	16%
Total	2.734	0.000	1.854	0.000	6.997	0.000	1.715	0.000	0.108	0.000	2.734	1.854	6.997	1.715	13.408	0.000	13.408	0%

Tabelle 30: Bau 1, Fall «ideal», nGA-Verbrauch [kWh], klassiert

Hauptart	GT-Verbrauch jährlich [kWh/m²] ...																	Anteil Speisung [%]	
	ohne Speisung										mit Speisung					total			
	Heizung ohne Speisung	Heizung Speisung	Kühlung ohne Speisung	Kühlung Speisung	Lüftung ohne Speisung	Lüftung Speisung	Beleuchtung ohne Speisung	Beleuchtung Speisung	Beschattung ohne Speisung	Beschattung Speisung	Heizung	Kühlung	Lüftung	Beleuchtung	Beschattung	Gewerke ohne Speisung	Gewerke Speisung		Gewerke inkl. Speisung
Aktor	0.012	0.002	0.012	0.002	0.002	0.000	0.000	0.000	0.108	0.015	0.013	0.013	0.002	0.000	0.123	0.134	0.019	0.152	12%
Bedienung_Anzeige	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0%
Betriebsgerät	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.202	0.006	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.208	0.000	0.202	0.006	0.208	3%
Heiz-/Kühldecke	1.274	0.000	0.777	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.274	0.777	0.000	0.000	2.051	0.000	2.051	0%	
Input_Modul	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.008	0.001	0.000	0.000	0.000	0.009	0.008	0.001	0.009	7%	
Kontrolller	0.123	0.000	0.123	0.000	0.123	0.000	0.123	0.000	0.123	0.000	0.123	0.123	0.123	0.123	0.616	0.000	0.616	0%	
Leuchtmittel	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.594	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.594	0.000	1.594	1.594	0%	
Lüftungsanlage	1.458	0.000	1.077	0.000	6.996	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.458	1.077	6.996	0.000	9.531	0.000	9.531	0%	
Netzwerk	0.006	0.001	0.006	0.001	0.006	0.001	0.038	0.004	0.012	0.001	0.007	0.007	0.007	0.042	0.014	0.069	0.007	0.076	9%
Output_Modul	0.040	0.001	0.040	0.001	0.040	0.001	0.040	0.001	0.114	0.003	0.042	0.042	0.042	0.117	0.276	0.008	0.284	3%	
Sensor	0.003	0.002	0.002	0.001	0.004	0.003	0.034	0.020	0.000	0.000	0.005	0.003	0.007	0.054	0.000	0.043	0.026	0.069	38%
Total	2.917	0.006	2.037	0.005	7.172	0.005	2.032	0.032	0.366	0.021	2.923	2.041	7.176	2.064	0.387	14.524	0.068	14.592	0%

Tabelle 31: Bau 1, Fall «ideal», GT-Verbrauch [kWh], klassiert

Komponente	Auslastung [%]
EVG	79.70
Sp1	1.08
Sp2	39.75
Sp3	24.41
SpStd	25.50

Tabelle 32: Bau 1, Fall «ideal», Auslastung

## 11.4 Bau 2: Ein- und Ausgaben, Fall «realisiert»

Referenz	Anzahl	Bezeichnung	Hersteller	Typenbezeichnung
AM01	1	Universal-Modul	Siemens	TXM1.8U
AM02	1	Integrationsmodul RS232/485	Siemens	TXI1.OPEN
AM03	1	Wetterstation	Thies Klima	Clima Sensor US
AM04	544	Jalousie-Modul	Siemens	TXM1.8RB
AM05	88	Universal-Modul	Siemens	TXM1.8U
AM06	28	Jalousie-Modul	Siemens	TXM1.8RB
AM07	142	Universal-Modul	Siemens	TXM1.8U
AM09	1	Universal-Modul	Siemens	TXM1.8U
AM10	5	Universal-Modul	Siemens	TXM1.8U
AS01	1	Automationsstation	Siemens	PXC00-E.D
AS02	5	Automationsstation	Siemens	PXC50-E.D
AS03	1	Automationsstation	Siemens	PXC50-E.D
AS04	2	Raumautomationsstation	Siemens	DXR2.E18-1
AS05	88	Raumautomationsstation (integrierte KNX-Speisung aktiv)	Siemens	PXC3E72.100
AS06	74	Raumautomationsstation (integrierte KNX-Speisung aktiv)	Siemens	PXC3E72.100A
AS07	1	Raumautomationsstation (integrierte KNX-Speisung deaktiviert)	Siemens	PXC3E75.100A
AS08	4	Raumautomationsstation (integrierte KNX-Speisung deaktiviert)	Siemens	PXC3E75.100A
AS09	4	Raumautomationsstation	Siemens	PXC3.E16A-1
B01	1	Sonnenfühler 0...10V (misst W/m2)	Siemens	QLS60
B08	75	Temperaturfühler	Siemens	QMX3.P30
B09	420	Präsenzmelder und Helligkeitsfühler	Siemens	UP258
B10	1	Binärer Kontakt Falltrennwand		potentialfreier Kontakt
B11	2	CO2- und Temperaturfühler	Siemens	AQR2576+2532 Raumfühler
B12	11	Raumbediengerät	Siemens	QMX3.P37
B13	9	Präsenzmelder und Helligkeitsfühler	Siemens	UP258
B14	6	CO2- und Temperaturfühler	Siemens	AQR2576+2532 Raumfühler
B16	1	Kondensationswächter	Siemens	potentialfreier Kontakt
B17	29	Raumbediengerät	Siemens	QMX3.P37
B18	36	Präsenzmelder und Helligkeitsfühler	Siemens	UP258
B19	21	CO2- und Temperaturfühler	Siemens	AQR2576+2532 Raumfühler
B20	3	Kondensationswächter	Siemens	potentialfreier Kontakt
B21	3	Temperaturfühler	Siemens	QMX3.P30
B22	4	Temperatur, Feuchte und CO2-Sensor	Siemens	QMX3.P70
B23	38	Kondensationswächter		potentialfreier Kontakt
EVG01	85	DALI EVG	Regent	diverse
EVG02	19	DALI EVG	Regent	diverse
EVG03	122	DALI EVG	Regent	diverse
EVG04	2059	DALI EVG dimmed	Regent	diverse
EVG05	2	DALI EVG Switched	Regent	diverse
EVG06	14	DALI EVG	Regent	diverse
G01	0.7186	USV 230 VAC für Managementstation	Fujitsu	PY LI UPS 1.5kVA / 1.2 kW R/T USV
K01	0.7186	Managementstation Rechner (Server Desigo CC)	Fujitsu	Rack-Server Fujitsu PRIMERGY TX1330 M1 Rack
K02	0.7186	ADSL-Modem	Zyxel	P2802HWL-11
K03	0.7186	Ethernet-Switch	Moxa	IKS- 6726-2GTXSFP-HV-T
K04	1	Taster-Schnittstelle	Siemens	UP220 / 5WG1220-2DB31
K05	5	Ethernet-Switch	Moxa	EDS-208 8-Port
K06	4	Ethernet-Switch	Moxa	EDS-205 5-Port
K07	1	Ethernet-Switch	Moxa	EDS-205 5-Port
K08	3	Taster-Schnittstelle	Siemens	UP220 / 5WG1220-2DB31
LED01	85	LED Leuchtmittel	Regent	diverse
LED02	19	LED Leuchtmittel	Regent	diverse
LED03	122	LED Leuchtmittel	Regent	diverse
LED04	2059	LED Leuchtmittel	Regent	diverse
LED05	2	LED Leuchtmittel	Regent	diverse
LED06	14	LED Leuchtmittel	Regent	diverse
M01	1035	Jalousien 3-Endlagen	Schenker Storen	Somfy J4 2TN
M02	54	Jalousien 3-Endlagen	Schenker Storen	Somfy J4 2TN
M03	41	Ventilator 0...10V drehzahl geregelt	Laminair	VKB
P01	0.7186	Managementstation Bildschirm	Fujitsu	B24W
P02	0.7186	Drucker	Epson	Aculaser C2900N
P03	1	Managementstation Bildschirm	Fujitsu	B24W
P04	1	Managementstation Rechner (Thin-Client Tower)	Fujitsu	CEL J550 s sec
P05	34	Touchpanel TRA	tci ambiente	Luna 10 Zoll
P06	96	Raumbediengerät	Siemens	QMX3.P37
P07	5	Raumbediengerät	Siemens	QMX3.P37
P08	1	Industrie-PC für PC-Bedienung	Siemens	Nanobox IPC227E
P09	1	Industrie-PC für Beschattungsrechner	Siemens	Nanobox IPC227E
Sp01	34	Speisegerät 24VDC 1.3A	Siemens	LOGO! POWER 6EP1331-1SH03
Sp02	2	Speisegerät 24VAC / 230 VAC von 400 VAC	Siemens	772VA / 2.0/13.0A / 772VA / 400/230/24V
Sp03	5	Speisegerät 24VAC 10.41A	Siemens	250VA / 10.41A / 250VA / 220-230-240/24V
Sp04	92	Speisegerät 24VAC 2.62A	Comatec	TBD2/063.24/F8 / 2.62A / 63VA / 220-230-240/24V
Sp05	74	Speisegerät 24VAC 4.16A	Comatec	TBD2/100.24/F8 4.16A 100VA 230/24VAC
Sp06	1	Speisegerät 24VAC 4.16A	Comatec	TBD2/100.24/F8 4.16A 100VA 230/24VAC
Sp07	4	Speisegerät 24VAC 4.16A	Comatec	TBD2/100.24/F8 4.16A 100VA 230/24VAC
Sp08	1	Speisegerät 24VDC 4.0A	Siemens	LOGO! POWER 6EP1332-1SH52
Sp09	1	Speisegerät 24VDC 4.0A	Siemens	LOGO! POWER 6EP1332-1SH52
SpM01	1	Speisungsmodul TX-I/O	Siemens	TXS1.12F10
SpM02	1	KNX Spannungsversorgung 640mA	Siemens	N 125/22, 640 mA
SpM03	4	KNX Spannungsversorgung 320mA	Siemens	N 125/12, 320 mA
Y01	4	Kühldecken-Ventilantrieb 0...10V	Danfoss	ABN-PPM 24V 0-10V
Y02	575	Heizventil-Stellantrieb 0...10V	Danfoss	ABN-PPM 24V 0-10V
Y03	30	Heizventil-Stellantrieb 0...10V	Danfoss	ABN-PPM 24V 0-10V
Y04	894	Kühldecken-Ventilantrieb 0...10V	Danfoss	ABN-PPM 24V 0-10V
Y05	8	Kühldecken-Ventilantrieb 0...10V	Danfoss	ABN-PPM 24V 0-10V
Y06	7	VAV-Kompaktregler	Siemens	GLB181.1E/KN
Y07	33	Kühldecken-Ventilantrieb 0...10V	Danfoss	ABN-PPM 24V 0-10V
Y08	25	VAV-Kompaktregler	Siemens	GLB181.1E/KN

Tabelle 33: Bau 2, Fall «realisiert», Geräte

Ebene			
1	2	3	4
AM04	M01		
AM06	M02		
EVG01	LED01		
EVG02	LED02		
EVG03	LED03		
EVG04	LED04		
EVG05	LED05		
EVG06	LED06		
G01	K01		
	K02		
	K03		
	P01		
	P02		
P03			
P04			
Sp01	P05		
	AM03		
Sp02	AS01		
	AS03	SpM01 (Signal)	
	K07		
	SpM01	AM01	B01
		AM02	AM03 (Signal)
Sp03	AS02		
	K05		
	K06		
Sp04	AS04	Y01 (Signal)	
		AM05	Y02 (Signal)
	AS05	P06	
		AM04 (Signal)	
	AS09	EVG01 (Signal)	
	Y01		
Y02			
Sp05	AS06	AM07	B10
			B23
			M03
			Y03 (Signal)
		Y04 (Signal)	
		B08	
		B09	
		B11	
		P07	
		AM06 (Signal)	
	EVG04 (Signal)		
EVG05 (Signal)			
EVG06 (Signal)			
M03 (Signal)			
Y03			
Y04			
Sp06	AS07	AM09	Y05 (Signal)
		EVG02 (Signal)	
		SpM02 (Signal)	
	Y05	Y06 (Signal)	
Y06			
Sp07	AS08	AM10	Y07 (Signal)
		EVG03 (Signal)	
		SpM03 (Signal)	
Y07	Y08 (Signal)		
Y08			
Sp08	P08		
Sp09	P09		
SpM02	B12		
	B13		
	B14		
	K04	B16	
SpM03	B17		
	B18		
	B19		
	B21		
	B22		
	K08	B20	

Tabelle 34: Bau 2, Fall «realisiert», Speisungsbaum;  
Geräte-Referenz: siehe vorangehende Tabelle

Referenz	GA-Zugehörigkeit	Komponentenart	
		Hauptart	Unterart
AM01		Input_Modul	-
AM02	100.0%	Kontroller	Kontroller_ohne_IOs
AM03	100.0%	Sensor	Multisensor
AM04		Output_Modul	-
AM05	100.0%	Input_Modul	-
AM06		Output_Modul	-
AM07		Input_Modul	-
AM09	100.0%	Input_Modul	-
AM10	100.0%	Input_Modul	-
AS01	100.0%	Kontroller	Kontroller_ohne_IOs
AS02	100.0%	Kontroller	Kontroller_ohne_IOs
AS03	100.0%	Kontroller	Kontroller_ohne_IOs
AS04	100.0%	Kontroller	Kontroller_mit_IOs
AS05	100.0%	Kontroller	Kontroller_ohne_IOs
AS06	100.0%	Kontroller	Kontroller_ohne_IOs
AS07	100.0%	Kontroller	Kontroller_ohne_IOs
AS08	100.0%	Kontroller	Kontroller_ohne_IOs
AS09	100.0%	Kontroller	Kontroller_ohne_IOs
B01	100.0%	Sensor	Solarstrahlungsmessung
B08	100.0%	Sensor	Lufttemperaturmessung
B09	100.0%	Sensor	Multisensor
B10	100.0%	Sensor	Fensterüberwachung
B11	100.0%	Sensor	Multisensor
B12	100.0%	Bedienung_Anzeige	Raumbediengerät
B13	100.0%	Sensor	Multisensor
B14	100.0%	Sensor	Multisensor
B16	100.0%	Sensor	Taupunktüberwachung
B17	100.0%	Bedienung_Anzeige	Raumbediengerät
B18	100.0%	Sensor	Multisensor
B19	100.0%	Sensor	Multisensor
B20	100.0%	Sensor	Taupunktüberwachung
B21	100.0%	Sensor	Lufttemperaturmessung
B22	100.0%	Sensor	Multisensor
B23	100.0%	Sensor	Taupunktüberwachung
EVG01	StandbyPlus	Betriebsgerät	EVG Dali
EVG02	StandbyPlus	Betriebsgerät	EVG Dali
EVG03	StandbyPlus	Betriebsgerät	EVG Dali
EVG04	StandbyPlus	Betriebsgerät	EVG Dali
EVG05	StandbyPlus	Betriebsgerät	EVG Dali
EVG06	StandbyPlus	Betriebsgerät	EVG Dali
G01		Management	-
K01	100.0%	Management	-
K02	100.0%	Netzwerk	Router
K03	100.0%	Netzwerk	Switch
K04	100.0%	Sensor	Multisensor
K05	100.0%	Netzwerk	Switch
K06	100.0%	Netzwerk	Switch
K07	100.0%	Netzwerk	Switch
K08	100.0%	Sensor	Multisensor
LED01	0.0%	Leuchtmittel	LED dimmbar
LED02	0.0%	Leuchtmittel	LED dimmbar
LED03	0.0%	Leuchtmittel	LED dimmbar
LED04	0.0%	Leuchtmittel	LED dimmbar
LED05	0.0%	Leuchtmittel	LED dimmbar
LED06	0.0%	Leuchtmittel	LED dimmbar
M01	StandbyPlus	Aktor	Sonnenschutzaktor
M02	StandbyPlus	Aktor	Sonnenschutzaktor
M03	100.0%	Aktor	Ventilator
P01	100.0%	Management	-
P02	100.0%	Management	-
P03	100.0%	Management	-
P04	100.0%	Management	-
P05	100.0%	Bedienung_Anzeige	Touchpanel
P06	100.0%	Bedienung_Anzeige	Raumbediengerät
P07	100.0%	Bedienung_Anzeige	Raumbediengerät
P08	100.0%	Kontroller	24 VDC
P09	100.0%	Kontroller	24 VDC
Sp01		Speisung	24 VDC
Sp02		Speisung	24 VAC
Sp03		Speisung	24 VAC
Sp04		Speisung	24 VAC
Sp05		Speisung	24 VAC
Sp06		Speisung	24 VAC
Sp07		Speisung	24 VAC
Sp08		Speisung	24 VDC
Sp09	100.0%	Input_Modul	24 VDC
SpM01		Speisung	24 VAC
SpM02	100.0%	Speisung	24 VAC
SpM03		Speisung	24 VAC
Y01	100.0%	Aktor	Stellantrieb thermisch
Y02	100.0%	Aktor	Stellantrieb thermisch
Y03	100.0%	Aktor	Stellantrieb thermisch
Y04	100.0%	Aktor	Stellantrieb thermisch
Y05	100.0%	Aktor	Stellantrieb thermisch
Y06	100.0%	Aktor	Klappenantrieb VAV
Y07	100.0%	Aktor	Stellantrieb thermisch
Y08	100.0%	Aktor	Klappenantrieb VAV

Tabelle 35: Bau 2, Fall «realisiert»,  
Klassierungsangaben, ohne Gewerkszuteilung

Referenz	Gewerk (berechneter Wert)					Gewerk (Eingabewert)				
	Heizung	Kühlung	Lüftung	Beleuchtung	Beschattung	Heizung	Kühlung	Lüftung	Beleuchtung	Beschattung
AM01	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%					
AM02	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%
AM03	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%
AM04	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%					
AM05	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%
AM06	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%					
AM07	50.0%	0.0%	50.0%	0.0%	0.0%					
AM09	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%
AM10	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%
AS01	25.0%	25.0%	0.0%	25.0%	25.0%	25.0%	25.0%	0.0%	25.0%	25.0%
AS02	25.0%	25.0%	0.0%	25.0%	25.0%	25.0%	25.0%	0.0%	25.0%	25.0%
AS03	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%
AS04	0.0%	100.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%	0.0%	0.0%	0.0%
AS05	21.1%	21.1%	15.7%	21.1%	21.1%	33.3%	33.3%	0.0%	0.0%	33.3%
AS06	43.0%	7.0%	36.0%	7.0%	7.0%	25.0%	25.0%	25.0%	0.0%	25.0%
AS07	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%
AS08	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%
AS09	0.0%	0.0%	100.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%	0.0%	0.0%
B01	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%
B08	25.0%	25.0%	0.0%	25.0%	25.0%	25.0%	25.0%	0.0%	25.0%	25.0%
B09	25.0%	25.0%	0.0%	25.0%	25.0%	25.0%	25.0%	0.0%	25.0%	25.0%
B10	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%
B11	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%
B12	25.0%	25.0%	0.0%	25.0%	25.0%	25.0%	25.0%	0.0%	25.0%	25.0%
B13	25.0%	25.0%	0.0%	25.0%	25.0%	25.0%	25.0%	0.0%	25.0%	25.0%
B14	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%
B16	0.0%	100.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%	0.0%	0.0%	0.0%
B17	25.0%	25.0%	0.0%	25.0%	25.0%	25.0%	25.0%	0.0%	25.0%	25.0%
B18	25.0%	25.0%	0.0%	25.0%	25.0%	25.0%	25.0%	0.0%	25.0%	25.0%
B19	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%
B20	0.0%	100.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%	0.0%	0.0%	0.0%
B21	25.0%	25.0%	0.0%	25.0%	25.0%	25.0%	25.0%	0.0%	25.0%	25.0%
B22	33.0%	33.0%	34.0%	0.0%	0.0%	33.0%	33.0%	34.0%	0.0%	0.0%
B23	0.0%	100.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%	0.0%	0.0%	0.0%
EVG01	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%	0.0%
EVG02	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%	0.0%
EVG03	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%	0.0%
EVG04	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%	0.0%
EVG05	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%	0.0%
EVG06	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%	0.0%
G01	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%
K01	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%
K02	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%
K03	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%
K04	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%
K05	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%
K06	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%
K07	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%
K08	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%
LED01	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%	0.0%
LED02	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%	0.0%
LED03	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%	0.0%
LED04	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%	0.0%
LED05	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%	0.0%
LED06	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%	0.0%
M01	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%
M02	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%
M03	50.0%	0.0%	50.0%	0.0%	0.0%	50.0%	0.0%	50.0%	0.0%	0.0%
P01	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%
P02	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%
P03	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%
P04	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%
P05	25.0%	25.0%	0.0%	25.0%	25.0%	25.0%	25.0%	0.0%	25.0%	25.0%
P06	25.0%	25.0%	0.0%	25.0%	25.0%	25.0%	25.0%	0.0%	25.0%	25.0%
P07	25.0%	25.0%	0.0%	25.0%	25.0%	25.0%	25.0%	0.0%	25.0%	25.0%
P08	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%
P09	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%
Sp01	25.0%	25.0%	0.0%	25.0%	25.0%					
Sp02	20.2%	20.2%	10.9%	20.2%	28.4%					
Sp03	24.0%	24.0%	4.0%	24.0%	24.0%					
Sp04	42.8%	15.9%	13.9%	13.7%	13.7%					
Sp05	36.0%	23.0%	29.5%	5.8%	5.8%					
Sp06	11.0%	28.1%	39.0%	11.0%	11.0%					
Sp07	13.4%	27.0%	32.8%	13.4%	13.4%					
Sp08	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%					
Sp09	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%
SpM01	8.3%	8.3%	8.3%	8.3%	66.7%					
SpM02	23.4%	23.4%	6.4%	23.4%	23.4%	0.0%	100.0%	0.0%	0.0%	0.0%
SpM03	23.9%	23.9%	8.1%	22.0%	22.0%					
Y01	0.0%	100.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Y02	100.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Y03	100.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Y04	0.0%	100.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Y05	0.0%	100.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Y06	0.0%	0.0%	100.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%	0.0%	0.0%
Y07	0.0%	100.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Y08	0.0%	0.0%	100.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%	0.0%	0.0%

Tabelle 36: Bau 2, Fall «realisiert», Gewerkszuteilung

Referenz	Zeitangaben		Nominalbetriebspunkt	Wirkungsgrad bei Nominalleistung	Interne Leistungsaufnahme ..			
	Komp.	Weitere Speisungen			von Hauptspeisung		von weiteren Sp.	
	Anteil-on [%]	Anteil-on [%]	Nominalleistung (Output) [W]	Wirkungsgrad [%]	Aktiver Betrieb [W]	Standby-Betrieb [W]	Aktiver Betrieb [W]	Standby-Betrieb [W]
AM01	100	0	0	0	0.864	0.864		
AM02	100	0	0	0	1.32	1.32		
AM03	100	100	0	0	3.28333			0.01
AM04	100	100	0	0	0.63106	0.63106	0.01	0.01
AM05	100	0	0	0	0.88636	0.88636		
AM06	100	100	0	0	1.57371	1.57371	0.01	
AM07	100	0	0	0	0.84101	0.84101		
AM09	100	0	0	0	0.984	0.984		
AM10	100	0	0	0	0.8688	0.8688		
AS01	100	0	0	0	19.2	19.2		
AS02	100	0	0	0	19.2	19.2		
AS03	100	0	0	0	19.2	19.2		
AS04	100	0	0	0	8	8		
AS05	100	0	0	0	4	4		
AS06	100	0	0	0	7.5	7.5		
AS07	100	0	0	0	4	4		
AS08	100	0	0	0	7.5	7.5		
AS09	100	0	0	0	6.2	6.2		
B01	100	0	0	0	1	1		
B08	100	0	0	0	0.18	0.18		
B09	100	0	0	0	0.24	0.24		
B10	100	0	0	0	0	0		
B11	100	0	0	0	0.36	0.36		
B12	100	0	0	0	0.24	0.24		
B13	100	0	0	0	0.24	0.24		
B14	100	0	0	0	0.36	0.36		
B16	100	0	0	0	0	0		
B17	100	0	0	0	0.24	0.24		
B18	100	0	0	0	0.24	0.24		
B19	100	0	0	0	0.36	0.36		
B20	100	0	0	0	0	0		
B21	100	0	0	0	0.18	0.18		
B22	100	0	0	0	0.36	0.36		
B23	100	0	0	0	0	0		
EVG01	6.38	100	14.9	82.11	0.579	0.579	0.032	0.032
EVG02	6.38	100	14.9	82.11	0.579	0.579	0.032	0.032
EVG03	6.38	100	14.9	82.11	0.579	0.579	0.032	0.032
EVG04	6.38	100	14.9	82.11	0.579	0.579	0.032	0.032
EVG05	6.38	100	14.9	82.11	0.579	0.579	0.032	0.032
EVG06	6.38	100	14.9	82.11	0.579	0.579	0.032	0.032
G01	100	0	0	0	25			
K01	100	0	0	0	101.5			
K02	100	0	0	0	8.5			
K03	100	0	0	0	35.2			
K04	100	0	0	0	0.12	0.12		
K05	100	0	0	0	2.64			
K06	100	0	0	0	2.64			
K07	100	0	0	0	2.64			
K08	100	0	0	0	0.12	0.12		
LED01	6.38	0	0	0	13.766	0		
LED02	6.38	0	0	0	13.766	0		
LED03	6.38	0	0	0	13.766	0		
LED04								

Referenz	GA-Verbrauch total [kWh]	jährlich total [%]	pro Gerät [kWh]	flächenbezogen [kWh/m²]
AM01	7.569	0.0%	7.569	0.001
AM02	11.563	0.0%	11.563	0.001
AM03	28.850	0.1%	28.850	0.002
AM04	0.000	0.0%	0.000	0.000
AM05	683.280	1.7%	7.765	0.055
AM06	0.000	0.0%	0.000	0.000
AM07	1046.154	2.6%	7.367	0.084
AM09	8.620	0.0%	8.620	0.001
AM10	38.053	0.1%	7.611	0.003
AS01	168.192	0.4%	168.192	0.013
AS02	840.960	2.1%	168.192	0.067
AS03	168.192	0.4%	168.192	0.013
AS04	140.248	0.4%	70.124	0.011
AS05	3167.926	8.0%	35.999	0.254
AS06	5909.343	14.9%	79.856	0.473
AS07	40.257	0.1%	40.257	0.003
AS08	287.148	0.7%	71.787	0.023
AS09	223.205	0.6%	55.801	0.018
B01	8.760	0.0%	8.760	0.001
B08	118.260	0.3%	1.577	0.009
B09	883.008	2.2%	2.102	0.071
B10	0.000	0.0%	0.000	0.000
B11	6.307	0.0%	3.154	0.001
B12	23.126	0.1%	2.102	0.002
B13	18.922	0.0%	2.102	0.002
B14	18.922	0.0%	3.154	0.002
B16	0.000	0.0%	0.000	0.000
B17	60.970	0.2%	2.102	0.005
B18	75.686	0.2%	2.102	0.006
B19	66.226	0.2%	3.154	0.005
B20	0.000	0.0%	0.000	0.000
B21	4.730	0.0%	1.577	0.000
B22	12.614	0.0%	3.154	0.001
B23	0.000	0.0%	0.000	0.000
EVG01	427.445	1.1%	5.029	0.034
EVG02	95.547	0.2%	5.029	0.008
EVG03	613.509	1.5%	5.029	0.049
EVG04	10354.225	26.1%	5.029	0.329
EVG05	10.058	0.0%	5.029	0.001
EVG06	70.403	0.2%	5.029	0.006
G01	157.377	0.4%	219.000	0.013
K01	638.950	1.6%	889.140	0.051
K02	53.508	0.1%	74.460	0.004
K03	221.586	0.6%	308.352	0.018
K04	0.000	0.0%	0.000	0.000
K05	115.632	0.3%	23.126	0.009
K06	92.506	0.2%	23.126	0.007
K07	23.126	0.1%	23.126	0.002
K08	0.000	0.0%	0.000	0.000
LED01	0.000	0.0%	0.000	0.000
LED02	0.000	0.0%	0.000	0.000
LED03	0.000	0.0%	0.000	0.000
LED04	0.000	0.0%	0.000	0.000
LED05	0.000	0.0%	0.000	0.000
LED06	0.000	0.0%	0.000	0.000
M01	0.000	0.0%	0.000	0.000
M02	0.000	0.0%	0.000	0.000
M03	1474.672	3.7%	35.968	0.118
P01	2.024	0.0%	2.816	0.000
P02	0.000	0.0%	0.000	0.000
P03	2.816	0.0%	2.816	0.000
P04	284.700	0.7%	284.700	0.023
P05	667.162	1.7%	19.622	0.053
P06	201.830	0.5%	2.102	0.016
P07	10.512	0.0%	2.102	0.001
P08	188.340	0.5%	188.340	0.015
P09	188.340	0.5%	188.340	0.015
Sp01	668.937	1.7%	19.675	0.054
Sp02	174.218	0.4%	87.109	0.014
Sp03	352.032	0.9%	70.406	0.028
Sp04	1494.642	3.8%	16.246	0.120
Sp05	2062.658	5.2%	27.874	0.165
Sp06	21.609	0.1%	21.609	0.002
Sp07	101.039	0.3%	25.260	0.008
Sp08	36.874	0.1%	36.874	0.003
Sp09	36.874	0.1%	36.874	0.003
SpM01	35.828	0.1%	35.828	0.003
SpM02	30.860	0.1%	30.860	0.002
SpM03	100.603	0.3%	25.151	0.008
Y01	9.846	0.0%	2.462	0.001
Y02	1989.615	5.0%	3.460	0.159
Y03	103.806	0.3%	3.460	0.008
Y04	2200.635	5.5%	2.462	0.176
Y05	19.692	0.0%	2.462	0.002
Y06	37.283	0.1%	5.326	0.003
Y07	81.231	0.2%	2.462	0.007
Y08	133.152	0.3%	5.326	0.011
Total	39652.792	100.0%	3751.279	3.173

Tabelle 38: Bau 2, Fall «realisiert», GA-Verbrauch [kWh]

Referenz	Nicht-GA-Verbrauch total [kWh]	jährlich total [%]	pro Gerät [kWh]	flächenbezogen [kWh/m²]
AM01	0.000	0.0%	0.000	0.000
AM02	0.000	0.0%	0.000	0.000
AM03	0.000	0.0%	0.000	0.000
AM04	3054.927	10.7%	5.616	0.244
AM05	0.000	0.0%	0.000	0.000
AM06	388.453	1.4%	13.873	0.031
AM07	0.000	0.0%	0.000	0.000
AM09	0.000	0.0%	0.000	0.000
AM10	0.000	0.0%	0.000	0.000
AS01	0.000	0.0%	0.000	0.000
AS02	0.000	0.0%	0.000	0.000
AS03	0.000	0.0%	0.000	0.000
AS04	0.000	0.0%	0.000	0.000
AS05	161.378	0.6%	1.834	0.013
AS06	3.450	0.0%	0.047	0.000
AS07	0.000	0.0%	0.000	0.000
AS08	0.000	0.0%	0.000	0.000
AS09	0.000	0.0%	0.000	0.000
B01	0.000	0.0%	0.000	0.000
B08	0.000	0.0%	0.000	0.000
B09	0.000	0.0%	0.000	0.000
B10	0.000	0.0%	0.000	0.000
B11	0.000	0.0%	0.000	0.000
B12	0.000	0.0%	0.000	0.000
B13	0.000	0.0%	0.000	0.000
B14	0.000	0.0%	0.000	0.000
B16	0.000	0.0%	0.000	0.000
B17	0.000	0.0%	0.000	0.000
B18	0.000	0.0%	0.000	0.000
B19	0.000	0.0%	0.000	0.000
B20	0.000	0.0%	0.000	0.000
B21	0.000	0.0%	0.000	0.000
B22	0.000	0.0%	0.000	0.000
B23	0.000	0.0%	0.000	0.000
EVG01	144.577	0.5%	1.701	0.012
EVG02	32.317	0.1%	1.701	0.003
EVG03	3502.111	0.7%	1.701	0.017
EVG04	2057.572	12.3%	1.701	0.280
EVG05	3.402	0.0%	1.701	0.000
EVG06	23.813	0.1%	1.701	0.002
G01	0.000	0.0%	0.000	0.000
K01	0.000	0.0%	0.000	0.000
K02	0.000	0.0%	0.000	0.000
K03	0.000	0.0%	0.000	0.000
K04	0.000	0.0%	0.000	0.000
K05	0.000	0.0%	0.000	0.000
K06	0.000	0.0%	0.000	0.000
K07	0.000	0.0%	0.000	0.000
K08	0.000	0.0%	0.000	0.000
LED01	653.960	2.3%	7.694	0.052
LED02	146.179	0.5%	7.694	0.012
LED03	938.626	3.3%	7.694	0.075
LED04	15841.230	55.7%	7.694	1.268
LED05	15.387	0.1%	7.694	0.001
LED06	107.711	0.4%	7.694	0.009
M01	2991.978	10.5%	2.891	0.239
M02	156.103	0.5%	2.891	0.012
M03	0.000	0.0%	0.000	0.000
P01	0.000	0.0%	0.000	0.000
P02	0.000	0.0%	0.000	0.000
P03	0.000	0.0%	0.000	0.000
P04	0.000	0.0%	0.000	0.000
P05	0.000	0.0%	0.000	0.000
P06	0.000	0.0%	0.000	0.000
P07	0.000	0.0%	0.000	0.000
P08	0.000	0.0%	0.000	0.000
P09	0.000	0.0%	0.000	0.000
Sp01	0.000	0.0%	0.000	0.000
Sp02	0.000	0.0%	0.000	0.000
Sp03	0.000	0.0%	0.000	0.000
Sp04	48.515	0.2%	0.527	0.004
Sp05	0.987	0.0%	0.013	0.000
Sp06	0.000	0.0%	0.000	0.000
Sp07	101.039	0.1%	0.000	0.000
Sp08	0.000	0.0%	0.000	0.000
Sp09	0.000	0.0%	0.000	0.000
SpM01	0.000	0.0%	0.000	0.000
SpM02	0.000	0.0%	0.000	0.000
SpM03	0.000	0.0%	0.000	0.000
Y01	0.000	0.0%	0.000	0.000
Y02	0.000	0.0%	0.000	0.000
Y03	0.000	0.0%	0.000	0.000
Y04	0.000	0.0%	0.000	0.000
Y05	0.000	0.0%	0.000	0.000
Y06	0.000	0.0%	0.000	0.000
Y07	0.000	0.0%	0.000	0.000
Y08	0.000	0.0%	0.000	0.000
Total	28422.678	100.0%	84.059	2.275

Tabelle 39: Bau 2, Fall «realisiert», nGA-Verbrauch [kWh]

Referenz	GT-Verbrauch total [kWh]	jährlich total [%]	pro Gerät [kWh]	flächenbezogen [kWh/m²]
AM01	7.569	0.0%	7.569	0.001
AM02	11.563	0.0%	11.563	0.001
AM03	28.850	0.0%	28.850	0.002
AM04	3054.927	4.5%	5.616	0.244
AM05	683.280	1.0%	7.765	0.055
AM06	388.453	0.6%	13.873	0.031
AM07	1046.154	1.5%	7.367	0.084
AM09	8.620	0.0%	8.620	0.001
AM10	38.053	0.1%	7.611	0.003
AS01	168.192	0.2%	168.192	0.013
AS02	840.960	1.2%	168.192	0.067
AS03	168.192	0.2%	168.192	0.013
AS04	140.248	0.2%	70.124	0.011
AS05	3329.304	4.9%	37.833	0.266
AS06	5912.793	8.7%	79.903	0.473
AS07	40.257	0.1%	40.257	0.003
AS08	287.148	0.4%	71.787	0.023
AS09	223.205	0.3%	55.801	0.018
B01	8.760	0.0%	8.760	0.001
B08	118.260	0.2%	1.577	0.009
B09	883.008	1.3%	2.102	0.071
B10	0.000	0.0%	0.000	0.000
B11	6.307	0.0%	3.154	0.001
B12	23.126	0.0%	2.102	0.002
B13	18.922	0.0%	2.102	0.002
B14	18.922	0.0%	3.154	0.002
B16	0.000	0.0%	0.000	0.000
B17	60.970	0.1%	2.102	0.005
B18	75.686	0.1%	2.102	0.006
B19	66.226	0.1%	3.154	0.005
B20	0.000	0.0%	0.000	0.000
B21	4.730	0.0%	1.577	0.000
B22	12.614	0.0%	3.154	0.001
B23	0.000	0.0%	0.000	0.000
EVG01	572.022	0.8%	6.730	0.046
EVG02	127.864	0.2%	6.730	0.010
EVG03	821.020	1.2%	6.730	0.066
EVG04	13856.367	20.4%	6.730	1.109
EVG05	13.459	0.0%	6.730	0.001
EVG06	94.215	0.1%	6.730	0.008
G01	157.377	0.2%	219.000	0.013
K01	638.950	0.9%	889.140	0.051
K02	53.508	0.1%	74.460	0.004
K03	221.586	0.3%	308.352	0.018
K04	0.000	0.0%	0.000	0.000
K05	115.632	0.2%	23.126	0.009
K06	92.506	0.1%	23.126	0.007
K07	23.126	0.0%	23.126	0.002
K08	0.000	0.0%	0.000	0.000
LED01	653.960	1.0%	7.694	0.052
LED02	146.179	0.2%	7.694	0.012
LED03	938.626	1.4%	7.694	0.075
LED04	15841.23			

Hauptart	GA-Verbrauch jährlich [kWh/m²] ...																	Anteil Speisung [%]	
	ohne Speisung										mit Speisung						total		
	Heizung ohne Speisung	Heizung Speisung	Kühlung ohne Speisung	Kühlung Speisung	Lüftung ohne Speisung	Lüftung Speisung	Beleuchtung ohne Speisung	Beleuchtung Speisung	Beschattung ohne Speisung	Beschattung Speisung	Heizung	Kühlung	Lüftung	Beleuchtung	Beschattung	Gewerke ohne Speisung	Gewerke Speisung		Gewerke inkl. Speisung
Aktor	0.227	0.032	0.185	0.027	0.073	0.010	0.000	0.000	0.000	0.000	0.259	0.211	0.083	0.000	0.000	0.484	0.069	0.554	93%
Bedienung_Anzeige	0.019	0.014	0.019	0.014	0.000	0.000	0.019	0.014	0.019	0.014	0.033	0.033	0.000	0.033	0.033	0.077	0.057	0.134	42%
Betriebsgerät	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.926	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.926	0.000	0.926	0.000	0.926	0%
Input_Modul	0.054	0.001	0.012	0.000	0.054	0.001	0.012	0.000	0.015	0.000	0.055	0.012	0.055	0.012	0.016	0.146	0.003	0.149	2%
Kontrolller	0.288	0.083	0.129	0.037	0.239	0.069	0.118	0.034	0.133	0.039	0.371	0.167	0.308	0.152	0.172	0.907	0.263	1.170	22%
Leuchtmittel	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0%
Management	0.017	0.000	0.017	0.000	0.017	0.000	0.017	0.000	0.017	0.000	0.017	0.017	0.017	0.017	0.017	0.087	0.000	0.087	0%
Netzwerk	0.008	0.001	0.008	0.001	0.008	0.001	0.008	0.001	0.008	0.001	0.009	0.009	0.009	0.009	0.009	0.041	0.006	0.047	13%
Output_Modul	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0%
Sensor	0.024	0.002	0.024	0.002	0.024	0.002	0.024	0.002	0.025	0.002	0.026	0.026	0.026	0.026	0.027	0.099	0.008	0.108	8%
Total	0.637	0.134	0.395	0.082	0.393	0.082	1.124	0.052	0.218	0.056	0.771	0.477	0.475	1.176	0.274	2.767	0.406	3.173	73%

Tabelle 41: Bau 2, Fall «realisiert», GA-Verbrauch [kWh], klassiert

Hauptart	Nicht-GA-Verbrauch jährlich [kWh/m²] ...																	Anteil Speisung [%]	
	ohne Speisung										mit Speisung						total		
	Heizung ohne Speisung	Heizung Speisung	Kühlung ohne Speisung	Kühlung Speisung	Lüftung ohne Speisung	Lüftung Speisung	Beleuchtung ohne Speisung	Beleuchtung Speisung	Beschattung ohne Speisung	Beschattung Speisung	Heizung	Kühlung	Lüftung	Beleuchtung	Beschattung	Gewerke ohne Speisung	Gewerke Speisung		Gewerke inkl. Speisung
Aktor	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.252	0.000	0.000	0.000	0.000	0.252	0.252	0.000	0.252	0%
Bedienung_Anzeige	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0%
Betriebsgerät	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.313	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.313	0.000	0.313	0.000	0.313	0%
Input_Modul	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0%
Kontrolller	0.003	0.001	0.003	0.001	0.002	0.001	0.003	0.001	0.003	0.001	0.004	0.004	0.003	0.004	0.004	0.013	0.004	0.017	23%
Leuchtmittel	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.417	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.417	0.000	1.417	0.000	1.417	0%
Management	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0%
Netzwerk	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0%
Output_Modul	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.276	0.000	0.000	0.000	0.276	0.276	0.276	0.000	0.276	0%
Sensor	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	28%
Total	0.003	0.001	0.003	0.001	0.002	0.001	1.733	0.001	0.530	0.001	0.004	0.004	0.003	1.734	0.531	2.271	0.004	2.275	0%

Tabelle 42: Bau 2, Fall «realisiert», nGA-Verbrauch [kWh], klassiert

Hauptart	GT-Verbrauch jährlich [kWh/m²] ...																	Anteil Speisung [%]	
	ohne Speisung										mit Speisung						total		
	Heizung ohne Speisung	Heizung Speisung	Kühlung ohne Speisung	Kühlung Speisung	Lüftung ohne Speisung	Lüftung Speisung	Beleuchtung ohne Speisung	Beleuchtung Speisung	Beschattung ohne Speisung	Beschattung Speisung	Heizung	Kühlung	Lüftung	Beleuchtung	Beschattung	Gewerke ohne Speisung	Gewerke Speisung		Gewerke inkl. Speisung
Aktor	0.227	0.021	0.185	0.017	0.073	0.007	0.000	0.000	0.252	0.024	0.248	0.202	0.079	0.000	0.276	0.736	0.069	0.805	9%
Bedienung_Anzeige	0.019	0.014	0.019	0.014	0.000	0.000	0.019	0.014	0.019	0.014	0.033	0.033	0.000	0.033	0.033	0.077	0.057	0.134	42%
Betriebsgerät	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.239	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.239	0.000	1.239	0.000	1.239	0%
Input_Modul	0.054	0.001	0.012	0.000	0.054	0.001	0.012	0.000	0.015	0.000	0.055	0.012	0.055	0.012	0.016	0.146	0.003	0.149	2%
Kontrolller	0.291	0.084	0.132	0.038	0.241	0.070	0.121	0.035	0.136	0.039	0.375	0.170	0.311	0.156	0.175	0.920	0.267	1.187	22%
Leuchtmittel	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.417	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.417	0.000	1.417	0.000	1.417	0%
Management	0.017	0.000	0.017	0.000	0.017	0.000	0.017	0.000	0.017	0.000	0.017	0.017	0.017	0.017	0.017	0.087	0.000	0.087	0%
Netzwerk	0.008	0.001	0.008	0.001	0.008	0.001	0.008	0.001	0.008	0.001	0.009	0.009	0.009	0.009	0.009	0.041	0.006	0.047	13%
Output_Modul	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.276	0.000	0.000	0.000	0.000	0.276	0.276	0.276	0.000	0.276	0%
Sensor	0.024	0.002	0.024	0.002	0.024	0.002	0.024	0.002	0.025	0.002	0.026	0.026	0.003	0.026	0.027	0.100	0.008	0.108	8%
Total	0.640	0.124	0.398	0.073	0.395	0.079	2.857	0.053	0.748	0.081	0.764	0.471	0.474	2.910	0.829	5.038	0.411	5.448	8%

Tabelle 43: Bau 2, Fall «realisiert», GT-Verbrauch [kWh], klassiert

Komponente	Auslastung [%]
EV G01	92.39
EV G02	92.39
EV G03	92.39
EV G04	92.39
EV G05	92.39
EV G06	92.39
Sp01	7.47
Sp02	8.27
Sp03	9.59
Sp04	13.10
Sp05	19.36
Sp06	12.92
Sp07	16.66
Sp08	22.40
Sp09	22.40
SpM02	46.09
SpM03	83.01

Tabelle 44: Bau 2, Fall «realisiert», Auslastung

## 11.5 Bau 2: Ein- und Ausgaben, Fall «ideal»

Referenz	Anzahl	Bezeichnung	Hersteller	Typenbezeichnung
AM01	1	Universal-Modul	Siemens	TXM1.8U
AM02	1	Integrationsmodul RS232/485	Siemens	TXI1.OPEN
AM03	1	Wetterstation	Thies Klima	Clima Sensor US
AM04	544	Jalousie-Modul	Siemens	TXM1.8RB
AM05	88	Universal-Modul	Siemens	TXM1.8U
AM06	28	Jalousie-Modul	Siemens	TXM1.8RB
AM07	142	Universal-Modul	Siemens	TXM1.8U
AM09	1	Universal-Modul	Siemens	TXM1.8U
AM10	5	Universal-Modul	Siemens	TXM1.8U
AS01	1	Automationsstation	Siemens	PXC00-E.D
AS02	5	Automationsstation	Siemens	PXC50-E.D
AS03	1	Automationsstation	Siemens	PXC50-E.D
AS04	2	Raumautomationsstation	Siemens	DXR2.E18-1
AS05	88	Raumautomationsstation (integrierte KNX-Speisung aktiv)	Siemens	PXC3E72.100
AS06	74	Raumautomationsstation (integrierte KNX-Speisung aktiv)	Siemens	PXC3E72.100A
AS07	1	Raumautomationsstation (integrierte KNX-Speisung deaktiviert)	Siemens	PXC3E75.100A
AS08	4	Raumautomationsstation (integrierte KNX-Speisung deaktiviert)	Siemens	PXC3E75.100A
AS09	4	Raumautomationsstation	Siemens	PXC3.E16A-1
B01	1	Sonnenfühler 0...10V (misst W/m2)	Siemens	QLS60
B08	75	Temperaturfühler	Siemens	QMX3.P30
B09	420	Präsenzmelder und Helligkeitsfühler	Siemens	UP258
B10	1	Binärer Kontakt Falltrennwand		potentialfreier Kontakt
B11	2	CO2- und Temperaturfühler	Siemens	AQR2576+2532 Raumfühler
B12	11	Raumbediengerät	Siemens	QMX3.P37
B13	9	Präsenzmelder und Helligkeitsfühler	Siemens	UP258
B14	6	CO2- und Temperaturfühler	Siemens	AQR2576+2532 Raumfühler
B16	1	Kondensationswächter	Siemens	potentialfreier Kontakt
B17	29	Raumbediengerät	Siemens	QMX3.P37
B18	36	Präsenzmelder und Helligkeitsfühler	Siemens	UP258
B19	21	CO2- und Temperaturfühler	Siemens	AQR2576+2532 Raumfühler
B20	3	Kondensationswächter	Siemens	potentialfreier Kontakt
B21	3	Temperaturfühler	Siemens	QMX3.P30
B22	4	Temperatur, Feuchte und CO2-Sensor	Siemens	QMX3.P70
B23	38	Kondensationswächter		potentialfreier Kontakt
EVG01	85	DALI EVG	Regent	diverse
EVG02	19	DALI EVG	Regent	diverse
EVG03	122	DALI EVG	Regent	diverse
EVG04	2059	DALI EVG dimmed	Regent	diverse
EVG05	2	DALI EVG Switched	Regent	diverse
EVG06	14	DALI EVG	Regent	diverse
G01	0.7186	USV 230 VAC für Managementstation	Fujitsu	PY LI UPS 1.5kVA / 1.2 kW R/T USV
K01	0.7186	Managementstation Rechner (Server Desigo CC)	Fujitsu	Rack-Server Fujitsu PRIMERGY TX1330 M1 Rack
K02	0.7186	ADSL-Modem	Zyxel	P2802HWL-11
K03	0.7186	Ethernet-Switch	Moxa	IKS-6726-2GTXSFP-HV-T
K04	1	Taster-Schnittstelle	Siemens	UP220 / 5WG1220-2DB31
K05	5	Ethernet-Switch	Moxa	EDS-208 8-Port
K06	4	Ethernet-Switch	Moxa	EDS-205 5-Port
K07	1	Ethernet-Switch	Moxa	EDS-205 5-Port
K08	3	Taster-Schnittstelle	Siemens	UP220 / 5WG1220-2DB31
LED01	85	LED Leuchtmittel	Regent	diverse
LED02	19	LED Leuchtmittel	Regent	diverse
LED03	122	LED Leuchtmittel	Regent	diverse
LED04	2059	LED Leuchtmittel	Regent	diverse
LED05	2	LED Leuchtmittel	Regent	diverse
LED06	14	LED Leuchtmittel	Regent	diverse
M01	1035	Jalousien 3-Endlagen	Schenker Storen	Somfy J4 2TN
M02	54	Jalousien 3-Endlagen	Schenker Storen	Somfy J4 2TN
M03	41	Ventilator 0...10V drehzahl geregelt	Laminair	VKB
P01	0.7186	Managementstation Bildschirm	Fujitsu	B24W
P02	0.7186	Drucker	Epson	Aculaser C2900N
P03	1	Managementstation Bildschirm	Fujitsu	B24W
P04	1	Managementstation Rechner (Thin-Client Tower)	Fujitsu	CEL J550 s sec
P05	34	Touchpanel TRA	tci ambiente	Luna 10 Zoll
P06	96	Raumbediengerät	Siemens	QMX3.P37
P07	5	Raumbediengerät	Siemens	QMX3.P37
P08	1	Industrie-PC für PC-Bedienung	Siemens	Nanobox IPC227E
P09	1	Industrie-PC für Beschattungsrechner	Siemens	Nanobox IPC227E
Sp01	34	Speisegerät 24VDC 1.3A	Siemens	LOGO! POWER 6EP1331-1SH03
Sp02	2	Speisegerät 24VAC / 230 VAC von 400 VAC	Siemens	772VA / 2.0/13.0A / 772VA / 400/230/24V
Sp03	5	Speisegerät 24VAC 10.41A	Siemens	250VA / 10.41A / 250VA / 220-230-240/24V
Sp04	92	Speisegerät 24VAC 2.62A	Comatec	TBD2/063.24/F8 / 2.62A / 63VA / 220-230-240/24V
Sp05	74	Speisegerät 24VAC 4.16A	Comatec	TBD2/100.24/F8 4.16A 100VA 230/24VAC
Sp06	1	Speisegerät 24VAC 4.16A	Comatec	TBD2/100.24/F8 4.16A 100VA 230/24VAC
Sp07	4	Speisegerät 24VAC 4.16A	Comatec	TBD2/100.24/F8 4.16A 100VA 230/24VAC
Sp08	1	Speisegerät 24VDC 4.0A	Siemens	LOGO! POWER 6EP1332-1SH52
Sp09	1	Speisegerät 24VDC 4.0A	Siemens	LOGO! POWER 6EP1332-1SH52
SpM01	1	Speisungsmodul TX-I/O	Siemens	TXS1.12F10
SpM02	1	KNX Spannungsversorgung 640mA	Siemens	N 125/22, 640 mA
SpM03	4	KNX Spannungsversorgung 320mA	Siemens	N 125/12, 320 mA
Y01	4	Kühldecken-Ventilantrieb 0...10V	Danfoss	ABN-PPM 24V 0-10V
Y02	575	Heizventil-Stellantrieb 0...10V	Danfoss	ABN-PPM 24V 0-10V
Y03	30	Heizventil-Stellantrieb 0...10V	Danfoss	ABN-PPM 24V 0-10V
Y04	894	Kühldecken-Ventilantrieb 0...10V	Danfoss	ABN-PPM 24V 0-10V
Y05	8	Kühldecken-Ventilantrieb 0...10V	Danfoss	ABN-PPM 24V 0-10V
Y06	7	VAV-Kompaktregler	Siemens	GLB181.1E/KN
Y07	33	Kühldecken-Ventilantrieb 0...10V	Danfoss	ABN-PPM 24V 0-10V
Y08	25	VAV-Kompaktregler	Siemens	GLB181.1E/KN

Tabelle 45: Bau 2, Fall «ideal», Geräte

Ebene			
1	2	3	4
AM04	M01		
AM06	M02		
EVG01	LED01		
EVG02	LED02		
EVG03	LED03		
EVG04	LED04		
EVG05	LED05		
EVG06	LED06		
G01	K01		
	K02		
	K03		
	P01		
	P02		
P03			
P04			
Sp01	P05		
	AM03		
Sp02	AS01		
	AS03	SpM01 (Signal)	
	K07		
	SpM01	AM01	B01
		AM02	AM03 (Signal)
Sp03	AS02		
	K05		
	K06		
Sp04	AS04	Y01 (Signal)	
		AM05	Y02 (Signal)
	AS05	P06	
		AM04 (Signal)	
	AS09	EVG01 (Signal)	
	Y01		
Y02			
Sp05	AS06	AM07	B10
			B23
			M03
			Y03 (Signal)
		Y04 (Signal)	
		B08	
		B09	
	B11		
	P07		
	AM06 (Signal)		
	EVG04 (Signal)		
EVG05 (Signal)			
EVG06 (Signal)			
M03 (Signal)			
Y03			
Y04			
Sp06	AS07	AM09	Y05 (Signal)
		EVG02 (Signal)	
		SpM02 (Signal)	
		Y06 (Signal)	
Y05			
Y06			
Sp07	AS08	AM10	Y07 (Signal)
		EVG03 (Signal)	
		SpM03 (Signal)	
Y08 (Signal)			
Y07			
Y08			
Sp08	P08		
Sp09	P09		
SpM02	B12		
	B13		
	B14		
	K04	B16	
SpM03	B17		
	B18		
	B19		
	B21		
	B22		
	K08	B20	

Tabelle 46: Bau 2, Fall «ideal», Speisungsbaum;  
Geräte-Referenz: siehe vorangehende Tabelle

Referenz	GA-Zugehörigkeit	Komponentenart	
		Hauptart	Unterart
AM01		Input_Modul	-
AM02	100.0%	Kontroller	Kontroller_ohne_IOs
AM03	100.0%	Sensor	Multisensor
AM04		Output_Modul	-
AM05	100.0%	Input_Modul	-
AM06		Output_Modul	-
AM07		Input_Modul	-
AM09	100.0%	Input_Modul	-
AM10	100.0%	Input_Modul	-
AS01	100.0%	Kontroller	Kontroller_ohne_IOs
AS02	100.0%	Kontroller	Kontroller_ohne_IOs
AS03	100.0%	Kontroller	Kontroller_ohne_IOs
AS04	100.0%	Kontroller	Kontroller_mit_IOs
AS05	100.0%	Kontroller	Kontroller_ohne_IOs
AS06	100.0%	Kontroller	Kontroller_ohne_IOs
AS07	100.0%	Kontroller	Kontroller_ohne_IOs
AS08	100.0%	Kontroller	Kontroller_ohne_IOs
AS09	100.0%	Kontroller	Kontroller_ohne_IOs
B01	100.0%	Sensor	Solarstrahlungsmessung
B08	100.0%	Sensor	Lufttemperaturmessung
B09	100.0%	Sensor	Multisensor
B10	100.0%	Sensor	Fensterüberwachung
B11	100.0%	Sensor	Multisensor
B12	100.0%	Bedienung_Anzeige	Raumbediengerät
B13	100.0%	Sensor	Multisensor
B14	100.0%	Sensor	Multisensor
B16	100.0%	Sensor	Taupunktüberwachung
B17	100.0%	Bedienung_Anzeige	Raumbediengerät
B18	100.0%	Sensor	Multisensor
B19	100.0%	Sensor	Multisensor
B20	100.0%	Sensor	Taupunktüberwachung
B21	100.0%	Sensor	Lufttemperaturmessung
B22	100.0%	Sensor	Multisensor
B23	100.0%	Sensor	Taupunktüberwachung
EVG01	StandbyPlus	Betriebsgerät	EVG Dali
EVG02	StandbyPlus	Betriebsgerät	EVG Dali
EVG03	StandbyPlus	Betriebsgerät	EVG Dali
EVG04	StandbyPlus	Betriebsgerät	EVG Dali
EVG05	StandbyPlus	Betriebsgerät	EVG Dali
EVG06	StandbyPlus	Betriebsgerät	EVG Dali
G01		Management	-
K01	100.0%	Management	-
K02	100.0%	Netzwerk	Router
K03	100.0%	Netzwerk	Switch
K04	100.0%	Sensor	Multisensor
K05	100.0%	Netzwerk	Switch
K06	100.0%	Netzwerk	Switch
K07	100.0%	Netzwerk	Switch
K08	100.0%	Sensor	Multisensor
LED01	0.0%	Leuchtmittel	LED dimmbar
LED02	0.0%	Leuchtmittel	LED dimmbar
LED03	0.0%	Leuchtmittel	LED dimmbar
LED04	0.0%	Leuchtmittel	LED dimmbar
LED05	0.0%	Leuchtmittel	LED dimmbar
LED06	0.0%	Leuchtmittel	LED dimmbar
M01	StandbyPlus	Aktor	Sonnenschutzaktor
M02	StandbyPlus	Aktor	Sonnenschutzaktor
M03	100.0%	Aktor	Ventilator
P01	100.0%	Management	-
P02	100.0%	Management	-
P03	100.0%	Management	-
P04	100.0%	Management	-
P05	100.0%	Bedienung_Anzeige	Touchpanel
P06	100.0%	Bedienung_Anzeige	Raumbediengerät
P07	100.0%	Bedienung_Anzeige	Raumbediengerät
P08	100.0%	Kontroller	24 VDC
P09	100.0%	Kontroller	24 VDC
Sp01		Speisung	24 VDC
Sp02		Speisung	24 VAC
Sp03		Speisung	24 VAC
Sp04		Speisung	24 VAC
Sp05		Speisung	24 VAC
Sp06		Speisung	24 VAC
Sp07		Speisung	24 VAC
Sp08		Speisung	24 VDC
Sp09	100.0%	Input_Modul	24 VDC
SpM01		Speisung	24 VAC
SpM02	100.0%	Speisung	24 VAC
SpM03		Speisung	24 VAC
Y01	100.0%	Aktor	Stellantrieb thermisch
Y02	100.0%	Aktor	Stellantrieb thermisch
Y03	100.0%	Aktor	Stellantrieb thermisch
Y04	100.0%	Aktor	Stellantrieb thermisch
Y05	100.0%	Aktor	Stellantrieb thermisch
Y06	100.0%	Aktor	Klappenantrieb VAV
Y07	100.0%	Aktor	Stellantrieb thermisch
Y08	100.0%	Aktor	Klappenantrieb VAV

Tabelle 47: Bau 2, Fall «ideal»,  
Klassierungsangaben, ohne Gewerkszuteilung

Referenz	Gewerk (berechneter Wert)					Gewerk (Eingabewert)				
	Heizung	Kühlung	Lüftung	Beleuchtung	Beschattung	Heizung	Kühlung	Lüftung	Beleuchtung	Beschattung
AM01	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%					
AM02	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%
AM03	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%
AM04	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%					
AM05	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%
AM06	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%					
AM07	50.0%	0.0%	50.0%	0.0%	0.0%					
AM09	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%
AM10	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%
AS01	25.0%	25.0%	0.0%	25.0%	25.0%	25.0%	25.0%	0.0%	25.0%	25.0%
AS02	25.0%	25.0%	0.0%	25.0%	25.0%	25.0%	25.0%	0.0%	25.0%	25.0%
AS03	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%
AS04	0.0%	100.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%	0.0%	0.0%	0.0%
AS05	21.1%	21.1%	15.7%	21.1%	21.1%	33.3%	33.3%	0.0%	0.0%	33.3%
AS06	46.5%	3.4%	43.1%	3.4%	3.4%	25.0%	25.0%	25.0%	0.0%	25.0%
AS07	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%
AS08	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%
AS09	0.0%	0.0%	100.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%	0.0%	0.0%
B01	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%
B08	25.0%	25.0%	0.0%	25.0%	25.0%	25.0%	25.0%	0.0%	25.0%	25.0%
B09	25.0%	25.0%	0.0%	25.0%	25.0%	25.0%	25.0%	0.0%	25.0%	25.0%
B10	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%
B11	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%
B12	25.0%	25.0%	0.0%	25.0%	25.0%	25.0%	25.0%	0.0%	25.0%	25.0%
B13	25.0%	25.0%	0.0%	25.0%	25.0%	25.0%	25.0%	0.0%	25.0%	25.0%
B14	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%
B16	0.0%	100.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%	0.0%	0.0%	0.0%
B17	25.0%	25.0%	0.0%	25.0%	25.0%	25.0%	25.0%	0.0%	25.0%	25.0%
B18	25.0%	25.0%	0.0%	25.0%	25.0%	25.0%	25.0%	0.0%	25.0%	25.0%
B19	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%
B20	0.0%	100.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%	0.0%	0.0%	0.0%
B21	25.0%	25.0%	0.0%	25.0%	25.0%	25.0%	25.0%	0.0%	25.0%	25.0%
B22	33.0%	33.0%	34.0%	0.0%	0.0%	33.0%	33.0%	34.0%	0.0%	0.0%
B23	0.0%	100.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%	0.0%	0.0%	0.0%
EVG01	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%	0.0%
EVG02	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%	0.0%
EVG03	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%	0.0%
EVG04	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%	0.0%
EVG05	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%	0.0%
EVG06	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%	0.0%
G01	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%
K01	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%
K02	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%
K03	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%
K04	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%
K05	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%
K06	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%
K07	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%
K08	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%
LED01	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%	0.0%
LED02	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%	0.0%
LED03	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%	0.0%
LED04	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%	0.0%
LED05	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%	0.0%
LED06	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%	0.0%
M01	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%
M02	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%
M03	50.0%	0.0%	50.0%	0.0%	0.0%	50.0%	0.0%	50.0%	0.0%	0.0%
P01	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%
P02	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%
P03	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%
P04	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%
P05	25.0%	25.0%	0.0%	25.0%	25.0%	25.0%	25.0%	0.0%	25.0%	25.0%
P06	25.0%	25.0%	0.0%	25.0%	25.0%	25.0%	25.0%	0.0%	25.0%	25.0%
P07	25.0%	25.0%	0.0%	25.0%	25.0%	25.0%	25.0%	0.0%	25.0%	25.0%
P08	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%
P09	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%
Sp01	25.0%	25.0%	0.0%	25.0%	25.0%					
Sp02	20.1%	20.1%	11.7%	20.1%	28.1%					
Sp03	22.9%	22.9%	8.4%	22.9%	22.9%					
Sp04	4.6%	15.4%	13.2%	13.9%	13.9%					
Sp05	36.7%	25.0%	33.0%	2.6%	2.6%					
Sp06	14.3%	38.3%	18.9%	14.3%	14.3%					
Sp07	14.9%	36.7%	18.6%	14.9%	14.9%					
Sp08	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%					
Sp09	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%
SpM01	10.9%	10.9%	10.9%	10.9%	58.5%					
SpM02	22.8%	22.8%	8.9%	22.8%	22.8%	0.0%	100.0%	0.0%	0.0%	0.0%
SpM03	23.5%	23.5%	11.0%	21.0%	21.0%					
Y01	0.0%	100.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Y02	100.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Y03	100.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Y04	0.0%	100.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Y05	0.0%	100.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Y06	0.0%	0.0%	100.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%	0.0%	0.0%
Y07	0.0%	100.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Y08	0.0%	0.0%	100.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%	0.0%	0.0%

Tabelle 48: Bau 2, Fall «ideal», Gewerkszuteilung

Referenz	Zeitangaben		Nominalbetriebspunkt [W]	Wirkungs- grad bei Nominal- leistung [%]	Interne Leistungsaufnahme ..			
	Komp.	Weitere Spei- sungen Anteil-on			von Hauptspeisung	von weiteren Sp.	Aktiver Betrieb	Standby- Betrieb
	Anteil-on	Anteil-on			[W]	[W]	[W]	[W]
AM01	100	0	0	0	0.864	0.864		
AM02	100	0	0	0	1.32			
AM03	100	100	0	0	0.25		0.01	
AM04	100	100	0	0	0.63106	0.63106	0.01	0.01
AM05	100	0	0	0	0.88636	0.88636		
AM06	100	100	0	0	1	1	0.03	
AM07	100	0	0	0	0.84101	0.84101		
AM09	100	0	0	0	0.984	0.984		
AM10	100	0	0	0	0.8688	0.8688		
AS01	100	0	0	0	5			
AS02	100	0	0	0	5			
AS03	100	0	0	0	5			
AS04	100	0	0	0	5			
AS05	100	0	0	0	5			
AS06	100	0	0	0	5			
AS07	100	0	0	0	5			
AS08	100	0	0	0	5			
AS09	100	0	0	0	5			
B01	100	0	0	0	0.25			
B08	100	0	0	0	0.05			
B09	100	0	0	0	0.1			
B10	100	0	0	0	0			
B11	100	0	0	0	0.25			
B12	1	0	0	0	0.24	0.1		
B13	100	0	0	0	0.1			
B14	100	0	0	0	0.25			
B16	100	0	0	0	0			
B17	1	0	0	0	0.24	0.1		
B18	100	0	0	0	0.1			
B19	100	0	0	0	0.25			
B20	100	0	0	0	0			
B21	100	0	0	0	0.05			
B22	100	0	0	0	0.25			
B23	100	0	0	0	0			
EVG01	6.38	100	14.9	82.1	0.1	0.1	0.01	0.01
EVG02	6.38	100	14.9	82.1	0.1	0.1	0.01	0.01
EVG03	6.38	100	14.9	82.1	0.1	0.1	0.01	0.01
EVG04	6.38	100	14.9	82.1	0.1	0.1	0.01	0.01
EVG05	6.38	100	14.9	82.1	0.1	0.1	0.01	0.01
EVG06	6.38	100	14.9	82.1	0.1	0.1	0.01	0.01
G01	100	0	0	0	25			
K01	100	0	0	0	101.5			
K02	100	0	0	0	2			
K03	100	0	0	0	2			
K04	100	0	0	0	0.12			
K05	100	0	0	0	2			
K06	100	0	0	0	2			
K07	100	0	0	0	2			
K08	100	0	0	0	0.12			
LED01	6.38	0	0	0	13.766	0		
LED02	6.38	0	0	0	13.766	0		
LED03	6.38	0	0	0	13.766	0		
LED04	6.38	0	0	0	13.766	0		
LED05	6.38	0	0	0	13.766	0		
LED06	6.38	0	0					

Referenz	GA-Verbrauch jährlich...			
	total [kWh]	total [%]	pro Gerät [kWh]	flächenbezogen [kWh/m²]
AM01	7.569	0,0%	7.569	0,001
AM02	11.563	0,1%	11.563	0,001
AM03	2.278	0,0%	2.278	0,000
AM04	0,000	0,0%	0,000	0,000
AM05	683.280	3,0%	7.765	0,055
AM06	0,000	0,0%	0,000	0,000
AM07	1046.154	4,7%	7.367	0,084
AM09	8.620	0,0%	8.620	0,001
AM10	38.053	0,2%	7.611	0,003
AS01	43.800	0,2%	43.800	0,004
AS02	219.000	1,0%	43.800	0,018
AS03	43.800	0,2%	43.800	0,004
AS04	87.688	0,4%	43.844	0,007
AS05	3167.926	14,1%	35.999	0,254
AS06	4033.562	16,0%	54.508	0,323
AS07	39.341	0,2%	39.341	0,003
AS08	193.670	0,9%	48.418	0,015
AS09	177.062	0,8%	44.265	0,014
B01	2.190	0,0%	2.190	0,000
B08	32.850	0,1%	0.438	0,003
B09	367.920	1,6%	0.876	0,029
B10	0,000	0,0%	0,000	0,000
B11	4.380	0,0%	2.190	0,000
B12	9.771	0,0%	0.888	0,001
B13	7.884	0,0%	0.876	0,001
B14	13.140	0,1%	2.190	0,001
B16	0,000	0,0%	0,000	0,000
B17	25.760	0,1%	0.888	0,002
B18	31.536	0,1%	0.876	0,003
B19	45.990	0,2%	2.190	0,004
B20	0,000	0,0%	0,000	0,000
B21	1.314	0,0%	0.438	0,000
B22	8.760	0,0%	2.190	0,001
B23	0,000	0,0%	0,000	0,000
EVG01	77.155	0,3%	0.908	0,006
EVG02	17.247	0,1%	0.908	0,001
EVG03	110.741	0,5%	0.908	0,009
EVG04	1868.977	8,3%	0.908	0,150
EVG05	1.815	0,0%	0.908	0,000
EVG06	12.708	0,1%	0.908	0,001
G01	157.377	0,7%	219.000	0,013
K01	638.950	2,8%	889.140	0,051
K02	12.590	0,1%	17.520	0,001
K03	12.590	0,1%	17.520	0,001
K04	0,000	0,0%	0,000	0,000
K05	87.600	0,4%	17.520	0,007
K06	70.080	0,3%	17.520	0,006
K07	17.520	0,1%	17.520	0,001
K08	0,000	0,0%	0,000	0,000
LED01	0,000	0,0%	0,000	0,000
LED02	0,000	0,0%	0,000	0,000
LED03	0,000	0,0%	0,000	0,000
LED04	0,000	0,0%	0,000	0,000
LED05	0,000	0,0%	0,000	0,000
LED06	0,000	0,0%	0,000	0,000
M01	0,000	0,0%	0,000	0,000
M02	0,000	0,0%	0,000	0,000
M03	1474.672	6,6%	35.968	0,118
P01	2.024	0,0%	2.816	0,000
P02	0,000	0,0%	0,000	0,000
P03	2.816	0,0%	2.816	0,000
P04	284.700	1,3%	284.700	0,023
P05	47.952	0,2%	1.410	0,004
P06	201.830	0,9%	2.102	0,016
P07	10.512	0,0%	2.102	0,001
P08	43.800	0,2%	43.800	0,004
P09	43.800	0,2%	43.800	0,004
Sp01	67.710	0,3%	1.991	0,005
Sp02	10.292	0,0%	5.146	0,001
Sp03	28.284	0,1%	5.657	0,002
Sp04	917.652	4,1%	9.974	0,073
Sp05	1278.941	5,7%	17.283	0,102
Sp06	11.380	0,1%	11.380	0,001
Sp07	50.647	0,2%	12.662	0,004
Sp08	7.074	0,0%	7.074	0,001
Sp09	22.021	0,1%	22.021	0,002
SpM01	1.840	0,0%	1.840	0,000
SpM02	6.815	0,0%	6.815	0,001
SpM03	24.221	0,1%	6.055	0,002
Y01	9.846	0,0%	2.462	0,001
Y02	1989.615	8,9%	3.460	0,159
Y03	103.806	0,5%	3.460	0,008
Y04	2200.635	9,8%	2.462	0,176
Y05	19.692	0,1%	2.462	0,002
Y06	9.799	0,0%	1.400	0,001
Y07	81.231	0,4%	2.462	0,007
Y08	34.996	0,2%	1.400	0,003
Total	22428.815	100,0%	2214.943	1.795

Tabelle 50: Bau 2, Fall «ideal»,  
GA-Verbrauch [kWh]

Referenz	Nicht-GA-Verbrauch jährlich...			
	total [kWh]	total [%]	pro Gerät [kWh]	flächenbezogen [kWh/m²]
AM01	0,000	0,0%	0,000	0,000
AM02	0,000	0,0%	0,000	0,000
AM03	0,000	0,0%	0,000	0,000
AM04	3054.927	10,8%	5.616	0,244
AM05	0,000	0,0%	0,000	0,000
AM06	252.638	0,9%	9.023	0,020
AM07	0,000	0,0%	0,000	0,000
AM09	0,000	0,0%	0,000	0,000
AM10	0,000	0,0%	0,000	0,000
AS01	0,000	0,0%	0,000	0,000
AS02	0,000	0,0%	0,000	0,000
AS03	0,000	0,0%	0,000	0,000
AS04	0,000	0,0%	0,000	0,000
AS05	161.378	0,6%	1.834	0,013
AS06	9.277	0,0%	0.125	0,001
AS07	39.341	0,0%	0,000	0,000
AS08	0,000	0,0%	0,000	0,000
AS09	177.062	0,3%	0,000	0,000
B01	0,000	0,0%	0,000	0,000
B08	0,000	0,0%	0,000	0,000
B09	0,000	0,0%	0,000	0,000
B10	0,000	0,0%	0,000	0,000
B11	0,000	0,0%	0,000	0,000
B12	0,000	0,0%	0,000	0,000
B13	0,000	0,0%	0,000	0,000
B14	0,000	0,0%	0,000	0,000
B16	0,000	0,0%	0,000	0,000
B17	0,000	0,0%	0,000	0,000
B18	0,000	0,0%	0,000	0,000
B19	0,000	0,0%	0,000	0,000
B20	0,000	0,0%	0,000	0,000
B21	0,000	0,0%	0,000	0,000
B22	0,000	0,0%	0,000	0,000
B23	0,000	0,0%	0,000	0,000
EVG01	142.845	0,5%	1.681	0,011
EVG02	31.930	0,1%	1.681	0,003
EVG03	205.025	0,7%	1.681	0,016
EVG04	3460.217	12,3%	1.681	0,277
EVG05	3.361	0,0%	1.681	0,000
EVG06	23.527	0,1%	1.681	0,002
G01	0,000	0,0%	0,000	0,000
K01	0,000	0,0%	0,000	0,000
K02	0,000	0,0%	0,000	0,000
K03	0,000	0,0%	0,000	0,000
K04	0,000	0,0%	0,000	0,000
K05	0,000	0,0%	0,000	0,000
K06	0,000	0,0%	0,000	0,000
K07	0,000	0,0%	0,000	0,000
K08	0,000	0,0%	0,000	0,000
LED01	653.960	2,3%	7.694	0,052
LED02	146.179	0,5%	7.694	0,012
LED03	938.626	3,3%	7.694	0,075
LED04	15841.230	56,1%	7.694	1,268
LED05	15.387	0,1%	7.694	0,001
LED06	107.711	0,4%	7.694	0,009
M01	2991.978	10,6%	2.891	0,239
M02	156.103	0,6%	2.891	0,012
M03	0,000	0,0%	0,000	0,000
P01	0,000	0,0%	0,000	0,000
P02	0,000	0,0%	0,000	0,000
P03	0,000	0,0%	0,000	0,000
P04	0,000	0,0%	0,000	0,000
P05	0,000	0,0%	0,000	0,000
P06	0,000	0,0%	0,000	0,000
P07	0,000	0,0%	0,000	0,000
P08	0,000	0,0%	0,000	0,000
P09	0,000	0,0%	0,000	0,000
Sp01	0,000	0,0%	0,000	0,000
Sp02	0,000	0,0%	0,000	0,000
Sp03	0,000	0,0%	0,000	0,000
Sp04	30.329	0,1%	0.330	0,002
Sp05	2.250	0,0%	0,030	0,000
Sp06	0,000	0,0%	0,000	0,000
Sp07	0,000	0,0%	0,000	0,000
Sp08	0,000	0,0%	0,000	0,000
Sp09	0,000	0,0%	0,000	0,000
SpM01	0,000	0,0%	0,000	0,000
SpM02	0,000	0,0%	0,000	0,000
SpM03	0,000	0,0%	0,000	0,000
Y01	0,000	0,0%	0,000	0,000
Y02	0,000	0,0%	0,000	0,000
Y03	0,000	0,0%	0,000	0,000
Y04	0,000	0,0%	0,000	0,000
Y05	0,000	0,0%	0,000	0,000
Y06	0,000	0,0%	0,000	0,000
Y07	0,000	0,0%	0,000	0,000
Y08	0,000	0,0%	0,000	0,000
Total	28228.884	100,0%	78.984	2.259

Tabelle 51: Bau 2, Fall «ideal»,  
nGA-Verbrauch [kWh]

Referenz	GT-Verbrauch jährlich...			
	total [kWh]	total [%]	pro Gerät [kWh]	flächenbezogen [kWh/m²]
AM01	7.569	0,0%	7.569	0,001
AM02	11.563	0,0%	11.563	0,001
AM03	2.278	0,0%	2.278	0,000
AM04	3054.927	6,0%	5.616	0,244
AM05	683.280	1,3%	7.765	0,055
AM06	252.638	0,5%	9.023	0,020
AM07	1046.154	2,1%	7.367	0,084
AM09	8.620	0,0%	8.620	0,001
AM10	38.053	0,1%	7.611	0,003
AS01	43.800	0,1%	43.800	0,004
AS02	219.000	0,4%	43.800	0,018
AS03	43.800	0,1%	43.800	0,004
AS04	87.688	0,2%	43.844	0,007
AS05	3329.304	6,6%	37.933	0,266
AS06	4042.840	8,0%	54.633	0,324
AS07	39.341	0,1%	39.341	0,003
AS08	193.670	0,4%	48.418	0,015
AS09	177.062	0,3%	44.265	0,014
B01	2.190	0,0%	2.190	0,000
B08	32.850	0,1%	0.438	0,003
B09	367.920	0,7%	0.876	0,029
B10	0,000	0,0%	0,000	0,000
B11	4.380	0,0%	2.190	0,000
B12	9.771	0,0%	0.888	0,001
B13	7.884	0,0%	0.876	0,001
B14	13.140	0,0%	2.190	0,001
B16	0,000	0,0%	0,000	0,000
B17	25.760	0,1%	0.888	0,002
B18	31.536	0,1%	0.876	0,003
B19	45.990	0,1%	2.190	0,004
B20	0,000	0,0%	0,000	0,000
B21	1.314	0,0%	0.438	0,000
B22	8.760	0,0%	2.190	0,001
B23	0,000	0,0%	0,000	0,000
EVG01	220.001	0,4%	2.588	0,018
EVG02	49.177	0,1%	2.588	0,004
EVG03	315.766	0,6%	2.588	0,025
EVG04	5329.198	10,5%	2.588	0,426
EVG05	5.176	0,0%	2.588	0,000
EVG06	36.235	0,1%	2.588	0,003
G01	157.377	0,3%	219.000	0,013
K01	638.950	1,3%	889.140	0,051
K02	12.590	0,0%	17.520	0,001
K03	12.590	0,0%	17.520	0,001
K04	1.051	0,0%	1.051	0,000
K05	87.600	0,2%	17.520	0,007
K06	70.080	0,1%	17.520	0,006
K07	17.520	0,0%	17.520	0,001
K08	3.154	0,0%	1.051	0,000
LED01	653.960	1,3%	7.694	0,052
LED02	146.179	0,3%	7.694	0,012
LED03	938.626	1,9%	7.694	0,075
LED04	15841.230			

Hauptart	GA-Verbrauch jährlich [kWh/m²] ...																	Anteil Speisung [%]	
	ohne Speisung										mit Speisung						total		
	Heizung ohne Speisung	Heizung Speisung	Kühlung ohne Speisung	Kühlung Speisung	Lüftung ohne Speisung	Lüftung Speisung	Beleuchtung ohne Speisung	Beleuchtung Speisung	Beschattung ohne Speisung	Beschattung Speisung	Heizung	Kühlung	Lüftung	Beleuchtung	Beschattung	Gewerke ohne Speisung	Gewerke Speisung		Gewerke inkl. Speisung
Aktor	0.227	0.023	0.185	0.019	0.063	0.006	0.000	0.000	0.000	0.000	0.249	0.204	0.069	0.000	0.000	0.474	0.048	0.522	9%
Bedienung_Anzeige	0.006	0.002	0.006	0.002	0.000	0.000	0.006	0.002	0.006	0.002	0.007	0.007	0.000	0.007	0.007	0.024	0.006	0.030	20%
Betriebsgerät	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.167	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.167	0.000	0.167	0.000	0.167	0%
Input_Modul	0.054	0.000	0.012	0.000	0.054	0.000	0.012	0.000	0.014	0.000	0.054	0.012	0.054	0.012	0.014	0.145	0.000	0.145	0%
Kontrolller	0.214	0.045	0.082	0.017	0.198	0.041	0.079	0.016	0.259	0.099	0.240	0.091	0.095	0.649	0.135	0.784	0.135	0.784	17%
Leuchtmittel	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0%
Management	0.017	0.000	0.017	0.000	0.017	0.000	0.017	0.000	0.017	0.000	0.017	0.017	0.017	0.017	0.017	0.087	0.000	0.087	0%
Netzwerk	0.003	0.000	0.003	0.000	0.003	0.000	0.003	0.000	0.003	0.000	0.003	0.003	0.003	0.003	0.016	0.001	0.017	0.017	6%
Output_Modul	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0%
Sensor	0.010	0.000	0.010	0.000	0.001	0.000	0.010	0.000	0.010	0.000	0.011	0.011	0.001	0.010	0.011	0.041	0.002	0.043	4%
Total	0.531	0.070	0.315	0.038	0.336	0.048	0.290	0.018	0.129	0.019	0.601	0.353	0.385	0.308	0.148	1.602	0.192	1.795	71%

Tabelle 53: Bau 2, Fall «ideal», GA-Verbrauch [kWh], klassiert

Hauptart	Nicht-GA-Verbrauch jährlich [kWh/m²] ...																	Anteil Speisung [%]	
	ohne Speisung										mit Speisung						total		
	Heizung ohne Speisung	Heizung Speisung	Kühlung ohne Speisung	Kühlung Speisung	Lüftung ohne Speisung	Lüftung Speisung	Beleuchtung ohne Speisung	Beleuchtung Speisung	Beschattung ohne Speisung	Beschattung Speisung	Heizung	Kühlung	Lüftung	Beleuchtung	Beschattung	Gewerke ohne Speisung	Gewerke Speisung		Gewerke inkl. Speisung
Aktor	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.252	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.252	0.252	0.000	0.252	0%
Bedienung_Anzeige	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0%
Betriebsgerät	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.309	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.309	0.000	0.309	0.000	0.309	0%
Input_Modul	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0%
Kontrolller	0.003	0.001	0.003	0.001	0.002	0.000	0.003	0.001	0.003	0.001	0.004	0.003	0.003	0.003	0.003	0.014	0.003	0.016	16%
Leuchtmittel	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.417	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.417	0.000	1.417	0.000	1.417	0%
Management	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0%
Netzwerk	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0%
Output_Modul	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.265	0.000	0.000	0.000	0.000	0.265	0.265	0.000	0.265	0.265	0%
Sensor	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	12%
Total	0.003	0.001	0.003	0.001	0.002	0.000	1.729	0.001	0.519	0.001	0.004	0.003	0.003	1.730	0.520	2.257	0.003	2.259	0%

Tabelle 54: Bau 2, Fall «ideal», nGA-Verbrauch [kWh], klassiert

Hauptart	GT-Verbrauch jährlich [kWh/m²] ...																	Anteil Speisung [%]	
	ohne Speisung										mit Speisung						total		
	Heizung ohne Speisung	Heizung Speisung	Kühlung ohne Speisung	Kühlung Speisung	Lüftung ohne Speisung	Lüftung Speisung	Beleuchtung ohne Speisung	Beleuchtung Speisung	Beschattung ohne Speisung	Beschattung Speisung	Heizung	Kühlung	Lüftung	Beleuchtung	Beschattung	Gewerke ohne Speisung	Gewerke Speisung		Gewerke inkl. Speisung
Aktor	0.227	0.015	0.185	0.012	0.063	0.004	0.000	0.000	0.252	0.017	0.242	0.197	0.067	0.000	0.269	0.726	0.048	0.774	6%
Bedienung_Anzeige	0.006	0.002	0.006	0.002	0.000	0.000	0.006	0.002	0.006	0.002	0.007	0.007	0.000	0.007	0.007	0.024	0.006	0.030	20%
Betriebsgerät	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.477	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.477	0.000	0.477	0.000	0.477	0%
Input_Modul	0.054	0.000	0.012	0.000	0.054	0.000	0.012	0.000	0.014	0.000	0.054	0.012	0.054	0.012	0.014	0.145	0.000	0.145	0%
Kontrolller	0.217	0.045	0.085	0.018	0.201	0.042	0.078	0.016	0.081	0.017	0.263	0.103	0.243	0.094	0.098	0.662	0.138	0.800	17%
Leuchtmittel	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.417	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.417	0.000	1.417	0.000	1.417	0%
Management	0.017	0.000	0.017	0.000	0.017	0.000	0.017	0.000	0.017	0.000	0.017	0.017	0.017	0.017	0.017	0.087	0.000	0.087	0%
Netzwerk	0.003	0.000	0.003	0.000	0.003	0.000	0.003	0.000	0.003	0.000	0.003	0.003	0.003	0.003	0.016	0.001	0.017	0.017	6%
Output_Modul	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.265	0.000	0.000	0.000	0.000	0.265	0.265	0.000	0.265	0.265	0%
Sensor	0.010	0.000	0.010	0.000	0.001	0.000	0.010	0.000	0.010	0.000	0.011	0.011	0.001	0.010	0.011	0.042	0.002	0.044	4%
Total	0.534	0.062	0.318	0.032	0.339	0.046	2.019	0.018	0.649	0.036	0.597	0.350	0.385	2.038	0.684	3.859	0.195	4.054	5%

Tabelle 55: Bau 2, Fall «ideal», GT-Verbrauch [kWh], klassiert

Komponente	Auslastung [%]
EV G01	92.39
EV G02	92.39
EV G03	92.39
EV G04	92.39
EV G05	92.39
EV G06	92.39
Sp01	0.54
Sp02	2.39
Sp03	3.44
Sp04	12.87
Sp05	14.86
Sp06	9.19
Sp07	10.42
Sp08	5.21
Sp09	5.21
SpM02	23.67
SpM03	43.30

Tabelle 56: Bau 2, Fall «ideal», Auslastung

## 11.6 Bau 3: Ein- und Ausgaben, Fall «realisiert»

Referenz	Anzahl	Bezeichnung	Hersteller	Typenbezeichnung
Akt01	31	Schaltfaktor 8fach	Jung	2308.16 REG C HM
Akt03	30	Jalousieaktor 6fach	Griesser	MSX-6
AM01	5	IO-Modul Modbus (nur AOs genutzt)	iSMA	iSMA-B-4U-4A
AS01	160	Einzelraumregler Modbus	iSMA	iSMA-B-FCU-HH
BiE01	13	Binäreingang 6fach	Jung	2126 REG
Gat01	12	Dali Gateway 1fach	Jung	2098 REG HE
IPR01	1	IP Router	Jung	IPR 100 REG
KT01	150	Klimatruhen	Rhoss	Yardy-I EV3 XP 24
KT02	20	Klimatruhen	Rhoss	Yardy-I EV3 XP 30
LF01	6	Luftqualitätsfühler	Sensortec	RAQ-100-E
LK01	13	Bereichs-/ Linienkoppler	Jung	2142 REG
M01	228	Storenmotor	unbekannt	unbekannt
MeI01	101	Bewegungsmelder	EsyLux	Diverse
MeI02	160	Hotelcard-Reader	Feller	4780.FMI.61
Mod01	1	Eingangsmodule Sonnenschutz	Griesser	FS-41
Mod02	8	Sonnenschutzzentrale (32 Sektoren)	Griesser	FMX-32IH
RT01	6	Raumtemperaturfühler	Sensortec	RFE07 P-MB
RT02	165	Raumtemperaturfühler	Sensortec	RFE07 PTL-S5-MB
RT03	8	Raumtemperaturfühler	Sensortec	RFE07-MB
RV01	12	Volumenstromregler	Trox	BC0
RV02	320	Volumenstromregler	Belimo	LMV-D3-MP
RV03	160	Volumenstromregler	Belimo	CMV-100-MP
Sp01	14	Spannungsversorgung 640mA	Jung	2001 REG
SpDali	10	Busspeisung Dali	unbekannt	unbekannt
SpNt	1	Netzteil	Griesser	SPE-24
SpV	160	Spannungsversorgung 24V	unbekannt	unbekannt
StA01	181	Stellantrieb	Danfoss	AME 110 NL
StA02	31	Stellantrieb	Siemens	STA63
StA03	335	Stellantrieb	Siemens	STA73
T01	216	Einbau-Downlight, LED, 678lm	Zumtobel	Panos Infinity H (60817416)
T02	76	Einbau-Downlight, LED, 1448lm	Zumtobel	Panos Infinity (60816492)
T03	36	Einbau-Downlight, LED, 1870lm	Zumtobel	Panos Infinity (60816492)
T04	50	Einbau-Downlight, LED, 2516lm	Zumtobel	Panos Infinity (60816564)
T05	1445	Einbau-Downlight, LED, 350lm	Regent	Einbau-Downlight Tekla LED (2750W.M05DA)
T06	17	Einbau-Deckenleuchte, LED, 4700lm	Zumtobel	Light Fields (42182612)
T08	39	Systemleuchte für Tragschiene LED, 5220lm	Zumtobel	Zumtobel Basic LED Lichtbandleuchte (42182821)
T09	44	Systemleuchte für Tragschiene LED, 2350lm	Regent	System-Lichtleiste FLOW LED
T10	4	Systemleuchte inkl. Tragschiene, 5880lm	Regent	Decken- und Wandanbau FLOW LED
T13	4	Aufbau-Wandleuchte LED, 1200lm	Ribag	Spina LED
T18	1	Aufbau-Wandleuchte LED, 4850lm	Foscarini	Bahia wand
Tas01	5	Taster 1fach	Feller	4701-1-B.FMI.L.61
Tas02	195	Taster 2fach	Feller	4701-2-B.FMI.L.61
Ter01	1	Gateway Storenbus<->Ethernet	Griesser	GTS Terminal Server
Ter02	1	Bedienterminal	Griesser	BGT-AP
WF01	6	Windfühler	Griesser	WS200
WS01	1	Wetterstation	Griesser	EMX-8

Tabelle 57: Bau 3, Fall «realisiert», Geräte

Ebene	
1	2
Akt01	
Akt03	M01
AS01	
Gat01	
KT01	
KT02	
Mod01	
Mod02	
Sp01	BiE01
	IPR01
	LK01
	MeI01
	MeI02
	Tas01
	Tas02
	WS01
	Akt01 (Signal)
	Akt03 (Signal)
	Gat01 (Signal)
	LK01 (Signal)
	Mod02 (Signal)
	Ter01 (Signal)
SpDali	T01 (Signal)
	T02 (Signal)
	T03 (Signal)
	T04 (Signal)
	T06 (Signal)
	T08 (Signal)
	T09 (Signal)
	T10 (Signal)
	T18 (Signal)
SpNt	WF01
	AM01
	LF01
	RT01
	RT02
	RT03
SpV	RV01
	RV02
	RV03
	StA01
	StA02
	StA03
T01	
T02	
T03	
T04	
T05	
T06	
T08	
T09	
T10	
T13	
T18	
Ter01	
Ter02	

Tabelle 58: Bau 3, Fall «realisiert», Speisungsbaum

Referenz	GA-Zugehörigkeit	Komponentenart	
		Hauptart	Unterart
Akt01	100.0%	Output_Modul	-
Akt03	100.0%	Output_Modul	-
AM01	100.0%	Output_Modul	-
AS01	100.0%	Kontroller	Kontroller_mit_IOs
BiE01	100.0%	Input_Modul	-
Gat01	100.0%	Netzwerk	Gateway
IPR01	100.0%	Netzwerk	Router
KT01	StandbyPlus	Aktor	Ventilator
KT02	StandbyPlus	Aktor	Ventilator
LF01	100.0%	Sensor	Luftqualitätsmessung
LK01	100.0%	Netzwerk	Koppler
M01	StandbyPlus	Aktor	Stellantrieb_Sonnenschutz
Mel01	100.0%	Sensor	Präsenzerkennung
Mel02	100.0%	Sensor	Präsenzerkennung
Mod01	100.0%	Input_Modul	-
Mod02	100.0%	Kontroller	-
RT01	100.0%	Sensor	Lufttemperaturmessung
RT02	100.0%	Sensor	Lufttemperaturmessung
RT03	100.0%	Sensor	Lufttemperaturmessung
RV01	100.0%	Aktor	Klappenantrieb_VAV
RV02	100.0%	Aktor	Klappenantrieb_VAV
RV03	100.0%	Aktor	Klappenantrieb_VAV
Sp01	100.0%	Speisung	-
SpDali	100.0%	Speisung	16 VDC
SpNt	100.0%	Speisung	-
SpV	100.0%	Speisung	-
StA01	100.0%	Aktor	Stellantrieb_motorisch
StA02	100.0%	Aktor	Stellantrieb_thermisch
StA03	100.0%	Aktor	Stellantrieb_thermisch
T01	StandbyPlus	Leuchte_inklBG	LED dimmbar
T02	StandbyPlus	Leuchte_inklBG	LED dimmbar
T03	StandbyPlus	Leuchte_inklBG	LED dimmbar
T04	StandbyPlus	Leuchte_inklBG	LED dimmbar
T05	StandbyPlus	Leuchte_inklBG	LED konstant
T06	StandbyPlus	Leuchte_inklBG	LED dimmbar
T08	StandbyPlus	Leuchte_inklBG	LED dimmbar
T09	StandbyPlus	Leuchte_inklBG	LED dimmbar
T10	StandbyPlus	Leuchte_inklBG	LED dimmbar
T13	StandbyPlus	Leuchte_inklBG	LED konstant
T18	StandbyPlus	Leuchte_inklBG	LED dimmbar
Tas01	100.0%	Bedienung_Anzeige	Taster
Tas02	100.0%	Bedienung_Anzeige	Taster
Ter01	100.0%	Netzwerk	Gateway
Ter02	100.0%	Bedienung_Anzeige	Touchpanel
WF01	100.0%	Sensor	Windgeschwindigkeitsme
WS01	100.0%	Sensor	Multisensor

Tabelle 59: Bau 3, Fall «realisiert», Klassierungsangaben, ohne Gewerkszuteilung

Referenz	Gewerk (berechneter Wert)					Gewerk (Eingabewert)				
	Heizung	Kühlung	Lüftung	Beleuchtung	Beschattung	Heizung	Kühlung	Lüftung	Beleuchtung	Beschattung
Akt01				100.0%					100.0%	
Akt03	0.0%	0.0%	0.0%		100.0%					100.0%
AM01		100.0%					100.0%			
AS01	33.0%	33.0%	34.0%			33.0%	33.0%	34.0%		
BiE01	12.5%	12.5%	25.0%	25.0%	25.0%	12.5%	12.5%	25.0%	25.0%	25.0%
Gat01				100.0%					100.0%	
IPR01	12.5%	12.5%	25.0%	25.0%	25.0%	12.5%	12.5%	25.0%	25.0%	25.0%
KT01		100.0%					100.0%			
KT02		100.0%					100.0%			
LF01			100.0%					100.0%		
LK01	12.5%	12.5%	25.0%	25.0%	25.0%	12.5%	12.5%	25.0%	25.0%	25.0%
M01					100.0%					100.0%
Mel01				100.0%					100.0%	
Mel02				100.0%					100.0%	
Mod01					100.0%					100.0%
Mod02					100.0%					100.0%
RT01	50.0%	50.0%				50.0%	50.0%			
RT02	50.0%	50.0%				50.0%	50.0%			
RT03	50.0%	50.0%				50.0%	50.0%			
RV01			100.0%					100.0%		
RV02			100.0%					100.0%		
RV03			100.0%					100.0%		
Sp01	4.6%	4.6%	8.9%	56.4%	25.5%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%
SpDali	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%
SpNt	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%
SpV	12.8%	16.2%	71.0%	0.0%	0.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%
StA01		100.0%					100.0%			
StA02	100.0%					100.0%				
StA03	100.0%					100.0%				
T01				100.0%					100.0%	
T02				100.0%					100.0%	
T03				100.0%					100.0%	
T04				100.0%					100.0%	
T05				100.0%					100.0%	
T06				100.0%					100.0%	
T08				100.0%					100.0%	
T09				100.0%					100.0%	
T10				100.0%					100.0%	
T13				100.0%					100.0%	
T18				100.0%					100.0%	
Tas01				50.0%	50.0%				50.0%	50.0%
Tas02				50.0%	50.0%				50.0%	50.0%
Ter01					100.0%					100.0%
Ter02					100.0%					100.0%
WF01					100.0%					100.0%
WS01	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%

Tabelle 60: Bau 3, Fall «realisiert», Gewerkszuteilung

Referenz	Zeitangaben		Nominalbetriebspunkt		Interne Leistungsaufnahme ..				
	Komp.	Weitere Speisungen	Nominalleistung (Output)	Wirkungsgrad bei Nominalleistung	von Hauptspeisung		von weiteren Sp.		
		Anteil-on			Anteil-on	Aktiver Betrieb	Standby-Betrieb	Aktiver Betrieb	Standby-Betrieb
	[%]	[%]	[W]	[%]	[W]	[W]	[W]	[W]	
Akt01		26	100		0	8	1	0.24	0.24
Akt03		0.3	100		0	4.2	4.2	0.24	0.24
AM01		100	0		0	3			
AS01		100	0		0	7			
BiE01		100	0		0	3.6			
Gat01		100	100		0	3	0	0.15	0
IPR01		100	0		0	1.7			
KT01		50	0		0	25	0.5		
KT02		50	0		0	26	0.5		
LF01		100	0		0	1.6			
LK01		100	100		0	0.192	0	0.144	0
M01		0.3	0		0	100	0.1		
Mel01		100	0		0	0.144			
Mel02		100	0		0	0.2			
Mod01		100	0		0	6.9			
Mod02		100	100		0	6.9	0	0	0
RT01		100	0		0	0.096			
RT02		100	0		0	0.096			
RT03		100	0		0	0.096			
RV01		0.4	0		0	3.5	1		
RV02		0.4	0		0	2	1		
RV03		0.4	0		0	1.5	1		
Sp01		100	0	18.56	77.333	5.44			
SpDali		100	0	4	80	0.5			
SpNt		100	0	18	65	5			
SpV		100	0	100	80	2			
StA01		0.2	0		0	2	0.5		
StA02		15	0		0	1.5	0		
StA03		15	0		0	1.5	0		
T01		6.38	100		0	11	0.1	0.032	0.032
T02		6.38	100		0	16	0.1	0.032	0.032
T03		6.38	100		0	16	0.1	0.032	0.032
T04		6.38	100		0	23	0.1	0.032	0.032
T05		6.38	0		0	8	0		
T06		6.38	100		0	49	0.5	0.032	0.032
T08		6.38	100		0	40	0.15	0.032	0.032
T09		6.38	100		0	24	0.5	0.032	0.032
T10		6.38	100		0	69	0.5	0.032	0.032
T13		6.38	0		0	8	0		
T18		6.38	100		0	43	0.5	0.032	0.032
Tas01		100	0		0	0.25			
Tas02		100	0		0	0.25			
Ter01		100	100		0	6		0	0
Ter02		100	0		0	8	3		
WF01		100	0		0	0.252			
WS01		100	0		0	2.9			

Tabelle 61: Bau 3, Fall «realisiert», Zeit- und Leistungsangaben

Referenz	GA-Verbrauch jährlich ..			
	total [kWh]	total [%]	pro Gerät [kWh]	flächenbezogen [kWh/m²]
Akt01	830.974	3.2%	26.806	0.142
Akt03	291.051	1.1%	9.702	0.050
AM01	131.400	0.5%	26.280	0.022
AS01	9811.200	38.0%	61.320	0.678
BiE01	409.968	1.6%	31.536	0.070
Gat01	331.128	1.3%	27.594	0.057
IPR01	14.892	0.1%	14.892	0.003
KT01	328.500	1.3%	2.190	0.056
KT02	43.800	0.2%	2.190	0.007
LF01	84.096	0.3%	14.016	0.014
LK01	38.264	0.1%	2.943	0.007
M01	199.129	0.8%	0.873	0.034
Mel01	127.405	0.5%	1.261	0.022
Mel02	280.320	1.1%	1.752	0.048
Mod01	60.444	0.2%	60.444	0.010
Mod02	483.552	1.9%	60.444	0.083
RT01	5.046	0.0%	0.841	0.001
RT02	138.758	0.5%	0.841	0.024
RT03	6.728	0.0%	0.841	0.001
RV01	106.171	0.4%	8.848	0.018
RV02	2814.413	10.9%	8.795	0.481
RV03	1404.403	5.4%	8.778	0.240
Sp01	645.805	2.5%	46.129	0.110
SpDali	60.724	0.2%	6.072	0.010
SpNt	47.253	0.2%	47.253	0.008
SpV	4231.486	16.4%	26.447	0.724
StA01	797.537	3.1%	4.406	0.136
StA02	61.101	0.2%	1.971	0.010
StA03	660.285	2.6%	1.971	0.113
T01	237.693	0.9%	1.100	0.041
T02	83.633	0.3%	1.100	0.014
T03	39.616	0.2%	1.100	0.007
T04	55.022	0.2%	1.100	0.009
T05	0.000	0.0%	0.000	0.000
T06	74.475	0.3%	4.381	0.013
T08	58.909	0.2%	1.510	0.010
T09	192.759	0.7%	4.381	0.033
T10	17.524	0.1%	4.381	0.003
T13	0.000	0.0%	0.000	0.000
T18	4.381	0.0%	4.381	0.001
Tas01	10.950	0.0%	2.190	0.002
Tas02	427.050	1.7%	2.190	0.073
Ter01	52.560	0.2%	52.560	0.009
Ter02	70.080	0.3%	70.080	0.012
WF01	13.245	0.1%	2.208	0.002
WS01	25.404	0.1%	25.404	0.004
Total	25809.131	100.0%	685.503	4.413

Tabelle 62: Bau 3, Fall «realisiert», GA-Verbrauch [kWh]

Referenz	Nicht-GA-Verbrauch jährlich ..			
	total [kWh]	total [%]	pro Gerät [kWh]	flächenbezogen [kWh/m²]
Akt01	0.000	0.0%	0.000	0.000
Akt03	875.781	2.8%	29.193	0.150
AM01	0.000	0.0%	0.000	0.000
AS01	0.000	0.0%	0.000	0.000
BiE01	0.000	0.0%	0.000	0.000
Gat01	0.000	0.0%	0.000	0.000
IPR01	0.000	0.0%	0.000	0.000
KT01	16425.000	51.7%	109.500	2.808
KT02	2277.600	7.2%	113.880	0.389
LF01	0.000	0.0%	0.000	0.000
LK01	0.000	0.0%	0.000	0.000
M01	599.184	1.9%	2.628	0.102
Mel01	0.000	0.0%	0.000	0.000
Mel02	0.000	0.0%	0.000	0.000
Mod01	0.000	0.0%	0.000	0.000
Mod02	0.000	0.0%	0.000	0.000
RT01	0.000	0.0%	0.000	0.000
RT02	0.024	0.0%	0.000	0.000
RT03	0.000	0.0%	0.000	0.000
RV01	0.000	0.0%	0.000	0.000
RV02	0.000	0.0%	0.000	0.000
RV03	0.000	0.0%	0.000	0.000
Sp01	21.365	0.1%	1.526	0.004
SpDali	0.000	0.0%	0.000	0.000
SpNt	0.000	0.0%	0.000	0.000
SpV	0.000	0.0%	0.000	0.000
StA01	0.000	0.0%	0.000	0.000
StA02	0.000	0.0%	0.000	0.000
StA03	0.000	0.0%	0.000	0.000
T01	1327.918	4.2%	6.148	0.227
T02	679.608	2.1%	8.942	0.116
T03	321.919	1.0%	8.942	0.055
T04	642.721	2.0%	12.854	0.110
T05	6460.745	20.3%	4.471	1.105
T06	465.554	1.5%	27.386	0.080
T08	871.865	2.7%	22.356	0.149
T09	590.186	1.9%	13.413	0.101
T10	154.253	0.5%	38.563	0.026
T13	17.884	0.1%	4.471	0.003
T18	24.032	0.1%	24.032	0.004
Tas01	0.000	0.0%	0.000	0.000
Tas02	0.000	0.0%	0.000	0.000
Ter01	0.000	0.0%	0.000	0.000
Ter02	0.000	0.0%	0.000	0.000
WF01	0.000	0.0%	0.000	0.000
WS01	0.000	0.0%	0.000	0.000
Total	31755.616	100.0%	428.305	5.430

Tabelle 63: Bau 3, Fall «realisiert», nGA-Verbrauch [kWh]

Referenz	GT-Verbrauch jährlich ..			
	total [kWh]	total [%]	pro Gerät [kWh]	flächenbezogen [kWh/m²]
Akt01	830.974	1.4%	26.806	0.142
Akt03	1166.832	2.0%	38.894	0.200
AM01	131.400	0.2%	26.280	0.022
AS01	9811.200	7.0%	61.320	0.678
BiE01	409.968	0.7%	31.536	0.070
Gat01	331.128	0.6%	27.594	0.057
IPR01	14.892	0.0%	14.892	0.003
KT01	16753.500	29.1%	111.690	2.865
KT02	2321.400	4.0%	116.070	0.397
LF01	84.096	0.1%	14.016	0.014
LK01	38.264	0.1%	2.943	0.007
M01	798.313	1.4%	3.501	0.137
Mel01	127.405	0.2%	1.261	0.022
Mel02	280.320	0.5%	1.752	0.048
Mod01	60.444	0.1%	60.444	0.010
Mod02	483.552	0.8%	60.444	0.083
RT01	5.046	0.0%	0.841	0.001
RT02	138.758	0.2%	0.841	0.024
RT03	6.728	0.0%	0.841	0.001
RV01	106.171	0.2%	8.848	0.018
RV02	2814.413	4.9%	8.795	0.481
RV03	1404.403	2.4%	8.778	0.240
Sp01	667.170	1.2%	47.655	0.114
SpDali	60.724	0.1%	6.072	0.010
SpNt	47.253	0.1%	47.253	0.008
SpV	4231.486	7.4%	26.447	0.724
StA01	797.537	1.4%	4.406	0.136
StA02	61.101	0.1%	1.971	0.010
StA03	660.285	1.1%	1.971	0.113
T01	1565.611	2.7%	7.248	0.268
T02	763.241	1.3%	10.043	0.131
T03	361.535	0.6%	10.043	0.062
T04	697.743	1.2%	13.955	0.119
T05	6460.745	11.2%	4.471	1.105
T06	540.029	0.9%	31.766	0.092
T08	930.774	1.6%	23.866	0.159
T09	782.944	1.4%	17.794	0.134
T10	171.777	0.3%	42.944	0.029
T13	17.884	0.0%	4.471	0.003
T18	28.413	0.0%	28.413	0.005
Tas01	10.950	0.0%	2.190	0.002
Tas02	427.050	0.7%	2.190	0.073
Ter01	52.560	0.1%	52.560	0.009
Ter02	70.080	0.1%	70.080	0.012
WF01	13.245	0.0%	2.208	0.002
WS01	25.404	0.0%	25.404	0.004
Total	57564.747	100.0%	1113.808	9.843

Tabelle 64: Bau 3, Fall «realisiert», GT-Verbrauch [kWh]

Hauptart	GA-Verbrauch jährlich [kWh/m²] ...																											Anteil Speisung [%]
	ohne Speisung													mit Speisung										total				
	Heizung ohne Speisung	Heizung Speisung	Kühlung ohne Speisung	Kühlung Speisung	Lüftung ohne Speisung	Lüftung Speisung	Beleuchtung ohne Speisung	Beleuchtung Speisung	Beschattung ohne Speisung	Beschattung Speisung	Heizung	Kühlung	Lüftung	Beleuchtung	Beschattung	Gewerke ohne Speisung	Gewerke Speisung	Gewerke inkl. Speisung										
Aktor	0.123	0.077	0.200	0.124	0.740	0.459	0.000	0.000	0.034	0.021	0.200	0.324	1.199	0.000	0.055	1.097	0.681	1.778	36%									
Bedienung_Anzeige	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.037	0.015	0.049	0.019	0.000	0.000	0.052	0.069	0.087	0.034	0.121	26%									
Input_Modul	0.009	0.003	0.009	0.003	0.018	0.007	0.018	0.007	0.028	0.011	0.012	0.012	0.024	0.024	0.039	0.080	0.032	0.112	28%									
Kontrolller	0.554	0.000	0.554	0.000	0.570	0.000	0.000	0.000	0.083	0.000	0.554	0.554	0.570	0.000	0.083	1.760	0.000	1.760	0%									
Leuchte_inklIBG	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.131	0.010	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.141	0.000	0.131	0.010	0.141	7%									
Netzwerk	0.001	0.000	0.001	0.000	0.002	0.000	0.059	0.004	0.011	0.001	0.001	0.001	0.002	0.063	0.012	0.075	0.005	0.080	7%									
Output_Modul	0.000	0.000	0.022	0.002	0.000	0.000	0.142	0.014	0.050	0.005	0.000	0.025	0.000	0.156	0.055	0.214	0.022	0.236	9%									
Sensor	0.014	0.008	0.014	0.008	0.015	0.009	0.071	0.042	0.003	0.002	0.022	0.022	0.024	0.112	0.005	0.116	0.069	0.185	37%									
Total	0.701	0.088	0.800	0.138	1.345	0.475	0.457	0.092	0.258	0.059	0.789	0.938	1.820	0.549	0.317	3.561	0.852	4.413	19%									

Tabelle 65: Bau 3, Fall «realisiert», GA-Verbrauch [kWh], klassiert

Hauptart	Nicht-GA-Verbrauch jährlich [kWh/m²] ...																											Anteil Speisung [%]
	ohne Speisung													mit Speisung										total				
	Heizung ohne Speisung	Heizung Speisung	Kühlung ohne Speisung	Kühlung Speisung	Lüftung ohne Speisung	Lüftung Speisung	Beleuchtung ohne Speisung	Beleuchtung Speisung	Beschattung ohne Speisung	Beschattung Speisung	Heizung	Kühlung	Lüftung	Beleuchtung	Beschattung	Gewerke ohne Speisung	Gewerke Speisung	Gewerke inkl. Speisung										
Aktor	0.000	0.000	3.198	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.102	0.000	0.000	3.198	0.000	0.102	3.301	0.000	3.301	0%										
Bedienung_Anzeige	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0%									
Input_Modul	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0%									
Kontrolller	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0%									
Leuchte_inklIBG	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.976	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.976	0.000	1.976	0.000	1.976	0%									
Netzwerk	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0%									
Output_Modul	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.150	0.004	0.000	0.000	0.000	0.153	0.150	0.004	0.153	2%										
Sensor	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0%									
Total	0.000	0.000	3.198	0.000	0.000	0.000	1.976	0.000	0.252	0.004	0.000	3.198	0.000	1.976	0.256	5.427	0.004	5.430	0%									

Tabelle 66: Bau 3, Fall «realisiert», nGA-Verbrauch [kWh], klassiert

Hauptart	GT-Verbrauch jährlich [kWh/m²] ...																											Anteil Speisung [%]
	ohne Speisung													mit Speisung										total				
	Heizung ohne Speisung	Heizung Speisung	Kühlung ohne Speisung	Kühlung Speisung	Lüftung ohne Speisung	Lüftung Speisung	Beleuchtung ohne Speisung	Beleuchtung Speisung	Beschattung ohne Speisung	Beschattung Speisung	Heizung	Kühlung	Lüftung	Beleuchtung	Beschattung	Gewerke ohne Speisung	Gewerke Speisung	Gewerke inkl. Speisung										
Aktor	0.123	0.019	3.398	0.526	0.740	0.115	0.000	0.000	0.137	0.021	0.142	3.924	0.854	0.000	0.158	4.398	0.681	5.079	13%									
Bedienung_Anzeige	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.037	0.015	0.049	0.019	0.000	0.000	0.000	0.052	0.069	0.087	0.034	0.121	28%									
Input_Modul	0.009	0.003	0.009	0.003	0.018	0.007	0.018	0.007	0.028	0.011	0.012	0.012	0.024	0.024	0.039	0.080	0.032	0.112	28%									
Kontrolller	0.554	0.000	0.554	0.000	0.570	0.000	0.000	0.000	0.083	0.000	0.554	0.554	0.570	0.000	0.083	1.760	0.000	1.760	0%									
Leuchte_inklIBG	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	2.107	0.010	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	2.117	0.000	2.107	0.010	2.117	0%									
Netzwerk	0.001	0.000	0.001	0.000	0.002	0.000	0.059	0.004	0.011	0.001	0.001	0.001	0.002	0.063	0.012	0.075	0.005	0.080	7%									
Output_Modul	0.000	0.000	0.022	0.002	0.000	0.000	0.142	0.010	0.200	0.014	0.000	0.024	0.000	0.152	0.213	0.364	0.025	0.389	6%									
Sensor	0.014	0.008	0.014	0.008	0.015	0.009	0.071	0.042	0.003	0.002	0.022	0.022	0.024	0.112	0.005	0.116	0.069	0.185	37%									
Total	0.701	0.031	3.998	0.539	1.345	0.131	2.433	0.088	0.510	0.068	0.731	4.537	1.476	2.521	0.578	8.987	0.856	9.843	9%									

Tabelle 67: Bau 3, Fall «realisiert», GT-Verbrauch [kWh], klassiert

Komponente	Auslastung [%]
Sp01	64.94
SpDali	38.64
SpNt	8.40
SpV	4.43

Tabelle 68: Bau 3, Fall «realisiert», Auslastung

## 11.7 Bau 3: Ein- und Ausgaben, Fall «ideal»

Referenz	Anzahl	Bezeichnung	Hersteller	Typenbezeichnung
Akt01	31	Schaltfaktor 8fach	Jung	2308.16 REG C HM
Akt03	30	Jalousieaktor 6fach	Griesser	MSX-6
AM01	5	IO-Modul Modbus (nur AOs genutzt)	iSMA	iSMA-B-4U-4A
AS01	160	Einzelraumregler Modbus	iSMA	iSMA-B-FCU-HH
BiE01	13	Binäreingang 6fach	Jung	2126 REG
Gat01	12	Dali Gateway 1fach	Jung	2098 REG HE
IPR01	1	IP Router	Jung	IPR 100 REG
KT01	150	Klimatruhen	Rhoss	Yardy-I EV3 XP 24
KT02	20	Klimatruhen	Rhoss	Yardy-I EV3 XP 30
LF01	6	Luftqualitätsfühler	Sensortec	RAQ-100-E
LK01	13	Bereichs-/ Linienkoppler	Jung	2142 REG
M01	228	Stoerenmotor	unbekannt	unbekannt
MeI01	101	Bewegungsmelder	EsyLux	Diverse
MeI02	160	Hotelcard-Reader	Feller	4780.FMI.61
Mod01	1	Eingangsmodule Sonnenschutz	Griesser	FS-41
Mod02	8	Sonnenschutzzentrale (32 Sektoren)	Griesser	FMX-32IH
RT01	6	Raumtemperaturfühler	Sensortec	RFE07 P-MB
RT02	165	Raumtemperaturfühler	Sensortec	RFE07 PTL-S5-MB
RT03	8	Raumtemperaturfühler	Sensortec	RFE07-MB
RV01	12	Volumenstromregler	Trox	BC0
RV02	320	Volumenstromregler	Belimo	LMV-D3-MP
RV03	160	Volumenstromregler	Belimo	CMV-100-MP
Sp01	14	Spannungsversorgung 640mA	Jung	2001 REG
SpDali	10	Busspeisung Dali	unbekannt	unbekannt
SpNt	1	Netzteil	Griesser	SPE-24
SpV	160	Spannungsversorgung 24V	unbekannt	unbekannt
StA01	181	Stellantrieb	Danfoss	AME 110 NL
StA02	31	Stellantrieb	Siemens	STA63
StA03	335	Stellantrieb	Siemens	STA73
T01	216	Einbau-Downlight, LED, 678lm	Zumtobel	Panos Infinity H (60817416)
T02	76	Einbau-Downlight, LED, 1448lm	Zumtobel	Panos Infinity (60816492)
T03	36	Einbau-Downlight, LED, 1870lm	Zumtobel	Panos Infinity (60816492)
T04	50	Einbau-Downlight, LED, 2516lm	Zumtobel	Panos Infinity (60816564)
T05	1445	Einbau-Downlight, LED, 350lm	Regent	Einbau-Downlight Tekla LED (2750W.M05DA)
T06	17	Einbau-Deckenleuchte, LED, 4700lm	Zumtobel	Light Fields (42182612)
T08	39	Systemleuchte für Tragschiene LED, 5220lm	Zumtobel	Zumtobel Basic LED Lichtbandleuchte (42182821)
T09	44	Systemleuchte für Tragschiene LED, 2350lm	Regent	System-Lichtleiste FLOW LED
T10	4	Systemleuchte inkl. Tragschiene, 5880lm	Regent	Decken- und Wandanbau FLOW LED
T13	4	Aufbau-Wandleuchte LED, 1200lm	Ribag	Spina LED
T18	1	Aufbau-Wandleuchte LED, 4850lm	Foscarini	Bahia wand
Tas01	5	Taster 1fach	Feller	4701-1-B.FMI.L.61
Tas02	195	Taster 2fach	Feller	4701-2-B.FMI.L.61
Ter01	1	Gateway Storenbus<->Ethernet	Griesser	GTS Terminal Server
Ter02	1	Bedienterminal	Griesser	BGT-AP
WF01	6	Windfühler	Griesser	WS200
WS01	1	Wetterstation	Griesser	EMX-8

Tabelle 69: Bau 3, Fall «ideal», Geräte

Ebene	
1	2
Akt01	
Akt03	M01
AS01	
Gat01	
KT01	
KT02	
Mod01	
Mod02	
Sp01	BiE01
	IPR01
	LK01
	MeI01
	MeI02
	Tas01
	Tas02
	WS01
	Akt01 (Signal)
	Akt03 (Signal)
	Gat01 (Signal)
	LK01 (Signal)
	Mod02 (Signal)
	Ter01 (Signal)
SpDali	T01 (Signal)
	T02 (Signal)
	T03 (Signal)
	T04 (Signal)
	T06 (Signal)
	T08 (Signal)
	T09 (Signal)
	T10 (Signal)
	T18 (Signal)
SpNt	WF01
	AM01
	LF01
	RT01
	RT02
	RT03
SpV	RV01
	RV02
	RV03
	StA01
	StA02
	StA03
T01	
T02	
T03	
T04	
T05	
T06	
T08	
T09	
T10	
T13	
T18	
Ter01	
Ter02	

Tabelle 70: Bau 3, Fall «ideal», Speisungsbaum

Referenz	GA-Zugehörigkeit	Komponentenart	
		Hauptart	Unterart
Akt01	100.0%	Output_Modul	-
Akt03	100.0%	Output_Modul	-
AM01	100.0%	Output_Modul	-
AS01	100.0%	Kontroller	Kontroller_mit_IOs
BiE01	100.0%	Input_Modul	-
Gat01	100.0%	Netzwerk	Gateway
IPR01	100.0%	Netzwerk	Router
KT01	StandbyPlus	Aktor	Ventilator
KT02	StandbyPlus	Aktor	Ventilator
LF01	100.0%	Sensor	Luftqualitätsmessung
LK01	100.0%	Netzwerk	Koppler
M01	StandbyPlus	Aktor	Stellantrieb_Sonnenschutz
Mel01	100.0%	Sensor	Präsenzerkennung
Mel02	100.0%	Sensor	Präsenzerkennung
Mod01	100.0%	Input_Modul	-
Mod02	100.0%	Kontroller	-
RT01	100.0%	Sensor	Lufttemperaturmessung
RT02	100.0%	Sensor	Lufttemperaturmessung
RT03	100.0%	Sensor	Lufttemperaturmessung
RV01	100.0%	Aktor	Klappenantrieb_VAV
RV02	100.0%	Aktor	Klappenantrieb_VAV
RV03	100.0%	Aktor	Klappenantrieb_VAV
Sp01	100.0%	Speisung	-
SpDali	100.0%	Speisung	16 VDC
SpNt	100.0%	Speisung	-
SpV	100.0%	Speisung	-
StA01	100.0%	Aktor	Stellantrieb_motorisch
StA02	100.0%	Aktor	Stellantrieb_thermisch
StA03	100.0%	Aktor	Stellantrieb_thermisch
T01	StandbyPlus	Leuchte_inklIBG	LED dimmbar
T02	StandbyPlus	Leuchte_inklIBG	LED dimmbar
T03	StandbyPlus	Leuchte_inklIBG	LED dimmbar
T04	StandbyPlus	Leuchte_inklIBG	LED dimmbar
T05	StandbyPlus	Leuchte_inklIBG	LED konstant
T06	StandbyPlus	Leuchte_inklIBG	LED dimmbar
T08	StandbyPlus	Leuchte_inklIBG	LED dimmbar
T09	StandbyPlus	Leuchte_inklIBG	LED dimmbar
T10	StandbyPlus	Leuchte_inklIBG	LED dimmbar
T13	StandbyPlus	Leuchte_inklIBG	LED konstant
T18	StandbyPlus	Leuchte_inklIBG	LED dimmbar
Tas01	100.0%	Bedienung_Anzeige	Taster
Tas02	100.0%	Bedienung_Anzeige	Taster
Ter01	100.0%	Netzwerk	Gateway
Ter02	100.0%	Bedienung_Anzeige	Touchpanel
WF01	100.0%	Sensor	Windgeschwindigkeitsme
WS01	100.0%	Sensor	Multisensor

Tabelle 71: Bau 3, Fall «ideal», Klassierungsangaben, ohne Gewerkszuteilung

Referenz	Gewerk (berechneter Wert)					Gewerk (Eingabewert)				
	Heizung	Kühlung	Lüftung	Beleuchtung	Beschattung	Heizung	Kühlung	Lüftung	Beleuchtung	Beschattung
Akt01				100.0%					100.0%	
Akt03	0.0%	0.0%	0.0%		100.0%					100.0%
AM01		100.0%					100.0%			
AS01	33.0%	33.0%	34.0%			33.0%	33.0%	34.0%		
BiE01	12.5%	12.5%	25.0%	25.0%	25.0%	12.5%	12.5%	25.0%	25.0%	25.0%
Gat01				100.0%					100.0%	
IPR01	12.5%	12.5%	25.0%	25.0%	25.0%	12.5%	12.5%	25.0%	25.0%	25.0%
KT01		100.0%					100.0%			
KT02		100.0%					100.0%			
LF01			100.0%					100.0%		
LK01	12.5%	12.5%	25.0%	25.0%	25.0%	12.5%	12.5%	25.0%	25.0%	25.0%
M01					100.0%					100.0%
Mel01				100.0%					100.0%	
Mel02				100.0%					100.0%	
Mod01					100.0%					100.0%
Mod02					100.0%					100.0%
RT01	50.0%	50.0%				50.0%	50.0%			
RT02	50.0%	50.0%				50.0%	50.0%			
RT03	50.0%	50.0%				50.0%	50.0%			
RV01			100.0%					100.0%		
RV02			100.0%					100.0%		
RV03			100.0%					100.0%		
Sp01	5.0%	5.0%	10.1%	50.2%	29.7%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%
SpDali	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%
SpNt	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%
SpV	64.0%	14.2%	21.9%	0.0%	0.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%
StA01		100.0%					100.0%			
StA02	100.0%					100.0%				
StA03	100.0%					100.0%				
T01				100.0%					100.0%	
T02				100.0%					100.0%	
T03				100.0%					100.0%	
T04				100.0%					100.0%	
T05				100.0%					100.0%	
T06				100.0%					100.0%	
T08				100.0%					100.0%	
T09				100.0%					100.0%	
T10				100.0%					100.0%	
T13				100.0%					100.0%	
T18				100.0%					100.0%	
Tas01				50.0%	50.0%				50.0%	50.0%
Tas02				50.0%	50.0%				50.0%	50.0%
Ter01					100.0%					100.0%
Ter02					100.0%					100.0%
WF01					100.0%					100.0%
WS01	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%

Tabelle 72: Bau 3, Fall «ideal», Gewerkszuteilung

Referenz	Zeitangaben		Nominalbetriebspunkt		Interne Leistungsaufnahme ..			
	Komp.	Weitere Speisungen	Nominalleistung (Output)	Wirkungsgrad bei Nominalleistung	von Hauptspeisung		von weiteren Sp.	
		Anteil-on [%]			Anteil-on [%]	Aktiver Betrieb [W]	Standby-Betrieb [W]	Aktiver Betrieb [W]
Akt01		26	100	0	1	1	0.03	0.03
Akt03		0.3	100	0	1	1	0.03	0.03
AM01		100	0	0	1			
AS01		100	0	0	5			
BiE01		100	0	0	3.6			
Gat01		100	100	0	2	0	0.15	0
IPR01		100	0	0	1.7			
KT01		50	0	0	25	0.5		
KT02		50	0	0	26	0.5		
LF01		100	0	0	0.25			
LK01		100	100	0	0.192	0	0.144	0
M01		0.3	0	0	100	0.1		
Mel01		100	0	0	0.1			
Mel02		100	0	0	0.1			
Mod01		100	0	0	6.9			
Mod02		100	100	0	5		0	0
RT01		100	0	0	0.05			
RT02		100	0	0	0.05			
RT03		100	0	0	0.05			
RV01		0.4	0	0	3.5	0.05		
RV02		0.4	0	0	2	0.05		
RV03		0.4	0	0	1.5	0.05		
Sp01		100	0	18.56	85	2		
SpDali		100	0	4	85	0.5		
SpNt		100	0	18	85	2		
SpV		100	0	100	85	2		
StA01		0.2	0	0	2	0.05		
StA02		15	0	0	1.5	0		
StA03		15	0	0	1.5	0		
T01		6.38	100	0	11	0.1	0.01	0.01
T02		6.38	100	0	16	0.1	0.01	0.01
T03		6.38	100	0	16	0.1	0.01	0.01
T04		6.38	100	0	23	0.1	0.01	0.01
T05		6.38	0	0	8	0		
T06		6.38	100	0	49	0.1	0.01	0.01
T08		6.38	100	0	40	0.1	0.01	0.01
T09		6.38	100	0	24	0.1	0.01	0.01
T10		6.38	100	0	69	0.1	0.01	0.01
T13		6.38	0	0	8	0		
T18		6.38	100	0	43	0.1	0.01	0.01
Tas01		100	0	0	0.25			
Tas02		100	0	0	0.25			
Ter01		100	100	0	2		0	0
Ter02		100	0	0	8	0.1		
WF01		100	0	0	0.25			
WS01		100	0	0	0.25			

Tabelle 73: Bau 3, Fall «ideal», Zeit- und Leistungsangaben

Referenz	GA-Verbrauch jährlich ..			
	total [kWh]	total [%]	pro Gerät [kWh]	flächenbezogen [kWh/m²]
Akt01	279.707	1.9%	9.023	0.048
Akt03	67.519	0.5%	2.251	0.012
AM01	43.800	0.3%	8.760	0.007
AS01	7008.000	47.3%	43.800	1.988
BiE01	409.968	2.8%	31.536	0.070
BiE01	226.008	1.5%	18.834	0.039
Gat01	14.892	0.1%	14.892	0.003
IPR01	328.500	2.2%	2.190	0.056
KT01	43.800	0.3%	2.190	0.007
KT02	13.140	0.1%	2.190	0.002
LF01	38.264	0.3%	2.943	0.007
LK01	199.129	1.3%	0.873	0.034
M01	88.476	0.6%	0.876	0.015
Mel01	140.160	0.9%	0.876	0.024
Mod01	60.444	0.4%	60.444	0.010
Mod02	350.400	2.4%	43.800	0.060
RT01	2.628	0.0%	0.438	0.000
RT02	72.270	0.5%	0.438	0.012
RT03	3.504	0.0%	0.438	0.001
RV01	6.707	0.0%	0.559	0.001
RV02	162.025	1.1%	0.506	0.028
RV03	78.209	0.5%	0.489	0.013
Sp01	323.590	2.2%	23.114	0.055
SpDali	45.978	0.3%	4.598	0.008
SpNt	18.379	0.1%	18.379	0.003
SpV	2989.264	20.2%	18.683	0.511
StA01	85.462	0.6%	0.472	0.015
StA02	61.101	0.4%	1.971	0.010
StA03	660.285	4.5%	1.971	0.113
T01	196.066	1.3%	0.908	0.034
T02	68.986	0.5%	0.908	0.012
T03	32.678	0.2%	0.908	0.006
T04	45.386	0.3%	0.908	0.008
T05	0.000	0.0%	0.000	0.000
T06	15.431	0.1%	0.908	0.003
T08	35.401	0.2%	0.908	0.006
T09	39.939	0.3%	0.908	0.007
T10	3.631	0.0%	0.908	0.001
T13	0.000	0.0%	0.000	0.000
T18	0.908	0.0%	0.908	0.000
Tas01	10.950	0.1%	2.190	0.002
Tas02	427.050	2.9%	2.190	0.073
Ter01	17.520	0.1%	17.520	0.003
Ter02	70.080	0.5%	70.080	0.012
WF01	13.140	0.1%	2.190	0.002
WS01	2.190	0.0%	2.190	0.000
Total	14800.961	100.0%	422.063	2.531

Tabelle 74: Bau 3, Fall «ideal», GA-Verbrauch [kWh]

Referenz	Nicht-GA-Verbrauch jährlich ..			
	total [kWh]	total [%]	pro Gerät [kWh]	flächenbezogen [kWh/m²]
Akt01	0.000	0.0%	0.000	0.000
Akt03	203.165	0.7%	6.772	0.035
AM01	0.000	0.0%	0.000	0.000
AS01	0.000	0.0%	0.000	0.000
BiE01	0.000	0.0%	0.000	0.000
BiE01	0.000	0.0%	0.000	0.000
Gat01	0.000	0.0%	0.000	0.000
IPR01	0.000	0.0%	0.000	0.000
KT01	16425.000	52.9%	109.500	2.808
KT02	2277.600	7.3%	113.880	0.389
LF01	0.000	0.0%	0.000	0.000
LF01	0.000	0.0%	0.000	0.000
LK01	0.000	0.0%	0.000	0.000
M01	599.184	1.9%	2.628	0.102
Mel01	0.000	0.0%	0.000	0.000
Mel02	0.000	0.0%	0.000	0.000
Mod01	0.000	0.0%	0.000	0.000
Mod02	0.000	0.0%	0.000	0.000
RT01	0.000	0.0%	0.000	0.000
RT02	0.000	0.0%	0.000	0.000
RT03	0.000	0.0%	0.000	0.000
RV01	0.000	0.0%	0.000	0.000
RV02	0.000	0.0%	0.000	0.000
RV03	0.000	0.0%	0.000	0.000
Sp01	1.654	0.0%	0.118	0.000
SpDali	0.000	0.0%	0.000	0.000
SpNt	0.000	0.0%	0.000	0.000
SpV	0.000	0.0%	0.000	0.000
StA01	0.000	0.0%	0.000	0.000
StA02	0.000	0.0%	0.000	0.000
StA03	0.000	0.0%	0.000	0.000
T01	1327.918	4.3%	6.148	0.227
T02	679.608	2.2%	8.942	0.116
T03	321.919	1.0%	8.942	0.055
T04	642.721	2.1%	12.854	0.110
T05	6460.745	20.8%	4.471	1.105
T06	465.554	1.5%	27.386	0.080
T08	871.865	2.8%	22.356	0.149
T09	590.186	1.9%	13.413	0.101
T10	154.253	0.5%	38.563	0.026
T13	17.884	0.1%	4.471	0.003
T18	24.032	0.1%	24.032	0.004
Tas01	0.000	0.0%	0.000	0.000
Tas02	0.000	0.0%	0.000	0.000
Ter01	0.000	0.0%	0.000	0.000
Ter02	0.000	0.0%	0.000	0.000
WF01	0.000	0.0%	0.000	0.000
WS01	0.000	0.0%	0.000	0.000
Total	31063.289	100.0%	404.477	5.312

Tabelle 75: Bau 3, Fall «ideal», nGA-Verbrauch [kWh]

Referenz	GT-Verbrauch jährlich ..			
	total [kWh]	total [%]	pro Gerät [kWh]	flächenbezogen [kWh/m²]
Akt01	279.707	0.6%	9.023	0.048
Akt03	270.684	0.6%	9.023	0.046
AM01	43.800	0.1%	8.760	0.007
AS01	7008.000	15.3%	43.800	1.198
BiE01	409.968	0.9%	31.536	0.070
BiE01	226.008	0.5%	18.834	0.039
Gat01	14.892	0.0%	14.892	0.003
IPR01	16753.500	36.5%	111.690	2.865
KT01	2321.400	5.1%	116.070	0.397
KT02	13.140	0.0%	2.190	0.002
LF01	38.264	0.1%	2.943	0.007
LK01	199.129	1.7%	3.501	0.137
M01	88.476	0.2%	0.876	0.015
Mel01	140.160	0.3%	0.876	0.024
Mod01	60.444	0.1%	60.444	0.010
Mod02	350.400	0.8%	43.800	0.060
RT01	2.628	0.0%	0.438	0.000
RT02	72.270	0.2%	0.438	0.012
RT03	3.504	0.0%	0.438	0.001
RV01	6.707	0.0%	0.559	0.001
RV02	162.025	0.4%	0.506	0.028
RV03	78.209	0.2%	0.489	0.013
Sp01	325.243	0.7%	23.232	0.056
SpDali	45.978	0.1%	4.598	0.008
SpNt	18.379	0.0%	18.379	0.003
SpV	2989.264	6.5%	18.683	0.511
StA01	85.462	0.2%	0.472	0.015
StA02	61.101	0.1%	1.971	0.010
StA03	660.285	1.4%	1.971	0.113
T01	1523.984	3.3%	7.055	0.261
T02	748.594	1.6%	9.850	0.128
T03	354.597	0.8%	9.850	0.061
T04	688.107	1.5%	13.762	0.118
T05	6460.745	14.1%	4.471	1.105
T06	480.985	1.0%	28.293	0.082
T08	907.266	2.0%	23.263	0.155
T09	630.125	1.4%	14.321	0.108
T10	157.884	0.3%	39.471	0.027
T13	17.884	0.0%	4.471	0.003
T18	24.940	0.1%	24.940	0.004
Tas01	10.950	0.0%	2.190	0.002

Hauptart	GA-Verbrauch jährlich [kWh/m²] ...																				Anteil Speisung [%]	
	ohne Speisung										mit Speisung											total
	Heizung ohne Speisung	Heizung Speisung	Kühlung ohne Speisung	Kühlung Speisung	Lüftung ohne Speisung	Lüftung Speisung	Beleuchtung ohne Speisung	Beleuchtung Speisung	Beschattung ohne Speisung	Beschattung Speisung	Heizung	Kühlung	Lüftung	Beleuchtung	Beschattung	Gewerke ohne Speisung	Gewerke Speisung	Gewerke inkl. Speisung				
Aktor	0.123	0.201	0.078	0.128	0.042	0.069	0.000	0.000	0.034	0.056	0.324	0.206	0.111	0.000	0.090	0.278	0.453	0.731	62%			
Bedienung_Anzeige	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.049	0.012	0.000	0.000	0.000	0.046	0.061	0.087	0.021	0.108	19%			
Input_Modul	0.009	0.002	0.009	0.002	0.018	0.004	0.018	0.004	0.028	0.007	0.011	0.011	0.022	0.022	0.035	0.080	0.020	0.100	20%			
Kontrolller	0.395	0.000	0.395	0.000	0.407	0.000	0.000	0.000	0.060	0.000	0.395	0.395	0.407	0.000	0.060	1.258	0.000	1.258	0%			
Leuchte_inklBG	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.075	0.008	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.083	0.000	0.075	0.008	0.083	9%			
Netzwerk	0.001	0.000	0.001	0.000	0.002	0.000	0.041	0.003	0.005	0.000	0.001	0.001	0.002	0.044	0.006	0.051	0.003	0.054	6%			
Output_Modul	0.000	0.000	0.007	0.002	0.000	0.000	0.048	0.014	0.012	0.003	0.000	0.010	0.000	0.062	0.015	0.067	0.019	0.086	22%			
Sensor	0.007	0.006	0.007	0.006	0.002	0.002	0.039	0.037	0.002	0.002	0.013	0.013	0.004	0.076	0.004	0.057	0.054	0.111	48%			
Total	0.535	0.210	0.498	0.138	0.472	0.075	0.258	0.074	0.190	0.080	0.745	0.636	0.547	0.332	0.270	1.953	0.577	2.531	23%			

Tabelle 77: Bau 3, Fall «ideal», GA-Verbrauch [kWh], klassiert

Hauptart	Nicht-GA-Verbrauch jährlich [kWh/m²] ...																				Anteil Speisung [%]	
	ohne Speisung										mit Speisung											total
	Heizung ohne Speisung	Heizung Speisung	Kühlung ohne Speisung	Kühlung Speisung	Lüftung ohne Speisung	Lüftung Speisung	Beleuchtung ohne Speisung	Beleuchtung Speisung	Beschattung ohne Speisung	Beschattung Speisung	Heizung	Kühlung	Lüftung	Beleuchtung	Beschattung	Gewerke ohne Speisung	Gewerke Speisung	Gewerke inkl. Speisung				
Aktor	0.000	0.000	3.198	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.102	0.000	0.000	3.198	0.000	0.000	0.000	3.301	0.000	3.301	0%			
Bedienung_Anzeige	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0%			
Input_Modul	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0%			
Kontrolller	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0%			
Leuchte_inklBG	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.976	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.976	0.000	1.976	0.000	1.976	0%			
Netzwerk	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0%			
Output_Modul	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.035	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.035	0.035	0.000	0.035	1%			
Sensor	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0%			
Total	0.000	0.000	3.198	0.000	0.000	0.000	1.976	0.000	0.137	0.000	0.000	3.198	0.000	1.976	0.137	5.311	0.000	5.312	0%			

Tabelle 78: Bau 3, Fall «ideal», nGA-Verbrauch [kWh], klassiert

Hauptart	GT-Verbrauch jährlich [kWh/m²] ...																				Anteil Speisung [%]	
	ohne Speisung										mit Speisung											total
	Heizung ohne Speisung	Heizung Speisung	Kühlung ohne Speisung	Kühlung Speisung	Lüftung ohne Speisung	Lüftung Speisung	Beleuchtung ohne Speisung	Beleuchtung Speisung	Beschattung ohne Speisung	Beschattung Speisung	Heizung	Kühlung	Lüftung	Beleuchtung	Beschattung	Gewerke ohne Speisung	Gewerke Speisung	Gewerke inkl. Speisung				
Aktor	0.123	0.016	3.276	0.415	0.042	0.005	0.000	0.000	0.137	0.017	0.139	3.691	0.048	0.000	0.154	3.578	0.453	4.031	11%			
Bedienung_Anzeige	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.049	0.012	0.000	0.000	0.000	0.046	0.061	0.087	0.021	0.108	19%			
Input_Modul	0.009	0.002	0.009	0.002	0.018	0.004	0.018	0.004	0.028	0.007	0.011	0.011	0.022	0.022	0.035	0.080	0.020	0.100	20%			
Kontrolller	0.395	0.000	0.395	0.000	0.407	0.000	0.000	0.000	0.060	0.000	0.395	0.395	0.407	0.000	0.060	1.258	0.000	1.258	0%			
Leuchte_inklBG	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	2.051	0.008	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	2.059	0.000	2.051	0.008	2.059	0%			
Netzwerk	0.001	0.000	0.001	0.000	0.002	0.000	0.041	0.003	0.005	0.000	0.001	0.001	0.002	0.044	0.006	0.051	0.003	0.054	6%			
Output_Modul	0.000	0.000	0.007	0.001	0.000	0.000	0.048	0.009	0.046	0.009	0.000	0.009	0.000	0.057	0.055	0.102	0.020	0.121	16%			
Sensor	0.007	0.006	0.007	0.006	0.002	0.002	0.039	0.037	0.002	0.002	0.013	0.013	0.004	0.076	0.004	0.057	0.054	0.111	48%			
Total	0.535	0.024	3.696	0.425	0.472	0.012	2.234	0.070	0.328	0.047	0.560	4.121	0.484	2.304	0.375	7.265	0.578	7.843	7%			

Tabelle 79: Bau 3, Fall «ideal», GT-Verbrauch [kWh], klassiert

Komponente	Auslastung [%]
Sp01	51.13
SpDali	12.08
SpNt	8.33
SpV	0.85

Tabelle 80: Bau 3, Fall «ideal», Auslastung