

Projektbericht

IMEAS – SONDIERUNG: ENERGIEBEDARF
NICHTWOHNGBÄUDE VORARLBERG
VERENA OLIVIA ENGSTLER

Projektbericht

IMEAS – SONDIERUNG: ENERGIEBEDARF
NICHTWOHNGBÄUDE VORARLBERG

VERENA OLIVIA ENGSTLER

Verena Olivia Engstler
Studentin an der Hochschule *Van Hall Larenstein* in Leeuwarden (NL)

Studentennummer: 8736

Modul: LMK330VNST Majorstage

Energieinstitut Vorarlberg

Bereich energieeffiziente Gebäude

Dornbirn (AUT), 31 August 2018



Vorwort

Vor Ihnen liegt der Projektbericht IMEAS – Sondierung: Energiebedarf Nichtwohngebäude Vorarlbergs.

Im September 2015 habe ich das vier-jährige Bachelorstudium *Milieukunde*¹ an der Niederländischen Hochschule *Van Hall Larenstein* in Leeuwarden begonnen. Anfang des dritten Studienjahres habe ich den Schwerpunkt auf den sogenannten *Major Energiemanagement en klimaat*² gesetzt. Des Weiteren ist im dritten Studienjahr ein 18-wöchiges Praktikum (LMK330VNST Majorstage) vorgesehen. Aufgrund des gewählten Majors war es mir ein Anliegen das Praktikum bei einem Betrieb oder Institution, welche(r) auf Energiethemen spezialisiert ist, durchzuführen. Während des Studiums in den Niederlanden habe ich als Österreicherin zwar einige Eindrücke über die Europäische Energiesituation gewonnen, aber nur wenig über die Österreichische im Spezifischen. Da ich nicht ausschließen möchte, dass mein zukünftiges Arbeitsfeld auch in Österreich liegt, habe ich beschlossen, das Praktikum in meinem Heimatbundesland Vorarlberg zu vollziehen. Vorarlberg ist eine Vorzeigeregion bei Energiethemen und hat sich bis 2050 sogar das Ziel zur Energieautonomie gesetzt.

Mit Berücksichtigung auf Obenstehendes wurde schnell deutlich, dass das ein Praktikum beim Energieinstitut Vorarlberg allen Anforderungen und Wünschen entspricht und es dauerte nicht lange, bis ich schon im März das Praktikum beim *Energieinstitut Vorarlberg* in der Abteilung *Energieeffizientes Bauen* beginnen konnte.

Hiermit möchte ich mich beim *Energieinstitut Vorarlberg* und allen Mitarbeitern für den rundum hervorragenden Praktikumsplatz bedanken. Ein besonderer Dank geht an den Geschäftsführer Josef Burtscher und an alle Kollegen der Abteilung *Energieeffizientes Bauen* mit Name an mein Praktikumsbegleiter Tobias Hatt, und an Martin Ploss, Beatrix Dold und Sabine Erber für ihre Mühen und Rücksicht während diesem Praktikums.

Viel Vergnügen beim Lesen.

Verena Olivia Engstler

¹ Übersetzt aus dem Niederländischen: Umweltwissenschaften

² Übersetzt aus dem Niederländischen: Major Energiemanagement und Klima

<http://www.alpine-space.eu/imeas>

This project is co-financed by the European Regional Development Fund through the Interreg Alpine Space programme



Summary

In order to reduce the emission of greenhouse gases in accordance with the Paris Agreement and the Energie Autonomie Vorarlberg, a decarbonisation of the residential and non-residential building sector is necessary. This is being confirmed by a statement of the provincial government in the Energie- und Monitoringbericht Vorarlberg. According to this report, in 2016 47 % of the final energy consumptions were allotted to the building sector.

For the year 2019, a proper analysis of the non-residential sector is planned. From beginning on it was obvious that the characteristics of non-residential buildings (n-rb) are very heterogenous and relevant data is far less edited compared to the residential sector. Therefore, an estimation of the current data situation and the energy consumption of n-rb in Vorarlberg was done through this exploratory research. This research is part of the EU-project IMEAS within the Interreg Alpine Space programme.

For the present research a bottom-up method, consisting of three main operations, was chosen. Beginning with the categorizing of n-rb, which was crucial for the progress of this project, because following steps are based on the categorizing. Next, a calculation of the total surface n-rb take in was done by multiplying the number of n-rb with the average specific surface for each category. Then, multiplying the total surface with the average specific energy values results in the final energy consumption of the n-rb sector.

A standardized national categorisation of n-rb in Austria does not exist. The most common categorizations though are from the Austrian institute for construction engineering (OIB) and the buildings- and dwellings register (GWR). A comparison of these categorisations showed that the OIB categorisation prevails for application in this research, mostly because this categorization is based on energetic characteristics. Still, it was strived to come to a transformation of the OIB- to the GWR categorisation.

Next, for each of the 13 OIB categories data about the number of buildings, surfaces and energy values was gathered and assessed.

Due to data insecurity the number of buildings had to be replenished by the number of usage units. While there is not much data on building numbers, there is a data on statistics about the workplaces and memberships in professional association of the Austrian Chamber of Commerce (WKO). Consequently, these memberships workplaces were defined as usage units. Data about surfaces, nr-b take in, was gathered in the form of specific m^2 net floor area (nfa). To calculate the final energy consumption fitting specific energy values had to be applied. To put it more precisely, the energy values had to correspond to the nfa, which involved values for heat and electricity consumption per m^2 nfa. By this, the data framework had been completed.



Table 1 summarizes the main results of this research.

Table 1 Research results conform the OIB categorisation

| Categories | Number of buildings | Number of usage units | Surface in 1.000 m ² net floor area | Heat consumption in GWh | Electricity consumption in GWh |
|------------------------------------|---------------------|-----------------------|--|-------------------------|--------------------------------|
| Office buildings | 1.259 | 0 | 1.402 | 149 | 47 |
| Gastronomy | 186 | 1.391 | 459 | 125 | 55 |
| Indoor pools | 7 | 0 | 8,2 | 12 | 8,0 |
| Secondary schools and universities | 62 | 0 | 237 | 18 | 7,2 |
| Hotels | 615 | 0 | 955 | 153 | 64 |
| Kindergartens and primary schools | 392 | 483 | 1.166 | 88 | 23 |
| Hospitals | 14 | 0 | 261 | 50 | 26 |
| Pensions | 260 | 0 | 396 | 57 | 7,5 |
| Nursing homes | 51 | 0 | 163 | 16 | 8,4 |
| Other conditioned buildings | 3.294 | 0 | 4.150 | 211 | 207 |
| Sport facilities | 60 | 80 | 162 | 21 | 7,2 |
| Event buildings | 101 | 54 | 214 | 22 | 8,1 |
| Sales buildings | 806 | 5.378 | 1.513 | 199 | 190 |
| Sum | 7.107 | 7.386 | 11.086 | 1.121 | 658 |

These results are based on the current data situation and the available timeframe. For higher certainty of results, more detailed research needs to be done. Still, the results lead to a clearer picture of the n-rb sector and its data situation: There are about 7.100 n-rb and 7.400 usage units. Together they take up a surface of 11 million m². The annual energy consumption is about 1.780 GWh, of which 1.120 GWh account for heat consumption and 660 GWh for electricity consumption.

The general data situation on Austrian n-rb, just as the one for Vorarlberg, is sparse compared to the data situation on residential buildings. Apparently, data on n-rb has not been carefully recorded till today. Theoretically this data exists in blueprints or can be read from power meter; however, the gathering of the data would be very complex. Still, there should be an aim to improve the data situation on n-rb in Vorarlberg in order to be able to derive reasonable and effective strategies on the decarbonisation of n-rb.



Zusammenfassung

Um der Reduktion der Treibhausgase konform dem Pariser Klimaabkommen und den Zielsetzungen der Energieautonomie 2050 nachzukommen, ist sowohl eine Dekarbonisierung des Wohn- als auch des Nichtwohngebäudesektors in Vorarlberg notwendig. Bestätigt wird dies auch durch Angaben aus dem *Energie- und Monitoringbericht Vorarlberg* des Amtes der Vorarlberger Landesregierung. Demnach entfielen im Jahr 2016 rund 47% des Endenergieverbrauchs auf den Gebäudesektor.

Für das Jahr 2019 ist eine genauere Analyse zu dem Nichtwohngebäudepark geplant. Vorab war bekannt, dass die Eigenschaften von Nichtwohngebäuden (NWG) sehr heterogen sind und energetisch relevante Daten weniger gut aufbereitet sind als für Wohngebäude. Deswegen soll durch diese Sondierung die Datenlage untersucht und eine Abschätzung des Energiebedarfs von NWG in Vorarlberg gemacht werden. Dieses Sondierungsprojekt ist Teil des EU-Projektes IMEAS im Programm Interreg Alpine Space.

Für vorliegende Studie wurde die Bottom-up Methode gewählt, welche aus drei Haupthandlungen besteht. Beginnend mit einer Kategorisierung der NWG, welche maßgebend für den Verlauf des Projektes war, da darauffolgende Schritte auf eben dieser Kategorisierung beruhen. Gefolgt von einer Berechnung der gesamten Fläche mithilfe der Anzahl Gebäude und durchschnittlichen spezifischen Fläche je Kategorie. Mithilfe der gesamten Fläche und einigen Energiedaten wie durchschnittliche spezifische Energiekennwerte kann wiederum die gesamte Energie je Kategorie bestimmt werden.

In Österreich besteht keine einheitliche Kategorisierung von NWG welche von allen Bereichen angewandt wird. Die gebräuchlichsten sind jedoch die Kategorisierungen des Österreichischen Institut für Bautechnik (OIB) und des Gebäude- und Wohnungsregisters (GWR). Bei einem Vergleich dieser zwei Kategorisierungen, stellt sich heraus, dass die OIB Kategorisierung für vorliegende Studie den Vorteile bietet, dass die Kategorisierung nach energetischen Kriterien stattfindet. Wegen diesem Vorteil wurde die OIB Kategorisierung angewandt, gleichzeitig wurde aus diversen Gründen auch eine Überführung von der OIB zur GWR Kategorisierung angesteht.

Für die 13 Kategorien des OIB wurden schließlich Daten zu Anzahl Gebäuden, Flächen und Energiekennwerten gesammelt und ausgewertet.

Aufgrund von Datenunsicherheiten wurde die Anzahl der Gebäude um Nutzeinheiten ergänzt. Denn während oft wenige Daten zu Gebäudeanzahlen zu finden sind, gibt es einige Statistiken zu Arbeitsstätten und Mitgliedschaften in Fachverbänden der Wirtschaftskammer Österreich (WKO). Folglich wurden diese Mitgliedschaften und Arbeitsstätten als Nutzeinheiten definiert und in das Datengerüst aufgenommen.

Unter der spez. Fläche wird hier die durchschnittliche spezifische Fläche eines Gebäudes bzw. einer Nutzeinheit in Form von m^2 Nettogeschossfläche (NGF) verstanden.

Um im nächsten Schritt den Energiebedarf des Nichtwohngebäudeparks zu berechnen, benötigt man neben der gesamten Fläche auch noch passende durchschnittliche spezifische Energiekennwerte. Passend in dem Sinne, dass sich die Energiekennwerte auf die Energiebezugsfläche, der NGF, beziehen. Bei den diesen Energiekennwerten handelt es sich um Verbrauchswerte für Wärme und Strom.



In nachfolgender Tabelle 1 sind die Hauptergebnisse der Sondierungsstudie zusammengefasst dargestellt.

Tabelle 1 Ergebnisse dieser Sondierungsstudie nach der OIB-Kategorisierung

| Kategorien | Anzahl Gebäude | Anzahl Nutzeinheiten | Fläche in 1.000 m ² NGF | Wärmebedarf in GWh | Strombedarf in GWh |
|---------------------------------|----------------|----------------------|------------------------------------|--------------------|--------------------|
| Bürogebäude | 1.259 | 0 | 1.402 | 149 | 47 |
| Gaststätten | 186 | 1.391 | 459 | 125 | 55 |
| Hallenbäder | 7 | 0 | 8,2 | 12 | 8,0 |
| Höhere Schulen und Hochschulen | 62 | 0 | 237 | 18 | 7,2 |
| Hotels | 615 | 0 | 955 | 153 | 64 |
| Kindergärten und Pflichtschulen | 392 | 483 | 1.166 | 88 | 23 |
| Krankenhäuser | 14 | 0 | 261 | 50 | 26 |
| Pensionen | 260 | 0 | 396 | 57 | 7,5 |
| Pflegeheime | 51 | 0 | 163 | 16 | 8,4 |
| Sonstige konditionierte Gebäude | 3.294 | 0 | 4.150 | 211 | 207 |
| Sportstätten | 60 | 80 | 162 | 21 | 7,2 |
| Veranstaltungsstätten | 101 | 54 | 214 | 22 | 8,1 |
| Verkaufsstätten | 806 | 5.378 | 1.513 | 199 | 190 |
| Summe | 7.107 | 7.386 | 11.086 | 1.121 | 658 |

Die Ergebnisse dieser Sondierung beruhen auf der momentan verfügbaren Datenlage und dem verfügbaren zeitlichen Rahmen. Für mehr Ergebnissicherheit sind detailliertere Untersuchungen nötig. Dennoch hat sich ein deutlicheres Bild des Vorarlberger Nichtwohngebäudeparks und dessen Datenlage ergeben: Die Anzahl erhobener NWG beträgt 7.100, die Anzahl Nutzeinheiten 7.400. Gemeinsam nehmen diese eine NGF von 11 Millionen m² ein. Der jährliche Energiebedarf beträgt insgesamt ca. 1.780 GWh wobei 1.120 GWh auf den Wärme- und 660 GWh auf den Strombedarf fallen. Vergleiche mit Ergebnissen anderer Studien deuten darauf hin, dass diese Werte plausibel scheinen.

Die Datenlage von NWG im Allgemeinen so wie auch in Vorarlberg ist verglichen zu der von Wohngebäuden spärlich. Scheinbar wurden NWG bisher nicht sehr sorgfältig erfasst. Theoretisch existieren diese Daten in Bauplänen oder werden von Stromzählern abgelesen, diese Daten zu beschaffen wäre aber nur mit sehr großem Aufwand zu bewältigen. Dennoch wäre eine Verbesserung der Datenlage anzustreben, um sinnvolle und effektive Strategien zur Dekarbonisierung der NWG in Vorarlberg abzuleiten.



| | |
|--|----|
| Vorwort | 2 |
| Summary | 3 |
| Zusammenfassung..... | 3 |
| 1. Einleitung und Fragestellung..... | 8 |
| 2. Methode..... | 9 |
| 2.1. Andere Studien..... | 9 |
| 2.2. Bottom-up | 10 |
| 2.3. Top-down | 11 |
| 2.4. Top-down versus Bottom-up..... | 11 |
| 3. Datenerhebung und Analyse..... | 12 |
| 3.1. Kategorisierung der Nichtwohngebäude | 12 |
| 3.1.1. OIB – Richtlinie 6 | 13 |
| 3.1.2. Statistik Austria – GWR..... | 13 |
| 3.1.3. Europäische Klassifikation – CC..... | 14 |
| 3.1.4. Vergleich OIB RL6 mit GWR Kategorien | 14 |
| 3.1.5. Zusammenführung von OIB RL6 mit den GWR Kategorien..... | 15 |
| 3.1.6. Unterkategorien | 16 |
| 3.2. Flächenermittlung der Nichtwohngebäude | 17 |
| 3.3. Energiebedarfe der Nichtwohngebäude | 19 |
| 4. Ergebnisse zum Energiebedarf der Nichtwohngebäude..... | 20 |
| 4.1. Anzahl..... | 20 |
| 4.2. Fläche | 21 |
| 4.3. Wärmeverbrauch | 23 |
| 4.4. Stromverbrauch..... | 24 |
| 4.5. Energieintensität | 26 |
| 5. Diskussion | 27 |
| 6. Fazit (Ausblick)..... | 28 |
| Literaturverzeichnis..... | 30 |
| Anhang | 32 |
| Anhang I: EBO Auswertung | 32 |
| Anhang II:..... | 37 |
| Anhang III: Ergebnisse nach Zuordnung..... | 39 |



1. Einleitung und Fragestellung

Sowohl das Pariser Klimaabkommen als auch die Zielsetzungen der Energieautonomie Vorarlbergs 2050 fordern eine deutliche Reduktion der Treibhausgasemissionen. Welche Relevanz der Gebäudesektor, die Nichtwohngebäude (NWG) im Spezifischem, hierbei spielt, wird unter anderem aus folgendem Statement des Europäischen Parlaments und Rates in der Richtlinie zur Änderung der Richtlinie 2010/31/EU über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden und der Richtlinie 2012/27/EU über Energieeffizienz ersichtlich:

„Zur Verwirklichung dieses Ziels brauchen Mitgliedstaaten und Investoren Maßnahmen, die darauf ausgerichtet sind, bis 2050 das langfristige Ziel zur Verringerung der Treibhausgasemissionen zu erreichen und den Gebäudebestand, der ungefähr 36 % aller CO₂-Emissionen in der Union ausmacht, zu dekarbonisieren.“

(RICHTLINIE (EU) 2018/844 DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES vom 30. Mai 2018 zur Änderung der Richtlinie 2010/31/EU über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden und der Richtlinie 2012/27/EU über Energieeffizienz, 2018)

Des Weiteren gibt das Deutsche Bundesministerium für Wirtschaft und Energie an, dass rund ein Drittel der gebäuderelevanten Verbräuche in Deutschland dem Nichtwohngebäudesektor zugeteilt wurden. ((BMWi), 2015)

Auch in Vorarlberg entfielen im Jahr 2016 laut dem *Energie- und Monitoringbericht Vorarlberg* des Amtes der Vorarlberger Landesregierung rund 47% des Endenergieverbrauchs auf den Gebäudesektor. (Jamer, et al., 2018)

Aus obenstehenden Angaben kann folgender Schluss gezogen werden: Um der Reduktion der Treibhausgase konform dem Pariser Klimaabkommen und den Zielsetzungen der Energieautonomie 2050 nachzukommen, ist sowohl eine Dekarbonisierung des Wohn- als auch des Nichtwohngebäudesektors in Vorarlberg notwendig.

Zu dieser Thematik hat das Energieinstitut Vorarlberg (EIV) in 2017 eine Szenarienstudie zu dem Vorarlberger Wohngebäudepark publiziert. In dieser Studie wurde untersucht, wie sich Energiebedarf und Treibhausgasemissionen des Wohngebäudeparks bis zum Jahr 2050 entwickeln werden, wenn Neubau und Sanierung in verschiedenen energetischen Qualitäten ausgeführt werden. Für das Jahr 2019 ist eine genauere Analyse zu dem Nichtwohngebäudepark innerhalb einer Studie geplant. Vorab war bekannt, dass NWG sehr heterogen und energetisch relevante Daten weniger gut aufbereitet sind als für Wohngebäude. Deswegen soll durch diese Sondierung die Datenlage untersucht und eine Abschätzung der energetischen Qualität von NWG in Vorarlberg gemacht werden.

Dieses Sondierungsprojekt ist Teil des EU-Projektes IMEAS im Programm Interreg Alpine Space.



Folgende Fragen sollen in dieser Sondierungsstudie untersucht und beantwortet werden:

1. In welche Kategorien wird der Bereich der Nichtwohngebäude für Untersuchungen zu deren energetischer Relevanz am sinnvollsten differenziert?
2. Welche Anzahlen an Gebäuden gibt es für die verschiedenen Kategorien von Nichtwohngebäuden?
3. Welche Altersklassen sollten innerhalb jeder Kategorie unterschieden werden, weil dies zur Abschätzung der energetischen Qualität von Bedeutung ist?
4. Welche Flächen gibt es in den verschiedenen Kategorien von Nichtwohngebäuden?
5. Welche Datenquellen gibt es zu den Energiebedarfs- und Verbrauchswerten von Nichtwohngebäuden (Energiebuchhaltung online für kommunale Gebäude, Energiestatistiken für Landesgebäude, evtl. Daten von einzelnen Firmen wie Supermarktketten...)?
6. Welche best-practice Beispiele für Neubau und Sanierungen gibt es in Vorarlberg und darüber hinaus?

2. Methode

Zu Beantwortung der Untersuchungsfragen und zum Festlegen der Methodik wurde eine Literaturrecherche durchgeführt und verschiedene Studien miteinander verglichen.

2.1. Andere Studien

Vergleichbare Studien verfolgen teils ähnliche, teils sehr unterschiedliche Herangehensweisen. Da es sich dabei um relativ viele und meist komplexe Studien handelt, werden diese nicht im Detail behandelt. Sechs dieser Studien werden nachfolgend angeführt:

1. Die Dissertation von Andreas Müller *Energy Demand Assessment for Space Conditioning and Domestic Hot Water: A Case Study for the Austrian Building Stock*. Die Energieverbräuche des österreichischen Gebäudebestandes wurden anhand verschiedenster Faktoren wie Klimazonen innerhalb Österreichs berechnet. (Müller, 2015).
2. Das Thüringer Ministerium für Wirtschaft, Arbeit und Technologie veröffentlichte 2013 die Ergebnisse der Gebäudestudie *Der Nicht-Wohngebäude-Report Thüringen zu den Energieverbräuchen der im Freistaat Thüringen situierter NWG*. (Thüringer Ministerium für Wirtschaft, Arbeit und Technologie, 2013).
3. Igor Sartori von der norwegischen Universität für Wissenschaft und Technologie³ schrieb 2008 über das Modellieren des Energieverbrauchs des norwegischen Gebäudebestandes unter dem Titel *Modelling energy demand in the Norwegian building stock*. (Sartori , 2008).
4. Auch innerhalb einer EU-weiten Studie wurde ein bottom-up Ansatz gewählt, um den Effekt der Energieeffizienz auf den europäischen (EU-27) Gebäudebestand innerhalb drei Szenarien zu modellieren. Publiziert wurde diese Studie unter dem Titel *The effect of improved efficiency on energy savings in EU-27 buildings*. (O Broin , et al., 2013).

³ Original: Norwegian University of Science and Technology

<http://www.alpine-space.eu/imeas>

This project is co-financed by the European Regional Development Fund through the Interreg Alpine Space programme



2.3. Top-down

Das Land Vorarlberg überwacht den Prozess und Fortgang der Energieautonomie 2050. Dabei wird auch der Energieverbrauch des Dienstleistungssektors analysiert, welcher zur Vereinfachung hier mit dem Nichtwohngebäudepark gleichgesetzt wird.

Hierfür handhabt die Energiestatistik die zum Bottom-up gegenübergestellte Methode, den Top-down Ansatz. Abbildung 2 gibt in groben Zügen diesen Top-down Ansatz wieder. Kurz zusammengefasst, wird der gesamte Energieverbrauch auf verschiedene Sektoren aufgeteilt, sowie den Dienstleistungssektor. Vorteil und Voraussetzung dieser Methode ist eine gute Datenlage zu dem gesamt-Energieverbrauch. Die größten Nachteile gegenüber der Bottom-up Methode sind, dass keine konkreten Energiesparmaßnahmen durchgerechnet werden können und keine Angaben zu dem Bestand sowie Anzahl oder Flächen von NWG gemacht werden.

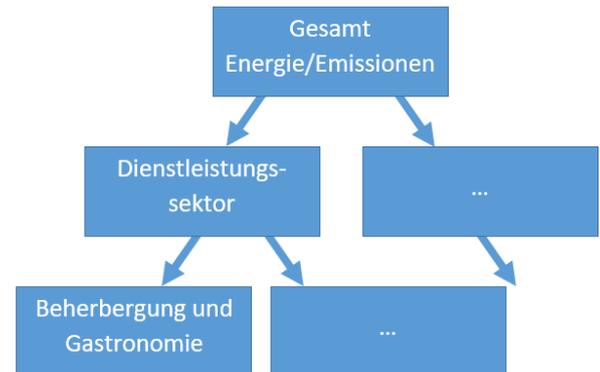


Abbildung 2 schematische Darstellung des Top-down Ansatzes der Energiestatistik

Da die Energiestatistik ihre Daten von der Statistik Austria und anderen verlässlichen Quellen bezieht, werden am Ende dieser Sondierung die Ergebnisse mit denen der Energiestatistik verglichen.

2.4. Top-down versus Bottom-up

Der Vergleich einer Top-down Studie und einer Bottom-up Studie kann gewisse Schwierigkeiten beinhalten. Andreas Müller macht hierzu folgende Aussage in seiner Dissertation *Energy Demand Assessment for Space Conditioning and Domestic Hot Water: A Case Study for the Austrian Building Stock*:

„Ein grundlegendes Problem ist die Kalibrierung der bottom-up zu top-down statistischen Daten bezüglich Energieverbrauch. Vorgehende Projekte und Applikationen des Modells haben gezeigt, dass Unterschiede zwischen bottom-up und top-down Ergebnissen in einer Spanne von 10 % - 40 % vorliegen.“⁴ (Müller, 2015)

Diese Problematik ist zurückzuführen auf Differenzen der berechneten Energieverbräuche zu den tatsächlichen Verbräuchen. Mehrere Faktoren sind hierfür verantwortlich wobei speziell das schwer zu vorhersagende Nutzungsverhalten großen Einfluss auf Energieverbräuche hat. Im Allgemeinen ist bei Wohngebäuden folgendes festzustellen: Gebäude mit einem hohen rechnerischen Energiebedarf verbrauchen in Realität oft weniger Energie als angenommen, während meist neuere Gebäude mit einem geringeren rechnerischen Energiebedarf in Realität oft mehr Energie verbrauchen als angenommen. Dieses Phänomen ist leider nur für Wohngebäude untersucht worden, weswegen

⁴ Eigene Übersetzung aus dem Englischen.

keine vergleichbaren Daten für NWG zur Verfügung stehen. Auch nicht bekannt ist, ob das Nutzungsverhalten bei NWG von ebenso großem Einfluss ist wie für Wohngebäude. (Müller, 2015)

Um diese Problematik bzw. diese Wissenslücke zu entschärfen, wurde beschlossen, wo möglich keine berechneten Energiebedarfe, sondern gemessene Energieverbräuche Vorarlberger NWG in das Modell aufzunehmen.

3. Datenerhebung und Analyse

3.1. Kategorisierung der Nichtwohngebäude

Einleitend wird mit der Definition von NWG begonnen. Laut der Statistik Austria werden diese wie folgt definiert:

„Dies sind Gebäude welche hauptsächlich oder gänzlich für nicht-Wohnzwecke genutzt werden“ (z.B. Fabriken, administrative Gebäude etc.).“⁵ (Asamer, et al., 2014).

In der Begriffsbestimmung des Österreichischen Institut für Bautechnik (OIB) wurden NWG nach dem Ausschlussverfahren definiert:

„Gebäude, die nicht überwiegend zum Wohnen genutzt werden.“ (OIB, 2015)

Beide Definitionen sind wage formuliert und speziell in Fällen von Mischnutzungen (z.B. sowohl Wohn- als auch Bürogebäude) lassen sie einigen Spielraum offen.

Mit einer Kategorisierung von NWG kann mehr Klarheit über die Zuordnung von Gebäuden geschaffen werden. Sowohl die Statistik Austria als das OIB geben an, dass die Nutzung des Gebäudes anhand von Flächenangaben ausschlaggebend ist. So legt die Statistik Austria fest, dass wenn weniger als die Hälfte der Nutzfläche für Wohnzwecke benutzt wird, der Zweck welchem die größte Nutzfläche zugeschrieben wird, bestimmend ist für die Zuordnung einer Gebäudekategorie. Keller, Garagen, Verkehr- und Dachgeschoßflächen sind aus der Nutzfläche exkludiert. (Asamer, et al., 2014).

Das OIB hingegen bezieht sich in der Richtlinie 6, welche ausschließlich für konditionierte Gebäudeteile gilt, auf die Nutzung anhand der Netto-Grundfläche. Solange keine andere Nutzung eine Netto-Grundfläche von 250 m² überschreitet, ist die überwiegende Nutzung (jene Nutzung welche den größten Flächenanteil einnimmt) entscheidend. Sollten aber diese 250 m² überschritten werden, ist entweder eine Unterteilung des Gebäudes vorzunehmen oder die Berechnungen werden für die verschiedenen Kategorien mehrmals vorgenommen. (OIB, 2015). Weder in Österreich noch in Vorarlberg besteht eine uniforme Kategorisierung von NWG. Die für diese Studie relevantesten Kategorisierungen legen wiederum das OIB und die Statistik Austria dar, wobei auch die europäische Gebäudeklassifikation hier näher betrachtet werden soll. Es werden die verschiedenen Kategorisierungen nachfolgender Quellen verglichen:

- OIB Richtlinie 6
- Statistik Austria – GWR
- Europäische Klassifikation – CC

⁵ Eigene Übersetzung aus dem Englischen.

3.1.1. OIB – Richtlinie 6

Tabelle 1 zeigt die 13 vom OIB definierten Kategorien von NWG. Diese Kategorisierung wird für die Erstellung von Energieausweisen herangezogen und basiert deswegen auf energetischen Kriterien. Z.B. sind Kindergärten und Pflichtschulen energetisch ähnlich zu betrachten und wurden als eine Kategorie definiert, während Hallenbäder an sich eine eigene Kategorie bilden, da diese in energetischen Hinsicht außergewöhnlich und schwer vergleichbar sind.

Tabelle 1 OIB - Richtlinie 6, Kategorisierung der NWG konform Energieausweis; (OIB, 2015)

| OIB - Richtlinie 6 |
|---------------------------------|
| Bürogebäude |
| Kindergarten und Pflichtschulen |
| Höhere Schulen und Hochschulen |
| Krankenhäuser |
| Pflegeheime |
| Hallenbäder |
| Sportstätten |
| Veranstaltungsstätten |
| Pensionen |
| Hotels |
| Gaststätten |
| Verkaufsstätten |
| Sonstige konditionierte Gebäude |

3.1.2. Statistik Austria – GWR

Die Kategorisierung der Statistik Austria in Tabelle 2, welche für das Gebäude- und Wohnungsregister (GWR) hantiert wird, unterscheidet sich deutlich von der OIB – Kategorisierung. Zum einen wurden diese Kategorien nicht anhand energetischer Eigenschaften definiert, zum anderen sind Kategorien inkludiert bei denen es sich nicht um konditionierte Gebäude handelt. Auffällig ist auch die Kategorie *Kultur- und Freizeitzwecke sowie das Bildungs- und Gesundheitswesen*. Hierbei handelt es sich um ein Zusammenschluss von mehreren Gebäudetypen wie Schulen, Kinos und Krankenhäuser. Wobei eine Schule energetisch nicht zu vergleichen ist mit einem Krankenhaus. Da das GWR vermutlich über die genauesten Daten über NWG in Österreich verfügt, wird dieses auch als eine grundlegende Datenquelle herangezogen.

Tabelle 2 Kategorisierung der NWG laut Statistik Austria, angewandt beim Gebäude- und Wohnungsregister (GWR); (Statistik Austria, 2013)

| Statistik Austria - GWR |
|---|
| Bürogebäude |
| Gebäude für Kultur- und Freizeitzwecke sowie das Bildungs- und Gesundheitswesen |
| Hotels und ähnliche Gebäude |
| Groß- und Einzelhandelsgebäude |
| Sonstiges Bauwerk |
| Industrie- und Lagergebäude |

<http://www.alpine-space.eu/imeas>

This project is co-financed by the European Regional Development Fund through the Interreg Alpine Space programme



Gebäude des Verkehrs- und Nachrichtenwesens
Landwirtschaftliche Nutzgebäude
Kirchen und sonstige Sakralbauten
Freistehende Privatgaragen
Pseudobaulichkeit

3.1.3. Europäische Klassifikation – CC

Tabelle 3 zeigt die europäische Klassifikation von NWG. Die auffallende Übereinstimmung mit der Kategorisierung des GWR beruht auf der Tatsache, dass sich das GWR stark an die europäische CC - Kategorisierung anlehnt. Für diese Kategorisierung gilt dasselbe wie für die obige weswegen die CC – Kategorisierung im weiteren Verlauf nicht mehr extra angeführt wird.

Tabelle 3 Kategorisierung der NWG laut europäischer Klassifikation (CC); (Statistik Austria, 2017)

| Europäische Klassifikation - CC |
|---|
| Bürogebäude |
| Gebäude für Kultur- und Freizeitwecke sowie des Bildungs- und Gesundheitswesens |
| Hotels und ähnliche Gebäude |
| Groß- und Einzelhandelsgebäude |
| Sonstige Nichtwohngebäude |
| Industrie- und Lagergebäude |
| Gebäude des Verkehrs- und Nachrichtenwesens |

3.1.4. Vergleich OIB RL6 mit GWR Kategorien

Bei einem Vergleich (Tabelle 4) der zwei Kategorisierungen, stellt sich heraus, dass die OIB-Kategorisierung für vorliegende Studie mehr Vorteile bietet als die des GWR. Zum größten Teil liegt dies an den energetischen Kriterien nach welchen die OIB Kategorisierung stattfindet. Weiters wurden nur konditionierte Gebäudetypen aufgenommen wobei Prozessenergien in dieser Studie nicht berücksichtigt werden. Ebenfalls von Vorteil ist die klare Abgrenzungen der OIB Kategorien während bei der GWR Kategorisierung ein Zusammenschluss von Gebäudetypen unterschiedlicher energetischer Eigenschaften stattfindet. Dennoch, ein kleiner Vorteil der GWR Kategorisierung liegt in der Erläuterung und den Unterkategorien welche in der OIB Richtlinie 6 nicht vorhanden sind.

Tabelle 4 Vor- und Nachteile der OIB- und der GWR Kategorisierungen

| Vor- und Nachteile | |
|----------------------------------|---|
| OIB - Richtlinie 6 | Statistik Austria – GWR |
| + konform Energieausweis | + basierend auf EU-Klassifikation |
| + anhand energetischer Kriterien | + Unterkategorien und Erläuterung vorhanden |
| + nur konditionierte Gebäude | - inkl. irrelevanter Gebäude |
| + exkl. Prozessenergie | - Zusammenschluss Gebäudetypen |



| | |
|---|---|
| + | klar abgegrenzte Kategorien |
| - | keine Erläuterung/Definition der Kategorien |

Da das GWR als eine wichtige Datenquelle betrachtet wird, wurde folgendes beschlossen: Für diese Sondierung wird die OIB-Kategorisierung wegen ihrer Vorteile herangezogen, dennoch wird nach einer Überführung von der OIB zur GWR Kategorisierung gestrebt.

Unterstützt wird dieser Entschluss von der Tatsache, dass eine Zusammenführung der Energieausweisdatenbank (EADB) und des GWR in ein „adress GWR online“ geplant bzw. in Umsetzung ist, wie in Abbildung 2 zu sehen. Hier werden auch die Daten aus den Energieausweisen (OIB RL-6) mit den Daten aus dem GWR verknüpft, also muss auch eine Überführung der Kategorien stattfinden.

Gebäude- und Wohnungsregister Zugriffsrechte

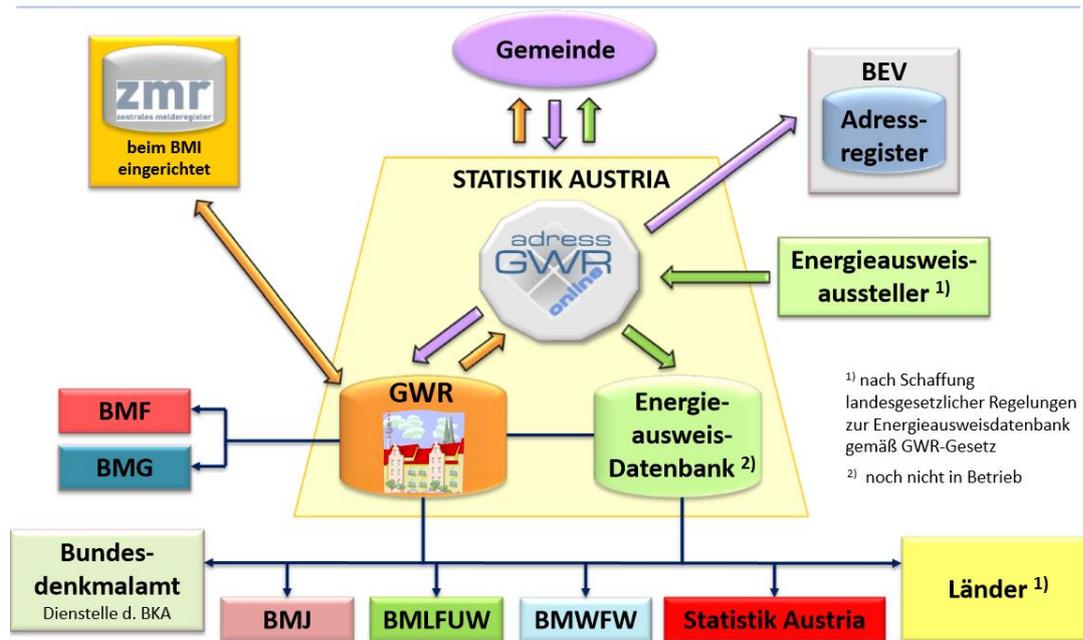


Abbildung 3 Das adress GWR online als Schnittstelle zwischen GWR und EADB; (Preier, 2014)

3.1.5. Zusammenführung von OIB RL6 mit den GWR Kategorien

Tabelle 5 zeigt eine mögliche Überführung bzw. Zusammenführung der bereits angeführten Kategorisierungen. Wobei die OIB Kategorien detaillierter sind in den Bereichen Kultur, Freizeit, Bildungs- und Gesundheitswesen. Hingegen sind bei der GWR Kategorisierung mehr Kategorien welche bei der OIB Kategorisierung alle unter *Sonstige konditionierte Gebäude* fallen würden (ausschließlich konditionierte Gebäude, das heißt keine *Freistehende Privatgaragen* u.ä.). Es ist also nicht möglich von *Sonstige konditionierte Gebäude* der OIB Kategorisierung auf z.B. *Industrie- und Lagergebäude* der GWR Kategorisierung zu schließen. Sprich, die Kategorisierungen sind nicht zur Gänze kompatibel.



Tabelle 5 Zusammenführung der OIB- und GWR-Kategorisierungen

| Gebäudekategorien NWG | |
|---------------------------------|--|
| OIB - Richtlinie 6 | Statistik Austria - GWR |
| Bürogebäude | Bürogebäude |
| Kindergarten und Pflichtschulen | Kultur- und Freizeitwecke sowie das Bildungs- und Gesundheitswesen |
| Höhere Schulen und Hochschulen | |
| Krankenhäuser | |
| Pflegeheime | |
| Hallenbäder | |
| Sportstätten | |
| Veranstaltungsstätten | |
| Pensionen | Hotels und ähnliche Gebäude |
| Hotels | |
| Gaststätten | |
| Verkaufsstätten | Groß- und Einzelhandelsgebäude |
| Sonstige konditionierte Gebäude | Sonstiges Bauwerk |
| | Industrie- und Lagergebäude |
| | Gebäude des Verkehrs- und Nachrichtenwesens |
| | Landwirtschaftliche Nutzgebäude |
| | Kirchen und sonstige Sakralbauten |
| | Freistehende Privatgaragen |
| | Pseudobaulichkeit |

3.1.6. Unterkategorien

Um das Problem der unterschiedlichen Zuordnung aufzulösen, wurden Unterkategorien erstellt. So kann die Kategorie Sonstige konditionierte Gebäude in mehrere Unterkategorien aufgeschlüsselt werden. Eine dieser Unterkategorien sind eben Industrie- und Lagergebäude und Gebäude des Verkehrs- und Nachrichtenwesens. Wobei alle grau hinterlegten Kategorien in Tabelle 5 nicht als Unterkategorien definiert werden, da es sich nicht bzw. kaum um konditionierte Gebäude im klassischen Sinn handelt.

Weitere Faktoren die eine Unterteilung der Kategorien rechtfertigen sind die Heterogenität des NWG-Bestandes und der allgemeine Datemangel. So gibt es auch in der Kategorie Höhere Schulen und Hochschulen mehrer Schultypen die eventuell große energetische Differenzen ausweisen. Gleichzeitig besteht eine große Wahrscheinlichkeit, dass keine Daten zu der übergreifenden Kategorie höheren Schulen und Hochschulen bestehen aber sehr wohl Daten zu der Unterkategorie Allgemeinbildende höhere Schulen (Tabelle 6).

Tabelle 6 Kategorie Höhere Schulen und Hochschulen aufgegliedert in Unterkategorien; (VOBS, 2018)

Höhere Schulen und Hochschulen

Allgemeinbildende höhere Schulen
 Berufsbildende höhere Schulen
 Berufsbildende mittlere und höhere Schulen
 Berufsbildende mittlere Schulen
 Schulen für Soziales, Gesundheit und Pädagogik
 Fachhochschulen
 Musikschulen

Insgesamt wurden die 13 OIB Kategorien in über 100 Unterkategorien aufgegliedert wobei nicht für jede Kategorie die selbe Anzahl Unterkategorien erstellt wurden. Die Aufgliederung selber hat anhand unterschiedlicher Faktoren stattgefunden. Um bei dem Beispiel von *Höheren Schulen und Hochschulen* zu bleiben: Hier wurden Unterkategorien konform der Aufteilung des Vorarlberger Bildungsservice (VOBS) für „weiterführende Schulen“ und „Andere Schulen“, sprich alles außer „Pflichtschulen“, übernommen (VOBS, 2018). Die Unterkategorien der Bürogebäude, zu sehen in Tabelle 7, wurden teils den Unterkategorien der europäischen Klassifikation angepasst, teils selbst definiert anhand gefundener Daten. Für Verwirrung könnte die Unterkategorie *Bürogebäude* sorgen, welche ausschließlich konventionelle Bürogebäude umfasst, während die Hauptkategorie *Bürogebäude* auch Verwaltungsgebäude, Feuerwehren und mehr umschließt.

Tabelle 7 Kategorie Bürogebäude aufgegliedert in Unterkategorien; (Statistik Austria, 2017), (Rücker, et al., 2014)

Bürogebäude

Bürogebäude
 Verwaltungsgebäude
 Feuerwehren
 Polizeiinspektionen
 Postämter
 Banken

Alle folgende Schritte werden für Unterkategorien und nicht für die Hauptkategorien angewandt. Nachdem die Fläche und der Energieverbrauch für jede Unterkategorie berechnet wurde, können diese zur jeweiligen Hauptkategorie zusammengefasst werden. Neben dem Fakt, dass die Unterteilung in Unterkategorien notwendig ist, liefert eine detailliere Auswertung trotz Mehraufwand auch deutlich mehr Detailtiefe.

3.2. Flächenermittlung der Nichtwohngebäude

Um die kumulierte Fläche aller Gebäude einer Kategorie zu berechnen, wurden zuerst die Anzahl Gebäude und die durchschnittliche spezifische Fläche eines Gebäudes je Kategorie eingetragen.

Ursprünglich sollten die Kategorien mit den jeweiligen Anzahlen der vorhandenen NWG gefüllt werden aber hier musste eine weitere Anpassung vorgenommen werden. Dabei handelt es sich um eine Ergänzung zu Gebäuden um Nutzeinheiten. Verantwortlich hierfür ist wiederum der Datenmangel bezüglich NWG in Vorarlberg. Während kaum Daten zu Gebäudeanzahlen zu finden



sind, gibt es einige Statistiken zu Arbeitsstätten und Mitgliedschaften in Fachverbänden der Wirtschaftskammer Österreich (WKO). Folglich wurden diese Mitgliedschaften und Arbeitsstätten als Nutzeinheiten definiert und in das Datengerüst aufgenommen. Hierbei wird darauf geachtet, dass die durchschnittliche spezifische Fläche auf Nutzeinheiten und nicht auf Gebäude bezogen wird.

Da die Daten zu NWG aus sehr vielen verschiedene Quellen stammen, werden fortan nur die wichtigsten Quellen aufgelistet. Die meisten Daten zu Anzahl NWG stammen von der WKO, aus dem GWR, dem VOBS und dem Energiebericht Online (EBO). Außerdem wurden Daten des Amtes der Vorarlberger Landesregierung über landeseigene Gebäude und Daten der Vorarlberger Krankenhaus-Betriebsges.m.b.H. (KHBG) für diese Sondierung zur Verfügung gestellt.

Aufgrund des erwähnten Datenmangels und der Einführung von Nutzeinheiten konnten die Kategorien nicht mehr in Altersklassen eingeteilt werden. Somit kann in dieser Studie die 3. Untersuchungsfrage nicht beantwortet werden.

Unter der spez. Fläche wird hier die durchschnittliche spezifische Fläche eines Gebäudes bzw. einer Nutzeinheit in Form von m^2 Nettogeschossfläche (NGF) verstanden. Das GWR, der EBO, das Amt der Vorarlberger Landesregierung und die KHBG verfügen über Datensätze zu Flächenangaben Vorarlberger NWG. Da für einen großen Anteil der Gebäude diese Daten nicht direkt vorhanden sind, wurden externe Benchmarks aus Deutschland und der Schweiz herangezogen. Zum einen handelt es sich hierbei um ein Benchmark des Deutschen Bundesinstituts für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) aufgenommen in der Online-Publikation Nr. 09/2009 *Benchmarks für die Energieeffizienz von Nichtwohngebäude*. Zum anderen um ein Benchmark des Schweizerischen Ingenieur- und Architektenvereins (SIA) aufgenommen in der Richtlinie 2024:2015 *Raumnutzungsdaten für Energie- und Raumtechnik* (SIA, 2015).

Sowohl der EBO als auch das Amt der Vorarlberger Landesregierung geben Flächenangaben als Bruttogeschossfläche (BGF) an. Um dennoch zur gewünschten NGF zu gelangen, wurden Umrechnungsfaktoren eingeführt. Diese Umrechnungsfaktoren stammen aus der Richtlinie 3807 – Blatt 2 *Verbrauchskennwerte für Gebäude – Verbrauchskennwerte für Heizenergie, Strom und Wasser* des Vereins Deutscher Ingenieure.

Da die Flächenangaben zu einem großen Teil aus dem EBO stammen, wird dieser nachfolgend kurz erläutert.

Der Energiebericht Online ist ein Energiemonitoringstool für e5- Gemeinden mit dem unter anderem Energiedaten der gemeindeeigenen Gebäude erfasst werden. 68 der 96 politischen Gemeinden Vorarlbergs sind im Besitz diese Tools wobei laut Administrator rund 50 Gemeinden ihre Daten regelmäßig und gewissenhaft eingeben. So sind etwa 85 % der EBO-Daten belastbar. Neben Energiekennwerten werden auch Energiebezugsflächen eingetragen. Diese Energiebezugsflächen entsprechen der spezifischen Fläche welche in Bruttogeschossfläche (BGF) und nicht als NFG angegeben ist. Aus diesem und anderen Gründen war die Auswertung der Daten etwas umständlich



Abbildung 4 EBO Logo (Energieinstitut Vorarlberg, 2018)

und wird an dieser Stelle nicht weiter ausgelegt. Eine genaue Beschreibung dieser Auswertung inklusive aller Rechenschritte ist im Anhang I aufgenommen.

Nahdem sowohl die Anzahl Gebäude als auch die spezifische NGF eingetragen wurden, konnte mit dieser einfachen Formel die gesamte Fläche ausgerechnet werden:

$$\text{Gesamt Fläche} = \text{Anzahl} * \text{spez. Fläche}$$

Da es sich hierbei lediglich um eine Berechnung handelt, ist keine weitere Erläuterung zu der gesamten Fläche notwendig.

3.3. Energiebedarfe der Nichtwohngebäude

Um den gesamten Energiebedarf der Nichtwohngebäude zu berechnen, benötigt man neben der gesamten Fläche auch noch passende durchschnittliche spezifische Energiekennwerte. Passend in dem Sinne, dass sich die Energiekennwerte auf die Energiebezugsfläche, der NGF, beziehen.

Bei den durchschnittlichen spezifischen Energiekennwerten handelt es sich um Verbrauchswerte für Wärme, Strom und wenn angegeben auch für Kühlung. Die genauen Definitionen dieser Begriffe unterscheiden sich von Quelle zu Quelle. So wird bei Stromverbräuchen manchmal auch der Stromverbrauch für Heizzwecke miteinbezogen. Aus diesem Grund weichen Angaben zu derselben Kategorie aus einer Quelle teils stark von einer anderen Quelle ab. Es ist also vorab klar, dass einheitlich definierte Verbräuche eine Verschiebung der Ergebnisse verursachen würden. Folgendes Beispiel soll dies veranschaulichen: Wie erwähnt, wurde der Stromverbrauch für Heizzwecke teils zu dem Stromverbrauch gerechnet. Richtig wäre aber, dieser Verbrauch dem Wärmeverbrauch zuzuschreiben. Würde man diese Angaben also korrigieren, müsste der Stromverbrauch ab und der Wärmeverbrauch zunehmen, verglichen mit den Ergebnissen dieser Sondierung.

Strom- und Wärmeverbrauchskennwerte wurden wiederum aus dem EBO entnommen (Anhang II) und von dem Amt der Vorarlberger Landesregierung und der KHBG bereitgestellt. Hierbei handelt es sich um gemessene Verbräuche von Vorarlberger NWG. Da aber nicht ausreichend Daten zur Verfügung standen um alle Kategorien zu befüllen, musste auf externe Daten zurückgegriffen werden. Wiederum wurden Daten aus der Richtlinie 3807 – Blatt 2 der VDI als auch aus der Online-Publikation Nr. 09/2009 des BBSR entnommen.

Zu Kühlverbräuchen standen so gut wie gar keine Daten zur Verfügung. Aus diesem Grund wird der Kühlverbrauch in dieser Sondierung nicht weiter zu behandeln. Dennoch wird vermutet, dass der Kühlenergieverbrauch in Vorarlberg beträchtlich ist und in Zukunft mit dem Klimawandel deutlich steigen wird. Speziell Gebäude des Lebensmittelhandels verbrauchen viel Energie für das Kühlen der Lebensmittel.

Ebenfalls wichtig zu beachten ist, dass der Kühlbedarf vermutlich sehr wohl erfasst aber nicht separat ausgegeben werden kann, sondern dem Stromverbrauch zugerechnet wird.

Mithilfe der vorhin berechneten gesamten Fläche und den spez. Energiekennwerten kann wiederum mit einer simplen Multiplikation der gesamte Strom- und Wärmeenergieverbrauch Vorarlberger NWG berechnet werden.

$$\text{Gesamt Energie} = \text{Gesamt Fläche} * \text{spez. Energiekennwerte}$$

<http://www.alpine-space.eu/imeas>

This project is co-financed by the European Regional Development Fund
through the Interreg Alpine Space programme



Auch hierbei handelt es sich lediglich um eine Berechnung, wodurch keine weitere Erläuterung notwendig ist.

4. Ergebnisse zum Energiebedarf der Nichtwohngebäude

4.1. Anzahl

In der zweiten und dritten Spalte der Tabelle 8 sind die Gebäude und Nutzeinheiten zusammengefasst in die 13 OIB-Kategorien zu sehen. Verglichen werden diese Daten, konform der Zusammenführung zu sehen in Tabelle 5, mit denen des GWRs und der Registerzählung in Spalte vier und fünf. Beim GWR und der Registerzählung wurden nur Gebäude, keine Nutzeinheiten erschlossen. Auffallend ist die Übereinstimmung der Bürogebäude und den sonstigen konditionierten Gebäuden mit den Angaben des GWRs. Dies ist darauf zurückzuführen, dass das GWR für die Kategorien, in welchen keine anderen Daten vorhanden sind, als Datenquelle herangezogen wurde. Dennoch gibt es in der Kategorie Bürogebäude Unterkategorien zu denen genauere Angaben gemacht werden können sowie die Unterkategorien Polizeinspektionen und Verwaltungsgebäude. Ebenfalls interessant ist die Abnahme von Gebäude der Registerzählung, welche im Jahr 2011 stattfand, im Vergleich zu den Angaben des GWRs, Stand 2018. Die Vermutung liegt nahe, dass nicht alle bestehenden NWG im GWR erfasst sind.

Tabelle 8 Mengengerüst Gebäude und Nutzeinheiten verglichen mit Daten aus dem GWR (Rücker, 2018) und der Registerzählung im Jahr 2011 (Rücker, et al., 2014)

| Kategorie | Gebäude | Nutzeinheiten | GWR | Registerzählung |
|---------------------------------|--------------|---------------|--------------|-----------------|
| Bürogebäude | 1.259* | | 1.259 | 1.462 |
| Kindergärten und Pflichtschulen | 392 | 483 | 1.208 | 1.297 |
| Höhere Schulen und Hochschulen | 62 | | | |
| Krankenhäuser | 14 | | | |
| Pflegeheime | 51 | | | |
| Veranstaltungsstätten | 101 | 54 | | |
| Sportstätten | 60 | 80 | | |
| Hallenbäder | 7 | | | |
| Pensionen | 260 | | 2.286 | 2.061 |
| Hotels | 615 | | | |
| Gaststätten | 186 | 1.391 | | |
| Verkaufsstätten | 806 | 5.378 | 1.331 | 1.519 |
| Sonstige konditionierte Gebäude | 3.294* | | 3.294 | 3.365 |
| Gesamt | 7.107 | 7.386 | 9.378 | 9.704 |

*Aufgrund von Datenmangel wurden Angaben aus dem GWR übernommen.

Durch die Einführung von Nutzeinheiten ist es sehr schwer ein Vergleich durchzuführen und eine Übersetzung von Nutzeinheiten in Gebäude ist leider in dieser Studie nicht durchführbar. Dennoch bieten Nutzeinheiten bei ausreichender Datenlänge einen großen Vorteil: Ein Gebäude wird für gewöhnlich jener Gebäudekategorie zugeteilt, welche flächenmäßig die überwiegende Nutzung einnimmt. Z.B. ein Gebäude ausgestattet mit Wohneinheiten (60% der Fläche) und einem Geschäft (40% der Fläche) wird anhand der überwiegenden Nutzung als Wohngebäude erfasst. Dadurch entsteht ein „Verlust“ der Verkaufsstätte, welche nicht weiter im GWR erfasst ist. Durch die Einführung von Nutzeinheiten kann die Verkaufsstätte noch stets als Nutzeinheit in das Mengengerüst aufgenommen werden. Vorausgesetzt, dass alle Nutzeinheiten von allen NWG registriert sind, was zurzeit nicht der Fall ist.

4.2. Fläche

Es wurde eine gesamte konditionierte NGF, welche NWG in Vorarlberg einnehmen, von rund 11 Millionen m² berechnet. Abbildung 5 zeigt diese Fläche prozentuell aufgeteilt nach Kategorien. Sonstige konditionierte Gebäude nehmen mehr als ein Drittel der Fläche ein, wobei dies auf die große Anzahl Gebäude in dieser Kategorie zurückzuführen ist. Die flächenmäßig zweit größte Kategorie stellen Verkaufsstätten mit 14% dar. Dicht gefolgt von Bürogebäuden mit 13% und Kindergärten und Pflichtschulen mit 11%. Der relativ große Flächenanteil von 9% durch Hotels beruht auf Vorarlbergs Funktion als Tourismusgebiet.

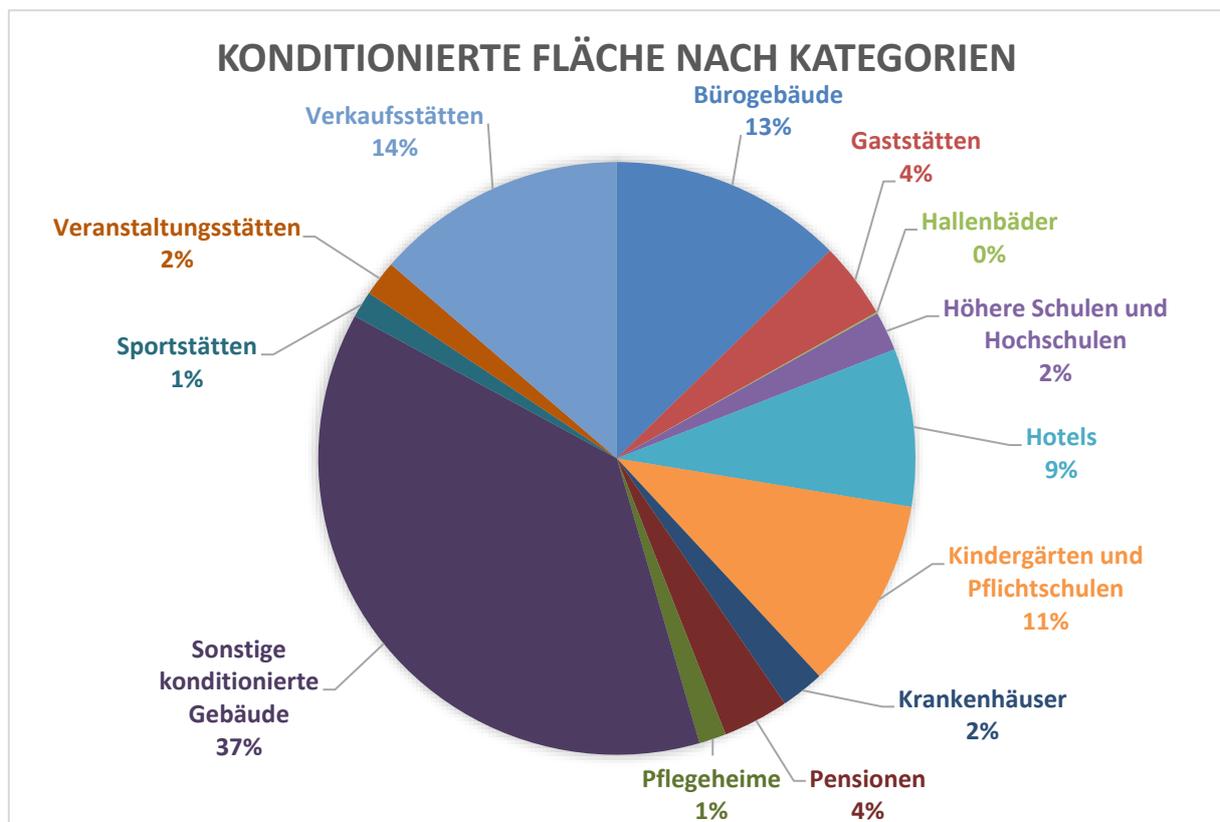


Abbildung 5 konditionierte NGF prozentuell aufgeteilt nach Kategorien

Die Aussagekraft berechneter Ergebnisse soll durch einen Vergleich mit anderen Datenquellen und Studien beurteilt werden:

<http://www.alpine-space.eu/imeas>

This project is co-financed by the European Regional Development Fund through the Interreg Alpine Space programme



Tabelle 9 Abgleich der in dieser Sondierung berechneten NGF mit Daten aus dem GWR

Konditionierte NGF von Nichtwohngebäuden in Vorarlberg

| | m ² | | Quelle |
|------------------|----------------|------------|-------------------------|
| Nichtwohngebäude | 10.956.193 | NGF | GWR (Rücker, 2018) |
| Nichtwohngebäude | 11.087.000 | NGF | aus vorliegender Studie |
| Differenz | 130.807 | NGF | |

Bei dem Vergleich in Tabelle 9 handelt es sich beinahe um eine 100-prozentige Übereinstimmung. Trotz dem Fakt, dass für Bürogebäude und sonstige konditionierte Gebäude Daten zu Anzahl und Fläche aus dem GWR entnommen wurden, handelt es sich um eine sehr gute Übereinstimmung.

Tabelle 10 Abgleich der in dieser Sondierung berechneten NGF mit Daten der TU-Wien

Konditionierte NGF von Wohn- und Nichtwohngebäuden in Vorarlberg

| | m ² | | Quelle |
|---------------------|------------------|----------------|--|
| Gesamt (2016) | 28.000.000 | BGF | Wärmezukunft 2050 (Kranzl, et al., 2018) |
| | 24.360.000 | NGF | Wärmezukunft 2050 (Kranzl, et al., 2018) (VDI, 2014) |
| Wohngebäude (2015) | 17.600.000 | NGF | Energieperspektiven (Ploss, et al., 2017) |
| Nichtwohngebäude | 11.087.000 | NGF | aus vorliegender Studie |
| Summe Wohn- und NWG | 28.687.000 | NGF | |
| Differenz | 687.000 | BGF/NGF | zu Wärmezukunft in BGF |
| Differenz | 4.327.000 | NGF | zu Wärmezukunft in NGF |

In Tabelle 10 wurde die berechnete NGF mit den Ergebnissen der Studie *Wärmezukunft 2050* der TU-Wien verglichen. Diese Studie weist für den Vorarlberger Gebäudesektor (Wohn- und Nichtwohngebäude) eine konditionierte BGF von 28 Millionen m² aus. Mithilfe eines universalen Umrechnungsfaktors für NGW von 0,87 aus der Richtlinie 3807 – Blatt 2 *Verbrauchskennwerte für Gebäude – Verbrauchskennwerte für Heizenergie, Strom und Wasser* des VDI wurde eine NGF von 24,4 Millionen m² ausgerechnet.

In der Studie *Energieperspektiven* des EIV und Vallentin + Reichmann Architekten wurde für Wohngebäude eine NGF von 17,6 Millionen m² erhoben. Subtrahiert man diese von den 24,4 Millionen m² so müssten NWG eine Fläche von rund 6,8 Millionen m² einnehmen. Laut dieser Sondierung nehmen NWG aber 11 Millionen m² ein. Es handelt sich also um eine Abweichung von ca. 40%. Führt man dieselbe Berechnung durch ohne den Umrechnungsfaktor von BGF zu NGF, so würde man zu einer 95-prozentigen Übereinstimmung gelangen.



In Anhang II sind detaillierte Angaben zur spez. und gesamten NGF für jede Kategorie aufgenommen.

4.3. Wärmeverbrauch

Der Wärmeverbrauch von Vorarlberger NWG liegt laut vorliegender Berechnungen aktuell bei rund 1.120 GWh pro Jahr. Abbildung 6 zeigt diesen Wärmeverbrauch prozentuell aufgeteilt nach Kategorien. Im Vergleich zu Abbildung 5, nehmen sonstige konditionierte Gebäude einen deutlich geringeren Anteil ein, während die Anteile von Verkaufsstätten, Hotels, Gaststätten, Krankenhäuser und Hallenbäder zunehmen.

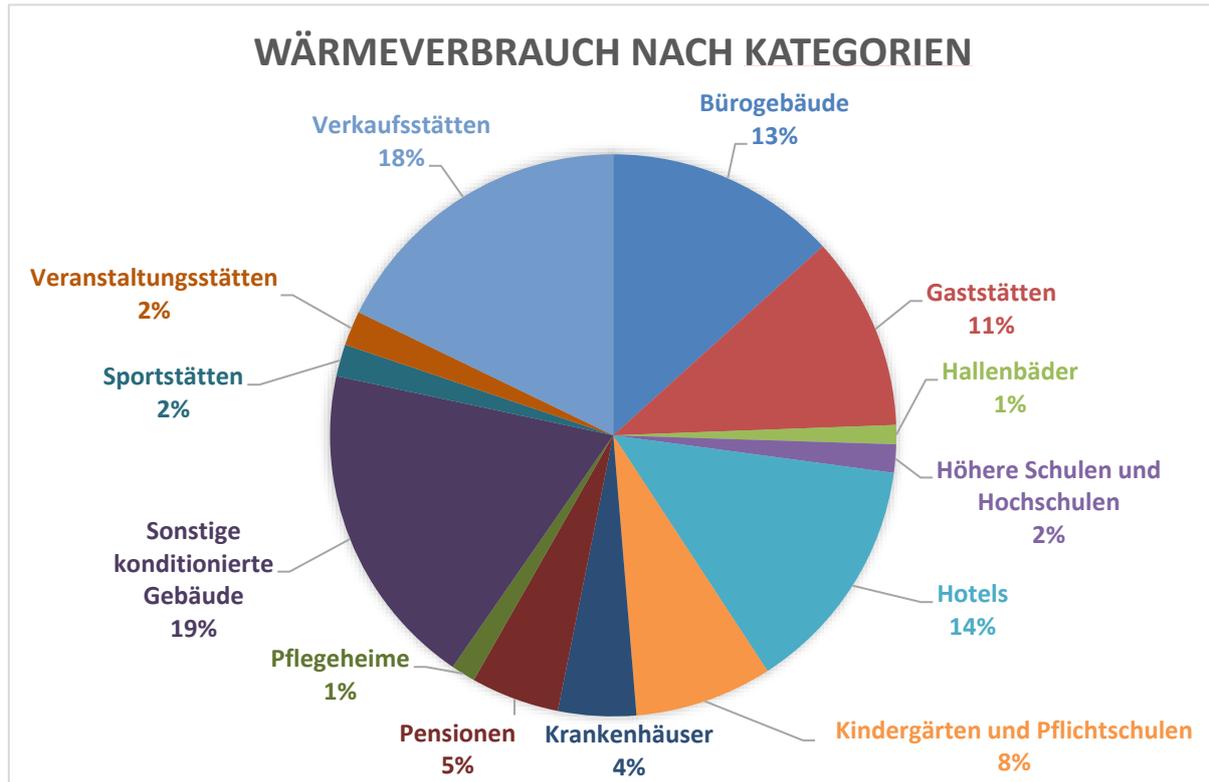


Abbildung 6 Wärmeverbrauch prozentuell aufgeteilt nach Kategorien

Auch hier soll die Aussagekraft berechneter Ergebnisse durch einen Vergleich mit anderen Datenquellen und Studien beurteilt werden:



Tabelle 11 Abgleich des in dieser Sondierung berechneten Wärmeverbrauches mit Daten der Energiestatistik des Amtes der Vorarlberger Landesregierung und der TU-Wien

Wärmeverbrauch von Wohn- und Nichtwohngebäuden in Vorarlberg

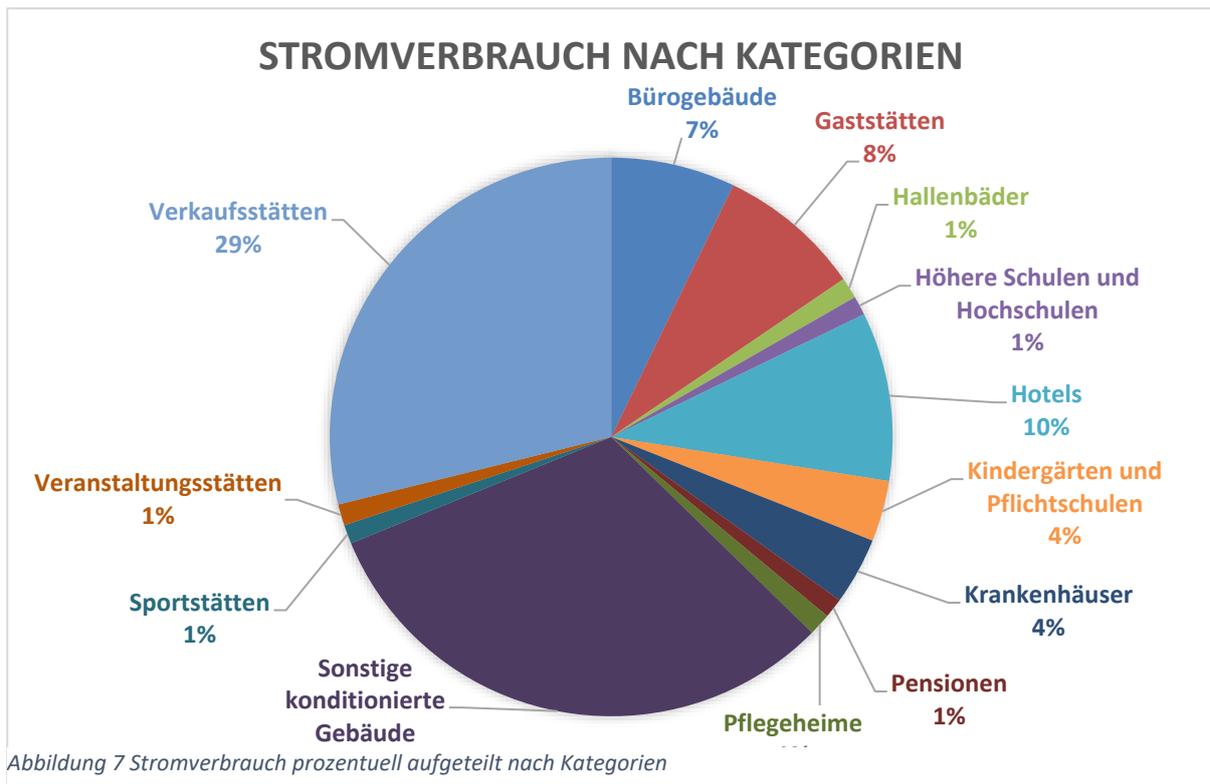
| | GWh | Quelle |
|---------------------|------------|---|
| Gesamt (2016) | 4.300 | Wärmezukunft 2050 (Kranzl, et al., 2018) |
| | 3.906 | Monitoringbericht (Jamer, et al., 2018) |
| Wohngebäude (2015) | 2.200 | Energieperspektiven (Ploss, et al., 2017) |
| Nichtwohngebäude | 1.121 | aus vorliegender Studie |
| Summe Wohn- und NWG | 3.321 | |
| Differenz | 585 | Zu Monitoringbericht |

Laut der *Wärmezukunft 2050* der TU-Wien und dem *Energie- und Monitoringbericht* des Amtes der Vorarlberger Landesregierung liegt der Wärmeverbrauch von allen Gebäuden in Vorarlberg zwischen 3.900 und 4.300 GWh. Das EIV und Vallentin + Reichmann Architekten geben im Bericht *Energieperspektiven* einen Wärmeverbrauch von 2.200 GWh für Wohngebäude an. Somit müssten Nichtwohngebäude einen Wärmeverbrauch von 1.700 GWh aufweisen. Berechnet wurden in vorliegender Studie etwas mehr als 1.100 GWh. Es ist also eine Abweichung von rund 590 GWh. Diese Abweichung könnte unter anderem aus der unterschiedlichen Definition von Wärme- und Stromverbräuchen verschiedener Quellen, wie in Kapitel 3.3.1. besprochen resultieren.

4.4. Stromverbrauch

Der Stromverbrauch von Vorarlberger NWG liegt laut vorliegender Berechnungen aktuell bei rund 660 GWh im Jahr. Abbildung 7 zeigt diesen Stromverbrauch prozentuell aufgeteilt nach Kategorien. Auffallend ist der große Anteil von 29% der Verkaufsstätten an dem Stromverbrauch. Es wird angenommen, dass vor allem die Kühlenergie von Lebensmittelmärkten, welche beim Stromverbrauch eingeschlossen sind, dafür verantwortlich sind. Sonstige konditionierte Gebäude nehmen wieder rund ein Drittel ein, ähnlich wie der Anteil an der Fläche und deutlich mehr als der Anteil am Wärmeverbrauch.





Wiederum folgt die Beurteilung der Aussagekraft berechneter Ergebnisse durch einen Vergleich mit anderen Datenquellen und Studien:

Tabelle 12 Abgleich des in dieser Sondierung berechneten Stromverbrauches mit Daten der Energiestatistik des Amtes der Vorarlberger Landesregierung

Stromverbrauch von Wohn- und Nichtwohngebäuden in Vorarlberg

| | GWh | Quelle |
|-------------------------|------------|--|
| Gesamt (2016) | 695 | Monitoringbericht (Jamer, et al., 2018) |
| Wohngebäude (2015) | 460 | Energieperspektiven (Ploss, et al., 2017) |
| Dienstleistungen (2006) | 591 | Stromeffizienzpotentiale (Jürg & Bush, 2008) |
| Nichtwohngebäude | 658 | aus vorliegender Studie |
| Summe Wohn- und NWG | 1.118 | |
| Differenz | 423 | Zu Monitoringbericht |

Laut dem *Energie- und Monitoringbericht des Amtes der Vorarlberger Landesregierung* liegt der Stromverbrauch von allen Gebäuden in Vorarlberg. bei rund 700 GWh. Das EIV und Vallentin +



Reichmann Architekten geben im Bericht *Energieperspektiven* einen Stromverbrauch von 460 GWh für Wohngebäude an. Somit müssten Nichtwohngebäude einen Stromverbrauch von 235 GWh aufweisen. Berechnet wurden aber rund 660 GWh. Es ist also eine Abweichung von rund 420 GWh. Diese Abweichung könnte wiederum der unterschiedlichen Definition von Wärme- und Stromverbräuchen verschiedener Quellen zuzuschreiben sein.

2008 wurde die Studie *Stromeffizienzpotentiale* publiziert, welche von CONSISTE, Bush Energie GmbH und ARENA Zürich im Auftrag des Amtes der Vorarlberger Landesregierung durchgeführt wurde (Jürg & Bush, 2008). In dieser Studie wird angegeben, dass der Stromverbrauch des Dienstleistungssektors in Vorarlberg im Jahr 2006 über 590 GWh betrug. Der Dienstleistungssektor ist zwar nicht mit dem Nichtwohngebäudepark gleichzusetzen umfasst aber beinahe dieselben Aktivitäten und müsste ähnliche Energieverbräuche aufweisen. Die berechneten 660 GWh stimmen relativ genau mit den 590 GWh der Stromeffizienzpotential-Studie überein. Laut *Energie- und Monitoringbericht* ist der Stromverbrauch zwischen 2006 und 2016 in Vorarlberg kaum gestiegen ist (Jamer, et al., 2018). Ob sich der Stromverbrauch für Dienstleistungsgebäude, definiert nach der Stromeffizienzpotential-Studie, seit 2006 erhöht hat, ist nicht bekannt.

In Anhang II sind detaillierte Angaben zur spez. und gesamten Wärme- und Stromverbrauch für jede Kategorie aufgenommen.

4.5. Energieintensität

In Tabelle 13 sind Kategorien nach ihrer Energieintensität basierend auf dem Verhältnis von Anteil Gesamtfläche zu Anteil Wärmeverbrauch und Stromverbrauch markiert. Rot eingefärbt sind Kategorien wie Gaststätten da der Anteil an Wärme- und Stromverbrauch deutlich über dem Anteil an der Gesamtfläche liegen. Diese Kategorien werden in vorliegender Studie als energieintensiv bezeichnet da sie pro Quadratmeter mehr Energie verbrauchen als der Durchschnitt. Grün gefärbte Kategorien sind als eher energieeffizient zu betrachten. Energieintensive Gebäude sind nicht automatisch als „schlecht“ zu beurteilen, da auch die besten Hallenbäder einen größeren Energieverbrauch pro Quadratmeter aufweisen werden als die meisten Kindergärten. Genauso ist ein Kindergartengebäude nicht automatisch energieeffizient.

Tabelle 13 Energieintensität nach Kategorien, bewertet anhand von dem Verhältnis von Anteil Gesamtfläche zu Anteil Wärmeverbrauch und Anteil Stromverbrauch

| Kategorien | Anteil Gesamtfläche | Anteil Wärmeverbrauch | Anteil Stromverbrauch |
|-------------|---------------------|-----------------------|-----------------------|
| Bürogebäude | 12,6% | 13,3% | 7,1% |



| | | | |
|------------------------------------|-------------|-------------|-------------|
| Gaststätten | 4,1% | 11,2% | 8,3% |
| Hallenbäder | 0,1% | 1,1% | 1,2% |
| Höhere Schulen und Hochschulen | 2,1% | 1,6% | 1,1% |
| Hotels | 8,6% | 13,7% | 9,8% |
| Kindergärten und Pflichtschulen | 10,5% | 7,9% | 3,5% |
| Krankenhäuser | 2,4% | 4,5% | 3,9% |
| Pensionen | 3,6% | 5,1% | 1,1% |
| Pflegeheime | 1,5% | 1,4% | 1,3% |
| Sonstige konditionierte Gebäude | 37,4% | 18,8% | 31,4% |
| Sportstätten | 1,5% | 1,8% | 1,1% |
| Veranstaltungsstätten | 1,9% | 2,0% | 1,2% |
| Verkaufsstätten | 13,6% | 17,8% | 28,9% |
| Gesamtergebnis | 100% | 100% | 100% |

In dem Anhang III sind prozentuelle Aufteilungen nach Zuordnung für die Anzahl Gebäude, NGF und Strom- und Wärmeverbrauch zu finden. Unter Zuordnung wird hier eigentlich die Datenquelle gemeint. Daten des Amtes der Vorarlberger Landesregierung, des EBOs und der KHBG wurden extra gekennzeichnet um diese Aufteilung nach Zuordnung zu gewährleisten. Für mehr Verständnis sorgt die Beschreibung, ebenfalls zu finden in Anhang III.

5. Diskussion

Während der Ausführung dieser Sondierungsstudie mussten einige Anpassungen gemacht, Hindernisse überwunden und Fragen verworfen werden. Folgende Punkte sind deswegen bei der Interpretation der Ergebnisse zu beachten:

Da die Datenlage bezüglich Baujahren, Kühlenergieverbräuchen und Energieträger von NWG unzureichend ist, wurden die Untersuchungsfragen diesbezüglich nicht weiter verfolgt. Somit können auch die CO₂ Emissionen des Vorarlberger Nichtwohngebäudeparks nicht ausgewiesen werden.

Sowohl bei den Flächenangaben als auch bei den Energiekennwerten wurde auf externe Benchmarks zurückgegriffen. Inwiefern diesen Daten den tatsächlichen Vorarlberger Nichtwohngebäudepark repräsentieren, ist nicht bekannt. Außerdem geben diese Benchmarks für einige Gebäudetypen stark voneinander abweichende Werte an.

Bei den Daten aus dem EBO, Energiebericht VlbG. Landesgebäude und dem Energiebericht VlbG. Landeskrankenhäuser hingegen handelt es sich um real gemessene Werte Vorarlberger NWG. 35 Unterkategorien konnten vollständig mit diesen Daten erschlossen und einige Weitere damit angefüllt werden. Unter diesen Kategorien befinden sich hauptsächlich Gebäude der öffentlichen Hand sowie Schulen, Gemeindeämter, Krankenhäuser und Altersheime.

Die Kategorie sonstige konditionierte Gebäude beinhaltet zahlenmäßig die meisten Gebäude wodurch Angaben zu diesen Gebäuden maßgebenden Einfluss auf die gesamten Ergebnisse ausüben.



Jedoch ist die Datenlage zu speziell diesen Gebäuden, worunter hauptsächlich Industriegebäude fallen, nicht gut.

Auch hier soll nochmals auf die uneinheitlichen Definierungen von Strom- und Wärmeverbräuchen eingegangen werden. Die Vermutung liegt nahe, dass bei der Einführung einer einheitlichen Definition eine Verschiebung des Energieverbrauchs von Strom zu Wärme stattfinden würde. Wahrscheinlich werden Anteile des Wärmeverbrauchs auch in den Benchmarks dem Stromverbrauch zugeschrieben (z.B. Verbräuche von Kleinboiler und Elektroheizungen).

Der Einfluss bzw. Anteil Prozessenergie auf den Energieverbrauch konnte nicht ermittelt werden. Es ist aber bekannt, dass sowohl bei gemessenen Werten und auch den meisten Benchmarks ein gewisser Anteil an Prozessenergien bei den Energieverbräuchen inbegriffen ist, da eine separate Auswertung erheblichen Aufwand erfordert und oft keine Zähler hierzu verbaut sind.

Das Weiter nimmt die Ergebnissicherheit mit zunehmender Detailtiefe ab. Während relativ klare Aussagen zu dem gesamten Nichtwohngebäudepark gemacht werden können, sind Angaben zu Gebäudekategorien schon unsicherer. Daten zu Unterkategorien sind mit größerer Unsicherheit belastet, da Daten zu einzelnen Kategorien teils aus externen Benchmarks stammen. Angenommen diese Benchmarks geben nicht immer für Vorarlberg repräsentative Werte an, so wird unterstellt, dass sich diese Werte durch die Zusammenführung zu Hauptkategorien ausgleichen bzw. weniger ins Gewicht fallen.

Inwiefern man durch Abgleichen der Ergebnisse mit anderen Studien auf die Datenqualität schließen kann, ist nicht klar, da die meisten Studien und Vergleichsdaten auf dieselben Grundlagendaten zurückgreifen. Es besteht aber Einigkeit darüber, dass die Datenlage zu NWG allgemein als stark ausbaufähig zu bezeichnen ist.

6. Fazit (Ausblick)

Die Ergebnisse dieser Sondierung beruhen auf der momentan verfügbaren Datenlage und dem verfügbaren zeitlichen Rahmen. Für mehr Ergebnissicherheit sind aufwendige Untersuchungen nötig. Dennoch hat sich ein deutlicheres Bild des Vorarlberger Nichtwohngebäudeparks und dessen Datenlage ergeben.

Es gibt keine einheitliche Kategorisierung von NWG aber es ist eine Zusammenführung des GWRs und der EAWZ und somit auch der GWR-Kategorisierung mit der des OIBs geplant, worauf in dieser Sondierung Rücksicht genommen wurde. Die Anzahl erhobener NWG beträgt 7.100, die Anzahl Nutzeinheiten 7.400. Gemeinsam nehmen diese eine NGF von 11 Millionen m² ein. Der jährliche Energieverbrauch beträgt insgesamt ca. 1.780 GWh wobei 1.120 GWh auf den Wärme- und 660 GWh auf den Stromverbrauch fallen. Vergleiche mit Ergebnissen anderer Studien deuten darauf hin, dass diese Werte plausibel scheinen.

Die Datenlage von NWG in Vorarlberg ist verglichen zu der von Wohngebäuden sehr spärlich. Scheinbar wurden NWG bisher nicht sehr sorgfältig erfasst wobei große Unterschiede zwischen landes- und gemeindeeigenen Gebäuden und Gebäude mit privaten Eigentümer bestehen. Erstere



sind mit ausreichend Daten erfasst, wobei die Qualität noch verbessert werden könnte, während zu Zweiten weitaus weniger Daten und zu einer fragwürdigen Qualität verfügbar sind. Theoretisch existieren diese Daten in Bauplänen oder werden von Stromzählern abgelesen, diese Daten zu beschaffen wäre aber nur mit sehr großem Aufwand zu bewältigen. Dennoch wäre eine Verbesserung der Datenlage anzustreben, um sinnvolle und effektive Strategien zur Dekarbonisierung der NWG in Vorarlberg abzuleiten.



Literaturverzeichnis

(BMWi), B. f. W. u. E., 2015. *Energieeffizienzstrategie Gebäude*, Berlin: Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi);

Asamer, E.-M. et al., 2014. *Census 2011 Austria*, Wien: STATISTICS AUSTRIA.

Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR), 2009. *Benchmarks für die Energieeffizienz von Nichtwohngebäuden*, Bonn: BBSR.

ECOSPEED AG, 2016. *Methodik zur Berechnung der kantonalen CO₂-Emissionen im Gebäudebereich auf Basis des Gebäude- und Wohnungsregisters (GWR)*, Zürich: s.n.

Energieinstitut Vorarlberg, 2018. [Online]
Available at: <https://www.energiebericht.net/>

Forschungsdatenbank Nichtwohngebäude, ab 2015. *datanwg.de*. [Online]
Available at: <https://www.datanwg.de/downloads/berichte/>

Jamer, P., Niedermair, M. & Vögel, C., 2018. *Energie- und Monitoringsbericht Vorarlberg*, Bregenz: Amt der Vorarlberger Landesregierung .

Jürg, N. & Bush, E., 2008. *Stromeffizienzpotenziale in Haushalten und*, s.l.: Amt der Vorarlberger Landesregierung.

Kranzl, L. et al., 2018. *Wärmezukunft 2050*, Wien: Technische Universität Wien.

Müller, A., 2015. *Energy Demand Assesment for Space Conditioning and Domestic Hot Water: A Case Study for the Austrian Building Stock*, Wien: Technische Universität Wien - Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik.

O Broin , E., Mata, E., Göransson, A. & Johnsson, F., 2013. *The effect of improved efficiency on energy savings in EU-27 buildings*, s.l.: s.n.

OIB, 2015. *Begriffsbestimmungen*. Wien(Wien): Österreichisches Institut für Bautechnik (OIB).

OIB, 2015. *Richtlinie 6 - Energieeinsparung und Wärmeschutz*. Wien(Wien): Österreichisches Institut für Bautechnik (OIB).

Ploss, M., Hatt, T., Vallentin, R. & Kern, M., 2017. *Energieperspektiven Vorarlberg 2010 - 2070*, Dornbirn und München: s.n.

Preier, J., 2014. *Gebäude- und Wohnungsregister (GWR) Energieausweisdatenbank (EADB)*. s.l.: Statistik Austria.

RICHTLINIE (EU) 2018/844 DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES vom 30. Mai 2018 zur Änderung der Richtlinie 2010/31/EU über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden und der Richtlinie 2012/27/EU über Energieeffizienz (2018).



Rücker, E., 2018. *Gebäude- und Wohnungsregister (GWR)*. Bregenz: Gebäude- und Wohnungsregister (GWR).

Rücker, E. et al., 2014. *Ergebnisse der Registerzählung 2011 Gebäude, Wohnungen, Arbeitstätten*, Bregenz: Amt der Vorarlberger Landesregierung, Landesstelle für Statistik.

Sartori, I., 2008. *Modelling energy demand in the Norwegian building stock*, Trondheim: Norwegian University of Science and Technology.

Statistik Austria, 2013. *Standard-Dokumentation Metainformation (Definitionen, Erläuterungen, Methoden, Qualität) zum Gebäude- und Wohnungsregister*, Wien: s.n.

Statistik Austria, 2017. *CC europäische Klassifikation Erläuterung*, s.l.: s.n.

Thüringer Ministerium für Wirtschaft, Arbeit und Technologie, 2013. *Potenziale nutzen. Effizienzen schaffen. Der Nicht-Wohngebäude-Report Thüringen*, Berlin: Thüringer Ministerium für Wirtschaft, Arbeit und Technologie.

VDI, 2014. *VDI 3807 Blatt 2 - Verbrauchskennwerte für Gebäude*, s.l.: Verein Deutscher Ingenieure (VDI).

VOBS, 2018. *Vorarlberger Schulen*. [Online]

Available at: <https://www.vobs.at/vorarlberger-schulen/andere-schulen/>



Anhang

Anhang I: EBO Auswertung

Im Energiebericht Online sind rund 700 Eintragungen zu gemeindeeigenen Nichtwohngebäuden erfasst.¹ Mithilfe dieser Daten konnten Benchmarks zur NGF, Wärme- und Stromverbrauch erstellt werden. Alle hierzu unternommen Schritte werden in folgenden Absätzen näher ausgeführt.

Da der EBO eine eigene Gebäudekategorisierung anhängt wurde eine Zusammenführung der EBO- und der OIB- Kategorisierungen vorgenommen, zu sehen in Tabelle 1.

Tabelle 1 Zusammenführung der EBO- und OIB- Kategorisierungen

| Von EBO nach OIB | |
|--|---------------------------------|
| Feuerwehrrhäuser Büros, Verwaltungsgebäude | Bürogebäude |
| Kindergärten Schulen mit Turnhalle Schulen mit Schwimmhalle | Kindergärten und Pflichtschulen |
| Schulen ohne Turnhallen | Höhere Schulen und Hochschulen |
| Krankenhäuser | Krankenhäuser |
| Alters- /Pflegeheime | Pflegeheime |
| Hallenbäder | Hallenbäder |
| Sporthallen < 1.000 m ² Sporthallen > 1.000 m ² Sportheime | Sportstätten |
| Vereinsräume Jugendzentren Mehrzweckgebäude Veranstaltungsgebäude Bibliotheken | Veranstaltungsstätten |
| Kirchen Bauhöfe Leichenhallen Sonstiges | Sonstige konditionierte Gebäude |

Während die Einteilung der meisten EBO Kategorien recht deutlich war (z.B. Sportheime und Sporthallen zu Sportstätten, war die Einteilung von Schulen schon kniffliger. Aufgrund der Abwesenheit oder Vorhandenseins einer Turn- oder Schwimmhalle kann nicht ermittelt werden, ob es sich um eine Pflichtschule oder Höhere Schule handelt. Aber da im Unterrichtsplan der meisten Pflichtschulen Sportunterricht aufgenommen ist, wurden Schulen mit Turn- und Schwimmhallen den Pflichtschulen zugeordnet, während Schulen ohne Turnhallen die höheren Schulen und Hochschulen

¹ Im EBO sind mehr als 700 Einträge zu NWG aufgenommen aber einige Datensätze sind veraltet, unvollständig oder aus anderen Gründen nicht verwendbar.

repräsentieren.

Rund 9 der 13 OIB Kategorien sind unter den EBO Kategorien vertreten. Nicht vertreten sind die Kategorien Pensionen, Hotels, Gaststätten und Verkaufsstätten. Gebäude dieser Kategorien werden nicht von den Gemeinden verwaltet und sind deshalb nicht im EBO aufgekommen.

Als nächstes wurden die eingetragenen Flächenangaben aus dem EBO entnommen und es wurden für jede Kategorie ein Mittelwert² berechnet. Da die Flächen im EBO als BGF angegeben sind, fand eine Umrechnung zur NGF statt. Hierfür wurden für individuelle Umrechnungsfaktoren aus der der *Richtlinie 3807 – Blatt 2* der VDI herangezogen (VDI, 2014). Diese Umrechnungsfaktoren und die berechneten spezifischen Flächen sind in Tabelle 2 angegeben.

Tabelle 2 spezifische NGF und angewandte Umrechnungsfaktoren aus der Richtlinie 3807 – Blatt 2 der VDI (VDI, 2014)

| Von EBO nach OIB | Fläche in m ² NGF | Umrechnungs- faktor NGF/BGF (VDI, 2014) |
|--|---------------------------------|---|
| Feuerwehrrhäuser | 693 | 86% |
| Büros, Verwaltungsgebäude | 799 | 85% |
| Kindergärten | 527 | 86% |
| Schulen mit Turnhalle | 3.411 | 89% |
| Schulen mit Schwimmhalle | 5.203 | 89% |
| Schulen ohne Turnhallen | 1.314 | 90% |
| Krankenhäuser (1) | - | - |
| Alters- /Pflegeheime | 2.905 | 86% |
| Hallenbäder (2) | 2.907 | 100% |
| Sporthallen < 1.000 m ² | 1.248 | 91% |
| Sporthallen > 1.000 m ² | 2.956 | 91% |
| Sportheime | 422 | 88% |
| Vereinsräume | 273 | 88% |
| Jugendzentren | 630 | 88% |
| Mehrzweckgebäude | 1.022 | 91% |
| Veranstaltungsgebäude | 1.204 | 88% |
| Bibliotheken | 265 | 90% |
| Kirchen | - | - |
| Bauhöfe | 476 | 86% |
| Leichenhallen | 85 | 84% |
| Sonstiges | 596 | 89% |
| (1) Bezugsgröße: Anzahl Betten | | |
| (2) Bezugsgröße: m ² Beckenoberfläche | | |

² 10% der Ausreißer wurden nicht berücksichtigt.

Im EBO werden für Krankenhäuser und Hallenbäder andere Bezugsgrößen wie Anzahl Betten und m² Beckenoberfläche verwendet. Daten konform der Bezugsgröße Anzahl Betten für Krankenhäuser konnten in dieser Sondierung nicht weiter angewendet werden, weshalb in Tabelle 2 keine Angaben gemacht wurden. Zwar ist im EBO die Kategorie Kirchen angelegt, jedoch bestehen hierzu keine Datensätze.

Auffällig ist die Kategorie Sporthallen < 1.000 m² mit einer spez. Fläche von 1.248 m². Im Grunde schließt schon die Namensgebung dieser Kategorie einen Wert über 1.000 m² aus. Folglich wurde die Unterteilung der Sporthallen nach Größe beim Eintragen der Daten nicht immer berücksichtigt. Sporthallen kleiner als 1.000 m² und Sporthallen größer als 1.000 m² sind jedoch der EBO Kategorie Sportstätten zuzuordnen wodurch dieser „Fehler“ kein Einfluss nimmt.

Tabelle 3 spezifische Wärme- und Stromverbräuche

| Von EBO nach OIB | | Wärmeverbrauch in kWh/m ² | Stromverbrauch in kWh/m ² |
|--|------------------------------------|---|---|
| Feuerwehrrhäuser | Bürogebäude | 105 | 31 |
| Büros, Verwaltungsgebäude | | 113 | 36 |
| Kindergärten | Kindergärten und Pflichtschulen | 119 | 19 |
| Schulen mit Turnhalle | | 93 | 18 |
| Schulen mit Schwimmhalle | | 75 | 24 |
| Schulen ohne Turnhallen | Höhere Schulen und Hochschulen | 98 | 16 |
| Krankenhäuser (1) | Krankenhäuser | - | - |
| Alters- /Pflegeheime | Pflegeheime | 130 | 54 |
| Hallenbäder (2) | Hallenbäder | 1.506 | 982 |
| Sporthallen < 1.000 m ² | | 112 | 28 |
| Sporthallen > 1.000 m ² | Sportstätten | 134 | 35 |
| Sportheime | | 134 | 72 |
| Vereinsräume | | 109 | 22 |
| Jugendzentren | | 134 | 27 |
| Mehrzweckgebäude | Veranstaltungsstätten | 100 | 24 |
| Veranstaltungsgebäude | | 110 | 39 |
| Bibliotheken | | 123 | 28 |
| Kirchen | | - | - |
| Bauhöfe | Sonstige konditionierte Gebäude | 165 | 36 |
| Leichenhallen | | 149 | 38 |
| Sonstiges | | 128 | 42 |
| (1) Bezugsgröße: Anzahl Betten | | | |
| (2) Bezugsgröße: m ² Beckenoberfläche | | | |



In Tabelle 3 sind wiederum Mittelwerte³ der spezifischen Wärme- und Stromverbräuche je Kategorie zu sehen. Auch hierbei sollte die Bezugsgröße der Hallenbäder berücksichtigt werden, da diese den intensiven Energieverbrauch etwas relativiert.

Bei der Anwendung der Benchmarks aus Tabelle 2 und Tabelle 3 hat sich die Zusammenführung der Kategorisierungen für Gebäude des Bildungswesens als unpassend herausgestellt. Es handelt sich hierbei um das dargestellte Problem der Zuordnung von Gebäuden Anhand der Anwesenheit einer Turn- oder Schwimmhalle. Aus diesem Grund wurden Gebäude des Bildungswesens inklusive Kindergärten und Ähnlichen trotz Zeitaufwand separat ausgewertet. Somit wurden die Datensätze von 295 Gebäuden nochmals unter die Lupe genommen. Die Ergebnisse der Auswertung sind in Tabelle 4 zu sehen. Es wurde hierbei nicht mehr nach Turn- oder Schwimmhallen kategorisiert, sondern nach der Nutzung des Gebäudes. Diese Auswertung lieferte weitaus nützlichere Daten als die vorherige. Aus diesem Grund wurde selbige Auswertung auch für Pflegeheime durchgeführt, wiedergegeben in Tabelle 5. Da es sich lediglich um 32 Gebäude handelt, war diese Auswertung weitaus weniger zeitaufwändig. Für beide Auswertungen wurden Umrechnungsfaktoren aus der Richtlinie 3807 – Blatt 2 der VDI herangezogen (VDI, 2014).

Tabelle 4 Ergebnisse der Auswertung zu Gebäuden des Bildungswesens

| Kategorie | Anzahl Gebäude | Fläche in m ² NGF | Wärmeverbrauch in kWh/m ² | Stromverbrauch in kWh/m ² |
|---------------------------------|----------------|------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|
| Allgemeinbildende höhere Schule | 2 | 5.272 | 90 | 30 |
| Allgemeine Sonderpädagogik | 8 | 2.715 | 70 | 20 |
| Ausweichschule | 2 | 1.336 | 57 | 22 |
| Eltern-Kind-Treff | 1 | 213 | 111 | 13 |
| Haushaltungsschule | 1 | 1.962 | 94 | 17 |
| Kindergarten | 122 | 574 | 106 | 20 |
| Kleinkinderbetreuung | 7 | 553 | 87 | 15 |
| Mittelschule | 35 | 5.926 | 60 | 20 |
| Musikschule | 8 | 912 | 88 | 21 |
| Polytechnische Schule | 3 | 2.244 | 102 | 20 |
| Schülerbetreuung | 2 | 368 | 102 | 22 |
| Schulzentrum | 6 | 8.255 | 59 | 23 |
| Spielgruppe | 1 | 470 | 46 | 26 |
| Volksschule | 97 | 2.178 | 77 | 17 |

³ 10% der Ausreißer wurden nicht berücksichtigt.

Tabelle 5 Ergebnisse der Auswertung zu einigen Gebäudetypen des Gesundheits- und Pflegesektors

| Kategorie | Anzahl Gebäude | Fläche in m ² NGF | Wärmeverbrauch in kWh/m ² | Stromverbrauch in kWh/m ² |
|------------------|----------------|------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|
| Altersheim | 6 | 3.029 | 114 | 50 |
| Betreutes Wohnen | 2 | 1.114 | 74 | 19 |
| Pflegeheim | 9 | 3.701 | 97 | 50 |
| Sozialzentrum | 15 | 3.233 | 90 | 56 |



Anhang II:

In Tabelle 1 bis Tabelle 3 sind die Ergebnisse dieser Sondierung als Zahlenwerte wiedergegeben. Hierbei handelt es sich um Angaben zur NGF (Tabelle 1) und zu Energieverbräuchen (Tabelle 2 und Tabelle 3).

Tabelle 1 spezifische Fläche und Gesamtfläche in m² NGF je Kategorie

| Kategorien | Mittelwert von spez. Fläche in m ² NGF | Gesamtfläche in m ² NGF |
|---------------------------------|---|------------------------------------|
| Bürogebäude | 2.487 | 1.402.040 |
| Gaststätten | 280 | 459.280 |
| Hallenbäder | 1.689 | 8.164 |
| Höhere Schulen und Hochschulen | 5.732 | 237.258 |
| Hotels | 1.672 | 955.236 |
| Kindergärten und Pflichtschulen | 3.979 | 1.166.216 |
| Krankenhäuser | 20.275 | 261.037 |
| Pensionen | 1.667 | 395.875 |
| Pflegeheime | 2.854 | 162.892 |
| Sonstige konditionierte Gebäude | 1.169 | 4.149.810 |
| Sportstätten | 2.159 | 161.585 |
| Veranstaltungsstätten | 2.252 | 214.044 |
| Verkaufsstätten | 194 | 1.513.122 |
| Summe | | 11.086.558 |

Tabelle 2 spezifischer und gesamter Wärmeverbrauch in kWh/m² NGF bzw. in kWh

| Kategorien | Mittelwert von Spez. Wärme in kWh/m ² NGF | Gesamter Wärmeverbrauch in kWh |
|---------------------------------|--|--------------------------------|
| Bürogebäude | 93 | 148.492.338 |
| Gaststätten | 275 | 124.956.640 |
| Hallenbäder | 1.506 | 12.294.984 |
| Höhere Schulen und Hochschulen | 73 | 18.250.041 |
| Hotels | 170 | 153.342.607 |
| Kindergärten und Pflichtschulen | 74 | 88.094.120 |
| Krankenhäuser | 186 | 49.870.822 |
| Pensionen | 143 | 56.610.129 |
| Pflegeheime | 94 | 15.658.087 |
| Sonstige konditionierte Gebäude | 110 | 210.526.697 |
| Sportstätten | 115 | 20.631.395 |
| Veranstaltungsstätten | 99 | 22.316.205 |
| Verkaufsstätten | 195 | 199.208.954 |
| Summe | | 1.120.253.019 |



Tabelle 3 spezifischer und gesamter Stromverbrauch in kWh/m² NGF bzw. in kWh

| Kategorien | Mittelwert von Spez. Strom in kWh/m ² NGF | Gesamter Strom- verbrauch in kWh |
|---------------------------------|---|-------------------------------------|
| Bürogebäude | 45 | 46.957.274 |
| Gaststätten | 112 | 54.574.000 |
| Hallenbäder | 982 | 8.017.048 |
| Höhere Schulen und Hochschulen | 33 | 7.197.015 |
| Hotels | 70 | 64.231.766 |
| Kindergärten und Pflichtschulen | 24 | 23.205.989 |
| Krankenhäuser | 85 | 25.498.543 |
| Pensionen | 19 | 7.521.625 |
| Pflegeheime | 45 | 8.427.188 |
| Sonstige konditionierte Gebäude | 54 | 206.576.823 |
| Sportstätten | 63 | 7.214.256 |
| Veranstaltungsstätten | 43 | 8.079.307 |
| Verkaufsstätten | 241 | 189.952.234 |
| Summe | | 657.453.069 |



Anhang III: Ergebnisse nach Zuordnung

Unter den insgesamt 7.107 Nichtwohngebäuden sind 586 landes- bzw. gemeindeeigene Gebäude vertreten. Diese Gebäude konnten entweder dem EBO, der Landesregierung oder dem KHBG zugeordnet werden, wie in Tabelle 1 angegeben.

Tabelle 1 Anzahl Gebäude nach Zuordnung

| Zuordnung | Anzahl Gebäude |
|--------------|----------------|
| EBO | 514 |
| Land | 58 |
| KHBG | 14 |
| Ohne | 6.521 |
| Summe | 7.107 |

Die Aufteilung der Gebäude nach dieser Zuordnung ist visualisiert in Abbildung 1. Wichtig ist hierbei zu beachten, dass die über 7.000 Nutzeinheiten außenvor gelassen wurden. Diese Nutzeinheiten würden ebenfalls der Zuordnung Ohne zugeteilt werden.

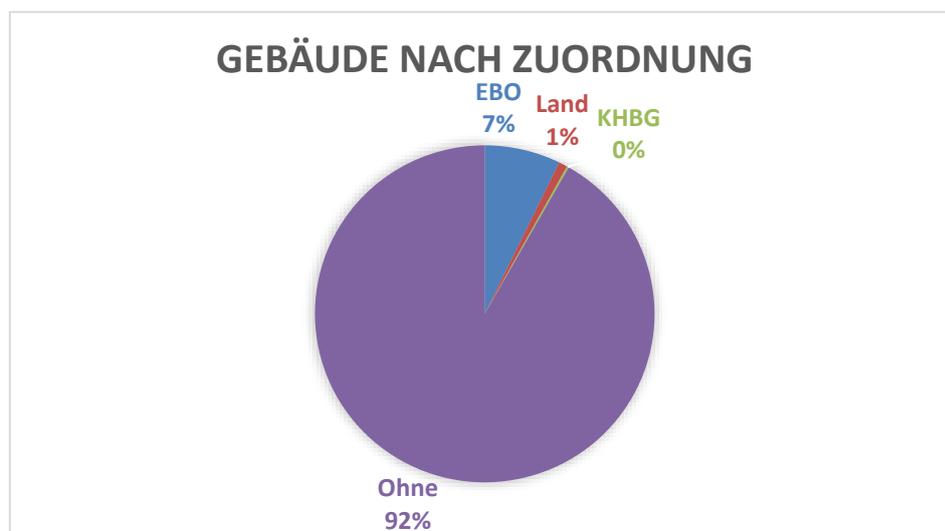


Abbildung 1 Anzahl Gebäude aufgeteilt nach Zuordnung

Abbildung 2 zeigt die berechnete NGF des Nichtwohngebäudeparks (Gebäude und Nutzeinheiten) ebenfalls aufgeteilt nach Zuordnung.

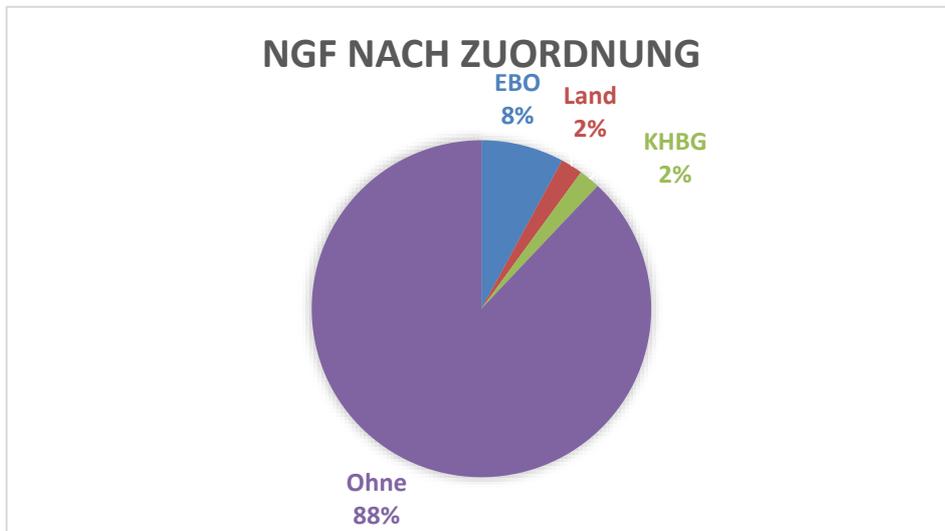


Abbildung 2 NGF aufgeteilt nach Zuordnung

Schlussendlich sind In Abbildung 3 und Abbildung 4 jeweils der Wärme- und Stromverbrauch aller Nichtwohngebäude aufgeteilt nach Zuordnung zu sehen.

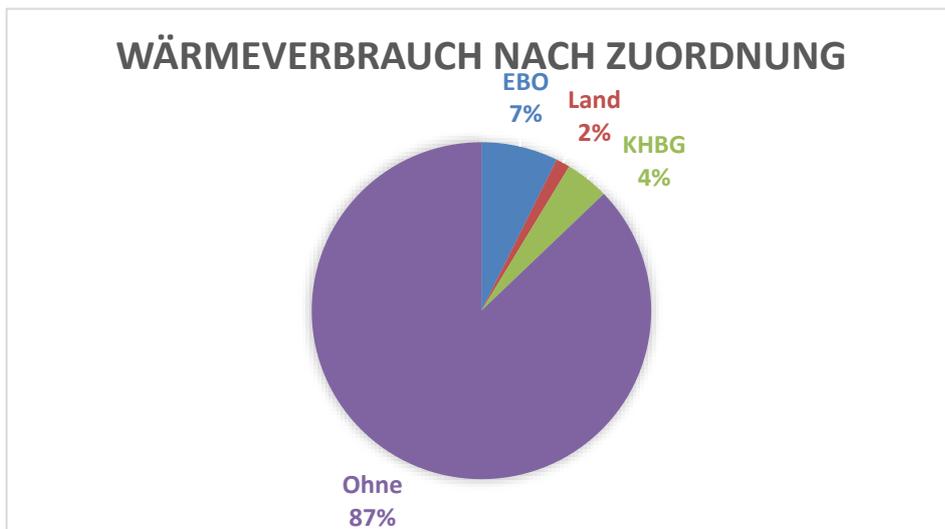


Abbildung 3 Wärmeverbrauch aufgeteilt nach Zuordnung



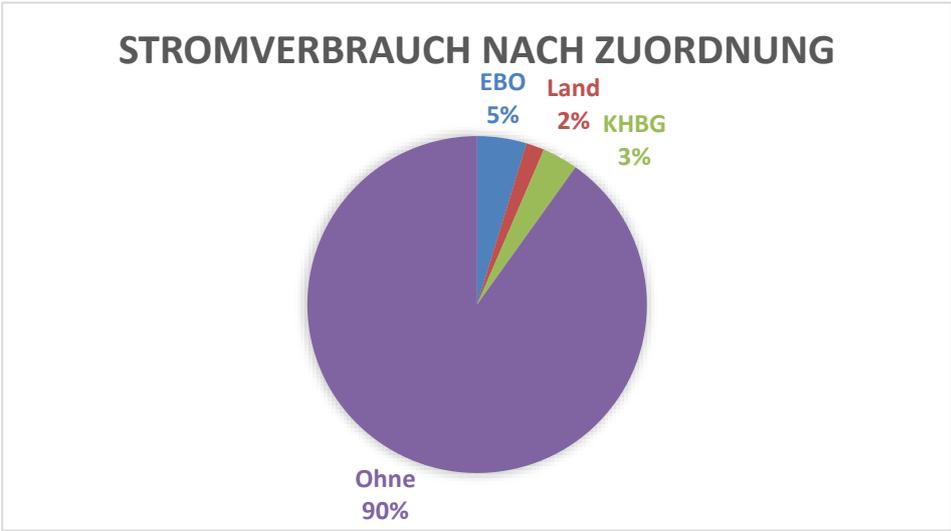


Abbildung 4 Stromverbrauch aufgeteilt nach Zuordnung

