



Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg
Hamburg University of Applied Sciences

Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg

Fakultät- *Life Sciences*

HAW Hamburg auf dem Weg zur Klimaneutralität

Hausarbeit im Fach Regenerative und Energieeffiziente Gebäudetechnik

Studiengang: Umwelttechnik (B.Sc.)

vorgelegt von

10.09.2021

Tim Milewski (2419872)

Til Sonnenschmidt (2419942)

Tom Linus Brauner (2419904)

Nicolai Kellermann (2533083)

Erfan Saadati (2534262)

Eva Julie Marsland (2393850)

Betreuer: Prof. Dr. Hans Schäfers

Inhaltsverzeichnis

Abkürzungsverzeichnis.....	I
Abbildungsverzeichnis.....	I
Tabellenverzeichnis.....	I
Einleitung.....	1
Gesetzliche Vorgaben.....	3
Ist- Zustand der HAW Gebäude.....	5
Beispiel zur Emissionsberechnung.....	8
Soll- Zustand.....	9
Potential zur Eigenstromversorgung durch Photovoltaik.....	10
Denkmalschutz.....	12
Gebäudeensemble Bergedorf.....	13
Photovoltaik in Bergedorf.....	14
Sanierung.....	15
Optimierung des Energieverbrauchs durch erneuerbare Energien.....	15
Digitalisierung.....	16
Der euromicron-Prozess zum digitalen Gebäude.....	16
Fazit.....	17
Anhang.....	19
Literaturverzeichnis.....	19

Abkürzungsverzeichnis

BNB	Bewertungssystem Nachhaltiges Bauen
CC4E	Competence Center für Erneuerbare Energien
Dr.	Doktor
EEV	Erneuerbare-Energien-Verordnung
EnEV	Energieeinsparverordnung
GEG	Gebäudeenergiegesetz
HmbKliSchG	Hamburgisches Klimaschutzgesetz
KfW 40	Effizienzhaus 40 Standard
LS	Life Science
PV	Photovoltaik
HAW	Hochschule für angewandte Wissenschaften

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Vergleich des Energieverbrauchs der Hochschule, Quelle: Tom Brauner.....	6
Abbildung 2: Energetische Bewertung nach Energieausweisen, Quelle: Tom Brauner	7
Abbildung 3: Primärenergieverbrauch der HAW.....	8
Abbildung 4: Standort: Bergedorf, Ulmenliet 20	11
Abbildung 5: Jahresstromverbrauch im Vergleich zur potenziellen PV-Produktion (eigene Darstellung)	12
Abbildung 6: HAW Standort Bergedorf, Quelle: Hamburger Abendblatt.....	14

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1 Gebäude der HAW im Vergleich.....	9
---	---

Einleitung

Die Klimakrise ist die drängendste Krise unserer Zeit. Sie ist als multiple Krise anzuerkennen. Ihre Tragweite zu verstehen und in konkrete Handlungen umzusetzen ist nicht einfach aber notwendig.

„Im Januar 1996 unterzeichnete der Senat der Freien und Hansestadt Hamburg, im Bewusstsein der Verantwortung der Stadt für den Erhalt unserer natürlichen Lebensgrundlagen für künftige Generationen, die Charta von Aalborg.“
(Umweltleitlinien, 1998)

Daraufhin beschloss die HAW Hamburg bereits im Jahr 1998 mit dem damaligen Umweltmanagement umfassende Umweltleitlinien. Die Hochschule verstehe sich als „wichtigen Teil der öffentlichen Organe der Stadt“ und möchte sich demnach „aktiv am Prozess einer nachhaltigen Entwicklung der Stadt beteiligen“.

Im Rahmen des Kurses „Regenerative und Energieeffiziente Gebäudetechnik“ in der Betreuung von Prof. Dr. Hans Schäfers wurde im Hinblick auf den Aktionstag „Wir sind dran 2.0“ folgendes beleuchtet.

Zunächst wurde eine Bestimmung des Ist-Zustands vorgenommen. Dabei wurde untersucht, wie der Wärme- und Strombedarf der HAW Hamburg aussieht und woher diese Ressourcen bezogen werden. Darüber hinaus wurde ermittelt, welche CO_2 Emissionen potenziell entstehen und, was eine vollumfängliche Klimaneutralität der Hochschule bedeutet.

Auch wurden Sanierungs- und Neubauplanungen, sowie der geplante Zeithorizont hinter den Maßnahmen evaluiert. Besonders wurde dabei ein Fokus auf den neuen geplanten Campus in Oberbillwerder und den Umgang mit dem Denkmalschutz in Bergedorf gelegt. Hier wurde sich die Frage gestellt, wie wir mit diesen alten und neuen Gebäuden umgehen und wie eine gute Übergabe an die Stadt geschehen kann. Ebenfalls wurden Digitalisierungsmaßnahmen und der Nutzen von intelligenten Gebäuden untersucht.

Übergreifende Rahmenbedingung war dabei, was durch den Klimaplan und das Klimagesetz, sowie das Pariser Abkommen vorgeschrieben ist. Konkrete Fragestellungen dabei waren folgende:

- o Sollte die Hochschule eine Vorbildfunktion einnehmen?

- o Welchen Beitrag kann sie zur Bewältigung der Klimakrise leisten?
- o Welche konkreten Projekte, wie Eigenstromversorgung über PV oder Wärmeversorgung über Eisspeicher sind umsetzbar?
- o Welche technischen Handlungsempfehlungen lassen sich entwickeln?

Eine Bildungsinstitution, insbesondere eine Hochschule für Angewandte Wissenschaften, trägt eine starke Verantwortung einer Vorbildfunktion nachzukommen.

Auf Basis des Kabinettsbeschlusses zur klimaneutralen Verwaltung bis 2030 aus dem Bund, also auch aller den Bundesministerien nachgeordneten Behörden und der in der Fortschreibung des Hamburger Klimaplanes bekräftigten Zielgabe der klimaneutralen Landesverwaltung bis 2030, ergibt sich im Grunde unmittelbar eine verpflichtende Klimaneutralität des Betriebs der Universitäten und Hochschulen bis spätestens zum Jahr 2030.

Gesetzliche Vorgaben

Im Folgenden soll grob beschrieben werden, welche Abschnitte und Maßnahmen der geltenden Gesetze für die Errichtung eines neuen Hochschulgebäudes beachtet werden müssen und ob die Definition öffentlicher Gebäude aus beiden Gesetzen auf eine Hochschule zutreffen.

Für den Neubau, die Sanierung oder die Erweiterung von Gebäuden gelten die Vorschriften des Gebäudeenergiegesetzes des Bundes und die teilweise über die darin enthaltenen Vorgaben hinausgehenden Gesetze der Länder, wie bei der Hansestadt Hamburg das Hamburgische Gesetz zum Schutz des Klimas, auch Hamburgisches Klimaschutzgesetz.

Sowohl das Gebäudeenergiegesetz als auch das Hamburgische Klimaschutzgesetz schreiben öffentlichen Gebäuden oder Gebäuden in öffentlicher Hand eine Vorbildfunktion zu. In beiden Gesetzen wird der Umgang mit öffentlichen Gebäuden gesondert behandelt. Die Definition öffentlicher Gebäude unterscheidet sich aber in den beiden Gesetzen voneinander.

In dem Hamburgischen Klimaschutzgesetz werden öffentliche Gebäude unter § 3 (Begriffsbestimmung) definiert. Laut dieser Definition handelt es sich bei öffentlichen Gebäuden um alle Nichtwohngebäude, die sich unter anderem im Eigentum oder Besitz der Freien und Hansestadt Hamburg oder ihrer landesunmittelbaren Körperschaften, Anstalten und Stiftungen des öffentlichen Rechts befinden.

In dem Gebäudeenergiegesetz wird keine Definition öffentlicher Gebäude in der Begriffsbestimmung vorgenommen. Die Vorbildfunktion für Gebäude in öffentlicher Hand wird hier unter § 4 (Vorbildfunktion der öffentlichen Hand) Absatz 1 beschrieben. Demnach kommt Nichtwohngebäuden, die sich im Eigentum der öffentlichen Hand befinden und von einer Behörde genutzt werden, eine Vorbildfunktion zu. Eine Behörde wiederum ist nach § 1 (Anwendungsbereich) Absatz 4 des Verwaltungsverfahrensgesetzes (VwVfG) jede Stelle, die Aufgaben der öffentlichen Verwaltung wahrnimmt.

Wird ein Nichtwohngebäude durch die öffentliche Hand nach § 4 Absatz 1 des Gebäudeenergiegesetzes errichtet oder einer grundlegenden Renovierung unterzogen, so müssen, nach Absatz 2 desselben Paragraphen, die Möglichkeit und der

Umfang der Nutzung einer mit dem Gebäude zu errichtenden Photovoltaik- oder Solarthermieanlage geprüft werden.

In § 20 (Anforderungen an öffentliche Gebäude), § 21 (Nutzung von erneuerbaren Energien) und § 22 (Klimafreundliche Baustoffe bei öffentlichen Gebäuden) des Hamburgischen Klimaschutzgesetzes wird eine genaue Beschreibung der Anforderungen an öffentliche Gebäude, unter anderem zur Erfüllung der hier ebenfalls beschriebenen Vorbildfunktion, vorgenommen. Die Vorbildfunktion wird in § 20 Absatz 2 beschrieben und soll unter anderem durch die über bundes- und landesrechtliche Vorschriften hinausgehende Verpflichtung zur Anwendung des Effizienzhaus-40 Standards bei öffentlichen Nichtwohngebäuden erfüllt werden.

Nach § 21 Absatz 1 des Hamburgischen Klimaschutzgesetzes wird zudem eine vermehrte Erzeugung und Nutzung erneuerbarer Energien in Bezug auf öffentliche Gebäude angestrebt, welche über die Pflichten in den §§ 16 und 17 desselben Gesetzes hinausgeht.

In den § 16 und 17 ist die Nutzung von Photovoltaik- und Solarthermieanlagen beschrieben. Photovoltaikanlagen gehören in beiden Gesetzestexten zu den „Anlagen zur Stromerzeugung durch Nutzung solarer Strahlungsenergie“.

Nach § 21 Absatz 2 des Hamburgischen Klimaschutzgesetzes prüfen zuständige Stellen, welche Dachfläche öffentlicher Gebäude sich zur Erzeugung und Nutzung erneuerbarer Energien eignen, sofern durch die § 16 und 17 eine Nutzungspflicht nicht schon vorgesehen ist.

Bei allen Bauvorhaben der Freien und Hansestadt Hamburg und ihrer landesunmittelbaren Körperschaften, Anstalten und Stiftungen des öffentlichen Rechts ist nach § 22 Nummer 1 des Hamburgischen Klimaschutzgesetzes die Möglichkeit, Holz für die Baukonstruktion und tragende Bauteile zu verwenden, zu prüfen. Bei der Verwendung von Holz soll nachhaltig erzeugtes und zertifiziertes Holz verwendet werden, soweit dies technisch möglich und wirtschaftlich verhältnismäßig ist. Nach Nummer 2 desselben Paragraphen wird angestrebt, das Bewertungssystem Nachhaltiges Bauen (BNB) einzuführen und auf Neubau und Sanierung öffentlicher Gebäude anzuwenden.

Die im einzelnen beschriebenen Punkte des Hamburgischen Klimaschutzgesetzes können noch durch den sich in der Fortschreibung befindenden Hamburger Klimaplan erweitert oder konkretisiert werden. Einzelne Punkte des Gebäudeenergiegesetzes könnten durch das Urteil des Bundesverfassungsgerichts vom 29.04.2021 ebenfalls erweitert oder geändert werden.

Ist- Zustand der HAW Gebäude

Zunächst stellt sich die Frage wie der energetische Zustand der HAW zu bewerten ist? Zum einen gibt der Energie-Ausweis einen guten und schnellen Überblick, in welchem Zustand die Gebäude der HAW sind. Wenn man die Zeit hat und es ein entsprechendes Monitoring gibt dann lässt sich anhand der Daten auch eine genauere Analyse bereitstellen. Zusätzlich mit den Gebäudedaten lässt sich der energetische Zustand sehr genau berechnen, jedoch nimmt das viel Zeit in Anspruch und setzt voraus, dass es ein Monitoring gibt und alle Gebäudedaten transparent offengelegt werden.

Um die Gebäude der Hochschule zu bewerten, orientiert sich die Sprinkenhof GmbH, die die Gebäude der Hochschule verwaltet, nach eigenen Aussagen an ihrem Scoring. Diese soll nach Schulnoten die Gebäude bewerten, um dann eine bessere Einschätzung treffen zu können welche Gebäude zuerst saniert werden sollen. Leider konnte auf eine Nachfrage hin kein fertiges Scoring bereitgestellt werden.

Für dieses Paper wurde der Ist-Zustand mithilfe der Energieausweise ermittelt. Die Gebäude, die die HAW benutzt und oder gebaut hat wurden in den Jahren 1905-2014 errichtet. Dies ist eine große Zeitspanne, in der sehr unterschiedlich gebaut und früher größtenteils auch nicht auf die energetische Effizienz geachtet wurde.

Als erstes wurde der Campus Ulmenliet 20 betrachtet. Gebaut wurde das Gebäude 1972-1997 und hat eine Nettogrundfläche von 45.496,0 m². Die Wärme wird mittels Fernwärme aus dem Fernheizkraftwerk Lohbrügge Nord bezogen. Im Fernwärmeheizwerk wird die Wärme mithilfe fossiler Brennstoffe gewonnen (Siemens AG, 2020). Der Campus steht unter Denkmalschutz aufgrund seiner typischen Architektur für den Betonbrutalismus.

Der Campus Berliner Tor besteht aus verschiedenen Gebäuden, die die Adressen Berliner Tor 5, 7, 7a, 9, 11, 13 und 21 beinhalten. Die Gebäude wurden in den Jahren 1914 bis 2001 gebaut und der Campus besitzt eine Nettogrundfläche von 73.018,0 m².

Die Wärme wird mittels Fernwärme aus dem Fernwärmenetz Hamburg bezogen, die ebenfalls fossil hergestellt wird (Siemens AG, 2020).

An der Armgardstraße 24 ist der Campus Design, Medien, Information. Das Gebäude wurde 1905 erbaut und hat eine Nettogrundfläche von 6.523,0 m². Die Wärme wird mittels Fernwärme aus dem Fernwärmenetz Hamburg bezogen, die ebenfalls fossil hergestellt wird (Siemens AG, 2020).

Das Gebäude an der Stiftstraße 69 ist ein Verwaltungsgebäude der HAW und wurde 1975 erbaut. Die Nettogrundfläche des Gebäudes beträgt 8.903,0 m² und die Wärme wird mittels Fernwärme aus dem Fernwärmenetz Hamburg bezogen, die ebenfalls fossil hergestellt wird (Siemens AG, 2020).

Das neuste Gebäude der HAW, der CC4E, wurde 2014 gebaut und hat eine Nettogrundfläche von 1.002 m² (Siemens AG, 2014).

Die HAW mietet zwei Gebäude, und zwar sind das die Adressen Alexanderstraße 1 und Finkenau 35. Das Gebäude Armgardstraße 1, des Departments Design, Medien, Information gehört ebenfalls zur HAW und ist, wie Finkenau 35, denkmalgeschützt. Für alle diese Gebäude stehen keine Energieausweise zur Verfügung.

Um die Gebäude zu vergleichen und einzuordnen, wurde der Endenergie Jahresverbrauch in kWh pro Quadratmeter Gebäudefläche verglichen ($\frac{\text{kWh}}{\text{m}^2 \cdot \text{a}}$). Es wurde aber auch noch der Primärenergiebedarf verglichen, aus dem dann auch noch die CO₂-Emissionen berechnet werden können.

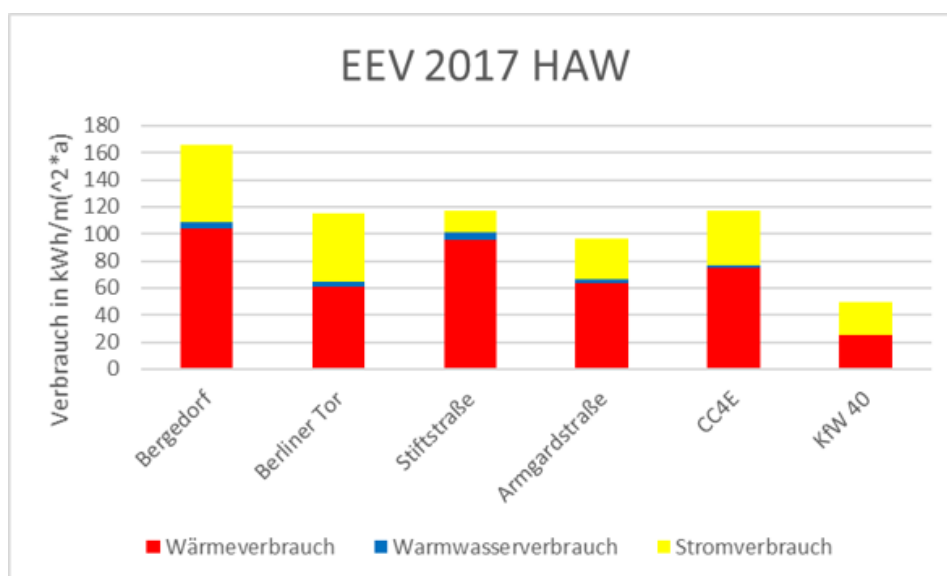


Abbildung 1: Vergleich des Energieverbrauchs der Hochschule, Quelle: Tom Brauner

In der Abbildung 1 kann man die verschiedenen Hochschulgebäude mit ihrem Energieverbrauch aufgeschlüsselt, nach Wärmeverbrauch, Warmwasserbedarf und Stromverbrauch sehen. KfW 40 ist ein Gebäudeenergiestandard, der sich aus dem Referenzgebäude des GEG ergibt. Der KfW 40 Standard ist auf den Energieausweisen mit dem Soll-Zustand und der Gebäudeeffizienzklasse A gleichzusetzen. Beim Vergleich der HAW Gebäude mit dem KfW 40 Standard wird deutlich, dass die Gebäude meist um mehr als das Doppelte über diesem Standard liegen. Dabei sollte bedacht werden, dass es für eine Hochschule mit Laboren nicht immer einfach ist wenig Strom zu verbrauchen. Bei der Betrachtung des Wärmeverbrauchs ist jedoch ebenfalls zu erkennen, dass der des KfW 40 Standards bei $25 \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2 \cdot \text{a}}$ ist und alle Gebäude der HAW über $60 \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2 \cdot \text{a}}$ verbrauchen. Der hohe Unterschied lässt sich aufgrund von schlechter Wärmedämmung erklären. Am Beispiel von Bergedorf ist bekannt, dass die Aluminiumfassade sehr wärmedurchlässig ist und im Winter daher ein hoher Heizbedarf besteht. Darüber hinaus ist an der Fakultät LS auch bekannt, dass der Bergedorfer Campus im Sommer auch sehr warm wird. Dadurch wird deutlich, dass schlechte Wärmedämmung nicht nur Einfluss auf die Energieeffizienz der Heizung hat, sondern auch im Sommer zu einem Problem werden kann, in dem sich die Räume sehr stark aufwärmen. Am Campus Berliner Tor zeigt sich ein anderes Problem, und zwar, dass der Campus aus mehreren Gebäuden besteht und der Energieausweis für alle Gebäude zusammen ausgestellt ist. Dies wird gemacht, um Geld zu sparen, jedoch erschwert es das Monitoring sehr, wenn nicht nachvollziehbar die einzelnen Gebäude gelistet werden.

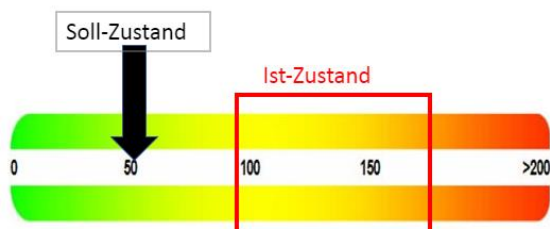


Abbildung 2: Energetische Bewertung nach Energieausweisen, Quelle: Tom Brauner

Wenn man sich nun die Energieklassen anschaut, dann ist der Gebäudebestand im Bereich C-F einzuordnen. In Abbildung 2 ist dargestellt, wo die Gebäude sich bisher befinden. Der Soll-Zustand ist mit einem dicken schwarzen Pfeil markiert.

In Abbildung 3 sind die Gebäude der HAW nach ihrem Primärenergiebedarf aufgeschlüsselt, aus dem dann den CO₂ Verbrauch berechnet werden kann.

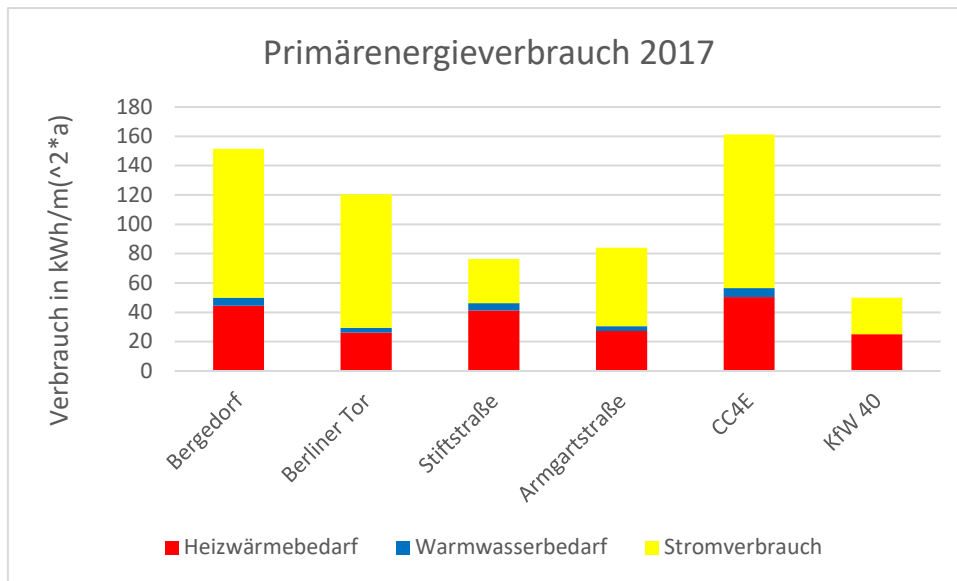


Abbildung 3: Primärenergieverbrauch der HAW

Beispiel zur Emissionsberechnung

Durch die Wärmeversorgung am Campus Berliner Tor, mit einer Fläche von 73.018,0 m², werden ca. 850 t $\frac{\text{CO}_2}{\text{a}}$ emittiert. Dieser Wert ergibt sich aus der Angabe von Hamburg Energie, wodurch durch Fernwärme 146 kg $\frac{\text{CO}_2}{\text{MWh}}$ entstehen.

Berechnung erfolgt durch:

$$\left(\text{Energiebedarf} \cdot \frac{\text{CO}_2 \text{ Ausstoß}}{\text{MWh}} \right) \cdot \text{Fläche} = t \text{ CO}_2 \text{ Ausstoß}$$

Zukünftig soll dieser Wert auf 124 kg $\frac{\text{CO}_2}{\text{MWh}}$ begrenzt werden, wobei jedoch beachtet werden sollte, dass dies nur möglich ist, wenn das Heizkraftwerk in Wedel durch den Energiepark Hafen abgelöst würde (Hamburg, 2021).

Mit 124 kg $\frac{\text{CO}_2}{\text{MWh}}$ würden sich ca. 720t t $\frac{\text{CO}_2}{\text{a}}$ ergeben.

Tabelle 1 Wärmeversorgung der Gebäude der HAW im Vergleich

Gebäude	Fläche	Energiebedarf	CO ₂ Ausstoß in t
Berliner Tor	73.018,0 m ²	80,3 $\frac{\text{kWh}}{(\text{a}\cdot\text{m}^2)}$	856,0484284
Armgartstraße	6.523,0 m ²	74,7 $\frac{\text{kWh}}{(\text{a}\cdot\text{m}^2)}$	71,1411426
Stiftstraße	8.903,0 m ²	118,7 $\frac{\text{kWh}}{(\text{a}\cdot\text{m}^2)}$	154,2907706
Ulmenliet	45.496,0 m ²	116,5 $\frac{\text{kWh}}{(\text{a}\cdot\text{m}^2)}$	773,841464
Alexanderstraße	1.002 m ²	73,6 $\frac{\text{kWh}}{(\text{a}\cdot\text{m}^2)}$	10,7670912

Soll- Zustand

Das KfW Effizienzhaus 100 ist ein Energiestandard für Gebäude, welches den Vorgaben des GEG entspricht. Darin ist genau geregelt, wie hoch der Primärenergiebedarf sein darf. Der KfW 40 Standard verbraucht nur 40 Prozent des Primärenergiebedarfs des KfW Effizienzhauses 100. Nach § 20 Absatz 2 des Hamburgischen Klimaschutzgesetzes sollen alle öffentlichen Gebäude eine Vorbildfunktion einnehmen und deswegen den KfW Effizienzhaus 40 Standard erfüllen. Aus Abbildung 2 und 3 lässt sich entnehmen, dass alle Gebäude der Hochschule deutlich mehr als 20 $\frac{\text{kWh}}{(\text{a}\cdot\text{m}^2)}$ verbrauchen als es der KfW 40 Standard vorschreibt. Teile der Hochschulgebäude liegen sogar bei mehr als dem doppelten Primärenergiebedarf, der gesetzlich vorgeschrieben ist.

Um die Klimaneutralität eines Gebäudes oder eine Institution bewerten zu können ist eine Orientierung an den „Scopes“ sinnvoll (Carbontrust, 2021). Dabei handelt es sich um eine Aufteilung der Emissionen in Scope 1-3. Scope 1 umfasst alle direkten Emissionen, die durch Verbrennungsprozesse in stationären sowie mobilen Anlagen erzeugt werden sowie diese, die durch flüchtige Gase entstehen

Bei den Scope 2 Emissionen handelt es sich um indirekte Emissionen aus gekauften Ressourcen, wie Strom, Fernwärme-/kälte und Dampf. Die Wärme und Stromerzeugung der Hochschule werden somit von Scope 2 abgedeckt. Während die Stromerzeugung erneuerbar abläuft, sollte die Wärmeerzeugung in Zukunft ebenfalls dekarbonisiert werden.

Um die vollständige Klimaneutralität zu erreichen, dürfen Scope 3 Emissionen nicht außer Acht gelassen werden. Diese umfassen:

- Gekaufte Waren und Dienstleistungen
- Produktionsmittel/Anlagegüter
- Abfallaufkommen im Betrieb
- Geschäftsreisen
- Verwendung verkaufter Produkte
- Transport und Lieferung (Up- und Downstream)
- Investitionen
- Leasingobjekte und Franchise

und weitere (Carbontrust, 2021).

Das im Kapitel „Ist-Zustand“ genannte Scoring der Gebäude ist notwendig, um die Sollzustände der Gebäude besser bewerten zu können, da diese auch stark von den spezifischen Gegebenheiten abhängen.

Dennoch ist eine Dekarbonisierung in allen Bereichen essenziell, um eine vollständige Klimaneutralität zu erreichen.

Die HAW Hamburg kommt mit dem aktuellen Stand weder ihrer Vorbildfunktion, siehe gesetzliche Vorgaben, noch ihren eigen beschlossenen Umweltleitlinien aus 1998 nach. Dies ist kritisch zu betrachten und zu ändern.

Potential zur Eigenstromversorgung durch Photovoltaik

Für den Weg in eine klimaneutrale Zukunft sind Photovoltaikanlagen unabdingbar. Hochschulen können dabei mit ihren oft sehr großen Dachflächen eine wichtige Rolle spielen. Laut dem Hamburger-Energiebericht von 2019 verbrauchen allein die Hochschulen 17% des gesamten Stromes der Stadt (Energie, 2019).

Wie viel Energie kann also die HAW Hamburg theoretisch selbst produzieren und damit ihre Kosten senken und gleichzeitig eine Vorbilds Funktion einnehmen?



Abbildung 4: Standort: Bergedorf, Ulmenliet 20

Quelle: <https://www.google.de/maps/@53.4941442,10.1995726,344m/data=!3m1!1e3>

Um dies zu beantworten, wurden zunächst die Dachflächen der Hochschule angeschaut und analysiert wie viel Fläche zur Verfügung steht. Mit Google Maps konnte eine grobe Abmessung der einzelnen Gebäude vorgenommen werden, wie zum Beispiel am Campus in Bergedorf (Abbildung 4).

Bei dieser ersten Vermessung wurden bereits Bereiche der Dachflächen ausgeschlossen da diese durch zum Beispiel Lüftungsanlagen belegt sind.

Im späteren Verlauf der Recherche ergab sich ein Gespräch mit dem Facility Management, das bestimmte Gebäude und Flächen aufgrund ihrer architektonischen Beschaffenheit für die Erzeugung von Strom durch Photovoltaik als unbrauchbar erklärte.

Das Gebäude Berliner Tor 21 könnte aus statischen Gründen zum Beispiel das Gewicht der PV-Anlagen nicht tragen.

Aus diesen Infos wurde ein Pauschalfaktor für alle Gebäude und deren Flächen erstellt. Dieser Pauschalabzug belief sich auf 50%. Die ursprünglich eingemessene Dachfläche von 39.200 m² verringerte sich somit auf 19.600 m² potenziell nutzbare Fläche.

Mit den Solarstrahlungswerten für Hamburg und einer horizontalen Ausrichtung der Module ließ sich dann ein Wert von $3.081.331,83 \frac{kWh}{a}$ berechnen.

Um eine bessere Einschätzung treffen zu können, wurde der Wert dieser potenziellen Strommenge mit dem Gesamtstromverbrauch der HAW in den Jahren 2010 bis 2019 verglichen. Darauß ergab sich folgende Grafik (Abbildung 5).

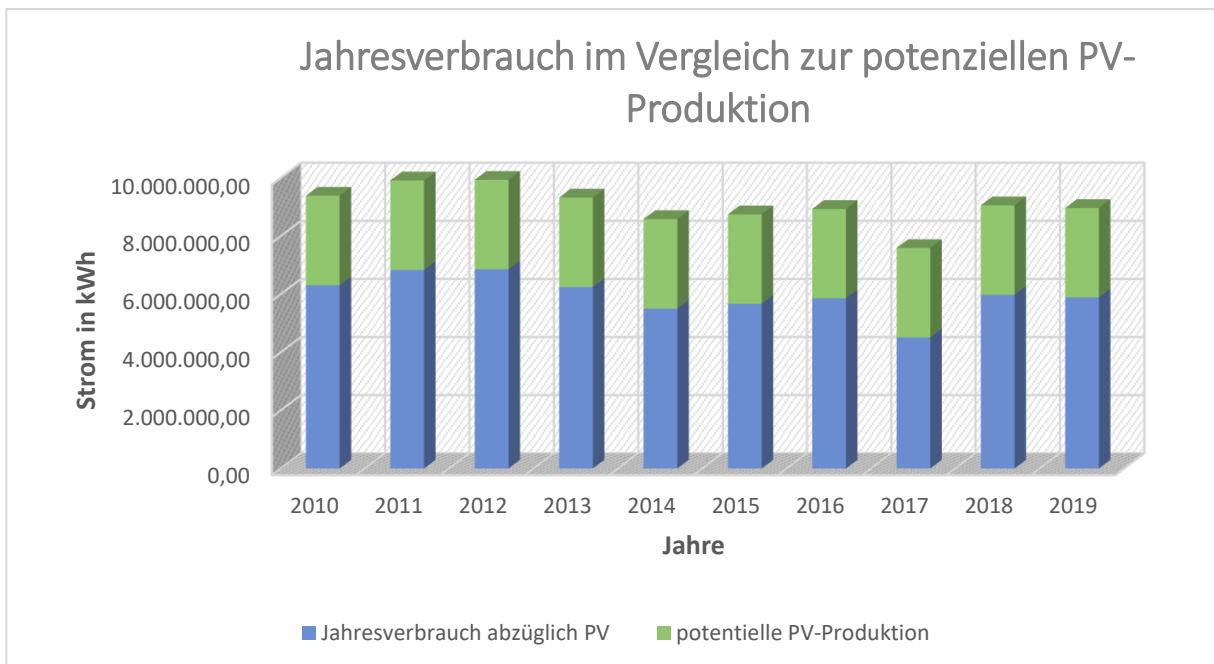


Abbildung 5: Jahresstromverbrauch im Vergleich zur potenziellen PV-Produktion (eigene Darstellung)

Der potenzielle PV-Strom macht rund 34% des Gesamtstromverbrauches der HAW aus. Dies ist ein nicht zu vernachlässigender Anteil.

Wie eingangs bereits erwähnt ermöglicht ein PV Ausbau nicht nur einen finanziellen Vorteil sondern kann auch das Erscheinungsbild der Hochschule nach außen erheblich aufwerten.

Denkmalschutz

In Deutschland gibt es aktuell circa 1,3 Millionen Kulturdenkmäler (Bundesregierung, 2021). 13.000 Denkmäler stehen davon in der Hansestadt Hamburg, wovon 389 im Bergedorfer Stadtteil zu finden sind (Fink, 2020). Welche Gebäude und Ensembles den Status des Denkmals erhalten, wird von dem Hamburger Denkmalrat entschieden (Denkmalschutzgesetz, 2013). Gebäude, die den Status Denkmalschutz tragen, dürfen in ihrer Erscheinungsart nicht verändert werden, lediglich ist es möglich,

Arbeiten zum Erhalt durchzuführen (Schett, 2021). Denkmäler sind Repräsentanten ihrer Zeit (Schett, 2021). Neben der Erinnerung an die Vergangenheit sollen Denkmäler auch Fortschritte der Gesellschaft sein. Sie sind eine Form der greifbaren Erinnerung und stehen für positive und negative Epochen der Zeit, deswegen sind beispielsweise Konzentrationslager wie in Neuengamme unter Denkmalschutz (Schett, 2021).

Gebäudeensemble Bergedorf

Das Gebäude am Standort Bergedorf stammt aus den 1950er Jahren und stammt aus der Epoche des Betonbrutalismus (Schett,2021). Neben dem vielen Beton ist das Gebäude durch seine Aluminiumfassade geprägt. Leider ist die Fassade nicht sehr gut gebaut worden, denn die Pfostenriegelkonstruktion weist Fehler auf, die zu einem erhöhten Wärmetransport führen (Schett,2021). Dazu kommt der Faktor, dass das Aluminium der Fassade einen hohen Transport an Wärme mit sich bringt. (Schett,2021). Aufgrund des Denkmalschutzes, den das Ensemble genießt, ist es nicht möglich die Fassade grundlegend zu erneuern. Es wäre lediglich möglich, die Pfostenriegelkonstruktion der Fassade abzudichten, da diese Veränderung keinen Einfluss auf den Charakter des Gebäudes hätte. Diese Maßnahme würde laut dem Hamburger Denkmalschutzamt bis zu 30% der Wärmeverluste reduzieren (Schett, 2021). Dies wäre ein erster Schritt, um den Energiebedarf des Gebäudes zu senken.

Weitere Möglichkeiten zur Senkung des Energiebedarfs sind Veränderungen an der Technik. Die Heizungsanlage, die Lüftungs-, sowie die Klimaanlage-technik könnte durch neuere ersetzt werden, um Energie einzusparen (Schett, 2021).



Abbildung 6: HAW Standort Bergedorf, Quelle: Hamburger Abendblatt

Nach aktuellem Stand wird das Gebäudeensemble nicht in der Lage sein, die Energieeinsparverordnung einzuhalten. Aufgrund des Denkmalschutzes kann es davon befreit werden, diese einzuhalten (Schett, 2021). Die Nutzung des Gebäudes, nachdem die Hochschule für Angewandte Wissenschaften (HAW) es verlassen haben wird, steht aktuell noch nicht fest. Es ist aber die Pflicht der HAW, sich als nachhaltige und zukunftsorientierte Hochschule darum zu kümmern, das Gebäude in einem bestmöglichen Zustand zu hinterlassen. Die aktuellen Maßnahmen sind nicht zufriedenstellend. Eine Möglichkeit, das Gebäude umweltfreundlicher zu gestalten, wird in 4.2.1 beschrieben.

Photovoltaik in Bergedorf

Das Gebäude in Bergedorf verfügt bereits über Photovoltaikanlagen auf den Dächern. Um weiter einen Schritt in Richtung Klimaneutralität zu gehen und die Eigenstromproduktion zu erhöhen, wäre es eine gute Maßnahme, die Ausbau der Anlagen auf dem Dach zu fördern. Die installierten Photovoltaikmodule können auch nach Verlassen des Gebäudes der HAW weiterhin genutzt werden und eine Eigenstromproduktion fördern. Das Potential, dass bei einer installierten Anlage besteht, ist unter in dem Abschnitt Potential zur Eigenstromversorgung durch Photovoltaik zu finden.

Sanierung

Die Sanierungsdauer ist eine Daueraufgabe, die man nur mit der entsprechenden Grundfinanzierung leisten kann.

Bei der Gebäudeplanung muss der Schwerpunkt auf nachhaltige Entwicklung und die Produktion auf grüner Energie gelegt werden.

„Hamburgs Hochschulen erhalten in den kommenden beiden Jahren zusätzlich 60 Millionen Euro aus dem Wirtschaftsstabilisierungsprogramm (HWSP) der Hansestadt. Mit dem Geld sollen die Hochschulgebäude saniert werden. Verantwortlich für die Sanierungsarbeiten sind bis Ende 2022 die Unternehmen Gebäudemanagement Hamburg und Sprinkenhof.

Bei einem Ortstermin an der Hochschule für angewandte Wissenschaften (HAW) gaben Wissenschaftssenatorin Katharina Fegebank (Grüne) und Finanzsenator Andreas Dressel (SPD) bekannt, die Stadt wolle mehr Geld in die Sanierung von Hochschulgebäuden investieren. Insgesamt umfasst das HWSP zur Bewältigung der Corona-Folgen 900 Millionen Euro; 60 Millionen fließen nun in den Hochschulbau. An der HAW möchte man unter anderem das Dach des Hochhauses des Campus Berliner Tor sanieren.

„Gezielte Investitionen in Wissenschaft und Forschung sind ein wichtiger Schlüssel, um aus der Corona-Krise wieder herauszukommen“, sagte Dressel bei dem Ortsbesuch an der HAW. Die 60 Millionen Euro legten auch den Grundstein für das Sanierungsprogramm der kommenden Jahre (Fink.Hamburg, 2021).

Den Großteil dieser Energie in einer Hochschule wird für Wärme (Klimaanlage) und Strom (Beleuchtung) verbraucht, da diese beiden einen großen Anteil vom Energieverbrauch ausmachen, ist es dringend notwendig, an dieser Stelle eine nachhaltige und umweltschonende Versorgung herzustellen.

Optimierung des Energieverbrauchs durch erneuerbare Energien

Für eine stärkere Optimierung des Eigenverbrauchs erneuerbarer Energien spielen Speicher eine entscheidende Rolle. Hierbei sind einerseits technologische Fragestellungen zur Leistungsfähigkeit, Langlebigkeit und Recyclbarkeit von Speichern zu beachten. Andererseits sollten die bisherigen Förderansätze hinsichtlich

der Markttauglichkeit und möglicher Förderlücken überprüft oder auch neue Förderwege beispielsweise in Form steuerlicher Anreize beschritten werden.

Digitalisierung

In einem Interview von 2019 mit Cedrik Neike (Vorstand der Siemens AG und CEO der Operating Company Smart Infrastructure) hat dieser erwähnt das:

„Vorteile ergeben sich bereits bei der Planungs- und Bauphase. Dank Digitalisierung können heute digitale Zwillinge von Gebäuden erstellt werden. Das sind präzise digitale Modelle, die es ermöglichen, wesentlich effizienter zu bauen. Ein Smart Building schafft aber auch für den Eigentümer Mehrwert. Zum Beispiel, indem es Feedback gibt, mit dem sich der Gebäudebetrieb optimieren lässt. Oder indem es Störungen frühzeitig meldet, um Ausfälle zu verhindern. Damit tragen intelligente Gebäude dazu bei, Betriebskosten zu senken und Produktivität zu steigern.“ (Neike, 2019).

Zudem wurde gezeigt das rund 40% des Energieverbrauchs in der EU auf Gebäude zurückzuführen sind, in den nächsten Jahren sind es wahrscheinlich sogar mehr (Europäische Kommission, 2020).

Es werden Räume beheizt, die es nicht nötig haben und Räume werden beleuchtet, die kein Licht brauchen. Eine gute Nachricht ist das es laut aktuellen Studien möglich ist, den ökologischen Fußabdruck eines Gebäudes, um bis zu 80% zu verringern, wenn man es digitalisiert und vernetzt (Lenoble, 2021).

Man sagt auch das, in einigen Jahren, es möglich ist das die intelligenten Gebäude nicht nur Energie verbrauchen, sondern auch Energie erzeugen und sich als intelligente „Prosumenten“ mit der Außenwelt austauschen (Neike, 2019).

Der euromicron-Prozess zum digitalen Gebäude

Für den Einstieg in die Digitalisierung eines Gebäudes hat Euromicron einen Prozess zur Orientierung entwickelt. Es ermöglicht ein kontrolliertes Vorgehen für die Digitalisierung.

Schritt 1: Analyse der Ist-Situation

Dazu gehören die folgenden Punkte: Geschäftsprozesse und Problemstellen verstehen und dieses optimieren. Darüber hinaus stellt sich die Frage, wo man im

Bereich der Energieeffizienz sparsam sein. Die Interaktion des Nutzers mit dem Gebäude sollte dabei optimiert werden, damit dieser einen größeren Komfort im Alltag hat. Für die Gebäudesicherheit schaut man auf die Schwachstellen vom Gebäude die eine Sicherheitsgefährdung für die Menschen sowie die Umwelt haben können. Ebenfalls muss darauf geachtet werden das, Gebäude für die Zukunft angepasst werden müssen damit zukünftige Änderungen (falls welche unternommen werden müssen) leichter bewerkstelligt werden können.

Schritt 2: Koordination der Prozessbeteiligten

Das Intelligente Gebäude verlangt eine neue Zusammenarbeit der Gewerke, da die klassische Trennung von Facility-Management, Haustechnik und IT entfällt.

Schritt 3: Schaffen der Strukturen

Der Einstieg ins digitale Gebäude verlangt organisatorisch und technisch neue Strukturen. Dazu zählen Vorschläge von technischen Optimierungskonzepten, bei denen man jedoch die Organisationsstrukturen hinterfragen kann, um bessere alternative technische Lösungswege aufzuzeigen.

Schritt 4: Projektdefinition

Zunächst wird einen Plan für Zeit- und Kostenersparnis durch vordefinierte Prozesse erstellt. Hilfreich und anweisend sind ebenfalls vorliegende Module zur Ergebnissicherung und zukünftigen Optimierung. Budget- Absicherung bei Projektrealisierung damit das Projekt auch ohne Probleme im geplanten Zeitraum beendet werden kann.

Schritt 5: Umsetzung

Hierbei werden zertifizierte Projektleiter das Projektmanagement übernehmen, um das bestmögliche Resultat zu bekommen. Es wird empfohlen eine Betreuung durch eigene Projektspezialisten sowie Überwachung durch eine eigene „Bauleitung“ zu gewährleisten damit auch alles ohne Probleme abläuft und man später keine ungewollten Ergebnisse bekommt (Euromicron, kein Datum).

Fazit

Die Gebäude der HAW, vor allem Standort Berliner Tor und Bergedorf sind bezogen auf ihren Energieeffizienz stark sanierungsbedürftig.

Um die HAW klimaneutral zu gestalten, wäre ein erster Schritt, ein Ausbau der Photovoltaikanlagen, um die Eigenstromversorgung zu steigern. Auch Konzepte wie Eisspeicher können zur Reduzierung von Treibhausgasemissionen beitragen. Um eine erhöhte Transparenz der Energiebedarfe der einzelnen Gebäude zu bieten, wäre es wünschenswert die Energieausweise für jedes einzelne Gebäude zu erstellen. Die einzelnen Strom- und Wärmebedarfe sollten klar ersichtlich sein. Durch diese Maßnahme können weitere Schritte eingeleitet werden, um die Hochschule durch beispielsweise effizientere Lüftungsanlagen umweltfreundlicher zu gestalten.

Wie bereits erwähnt worden ist, erreichen die Gebäude Berliner Tor und Bergedorf nicht die durch die Energieeinsparverordnung vorgegebenen Werte des Effizienzhaus40 Standard. Auch wenn Bergedorf sich durch den Denkmalschutz von der EEV befreien lassen kann, sollte die Hochschule anstreben, das Gebäude so energieeffizient wie möglich zu betreiben.

Zusätzlich soll die HAW ihre im Jahr 1998 eigens entworfenen Umweltleitlinien wieder einhalten und pflegen. Dies wäre ein weiterer wichtiger Schritt für die HAW als nachhaltige Hochschule und um ihrer Vorbildfunktion nachzukommen.

Anhang

Anhang Teil A

Energieausweis HAW Ulmenliet 20 signiert_Siemens_7.12.2020

Anhang Teil B

Energieausweis HAW Campus Berliner Tor signiert_Siemens_7.12.2020

Anhang Teil C

Energieausweis HAW Armgartstraße 24 signiert_Siemens_7.12.2020

Anhang Teil D

Energieausweis HAW Stiftstraße 69 signiert_Siemens_7.12.2020

Anhang Teil E

A4_Energieausweis CC4E

Literaturverzeichnis

AG, S., 2014. *Energieausweis CC4E (Anhang Teil E)*. s.l.:s.n.

AG, S., 2020. *Energieausweis HAW Armgartstraße 24 (Anhang Teil C)*. s.l.:s.n.

AG, S., 2020. *Energieausweis HAW Campus Berliner Tor (Anhang Teil B)*. s.l.:s.n.

AG, S., 2020. *Energieausweis HAW Stiftstraße 69 (Anhang Teil D)*. s.l.:s.n.

AG, S., 2020. *Energieausweis HAW Ulmenliet 20 (Anhang Teil A)*. s.l.:s.n.

Bundesregierung, 2021. *Denkmalschutz*. [Online]

Available at: <https://www.bundesregierung.de/breg-de/bundesregierung/staatsministerin-fuer-kultur-und-medien/kultur/kunst-kulturfoerderung/foerderbereiche/denkmalschutz-und-baukultur>
[Zugriff am 29 07 2021].

Carbontrust, 2021. *Briefing: Was sind Scope 3-Emissionen?*. [Online]

Available at: <https://www.carbontrust.com/de/ressourcen/briefing-was-sind-scope-3-emissionen>
[Zugriff am 9 September 2021].

Eckert, B., 2020. *Wo in Hamburg die meisten Denkmäler stehen*. [Online]

Available at: <https://fink.hamburg/2020/03/wo-in-hamburg-die-meisten-denkmaeler-stehen/>
[Zugriff am 28 07 2021].

Energie, B. f. U. u., 2019. *Hamburg.de*. [Online]

Available at: <https://www.hamburg.de/contentblob/13567078/31534d3a2596b6c692d8cd8812956>

012/data/d-energiebericht-2019.pdf

[Zugriff am 12 Mai 2021].

Euromicron, kein Datum *Digitalisierte Gebäude*. [Online]

Available at: <https://www.euromicron.de/downloads/mediathek/digitalisierte-gebaeude-euromicron-trendpaper.pdf>

[Zugriff am 11 8 2021].

Europäische Kommission, 2020. *Im Blickpunkt- Energieeffizienz von Gebäuden*.

[Online]

Available at: https://ec.europa.eu/info/news/focus-energy-efficiency-buildings-2020-feb-17_de

[Zugriff am 12 8 2021].

Fink.Hamburg, 2021. *Mehr Geld für Hochschulen*. [Online]

Available at: <https://fink.hamburg/2021/06/mehr-geld-fuer-hochschulgebaeude/>

[Zugriff am 12 8 2021].

Hamburg, S., 2013. *Denkmalschutzgesetz*. Hamburg: s.n.

Hamburg, W., 2021. *Weniger Primärenergieeinsatz, weniger CO₂-Emissionen*.

[Online]

Available at: <https://waerme.hamburg/produkte-preise/primaerenergiefaktor>

[Zugriff am 9 September 2021].

Lenoble, C., 2021. *Smart Building: Wenn sich Ökonomie und Ökologie die Hand reichen*. [Online]

Available at: <https://www.diepresse.com/5991403/smart-building-wenn-sich-okonomie-und-okologie-die-hand-reichen>

[Zugriff am 12 8 2021].

Neike, C., 2019. *Cedrik Neike, CEO von Siemens Smart Infrastructure, zur Entwicklung von Smart Buildings* [Interview] (30 7 2019).

Schett, A., 2021. *Telefonat zum Gebäudeensemble HAW Hamburg Bergedorf*.

Telefon: s.n.

Umweltbundesamt, 2021. *UBA*. [Online]

Available at: www.xxx

[Zugriff am 12 August 2021].