

# Klimaschutzkonzept

der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg

Albert-Ludwigs-Universität Freiburg



**UNI  
FREIBURG**





## Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung .....	2
1. Einleitung.....	4
2. Methodisches Vorgehen: Datenerfassung, Bilanzierung, Beteiligung.....	6
<b>2.1 Datenerfassung .....</b>	<b>6</b>
<b>2.2 Untersuchungsrahmen / Gebäudeübersicht .....</b>	<b>6</b>
<b>2.3 Beteiligung von Akteur*innen .....</b>	<b>8</b>
3. Status Energie (IST-Analyse).....	9
<b>3.1 Bestandsbeschreibung.....</b>	<b>9</b>
<b>3.2 Beschreibung der Energieversorgung.....</b>	<b>11</b>
<b>3.3 Energieverbrauch.....</b>	<b>12</b>
<b>3.4 Energetische Ausgangs-Situation 1990 / Status 2020 (Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanz) .....</b>	<b>14</b>
4. Energetische Ziele 2030 / 2050 und Leitsätze .....	18
<b>4.1 Grundlage für die Zielsetzung.....</b>	<b>18</b>
<b>4.2 Leitsätze .....</b>	<b>20</b>
<b>4.3 Ziele 2030 / 2050 .....</b>	<b>20</b>
5. Potenziale und Szenarien.....	22
<b>5.1 Potenziale.....</b>	<b>22</b>
<b>5.2 Szenarien .....</b>	<b>26</b>
<b>5.3 Bewertung der Szenarien .....</b>	<b>30</b>
<b>5.4 Grobe Abschätzung der Investitions(mehr)kosten .....</b>	<b>32</b>
<b>5.5 Fördermöglichkeiten.....</b>	<b>33</b>
6. Leuchtturm-Projekte .....	34
<b>6.1 Klimaneutraler Neubau für die UNR .....</b>	<b>34</b>
<b>6.2 Kältebereitstellung mit minimalem Stromverbrauch im Kältering .....</b>	<b>37</b>
<b>6.3 Emissionsarme Bereitstellung von Wärme im Institutsviertel, im Zentrum und am     Flugplatz-Areal .....</b>	<b>38</b>
7. Kommunikationsstrategie .....	40
<b>7.1 Ziele und Aufgaben .....</b>	<b>40</b>
<b>7.2 Zielgruppen.....</b>	<b>40</b>
<b>7.3 Instrumente und Maßnahmen .....</b>	<b>41</b>
8. Controlling-Konzept.....	43
9. Fazit und Ausblick.....	44
Abbildungsverzeichnis.....	47
Anhangsverzeichnis .....	47
Impressum.....	49

## Zusammenfassung

Der Klimawandel ist eine der größten Herausforderungen der heutigen Zeit. Es ist daher wichtig, Klimaschutz und Nachhaltigkeit nicht nur in Forschung und Lehre zu integrieren, sondern dieses Wissen auch im Universitätsbetrieb umzusetzen und als Vorbild zu dienen.

Die Albert-Ludwigs-Universität Freiburg hat die Initiative ergriffen, ein Klimaschutzkonzept mit klaren Zielen und effektiven Maßnahmen zur Verbesserung ihrer CO<sub>2</sub>-Bilanz zu entwickeln. Zur Unterstützung des Projektteams (SUN2, Stabsstelle Sicherheit, Umwelt und Nachhaltigkeit und D4.4 Energie-, Flächen- und Hörsaalmanagement) hat die Universität ein externes Beratungsunternehmen beauftragt (Energie Service Laß Lüdeking) um das Klimaschutzkonzept auszuarbeiten.

Ziel des Klimaschutzkonzepts der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg ist, den Rahmen für das zukünftige Handeln in Hinblick auf klimarelevante Emissionen festzulegen.

Die im Klimaschutzkonzept dargelegten Szenarien greifen die Vorgaben der Bundespolitik und der Landespolitik zur Reduktion von klimarelevanten Emissionen bis zum Jahr 2030 und bis zum Jahr 2045 auf und konkretisieren sie für die Albert-Ludwigs-Universität in Form eines Klimaschutzplans 2030/2045. Ziel ist, die CO<sub>2</sub>-Emissionen der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg bis zum Jahr 2030 um mindestens 65%, bis zum Jahr 2040 um mindestens 88% zu senken (bezogen auf das Jahr 1990) und bis zum Jahr 2045 die Klimaneutralität zu erreichen.

Das Klimaschutzkonzept beinhaltet die Festlegung von Minderungszielen bezogen auf die Energieverbräuche der Universität. Im Rahmen von Minderungsstrategien werden Maßnahmen sowie die dafür benötigten Investitionen beschrieben. Die Maßnahmen stellen einen konkreten Leitfaden für zukünftige Entscheidungen und Handlungen bei der Nutzung von Gebäuden an der Albert-Ludwigs-Universität dar. Darüber hinaus sollen Leuchtturm-Projekte mit Strahlkraft über die Albert-Ludwigs-Universität Freiburg hinaus benannt werden, in denen exemplarisch und auf zukunftsorientierte Weise die Dekarbonisierung der Gebäudenutzung umgesetzt wird.

Die Strategie- und Maßnahmenentwicklung für die Bereiche Mobilität und Beschaffung werden von der Universität in einer zweiten Phase gestaltet und durchgeführt.

Das Klimaschutzkonzept dient der Albert-Ludwigs-Universität als Grundlage für ein nachhaltiges Klimaschutzmanagement und schafft darüber hinaus den Bezugspunkt für das zukünftige Controlling der Klimaschutzaktivitäten.

Die vom Rektorat der Albert-Ludwigs-Universität bereits 2006 verabschiedeten Umweltleitlinien wurden 2020 aktualisiert und nennen Klimaneutralität als bedeutendes Ziel. Das Klimaschutzkonzept knüpft daran an und setzt den Handlungsrahmen für die Umsetzung konkreter Maßnahmen für alle Beteiligten. Damit übernimmt das Klimaschutzkonzept eine Schlüsselrolle in der Kommunikationsstrategie zum Klimaschutz an der Universität.

In einem umfassenden Beteiligungsprozess wurden die Treibhausgas-Bilanz der Universität in den Bereichen Energie, Gebäudenutzung, IT sowie Beschaffung erstellt, Potenziale zur Reduzierung und Vermeidung von Treibhausgasen erarbeitet sowie ein umfangreiches Maßnahmenprogramm zum Heben dieser Potenziale beschrieben.

Durch die Umsetzung dieses Handlungsprogramms wird die Albert-Ludwigs-Universität einen wichtigen Schritt zur Reduzierung der Folgen des Klimawandels am Standort Freiburg gehen, um auch zukünftig attraktive Bedingungen für Studierende, Lehrende und Mitarbeitende anbieten zu können, bei gleichzeitiger Reduzierung des CO<sub>2</sub>-Fußabdrucks.

## 1. Einleitung

Bei der UN-Klimaschutzkonferenz 2015 in Paris einigten sich 197 Staaten auf ein globales Klimaschutzabkommen. Davon abgeleitet wollte die Bundesrepublik Deutschland die Treibhausgas-Emissionen bis zum Jahr 2020 um mindestens 40 % gegenüber dem Stand von 1990 senken. Dieses Ziel wurde knapp erreicht<sup>1</sup>. Im Klimaschutzgesetz vom 24.06.2021 geht die Bundesrepublik deutlich über die Ziele des Klimaschutzplans 2050 aus dem Jahr 2016 hinaus. Es werden ehrgeizige Minderungsziele für das Jahr 2030 (-65 %) sowie für das Jahr 2040 (-88 %) angestrebt. Im Jahr 2045 soll für die Bundesrepublik Deutschland die Klimaneutralität erreicht werden<sup>2</sup>.

Ausgehend von den im Klimaschutzplan aufgestellten Rahmenbedingungen erfolgte in den letzten Jahren schrittweise die politische Umsetzung im Rahmen von Gesetzen u.a. zur Verbesserung der Energieeffizienz, zum Ausbau regenerativer Energien, zur Belastung von fossilen Brennstoffen bis hin zum Kohleausstieg. Ziel dabei ist die Transformation der Energieerzeugung und –nutzung hin zu emissionsfreien Energien und bestmöglicher Energie-Effizienz (Dekarbonisierung).

Die Stadt Freiburg schreibt ausgehend von bundes- und landespolitischen Vorgaben und Rahmenbedingungen kontinuierlich ihr Klimaschutzkonzept fort. Darin werden die Ziele für Bund und Land in Maßnahmenfelder der Stadt konkretisiert.

Im September 2021 hat die Regierung des Landes Baden-Württemberg neue Klimaziele formuliert: Baden-Württemberg soll bis spätestens 2040 klimaneutral sein, die landeseigenen Immobilien bis 2030. Dazu hat die Landesregierung ein Klimaschutz-Sofortprogramm aufgesetzt, das ab 2022 umgesetzt bzw. eingeleitet sein soll. Es dient als Vorgriff für ein novelliertes Klimaschutzgesetz, dass bis Ende 2022 realisiert sein soll. In der Folge dessen sollen auch die Ziele der Universität Freiburg angepasst werden<sup>3</sup>.

Die Motivation der Universität Freiburg zur Erstellung eines Klimaschutzkonzeptes inklusive der Evaluierung technischer und wirtschaftlicher Potenziale sowie Maßnahmen zur Minderung von Treibhausgasen vor Ort ist es, einen nachhaltigen Beitrag zum regionalen und damit auch weltweiten Klimaschutz zu leisten.

Ziele des Klimaschutzkonzeptes sind die Darstellung der Energie und CO<sub>2</sub>-Bilanz der Universität, die Definition konkreter Maßnahmen zur Senkung der CO<sub>2</sub>-Emissionen, der Aufbau eines Klimaschutzmanagements zur dauerhaften Verankerung in der Universität sowie die Erarbeitung von Klimaschutzleitsätzen mit konkreten Klimaschutzzielen.

<sup>1</sup> Pressemitteilung des BMU gemeinsam mit dem UBA vom 16.03.2021, Klimaschutz, 40,8 % Rückgang der Treibhausgas-Emissionen seit 1990

<sup>2</sup> Klimaschutzgesetz der Bundesrepublik Deutschland, im Bundestag am 24.06.2021 verabschiedet, sowie Klimaschutzplan 2050 der Bundesrepublik Deutschland, BMU, 1.11.2016

<sup>3</sup> „Klimaschutz mal sieben: Das wollen wir erreichen“, [www.energiewende.baden-wuerttemberg.de](http://www.energiewende.baden-wuerttemberg.de)

Im Rahmen der Konzepterstellung wurden zahlreiche Statusgruppen der Universität durch Stakeholder-Workshops und Interviews eingebunden, die einen Beitrag zum Klimaschutz leisten können: Studierende, Lehrende, die Hochschulverwaltung, Beschäftigte der zentralen Einrichtungen und Fachbereiche sowie externe Personen, zum Beispiel der staatlichen Vermögens- und Hochbauverwaltung Baden-Württemberg sowie des Universitätsklinikums Freiburg.

Die inhaltliche Umsetzung des Projektes erfolgte auf Grundlage der „Richtlinie zur Förderung von Klimaschutzprojekten im kommunalen Umfeld“<sup>4</sup> vorgegebenen und durch die Universität konkretisierten Rahmenbedingungen.

Das Klimaschutzkonzept soll der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg als belastbare Planungsgrundlage für die kurz-, mittel- und langfristige Umsetzung von, aus Sicht des Klimaschutzes, sinnvollen Maßnahmen dienen.

Das Klimaschutzkonzept umfasst nicht alle klimarelevanten Handlungsbereiche der Universität. Die Bereiche Mobilität und Beschaffung werden von der Universität in einer zweiten Phase betrachtet.

Grundlage des Konzepts ist eine Bestandsaufnahme des Ressourcenverbrauchs und der daraus resultierenden CO<sub>2</sub>-Emissionen. Dazu wurden die Energieverbräuche und CO<sub>2</sub>-Emissionen aller Liegenschaften der Albert-Ludwigs-Universität und deren Entwicklung von 1990 bis 2020 entsprechend ermittelt und berücksichtigt (siehe Kapitel 3).

Aufbauend darauf wurden Potenziale zur Vermeidung, Reduzierung und Kompensation von CO<sub>2</sub>-Emissionen ermittelt. Mit Hilfe verschiedener Szenarien wird in unterschiedlichen Entwicklungspfaden bis zum Jahr 2045 dargestellt, wie die vorhandenen Potenziale tatsächlich umgesetzt werden können und welche Ergebnisse daraus resultieren (siehe Kapitel 5).

Dabei steht der Entwicklung im Basis-Szenario das Ziel-Szenario mit deutlich verstärkten Klimaschutzaktivitäten auf allen Handlungsebenen gegenüber (siehe Kapitel 5.2.). Die Szenarien dienen als Grundlage für die Formulierung von Klimaschutzzielen (siehe Kapitel 4). Die Klimaschutzziele sind auch Grundlage der gemeinsam mit Akteur\*innen der Albert-Ludwigs-Universität erarbeiteten Leitsätze.

Basierend auf der IST-Analyse und den Szenarien wurden unter Beteiligung der Akteur\*innen vor Ort Maßnahmen und Leuchtturm-Projekte erarbeitet und bewertet (siehe Kapitel 6). Das erarbeitete Maßnahmenprogramm für die Klimaschutzaktivitäten der nächsten Jahre wird durch verschiedene Vorschläge zum Umsetzungsprozess ergänzt (siehe Kommunikation und Controlling-Konzept in Kapitel 7 und 8).

<sup>4</sup> Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit, Richtlinie zur Förderung von Klimaschutzprojekten im kommunalen Umfeld, 22.07.2020

## 2. Methodisches Vorgehen: Datenerfassung, Bilanzierung, Beteiligung.

### 2.1 Datenerfassung

Im Rahmen des Klimaschutzkonzepts ist es erforderlich, für die gesamte Hochschule die CO<sub>2</sub>-Emissionen zu errechnen und z. B. im Rahmen von Visualisierungen nachvollziehbar zu machen. Grundlage hierfür ist die Betrachtung der Gebäude der Albert-Ludwigs-Universität mit ihren Basisdaten, ihrer Nutzung und die kritische Bewertung ihrer Verbräuche.

#### Energieverbräuche

Grundlage für die Ermittlung sind die seit 2008 von der Albert-Ludwigs-Universität erfassten Daten für Strom- und Wärmeverbräuche sowie die jährliche Aufstellung des Gebäudebestands seit 2001. Da dies in der Regel zu einer Verfälschung von Daten führt erfolgte keine Gradtagszahl- bzw. Klimabereinigung der Daten<sup>5</sup>.

#### Emissionsdaten

Emissionsdaten für bezogene Energien werden seit 1990 in der GEMIS-Datenbank erfasst und veröffentlicht sowie anschließend vom UBA sowie weiteren Quellen aufbereitet. Emissionsdaten der vom Universitätsklinikum Freiburg bereitgestellten Energien wurden auf Grundlage von deren eigenen Angaben ermittelt. Emissionswerte wurden ohne vorgelagerte Kette verwendet, sodass eine Vergleichbarkeit mit den Veröffentlichungen von Land und Stadt gegeben ist<sup>6</sup>.

### 2.2 Untersuchungsrahmen / Gebäudeübersicht

Seitens der Albert-Ludwigs-Universität wurden die Daten von insgesamt über 100 Objekten/Gebäuden an 4 Standorten übermittelt. Auf Grundlage der vorliegenden Messwerte und gebildeten Verbrauchskennwerte der Jahre 1990 bis 2020 sowie der Erkenntnisse aus den Interviews mit Akteur\*innen vor Ort wurde vom Projektteam der Untersuchungsumfang der Gebäude für die weitere Analyse definiert.

<sup>5</sup> Die Wärmeverbräuche der Albert-Ludwigs-Universität beinhalten auch Dampf für Befeuchtungszwecke von Lüftungsanlagen sowie Dampf und Heizwasserverbräuche für Absorptionskälteerzeuger. Im Laufe der Jahre variieren diese Mengen teilweise erheblich, so dass auch die Bildung eines klimaabhängigen Faktors nicht zielführend ist.

<sup>6</sup> Siehe z.B. jährliche Berichte der staatlichen Vermögens- und Hochbauverwaltung Baden-Württemberg

Tabelle 1: Gebäudeübersicht der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg

	Fläche	Wärme und Kälte
<b>Instituts-Viertel</b>	26 Gebäude Nutzfläche etwa 108.400 m <sup>2</sup>	Ferndampf-Versorgung Kältering (Kälte mit Grundwassernutzung und Absorptionskälte), dezentrale Kälte
<b>Zentrum / UB</b>	25 Gebäude Nutzfläche etwa 117.400 m <sup>2</sup>	Ferndampfversorgung Dezentrale Kälteanlagen
<b>Biologie</b>	5 Gebäude Nutzfläche ca. 24.800 m <sup>2</sup>	Ferndampfversorgung Dezentrale Kälteanlagen
<b>Flugplatz</b>	20 Gebäude Nutzfläche etwa 34.500 m <sup>2</sup>	Fernwärmeversorgung Kältering (Absorptionskälte), dezentrale Kälte
<b>Dezentrale Standorte</b>	32 Gebäude Nutzfläche ca. 11.000 m <sup>2</sup>	Dezentrale Kesselanlagen (Erdgas, Heizöl, Pellets) Teilweise dezentrale Kälteanlagen

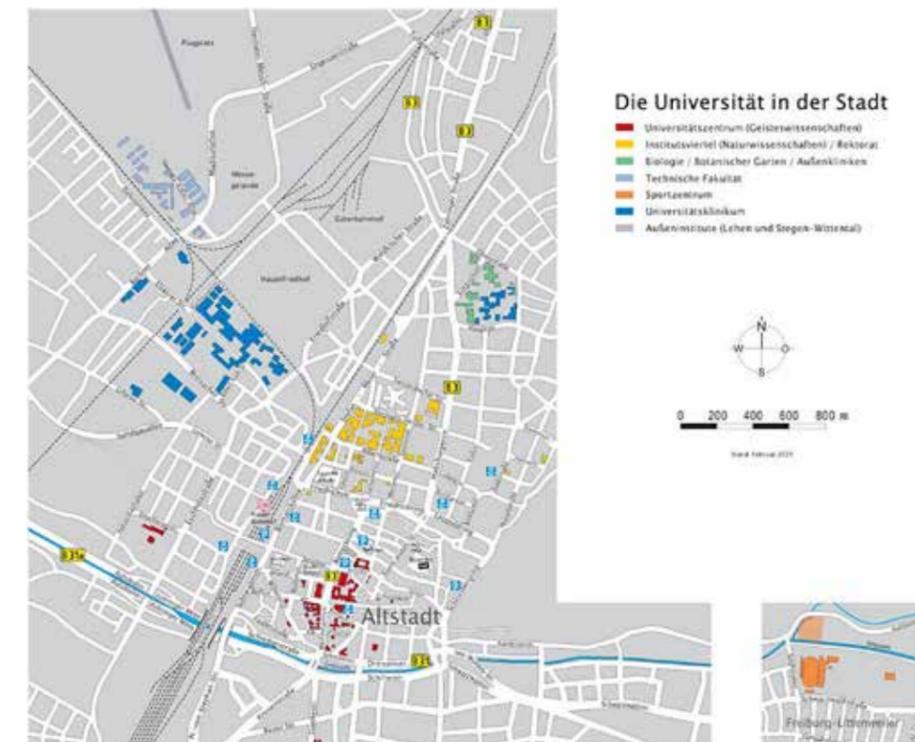


Abbildung 1: Liegenschaften der Albert-Ludwigs-Universität (Untersuchungsumfang; Quelle: Albert-Ludwigs-Universität Freiburg)

### 2.3 Beteiligung von Akteur\*innen

Als integrierter Bestandteil des Kommunikationsplans des Klimaschutzkonzeptes wurde bereits in einer frühen Projektphase die aktive Einbeziehung von Stakeholdern innerhalb und außerhalb der Universität vorgesehen. So hat die Projektgruppe mit Unterstützung der Universitätsleitung zwei Workshops innerhalb der Projektphase durchgeführt. Dadurch wurde den identifizierten Stakeholdern, den Studierenden und Mitarbeitenden der Albert-Ludwigs-Universität die Möglichkeit gegeben, sich aktiv an der Gestaltung des Klimaschutzkonzeptes zu beteiligen.

Im Rahmen dieser Workshops wurde allen Teilnehmenden der aktuelle Stand des Projektes vorgestellt. Darauf aufbauend gab es die Möglichkeit, Rückmeldungen und Anregungen zu Maßnahmen sowie weitere Vorschläge zu sammeln.

Zunächst wurde eine Beteiligtenanalyse durchgeführt. Die Akteur\*innen haben an den Stakeholder-Workshops teilgenommen und haben damit aktiv das Klimaschutzkonzept der Albert-Ludwigs-Universität mitgestaltet.

Der erste Workshop zum Klimaschutzkonzept der Albert-Ludwigs-Universität fand am 20. Mai 2021 statt. 26 Hochschulangehörige aus den Fachbereichen und der Verwaltung, sowie Studierende nahmen digital teil und nutzten die Chance, nach einer Begrüßung durch den Kanzler der Universität, Herrn Dr. Schenek, ihre Wünsche, Erwartungen und Ideen zu einer nachhaltigen Universität zu äußern.

Die Berater der Universität (Energie Service Laß Lüdeking) präsentierten das Klimaschutzkonzept der Albert-Ludwigs-Universität mit einer Übersicht über Ziele, Szenarien und Maßnahmenvorschläge des Konzeptes. Anschließend hielt Herr Dr. Hess vom Institut für Nachhaltige Technische Systeme (INATECH) einen Impulsvortrag zum Thema „Klimaneutralität von Gebäuden“.

Im zweiten Teil des Workshops wurden die Teilnehmenden selbst aktiv. In drei Breakout-Sessions wurden die vorgestellten Zwischenergebnisse des Projektteams diskutiert, vertieft und erweitert.

Nach dem überaus positiven Feedback der Beteiligten zum ersten Stakeholder-Workshop fand am 29. Juni 2021 ein weiterer Workshop zur Vertiefung und Ergänzung der Ergebnisse des ersten Workshops, jedoch mit verändertem Kreis der Teilnehmenden statt.

In beiden Veranstaltungen wurden zahlreiche Rückmeldungen, Erfahrungen und Anregungen für neue Maßnahmen sowie Vorschläge für Zusammenarbeit zwischen universitären Instituten und Einrichtungen außerhalb der Universität aufgenommen. Diese wurden weitestgehend in das vorliegende Klimaschutzkonzept integriert.

Viele Menschen aus verschiedenen Statusgruppen der Universität sowie aus universitären Partnerorganisationen wie dem Universitätsklinikum und dem Amt für Vermögen und Bau Baden-Württemberg wurden durch die Veranstaltungen zusammengebracht und so zu Teilhaber\*innen des Klimaschutzkonzeptes. Die Dokumentation der Workshops ist in Anhang 2 dem Klimaschutzkonzept beigelegt.

## 3. Status Energie (IST-Analyse)

### 3.1 Bestandsbeschreibung

Die Albert-Ludwigs-Universität verteilt sich auf über 100 Gebäude im gesamten Stadtgebiet Freiburgs. Jedoch sind vier Schwerpunkte prägend.

- die Liegenschaften im Zentrum („Z“) Freiburgs, mit den Kollegiengebäuden, der Universitätsbibliothek sowie dem historischen Kern der Universität,
- die Liegenschaften im Institutsviertel („I“), auf einem nahezu geschlossenen Areal nördlich der Innenstadt Freiburgs, mit vielen Instituten. Das Areal galt bis Mitte der 90er Jahre als Erweiterungsgelände der Universität,
- die Gebäude der Biologie („B“), angesiedelt im Umfeld des Botanischen Gartens der Albert-Ludwigs-Universität, einige hundert Meter nördlich des Institutsviertels, im Stadtteil Herdern,
- das Erweiterungsgelände am Flugplatz („F“), das ehemals von der französischen Armee genutzt wurde und nach 1992 von der Albert-Ludwigs-Universität als Erweiterungsfläche übernommen wurde,

Die einzelnen Liegenschaftsbereiche sind von folgenden Rahmenbedingungen geprägt:

#### Zentrum (Kollegiengebäude, Universitätsbibliothek, weitere Gebäude)

In diesem Bereich befindet sich der historische Kern der Albert-Ludwigs-Universität. Die ältesten Gebäude wurden im Jahr 1460 in Betrieb genommen. Derzeit werden die Gebäude des historischen Kerns schrittweise saniert. Die im Jahr 2016 in Betrieb genommene Universitätsbibliothek bildet einen architektonischen Kontrast zu den Gebäuden des historischen Bestands. Derzeit laufen Sanierungsarbeiten im Bereich der Kollegiengebäude; auch die älteren Gebäude wurden in den vergangenen Jahren schrittweise modernisiert.

Die Gebäude im Zentrum machen etwa 36 % der Nutzfläche der Albert-Ludwigs-Universität aus. Der Wärmeverbrauch der Gebäude beträgt etwa 16 % des Gesamtwärmeverbrauchs, der Stromverbrauch beträgt etwa 11 % des Gesamtstromverbrauchs der Albert-Ludwigs-Universität.

#### Institutsviertel

In diesem Bereich befinden sich neben der Verwaltung und weiteren zentralen Einrichtungen der größte Teil der Institute der Albert-Ludwigs-Universität. Die ältesten Gebäude wurden im Jahr 1867 bezogen, zuletzt wurden etwa vor 20 Jahren Gebäude in diesem Bereich neu errichtet. Im Laufe der vergangenen Jahre wurden sukzessive Gebäude saniert, unter anderem das Chemie-Hochhaus, das für das Areal auch städtebaulich prägend ist. Technische Anlagen wurden kontinuierlich erneuert, jedoch besteht nach wie vor ein Nachholbedarf bei Energieeffizienz-Projekten.

Die Gebäude im Institutsviertel machen etwa 40 % der Nutzfläche der Albert-Ludwigs-Universität aus. Der Wärmeverbrauch der Gebäude beträgt etwa 50 % des Gesamtwärmeverbrauchs, der Stromverbrauch liegt bei etwa 55 % des Gesamtstromverbrauchs der Albert-Ludwigs-Universität. Viele der dominanten Energieverbraucher der Albert-Ludwigs-Universität befinden sich im Institutsviertel.

### Biologie

Um den botanischen Garten der Albert-Ludwigs-Universität herum sind die Gebäude der Biologie angeordnet. Die meisten Gebäude wurden Ende der 50er und Anfang der 60er Jahre errichtet. Im Laufe der vergangenen Jahre wurden die Gebäude teilweise saniert und modernisiert.

Die Gebäude im Biologicum machen etwa 8 % der Nutzfläche der Albert-Ludwigs-Universität aus. Der Wärmeverbrauch der Gebäude beträgt etwa 15 % des Gesamtwärmeverbrauchs, der Stromverbrauch beträgt etwa 18 % des Gesamtstromverbrauchs der Albert-Ludwigs-Universität.

### Flugplatz

Mit dem Abzug der französischen Armee aus Freiburg wurde nach 1992 auf dem ehemaligen Militärgelände neben dem Flugplatz die Erweiterung der Albert-Ludwigs-Universität realisiert. Auch wenn noch vereinzelt Gebäude der militärischen Nutzung erhalten und betrieben werden, sind die seitdem errichteten Gebäude prägend. Die neuesten Gebäude wurden in den vergangenen 5 Jahren in Betrieb genommen. Auf dem Flugplatzareal befinden sich wichtige zukünftig geplante Bauprojekte der Albert-Ludwigs-Universität.

Die Gebäude am Flugplatz machen etwa 11 % der Nutzfläche der Universität Freiburg aus. Der Wärmeverbrauch der Gebäude beträgt etwa 15 % des Gesamtwärmeverbrauchs, der Stromverbrauch beträgt etwa 15 % des Gesamtstromverbrauchs der Albert-Ludwigs-Universität.

### Sport („S“) und Außeninstitute („A“)

Die Albert-Ludwigs-Universität verfügt im Bereich der Schwarzwaldstraße über ein weiteres zusammenhängendes Areal, auf dem das Institut für Sport und Sportwissenschaften mit den zugehörigen Sportanlagen der Universität untergebracht ist. Darüber hinaus sind weitere Gebäude über das Stadtgebiet verteilt.

Die Gebäude in den Bereichen Sport und Außeninstitute machen etwa 4 % der Nutzfläche der Albert-Ludwigs-Universität aus. Der Wärmeverbrauch der Gebäude beträgt etwa 4 % des Gesamtwärmeverbrauchs, der Stromverbrauch beträgt etwa 1 % des Gesamtstromverbrauchs der Albert-Ludwigs-Universität.

In allen Arealen befinden sich auch übergangsweise angemietete Flächen und Gebäude.

Energieverbrauchsdaten werden an der Albert-Ludwigs-Universität gebäudebezogen erfasst. In einer Einzelverbrauchsanalyse wurden zusätzlich die 10 Gebäude mit dem größten Energieverbrauch ermittelt. Eine Einzelaufstellung ist im Anhang 3 aufgeführt.

Die Gebäude mit den größten Energieverbräuchen sind neben dem Rechenzentrum und dem Zentral-Sammel-Lager sämtliche Gebäude mit vorwiegendem Forschungsbetrieb. Charakteristisch für diese Gebäude ist ein ganzjähriger Betrieb, eine Lüftungsanlage, ausgelegt als Vollklimaanlage mit mehreren Konditionierungsschritten, Auslegung und Betrieb mit einem i.d.R. 8-fachen Luftwechsel pro Stunde, reinem Außenluft-Betrieb, sowie komplexen Anforderungen an den Betrieb der haustechnischen Anlagen, der es nahezu unmöglich macht, die haustechnischen Anlagen nutzungsabhängig zu betreiben.

Die Lüftungsanlage in den Gebäuden der Chemie wurde in den vergangenen Jahren saniert. BIOS, ZBSA, IMBIT und Fit sind die neuesten der energieintensiven Gebäude. Beim Wärmeverbrauch ist erkennbar, dass die neueren Gebäude günstigere Kennzahlen aufweisen als die älteren Gebäude.

## 3.2 Beschreibung der Energieversorgung

### Stromerzeugung und -verteilung

Die Albert-Ludwigs-Universität betreibt bis auf eine PV-Anlage auf dem Dach der Universitätsbibliothek keine Stromerzeugungsanlagen.

Die Albert-Ludwigs-Universität betreibt ein vermaschtes Mittelspannungs-Ringnetz im Bereich Institutsviertel und Zentrum. An dieses Netz sind sämtliche Gebäude der Universität Freiburg dieser Bereiche sowie weitere Gebäude Dritter angebunden. Das Netz ist an zwei Einspeisepunkten an das übergeordnete Stromverteilnetz der BADENOVA angebunden.

Darüber hinaus betreibt die Albert-Ludwigs-Universität einen Mittelspannungs-Ring im Bereich Flugplatz-Areal. Das Netz ist über eine Sticheitung mit dem Kraftwerk des Universitätsklinikums Freiburg verbunden, die Stromversorgung dieses Areals erfolgt vom Netz des Universitätsklinikums aus.

### Wärmeerzeugung- und -verteilung

Die Wärmeversorgung erfolgt zu über 90 % vom Kraftwerk des Universitätsklinikums Freiburg aus. Dort wird Dampf in Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) mittels Gas- und Dampfturbinen-Prozess (GuD) für das Dampfnetz von Universitätsklinikum und Universität erzeugt. Darüber hinaus wird Heizwasser in Kraft-Wärme-Kopplung in einer BHKW-Anlage erzeugt.

Das Zentrum, das Institutsviertel sowie die Biologie werden aus dem Dampfnetz des Universitätsklinikums Freiburg versorgt. Dies macht etwa 80 % des gesamten Wärmebedarfs der Albert-Ludwigs-Universität aus. Es handelt sich um ein in der Innenstadt Freiburg weit verzweigtes Dampfnetz, aus dem auch weitere Landesliegenschaften versorgt werden.

Das Flugplatz-Areal wird aus einem Heizwassernetz vom Heizkraftwerk des Universitätsklinikums Freiburg versorgt. Etwa 13 % des gesamten Wärmebedarfs der Albert-Ludwigs-Universität werden aus diesem Netz bezogen.

Weitere 7 % des Wärmebedarfs werden dezentral mit Wärmeerzeugern, die die Albert-Ludwigs-Universität selbst betreibt, bereitgestellt. Zu geringen Teilen wird noch Heizöl-EL eingesetzt. An zwei Standorten sind Pelletkessel im Einsatz.

### Kälteerzeugung und -verteilung

Die Kälteerzeugung wird zu erheblichen Teilen aus Verbund-Netzen, die energetisch optimiert betrieben werden können, gedeckt:

An den Kältering Institutsviertel sind nahezu alle Gebäude im Institutsviertel angebunden. Bisher wurde der Ring aufgrund baulicher Rahmenbedingungen nicht geschlossen. Die Grundlast-Kälteerzeugung im Kältering kann von einer hocheffizienten Kälteerzeugung vom Infrastruktur-Gebäude aus gedeckt werden. Dort steht Grundwasser / Brunnenwasser zur Rückkühlung ganzjährig zur Verfügung.

In den Kollegengebäuden ist ein Kälteverteilnetz vorhanden. Über einen Kanal ist auch die Universitätsbibliothek an dieses Netz angebunden, so dass zumindest die Grundlast von dort aus gedeckt werden kann. Die Grundlastkälte für das Kälteverteilnetz wird mit Grundlast-Rückkühlung erzeugt.

Am Flugplatz-Areal ist ein Kälteverteilnetz mit zentraler Kälteerzeugung aus Absorptionskälte-Maschinen vorhanden. Diese zentralen Kälteanlagen sind an das dortige zentrale Heizwasserversorgungsnetz angeschlossen.

## 3.3 Energieverbrauch

### Beheizung

In sämtlichen Gebäuden erfolgt die Bereitstellung von Nutzwärme mittels Heizwasser. Dampf aus dem Dampfnetz wird in Heizkondensatoren umgeformt und am jeweiligen Übergabepunkt in den Gebäuden im Zentrum und im Institutsviertel gemessen.

Dampf wird kaum noch zur Befeuchtung in Vollklima-Anlagen eingesetzt. Einzige Einsatzgebiete sind Lüftungsanlagen, bei denen alternative Techniken oder ein Verzicht auf Befeuchtung aus verfahrenstechnischen Gründen nicht möglich ist.

Insbesondere die für die Forschung wichtigen Gebäude verfügen über Vollklima-Anlagen, die gesamte oder ein großer Teil der Wärmebereitstellung in den Gebäuden erfolgt über die Lüftungsanlage. Forschungsgebäude, in denen gesundheitsgefährdende Stoffe eingesetzt oder sensible Forschungsvorhaben durchgeführt werden, verfügen oft über Lüftungsanlagen. Diese werden mit deutlich erhöhtem Luftwechsel und gleichzeitig mit höheren Temperaturen / Feuchtegehalten betrieben als für die übliche Raumkonditionierung angemessen. Auch ist hier kein Absenkungsbetrieb für Schwachlast-Zeiten vorgesehen. Viele Anlagen verfügen über Wärmerückgewinnungs-Systeme, die dem Stand des jeweiligen Errichtungsjahres entsprechen.

Prozesswärme wird an der Albert-Ludwigs-Universität an keiner Stelle benötigt, der gesamte benötigte Wärmeverbrauch wird für Raumwärme und Konditionierung der Raumtemperatur benötigt. Der Wärmeverbrauch macht etwa 55 % des gesamten Energieverbrauchs der Universität Freiburg aus.

### Stromverbrauch

Der Stromverbrauch der Gebäude der Albert-Ludwigs-Universität ist von folgenden Verbrauchern geprägt:

- Beleuchtung, einschl. Fluchtwege-Beleuchtung,
- Ventilatoren und Lüftungsanlagen,
- Kälteerzeuger sowie zugehörige Komponenten,
- Pumpen und andere Antriebe im Bereich Energieerzeugung,
- Antriebe, z.B. für Fahrstühle, Kompressoren etc.,
- IT und Sicherheitstechnik (z.B. PC-Arbeitsplätze und Bildschirme, Drucker und Kopierer, Rechenzentrum, Telefonanlage, Brandmeldeanlage etc.),
- Versuchsaufbauten sowie Verbräuche an Forschungsvorhaben,
- zunehmende Zahl diverser Elektrokleingeräte sowohl wissenschaftlicher als auch bürotechnischer Natur.

Es liegt keine Ermittlung der Verbräuche bezogen auf die Abnehmergruppen vor. Jedoch kann ausgehend von Untersuchungen an Bürogebäuden abgeleitet werden, dass die Hauptabnehmer-Gruppen Beleuchtung etwa 30 – 40 %, Antriebe, Ventilatoren, Klimatisierung einschließlich Kältebereitstellung und Lüftungsanlage etwa 30 - 40 % des Stromverbrauchs ausmachen. IT, Kommunikation und Sicherheitstechnik machen etwa 30 – 35 % des Verbrauchs aus.<sup>7</sup>

Der gesamte Stromverbrauch der Albert-Ludwigs-Universität beträgt etwa 47 GWh/a und macht etwa 45 % des Energieverbrauchs der Universität aus.

<sup>7</sup> DENA, Energieeffizienz in Büroimmobilien, März 2016, mit Bezug auf Schlomann et al, 2015, S. 83

### 3.4 energetische Ausgangs-Situation 1990 / Status 2020 (Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanz)

Energiebilanzen werden an der Universität seit 2009, rückwirkend ab 2004, jährlich erfasst und dokumentiert<sup>8</sup>. Daten der Jahre 2004 und 2006 wurden aus den vorliegenden Abrechnungen ermittelt. Daten des Jahres 1990 als Bezugsjahr wurden mittels Abschätzung und Bezugnahme auf die zu diesem Zeitpunkt von der Albert-Ludwigs-Universität betriebenen Flächen ermittelt. Grundlage der Verbrauchsabschätzung waren die vorliegenden Verbrauchswerte des Jahres 2004<sup>9</sup>. Sanierungsmaßnahmen an einzelnen Gebäuden, die zwischen 1990 und 2004 erfolgten, wurden in der Abschätzung nicht berücksichtigt.

Der so ermittelte Energieverbrauch des Jahres 1990 dürfte höher sein als der tatsächliche Verbrauch, da die Stromintensität in den einzelnen Gebäuden der Albert-Ludwigs-Universität zwischen 1990 und 2004 zugenommen hat. Insgesamt könnte die Abschätzung einen Fehler von < 10 % haben.

Aufgrund des hohen Maßes an Energielieferung vom Heizkraftwerk des Universitätsklinikums Freiburg wurden die CO<sub>2</sub>-Emissionswerte auf Grundlage der vorliegenden Veröffentlichungen sowie der bekannten Historie des Heizkraftwerks abgeschätzt. Insbesondere hat das Universitätsklinikum Freiburg im Jahr 2010 Emissionsdaten mit dem Bezugsjahr 1992 veröffentlicht, auf die für diesen Bericht zurückgegriffen werden konnte<sup>10</sup>. Seit 2010 wird die Albert-Ludwigs-Universität über die Emissionsdaten von Strom und Wärme des Heizkraftwerks des Universitätsklinikums in unregelmäßigen Abständen informiert<sup>11</sup>.

Emissionswerte für Strom und Brennstoffe wurden anhand der jeweiligen Veröffentlichung für die betreffenden Jahre nach GEMIS, veröffentlicht vom Umweltbundesamt<sup>12</sup>, angesetzt, jedoch grundsätzlich ohne vorgelagerte Kette. So bleibt eine Vergleichbarkeit mit den Veröffentlichungen des Landes Baden-Württemberg und der Veröffentlichungen des Universitätsklinikums Freiburg erhalten.

#### Ausgangs-Situation 1990

Die energetische Ausgangs-Situation im Jahr 1990 ist von folgenden Eckdaten geprägt:

Versorgte Netto-Nutzfläche	213.753 m <sup>2</sup>
Jahreswärmeverbrauch	46.329 MWh/a
Jahresstromverbrauch	27.807 MWh/a
CO <sub>2</sub> -Emissionen	40.983 t/a

<sup>8</sup> Jährlicher Bericht der Umweltdaten UWD, 2020

<sup>9</sup> Datenbereitstellung durch die Albert-Ludwigs-Universität, Gebäudetechnik, im Jahr 2011, zur Erstellung einer Potenzialstudie KWK

<sup>10</sup> Bericht des Universitätsklinikums Freiburg – Heizkraftwerk und Umwelt, November 2010

<sup>11</sup> Interne Information der Albert-Ludwigs-Universität, Februar 2021

<sup>12</sup> Jährliche Veröffentlichung durch das Umweltbundesamt, für Vorkette, direkte Emissionen, fremde Hilfsenergie sowie Gesamtemissionen, herangezogen wurden ausschließlich die direkten Emissionen bzw. die Emissionen mit Hilfsenergie, wenn nur diese veröffentlicht wurden, interner Schriftwechsel vom 23.03.2021

Die hohen CO<sub>2</sub>-Emissionen sind im Wesentlichen davon geprägt, dass das Heizkraftwerk des Universitätsklinikums Freiburg im Jahr 1990 mit Kohle betrieben wurde.

Spezifische Verbräuche <sup>13</sup>	Universität Freiburg	Mittelwert Land BaWü <sup>14</sup>
Jahreswärmeverbrauch	217 kWh/m <sup>2</sup> a	402 kWh/m <sup>2</sup> a
Jahresstromverbrauch	130 kWh/m <sup>2</sup> a	164 kWh/m <sup>2</sup> a

Zwischen 1990 und 2020 ist der Primärenergieverbrauch zunächst deutlich angestiegen. Ab dem Jahr 2011 konnte trotz weiterhin zunehmender Flächennutzung eine Trendumkehr beim Primärenergieverbrauch erzielt werden. Sowohl der Wärme- als auch der Stromverbrauch sind von der Trendumkehr betroffen, der Wärmeverbrauch jedoch überproportional. Hintergrund dürfte unter anderem die Abwendung von der Kälteerzeugung mittels Dampfs in Absorbern sein – hin zu hocheffizienten Turbo-Kompressionskältemaschinen.

Bei zeitgleichem Anstieg der Nutzfläche um fast 70.000 m<sup>2</sup> führt dies dazu, dass der Primärenergieverbrauch bezogen auf das Jahr 1990 um 58 % gestiegen ist.

Seit dem Jahr 2011 werden an der Albert-Ludwigs-Universität kontinuierlich Energie-Effizienz-Maßnahmen umgesetzt. Bis zum Jahr 2020 ist der Primärenergieverbrauch, bezogen auf das Jahr 2011, um 14 % gesunken. Durch den starken Anstieg in den vorhergehenden Jahren ist er, auf das Jahr 1990 bezogen, um 36 % angestiegen.

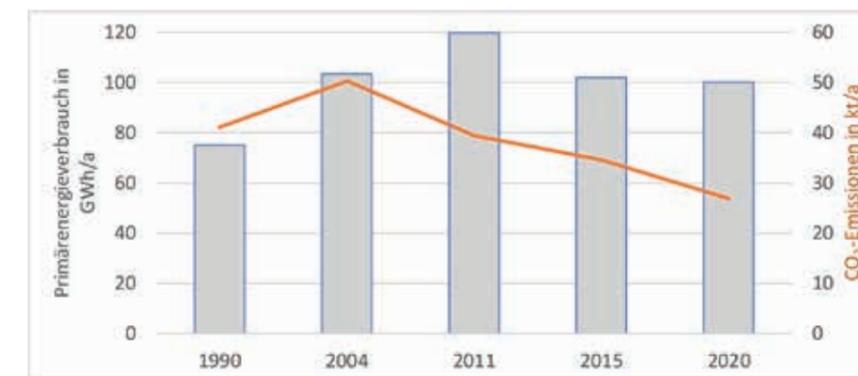


Abbildung 2: Entwicklung Primärenergieverbrauch (GWh/a) und CO<sub>2</sub>-Emissionen (kt/a) 1990 bis 2020 (ohne Berücksichtigung von Emissions-Zertifikaten Strom)

Die Umstellung des Brennstoffes im Heizkraftwerk des Universitätsklinikums Freiburg von Kohle auf Erdgas und Pellets führte dazu, dass die Emissionen für bezogenen Dampf, Wärme und Strom ab dem Jahr 2005 deutlich sanken. Bis zum Jahr 2004 stiegen die CO<sub>2</sub>-Emissionen dagegen im Einklang mit dem Anstieg des Primärenergieverbrauchs an (um etwa 23 %). Bezogen auf das Jahr 1990 sind die CO<sub>2</sub>-Emissionen im Jahr 2020 um 34 % gesunken.

<sup>13</sup> Als Bezugsgröße für die Kennzahlenbildung wurde die Nutzfläche als gängige und historisch verfügbare Größe gewählt, im Rahmen einer Abstimmung wurde vom Finanzministerium bestätigt, dass auch dort die Nutzfläche als Teilfläche der Netto-Raumfläche (NRF) herangezogen wird, Mail vom 24.3.21, Fr. Meier

<sup>14</sup> Energiebericht 2020, staatliche Vermögens- und Hochbauverwaltung Baden-Württemberg, S. 40 und S. 43

Seit dem Jahr 2013 werden von der Albert-Ludwigs-Universität vom TÜV Süd zertifizierte Emissionszertifikate für Strom beschafft. Unter Berücksichtigung dieser Zertifikate sind die CO<sub>2</sub>-Emissionen 2020 bezogen auf das Jahr 1990 um 63 % gesunken.

Zwischen 1990 und 2020 ist die Nutzfläche der Albert-Ludwigs-Universität um knapp 100.000 m<sup>2</sup> (etwa 45 %) angewachsen. Vor diesem Hintergrund ist es sinnvoll, in einer Gesamtbetrachtung auch die flächenspezifischen Veränderungen von Energieverbrauch und Emissionen zu betrachten.

Neben dem Zubau von Fläche sind auch der spezifische Wärmeverbrauch und der spezifische Stromverbrauch bis zum Jahr 2011 kontinuierlich angestiegen. Bei ersterem erfolgte der Anstieg entgegen dem Trend der Landesliegenschaften. Ab dem Jahr 2011 sank der spezifische Wärmeverbrauch und der spezifische Stromverbrauch. Letzterer sinkt entgegen dem Trend auf Landesebene.

Bezogen auf die Fläche stagnierten die CO<sub>2</sub>-Emissionen bis zum Jahr 2004, seitdem sinken sie kontinuierlich auf einen Wert von 87 kg/m<sup>2</sup>/a Nutzfläche (Ausgangswert 1990: 197 kg/m<sup>2</sup>/a) im Jahr 2020. Sofern die Emissionszertifikate für Strom berücksichtigt werden, sinken die Emissionen sogar auf einen Wert von 49 kg/m<sup>2</sup>/a (um nahezu 75 %).

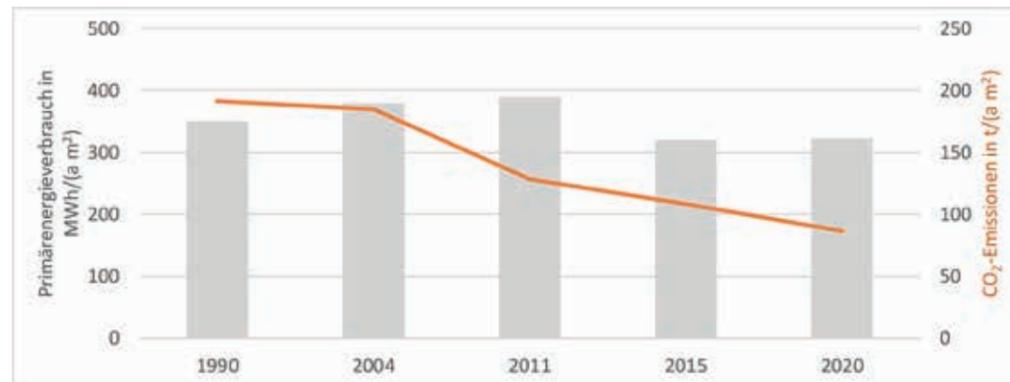


Abbildung 3: Entwicklung des spezifischen Primärenergieverbrauchs und der flächenspezifischen CO<sub>2</sub>-Emissionen 1990 bis 2020 (ohne Berücksichtigung von Emissionszertifikaten für Strom)

Der vom Land Baden-Württemberg für die von ihm verwalteten Liegenschaften benannte Minderungswert für die CO<sub>2</sub>-Emissionen von 1990 bis 2020 beläuft sich auf 57 %<sup>15</sup>. Die Albert-Ludwigs-Universität überreicht diesen Wert, wenn wie bei der Bewertung des Landes die Ökostrom-Zertifikate berücksichtigt werden. Die CO<sub>2</sub>-Emissionen sinken somit bezogen auf das Jahr 1990 um 63 %. Bezogen auf die Nutzfläche sinken die Emissionen um 75 %. Insofern liegt die Albert-Ludwigs-Universität hinsichtlich der CO<sub>2</sub>-Emissionsminderung über dem Landes-Mittelwert. Das ist insbesondere auf den Erfolg bei der Minderung des Primärenergieverbrauchs in den vergangenen 8 Jahren zurückzuführen.

Einschränkend muss angemerkt werden, dass die Beschaffung von CO<sub>2</sub>-Zertifikaten als Nachweis der Nutzung von emissionsfreiem Strom herangezogen werden kann. Jedoch wird durch die Zertifikate in der Regel nicht oder nur in geringem Umfang ein Zubau an Stromerzeugung aus emissionsfreien Quellen generiert. Entsprechend kritisiert beispielsweise der Rechnungshof des Landes Baden-Württemberg die Beschaffung von Ökostrom-Zertifikaten<sup>16</sup>.

<sup>15</sup> Energiebericht 2020, Energie- und Klimaschutzkonzept 2020 – 2050, städtische Vermögens- und Hochbauverwaltung Baden-Württemberg, S.47, der Wert berücksichtigt den jeweiligen Bezug von Ökostrom (Emissionszertifikate für Strom ohne nähere Benennung von Kriterien)

<sup>16</sup> Prüfungsmittelteilung „Landesausschreibung Strom“ des Rechnungshofs Baden-Württemberg vom Dezember 2018, AZ V-1209-V001001802-14.

## 4. Energetische Ziele 2030 / 2050 und Leitsätze

### 4.1 Grundlage für die Zielsetzung



Abbildung 4: Voraussetzungen für die Akzeptanz der Energiewende<sup>17</sup>

Die energiebedingten Ziele der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg leiten sich aus den Zielsetzungen der Bundesrepublik Deutschland, des Landes Baden Württemberg und der Stadt Freiburg ab.

Klimaneutralität bedeutet in diesem Sinne, dass die ausgestoßenen CO<sub>2</sub>-Emissionen natürlich bspw. durch die Fixierung in pflanzlicher Biomasse ausgeglichen werden. Der aktuelle Zielpfad für Deutschland für die Minderung der Treibhausgasemissionen gegenüber 1990 ist dort wie folgt festgelegt: bis 2030 um mindestens 65 %, bis 2040 um mindestens 88 %, bis 2045 Erreichung von Netto-Treibhausgasneutralität und nach 2050 sollen negative Treibhausgasemissionen erreicht werden.

Die CO<sub>2</sub>-Emissionen konnten in Deutschland laut Umweltbundesamt bis 2020 bereits um 40,8 % reduziert werden.

<sup>17</sup> Quelle: Wärmeverbrauchsanalyse des BDEW, 2019

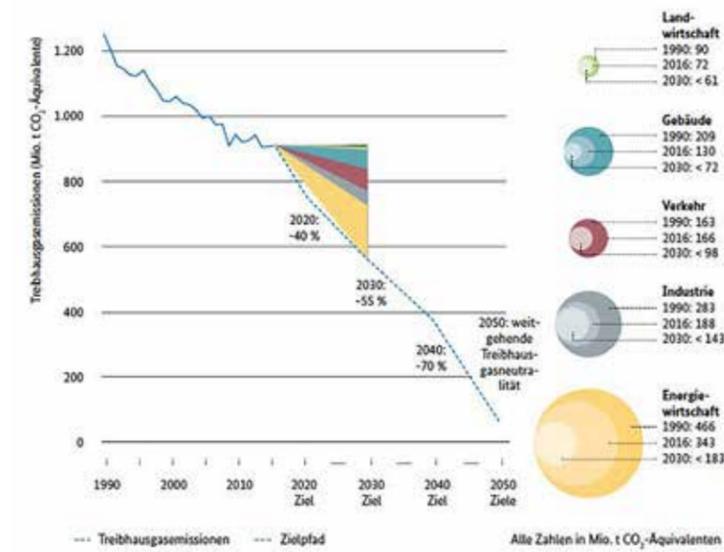


Abbildung 5: Emissionen der in der Zieldefinition des Klimaschutzplans der Bundesrepublik Deutschland einbezogenen Handlungsfelder<sup>18</sup>

Im Energie- und Klimaschutzkonzept 2020 – 2050 der staatlichen Vermögens- und Hochbauverwaltung Baden-Württemberg werden mit Bezug auf das Klimaschutzgesetz des Landes Baden-Württemberg klare Ziele für Landesliegenschaften definiert<sup>19</sup>:

- bis 2030: mindestens 65%
- bis 2040: mindestens 80 %
- bis 2050: mindestens 90 %

Diese Vorgabewerte werden im Rahmen der in diesem Bericht erstellten Szenarien nicht als Maßstab für die Zielerreichung herangezogen. Es werden die strengeren Ziele aus dem Klimaschutzgesetz der Bundesrepublik Deutschland vom 24.06.21 als bindend angesehen. Gleichzeitig wird davon ausgegangen, dass das Land Baden-Württemberg die bisher geltenden Klimaschutzziele an die Ziele der Bundesrepublik anpassen wird. Somit werden folgende klare Ziele für die Liegenschaften der Albert-Ludwigs-Universität festgelegt:

- bis 2030: mindestens 65%
- bis 2040: mindestens 88 %
- bis 2045: 100 %

Neben den messbaren Zielen werden von Seiten der staatlichen Vermögens- und Hochbauverwaltung konkrete Maßnahmen zur Zielerreichung vorgeschlagen. Der Maßnahmenkatalog ist in die weiteren Betrachtungen eingeflossen.

<sup>18</sup> Quelle: Klimaschutzplan 2050 der Bundesrepublik Deutschland, Klimaschutz in Zahlen, Stand 2018

<sup>19</sup> Energiebericht der staatlichen Vermögens- und Hochbauverwaltung Baden-Württemberg 2020, Seite 16

## 4.2 Leitsätze

Der Leitgedanke zur Energiepolitik der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg resultiert aus den bisherigen Diskussionen und Gesprächen mit den Beteiligten dieses Klimaschutzkonzeptes (siehe Kapitel 2.3):

- Die Albert-Ludwigs-Universität Freiburg bekennt sich zum Prinzip der Nachhaltigen Entwicklung.
- Exemplarische Maßnahmen oder Leuchtturmprojekte werden zusammen mit Vermögen und Bau Baden-Württemberg, Amt Freiburg, entwickelt, um zu verdeutlichen, wie Energieeffizienz und moderne Energieprojekte im Gebäudedesign und -betrieb gestaltet werden können. Die Erfahrungen werden anderen Landesbetrieben zur Verfügung gestellt und sollen im Erfolgsfall in deren Betrieb hineinwirken.
- Über die kontinuierliche energetische Optimierung des Infrastrukturbestandes durch Vermögen und Bau Baden-Württemberg, Amt Freiburg, und durch die Universität wird eine nachhaltige Reduzierung der Energieverbräuche ermöglicht.
- Bei Neubauten und Sanierungsprojekten orientiert sich die Albert-Ludwigs-Universität Freiburg an Best Practice-Lösungen und wirkt diesbezüglich auf das Amt Freiburg ein.
- Wirtschaftlichkeit und energetische Effizienz sollen positive Wechselwirkungen im Betrieb der Universität entfalten.
- In der internen Kommunikation wird der Nachhaltigkeit Priorität eingeräumt. Beschäftigte sowie Studierende bekommen die Möglichkeit, sich in themenspezifischen Workshops einzubringen. Durch die Vernetzung mit anderen Universitäten und Akteur\*innen in Baden-Württemberg können Lösungen übertragen und adaptiert werden, sodass der Wirkungsbereich sinnvoller Lösungen vergrößert wird.

## 4.3 Ziele 2030 / 2050

Die Albert-Ludwigs-Universität Freiburg hat sich zum Ziel gesetzt, in allen Bereichen von Forschung und Lehre herausragende Leistungen zu ermöglichen.

Eine Vorbild-Rolle bei der Bewirtschaftung ihrer Liegenschaften sowie die Sicherstellung einer wirtschaftlich und ökologisch vorbildlichen Energieversorgung sind Bestandteil des Selbstverständnisses der Universität.

Kontinuierliche Energie-Effizienz-Maßnahmen sowie beispielhafte Leuchtturmprojekte sollen dabei gleichermaßen zur deutlichen Minderung von Energieverbrauch und Schadstoffemissionen beitragen.

Ausgehend von der Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanz und unter Nutzung der Ergebnisse der Potenzialanalyse werden folgende Ziele für die Albert-Ludwigs-Universität definiert: Das übergeordnete Ziel der Universität Freiburg ist es, innerhalb des eigenen Bilanzkreises mindestens die Ziele der Bundesregierung in der Einsparung von Emissionen zu erreichen. Demnach soll der Ausstoß von CO<sub>2</sub> und weiteren Treibhausgasen deutlich reduziert werden; im Vergleich zum Basisjahr 1990 um 65 % bis zum Jahr 2030 und 88% bis zum Jahr 2040. Gemäß den aktuellen ambitionierten Zielen der Bundesregierung ist für das Jahr 2045 vorgesehen, Klimaneutralität für die Universität zu erreichen, was alle Beteiligten vor noch größere Herausforderungen und Anstrengungen stellen wird.

Diese Ziele können nur dann erreicht werden, wenn auf allen Ebenen mitgewirkt wird und die effizientesten Maßnahmen ermittelt und umgesetzt werden. Die Albert-Ludwigs-Universität steht für Klimaschutz und macht diesen zu einem zentralen Bestandteil des Universitätsalltages.

Aufbauend auf dem Leitgedanken zur Energiepolitik werden konkrete Ziele beschrieben und vereinbart. Die Ziele orientieren sich dabei an den Vorgaben für öffentliche Liegenschaften als Vorreiterinnen der Energiewende. Ziele werden für die effiziente Nutzung und Einsatz von Energie beschrieben.

Dabei werden folgende Handlungsfelder besonders berücksichtigt:

- schrittweise Erkennung, Dokumentation und Behebung der Schwachstellen
- Einsatz energieeffizienter Technologien bei Neubauvorhaben
- stufenweise Optimierung von Strom- und Wärmeeinsatz mit Erhöhung des KWK-Einsatzes

## 5. Potenziale und Szenarien

### 5.1 Potenziale

Auch wenn die Albert-Ludwigs-Universität den Primärenergieverbrauch und die CO<sub>2</sub>-Emissionen bis zum Jahr 2020 bereits deutlich gesenkt hat, wird es anspruchsvoll, das Minderungsziel für die Jahre 2030 und 2040 sowie eine vollständige emissionsfreie Energieversorgung bis zum Jahr 2045 zu erreichen.

#### Potenzial beim Verbrauch der Gebäude

Die vollständige Substitution von CO<sub>2</sub>-Emissionen wird nur zu einem Teil aus der Minderung des Wärmeverbrauchs der Gebäude ermöglicht. Ausgehend von den Ziel-Szenarien renommierter Beratungsunternehmen ist die Minderung des Wärmeverbrauchs um 40 – 45 % als Ziel anzunehmen<sup>20</sup>.

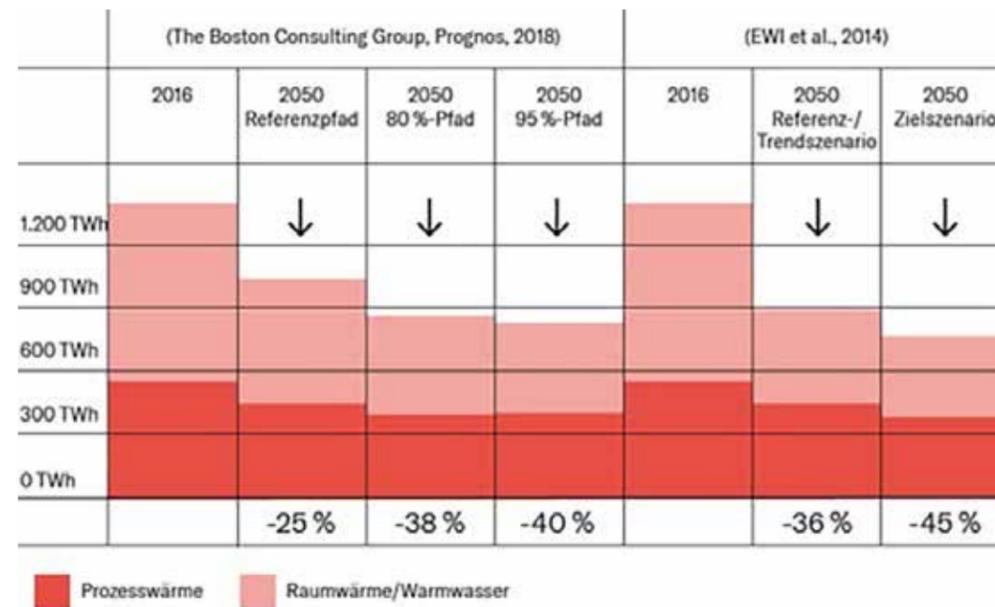


Abbildung 6: Vergleich verschiedener Szenarien im Handlungsfeld Wärme, Einsparziel 2050 (Quelle: die Wärmezielscheibe, Rödl & Partner, 2018)

Noch dramatischer stellt sich die Situation beim Stromverbrauch eines Gebäudes dar. Die Anzahl der Anwendungen, die Strom verbrauchen, steigt seit vielen Jahren. Dies ist der Hintergrund dafür, dass der Stromverbrauch in Deutschland trotz deutlicher Verbrauchsminderung nahezu jeder technologischen Anwendung seit 1990 um etwa 10 % angestiegen ist. Erst seit etwa 2010 stagniert bzw. sinkt der Stromverbrauch leicht.

<sup>20</sup> Die Wärmezielscheibe, Rödl & Partner, 2018

Entwicklung des Stromverbrauchs nach Sektoren

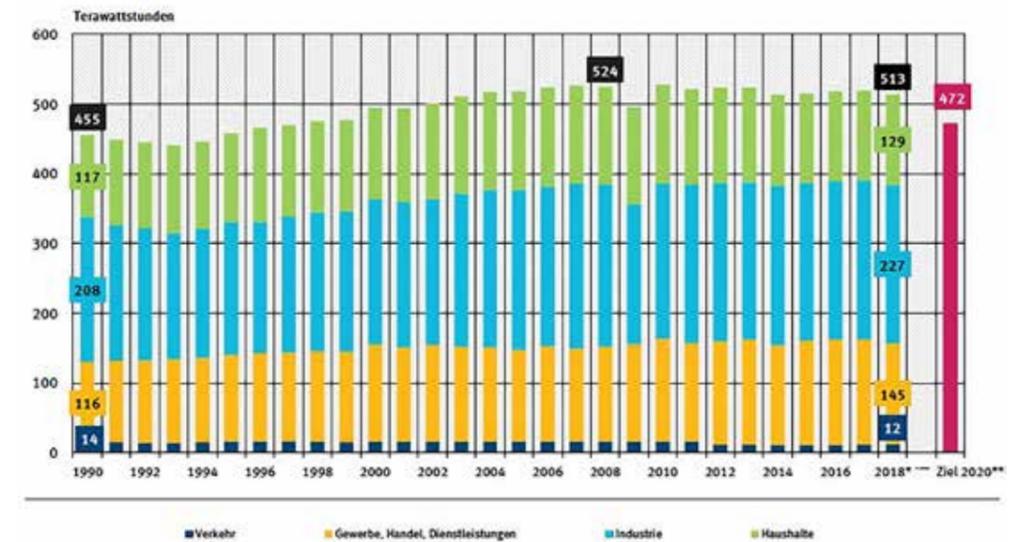


Abbildung 7: Entwicklung des Stromverbrauchs nach Sektoren<sup>21</sup>

In seiner Prognose geht das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie davon aus, dass der Stromverbrauch bedingt durch ansteigende Elektro-Mobilität, zunehmenden Einsatz von Strom zur Wärme- und Kälteerzeugung sowie den Einstieg in grüne Wasserstoff-Technologie um etwa 30 % bis zum Jahr 2030 ansteigen wird. Absolut wird von einem Verbrauch von etwa 645 – 665 GWh/a ausgegangen<sup>22</sup> (derzeit: 480 GWh/a).

Vor dem Hintergrund der Betrachtungen von Prognos, Rödl und Partner, EWI und Boston Consulting Group werden die Potenziale zur Minderung von Strom deutlich geringer eingeschätzt als die Potenziale zur Minderung von Wärme, die an der Albert-Ludwigs-Universität bis zum Jahr 2050 ausgeschöpft werden können.

Gebäude werden in der Regel mit einem Zyklus von 30 – 50 Jahren generalsaniert und erneuert. Vor diesem Hintergrund leiten sich folgende grundlegenden Prämissen aus der Zielsetzung ab:

- Sämtliche neuen Gebäude müssen als emissionsfreie Gebäude errichtet werden,
- Sanierungsarbeiten müssen beginnend sofort so durchgeführt werden, dass alle technisch möglichen Maßnahmen zur Minderung von Strom- und Wärmeverbräuchen realisiert werden.

<sup>21</sup> Quelle: Umweltbundesamt auf Basis AG Energiebilanzen, Stand 10/2019

<sup>22</sup> Pressemitteilung des BMWi vom 13.07.21, basierend auf einem Gutachten der Firma Prognos

Die beschriebenen Maßgaben betreffen insbesondere die klassischen Energiesenken in universitären Gebäuden:

Beheizung / Wärmebedarf	minimaler Heizwärmebedarf, Zielsetzung Passivhaus- Standard im Gewerbe- und Industriebau
Beleuchtung	maximale Nutzung von Tageslicht, LED-Beleuchtung, Innenfarbkonzept energetisch optimiert
Klimatisierung, Kühlung	passive Kühlung, Kernaktivierung wenn möglich, Nutzung natürlicher Klimatisierung (Pflanzen, Verdunstung)
Lüftung	Luftwechsel nutzerabhängig, maximale Ausnutzung von Wärmerückgewinnungs-Potenzialen
Antriebe	Hocheffizienz-Antriebe, regelbar, Ausstattung mit moderner Regelungstechnik
IT	Beschaffung nach Energie-Effizienz-Kriterien

Die dringende Notwendigkeit der beschriebenen Maßnahmen greift der Koalitionsvertrag der Landesregierung in Baden-Württemberg auf. Maßnahmen sind mit einem Schattenpreis für CO<sub>2</sub> in Höhe von 180 EUR/t zu bewerten. Dieser Preis soll sicherstellen, dass notwendige Maßnahmen nicht unter heutigen Wirtschaftlichkeitskriterien, sondern unter zukünftigen betrachtet werden.

### Potenziale zur Energie-Erzeugung am Gebäude

Die Minderung des Wärme- und Stromverbrauchs durch bauliche und technische Maßnahmen erschließt nur einen Teil des Energie-Effizienz- und CO<sub>2</sub>-Minderungspotenzials eines Gebäudes. Im Rahmen von Baumaßnahmen und Sanierungsmaßnahmen wird es daher notwendig, gebäudenaher Energie-Erzeugung in die Maßnahme zu integrieren:

- Nutzung des gesamten Potenzials für PV-Anlagen,
- Nutzung von Fassaden-PV in sinnvollen Fällen,
- Nutzung von solarer Wassererwärmung / Fassadenkühlung sowie Wärmepumpen-Nutzung im Verbund mit Speicherkonzepten, ggfs. auch in Hybridlösungen gemeinsam mit PV-Fassaden.

Im Rahmen des Koalitionsvertrags der Landesregierung wird der solaren Stromerzeugung sehr hohe Priorität zugewiesen. Sämtliche Landesliegenschaften sollen mit PV-Anlagen ausgerüstet werden<sup>23</sup>.

### Potenziale beim Bezug von Wärme

Bis zum Jahr 2030 sollen mehr als 40 % der Energie in Deutschland aus erneuerbaren Energien erzeugt werden – bis zum Jahr 2045 sollen sogar mehr als 85 % der Energie regenerativ erzeugt werden<sup>24</sup>. In den vergangenen 20 Jahren konzentrierte sich die regenerativ Energieerzeugung ganz erheblich auf den

<sup>23</sup> Jetzt für Morgen, der Erneuerungsvertrag für Baden-Württemberg, Bündnis 90 / die Grünen und CDU vom Mai 2021, S.24

<sup>24</sup> Klimaschutzgesetz der Bundesrepublik Deutschland, Juni 2021

Stromsektor. Zur regenerativen Wärmeerzeugung wurden Holz (Pellet, Hackschnitzel) sowie Biogas genutzt. Die Potenziale gelten heute als nahezu ausgeschöpft. Vor diesem Hintergrund findet ein Paradigmenwechsel statt:

- Wärme für Fern- und Nahwärmenetz wird, wenn möglich, regenerativ erzeugt,
- neben der Ausschöpfung des Potenzials von Verbrennungsprozessen (Holz, Pellets, Biogas, aufbereitete und unaufbereitete Abfälle) und des Potenzials von Geothermie soll regenerative Wärme aus Strom oder strombasierten Energien erzeugt werden,
- Wärmepumpen werden als Schlüsseltechnologie angesehen,
- Solare Wärmenutzung wird als ein Element zur Wirkungsgrad-Verbesserung von Wärmepumpen angesehen,
- Grüner Wasserstoff und grünes Methan werden als alternative Brennstoffe zu Erdgas in den Markt eingeführt und sollen Erdgas langfristig vollständig substituieren, sofern die Nutzung von anderen regenerativen Wärme-erzeugungs-Systemen nicht möglich ist.

Einschränkend gilt, dass nach einer Prognose etwa 300 TWh/a, entsprechend 30 % des heute in Deutschland verbrauchten Gases, im Jahr 2050 als Grüngas bereitgestellt werden kann. Das verfügbare Potenzial für biogenes grünes Gas beläuft sich auf nur gut ein Drittel dieser Menge, die weitere Menge von knapp 200 TWh/a muss als grünes Erdgas oder grüner Wasserstoff bereitgestellt werden. Es wird davon ausgegangen, dass zur Erreichung der Klimaschutzziele eine Kontingentierung bzw. Grüngas-Zuteilung erfolgen wird<sup>25</sup>.

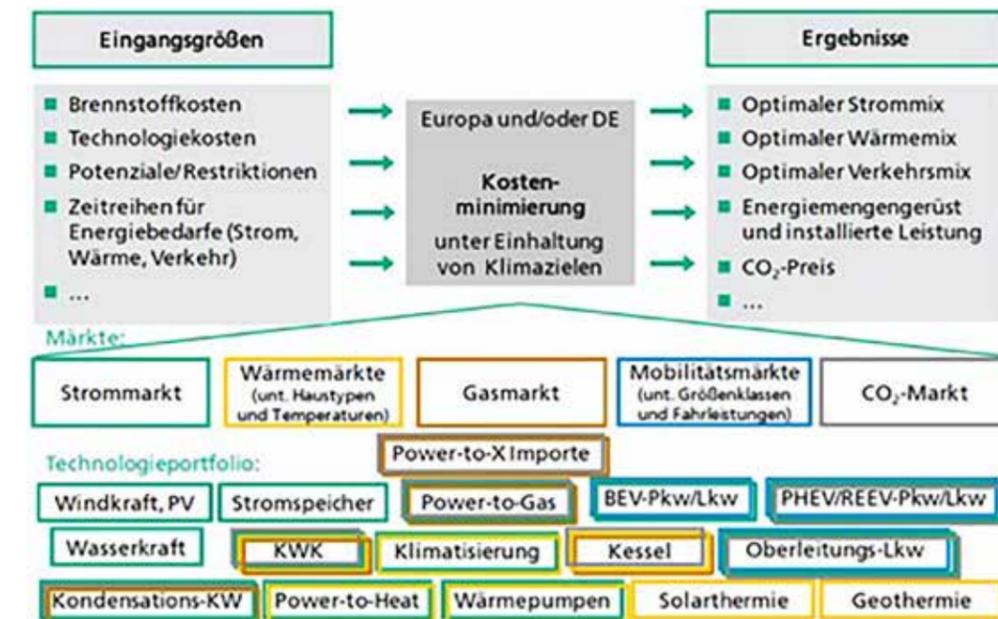


Abbildung 8: Merkmale und Wechselwirkungen der Transformation im Wärmemarkt (Quelle: Transformation Wärme, Fraunhofer Institut IEER, 2019)

<sup>25</sup> Die Zukunft der Fernwärme, Workshop, Kiel, Mai 2017

Es wird erkennbar, dass die Wechselwirkungen im Wärmemarkt, die unterschiedlichen technologischen Lösungen sowie die jeweilige Verfügbarkeit und Speicherbarkeit der Energien zu außerordentlich komplexen Betrachtungen führen, um optimale Lösungen für die Wärmeversorgung zu finden.

Auch wenn die Albert-Ludwigs-Universität nicht eigenständig über die Ausschöpfung von Potenzialen beim Bezug von Wärme entscheiden kann, erscheint es möglich, beim Wärmebezug (Dampf und Heizwasser) CO<sub>2</sub>-Minderungen umzusetzen. Handelnde Akteur\*innen in Bezug auf das Heizkraftwerk des Universitätsklinikums Freiburg sind das Klinikum selbst sowie die staatliche Vermögens- und Hochbauverwaltung Baden-Württemberg. Da es sich jeweils um Akteur\*innen handelt, die nach den Vorgaben von Wissenschafts- und Finanzministerium des Landes Baden-Württemberg handeln, ist davon auszugehen, dass die Zielsetzung der Albert-Ludwigs-Universität zum Bezug von emissionsfreier Wärme bis zum Jahr 2045 von diesen Akteur\*innen vollumfänglich unterstützt wird.

Aufgrund der in Freiburg gegebenen Rahmenbedingungen sind grundsätzlich mehrere Wege hin zu einer emissionsfreien netzgebundenen Wärmeversorgung möglich:

- Nutzung des Geothermie-Potenzials des Rheingrabens,
- Nutzung von emissionsfreien Brennstoffen in zentralen Erzeugungsanlagen.

Die Nutzung des Geothermie-Potenzials wird derzeit von der BADENOVA untersucht. Mit ersten Wärme-lieferungen ist bis zum Jahr 2026 zu rechnen<sup>26</sup>. Grundsätzlich wird die Geothermie von Fachleuten als die günstigste emissionsfreie Wärmequelle eingeschätzt, insofern ein entsprechendes Potenzial regional vorhanden ist<sup>27</sup>.

Die Nutzung von grünem Wasserstoff als emissionsfreiem Brennstoff im Heizkraftwerk des Universitätsklinikums Freiburg wird derzeit diesem selbst untersucht<sup>28</sup>. Aufgrund der Wasserstoff-Strategie der Bundesregierung ist davon auszugehen, dass Wasserstoff innerhalb der kommenden 20 Jahre flächendeckend verfügbar sein wird<sup>29</sup>, jedoch ist aus heutiger Sicht das Fernleitungsnetz für Wasserstoff so konzipiert, das Freiburg erst in der dritten Stufen, also nach 2040 an einer Trasse liegen wird<sup>30</sup>.

## 5.2 Szenarien

Im Rahmen der vorliegenden Ausarbeitung wurden vier Szenarien erarbeitet, in denen die zukünftige Entwicklung des Primärenergie-Einsatzes sowie der CO<sub>2</sub>-Emissionen an der Albert-Ludwigs-Universität prognostiziert werden.

<sup>26</sup> Pressemitteilung der Badenova vom 3.11.2020 zum Antrag auf Aufsuchungserlaubnis, Pressemitteilung der Wärme Plus vom 15.07.2021

<sup>27</sup> Bericht emissionsfreie Wärme Quellen noch benennen

<sup>28</sup> Information von Hr. Dilger, Leiter Energie der Universitätsklinik Freiburg, im Rahmen des ersten Stakeholder-Workshops am 27.05.2021

<sup>29</sup> Nationale Wasserstoff-Strategie, Juni 2020, Bundesministerium für Wirtschaft und Energie

<sup>30</sup> H2 vor Ort, DVGW, November 2020

Ziel der Szenarien soll sein, einen Pfad entwickeln zu können, über den die Albert-Ludwigs-Universität die vorgegebenen Minderungsziele für CO<sub>2</sub> erreichen kann.

In allen Szenarien wird davon ausgegangen, dass im vorgelagerten Stromnetz die Ziele der Bundesrepublik zur Deckung der Stromerzeugung aus Erneuerbaren Energien erreicht werden. Das bedeutet, dass im Jahr 2045 der CO<sub>2</sub>-Ausstoß für Strom aus dem öffentlichen Netz, unabhängig vom Bezug von Grünstrom-Zertifikaten, von derzeit 297 kg/MWh auf dann etwa 0 kg/MWh sinken wird. Dies führt auch ohne Maßnahmen am Standort selbst zu einer deutlichen Minderung des CO<sub>2</sub>-Ausstoßes.

Erst im vierten Szenario wird der Bezug von Strom vorgesehen, der als emissionsfrei bewertet wird. Der Verzicht auf die Darstellung des Grünstrom-Bezugs in den Szenarien 1 – 3 erfolgte bewusst, um eine Verwässerung der Wirkung von Maßnahmen zur Stromeinsparung in der Darstellung zu vermeiden.

Auf die Darstellung eines Szenarios „keine Maßnahmen“, in dem nur der Effekt der vorgelagerten Entwicklung erkennbar wird, wurde verzichtet.

Ebenso wurde auf Szenarien verzichtet, die ausschließlich Maßnahmen Dritter vorsehen (Bezug von emissionsarmer Wärme und Strom). Dabei wird dem Anspruch der Albert-Ludwigs-Universität Rechnung getragen, aus eigenem Vermögen einen möglichst hohen Beitrag zur Minderung der CO<sub>2</sub>-Emissionen zu leisten.

### **Szenario 1: Umsetzung von investiven und nicht-investiven gebäudenahen Maßnahmen zur Minderung der Emissionen (Basis-Szenario)**

Szenario 1 zeigt auf, welche CO<sub>2</sub>-Minderung die Albert-Ludwigs-Universität aus eigenem Vermögen und ohne vorgelagerte Maßnahmen erreichen kann. Im Vergleich zu den anderen Szenarien zeigt es die Punkte auf, die die Albert-Ludwigs-Universität an den Gebäuden realisieren kann, ohne Strom- und Wärmebezugsstrukturen zu verändern.

Folgende Maßnahmen sind bei Umsetzung dieses Szenarios vorgesehen:

#### **Wärme:**

- Umsetzung der maximal möglichen Wärmeeffizienz-Maßnahmen bei Sanierungsvorhaben an Dach, Fassade, Fenster,
- Integration von solarer Wärmenutzung im Rahmen von Fassadensanierungen, ggfs. auch in Kombination mit Fassaden-PV,
- Ausschöpfen des maximal möglichen Wärmerückgewinnungs-Potenzials an den Lüftungsanlagen, einschließlich Nutzung des Kälterückgewinnungspotenzials, ggfs. Integration von Wärmepumpen in die Wärmerückgewinnungs-Systeme,
- Optimierung der Heizungs-Technik durch Anpassung der Betriebstemperaturen und -zeiten,
- Verbesserung der Regelungstechnik mit nutzerabhängiger Versorgung / Wärmebereitstellung,
- Umstellung der Befeuchtungs-Lüftungsanlage auf Vernebelungs-Systeme, um die Voraussetzungen für eine spätere Ablösung des Dampfnetzes schaffen zu können,
- Neubauten als Passiv-Haus nach Industriestandard.

**Strom:**

- schrittweise Ausstattung sämtlicher Beleuchtungssysteme mit LED-Beleuchtung, einschließlich der Fluchtwegebeleuchtung,
- Ausstattung sämtlicher Antriebe mit Energiesparmotoren, Einsatz von Frequenzumrichtern an allen sinnvollen Anwendungen,
- ausschließliche Zulassung von Elektro-Kleingeräten mit Energie-Spar-Label A++ oder vergleichbar,
- Beschaffung neuer Ausstattung mit Energie-Spar-Label A++, insbesondere im Bereich IT, Sicherheitstechnik (Brandmeldeanlage etc.),
- Errichtung von PV-Systemen auf sämtlichen verfügbaren Flächen, einschl. geeigneter Fassaden.

**Nutzer\*innenbeeinflussende Maßnahmen:**

- Neuauflage eines Projektes zur Nutzer\*innen-Beeinflussung nach dem Vorbild DEZMON (Dezentrale monetäre Anreize zur Energieeinsparung),
- Schaffung von Anreiz-Programmen für Energieeinspar-Maßnahmen / -Vorschläge,
- Entwicklung eines Programms zur Budgetierung von Energieverbrauch / CO<sub>2</sub>-Emissionen in Forschung und Lehre,
- Umsetzung eines Flächenbudgetierungsmodells mit Anreizsystem,
- Benennung von Gebäudemanager\*innen mit Fachkompetenz und Verantwortung für Strom- und Wärmeverbrauch.

Es ist zu erwarten, dass bei Umsetzung des beschriebenen Maßnahmen-Katalogs bei weiterem Flächenwachstum der Albert-Ludwigs-Universität der Wärmeverbrauch um etwa 15 GWh/a bis zum Jahr 2050 sinken wird. Die Reduktion beträgt knapp 30 %. Bereinigt um den Flächenzubau beträgt die Reduktion etwa 32 %.

Den Zielwert von 45 % Wärmeverbrauchsreduktion zu erzielen, ist durch Erhalt und Sanierung der Substanz nicht möglich.

Bei Umsetzung der Maßnahmen und gleichzeitigem Flächenzubau wird der Stromverbrauch bis zum Jahr 2045 um etwa 6 % sinken, bei gleichzeitig zunehmender Stromintensität in der Forschung. Es werden etwa 15 % des verbleibenden Stromverbrauchs vor Ort mit PV-Anlagen erzeugt werden können.

Ohne den Bezug von Grünstrom-Zertifikaten zu berücksichtigen, wird bis zum Jahr 2045 eine Reduzierung der CO<sub>2</sub>-Emissionen bezogen auf 1990 um 72 % erreicht. Flächenbereinigt beträgt die CO<sub>2</sub>-Emissionsminderung in diesem Szenario knapp 82%.

**Szenario 2: Umsetzung von investiven und nicht-investiven gebäudenahen Maßnahmen zur Minderung sowie schrittweise Anpassung des Gasbezugs im Heizkraftwerk des Universitätsklinikums Freiburg** mit bis zu 50 % Anteil emissionsfreien Brennstoffs entsprechend des derzeit erwarteten Gasmixes im Versorgungsnetz beginnend im Jahr 2030.

In diesem Szenario werden die Maßnahmen von Szenario 1 um eine emissionsarme Wärmeversorgung aus dem Heizkraftwerk des Universitätsklinikums Freiburg ergänzt. Es wird davon ausgegangen, dass beginnend im Jahr 2030 der Brennstoff-Mix so angepasst wird, dass die Emissionen für Wärme und Strom linear von derzeit 250 kg/MWh bis zum Jahr 2045 auf 125 kg/MWh absinken werden. Um dies zu erreichen, wird am Heizkraftwerk der Universitätsklinik derzeit die Realisierung einer Wasserstoff-Gasturbine in einem ersten Schritt untersucht.

Die Reduktion der wärmebedingten Emissionen sinkt ab 2030 durch diese Maßnahme deutlich. Das führt dazu, dass (ohne den Bezug von Grünstrom-Zertifikaten zu berücksichtigen) bis zum Jahr 2045 eine Reduzierung der CO<sub>2</sub>-Emissionen bezogen auf 1990 um etwa 82 % erreicht wird. Flächenbereinigt beträgt die CO<sub>2</sub>-Emissionsminderung in diesem Szenario 89 %.

**Szenario 3: Umsetzung von investiven und nicht-investiven gebäudenahen Maßnahmen sowie einer emissionsfreien Wärmeversorgung beispielsweise mit Geothermie**

In diesem Szenario werden die Maßnahmen von Szenario 1 um eine netzgebundene Wärmeversorgung, die bis zum Jahr 2045 vollständig emissionsfrei sein wird, ergänzt. Es wird davon ausgegangen, dass im Zuge einer Erneuerungsmaßnahme zwischen 2035 und 2040 die Wärmeversorgung im Institutsviertel, im Zentrum sowie am Flugplatz-Areal auf eine vollständig emissionsfreie Versorgung umgestellt werden wird. Eine solche Maßnahme ist nicht durch Modifikationen an der vorhandenen Dampf-Infrastruktur umsetzbar, sondern erfordert den Neuaufbau einer neuen Versorgungsinfrastruktur. Die emissionsfreie Versorgung kann aus Geothermie, wie derzeit von der BADENOVA favorisiert, oder aus einer anderen zentralen emissionsfreien Erzeugungsquelle, in der Wasserstoff oder ein alternativer Einsatzstoff genutzt wird, bereitgestellt werden.

Die Reduktion der wärmebedingten Emissionen sinkt zwischen 2035 und 2040 durch diese Maßnahme deutlich. Das führt dazu, dass (ohne den Bezug von Grünstrom-Zertifikaten zu berücksichtigen) bis zum Jahr 2045 eine Reduzierung der CO<sub>2</sub>-Emissionen bezogen auf 1990 um etwa 98 % erreicht wird. Flächenbereinigt beträgt die CO<sub>2</sub>-Emissionsminderung in diesem Szenario 99 %.

**Szenario 4: Umsetzung von investiven und nicht investiven gebäudenahen Maßnahmen, schrittweiser Anpassung des Gasbezugs im Heizkraftwerk des Universitätsklinikums Freiburg** mit bis zu 50 % Anteil emissionsfreien Brennstoff sowie Bezug von emissionsfreiem Strom

Sämtliche Maßnahmen von Szenario 1 und 2 werden um den Bezug von emissionsfreiem Strom ergänzt. Bereits seit 2013 bezieht die Albert-Ludwigs-Universität Strom mit Grünstrom-Zertifikaten. Unabhängig von deren Qualität wird im Bericht der staatlichen Vermögens- und Hochbauverwaltung Baden-Württemberg der entsprechende Strombezug als emissionsfrei dargestellt. Sofern diese Darstellungsweise beibehalten wird, ergibt sich eine deutlich höhere CO<sub>2</sub>-Minderung als in Szenario 2 dargestellt wurde.

Bis zum Jahr 2045 erfolgt eine Reduzierung der CO<sub>2</sub>-Emissionen bezogen auf 1990 um etwa 86 %. Flächenbereinigt beträgt die CO<sub>2</sub>-Emissionsminderung in diesem Szenario 91 %.

### 5.3 Bewertung der Szenarien

Die betrachteten Szenarien zeigen:

- Allein durch verbrauchsmindernde Maßnahmen (Basis-Szenario 1) kann die Albert-Ludwigs-Universität die Reduktionsziele für CO<sub>2</sub> nicht erreichen, die vorgegebenen Ziele werden deutlich verfehlt.
- Selbst mit einer teilweisen emissionsgeminderten Wärmelieferung aus Dampfnetz und Heizwassernetz ist die Zielsetzung einer Emissionsminderung um 100 % (Null-Emissionen) bis zum Jahr 2045 nicht zu erreichen, dies gilt auch bei Einbeziehung von Grünstrom-Zertifikaten für den Strombezug.
- Erst wenn die Wärmeversorgung der Liegenschaften emissionsfrei erfolgt, wird eine CO<sub>2</sub>-Emissionsminderung von mehr als 98 % erreichbar, in Verbindung mit Ausschöpfen des maximalen Minderungspotenzials für Strom und Wärme in den Gebäuden der Albert-Ludwigs-Universität sowie dem Bezug von emissionsfreiem Strom im Jahr 2045 (Strommix in Deutschland), auch für den derzeit vom Universitätsklinikum gelieferten Strom.

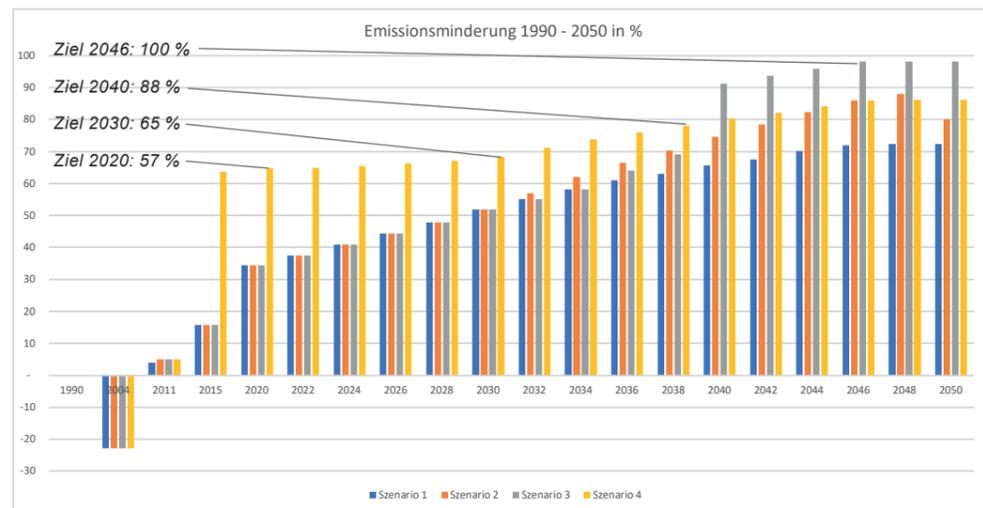


Abbildung 9: Emissionsminderung 1990 – 2050 in %, Szenario 1 – 4 (absolut)

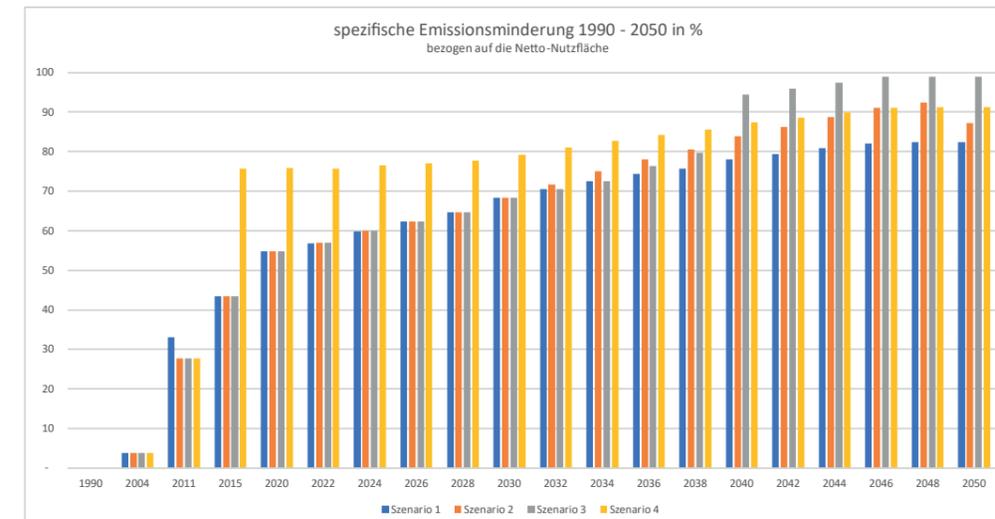


Abbildung 10: Emissionsminderung 1990 – 2050 in %, Szenario 1 – 4 (flächenspezifisch)

Ausgehend von den Ergebnissen der Szenarien-Betrachtung folgt für die Albert-Ludwigs-Universität, das erst in der Kombination der maximal möglichen Maßnahmen an den Gebäuden, einem weitgehend emissionsfreien Wärmebezug und einem weitgehend emissionsfreien Strombezug das Ziel einer Reduktion der CO<sub>2</sub>-Emissionen um mehr als 98 % erreichbar ist.

Einen emissionsfreien Wärmebezug wird die Albert-Ludwigs-Universität nur gemeinsam mit dem Universitätsklinikum Freiburg sowie der staatlichen Vermögens- und Bauverwaltung Baden-Württemberg ermöglichen können. In gemeinsamen Gesprächen der Akteur\*innen sollten die Optionen bewertet und ein Fahrplan erarbeitet werden.

Emissionsfreier Strombezug, der nicht auf Grünstrom-Zertifikaten beruht, ist derzeit nicht möglich. Vor diesem Hintergrund ist der heute beschrittene Weg, die Strombeschaffung mit der Beschaffung von Grünstrom-Zertifikaten zu verbinden, vermutlich der bestgeeignete, um den Strombezug emissionsfrei darstellen zu können. Alternativ oder ergänzend kommt der Aufbau universitätseigener Anlagen zur regenerativen Stromerzeugung für die Eigenversorgung (insbesondere PV Freiflächen- und Dachanlagen) in Betracht. Die notwendigen Investitionen für die Maßnahmen im Bereich der Gebäude der Albert-Ludwigs-Universität lassen sich nur schwer abschätzen. Grundsätzlich kann der Schattenpreis für Investitionen zur Vermeidung von CO<sub>2</sub>-Emissionen in Höhe von 180 EUR/t, der im Koalitionsvertrag der Landesregierung zur Bewertung der Mehrinvestitionen genannt ist, als geeigneter Maßstab herangezogen werden<sup>31</sup>.

<sup>31</sup> Jetzt für Morgen, der Erneuerungsvertrag für Baden-Württemberg, Bündnis 90 / die Grünen und CDU vom Mai 2021, Seite 24

#### 5.4 Grobe Abschätzung der Investitions(mehr)kosten

Tabelle 2: Investitionskosten Universität Freiburg - ~18,5 -21 Mio EUR über 25 Jahre

Maßnahmen (Universität Freiburg)	Kosten
LED-Programm 1000 Leuchten pro Jahr 15 Jahre lang → <u>Energieeinsparung</u>	3,0 Mio EUR
Energiesparmotoren für sämtliche Antriebe, 100 Antriebe pro Jahr 15 Jahre lang → <u>Energieeinsparung</u>	1,5 Mio EUR (Kosten bis zu 5.000€ Uni)
Anpassungen Steuerungen Raumtemperatur / ggfs. auch Raumvolumenströme, durch schrittweise Anpassungen an GLT, einschl. Personalaufwand jährlich für 2 MA zusätzlich, GLT-Anpassungen in 100 Gebäuden → <u>Energieeinsparung</u>	5,0 Mio EUR
Gebäudemanager Strom / Wärme für 78 Gebäude jeweils zusätzlich monatlich 10 h Aufwand je Gebäude (d.h. ca. 5 Stellen), jährlich ca. 0,4 Mio EUR, über 25 Jahre. <u>Alternativ könnte das auch mit vorhandenem Personal versucht werden!</u>	ca. 10,0 Mio EUR
<b>Gesamt:</b>	19,5 Mio EUR

Tabelle 3: Investitionskosten Amt Vermögen und Bau BW - ~24,3 Mio EUR über 25 Jahre

Maßnahmen Vermögen und Bau BW	Kosten
PV-Systeme (6.300 kWp)	6,3 Mio EUR
WRG-Systeme Lüftungsanlage (ca. 40 Systeme)	3,0 Mio EUR
Gebäudesanierung mit max. Wärmedämmung Fenster / Dach / Fassade, ohne Denkmalschutz-Auflagen Mehraufwand nur grob schätzbar, (etwa 5 % der jeweiligen Sanierungskosten bei einem Sanierungsprogramm über 100 Mio in den nächsten 20 Jahren)	5,0 Mio EUR
Kältering Institutsviertel, mit Kältering-Schluss, Kälteerzeuger, Steuerung der Erzeuger (400 m Trasse, zus. Turbo-Kompressor, Grundwasser-Nutzung, Steuerung)	4,0 Mio EUR
Emissionsfreier Forschungsbau einschl. Beheizung mit Lüftung / WRG / Wärmepumpensystem, intelligente Lüftungsanlage, hochwertige Wärmedämmung als Passivenergiehaus, Mehrinvestition gegenüber aktuellem Wärmestandard ca. 10 % bei Bausumme von 60 Mio	~ 6,0 Mio EUR
<b>Gesamt:</b>	24,3 Mio EUR

#### 5.5 Fördermöglichkeiten

Das Bundeswirtschaftsministerium hat im Zusammenhang mit der Entwicklung der Klimaschutzziele 2030 / 2050 eine Energie-Effizienz-Strategie gestartet. Im Ergebnis ist eine Gesamtstrategie zur Förderung von Maßnahmen beschrieben, die das Ziel einer nachhaltigen Minderung von Energieverbrauch und CO<sub>2</sub>-Emissionen verfolgt.

Die Förderstrategie wird derzeit weitgehend über die KfW sowie das BAFA als Stellen, die die Förderanträge prüfen und Förderungen bewilligen, gewährt. Im Rahmen der Strategie werden besonders gefördert:

- Maßnahmen im Bereich Lüftung / Kälte,
- Maßnahmen im Segment Sanierung Bauphysik (Fenster, Fassade),
- Maßnahmen zur Ablösung von fossiler Energie-Erzeugung durch Wärmepumpen oder andere regenerative Energieerzeugung
- Maßnahmen im Rahmen der Wasserstoff-Strategie der Bundesrepublik Deutschland,
- Maßnahmen zur Umstellung auf zukunftsfähige Technologien.

## 6. Leuchtturm-Projekte

### 6.1 Klimaneutraler Neubau für die UNR

Etwa 780 Mrd. kWh/a Energie werden pro Jahr in Deutschland zur Beheizung von Gebäuden aufgewendet, das sind etwa 27 % des gesamten Endenergie-Verbrauchs Deutschlands. Die CO<sub>2</sub>-Emissionen zur Bereitstellung der Energie belaufen sich auf über 180 Mio t. Die etwa 2,7 Mio Nicht-Wohngebäude haben einen Anteil von etwa 37% am Gebäude-Endenergieverbrauch. Das Handlungsfeld Gebäudewärme ist somit das bedeutsamste der Handlungsfelder zur Minderung des fossilen Energieverbrauchs, noch vor dem Handlungsfeld Mobilität<sup>32</sup>.

Während für Wohngebäude bereits seit Jahren ein Passivhaus-Standard etabliert ist, gibt es für Nicht-Wohngebäude keinen definierten Standard. Auch wenn diverse Zertifizierungs-Systeme vorhanden sind, gilt es als Herausforderung, ein klimaneutrales Nicht-Wohngebäude zu errichten.

Klimaneutrale Forschungsgebäude wurden in Deutschland bis dato nur ganz vereinzelt errichtet. Ein Beispiel wurde im Rahmen des ersten Stakeholder-Workshops am 20.05.2021 vorgestellt<sup>33</sup>.

Es ist anzunehmen, dass auch an anderen Universitäten Forschungsgebäude zu den maßgeblichen Energieverbraucher zählen. Daher ist die Errichtung eines klimaneutralen Forschungsgebäudes als Leuchtturmprojekt an der Albert-Ludwigs-Universität nicht nur für die Universität Freiburg wegweisend, sondern darüber hinaus für die Errichtung von Forschungsgebäuden in Deutschland herausragend.

In absehbarer Zeit wird für die Unterbringung der Fakultät für Umwelt und Natürliche Ressourcen (UNR) in Freiburg ein neues Gebäude errichtet. Es bietet sich an, diesen Neubau exemplarisch als klimaneutrales Forschungsgebäude zu errichten.

Folgende energetische Rahmenbedingungen sollten vor diesem Hintergrund in das Pflichtenheft für die Planung des Gebäudes aufgenommen werden:

<sup>32</sup> DENA Gebäudereport, 2016, Seite 15 ff

<sup>33</sup> Vortrag im Rahmen des ersten Stakeholder-Workshops, Hr. Dr. Hess am 20.05.2021 Klimaneutrales Gebäude und Fraunhofer Klimaneutral 2030, Seite 3, Forschungshalle Hochschule Ansbach, Campus Feuchtwangen (Bj 2018)

### Gebäude-Geometrie und Ausrichtung

Eine geeignete Gebäudegeometrie optimiert die Hüllfläche, die maßgeblich für Wärmeverluste / -gewinne ist. Sonneneinstrahlung und Windrichtung beeinflussen den Kälte- und Wärmebedarf des Gebäudes. Die Ausrichtung des Gebäudes, insbesondere der Fensterflächen, bestimmt das Maß der Wärmegewinne und der Anforderungen an Beschattungs-Systeme. Wahl und Anordnung der Fensterflächen beeinflusst auch die Beleuchtungsanforderungen und bestimmt, welche Möglichkeiten es zur Nutzung indirekten Lichts gibt. Geeignete Außenbepflanzung ermöglicht eine passive Beschattung über bauliche Beschattungs-Systeme hinaus, wirkt jedoch beim Einsatz von Fassaden-PV eher kontraproduktiv.

### Baumaterialien und bauliche Maßnahmen

Baumaterialien haben maßgeblichen Einfluss auf das Raumklima im Gebäude. Dabei sind jedoch die Anforderungen an Hygiene und Statik im Forschungsbereich zu beachten. Grundsätzlich sollen natürliche Materialien wie beispielsweise Holz vorgezogen werden, umweltschädliche Materialien wie Beton sollen möglichst vermieden werden<sup>34</sup>. Konstruktive Elemente am Bau, die Wärmebrücken befördern, sollen vermieden werden.

Wenn Beton zum Einsatz kommt, soll zum Wärmeabtransport eine Betonkern-Aktivierung vorgesehen werden. Materialien mit guten Speichereigenschaften können durch eine Nachtkühlung (Zwangsbelüftung) ein ausgewogenes Klima, ohne oder mit zumindest deutlich reduzierter aktiver Kühlung, ermöglichen, selbst unter Berücksichtigung der steigenden Anzahl von Tropennächten in Freiburg. Analog zum passiven Wohnhaus ist die Gebäudedichtheit ein wichtiger Baustein, um unnötigen Luftaustausch zu vermeiden.

Der Lüftungswärmebedarf und Transmissionswärmebedarf wird nach Möglichkeit vollständig durch eine Zwangsbelüftung gesichert. Die Lüftungsanlage muss mit einem Wärme- und Kälterückgewinnungs-System mit maximalem Nutzungsgrad ausgestattet sein. Bei Ergänzung des Wärmerückgewinnungs-Systems um eine integrierte Wärmepumpe sind Wirkungsgrade von deutlich mehr als 90 % erreichbar. Die Anlagen sollen möglichst nutzerfreundlich konfiguriert werden. Kleinere Anlagen ermöglichen oft eine bessere Anpassung des Luftwechsels an die tatsächliche Nutzung. Die Komponenten der Lüftungsanlage sollen unter Berücksichtigung der Energie-Effizienz dimensioniert werden.

Eine Dachbegrünung zum verbesserten Klimaausgleich im Gebäude solle vorgesehen werden. Geeignete Innenbepflanzung sowie -bewässerung einschließlich fließender Gewässer im Raum verbessern das Raumklima deutlich.

### Technische Ausstattung

Wenn durch die Lüftungsanlage nicht abzudecken oder aus anderen Gründen erforderlich, soll statische Heizung als Niedertemperatur-Heizung ausgelegt werden. Flächenheiz-Systeme sollen so ausgelegt werden, dass sie im Sommer als Kühlelemente genutzt werden können.

<sup>34</sup> Chemietechnik, 25. März 2019: Klimabilanz der Zementindustrie (von Ansgar Kerschmer)

Sofern keine andere regenerative Wärmequelle zur Verfügung steht, solle eine Wärmepumpe eingesetzt werden. Abhängig von ausstehenden Untersuchungen könnte die Wärmepumpe mit Grundwasser / Brunnenwasser als Kühlmedium arbeiten. Bei gleichzeitigem Kälte- und Wärmebedarf kann auf eine externe Wärmesenke verzichtet werden. Speicher-Systeme und Aquifere (Grundwasserleiter) können insbesondere bei Betrieb einer Wärmepumpe zur Wärmeerzeugung zu einer erheblichen Verbesserung der Energie-Effizienz führen.

Kälteabnehmer sollen so ausgelegt werden, dass möglichst lange eine freie Kühlung genutzt werden kann. Solare Wärme kann zur Erwärmung eines Speichersystems genutzt werden, sofern die Rahmenbedingungen es erfordern im Solebetrieb bzw. im Betrieb mit Phasenwechsel fest / flüssig (PCM-Materialien, Paraffine und Salze verringern den Platzbedarf um bis zu Faktor 3). Luftkollektoren können zur direkten Wärmeversorgung von Lüftungsanlagen eingesetzt werden.

Sämtliche Antriebe (Pumpen, Ventilatoren, Kompressoren, Motoren, Aufzüge etc.) sollen nach Energie-Effizienz-Kriterien beschafft werden.

Alle Beleuchtungs-Systeme sollen mit LED-Technik, dimmbar und mit Helligkeits-Steuerung ausgestattet werden.

Im Gebäude soll hochwertige Steuerungs- und Informationstechnik eingesetzt werden, so dass Aufzüge, Lüftungsanlagen, Beleuchtungssysteme nutzerabhängig betrieben werden können. Sensoren wie Bewegungsmelder, Präsenzmelder, CO<sub>2</sub>-Detektoren sollen so eingesetzt werden, dass die Daten den effizienten Betrieb der Anlage unterstützen.

### **Energie-Erzeugung**

Dachflächen und Fassadenflächen sollen so weit wie möglich und architektonisch vertretbar mit PV-Elementen ausgestattet werden.

Micro-Windkraftanlagen können möglicherweise oberhalb der Fassade des Gebäudes im Rahmen von Versuchsprojekten vorgesehen werden.

### **Vorgesehene Technik im Gebäude**

Eingesetzte stromverbrauchende Geräte sollen nach klaren Energie-Effizienz-Vorgaben beschafft werden. Sofern Energie-Label für die Geräteklassen vorhanden sind, soll die jeweils bestmögliche Energieeffizienzklasse gewählt werden. Die Vorgaben sollen insbesondere für IT-Technik, Brandmelde-Anlage sowie weitere energieintensive Prozesse gelten.

## 6.2 Kältebereitstellung mit minimalem Stromverbrauch im Kältering

Die Leistungsanforderung zur Bereitstellung von Klimakälte und Prozesskälte wird zukünftig zunehmen. Bedingt durch den fortschreitenden Klimawandel wird in den Sommermonaten ein zunehmender Kälte-Bedarf bestehen. Insbesondere sehr hohe Außentemperaturen führen häufig zu Stromspitzen sowie sinkender Leistungsfähigkeit vorhandener Kälteanlagen.

Neben der Vermeidung von Kältebedarf durch geeignete Maßnahmen (Kälterückgewinnung in Lüftungsanlagen, bauliche Maßnahmen wie Betonkern-Aktivierung, Verminderung innerer Lasten durch energieeffiziente Geräte etc.) besteht die Herausforderung, Kaltwasser so energieeffizient wie möglich bereit zu stellen.

Der in Aufbau befindliche Kältering am Institutsviertel der Albert-Ludwigs-Universität kann bei konsequenter Weiterentwicklung auf vorbildliche Weise Kaltwasser für sämtliche Abnehmer im direkten Umfeld des Institutsviertels bereitstellen. Grundlegende Eckpunkte für die Kälteversorgung im Endausbau sind ein Kälteleistungsbedarf von etwa 9 – 10 MW sowie ein erwarteter Jahreskälteverbrauch von etwa 8.000 – 9.000 MWh/a.

**Kälteerzeugung in Grundlast:** Heute kann bereits in einer hocheffizienten Kältemaschine Grundlastkälte mit einer Leistungskennziffer von mehr als 14 (COP) bereitgestellt werden. Möglich wird das durch die Rückkühlung mit Grundwasser. Das Grundwasser-Recht wird derzeit durch die Albert-Ludwigs-Universität nur zu einem Teil genutzt. Die doppelte Kühlleistung ist bereits genehmigt, im Infrastrukturgebäude ist auch bereits der Platz für eine zweite Kälteerzeugung vorhanden. Um den Betrieb der Anlagen weniger störungsanfällig zu machen, wird es erforderlich, geeignete Filteranlagen vorzusehen.

**Kältespeicherung:** Die Kältebelastung an der Albert-Ludwigs-Universität ist von einer hohen Kühlspitze geprägt, der überwiegende Anteil der Kälteverbraucher sind Lüftungsanlagen zur Raumklimatisierung. Auch für einen Sole-Speicher sind die Platzverhältnisse im Infrastrukturgebäude bereits vorbereitet. Der Sole-Speicher kann so dimensioniert werden, dass zusätzlich etwa 20 – 25 % der Leistung beider Anlagen für eine Zeitspanne von 4 h verfügbar sind.

**Ringschluss Kältering:** Derzeit ist der Kältering nicht geschlossen. Hierfür ist ein Trassenabschnitt von etwa 200 m noch zu errichten. Darüber hinaus ist ggfs. ein Trassenabschnitt von 300 m auszubauen bzw. zu verlegen, da dort derzeit aufgrund räumlicher Engpässe ein zur sicheren Versorgung zu geringer Rohrleitungsquerschnitt vorhanden ist.

**Zuschalt-Management Kälteerzeuger:** Es wird ein zentrales Zuschalt-Management für die Erzeugungsanlagen, die in den Kältering direkt und indirekt eingebunden sind, erforderlich. Das Management muss berücksichtigen, dass nicht alle Kälteerzeuger in den Ring einspeisen können. Dennoch wird es möglich sein, dass etwa 70 % des Leistungsbedarfs von Erzeugern mit mindestens einer Leistungskennzahl von mehr als 5 versorgt werden. Erst ab Außentemperaturen von mehr als 30 °C wird es erforderlich, dass weniger effiziente Anlagen zur Kältebelastung-Deckung beitragen.

**Lastdeckung:** Es können nach Ausbau des Kälterings etwa 30 % des Kälteleistungsbedarfs in einem vollständig ausgebauten Kältering aus dem Infrastrukturgebäude abgedeckt werden. Ausgehend von üblichen Lastganglinien in Kältenetzen kann davon ausgegangen werden, dass damit 80 % des Jahreskälteverbrauchs abgedeckt werden können. Auf Grundlage einer Prognose-Berechnung kann der Stromverbrauch zur Bereitstellung von Kaltwasser gegenüber dem heutigen Status um etwa 800 MWh/a (-45 %) gesenkt werden, bei gleichzeitiger Verbesserung der Versorgungssicherheit der einzelnen Abnehmer. Kaltwasser kann dann mit einem COP von mehr als 10 im Jahresmittel bereitgestellt werden. Der Zubau einer weiteren Anlage zur Abkühlung des Grundwassers vor der Einspeisung zur Nutzung dieser Wärmesenke soll erfolgen.

### 6.3 Emissionsarme Bereitstellung von Wärme im Institutsviertel, im Zentrum und am Flugplatz-Areal

Ohne eine weitestgehend emissionsfreie Bereitstellung von Wärme für das Institutsviertel, für das Zentrum sowie für das Flugplatz-Areal werden die Emissionsminderungsziele der Albert-Ludwigs-Universität nicht erreichbar sein.

Grundsätzlich bieten sich mehrere Wege für eine vollständig emissionsfreie und energetisch optimierte Bereitstellung von Wärme langfristig an:

#### **Pfad (A): Emissionsfreie Wärmeversorgung im Verbund von Universitätsklinikum Freiburg und Albert-Ludwigs-Universität**

Bereits heute besteht eine Verbundversorgung von Universitätsklinikum Freiburg und Albert-Ludwigs-Universität. Die Struktur ermöglicht es dem Land Baden-Württemberg als Eigentümer der gesamten Infrastruktur auf besondere Weise, energie- und umweltpolitische Ziele in Eigenregie umzusetzen, ohne auf andere Partner\*innen angewiesen zu sein.

Nach Prüfung diverser Optionen hat das Universitätsklinikum Freiburg in einem ersten Schritt einen Weiterbetrieb der bestehenden Infrastruktur mit Anpassung an den Brennstoff Wasserstoff vorgesehen. Bei Einsatz von grünem Wasserstoff wird so emissionsfrei Strom und Wärme erzeugt werden können.

So kann im ersten Schritt ohne erhebliche Infrastrukturkosten der Einstieg in emissionsfreie Wärmeversorgung vollzogen werden. Sobald erste Erfahrungen mit dem Einsatz von Wasserstoff im Heizkraftwerk des Universitätsklinikums Freiburg vorliegen, wird eine Bewertung von Technik, Wirtschaftlichkeit und Energieeffizienz im Vergleich zu anderen Optionen der emissionsfreien Bereitstellung von Wärme erfolgen können.

#### **Pfad (B): Geothermie im Verbund mit weiteren regionalen Akteur\*innen**

Durch die Nähe zum Rheingraben hat Freiburg Zugang zu geothermischem Potenzial<sup>35</sup>. Die Untergrundtemperatur in 2.500 m Tiefe wurde mit etwa 110 – 120°C ermittelt, im Bereich des Kaiserstuhls liegt die Temperatur noch etwas höher. Die BADENOVA-Tochter Wärme-Plus ergründet derzeit das Potenzial für Geothermie zur Einspeisung in Wärmeverteilnetze. Sollten sich die Erwartungen an die Potenziale zur Geothermie-Nutzung bestätigen, kann die Wärmeversorgung Freiburgs zukünftig möglicherweise zu großen Teilen aus Geothermie gedeckt werden.

Aufgrund einiger Projekte in den vergangenen 10 Jahren, die ernste Probleme verursacht haben (Staufen, Basel, Straßburg), herrscht in der Region große Skepsis gegenüber der Nutzung geothermischer Wärme.

Die Anbindung der Bereiche Zentrum, Institutsviertel und Flughafenareal an ein zentrales Heizwasser-Netz erfordert zumindest teilweise die Anpassung der Netzinfrastruktur sowie einzelner Abnehmer:

- Ersatz des Dampf-Netzes durch ein Heizwasser-Netz im Bereich Zentrum und Institutsviertel, Auslegung auf ein möglichst niedriges Temperatur-Niveau, Vorlauftemperatur in die Gebäude ca. 75°C,
- Reduktion der Vorlauftemperatur im Heizwasser-Netz Flugplatz-Areal auf Vorlauf 75°C, verbunden mit dem Ersatz der Absorptionskälte durch stromgetriebene Kälteerzeugung,
- Ersatz der Dampf-Luftbefeuchtung durch Nebel-Befeuchtung,
- Nutzung der Abwärme des Abwassers bei den drei Neutralisationsanlagen (technisches Abwasser behandelt (6.000 m³/a im Biologicum, 8.000 m³/a auf dem Flugplatz-Areal und 11.000 m³/a im Institutsviertel).

<sup>35</sup> Geothermie-Atlas, diverse Veröffentlichungen des Leibniz-Instituts für angewandte Geophysik (LIAG), sowie über [maps.lgrb-bw.de](https://maps.lgrb-bw.de)

## 7. Kommunikationsstrategie

### 7.1 Ziele und Aufgaben

Die Umsetzung des Klimaschutzkonzepts und somit die Erreichung der ambitionierten Klimaziele werden nur gemeinsam mit allen Akteur\*innen an der Universität und über die Universität hinaus erfolgreich sein. Daher ist es notwendig, die Umsetzung des Konzepts und die einzelnen Maßnahmen in den Handlungsfeldern durch eine effektive Kommunikation und Öffentlichkeitsarbeit zu unterstützen.

Primäres Ziel der Kommunikationsstrategie ist die Vermittlung der Zielsetzungen des Klimaschutzkonzeptes und der Erfolge bei der Umsetzung in die Öffentlichkeit.

Die Kommunikationsstrategie hat folgende Ziele:

- Sensibilisierung, Motivierung und Mobilisierung der Hochschul-Akteur\*innen für den Klimaschutz
- Schaffung eines Klimaschutzbewusstseins bei allen Beteiligten
- Positionierung der Themen Klimaschutz, Energiewende und Nachhaltigkeit an der Universität und in der Region Freiburg
- Laufende Vermittlung von Informationen zur Umsetzung des Klimaschutzkonzeptes.

Die wesentlichen Aufgaben der Kommunikationsstrategie bestehen darin:

- Informationen bereitzustellen und
- die betroffenen Akteur\*innen zusammenzubringen

Ein weiteres Element einer zielgerichteten Kommunikationsstrategie ist die Verknüpfung des Konzeptes mit einzelnen Personen. Die Erreichung der Klimaschutzziele erfordert ein Gesicht und eine klare, positiv besetzte Botschaft. Die eindeutige Positionierung der Universitätsleitung bzw. des Rektorates der Universität zu Klimaschutz und Nachhaltigkeit müssen die erfolgreiche Umsetzung des Klimaschutzkonzeptes wirksam unterstützen.

### 7.2 Zielgruppen

Es ist wichtig, die verschiedenen Zielgruppen zu identifizieren, um die geeignete Ansprache und adressat\*innengerechte Instrumente zu finden.

Die Studierenden, als erste Zielgruppe, sind vor allem an den guten Rahmenbedingungen für Studium und Lehre an der Universität interessiert. Die Universität manifestiert mit ihrem Engagement im Klimaschutz ihren Ruf als moderne, zukunftsweisende Universität und erhöht damit ihre Anziehungskraft für eine steigende Anzahl und Qualifizierung an Studierenden. Klimaschutz und Nachhaltigkeit müssen demnach auch in Forschung und Lehre integriert werden.

Die Mitglieder in den Fachbereichen, als zweite Zielgruppe, sind Forschende, Lehrende sowie wissenschaftlich Mitarbeitende in Verwaltung und Technik der Fachbereiche. Für diese Zielgruppe ist es wichtig, dass die Albert-Ludwigs-Universität ihnen eine geeignete Infrastruktur für Forschung und Lehre bietet.

Die dritte Zielgruppe beinhaltet die Mitarbeiter\*innen der Zentralen Verwaltung (ZUV) und in den zentralen Betriebseinheiten. Diese erfüllen die Funktionen zur Aufrechterhaltung des Gebäudebetriebs (Gebäude-management, Campus-IT), der Beschaffung, des Personalmanagements neben anderen wichtigen strategischen Funktionen (Rektorat, Bereiche und Dezernate). Diese Zielgruppe ist in erster Linie daran interessiert, dass die internen Prozesse der Universität effizient und effektiv ablaufen und die Universität sich zukunftsorientiert weiterentwickelt.

Externe Akteur\*innen wie Vermögen und Bau Baden-Württemberg als Eigentümer der Gebäude sowie das Universitätsklinikum Freiburg als wichtigster Energie-Versorger der Universität in Bezug auf Wärme oder auch das Ministerium für Wissenschaft, Forschung und Kunst Baden-Württemberg stellen die vierte Zielgruppe dar. Den Akteur\*innen dieser Zielgruppe ist wichtig, dass sie frühzeitig in strategische Überlegungen bzw. Bemühungen der Universität einbezogen werden und dass ihre eigenen Initiativen im Rahmen von Klimaschutz und Nachhaltigkeit frühzeitig mit denen der Universität abgestimmt werden.

Als fünfte Zielgruppe lässt sich die Öffentlichkeit definieren. Hiermit sind Akteur\*innen außerhalb der Hochschule gemeint, wie zum Beispiel die Bürger\*innen der Stadt Freiburg aber auch andere Universitäten und Partner\*innen in Forschung und Lehre im In- und Ausland. Die Öffentlichkeit ist vor allem daran interessiert, über die Entwicklung der Universität auch hinsichtlich der Klimaschutzbemühungen informiert zu werden.

### 7.3 Instrumente und Maßnahmen

Begleitend zur Maßnahmenumsetzung des Klimaschutzkonzeptes ist eine entsprechende Kommunikationsarbeit seitens des Klimaschutzmanagements durchzuführen. Dazu sind entsprechend Kommunikationspfade zu etablieren bzw. zu pflegen, die den Umsetzungsprozess transparent darstellen, um dadurch möglichst viele Unterstützer\*innen innerhalb und außerhalb der Universität zu gewinnen.

Damit soll neben einer allgemeinen Information über die laufenden Aktivitäten im Bereich Klimaschutz die Grundlage für die Einbeziehung möglichst großer Teile der Zielgruppen geschaffen werden.

Klimaschutz und Anpassung an die Folgen des Klimawandels stehen mittlerweile im Mittelpunkt des Interesses vieler, insbesondere junger Menschen und können nicht allein durch Fachleute in die Umsetzung gebracht werden.

Die Einzelmaßnahmen sind möglichst öffentlichkeitswirksam darzustellen und positiv zu kommunizieren bzw. offensiv zu „vermarkten“. Die laufenden Aktivitäten sind dazu mit einer fortwährenden positiven Berichterstattung zum Umsetzungsstatus des Konzepts (z. B. in Form regelmäßiger Klimaberichte, Workshops, Aktionstagen oder Pressegesprächen etc.) zu kommunizieren.

Mögliche Elemente der Kommunikationsstrategie können sein:

- die Schaffung eines einfachen Zugangs zu zielgruppenorientierten Informationen rund um das Thema Klimaschutz
- Kontinuierliche Pressearbeit zum Thema Klimaschutz und Nachhaltigkeit an der Universität
- Öffentlichkeitsarbeit zu Erfolgen in der Umsetzung der Klimaschutzmaßnahmen
- Organisation von Aktionen und Veranstaltungen zum Thema Klimaschutz
- Angebote zur themenbezogenen Beratung der einzelnen Zielgruppen.

Bereits bestehende Aktivitäten und Kooperationen mit Institutionen sollten selbstverständlich in die Kommunikation einbezogen werden.

Abschließend ist zur Kommunikation noch anzumerken, dass auch diese Maßnahmen natürlich im Rahmen der Zielsetzungen des Klimaschutzkonzeptes umzusetzen sind. Deutlich wird dies durch die bevorzugte Nutzung digitaler Medien anstelle einer intensiven Nutzung von Kanälen mit hohem Ressourcenverbrauch (Broschüren, Flyer etc.).

## 8. Controlling-Konzept

Die Umsetzung des Klimaschutzkonzeptes mit dem vorliegenden Maßnahmenprogramm bedarf einer regelmäßigen Positionsbestimmung und Anpassung an aktuelle Entwicklungen.

Um personelle und finanzielle Ressourcen zielgerichtet und effektiv zu steuern, ist die Unterstützung der Maßnahmen durch ein modernes Controlling-Instrument ein wichtiger Bestandteil des Umsetzungskonzeptes. Dies geht notwendigerweise über den Minimalstandard des Vergleichs des Ist- und Soll-Zustandes hinaus.

Das Controlling-Instrument stellt einen Kreislauf dar, in dem die durch das Klimaschutzkonzept definierten Maßnahmen zur Umsetzung verfolgt werden. Durch die fortwährende Evaluierung und ggfs. Anpassung der Maßnahmen wird eine erfolgreiche Umsetzung und Zielerreichung maßgeblich unterstützt.

Der Plan-Do-Check-Act (PDCA)-Kreislauf ist ein derartiges, häufig genutztes Controlling-Instrument vieler Managementsysteme; es wird regelmäßig in Prozesse von Qualitäts-, Umwelt- oder Energiemanagementsysteme integriert. (z.B. EMAS).

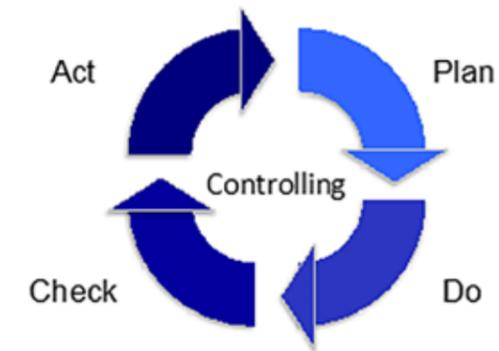


Abbildung 11: PCDA-Kreislauf

Alle Teile eines Managementsystems sowie deren Zusammenspiel untereinander werden kontinuierlich gemessen und überprüft. Abweichungen und Fehler werden erkannt und korrigiert. In regelmäßigen Abständen findet eine Überprüfung der Zielerreichung statt.

Typische Fragestellungen sind in diesem Kontext „Wie wirksam sind die umgesetzten Maßnahmen?“ und „Funktioniert das Managementsystem im Sinne der Zielerreichung?“.

Verantwortlich für das vorgestellte Controlling-Instrumentarium ist der\*die Klimaschutzmanager\*in in enger Zusammenarbeit mit dem Dezernat Gebäudemanagement.

Das Controlling-Instrument des Klimaschutzkonzeptes sollte folgende Elemente beinhalten:

- Jährliche Fortschreibung der CO<sub>2</sub>-Bilanz anhand der vorhandenen Daten und Messwerte,
- Bewertung der Wirksamkeit von Maßnahmen im Hinblick auf die Erreichung der angestrebten CO<sub>2</sub> Einsparungen sowie eventuell vorhandene Negativeffekte,
- Korrektur von aufgetretenen Negativeffekten und anderen festgestellten Abweichungen,
- regelmäßige Überprüfung der Funktionsfähigkeit des Klimaschutzmanagements in Form eines Audits,
- Erstellung und Veröffentlichung eines jährlichen Umweltberichts,
- Überprüfung der Ziele nach Maßgabe des Umweltberichtes,
- Definition von Verbesserungsmaßnahmen hinsichtlich der Erreichung der CO<sub>2</sub>-Ziele.

## 9. Fazit und Ausblick

Die konzeptionelle Auseinandersetzung der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg mit dem Klimaschutz im Zuge des hier vorliegenden Klimaschutzkonzeptes prägt das Profil der Hochschule zu noch aktiverem Klimaschutz und leistet gleichzeitig einen wichtigen Schritt in Richtung der Ziele der Landesregierung Baden-Württembergs hin zu einer CO<sub>2</sub>-neutralen Landesregierung.

Für die nächsten Schritte wird ein konkreter und umsetzungsnaher Handlungsplan für ein zu schaffendes Klimaschutzmanagement und für die Umsetzung effektiver Klimaschutzmaßnahmen entwickelt.

Die Albert-Ludwigs-Universität ist gut aufgestellt, um in den bedeutenden Themenfeldern Klimaschutz und Nachhaltigkeit Vorreiterin in Baden-Württemberg zu werden. Wird der Klimaschutzprozess durch alle Hochschulakteur\*innen mitgetragen und in die Tat umgesetzt, kann die Albert-Ludwigs-Universität Freiburg eine Vorbildrolle in der Region einnehmen.

Freiburg, den 21.10.2021

Energie Service Laß Lüdeking GmbH

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Liegenschaften der Albert-Ludwigs-Universität (Untersuchungsumfang) / S. 7

Abbildung 2: Entwicklung Primärenergieverbrauch und CO<sub>2</sub>-Emissionen 1990 bis 2020 / S. 15

Abbildung 3: Entwicklung spezifische Primärenergieverbrauchs und der spezifischen CO<sub>2</sub>-Emissionen 1990 bis 2020 / S. 16

Abbildung 4: Voraussetzungen für die Akzeptanz der Energiewende / S. 18

Abbildung 5: Emissionen der in der Zieldefinition des Klimaschutzplans der Bundesrepublik Deutschland einbezogenen Handlungsfelder / S. 19

Abbildung 6: Vergleich verschiedener Szenarien im Handlungsfeld Wärme, Einsparziel 2050 (Quelle: die Wärmezielscheibe, Rödl & Partner, 2018) / S. 22

Abbildung 7: Entwicklung des Stromverbrauchs nach Sektoren / S. 23

Abbildung 8: Merkmale und Wechselwirkungen der Transformation im Wärmemarkt / S. 25

Abbildung 9: Emissionsminderung 1990 – 2050 in %, Szenario 1 – 4 (absolut) / S. 30

Abbildung 10: Emissionsminderung 1990 – 2050 in %, Szenario 1 – 4 (spezifisch) / S. 31

Abbildung 11: PCDA-Kreislauf / S. 43

## Anhangsverzeichnis

Anhang 1: Liste der Teilnehmenden der Stakeholder Workshops (siehe eigene Datei)

Anhang 2: Dokumentation der Ergebnisse der Stakeholder Workshops (siehe eigene Dateien)

Anhang 3: Liste der 10 Gebäude mit dem größten Energieverbrauch (siehe eigene Datei)

Anhang 4: Liste aller Gebäude der Albert-Ludwigs-Universität (siehe eigene Datei)

Anhang 5: Status und Entwicklung der Energie und Emissionen (siehe eigene Datei)

Anhang 6: Umweltdatenvergleich 2020 (siehe eigene Datei)

## Impressum

### Herausgeber

Die Rektorin der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg,  
Prof. Dr. Kerstin Krieglstein

### Stabsstelle Sicherheit, Umwelt und Nachhaltigkeit (SUN2)

Stabsstellenleiter: Dr. Jürgen Steck

Albertstr. 23c, 79104 Freiburg

Telefon: 0761 / 203-7980

Fax: 0761 / 203-7969

[kontakt@umweltschutz.uni-freiburg.de](mailto:kontakt@umweltschutz.uni-freiburg.de)

### Gestaltung

Jürgen Oswald

Freiburg, den 21.10.2021

© Albert-Ludwigs-Universität Freiburg.

Alle Rechte vorbehalten.

