

Entwurf zur Einzelstrategie **Bauen und Bewirtschaftung**

Der Klimaschutzstrategie der Landesverwaltung
Schleswig-Holstein 2019



Inhaltsverzeichnis

Einleitung und Vorgehen.....	1
A Vorbildfunktion der Landesregierung in Landesliegenschaften	3
A.1 Charakteristika von Landesliegenschaften	3
A.2 Vorbildfunktion des Landes bei der Weiterentwicklung der Landesliegenschaften	4
A.3 Weitere Einflussbereiche des Landes (Gesetzgeber, Großabnehmer, Fördermittelgeber)	4
A.4 Programme, Best-Practice-Beispiele und Lessons-Learned aus Schleswig-Holstein und anderen Ländern	5
A.4.1 Bautechnik.....	5
A.4.2 Regelungen und Prozesse.....	6
B Grundlagen.....	7
B.1 Betrachtungs- bzw. Bilanzraum und Randbedingungen	7
B.2 Ableitung Kernfrage aus der Zielsetzung einer CO2-freien Strom- und Wärmeversorgung	7
C Fokusthemen - Strategische Grundsätze	11
C.1 Struktur Fokusthemen und Handlungsbereiche	11
C.2 Fokusthemen in Bezug auf Umsetzung	12
C.2.1 Energieabnahme optimieren.....	12
C.2.2 Energieversorgung optimieren.....	15
C.2.3 Materialeinsatz optimieren	19
C.2.4 Suffizienzpotentiale heben.....	21
C.3 Fokusthemen in Bezug auf Voraussetzungen	23
C.3.1 Vorgaben und Weisungen	23
C.3.2 Prozesse und Werkzeuge.....	29
C.3.3 Relevantes Wissen erweitern und verfügbar machen.....	34
C.3.4 Finanzielle und Personelle Ressourcen.....	34
D Analyse des Gebäudeportfolios	37
D.1 Grundlagen und Vorgehen.....	37
D.2 Auswertung nach Fokusthemen	38
D.2.1 Optimierungspotentiale Energieabnahme.....	38
D.2.2 Optimierungspotential Energieversorgung.....	48
D.2.3 Optimierungspotential Materialeinsatz	54
D.2.4 Suffizienzpotentiale.....	57
D.3 Zusammenfassung grundlegender Erkenntnisse.....	57
E Analyse der Gebäudesteckbriefe	61
E.1 Erläuterung der Grundlagen und des Vorgehens	61
E.2 Auswertung nach Fokusthemen und weiteren Schwerpunkten	62
E.2.1 Energieabnahme optimieren.....	62
E.2.2 Energieversorgung optimieren.....	66
E.2.3 Wirtschaftlichkeit.....	66

E.3	Zusammenfassung grundlegender Erkenntnisse.....	68
F	Ableitung von Entwicklungsszenarien für das Gebäudeportfolio.....	71
F.1	Erläuterung der Grundlagen und des Vorgehens	71
F.1.1	Flächenbezogener Aufbau des Berechnungsmodells.....	71
F.1.2	Abbildung der Einflussfaktoren im Handlungsfeld Energieabnahme	72
F.1.3	Abbildung der Einflussfaktoren im Handlungsfeld Energieversorgung	72
F.2	Auswertung der Entwicklungsszenarien	73
F.2.1	Minimales und maximales Entwicklungsszenario	74
F.2.2	Sensitivitätsanalyse Sanierungsquote	78
F.2.3	Sensitivitätsanalyse Energiestandard	83
F.2.4	Sensitivitätsanalyse Kombination Sanierungsquote und Energiestandard	87
F.2.5	Sensitivitätsanalyse Wärmenetze	91
F.2.6	Weitere Sensitivitätsanalysen	94
F.3	Zusammenfassung grundlegender Erkenntnisse.....	95
G	Ableitung von Handlungsempfehlungen	99
G.1	Handlungsempfehlungen im Hinblick auf Voraussetzungen	100
G.1.1	Vorgaben und Weisungen	100
G.1.2	Prozesse und Werkzeuge.....	103
G.1.3	Wissens- und Datenmanagement.....	107
G.1.4	Finanzielle und personelle Ressourcen	108
G.2	Handlungsempfehlungen im Hinblick auf Umsetzung.....	110
G.2.1	Energieabnahme	110
G.2.2	Energieversorgung	113
G.2.3	Materialeinsatz.....	114
G.2.4	Suffizienz	116
H	Anlagen.....	1
H.1	Anhang 1: Startbilanz und methodische Vorgaben der Bilanzierung für den Weg zu einer „Klimaneutralen Landesverwaltung“, MELUND.....	1
H.2	Anhang 2: Grundlagenerläuterungen.....	1
H.3	Anhang 3: EnEV-Vergleichswerte nach BWZK.....	1
H.4	Anhang 4: Variablen und Parameter der Szenarienbetrachtung.....	1
H.5	Anhang 5: Schnittstellenliste	1
H.6	Anhang 6: Zuständigkeiten für Landesliegenschaften im engeren und im erweiterten Sinne:	1
H.7	Anhang 7: Best-Practice-Beispiele	1
H.8	Anhang 8: Kurzinfo Teilstrategie Bauen und Bewirtschaftung Kiel, 25.11.2019	1

Einleitung und Vorgehen

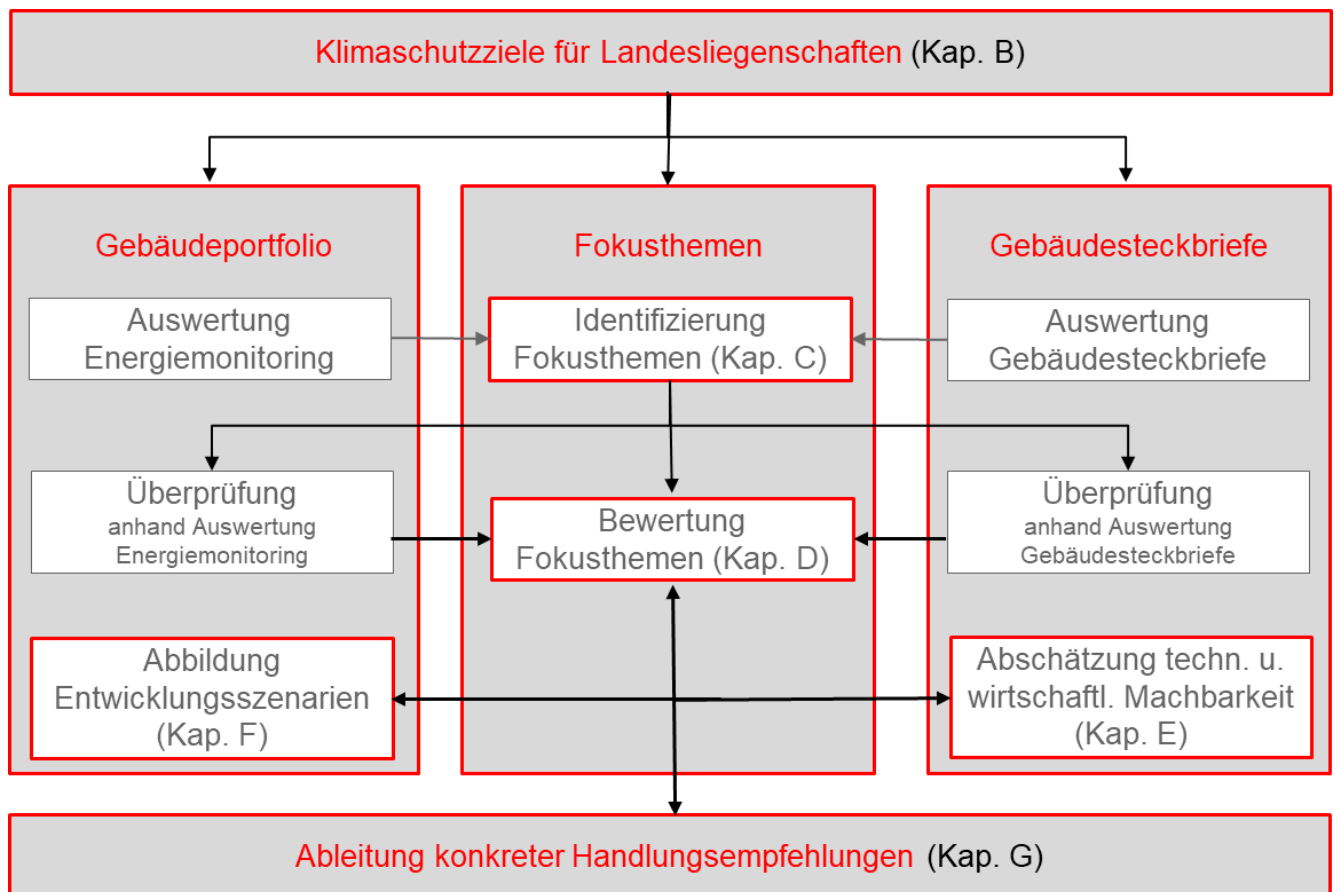
Das Energiewende- und Klimaschutzgesetz (EWKG) in Schleswig-Holstein bildet die wesentliche Grundlage für die gesetzliche Verankerung der Klimaschutzziele. Darüber hinausenthält es verbindliche Ziele für die Senkung der in Landesverwaltung verursachten Treibhausgasemissionen. Um diese Vorbildfunktion umzusetzen, sollen bis 2020 die Emissionen um mindestens 40 %, bis 2030 um mindestens 55 %, bis 2040 um mindestens 70 % sowie bis 2050 um 80 bis 95 % jeweils gegenüber dem Bezugszeitraum 2015 bis 2017 reduziert werden. Für 2050 wird der obere Rand des Zielkorridors angestrebt.

Zusätzlich gilt nach EWKG für die Landesliegenschaften das Ziel, bis zum Jahr 2050 eine CO₂-freie Strom- und Wärmeversorgung zu erreichen. Neben Vorgaben des EWKG zu den energetischen Standards von neuen Landesliegenschaften sowie zu grundlegenden Renovierungen von Landesliegenschaften soll bis 2050 eine CO₂-freie Restwärmeversorgung vorrangig durch eine effiziente Nutzung von Erneuerbarer Energien realisiert werden. Dabei kommt der Anbindung der Landesliegenschaften an Wärmenetze zur Erreichung der Ziele eine hohe Bedeutung zu.

Zur Festlegung der Systemgrenze für die Bilanzierung der Emissionen der Landesverwaltung erfolgt eine Anlehnung an den Personalstruktur- und Personalmanagementbericht des Landes (Drs. 19/1136). Innerhalb dieses Bilanzraums werden Emissionen aus Bau, Unterhalt und Betrieb der Landesliegenschaften sowie weiterer Handlungsfelder aus den Bereichen Mobilität der Landesbediensteten, Nutzung von IT und Beschaffung bilanziert.

Die Teilstrategie Bauen und Bewirtschaftung zeigt für die von der Landesverwaltung genutzten Liegenschaften Umsetzungsmöglichkeiten auf, um die Klimaschutzziele zu erreichen. Die konkrete Erstellung der Teilstrategie erfolgt dabei ausgehend von den Klimaschutzzielen für die Landesliegenschaften gemäß EWKG und den strategischen Vorgaben zur Bilanzierung (s. Kapitel B) durch die Identifizierung von Fokusthemen¹ (s. Kapitel C), die insbesondere durch die Erkenntnisse der Gebäudesteckbriefe (s. Kapitel E) und des Energiemonitorings (s. Kapitel D) begründet werden. Unter Berücksichtigung der Auswertung der Gebäudesteckbriefe sowie der Bewertung der Fokusthemen werden Entwicklungsszenarien für das Gebäudeportfolio (s. Kapitel F) und Handlungsempfehlungen (s. Kapitel G) abgeleitet. Weitere Details hierzu können dem nachfolgenden Ablaufdiagramm entnommen werden.

¹ Die Bezeichnung „Fokusthemen“ weist darauf hin, dass es sich nicht um eine abgeschlossene Auflistung handelt, sondern um die mit der größten Relevanz bewerteten Themenkomplexe.



Die strategische Ableitung von Entwicklungsszenarien für das Gebäudeportfolio soll zur Bestimmung von Emissionsreduktionspotenzialen und konkreten Handlungsempfehlungen beitragen, Die Handlungsempfehlungen der Teilstrategie sollen als Grundlage dienen, im nächsten Schritt die identifizierten Maßnahmen zügig umzusetzen. Die Entscheidungsgrundlage für zukünftige bauliche Maßnahmen soll dabei nicht nur die Wirtschaftlichkeit im engeren Sinne, sondern die Nachhaltigkeit und somit ökonomische und ökologische Ziele als Leitmotiv berücksichtigen.

Gemäß den Auswertungen zu den Treibhausgasemissionen in der Landesverwaltung für den Bezugszeitraum 2015 bis 2017 ergeben sich Emissionen in Höhe von rund 135.000 Tonnen.

Davon entfallen knapp 85.500 Tonnen bzw. mehr als 63 % auf den Strom- und Wärmeverbrauch in Landesliegenschaften und somit auf die Teilstrategie Bauen und Bewirtschaftung. Rund 25 % der Emissionen werden derzeit durch die Nutzung der Informationstechnik verursacht. Die Mobilität der Landesbediensteten umfasst rund Tonnen oder ca. 11 %. Der bilanzierte Bereich der Beschaffung ist für rund 1 % der Emissionen verantwortlich.

A Vorbildfunktion der Landesregierung in Landesliegenschaften

A.1 Charakteristika von Landesliegenschaften

Das Gebäudeportfolio des Landes ist heterogen und umfasst eine Spannweite von einzelnen angemieteten Standard-Büroetagen hin zu kleinstadt-ähnlichen Gesamtliegenschaften wie den Justizvollzugsanstalten und größeren Polizei- oder Hochschulliegenschaften mit höchst spezialisierten, oft einzigartigen Gebäuden. Wohngebäude und Produktionsgebäude kommen so gut wie gar nicht, Werkstätten und Lager nur untergeordnet vor. Die überwiegende Menge der Flächen sind dabei Büro- und Verwaltungsnutzungen. Diese unterscheiden sich von sonstigen Büronutzungen baulich nur marginal (z.B. durch öffentliche oder gesicherte Bereiche). Ihr Erhaltungs- und Modernisierungszustand ist jedoch oft unterdurchschnittlich. Da auch bei diesen Nutzern die Digitalisierung begonnen hat und die großen Baumassen der 1960er und 1970er Jahre mit ihren schlechten energetischen Standards verstärkt in die Modernisierungs- oder Austauschzyklen kommen, besteht ein überdurchschnittlicher Sanierungsbedarf.

Stichpunktartig können darüber hinaus jedoch die folgenden Charakteristika für Landesgebäude genannt werden:

- große Liegenschaften bzw. Gebäudebereiche und -flächen im Zusammenhang
- Innerhalb dieser gibt es teilweise deutliche Energieheben und –senken.
- Der Anteil der Baudenkmäler ist mit 23,1 % überdurchschnittlich hoch. Dies betrifft gerade auch Speziale Nutzungen (z.B. haben alle schleswig-holsteinischen Justizvollzugsanstalten denkmalgeschützte Bereiche).
- Öffentliche Nutzungen und auch die öffentliche Wahrnehmung ist höher als bei privaten Gebäuden, es besteht sowohl eine Vorbild- als auch eine gesellschaftliche Repräsentationsfunktion.
- Die Gebäude bilden ein funktionales Netz ab und sind daher über das ganze Land verteilt (z.B. Polizei, Finanzbehörden, Justiz, Bildung).
- Durch die öffentlichen Funktionen und die vielen dort Beschäftigten sind Landesgebäude Orte mit wichtigen Ziel- und Quellverkehren.
- Die von den Landesgebäuden wahrgenommenen Funktionen dienen den staatlichen Aufgaben, insbesondere der Daseinsvorsorge und deren Verwaltung, die Funktionalität für die Nutzung hat also absolute Priorität. In der Formulierung der unbedingt funktionserforderlichen Eigenschaften liegt damit ein großes Steuerungspotential, da es hier um die Abwägung bei diversen Zielkonflikten geht (z.B. Denkmalpflege, Arbeitsschutz, Brandschutz, Standsicherheit, Energieverbrauch, Barrierefreiheit, Wirtschaftlichkeit, Sicherheit).

Die Landesliegenschaften können eine direkte technische Vorbildwirkung also besonders im Bereich der Bürogebäude und anspruchsvoller Funktionsbauten entfalten, für andere Gebäudenutzungen insbesondere in der Herangehensweise.

Ein wesentliches Merkmal der Landesgebäude ist die i.d.R. vorherrschende Trennung von Eigentümer und Nutzer und eine damit verbundene komplexe Zuständigkeitsregelung.

Die Landesgebäude unterscheiden sich von den privaten Gebäuden durch die kameralistische Betrachtungsweise des Eigentümers mit einer Planwirtschaft in jährlichem Turnus. Anders als im betriebswirtschaftlichen Rechnungswesen erfolgt in der Kameralistik kein buchmäßiger Ausweis des Inventars, die Bilanzierung und Bewertung von Vermögen und Schulden entfallen. Die Ausgaben werden aufgeteilt auf den Verwaltungshaushalt (sog. konsumtive Ausgaben) und Vermögenshaushalt (sog. investive Ausgaben). Dadurch kann bei den Gebäuden ein (erhöhter) Werteverzehr durch das Unterlassen von (den konsumtiven

Ausgaben zugeordnetem) Bauunterhaltsmaßnahmen nicht vermögens-technisch abgebildet werden. Auch die Möglichkeit der Verwendung von konsumtiven Mitteln (der Gebäudebewirtschaftung) zu Investitionszwecken (z.B. für die Reduktion des Energieverbrauches), um nachlaufend Einsparungen von konsumtiven Ausgaben zu erreichen, ist nicht systemimmanent. Innerhalb des Haushaltsjahres nicht verwendete konsumtive Mittel verfallen und können nicht für Investitionen genutzt werden.

A.2 Vorbildfunktion des Landes bei der Weiterentwicklung der Landesliegenschaften

Die gemäß EWKG proklamierte Vorbildfunktion des Landes, die expliziten Ziele des EWKG und nicht zuletzt die EU-Gebäuderichtlinie fordern, dass von den Gebäuden und Liegenschaften des Landes eine Vorbildfunktion ausgehen soll. Da ein - für die entsprechende Versorgung der Landesliegenschaften geeignetes - THG-freies Energiesystem der Zukunft laut den verfügbaren Prognosen und Szenarien (Zitate siehe Startbilanz) nur durch einen integrierten und tiefgreifenden Wandel in der Bau- und Versorgungsstruktur erreicht werden kann, und dieser bei einem Bestand wie dem des Landes lange Zeit in Anspruch nehmen wird, ist zeitnahe und zukunftsweisendes Handeln erforderlich. Dies bezieht sich sowohl auf die Anwendung von Technologien und Prozessen und besonders auf die Haltung.

Die Bilanzierung von Treibhausgasemissionen im Gebäudebereich erfolgt zwar momentan bei EnEV Berechnungen, der dort berechnete Wert stellt aber (noch) keinen Anforderungswert dar, sondern wird lediglich informativ ausgegeben. Es gibt somit keine bundesweit einheitlichen, gesetzlichen Vorgabe für Treibhausgasemissionen im Gebäudebereich. Aufgrund der Vorbildfunktion des Landes SH sollte es das Ziel sein, Methoden und Prozesse anzuwenden, die, in Abgrenzung zur rein primärenergetischen Betrachtung von Standardgebäuden der EnEV, eine konkrete Reduktion von THG als Betrachtungsziel implementieren.

Ein – gerade für das abstrakte Thema Klimaschutz - wichtiger Aspekt der Vorbildfunktion ist auch die Kommunikation und der Umgang mit den Auswirkungen der Teilstrategie Bauen und Bewirtschaften. Die Vor- und Nachteile müssen offen benannt werden. Bereiche, in denen Nachteile insbesondere zulasten einzelner Gruppen gehen, müssen mit einem angemessenen, ggf. ausgleichenden Vorgehen berücksichtigt werden. Auch wenn es bei strukturiert umgesetztem Klimaschutz und ausreichend vorhandenen Mitteln zumeist zu Win-Win-Situationen kommt, so wird es trotzdem Situationen geben, bei denen nicht alle Bedarfe abgedeckt werden können – und sei es auch nur durch die erforderlichen Änderungen in Technologien und Prozessen. Diese Tatsache darf nicht verschleiert werden, sondern muss – auch politisch – thematisiert und bearbeitet werden.

A.3 Weitere Einflussbereiche des Landes (Gesetzgeber, Großabnehmer, Fördermittelgeber)

Wie im Folgenden zu zeigen sein wird, gibt es noch weitere Einflussbereiche, in denen das Land aktiv sein muss, damit die Landesliegenschaften klimaneutral werden können.

Mit dem auf Landesebene geltenden EWKG sind Ziele für eine klimaneutrale Zukunft des Landes beschrieben. Das EWKG muss aber hinsichtlich seiner Optimierungsbedürftigkeit betrachtet werden. Auch die Mitwirkungsmöglichkeiten des Landes auf Bundesgesetze (z.B. über den Bundesrat) gehören zu den möglichen Aufgaben. Außerdem müssen die Rahmenbedingungen für einen im konkreten Lebenszyklus klimaneutralen Bestand erleichtert und ggf. Hindernisse in der Landesbauordnung und im Denkmalspflegerecht abgebaut werden.

In der Rolle als Konsument von Energie sollte sich das Land seiner Verantwortung als Großabnehmer bewusst sein. Durch die gebündelte Nachfrage hat das Land eine gewisse Marktmacht, durch die verhältnismäßig

großen Liegenschaften in kleineren Städten eine infrastrukturelle Steuerungsmöglichkeit. Außerdem hat es in den städtischen Räumen mit vorhandenen Fernwärmenetzen mit seinem Nutzungsverhalten eine Lenkungsverantwortung, z.B. durch seinen Anteil von rd. 10 % an der Fernwärmeabnahme in Kiel (inkl. UKSH). Bisher wird hier vom Land keine aktive Rolle wahrgenommen, da die Gebäude-Energieversorgung jeweils nur als konsumtive Versorgung der Einzelbauvorhaben geplant wird.

Infrastrukturelle oder technische Zusammenarbeit des Landes mit Dritten erfolgt nicht. Durch die im Gebäudebereich ähnliche Problemlage bei den Kommunen, den Kirchen und größeren Firmen besteht in einer Vernetzung – grundsätzlich sogar über alle vier Klimaschutz-Teilstrategien hinweg – jedoch ein großes Klimaschutzpotential.

Zu guter Letzt kann das Land im Zuge der Klimaschutz-Strategie der Landesliegenschaften auch über Fördermittel und Vernetzung private oder kommunale Investitionen lenken. Bisher werden insbesondere von der EKSH, der IB.SH sowie vom MELUND Förderungen vollzogen. Diese könnten im Nachlauf der Aufstellung der Strategie präzisiert und erweitert werden.

A.4 Programme, Best-Practice-Beispiele und Lessons-Learned aus Schleswig-Holstein und anderen Ländern

In der sehr heterogenen Landschaft der öffentlichen Bauverwaltungen in Deutschland und den Nachbarländern gibt es eine Vielzahl erprobter, unterschiedlicher Ansätze sowohl was bautechnische, als auch was organisatorische und regulatorische Aspekte angeht. Einige sind langjährig erprobt und weiterentwickelt, andere sind noch als innovativ zu betrachten und manche Erfahrungen haben auch gezeigt, welche Ansätze weniger zielführend sind. Eine umfassende Darstellung des Handlungs- und Forschungsstandes wäre eine Aufgabe der wissenschaftlichen Forschung. Für die Strategie wurden den jeweiligen Handlungsbereichen entsprechend und ohne den Anspruch auf Vollständigkeit relevante Beispiele ermittelt. Die Beispiele sollten also Anwendungshinweise geben zu den Bereichen „konzeptionell-technische Lösungen des Bauens und Betreibens“, „Verwaltungshandeln“ sowie „Prozesse/Vorgaben“ und dabei zumindest den für die GMSH in Schleswig-Holstein geltenden Rahmenbedingungen ähneln.

Da diese Beispiele für sich genommen bereits umfangreiches Handeln mit vielen Facetten darstellen, wird hier auf eine detaillierte Einzeldarstellung verzichtet und auf die Liste im Anhang 6 mit der dortigen Darstellung der, aus den Beispielen gewonnenen Erkenntnisse verwiesen.

A.4.1 Bautechnik

Im Bereich der Bautechnik können folgende Gebäude als Referenzen dienen:

- Modernisierung Gymnasium Elmschenhagen (Altbau-Suffizienz, Lebenszyklusbetrachtung, Graue Energie)
- Aufstockung Ärztekammer in Bad Segeberg (Dämmung, Holzbau)
- Neubau Stadtwerke Lübeck (Plusenergie-Neubau, Lebenszyklusbetrachtung, Graue Energie)
- Wärmeversorgung Energiekommune Rendsburg (Quartierskonzept, kalte Nahwärme, Eisspeicher)
- Liegenschaftskonzept LKN-Betriebsgebäude in Tetenbüll (Windrad, Sektorenkopplung, EE, Graue Energie)

Weitere positive Beispiele sind der Neubau der Stadtverwaltung in Venlo und des Juridicums der CAU zu Kiel sowie die Modernisierung des Berufskollegs in Detmold.

Zentrale Erkenntnisse:

Auch im öffentlichen Bauen in Schleswig-Holstein sind wirtschaftlich erstellte und klimaschonende Gebäude und Energiekonzepte möglich. Voraussetzung sind ganzheitliche Planung und Lebenszyklusbetrachtung.

A.4.2 Regelungen und Prozesse

Hinsichtlich Programmen, Regelungen und Prozessen wird die Orientierung an folgenden Beispielen vorgeschlagen:

- Energiemanagement der Stadt Frankfurt (Monitoring, Modernisierungs-Standards)
- Kommune X (örtliche Energiemanager, Nutzereinbindung)
- Hochbauamt Stadt Nürnberg (Energiestandards, CO2-Kosten)
- Hessen COME-Programm (gezielte Investitionen, Notwendigkeit der Koppelung)
- Landesbetrieb Vermögen und Bau Baden-Württemberg (PV-Investitionen, Suffizienz-Bedarfsplanung, Verwaltungsinterne Refinanzierung)

Zentrale Erkenntnisse:

Mit den richtigen Steuerungsmechanismen ist ein klimaschonendes Gebäudemanagement möglich. Dies bezieht sich sowohl auf den Betrieb als auch auf die Entscheidungs- und Finanzierungsprozesse. Klimaschutz muss integriert und gut handhabbar sein.

B Grundlagen

B.1 Betrachtungs- bzw. Bilanzraum und Randbedingungen

Die Startbilanz stellt eine Basis für die kontinuierliche Bilanzierung der THG-Emissionen der Landesverwaltung bis zum Zieljahr 2050 und damit eine Bewertungsgrundlage für den Erreichungsstand der Ziele für die Landesverwaltung dar. Sie soll weiterhin dafür dienen, relevante Handlungs- und Maßnahmenbereiche zu identifizieren, Zielpfade zu benennen und deren Erfüllung zu kontrollieren.

Eine lückenlose Darstellung der gesamten Emissionsdaten der Landesverwaltung rückwirkend bis 1990 kann nicht hergeleitet werden. Belastbare absolute Emissionsdaten für die Landesverwaltung können erstmalig für das Jahr 2015 bestimmt werden. Für die Startbilanz, die eine erste systematische THG-Emissionserfassung für die Landesverwaltung Schleswig-Holstein liefert, wird daher der Durchschnitt der Jahre 2015 bis 2017 bestimmt. Der ermittelte Wert für die Startbilanz beträgt 135 Tsd. t CO₂.

Dieser Wert wird zur Fortschreibung der Zielsetzung für die Landesverwaltung unter der Berücksichtigung von linearen Klimapfaden für eine Reduktion der Treibhausgase (THG) um 80 und 95 % bis 2050 genutzt. Der hergeleitete Lösungsraum entspricht somit dem neuen Zielszenario zum Erreichen einer Klimaneutralen Landesverwaltung bis 2050.

Die Systemgrenzen der Tätigkeitsebenen beziehen sich nach dem EWKG auf die zu erstellenden Teilstrategien Bauen und Bewirtschaftung, Green IT, Klimaverträgliche Mobilität der Landesbediensteten und Nachhaltige Beschaffung.

Maßgebliches Kriterium für die Auswahl von Handlungsfeldern innerhalb der Teilstrategien ist die aufgrund von Erfahrungswerten allgemein hohe Bedeutung in der Klimabilanz öffentlicher Verwaltungen. In der Kategorisierung von Emissionsquellen wird in Anlehnung an das GHG Protocol systematisch unterschieden zwischen direkten Emissionen, die im Betrieb der Landesverwaltung selbst und direkt anfallen und indirekten Emissionen.

Die Erstellung der Teilstrategie Bauen und Bewirtschaftung erfolgt gemäß den in der Startbilanz festgelegten Vorgaben zu den methodischen Grundlagen der Bilanzierung, um eine konsistente Darstellung der Emissionen der Landesverwaltung zu gewährleisten. Weitere Ausführungen zu den Details der Bilanzierung können der im Anhang 3 beigefügten Startbilanz entnommen werden.

B.2 Ableitung Kernfrage aus der Zielsetzung einer CO₂-freien Strom- und Wärmeversorgung

Im Klimaschutzplan 2050 (November 2016) versieht die Bundesregierung das Ziel eines klimaneutralen Gebäudebestandes noch mit dem zaghaften Zusatz „nahezu“. In der aktuellen Debatte zeichnen sich jedoch steigende Erwartungen an den Beitrag der Gebäude zur Erreichung der Klimaschutzziele ab, die letztendlich auf einen vollkommen klimaneutralen Gebäudebestand im Jahr 2050 abzielen.²

Wie aber kann dieses Ziel erreicht werden? Dies ist anhand eines Isoquantendiagramms ersichtlich, welches den Einfluss der beiden Handlungsdimensionen Energieabnahme und Energieversorgung auf die resultierende Gesamtreduktion von THG-Emissionen abbildet. Auf der Abszisse (x-Achse) bildet sich die Reduktion der Energieabnahme ab, die über den energetischen Zustand der Gebäude (Gebäudehülle und -struktur, sowie Gebäudetechnik für Übergabe, Verteilung und Speicherung), den Gebäudebetrieb, die Nutzerausstattung und

² So liegen im Klimaschutzplan 2050 die Zwischenziele zur Reduktion der THG-Emissionen bis zum Jahr 2030 für die Handlungsfelder Gebäude (66-67%) und Energiewirtschaft (61-62%) deutlich über der angestrebten Gesamtreduktion (55%). Projiziert man dies auf das Jahr 2050, so muss die Reduktion bei Gebäude und Energiewirtschaft dann deutlich mehr als 80-95%, also de facto gegen 100% laufen. Dies spiegelt sich z.B. auch in der dena-Leitstudie Integrierte Energiewende wieder, die für alle untersuchten Szenarien einen vollkommen klimaneutralen Gebäudebestand voraussetzt.

[illegible]

8

In Bezug auf Treibhausgasemissionen aus dem Gebäudebetrieb stellt sich also folgende Kernfrage:

Wie müssen Landesliegenschaften gebaut und betrieben werden, um eine treibhausgasneutrale Energieversorgung bis 2050 zu ermöglichen?

Hieraus ergeben sich weitreichende Abhängigkeiten im Zusammenspiel von Gebäuden und Energienetzen (Strom-, Gas- und Wärme-/Kältenetze). Die Gebäude wirken dabei nicht nur als Energieverbraucher, sondern auch als Energieerzeuger und Energiespeicher bzw. netzdienliche Komponenten - und stellen damit notwendige Potentiale für die Sektorenkopplung zur Verfügung. Da das Energiesystem der Jahre 2030, 2040 und 2050 noch nicht vollständig bekannt sein kann, sind heute zumindest die – nach aktuellem Stand der Forschung - gesicherten Erkenntnisse als langfristige Standards zu setzen und zukünftige technologische Details den konkreten Bauaufgaben zu überlassen. Ergänzend zu der Startbilanz ist dabei zukünftig auch die gesetzlich vorgeschriebene Betrachtung der in Kälteanlagen vorhandenen THG-Potentiale durchzuführen und deren Klimaauswirkungen durch entsprechende Auswahl der verwendeten Stoffe zu reduzieren.

Gebäude verursachen THG-Emissionen aber nicht nur während der Nutzungsphase, sondern auch durch den Energie- und Materialeinsatz bei der Umsetzung baulicher Maßnahmen. So werden durch Rohstoffgewinnung, Herstellungsprozesse, Transport und Bauprozesse THG-Emissionen verursacht, die den Baumaterialien und –komponenten als sogenannte graue Emissionen zugeordnet werden können.

In Bezug auf Treibhausgasemissionen aus Bautätigkeit (graue Emissionen) stellt sich darüber hinaus auch folgende Kernfrage:

Wie können bauliche Maßnahmen für Landesliegenschaften treibhausgasneutral umgesetzt werden?

Als Handlungsmaxime zur Umsetzung der Klimaneutralität über den ganzen Lebenszyklus von Landesliegenschaften steht prioritär die Vermeidung von THG-Emissionen - durch Senkung des Energieverbrauches, Nutzung erneuerbarer Energien und nachwachsender bzw. wiederverwendbarer Baustoffe - vor deren Kompensation.

Hierfür sind aber auch die Voraussetzungen (v.a. Regelungen und Verwaltungsprozesse), unter denen die Landesliegenschaften gebaut und betrieben werden so zu gestalten, dass der Klimaschutz selbstverständlicher und hoch priorisierter Bestandteil - vergleichbar mit den Anforderungen an Funktionalität, Brandschutz und Barrierefreiheit - wird. Die hierfür relevanten Themen- und Handlungsbereiche werden im Folgenden dargestellt.

C Fokusthemen - Strategische Grundsätze

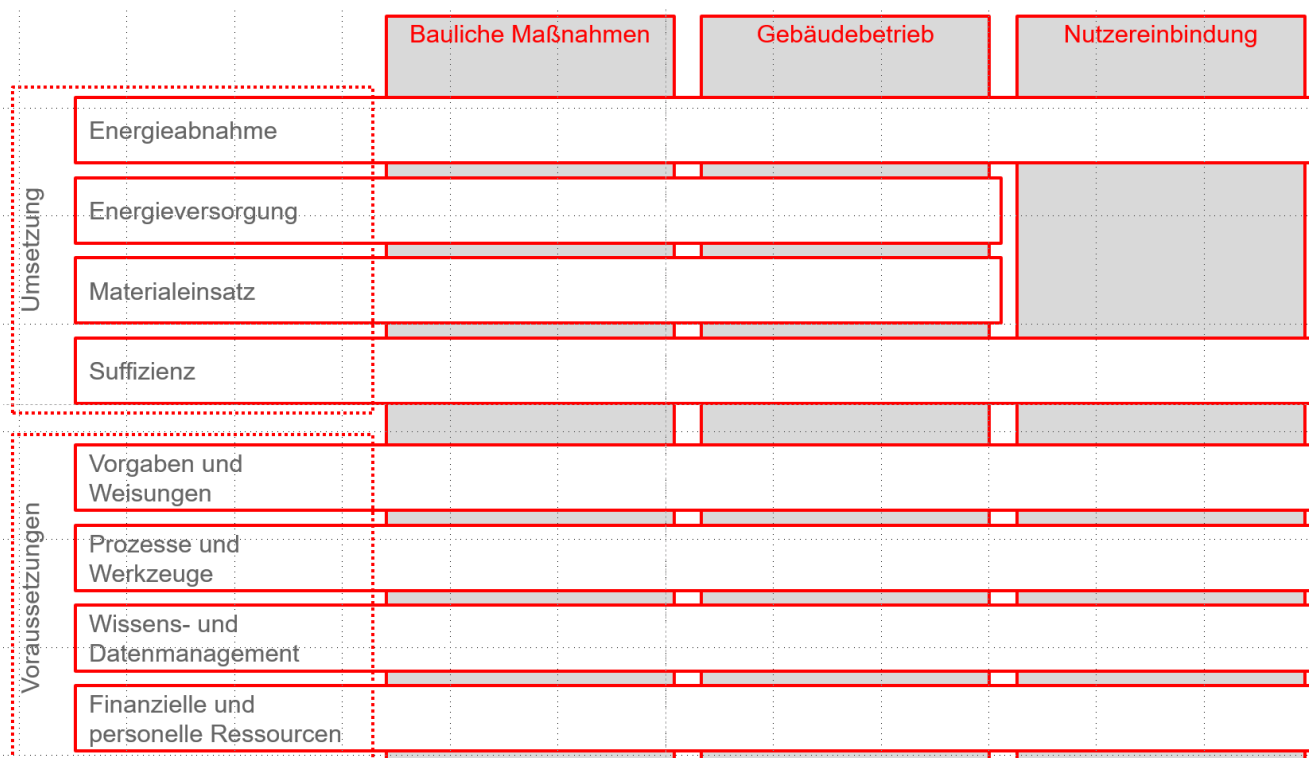
C.1 Struktur Fokusthemen und Handlungsbereiche

Um die Vielfalt der aus dem operativen Geschäft und der Forschung bekannten, sowie für die Teilstrategie Bauen und Bewirtschaften relevanten Einflussfaktoren und Aspekte umfassend und nachvollziehbar zu erfassen wurde im Zusammenspiel der beteiligten Ministerien, der Geschäftsbereiche der GMSH und externen Beratern eine Themensammlung erstellt und darauf aufbauend eine Struktur nach Themen- und Handlungsbereichen erarbeitet.

Dabei werden folgende Ziele verfolgt:

1. Das Fach- und Erfahrungswissen der beteiligten Personen einfließen lassen,
2. die grundsätzlichen Zusammenhänge, sowie strategischen Grundsätze herausarbeiten und
3. eine nachvollziehbare Struktur für die weiteren Bearbeitungsschritte zur Verfügung stellen.

Das folgende Schema zeigt die erarbeitete Struktur, welche sich aus zwei Themenbereichen mit jeweils vier Fokusthemen zusammensetzt, die sich über drei Handlungsbereiche erstrecken.



Die Bezeichnung „Fokusthemen“ weist darauf hin, dass es sich nicht um eine abgeschlossene oder ausschließliche Auflistung handelt, sondern um die nach dem oben beschriebenen Vorgehen als die mit der größten Relevanz bewerteten acht Themenkomplexe. Diese untergliedern sich in zwei Themenbereiche, die zum einen die Umsetzung selbst und zum anderen die Schaffung der für die Umsetzung notwendigen Voraussetzungen umfassen.

Die drei Handlungsbereiche unterscheiden sich in Bezug auf den Einfluss der maßgeblich beteiligten Akteure und ihre Relevanz in verschiedenen Lebenszyklusphasen eines Gebäudes:

- Bauliche Maßnahmen:

Umfangreiche bauliche Maßnahmen stehen nur bei Errichtung, Erweiterung, Umbau, Grundsanierung oder Abriss an. Diese werden nach den Baukosten in kleine und große Baumaßnahmen unterteilt. Umgesetzt werden bauliche Maßnahmen vom Geschäftsbereich Landesbau der GMSH auf Auftrag des Finanzministeriums in Abstimmung mit dem jeweiligen Nutzerressort.

Außerdem gibt es Bauunterhaltungsmaßnahmen (BU) sowie kleinteilige Instandhaltungs- oder Instandsetzungsmaßnahmen des Gebäudebetriebs während der Nutzungsphase. Hierfür sind die Geschäftsbereiche Landesbau (für BU) und Gebäudebewirtschaftung (für Betrieb) auf Auftrag des Finanzministeriums in Abstimmung mit dem jeweiligen Nutzerressort zuständig. Optimierungspotential liegt vorrangig in der Baukonstruktion (Gebäudehülle und -struktur) und im Technischen Ausbau (Energieversorgende und -verbrauchende Systeme).

- **Gebäudebetrieb:**

Der Gebäudebetrieb betrifft ausschließlich die Nutzungsphase. In den Landesliegenschaften erfolgt die Betriebsführung i.d.R. durch geschultes Personal aus dem Geschäftsbereich Gebäudebewirtschaftung der GMSH, insbesondere bei den ZGB-Liegenschaften. Sämtliche für den Gebäudebetrieb in diesem Bereich erforderlichen Finanzmittel für Hausmeisterleistungen, Reinigung, Objektsicherung, Außenanlagenpflege, Ver- und Entsorgung, Energiemanagement und den Betrieb technischer Anlagen sind hier zentral für die Leistungserbringung durch die GMSH veranschlagt. Eine Ausnahme bilden die Hochschulen mit eigenen Abteilungen für die Gebäudebewirtschaftung. Optimierungspotential liegt vorrangig in der, auf die konkrete Nutzung und untereinander abgestimmten Einstellung der Steuerungs- und Regelanlagen der technischen Gebäude-ausrüstung, der Energiebeschaffung sowie der Sicherstellung eines störungsfreien Betriebes.

- **Nutzereinbindung:**

Die nutzenden Einrichtungen als Bedarfsträger nehmen als Auslöser von Baumaßnahmen sowie als Kunden der Bewirtschaftung im Verwaltungsgeschehen Einfluss auf die Umsetzung baulicher Maßnahmen und den Gebäudebetrieb durch die GMSH. Dies umfasst alle Lebenszyklusphasen eines Gebäudes. Außerdem sind sie in der Nutzungsphase, v.a. im Gebäudebetrieb praktisch Handelnde, sowohl durch die einzelnen Individuen des Personalkörpers der Verwaltung als auch durch die nutzenden Bürger*innen. Durch die ausschließliche Mittelveranschlagung bei der GMSH gibt es keine Konvergenz zwischen dem Nutzerhandeln und dessen finanziellen und umwelttechnischen Auswirkungen. Optimierungspotential liegt somit vorrangig in der Information und Motivation sowie ggf. Regulation der verschiedenen Nutzergruppen.

C.2 Fokusthemen in Bezug auf Umsetzung

Im Folgenden werden die acht Fokusthemen dargestellt, sowie die grundsätzlichen Zusammenhänge und strategischen Grundsätze herausgearbeitet.

C.2.1 Energieabnahme optimieren

Gebäude benötigen Energie für die Konditionierung der Räume (Raumwärme, Warmwasser, Klimatisierung⁵, Lüftung, Beleuchtung), sowie für den Betrieb zentraler Dienste (z.B. Aufzug) und der Nutzerausstattung. Die IT-Nutzung und die Nutzerausstattung sind nicht qualitativer Teil der Betrachtung in der Teilstrategie „Bauen und Bewirtschaften“, da die durch sie verursachten Energieverbräuche im Rahmen des Gebäudebetriebes zwar erfasst, aber i.d.R. nicht oder nur indirekt (z.B. ein Kühlgerät für die EDV) beeinflusst werden können. Ein stark

⁵ Kühlung, Be- und Entfeuchtung

wachsender Bereich ist die Sektorenkopplung mit der Bereitstellung von elektrischer Energie für die Mobilität. Hier bestehen somit Schnittstellen zu den Teilstrategien Green-IT, Klima-schonende Mobilität und Nachhaltige Beschaffung. Allerdings bestimmt die Art der Nutzung und die Nutzerausstattung das für die Konditionierung der Räume notwendige Komfortniveau, sowie die notwendige Konditionierung der Räume. Die benötigte Energie wird über Energieerzeuger vor Ort oder Energienetze bereitgestellt und vom Gebäude abgenommen. Dabei wird zwischen Wärme-, Kälte- und Stromabnahme unterschieden.

In Bezug auf die in Kap. B.2. hergeleitete erste Kernfrage „Wie müssen Landesliegenschaften gebaut und betrieben werden, um eine treibhausgasneutrale Energieversorgung bis 2050 zu ermöglichen?“, lassen sich für das Fokusthema Energieabnahme folgende Optimierungsfelder anführen:

- **Reduktion der Energieabnahme**

Die Energieabnahme muss soweit reduziert werden, dass die verbleibende Energiemenge zukünftig im Rahmen der technischen und wirtschaftlichen Potentiale aus erneuerbaren Energiequellen zur Verfügung gestellt werden kann. Eine konkrete Obergrenze, z.B. als absolute kWh-Zahl, für diese „leistbare“ Energiemenge und damit eine entsprechende Ableitung konkreter Vorgaben für die maximale Energieabnahme in Gebäuden ist nicht ohne weiteres möglich und hängt stark von den technischen und wirtschaftlichen Entwicklungen, sowie den politischen Weichenstellungen in den kommenden 30 Jahren ab.⁶

- **Anpassung des Temperaturniveaus für die Wärme- und Kälteabnahme**

Darüber hinaus muss das notwendige Temperaturniveau für die Wärme- und Kälteabnahme an erneuerbare Energiequellen angepasst werden. In Bezug auf die Wärmeabnahme weisen diese i.d.R. ein niedriges Temperaturniveau auf, so dass deren effiziente Nutzung ein entsprechend niedriges Temperaturniveau in den Versorgungssystemen für Raumwärme und Warmwasser voraussetzt– und dies wiederum eine entsprechende Dämmqualität der Gebäudehülle und niedertemperaturfähige Wärmeübergabesysteme. Sinngemäß sind diese Ansätze auch auf die Kälteabnahme anzuwenden, wobei dort ein höheres Temperaturniveau angestrebt wird.

- **Zeitliche Flexibilisierung der Energieabnahme**

Außerdem kann die zeitliche Flexibilisierung der Energieabnahme (Wärme, Kälte und Strom) die Integration fluktuierender erneuerbarer Energiequellen in die vorhandenen Energienetze unterstützen und den notwendigen Aufwand für deren Um- und Ausbau reduzieren. Dies kann durch Lastverschiebung, Sektorenkopplung (v.a. Power-to-Heat) und die Einbindung von Energiespeichern in Gebäuden erfolgen.

Die Umstellung auf eine treibhausgasneutrale Energieversorgung muss also nicht nur durch quantitative (Reduktion der notwendigen Energiemenge), sondern ebenso durch qualitative Anpassungen der Energieabnahme (Senkung des notwendigen Temperaturniveaus, zeitliche Flexibilisierung) unterstützt werden. In Bezug auf den Standard für bauliche Maßnahmen an Gebäuden lässt sich daraus folgendes Stufenmodell ableiten:

Stufe 1: Nutzungsangepasstes Komfortniveau sicherstellen

Zunächst gilt es ein Komfortniveau sicherzustellen, das gesundheits- und leistungsfördernde Nutzungsbedingungen schafft. Dieses ist unter Einbindung der Nutzer und in Abhängigkeit der jeweiligen

⁶ Erste Ansätze lassen sich u.a. aus den Langfrist- und Klimaszenarien für Deutschland (<https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Artikel/Energie/langfrist-und-klimaszenarien.html>), die zurzeit im Auftrag des BMWi erarbeitet werden, ableiten. Darauf aufbauend werden zurzeit im Auftrag der Landesregierung Langfrist- und Klimaszenarien für Schleswig-Holstein erarbeitet, die hierzu weitere Erkenntnisse erwarten lassen.

Nutzung festzulegen und vorrangig durch Anpassungen an Gebäudehülle und -struktur, sowie nachrangig durch Anpassungen an der Gebäudetechnik zu erreichen. Diese Stufe kann als Mindestanforderung angesehen werden, da sonst dauerhaft keine bestimmungsgemäße Nutzung möglich ist. Sie ist eine Daueraufgabe.

Stufe 2: Wärme- und Kälteabnahme an erneuerbare Energiequellen anpassen

Notwendige Anpassungen an das Temperaturniveau erneuerbarer Energiequellen ergeben sich i.d.R. an der Gebäudehülle, den Wärme- bzw. Kälteübergabesystemen in Räumen und RLT-Anlagen, sowie der Warmwasserversorgung unter Beachtung der Hygieneanforderungen⁷. Entsprechende Anforderungen an den baulichen Standard können in Abhängigkeit des zukünftig zur Verfügung stehenden Temperaturniveaus erneuerbarer Energiequellen vor Ort oder angeschlossener Wärme- und Kältenetze abgeleitet werden.⁸ Diese Stufe könnte allgemein als „ee-ready“ und in Bezug auf die Wärmeabnahme als „NT-ready“ bezeichnet werden. Außerdem kann sie als zwingende Mindestanforderung angesehen werden, da sonst keine effiziente Nutzung erneuerbarer Energiequellen für die Wärme- und Kälteabnahme möglich ist. Darüber hinaus führen die oben aufgeführten Anpassungen i.d.R. auch zu einer Reduktion der Energieabnahme und zu Verbesserungen z.B. der Hygiene und des Komforts. Auch für denkmalgeschützte und andere, aufgrund ihrer Bauweise nur mit hohem Aufwand anpassbare Gebäude (z.B. Verblendmauerwerk mit ruhender Luftschicht) ist dieser Standard anzustreben und ggf. in Pilotprojekten zielführende Lösungen (z.B. vorgefertigte Fassadendämmsysteme, Ausblasdämmung, Innendämmung) zu entwickeln, um diese auf ähnliche Gebäude im Gesamtportfolio übertragen zu können.

Stufe 3: Systemintegration erneuerbarer Energiequellen unterstützen

Durch entsprechende bauliche Maßnahmen (z.B. Wärmepumpe mit Wärmespeicher) können zeitliche Flexibilisierungspotentiale geschaffen und damit - wie oben beschrieben - die Integration erneuerbarer Energiequellen in die vorhandenen Energienetze unterstützt werden. Um die geschaffenen Potentiale nutzen zu können sind auch entsprechende Maßnahmen im Gebäudebetrieb (z.B. Lastverschiebung) notwendig. Ein direkter Nutzen kann dabei nur dann erzielt werden, wenn vor Ort erzeugte erneuerbare Energie (z.B. Strom aus Photovoltaik) zu einem höheren Anteil selbst genutzt werden kann, oder die Flexibilisierungspotentiale auf dem Regelle Energiemarkt gegen Vergütung eingesetzt werden können.

Stufe 4: Energieabnahme systemtechnisch, ökonomisch und ökologisch optimiert reduzieren

Weitergehende Maßnahmen zur Reduktion der Energieabnahme sind ganzheitlich zu betrachten und in Bezug auf komplexe Zusammenhänge zu bewerten:

- Die Reduktion der Energieabnahme in Gebäuden bildet eine Grundvoraussetzung für eine treibhausgasneutrale Energieversorgung. Wie weit sie aber über bauliche Maßnahmen reduziert werden muss, um unter den zukünftigen technischen und wirtschaftlichen Rahmenbedingungen ausreichend erneuerbare Energien zur Verfügung stellen zu können ist – wie oben beschrieben – nicht ohne weiteres festzulegen. Anhaltspunkte können aus Studien mit gesamtsystemischem Ansatz unter Annahme zukünftiger Entwicklungspfade entnommen und als Grundlage für politische Zielsetzungen verwendet werden. In Abhängigkeit der tatsächlichen technischen, wirtschaftlichen und auch gesellschaftlichen Entwicklungen werden diese in den kommenden Jahren und Jahrzehnten aber immer wieder anzupassen sein.
- Es liegt im Interesse des Landes als Gebäudeeigentümer und -nutzer die Energiekosten zu senken. Inwiefern sich entsprechende bauliche Maßnahmen als wirtschaftlich erweisen ist abhängig von der tatsächlich erzielten Energieeinsparung, dem Aufwand für Instandhaltung, der

⁷ Maßnahmen an der Gebäudehülle und den Übergabesystemen sind nicht nur in direktem zeitlichen Zusammenhang mit der Umstellung der Wärme- und Kälteversorgung auf lokale erneuerbare Energiequellen oder auf ein Niedertemperatur-Wärmenetz (NT-Wärmenetz) bzw. ein Hochtemperatur-Kältenetz (HT-Kältenetz) sinnvoll. Da die Lebensdauer der Bauteile des Gebäudes i.d.R. deutlich länger ist als die der anlagentechnischen Komponenten, dienen die Maßnahmen auch als Vorbereitung auf eine zukünftige Umstellung.

⁸ Das notwendige Wissen hierfür muss anhand entsprechender Einzeluntersuchungen, Kataster oder Abstimmungen mit den Fernwärme- bzw. Fernkälteversorgern bereitgestellt werden.

Energie-preissteigerung und zukünftig auch von der Entwicklung des CO₂-Preises. Unter Verwendung entsprechender Erfahrungswerte und Annahmen können Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen für Einzel-projekte oder Musterbetrachtungen mit Aussagekraft für eine Vielzahl typischer Anwendungsfälle als Entscheidungsgrundlage dienen. In jedem Fall ist es sinnvoll Kostensprünge und Synergieeffekte zu identifizieren und in die Betrachtung mit einzubeziehen.

In Bezug auf bauliche Maßnahmen zur Reduktion der Energieabnahme stehen die durch die Bautätigkeit selbst verursachten grauen Emissionen den, in Folge der Energieeinsparung vermiedenen, Treibhausgasemissionen der Betriebsphase gegenüber. Inwiefern sich hierbei in Summe eine Reduktion der Treibhausgasemissionen ergibt, ist abhängig von der erwarteten bzw. tatsächlichen Energieeinsparung und der Treibhausgasintensität der Energieversorgung. Bei sinkenden oder gegen Null laufenden Treibhausgasintensitäten nimmt der Grenznutzen baulicher Maßnahmen in Bezug auf die Reduktion von Treibhausgasemissionen stark ab bzw. läuft ebenfalls gegen Null. Dies kann mit Hilfe von Ökobilanzen für Einzel-projekte oder Musterbetrachtungen mit Aussagekraft für eine Vielzahl typischer Anwendungsfälle untersucht werden. Dabei ist die Stromabnahme zu großen Teilen durch Nutzerausstattung selbst⁹, oder durch aus ihr resultierende erhöhte Konditionierungsanforderungen (i.d.R. mechanische Lüftung und Klimatisierung) zurückzuführen. Eine Reduktion der Stromabnahme ist folglich -vorbehaltlich der Angemessenheit der Nutzerausstattung und Konditionierungsanforderungen- vorrangig durch den Einsatz hocheffizienter Geräte und Komponenten (z.B. LED, Hocheffizienz-Pumpen und -Ventilatoren), sowie der intelligenten Auslegung, Steuerung und Regelung der verschiedenen Systeme zu erreichen. Dies wird auch in der EU-Energieeffizienzrichtlinie¹⁰ oder dem Leitfaden Nachhaltiges Bauen¹¹ gefordert und kann durch weitergehende Qualitätsvorgaben des Landes verbindlich festgelegt werden.

Die oben aufgeführten Aspekte und Zusammenhänge lassen sich nicht nur auf einzelne Gebäude beziehen, sondern auch auf Liegenschaften mit mehreren Gebäuden bis hin zur Einbeziehung von benachbarten nicht-landeseigenen Gebäuden oder Quartieren übertragen. Dies gilt insbesondere dann, wenn diese durch eine gemeinsame Energieversorgung verbunden sind.

C.2.2 Energieversorgung optimieren

Die Energieversorgung der Landesliegenschaften erfolgt nahezu ausschließlich über Strom-, Fernwärme- und Gasnetze. In allen drei Energiemärkten nimmt das Land folgende Rollen ein oder könnte diese in Zukunft ausbauen und verstärkt für die Erreichung der klimapolitischen Zielsetzungen nutzen:

1. Großabnehmer (Konsument)

Als Großabnehmer kann das Land auch Anforderungen an die ökologische Qualität der abgenommenen Energie festlegen, so z.B. mittel- und langfristige Zielwerte der Treibhausgasintensität. Dies gilt insbesondere für Fernwärmenetze, da deren Treibhausgasintensität ausschließlich in der Hand des jeweiligen Fernwärmeversorgers liegt.

2. Eigenerzeuger, Eigenverbraucher und Einspeisung von Überschüssen (Prosument)

Darüber hinaus kann das Land erneuerbare Energiequellen und Abwärme etc. vor Ort erschließen und zur anteiligen Deckung der Energieabnahme nutzen, sowie zeitweise auftretende Überschüsse in die angeschlossenen Energienetze einspeisen. Dies gilt insbesondere für das Stromnetz und in absehbarer Zukunft

⁹ Eine Untersuchung des MELUND und der GMSH geht von einem Anteil des IT-Stromes am Gesamtstromverbrauch der Landesliegenschaften von ca. 57% aus.

¹⁰ Richtlinie 2012/27/EU des Europäischen Parlaments und des Rates vom 25. Oktober 2012 zur Energieeffizienz

¹¹ Leitfaden Nachhaltiges Bauen, BMUB, Februar 2016

auch für Fernwärmenetze¹². Eine dementsprechende Weiterentwicklung des Gasnetzes ist aus heutiger Sicht schwer absehbar. Je nach energierechtlichen Randbedingungen würde das Land dann allerdings selbst als Energieversorger auftreten.

3. Energieversorger (Produzent)

Neben der kleinteiligen, ist auch die von Gebäudebetrieb entkoppelte großmaßstäbliche Erschließung erneuerbarer Energiequellen z.B. auf großflächigen Landesliegenschaften eine mögliche Option. Auch hier würde das Land dann als Energieversorger auftreten oder in eine Partnerschaft mit einem oder mehreren Energieversorgern eintreten. Dies gilt insbesondere für die Stromversorgung, ggf. in Verbindung mit Power-to-Gas-Anwendungen zur Sektorenkopplung und Flexibilisierung des Stromnetzes.

4. Fördermittelgeber

Durch die Ausgestaltung der Fördermittelvergabe kann das Land entsprechende Anreize für die zielführende Weiterentwicklung der Strom-, Wärme- und Gasversorgung setzen. Dies gilt nicht nur für die in der Teilstrategie betrachteten Landesliegenschaften, sondern für die Handlungsfelder Energiewirtschaft und Gebäude in ganz Schleswig-Holstein.

5. Gesetzgeber

Durch die Ausgestaltung von Gesetzen und Verordnungen kann das Land entsprechende Rahmenbedingungen für die zielführende Weiterentwicklung der Strom-, Wärme- und Gasversorgung setzen. Dies gilt nicht nur für die, in der Teilstrategie betrachteten Landesliegenschaften, sondern für die Handlungsfelder Energiewirtschaft und Gebäude in ganz Schleswig-Holstein bzw. Deutschland.

In Bezug auf die erste Kernfrage „Wie müssen Landesliegenschaften gebaut und betrieben werden, um eine treibhausgasneutrale Energieversorgung bis 2050 zu ermöglichen?“, lassen sich für das Fokusthema Energieversorgung folgende Optimierungsfelder anführen:

Transformation Stromversorgung

Zur Transformation des Stromnetzes können Landesliegenschaften v.a. durch gebäudeintegrierte oder gebäudenähe Photovoltaik-Anlagen (PV-Anlagen) und ggf. auch Windkraftanlagen beitragen. Ökonomisch und ökologisch ist es sinnvoll die Stromerträge vorrangig im Gebäude selbst oder über liegenschaftsinterne Netze in benachbarten landeseigenen Gebäuden genutzt und nachrangig in das öffentliche Netz eingespeist. In jedem Fall sind die rechtlichen und wirtschaftlichen Rahmenbedingungen zu prüfen und ggf. durch geeignete Initiativen zielführend zu beeinflussen (vergl. Kap. Vorgaben und Weisungen).

Außerdem ist darauf zu achten, dass die Integration der PV nicht nur technisch, sondern auch gestalterisch auf einem hohen Niveau erfolgt, um die Akzeptanz bei den Nutzern und in der Öffentlichkeit sicherzustellen. Ein Solarkataster, Informationen zu Stromlastprofilen und klar definierte Planungsvorgaben (vergl. Kap. Prozesse und Werkzeuge) unterstützen die Identifikation geeigneter Gebäude. Im Hinblick auf Kosteneffizienz bei Anschaffung und Betrieb sind großflächige Dachanlagen zu bevorzugen, um Skaleneffekte zu nutzen ggf. sogar auf Grundlage eines modularen standardisierten Systems.

Darüber hinaus erlaubt die Stromerzeugung aus PV-Anlagen in Kombination mit der zunehmenden Elektromobilität eine Kopplung des Strom- mit dem Verkehrssektor. Weitere Möglichkeiten der Sektorenkopplung werden im Abschnitt Dezentrale Wärme- und Kälteversorgung aus erneuerbaren Energiequellen, sowie Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) und Kraft-Wärme-Kälte-Kopplung (KWKK) im Abschnitt Gasversorgung betrachtet.

¹² Die Einspeisung erneuerbarer Wärmeüberschüsse in Fernwärmenetze ist noch keine erprobte Praxis, die regulatorischen Voraussetzungen hierfür werden aber zurzeit auf europäischer Ebene erarbeitet.

Transformation Fernwärmeversorgung

Die technische Transformation der Wärmenetze umfasst i.d.R. die Optimierung der Anschlussdichten und die Absenkung des Temperatur- und Druckniveaus in den Netzen. Hierdurch werden Verluste reduziert und die Einbindung erneuerbarer Energiequellen (z.B. Solarstrahlung und Umwelt- oder Abwärme) ermöglicht. Dies erfordert i.d.R. eine Anpassung der Versorgungssysteme für Raumwärme und Warmwasser in den Gebäuden (vergl. Kap. Energieabnahme optimieren), über die sich das Land als Großabnehmer mit den Fernwärmeversorgern abstimmen muss. Ebenso muss sich das Land als Prosumer über die mögliche Einspeisung von Wärmeüberschüssen aus, in Landesliegenschaften erschlossenen, erneuerbaren Energiequellen mit den Fernwärmeversorgern abstimmen. Im Ergebnis wäre ein Fernwärmenetz denkbar, das auf niedrigem Temperaturniveau Wärmeüberschüsse und ggf. auch Abwärme aus angeschlossenen Gebäuden aufnimmt gleichzeitig als Wärmequelle, z.B. für eine Wärmepumpe in anderen angeschlossenen Gebäuden dient.¹³ All dies erfordert nicht zuletzt auch eine Anpassung der Technischen Anschlussbestimmungen der Fernwärmeversorger.

Darüber hinaus stellt die Transformation der Fernwärmenetze die Fernwärmeversorger in vielen Fällen vor erhebliche strategische Herausforderungen. So unterliegen Ersatzinvestitionen oder erhebliche Nachrüstungen im Kraftwerkspark und den Fernwärmenetzen großen wirtschaftlichen Unsicherheiten. Auch wird die Gesamtoptimierung durch komplexe Wechselwirkungen zwischen dem technischen Betrieb und der Vermarktung in den Bereichen Strom und Wärme erschwert. Hierbei kann das Land als Fördermittel- und Gesetzgeber durch zielführende und klare Weichenstellungen unterstützen. Dies hat nicht nur politische Signalwirkung: Eine erfolgreiche Transformation der Fernwärmenetze verbessert nicht nur die Bilanz der Treibhausgasemissionen der angeschlossenen Landesliegenschaften, sondern führt zur schnellen und relativ kostengünstigen Dekarbonisierung aller angeschlossenen Gebäude, auch wenn deren Energieeinsparpotential (z.B. durch energetische Sanierung der Gebäudehülle, Denkmalschutz) bereits ganz oder nahezu ausgeschöpft ist. Einen Überblick über die im Land Schleswig-Holstein vorhandenen Wärmenetze gibt die Wärmenetzkarte unter: <https://www.schleswig-holstein.de/DE/Fachinhalte/W/wohnen/waermenetzkarte.html>

Transformation Gasversorgung

Auf lange Sicht ist die Nutzung des Gasnetzes nur dann zielführend, wenn es zukünftig mit Wasserstoff und Methan aus überschüssigem erneuerbarem Strom (Power-to-Gas) gespeist und somit als großer Speicher für die Sektorenkopplung genutzt wird. Eine solche Entwicklung ist aus heutiger Sicht noch nicht klar absehbar und stark von politischen Weichenstellungen abhängig.¹⁴ Darüber hinaus steht die „fossil-fossile“ Umstellung von Kohle und Öl auf Erdgas in der Kritik, da der Einfluss von Methanemissionen bei der Förderung und Aufbereitung von Erdgas, sowie der Verteilung im Gasnetz i.d.R. deutlich unterschätzt wird.¹⁵

Aber auch nach erfolgreichem Aufbau nennenswerter Power-to-Gas-Kapazitäten konkurriert der Gebäudebereich in deren Nutzung mit dem Verkehr und der Industrie, also mit Handlungsfeldern in denen die Substitution von Brennstoffen i.d.R. mit einem weitaus höheren Aufwand verbunden ist. Darüber hinaus konkurriert der Gebäudebereich mit der Energiewirtschaft, die erneuerbares Gas im Sinne der Sektorenkopplung für effiziente und netzdienliche Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) oder Kraft-Wärme-Kälte-Kopplung (KWKK) im hohen Leistungsbereich nutzen kann. Vor diesem Hintergrund ist die Nutzung des Gasnetzes für Landesliegenschaften lediglich für die Kopplung des Strom- und Wärmesektors über flexible und netzdienliche KWK-Anlagen mit Wärmespeichern mittelfristig sinnvoll. Deren Nutzen nimmt aber mit fortschreitender Transformation des Stromnetzes (Senkung der Treibhausgasintensität und Steigerung der Flexibilisierungsoptionen)

¹³ Prinzip Anergie- oder Niedertemperaturnetz, wobei durch dezentrale Wärmepumpen auch eine dem jeweiligen Gebäude angepasste Erhöhung des Temperaturniveaus möglich ist und somit auch denkmalgeschützte oder andere Gebäude mit eingebunden werden könne, die aufgrund begrenzter Sanierungsmöglichkeiten auf ein höheres Temperaturniveau angewiesen sind.

¹⁴ u.a. auf Grundlage der sich in Bearbeitung befindlichen Langfrist- und Klimaszenarien für Schleswig-Holstein, die in diesem Punkt u.U. von den Langfrist- und Klimaszenarien für Deutschland (Langfristszenarien für die Transformation des Energiesystems in Deutschland, BMWi, September 2017) abweichen werden.

¹⁵ Erdgasstudie 2019, Energy Watch Group, September 2019

ab (vergl. Kap. D.2.2).

Dezentrale Wärme- und Kälteversorgung aus erneuerbaren Energiequellen

Um eine umfassende Transformation der Wärmeversorgung zu erreichen, müssen auch solche Gebäude mit einbezogen werden, die nicht an ein Fernwärmenetz angeschlossen sind oder auch in absehbarer Zukunft nicht sinnvoll angeschlossen werden können¹⁶, sowie in Einzelfällen auch Gebäude, die zukünftig von einem Fernwärmenetz abgekoppelt werden¹⁷. Die Wärmeerzeugung und -speicherung muss dann dezentral an bzw. in den Gebäuden selbst erfolgen. Vor Ort verfügbare erneuerbare Energiequellen für die Wärmeerzeugung sind Solarstrahlung, sowie Umwelt- und Abwärme. Diese können mit Hilfe von Solarthermie-Kollektoren und Wärmepumpen erschlossen werden.

Ein Solar- und Wärmekataster, Informationen zu Heiz- und Kühllastprofilen sowie klar definierte Planungsvorgaben unterstützen die zielführende Umsetzung (vergl. Kap. Prozesse und Werkzeuge). Wie oben in Bezug auf PV-Anlagen beschrieben, ist auch bei Solarthermieanlagen auf die technische und gestalterische Integration, geeignete Zuschnitte und mögliche Vorteile durch Standardisierung zu achten. Darüber hinaus sind für den zeitlichen Ausgleich von Wärmeerzeugung und -abnahme Wärmespeicher mit entsprechendem Platzbedarf notwendig. In Verbindung mit strombetriebenen Wärmepumpen ermöglichen diese auch Lastverschiebungen in der Wärmeversorgung, die zur Integration fluktuierender erneuerbarer Energiequellen in das Stromnetz beitragen können.

Die aus erneuerbaren Energiequellen gewonnene Wärme wird vorrangig im Gebäude selbst oder über liegenschaftsinterne Netze in benachbarten landeseigenen Gebäuden genutzt. In Abstimmung mit dem Fernwärmeversorger ist auch die Einspeisung in ein angeschlossenes Fernwärmenetz möglich. Bei gleichzeitig anfallender Wärme- und Kälteabnahme¹⁸ in einem Gebäude kann durch geschickte Kopplung der Wärme- und Kälteversorgung die Gesamtenergieabnahme deutlich reduziert werden. In Verbindung mit einem liegenschaftsinternen Wärme- oder Kältenetz ggf. mit zentralem Speicher kann dieses Prinzip auch auf alle daran angeschlossenen Gebäude¹⁹ im Verbund angewendet werden.

Auch Biomasse (z.B. in Form Holzpellets oder Holz hackschnitzel) kann als erneuerbare Energiequelle zur Wärmeerzeugung vor Ort genutzt werden und dabei auch eine Ausgleichsfunktion beim verstärkten Einsatz wetterabhängiger erneuerbarer Energiequellen übernehmen. Hierbei ergeben sich aber auch Zielkonflikte. Bei Bioenergieträgern ist stets ein Abwägen zwischen der flächengebundenen Produktion von Nahrungsmitteln einerseits und Energiepflanzen andererseits erforderlich. Dabei sollte auf fruchtbaren Böden die bedarfsgerechte Nahrungsmittelerzeugung Vorrang genießen.²⁰ Außerdem konkurriert die Nutzung von Biomasse als Brennstoff im Gebäudebereich mit dem stofflichen Bedarf (z.B. Möbelindustrie), dem Verkehr (z.B. Biokraftstoffe), der Nutzung als Brennstoff in der Industrie und der Energiewirtschaft.²¹ Nicht zuletzt kommt Biomasse, v.a. in Form von Wald, eine große Rolle als natürliche CO₂-Senke zu.²² der , so dass diese eher in Sonderfällen (z.B. dort, wo sie als Abfallstoff anderer Sektoren z.B. Gülle aus der Tierhaltung anfällt oder bei denkmalgeschützten Gebäuden, die dezentral vor Ort mit Wärme auf hohem Temperaturniveau versorgt werden müssen) im Gebäudebereich eingesetzt werden sollte.

Optimierung Anlagenbetrieb und Nutzerverhalten

Bauliche Maßnahmen zur Reduktion der Energieabnahme und zur Steigerung der Nutzung erneuerbarer Energiequellen bilden eine gute Grundlage für eine Dekarbonisierung der Energieversorgung. Letztlich entscheidet sich aber dann in der Praxis bzw. im alltäglichen Betrieb, wieviel Energie tatsächlich abgenommen wird. Die Optimierung des Anlagenbetriebes und die Einbindung der Nutzer, bzw. die positive Beeinflussung

¹⁶ z.B. aufgrund der Lage außerhalb von Fernwärme- oder Fernwärme-Erweiterungsgebieten

¹⁷ z.B. aufgrund der Optimierung der Anschlussdichte oder Absenkung des Temperaturniveaus

¹⁸ z.B. durch hohe Kühllasten für zentrale IT-Ausrüstung

¹⁹ ggf. sogar unter Einbeziehung benachbarter nicht-landeseigener Gebäude

²⁰ https://www.energieland.hessen.de/pdf/abschlussbericht_energiegipfel_2011.pdf

²¹ Langfristszenarien für die Transformation des Energiesystems in Deutschland, BMWi, September 2017

²² <https://bundeswaldinventur.de/dritte-bundeswaldinventur-2012/klimaschuetzer-wald-weiterhin-kohlenstoffsенke/>

ihres Verhaltens, sind also ebenso notwendig für die Erreichung der klimapolitischen Zielsetzungen. Die Optimierung des Anlagenbetriebes beginnt mit einfachen geringinvestiven Maßnahmen, wie z.B. einem hydraulischen Abgleich des Heizsystems. Die Installation digitaler Mess-, Steuerungs- und Regelungstechnik (MSR-Technik), sowie entsprechender Systeme zur Datenhaltung und deren Anschluss an das Internet eröffnen vielfältige Optionen zur weiteren ökologischen und ökonomischen Optimierung des Anlagenbetriebes in einzelnen Gebäuden, im Quartier und innerhalb lokaler, regionaler und überregionaler Energienetze (Wärme und Strom) und sind die unerlässliche Grundlage für eine sparsame Betriebsführung. Auf Grundlage dieser Erfassung und Verfügbarkeit der Daten erfolgt zumeist ein klassisches Energie- und Anlagenmonitoring, also die ingenieurmäßige Analyse der aufgezeichneten Daten und die Ableitung von Optimierungspotentialen. Hierdurch werden i.d.R. hohe Einsparpotentiale gehoben, gerade auch bei komplexerer Anlagentechnik. Die Automatisierung ermöglicht noch weitgehende Anwendungen für die Betriebsoptimierung, wie z. B. Lastmanagement im Rahmen der Kopplung von Wärme- und Stromsektor, vorausschauende Regelungen auf Grundlage von betriebsbegleitenden Simulationen unter Einbindung von Wettervorhersagen (Model Predictive Control) und selbstlernende Regelungen auf Grundlage Künstlicher Intelligenz. Letztere reagieren auch ohne weiteres Zutun der Nutzer auf deren Verhalten. Darüber hinaus hat auch die Nutzereinbindung großes Potential zur Reduktion der Energieabnahme (vergl. Kap. Prozesse und Werkzeuge). Eine aktive Einbindung der Nutzer kann vor allem durch Information und Motivation erfolgen. Diese reicht von der jederzeit verfügbaren Information zum eigenen Energieverbrauch (Smart Meetering) bis hin zur Aktivierung des menschlichen Spieltriebes durch sogenannte „Serious Games“ (z.B. Wettbewerb zur Energieeinsparung durch Vergleich des Energieverbrauchs mit einer Vergleichsgruppe) oder monetäre Anreize. Dabei ist es wichtig, die Einbindung der Nutzer nicht bei der Information zu den Energieverbräuchen enden zu lassen, sondern ihnen auch konkrete Hilfestellungen für Einsparmaßnahmen an die Hand zu geben. Letztendlich ist die Umsetzung energiesparenden Nutzerverhaltens auch eine Führungsaufgabe. Für die Optimierung des Anlagenbetriebes und die zielführende Beeinflussung des Nutzerverhaltens, sowie weitere Anwendungen im Rahmen der fortschreitenden Digitalisierung wird vermehrt Mess-, Steuerungs- und Regelungstechnik in Landesliegenschaften verbaut werden. Diese verursacht neben erheblichen Kosten auch zusätzlichen Stromverbrauch. Aus ökonomischer und ökologischer Sicht ist es daher geboten, beim Ausbau der Gebäudeautomation darauf zu achten, dass diesem Aufwand entsprechende Einsparungen an Kosten und Energie im Gebäudebetrieb gegenüberstehen. In Pilotprojekten können hierfür verschiedene Ansätze untersucht und bewertet werden, um diejenigen mit dem besten Aufwand-zu-Nutzen-Verhältnis in der Breite auszurollen.

C.2.3 Materialeinsatz optimieren

Nicht nur durch den Gebäudebetrieb, sondern auch durch jegliche Bautätigkeit im Gebäudebereich - also Errichtung, Instandsetzung, Umbau oder Abriss - werden Treibhausgasemissionen erzeugt. Diese werden im Folgenden graue Emissionen genannt. Sie entstehen vor allem bei der Gewinnung von Rohstoffen, deren Verarbeitung zu Baustoffen und Komponenten, sowie bei deren Transport. Trotzdem werden i.d.R. lediglich die Treibhausgasemissionen aus dem Gebäudebetrieb bilanziert (Scope 1 und 2) und als Bewertungsgröße für die Erreichung der Klimaschutzziele herangezogen. Dies liegt zum einen daran, dass die grauen Emissionen nur mit deutlich höherem Aufwand zu erfassen sind²³ und zum anderen bislang noch einen eher untergeordneten Anteil zu den Gesamtemissionen beitragen. Werden die Treibhausgasemissionen aus dem Gebäudebetrieb aber zukünftig erfolgreich weiter reduziert bzw. gegen Null geführt, so wächst der Anteil der grauen Emissionen entsprechend gegen 100 Prozent und wird zur bestimmenden Größe für die verbleibenden Gesamtemissionen

²³ Während die Treibhausgasemissionen aus dem Gebäudebetrieb i.d.R. aus vorliegenden Energiebedarfsberechnungen bzw. Energieverbrauchsabrechnung abgeleitet werden, können graue Energien nur im Rahmen einer Ökobilanz ermittelt werden.

im Gebäudebereich.

In Bezug auf die in Kap. Ableitung Kernfrage aus Zielsetzung einer CO₂-freien Strom- und Wärmeversorgung hergeleitete zweite Kernfrage „Wie können bauliche Maßnahmen für Landesliegenschaften treibhausgasneutral umgesetzt werden?“, lassen sich für das Fokusthema Energieabnahme folgende Optimierungsfelder anführen:

Materialeffizient konstruieren

Durch den Einsatz von Bauweisen, die bei geringem Materialeinsatz eine hohe Leistungsfähigkeit aufweisen, lässt sich v.a. im Bereich der Primärstruktur von Gebäuden der Materialeinsatz deutlich reduzieren. Dies sind u.a. Leichtbauweisen, wie sie bislang vor allem aus dem Fahrzeug- und Maschinenbau bekannt sind und vermehrt im Bauwesen angewendet und weiterentwickelt werden.

Treibhausgasintensive Materialien ersetzen

Durch die Substitution treibhausgasintensiver Materialien, wie z.B. Zement, können die grauen Emissionen weiter gesenkt werden.²⁴ Dies kann zum einen durch die Verwendung recycelter Materialien, oder nachwachsender Rohstoffe, wie z. B. Holz, erfolgen.

Holz ist bei nachhaltiger Bewirtschaftung ein besonders umweltschonender Baustoff. Er speichert CO₂ über lange Zeit in den Gebäuden. Hinsichtlich des Energieeinsatzes bei Herstellung und Verarbeitung weisen Holzbauteile eine günstige Bilanz auf. Durch einen hohen Vorfertigungsgrad und moderne Holzbau-techniken im Holzbau wird die Bauzeit bei Errichtung bzw. Umbau von Gebäuden vielfach erheblich verkürzt. Daher eignet sich Holz insbesondere bei Aufstockungen und Umbaumaßnahmen.

Der Einsatz von Holz ist aufgrund seiner Brennbarkeit bauaufsichtlich beschränkt. Bis 2002 durften daher Gebäude mit einer tragenden Struktur aus Holz nur mit geringer Höhe bis 7 Meter errichtet werden. Mit Einführung der Musterbauordnung 2002 wurde erstmals die rechtliche Grundlage geschaffen, hochfeuerhemmende Holzbauteile für tragende Elemente bis zu einer Gebäudehöhe von 13 Meter einzusetzen. Zur Spezifizierung der Anforderungen wurde 2004 die Musterholzbaurichtlinie erstellt, die mittlerweile in allen Bundesländern als technische Baubestimmung eingeführt ist. Allerdings müssen hohe Anforderungen an den Brandschutz erfüllt werden. Zudem zeigte sich in der baulichen Umsetzung, dass vor allen Dingen die Führung von Installationen und die Ausbildung von Bauteilanschlüssen zu Problemen führten. Die Muster-Holzbaurichtlinie 2004 hat deshalb nicht zum vermehrten Einsatz von Holz geführt.

Aktuell ist der vermehrte Einsatz von Baustoffen aus nachwachsenden Rohstoffen politisch gewünscht. Der Holzbau soll gefördert und ein klimaneutrales Bauen ermöglicht werden. Die Bauministerkonferenz hat deshalb am 26./27. September 2019 mit der Änderung der Musterbauordnung erweiterte Regelungen zum Einsatz von Holz für Tragkonstruktionen und Außenwandbekleidungen in allen Gebäudeklassen bis zur Hochhausrichtlinie beschlossen. Nachlaufend, wird die Bauministerkonferenz eine neue Holzbaurichtlinie veröffentlichen. Der Entwurf der Holzbaurichtlinie liegt mit Stand vom 23.05.2019 vor und befindet sich im Anhörungsverfahren. Die Landesregierung Schleswig-Holstein hat mit dem Gesetz zur Änderung der Landesbauordnung vom 1. Oktober 2019 beschlossen, dass Bauteile, die feuerbeständig oder hochfeuerhemmend sein müssen, aus brennbaren Baustoffen zulässig sind, sofern sie den Planungs-, Bemessungs- und Ausführungsregelungen der Technischen Baubestimmungen nach § 83a entsprechen. Dies gilt nicht für Brandwände oder notwendige Treppenträume der Gebäudeklasse 5. Voraussetzung dafür ist die in den Gremien der Bauministerkonferenz zu erarbeitenden Holzbaurichtlinie.

Rückführung in den Materialkreislauf konsequent umsetzen

Neben der Verwendung recycelter Materialien trägt auch die Recyclingfähigkeit der verwendeten Materialien und Komponenten zur Reduktion der grauen Emissionen bei. Wird darüber hinaus auf eine sortenrein trennbare

²⁴ vergl. auch Langfrist- und Klimaszenarien Berichtsmodul 10a Kurzfassung, S. 10

Konstruktionsweise geachtet, so können diese Materialien in den Kreislauf zurückgeführt werden. Somit kommen die einmal eingesetzten grauen Emissionen einer weiteren Nutzung zugute. Man könnte es auch so formulieren: Das einmal getätigte Investition grauer Emissionen muss nicht nach einem einmaligen Nutzungszyklus abgeschrieben werden, sondern kann in weiteren Zyklen genutzt werden.

Gebäudebestand konsequent weaternutzen

Der Gedanke zu grauen Emissionen als Investition kann auch auf den gesamten heute vorhandenen Gebäudebestand übertragen werden. Im Vergleich zu einem Ersatzneubau oder Neubau trägt diesem Gedanken folgend, die umfassende Sanierung oder der Umbau eines Bestandsgebäudes zur Reduktion der grauen Emissionen aus Bautätigkeit bei (vergl. Kap. D.2.3). Dies sollte auch in die diesbezüglichen Entscheidungsprozesse (vergl. Kap. Vorgaben und Weisungen und Kap. Prozesse und Werkzeuge) einfließen.

Versteckte Emissionsquellen vermeiden

Neben den offensichtlichen Treibhausgasemissionen, fallen im Gebäudebetrieb auch „versteckte“ Emissionen an. So z.B. durch viele Kältemittel, die in Kälteaggregaten und Wärmepumpen verwendet werden. Entweichen diese Kältemittel aufgrund von Undichtigkeiten oder Instandhaltungsarbeiten, werden sie in der Atmosphäre als teilweise sehr starke Treibhausgase wirksam. Auch in diesem Zusammenhang könnte man von grauen Emissionen sprechen, die es durch den Einsatz klimaneutrale Kältemittel zu verhindern gilt.

Auch wenn der Anteil der grauen Emissionen an den Gesamtemissionen heute noch eine eher untergeordnete Rolle spielt und dessen Erfassung anhand von Ökobilanzen (z.B. im Zuge einer BNB-Nachhaltigkeitszertifizierung) i.d.R. mit einem deutlichen Zusatzaufwand verbunden ist, muss auch dieses Thema im Rahmen der Teilstrategie in den Fokus genommen werden. Bei einer erfolgreichen Umsetzung einer treibhausgasneutralen Strom- und Wärmeversorgung bis zum Jahr 2050 sind dies dann nämlich die einzigen dann noch verbleibenden Emissionen im Gebäudebereich. Hierfür muss auch nicht für jede Baumaßnahme eine eigene Ökobilanz erstellt werden. Vielmehr sollten die großen Einflussfaktoren identifiziert, sowie für relevante und typische Anwendungsfälle entsprechende Lösungsansätze entwickelt werden. Diese können dann in entsprechende Anpassungen der internen regulatorischen Rahmenbedingungen einfließen (vergl. Kap. Vorgaben und Weisungen) und somit in der Breite Wirkung entfalten. Für den Bereich der Kältemittel liegt mit der F-Gase Verordnung hier eine direkt anzuwendende Regelung vor. Eine zeitnahe Bilanzierung und systematische Rückführung der Treibhausgase ist dringend erforderlich.

C.2.4 Suffizienzpotentiale heben

Die Höhe der Gesamtemissionen wird maßgeblich von Festlegungen während der Planung bestimmt, auch wenn graue Emissionen erst bei der Umsetzung baulicher Maßnahmen und alle weiteren Treibhausgasemissionen erst beim Gebäudebetrieb anfallen. Darüber hinaus haben aber auch grundlegende Entscheidungen in sehr frühen Planungsphasen einen erheblichen Einfluss auf die Größenordnung der Gesamtemissionen, nämlich die Festlegung der mit der Bauaufgabe zu deckenden Bedarfe. Werden diese zu hoch angesetzt, verursachen Sie unnötige Treibhausgasemissionen, aber auch unnötige Kosten. Dies zu vermeiden ist der Ansatz der Suffizienz (dt.: genügen, ausreichen), für den sich in Bezug auf Gebäude im Wesentlichen folgenden Optimierungsfelder anführen lassen:

Flächenbedarfe

Die geplanten Flächen eines Gebäudes müssen errichtet und hernach ausgestattet, gereinigt, konditioniert, bewacht usw. werden, die dafür notwendige Energie verursacht Kosten und Treibhausgasemissionen. Kann nun vor der Planung der Flächenbedarf durch geschickte räumliche und organisatorische Disposition reduziert werden, so folgt daraus automatisch eine Reduktion der Energieabnahme und damit der Energiekosten und

Treibhausgasemissionen im Gebäudebetrieb.²⁵ Da in einem solchen Fall u.U. weniger oder keine neuen Flächen errichtet werden müssen, sinken auch Errichtungskosten und graue Emissionen.

Als Bewertungsmaßstab für eine suffiziente Planung kann der Flächenbedarf pro Nutzer, also z.B. pro Mitarbeiter, dienen. Dabei sind - nicht zuletzt um als Arbeitgeber im umkämpften Fachkräftemarkt weiter attraktiv zu bleiben - innovative räumliche Konzepte und eine Anpassung der Arbeitsorganisation notwendig. Dies insbesondere auch vor dem Hintergrund und unter Nutzung der Möglichkeiten der fortschreitenden Digitalisierung.²⁶ Ähnliches gilt für die oft sehr energieintensiven Spezialanforderungen z.B. in Laborbereichen. Auch aus der zunehmenden Verbreitung von Home-Office und mobilen Arbeitsweisen mit in der Folge nur noch temporärer Nutzung fester Arbeitsplätze stellen neue Herausforderungen an ein wirtschaftliches Flächenmanagement.

Komfortbedingungen und Nutzungsverhalten

Im Handlungsbereich Nutzereinbindung liegt der nicht unerhebliche Bereich der unmittelbaren Nutzung des Gebäudes. Diese besteht insbesondere aus den Komfortbedingungen und dem konkreten Nutzerverhalten. Komfortbedingungen sind z.B. die Bereitstellung eines vollklimatisierten Besprechungsraumes und Nutzungsverhalten ist die Abschaltung der Klimaanlage, dann wenn die Komfortbedingungen z.B. auch durch Fensterlüftung erreicht werden können. Auch die Festlegung eines stimmigen Komfortniveaus, dass nicht an den Maximalforderungen einzelner Nutzer ausgerichtet ist, kann die Treibhausgasemissionen im Gebäudebetrieb deutlich reduzieren. So ist z.B. bei neu errichteten bzw. sanierten Gebäuden aufgrund der hohen Oberflächen-temperaturen der raumumschließenden Flächen ein ausreichend hoher thermischer Komfort auch bei Raumlufttemperaturen von deutlich unter 21°C gegeben. Die möglichen Einsparungen über die Senkung der Raumtemperatur sind weit gespreizt, bestätigen aber im Gesamtdurchschnitt die bekannte Faustregel, dass das Absenken der Temperatur um 1°C durchschnittlich etwa 6% der Heizkosten²⁷, und dementsprechend auch die aus der Beheizung entstehenden THG Emissionen, einspart. Darüber hinaus trocknet die weniger stark aufgeheizte Raumluft im Winter die Nasenschleimhäute weniger aus und hilft so, Erkrankungen vorzubeugen.

Ein weiteres Beispiel ist der Wunsch einzelner Nutzer nach Warmwasser in den Sanitärbereichen. Es gibt wenige (Ausnahme-) Fälle, für die das Händewaschen mit Warmwasser aus Sicht der Gesundheitsvorsorge oder der Arbeitssicherheit sinnvoll ist (z.B. Behindertentoiletten, Werkstätten, Wickelräume). Die Bereitstellung sollte dann allerdings nicht flächendeckend über alle Sanitärräume des betreffenden Gebäudes, sondern nur punktuell im wirklich notwendigen Umfang erfolgen. Auch der Arbeitskreis Maschinen- und Elektrotechnik staatlicher und kommunaler Verwaltungen (AMEV) empfiehlt in Büro- und Verwaltungsgebäuden sowie in gleichartig genutzten Teilen anderer Gebäude erwärmtes Trinkwasser für Waschelegenheiten grundsätzlich nicht vorzusehen (Ausnahme Behinderten-WC)²⁸.

Da aber nicht immer das individuelle Komfortempfinden aller Nutzer - sei es physiologisch oder aus langjähriger Gewohnheit heraus begründet - mit dem festgelegten stimmigen Komfortniveau im Einklang steht, ist auch hier die Einbindung der Nutzer durch Information und Motivation von hoher Bedeutung.²⁹

Neben dem Komfortniveau für die Nutzer, müssen auch die für technische Nutzungen gestellten Anforderungen an die Raumkonditionierung kritisch hinterfragt werden, um hier ggf. vorhandene Suffizienzpotentiale heben zu können. Dies betrifft z.B. die energie- und damit treibhausgasintensive Kühlung von Server-räumen. Hier werden die technisch möglichen Spielräume häufig nicht ausgenutzt. Darüber hinaus können diese Spielräume durch Anschaffung entsprechender Hardware in Zukunft ausgeweitet und dabei ggf. sogar weitere Synergieeffekte durch die geschickte Kopplung von Wärme- und Kälteerzeugung genutzt werden (vergl. Kap.

²⁵ Vergl. dazu auch Bericht zum Energiemanagement in schleswig-holsteinischen Kommunalverwaltungen, Landesrechnungshof Schleswig-Holstein, September 2019

²⁶ z.B. durch die digitale Verwaltung aller Dokumente und damit ortsunabhängiger Zugriffsmöglichkeiten

²⁷ Abschlussbericht Forschungsvorhaben INNOSEG, Fachbereich Gebäudetechnik und Informatik der FH Erfurt, gefördert durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)

²⁸ AMEV Sanitäranlagen 2011, Seite 12, gemäß HB-Bau grundsätzlich zu beachten

²⁹ Gerade auch in Gebäuden, wie z.B. in Justizvollzugsanstalten, in denen dies ggf. größere Nutzergruppen betrifft.

Energieversorgung optimieren und Teilstrategie Green IT).

Die Festlegung der mit einer Bauaufgabe zu deckenden Bedarfe steht i.d.R. zu Beginn der Planung und kann durch eine Bedarfsplanung³⁰ erfolgen. Auf dieser Grundlage kann mit entsprechenden Suffizienzstrategien die Auslegung eines stimmigen Komfortniveaus und die Entwicklung räumlicher Lösungen mit moderatem Flächenbedarf und hoher Gebrauchstauglichkeit aufbauen. Damit können sowohl Kosten als auch Treibhausgasemissionen in erheblichem Umfang eingespart werden. Wird in die Betrachtung auch ein ausreichendes Maß an Nutzungsflexibilität mit einbezogen, so gilt dies auch bei zukünftigen nutzungsbedingten Anpassungen. Im Planungsprozess würde dann eine langfristige und nachhaltige und keine kurzfristige und pauschale Optimierung angestrebt.

C.3 Fokusthemen in Bezug auf Voraussetzungen

C.3.1 Vorgaben und Weisungen

Klimaschutz als Gesetzesziel befindet sich in einer Konkurrenzsituation mit anderen gesetzlichen Normen und Schutzziele. Der Klimaschutz als junges und technisch komplexes Schutzziel hat zwischen den etablierten und oft abschließend sowie sehr detailliert normierten älteren Schutzziele und Gesetzen einen schweren Stand. Die Verwaltungsvorschriften des HB-Bau und die Regelungen des öffentlichen Baurechtes (LBO, EnEV, EEWärmeG, EWKG S-H) nennen den Klimaschutz zwar als direktes Schutzziel, die entstehenden Emissionen aber werden nur indirekt als Kriterium gewertet.

Der bisherige, aus der preußischen Verwaltungstradition stammende Umgang mit den Landesgebäuden ist hinsichtlich Klimaschutz, Bautechnik, Werterhalt und Lebenszykluskosten untauglich. Es besteht großer Sanierungsstau, sogar die Grundanforderung der Behördenunterbringung wird in einer sich insbesondere technologisch schnell ändernden und komplexer werdenden Realität immer schlechter erfüllt. Abgebildet werden die gebäudebezogenen Abläufe in HB-Bau, im Bewirtschaftungskatalog, im Landeshaushalt und in der inneren Organisation der GMSH. So ließen sich die aus einem Sanierungsstau entstehenden, kostenintensiven Folgeschäden zum Teil umgehen, wenn rechtzeitig in bauliche Maßnahmen, die der Erhaltung und Verbesserung der Gebäudesubstanz dienen, investiert würde.

In der Landeshaushaltsordnung Schleswig-Holstein (LHO) findet sich unter „§7 Wirtschaftlichkeit und Sparsamkeit, Kosten- und Leistungsrechnung“ die Vorgabe, dass „...die Grundsätze der Wirtschaftlichkeit und Sparsamkeit unter Berücksichtigung insbesondere der wirtschaftlichen, ökologischen und sozialen Folgekosten zu beachten...“ sind.

Diese Gesetze und Regelungen haben einen besonderen Einfluss auf den Klimaschutz bzw. das Handeln der Akteure:

Energiewende- und Klimaschutzgesetz Schleswig-Holstein (EWKG S-H)

Das EWKG S-H hat zum Zweck, die Belange des Klimaschutzes zu konkretisieren und zu stärken. Es unterscheidet unter §4 (2) Klimaschutzziele, Umsetzung und Monitoring für die Landesverwaltung Schleswig-Holstein im Hinblick auf Gebäude bzw. Baumaßnahmen grundlegend drei verschiedene Fälle:

1. Neubau (Anforderung EnEV -30% für den Primärenergiebedarf und mittlere U-Werte)
2. Ausbau oder Erweiterung
- 2.1 Erweiterungsbau ohne neuen Wärmeerzeuger (Anforderung 30%ige Unterschreitung U-Werte Einzelbauteilnachweis, Anlage 3 EnEV)

³⁰ i.d.R. nach DIN 18205 „Bedarfsplanung im Bauwesen“

- 2.2 Erweiterungsbau mit neuem Wärmeerzeuger (Anforderung 30%ige Unterschreitung Primärenergiebedarf (Qp2014) & 30% Unterschreitung mittlere U-Werte)
3. Grundlegende Sanierung, also Änderungen an bestehenden Außenbauteilen (thermische Hüllfläche) von mehr als 20% in Kombination mit neuer Heizung bzw. Heizsystem (Anforderung Wärme-bedarf 50kWh/m²a)

Zu Fall 1, Neubau:

Die EnEV Berechnung ist in diesem Fall durch eine Energiebilanz nach DIN V 18599 vorzunehmen. In dieser Bilanzierung sind für das EWKG im Neubaufall die Werte Primärenergiebedarf und mittlere U-Werte um jeweils 30% zu unterschreiten.

Bei der Energiebilanzierung nach EnEV zur Ermittlung des Primärenergiebedarfs wird das Gebäude mit seinen Abmessungen, der Gebäudehülle und technischen Gebäudeausstattung in einem Rechenmodell abgebildet. Die ermittelten Energiebedarfe werden dann, unterschieden nach Energieträger, mit einem Primärenergiefaktor multipliziert. Der so ermittelte gesamte Primärenergiebedarf wird anschließend auf die energiebezogene Nutzgesamtläche (NGF_e) des Gebäudes aufgeteilt und ergibt so den spezifischen Primärenergiebedarf je Quadratmeter NGF_e.

Parallel dazu wird ein EnEV Referenzgebäude berechnet, welches die Abmessungen bzw. die Kubatur des geplanten Gebäudes übernimmt, aber für die Gebäudehülle und technische Gebäudeausstattung aus der EnEV vorgegebene Werte ansetzt. Der daraus errechnete Primärenergiebedarf stellt dann den primärenergetischen Grenzwert für das Gebäude dar, welcher für das EWKG um 30% zu unterschreiten ist.

Die Gebäudehülle wird nach Bauteilgruppen unterschieden (opake Bauteile- i.d.R. Außenwand, Fußboden und Dach, transparente Bauteile- i.d.R. Fenster) Entsprechend dem Flächenanteil wird der mittlere U-Wert für jede dieser Bauteilgruppen ermittelt. Für die Bauteilgruppen gibt es vorgegebene mittlere U-Werte, welche den Grenzwert für die Gebäudehülle darstellen.

Diese Regelung dient der deutschlandweiten Vergleichbarkeit für die Baugenehmigung. Sie benutzt daher Norm-Nutzungsprofile und das Norm-Klima des Standortes Potsdam. Die genaue Prognose des zukünftigen Energieverbrauches des geplanten Gebäudes ist nicht das Ziel dieser Regelung. Systembedingt sind die so ermittelten Energieverbrauchswerte daher zwangsläufig unrealistisch.

Rund 2/3tel der Landesliegenschaften und nahezu alle Großverbraucher von Wärme liegen in fernwärme-versorgten Bereichen. Die Primärenergiefaktoren f_p , die zur EnEV Berechnung zu verwenden sind, liegen in den größten, schleswig-holsteinischen Fernwärmenetzen deutlich unter 1 (z.B. Kiel, Neumünster oder Uni Lübeck $f_p = 0,00$). Ein neu zu errichtendes Gebäude innerhalb dieser Fernwärmenetze erfüllt somit sowohl die allgemeingültigen als auch die verschärften primärenergetischen Anforderungswerte nahezu automatisch, da der größte Teil der zur Gebäudekonditionierung benötigten Energie Wärme ist, und bei der Multiplikation mit null das Ergebnis immer null ist. Gebäude an diesen Standorten brauchen dementsprechend unter energie-bilanziellen Gesichtspunkten keine besondere Gebäudeintelligenz oder Energiekonzepte.

Die Gebäudegeometrie, Ausrichtung und Ausgestaltung der Fassaden, maßgebliche Planungsparameter beim Passivhaus und elementarer Baustein für einen geringen Verbrauch des Gebäudes, werden über das EnEV Referenzgebäudeverfahren nicht bewertet. So lange die einzelne Bauteilgruppe der Gebäudehülle verhältnismäßig besser als die des Referenzgebäudes ist, wird der EnEV Anforderungswert eingehalten. Im Hinblick auf den Klimaschutz, wo der spätere tatsächliche Verbrauch unserer Neubauten so gering wie möglich sein soll, ist der relative Anforderungswert nach EnEV -30% insofern wenig geeignet.

Energieverbrauchs- bzw. -bedarfsgrößen, die auf die Netto-Grundfläche sowie ggf. zusätzlich auf die

Personennutzungsstunden bezogen werden, erscheinen geeigneter.³¹

Der Trinkwarmwasserbedarf sollte bei der Energiebedarfsgröße unbeachtet bleiben, da dieser je nach Nutzungstyp variiert und in der Regel in den Landesliegenschaften aus arbeitsschutzrechtlichen Gründen zur Verfügung gestellt werden muss. Insbesondere die in Kapitel „Energieabnahme optimieren“ beschriebenen Voraussetzungen für ein klimaneutrales Gebäude (Stichwort NT- ready) sollten als Vorgaben gesetzt werden.

Zu Fall 2, Ausbau oder Erweiterung von Gebäuden

Prinzipiell wird hier unterschieden, ob der Ausbau oder die Erweiterung des Gebäudes mit oder ohne neuen Wärmeerzeuger erfolgt. Als wesentlichen Unterschied zum Neubau ist festzuhalten, dass die Gebäudegeometrie in diesem Fall großen, durch das vorhandene Bauwerk bzw. die Bauumgebung bestimmenden Zwängen unterliegt. Der Entwurf kann insofern unter energetischen Gesichtspunkten, den örtlichen Gegebenheiten geschuldet, nur verhältnismäßig optimal erfolgen.

Fall 2.1:

Beim Fall ohne neuen Wärmeerzeuger bedeuten die Anforderungswerte eine 30%ige Unterschreitung der U-Werte nach Einzelbauteilnachweis, Anlage 3 EnEV. Die Werte nach Anlage 3 EnEV mit der nach EWKG geforderten 30%igen Unterschreitung bewegen sich nahezu auf Passivhausniveau. Eine Verbesserung ist unter vertretbarem Aufwand kaum mehr möglich.

Fall 2.2:

Beim Erweiterungsbau mit Einbau eines neuen Wärmeerzeugers ist die Anforderung eine 30%ige Unterschreitung Primärenergiebedarfs (Q_{p2014}) und eine 30%ige Unterschreitung der mittlere U-Werte. Bei diesen Anforderungswerten verhält es sich ähnlich wie beim Neubau. Insbesondere in urbanen, fernwärmeversorgten Gebieten wird das energetische Optimum über diese Anforderungswerte unter Umständen nicht abgefordert. Es lässt sich festhalten, dass, wie beim Neubau, auch hier ein Anforderungswert bezogen auf die Netto-Grundfläche und die in Kapitel „Energie-abnahme optimieren“ aufgeführten Kernpunkte zielführender wäre.

Zu Fall 3, Grundlegende Sanierung

Bei der grundlegenden Sanierung, also Änderungen an bestehenden Außenbauteilen (thermische Hüllfläche) von mehr als 20% in Kombination mit Einbau einer neuen Heizung bzw. eines neuen Heizsystems, ist der Wärmebedarf von $50\text{kWh/m}^2\text{a}$ einzuhalten. Aktuell ist festzuhalten, dass seit Einführung des EWKG kein derartiger Fall im bauordnungsrechtlichen Genehmigungsverfahren eingetroffen ist. Nicht zuletzt auch vielleicht deshalb, weil die Vorgabe so hoch ist, dass diese in der Praxis nur kaum umzusetzen ist. Bauvorhaben, die unter diese Regelung fallen würden, werden ggf. vielleicht auch gesplittet (erst Einbau der neuen Heizung, zwei Jahre später dann hochbauliche Ertüchtigung der thermischen Hülle, also Austausch Fenster, Fassaden- oder Dachsanierung).

Bei Gebäuden mit hohem Warmwasserbedarf ist der Wert von $50\text{kWh/m}^2\text{a}$ Wärmebedarf kaum einzuhalten. So liegt der Warmwasserbedarf bei einem Bettenhaus zur Unterbringung von Auszubildenden beispielsweise schon bei $45\text{kWh/m}^2\text{a}$.³² Entsprechend verbleiben nur $5\text{kWh/m}^2\text{a}$ für die Heizwärme.

Auch bei Energiebilanzen für bestehende Verwaltungsgebäude zeigt sich, dass der Wert sehr hoch angesetzt ist. Bei beispielhaften energetischen Berechnungen und aus den Auswertungen der Gebäudesteckbriefe ergibt sich, dass neben der vollständigen Ertüchtigung der thermischen Gebäudehüllfläche (inklusive der nachträglichen Dämmung der Bodenplatte gegen Erdreich; baulich ein sehr hoher Aufwand und teilweise, bei

³¹ Forschungsvorhaben INNOSEG, Fachbereich Gebäudetechnik und Informatik der FH Erfurt, gefördert durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)

³² Eigene Quelle: EnEV Berechnung BIZ Malente, Neubau Bettenhaus, Projektnummer 21640160

zu geringen Deckenhöhen, technisch nahezu unmöglich) auch eine vollständige mechanische Belüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung zu installieren ist³³.

Mechanische Raumbelüftung	
Vorteile	Nachteile
Schutz vor Lärm und Schmutz von außen	Kosten bzw. Aufwand für Anschaffung und Betrieb
Gutes Raumklima durch regelmäßigen Luftwechsel	Aufwändige Installation im Altbau (vor allem von Zentralanlagen)
Sinkender Wärmeverbrauch durch Wärmerückgewinnung; allerdings teilweise geringer als berechnet.	Fehleranfälligkeit; freie Lüftung (Fensterlüftung) ist vorteilhafter, da geringerer Technisierungsgrad

Ähnlich wie bei der EnEV gilt auch bei der energetischen Betrachtung der Raumlüftung, dass für die Berechnung von Einsparpotentialen die Normwerte in der Praxis oft nicht zielführend sind. Während bei Besprechungsräumen durch eine Mechanische Raumbelüftung tatsächlich Komfort- und Energiegewinne erzielt werden können ist die bei vielen Büroräumen nicht der Fall. Hier muss mit gesundem Menschenverstand und unterstützt durch spezifische Messungen der für die konkreten Nutzungen angemessene Weg gefunden werden.

An dieser Stelle wäre ein relativer Vergleich der geplanten, grundlegenden Sanierung mit einem Referenzgebäude vorteilhafter, da auf wesentliche energetische Merkmale wie Gebäudegeometrie, Ausrichtung und Ausgestaltung der Fassadenflächen bei bestehenden Gebäuden keinen Einfluss mehr genommen werden kann. Auch der untere Gebäudeabschluss (Fußboden gegen Erdreich) ist, wie bereits oben beschrieben, im Bestand nur teilweise zu ertüchtigen. Dennoch lassen sich aber auch bei Bestandsgebäuden die in die in Kapitel „Energieabnahme optimieren“ aufgeführten Kernpunkte, auf einem energetisch etwas schlechterem Niveau, realisieren.

Der Großteil der energetischen, bauordnungsrechtlichen Baumaßnahmen ist jedoch derzeit der Austausch von einzelnen Bauteilen ohne Betrachtung des gesamten Systems z.B. der Heizungsflächen. Hierunter fällt der klassische Fensteraustausch oder die Dach- und Fassadensanierung. Für diesen häufigsten Fall gibt es keine über das Maß der EnEV hinausgehende Anforderung.

Leitfaden Nachhaltiges Bauen

Ziel des nachhaltigen Bauens ist der Schutz allgemeiner Güter, wie Umwelt, Ressourcen, Gesundheit, Kultur und Kapital. Aus diesen leiten sich die klassischen drei Dimensionen der Nachhaltigkeit - Ökologie, Ökonomie und soziokulturelle Aspekte - ab, an denen auch die Qualität eines Gebäudes gemessen werden muss. Darüber hinaus sind technische Qualitäten sowie die Prozessqualität zu beachten, die als Querschnittsqualitäten Einfluss auf alle Teilaspekte der Nachhaltigkeit haben.

Der Leitfaden Nachhaltiges Bauen sowie das damit in Bezug genommene „Bewertungssystem Nachhaltiges Bauen“ (BNB) des Bundesbauministeriums stellen die beiden zentralen und umfassenden Instrumente dar, um die Ziele der Nachhaltigkeitsstrategie der Bundesregierung im Bereich des Bauwesens konkret umzusetzen. Der Leitfaden Nachhaltiges Bauen beschreibt Verfahren, formuliert Zielvorgaben und gibt allgemeine Empfehlungen, um die Planung, die Realisierung sowie das Nutzen und Betreiben von Bundesbauvorhaben an den Nachhaltigkeitsgrundsätzen auszurichten.³⁴

³³ Eigene Quelle: Energetische Berechnungen PDG Hinterhaus Gartenstr. 7, Projektnummer 21740073

³⁴ <https://www.fib-bund.de/Inhalt/Leitfaden/NachhaltigesBauen/>

Der Leitfaden Nachhaltiges Bauen ist durch das HBBau als Arbeitshilfe bei der Planung und Durchführung von Hochbaumaßnahmen des Landes eingeführt mit der Empfehlung, die dort beschriebenen Grundsätze, Verfahren und Methoden entsprechend den Vorgaben des HBBau zu berücksichtigen.

In §4 (3) EWKG steht geschrieben, dass die Landesregierung bei Hochbaumaßnahmen im Bereich der Landesliegenschaften den „Leitfaden Nachhaltiges Bauen“ anwendet.

Der Leitfaden Nachhaltiges Bauen ist vom seinem Aufbau her eine Kann-Bestimmung. Eine Präzisierung von Schwerpunkten bzw. Themengebieten, die in der Planung beachtet werden sollen, gibt es nicht. Es fehlt eine entsprechende Vorgabe, welche Kriterien bzw. Werkzeuge bei Baumaßnahmen konkret angewendet werden sollen.

Zertifizierungssysteme für nachhaltiges Bauen (BNB, DGNB etc.)

Um die abstrakten Kann-Bestimmungen und reinen Handreichungen des Leitfadens für Nachhaltiges Bauen mess- und damit operationalisierbar zu machen, wurde von der Bundesregierung u.a. das „Bewertungssystem Nachhaltiges Bauen“ (BNB) eingeführt. Die Erreichung bestimmter Mindestergebnisse in diesem System für Neubauten kann z.B. per Grundsatzerlass für den Landesbau vorgegeben werden (vgl. Kapitel Prozesse und Werkzeuge).

Aufstellen eines „Handbuchs für den klimaschonenden Betrieb von Landesgebäuden“

Voraussetzung für eine Optimierung des Nutzerverhaltens ist die Festlegung geeigneter Vorgaben für die Nutzung. Insbesondere im Bereich des Stromverbrauchs, aber auch beim Wärmeverbrauch, kann das Land durch Vorgaben für die Nutzung den Energieverbrauch beeinflussen (Vergleich hier Kapitel F „Energieabnahme optimieren“, Abschnitt Optimierung Anlagenbetrieb und Nutzerverhalten). Entscheidend ist, dass für relevante Bereiche klare Vorgaben für die Nutzung mit Verhaltensregeln definiert werden. Die Einhaltung muss von der Führung in den Verwaltungseinheiten konsequent eingefordert werden.

Das Verhalten zum Klimaschutz könnte z.B. Gegenstand einer Regelkommunikation werden und in Mitarbeiterfördergespräche und Beurteilungskriterien einfließen. Führungskräfte müssen auf ihre Vorbildfunktion verpflichtet werden. Dies muss auf höchster Ebene (Minister und Staatssekretäre) beginnen und durch alle Hierarchiestufen der nachgeordneten Verwaltung durchtragen.

Die nutzende Verwaltung bestimmt den Bestand und die Betriebszeiten an Geräten. Auch die Gebäudetechnik wird teilweise vom Nutzer bestimmt (z.B. Nachrüstung von Klimaanlage für Sitzungsräume und Warmwasser zum Händewaschen). Ein Handbuch für den klimaschonenden Betrieb von Landesgebäuden ist hilfreich, um im Gebäudebetrieb eine klare Vorgabe für die jeweilige Dienststellenleitung bzw. die Landesbediensteten zu haben.

Durch das Smart Meetering (intelligente Zähler) gibt es die Möglichkeit, den Verbrauch (Wärme und Strom) besser zu analysieren und für den Nutzer zu visualisieren. Dies hat den Vorteil, dass für den Nutzer die Änderung seines Verhaltens sichtbar bzw. ablesbar wird und somit die Akzeptanz für energieeinsparende Maßnahmen steigt.

Für die komplexen modernen Gebäude können mit Nutzung moderner Medien individuelle Handlungsempfehlungen für den Nutzer gegeben, die Motivation zur Energieeinsparung gefördert und Motivationsanreize zur weiteren Energieeinsparung über Energieeinsparwettbewerbe geschaffen werden.³⁵

³⁵ vgl. EU Energy Trophy https://ec.europa.eu/energy/intelligent/projects/sites/iee-projects/files/projects/documents/energy_trophy_final_summary_report_en.pdf

Auch das Thema der Suffizienz sollte hier abgebildet werden, insbesondere im Hinblick auf die Flächenbedarfe. Da die Höchstflächenverordnung nach HB Bau gerne als Mindestanspruch verstanden wird, könnte an dieser Stelle der Flächenanspruch je Mitarbeiter konkretisiert und, konform mit den Arbeitsstättenrichtlinien, dargestellt werden. Die Arbeitsstättenrichtlinien orientieren sich bei Ihren Vorgaben an Mindest-, nicht an Höchstflächen.

Denkmalschutz

Fast 1/4tel der Landesliegenschaften stehen unter Denkmalschutz. Diese Gebäude sollen dauerhaft erhalten bleiben. Genaue Bedingungen zum Denkmalschutz sind im Denkmalrecht (Gesetz zum Schutz der Denkmale von Schleswig-Holstein) verankert.

Diese Gebäude im Einklang mit dem Denkmalschutzgesetz klimaneutral zu transformieren ist eine besondere Herausforderung. Um den Energiebedarf der Gebäude zu senken, muss als wesentlicher Baustein die Gebäudehülle verbessert werden. Insbesondere bei den Fassaden der Gebäude prallen die Schutzziele des Denkmalrechts und des Klimaschutzes aneinander. Die Wände sind in der Regel aus Vollziegeln in verschiedenen Formaten gemauert. Die Fassadenansichten bestehen meist aus Putz oder Sichtmauerwerk. Die Dekorationen und die verwendeten Materialien (Stuck-, Ziegel und Klinker - Ornamentik (zum Teil glasiert), verhindern oft eine ganzflächige Dämmung von außen, da auf die Wiederherstellung – zum Teil auch in reduziertem Umfang – nicht nur vom Denkmalschutz, sondern auch von der Stadtplanung und den Nutzern Wert gelegt wird. Prinzipiell kann man die Fassaden aber auch von Innen dämmen; dies ist allerdings mit einem sehr hohen, baulichen Aufwand verbunden.

Die Fenster sind häufig Holzkastenfenster, welche ebenfalls den heutigen, energetischen Anforderungen nicht mehr entsprechen, aber noch besser als die Außenwand an sich denkmalchutzverträglich energetisch saniert werden können.

Es muss davon ausgegangen werden, dass in denkmalgeschützten Gebäuden die Systemtemperatur nicht so stark abgesenkt werden kann wie bei den Gebäuden, für die der NT ready Standard angestrebt wird. Insofern sind für die Bereitstellung der Wärme ergänzende Lösungen notwendig. Beispielsweise sollten solarthermische Anlagen auf den Dächern oder Nutzung von Biomasse ermöglicht werden.

Für Denkmäler bestehen insofern zur Erreichung der Klimaneutralität höhere Mittelbedarfe als in den übrigen Gebäuden.

Aufstellen der Finanzplanungsunterlage Bau (FU- Bau)

Aktuell wird bei (großen) Baumaßnahmen zur FU- Bau nach dem HBBau der Planungsstand nach Verordnung über die Honorare für Architekten- und Ingenieurleistungen (HOAI) Leistungsphase 2 „Vorentwurf“ für die Gebäudepläne mit einer Kostenberechnung in Detailtiefe LPH 3 verlangt. Das hat zur Folge, dass in der Planungsphase das wichtige Bilden und Vergleichen von Varianten nur in geringem Umfang erfolgt, da sich die Bereitschaft der Planenden, einmal in Planungstiefe LPH 3 angekommen, Änderungen vorzunehmen, in Grenzen hält. In dem Sinne wird eine der beiden Leistungsphasen (LPH 2 oder 3, je nach Betrachtungsweise) übersprungen.

Liegenschaftsübergreifende Betrachtung bei Durchleitung von PV-Strom

Im Sinne des Klimaschutzes ist es erstrebenswert, möglichst das gesamte Potenzial einer Dachfläche zu nutzen. Da in den meisten Landesliegenschaften kein nennenswerter Trinkwarmwasserbedarf besteht, könnte der Großteil der Dachflächen für die Stromerzeugung genutzt werden. Diese Ausrichtung führt in vielen Fällen zwangsläufig zu einer Einspeisung in das öffentliche Netz.

Die Möglichkeit einer Durchleitung des Stromes in eine andere Liegenschaft ist unter den vorliegenden rechtlichen Bedingungen zurzeit wirtschaftlich nicht darstellbar, den durch die Netzdurchleitung fallen neben der

EEG-Umlage (falls kein Befreiungstatbestand vorliegt) Netzentgelte und die sonstigen netzentgeltbezogenen Umlagen (KWK etc.) an.

C.3.2 Prozesse und Werkzeuge

Diese Fokusthemen setzen sich mit den operativen Prozessen, die mit der Entstehung, Nutzung und Bewirtschaftung der Gebäude verbunden sind sowie den hierfür verwendeten Werkzeugen auseinander.

Die vorhandenen Prozesse sind für den, nach mittelfristigen investiven und jährlichen konsumtiven Bau- und Bewirtschaftungsmaßnahmen getrennten, hierarchisch gesteuerten Haushaltsplanvollzug optimiert und eine Folge aus den gemachten Vorgaben. Gleiches gilt für die verwendeten Werkzeuge. Erfolgreicher Klimaschutz lässt sich durch grundsätzliche Änderungen in diesem Bereich mit der Verbesserung der anderen Aspekte kombinieren. Das bisherige Bau- und Bewirtschaftungsmodell jedoch hatte Nachhaltigkeit und Klimaschutz nicht als Steuerungsparameter.

Die aktuell zu befolgenden Vorschriften bzw. Regelungen stellen die Mitarbeiter beim Bauen und Betreiben von Gebäuden vor komplexe Anforderungen und beeinflussen die Prozesse und Werkzeuge maßgebend. Im Hinblick auf den Klimaschutz gibt es teilweise bereits zielführende gesetzliche Vorgaben. Die große Vielzahl der zu erfüllenden Anforderungen erzeugen jedoch Wechselwirkungen, die sich zum Teil sogar widersprechen. So wird beispielsweise in der AMEV für WC Räume in Verwaltungsgebäuden eine Raumtemperatur von 15°C³⁶ gefordert, in den ASR sind es 21°C³⁷. Hier bedarf es eindeutiger Vorgaben durch die Legislative. Bauen bzw. Bauplanung sollte ein kontinuierlicher Optimierungsprozess über sämtliche das Bauwerk beeinflussende Qualitäten sein. Derzeit wird nach den Parametern Investitionskosten und den (politischen) Nutzerwünschen der sog. Funktionalität optimiert.

Da der Bau und Betrieb von Gebäuden ein langfristiger – bestenfalls sogar immerwährender – Prozess ist, müssen hier langfristige Erwägungen einbezogen werden. Erhalt der Bausubstanz, Lebenszykluskosten und Klimaschutz sind solche langfristigen Erwägungen (vgl. KApitel Vorgaben und Weisungen). Der Erhalt der Bausubstanz wird kameralistisch betrachtet, jedoch im Haushaltstitel des Bauunterhalts als konsumtive Maßnahme geführt. Da die Abschreibung der Gebäude – und ein durch unterlassenen Bauunterhalt erhöhter Werteverzehr – kameralistisch nicht monetär betrachtet wird, ist das volks- und betriebswirtschaftlich Herunterwirtschaften der Gebäude im Landeseigentum jedoch Realität. Stehen die langfristigen Erwägungen also bei den Investitionsentscheidungen in Konkurrenz zu den kurzfristigen Erwägungen und ist die Höhe der verfügbaren Mittel nur gering, so fallen die Entscheidungen fast ausschließlich zugunsten der kurzfristigen Erwägungen aus. Dies ist derzeit zu beobachten. Unabhängig von der Höhe der verfügbaren Mittel ist daher die Verteilung der Mittel zwischen den kurz- und langfristigen Maßnahmen im Sinne des Klimaschutzes und der Wirtschaftlichkeit zu optimieren. Hier wirken sowohl betriebswirtschaftliche als auch klimaschützende Vorgehensweisen positiv. Die Kameralistik hingegen ist sowohl mit einem Werteverzehr als auch mit fehlendem Klimaschutz verbunden.

Eine wichtige Grunderkenntnis ist daher: Bauunterhalt ist Klimaschutz.

Die für die Landesgebäude verwendeten Prozesse und Werkzeuge sollten daher in einer Weise transformiert werden, die sowohl dem Klimaschutz als auch dem Werterhalt entgegenkommt. Die folgenden Fokuspunkte sind dabei zu benennen.

³⁶ AMEV Heizbetrieb 2001

³⁷ ASR 3.5 Raumtemperaturen, 4.2 Lufttemperaturen in Räumen, (Absatz 4)

Team für Potentialanalysen, Energiekonzepte und Sanierungsfahrpläne

Das Team hat zur Aufgabe, Potentialanalysen und Energiekonzepte auf verschiedenen Ebenen zu erstellen. Es ermittelt Quartierscluster der Landesverwaltung. Liegenschaften und Gebäude werden nicht separat, sondern ggf. auch unter Einbindung der Nachbarschaft – also sowohl Landesgebäude, wie auch Gebäude Dritter betrachtet. Die geographische Lage der Gebäude und Liegenschaften wird berücksichtigt, um Potentiale (Wind; Sonne; Geothermie; lokale Besonderheiten wie Abwärme- Nutzung, Biogas o.ä.) aktiv nutzen zu können.

Außerdem werden vorhandene Netze ermittelt und der Ausbau ggf. gefördert (vgl. hier Richtlinie zur Förderung nachhaltiger Wärmeversorgungssysteme des MELUND vom 27.05.2019). Kommunale Wärme- und Kältenetzpläne werden eruiert, um ggf. Besonderheiten der Landesliegenschaften berücksichtigen zu können. Die Kopplung von Wärme- und Kältenetzen (für Großverbraucher wie bspw. Universitäten) steht im Fokus, um Energieverschiebungen innerhalb von Liegenschaften zu ermöglichen.

Bei den Berechnungsmethoden zur Energiebedarfsermittlung werden zur Erzielung realitätsnaher Ergebnisse die bei öffentlich-rechtliche Nachweisen anzusetzenden Randbedingungen (Betriebszeit, Anzahl der Personen in den Räumlichkeiten etc.) nicht beachtet, sondern die tatsächlich vor Ort üblichen Betriebsweisen angesetzt. So können vom normativen Nutzungsprofil abweichende Gegebenheiten, bspw. Teilzeitfaktor o.ä., berücksichtigt und Berechnungsergebnisse angefertigt werden, bei denen der spätere Energieverbrauch eine größere Übereinstimmung als bisher mit der angefertigten Energiebedarfsberechnung hat. Die größten Emittenten (vgl. Kapitel D Analyse des Gebäudeportfolios) werden gesondert betrachtet, und gezielte Maßnahmen zur THG Reduktion für diese entwickelt.

Energetische Sanierungsmaßnahmen sind wirtschaftlich am sinnvollsten, wenn sie mit ohnehin anfallenden Instandhaltungsarbeiten gekoppelt sind, die Fassade also beispielsweise dann gedämmt wird, wenn das Gebäude sowieso eingerüstet werden muss. Um dieses Koppelungsprinzip nutzen zu können, sind in der Bauplanung bzw. -ausführung übergreifende Betrachtungsweisen notwendig. Aus energetischer Sicht sind Gebäude als System zu verstehen. Durch die Gebäudesteckbriefe ist innerhalb der GMSH ein Grundstein gelegt, um für Gebäude Sanierungsfahrpläne zu erstellen und letzten Endes umzusetzen. Ein individueller Sanierungsfahrplan soll die aufeinander abgestimmten Schritte einer energetischen Sanierung darstellen. Er soll die Möglichkeit bieten, Einzelmaßnahmen in ein Gesamtkonzept für das Gebäude zu integrieren. Somit werden zukünftige Sanierungsarbeiten gleich mitgedacht und es kann eine systematische Schritt-für-Schritt-Sanierung erfolgen. So kann sichergestellt werden, dass am Ende ein qualitativ hochwertiges Ergebnis erreicht wird.

Das Team erstellt anlassbezogen Sanierungsfahrpläne für die Landesgebäude, eine Implementierung in das aktuell im Aufbau befindliche Digitale Immobilien Management (DIM) erfolgt.

Durchführung von Wettbewerben

Für die erfolgreiche Umsetzung von Bauvorhaben muss der optimale Entwurf gefunden werden. Da es trotz teils präziser Vorgaben, z. B. durch ein Raumprogramm und städtebauliche Vorgaben, immer noch viele verschiedene Möglichkeiten gibt ein Bauwerk zu strukturieren, zu konstruieren und zu gestalten, versucht man durch die Planung von Alternativen die beste Lösung zu finden. Aus Klimaschutzgründen sollte ein geringer Energieverbrauch oberste Priorität haben; die Vorgaben hierzu ergeben sich aus dem Kapitel „Vorgaben und Weisungen“. Es werden vermehrt Wettbewerbe nach den Empfehlungen der „Systematik für Nachhaltigkeitsanforderungen in Planungswettbewerben“³⁸ (kurz: SNAP-Empfehlungen) durchgeführt. Fester Bestandteil der Gremien werden Energieeffizienz-experten und/ oder BNB Sachverständige, das Thema Klimaschutz resp. Energieeffizienz und Nachhaltigkeit bekommt eine entsprechend hohe Gewichtung bei der Bewertung der

³⁸ Systematik für Nachhaltigkeitsanforderungen in Planungswettbewerben (SNAP, herausgegeben durch das Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS))

Wettbewerbsarbeiten. Diese werden rechnerisch bewertet, d.h. es werden (reduzierte) Lebenszykluskostenbetrachtung und (vereinfachte) Energiebedarfsberechnungen z.B. mittels TEK-tool, durchgeführt.

Liegenschafts- bzw. Maßnahmenkoordinatoren (GMSH intern)

Aktuelle Baumaßnahmen laufen Gefahr, innerhalb eines Gebäudes parallel zu verlaufen, da diese nicht abgestimmt sind. Hierfür werden Liegenschafts- bzw. Gebäudekoordinatoren eingesetzt, die mit Blick fürs Ganzheitliche die Steuerung der einzelnen Maßnahmen übernehmen.

Bestandsgebäude sollen nicht nur bauteilbezogen, sondern in Gesamtkonzepten betrachtet und entsprechend saniert werden. Lebenszyklen von Bauteilen und Entwicklungen, wie z.B. Austausch von technischer Gebäudeausstattung, anstehende Sanierungsarbeiten an der Gebäudehülle oder das Temperaturniveau des Gebäudes (NT-ready, vgl. Kapitel „Energieabnahme optimieren“), werden antizipiert; die Bauunterhaltung kommt dadurch aus dem Reagieren in das Agieren.

Für die Umsetzung kleinteiliger Maßnahmen werden Gesamtkonzepte (Sanierungsfahrpläne) aufgestellt mit dem Ziel, das Gebäude langfristig in die richtige Richtung, insbesondere niedertemperaturtauglich (NT-ready) zu entwickeln. Hier sollten auch die gewonnenen Erkenntnisse aus dem Gebäudesteckbriefprojekt bzw. das sich momentan in der GMSH in Aufbau befindliche Digitale Immobilien Management (kurz DIM) genutzt werden. So kann eine Gesamtschau für die Entwicklung der Gebäude erfolgen und vorausschauend investiert werden. Synergieeffekte werden dadurch sowohl auf ökologischer und ökonomischer Ebene sowie beim Personaleinsatz genutzt.

Damit die Finanzierung - und die Abrechnung in der Praxis - nicht zu komplex und arbeitsintensiv wird, sind keine weiteren Einzelprogramme vorzusehen. Die Darstellung hinsichtlich der Zweckbindung kann im Projekt oder gesamtbilanziell erfolgen.

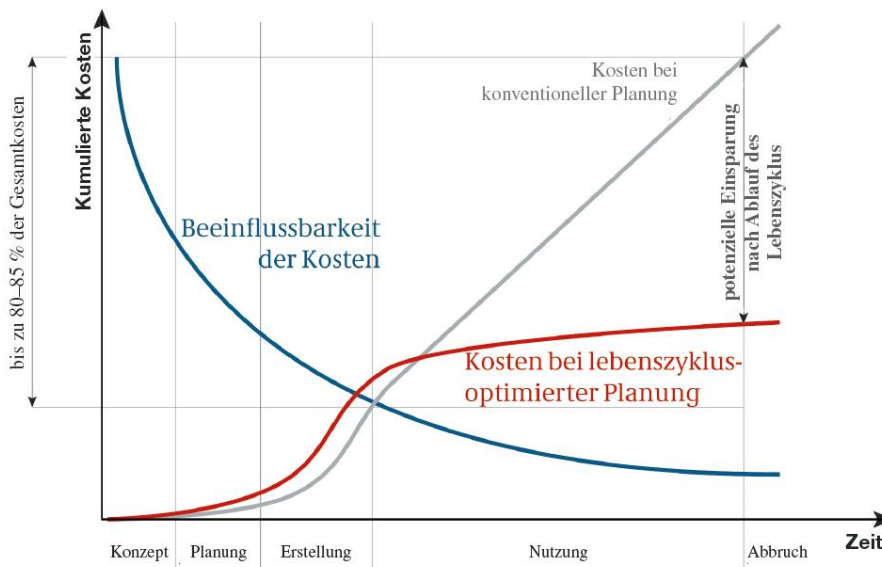
Lebenszykluskostenbetrachtung zur Entscheidungsfindung nutzen

Die Baufolgekosten übersteigen während der Lebensdauer eines Gebäudes die Errichtungskosten³⁹. Eine qualitativ hochwertige Ausführung, also auch Planung, führt zu deutlich niedrigeren Kosten in der Nutzungsphase. In Abhängigkeit von der Komplexität der Planungsaufgabe kann dies mit höheren Errichtungskosten sowie mit höherem Planungsaufwand verbunden sein. Über einen Variantenvergleich mit Hilfe der Lebenszykluskostenanalyse lässt sich das mögliche Optimierungs- beziehungsweise Einsparpotenzial bereits während der Planungsphase ermitteln.

Der Einsatz der Lebenszykluskostenbetrachtung ist insofern auch in der GMSH sinnvoll. Über die Barwerte wird auf Grundlage u.a. der Energiebilanzierung (üblicherweise DIN V 18599 Berechnung) eine optimale Entscheidungsfindung ermöglicht. Dabei wird die Endenergie des Gebäudes berücksichtigt; dies ist besonders bei Variantenvergleichen hilfreich, da nicht der spezifische, sondern totale Energiebedarf gewertet wird. Parallel ist es möglich, für die Lebenszykluskosten Obergrenzen festzulegen- entsprechende Grenzwerte hält das BNB System für verschiedene Gebäudetypen unter den ökonomischen Qualitäten vor.

³⁹ Leitfaden Nachhaltiges Bauen, herausgegeben vom BMUB

Da sich das Prinzip der schwindenden Einflussnahme Möglichkeit bei fortschreitender Projektdauer auch auf die THG Emissionen übertragen lässt, und die LCC Betrachtung die endenergetischen Kennwerte eines Gebäudes berücksichtigt, ist die ökonomische Qualität nach BNB auch zumeist vorteilhaft für die ökologische Qualität. Besonders wichtig ist der Einsatz der LCC Berechnung im frühen Planungsstadium. Zu Beginn ist die mögliche Einflussnahme groß, mit fortschreitendem Projektverlauf nimmt er stetig ab. Um dieses Einflusspotential nutzen zu können, sollten die (internen GMSH) Prozesse entsprechend optimiert werden.



Entwicklung der möglichen Einflussnahme (Quelle: Leitfaden Nachhaltiges Bauen, BBSR)

Integrale Planung

Nachhaltige Gebäude lassen sich über eine Optimierung des Planungsablaufs realisieren. Dazu bedarf es einer verbesserten Abstimmung zwischen allen Beteiligten. Da die Nutzungsphase von Gebäuden um den Faktor 10 - 20 länger ist als die Planungs- und Bauphase, ist die Qualität der heutigen Planung der entscheidende Hebel für die Qualität unserer gebauten Umwelt in den nächsten 30 – 50 Jahre und darüber hinaus. Eine Optimierung des Planungsprozesses unter Einbeziehung aller Beteiligten und deren Qualifikationen dient gleichzeitig der Optimierung des Energieverbrauchs und der resultierenden Umweltbelastungen sowie der Verbesserung des Komforts, der Akzeptanz und der Wirtschaftlichkeit des Gebäudes.

Im Bereich der Hochschulen hat die GMSH bereits ein interdisziplinäres Team gebildet. Die dort gewonnenen Erkenntnisse können als Grundlage für die zukünftige Ausrichtung des Landesbaus dienen.

Systematische Inbetriebnahme

Durch die systematische Inbetriebnahme wird ein wichtiger Beitrag zur Funktionsoptimierung von neuen, haustechnischen Anlagen geleistet. Eine systematische Inbetriebnahme ist Grundlage für ein optimales Gebäudemonitoring und trägt entscheidend zu einer langfristig und effizient funktionierenden Haustechnik bei.

Bei der systematischen Inbetriebnahme werden die einzelnen Komponenten der haustechnischen Anlage nach der Abnahme aufeinander abgestimmt und einreguliert. Im Anschluss kann die Anlage im Rahmen einer Betriebsoptimierung nach einer ersten Laufzeit von 10 - 14 Monaten noch einmal nachjustiert werden. Die systematische Inbetriebnahme bedarf eines Konzepts zur Einregulierung und Nachjustierung. Da es sich hierbei nicht um eine Standardleistung handelt, muss sie vertraglich festgehalten werden.

Die GMSH führt aktuell in Pilotprojekten bereits eine systematische Inbetriebnahme durch. Eine Auswertung dazu ist noch nicht erfolgt.

Die systematische Inbetriebnahme erfordert bereits in der Planungsphase beginnende Leistungen in Bezug auf die strukturierte Vorgehensweise, Leistungsnachweise und Dokumentation von Abnahme, Inbetriebnahme und Optimierung im Gebäudebetrieb. Der BNB Steckbrief „5.2.3 Systematische Inbetriebnahme“ kann hier als

Arbeitshilfe dienen.

Energieeinsparcontracting

Eine weitere Möglichkeit, THG Emissionen zu minimieren, bietet das Energieeinsparcontracting. Es hat zum Ziel, die Energieeffizienz zu steigern resp. Kosten einzusparen. Dabei untersucht der Contractingnehmer die Liegenschaft bzw. das Gebäude nach Einsparpotenzialen und führt die Realisierung durch. Dadurch wird der Contractinggeber von den Investitionen rund um die Energie- und Heiztechnik entlastet. Der Contractingnehmer bietet eine garantierte Reduzierung der Energieverbrauchskosten. Einsparpotenziale werden systematisch durch den Einbau von geeigneten Effizienz-, Sanierungs- oder Modernisierungsmaßnahmen erschlossen.

Energieeinsparcontracting ist ein weit verbreitetes Instrument mit verschiedenen Varianten. Die Bundesländer Bayern⁴⁰ und Hessen⁴¹ haben bereits eigene Leitfäden zu dem Thema veröffentlicht.

Die bisherigen Erfahrungen in Schleswig-Holstein zeigten allerdings, dass die Bildung langjähriger Verträge, die für ein Energieeinsparcontracting erforderlich sind, in der Praxis Probleme bergen. Die Umnutzung von Liegenschaften oder auch bauliche Veränderungen an den Gebäuden sind während der Contractingphase nur schwer möglich, da dabei schnell die Vertragspflicht verletzt wird und so Komplikationen entstehen. Durch die bereits seit Jahren durchgeführte Energie- und Betriebsoptimierung liegen der GMSH zudem grundlegende Erkenntnisse zu Verbräuchen und Energieeinsparpotentialen vor. Energieeinsparcontracting ist insofern ein Lösungsansatz, jedoch nicht ohne weiteres zielführend.

Verbräuche und THG Emissionen in vermeintlich temporären Containergebäuden

Bei einer Vielzahl von Sanierungen ist die Nutzung der Räumlichkeiten während der Bauphase nicht möglich. Für die Interimsunterbringung werden häufig Containeranlagen temporär aufgestellt. Diese Anlagen sind üblicherweise mit Stromdirektheizungen ausgestattet, und verfügen über einen niedrigen baulichen Standard. Der THG Ausstoß bei diesen Gebäuden ist entsprechend hoch. Die Diskrepanz zwischen Containeranlagen und Gebäuden wird in Zukunft, mit zunehmender Verbesserung der energetischen Qualität des Gebäudebestands, noch zunehmen.

Eine Möglichkeit, dieses Einsparpotential zu heben, ist die dauerhafte Bereitstellung von festen Interimsflächen an Kernstandorten (Kiel, Lübeck, Flensburg, ggf. Neumünster). Die bzw. das Interimsgebäude müsste ein hohes Maß an Flexibilität aufweisen, um den unterschiedlichsten Funktionsanforderungen gerecht zu werden.

Aktuell ist das Thema noch handhabbar, bei einer Steigerung der Sanierungsrate kann es aber an Bedeutung gewinnen. Um suboptimalen Sanierungen, sei es durch Zeitdruck oder inadäquate Interimsunterbringung, vorzubeugen, sollten Lösungsansätze dazu entwickelt werden.

Wirtschaftlichkeitsbetrachtung (z.B. CO₂-Kosten), Grundverständnis von Wirtschaftlichkeit,

Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen sollen als Instrument für den Vergleich verschiedener (technischer) Detaillösungen in der Planungsphase über den gesamten Lebenszyklus von Projekten dienen. Sie sind somit ein Hilfsmittel bei der Entscheidungsfindung über grundlegende Planungsalternativen. Ferner kann damit untersucht werden, ob sich eine Investition innerhalb eines definierten Zeitraums (Lebenszyklus) refinanziert bzw. amortisiert. Die Wirtschaftlichkeitsuntersuchung ist bei richtiger Verwendung, und nicht nur kurzfristigen, sondern langfristigen Betrachtungszeitraum insofern ein effektives Mittel zur Erfolgskontrolle.

Als Ziel sollte das Minimalprinzip dienen. Das gewünschte Ergebnis soll mit möglichst geringem Mitteleinsatz erreicht werden.

⁴⁰ https://www.stmb.bayern.de/assets/stmi/buw/hochbau/iaa8_cib_leitfaden_esc_201712.pdf

⁴¹ https://www.energieland.hessen.de/pdf/Contracting-Leitfaden_2012.pdf

Mieter-Vermieter-Modell

Das Mieter-Vermieter-Modell wird in vielen Bundesländern, bspw. NRW oder Hamburg, erfolgreich angewendet. Eine autarke Landeseinrichtung vermietet dabei die Landesgebäude an die Nutzer, also Hochschulen, Justiz, Justizvollzug, Polizei, Finanzverwaltung, Ministerien u.ä., die ihr dafür eine Miete bezahlen. Die Nutzer erhalten ihr Mietbudget aus dem Landeshaushalt. Durch das landesinterne Mietverhältnis wird die jährliche Immobilien-nutzung des Landes bezifferbar und transparent. Als wesentliche Vorteile darf dabei eine anhaltende Steigerung des Kosten- und somit auch energetischen Bewusstseins erwartet werden. Daher ist ein Pilotprojekt dieses Modells insbesondere für eine größere Liegenschaft sinnvoll (vgl. Kapitel C.2.4 Suffizienzpotentiale heben).

C.3.3 Relevantes Wissen erweitern und verfügbar machen

Alle mit Planungs- und Bauprozessen in Verbindung kommende Mitarbeiter der GMSH benötigen sowohl ein Grundverständnis für den Klimaschutz als auch ein – aufgabenspezifisches – technisches Mindestwissen. Da der Klimaschutz bislang im operativen Geschäft als eigenständiges Thema nicht relevant war, kann die Erweiterung und Verfügbarmachung von z.B. bautechnischem Wissen dazu beitragen, dass sowohl die Mitarbeiter der GMSH als auch die Entscheider in den Ressorts einfacher klimaschützende Lösungen finden. Außerdem sollte durch maximale Zugänglichkeit von vorhandenem Wissen oder Gewinnung neuer Erkenntnisse zu den Gebäuden und deren Nutzung eine optimale Betreuung der Gebäude gewährleistet werden.

Dafür ist ein professionelles Wissensmanagement erforderlich. Das benötigte Wissen ist in großen Teilbereichen bereits vorhanden (z.B. BNB Konformitätsprüfstelle, Energiecontrolling- und -beratung, Betriebsoptimierung u.ä.), in anderen Teilbereichen (z.B. Recyclingbaustoffe, Ökobilanzen u.ä.) muss dieses aber noch erworben und anschließend innerhalb der Organisation ausgetauscht, vermittelt und genutzt werden. Dabei geht es nicht nur darum, Informationen zu verteilen, sondern Informationen mit vorhandenem Vorwissen zu verknüpfen, so dass ein „know-why“ Effekt entsteht. Dadurch ändert sich die grundsätzliche Einstellung zum Klimaschutz und er wird Bestandteil der persönlich verfügbaren Handlungsschemata.

Der Geschäftsbereich Landesbau bzw. die GMSH führt bereits in verschiedenen Themengebieten interne Schulungen erfolgreich durch. Es wird empfohlen, auch den Klimaschutz mit all seinen Facetten als eigenständiges Thema aufzunehmen.

C.3.4 Finanzielle und Personelle Ressourcen

Kostenbetrachtung

Im Bereich der finanziellen und personellen Ressourcen besteht eine ähnliche Konkurrenzsituation wie bei den rechtlichen Rahmenbedingungen. Außerdem gilt hier der Grundsatz der Angemessenheit im Kontext der finanziellen Wirtschaftlichkeit. Was Klimaschutz jedoch von fast allen anderen Schutzziele unterscheidet, ist sein grundsätzliches Potential der Vermeidung von direkten und indirekten Kosten. Fälschlicherweise wird dem Klimaschutz daher oft unterstellt, dass er nur dann angemessen sei, wenn sich dessen Maßnahmen von alleine refinanzieren. Ein Schutzziel hat aber nicht die Aufgabe der eigenen Refinanzierung (s. Brandschutz, Barrierefreiheit, etc.) und kann daher nicht daran gemessen werden. Die Angemessenheit einer konkreten Klimaschutz-Maßnahme kann daher nur im üblichen Abwägungsprozess Notwendigkeit-Wirksamkeit-Angemessenheit (Effizienz) beurteilt werden. Eine Betrachtung der Effizienz bietet sich besonders für einen Vergleich von Klimaschutz-Maßnahmen untereinander an, die Vergleichsgröße wäre hier z.B. die Kosten pro Tonne vermiedener CO₂-Emissionen (CO₂-Vermeidungskosten). Positiv sind hier geringe Kosten pro Tonne, wobei selbstverständlich mit zunehmendem Anspruch an die Einsparungen diese Kosten auch weiter steigen (die schnell erzielbaren Gewinne/Einsparungen an einem Gebäude sind deutlich einfacher als die Vermeidung

auch noch der letzten 20%). Die Angemessenheit einer Anzahl von Klimaschutz-Maßnahmen steht hingegen im Kontext der gesamtstaatlichen Aufgaben und muss sich für die Allokation der Haushaltsmittel mit anderen Schutzziele im politischen Raum messen, d.h. konkurriert bei der Vergabe von Haushaltsmitteln mit den anderen Schutzziele bzw. zu bewältigenden Bauaufgaben. Für die Aussteuerung bzw. Bereitstellung der Haushaltsmittel können schließlich das Minimal-oder das Maximalprinzip zum Einsatz kommen. Gemäß Minimalprinzip soll eine klar definierte Aufgabe mit minimalem Aufwand erreicht werden, wohin beim Maximalprinzip aus einem definierten Budget die maximale Wirkung erzielt werden soll. Da sich bauliche Maßnahmen immer auch auf unterschiedliche Aspekte auswirken und ihre größte Effizienz bei ganzheitlicher Betrachtung entwickeln, ist die Koppelung von Maßnahmen des Klimaschutzes und anderer Belange finanzierungstechnisch erforderlich und sinnvoll.

Refinanzierungsaspekte

Da der Energieverbrauch in den Landesgebäuden zumeist unmittelbar mit der Entstehung von Kosten (für die Energieversorgung) verbunden ist, führt ein geringerer Energieverbrauch entsprechend unmittelbar zu geringeren Kosten (Ausnahmen treten z.B. bei Energieliefercontracting oder vereinbarten Mindestabnahmemengen auf). Es kann also sein, dass Klimaschutzmaßnahmen auch betriebswirtschaftlich attraktiv sind. Einer Investition und deren Verzinsung steht dabei eine Energiekosteneinsparung entgegen. Einem rein betriebswirtschaftlichen Handeln verschließt sich hier aber zumindest die Kameralistik (vgl. A1 Was unterscheidet Landesliegenschaften). Andernfalls könnte der Geschäftsbereich Gebäudebewirtschaftung der GMSH durch kreditfinanzierte Investitionen in Energiesparmaßnahmen die Betriebskosten senken und nach Abschluss der Finanzierungszeit mit der Maßnahme Gewinne erwirtschaften. Die Haushaltsmittel für Investitionen werden jedoch nicht nach betriebswirtschaftlicher Gewinnerwartung, sondern nach politischen Gesichtspunkten vergeben und eigene Kreditaufnahme ist nicht möglich. Ein Großteil der finanziellen Steuerungselemente steht für die Landesgebäude in der Kameralistik also eigentlich nicht zur Verfügung.

Finanziell wirksame Maßnahmen im Einflussbereich der Gebäudenutzer

Im kameralistischen Haushaltsvollzug der Nutzerressorts mit einer Veranschlagung der Energiekosten im Wirtschaftsplan der GMSH gibt es keinerlei Anreiz für Klimaschutz-Maßnahmen. In diesem Bereich gibt es daher bisher auch nahezu keine Klimaschutz-Aktivitäten (eine Ausnahme bilden jedoch die anders - nämlich global - budgetierten Hochschulen, welche dadurch großes Eigeninteresse an Energieeinsparungen haben). Da das Potential hier jedoch nicht unerheblich ist, muss dieser Bereich aktiviert werden. Die spezifischen Einflussmöglichkeiten unterscheiden sich jedoch in Abhängigkeit von der Nutzungsart.

Aktuelle finanzielle Ausstattung

Beim Gebäudebestand des Landes hat sich ein Sanierungsstau gebildet, der sowohl den konstruktiven Zustand der Gebäude als auch die funktionalen Nutzungsanforderungen umfasst. Die Höhe der Investitions- und Bauunterhaltungsmittel der vergangenen Jahre hat –mit dem bestehenden Regelungsrahmen – außerdem nicht dazu geführt, dass sich die energetische Situation der Landesgebäude in der Geschwindigkeit verbessert hat, wie es für die Erreichung der Klimaziele des EWKG erforderlich wäre. Gemäß der Darstellung in Kapitel B1 muss sich die Geschwindigkeit der Einsparungen im verbleibenden Zeitraum bis 2050 auf das ca. 2,5-fache der Periode seit 1990 erhöhen.

Zur Bewertung der Klimaschutzmaßnahmen sind daher Aussagen zu den benötigten Ressourcen in verschiedenen Varianten erforderlich.

Quantitative Personelle Ressourcen

Bisher liegt – mangels Eigenverantwortung der Nutzer s.o. – die alleinige Verantwortung für Klimaschutz-Aktivitäten bei der GMSH. Die Aussteuerung der Personellen Ressourcen erfolgt hier entsprechend der übertragenen Aufgaben. Diese Übertragung erfolgt grundsätzlich durch den Bewirtschaftungskatalog, die

Jahresbauprogramme bzw. einzelne Planungsaufträge. Da die GMSH eine Kosten-Leistungs-Rechnung für die übertragenen Aufgaben durchführt und mit dem Wirtschaftsplan die Ist-Kosten abrechnet, erfolgt keine Leistungserbringung für nicht beauftragte Maßnahmen.

Klimaschützende Maßnahmen erfolgen aufgrund der bestehenden Gesetze und Regelungen sowie durch Einzelbeauftragungen (Strategie/Steckbriefe für das EWKG, BNB-Zertifizierungen für die CAU).

Qualitative Personelle Ressourcen:

Mit dem EWKG und den Beauftragungen für BNB-Zertifizierungen durch die CAU hat im Landesbau der Aufbau spezialisierter Qualifikationen begonnen. In den Bauverwaltungen, die sich bereits früher auf dem Weg zu verstärktem Energiemanagement und Klimaschutz gemacht haben (vgl. Best-Practice-Beispiele A.4.2, Regelungen und Prozesse), wurde entsprechend langjährig ein großes Know-How aufgebaut und teilweise sind hier sogar hoch spezialisierte Einheiten entstanden. Da bisher nur ein kleiner Teil der GMSH Projekte besondere Klimaschutz-Anforderungen hat, ist dieser Prozess in der GMSH noch nicht sehr weit fortgeschritten. Auch ist die individuelle Haltung vieler Mitarbeiter noch hauptsächlich vom Ziel der Umsatzmaximierung geprägt und der Klimaschutz wird als zusätzliche, ggf. temporäre, Anforderung verstanden. Zuletzt ist die schleswig-holsteinische Fachkräftelandschaft außerhalb der GMSH im Bereich des Klimaschutzes – auch der allgemeinen geringen Fachkräftedichte im Baubereich geschuldet - von wenigen Leuchttürmen geprägt. Zur Umsetzung der konzeptionell und technologisch anspruchsvolleren klimaschonenden Maßnahmen ist eine systematische und anspruchsvolle Erhöhung der Qualifikationen der Mitarbeiter erforderlich.

Sofern also für Klimaschutz-Maßnahmen zukünftig erhöhte Mittel bereitgestellt werden, muss auch die Verfügbarkeit von entsprechendem Personal bzw. dessen intelligente Disposition zur Umsetzung dieser Maßnahmen geprüft werden.

Intracting Maßnahmen

Eine mögliche Variante zur Umsetzung von klimaschutzrelevanter Bauaufgaben bietet das Intracting. Hierbei tritt an Stelle des Contractors (vgl. Kapitel „Prozesse und Werkzeuge“) als privatwirtschaftlicher Energiedienstleister eine interne Verwaltungseinheit als Vertragspartner auf. Eine Grundvoraussetzung für Intracting ist ein gut funktionierendes Energiemanagement, ein ausgeprägtes Know-how in Energieeffizienztechnologie und die Möglichkeit zur Umsetzung von Bauaufgaben. Alle drei Punkte sind in der GMSH vorhanden bzw. im Aufbau begriffen und verbessern sich kontinuierlich. Die aktuellen personellen Ressourcen aber sind begrenzt, es würde keine personelle Entlastung wie bei der Alternative Contracting erfolgen, welche aber aus anderen Gründen nicht befürwortet werden kann.

Außerdem findet beim Intracting im Hinblick auf die Haushaltsmittel nur eine Verlagerung der investiven Mittel in den späteren konsumtiven Haushalt statt.

Intracting ist insofern nur bedingt tauglich, die zu lösenden Klimaschutzaufgaben zu bewältigen. Die zur Verfügung stehenden finanziellen Mittel werden nicht erweitert, die personellen Ressourcen sogar zusätzlich belastet. In kleinerem Umfang kann Intracting unter Umständen ein einfacher Lösungsansatz zur Realisierung von energetischen Maßnahmen sein, für größere Maßnahmen ist es jedoch eher ungeeignet.

D Analyse des Gebäudeportfolios

D.1 Grundlagen und Vorgehen

Der Energieverbrauch und die damit einhergehenden Energiekosten und THG-Emissionen werden regelmäßig im „Energiebericht für die landesgenutzten Liegenschaften für Schleswig-Holstein“ durch die GMSH ausgewertet und vorhandene Optimierungspotentiale dargestellt. In diesem Kapitel werden darauf aufbauend erweiterte Auswertungen und Analysen vorgenommen. Diese dienen zum einen der Überprüfung der Fokusthemen und zum anderen als Grundlage für die Ableitung von Entwicklungsszenarien und Handlungsempfehlungen für das Gebäudeportfolio des Landes Schleswig-Holstein (vergl. Kap. F und Kap. G). Eine vertiefte Betrachtung auf Ebene von Gebäudegruppen oder Einzelgebäuden ist nicht Teil der Betrachtung. Für vertiefte Analysen können weitere Auswertungen aus Anhang 2 entnommen oder für die Strategieentwicklung in klar umgrenzten Teilbereichen⁴² nach den in diesem Kapitel dargestellten Methoden und auf Grundlage der vorhandenen Daten erstellt werden.

Gemäß den Vorgaben der Startbilanz (vergl. Anhang 3) werden nur Landesliegenschaften innerhalb der dort festgelegten Systemgrenzen einbezogen⁴³ und die Strom- und Wärmeverbräuche über einen Mittelwert der Jahre 2015-2017 aus den ebenfalls für die Startbilanz genutzten Datenquellen abgebildet. Abweichend von der Startbilanz erfolgen die Auswertungen aber nicht auf Liegenschafts-, sondern auf Gebäudeebene⁴⁴. Dies ermöglicht eine genauere Differenzierung nach Nutzungstypologien und somit die Bewertung anhand der EnEV-Vergleichswerte für den Strom- und Wärmeverbrauch⁴⁵ (vergl. Anhang 5), sowie der EWKG-Zielwerte für den Wärmeenergiebedarf⁴⁶. Letztere werden allerdings nicht pauschal über alle Nutzungstypologien mit 50 kWh/m²a angesetzt, sondern - wie schon im Rahmen der Erstellung der Gebäudesteckbriefe - mit einem nach Nutzungstypologie gemäß Bauwerkszuordnungskatalog (BWZK)⁴⁷ differenzierten EWKG-Zielwert⁴⁸. Die für die Auswertungen herangezogenen Mittelwerte der Strom- und Wärmeverbräuche werden in Bezug auf einzelne unplausible Jahreswerte bereinigt. Ebenso werden einzelne Gebäude in Auswertungen ausgeschlossen, wenn für diese keine oder keine ausreichend verlässlichen Daten zur Verfügung stehen.

Entsprechend der EnEV-Vergleichswerte und EWKG-Zielwerte werden die unterschiedlichen Anteile beim Strom- und Wärmeverbrauch in die Betrachtung mit einbezogen oder ausgeschlossen. Beim Wärmeverbrauch werden folglich nur die Anteile für Raumwärme (witterungsbereinigt mit Klimafaktoren des DWD) und Warmwasser mit einbezogen. In einzelnen Gebäuden anfallende Prozesswärme wird nicht betrachtet. Beim Stromverbrauch werden folglich alle Anteile, also die für Raumkonditionierung, zentrale Dienste und Nutzerausstattung, mit einbezogen.

Während sich die EnEV-Vergleichswerte für den Strom- und Wärmeverbrauch auf Endenergie beziehen, entsprechen die EWKG-Zielwerte für den Wärmeenergiebedarf der „jährlich benötigten Wärmemenge, einschließlich des thermischen Aufwands für Übergabe, Verteilung und Speicherung“⁴⁹. Letztere wird im Weiteren als Wärmeabnahme bezeichnet. Für die Auswertungen der Wärmeverbräuche werden vereinfachend Endenergie und Wärmeabnahme gleichgesetzt, da die zur Verfügung stehenden Wärmeverbrauchsdaten keine

⁴² z.B. Auswertung auf Liegenschaftsebene, für alle Gebäude einer Institution oder eines Nutzerressorts

⁴³ Die Gesamtheit der betrachteten Landesliegenschaften kann dadurch ggf. von der im oben benannten Energiebericht der GMSH abweichen.

⁴⁴ Z.T. sind mehrere Gebäude zu einem sog. „Pseudogebäude“ zusammengefasst und somit die Zuordnung nach BWZK nicht immer eindeutig.

⁴⁵ Bekanntmachung der Regeln für Energieverbrauchswerte und Vergleichswerte im Nichtwohngebäudebestand, 07. April 2015. Gemeinsame Bekanntmachung des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie und des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit

⁴⁶ Energiewende- und Klimaschutzgesetz Schleswig-Holstein (EWKG) vom 07. März 2017 §4 Abs. 2

⁴⁷ Hierbei wird die Zuordnung gemäß BWZK in der Fassung von 1991 verwendet, da diese auch die Grundlage für die Zuordnung der EnEV-Vergleichswerte bildet.

⁴⁸ Diese bilden über die Gesamtheit der betrachteten Landesliegenschaften den Durchschnittswert von 50 kWh/m²a ab.

⁴⁹ EWKG §2 Abs. 11, entspricht auch der Erzeugernutzwärmeabgabe nach DIN V 18599

genauere Differenzierung ermöglichen.

Eine vertiefende Dokumentation der oben beschriebenen Annahmen und Festlegungen enthält Anhang 1.

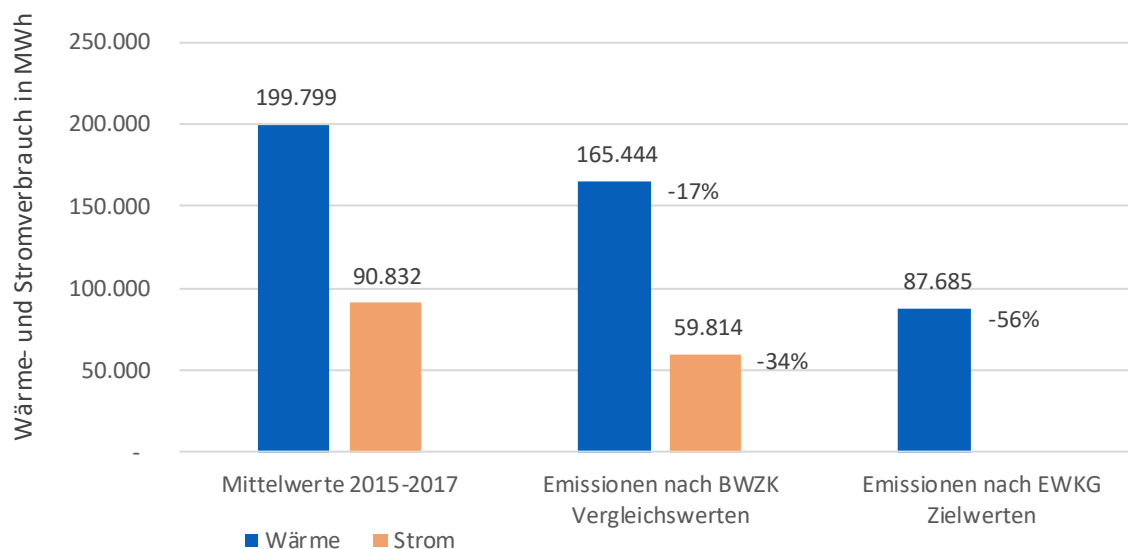
Die folgenden Auswertungen und Analysen erfolgen nach den vier umsetzungsbezogenen Fokusthemen (vergl. Kap. C.2) gegliedert, da für diese in der Regel direkte Rückschlüsse aus den zur Verfügung stehenden Daten gezogen werden können. Weitere indirekte Rückschlüsse für die vier voraussetzungsbezogenen Fokusthemen (vergl. Kap. C.3) werden aber ebenfalls dargestellt.

D.2 Auswertung nach Fokusthemen

D.2.1 Optimierungspotentiale Energieabnahme

Das Fokusthema „Energieabnahme optimieren“ beinhaltet die Optimierungsfelder „Reduktion der Energieabnahme“, „Anpassung des Temperaturniveaus für die Wärme- und Kälteabnahme“ und „Zeitliche Flexibilisierung der Energieabnahme“ (vergl. Kap. C.2.1). In den beiden letztgenannten Optimierungsfeldern lassen sich aus den zur Verfügung stehenden Daten auf Ebene des gesamten Gebäudeportfolios keine Erkenntnisse ableiten.⁵⁰

Im Optimierungsfeld „Reduktion der Energieabnahme“ lassen sich theoretische Einsparpotentiale anhand der EnEV-Vergleichswerte und EWKG-Zielwerte ableiten. Diese Einsparpotentiale werden als „theoretisch“ bezeichnet, da sie sich lediglich auf den Vergleich anhand von Kennwerten auf Ebene des Gesamtportfolios beziehen, aber keine Aussagen über das tatsächliche Einsparpotential einzelner Gebäudegruppen oder Gebäude treffen. Im Folgenden werden die „theoretischen Einsparpotentiale“ nur noch als „Einsparpotentiale“ bezeichnet und anhand von Auswertungen und Analysen dargestellt und bewertet.



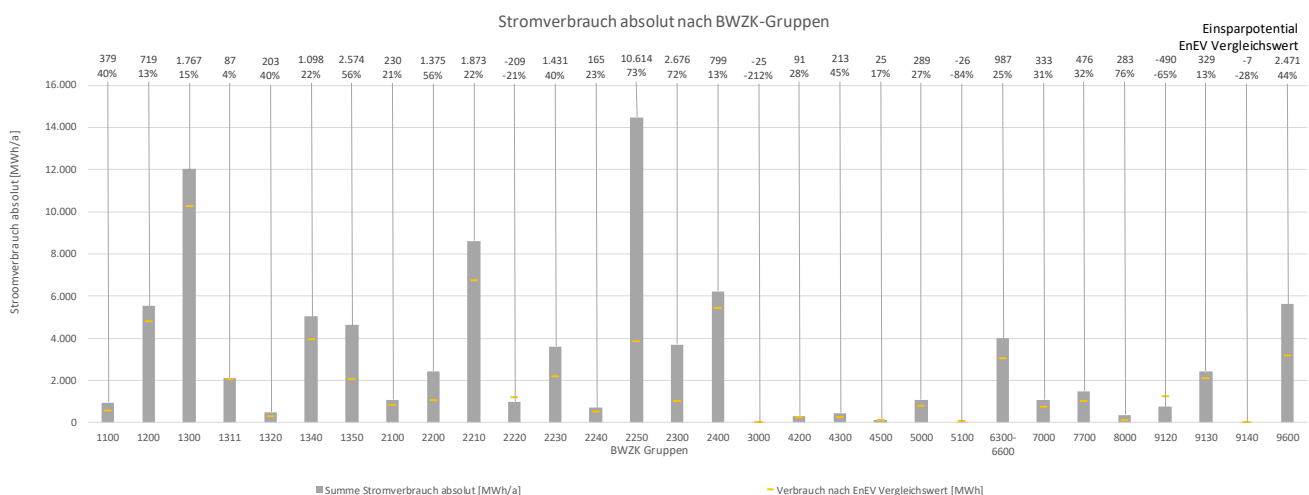
Absoluter jährlicher Strom- und Wärmeverbrauch des gesamten Gebäudeportfolios Status quo, nach EnEV-Vergleichswerten und EWKG-Zielwerten

Der Strom- und Wärmeverbrauch des gesamten Gebäudeportfolios (Mittelwerte 2015-17) liegt deutlich über dem eines identischen Gebäudeportfolios, dessen Strom- und Wärmeverbrauch genau den EnEV-

⁵⁰ So sind z.B. keine Angaben zu den Vor- und Rücklauftemperaturen der Heizsysteme oder der Größe vorhandener Wärmespeicher verfügbar.

Vergleichswerten entspricht. Betrachtet man die EnEV-Vergleichswerte als Maßstab für einen heute angemessenen Standard, so erfüllen die Landesliegenschaften in Schleswig-Holstein diesen nicht, bzw. weisen diesem gegenüber ein Einsparpotential von ca. 34% beim Stromverbrauch und ca. 17% beim Wärmeverbrauch auf⁵¹. Das absolute Einsparpotential nach EnEV-Vergleichswerten ist bei Strom und Wärme mit ca. 34 Tsd. MWh bzw. ca. 31 Tsd. MWh aber in etwa gleich groß. Stellt man den Vergleich mit einem Gebäudeportfolio an, das genau den EWKG-Zielwerten entspricht, erhöht sich das Einsparpotential beim Wärmeverbrauch auf ca. 56%. Da das EWKG keine Zielwerte für den Stromverbrauch vorgibt, kann hierfür auch kein Einsparpotential ermittelt werden.

Eine differenzierte Betrachtung der absoluten Strom- und Wärmeverbräuche nach BWZK-Gruppen erlaubt eine genauere Zuordnung der Einsparpotentiale. Diese sind in den einzelnen BWZK-Gruppen sehr unterschiedlich ausgeprägt. Von besonderem Interesse für vertiefende Betrachtungen sind BWZK-Gruppen mit hohen absoluten Einsparpotentialen gegenüber dem EnEV-Vergleichswert, die sich i.d.R. auf einen hohen absoluten Strom- bzw. Wärmeverbrauch⁵² in Verbindung mit einer hohen Überschreitung der entsprechenden EnEV-Vergleichswerte zurückführen lassen. Darüber hinaus sind auch BWZK-Gruppen mit hohen relativen Einsparpotentialen von Interesse, da diese auf eine hohe Überschreitung des EnEV-Vergleichswertes zurückzuführen. Dies ist gleichbedeutend mit einem hohen Einsparpotential pro Quadratmeter Energiebezugsfläche und lässt eine hohe Wirksamkeit und Wirtschaftlichkeit von Sanierungsmaßnahmen erwarten.



Absoluter jährlicher Stromverbrauch der betrachteten Gebäude nach BWZK-Gruppen

Bei den Stromverbräuchen lassen sich lediglich die EnEV-Vergleichswerte zur Abschätzung der Einsparpotentiale heranziehen, da keine Zielwerte für Stromverbräuche im EWKG vorgegeben werden. Besonders hohe absolute Stromeinsparpotentiale (≥ 2.000 MWh/a) weisen die BWZK-Gruppen 1350 „Rechenzentren“, 2250 „Institutsgebäude V (gemäß Rahmenplan für den Hochschulbau)“, 2300 „Institutsgebäude für Forschung und Untersuchung“ und 9600 „Justizvollzugsanstalten“ auf. Dabei zeigt sich in der BWZK-Gruppe 2250 mit ca. 10,6 Tsd. MWh absolut das höchste und mit ca. 73% auch mit das höchste relative Stromeinsparpotential. Auch die BWZK-Gruppe 2300 weist mit ca. 72% ein ähnlich hohes relatives Stromeinsparpotential auf, absolut allerdings nur ca. 2,7 Tsd. MWh. Alle oben genannten BWZK-Gruppen umfassen i.d.R. größere Gebäude mit einem hohen Grad an Nutzerausstattung. Das hohe Stromeinsparpotential in diesen BWZK-Gruppen wird daher in erheblichem Maße durch die Nutzerausstattung und sich daraus ergebende Nutzeranforderungen an die Raumkonditionierung (z.B. mechanische Lüftung oder

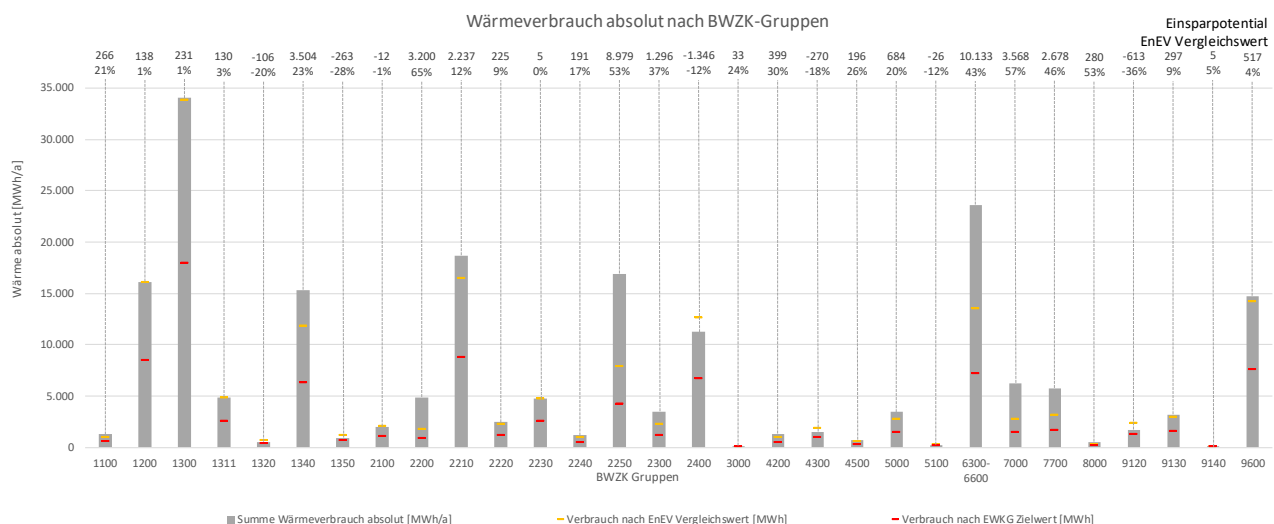
⁵¹ Summe der absoluten Einsparpotentiale der einzelnen BWZK-Gruppen mit positivem Einsparpotential im Verhältnis zum aktuellen Gesamtverbrauch (Mittelwert 2015-17) aller betrachteten Gebäude.

⁵² Dieser resultiert wiederum i.d.R. aus einem hohen Flächenanteil der BWZK-Gruppe an der Gesamtfläche des Gebäudeportfolios und/oder einem hohen spezifischen Strom- bzw. Wärmebedarf.

Klimatisierung) geprägt und vorrangig durch Suffizienz- und Effizienzsteigerungen, sowie durch sinnvolles Nutzerverhalten in diesen Bereichen zu heben sein.⁵³

Die oben aufgeführten BWZK-Gruppen mit hohen absoluten Stromeinsparpotentialen weisen allesamt auch hohe relative Stromeinsparpotentiale ($\geq 40\%$) auf. Dies gilt auch für die BWZK-Gruppen 2200 „Institutsgebäude für Lehre und Forschung“ und 2230 „Institutsgebäude III (gemäß Rahmenplan für den Hochschulbau)“ mit ca. 56% bzw. 40%, deren absoluten Stromeinsparpotentiale mit jeweils ca. 1,4 Tsd. MWh eher im Mittelfeld liegen. Auch die BWZK-Gruppen 1100 „Parlamentsgebäude“, 1320 „Verwaltungsgebäude mit höherer technischen Ausstattung“, 4300 „Sonderschulen“ und 8000 „Bauwerke für technische Zwecke“ weisen ein hohes relatives Stromeinsparpotential aus, die absoluten Stromeinsparpotentiale liegen bei diesen BWZK-Gruppen allerdings bei wenigen Hundert MWh.

Die BWZK-Gruppen 2220 „Institutsgebäude II (gemäß Rahmenplan für den Hochschulbau)“, 3000 „Gebäude des Gesundheitswesens“, 9120 „Ausstellungsgebäude“ und 9140 „Veranstaltungsgebäude“ weisen kein Stromeinsparpotential gegenüber dem jeweiligen EnEV-Vergleichswert auf.



Absoluter jährlicher Wärmeverbrauch der betrachteten Gebäude nach BWZK-Gruppen

Bei den Wärmeverbräuchen lassen sich die EnEV-Vergleichswerte und EWKG-Zielwerte zur Abschätzung der Einsparpotentiale heranziehen. Im Folgenden werden zunächst die Einsparpotentiale in Bezug auf den EnEV-Vergleichswert betrachtet, da dieses bei Umsetzung des Sanierungsfahrplans A (vergl. Kap E) im Durchschnitt aller BWZK-Gruppen nahezu vollständig gehoben werden kann.

Besonders hohe absolute Wärmeeinsparpotentiale (≥ 2.000 MWh/a) weisen die BWZK-Gruppen 1340 „Polizeidienstgebäude“, 2200 „Institutsgebäude für Lehre und Forschung“, 2210 „Institutsgebäude I (gemäß Rahmenplan für den Hochschulbau)“, 2250 „Institutsgebäude V (gemäß Rahmenplan für den Hochschulbau)“, 6300-6600 „Gemeinschaftsunterkünfte, Betreuungseinrichtungen, Verpflegungseinrichtungen, Beherbergungsstätten“, 7000 „Gebäude für Produktion, Werkstätten, Lagergebäude“ und 7700 „Gebäude für öffentliche Bereitschaftsdienste“ auf.

Dabei zeigt sich in der BWZK-Gruppe 6300-6600 mit ca. 10,1 Tsd. MWh absolut das höchste, aber mit ca. 43% nicht das höchste relative Wärmeeinsparpotential. Die BWZK-Gruppen 2200 und 7000 weisen mit ca. 65% bzw. 57% relativ ein deutlich höheres Wärmeeinsparpotential auf, absolut allerdings nur ca. 3,2 Tsd. MWh bzw. ca. 2,7 Tsd. MWh. Das sehr hohe Wärmeeinsparpotential in der BWZK-Gruppe 6300-6600 ist u.a. auf den hohen Wärmeverbrauch in den Erstaufnahmestellen für Flüchtlinge in den Jahren 2015-17 zurückzuführen, die z.T. aber schon nicht mehr in Nutzung sind. Die oben aufgeführten BWZK-Gruppen mit hohen absoluten Wärmeeinsparpotentialen weisen auch hohe relative Wärmeeinsparpotentiale ($\geq 40\%$) auf.

Die BWZK-Gruppen 1320 „Verwaltungsgebäude mit höherer technischen Ausstattung“, 1350 „Rechenzentren“,

⁵³ In Bezug auf die BWZK-Gruppe 1350 „Rechenzentren“ z.B. durch die in der Teilstrategie „Green-IT“ formulierten Maßnahmen.

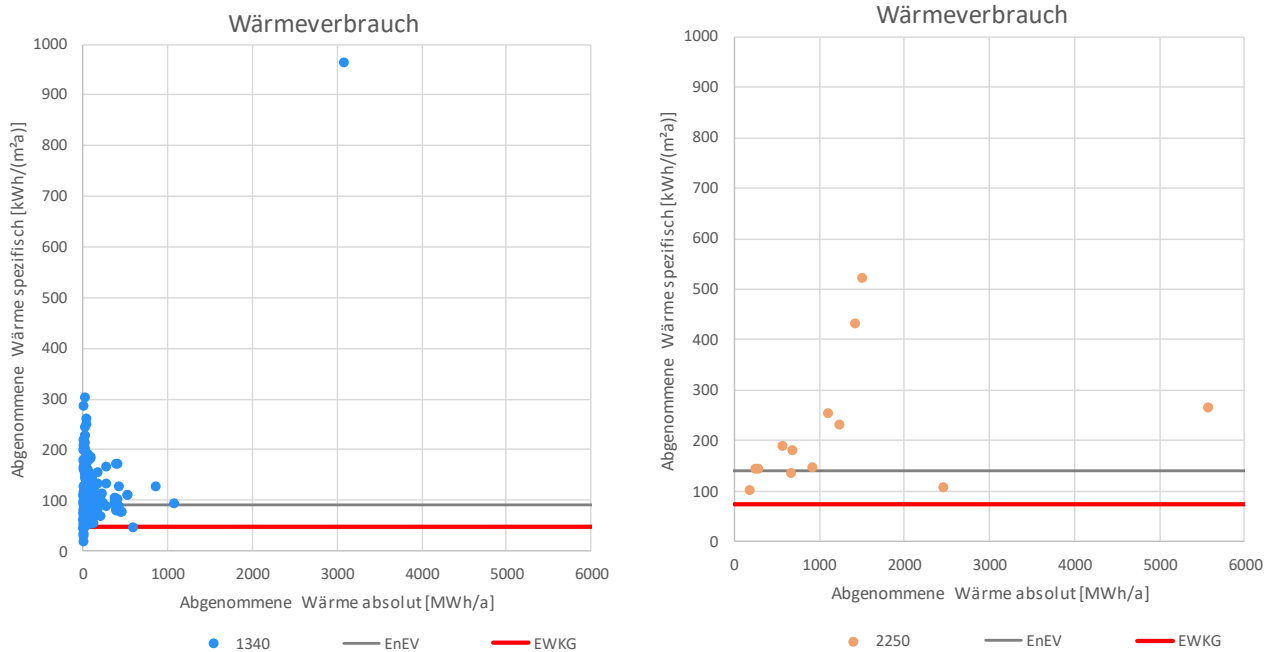
2100 „Hörsaalgebäude“, 2230 „Institutsgebäude III (gemäß Rahmenplan für den Hochschulbau)“, 2400 „Fachhochschulen“, 4300 „Sonderschulen“, 5100 „Hallen (ohne Schwimmhallen)“ und 9120 „Ausstellungsgebäude“ weisen gar kein Wärmeeinsparpotential gegenüber dem jeweiligen EnEV-Vergleichswert auf.

BWZK-Gruppen mit einem hohen Einsparpotential gegenüber dem EnEV-Vergleichswert weisen i.d.R. auch ein hohes Einsparpotential gegenüber dem EWKG-Zielwert auf. Das Einsparpotential gegenüber dem EWKG-Zielwert ist von Interesse, da dieses bei Umsetzung des Sanierungsfahrplans C (vergl. Kap E) im Durchschnitt aller BWZK-Gruppen nahezu vollständig gehoben werden kann. Je höher dabei allerdings das relative Einsparpotential gegenüber dem EnEV-Vergleichswert ist, desto geringer ist das zusätzliche Einsparpotential gegenüber dem EWKG-Vergleichswert. Dies lässt sich z.B. an der BWZK-Gruppe 2200 „Institutsgebäude für Lehre und Forschung“ ablesen. Demgegenüber stehen die BWZK-Gruppen 1200 „Gerichtsgebäude“, 1300 „Verwaltungsgebäude, normale technische Ausstattung“, 1311 „Ministerien“, 2210 „Institutsgebäude I (gemäß Rahmenplan für den Hochschulbau)“, 2230 „Institutsgebäude III (gemäß Rahmenplan für den Hochschulbau)“, 2400 „Fachhochschulen“ und 9600 „Justizvollzugsanstalten“ mit keinem bzw. nahezu keinem Einsparpotential gegenüber dem EnEV-Vergleichswert, aber gleichzeitig hohen absoluten Wärmeeinsparpotentialen (≥ 2.000 MWh/a) gegenüber dem EWKG-Zielwert. Diese lässt sich aber i.d.R. nur mit ambitionierten Sanierungsmaßnahmen heben.

Wie unterschiedlich die Ausgangslage und daraus resultierende Ansätze für die Hebung von Einsparpotentialen sein können zeigt ein Vergleich des Wärmeverbrauches der BWZK-Gruppen 1340 „Polizeidienststellen“ und 2250 „Institutsgebäude V (gemäß Rahmenplan für den Hochschulbau)“. Beide BWZK-Gruppen weisen hohe absolute Wärmeeinsparpotentiale gegenüber den EnEV-Vergleichswerten auf. Die Zusammensetzung der diesen BWZK-Gruppen zugeordneten Gebäude ist aber sehr unterschiedlich: Während sich in BWZK-Gruppe 1340 immerhin 159 Gebäude mit einer Durchschnittsfläche von ca. 820 m^2 pro Gebäude⁵⁴ und einem EnEV-Vergleichswerte von $90 \text{ kWh/m}^2\text{a}$ finden, sind es in der BWZK-Gruppe 2250 nur 13 Gebäude mit einer Durchschnittsfläche von ca. 6.400 m^2 pro Gebäude⁵⁵ und einem EnEV-Vergleichswerte von $140 \text{ kWh/m}^2\text{a}$. Diese Unterschiede werden auch in den beiden folgenden x-y-Diagrammen ersichtlich in denen auf der x-Achse der absolute Wärmeverbrauch und auf der y-Achse der spezifische Wärmeverbrauch pro Quadratmeter Energiebezugsfläche abgetragen und jedes betrachtete Gebäude einer BWZK-Gruppe als Punkt dargestellt wird.

⁵⁴ Das entspricht einer Gesamtfläche aller Gebäude von ca. 130.700 m^2 .

⁵⁵ Das entspricht einer Gesamtfläche aller Gebäude von ca. 83.160 m^2 .



1 Absoluter und spezifischer Wärmeverbrauch der betrachteten Gebäude in BWZK-Gruppe 1340 (links) und 2250 (rechts)

Das x-y-Diagramm für die BWZK-Gruppe 1340 zeigt ein enges Feld vieler kleinerer Gebäude mit jeweils eher geringen absoluten Wärmeverbräuchen von i.d.R. deutlich unter 1.000 MWh/a. Insbesondere die Gebäude mit niedrigem absolutem Wärmeverbrauch liegen über dem EnEV-Vergleichswert, so dass auf einzelne Gebäude bezogen keine hohes absolutes Wärmeeinsparpotential gegeben ist. Aufgrund der homogenen Nutzungstypologie und der i.d.R. von anderen Gebäuden unabhängigen Wärmeversorgung (vergl. Kap. D.2.2) kann die Erstellung grundsätzlicher Sanierungskonzepte und deren Übertragung auf viele Anwendungsfälle ein sinnvoller Ansatz zur Hebung des auf die gesamte BWZK-Gruppe bezogenen hohen absoluten Wärmeeinsparpotentials sein.

Das x-y-Diagramm für die BWZK-Gruppe 2250 hingegen zeigt ein breit gestreutes Feld weniger größerer Gebäude mit absoluten Wärmeverbräuchen von häufig über 1.000 MWh/a bis nahezu 5.000 MWh/a. Insbesondere die Gebäude mit hohem absolutem Wärmeverbrauch liegen über dem EnEV-Vergleichswert, so dass auf einzelne Gebäude bezogen ein hohes absolutes Wärmeeinsparpotential gegeben ist. Aufgrund der differenzierten Nutzungstypologie (Laborgebäude für naturwissenschaftliche Forschung und Lehre), den damit verbundenen hohen Anforderungen an die Gebäudekonditionierung (z.B. i.d.R. mit maschineller Lüftung) und der häufig mit anderen Gebäuden über Liegenschaftsnetze verbundenen Wärme- und ggf. Kälteversorgung (vergl. Kap. D.2.2) stellen hier auch aufwendigere Einzelbetrachtungen für Sanierungskonzepte – unter Einbeziehung von Vorgaben aus Konzepten auf Liegenschaftsebene und übertragbarer Erkenntnisse aus ähnlichen Projekten - einen sinnvollen Ansatz zur Hebung des hohen absoluten Wärmeeinsparpotentials dar.

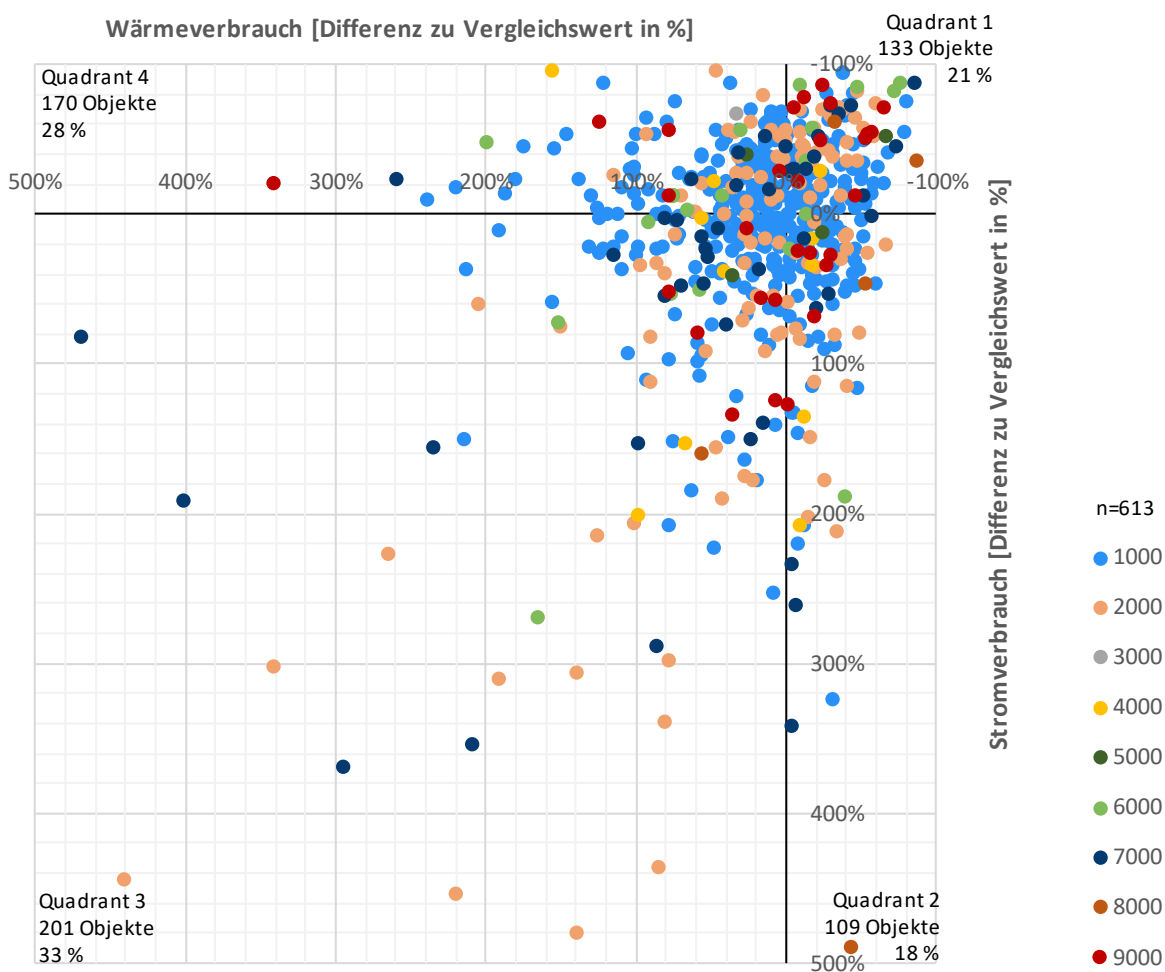
Im x-y-Diagramm der BWZK-Gruppe 1340 hebt sich nur ein Gebäude mit einem absoluten Wärmeverbrauch von ca. 3.000 MWh/a und einem spezifischen Wärmeverbrauch von ca. 950 kWh/m²a deutlich vom Feld der restlichen Gebäude ab. Es handelt sich dabei um die „Polizeidirektion AFB SH und Bereitschaftspolizei SH“ in Eutin. Tatsächlich ist dieser Wärmeverbrauch aber keinem realen Gebäude zugeordnet, sondern einem sog. „Pseudogebäude“. Es umfasst den Wärmeverbrauch aller nicht einzeln erfassten Gebäude, die Wärmeverluste aus der Verteilung zwischen den Gebäuden und die Abweichungen durch Zählerungenauigkeiten für die gesamte Liegenschaft. Die Gesamtfläche des Pseudogebäudes entspricht jener der nicht einzeln erfassten Gebäude der Liegenschaft.

Der absolute Wärmeverbrauch entspricht ca. 20% des Wärmeverbrauchs aller der BWZK-Gruppe 1340 zugeordneter Gebäude. An diesem Beispiel wird deutlich, dass für eine zielführende Umsetzung und Steuerung der Klimaschutzziele sowie für ein wirksames Energiecontrolling auch die Erfassung der Energieflüsse – dies gilt für Strom genauso wie für Wärme und in Zukunft vermehrt auch für Kälte – in den Landesliegenschaften optimiert werden muss.

Eine weitere Differenzierung erlaubt die Bewertung anhand der EnEV-Vergleichswerte und EWKG-Zielwerte auf Gebäudeebene. In einem Quadrantendiagramm kann die Über- bzw. Unterschreitung des EnEV-Vergleichswertes für den Strom- und Wärmeverbrauch jedes einzelnen betrachteten Gebäudes als Punkt abgebildet werden.⁵⁶ Die x-Achse bezieht sich dabei auf den Wärmeverbrauch, die y-Achse auf den Stromverbrauch. Ein Gebäude, das auf dem Schnittpunkt der beiden Achsen liegt entspricht genau den EnEV-Vergleichswerten. Gebäude in den vier Quadranten liegen zum EnEV-Vergleichswert jeweils wie folgt:

- Quadrant 1: Unterschreitung Strom- und Wärmeverbrauch
- Quadrant 2: Überschreitung Stromverbrauch, Unterschreitung Wärmeverbrauch
- Quadrant 3: Überschreitung Strom- und Wärmeverbrauch
- Quadrant 4: Unterschreitung Stromverbrauch, Überschreitung Wärmeverbrauch

Potentialanalyse (Wärme- u. Stromverbrauch)



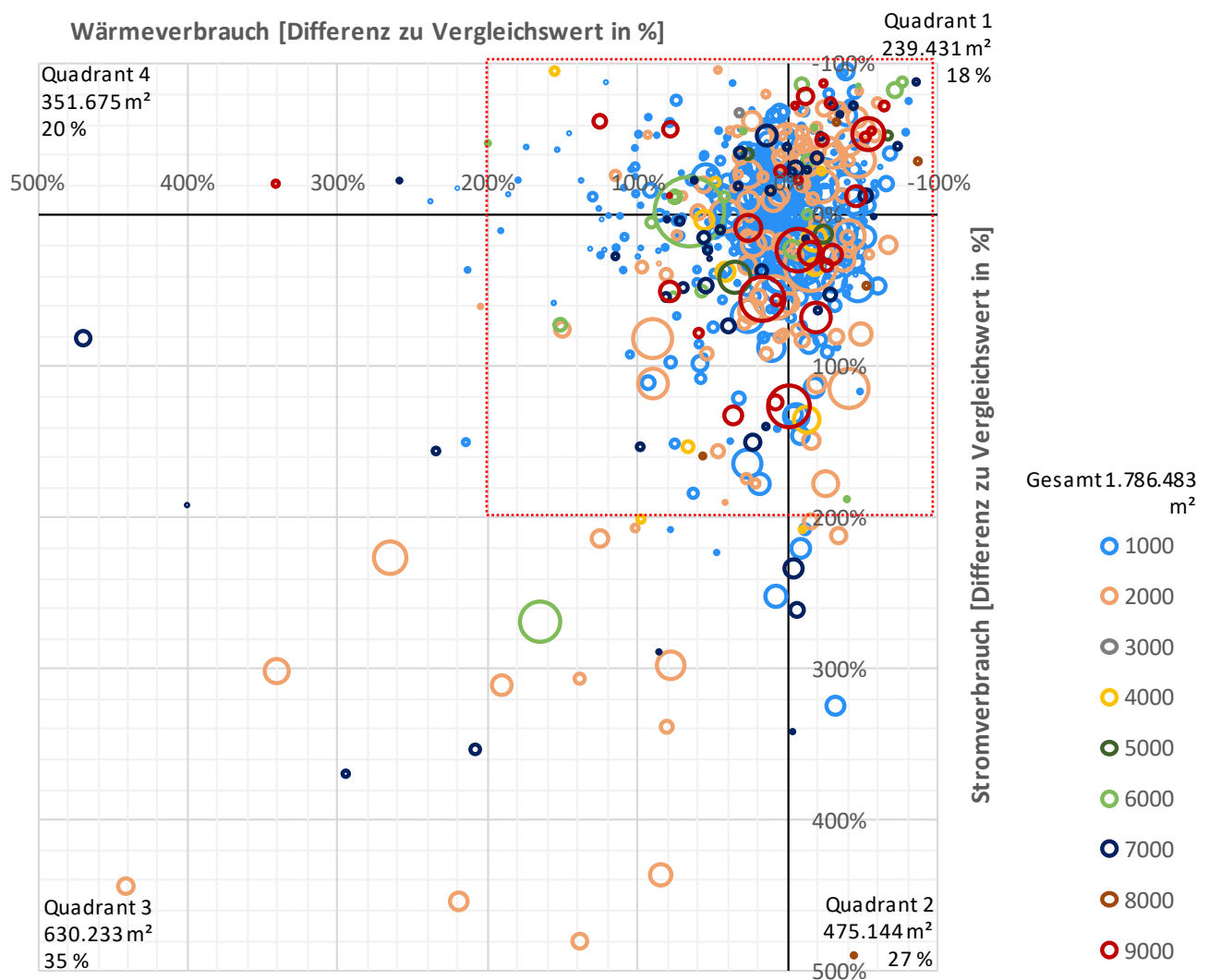
Spezifischer jährlicher Strom- und Wärmeverbrauch der betrachteten Gebäude in Bezug zu EnEV-Vergleichswerten (prozentuale Über- bzw. Unterschreitung) nach BWZK-Hauptgruppen

⁵⁶ Gebäude unterschiedlicher BWZK-Hauptgruppen werden durch die Farbgebung der Punkte unterschieden.

Die Auswertung zeigt, dass zwar schon heute ca. 21% aller Gebäude die EnEV-Vergleichswerte für Strom- und Wärmeverbrauch unterschreiten (Quadrant 1), allerdings auch ca. 33 % beide EnEV-Vergleichswerte überschreiten (Quadrant 3). Den EnEV-Vergleichswert für den Stromverbrauch überschreiten insgesamt ca. 51% (Quadrant 2 und 3), den für den Wärmeverbrauch sogar ca. 61% (Quadrant 3 und 4) der Gebäude.

Die Auswertung nach der Anzahl an Gebäuden ist aber u.U. irreführend, da die betrachteten Gebäude sehr unterschiedlich große Flächen aufweisen. Im Quadrantendiagramm kann die Information zur Fläche eines Gebäudes über die Größe des dem jeweiligen Gebäude zugeordneten Punktes abgebildet werden. Hierfür wird die Energiebezugsfläche NGFe zugrunde gelegt.

Potentialanalyse (Wärme- u. Stromverbrauch)



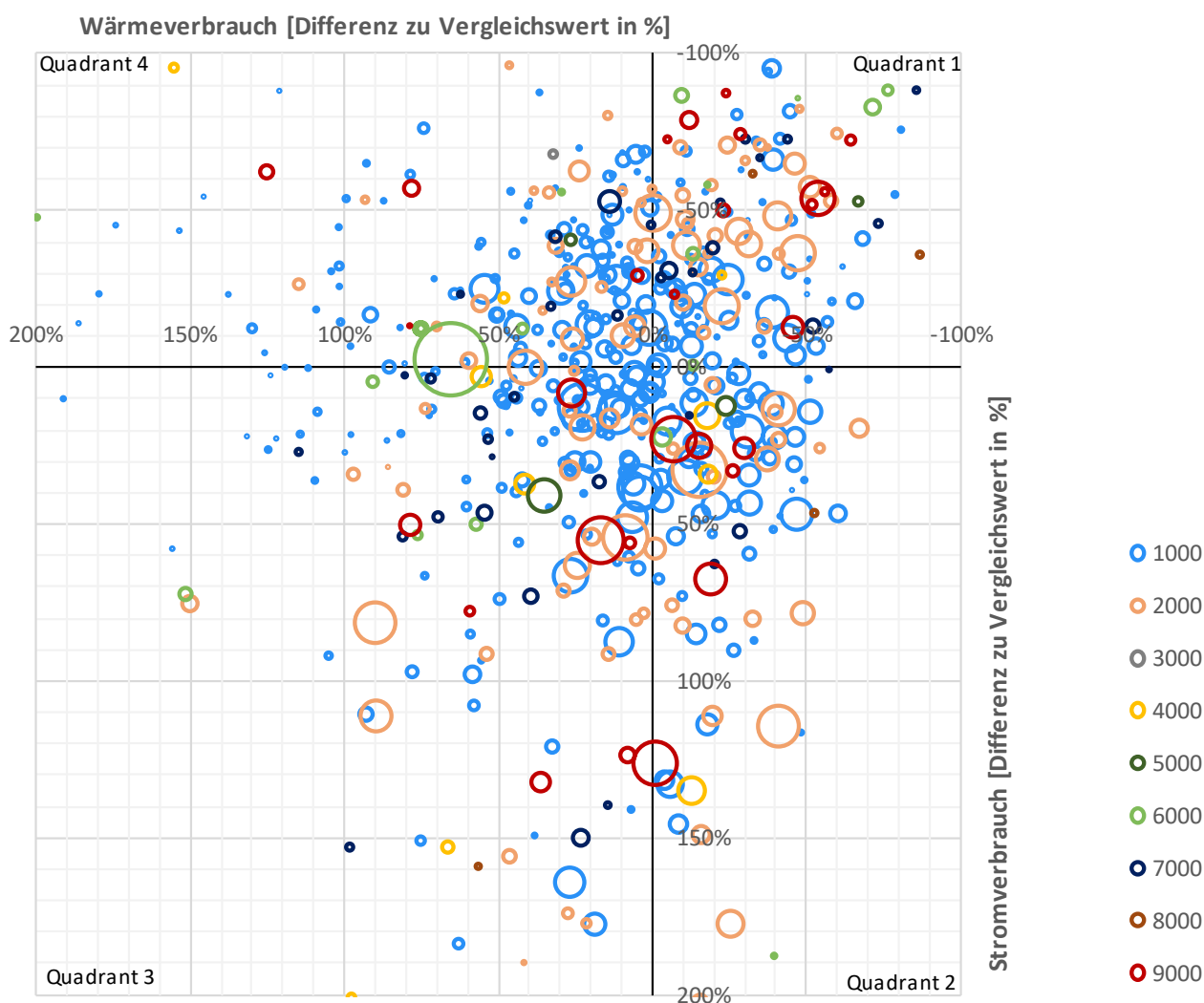
Spezifischer jährlicher Strom- und Wärmeverbrauch der betrachteten Gebäude in Bezug zu EnEV-Vergleichswerten (prozentuale Über- bzw. Unterschreitung) nach BWZK-Hauptgruppen und Gewichtung nach NGFe

Bei der flächengewichteten Auswertung verringert sich der Anteil, welcher die EnEV-Vergleichswerte für Strom- und Wärmeverbrauch unterschreitet (Quadrant 1) leicht auf ca. 18% und der Anteil der beide EnEV-Vergleichswerte überschreitet (Quadrant 3) erhöht sich leicht auf ca. 35%. Gleichzeitig erhöht sich der Anteil der den EnEV-Vergleichswert für den Stromverbrauch überschreitet (Quadrant 2 und 3) deutlich auf 62% und reduziert sich der Anteil der den EnEV-Vergleichswert für den Wärmeverbrauch überschreitet (Quadrant 3 und 4) deutlich auf ca. 45%. Gegenüber der Auswertung nach Anzahl der Gebäude findet also beim Wärmeverbrauch eine Verschiebung hin zu weniger Überschreitung, beim Stromverbrauch aber hin zu mehr

Überschreitung statt.

Aus der Verteilung in **Abbildung XX** lässt sich auch ablesen, dass sehr hohe Überschreitungen (> 200%) der EnEV-Vergleichswerte beim Stromverbrauch deutlich häufiger vorkommen als beim Wärmeverbrauch.⁵⁷ Neben ein paar wenigen kleinen Gebäuden betrifft dies v.a. größere Gebäude der BWZK-Hauptgruppe 2000 „Gebäuden für Wissenschaft, Lehre und Forschung“, sowie in geringerem Maße der BWZK-Hauptgruppen 1000 „Parlaments-, Gerichts- und Verwaltungsgebäude“, 7000 „Gebäude für Produktion, Verteilung, Wartung und Lagerung“ und 9000 „Gebäude anderer Art“⁵⁸. Die Vermutung liegt nahe, dass dies auf hohe Stromverbräuche durch einen hohen Grad an Nutzerausstattung, maschineller Lüftung und z.T. auch Kühlung zurückzuführen ist. Auch bei den Gebäuden, die sowohl beim Strom- wie auch beim Wärmeverbrauch Überschreitungen von über 200% aufweisen dominiert die BWZK-Hauptgruppe 2000.

Potentialanalyse (Wärme- u. Stromverbrauch)



Spezifischer jährlicher Strom- und Wärmeverbrauch der betrachteten Gebäude in Bezug zu EnEV-Vergleichswerten (prozentuale Über- bzw. Unterschreitung) nach BWZK-Hauptgruppen und Gewichtung nach NGFe, Ausschnitt Überschreitungen bis 200%

Abbildung XX zeigt als Ausschnitt der Abbildung XX alle Gebäude bis zu einer Überschreitung der EnEV-Zielwerte für Strom- und Wärmeverbrauch von jeweils 200%. Dadurch wird das enge Feld rund um den Ursprung deutlich differenzierter abgebildet. Auch hier ist die tendenziell eher entlang der Stromachse

⁵⁷ Dies deckt sich auch mit dem etwas höheren Einsparpotential gegenüber den EnEV-Vergleichswerten beim Stromverbrauch (vergl. oben).

⁵⁸ Hier v.a. BWZK-Gruppe 9600 „Justizvollzugsanstalten“.

orientierte Verteilung erkennbar. Dies gilt insbesondere für größere Gebäude der BWZK-Hauptgruppe 1000, sowie in geringerem Maße auch der BWZK-Hauptgruppen 2000 und 9000. Lediglich für Gebäude der BWZK-Hauptgruppe 6000 „Wohnbauten, Gemeinschaftsstätten“ ist tendenziell eher eine entlang der Wärmeachse orientierte Verteilung erkennbar.

Neben der Betrachtung von Gebäudegruppen unterschiedlicher Nutzungstypologien, bietet auch die liegenschaftsbezogene Betrachtung weitere Erkenntnisse.

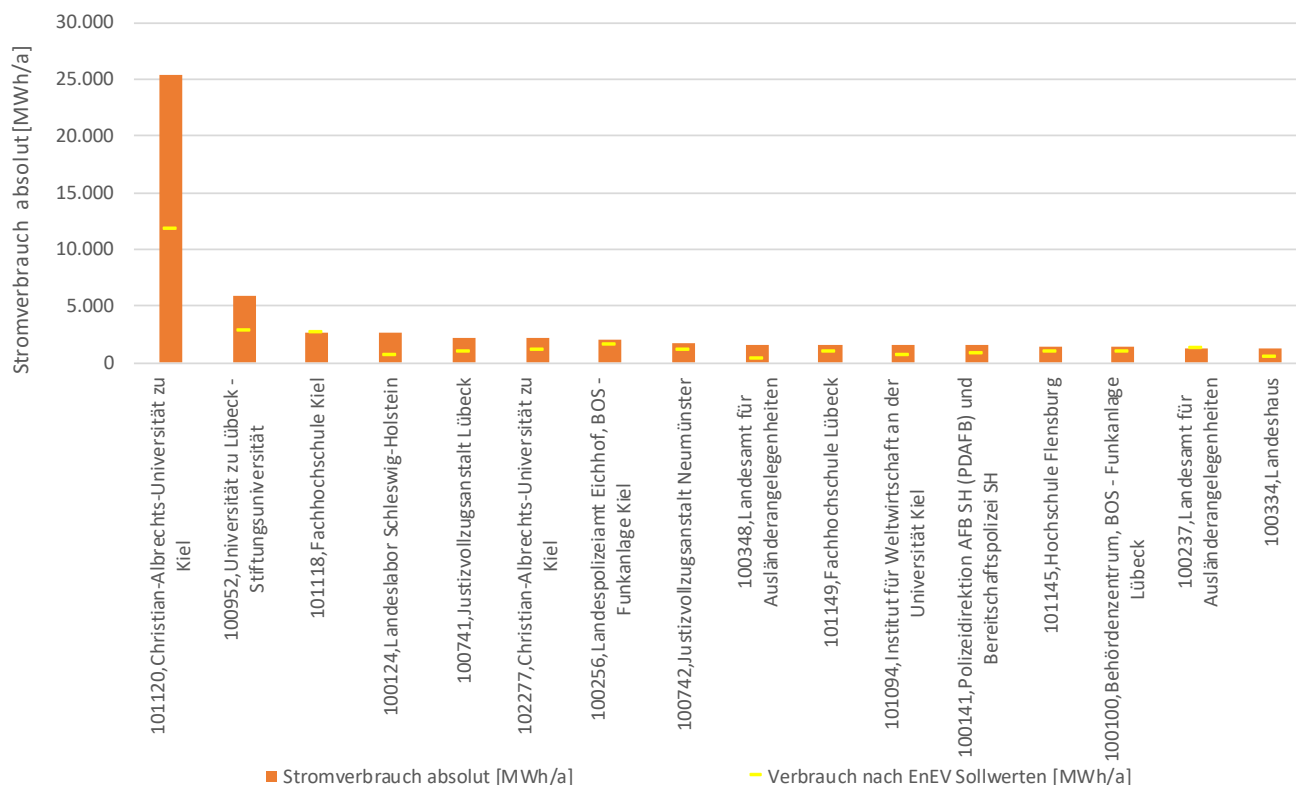


Abbildung XX: Liegenschaften mit den höchsten absoluten Stromverbräuchen

Mit einem absoluten Stromverbrauch von ca. 25,4 Tsd. MWh/a sticht der zentrale Campus der Christian-Albrechts-Universität (CAU) (Liegenschafts-Nr. 101120) deutlich heraus (vergl. Abb. XX). Auch das absolute Einsparpotential gegenüber den EnEV-Vergleichswerten liegt mit ca. 13,5 Tsd. MWh sehr hoch. Relativ betrachtet entspricht dies ca. 28% des gesamten Stromverbrauches aller betrachteten Landesliegenschaften und sogar ca. 44% des gesamten Stromeinsparpotentials gegenüber den EnEV-Vergleichswerten. Alle anderen Landesliegenschaften weisen deutlich niedrigere absolute Stromverbräuche und -einsparpotentiale auf. Unter den 15 Liegenschaften mit dem höchsten absoluten Stromverbrauch finden sich nur wenige Einzelgebäude (z.B. Landeshaus), dafür dominieren Hochschulliegenschaften.

Auch beim Wärmeverbrauch nimmt der zentrale Campus der CAU (Liegenschafts-Nr. 101120) mit absolut ca. 36,9 Tsd. MWh/a die Spitzenposition ein (vergl. Abb. XX). Auch das absolute Einsparpotential gegenüber den EnEV-Vergleichswerten liegt mit ca. 10,4 Tsd. MWh/a sehr hoch. Relativ betrachtet entspricht dies ca. 18% des gesamten Wärmeverbrauches aller betrachteten Landesliegenschaften und ca. 30% des gesamten Wärmeeinsparpotentials gegenüber den EnEV-Vergleichswerten.

Die Spitzenposition ist also nicht ganz so ausgeprägt wie beim Stromverbrauch, aber immer noch deutlich abzulesen. An zweiter Stelle steht der zentrale Campus der Universität zu Lübeck (UzL) (Liegenschafts-Nr. 100952). Auch wenn dessen absoluter Wärmeverbrauch mit ca. 12,2 Tsd. MWh/a deutlich geringer ausfällt,

weist er mit ca. 7,4 Tsd. MWh/a ein ähnlich hohes Wärmeeinsparpotential auf. Auch die Justizvollzugsanstalt Neumünster (Liegenschafts-Nr. 100952) weist mit ca. 8,0 Tsd. MWh/a absolutem Wärmeverbrauch und ca. 2,7 Tsd. MWh/a absolutem Wärmeeinsparpotential hohe Werte auf. Unter den 15 Liegenschaften mit dem höchsten absoluten Wärmeverbrauch finden sich keine Einzelgebäude, dafür dominieren Hochschulliegenschaften und Justizvollzugsanstalten, die i.d.R. über Liegenschaftsnetze mit Wärme versorgt werden (vergl. Kap. D.2.2).

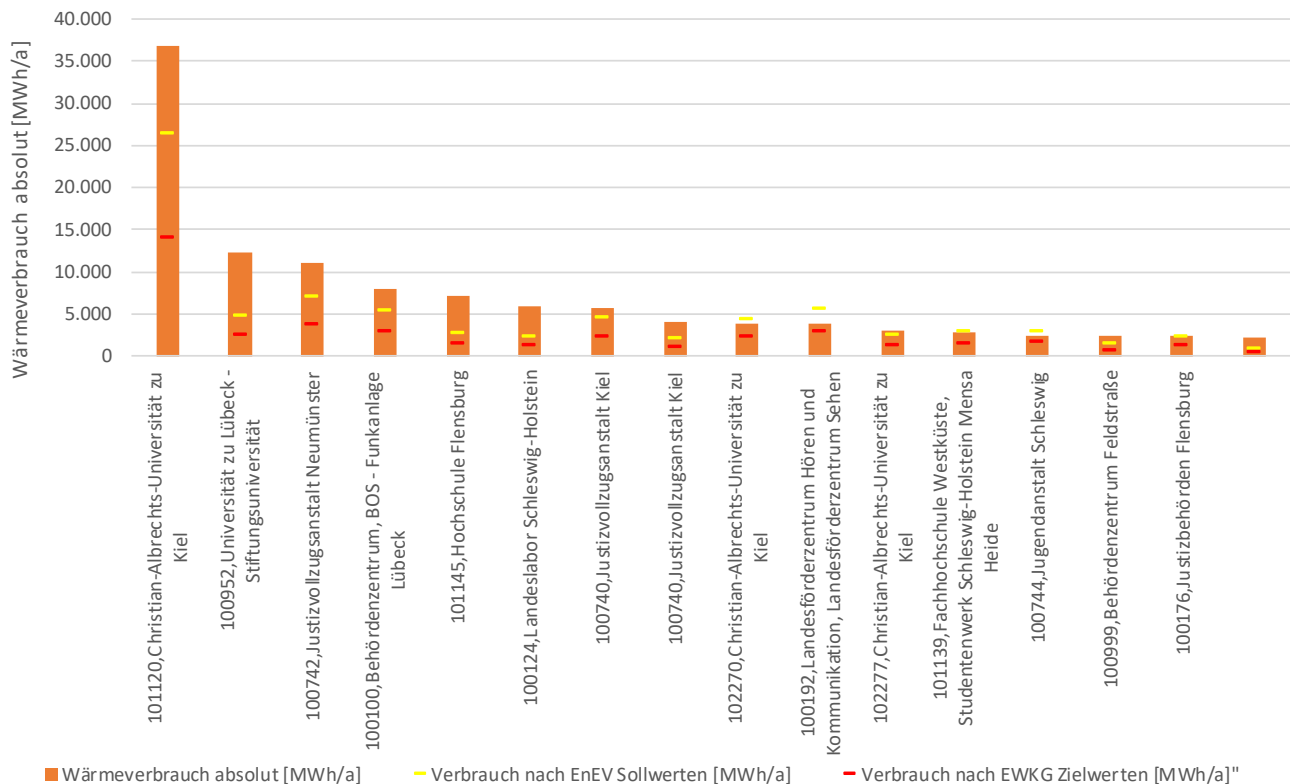


Abbildung XX: Liegenschaften mit den höchsten absoluten Wärmeverbräuchen

In Bezug auf die THG-Emissionen aus der Wärmeversorgung kann aber eine reine Betrachtung der Wärmeverbräuche u.U. irreführend sein. Anders als bei der Stromversorgung – die mit Strom aus demselben öffentlichen Netz erfolgt – hängt die THG-Intensität⁵⁹ der Wärmeversorgung von der Art der Wärmeerzeugung und dem genutzten Energieträger ab (vergl. Kap. D.2.2) und führt bei gleichem Wärmeverbrauch zu unterschiedlich hohen THG-Emissionen. Dies wird deutlich, wenn man die Reihung der Liegenschaften mit den höchsten THG-Emissionen aus der Wärmeversorgung (vergl. Abb. XX) mit der Reihung der Liegenschaften mit den höchsten absoluten Wärmeverbräuchen (vergl. Abb. XX) vergleicht.

In die Reihung der 15 Liegenschaften mit den höchsten absoluten THG-Emissionen aus der Wärmeversorgung rücken folgende 8 Liegenschaften auf, die nicht unter den 15 Liegenschaften mit den höchsten absoluten Wärmeverbräuchen zu finden sind:

- Landesamt für Ausländerangelegenheiten (Liegenschafts-Nr. 100237)
- Polizeidirektion AFB SH und Bereitschaftspolizei SH (Liegenschafts-Nr. 100141)
- Landesamt für Ausländerangelegenheiten (Liegenschafts-Nr. 100348)
- Justizvollzugsanstalt Lübeck (Liegenschafts-Nr. 100741)
- Landespolizeiamt Eichhof BOS-Funkanlage (Liegenschafts-Nr. 100256)
- Fachhochschule Kiel (Liegenschafts-Nr. 101118)

⁵⁹ THG-Emissionen pro abgenommener Wärmemenge, also z.B. Gramm CO₂-Äquivalent pro Kilowattstunde Wärme

- Landesamt für Ausländerangelegenheiten (Liegenschafts-Nr. 101034)
- Fachhochschule Lübeck (Liegenschafts-Nr. 101149)

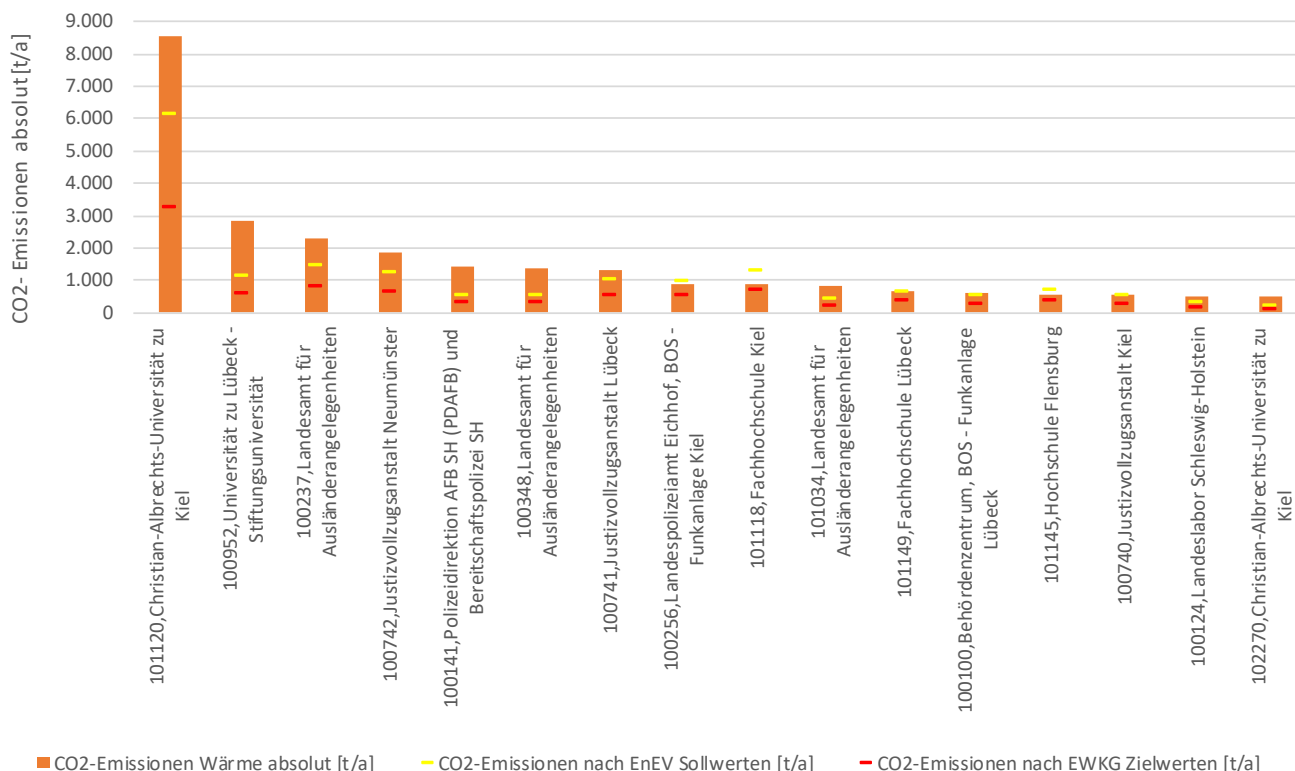


Abbildung XX: Liegenschaften mit den höchsten absoluten THG-Emissionen aus der Wärmeversorgung

Drei dieser Aufrücker sind Erstaufnahmestellen für Flüchtlinge, die z.T. aber schon nicht mehr in Nutzung sind (vergl. oben). Diese sind in Containerbauten mit Strom-Direktheizungen untergebracht und weisen daher eine Wärmeversorgung mit hoher THG-Emission auf.

Die sich schon in Bezug auf die EnEV-Vergleichswerte abzeichnenden, sowie darüber hinaus für die Erreichung der Klimaschutzziele zu erschließenden Einsparpotentiale sind – insbesondere beim Wärmeverbrauch – vor allem durch die Erarbeitung und Umsetzung umfassender Sanierungskonzepte zu heben. Neben Ansätzen für den Umgang mit einzelnen Nutzungstypologien (vergl. oben) spielen dabei v.a. Konzepte auf Liegenschaftsebene eine große Rolle, insbesondere für große Liegenschaften mit hohen Strom- und Wärmeverbräuchen, sowie ggf. auch Kälteverbräuchen. Dabei müssen sowohl die Gebäude selbst, wie aber auch die Energieversorgung und deren Wechselwirkung zu den Gebäuden in die Betrachtung mit einbezogen werden, um das ganze Potential zur Reduktion bzw. Vermeidung von THG-Emissionen zielführend ausschöpfen zu können.

D.2.2 Optimierungspotential Energieversorgung

Das Fokusthema „Energieversorgung optimieren“ beinhaltet die Optimierungsfelder „Transformation Stromversorgung“, „Transformation Fernwärmeversorgung“, „Transformation Gasversorgung“, „Dezentrale Wärme- und Kälteversorgung aus erneuerbaren Energiequellen“ und „Anlagenbetrieb und Nutzerverhalten“ (vergl. Kap. C.2.2). Für die Optimierungsfelder „Transformation Stromversorgung“ und „Dezentrale Wärme- und Kälteversorgung aus erneuerbaren Energiequellen“ lassen sich aus den zur Verfügung stehenden Daten auf

Ebene des gesamten Gebäudeportfolios keine Erkenntnisse ableiten.⁶⁰

Ein Blick auf die Wärmeversorgung der betrachteten Landesliegenschaften zeigt die große Abhängigkeit zur Erreichung der Klimaschutzziele von der Transformation der Fernwärme- und des Gasnetzes.

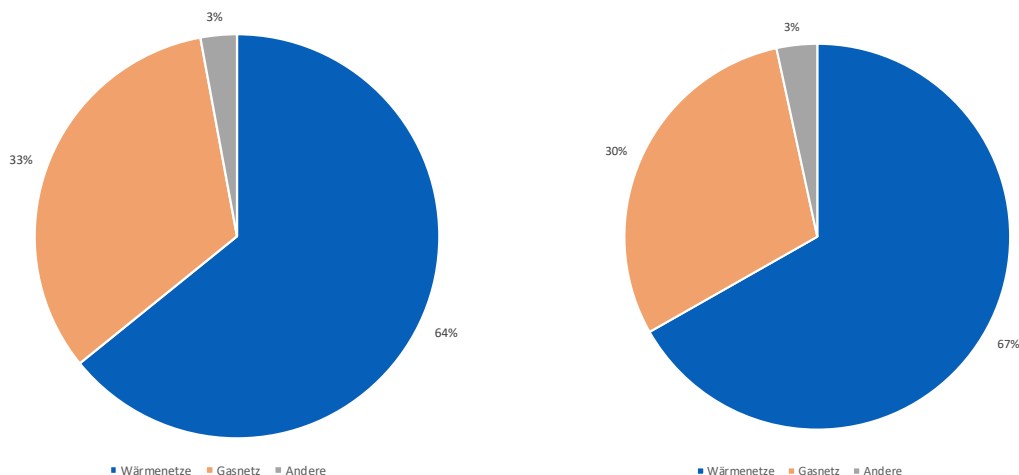


Abbildung XX: Arten der Wärmeversorgung zur Deckung des Wärmeverbrauchs der betrachteten Gebäude (links: nach Wärmeverbrauch; rechts: nach THG-Emissionen)

Nahezu Zweidrittel des Wärmeverbrauchs werden durch Fernwärmenetze gedeckt und dabei ein ebenso hoher Anteil in Bezug auf THG-Emissionen verursacht. Beides unterstreicht die Notwendigkeit und das Potential einer Dekarbonisierung der Fernwärmenetze für die Erreichung der Klimaschutzziele. Eine Abkopplung der Landesliegenschaften von den Fernwärmenetzen, um unabhängig von den Fernwärmeversorgern eine THG-neutrale dezentrale Wärmeversorgung in den Gebäuden⁶¹ umzusetzen, wäre nicht nur mit erheblichem Aufwand verbunden, sondern v.a. auch eine politische Weichenstellung mit großer Signalwirkung. Diese würde dazu führen, dass u.U. auch andere Fernwärmekunden ihre Abkopplung vorantreiben und dadurch ungünstige Voraussetzungen für die zielführende Transformation der Fernwärmenetze geschaffen werden. Wie in Kapitel C.2.2 beschrieben, kann das Land daher vielmehr in verschiedenen Rollen auf die Fernwärmeversorger einwirken und sie bei der Dekarbonisierung unterstützen. Dies kommt dann nicht nur den Landesliegenschaften zugute, sondern allen an die Fernwärmenetze angeschlossenen Gebäude. Ein erster Schritt ist die Klärung und konsequente Umsetzung der in §8 Abs. 2 des EWKG geforderten „Informationen über Kohlendioxidemissionen“. Diese entfaltet nur dann Steuerungswirkung, wenn sie zur verpflichtenden Bereitstellung von THG-Emissionsfaktoren⁶² nach eindeutig definierten und transparenten Berechnungsregeln umgestaltet wird.⁶³

Das verbleibende Drittel des Wärmeverbrauchs wird nahezu vollständig über das Gasnetz abgedeckt und dabei ca. 30% der THG-Emissionen verursacht. Im Gegensatz zu den Fernwärmenetzen, sind hierbei i.d.R. mit Erdgas betriebene Wärmeerzeuger vor Ort in den Liegenschaften oder Einzelgebäuden vorhanden. Da damit auch der dafür notwendige Raum und entsprechende Anschlüsse vorgehalten werden, ist die Abkopplung vom Gasnetz und der Ersatz der Wärmeerzeuger - durch solche, die erneuerbare Energiequellen vor Ort nutzen können – i.d.R. mit geringerem Aufwand als bei der Abkopplung von einem Fernwärmenetz umsetzbar. Wie in

⁶⁰ So sind z.B. keine Angaben zum Potential für solaraktive Flächen der Gebäude (Solarkataster) oder erneuerbare Wärmequellen in der Umgebung der Gebäude (Wärmeatlas) verfügbar.

⁶¹ Wärmeerzeuger und ggf. –speicher vor Ort in Liegenschaften oder Einzelgebäuden

⁶² CO₂-Äquivalent

⁶³ Selbst die Bilanzierung der THG-Emissionen der Landesliegenschaften muss heute noch auf einen abgeschätzten Mittelwert aller Fernwärmenetze in Schleswig-Holstein als THG-Emissionsfaktor zurückgreifen, obwohl nur die netzgenaue Zuordnung von THG-Emissionsfaktoren Grundlage für zielgerichtete Entscheidungen auf Ebene von Gebäudegruppen oder Einzelgebäuden sein kann.

Kapitel C.2.2 beschrieben, ist die weitere Nutzung von Erdgas nur kurz- bis mittelfristig in Verbindung mit KWK sinnvoll. Dies zeigt die folgende Betrachtung in der die THG-Emissionen aus der Wärmeerzeugung über einen Gaskessel, ein BHKW mit Gas-Spitzenlastkessel⁶⁴ und eine Luft/Wasser-Wärmepumpe⁶⁵ miteinander verglichen werden. Es wird dabei dieselbe Entwicklung der THG-Emissionsfaktoren für das Strom- und das Gasnetz zugrunde gelegt wie in den günstigen Entwicklungsszenarien (Max-Szenario) in Kapitel H. Vom BHKW erzeugter Strom wird mit dem THG-Emissionsfaktor des Stromnetzes des jeweiligen Jahres bewertet und als THG-Emissionsgutschrift mit den durch den Erdgasverbrauch des BHKWs verursachten THG-Emissionen verrechnet.

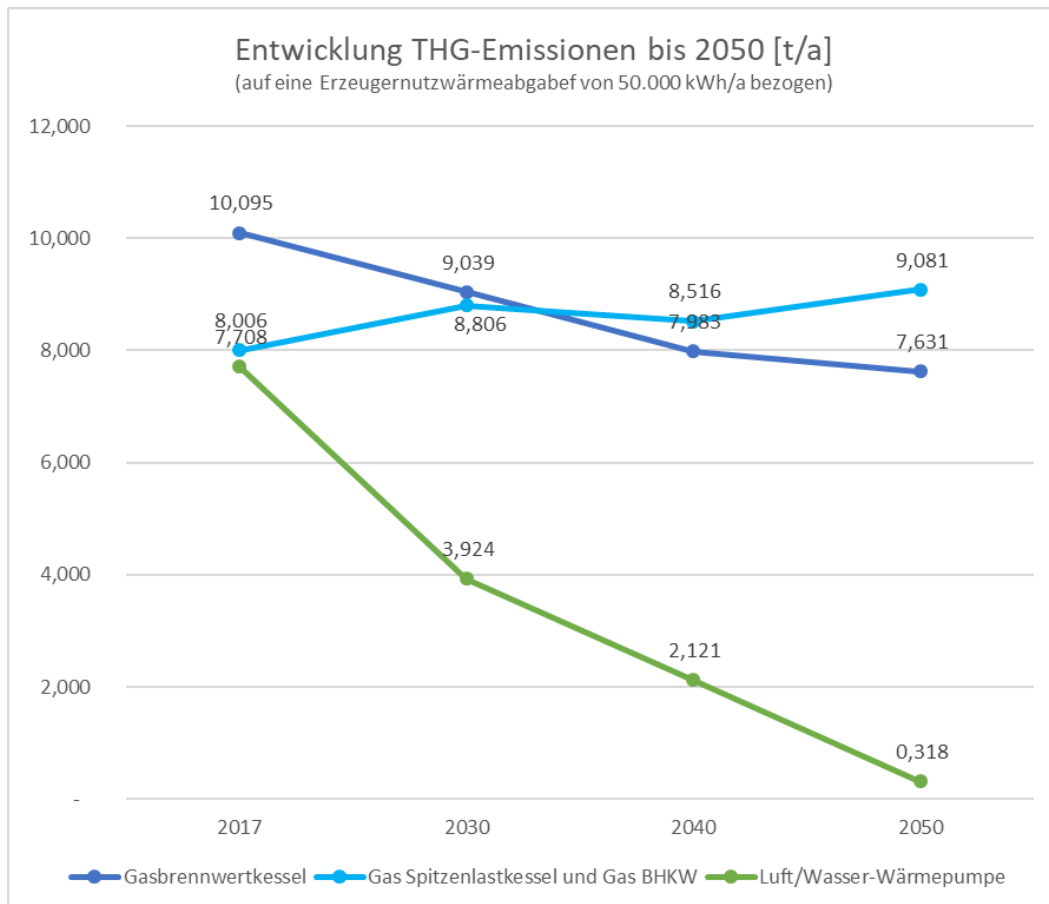


Abbildung XX: Arten der Wärmeversorgung zur Deckung des Wärmeverbrauches der betrachteten Gebäude (links: nach Wärmeverbrauch; rechts: nach THG-Emissionen)

Im Ergebnis zeigt sich, dass schon heute die Wärmeerzeugung mit einer Luft/Wasser-Wärmepumpe weniger THG-Emissionen verursacht als mit BHKW in Kombination mit einem Gas-Spitzenlastkessel. Ab dem Jahr 2033 gilt gleiches sogar für die Wärmeerzeugung mit einem Gaskessel (ohne BHKW). Dies lässt sich vorrangig auf den stark sinkenden THG-Emissionsfaktor im Stromnetz zurückführen. Dadurch werden die THG-Emissionsgutschriften aus der Stromproduktion des BHKW deutlich geringer und gleichen ab 2033 den niedrigeren Gesamtwirkungsgrad des BHKWs gegenüber einem Gaskessel nicht mehr aus.

Mittel- bis langfristig ist nach heutigem Kenntnisstand also eine Abkopplung der Landesliegenschaften vom Gasnetz zielführend. Aber auch dies ist eine politische Weichenstellung mit hoher Signalwirkung, allerdings mit deutlich weniger Auswirkung auf regionale und lokale Unternehmen, wie z.B. Fernwärmeversorger.

Lediglich ein geringer Anteil von ca. 3% wird über andere Arten der Wärmeversorgung, v.a. Heizöl, in geringerem Maße auch Biomasse und nur in einzelnen Fällen Umweltwärme anhand von Solarthermie oder Wärmepumpen abgedeckt. Der Ersatz heizölbasierter Wärmeerzeuger ist mit dem Kabinettsbeschluss zum

⁶⁴ BHKW deckt 25%, Gas-Spitzenlastkessel 75% des Jahreswärmebedarfes ab (entspricht Ansätzen für Entwicklungsszenarien in Kap. H)

⁶⁵ Jahresarbeitszahl 3,3 (entspricht den Ansätzen für Entwicklungsszenarien in Kap. H)

Klimaschutzgesetz vom 9. Oktober 2019 ab 2026 absehbare Pflicht. Wie in [Kapitel C.2.2](#) beschrieben, wird v.a. der Anteil an Wärmepumpen in Zukunft deutlich ausgebaut werden müssen, um mit der Erschließung erneuerbarer Energiequellen vor Ort und der Bereitstellung von Flexibilitäten im Stromnetz eine THG-neutrale Strom- und Wärmeversorgung zu ermöglichen.

Eine weitere Differenzierung ermöglicht ein Blick auf die Verteilung der Arten der Wärmeversorgung in den einzelnen BWZK-Gruppen. Wie schon beim Strom- und Wärmeverbrauch (vergl. [Kap. D.2.1](#)) zeigen sich dabei große Unterschiede.

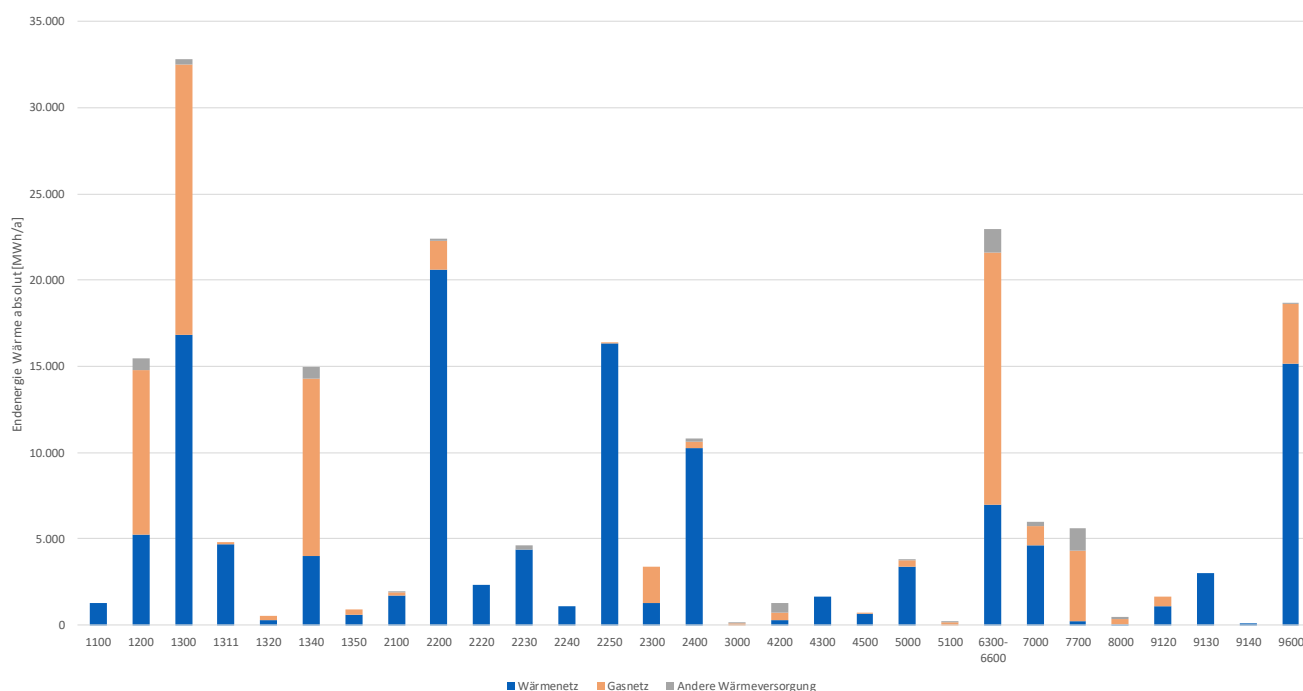


Abbildung XX: Arten der Wärmeversorgung nach BWZK-Gruppen

Einen hohen absoluten Anteil an gasnetzgebundener Wärmeversorgung weisen v.a. die BWZK-Gruppen 1200 „Gerichtsgebäude“, 1300 „Verwaltungsgebäude, normale technische Ausstattung“, 1340 „Polizeidienststellen“, 6300-6600 „Gemeinschaftsunterkünfte, Betreuungseinrichtungen, Verpflegungseinrichtungen, Beherbergungsstätten“ und 7700 „Gebäude für öffentliche Bereitschaftsdienste“ auf. Mithin sind die Gebäude dieser BWZK-Gruppen häufig auch in kleineren Städten und ländlichen Siedlungen verortet, in denen kein Fernwärmenetz verfügbar ist. Einen geringeren absoluten, aber einen relevanten relativen Anteil weisen auch die BWZK-Gruppen 1320 „Verwaltungsgebäude mit höherer technischer Ausstattung“, 2300 „Institutsgebäude für Forschung und Untersuchung“, 3000 „Gebäude des Gesundheitswesens“, 5100 „Hallen (ohne Schwimmhallen)“, 8000 „Bauwerke für technische Zwecke“, 9120 „Ausstellungsgebäude“ und 9600 „Justizvollzugsanstalten“. Alle anderen BWZK-Gruppen werden überwiegend oder sogar vollständig über Fernwärmenetze versorgt. Lediglich der Wärmeverbrauch der Gebäude in BWZK-Gruppe 4200 wird zu einem überwiegenden Teil über andere Arten der Wärmeversorgung abgedeckt.

Auch die beiden schon oben für einen vertieften Vergleich herangezogenen BWZK-Gruppen 1340 und 2250 weisen deutliche Unterschiede auf. Während die in hoher Anzahl vorhandenen aber eher von kleinen Gebäudegrößen geprägten Polizeidienststellen zu ca. 69% gasversorgt und zu ca. 27% fernwärmeversorgt werden, werden die nur in kleiner Anzahl vorhandenen aber von großen Gebäudegrößen geprägten Institutsgebäude V nahezu ausschließlich mit Fernwärme versorgt. Auch hier gilt, dass ein erheblicher Teil der Polizeidienststellen in kleineren Städten und ländlichen Siedlungen, aber Institutsgebäude V auf campusartigen

Liegenschaften in Städten mit Fernwärmenetz, bzw. mit eigenen liegenschaftsinternen Wärmenetzen, verortet sind.

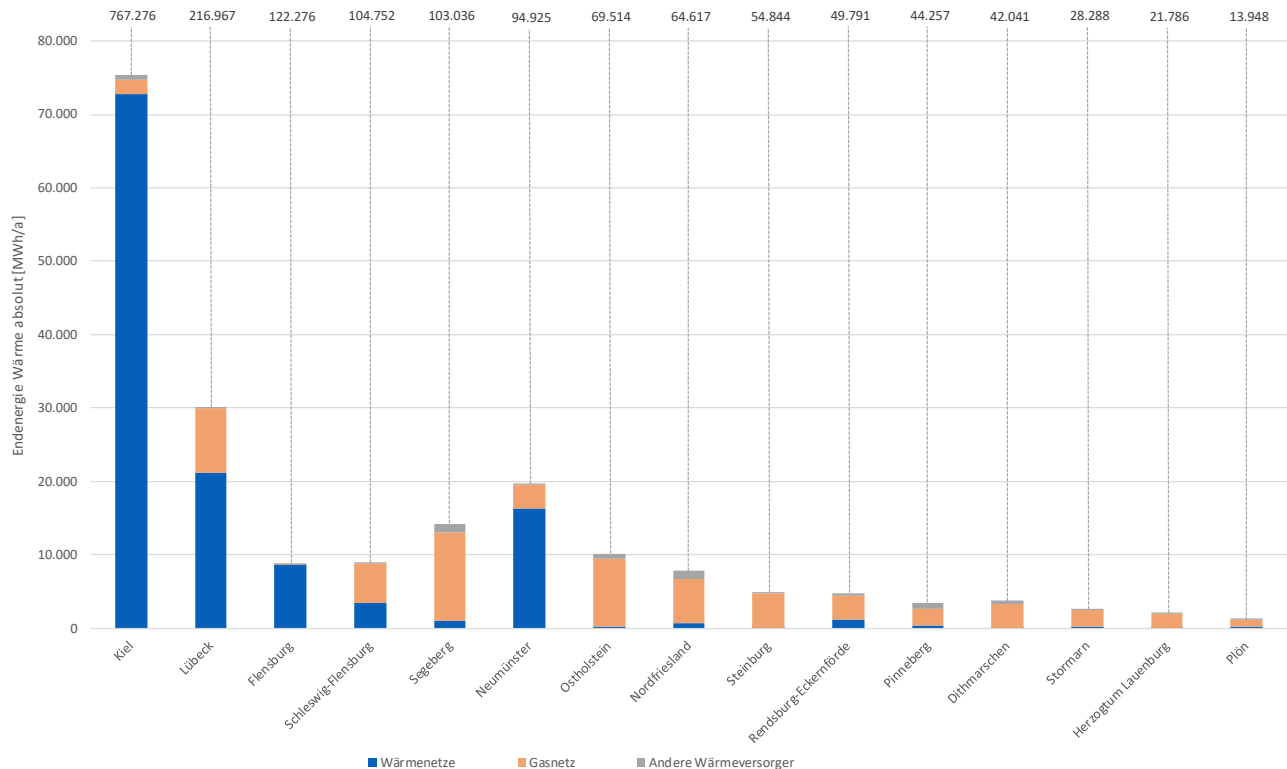


Abbildung XX: Arten der Wärmeversorgung nach kreisfreien Städten und Landkreisen (absteigend sortiert nach Energiebezugsfläche, Angabe der Energiebezugsfläche über den Balken)

Die Verteilung der Wärmeversorgung nach kreisfreien Städten und Landkreisen (Abb. XX) zeigt, dass der Anschluss an ein Fernwärmenetz tatsächlich in den großen, kreisfreien Städten des Landes Schleswig-Holsteins die vorherrschende Art der Wärmeversorgung ist – eine Ausnahme bildet dabei Lübeck mit einem gasversorgten Anteil von ca. 29% und einem fernwärmeversorgten Anteil von lediglich ca. 70% - und in den Landkreisen die gasnetzgebundene Versorgung deutlich dominiert.

Die Verteilung der Arten der Wärmeversorgung zeigt, dass in Abhängigkeit der übergeordneten politischen Weichenstellungen (vergl. oben), sowohl für verschiedene BWZK-Gruppen wie auch für verschiedene - d.h. ländlich oder städtisch geprägte - Standorte unterschiedliche Ansätze und Umsetzungswege für die Transformation hin zu einer THG-neutralen Wärmeversorgung notwendig sein werden.

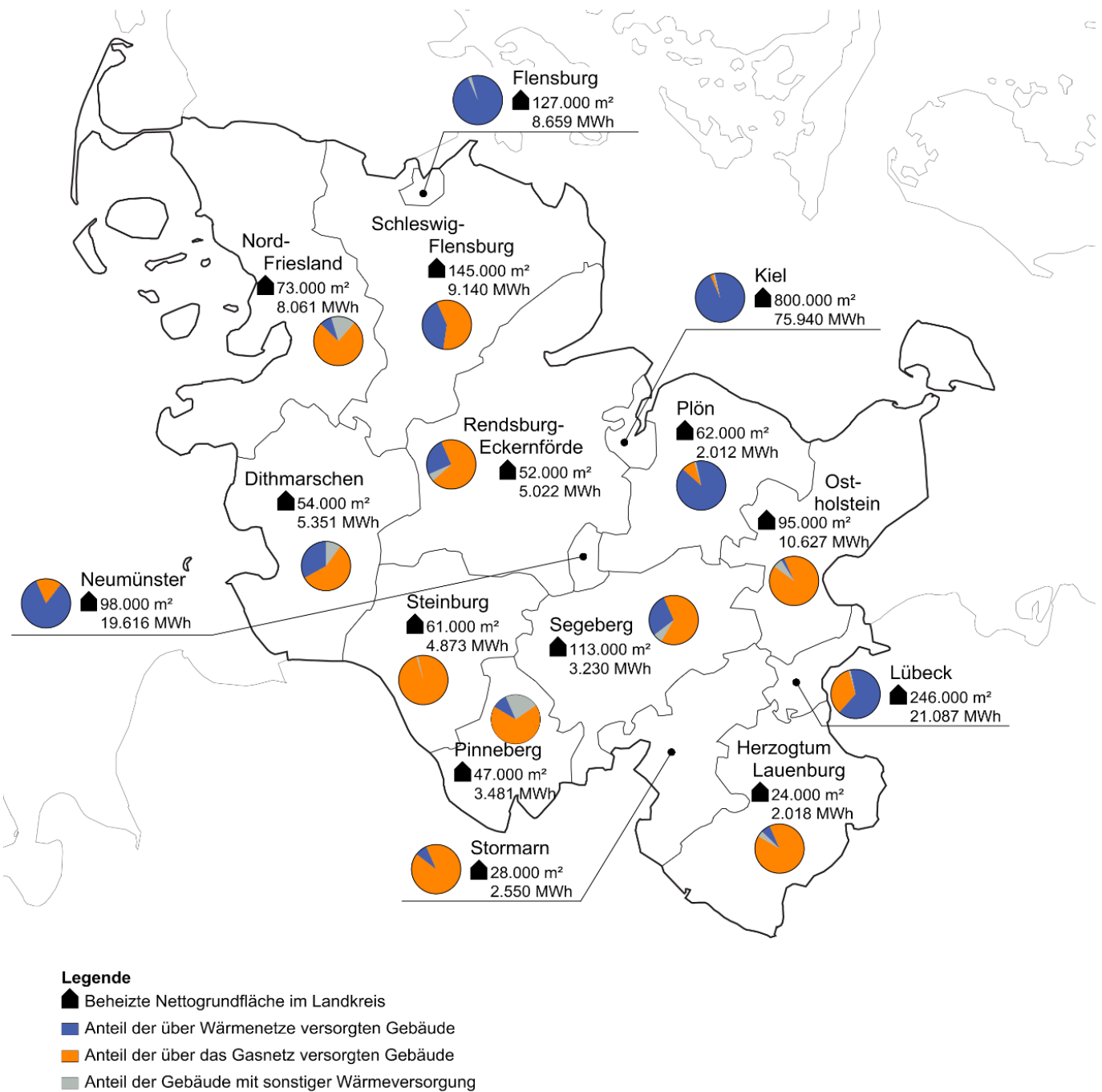


Abbildung XX: Arten der Wärmeversorgung nach kreisfreien Städten und Landkreisen (absteigend sortiert nach Energiebezugsfläche, Angabe der Energiebezugsfläche über den Balken)

Neben der Betrachtung von Gebäudegruppen unterschiedlicher Nutzungstypologien und der Verortung der Gebäude, bietet auch die liegenschaftsbezogene Betrachtung weitere Erkenntnisse.

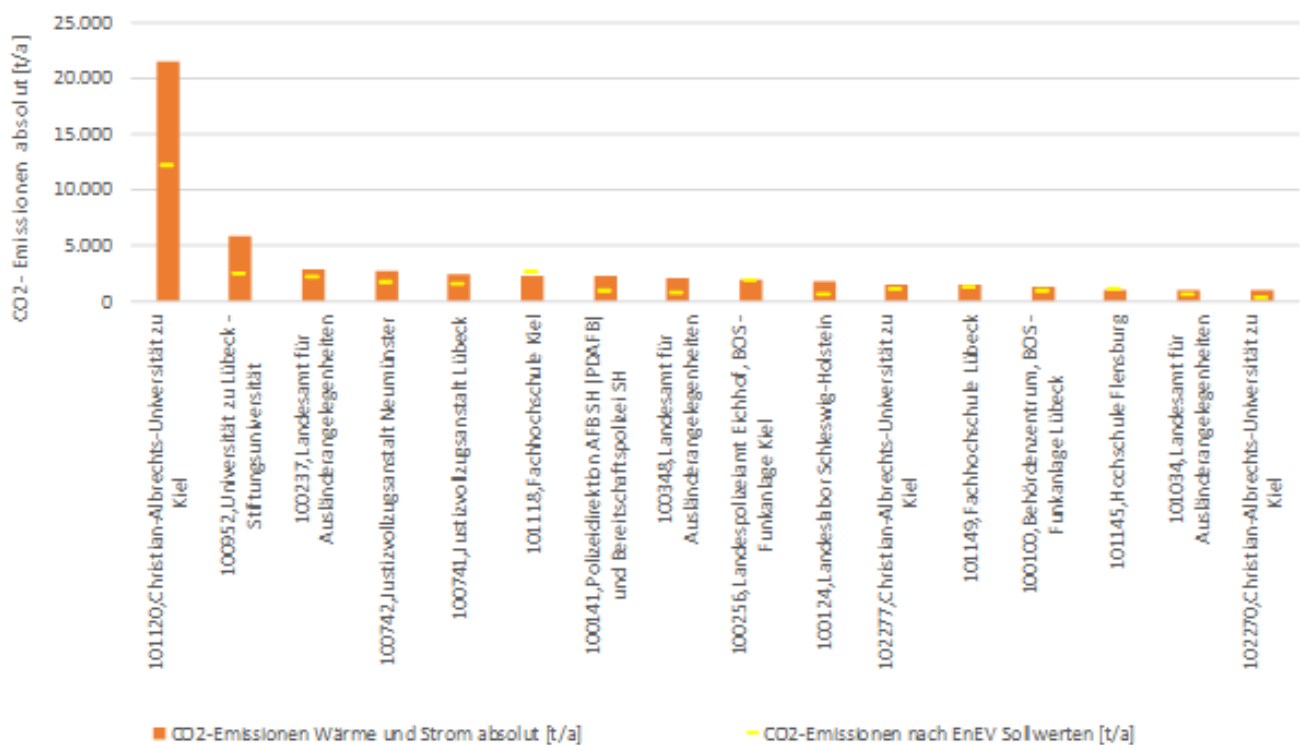


Abbildung XX: Liegenschaften mit den höchsten absoluten THG-Emissionen aus der Strom- und Wärmeversorgung

Wie schon bei der Reihung der Höchstverbraucher und -emittenten in Kapitel D.2.1, liegt auch in Bezug auf die gesamten THG-Emissionen aus Strom- und Wärmeversorgung der zentrale Campus der Christian-Albrechts-Universität (CAU) (Liegenschafts-Nr. 101120) mit absoluten THG-Emissionen von ca. 21,4 Tsd. t/a in der Spitzenposition (vergl. Abb. XX). Auch das absolute Einsparpotential gegenüber den EnEV-Vergleichswerten ist mit ca. 9,3 Tsd. t/a am höchsten. Relativ betrachtet entspricht dies immerhin schon ca. 24% heutigen Gesamtemissionen aller betrachteten Landesliegenschaften. Nimmt man die drei Liegenschaften des Landesamtes für Ausländerangelegenheiten aus (vergl. Kap. D.2.1), so zeigt sich eine klare Dominanz von Liegenschaften mit Fernwärmeversorgung bzw. Wärmeversorgung über liegenschaftsinterne Wärmenetze.

Darüber hinaus ist auch eine Betrachtung mit Fokus auf einzelne Institutionen sinnvoll. So liegen die THG-Emissionen aus Strom- und Wärmeversorgung aller CAU-Liegenschaften zusammen bei etwa einem Viertel der Gesamtemissionen aller betrachteten Landesliegenschaften.⁶⁶ Und dies obwohl deren Anteil an der gesamten Energiebezugsfläche bei lediglich ca. 19% liegt. Dies liegt u.a. auch am hohen Grad an Nutzerausstattung und den daraus resultierenden Anforderungen an die Raumkonditionierung, zeigt aber sowohl in Bezug auf die Energieabnahme, wie auch auf die Energieversorgung hohe Optimierungspotentiale im Einflussbereich einzelner Institutionen auf. Neben Konzepten für einzelne Nutzungstypologien oder Liegenschaften (vergl. Kap. D.2.1), sind also auch solche für einzelne Institutionen, allen voran für die CAU, für die Erreichung der Klimaschutzziele unerlässlich. Welchen Einfluss dabei auch Betriebsoptimierung und Nutzerbeeinflussung haben kann bietet die Energiesparkampagne an der CAU. In den Jahren ab 2013 wurden im Bereich der energieintensiven Gebäude Einsparungen von 15-20 % erreicht (vergl. Anhang XX Best-Practice-Beispiele).

D.2.3 Optimierungspotential Materialeinsatz

Das Fokusthema „Materialeinsatz optimieren“ beinhaltet die Optimierungsfelder „Materialeffizient konstruieren“, „Treibhausgasintensive Materialien ersetzen“, „Rückführung in den Materialkreislauf konsequent umsetzen“,

⁶⁶ Die von der CAU in der eigenen THG-Bilanzierung angewendeten Bilanzierungsregeln entsprechen nicht den in der Startbilanz festgelegten Bilanzierungsregeln, welche wiederum der Teilstrategie zugrunde liegen. Insbesondere kann auch bei Nutzung von Ökostrom nicht von einer THG-neutralen Stromversorgung ausgegangen werden.

„Gebäudebestand konsequent weiternutzen“ und „Versteckte Emissionsquellen vermeiden“ (vergl. Kap. C.2.3). Für das materialeffiziente Konstruieren und die Rückführung in den Materialkreislauf lassen sich aus den zur Verfügung stehenden Daten auf Ebene des gesamten Gebäudeportfolios keine Erkenntnisse ableiten.⁶⁷

Das Potential des Ersatzes treibhausgasintensiver Materialien zur Reduktion der Gesamtemissionen aus Gebäudebetrieb und Bautätigkeit (graue Emissionen) lässt sich anhand eines Vergleiches von Massiv- und Holzbauweise ansatzweise erfassen. Setzt man eine theoretische lineare Entwicklung der THG-Emissionen aus dem Gebäudebetrieb bis zur Klimaneutralität in 2050 voraus⁶⁸, so können darüber die grauen Emissionen aus der Neubautätigkeit⁶⁹ abgetragen und somit die Entwicklung der resultierenden jährlichen Gesamtemissionen dargestellt werden (vergl. Abb. XX). Werden alle neuen Gebäude in Holzbauweise errichtet, so ist – in Bezug auf das hohe Ausgangsniveau der THG-Emissionen aus dem Gebäudebetrieb heute - der Anteil an grauen Emissionen mit ca. 1% sehr gering. Erfolgt der gesamte Neubau in Massivbauweise, so liegt dieser Anteil mit ca. 5% deutlich höher⁷⁰. Wie Abbildung XX zeigt, steigert sich der Anteil in den kommenden Jahrzehnten mit sinkenden THG-Emissionen aus dem Gebäudebetrieb. Werden im Jahr 2050 die THG-Emissionen aus dem Gebäudebetrieb tatsächlich auf null gesenkt, so verbleiben die grauen Emissionen als alleinige Quelle für THG-Emissionen der Landesliegenschaften. Spätestens an diesem Punkt weisen die Wahl der Bauweise und Baumaterialien und die damit verbundenen grauen Emissionen eine hohe Relevanz auf. So lassen sich die dann noch zu erwartenden THG-Emissionen aus der Neubautätigkeit mit Holzbauweise auf lediglich ca. 20% des Wertes mit Massivbauweise reduzieren.

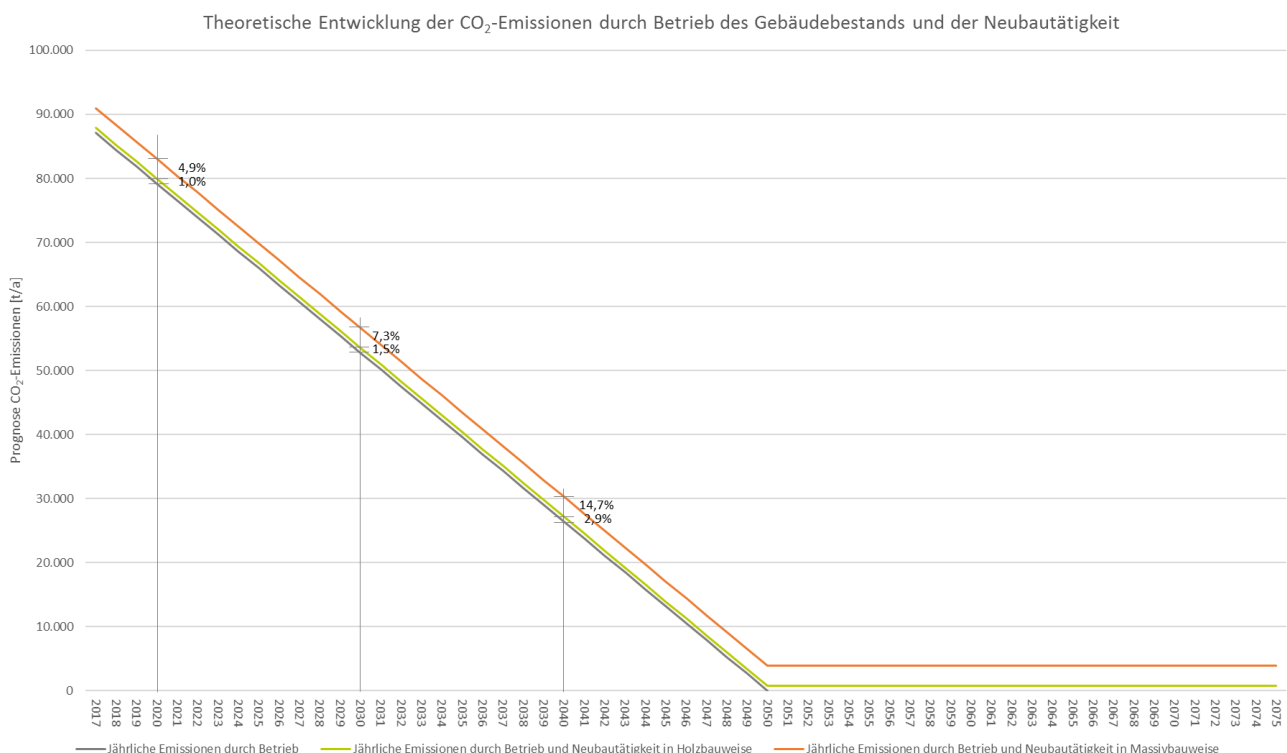


Abbildung XX: Vergleich Holz- und Massivbauweise in Bezug auf eine theoretische Entwicklung der THG-Emissionen aus Gebäudebetrieb und Neubautätigkeit (graue Emissionen)

⁶⁷ So sind z.B. keine Angaben zu den Primär- und Sekundärkonstruktionen der Gebäude verfügbar.

⁶⁸ Ausgehend von einem heutigen Wert, der sich gemäß Startbilanz den Mittelwert der Jahre 2015-17 abbildet.

⁶⁹ Die Gesamtfläche aus Neubautätigkeit wird mit jährlich ca. 0,7% der Gesamtfläche des Gebäudebestandes angesetzt. Dies entspricht dem Durchschnitt der Neubautätigkeit von 1986-2016. Eine entsprechende Abschätzung der grauen Emissionen aus Umbau- und Sanierungstätigkeit ist nicht ohne weiteres möglich, würde aber zu einer deutlichen Erhöhung des Anteils an grauen Emissionen führen

⁷⁰ Dies stellt eine theoretische Betrachtung zur Absteckung der Potentiale dar. In einigen Einzelfällen wird die Umsetzung in Holzbauweise aufgrund nutzungsbedingter oder bautechnischer Anforderungen nicht möglich sein.

Das Potential der konsequenten Weiternutzung des Gebäudebestandes zur Reduktion der THG-Emissionen lässt sich anhand eines Vergleiches von umfassender Sanierung und Ersatzneubau erfassen. So ergibt eine vergleichende Betrachtung der umfassenden Sanierung der Fakultätenblöcke mit dem Neubau des Juridicum an der CAU in Kiel einen klaren Vorteil zugunsten der umfassenden Sanierung⁷¹.

	CO2 Bauteile	CO2 Nutzung	CO2 Gesamt
Neubau Juridicum	10 kg/m ² a	16 kg/m ² a	26 kg/m ² a
Sanierung Fakultätenblöcke	2 kg/m ² a	18 kg/m ² a	20 kg/m ² a

Tabelle XX: Vergleich CO2-Emissionen umfassende Sanierung und Neubau

Das Potential zur Reduktion der THG-Emissionen aus versteckten Emissionsquellen bezieht sich vor allem auf die Vermeidung von F-Gasen, v.a. H-FKW in Kältemitteln für Kälteanlagen. Diese gelangen durch Undichtigkeiten während des Betriebes oder bei der Entsorgung der Kälteanlagen in die Atmosphäre. Inzwischen ist die Verwendung dieser Gase EU-weit geregelt und dem sog. Phase-Down, dem Ausschleichen aus dem Markt mit entsprechenden Preissteigerungen unterworfen, es gibt eine Vielzahl von klimafreundlichen Alternativen. Die teilweise erheblichen Treibhausgaspotentiale, die in den Füllungen üblicher Kälteanlagen und Wärmepumpen enthalten sind, müssen seit 2017 überprüft und bestimmte Kältemittel ab 2020 sogar entsorgt werden. Das Treibhausgaspotential des Kältemittels z.B. eines BNB-Zertifizierten Labor-Neubaus summiert sich auf 5 % der Gesamtemissionen.⁷²

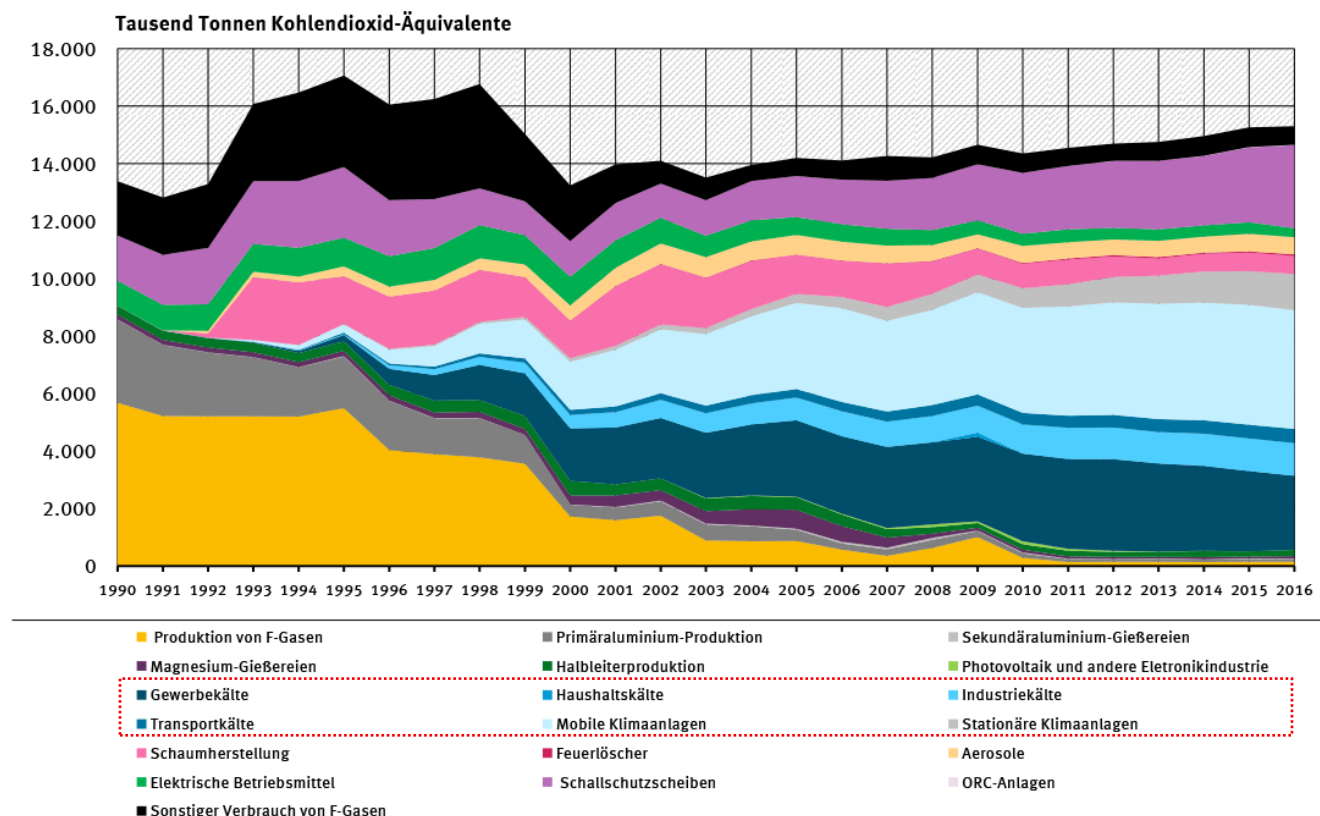


Abbildung XX: Quellen der Emission fluorierte Treibhausgase, Quelle: Umweltbundesamt, Emissionsdatenbank ZSE (Stand 04/2018)

⁷¹ Vortrag MNP Ingenieure, Lebenszyklusoptimierte Projektvorgaben, 27.06.2019

⁷² Untersuchung MNP Ingenieure im Rahmen Neubau Geowissenschaften CAU Kiel

D.2.4 Suffizienzpotentiale

Das Fokusthema „Suffizienzpotentiale heben“ beinhaltet die Optimierungsfelder „Flächenbedarfe“ und „Komfortbedingungen“ (vergl. Kap. C.2.4). Für beide Optimierungsfelder lassen sich aus den zur Verfügung stehenden Daten auf Ebene des gesamten Gebäudeportfolios keine Erkenntnisse ableiten.⁷³

Vorgaben für Flächenbedarfe finden sich aber z.B. in der HB Bau und den Arbeitsstättenrichtlinien (ASR). In der HB Bau ist für einen Sachbearbeiter eine maximale Fläche von 12m² festgelegt. In der Praxis findet diese Maximalfläche häufig als Regelfläche Anwendung, obwohl sich kein Anspruch darauf ableiten lässt. So wird in den ASR der Mindestflächenbedarf für einen Sachbearbeiter mit nur 8m² vorgegeben. Vergleichende Untersuchungen bei der Neuebelegungsplanung von Bestandsflächen in einem typischen Verwaltungsgebäude⁷⁴ ergaben - ohne bauliche Veränderungen - ein Steigerungspotential für die Belegungsdichte von ca. 20%. Dies ist gleichzusetzen mit der Einsparung von THG-Emissionen in ähnlicher Größenordnung. Mit baulichen Veränderungen wäre ein über die organisatorischen Maßnahmen hinausgehendes Steigerungs- bzw. Einsparpotential möglich.

D.3 Zusammenfassung grundlegender Erkenntnisse

Die Auswertung und Analyse des gesamten Gebäudeportfolios der Landesliegenschaften bringt Erkenntnisse auf verschiedenen Ebenen. Schon das Zusammentragen und Aufbereiten der dafür notwendigen Daten zeigt, dass dies nicht ohne Weiteres und nicht in voller Breite und Tiefe möglich ist. So müssen z.B. Daten aus unterschiedlichen Datenbanken, v.a. EMIS und PitFM, zusammengetragen werden. Außerdem können aufgrund von fehlenden und teilweise unplausiblen Daten nicht die Gesamtflächen aller Landesliegenschaften mit ca. 2,0 Mio. m² in die Betrachtung mit einbezogen werden, sondern nur ca. 1,8 Mio. m². Dies liegt z.B. an noch ausstehenden Abstimmungen mit Betreibern von Hochschul-Liegenschaften. Außerdem ist das zur Verfügung stehende Netz an Messstellen zur Erfassung der Energieverbräuche in Landesliegenschaften teilweise sehr grobmaschig. So werden in vielen Liegenschaften die Energieverbräuche mehrerer Gebäude, in manchen Fällen sogar aller Gebäude der Liegenschaft, über nur eine Messstelle erfasst. Für eine gebäudescharfe Bewertung muss der gemessene Energieverbrauch dann im Nachgang anhand von Annahmen und Vereinfachungen auf die einzelnen Gebäude aufgeteilt werden. Ebenso können die Netzverluste liegenschafts-interner Wärmenetze aufgrund fehlender Messstellen i.d.R. nicht erfasst werden, sondern nur mit den Energieverbräuchen der anderen in der Liegenschaft nicht einzeln erfassten Gebäuden zu sogenannten „Pseudogebäuden“ zusammengefasst werden. Ein solches Pseudogebäude der „Polizeidirektion AFB SH und Bereitschaftspolizei SH“ in Eutin weist einen Wärmeverbrauch auf, der ca. 20% des gesamten Wärmeverbrauchs aller der BWZK-Gruppe 1340 zugeordneter Gebäude entspricht. An diesem Beispiel wird deutlich, dass für eine zielführende Umsetzung und Steuerung der Klimaschutzziele sowie für ein wirksames Energiecontrolling auch die Erfassung der Energieflüsse – dies gilt für Strom genauso wie für Wärme und in Zukunft vermehrt auch für Kälte - in den Landesliegenschaften optimiert und nach Möglichkeit in einer Datenbank zusammengeführt werden muss.

Im Bereich Stromverbrauch kommt noch hinzu, dass i.d.R. weniger als die Hälfte durch die Gebäudekonditionierung und zentrale Dienste verursacht wird. Eine Untersuchung des MELUND und der GMSH hat ergeben, dass im Durchschnitt allein ca. 57% für IT aufgewendet wird. In einigen Landesgebäuden, z.B. in Laborgebäuden, wird darüber hinaus auch durch andere Nutzerausstattung ein nicht zu vernachlässigender

⁷³ So sind z.B. keine Angaben zum Flächenangebot pro Person oder tatsächlich vorherrschenden Raumtemperaturen in den Gebäuden verfügbar.

⁷⁴ Beispiel Belegungsplanung GMSH Zentrale Haus A-B: gemäß HB Bau mit 10% Verdichtungsaufschlag Unterbringung von 361 Mitarbeitern möglich, gemäß ASR ohne bauliche Veränderungen 447 Mitarbeiter.

Anteil in Anspruch genommen. Durch bauliche Maßnahmen kann aber i.d.R. nur der Anteil für Gebäudekonditionierung und zentrale Dienste beeinflusst werden. Der Anteil für IT wird in der Teilstrategie „Green IT“ betrachtet, der Anteil für andere Nutzerausstattung kann zukünftig durch entsprechende Vorgaben und Anforderungen bei der Beschaffung reduziert werden.

Eine differenzierte Betrachtung der absoluten Strom- und Wärmeverbräuche nach BWZK-Gruppen erlaubt eine genauere Zuordnung der Einsparpotentiale. Diese sind in den einzelnen BWZK-Gruppen sehr unterschiedlich ausgeprägt. Von besonderem Interesse für vertiefende Betrachtungen sind BWZK-Gruppen mit hohen absoluten Einsparpotentialen gegenüber dem EnEV-Vergleichswert, die sich i.d.R. auf einen hohen absoluten Strom- bzw. Wärmeverbrauch⁷⁵ in Verbindung mit einer hohen Überschreitung der entsprechenden EnEV-Vergleichswerte zurückführen lassen. Darüber hinaus sind auch BWZK-Gruppen mit hohen relativen Einsparpotentialen von Interesse, da diese auf eine hohe Überschreitung des EnEV-Vergleichswertes zurückzuführen. Dies ist gleichbedeutend mit einem hohen Einsparpotential pro Quadratmeter Energiebezugsfläche und lässt eine hohe Wirksamkeit und Wirtschaftlichkeit von Sanierungsmaßnahmen erwarten. Ein Vergleich der beiden BWZK-Gruppen 1340 „Polizeidienststellen“ und 2250 „Institutsgebäude V (gemäß Rahmenplan für den Hochschulbau)“ zeigt, dass das vorhandene Einsparpotential nur mit unterschiedlichen Ansätzen gehoben werden kann, die den Rahmenbedingungen der jeweiligen BWZK-Gruppe angepasst werden müssen. So sind die Polizeidienststellen i.d.R. kleine Gebäude, die jedes für sich genommen keine hohen absoluten Einsparpotentiale bieten. Dafür sind sie in ihrer Nutzung sehr homogen, unterscheiden sich also nur in einem sehr engen Rahmen voneinander. Außerdem liegen sie zum Großteil im ländlichen Raum und werden von einem Vor-Ort-Wärmeerzeuger mit Wärme versorgt. Unter diesen Rahmenbedingungen kann die Erstellung grundsätzlicher Sanierungskonzepte und deren Übertragung auf viele Anwendungsfälle ein sinnvoller Ansatz zur Hebung des auf die gesamte BWZK-Gruppe bezogenen hohen absoluten Wärmeeinsparpotentials sein. Im Gegensatz dazu sind die Institutsgebäude V i.d.R. große Gebäude, die häufig für sich genommen ein großes absolutes Einsparpotential bieten. Aufgrund der differenzierten Nutzungstypologie (Laborgebäude für naturwissenschaftliche Forschung und Lehre), den damit verbundenen hohen Anforderungen an die Gebäudekonditionierung (z.B. i.d.R. mit maschineller Lüftung) und der häufig mit anderen Gebäuden über Liegenschaftsnetze verbundenen Wärme- und ggf. Kälteversorgung stellen hier auch aufwendigere Einzelbetrachtungen für Sanierungskonzepte – unter Einbeziehung von Vorgaben aus Konzepten auf Liegenschaftsebene und übertragbarer Erkenntnisse aus ähnlichen Projekten - einen sinnvollen Ansatz zur Hebung des hohen absoluten Wärmeeinsparpotentials dar.

Auch in Bezug auf die Art der Wärmeversorgung ist eine gezielte Entwicklung unterschiedlicher methodischer Vorgehensweisen grundsätzlich notwendig. Bei Vor-Ort-Wärmeerzeugern liegen alle baulichen und sonstigen Maßnahmen in Bezug auf das Gebäude und die Anlagentechnik in der Hand des Landes und sind i.d.R. unabhängig von Maßnahmen an anderen Gebäuden, sowie mit einem kurzfristigen Zeithorizont umsetzbar. Eine Umstellung auf erneuerbare Energiequellen erfordert i.d.R. eine deutliche Absenkung der Temperaturen im Heizsystem auf Niedertemperaturniveau. Die Wärmeerzeugung kann dann v.a. durch Wärmepumpen und Solarthermie, sowie – in Fällen, in denen kein Niedertemperaturniveau erreicht werden kann – durch Biomasse-Kessel erfolgen. Auch die Umstellung der Wärmenetze auf erneuerbare Energiequellen erfordert i.d.R. eine Absenkung der Temperaturen im Heizsystem der angeschlossenen Gebäude auf Niedertemperaturniveau. Im Unterschied zur Vor-Ort-Wärmeerzeugung bestehen dabei aber große Abhängigkeiten zwischen einzelnen Gebäuden des Landes und den Wärmenetzen der Energieversorgungsunternehmen, an die die Gebäude angeschlossen sind. Über das Wärmenetz bestehend darüber hinaus Abhängigkeiten zu allen anderen an das jeweilige Wärmenetz angeschlossenen Gebäude. Die Umstellung eines Wärmenetzes auf erneuerbare

⁷⁵ Dieser resultiert wiederum i.d.R. aus einem hohen Flächenanteil der BWZK-Gruppe an der Gesamtfläche des Gebäudeportfolios und/oder einem hohen spezifischen Strom- bzw. Wärmebedarf.

Energien ist daher nur mit einem langfristigen Zeithorizont umsetzbar. Hierzu ist ein mit den Energieversorgungsunternehmen koordiniertes und vorausschauendes Vorgehen notwendig. Das Land nimmt dabei sowohl die Rolle eines Großkunden ein, wie auch die des Gesetzgebers und Fördermittelgebers.

Außerdem sollte der Fokus auf Liegenschaften gerichtet werden, die aufgrund ihres hohen Energieverbrauches oder hoher THG-Emissionen hervorstechen. Allen voran der zentrale Campus der Christian-Albrechts-Universität (CAU) (Liegenschafts-Nr. 101120), der beim Strom- und Wärmeverbrauch, sowie bei den THG-Emissionen an erster Stelle aller Landesliegenschaften liegt und alle anderen Liegenschaften weit hinter sich lässt. Darüber hinaus nimmt er mit ca. 28% (Stromverbrauch) bzw. ca. 18% (Wärmeverbrauch) große Anteile des Energieverbrauches aller betrachteter Landesliegenschaften für sich in Anspruch und verursacht ca. 24% aller daraus resultierender THG-Emissionen. Der Umstand, dass sich unter den Liegenschaften mit den höchsten Energieverbräuchen und THG-Emissionen hauptsächlich solche finden, die über Liegenschaftsnetze mit Wärme versorgt werden, unterstreicht zum einen die Notwendigkeit der Erstellung von Liegenschaftskonzepten (vergl. oben). Zum anderen bietet er die Chance, unter Einbindung der Gebäude und des Wärme-, ggf. auch Kälte- und Stromnetzes, mit einem solchen Liegenschaftskonzept auch die Sektorenkopplung zu ermöglichen und somit über die Liegenschaft hinaus einen Beitrag zur erfolgreichen Umsetzung der Energiewende zu leisten. Da es sich bei solchen Liegenschaften häufig um Hochschul-Liegenschaften handelt, die nicht von der GMSH betrieben werden, ist hierbei auch ein koordiniertes Vorgehen aller beteiligten Akteure von besonderer Bedeutung.

Neben den aus dem Gebäudebetrieb resultierenden THG-Emissionen sollten zukünftig auch die grauen Emissionen in die Betrachtungen mit aufgenommen und Lösungsansätze zu deren Reduktion in den kommenden Jahren vorbereitet und mittelfristig umgesetzt werden. Auch wenn deren Anteil an den Gesamtemissionen heute noch gering erscheinen mag, wird er bei erfolgreicher Reduktion der THG-Emissionen aus dem Gebäudebetrieb gegen 2050 laufend deutlich an Bedeutung gewinnen. Gleiches gilt für versteckte Emissionen, z.B. durch F-Gase.

Ebenso sollten Suffizienzpotentiale zukünftig stärker in den Fokus genommen und gehoben werden, v.a. in Bezug auf Flächenbedarfe und Komfortansprüche. Diese können z.B. durch eine Bedarfsplanung stimmig festgelegt und als Anforderungen der Planung zugrunde gelegt werden. Dort müssen sie, wenn sie denn mit Nachdruck und glaubhaft gefordert werden, vom Planungsteam mit intelligenten räumlichen und bau-, sowie anlagentechnischen Lösungen erfüllt werden. Um eine entsprechende Umsetzung sicherzustellen sollten entsprechende Festlegungen in Vorgaben und Weisungen, z.B. dem Handbuch Bau (HB-Bau) erfolgen

E Analyse der Gebäudesteckbriefe

E.1 Erläuterung der Grundlagen und des Vorgehens

Als Grundlage für die Teilstrategie Bauen und Bewirtschaften wurden für 102 ausgewählte Gebäude Steckbriefe erstellt, die neben der Aufnahme des Status quo auch Erkenntnisse zu energetischen Potentialen und zur Wirtschaftlichkeit von Sanierungsmaßnahmen beinhalten. In diesem Kapitel werden darauf aufbauend erweiterte Auswertungen und Analysen vorgenommen. Diese dienen zum einen der Überprüfung der Fokus-themen und zum anderen als Grundlage für die Ableitung von Entwicklungsszenarien und Handlungs-empfehlungen für das Gebäudeportfolio des Landes Schleswig-Holstein (vergl. Kap. F und Kap. G). Eine vertiefte Betrachtung auf Ebene von Einzelgebäuden ist nicht Teil der Betrachtung. Die Auswertungen können aber nach BWZK-Gruppen untergliedert vorgenommen werden. Beides ist dem eigentlichen Ziel der Gebäudesteckbriefe geschuldet, dass auf eine umfassende Erfassung des gesamten Gebäudebestandes und daraus ableitbaren Erkenntnissen für die Entwicklungsszenarien fokussiert. Für vertiefte Analysen können weitere Auswertungen aus Anhang 2 entnommen oder für die Strategieentwicklung in klar umgrenzten Teilbereichen auf Grundlage der vorhandenen Daten erstellt werden.

Die Auswahl der mit Steckbriefen erfassten Gebäude wurde dementsprechend über die verschiedenen Nutzungstypologien (BWZK-Gruppen), Größen und Baualtersklassen bzw. Sanierungszustände hinweg verteilt. In der folgenden Tabelle wird eine Verteilung bzw. Abdeckung der einzelnen BWZK-Gruppen ersichtlich. Eine Liste der ausgewählten Gebäude findet sich in Anhang XX.

Ziffer nach BWZK	Gebäudekategorie	Portfolio NGFe [m²]	Steckbriefe NGFe [m²]	Anteile NGFe in Steckbriefen
1100	Parlamentsgebäude	14.267	13.514	95%
1200	Gerichtsgebäude	207.200	16.111	8%
1300	Verwaltungsgebäude	622.408	193.408	31%
2100	Hörsaalgebäude	22.602	1.335	6%
2200	Institutsgebäude für Lehre u. Forschung	363.997	90.983	25%
2300	Institutsgebäude für Forschung u. Untersuchung	16.613	4.549	27%
2400	Fachhochschulen	136.351	19.130	14%
3000	Geb. des Gesundheitswesens	748	2.446	327%
4300	Sonderschulen	17.212	18.342	107%
5000	Sportbauten	13.401	13.871	104%
6100	Wohnhäuser	1.048	242	23%
6300-6600	Gemeinschaftsunterkünfte etc.	125.521	15.384	12%
7000	Gebäude für Produktion, Werkstätten, Lagergeb.	8.459	4.673	55%
7700	Geb. für öffentliche Bereitschaftsdienste	50.787	1.095	2%
9100	Geb. für kulturelle u. musische Zwecke	84.722	13.448	16%
9600	Justizvollzugsanstalten	79.008	23.295	29%
andere		50.629	0	0%
		1.814.973	431.825	24%

Tabelle XX: Abdeckung BWZK-Gruppen durch mit Steckbriefen erfasste Gebäudeflächen

Die Gebäudesteckbriefe wurden in zwei Phasen erstellt. In der Pilotphase wurden 31 in der darauffolgenden Phase 71 Gebäude erfasst. Nach der Pilotphase wurden die Steckbriefvorlagen auf Grundlage der gesammelten Erfahrungen optimiert. Dies führt zu Abweichungen zwischen den Gebäudesteckbriefen der beiden Phasen. In der Auswertung der Gebäudesteckbriefe konnten diese Abweichungen z.T. ausgeglichen werden, führen bei einzelnen Auswertungen aber auch zum Ausschluss einzelner Gebäude oder Gebäudegruppen. Gleiches gilt für Gebäudesteckbriefe, die aufgrund der Bearbeitungstiefe oder Datenqualität nicht vollumfänglich in die Auswertung einfließen konnten.

Erkenntnisse zu energetischen Potentialen und zur Wirtschaftlichkeit von Sanierungsmaßnahmen lassen sich aus Energiebedarfs- und Wirtschaftlichkeitsberechnungen ableiten, die im Rahmen der Gebäudesteckbriefe mit der Software-Anwendung TEK-Tool des Instituts für Wohnen und Umwelt erstellt wurden. Hierfür wurden für jedes betrachtete Gebäude Sanierungsfahrpläne in bis zu drei Stufen entwickelt und berechnet. Die Sanierungsfahrpläne orientieren sich dabei an folgenden Vorgaben:

- Sanierungsfahrplan A enthält alle in den nächsten 15 Jahren zwingend anfallende Maßnahmen. Bei Maßnahmen, die die Gebäudehülle oder -technik betreffen sind als Qualitätsmaßstab die entsprechenden Anforderungen der EnEV anzusetzen.
- Für den Sanierungsfahrplan B werden die Maßnahmen des Sanierungsfahrplans A um die zugehörigen koppelbaren Maßnahmen ergänzt, außerdem sind die Qualitäten bei Maßnahmen die Gebäudehülle und –technik zu erhöhen.
- Ziel des Sanierungsfahrplans C ist ein möglichst klimaneutrales Gebäude, das Erfüllen der Zielwerte nach EWKG kann dabei zumindest als Anhaltswert betrachtet werden. Um dies zu erreichen ist zum einen die Qualität der Maßnahmen des Sanierungsfahrplans B zu erhöhen, zum anderen sind sinnvolle, weitere Maßnahmen mit aufzunehmen.

Eine vertiefende Dokumentation der oben beschriebenen Annahmen und Festlegungen enthält Anhang H. Weitere Informationen zum Aufbau und Inhalten der Gebäudesteckbriefe sind Anhang XX zu entnehmen.

Die folgenden Auswertungen und Analysen erfolgen nach den beiden umsetzungsbezogenen Fokusthemen Energieabnahme optimieren (vergl. Kap. C.2.1) und Energieversorgung optimieren (vergl. Kap. C.2.2) gegliedert, da für diese direkte Rückschlüsse aus den zur Verfügung stehenden Daten gezogen und Kennwerte für die Hochrechnung der Entwicklungsszenarien (vergl. Kap. F) ermittelt werden können. Einen weiteren Schwerpunkt bildet die Auswertung und Analyse der Sanierungsmaßnahmen im Hinblick auf Wirtschaftlichkeit.

E.2 Auswertung nach Fokusthemen und weiteren Schwerpunkten

E.2.1 Energieabnahme optimieren

Für das Optimierungsfeld „Reduktion der Energieabnahme“ des Fokusthemas „Energieabnahme optimieren“ (vergl. Kap. C.2.1) lassen sich aus den zur Verfügung stehenden Daten der Gebäudesteckbriefe Erkenntnisse ableiten.

Im Optimierungsfeld „Reduktion der Energieabnahme“ lassen sich Einsparpotentiale anhand der Energiebedarfsberechnungen für die drei unterschiedlichen Sanierungsfahrpläne ableiten. Dies gilt sowohl für Einsparpotentiale beim Strombedarf, wie auch beim Wärmebedarf. Die strombezogenen Einsparpotentiale beziehen sich dabei auf den Strombedarf für Gebäudekonditionierung⁷⁶ und zentrale Dienste⁷⁷ und bilden sich

⁷⁶ Heizung, Kühlung, Lüftung und Beleuchtung

⁷⁷ Z.B. Aufzüge

wie folgt ab.

	SFP A	SFP B	SFP C
Steckbriefe Pilotphase (31)	18%	20%	36%
Steckbriefe 2. Phase (71)	10%	12%	22%
Gesamt	12%	14%	26%

Tabelle XX: Stromeinsparpotential

Aus der Querschnittsanalyse des TEK- Tool⁷⁸ können ähnliche Zahlen benannt werden: die Einsparpotenziale im Bereich der elektrischen Energie reichen in der ambitioniertesten Variante (EnEV-50% Sanierung) kaum über 30% bis 40% hinaus. Die Stadt Frankfurt rechnet bei der Sanierung kommunaler Liegenschaften nach EnEV- Standard mit Stromeinsparpotentialen von 15%, für optimierte Sanierungen werden zusätzliche Stromeinsparungen von 10% angenommen⁷⁹ was den Ergebnissen der Steckbriefauswertungen sehr nahe kommt.

Für die Hochrechnung der Entwicklungsszenarien (vergl. Kap. F) wird eine Bandbreite für das Stromeinsparpotential von 12% bis 26% übernommen.

Die wärmebezogenen Einsparpotentiale beziehen sich auf die Wärmeabnahme⁸⁰ für Raumwärme und Warmwasser und bilden sich wie folgt ab.

	SFP A	SFP B	SFP C
Steckbriefe Pilotphase (31)	33%	45%	57%
Steckbriefe 2. Phase (71)	28%	39%	61%
Gesamt	30%	41%	60%

Tabelle XX: Wärmeeinsparpotential

Vergleichend dazu werden Einsparpotentiale aus dem Bericht „Langfristszenarien für die Transformation des Energiesystems“⁸¹ herangezogen. Die Reduktion des Heizwärmebedarfs liegen demzufolge im Bereich von 38%-55% (55% im Nichtwohngebäudesektor). Im Basisszenario wird im Schnitt eine Reduktion des Heizwärmebedarfs von 50%-60% nach der Sanierung erzielt. Auch aus der Querschnittsanalyse der TEK-Datenbank⁸² gehen ähnliche Einsparungspotentiale hervor: beim Heizwärmebedarf sind demzufolge 50%-75% (Variante „Standard“) bzw. sogar 75%-90% (Variante „Zukunft“) zu erwarten. Für einen in Bezug auf den aktuellen Zustand der Gebäude inhomogenen Bestand - wie den des Landes Schleswig-Holstein – werden die aus den Gebäudesteckbriefen ermittelten Wärmeeinsparpotentiale als plausibel bewertet.

Für die Hochrechnung der Entwicklungsszenarien (vergl. Kap. F) wird aus dieser Auswertung eine Bandbreite für das Wärmeeinsparpotential von 30% bis 60% übernommen

Neben den relativen Einsparpotentialen sind auch die absolut erreichbaren spezifischen Wärmebedarfe von Interesse. Im EWKG wird für „grundlegende Renovierungen von Gebäuden auf Landesliegenschaften“ ein Zielwert von 50 kWh/m²a für den Wärmebedarf vorgeschrieben.⁸³ Dieser gilt nach EWKG pauschal für alle

⁷⁸ Typologische Kenngrößen von Nichtwohngebäuden im Bestand. Querschnittsanalyse der TEK Datenbank, IWU, September 2015

⁷⁹ Klimaschutz Gebäudesanierung, Sanierung kommunaler Liegenschaften planen, Eigentümer motivieren, Quartiere erneuern, Deutsches Institut für Urbanistik gGmbH (Difu), Köln 2018

⁸⁰ Im TEK-Tool wird diese nach EEWärmeG als „Erzeugernutzwärmeabgabe“ bezeichnet.

⁸¹ Langfristszenarien für die Transformation des Energiesystems, Berichtsmodul -3 Referenzszenario und Basisszenario

⁸² Typologische Kenngrößen von Nichtwohngebäuden im Bestand. Querschnittsanalyse der TEK Datenbank, IWU, September 2015

⁸³ Energiewende- und Klimaschutzgesetz Schleswig-Holstein (EWKG) vom 07. März 2017 §4 Abs. 2

Nutzungstypologien. Da in Abhängigkeit der Nutzung deutlich unterschiedliche Wärmebedarfe zu erwarten sind, wurde schon im Rahmen der Steckbrieferstellung und der Auswertungen in Kapitel D auf nach Nutzungstypologie gemäß Bauwerkszuordnungskatalog (BWZK) differenzierte EWKG-Zielwert zurückgegriffen.

Anhand der Gebäudesteckbriefe lässt sich auch ableiten, ob die Erreichung dieser Zielwerte in der Praxis nach heutigem Ermessen umsetzbar ist. Wie die folgende Auswertung zeigt, liegt der flächengewichtete Durchschnittswert des Wärmebedarfs aller mit Steckbriefen erfassten Gebäude im Status quo bei etwa 141 kWh/m²a. Bei Sanierung nach den Vorgaben für Sanierungsfahrplan A werden im Durchschnitt in etwa 100 kWh/m²a erreicht, was dem flächengewichteten Durchschnitt der entsprechenden EnEV-Vergleichswerte entspricht. Bei Sanierung nach den Vorgaben für Sanierungsfahrplan C werden im Durchschnitt in etwa 62 kWh/m²a erreicht und damit der flächengewichtete Durchschnitt der entsprechenden EWKG-Zielwerte um etwa 17% überschritten.

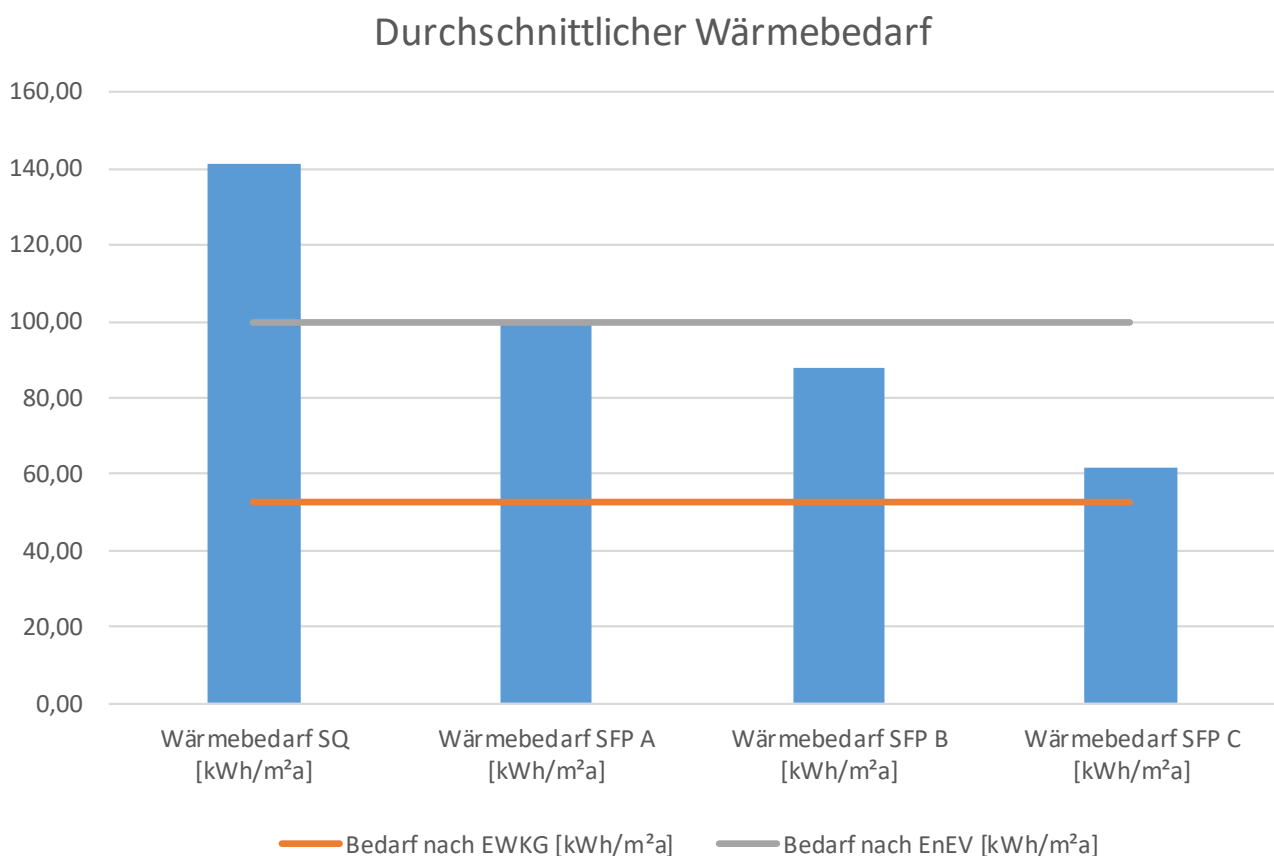


Abbildung XX: Flächengewichteter durchschnittlicher Wärmebedarf Status quo und nach Sanierungsfahrplan A, B und C im Vergleich zu EnEV-Vergleichswert und EWKG-Zielwert

Auch wenn der BWZK-bewertete EWKG-Zielwert somit im flächengewichteten Durchschnitt nahezu erreicht wird, zeigt eine genauere Betrachtung, dass dies nicht für jede BWZK-Gruppe gilt. Während der Wert in den BWZK-Gruppen 1311 „Ministerien“, 2300 „Institutsgebäude für Forschung und Untersuchung“, 4100 „Allgemeinbildende Schulen“, 4200 „Berufsbildende Schulen“, 4500 „Weiterbildungseinrichtungen“ und 9130 „Bibliotheksgebäude“ deutlich überschritten wird, liegt er in den BWZK-Gruppen 2230 „Institutsgebäude III (gemäß Rahmenplan für den Hochschulbau)“, 2240 „Institutsgebäude IV (gemäß Rahmenplan für den Hochschulbau)“ und 2250 „Institutsgebäude V (gemäß Rahmenplan für den Hochschulbau)“ deutlich darunter.

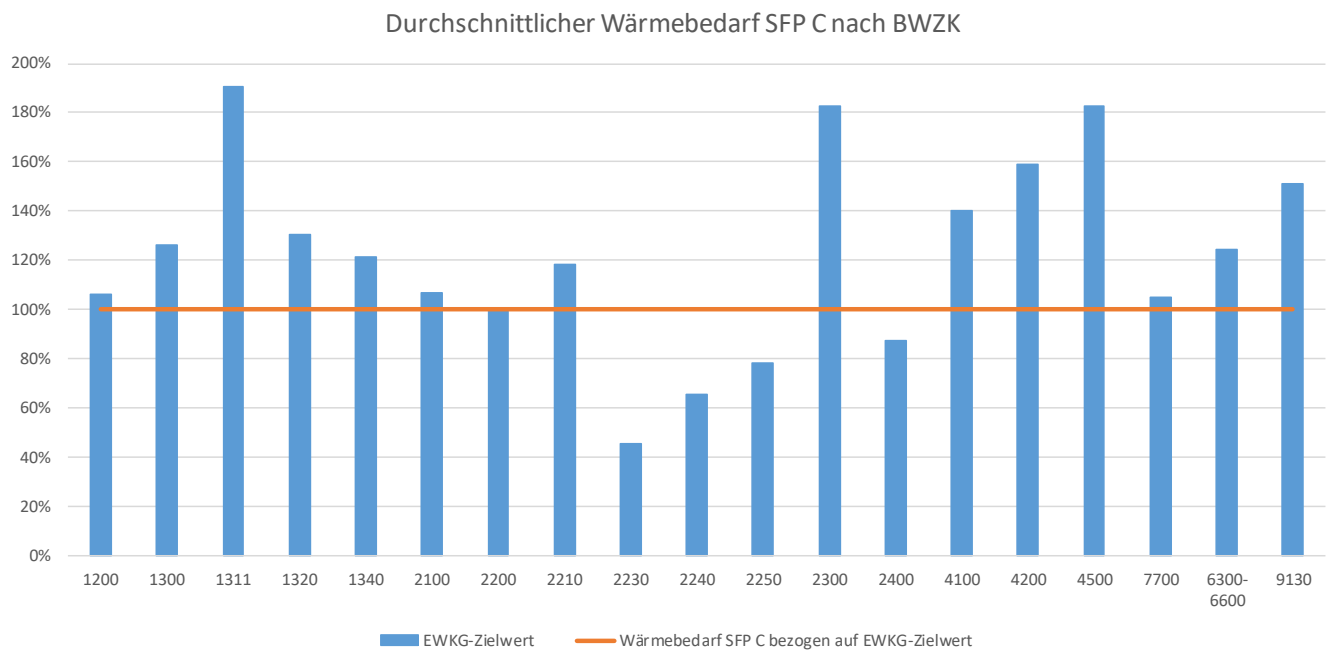


Abbildung XX: Flächengewichteter durchschnittlicher Wärmebedarf Sanierungsfahrplan C im Vergleich zu EWKG-Zielwert nach BWZK-Gruppen

Wie eine weitere Aufschlüsselung der BWZK-Gruppen auf einzelne Gebäude zeigt, wurden in diesen auffälligen BWZK-Gruppen nur jeweils ein bis drei Gebäude mit Steckbriefen erfasst. Die Ergebnisse sind somit nicht ohne weiteres auf die gesamte BWZK-Gruppe zu übertragen. Die einzige Ausnahme bildet BWZK-Gruppe 2250 „Institutsgebäude V (gemäß Rahmenplan für den Hochschulbau)“, die mit 13 Gebäuden vertreten ist und somit ein auf die gesamte BWZK-Gruppe übertragbares erhöhtes Einsparpotential erwarten lässt.

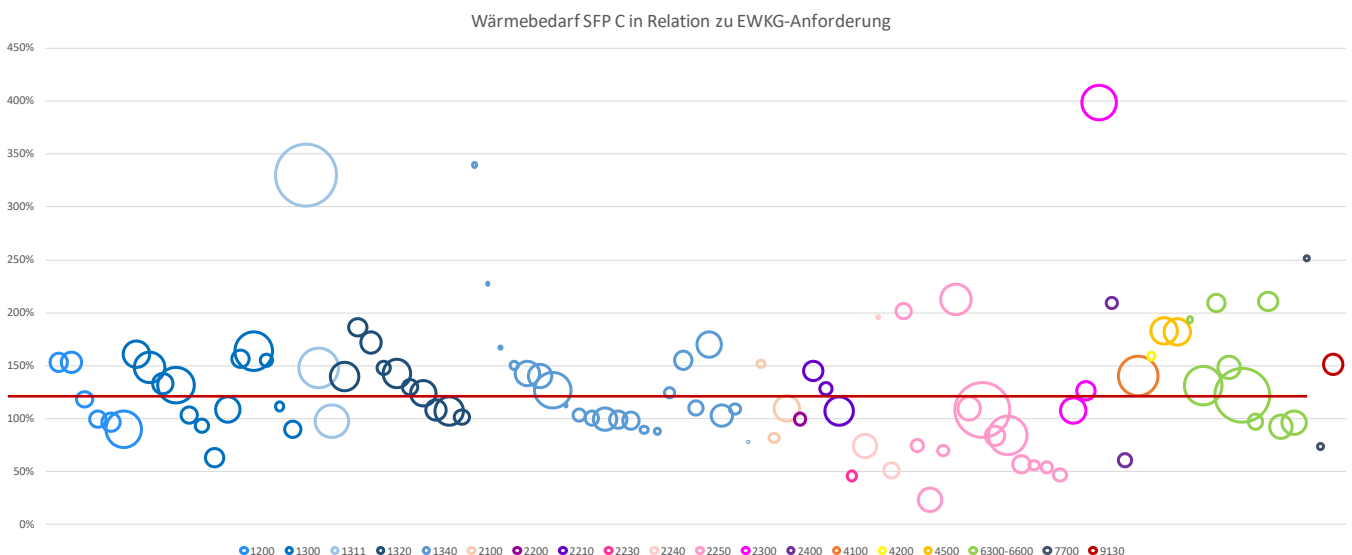


Abbildung XX: Verteilung Wärmebedarf nach Sanierungsfahrplan C im Vergleich zu EWKG-Zielwert (Größe der Kreise entspricht dem absoluten Wärmebedarf des jeweiligen Gebäudes)⁸⁴

Die Aufschlüsselung auf einzelne Gebäude zeigt insgesamt ein heterogenes Bild. Die rote entspricht dem Durchschnitt von etwa 117% des BWZK-bewerteten EWKG-Zielwertes. Jeder Kreis steht für eines der im Rahmen der Steckbrieferstellung untersuchten Gebäude. Die Größe der Kreise entspricht dem absoluten Wärmebedarf des jeweiligen Gebäudes, die Farbe der Kreise entspricht der Sortierung der Gebäude nach BWZK-Gruppen. Die meisten Einzelgebäude gruppieren sich um den Durchschnittswert von 117%, lediglich in

⁸⁴ In BWZK-Gruppe 6300-6600 sind zwei Wohngebäude der BWZK-Gruppe 6000 enthalten.

den BWZK-Gruppen 1311 „Ministerien“ und 2300 „Institutsgebäude für Forschung und Untersuchung“ gibt es größere Ausreißer nach oben, sowie in der BWZK-Gruppen 2250 „Institutsgebäude V (gemäß Rahmenplan für den Hochschulbau)“ nach oben und unten.

Legt man den BWZK-bewerteten EWKG-Zielwert zugrunde, so lässt sich feststellen, dass dieser selbst mit einer ambitionierten Sanierung nach den Vorgaben des Sanierungsfahrplanes C in vielen Einzelgebäuden nicht erreicht werden kann. Allerdings zeichnet sich ab, dass er als Durchschnittswert innerhalb einzelner BWZK-Gruppen durchaus erreicht bzw. nahezu erreicht werden kann. Setzt man den Gesamtdurchschnitt der mit Steckbriefen untersuchten Gebäude als für alle Liegenschaften repräsentativ an, so ist zu erwarten, dass der BWZK-bewertete EWKG-Zielwert bei ambitionierter Sanierung aller Liegenschaften nicht ganz erreicht werden kann, allerdings der erreichbare Wert mit 10-20% nur etwas darüber zu liegen kommt. Hierbei ist zu beachten, dass bei einem Großteil⁸⁵ der untersuchten Gebäude im Sanierungsfahrplan C eine teilweise oder vollflächige mechanische Belüftung mit Wärmerückgewinnung angesetzt wurde.

E.2.2 Energieversorgung optimieren

Für das Optimierungsfeld „Transformation Stromversorgung“ des Fokusthemas „Energieversorgung optimieren“ (vergl. Kap. C.2.2) lassen sich aus den zur Verfügung stehenden Daten der Gebäudesteckbriefe Erkenntnisse ableiten.

So wurden bei der Begehung der mit Steckbriefen erfassten Gebäude die potentiellen Dachflächen für die Errichtung von PV-Anlagen bewertet. Hierbei wurden nur aufgrund der Besonnung geeignete und nicht von anderen technischen Anlagen belegte Flächen einbezogen, sowie Flächenbedarf für Randabstände und Bewegungsflächen in Abzug gebracht. Aus der Auswertung der potentiellen PV-Flächen ergibt sich ein Stromertragspotential aus Photovoltaik über alle erfassten Gebäude.

Hieraus wird ein PV-Ertragspotential pro Quadratmeter NGFe von etwa 8,8 kWh/a ermittelt und für die Hochrechnung der Entwicklungsszenarien (vergl. Kap. F) übernommen.

E.2.3 Wirtschaftlichkeit

Die Energiebedarfsberechnungen in den Gebäudesteckbriefen wurden durch Wirtschaftlichkeitsberechnungen ergänzt, die erste Erkenntnisse über die zu erwartenden THG-Vermeidungskosten erlauben. Die Wirtschaftlichkeitsberechnungen wurden in Anlehnung an die Barwertmethode mit der Software-Anwendung TEK-Tool des Instituts für Wohnen und Umwelt und auf Grundlage der für die betrachteten Gebäude individuell entwickelten Sanierungsfahrpläne erstellt. Weiterführende Informationen zu den in der Wirtschaftlichkeitsberechnung angesetzten Rahmenbedingungen sind der Dokumentation der Gebäudesteckbriefe (vergl. Anhang XX) zu entnehmen.

Als Ergebnisse der Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen liegen durchschnittliche THG-Vermeidungskosten für die Umsetzung der drei Sanierungsfahrpläne vor. Diese berechnen sich aus den Mehrkosten gegenüber dem Status quo und den gegenüber dem Status quo jeweils verminderten THG-Emissionen. Die Mehrkosten setzen sich dabei aus den Vollkosten für alle im Sanierungsfahrplan enthaltenen baulichen Maßnahmen, Instandhaltungsaufwand für alle neu hinzugekommenen Bauteile und Komponenten⁸⁶, sowie Energiekosten zusammen. Im Status quo werden dementsprechend nur Energiekosten betrachtet. Im Ergebnis führt dies zu

⁸⁵ Bei 83% der Steckbriefe in denen entsprechende Angaben zur Lüftung angegeben wurden.

⁸⁶ Für lediglich erneuerte Bauteile und Komponenten wird kein Instandhaltungsaufwand angesetzt, da dieser in etwa dem Instandhaltungsaufwand des Status quo entspricht bzw. i.d.R. sogar darunter liegt. Letzteres gilt v.a. dann, wenn in die Jahre gekommene Bauteile und Komponenten im Status quo einen hohen Instandhaltungsaufwand verursachen.

folgenden durchschnittlichen THG-Vermeidungskosten.

	SFP A	SFP B	SFP C
gegenüber Status quo	ca. 185 €/t	ca. 200 €/t	ca. 240 €/t

Tabelle XX: THG-Vermeidungskosten in Euro pro vermiedener Tonne CO₂-Äquivalent

Die ermittelten THG-Vermeidungskosten entsprechen in etwa den vom Umweltbundesamt empfohlenen Ansätze für THG-Schadenskosten bzw. Klimakosten für die Jahre 2016, 2030 und 2050. Diesen liegt eine reine Zeitpräferenzrate⁸⁷ von 1% zugrunde. Die vom Umweltbundesamt für Sensitivitätsanalysen empfohlenen Werte ohne reine Zeitpräferenzrate liegen ein Vielfaches darüber.

	2016	2030	2050
1% reine Zeitpräferenzrate	180 €/t	205 €/t	240 €/t
0% reine Zeitpräferenzrate	640 €/t	670 €/t	730 €/t

Tabelle XX: UBA-Empfehlung Klimakosten in Euro pro Tonne CO₂-Äquivalent⁸⁸

Stellt man die in den Steckbriefen ermittelten THG-Vermeidungskosten und die vom Umweltbundesamt empfohlenen Ansätze für Klimakosten (1% reine Zeitpräferenzrate) gegenüber, so ergibt sich daraus folgende Erkenntnis: Durch eingesparte Energiekosten (Status quo) und vermiedene Klimakosten können die den Sanierungsfahrplänen zugrundeliegenden baulichen Maßnahmen kostenneutral umgesetzt werden. Energiekosteneinsparung und vermiedene Klimakosten finanzieren somit die energetische Sanierung der Landesliegenschaften. Dies gilt für Sanierungsfahrplan A schon ab heute, für Sanierungsfahrplan B ab etwa 2028⁸⁹ und für Sanierungsfahrplan C ab etwa 2050. Da sich die Klimakosten aber mit jedem Jahr erhöhen liegen die durchschnittlichen Klimakosten für ein heute saniertes Gebäude deutlich über dem Kostenansatz von 2016. Für ein im Jahr 2020 saniertes Gebäude ergeben sich bis 2050 durchschnittliche Klimakosten von etwa 214 €/t⁹⁰ und würden damit die Umsetzung von energetischen Sanierungsmaßnahmen im Bereich zwischen Sanierungsfahrplan A und B abdecken.

Die Umsetzung der energetischen Sanierungsmaßnahmen aus Sanierungsfahrplan C wäre demgegenüber mit einem Restkostenanteil von etwa 11 % möglich⁹¹. Diese erscheint vor dem Hintergrund nicht in die Wirtschaftlichkeitsberechnung mit einbezogener Effekte vertretbar. So können bei umfassenden Sanierungen die vorhandenen personellen Ressourcen deutlich effizienter eingesetzt werden, als bei kleinteiligen Bauunterhaltsmaßnahmen - und damit Kosten eingespart werden. Darüber hinaus verringert sich das Risiko sogenannter Lock-Inn-Effekte, und verhindert u.U. eine kostspielige Erneuerung der betroffenen Bauteile und Komponenten zu einem späteren Zeitpunkt. Außerdem ist eine zukünftige Reduktion der Sanierungskosten durch technische Weiterentwicklungen und optimierte Planungsabläufe (z.B. Typensanierung, Erfahrungswissen in Bezug auf Kostensprünge) möglich. Darüber hinaus beinhalten die THG-Vermeidungskosten in dieser Betrachtung die Vollkosten aller energetisch wirksamen baulichen Maßnahmen, und stellen damit grundlegende Beiträge zum Bauunterhalt und zur Steigerung der Nutzungsfähigkeit der Gebäude dar.

⁸⁷ Eine reine Zeitpräferenzrate von 1% bedeutet zum Beispiel, dass die Schäden, die der nächsten Generation (in 30 Jahren) entstehen, nur zu 74%, die der übernächsten Generation (in 60 Jahren) entstehenden Schäden nur zu 55% berücksichtigt werden. Bei einer reinen Zeitpräferenzrate von 0% werden hingegen heutige und zukünftige Schäden gleichgewichtet. Quelle: Umweltbundesamt, Methodenkonvention 3.0

⁸⁸ Umweltbundesamt, Methodenkonvention 3.0 zur Ermittlung von Umweltkosten – Kostenansätze, Februar 2019

⁸⁹ Lineare Interpolation zwischen Klimakosten 2016 und 2030 auf einen Wert von 200 €/t

⁹⁰ Ermittlung der Klimakosten der Jahre 2020 bis 2050 durch lineare Interpolation und Bildung des Mittelwerts der jährlichen Klimakosten für den Zeitraum 2020-2050.

⁹¹ Differenz THG-Vermeidungskosten SFP C (240 €/t) und durchschnittliche Klimakosten (214 €/t) in Bezug gesetzt zu THG-Vermeidungskosten SFP C.

E.3 Zusammenfassung grundlegender Erkenntnisse

Aus der Auswertung der Gebäudesteckbriefe können grundlegende Kennwerte für die Hochrechnung der Entwicklungsszenarien in Kapitel F gewonnen werden. Diese sind:

- Einsparpotential Wärmeabnahme: 30% (Sanierungsfahrplan A) bis 60% (Sanierungsfahrplan C)
- Einsparpotential Stromabnahme: 12% (Sanierungsfahrplan A) bis 26% (Sanierungsfahrplan C)
- PV-Ertragspotential: 8,8 kWh/m²_{NGFe}

Darüber hinaus kann anhand der Auswertung und Analyse der Gebäudesteckbriefe der im EWKG festgelegt Zielwert für den Wärmebedarf grundlegend sanierter Gebäude im Hinblick auf seine Erreichbarkeit in der praktischen Umsetzung bewertet werden. Der Zielwert wird im EWKG ohne Unterscheidung nach Nutzungstypologien pauschal mit 50 kWh/m²a angegeben. Da sich die Wärmebedarfe je nach Nutzung aber deutlich unterscheiden können wurden schon im Rahmen der Entwicklung der Gebäudesteckbriefe aus den EnEV-Vergleichswerten nach BWZK und dem pauschalen EWKG-Zielwert sogenannte BWZK-bewertete EWKG-Zielwerte für jede BWZK-Gruppe abgeleitet und den Gebäudesteckbriefen zugrunde gelegt. Die Auswertung der Gebäudesteckbriefe zeigt aber, dass selbst mit Sanierungsfahrplan C auch diese Zielwerte beim Großteil der betrachteten Gebäude nicht erreicht werden. Auch im flächengewichteten Durchschnitt einzelner betrachteter BWZK-Gruppen wird der Zielwert häufig nicht erreicht und im flächengewichteten Gesamtdurchschnitt aller mit Steckbriefen erfassten Gebäude um ca. 17% überschritten. Eine Anpassung des Zielwertes im Rahmen der anstehenden Novellierung des EWKG ist daher anzustreben und sollte auf Grundlage dieser Erkenntnisse und weiterführender Untersuchungen erfolgen, sowie die Ergänzung durch Zielwerte für die Stromabnahme erwogen werden.

Darüber hinaus ist festzustellen, dass der berechnete Energiebedarf beim Großteil der mit Steckbriefen erfassten Gebäude nicht innerhalb eines Toleranzbereiches von $\pm 20\%$ im Vergleich zum gemessenen Energieverbrauch liegt.⁹² Dies lässt sich zum einen darauf zurückführen, dass bei der Bedarfsberechnung einzelne Parameter nicht auf die tatsächlich vorherrschenden Nutzungsrandbedingungen angepasst werden, so z.B. bei Teilnutzung des Gebäudes. Zum anderen lässt es sich darauf zurückführen, dass bei der Verbrauchsmessung nicht jedes Gebäude einer Liegenschaft separat, sondern häufig mehrere Gebäude mit nur einer Messstelle erfasst werden. Die daraus hervorgehenden Messwerte müssen dann auf Grundlage von groben Annahmen auf die einzelnen Gebäude aufgeteilt werden. Da letztendlich der tatsächlich zu erwartende Verbrauch und nicht ein auf standardisierten Nutzungsrandbedingungen basierender theoretischer Bedarf die zukünftige Energieabnahme und THG-Emissionen bestimmt, ist die Einbeziehung eines Bedarfs-/Verbrauchsabgleiches bei Konzepterstellung und Planung von Sanierungsvorhaben anzustreben. Darüber hinaus sollte erwogen werden diesen Aspekt in eine Anpassung des Zielwertes für den Wärmebedarf nach EWKG einzubeziehen (vergl. oben).

Auch zur Wirtschaftlichkeit unterschiedlich ambitionierter Sanierungsstandards liefert die Auswertung der Gebäudesteckbriefe zielführende Erkenntnisse. Die THG-Vermeidungskosten bei Umsetzung von Sanierungsfahrplan A würden sich schon heute annähernd durch die eingesparten Klimakosten amortisieren. Ab 2030 gilt gleiches für Sanierungsfahrplan B und ab 2050 für Sanierungsfahrplan C. Geht man von einem mittleren Wert der Klimakosten von heute bis 2050 von 214 €/t aus, so übersteigen die THG-Vermeidungskosten der energetischen Sanierungsmaßnahmen aus Sanierungsfahrplan C diesen Wert lediglich um ca. 11%. Dies erscheint vor dem Hintergrund nicht in die Wirtschaftlichkeitsberechnung mit einbezogener Effekte – z.B. effizienter Einsatz personeller und finanzieller Ressourcen und Vermeidung von Lock-In-Effekten – vertretbar, wenn nicht sogar geboten. Außerdem beinhalten die THG-Vermeidungskosten in dieser

⁹² Bei Wärmeabnahme ca. 65% und bei Stromabnahme ca. 57% der Gebäude nicht im Toleranzbereich.

Betrachtung die Vollkosten aller energetisch wirksamen baulichen Maßnahmen, und stellen damit grundlegende Beiträge zum Bauunterhalt und zur Steigerung der Nutzungsfähigkeit der Gebäude dar. Mit einem geringen Aufschlag von 11% werden diese also durch die vermiedenen Klimakosten finanziert.

F Ableitung von Entwicklungsszenarien für das Gebäudeportfolio

F.1 Erläuterung der Grundlagen und des Vorgehens

Auf Grundlage der Gebäudesteckbriefe (vergl. Kap. E) und weiterer Quellen, werden im Folgenden Hochrechnungen für verschiedene Entwicklungsszenarien angestellt, die die Bandbreite der möglichen Entwicklung der Energieverbräuche und der daraus resultierenden THG-Emissionen der Landesliegenschaften abbilden. Hierbei werden die beiden Handlungsdimensionen Energieabnahme und Energieversorgung, sowie deren Einfluss auf die resultierende Gesamtreduktion von THG-Emissionen betrachtet (vergl. Kap. B.3). Darüber hinaus werden die je nach Entwicklungsszenario zu erwartenden THG-Emissionen im zeitlichen Verlauf von 2020-2050 dargestellt und bewertet.

Zunächst werden zwei Entwicklungsszenarien aufgebaut, die sich grundlegend unterscheiden. Im minimalen Szenario (Min-Szenario) werden alle Einflussfaktoren auf den ungünstigsten zu erwartenden Wert eingestellt und somit zu einer minimalen Reduktion der THG-Emissionen führen. Im maximalen Szenario (Max-Szenario) hingegen werden alle Einflussfaktoren auf den günstigsten zu erwartenden Wert eingestellt und somit die maximale Reduktion der THG-Emissionen erreicht. Darauf aufbauend werden für ausgewählte Einflussfaktoren weitere Entwicklungsszenarien berechnet, um die Sensitivität im Hinblick auf eine Änderung dieser Einflussfaktoren zu überprüfen.

Die Berechnungen erfolgen anhand von Mittelwerten auf Ebene des gesamten Gebäudeportfolios aller Landesliegenschaften. Die Ermittlung einiger Mittelwerte⁹³ konnte aufgrund der verfügbaren Datenlage nicht für alle Gebäudeflächen der Landesliegenschaften im Status quo erfolgen, sondern lediglich für ca. 1,8 Mio der insgesamt ca. 2,0 Mio m² NGFe. Für die Berechnungen der Entwicklungsszenarien werden diese Mittelwerte aber für die Gesamtfläche der Landesliegenschaften im Status quo angesetzt. Veränderungen durch Sanierungs- und Neubautätigkeit, sowie die Weiterentwicklung der Energieversorgung werden ebenso anhand von Mittel- und Kennwerten abgebildet. Die Berechnungen erfolgen für die Stützjahre 2030, 2040 und 2050. Für die dazwischenliegenden Jahre werden die Werte unter der vereinfachenden Annahme eines linearen Verlaufes interpoliert.

Im Folgenden werden der grundsätzliche Aufbau des Berechnungsmodells und die einzelnen Einflussfaktoren erläutert. Eine ausführlichere Erläuterung und Herleitung der verwendeten Mittel- und Kennwerte ist Anhang XX zu entnehmen.

F.1.1 Flächenbezogener Aufbau des Berechnungsmodells

Für die Berechnungen werden die Gebäudeflächen aller Landesliegenschaften in drei Gruppen eingeteilt, nämlich in sanierte Gebäude, nicht sanierte Gebäude und Neubauten. Die Flächen der sanierten Gebäude werden über eine Sanierungsquote auf Grundlage der Gesamtflächen im Status quo ermittelt. Die Sanierung im Rahmen dieser Sanierungsquote umfasst immer die umfassende energetische Sanierung der Gebäudehülle und Anlagentechnik, insbesondere die Erneuerung der Wärmeversorgung.⁹⁴ Im Min-Szenario wird eine niedrige, im Max-Szenario eine hohe Sanierungsquote angesetzt. Die Flächen der nicht sanierten Gebäude ergeben sich aus der Differenz der Gesamtfläche Status quo und den Flächen der sanierten Gebäude. Die Neubauflächen werden über eine Neubauquote auf Grundlage der Gesamtflächen im Status quo ermittelt und für das Min- und Max-Szenario mit demselben Wert angesetzt.

⁹³ Z.B. Mittelwert für spezifische Wärme- und Stromabnahme

⁹⁴ Da die Berechnungen anhand von Mittelwerten über das gesamte Gebäudeportfolio erfolgen, wird hier von einem sogenannten Vollsanierungsäquivalent ausgegangen, dass aber in der praktischen Umsetzung auch über Teilsanierungen mit größerem Flächenumfang erreicht werden kann.

F.1.2 Abbildung der Einflussfaktoren im Handlungsfeld Energieabnahme

Für alle drei Gebäudegruppen werden Wärme- und Stromabnahme berechnet und somit die Potentiale im Handlungsfeld Energieabnahme dargestellt. Die Stromabnahme wird dabei in Strom für IT (vergl. Teilstrategie Green IT), Nutzerstrom und Strom für Gebäudekonditionierung und zentrale Dienste untergliedert. In der Berechnung werden diese getrennt ausgewiesen, in den Betrachtungen für die Teilstrategie Bauen und Bewirtschaften allerdings nur die Stromabnahme für Gebäudekonditionierung und zentrale Dienste einbezogen. Die Wärmeabnahme umfasst Raumwärme und Warmwasser. Für die sanierten Gebäudeflächen wird eine prozentuale Reduktion der Wärme- und Stromabnahme gegenüber dem Status quo angesetzt, die sich jeweils aus der Analyse der Gebäudesteckbriefe ergibt (vergl. Kap. E). Auch für die nicht sanierten Gebäudeflächen wird eine prozentuale Reduktion der Wärme- und Stromabnahme gegenüber dem Status quo angerechnet. Diese begründet sich aus der Weiterentwicklung bei Gebäudebetriebsoptimierung und Nutzerbeeinflussung und den damit verbundenen zusätzlichen Einsparpotentialen im betrachteten Zeitraum bis 2050. Die Wärme- und Stromabnahme der Neubauflächen leitet sich aus den Anforderungen des EWKG § 4 Abs. 2 ab, der für neu zu errichtende Nichtwohngebäude auf Landesliegenschaften eine Unterschreitung der EnEV-Anforderungen um 30% festlegt. Im Min-Szenario wird jeweils ein unterer und im Max-Szenario ein oberer Wert für die Reduktion gegenüber dem Status quo bzw. den EnEV-Anforderungen angesetzt.

F.1.3 Abbildung der Einflussfaktoren im Handlungsfeld Energieversorgung

Die Potentiale im Handlungsfeld Energieversorgung bilden sich in drei Gruppen von Einflussfaktoren ab, nämlich der Verteilung der Wärmeversorgungsarten, der dezentralen Stromproduktion über PV und der Entwicklung der THG-Emissionsfaktoren der Energieversorgungsnetze⁹⁵. Die Verteilung der Wärmeversorgung teilt sich auf folgende Arten auf:

- Wärmenetze
- Gaskessel (mit Anschluss an Gasnetz)
- Öl- und Flüssiggaskessel
- Biomassekessel
- Solarthermie
- Erdgas-BHKW mit Spitzenlast Gaskessel
- Strom-Direktheizung und dezentral elektrische Warmwasserbereitung
- Wärmepumpen

Die Verteilung im Status quo wird auf Grundlage der EMIS-Daten verbrauchsbezogen ermittelt. In den weiteren Berechnungsschritten wird sie flächenbezogen fortgeführt. Dieser Wechsel der Bezugsgröße ist möglich und notwendig, da im Berechnungsmodell für die Hochrechnung der Entwicklungsszenarien keine Einzelgebäude oder Gebäudegruppen (z.B. BWZK-Gruppen), sondern Mittelwerte für die Gesamtheit der Gebäudeflächen aller Landesliegenschaften betrachtet werden. In den Entwicklungsszenarien wird sowohl für sanierte Gebäudeflächen, wie auch für nicht sanierte Gebäudeflächen und Neubauten eine Weiterentwicklung der Wärmeversorgung angenommen. Dabei wird der Anteil der Wärmenetze als gleichbleibend bzw. auch für Neubauten ein dem Status quo entsprechender Anteil angesetzt. Der Anteil der Gas-, Öl- und Flüssiggaskessel wird für sanierte und nicht sanierte Gebäudeflächen als rückläufig angesetzt. Die Sanierung im Rahmen der Sanierungsquote (siehe oben) umfasst dabei immer auch den Ersatz des Wärmeerzeugers⁹⁶. Aber auch bei den nicht sanierten Gebäudeflächen wird von einer Ersatzquote ausgegangen, die sich aus der Lebensdauer der Wärmeerzeuger ableitet und im Min- und Max-Szenario mit demselben Wert angesetzt wird. Die je nach

⁹⁵ Stromnetz, Gasnetz und Fernwärmenetze

⁹⁶ Im Sinne eines Vollsanierungs-Äquivalentes (siehe oben)

Entwicklungsszenario zu ersetzenden Anteile werden für sanierte und nicht sanierte Gebäudeflächen in allen Entwicklungsszenarien zu 10% mit Biomassekesseln abgedeckt – und somit auch den ggf. nicht durch Niedertemperatursysteme zu versorgenden denkmalgeschützten Gebäuden Rechnung getragen. Zu jeweils 5 % werden sie bei sanierten, nicht sanierten und Neubauflächen durch Solarthermie und Strom-Direktheizung bzw. dezentral elektrische Warmwasserbereitung abgedeckt. Der sich jeweils ergebende Restanteil wird in allen Gebäudeflächen im Min-Szenario zunächst überwiegend aus Gas-BHKWs mit Gas-Spitzenlastkesseln abgedeckt, deren Anteil aber 2040 und 2050 zugunsten des mit Wärmepumpen versorgten Anteils sinkt. Im Max-Szenario wird der Restanteil immer über Wärmepumpen abgedeckt. Die Effizienz der verschiedenen Wärmeversorgungsarten wird anhand von Erfahrungs- und bestehenden Anforderungswerten angesetzt, ggf. mögliche Technologie- und damit Effizienzsteigerungen im betrachteten Zeitraum werden damit nicht einbezogen.

Die Potentiale zur dezentrale Stromerzeugung aus PV werden aus der Analyse der Gebäudesteckbriefe abgeleitet (vergl. Kap. E). Das dabei ermittelte PV-Potential wird für sanierte Gebäudeflächen im Max-Szenario voll angesetzt und im Min-Szenario zur Hälfte angesetzt. Da bei Neubauten in Bezug auf die Integration von PV-Flächen in die Gebäudehülle optimiert werden können, wird für Neubauflächen das aus den Gebäudesteckbriefen ermittelte Potential im Min-Szenario voll angesetzt und im Max-Szenario um ein Viertel erhöht.

Einen entscheidenden Einfluss auf die Entwicklungsszenarien haben auch die THG-Emissionsfaktoren der Energienetze. Für das Stromnetz gibt die Startbilanz einen bis 2050 auf 21 g/kWh abnehmenden Faktor vor, für das Gasnetz und die Wärmenetze werden in der Startbilanz bis 2050 die Faktoren des Status quo ohne Veränderung fortgeführt. Dies wird im Min-Szenario so übernommen. Im Max-Szenario werden allerdings auch für diese beiden Energienetze bis 2050 abnehmende THG-Emissionsfaktoren angenommen. Die Faktoren für Wärmenetze werden im Sinne der Zielsetzung einer CO₂-freien Wärmeversorgung der Landesliegenschaften⁹⁷ linear vom Status quo bis 2050 auf null abgesenkt. Die Fortschreibung der Faktoren für das Gasnetz werden aus den Ergebnissen verschiedener Studien zur Weiterentwicklung des Gasnetzes abgeleitet (vergl. Anhang XX).

F.2 Auswertung der Entwicklungsszenarien

Die Ergebnisse der Entwicklungsszenarien werden jeweils in einem Isoquantendiagramm dargestellt, welches den Einfluss der beiden Handlungsdimensionen Energieabnahme und Energieversorgung auf die resultierende Gesamtreduktion von THG-Emissionen abbildet.⁹⁸ Darüber hinaus werden die Ergebnisse jeweils in einem Verlaufsdiagramm dargestellt, welches die kumulierten gesamten THG-Emissionen über den Zeitraum von 2020-2050 abbildet. Diese Darstellungen werden für das Min- und Max-Szenario und für die Sensitivitätsanalyse in Bezug auf folgende Einflussfaktoren aufgeführt und interpretiert:

- Sanierungsquote
- Energiestandard
- Kombination Sanierungsquote und Energiestandard
- THG-Emissionsfaktor Wärmenetze
- Anteil BHKWs und Wärmepumpen an Vor-Ort-Wärmeversorgung
- THG-Emissionsfaktor Gasnetz

⁹⁷ EWKG § 4 Abs. 1

⁹⁸ Aufbau eines Isoquantendiagrammes vergl. Kap. B.3

F.2.1 Minimales und maximales Entwicklungsszenario

Das minimale und maximale Entwicklungsszenario (Min- und Max-Szenario) spannen den Bereich auf, in dem sich die tatsächlich zu erwartende Entwicklung der THG-Emissionen aus dem Betrieb der Landesliegenschaften abspielen wird. Das Min-Szenario bildet dabei eine ungünstige Entwicklung aller in die Betrachtung einbezogenen Einflussfaktoren ab, das Max-Szenario eine besonders günstige.

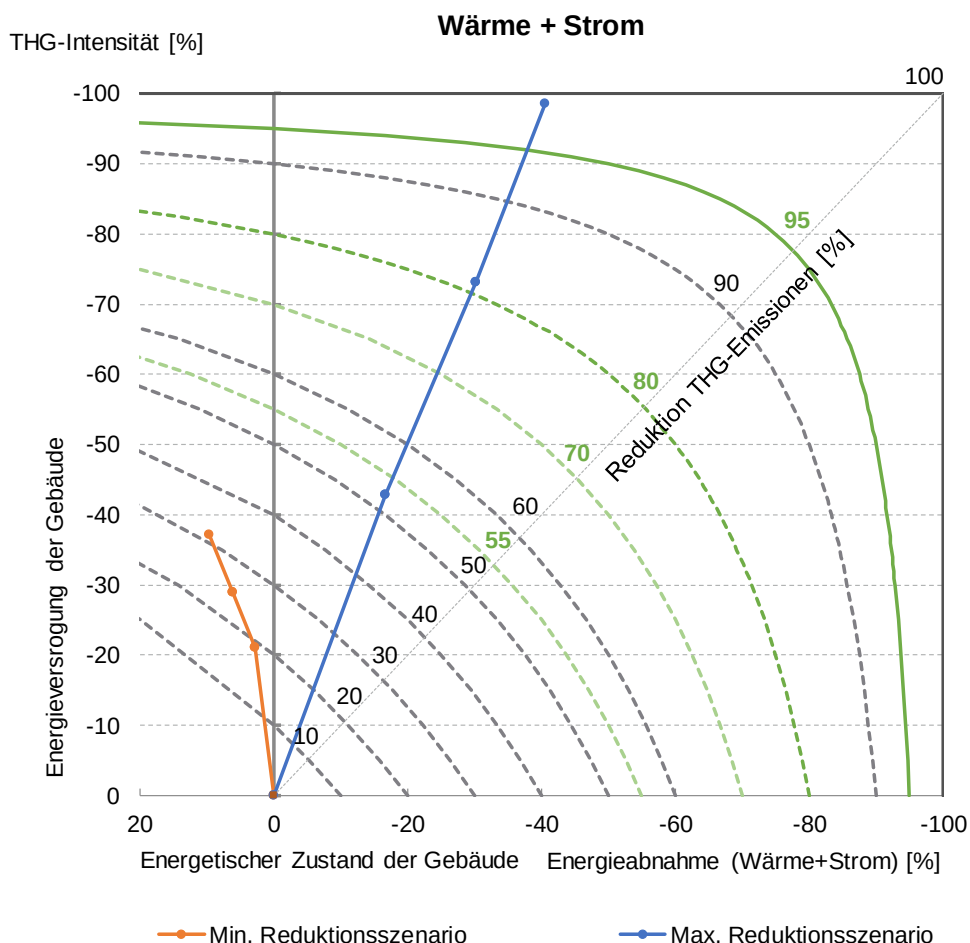


Abbildung XX: Isoquantendiagramm Min- und Max-Szenario (Wärme und Strom)

	2030	2040	2050
Min-Szenario	19%	25%	31%
Max-Szenario	52%	81%	99%
Differenz	33%	56%	68%

Tabelle XX: Reduktion der THG-Emissionen in Bezug auf Gesamtenergie gegenüber Status quo

Das Min- und Max-Szenario liegen weit auseinander. Im Min-Szenario wird aufgrund der niedrigen Sanierungsquote und des niedrigen Energiestandards bei Sanierung und Neubau die durch Sanierung reduzierte Energieabnahme von der durch Neubau erhöhte Energieabnahme übertroffen, so dass insgesamt mehr Energie abgenommen wird als im Status quo. Im Isoquantendiagramm liegen folglich alle Punkte des Min-Szenarios links des Ursprunges der x-Achse. Nicht zuletzt dadurch werden im Min-Szenario die Zielsetzungen für die

Reduktion von THG-Emissionen nach EWKG⁹⁹ nicht erfüllt. Die Reduktion von ca. 31% im Jahr 2050 liegt weit unter dem angestrebten Zielkorridor von 80-95%. Im Max-Szenario werden die Zielsetzung für 2030 ebenso nicht erfüllt, die Zielsetzungen für 2040 und 2050 allerdings übertroffen. Mit einer Reduktion von ca. 99% im Jahr 2050 wird sogar das Ziel einer „CO₂-freien Strom- und Wärmeversorgung“¹⁰⁰ nahezu erreicht bzw. mit ca. 0,6 Tsd. t/a nur ein geringes Maß an Kompensation notwendig.

	2030	2040	2050
Min-Szenario	56,9 Tsd. t/a	52,9 Tsd. t/a	48,3 Tsd. t/a
Max-Szenario	33,4 Tsd. t/a	13,2 Tsd. t/a	0,6 Tsd. t/a
Differenz	23,5 Tsd. t/a	39,7 Tsd. t/a	47,7 Tsd. t/a

Tabelle XX: Notwendige jährliche Kompensation von THG-Emissionen (Wärme + Strom)

Nicht nur die notwendige jährliche Kompensation von THG-Emissionen liegen im Min-Szenario deutlich über denen im Max-Szenario. Gleiches gilt auch für die jährliche Energieabnahme. Während als Ausgangswert in 2020¹⁰¹ ca. 264 Tsd. MWh/a in der Gesamtsumme von Wärme und Strom abgenommen werden, steigt der Wert im Min-Szenario bis 2050 auf ca. 289 Tsd. MWh/a, sinkt im Max-Szenario aber auf ca. 157 Tsd. MWh/a und liegt somit ca. 46% niedriger als im Min-Szenario.

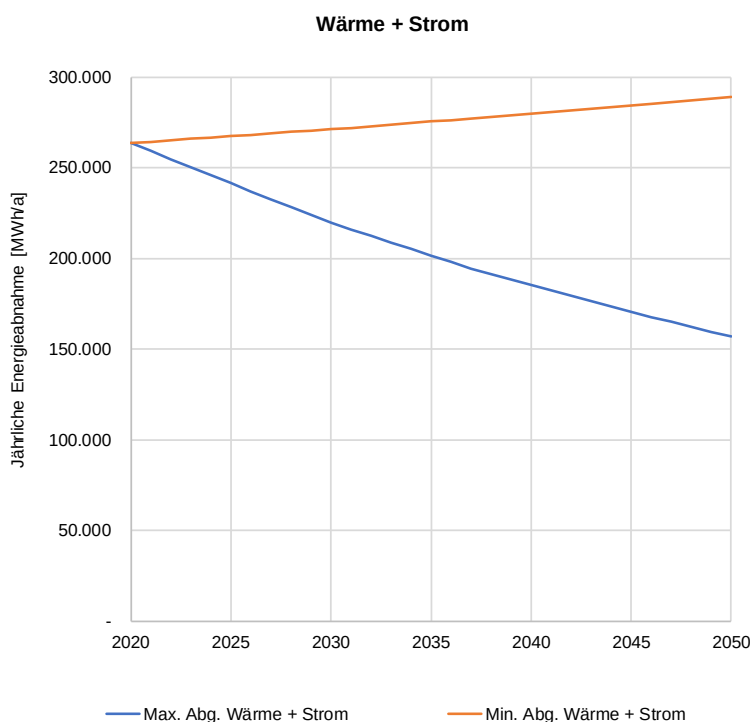


Abbildung XX: Jährliche Energieabnahme Min- und Max-Szenario (Wärme + Strom)

Betrachtet man neben den Zielsetzungen der Reduktion der THG-Emissionen um bestimmte Prozentsätze bis zu bestimmten Stichjahren auch die Zielsetzung ein gegebenes THG-Emissionsbudget nicht zu überschreiten, so sind die kumulierten THG-Emissionen in den Blick zu nehmen - auch wenn bislang noch keine solchen Zielsetzungen auf Landes- oder Bundesebene festgelegt wurden. Die kumulierten THG-Emissionen liegen im Max-Szenario deutlich unter denen des Min-Szenarios. Während die Differenz 2030 nur ca. 129 Tsd. t ausmacht, liegt diese 2050 bei ca. 894 Tsd. t. Im Min-Szenario werden bis 2050 somit mehr als doppelt so viele

⁹⁹ EWKG § 4 Abs. 1 bzw. § 3 Abs. 1: 55% bis 2030, 70% bis 2040 und 80-95% bis 2050

¹⁰⁰ EWKG § 4 Abs. 1

¹⁰¹ Vereinfachend wird Status quo nach Startbilanz als Ausgangswert 2020 angesetzt.

THG-Emissionen verursacht.



Abbildung XX: Kumulierte THG-Emissionen Min- und Max-Szenario (Wärme und Strom)

	2030	2040	2050
Min-Szenario	698 Tsd. t	1.245 Tsd. t	1.749 Tsd. t
Max-Szenario	569 Tsd. t	792 Tsd. t	855 Tsd. t
Differenz	129 Tsd. t	453 Tsd. t	894 Tsd. t

Tabelle XX: Kumulierte THG-Emissionen (Wärme + Strom) ab 2020

Betrachtet man den Wärme- und Strombereich getrennt, so fallen deutliche Unterschiede auf. Im Min-Szenario wird die Wärmeabnahme (x-Achse) aus den oben beschriebenen Gründen um ca. 9% gesteigert, die THG-Intensität der Wärmeversorgung (y-Achse) um ca. 13% reduziert. Da sich im Min-Szenario die THG-Emissionsfaktoren für die Wärmenetze und das Gasnetz nicht verändern, ist diese Reduktion auf den Ersatz bestehender Vor-Ort-Wärmeerzeuger durch BHKWs und Wärmepumpen zurückzuführen. In Summe ergibt sich daraus eine Gesamtreduktion der THG-Emissionen aus Wärme von nur ca. 5%. Die Stromabnahme (x-Achse) wird im Min-Szenario um ca. 12% gesteigert - also in einer ähnlichen Größenordnung wie die Wärmeabnahme - die THG-Intensität der Stromversorgung (y-Achse) allerdings gleichzeitig um ca. 96% reduziert. Dies lässt sich vor allem auf den günstigen Verlauf des THG-Emissionsfaktors des Stromnetzes zurückführen, der gemäß Startbilanz bis zum Jahr 2050 auf lediglich 21,0 g/kWh absinkt.¹⁰² Daraus ergibt sich eine Gesamtreduktion der THG-Emissionen aus Strom von ca. 96%.

¹⁰² Bei einem Ausgangswert von 508,7 g/kWh bedeutet allein dies eine Reduktion des THG-Emissionsfaktors um ca. 96%.

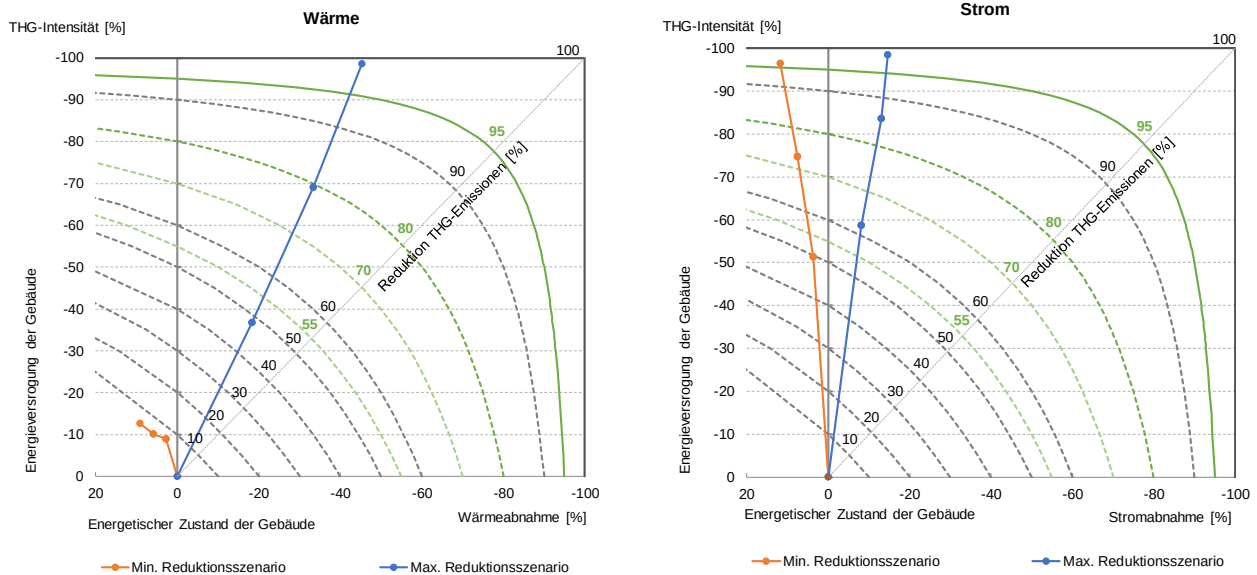


Abbildung XX: Isoquantendiagramm Min- und Max-Szenario (links: Wärme, rechts: Strom)

Im Max-Szenario hingegen entwickeln sich die THG-Intensitäten der Wärme- und Stromversorgung mit einer Reduktion von ca. 99% bzw. 98% nahezu gleich. In der Wärmeversorgung lässt sich dies v.a. auf den im Max-Szenario in 2050 gegen null laufenden THG-Emissionsfaktor für die Wärmenetze und den Ersatz der Vor-Ort-Wärmeerzeuger durch Wärmepumpen zurückführen. Die Entwicklung des THG-Emissionsfaktor im Max-Szenario unterscheidet sich nicht von der im Min-Szenario. Die im Max-Szenario erhöhte Reduktion der THG-Intensität der Stromversorgung lässt sich also auf den gegenüber dem Min-Szenario verstärkten Ausbau der gebäudeintegrierten PV zurückführen. Die Reduktion der Wärmeabnahme übersteigt mit ca. 45% die der Stromabnahme mit ca. 15% deutlich. Dies ist v.a. auf die höheren Wärmeeinsparpotentiale¹⁰³ bei Sanierungen zurückzuführen. Dies zeigt sich auch in der Entwicklung der jährlichen Energieabnahme, wie sie unten für Wärme und Strom getrennt dargestellt wird.

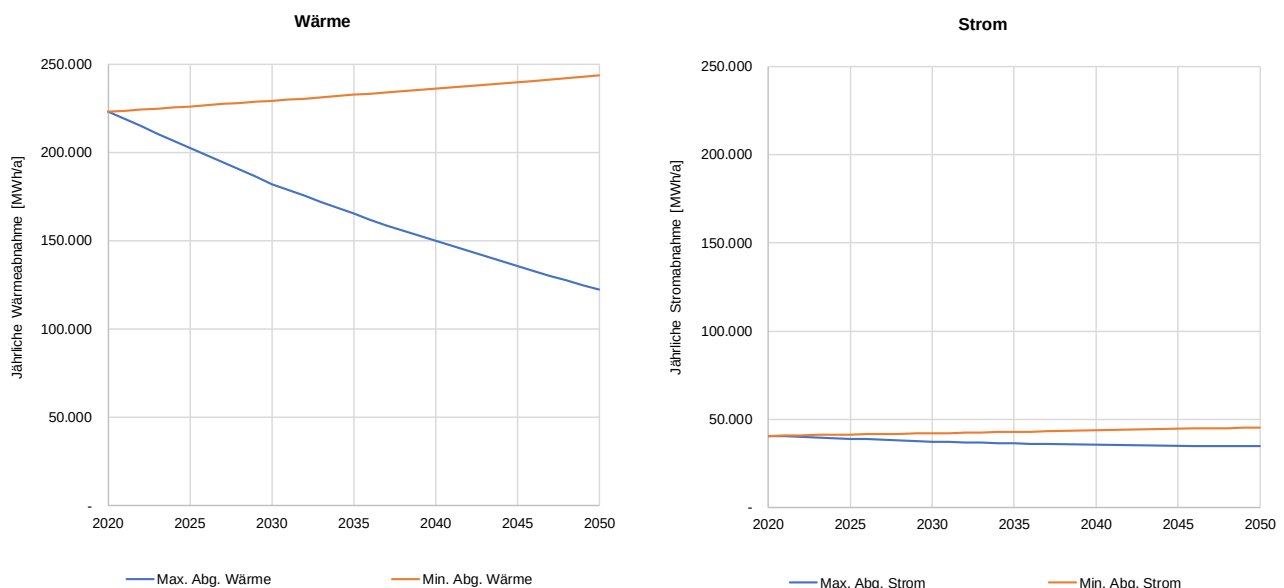


Abbildung XX: Jährliche Energieabnahme Min- und Max-Szenario (links: Wärme, rechts: Strom)

¹⁰³ Im Max-Szenario 60% Wärmeeinsparpotential, aber nur 26% Stromeinsparpotential

Während die jährliche Wärmeabnahme im Max-Szenario bis 2050 um ca. 111 Tsd. MWh/a fällt, beträgt diese Differenz bei der Stromabnahme mit ca. 6 Tsd. MWh/a nur einen Bruchteil davon. Ein ähnliches Bild ergibt sich bei Betrachtung der kumulierten THG-Emissionen.

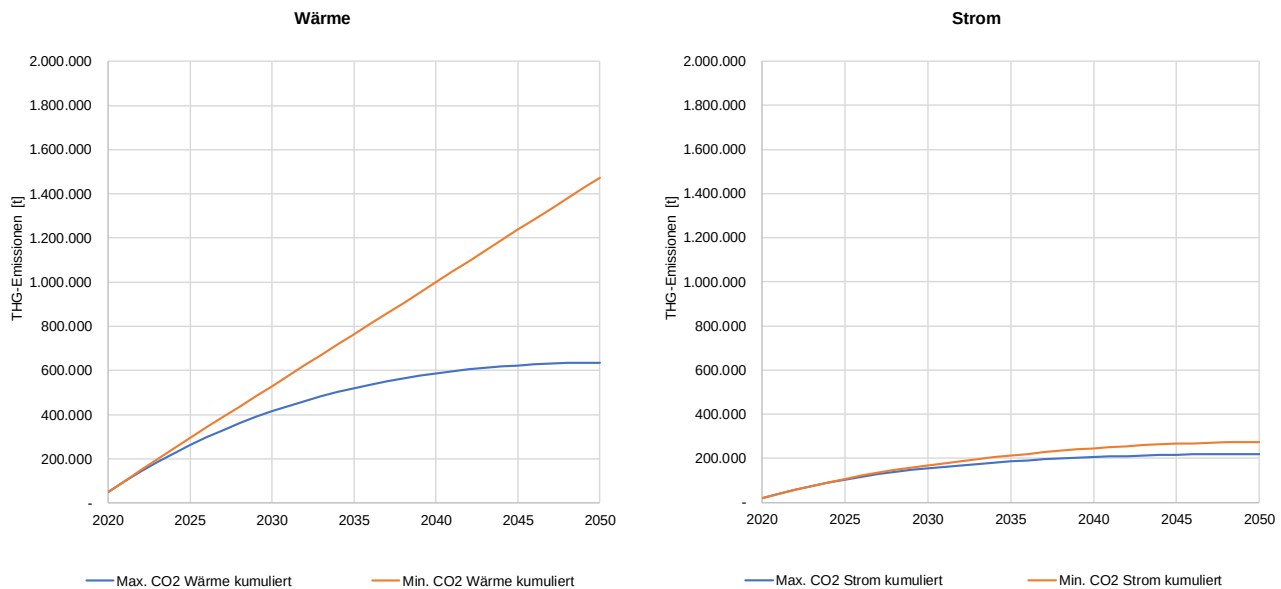


Abbildung XX: Kumulierte THG-Emissionen Min- und Max-Szenario (links: Wärme, rechts: Strom)

Die Kurve der kumulierten THG-Emissionen aus Wärme zeigt für das Min-Szenario einen nahezu linearen Verlauf, während sich die Kurve für das Max-Szenario deutlich abflacht und in 2050 nur noch eine minimale Steigung aufweist. Bis zum Jahr 2050 ergibt sich eine Differenz der kumulierten THG-Emissionen aus Wärme von ca. 834 Tsd. t zwischen den beiden Szenarien. Bei der Stromabnahme- und -versorgung beträgt diese Differenz lediglich ca. 55 Tsd. t.

Der in der Startbilanz angenommene Verlauf der THG-Emissionsfaktoren des Stromnetzes hat also sehr großen Einfluss auf die Entwicklung im Bereich Strom und führt letztendlich dazu, dass die Entwicklung der Stromabnahme – und ebenso der Stromproduktion aus BHKW oder PV - kaum mehr ins Gewicht fällt. Der deutliche Unterschied der Gesamtreaktion der THG-Emissionen zwischen Min- und Maxszenario ist also v.a. auf die unterschiedlichen Entwicklungen der Wärmeabnahme und -versorgung in diesen beiden Szenarien zurückzuführen.

F.2.2 Sensitivitätsanalyse Sanierungsquote

Für die Sensitivitätsanalyse der Sanierungsquote werden das Min-Szenario als Variante mit hoher Sanierungsquote und das Max-Szenario als Variante mit niedriger Sanierungsquote berechnet. Es werden also mehr bzw. weniger Gebäudenutzflächen saniert, die Energiestandards der Sanierung sind aber mit denen des jeweiligen Ausgangsszenarios identisch.

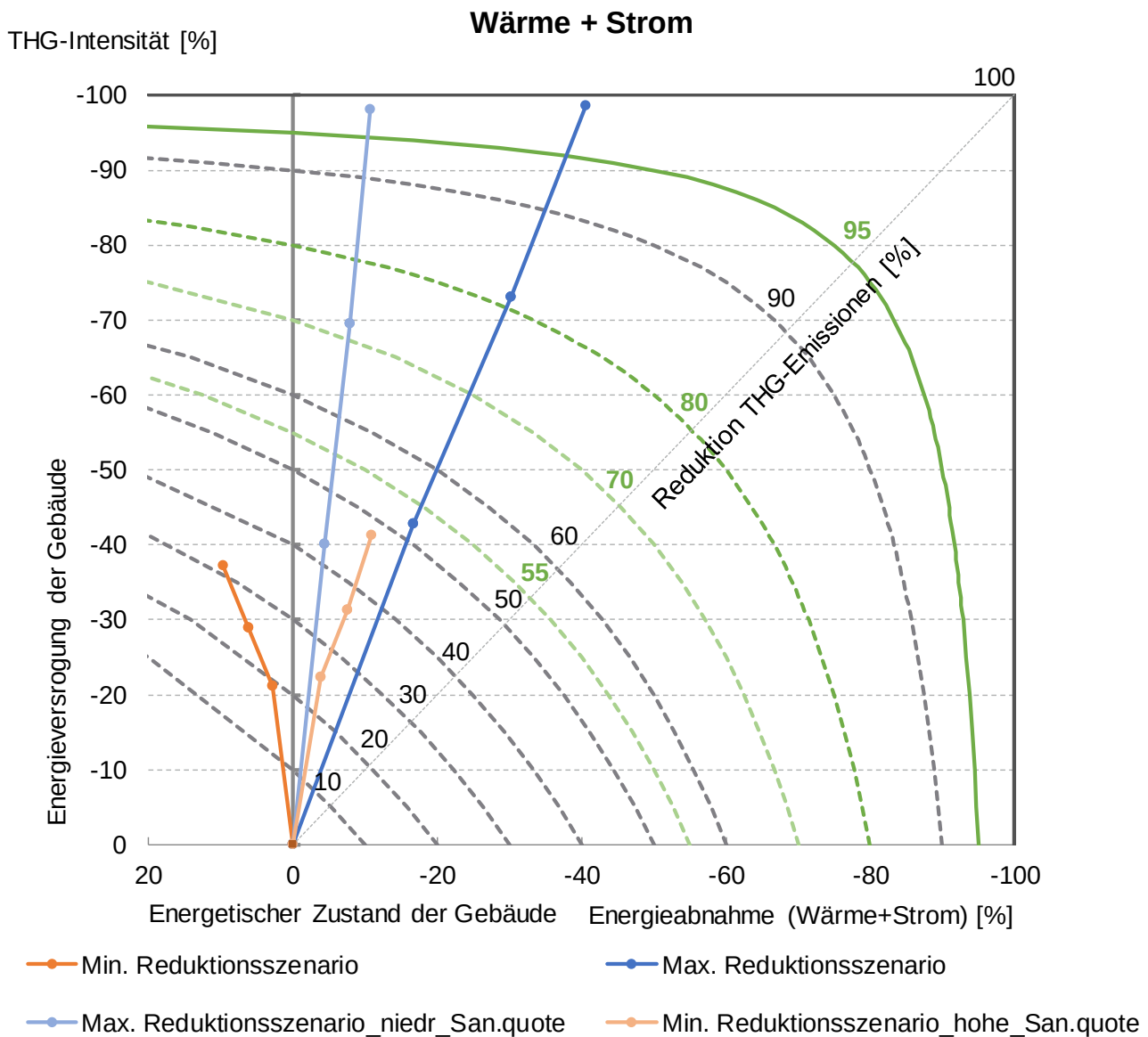


Abbildung XX: Isoquantendiagramm Szenarien Sanierungsquote (Wärme + Strom)

	2030	2040	2050
Min-Szenario	19%	25%	31%
Min-Szenario mit hoher Sanierungsquote	25%	36%	48%
Differenz	6%	11%	17%
Max-Szenario mit niedriger Sanierungsquote	43%	72%	98%
Max-Szenario	52%	81%	99%
Differenz	9%	9%	1%

Tabelle XX: Reduktion der THG-Emissionen (Wärme + Strom) gegenüber Status quo

In Bezug auf die Erreichung der Zielsetzungen für die Reduktion von THG-Emissionen nach EWKG unterscheiden sich die Variantenszenarien nicht vom Min- und Max-Szenario. So werden auch im Max-Szenario mit niedriger Sanierungsquote das Ziel einer CO₂-freien Strom- und Wärmeversorgung mit einer Reduktion von ca. 98% im Jahr 2050 nahezu erreicht und die Zielsetzungen für 2040 und 2050 erreicht. Die Zielsetzungen für 2030 werden aber verfehlt, ebenso im Min-Szenario mit hoher Sanierungsquote für die drei Stichjahre 2030, 2040 und 2050.

Während der Einfluss der höheren Sanierungsquote beim Min-Szenario sich über die Jahre erhöht – in 2030 liegt die Reduktion der THG-Emissionen beim Min-Szenario mit hoher Sanierungsquote lediglich 6 Prozentpunkte höher als beim Min-Szenario, in 2050 aber schon 17 Prozentpunkte – nimmt der Einfluss der niedrigeren Sanierungsquote beim Max-Szenario deutlich ab und beträgt in 2050 nur noch einen Prozentpunkt. Dies ist auf die günstige Entwicklung der THG-Emissionsfaktoren aller Energienetze im Max-Szenario zurückzuführen, so dass eine höhere Energieabnahme dann nur noch einen geringen Einfluss auf die Gesamtreduktion hat. Beiden Variantenszenarien ist gemein, dass sich der Unterschied zum jeweiligen Ausgangsszenario v.a. bei der Energieabnahme abbildet.¹⁰⁴ So weist das Min-Szenario selbst eine Erhöhung der Energieabnahme von ca. 11% auf, das Min-Szenario mit hoher Sanierungsquote aber eine Reduktion um ca. 10%. Diesen Wert erreicht in etwa auch das Max-Szenario mit niedriger Sanierungsquote, d.h. eine niedrige Sanierungsquote gekoppelt mit hohen Energiestandards für Neubau und Sanierung erreichen in Bezug auf die Energieabnahme in etwa dieselbe Wirkung wie hohe Sanierungsquoten gekoppelt mit niedrigen Energiestandards. Dieser Zusammenhang bildet sich auch bei der jährlichen Energieabnahme ab, deren Verlauf für das Min-Szenario mit hoher Sanierungsquote und das Max-Szenario mit niedriger Sanierungsquote nahezu deckungsgleich sind und weisen für 2050 eine jährliche Energieabnahme von ca. 235 Tsd. MWh/a aus. Allerdings liegt damit die Erhöhung gegenüber Max-Szenario mit ca. 96 Tsd. MWh/a deutlich über der Reduktion gegenüber dem Min-Szenario mit ca. 36 Tsd. MWh/a. Der deutlich höhere Unterschied zwischen den beiden Max-Szenarien ist auf den hohen Energiestandard zurückzuführen. Der Unterschied zwischen den beiden angesetzten Sanierungsquoten kommt also deutlicher zum Tragen, da die Sanierungen mit einem höheren Energiestandard – also einer höheren Reduktion der Energieabnahme - ausgeführt werden.

¹⁰⁴ Bei hoher Sanierungsquote erfolgt allerdings auch der Ersatz von Vor-Ort-Wärmeerzeugern und der Ausbau der PV-Anlagen etwas zügiger, so dass sich dadurch auch die THG-Intensität weiter reduziert.

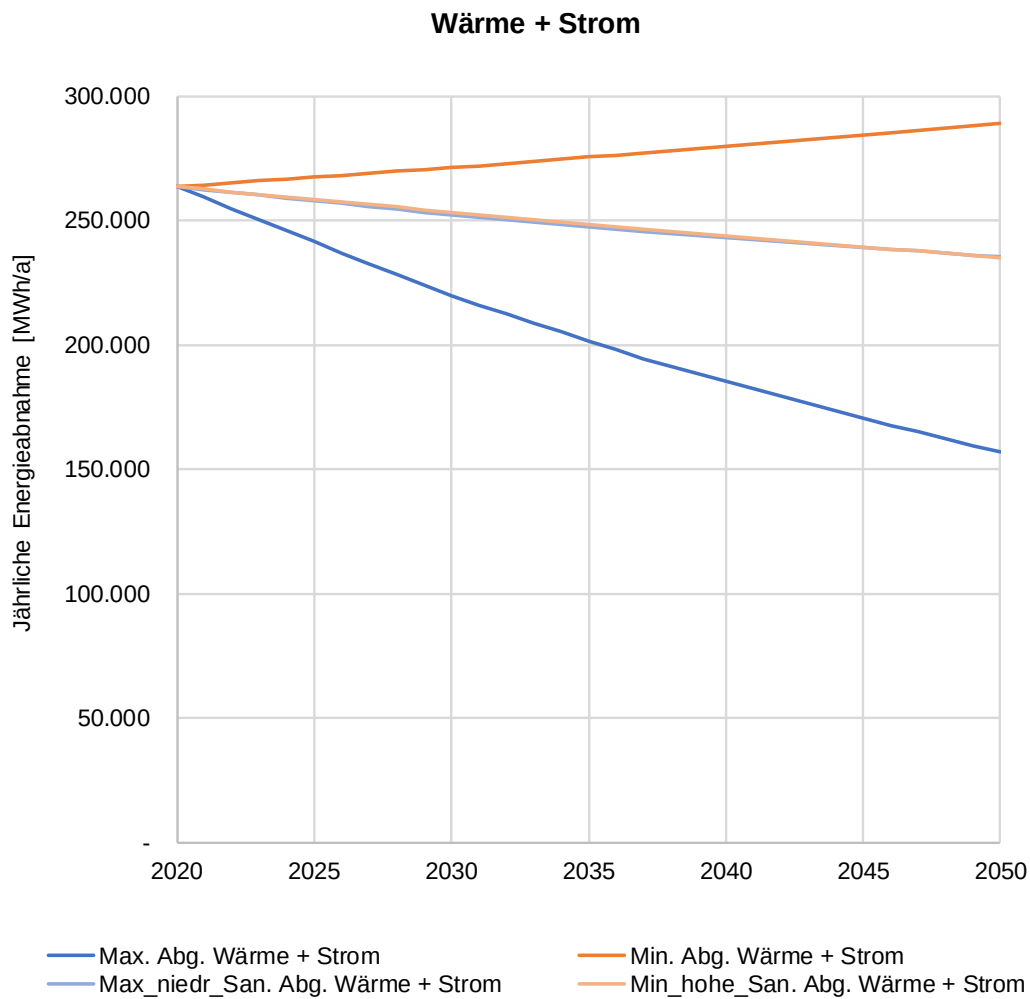


Abbildung XX: Jährliche Energieabnahme Szenarien Sanierungsquote (Wärme + Strom)

Jedoch unterscheiden sich beiden Variantenszenarien in der Entwicklung der THG-Intensität der Energieversorgung – insbesondere der Wärmeversorgung, wie oben beim Vergleich des Min- und Max-Szenarios dargestellt. Somit unterscheiden sie sich nicht nur in der erreichbaren Gesamtreduktion der THG-Emissionen (vergl. Isoquantendiagramm oben) deutlich voneinander, sondern ebenso deutlich in Bezug auf die kumulierten THG-Emissionen. Diese reduzieren sich beim Min-Szenario mit hoher Sanierungsquote in ähnlicher Größenordnung, wie sie sich bei Max-Szenario mit geringer Sanierungsquote gegenüber dem jeweiligen Ausgangsszenario erhöhen. Während die Differenz beim Min-Szenario in 2030 und 2040 noch unter der beim Max-Szenario liegt, verhält es sich in 2050 genau umgekehrt. Auch hier ist der mit den Jahren zunehmende Einfluss der Sanierungsquote beim Min-Szenario, bzw. der abnehmende Einfluss der Sanierungsquote beim Max-Szenario ablesbar.

Wärme + Strom

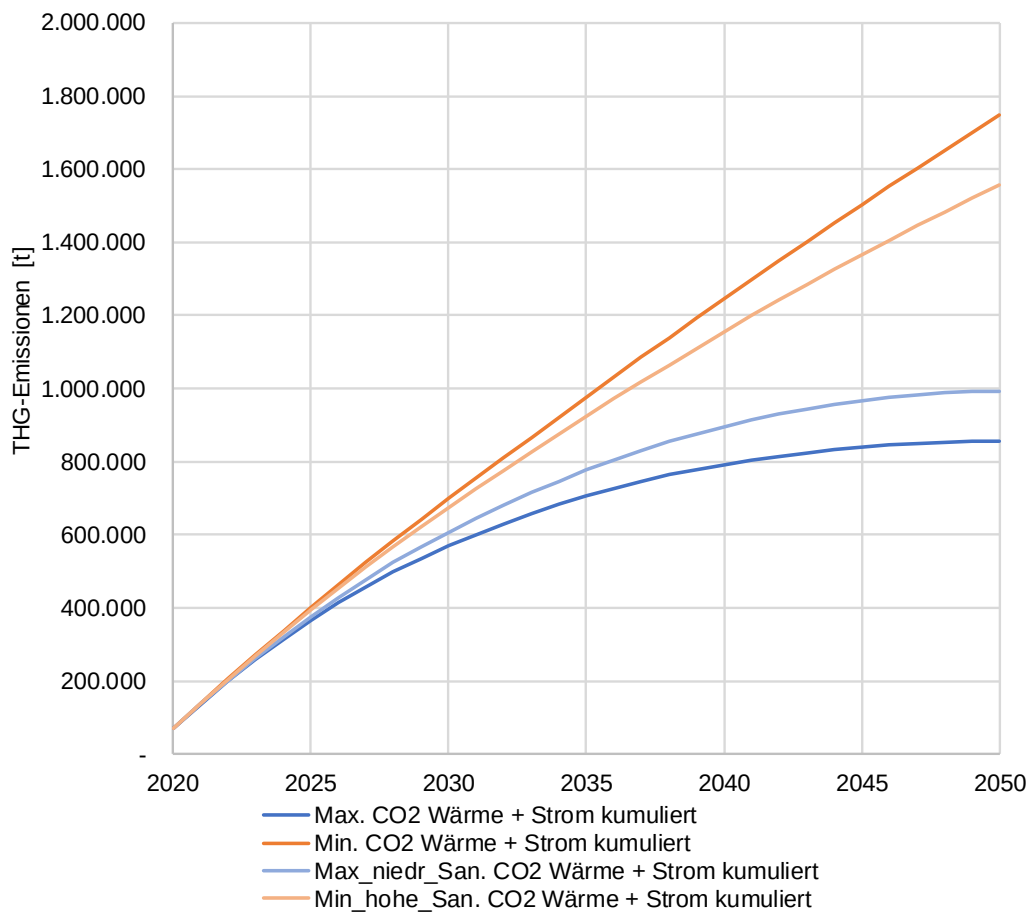


Abbildung XX: Kumulierte THG-Emissionen Szenarien Sanierungsquote (Wärme + Strom)

	2030	2040	2050
Min-Szenario	698 Tsd. t	1.245 Tsd. t	1.749 Tsd. t
Min-Szenario mit hoher Sanierungsquote	674 Tsd. t	1.154 Tsd. t	1.557 Tsd. t
Differenz	24 Tsd. t	91 Tsd. t	192 Tsd. t
Max-Szenario mit niedriger Sanierungsquote	606 Tsd. t	896 Tsd. t	992 Tsd. t
Max-Szenario	569 Tsd. t	792 Tsd. t	855 Tsd. t
Differenz	37 Tsd. t	104 Tsd. t	137 Tsd. t

Tabelle XX: Kumulierte THG-Emissionen (Wärme + Strom) ab 2020

Die Sensitivitätsanalyse der Sanierungsquote zeigt bei ansonsten günstiger Entwicklung einen geringen Einfluss der Sanierungsquote. So wird im Max-Szenario mit niedriger Sanierungsquote nahezu dieselbe hohe Reduktion der THG-Emissionen erreicht wie beim Max-Szenario selbst. Dies lässt sich v.a. auf die stetig sinkenden THG-Emissionsfaktoren der Energienetze in den beiden Max-Szenarien zurückführen. Allerdings ist es insbesondere in Bezug auf Wärmenetze fraglich, ob eine solche günstige Entwicklung der THG-Emissionsfaktoren mit einer niedrigen Sanierungsquote tatsächlich zu erreichen ist. Hierfür müssen die Wärmenetze nämlich auf erneuerbare Energiequellen umgestellt werden und damit i.d.R. auch das

Temperaturniveau in den Wärmenetzen abgesenkt werden. Dies ist aber nur möglich, wenn auch das Temperaturniveau in den Heizsystemen der an das Wärmenetz angeschlossenen Gebäude abgesenkt werden kann, was wiederum eine energetische Sanierung derselben erfordert.

Sind die sonstigen Entwicklungen eher ungünstig, so kann durch eine hohe Sanierungsquote die Reduktion der THG-Emissionen gesteigert werden - allerdings bei weitem nicht ausreichend um die im EWKG festgelegten Zielsetzungen auch nur annähernd zu erreichen.

F.2.3 Sensitivitätsanalyse Energiestandard

Für die Sensitivitätsanalyse des Energiestandards werden das Min-Szenario als Variante mit hohem Energiestandard für Sanierung (Sanierungsfahrplan C) und Neubau und das Max-Szenario als Variante mit niedrigem Energiestandard (Sanierungsfahrplan A) und Neubau berechnet. Die Sanierungsquoten bleiben gegenüber dem jeweiligen Ausgangsszenario unverändert. Beim Min-Szenario mit hohem Energiestandard wird also wenig saniert, dafür aber mit hohem Energiestandard. Beim Max-Szenario mit niedrigem Energiestandard wird hingegen viel saniert, dafür aber mit niedrigem Energiestandard.

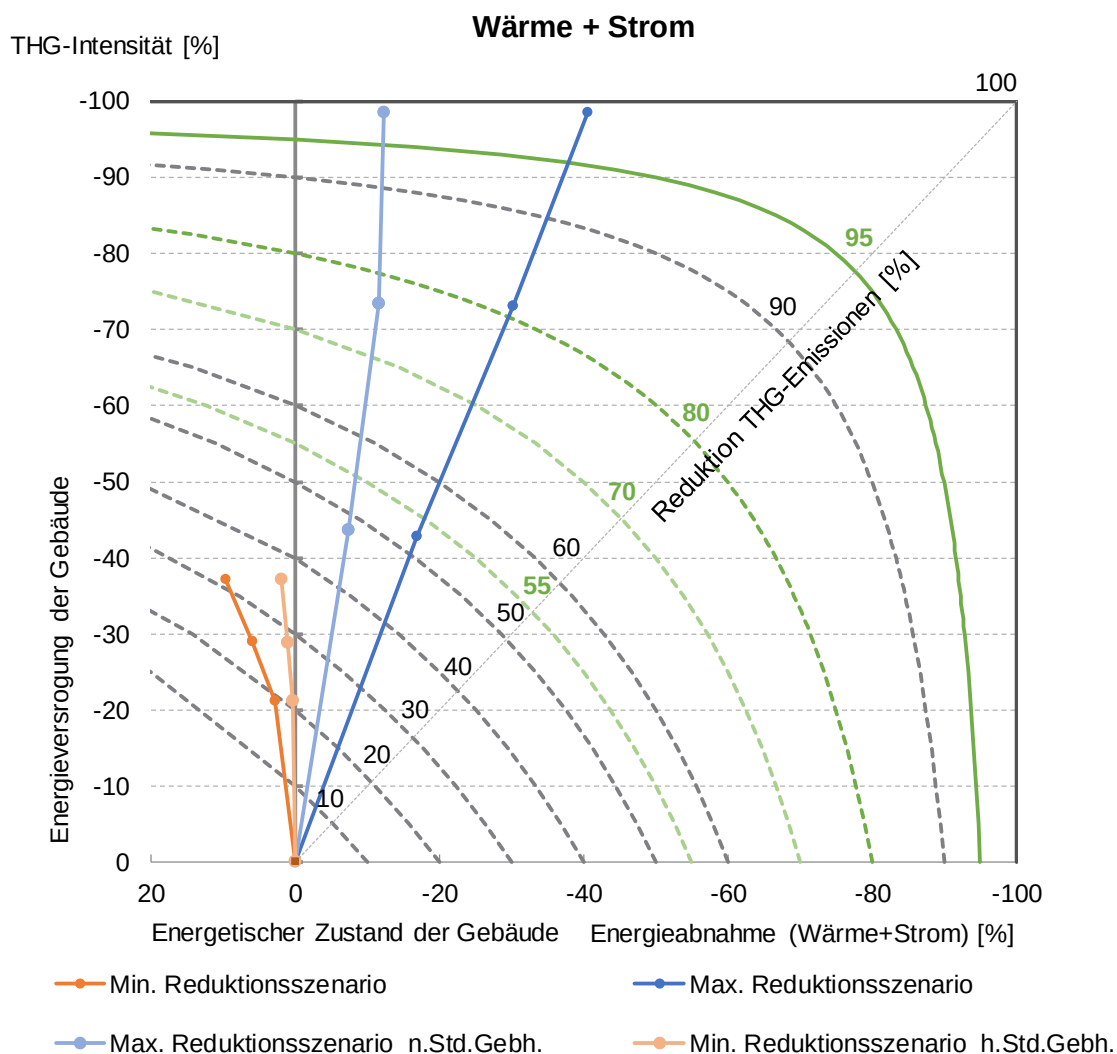


Abbildung XX: Isoquantendiagramm Szenarien Energiestandard (Wärme + Strom)

	2030	2040	2050
Min-Szenario	19%	25%	31%
Min-Szenario mit hohem Energiestandard	21%	28%	36%
Differenz	2%	3%	5%
Max-Szenario mit niedrigem Energiestandard	48%	76%	99%
Max-Szenario	52%	81%	99%
Differenz	4%	5%	0%

Tabelle XX: Reduktion der THG-Emissionen (Wärme + Strom) gegenüber Status quo

In Bezug auf die Erreichung der Zielsetzungen für die Reduktion von THG-Emissionen nach EWKG unterscheiden sich die Variantenszenarien nicht vom Min- und Max-Szenario. So werden auch im Max-Szenario mit niedrigem Energiestandard das Ziel einer CO₂-freien Strom- und Wärmeversorgung mit einer Reduktion von ca. 99% im Jahr 2050 nahezu erreicht und die Zielsetzungen für 2040 und 2050 erreicht. Die Zielsetzungen für 2030 werden aber verfehlt, ebenso im Min-Szenario mit hohem Energiestandard für die drei Stichjahre 2030, 2040 und 2050.

Während der Einfluss des höheren Energiestandards beim Min-Szenario sich über die Jahre etwas erhöht – in 2030 liegt die Reduktion der THG-Emissionen beim Min-Szenario mit hohem Energiestandard lediglich 2 Prozentpunkte höher als beim Min-Szenario, in 2050 aber 5 Prozentpunkte – liegt der Einfluss des niedrigeren Energiestandards beim Max-Szenario in 2050 bei null. Dies ist auf die günstige Entwicklung der THG-Emissionsfaktoren aller Energienetze im Max-Szenario zurückzuführen, so dass eine höhere Energieabnahme dann nur noch einen geringen Einfluss auf die Gesamtreduktion hat.

Da sich der Energiestandard der Gebäude ausschließlich auf die Energieabnahme auswirkt, verschieben sich die Punkte der einzelnen Stichjahre bei beiden Variantenszenarien lediglich in Richtung der x-Achse. Die Erhöhung der Energieabnahme verringert sich beim Min-Szenario durch den höheren Energiestandard von ca. 10% auf ca. 2%, die Reduktion der Energieabnahme beim Max-Szenario durch den niedrigeren Energiestandard von ca. 41% auf nur noch ca. 12%. Die deutlich höhere Verschiebung zwischen den beiden Max-Szenarien ist auf die hohe Sanierungsquote zurückzuführen. Der Unterschied zwischen den beiden angesetzten Energiestandards kommt also deutlicher zum Tragen, da mehr Gebäudenutzflächen saniert werden. Dieser Zusammenhang bildet sich auch bei der jährlichen Energieabnahme ab. Die Erhöhung im Max-Szenario mit niedrigem Energiestandard fällt deutlich höher aus, als die Reduktion beim Min-Szenario mit niedrigem Energiestandard.

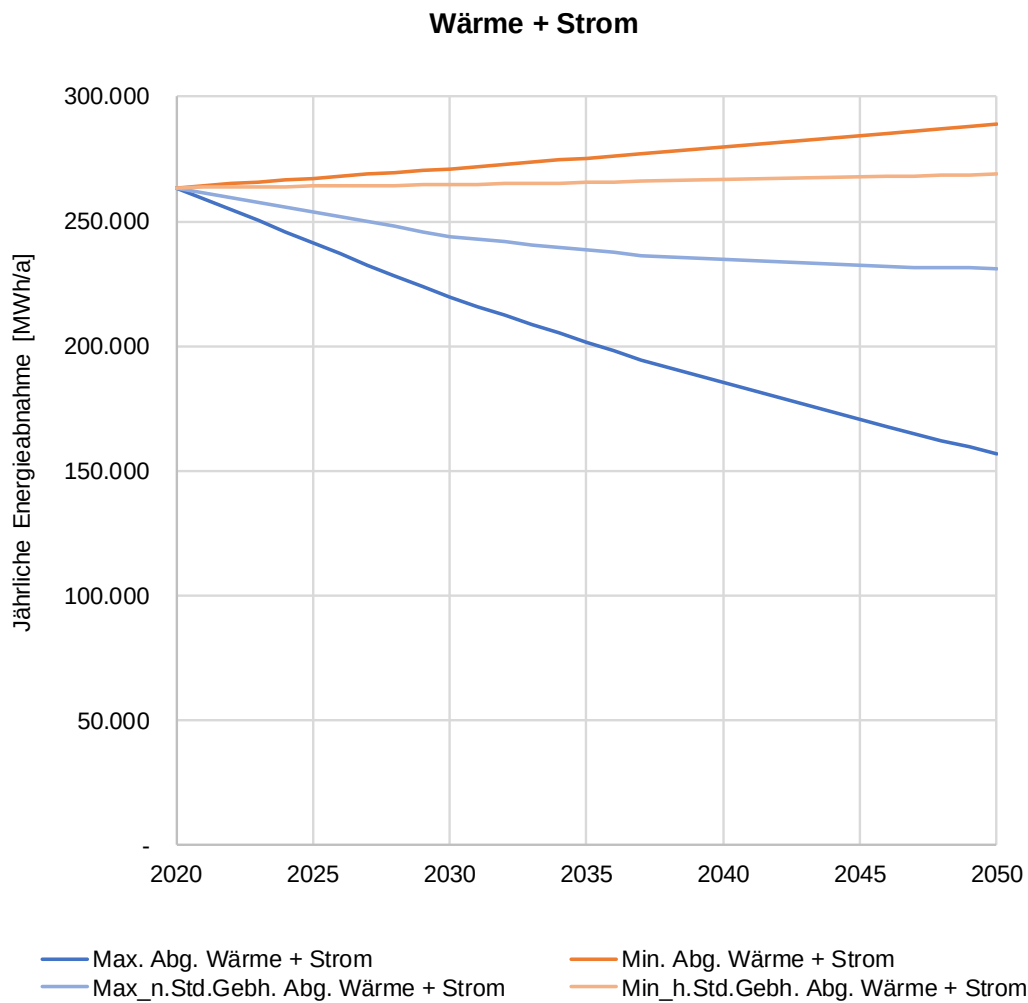


Abbildung XX: Jährliche Energieabnahme Szenarien Energiestandard (Wärme + Strom)

Der Unterschied fällt in Bezug auf die kumulierten THG-Emissionen weniger stark ins Gewicht. Diese reduzieren sich beim Min-Szenario mit hohem Energiestandard in ähnlicher Größenordnung, wie sie sich beim Max-Szenario mit niedrigem Energiestandard gegenüber dem jeweiligen Ausgangsszenario erhöhen. Die Differenz fällt allerdings mit 56 Tsd. T bzw. 67 Tsd. T deutlich geringer aus, als bei der Sensitivitätsanalyse der Sanierungsquote.

Wärme + Strom

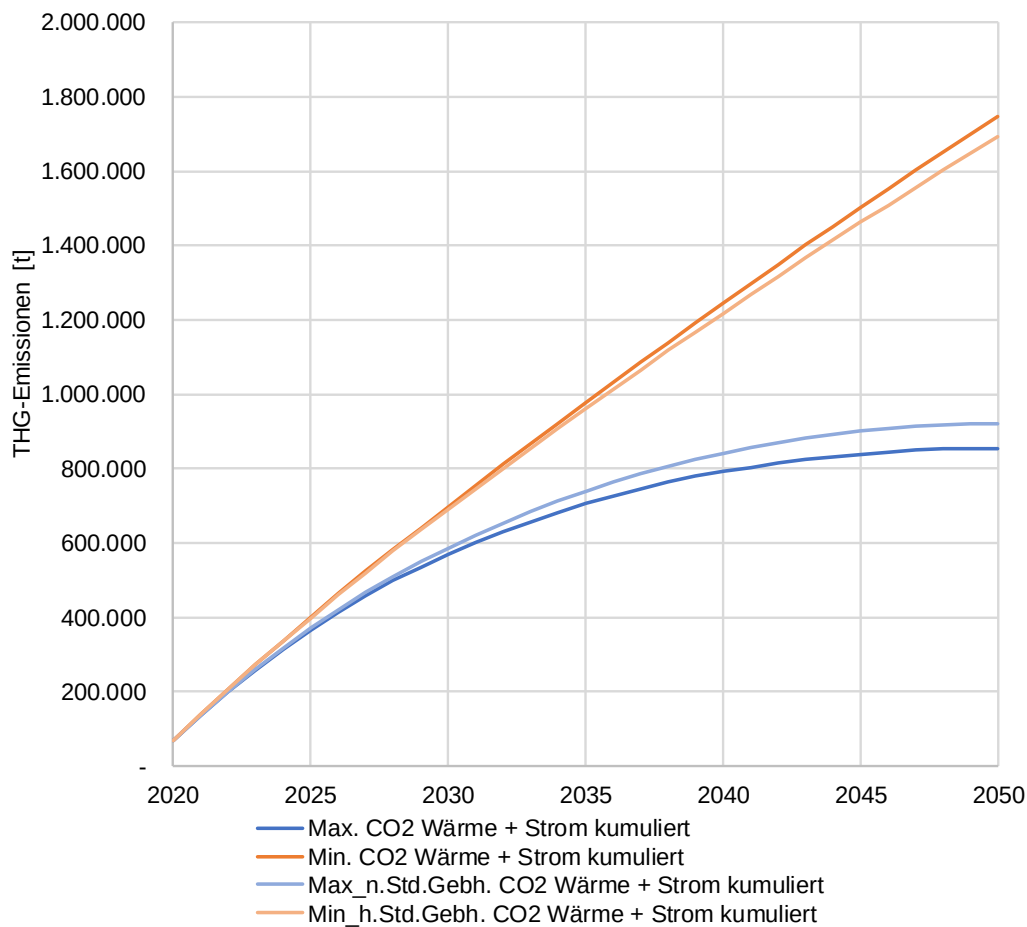


Abbildung XX: Kumulierte THG-Emissionen Szenarien Energiestandard (Wärme + Strom)

	2030	2040	2050
Min-Szenario	698 Tsd. t	1.245 Tsd. t	1.749 Tsd. t
Min-Szenario mit hohem Energiestandard	691 Tsd. t	1.219 Tsd. t	1.693 Tsd. t
Differenz	7 Tsd. t	26 Tsd. t	56 Tsd. t
Max-Szenario mit niedrigem Energiestandard	587 Tsd. t	842 Tsd. t	922 Tsd. t
Max-Szenario	569 Tsd. t	792 Tsd. t	855 Tsd. t
Differenz	18 Tsd. t	50 Tsd. t	67 Tsd. t

Tabelle XX: Kumulierte THG-Emissionen (Wärme + Strom) ab 2020

Die Sensitivitätsanalyse des Energiestandards zeigt also einen geringen Einfluss desselben auf die Gesamtreduktion der THG-Emissionen und die kumulierten THG-Emissionen. In den Min-Szenarien ist dies auf die geringe Sanierungsquote zurückzuführen, in den Max-Szenarien auf die günstige Entwicklung der THG-Emissionsfaktoren aller Energienetze. Dadurch wird der Einfluss des Energiestandards geschmälert bzw. überdeckt. Allerdings zeigt der Energiestandard deutlichen Einfluss auf die jährliche Energieabnahme, insbesondere bei hoher Sanierungsquote, wie sie bei den Max-Szenarien angesetzt wird.

F.2.4 Sensitivitätsanalyse Kombination Sanierungsquote und Energiestandard

In der kombinierten Sensitivitätsanalyse der Sanierungsquote und des Energiestands werden das Min-Szenario als Variante mit hoher Sanierungsquote und hohem Energiestandard für Sanierung (Sanierungsfahrplan C) und Neubau, sowie das Max-Szenario als Variante mit niedriger Sanierungsquote und niedrigem Energiestandard (Sanierungsfahrplan A) und Neubau berechnet. Es werden also alle Einflussfaktoren getauscht, die die Energieabnahme beeinflussen. Die einzige Ausnahme bildet die Reduktion der Energieabnahme bei Neubauten durch Gebäudebetriebsoptimierung und Nutzerbeeinflussung. Diese bleibt gegenüber dem jeweiligen Ausgangsszenario unverändert. Beim Min-Szenario und der Variante des Max-Szenarios wird also wenig und mit niedrigem Energiestandard saniert. Beim Max-Szenario und der Variante des Min-Szenarios wird hingegen viel und mit hohem Energiestandard saniert.

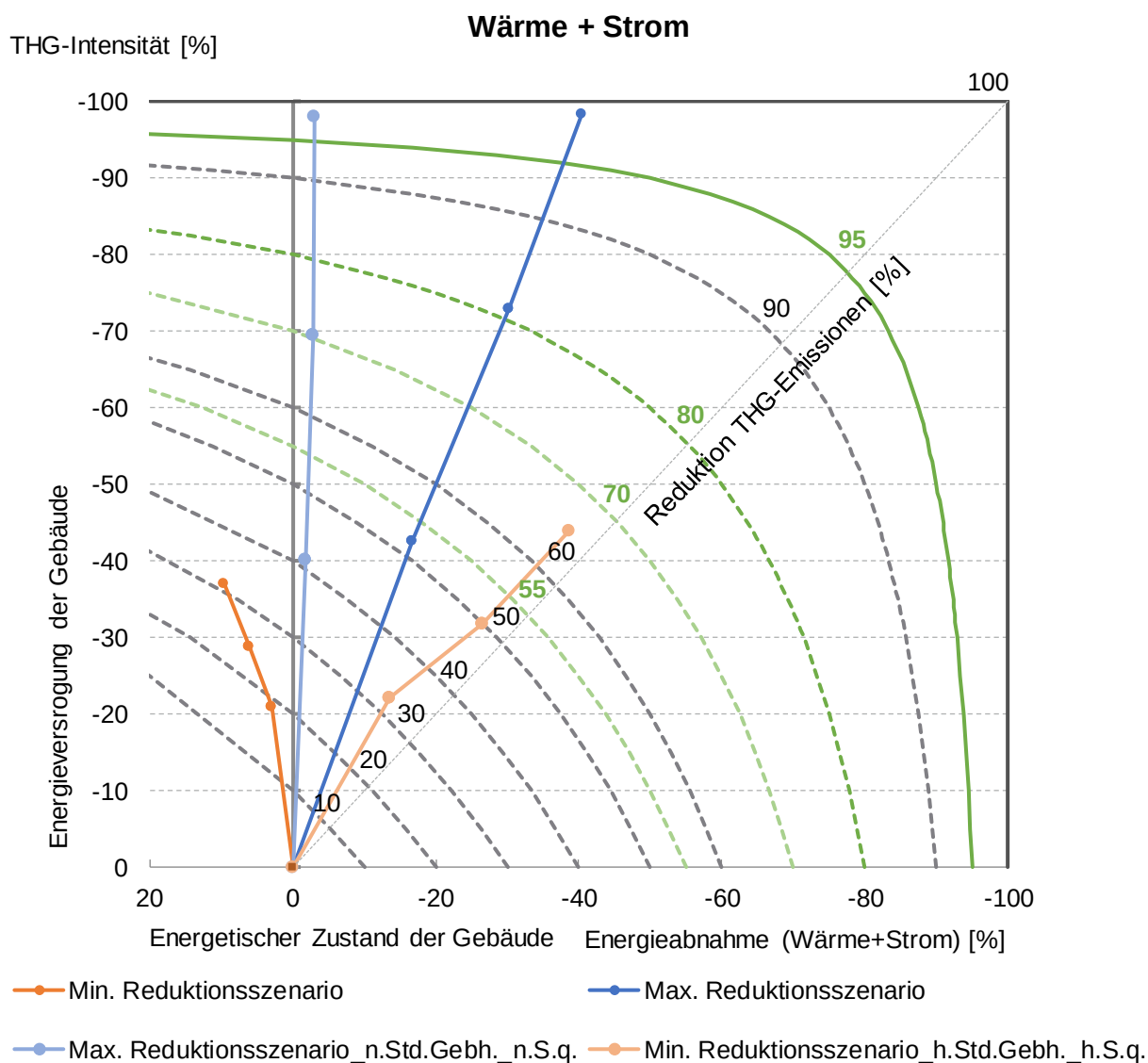


Abbildung XX: Isoquantendiagramm Szenarien Sanierungsquote + Energiestandard (Wärme + Strom)

	2030	2040	2050
Min-Szenario	19%	25%	31%
Min-Szenario mit hoher Sanierungsquote und Energiestandard	33%	55%	66%
Differenz	14%	30%	35%
Max-Szenario mit niedriger Sanierungsquote und Energiestandard	41%	71%	98%
Max-Szenario	52%	81%	99%
Differenz	11%	10%	1%

Tabelle XX: Reduktion der THG-Emissionen (Wärme + Strom) gegenüber Status quo

In Bezug auf die Erreichung der Zielsetzungen für die Reduktion von THG-Emissionen nach EWKG unterscheiden sich die Variantenszenarien nicht vom Min- und Max-Szenario. So werden auch im Max-Szenario mit niedriger Sanierungsquote und niedrigem Energiestandard das Ziel einer CO₂-freien Strom- und Wärmeversorgung mit einer Reduktion von ca. 98% im Jahr 2050 nahezu erreicht und die Zielsetzungen für 2040 und 2050 erreicht. Die Zielsetzungen für 2030 werden aber verfehlt. Auch beim Min-Szenario mit hoher Sanierungsquote und hohem Energiestandard werden für die drei Stichjahre 2030, 2040 und 2050 die Zielsetzungen verfehlt. Und das obwohl nahezu alle Potentiale für die Reduktion der Energieabnahme ausgeschöpft werden.

Da sich die Sanierungsquote nahezu nur und der Energiestandard der Gebäude ausschließlich auf die Energieabnahme auswirkt, verschieben sich die Punkte der einzelnen Stichjahre bei beiden Variantenszenarien hauptsächlich in Richtung der x-Achse. Beim Min-Szenario wird durch die höhere Sanierungsquote und den höheren Energiestandard eine Reduktion der Energieabnahme von ca. 39% erreicht, gegenüber einer Erhöhung der Energieabnahme im Ausgangsszenario von ca. 10%. Beim Max-Szenario verringert sich die Reduktion der Energieabnahme durch die niedrigere Sanierungsquote und den niedrigeren Energiestandard von ca. 41% auf nur noch ca. 3%. Die deutlich höhere Verschiebung zwischen den beiden Min-Szenarien ist darauf zurückzuführen, dass sich hohe Sanierungsquote und hoher Energiestandard – wenn sie denn zusammen auftreten - gegenseitig verstärken. Beim Max-Szenario mit niedriger Sanierungsquote und niedrigem Energiestandard wirkt allerdings die noch immer hoch angesetzte Reduktion der Energieabnahme durch Gebäudebetriebsoptimierung und Nutzerbeeinflussung bei unsanierten Bestandsgebäuden dem Rückgang der Reduktion der Energieabnahme entgegen. Da bei einer niedrigen Sanierungsquote umso mehr Bestandsgebäude unsanierte verbleiben, tritt dieser Effekt deutlich hervor.

Dies ist auch in der Entwicklung der jährlichen Energieabnahme deutlich abzulesen. Während der Entwicklungspfad des Max-Szenarios und der des Min-Szenarios mit hoher Sanierungsquote und hohem Energiestandard eng beieinanderliegen, liegt der des Max-Szenarios mit niedriger Sanierungsquote und niedrigem Energiestandard deutlich unterm dem des Min-Szenarios.

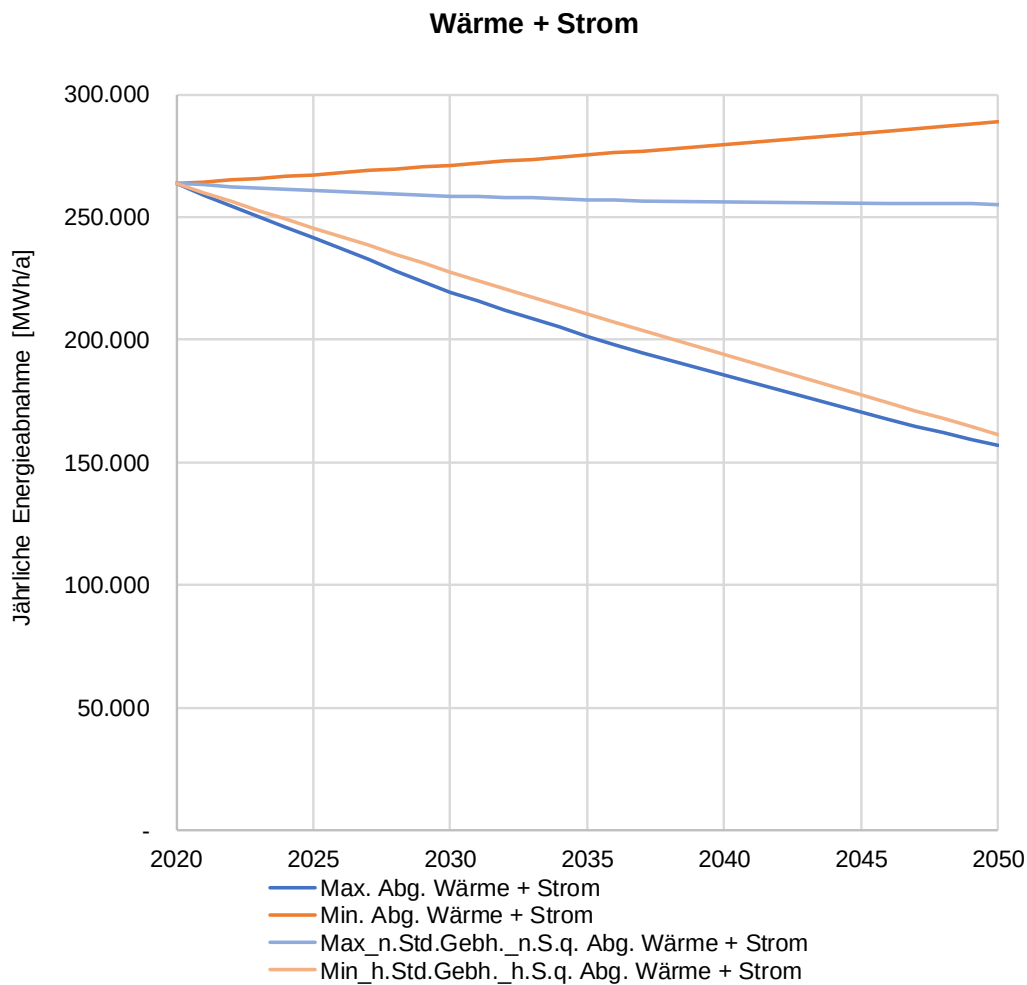


Abbildung XX: Jährliche Energieabnahme Szenarien Sanierungsquote + Energiestandard (Wärme + Strom)

In Bezug auf die kumulierten THG-Emissionen wird der große Einfluss der variierten Faktoren auf die Energieabnahme durch die unterschiedlichen Entwicklungen der THG-Intensität der Wärmenetze und des Gasnetzes beim Min-Szenario verstärkt und beim Max-Szenario überdeckt. So reduzieren sich beim Min-Szenario mit hoher Sanierungsquote und hohem Energiestandard die kumulierten THG-Emissionen um ca. 408 Tsd. T gegenüber dem Ausgangsszenario. Diese hohe Differenz ist auf die in den Min-Szenarien unverändert hohen THG-Emissionsfaktoren der Wärmenetze und des Gasnetzes zurückzuführen. Beim Max-Szenario mit niedriger Sanierungsquote und niedrigem Energiestandard fällt die Reduktion gegenüber dem Ausgangsszenario mit ca. 155 Tsd. t deutlich geringer aus. Dies ist darauf zurückzuführen, dass die Reduktion der Wärmeabnahme durch die in den Max-Szenarien gleichzeitig abnehmenden THG-Emissionsfaktoren der Wärmenetze und des Gasnetzes überdeckt wird und somit nicht in vollem Umfang auf die Reduktion der THG-Emissionen durchschlägt.

Wärme + Strom

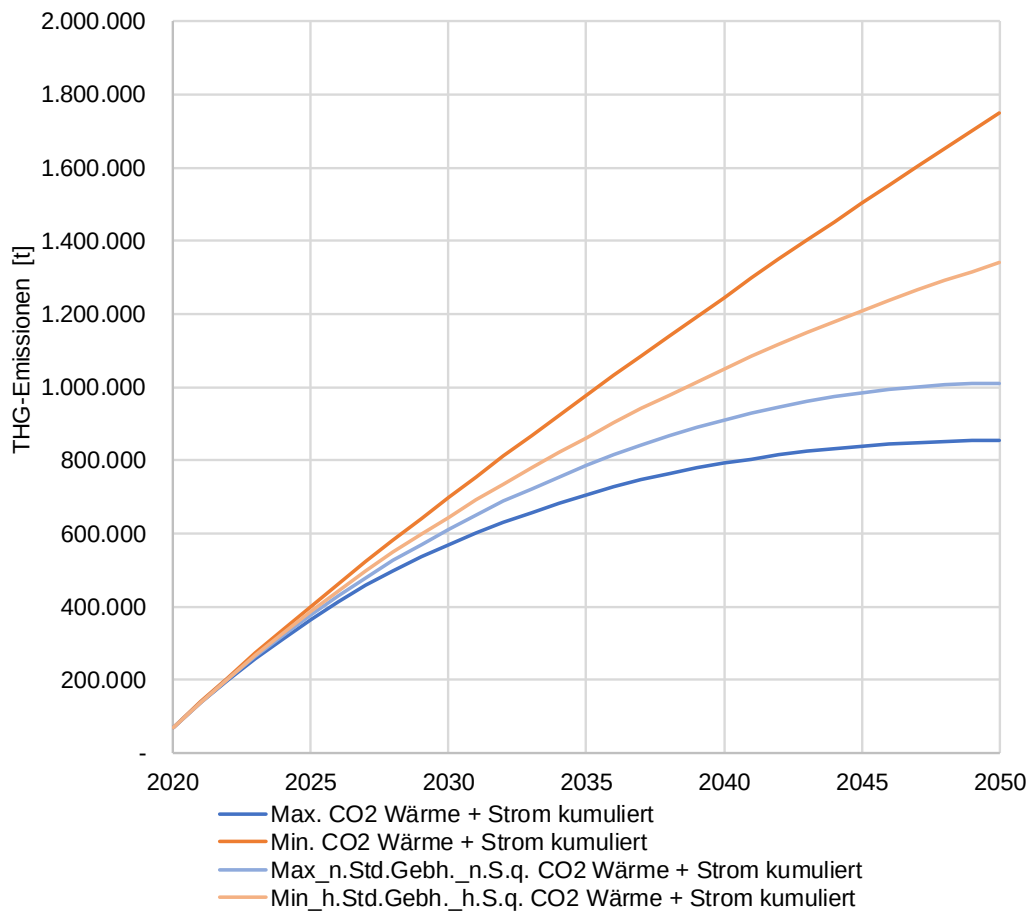


Abbildung XX: Kumulierte THG-Emissionen Szenarien Sanierungsquote + Energiestandard (Wärme + Strom)

	2030	2040	2050
Min-Szenario	698 Tsd. t	1.245 Tsd. t	1.749 Tsd. t
Min-Szenario mit hoher Sanierungsquote und Energiestandard	645 Tsd. t	1.050 Tsd. t	1.341 Tsd. t
Differenz	53 Tsd. t	195 Tsd. t	408 Tsd. t
Max-Szenario mit niedriger Sanierungsquote und Energiestandard	611 Tsd. t	910 Tsd. t	1.010 Tsd. t
Max-Szenario	569 Tsd. t	792 Tsd. t	855 Tsd. t
Differenz	42 Tsd. t	118 Tsd. t	155 Tsd. t

Tabelle XX: Kumulierte THG-Emissionen (Wärme + Strom) ab 2020

Die kombinierte Sensitivitätsanalyse der Sanierungsquote und des Energiestandards zeigt, dass beide zusammen einen hohen Einfluss auf die Energieabnahme und damit auf die Entwicklung der jährlichen Energieabnahme haben. Darüber hinaus zeigt sie, dass gerade bei einer niedrigen Sanierungsquote die Gebäudebetriebsoptimierung und Nutzereinbindung einen wichtigen Beitrag durch die Reduktion der Energieabnahme in unsanierten Bestandsgebäuden leisten kann.

Sie zeigt aber auch, dass bei unverändert hohen THG-Emissionsfaktoren im Gasnetz und insbesondere in den Wärmenetzen auch die hohe Reduktion der Energieabnahme durch hohe Sanierungsquote und hohen Energiestandard bei weitem nicht ausreichen, um die Zielsetzungen des EWKG im Hinblick auf die Reduktion der THG-Emissionen zu erreichen.

F.2.5 Sensitivitätsanalyse Wärmenetze

Für die Sensitivitätsanalyse der Wärmenetze wird das Min-Szenario in einer Variante mit bis 2050 gegen null laufenden und das Max-Szenario in einer Variante mit bis 2050 auf dem Wert des Status quo gleichbleibenden THG-Emissionsfaktoren für die Wärmenetze berechnet (vergl. Kap. F.2.3).¹⁰⁵

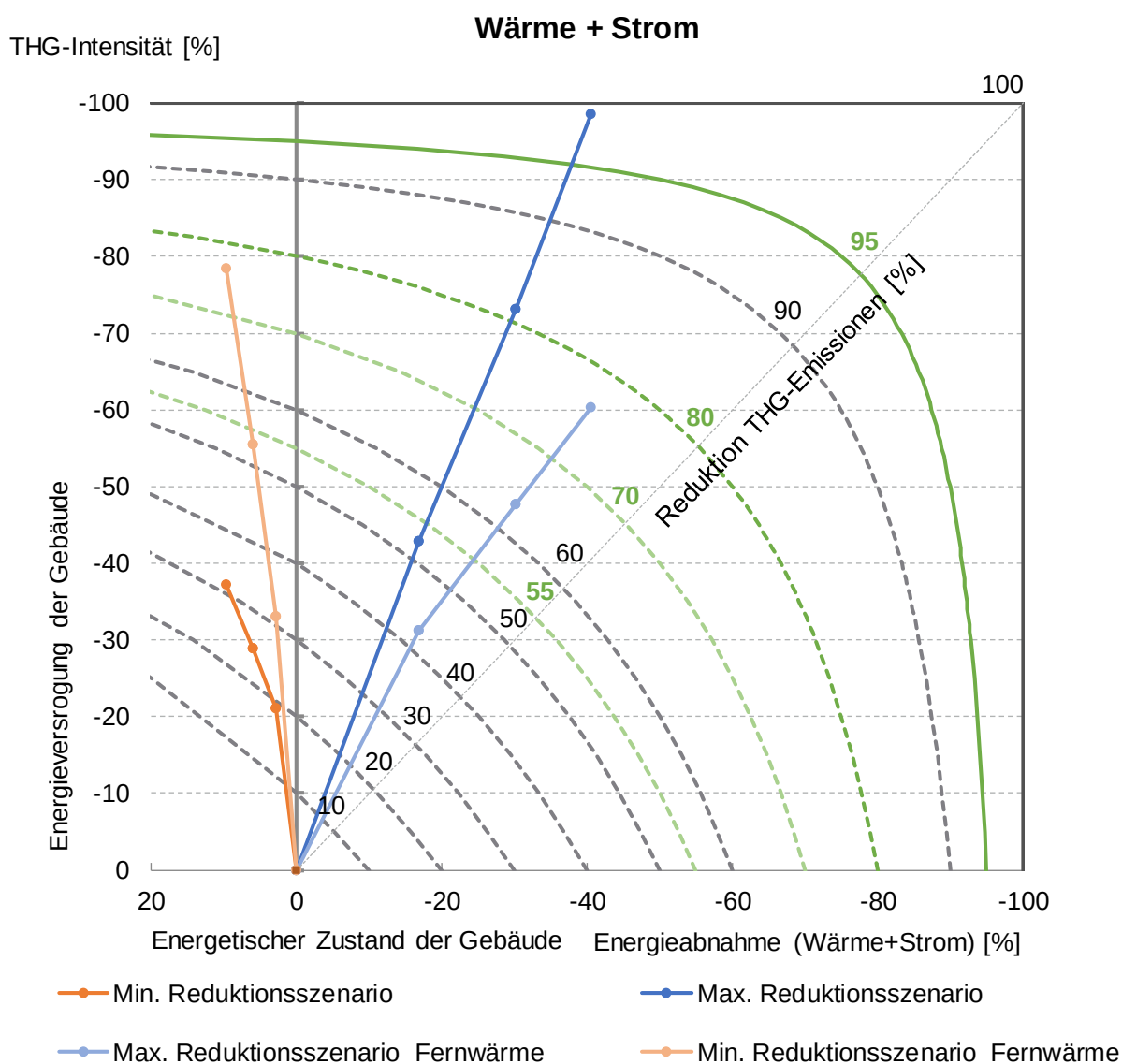


Abbildung XX: Isoquantendiagramm Szenarien Sensitivität Wärmenetze (Wärme + Strom)

2030

2040

2050

¹⁰⁵ Auch wenn die sich daraus ergebenden Veränderungen ausschließlich auf die Wärmeversorgung zurückzuführen sind, werden zur besseren Vergleichbarkeit mit den anderen Sensitivitätsanalysen alle Ergebnisse für Wärme und Strom zusammen dargestellt.

Min-Szenario	19%	25%	31%
Min-Szenario mit abnehmendem THG-Emissionsfaktor für Wärmenetze	31%	53%	76%
Differenz	12%	28%	45%
Max-Szenario mit gleichbleibendem THG-Emissionsfaktor für Wärmenetze	43%	63%	76%
Max-Szenario	52%	81%	99%
Differenz	9%	18%	23%

Tabelle XX: Reduktion der THG-Emissionen in Bezug auf Gesamtenergie gegenüber Status quo

Die Zielsetzungen des EWKG zur Gesamtreduktion der THG-Emissionen werden in den beiden Varianten des Min-Szenarios und im Max-Szenario mit gleichbleibenden THG-Emissionsfaktoren für Wärmenetze für keines der Stichjahre erreicht. Damit unterscheidet sich die Sensitivitätsanalyse des THG-Emissionsfaktors der Wärmenetze von allen Sensitivitätsanalysen der anderen Einflussfaktoren, bei denen auch im abgewandelten Max-Szenario für 2040 und 2050 die Zielsetzungen immer erreicht werden. Dies unterstreicht den großen Einfluss des THG-Emissionsfaktors der Wärmenetze auf die Gesamtentwicklung der THG-Emissionen und damit auf die Zielerreichung.

Die Sensitivitätsanalyse zeigt, dass sich der Einfluss des THG-Emissionsfaktors der Wärmenetze allerdings auf die Höhe der Reduktion der THG-Intensität im Wärmebereich beschränkt. Die Wärme- oder Stromabnahme wird dadurch nicht beeinflusst. Die Varianten unterscheiden sich deutlich vom Min- und Max-Szenario, die Verschiebung findet allerdings nur entlang der y-Achse statt. Beim Min-Szenario erhöht sich die Reduktion der THG-Emissionen um ca. 41%, während sie sich beim Max-Szenario um ca. 38% verringert. Während sich in beiden Szenarien der Einfluss auf die THG-Intensität also in etwa gleich groß abbildet, zeigt der Einfluss auf die Gesamtreduktion der THG-Emissionen deutliche Unterschiede auf. So ist beim Min-Szenario ist die Differenz zwischen Ausgangsszenario und Variantenszenario deutliche ausgeprägter und steigt in 2050 auf 45 Prozentpunkte. Damit wird im Min-Szenario mit abnehmenden THG-Emissionsfaktoren für Wärmenetze eine Gesamtreduktion der THG-Emissionen von ca. 76% erreicht. Das ist nicht nur der höchste Wert aller untersuchten Varianten des Min-Szenarios, sondern entspricht auch dem Wert des Max-Szenarios mit gleichbleibenden THG-Emissionsfaktoren für Wärmenetze.

Aber auch wenn die Gesamtreduktion der THG-Emissionen in den beiden abgewandelten Szenarien den gleichen Wert aufweist, gilt dies nicht für die Energie- bzw. Wärmeabnahme. Die jährliche Energieabnahme der beiden abgewandelten Szenarien entspricht der der Ausgangsszenarien (vergl. Kap. F.2.1) und liegt beim Min-Szenario deutlich über der des Max-Szenarios.¹⁰⁶

Auch die kumulierten THG-Emissionen weisen Unterschiede auf und unterstreichen den großen Einfluss des THG-Emissionsfaktors der Wärmenetze. Die jeweiligen abgewandelten Szenarien weisen beim Min-Szenario deutlich geringere und beim Max-Szenario deutlich höhere kumulierte THG-Emissionen auf. Auch wenn das Min-Szenario mit abnehmenden THG-Emissionsfaktoren für Wärmenetze in 2050 mit ca. 76% dieselbe Gesamtreduktion der THG-Emissionen erreicht wie das Max-Szenario mit gleichbleibenden THG-

¹⁰⁶ In 2050 bei 289 Tsd. MWh/a in den Min-Szenarien gegenüber 157 Tsd. MWh/a in den Max-Szenarien.

Emissionsfaktoren für Wärmenetze (siehe oben), weisen dessen kumulierte THG-Emissionen bis 2050 einen um 157 Tsd. t deutlich erhöhten Wert auf.

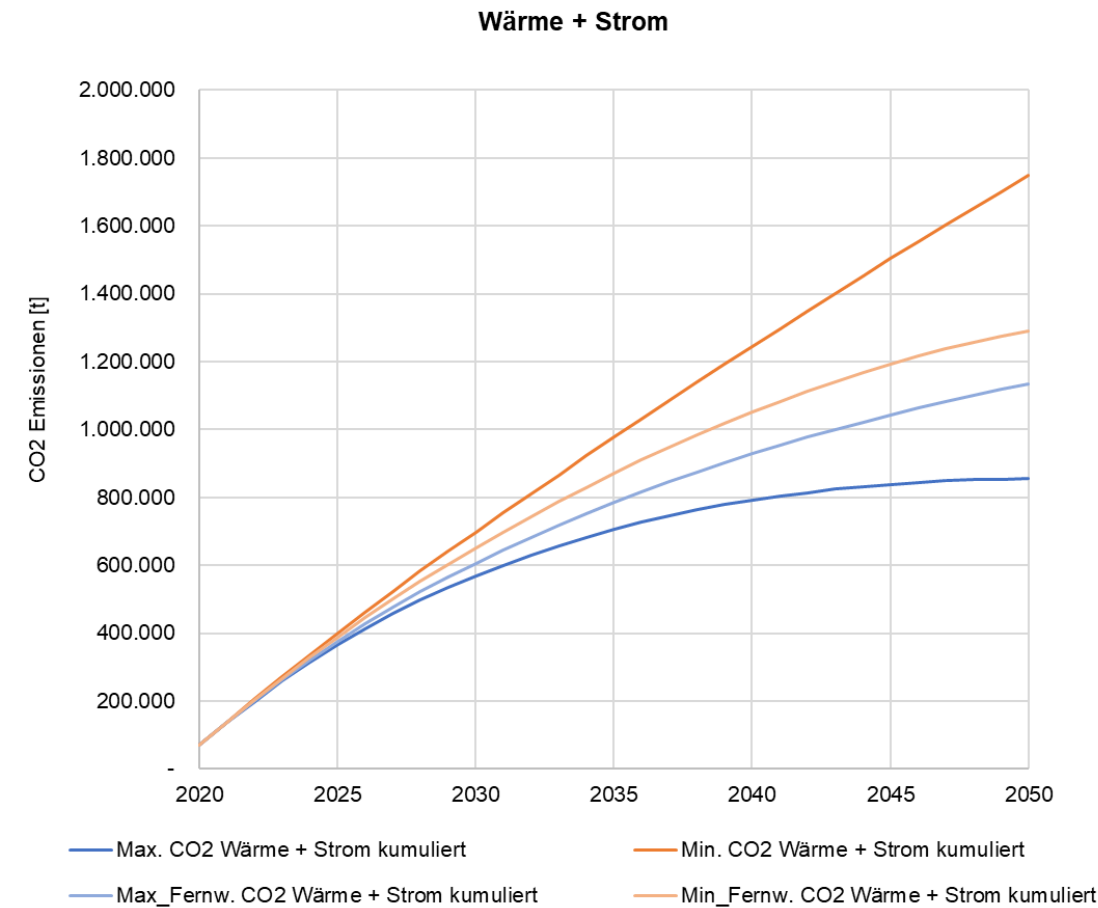


Abbildung XX: Kumulierte THG-Emissionen Szenarien Sensitivität Wärmenetze in Bezug auf Gesamtenergie

	2030	2040	2050
Min-Szenario	698 Tsd. t	1.245 Tsd. t	1.749 Tsd. t
Min-Szenario mit abnehmendem THG-Emissionsfaktor für Wärmenetze	652 Tsd. t	1.051 Tsd. t	1.292 Tsd. t
Differenz	46 Tsd. t	194 Tsd. t	457 Tsd. t
Max-Szenario mit gleichbleibendem THG-Emissionsfaktor für Wärmenetze	607 Tsd. t	928 Tsd. t	1.135 Tsd. t
Max-Szenario	569 Tsd.t	792 Tsd. t	855 Tsd. t
Differenz	38 Tsd. t	136 Tsd. t	280 Tsd. t

Tabelle XX: Kumulierte THG-Emissionen (Strom + Wärme) ab 2020

Die Sensitivitätsanalyse des THG-Emissionsfaktors der Wärmenetze Sanierungsquote zeigt einen hohen Einfluss auf die Gesamtreduktion der THG-Emissionen. Durch die Verbesserung im abgewandelten Min-Szenario und die Verschlechterung im abgewandelten Max-Szenario kommen beide Szenarien mit einer Reduktion von ca. 76% in 2050 auf ein gemeinsames Niveau – das allerdings nicht ausreicht, um die

Zielsetzungen des EWKG zu erreichen. Außerdem ist fraglich, ob mit der niedrigen Sanierungsquote und dem niedrigen Energiestandard im Min-Szenario tatsächlich die Voraussetzungen für eine deutliche Absenkung des THG-Emissionsfaktors der Wärmenetze gelingen kann (vergl. Kap. F.2.2). Außerdem hat ein veränderter THG-Emissionsfaktor der Wärmenetze keinen Einfluss auf die Energieabnahme, so dass diese in den abgewandelten, wie auch in den ursprünglichen Min-Szenarien deutlich über denen der jeweiligen Max-Szenarien liegt.

F.2.6 Weitere Sensitivitätsanalysen

In zwei weiteren Sensitivitätsanalysen wird der Einfluss der Vor-Ort-Wärmeerzeugung und der Veränderung des THG-Emissionsfaktors im Gasnetz untersucht. Um den Einfluss der Vor-Ort-Wärmeerzeuger abzubilden werden die Ausbaupfade für BHKWs und Wärmepumpen zwischen den beiden Szenarien getauscht. Beim abgewandelten Min-Szenario werden bei Erneuerung des Wärmeerzeugers vorrangig Wärmepumpen und keine BHKWs vorgesehen, beim abgewandelten Max-Szenario bis 2030 vorrangig BHKWs und in den folgenden Jahren bis 2050 ein stetig sich erhöhender Anteil von Wärmepumpen (vergl. Kap. F.1.3). Um den Einfluss des THG-Emissionsfaktors des Gasnetzes abzubilden wird das Min-Szenario in einer Variante mit bis 2050 abnehmenden¹⁰⁷ und das Max-Szenario in einer Variante mit bis 2050 auf dem Wert des Status quo gleichbleibenden THG-Emissionsfaktoren für das Gasnetz berechnet (vergl. Kap. F.1.3). Alle untersuchten Variantenszenarien unterscheiden sich nahezu kaum vom Min- und Max-Szenario. Dies gilt nicht nur in Bezug auf die Reduktion der Gesamtreduktion der THG-Emissionen, sondern ebenso für die jährliche Energieabnahme und die kumulierten THG-Emissionen.

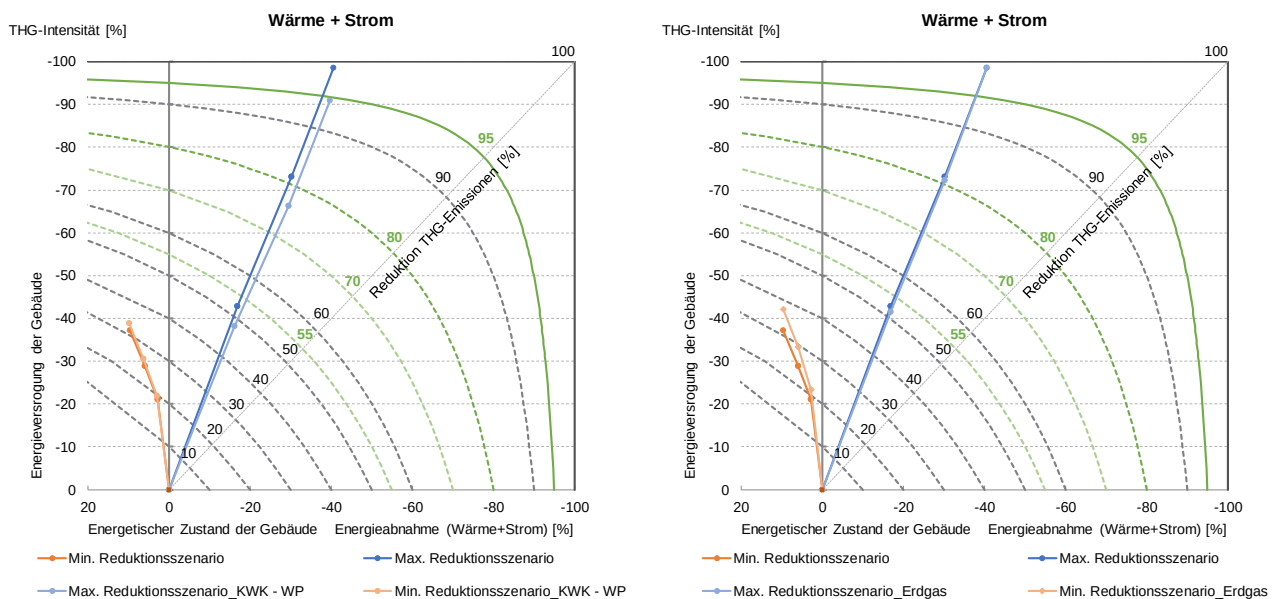


Abbildung XX: Isoquantendiagramm Szenarien (Wärme + Strom; links: Vor-Ort-Wärmeerzeugung, rechts: THG-Intensität Gasnetz)

Der Einfluss des Ausbaupfades für Vor-Ort-Wärmeerzeugung bildet sich lediglich in den Varianten des Max-Szenarios merklich ab. Die Gesamtreduktion der THG-Emissionen in 2050 verringert sich im abgewandelten Max-Szenario durch den Einsatz von BHKWs gegenüber dem ursprünglichen Max-Szenario um ca. 5% und rutscht dabei unter die Zielmarke von 95%. Es ist zu beachten, dass dabei ein moderater Ausbaupfad für

¹⁰⁷ Die angenommene Reduktion des THG-Emissionsfaktors des Gasnetzes liegt im Bereich von 201 g/kWh im Status quo bis auf 153 g/kWh in 2050 und damit deutlich geringer als die angenommenen Reduktionen der THG-Emissionsfaktoren für das Strom- und die Wärmenetze.

BHKWs zugrunde gelegt wird¹⁰⁸ der immer auch den Ausbau des Anteils an Wärmepumpen beinhaltet¹⁰⁹, bzw. ab 2030 einen deutlich reduzierten Ausbau des Anteils an BHKWs. Vor diesem Hintergrund lässt sich feststellen, dass ein moderater Ausbaupfad für BHKWs bei ansonsten günstigen Rahmenbedingungen insgesamt geringen Einfluss hat, aber trotzdem die Erreichung der oberen Zielmarke nach EWKG verhindern könnte.

Der Einfluss des THG-Emissionsfaktors des Gasnetzes wiederum bildet sich lediglich in den Varianten des Min-Szenarios merklich ab. Die Gesamtreduktion der THG-Emissionen in 2050 erhöht sich im abgewandelten Min-Szenario durch den sinkenden THG-Emissionsfaktor des Gasnetzes gegenüber dem ursprünglichen Max-Szenario um ca. 6%. Aber auch dadurch wird keine der Zielsetzungen des EWKG erreicht. Da in den beiden Max-Szenarien in 2050 keine gasbetriebenen Wärmeerzeuger mehr vorhanden sind, hat der sinkende THG-Emissionsfaktor hier keinen Einfluss.

F.3 Zusammenfassung grundlegender Erkenntnisse

Die folgende Übersicht der Reduktion der THG-Emissionen in den untersuchten Ausgangs- und Variantenszenarien zeigt, dass die Zielsetzungen des EWKG selbst beim Max-Szenario – in dem für alle Einflussfaktoren eine günstige Entwicklung angenommen wird – die Zielsetzungen des EWKG lediglich für die Stichjahr 2040 und 2050 erreicht werden, nicht aber für das Stichjahr 2030. Um die Zielsetzung für das Jahr 2030 zu erreichen, wären also noch über das Max-Szenario hinausgehende Reduktionen der Energieabnahme und THG-Intensität und damit entsprechend weitergehende Maßnahmen notwendig.

¹⁰⁸ Bis 2030 werden 80% der auszutauschenden Vor-Ort-Wärmeerzeuger mit einer Kombination aus Gas-BHKW und Gas-Spitzenlastkessel ersetzt, bis 2040 nur noch 45% und bis 2050 nur noch 10%. Im Neubau werden bis 2030 ca. 17% der Gebäudeflächen mit einer solchen BHKW-Kombination beheizt, bis 2040 nur noch 8% und bis 2050 nur noch 2%.

¹⁰⁹ Auch in den Szenarien mit BHKW-Ausbaupfad werden zwischen 2030 und 2040 35% der auszutauschenden Vor-Ort-Wärmeerzeuger mit einer Wärmepumpe ersetzt und bis 2050 sogar 70%. Im Neubau werden zwischen 2030 und 2040 ca. 10% der Gebäudeflächen mit einer Wärmepumpe beheizt und bis 2050 sogar 15%.

	2030	2040	2050
Zielsetzung aus EWKG	55%	70%	80-95%
Max-Szenario	52%	81%	99%
Max-Szenario mit niedriger Sanierungsquote	43%	72%	98%
Max-Szenario mit niedrigem Energiestandard	48%	76%	99%
Max-Szenario mit niedriger Sanierungsquote und Energiestandard	41%	71%	98%
Max-Szenario mit gleichbleibendem THG-Emissionsfaktor für Wärmenetze	43%	63%	76%
Min-Szenario	19%	25%	31%
Min-Szenario mit hoher Sanierungsquote	25%	36%	48%
Min-Szenario mit hohem Energiestandard	21%	28%	36%
Min-Szenario mit hoher Sanierungsquote und Energiestandard	33%	55%	66%
Min-Szenario mit abnehmendem THG-Emissionsfaktor für Wärmenetze	31%	53%	76%

Tabelle XX: Reduktion der THG-Emissionen alle Szenarien (Wärme + Strom) gegenüber Status quo

Die Zielsetzungen für 2050 werden in nahezu allen Max-Szenarien ohne Weiteres erreicht. Dies ist auf die in 2050 gegen null bzw. nahezu gegen null laufenden THG-Emissionsfaktoren für die Wärmenetze bzw. das Stromnetz zurückzuführen, die den Einfluss der anderen Faktoren überdeckt.

Die einzige Ausnahme bildet das Max-Szenario mit gleichbleibendem THG-Emissionsfaktor für Wärmenetze, in dem die Zielsetzungen nach EWKG für alle drei Stichjahre verfehlt werden. Umgekehrt ist das Min-Szenario mit abnehmendem THG-Emissionsfaktor der Wärmenetze, dasjenige Min-Szenario mit der höchsten Reduktion der THG-Emissionen in 2050 - auch wenn die Zielsetzung aus dem EWKG mit einer Reduktion von ca. 76% knapp verfehlt wird. Beides verdeutlicht den hohen Einfluss des THG-Emissionsfaktors der Wärmenetze auf die Erreichung der Zielsetzungen nach EWKG. Dabei ist aber zu beachten, dass eine Reduktion des THG-Emissionsfaktors der Wärmenetze mit der Umstellung der Wärmenetze auf erneuerbare Energiequellen einhergeht und dies i.d.R. mit einer Absenkung des Temperaturniveaus in den Wärmenetzen und damit auch in den Heizsystemen der an die Wärmenetze angeschlossenen Gebäude verbunden ist. Daher ist die umfassende Sanierung dieser Gebäude als Voraussetzung für die Reduktion des THG-Emissionsfaktors der Wärmenetze zu betrachten. Gleiches gilt für den Ersatz von Vor-Ort-Wärmeerzeugern durch Wärmepumpen.

In allen untersuchten Min-Szenarien werden die Zielsetzungen aus dem EWKG für alle drei Stichjahre verfehlt. Selbst die maximale Reduktion der Energieabnahme im Min-Szenario mit hoher Sanierungsquote und hohem Energiestandard erweist sich als nicht ausreichend. Ebenso wenig aber auch die maximale Reduktion des THG-Emissionsfaktors der Wärmenetze bis 2050 auf null (vergl. oben). Nur durch eine kombinierte Steigerung der Reduktion der Energieabnahme und der THG-Intensität über das Min-Szenario hinaus können die Zielsetzungen erreicht werden.

Auch wenn die Reduktion der Energieabnahme selbst im Min-Szenario mit hoher Sanierungsquote und hohem Energiestandard mit ca. 66% zu einer geringeren Reduktion der THG-Emissionen führt als die Reduktion des THG-Emissionsfaktors der Wärmenetze mit ca. 76%, bringt sie eine deutliche Reduktion der jährlichen

Energieabnahme – und damit der Energiekosten – mit sich. Dies ist bei einer Reduktion der THG-Emissionsfaktoren nicht der Fall. Im Min-Szenario führen die niedrige Sanierungsquote und der niedrige Energiestandard zu einer Erhöhung der jährlichen Energieabnahme bis 2050. Die Reduktion der Energieabnahme durch Sanierung wird vom Zuwachs der Energieabnahme durch Neubau übertroffen. Die größte Differenz ergibt sich aus einem Vergleich des Min- mit dem Max-Szenario. Während als Ausgangswert in 2020 ca. 264 Tsd. MWh/a in der Gesamtsumme von Wärme und Strom abgenommen werden, steigt der Wert im Min-Szenario bis 2050 auf ca. 289 Tsd. MWh/a, sinkt im Max-Szenario aber auf ca. 157 Tsd. MWh/a und liegt somit ca. 46% niedriger als im Min-Szenario. Während beim Min-Szenario also trotz Investitionen in bauliche Maßnahmen auch die Energiekosten deutlich steigen werden, können diese im Max-Szenario durch eine deutliche Reduktion der Energieabnahme deutlich sinken. Eine Kopplung dieser Effekte schafft bei der heute üblichen konsumtiven Haushaltsführung allerdings kaum Anreize, da die Kosten für bauliche Maßnahmen und die Energiekosten i.d.R. aus unterschiedlichen Haushaltstöpfen finanziert werden.

Die Annahme einer günstigen Entwicklung des THG-Emissionsfaktors des Stromnetzes ist in der Startbilanz festgeschrieben und wird auf alle Min- und Max-Szenarien angewendet. Dies hat zur Folge, dass die Stromabnahme der Gebäude gegen 2050 laufend nur noch einen minimalen Einfluss auf die Szenarien bzw. die Unterschiede zwischen den Szenarien hat. Dabei ist aber zu beachten, dass die Stromerzeugung durch PV- oder Windkraftanlagen am Gebäude selbst und in unmittelbarer Umgebung wichtige Bausteine zur Reduktion des THG-Emissionsfaktors im Stromnetz bis 2050 darstellen. Außerdem erzielt sie gerade in den kommenden Jahren, in denen der THG-Emissionsfaktor des Stromnetzes noch nicht deutlich unter dem heutigen Wert abgesenkt werden kann, die größten Effekte im Hinblick auf die Zielerreichung der Reduktion der THG-Emissionen bis 2030 und die Reduktion der kumulierten THG-Emissionen bis 2050.

Betrachtet man neben den Zielsetzungen der Reduktion der THG-Emissionen um bestimmte Prozentsätze bis zu bestimmten Stichjahren auch die Zielsetzung ein gegebenes THG-Emissionsbudget nicht zu überschreiten, so sind die kumulierten THG-Emissionen in den Blick zu nehmen - auch wenn bislang noch keine solchen Zielsetzungen auf Landes- oder Bundesebene festgelegt wurden.

	2030	2040	2050
Max-Szenario	569 Tsd. t	792 Tsd. t	855 Tsd. t
Max-Szenario mit niedriger Sanierungsquote	606 Tsd. t	896 Tsd. t	992 Tsd. t
Max-Szenario mit niedrigem Energiestandard	587 Tsd. t	842 Tsd. t	922 Tsd. t
Max-Szenario mit niedriger Sanierungsquote und Energiestandard	611 Tsd. t	910 Tsd. t	1.010 Tsd. t
Max-Szenario mit gleichbleibendem THG-Emissionsfaktor für Wärmenetze	607 Tsd. t	928 Tsd. t	1.135 Tsd. t
Min-Szenario	698 Tsd. t	1.245 Tsd. t	1.749 Tsd. t
Min-Szenario mit hoher Sanierungsquote	674 Tsd. t	1.154 Tsd. t	1.557 Tsd. t
Min-Szenario mit hohem Energiestandard	691 Tsd. t	1.219 Tsd. t	1.693 Tsd. t
Min-Szenario mit hoher Sanierungsquote und Energiestandard	645 Tsd. t	1.050 Tsd. t	1.341 Tsd. t
Min-Szenario mit abnehmendem THG-Emissionsfaktor für Wärmenetze	652 Tsd. t	1.051 Tsd. t	1.292 Tsd. t

Tabelle XX: Kumulierte THG-Emissionen alle Szenarien (Wärme + Strom) ab 2020

Die kumulierten THG-Emissionen liegen im Max-Szenario deutlich unter denen des Min-Szenarios. Dies gilt sowohl für die beiden Ausgangs- wie auch für die jeweiligen Variantenszenarien. Die größte Differenz ergibt sich aus einem Vergleich des Min- mit dem Max-Szenario. Im Min-Szenario werden mit ca. 1.749 Tsd. t bis 2050 mehr als doppelt so viele THG-Emissionen verursacht.

G Ableitung von Handlungsempfehlungen

Prämissen für die Portfoliorealisation

In diesem Kapitel werden Handlungsempfehlungen dargestellt, die aus dem Fach- und Erfahrungswissen (vergl. Kap. C), sowie den Auswertungen und Analysen des gesamten Gebäudebestandes aller Landesliegenschaften (vergl. Kap. D), der Gebäudesteckbriefe (vergl. Kap. E) und der Entwicklungsszenarien abgeleitet werden können. Die Gliederung erfolgt in zwei Themenbereichen und acht Fokusthemen, also entsprechend der in Kapitel C eingeführten und dort vertiefend dargestellten Struktur. Der Themenbereich Voraussetzungen (vergl. Kap. G.1) umfasst die vier Fokusthemen Vorgaben und Weisungen, Prozesse und Werkzeuge, Wissens- und Datenmanagement, sowie finanzielle und personelle Ressourcen. Er umfasst Handlungsempfehlungen, die auf eine stabile Grundlage und zielführende Rahmenbedingungen für die eigentlichen Umsetzungsmaßnahmen abzielen. Der Themenbereich Umsetzung (vergl. Kap. G.2) umfasst die vier Fokusthemen Energieabnahme, Energieversorgung, Materialeinsatz, sowie Suffizienz. Er umfasst Handlungsempfehlungen, die in der operativen Umsetzung zur Erreichung der Klimaschutzziele beitragen. Hierbei ist zu beachten, dass die Klimaschutzziele nach EWKG nicht durch eine Auswahl einzelner Handlungsempfehlungen erreicht werden können, sondern nur durch das Zusammenwirken in ihrer Gesamtheit.

Dies bedingt, dass die einzelnen Handlungsempfehlungen zwar jeweils einem der oben aufgeführten Fokusthemen zugeordnet werden, häufig aber auch übergreifend in andere Themen hineinwirken. Außerdem beschränken sich die Handlungsempfehlungen nicht nur auf bauliche Maßnahmen und Gebäudebetrieb, sondern nehmen auch die Nutzereinbindung in den Blick. Entsprechend dieser drei Handlungsbereiche orientieren sich die Handlungsempfehlungen an den in Kapitel B.2 abgeleiteten Kernfragen.

In Bezug auf Treibhausgasemissionen aus dem Gebäudebetrieb lautet diese: „Wie müssen Landesliegenschaften gebaut, modernisiert und betrieben werden, um eine treibhausgasneutrale Energieversorgung bis 2050 zu ermöglichen?“ Hieraus ergeben sich weitreichende Abhängigkeiten im Zusammenspiel von Gebäuden und ganzen Liegenschaften mit den Energienetzen (Strom-, Gas- und Wärme-/Kältenetze). Die Gebäude wirken dabei nicht mehr nur als Energieverbraucher, sondern auch als Energieerzeuger - z.B. von Energie aus erneuerbaren Energiequellen am Gebäude - und Energiespeicher bzw. netzdienliche Komponenten - und stellen damit notwendige Potentiale für die Sektorenkopplung zur Verfügung. In Bezug auf Treibhausgasemissionen aus baulichen Maßnahmen (graue Emissionen) lautet diese: „Wie können bauliche Maßnahmen für Landesliegenschaften treibhausgasneutral umgesetzt werden?“ Gebäude verursachen Treibhausgasemissionen nicht nur während der Nutzungsphase, sondern auch in der Erstellung, dem Transport, sowie den Ein-, Um- und Rückbau der eingesetzten Materialien und Komponenten. Da die Nutzer der Landesliegenschaften sowohl durch ihre Erwartungs- und Anspruchshaltung, wie auch durch ihr tägliches Verhalten den Energie- und Materialeinsatz maßgeblich mitbestimmen, ist darüber hinaus die zielführende Nutzereinbindung essentiell. An dieser entscheidet sich letztendlich die tatsächliche Wirksamkeit jeder Maßnahme in den beiden erstgenannten Handlungsbereichen.

Die Bandbreite der dargestellten Handlungsempfehlungen reicht von solchen, die bereits kurzfristig und mit geringem Aufwand umgesetzt werden können bis zu solche, die langfristig anhaltendes Engagement erfordern, aber trotzdem als wichtige Weichenstellungen schon kurzfristig angegangen werden müssen. Diese, für die politische Entscheidungsfindung wichtigen, Themen der zeitlichen Priorisierung, der Emissionsreduktionspotenziale und möglichen Kosten- bzw. Verwaltungsauswirkungen können im Detail erst mit einer Grundsatzentscheidung für die Strategie ermittelt und daher hier vor allem qualitativ benannt werden (vergl. Anlage 1). Darüber hinaus weist die Teilstrategie Bauen und Bewirtschaftung in hohem Maße Wechselwirkungen mit den anderen Teilstrategien auf, da Gebäude zwangsläufig auch den Dreh- und Angelpunkt des Einsatzes der IT, der Mobilität und der zu beschaffenden Güter und Dienstleistungen bilden. Die

aus diesen Bereichen herrührenden Aufgaben und Schnittstellen werden in der Gesamtstrategie dargestellt.

Unter den einzelnen Handlungsempfehlungen werden Handlungsbedarfe aufgeführt, die weiterführende Schritte umfassen, die zur Schaffung der Rahmenbedingungen und operativen Umsetzung der Teilstrategie notwendig sind. In der Umsetzung der Teilstrategie ist der kontinuierliche Abgleich sowohl der eigenen Zielerreichung als auch mit den anderen Teilstrategien und eine eventuelle Nachführung erforderlich, nicht zuletzt aufgrund der sich ändernden rechtlichen, technischen und wirtschaftlich Rahmenbedingungen.

G.1 Handlungsempfehlungen im Hinblick auf Voraussetzungen

Im Hinblick auf die Voraussetzungen beinhaltet das Fokusthema Vorgaben und Weisungen die grundlegenden und i.d.R. die ministerielle Ebene betreffenden Handlungsempfehlungen. Die Handlungsempfehlungen im Fokusthemen Prozesse und Werkzeuge hingegen zielen auf die Schaffung der für die Umsetzung notwendigen und für diese förderlichen Rahmenbedingungen in der operativen Verwaltungsebene ab. Die Handlungsempfehlungen in den beiden Fokusthemen Wissens- und Datenmanagement, sowie finanzielle und personelle Ressourcen zielen ebenfalls auf die Schaffung förderlicher Rahmenbedingungen ab, die aber i.d.R. Ebenen übergreifend zwischen Ministerien und operativer Verwaltung.

G.1.1 Vorgaben und Weisungen

Die bei Vorgaben und Weisungen wichtigsten Handlungsempfehlungen sind:

- Investive Haushaltsführung und Einführung eines CO₂-Preises – (v.a. LHO und HB-Bau)
- Mit den EVU (insbesondere Fernwärmenetzbetreiber) Klimaneutralität vereinbaren
- Anpassung des EWKG
- Angemessener Umgang mit dem Denkmalschutz

Weitere Handlungsempfehlungen sind:

- Neues strategisches Paradigma für Landesgebäude
- Landesbauordnung
- Mitwirkung an klimaschützenden Aspekten in der Bundesgesetzgebung

G.1.1.1 Investive Haushaltsführung und Einführung eines CO₂-Preises

Bauunterhalt ist Klimaschutz: Die Trennung der vermeintlich rein konsumtiven (jährlichen) Mittel der vielfältigen Aufgaben des Bauunterhaltes und des Gebäudebetriebes von den mehrjährigen vermeintlich investiven Mitteln für kleine und große Baumaßnahmen ist zugunsten einer Gesamtbetrachtung als Investition zu überarbeiten. Mit den komplexer werdenden Gebäuden und den inzwischen zur Verfügung stehenden komplexen Controllingwerkzeugen z.B. von Bau.SAP und CAFM kann und muss eine Gesamtbetrachtung erfolgen.

Die bisherige völlige Entkoppelung der Zuständigkeiten für die Bauunterhalts- oder Investitionsentscheidung und der Zuständigkeiten für die Energiekosten ist zu überarbeiten.

Hierfür sind in geeigneter Form unmittelbar die Regelungen in den Jahres-Haushaltsgesetzen, den Haushaltsbegleitgesetzen und mittelbar die LHO anzupassen. Indirekte Werkzeuge sind außerdem die Ausbringung von Haushaltstiteln für „Verwaltungsinterne Refinanzierung“ (analog Baden-Württemberg) für PV-Investitionen, Energiesparaktionen etc. sowie die Übertragbarkeit von BU- und Betriebsmitteln in die Folgejahre. Mittelfristig können durch die Ausgestaltung der Haushaltsführung auch Anreize für Energie - und damit THG-Emissionen -

einsparendes Verhalten der Nutzer geschaffen werden.

Da sowohl in der betriebswirtschaftlichen als auch verstärkt in der volkswirtschaftlichen Betrachtung die CO₂-Emissionen in der Zukunft Kosten verursachen (werden), sind diese bei den Betrachtungen von Gebäudeerrichtung und –Betrieb in angemessener Höhe zu berücksichtigen. Da diese Teilstrategie und die Gebäudeinvestitionen einen Zeitraum von mindestens 30 Jahren abdecken, muss hier für den jahrzehntelangen Lebenszyklus von Bauteilen ein Preis bzw. eine Preisentwicklung festgelegt werden. Aufgrund der steigenden Relevanz und der vrs. auch steigenden CO₂-Kosten sollte ein Ansatz, der konsistent bleibt, z.B. die 180 € pro Tonne emittierter Kohlendioxid-Äquivalente der Empfehlung des UBA gewählt werden. Diese Betrachtungsweise ist mittelbar kostenneutral, führt aber dazu, dass die Investitionsentscheidungen mit mehr Weitblick und einer Vorsorge für real anfallende CO₂-Kosten getroffen werden.

Handlungsbedarf:

Prüfung zur Änderung/Auslegung der LHO bzw. der Haushaltsbegleitgesetze und Anpassung des HB-Bau und des Bewirtschaftungskatalogs

G.1.1.2 Mit den EVU (insbesondere Fernwärmenetzbetreiber) Klimaneutralität vereinbaren

Bisher tritt die GMSH ausschließlich als passiver Konsument auf. Im HB-Bau und im Bewirtschaftungskatalog ist der GMSH der Auftrag zu einer aktiven Rolle als Vertreter der Landesliegenschaften im Energiesystem zuzuweisen. Insbesondere in fernwärmeversorgten Gebieten hat die Abstimmung zu erfolgen hinsichtlich:

- Gebäuden als netzdienliche Komponente
- Wunsch des Landes nach CO₂ neutraler Fernwärme und Bereitschaft zur Mitwirkung
- Entwicklung der Technischen Anschlussbestimmungen bei Transformation der Wärmenetze
- Bei der Aufstellung der HU-Bau sollte über das Einzelbauvorhaben hinaus eine automatische Quartiersbetrachtung mit ggf. entsprechenden Investitionen erfolgen.

Handlungsbedarf:

Auftrag an die Verwaltung, mit den EVU einen verbindlichen, gemeinsamen Weg zur Erlangung klimaneutraler Energienetze auszuhandeln.

G.1.1.3 Anpassung des EWKG

Die im Energiewende- und Klimaschutzgesetz getroffenen Festlegungen für die Landesgebäude sind nicht detailliert genug und nur teilweise zielführend. Auf Grundlage dieser Teilstrategie und der Praxiserfahrungen zum EWKG sind die Regelungen in § 4 Abs. 2-4 EKWG zu überarbeiten und die Ermächtigungsgrundlage für einen detaillierten Ausführungserlass zu schaffen.

Die Einführung von besser geeigneten, ggf. benutzungsspezifischen EWKG-Zielwerten für Wärme und Strom ist notwendig. Bei Neubauvorhaben sowie Ausbau und Erweiterungen von Gebäuden sind Energieverbrauchs- bzw. -bedarfsgrößen, die auf die Netto-Grundfläche sowie ggf. zusätzlich auf die Personennutzungsstunden bezogen werden, geeigneter als die bisherigen Regelungen. Für den Klimaschutz dienliche, von der

Berechnung nach DIN 18599 mit EnEV-Randbedingungen abweichende, Nachweisarten sind im Bereich der GMSH für den energetischen Standard einzuführen.

Für grundlegende Sanierungen, die in der Praxis nur selten auftreten, wird derzeit ein absoluter Grenzwert vorgegeben. Aufgrund der sich aus dem Bestand ergebenden Zwängen ist ein relative Kenngröße vorteilhafter. Für die häufigsten Fälle der energetischen Veränderung am Gebäude, dem Austausch von einzelnen Bauteilen, fehlen Vorgaben zur energetischen Qualität.

Zur Herleitung der energetischen Kennwerte können die Gebäudesteckbriefe genutzt werden.

Für alle Baumaßnahmen muss ferner gelten, dass die aktuell starr vorgegebenen Berechnungsrandbedingungen an die örtlichen Gegebenheiten angepasst werden können, um realistischere Bedarfsberechnungen zu erhalten.

Die EVU – insbesondere die Fernwärmeversorger – müssen zur Darstellung eines konkreten Pfades zur Klimaneutralität verpflichtet werden. Dies beinhaltet die Perspektive zu technischer Verfügbarkeit (qualitativ und quantitativ) klimaneutraler Wärme, kalter Fernwärme und TAB, die die integrierte Nutzung der Fernwärme als Wärmequelle für Wärmepumpen erlauben.

Ferner sind für Bauvorhaben technische Standards für die unterschiedlichen Bauaufgaben zu definieren. Diese technischen Mindestanforderungen könnten im Rahmen eines Erlasses zum Gesetz als auch als separates Planungshandbuch verfasst werden.

Die Anwendung des Leitfadens Nachhaltiges Bauen auf Landesliegenschaften ist zu konkretisieren und verbindlich festzulegen. Dies kann im EWKG oder alternativ im HB Bau erfolgen.

Auch der verstärkte Einsatz von Recyclingbaustoffen in Landesgebäuden kann im EWKG festgelegt werden.

Handlungsbedarf:

Die Verwaltung soll auf Grundlage dieser Strategie Vorschläge zu einer Novellierung des EWKG aufstellen.

G.1.1.4 Angemessener Umgang mit Denkmalschutz

Bisher stellt der Denkmalschutz als konkurrierendes, gesetzliches Schutzziel unnötigerweise in der Praxis ein häufiges Ausschlusskriterium für energetische Maßnahmen dar. Der finanzielle Mehrbedarf für den Erhalt eines Kulturdenkmales und dessen angemessener technischer Weiterentwicklung wird haushaltstechnisch nicht berücksichtigt. Durch eine Änderung des Landes-Denkmalschutzrechtes ist sicherzustellen, dass eine angemessene energetische Verbesserung der Gebäude im Sinne der Integration in eine klimaneutrale Energieversorgung der Zukunft möglich ist. Bisher verhindern die denkmalpflegerisch bedingten hohen Kosten oft auch technische mögliche Maßnahmen. Hierbei haben die denkmalgeschützten Gebäude zwar keine große Priorität im Gesamtportfolio, prägen jedoch häufig die Gesamtliegenschaft und müssen daher auch strukturiert verbessert werden.

Handlungsbedarf:

Überprüfung des Denkmalrechtes auf Harmonisierungsmöglichkeiten mit dem Klimaschutz.

Haushaltstechnische Vorsorge, damit das Land auch bei den denkmalgeschützten Landesgebäuden seine Vorbildfunktion beim Klimaschutz wahrnehmen kann.

G.1.1.5 Neues strategisches Paradigma für Landesgebäude

Im Umgang mit den Landesgebäuden wird die Betrachtungsweise geändert. Nicht mehr die Kosten von Klimaschutz und Bestandspflege stehen im Mittelpunkt, sondern deren Potentiale und Beiträge. D.h. nicht die Amortisation durch Energiekosteneinsparung, sondern die Erreichung der Klimaschutzziele mit möglichst geringem Kostenaufwand muss angestrebt werden. Die vorhandenen Gebäude bilden das (insbesondere auch energetische) Kapital, mit dem so effizient wie möglich der klimaneutrale Gebäudebestand der Zukunft – unter Berücksichtigung von Digitalisierung und zunehmender Sektorenkopplung – geschaffen wird. Daher wird die aktive und vorsorgende Bestandsentwicklung z.B. durch die Implementierung von perspektivischen Variantenbetrachtungen zur Behördenunterbringung und die Einrichtung einer Modernisierungsvorsorge eingeführt.

Handlungsbedarf:

Ergänzung des HB-Bau hinsichtlich der Priorität für die Bestandspflege, Variantenuntersuchungen und Modernisierungsvorsorge.

G.1.1.6 Landesbauordnung

Die LBO wird mittelfristig dahin weiterentwickelt, dass die in Bestand und Neubau aufgewendeten grauen Emissionen (insbesondere durch einen unkomplizierten Weg beim Einsatz von Holz und Recyclingbaustoffen) betrachtet und reduziert werden. Außerdem ist ggf. im Zuge einer Experimentierklausel für die Landesgebäude die Anwendung innovativer Baukonstruktionen und Nachweisarten insbesondere für den Wärmeschutz zu erleichtern.

Handlungsbedarf:

Anpassung LBO und Bereitstellung der Ressourcen zur Umsetzung (siehe auch G.1.4.3 Bereitstellung der für einen nachhaltigen Betrieb erforderlichen fachlichen Personalressourcen. G.1.4.4 (Team für) Potentialanalysen, Energiekonzepte und Entwicklung von Sanierungsfahrplänen als Standard implementieren – Fbt-Mittel und/oder Personalkapazität bereitstellen G.2.1.2 Pilotprojekte und Musterplanungen für Gebäude- und Bauteiltypen entwickeln).

G.1.1.7 Mitwirkung an klimaschützenden Aspekten in der Bundesgesetzgebung

Auf Bundesebene wirkt das Land darauf hin, dass die realen CO₂-Emissionen in der Weiterentwicklung der EnEV bzw. des GEG Berücksichtigung finden und die Etablierung einer wirksamen CO₂-Bepreisung zügig umgesetzt wird. Außerdem sind die organisatorischen und finanziellen Rahmenbedingungen der Einspeisung von PV-Stromüberschüssen im EEG und die Möglichkeit der Stromdurchleitung zwischen Liegenschaften zu verbessern.

Handlungsbedarf:

Zuarbeit der Verwaltung zur mittelfristigen Weiterentwicklung von GEG (EnEV) und EEG.

G.1.2 Prozesse und Werkzeuge

Die bei Prozesse und Werkzeuge wichtigsten Handlungsempfehlungen sind:

Kontinuierliche Weiterpflege des Strategie-Papiers

- Erstellung eines Umsetzungskonzeptes
- Monitoring der CO₂-Emissionen

- Durchführung von Wettbewerben
- Systematische Inbetriebnahme

Weitere Handlungsempfehlungen sind:

- Integrale Planung
- Lebenszykluskostenbetrachtung zur Entscheidungsfindung nutzen
- Quartierskonzepte über die Liegenschaftsgrenzen hinaus realisieren
- Treibhausgasemissionen im Lebenszyklus zur Entscheidungsfindung nutzen

G.1.2.1 Kontinuierliche Weiterpflege des Strategie-Papiers (§5 EWKG S-H)

Da, beginnend mit der Datenerhebung z.B. der Steckbriefe und der Erstellung der Startbilanz sowohl für die Teilstrategie als auch für die Gesamtstrategie, ein großer Aufwand erforderlich war, ist die im EWKG beschriebene Weiterentwicklung der Strategie durch eine entsprechende Aufgabenübertragung an die nachgeordnete Ebene dauerhaft sicherzustellen. Die zur Umsetzung der Strategie ergriffenen Maßnahmen (s. G.1.2.2 Erstellung eines Umsetzungskonzeptes) sind durch das Monitoring (s. G.1.2.3 Monitoring der CO2-Emissionen) auf ihre Wirksamkeit zu überprüfen und ggf. anzupassen.

Handlungsbedarf:

Die kontinuierliche Weiterpflege der Strategie wird als Daueraufgabe an die Verwaltung übergeben.

G.1.2.2 Erstellung eines Umsetzungskonzeptes

Nachlaufend zur Verabschiedung der Strategie müssen Details zur Umsetzung der Strategie ausgearbeitet werden. Hierbei sind in entsprechender Detailtiefe sowohl die Prioritäten, die Kosten und Zeitschienen als auch wichtige Meilensteine herauszustellen.

Handlungsbedarf:

Die Verwaltung wird mit der Erstellung eines Umsetzungskonzeptes beauftragt.

G.1.2.3 Monitoring der CO2-Emissionen

Im Zuge eines Controllings von Strategie und Umsetzungskonzept ist vertiefend zum bisher möglichen eine ständige Berichtsführung im Energie- und Klimaschutzbericht durch das MELUND erforderlich. Dies bedingt es, ein dauerhaftes Monitoring der Treibhausgas-Emissionen als Soll-/Ist-Abgleich im CAFM für die Geschäftsbereiche Landesbau und Bewirtschaftung der GMSH einzurichten. Mit Aufstellung der Startbilanz und den dauerhaften Berichtspflichten gemäß EWKG wird das Monitoring der Treibhausgase zur Daueraufgabe. Dieses soll über den Gesamtverbrauch der Liegenschaften für die Teilstrategie Bauen und Bewirtschaftung und mindestens für die mitversorgten Bereiche der Teilstrategien Green-IT und Mobilität (Strombezug) durch das CAFM der GMSH gewährleistet werden. Hierbei soll das Monitoring nicht nur auf Liegenschaftsebene, sondern mindestens gebäudescharf erfolgen. Wünschenswert wäre ferner eine Differenzierung der gemessenen Energieströme nach Art ihrer Verwendung (Gebäudekonditionierung, Nutzerstrom, Großverbraucher etc.). Dazu ist ein massiver Ausbau der vorhandenen Zählerstruktur notwendig.

Handlungsbedarf:

Einrichtung eines kontinuierlichen CO2-Monitorings durch die Verwaltung.

G.1.2.4 Durchführung von Wettbewerben / Variantenprüfungen

Zur Findung der besten Lösung vermehrt Wettbewerbe nach den Empfehlungen der „Systematik für Nachhaltigkeitsanforderungen in Planungswettbewerben“ (kurz: SNAP-Empfehlungen) durchführen. Fester Bestandteil der Gremien werden Energieeffizienzexperten und/ oder BNB Sachverständige, das Thema Klimaschutz resp. Energieeffizienz und Nachhaltigkeit bekommen eine entsprechend hohe Gewichtung bei der Bewertung der Wettbewerbsarbeiten. Der Druck auf schnellen und wenig hinterfragten Bauumsatz verringert sich dadurch zugunsten höherer Planungsqualität und geringerer Gesamtkosten.

Bei kleineren Bauaufgaben sollten vermehrt Variantenbetrachtungen durchgeführt werden, um die optimale Planung zu finden.

Handlungsbedarf:

Einführung eines entsprechenden Standard-Vorgehens durch Anpassung HB-Bau oder Erlass.

G.1.2.5 Systematische Inbetriebnahme

Insbesondere bei komplexen Gebäuden leistet die systematische Inbetriebnahme im Zusammenwirken des planenden, baumsetzenden und betriebsführenden Personals inkl. des Nutzers einen wichtigen Beitrag zur Funktionsoptimierung von neuen haustechnischen Anlagen und stellt sicher, dass die Anlagen so effizient betrieben werden, wie sie geplant wurden. Die systematische Inbetriebnahme bedarf eines Konzepts zur Einregulierung und Nachjustierung. Da es sich hierbei nicht um eine planerische Standardleistung handelt, muss sie vertraglich festgehalten werden.

Die späteren Betreiber/ Bewirtschafter und deren Erkenntnisse aus dem bisherigen Gebäudebetrieb sind bereits in der ersten Planungsphase einzubinden.

Die GMSH führt aktuell in Pilotprojekten bereits eine systematische Inbetriebnahme durch. Eine Auswertung dazu ist noch nicht erfolgt.

Handlungsbedarf:

Auswertung der Pilotprojekte und Verankerung des daraus abgeleiteten Standards im HB-Bau.

G.1.2.6 Integrale Planung

Im Bereich der Hochschulen hat die GMSH bereits ein interdisziplinäres Team integriert.

Da die Nutzungsphase von Gebäuden um den Faktor 10 - 20 länger ist als die Planungs- und Bauphase und die Summe der laufenden Kosten bereits nach wenigen Jahren die Baukosten übersteigt, ist die Qualität der heutigen Planung der entscheidende Hebel für die Qualität unserer gebauten Umwelt in den nächsten 30 – 50 Jahren und darüber hinaus die anfallenden Kosten. Eine Optimierung des Planungsprozesses unter frühzeitiger und verstärkter Einbeziehung von Planern, Experten und Gebäudebetreibern dient im Sinne der Nachhaltigkeit gleichzeitig der Optimierung des Energieverbrauchs und der resultierenden Umweltbelastungen sowie der Verbesserung des Komforts, der Akzeptanz und der Wirtschaftlichkeit des Gebäudes (s. G.1.2.5 Systematische Inbetriebnahme, G.1.3.1 Datenbankbasiertes Arbeiten (Koppelungs-prinzip), G.1.4.2 Einführung von Liegenschafts- bzw. Maßnahmenkoordinatoren im Geschäftsbereich Landesbau, G.2.1.1 Gebäude-Energiestandard NT-ready, G.2.3.3 Versteckte Emissionen vermeiden - Vermeidung von F-Gasen). Die integrale Planung von fachdisziplinübergreifenden Teams in Form von Nachhaltigkeitsbetrachtungen muss fester Bestandteil im Bauprozess sein.

Handlungsbedarf:

Die Integrale Planung durch Änderung der Aufbau- und Ablauforganisation als Standard bei Landesbaumaßnahmen etablieren. Bereitstellen der erforderlichen Ressourcen.

G.1.2.7 Lebenszykluskostenbetrachtung zur Entscheidungsfindung nutzen

Baufolgekosten übersteigen während der Lebensdauer eines Gebäudes die Errichtungskosten. Eine qualitativ hochwertige Ausführung setzt eine entsprechende Planung voraus. Diese wird zunächst mit höheren Kosten verbunden sein, führt dafür aber zu niedrigeren Kosten in der Nutzungsphase. Da die Lebenszykluskostenbetrachtung des Nachhaltigen Bauens die Endenergie absolut berücksichtigt, empfiehlt sich die Lebenszykluskostenbetrachtung für Planungsaufgaben. Über einen Variantenvergleich mit Hilfe der Lebenszykluskostenanalyse lässt sich das mögliche Optimierungs- beziehungsweise Einsparpotenzial bereits während der Planungsphase ermitteln.

Handlungsbedarf:

Als wirtschaftliche Entscheidungsgrundlage für die zu bauende Variante wird die Höhe der Lebenszykluskosten (gemäß BNB) und nicht mehr die Höhe der reinen Investitionskosten verwendet.

G.1.2.8 Quartierskonzepte über die Liegenschaftsgrenzen hinaus realisieren

Im Sinne der Vorbildwirkung der Landesliegenschaften, der Sektorenkopplung und um die eigene Versorgung mit erneuerbaren Energien vor Ort zu gewährleisten (s. EU-Gebäudeenergie richtlinie), wird insbesondere im Bereich der Wärme künftig aktiv die Vernetzung mit den anderen Gebäuden des Quartiers gesucht. Landesliegenschaften können so durch die Nutzung der vorhandenen Flächen, sowieso vorhandene Technik und das qualifizierte Betriebspersonal Synergien heben und Mehrwerte für sich und die Nachbarn generieren.

Beispielhaft ist der Aufbau von kalten Nahwärme- bzw. Nahkältenetzen und geologischen Speichern: Zur Integration und Vernetzung verschiedener Energietechnologien wird in einer Liegenschaft mit hohem Kühlaufkommen (meist Universität) ein Netz errichtet, welches die Funktion der Verteilung und Zwischenspeicherung von Restwärme- oder Kältemengen übernimmt.

Handlungsbedarf:

Die Quartiersvernetzung wird als eigener Prüfpunkt für energetisch wirksame Maßnahmen in die Planung aufgenommen. Für die Planung und Umsetzung dieser Konzepte werden in die Baumaßnahmen integrierte Haushalts- sowie Fördermittel, ggf. im Zusammenspiel mit der IB.SH und den EVU bereitgestellt (s. G.1.1.2 Mit den EVU (insbesondere Fernwärmenetzbetreiber) Klimaneutralität vereinbaren, G.1.4.4 (Team für Potentialanalysen, Energiekonzepte und Entwicklung von Sanierungsfahrplänen als Standard implementieren – Fbt-Mittel und/ oder Personalkapazität bereitstellen, G.2.1.2 Pilotprojekte und Musterplanungen für Gebäude- und Bauteiltypen entwickeln).

G.1.2.9 Treibhausgasemissionen im Lebenszyklus zur Entscheidungsfindung nutzen

Die Treibhausgasemissionen im Lebenszyklus müssen für jede Baumaßnahme ermittelt werden, da ohne diese weder eine Prognose der CO₂-Emissionen noch eine Betrachtung der CO₂-Kosten möglich ist. Die Berechnungsweise muss auf angemessenem Wege eine möglichst genaue Emissionsprognose ermöglichen. Die aus der Anpassung des EWKG neu formulierten, energetischen Kennwerte müssen dabei zu Grunde gelegt werden. Bei großen Baumaßnahmen kann die Berechnung mit den Systemen der Nachhaltigkeitszertifizierung passieren, insbesondere für die kleinen Bauunterhaltungsmaßnahmen sind andere, ggf. DIM-gestützte

Methoden zunächst zu entwickeln und später anzuwenden.

Handlungsbedarf:

Die Treibhausgasemissionen im Lebenszyklus werden (CAFM-gestützte) Pflichtangabe bei allen Baumaßnahmen. Die so ermittelten Emissionen dienen der Berechnung der CO₂-Kosten.

G.1.3 Wissens- und Datenmanagement

Die bei Wissen- und Datenmanagement wichtigsten Handlungsempfehlungen sind:

- Datenbankbasiertes Arbeiten (Koppelungsprinzip)

Weitere Handlungsempfehlungen sind:

- Zentrale und dynamische Datenerfassung (aus „Kurzinfo-Fassung Förster“ übernommen)
- Interne Fortbildungen und Projektplattform
- Bau- und Bewirtschaftungspersonal schulen

G.1.3.1 Datenbankbasiertes Arbeiten (Koppelungsprinzip)

Das Liegenschaftswissen muss dauerhaft digital und zentral zugänglich aufgebaut sein. Zur Dokumentation der verbauten Baustoffe (hinsichtlich der grauen Energie, für die Pflege und Bauunterhaltung in einer langen Nutzungsphase und für die Entsorgung beim Rückbau) sowie zur Dokumentation der Emissionen ist das Arbeiten in Datenbanken genauso erforderlich wie für die Bedarfserfassung und Mittelaussteuerung. Gleiches gilt durch die zunehmende Sektorenkopplung für die Schnittstellen mit den anderen Teilstrategien. Eine dauerhafte Datenhaltung und Pflege hierzu sollte über einen Ausbau des vorhandenen CAFM erfolgen. Dieses ist im Rahmen des in der Entwicklung befindlichen BIM und DIM entsprechend auszuprägen.

Handlungsbedarf:

Die CAFM-Datenbank (später DIM) wird das zentrale Arbeitswerkzeug sowohl für den Bau als auch für die Bewirtschaftung der Gebäude. Aufnahme und dauerhafte Pflege der relevanten Daten von Bestand und Baumaßnahmen (BIM) in die CAFM-Datenbank (ergänzt durch die digitale Ablage der Projektdokumentation). Bereitstellung der hierfür erforderlichen Mittel.

G.1.3.2 Zentrale und dynamische Datenerfassung

Für ein effizientes, konsistentes und wirksames digitales Arbeiten müssen die erfassten Daten von ihrer Qualität und ihrem Umfang geeignet sein. Dies gilt im Bereich der Klimaschutzstrategie insbesondere auch für die Aspekte des Monitorings und der Sektorenkopplung über die Bewirtschaftungsleistungen der GMSH im Engeren hinaus. Hierfür ist z.B. das CAFM als zentrales System in Echtzeit mit den dynamischen Datenflüssen des Monitorings zu versorgen.

Handlungsbedarf:

Die CAFM-Datenbank (später DIM) wird – mit möglichst hoher zeitlicher und qualitativer Auflösung - das zentrale Arbeitswerkzeug sowohl für den Bau als auch für die Bewirtschaftung und die gekoppelten Energieströme.

G.1.3.3 Interne Fortbildungen und Projektplattform

Eine innovative und auf dem Teilen und gemeinsamen Weiterentwickeln von Wissen basierende Unternehmenskultur wird in der GMSH aufgebaut, um hinsichtlich Digitalisierung, Nachhaltigkeit und Klimaschutz zu dem angestrebten Kompetenzzentrum zu werden. Um sowohl das „know-how“ als auch das „know-why“ über die konkreten Umsetzungsmöglichkeiten von klimaschützenden Bauweisen und die ggf. anderen Projektabläufe zu verbreiten, wird daher innerhalb der GMSH insbesondere für Bau und Bewirtschaftung eine elektronische Plattform mit GMSH-internen aber auch anderen Best-Practice-Beispielen und zum Austausch über diese Projekte eingerichtet. Dieses Wissen wird durch Vernetzung mit den kommunalen Akteuren verbreitet und vertieft.

Handlungsbedarf:

Auftrag zu Aufbau einer Wissensplattform und Bereitstellung der Mittel.

G.1.3.4 Bau- und Bewirtschaftungspersonal der GMSH schulen

Der Landesbau ist in energieoptimierter Betriebsweise aufgrund der immer komplexer werdenden Anforderungen der Haustechnik-, Energie- und Betriebskonzepte flächendeckend zu schulen (z.B. Leitfaden Nachhaltiges Bauen).

Die verschiedenen Betreuungsebenen in der Bewirtschaftung und insbesondere das für die Betriebsführung verantwortliche Personal (u.a. Hausmeister, Haushandwerker und Haustechniker) ist durch Fortbildungen in energieoptimierter Betriebsweise hinsichtlich der immer komplexer werdenden Haus- und Regelungstechnik der Gebäude zu schulen und als Energie-Ansprechpartner (s. Nutzereinbindung G.2.3. und Handbuch zum Gebäudebetrieb G.1.1) zu etablieren.

Beide Geschäftsbereiche werden im Umgang mit- und für Verständnis füreinander geschult.

Handlungsbedarf:

Schulungskonzept hinsichtlich der Umsetzung dieser Strategie erarbeiten und Umsetzen.

G.1.4 Finanzielle und personelle Ressourcen

Die bei finanziellen und personellen Ressourcen wichtigsten Handlungsempfehlungen sind:

- Koppelungsprinzip finanziell absichern – im Basishaushalt dauerhaft aufstocken (nicht Impuls, BU aus konsumtiv in investiv)
- Liegenschafts- bzw. Maßnahmenkoordinatoren – Nutzung, Gebäudezustand, Zielplanungen für die Liegenschaften, Digitale Informationen
- Bereitstellung der für einen nachhaltigen Betrieb erforderlichen fachlichen Personalressourcen.

Weitere Handlungsempfehlungen sind:

- Team für Potentialanalysen, Energiekonzepte und Entwicklung von Sanierungsfahrplänen aufbauen

G.1.4.1 Koppelungsprinzip (im Bestand) finanziell absichern

Die Haushaltsansätze müssen erhöht werden, damit einerseits die erforderlichen, bestandserhaltenden Maßnahmen überhaupt durchgeführt und andererseits mit den energetisch wirksamen Maßnahmen gekoppelt werden können. Es ist sicher zu stellen, dass die erhöhten Mittel tatsächlich für klimaschützende Maßnahmen ausgegeben werden. Siehe G.1.1.1 Investive Haushaltsführung und Einführung eines CO2-Preises.

Handlungsbedarf:

Bereitstellung der Haushaltsmittel.

G.1.4.2 Einführung von Liegenschafts- bzw. Maßnahmenkoordinatoren im GB Landesbau

Durch die Aufstellung von Sanierungsfahrplänen und den durch das DIM gewonnenen besseren Überblick über die Maßnahmen ist es möglich und geboten, Liegenschafts- bzw. Maßnahmenkoordinatoren einzuführen, welche die in den einzelnen Fachbereichen des Geschäftsbereichs Landesbau laufenden Maßnahmen unter Einbindung auch der für die Gebäudebewirtschaftung verantwortlichen Stelle koordinieren. Nur so lässt sich das Koppelungsprinzip energetischer Maßnahmen voll ausnutzen.

Handlungsbedarf:

Die Liegenschafts- bzw. Maßnahmenkoordinatoren durch Änderung der Aufbau- und Ablauforganisation im Landesbau etablieren. Bereitstellen der erforderlichen Ressourcen.

G.1.4.3 Bereitstellung der für einen nachhaltigen Betrieb erforderlichen fachlichen Personalressourcen.

Hinsichtlich der CO₂-Emissionen ein proaktives Soll-Ist-Controlling für ZGB Liegenschaften einführen und ggf. eine zentrale Unterstützung auch für Hochschulen anbieten. Insbesondere für die Betriebsführung der stark auszuweitenden Mess-, Steuer- und Regelungstechnik sowie für ein aktives und zeitnahes, d.h. betriebsbegleitendes Energiemanagement müssen daher die erforderlichen zusätzlichen fachlichen Personalressourcen bereitgestellt werden.

Handlungsbedarf:

Ein Soll-Ist-Controlling durch Änderung der Aufbau- und Ablauforganisation im Bewirtschaftung etablieren. Bereitstellen der erforderlichen Ressourcen.

G.1.4.4 Team für Potentialanalysen, Energiekonzepte und Entwicklung von Sanierungsfahrplänen aufbauen

Das Team (vgl. Kapitel Prozesse und Werkzeuge) hat zur Aufgabe, Potentialanalysen und Energiekonzepte auf verschiedenen Ebenen zu erstellen. Es arbeitet mit dynamischen Energiebilanzen und erstellt unter Berücksichtigung der zu erwartenden Restlebensdauern Sanierungsfahrpläne für die Landesgebäude. Die größten Emittenten (vgl. Kapitel Analyse des Gebäudeportfolios) werden gesondert betrachtet, und gezielte Maßnahmen zur THG Reduktion für diese zu entwickeln.

Handlungsbedarf:

Potentialanalysen, Energiekonzepte und Entwicklung von Sanierungsfahrplänen standardmäßig durchführen und durch Änderung der Aufbau- und Ablauforganisation im Landesbau auch organisatorisch etablieren. Bereitstellen der erforderlichen Ressourcen.

G.2 Handlungsempfehlungen im Hinblick auf Umsetzung

Im Hinblick auf die Umsetzung bilden die beiden Fokusthemen Energieabnahme und Energieversorgung einen Schwerpunkt und weisen ein hohes Maß an Wechselwirkungen auf. So sind klimaneutrale Landesliegenschaften nur durch eine THG-emissionsfreie Energieversorgung möglich. Um die Energieversorgung aber technologisch überhaupt entsprechend umstellen zu können, müssen auch die daran angeschlossenen Verbraucher, also u.a. auch die Landesliegenschaften, ihren Teil beitragen. Dies ist grundsätzlich nur mit entsprechend hohen Sanierungsquoten möglich (vergl. Kap. F.2.2) und bei Anrechnung eines angemessenen CO₂-Preises mit ambitionierten Sanierungsstandards wirtschaftlich umsetzbar (vergl. Kap. E.2.3). Neben einer Anpassung an sich ändernde Gegebenheiten (z.B. Temperaturniveau der Wärmeversorgung) verlangt dies auch einen Beitrag der Gebäude an der Erschließung erneuerbarer Energiequellen (Gebäude als Energieerzeuger) und dem Ausgleich von Angebot und Nachfrage in einem Gesamtsystem mit einem hohen Anteil an fluktuierenden Energiequellen (Gebäude als Energiespeicher bzw. netzdienliche Komponente). Darüber hinaus sind auch in den beiden Fokusthemen Materialeinsatz und Suffizienz hohe Wirkungspotentiale vorhanden, die in der Startbilanz bzw. in den Entwicklungsszenarien (vergl. Kap. F) noch gar nicht quantitativ abgebildet werden, jedoch vor allem langfristig positive finanzielle Auswirkungen haben. Diese gilt es aber ebenfalls zu heben, nicht zuletzt vor dem Hintergrund, dass selbst in den Entwicklungsszenarien mit ambitioniert angesetzten Maßnahmen für Energieabnahme und -versorgung die angestrebte THG-Emissionsreduktionsziele zwar für 2040 und 2050, nicht aber für 2030 erreicht werden können (vergl. Kap. F.3). Die Erreichung der angestrebten THG-Emissionsreduktionsziele für 2040 und 2050 setzt eine unmittelbar beginnende und kontinuierlich fortschreitende Umsetzung der Maßnahmen voraus.

G.2.1 Energieabnahme

Die bei Energieabnahme wichtigsten Handlungsempfehlungen sind:

- Gebäude-Energiestandard NT-ready als Voraussetzung für den Umstieg auf erneuerbare Energien in der Wärmeversorgung
- Pilotprojekte und Musterplanungen für typische Fragestellungen bei Gebäudetypen und -bauteilen entwickeln
- Informieren, Motivieren & Regulieren - Handbuch für den klimaschonenden Gebäudebetrieb

Weitere Handlungsempfehlungen sind:

- Energiecontrolling
- Energieeffizienz der Nutzerausstattung

G.2.1.1 Gebäude-Energiestandard NT-ready

Soll die Wärme- und Stromversorgung bis 2050 CO₂-frei erfolgen, so muss diese vollständig auf erneuerbare Energiequellen umgestellt werden. In der Wärmeversorgung - sowohl durch Wärmenetze, wie auch durch Vor-Ort-Wärmeerzeuger - wird dies mit hoher Wahrscheinlichkeit nur mit einer einhergehenden Absenkung des Temperaturniveaus der zur Verfügung gestellten Wärme funktionieren (vergl. Kap. G.2.2). Somit ist es notwendig, dies beim Neubau und insbesondere auch bei der Sanierung von Gebäuden zu berücksichtigen und die Dämmqualität der Gebäudehülle, die Heizungsübergaben und die Trinkwarmwasserversorgung entsprechend darauf auszulegen. Bei einer Vor-Ort-Wärmeerzeugung kann diese Anpassung bei der Umsetzung anstehender Sanierungsmaßnahmen oder in direktem zeitlichen Zusammenhang mit der

Umstellung der Wärmeerzeugung auf erneuerbare Energieträger (vergl. Kap. G.2.2) erfolgen. Bei einer Wärmeversorgung über ein Wärmenetz muss diese Anpassung langfristig geplant und mit dem Fernwärmeversorger abgestimmt erfolgen. Durch Maßnahmen zur Erreichung eines niedertemperaturfähigen Gebäude-Energiestandards (NT-ready) werden außerdem auch der Nutzungskomfort der Gebäude gesteigert und die Energieabnahme reduziert (vergl. Kap. C. 2.1).

Handlungsbedarf:

Vorgaben für einen entsprechenden Gebäude-Energiestandard NT-ready können in Zusammenwirken mit G.1.1.2 Mit den EVU (insbesondere Fernwärmenetzbetreiber) Klimaneutralität vereinbaren, G.2.2.2 Transformation der Fernwärmenetze - Umstieg auf erneuerbare Energieträger durch die GMSH erarbeitet werden.

G.2.1.2 Pilotprojekte und Musterplanungen für Gebäude- und Bauteiltypen entwickeln

Im Umgang mit dem Gebäudebestand der Landesliegenschaften finden sich häufig wiederkehrende Fragestellungen. So z.B. in Bezug auf Gebäude einer bestimmten Nutzungstypologie (z.B. Polizeidienststellen, vergl. Kap. D.2.1) oder Baukonstruktionstypologie (z.B. Stahlbeton-Systembauten der 1970er Jahre oder zweischaliges Mauerwerk). Auch die Einführung des Gebäude-Energiestandards NT-ready (z.B. Umgang mit vorhandenen Heizungsübergaben und TWW-Systemen) oder die Umstellung der Vor-Ort-Wärmeerzeugung auf erneuerbare Energiequellen (z.B. Speichersysteme, vergl. Kap. G.2.2) beinhaltet solche Fragestellungen. Gleiches gilt für die Einführung neuer Baumaterialien (z.B. nachwachsende Rohstoffe, vergl. Kap. D.2.3), Bauweisen (z.B. Element- oder Modulbauweise mit hohem Vorfertigungsgrad) und Planungsmethoden (z.B. BIM). Diese häufig wiederkehrenden Fragestellungen sind besonders geeignet für die Erarbeitung standardisierter Lösungsansätze.

Handlungsbedarf:

Entsprechende Fragestellungen können durch die GMSH identifiziert und entsprechende Lösungsansätze im Rahmen von Pilotprojekten entwickelt und erprobt werden. Die daraus gezogenen Erkenntnisse können dann in einer ökologisch, wirtschaftlich und in Bezug auf Prozessabläufe optimierten Musterplanungen festgelegt und in der Breite der Anwendungsfälle umgesetzt werden.

G.2.1.3 Informieren, Motivieren & Regulieren – Handbuch für den klimaschonenden Gebäudebetrieb

Auch für die Nutzer werden die Anforderungen an das Verhalten für einen klimaschonenden Gebäudebetrieb immer komplexer. Hierüber muss dauerhaft aufgeklärt werden (s.G.1 Handlungsempfehlungen im Hinblick auf Voraussetzungen).

Der Dreiklang zwischen Informieren, Motivieren und Regulieren ist erforderlich, um ein insgesamt klimafreundliches Verhalten der einzelnen nutzenden Personen sowie der nutzenden Einrichtungen insgesamt zu erreichen.

Informieren:

Das Verständnis für Suffizienz muss vergrößert werden. Jeder Quadratmeter umbauter Fläche, der nicht konditioniert werden muss, ist am klimafreundlichsten. Bisher besteht nutzerseitig kein Interesse, Flächenbedarfe gering zu halten. In den Varianten zur Unterbringungsplanung sollten neben der vollständigen Deckung des abstrakt theoretischen Raumbedarfes auch Varianten mit einer durch organisatorische Maßnahmen (z.B. Bürokonzepte 2030 etc.) reduzierten Fläche untersucht werden.

Motivieren

Den Nutzern nachhaltig wirkende Energiesparaktivitäten vorgeben und diese dabei unterstützen. Auch hier

Prinzip Kümmerer – Klimaschutz/Energiebeauftragter mit Budget für geringinvestive Maßnahmen und Partizipation der Einrichtung an den Energiekosten) Es müssen geeignete Anreize geschaffen werden, dass die Nutzer die Ressourceneinsparung als ihre selbstverständliche Aufgabe annehmen. Der eigene Beitrag zum Erfolg in der klimafördernden Wertschöpfungskette muss mitgestaltbar und transparent gemacht werden. Hierzu gehört auch eine intensivere und zeitnahe Information der Nutzer/Nutzerressorts über die Entwicklung der Energiekosten und Emissionen und Herausstellung der eigenen Beiträge hierzu. Als Bindeglied zwischen der GMSH und den Beschäftigten und „Motor für die Sache“ in den Häusern sind für jede Organisation Ansprechpartner für Energieeinsparung und Klimaschutz zu etablieren.

Regulieren

Energiesparende Nutzungsregelungen (z.B. zu Temperaturniveaus und Warmwasser in den Sanitärräumen) können für die gesamte Landesverwaltung nur mit der Unterstützung bzw. Vorbildwirkung seitens der Landesregierung und ihrer Verwaltungsspitzen glaubhaft und erfolgreich implementiert werden.

Handlungsbedarf:

Voraussetzung für den Dreiklang zur Optimierung des Nutzerverhaltens ist die Festlegung geeigneter Vorgaben sowie Hilfen für die klimaschonende Nutzung. Ein „Handbuch für den klimaschonenden Betrieb von Landesgebäuden“ ist erforderlich, um im Gebäudebetrieb eine eindeutige Vorgabe für die jeweilige Dienststellenleitung bzw. die Landesbediensteten zu haben und sowohl den Betreibern als auch den Nutzern ein gemeinsames Verständnis für eine klimaschonende Nutzung des Gebäudes zu vermitteln. Wie bei anderen dienstlichen Vorgaben auch sollte auf dieser Grundlage das klimaschonende Verhalten von den Führungskräften eingefordert werden.

Hier könnte z.B. ein Vorwort des Ministerpräsidenten im „Handbuch für den klimaschonenden Betrieb von Landesgebäuden“ sehr unterstützen.

Pilotprojekte für den Ansprechpartner für Energieeinsparung und Klimaschutz durchführen mit dem Ziel der Findung eines landesweiten Standards („Klimaschutzbeauftragter der Dienststellen“) bis ca. 2022.

G.2.1.4 Energiecontrolling

Das Energiecontrolling ist durch Ergänzung der vorhandenen Zählertopologien ggf. mit online Leistungszählern deutlich auszuweiten. Diese Daten werden sowohl den Betreibern als auch den Nutzern zur Verfügung gestellt. Das Energiemanagement der Stadt Frankfurt am Main soll hier als Vorbild herangezogen werden.

Handlungsbedarf:

Mittel für die Ausweitung der Zählertopologien zur Verfügung stellen. Dieser Punkt ist insbesondere in Kombination mit G.1.4.3 Bereitstellung der für einen nachhaltigen Betrieb erforderlichen fachlichen Personalressourcen zu sehen.

G.2.1.5 Energieeffizienz der Nutzersausrüstung

Insbesondere beim Stromverbrauch werden i.d.R. weniger als die Hälfte durch die Gebäudekonditionierung und zentrale Dienste verursacht, der größere Verbrauch liegt in der Nutzersausrüstung bzw. IT. In einigen Landesgebäuden, z.B. in Laborgebäuden, wird darüber hinaus auch durch andere Nutzersausrüstung ein nicht zu vernachlässigender Anteil in Anspruch genommen. Der Anteil für IT wird in der Teilstrategie „Green IT“ betrachtet, der Anteil für andere Nutzersausrüstung sollte zukünftig durch entsprechende Vorgaben und Anforderungen bei der Beschaffung reduziert werden.

Handlungsbedarf:

Vorgaben zu einem Energieeffizienzstandard auch für die Nutzerausstattung erlassen. Dieser Punkt steht in starkem Zusammenhang mit G.2.4.3 Betriebsführung und Grundlagen hierfür für alle standardisieren (z.B. K19 HB-Bau detaillierter fassen) - Setzung von Landesstandards.

G.2.2 Energieversorgung

Die bei Energieversorgung wichtigsten Handlungsempfehlungen sind:

- Transformation der Fernwärmenetze - Umstieg auf erneuerbare Energieträger
- Ausstieg aus fossilen und Umstieg auf erneuerbare Energieträgern bei Vor-Ort-Wärmerzeugung
- Ausbau gebäudenaher, regenerativer Stromerzeugung

G.2.2.1 Transformation der Fernwärmenetze - Umstieg auf erneuerbare Energieträger

Nahezu zwei Drittel der Wärmeversorgung aller Landesliegenschaften wird über Wärmenetze abgedeckt (vergl. Kap. D.2.2). Diese werden heute noch zum ganz überwiegenden Teil mit fossilen Brennstoffen betrieben (vergl. Kap. C.2.2). Die THG-Intensität liegt im Durchschnitt aller Wärmenetze bei ca. 232 g/kWh und damit im Bereich zwischen Erdgas (ca. 202 g/kWh) und Heizöl (ca. 267 g/kWh) (vergl. Startbilanz). Für eine THG-freie Wärmeversorgung muss sie allerdings bis 2050 auf null reduziert werden. Dies ist für die Erreichung der Klimaschutzziele essentiell (vergl. Kap. F.2.5) und kann bei Nichterreichung auch nicht durch eine erhöhte Sanierungsquote oder ambitioniertere Sanierungsstandards ausgeglichen werden (vergl. Kap. F.2.4). Wird aber eine entsprechende Entwicklung der THG-Intensität der Wärmenetze erreicht, so profitieren davon nicht nur die angeschlossenen Landesliegenschaften, sondern alle angeschlossenen Gebäude. Um dies zu erreichen ist aber nicht nur die Umstellung der Wärmenetze auf erneuerbare Energiequellen notwendig, sondern auch die Anpassung der angeschlossenen Gebäude (z.B. an ein niedrigeres Temperaturniveau, vergl. Kap. G. 2.1.1 und G. 2.2.1). Dies erfordert ein koordiniertes Vorgehen der Fernwärmeversorger mit ihren Kunden. Das Land kann dabei als Großkunde, Gesetzgeber und Fördermittelgeber eine zentrale Rolle einnehmen.

Handlungsbedarf:

Abstimmung mit Fernwärmeversorgern in Schleswig-Holstein und Entwicklung eines koordinierten und langfristigen Vorgehens zur Transformation der sowohl der Fernwärme- als auch der Gebäudenetze. Bereitstellung der erforderlichen Mittel.

G.2.2.2 Ausstieg aus fossilen und Umstieg auf erneuerbare Energieträgern bei Vor-Ort-Wärmeerzeugung

Etwa ein Drittel der Wärmeversorgung aller Landesliegenschaften – und damit nahezu alle Landesliegenschaften mit Vor-Ort-Wärmeerzeugung - wird über Erdgas abgedeckt (vergl. Kap. D.2.2). Da auch Erdgas als fossiler Brennstoff hohe THG-Emissionen verursacht (vergl. Kap. C.2.2) ist die Umstellung der Vor-Ort-Wärmeversorgung auf erneuerbare Energiequellen notwendig. Auch die Nutzung von Erdgas in der Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) ist schon in wenigen Jahren ökologisch nicht mehr vorteilhaft (vergl. Kap. D.2.2). Biomasse (z.B. Biogas und Holz) und synthetische Brennstoffe (z.B. aus Power-to-Gas) werden zukünftig vorrangig in Industrie und Verkehr genutzt werden, da dort nicht ohne weiteres auf ein hohes Temperaturniveau bzw. Energieträger mit hoher Energiedichte verzichtet werden kann (vergl. Kap. C.2.2). Im Gebäudebereich sollten Biomasse oder synthetisches Gas nur für die Wärmeerzeugung in einzelnen Gebäuden verwendet werden, in denen auch durch entsprechende Sanierungsmaßnahmen das für die Wärmeversorgung notwendige Temperaturniveau nicht ausreichend gesenkt werden kann (z.B. bei einzelnen denkmal-geschützten Gebäuden).

Als erneuerbare Energiequellen bzw. -träger stehen somit vorrangig Solarstrahlung, Umweltwärme und Abwärme zur Verfügung, die i.d.R. mit Hilfe einer Wärmepumpe die Raumheizung und Trinkwassererwärmung abdecken. Dies erfordert die Anpassung des für die Wärmeversorgung notwendigen Temperaturniveaus (NT-ready, vergl. Kap. G.2.1.1) und die Erschließung der erneuerbaren Energiequellen vor Ort (z.B. mit Solarkollektoren, Erdsonden, Grundwasserbrunnen, Identifikation von Abwärmequellen). Außerdem ist i.d.R. die Einbindung von Wärmespeichern notwendig. Diese können aber nicht nur für den Ausgleich des Energieangebots und –nachfrage vor Ort genutzt werden, sondern auch Flexibilisierungskapazitäten innerhalb des gesamten auf erneuerbaren - zum großen Teil fluktuierenden - Energiequellen basierenden Energiesystems beitragen (vergl. Kapitel C.2.1).

Handlungsbedarf:

Die Verfügbarkeit von erneuerbaren Energiequellen an Landesliegenschaften mit vor-Ort-Wärmeerzeugung (neuer Standard: Anschluss an ein Wärmenetz) kann von der GMSH überprüft und als Planungsgrundlage bereitgestellt werden. Übertragbare Lösungsansätze können im Rahmen von Pilotprojekten entwickelt und erprobt, sowie in Musterplanungen festgelegt werden (vergl. Kap. G.2.1.2). Bereitstellung der erforderlichen Mittel.

G.2.2.3 Ausbau gebäudenaher, regenerativer Stromerzeugung

Die im EWKG benannten Zwischenziele zur Treibhausgaseinsparung sind für 2020 mit 40% und 2030 mit 55% gegenüber 1990 angegeben. Aktuell befindet sich der THG Ausstoß in etwa auf der Höhe von 1990. Der in den landesgenutzten Liegenschaften verbrauchte Strom ist zwar für rund die Hälfte der absoluten CO₂-Emissionen verantwortlich, liegt aber bei der Energiemenge nur bei etwa der Hälfte des Wärmeverbrauchs (2015: Wärme rund 200 GWh/a, Strom rund 100 GWh/a). Der THG Ausstoß des Bundesmixes Strom ist im Mittel derzeit mehr als doppelt so groß wie der von Wärme. Wärmeeinsparungen sind meist mit größerem Aufwand verbunden, während die gebäudenaher Erzeugung, Eigennutzung und Einspeisung von Strom aktuell eine günstige und schnell umsetzbare Lösung darstellt, um die ausgegebenen Klimaschutz- bzw. Klimaschutzzwischenziele zu erreichen.

In Anbetracht dessen sollten kurzfristig Mittel und Personal zur Verfügung gestellt werden, um die gebäudenaher, regenerative Stromerzeugung auch als Teil der Sektorenkopplung massiv auf- bzw. auszubauen. Als wesentlichste Komponente ist die gebäudenaher Photovoltaikanlage (PV-Anlage) zu nennen, welche sich standortunabhängig nahezu überall montieren lässt. Bei anstehenden Dachsanierungen und Neubauten sollte stets geprüft werden, ob die Einbindung einer PV-Anlage möglich ist (Umsetzung im Rahmen der Baumaßnahme oder Vorbereitung für eine spätere Installation). Perspektivisch können Fassaden und andere bauliche Anlagen dazu kommen. In geographisch günstig gelegenen Standorten können darüber hinaus bei entsprechenden Platzverhältnissen auch kleine Windkraftanlagen unterstützend montiert werden.

Handlungsbedarf:

Standardmäßige Einbindung einer PV-Anlage bei Dachsanierungen und Neubauten sowie anderer erneuerbarer Energie im Zuge der Sektorenkopplung (s. G.2.2.1 Ausstieg aus fossilen und Umstieg auf erneuerbare Energieträgern bei Vor-Ort-Wärmeerzeugung), der Quartierskonzepte (s. G.1.2.8 Quartierskonzepte über die Liegenschaftsgrenzen hinaus realisieren und des Aufbaus erneuerbare Fernwärmenetze (G.1.1.2 Mit den EVU (insbesondere Fernwärmenetzbetreiber) Klimaneutralität vereinbaren) durch die GMSH.

G.2.3 Materialeinsatz

Die bei Materialeinsatz wichtigsten Handlungsempfehlungen sind:

- Vermeidung grauer Emissionen – Holzbau als Neubaustandard
- Paradigmenwechsel im Umgang mit dem Gebäudebestand: Sanierung statt Neubau

Weitere Handlungsempfehlungen sind:

- Versteckte Emissionen vermeiden - Vermeidung von F-Gasen

G.2.3.1 Vermeidung grauer Emissionen – Holzbau als Neubaustandard

Graue Emissionen werden weder in den heute geforderten gesetzlichen Nachweisen noch in der Startbilanz quantitativ betrachtet. Im Vergleich zu den heute noch hohen THG-Emissionen aus dem Gebäudebetrieb spielen die grauen Emissionen eine eher untergeordnete Rolle. Je weiter aber die THG-Emissionen aus dem Gebäudebetrieb reduziert werden, umso größer wird der prozentuale Anteil der grauen Emissionen. Werden bis zum Jahr 2050 die THG-Emissionsreduktionsziele erreicht, so bilden die grauen Emissionen dann den überwiegenden Teil der restlichen, aus dem Bauen und Bewirtschaften verursachten, THG-Emissionen (vgl. Kapitel D.2.3). Folglich gilt es schon heute das, in der Reduktion der grauen Emissionen enthaltene, Potential in den Blick zu nehmen. Dies beinhaltet die Umsetzung materialeffizienter Konstruktionen, z.B. durch Leichtbauweisen. Außerdem sind Treibhausgasintensive Materialien, wie z.B. zementäre Baustoffe, nach Möglichkeit durch nachwachsende Rohstoffe oder recycelten Materialien zu ersetzen. Darüber hinaus muss die Rückführung von zurückgebauten Baustoffen in den Materialkreislauf konsequent umgesetzt werden. Hierfür sind nach Möglichkeit bereits in der Planung auf eine sortenreine Trennung zu achten und entsprechende Dokumentationen und Rückbaukonzepte zu entwickeln. Ein weiterer wichtiger Baustein zur Vermeidung grauer Emissionen ist, den Gebäudebestand konsequent weiternutzen. Ersatzneubauten sollten vermieden werden. Die grauen Emissionen, die zur Herstellung eines Neubaus notwendig sind, lassen sich während des Betriebs über den Lebenszyklus des Gebäudes oft nicht wieder auffangen (vgl. Kapitel D.2.3).

Handlungsbedarf:

Festlegung von Holzbau als Standard für Neubauten sowie standardmäßiger Vergleich der grauen Emissionen von Planungsvarianten. Durch die Erfassung der THG-Emissionen im Lebenszyklus (s. G.1.2.9 Treibhausgasemissionen im Lebenszyklus zur Entscheidungsfindung nutzen) sind die Grauen Emissionen vergleichbar (G.1.1.1 Investive Haushaltsführung und Einführung eines CO₂-Preises).

Pilotvorhaben zum Einsatz von Recyclingbaustoffen.

Aufstellung von Rückbaukonzepten und Dokumentation der verwendeten Baustoffe im DIM.

G.2.3.2 PÜaradigmenwechsel im Umgang mit dem Gebäudebestand – Sanierung statt Neubau

Bauunterhaltung ist Klimaschutz – Die bisherige Priorisierung von Notmaßnahmen und Nutzungsverbesserungen wird zugunsten einer automatischen Berücksichtigung des Klimaschutzes aufgehoben. Das Prinzip der automatischen Umsetzung der technisch angemessenen Klimaschutzmaßnahmen zusammen mit Maßnahmen anderer Ursache (Koppelungsprinzip) wird im HBBau über Definition von Prioritäten und Verfahren zur Aufstellung der Bauprogramme implementiert.

Die personelle und strukturelle Ausstattung dieser Bereiche ist zu verbessern. Klimaschutz wird an der Schnittstelle zwischen GMSH und Nutzern im Alltag durch ausreichend Personal für das Koppelungsprinzip erreicht.

Handlungsbedarf:

Bei der Suche nach der Unterbringungslösung wird der Unterbringung im Bestand Priorität eingeräumt und die erfolgreiche Realisation von Grundsanierungen durch begleitende Maßnahmen ermöglicht. Die bisherige Vorgabe, Modernisierungen bei Erreichung von 80 % vergleichbarer Neubaukosten zu unterlassen wird

aufgehoben und durch eine Variantenbetrachtung der Kosten und Emissionen im Lebenszyklus ersetzt (s. G.1.1.5 Neues strategisches Paradigma für Landesgebäude, G.1.2.7 Lebenszykluskostenbetrachtung zur Entscheidungsfindung nutzen, G.1.2.9 Treibhausgasemissionen im Lebenszyklus zur Entscheidungsfindung nutzen).

G.2.3.3 Versteckte Emissionen vermeiden - Vermeidung von F-Gasen

Neben den offensichtlichen Treibhausgasemissionen, fallen im Gebäudebetrieb auch „versteckte“ Emissionen an. So z.B. durch viele Kältemittel, sogenannte fluorierte Treibhausgase (F-Gase), die in Kälteaggregaten und Wärmepumpen verwendet werden. Entweichen diese Kältemittel aufgrund von Undichtigkeiten oder Instandhaltungsarbeiten, werden sie in der Atmosphäre als sehr starke Treibhausgase wirksam. Die europäische F-Gase-Verordnung sieht mit dem sog. „Phase-Down“ eine schrittweise, jedoch erst mittelfristige Entfernung der klimaschädlichen Mittel aus dem Markt vor. Der Einsatz von klimaneutralen Kältemitteln bei Landesgebäuden zur Vorbildwirkung ist möglich.

Handlungsbedarf:

Durch Setzung eines Standards für neue Wärmepumpen und Kälteanlagen wird die Verwendung von F-Gasen ausgeschlossen.

Landesweite Erfassung der verwendeten Kältemittel im CAFM.

Aufstellung und Umsetzung eines Plans zum schrittweisen Austausch der F-Gase in Bestandsanlagen bis 2030.

G.2.4 Suffizienz

Die bei der Suffizienz wichtigsten Handlungsempfehlungen sind:

- Vereinigung von HB-Bau und Bewirtschaftungskatalog
- Suffizienz in der Flächennutzung erhöhen
- Betriebsführung und Grundlagen hierfür für alle standardisieren – Setzung von Landesstandards

G.2.4.1 Vereinigung von HB-Bau und Bewirtschaftungskatalog

Die Steuerung der Bedarfe ist derzeit nicht mit dem Fokus auf eine angemessene Genügsamkeit (Suffizienz) geregelt und durch die autarken Prozesse von HBBau und Bewirtschaftungskatalog ist auch die Praxis weder suffizient noch nutzerfreundlich. Um die Suffizienzpotentiale zu heben und die Nutzung zu verbessern, müssen klare Vorgaben zum Umgang mit dem Flächenbedarf und den Komfortbedingungen gemacht und umgesetzt werden. Dies wird durch eine Vereinigung und Harmonisierung beider Regelungen zukünftig erreicht.

Handlungsbedarf:

HB-Bau und Bewirtschaftungskatalog mit abgestimmten Prozessen im Sinne der Nutzer und der Teilstrategie in einem Regelwerk zusammenfassen.

G.2.4.2 Suffizienz in der Flächennutzung erhöhen

Die Flächenbedarfe sind momentan im HB Bau zwar als Höchstflächenverordnung geregelt, werden häufig jedoch als Mindestanspruch missinterpretiert. Die Arbeitsstättenrichtlinien hingegen definieren Mindestanforderungen. Die Vorgabe im HBBau sollte in Anlehnung an die Arbeitsstättenrichtlinien konkretisiert werden. Die Nutzer sollten bereits im Aufstellungsprozess der Flächenbedarfe (bei Aufstellung Muster 12/13) die Suffizienz bei der Flächenbeantragung beachten und auf großflächige Neubauten zugunsten flexibler und

moderner Lösungen (Digitalisierung) verzichten. Hierzu wird der Nutzer durch die GMSH unterstützt. Mind. 10 % Flächeneinsparung zu den Höchstflächen der HB-Bau sind kurzfristig möglich.

Handlungsbedarf:

Überarbeitung der HB-Bau hinsichtlich der Flächenbedarfsbemessung und Anpassung dieser für neue Arbeitsweisen (Büro 2030). Ständige Weiterentwicklung der Standards.

G.2.4.3 Betriebsführung und Grundlagen hierfür für alle standardisieren (z.B. K19 HB-Bau detaillierter fassen) - Setzung von Landesstandards

Auch die im Gebäudebetrieb bereitzustellenden Komfortbedingungen müssen klar geregelt werden. Hierbei sollten die vorhandenen und oft divergierenden Vorgaben aus den Arbeitsstättenrichtlinien (ASR), den Empfehlungen des Arbeitskreises Maschinen- und Elektrotechnik staatlicher und kommunaler Verwaltungen (AMEV) und Einzelentscheidungen zugunsten von Landesstandards für Betrieb und Ausstattung der Gebäude aufgelöst werden. Hierbei ist mit Blick auf die ASR der Grundsatz zu implementieren, dass klima-schützende Maßnahmen auch in Abweichung von der ASR umzusetzen sind, sofern durch organisatorische Maßnahmen und eine entsprechende ASR-konforme Gefährdungsbeurteilung Abhilfe geschaffen werden kann. Die GMSH ist in die Lage zu versetzen, diese Maßnahmen sowohl organisatorisch als auch geringinvestiv kurzfristig flankierend zu begleiten.

Handlungsbedarf:

Entwicklung und Einführung von Standards für Komfortbedingungen, technische Ausstattung, Monitoring und Betriebsführung (CAFM, Technische Parameter aus AMEV, Klimaschutz) in ZGB und Hochschulen inkl. Stiftungen und UKSH.

Vorgabe und Durchsetzung dieser Standards in der Planung von Anlagen und Gebäuden (Controlling, K12, s. G.1.2.6 Integrale Planung, G.1.2.5 Systematische Inbetriebnahme) und im Betrieb (Monitoring s. G.1.2.3 Monitoring der CO₂-Emissionen, Controlling s. G.2.1.4 Energiecontrolling, Handbuch s. G.2.1.3 Informieren, Motivieren & Regulieren – Handbuch für den klimaschonenden Gebäudebetrieb).

Ständige Weiterentwicklung der Standards.

Bereitstellung der erforderlichen Mittel.

H Anlagen

Anhang 1: Startbilanz und methodische Vorgaben der Bilanzierung für den Weg zu einer „Klimaneutralen Landesverwaltung“, MELUND am 10.10.2019

Anhang 2: Grundlagenerläuterungen

Anhang 3: EnEV-Vergleichswerte nach BWZK

Anhang 4: Variablen und Parameter der Szenarienbetrachtung

Anhang 5: Schnittstellenliste

Anhang 6: Zuständigkeiten für Landesliegenschaften im engeren und im erweiterten Sinne

Anhang 7: Best-Practice-Beispiele

Anhang 8: Kurzinfo der StB vom 25.11.2019

H.1 Anhang 1: Startbilanz und methodische Vorgaben der Bilanzierung für den Weg zu einer „Klimaneutralen Landesverwaltung“, MELUND

V 606 - 28965/2019

Kiel, 10.10.2019

Dr. P. Hansen

Tel.: 0431 – 988 - 7718

Klimaneutrale Landesverwaltung, CO₂-freie Landesliegenschaften 2050

hier: Startbilanz mit Stand 07.10.2019

V e r m e r k

Anlass

Gemäß dem Energiewende- und Klimaschutzgesetz (EWKG) aus März 2017 hat sich das Land zum Ziel gesetzt, die Treibhausgas (THG)-Emissionen der Landesverwaltung bis zum Jahr 2050 um 80 bis 95 % gegenüber 1990 zu reduzieren. Darüber hinaus soll die Strom- und Wärmeversorgung der Landesliegenschaften bis 2050 CO₂-frei erfolgen.

Das EWKG sieht weiterhin vor, dass bis zum Ende des Jahres 2019 eine Strategie zur Erreichung der Klimaschutzziele für die Landesverwaltung vorgelegt werden soll. Diese übergreifende Strategie soll aus der Zusammenführung von vier vorzulegenden Teilstrategien (Klimaschutzstrategien für „Bauen und Bewirtschaftung“, „Nachhaltige Beschaffung“, „Green IT“ sowie „Klimaverträgliche Mobilität der Landesbediensteten“) bestehen.

Bestandteil dieser Strategie soll insb. die Beschreibung eines konsistenten Ansatzes für die Bilanzierung der Treibhausgas- (THG) Emissionen sein.

Sachverhalt

Auf dem Weg zur Erstellung einer Strategie zur Erreichung der Klimaschutzziele für die Landesverwaltung nach § 4 EWKG in Schleswig-Holstein ist für eine zielgerichtete Arbeit ein konsistenter Ansatz für die Bilanzierung der THG-Emissionen vorzusehen.

Die Startbilanz inkl. der Vorgaben dient dabei als Grundlage für die Erstellung der Teilstrategien und die anschließende Zusammenführung.

Details sind in der Anlage ersichtlich.

gez.

Dr. Patrick Hansen

Anlage:

Startbilanz und methodische Vorgaben der Bilanzierung für den Weg zu einer „Klimaneutralen Landesverwaltung“



Energiewende- und Klimaschutzgesetz in Schleswig-Holstein:

Strategie zum Erreichen der Klimaschutzziele der Landesverwaltung

Startbilanz und methodische Vorgaben der Bilanzierung

Stand: 07. Oktober 2019

Inhaltsverzeichnis

1	Auftrag zur Erstellung einer Strategie	5
2	Methodische Grundlagen der Bilanzierung.....	6
2.1	Ziele gemäß Energiewende- und Klimaschutzgesetz.....	6
2.2	Fortschreibung des Zielpfads für die Landesverwaltung	6
2.3	Struktur der Startbilanz	13
2.4	Festlegung der Systemgrenzen.....	13
2.5	Festlegung der Handlungsfelder.....	15
2.6	Vorgaben für die Bilanzierung in den Teilstrategien	18
2.6.1	Grundsätze	18
2.6.2	Schnittstellen zwischen den Teilstrategien	19
2.6.3	Bauen und Bewirtschaftung	21
2.6.4	Klimaverträgliche Mobilität	21
2.6.5	Green IT	23
2.6.6	Nachhaltige Beschaffung	23
2.7	Ökostrom	25
2.7.1	Status Quo - Einsatz von „Ökostrom“ in den Landesliegenschaften	25
2.7.2	Bewertung des eingesetzten Stroms in der Klimabilanz	25
2.8	Kompensation von noch verbleibenden THG-Emissionen	26
2.9	Auswahl für mögliche zukünftige Ergänzungen der Bilanzierung	27
2.9.1	Ernährung	27
2.9.2	Stromverbrauch für Mobiles Arbeiten	27
2.9.3	Emissionen der Dienstreisen der Mitarbeiter	27
3	Erstellung der Startbilanz der Landesverwaltung	28
4	Anhang	32
4.1	Emissionsfaktoren	32
4.2	Systemgrenze für die Bilanzierung der Landesverwaltung	35
	Literaturverzeichnis.....	37

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Lösungsraum zum Erreichen einer Klimaneutralen Landesverwaltung	10
Abbildung 2: Zielszenario und Emissionsentwicklung der Landesverwaltung	11
Abbildung 3: Schematische Zielerreichung für den Einsatz von Wärme in Landesliegenschaften	12
Abbildung 4: Startbilanz – Verteilung der Emissionen der Landesverwaltung.....	30

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Zielarchitektur für die Landesverwaltung	8
Tabelle 2: Ableitung des Lösungsraums für die Landesverwaltung	8
Tabelle 3: Definition der Systemgrenzen.....	14
Tabelle 4: Kategorisierung von Emissionsquellen von Handlungsfeldern	17
Tabelle 5: Ausgewählte Direkte Emissionsfaktoren.....	18
Tabelle 6: Schnittstellen der Bilanzierung	20
Tabelle 7: Startbilanz - Emissionen der Landesverwaltung insgesamt.....	28
Tabelle 8: Emissionen für den Bereich „Wärme“	28
Tabelle 9: Emissionen für den Bereich „Strom“	28
Tabelle 10: Emissionen für den Bereich „Sonstige Energieträger“	29
Tabelle 10: Startbilanz (Mittelwert 2015 bis 2017)	31
Tabelle 11: Emissionsfaktoren fossiler Energieträger 2015 bis 2017	32
Tabelle 12: Entwicklung der Emissionsfaktoren aus fossilen Energieträgern.....	32

1 Auftrag zur Erstellung einer Strategie

Gemäß dem Energiewende- und Klimaschutzgesetz (EWKG) aus März 2017 hat sich das Land zum Ziel gesetzt, die Treibhausgas (THG)-Emissionen der Landesverwaltung bis zum Jahr 2050 um 80 bis 95 % gegenüber 1990 zu reduzieren. Dabei sollen konkret formulierte Zwischenziele für 2020, 2030 und 2040 angestrebt werden. Darüber hinaus soll die Strom- und Wärmeversorgung der Landesliegenschaften bis 2050 CO₂-frei erfolgen (EWKG 2017). Wie sich bei der Erarbeitung dieser Strategie zeigte, sind Daten für das Jahr 1990 nur sehr eingeschränkt beschaffbar. In Kapitel 1.3 werden die im EWKG 2017 formulierten Ziele daher fortgeschrieben.

Das EWKG sieht weiterhin vor, dass bis zum Ende des Jahres 2019 eine Strategie zur Erreichung der Klimaschutzziele für die Landesverwaltung vorgelegt werden soll. Diese übergreifende Strategie wird aus der Zusammenführung von vier vorzulegenden Teilstrategien (Klimaschutzstrategien für „Bauen und Bewirtschaftung“, „Nachhaltige Beschaffung“, „Green IT“ sowie „Klimaverträgliche Mobilität der Landesbediensteten“) bestehen. Bestandteile dieser Strategie sind:

- Methodische Grundlagen der Bilanzierung, u.a. Definition der Systemgrenzen für die Bilanzierung der Emissionen und der anzuwendenden Emissionsfaktoren sowie die Festlegung der Handlungsfelder im Bilanzraum,
- Erstellung einer Startbilanz,
- Bestimmung von Emissionsreduktionspotenzialen und konkreten Maßnahmen in den Handlungsfeldern.

In 5-jährigem Turnus soll die Landesregierung einen Bericht zum Stand der Umsetzung vorlegen¹¹⁰. Dieser umfasst zum einen Angaben zur Entwicklung der CO₂-Emissionen durch die Nutzung landeseigener Gebäude, Art und Höhe des Strom- und Wärmeverbrauchs in der Landesverwaltung sowie durch die Fuhrparke einschließlich der Elektromobilität und durch Dienstreisen der Landesbediensteten. Da für die Landesregierung noch weitere vom Land mittelbar oder unmittelbar beeinflussbare Emissionsquellen von Bedeutung sind, wurde der Erfassungsbereich erweitert und so beispielsweise auch der Bereich Beschaffung und Green IT näher betrachtet.

Zum anderen werden die Umsetzungsberichte auch einen Bericht und eine Fortschreibung von Maßnahmen in den Handlungsfeldern enthalten.

¹¹⁰ Bezug zu § 4 Absatz 6 EWKG: Die Landesregierung berichtet einmal pro Legislaturperiode umfassend, erstmals in der 2017 beginnenden Legislaturperiode, über den Stand der Erreichung der Klimaschutzziele für die Landesverwaltung und die Umsetzung und Fortschreibung von Maßnahmen zur Zielerreichung.

2 Methodische Grundlagen der Bilanzierung

2.1 Ziele gemäß Energiewende- und Klimaschutzgesetz

Nach § 4 Absatz 1 EWKG ist sind die Klimaschutzziele des § 3 Absatz 1 für die Landesverwaltung verbindlich. § 3 Absatz 1 lautet im Wortlaut:

„Die Gesamtsumme der Treibhausgasemissionen in Schleswig-Holstein soll bis zum Jahr 2020 um mindestens 40 Prozent, bis zum Jahr 2030 um mindestens 55 Prozent, bis zum Jahr 2040 um mindestens 70 Prozent und bis zum Jahr 2050 um 80 bis 95 Prozent im Vergleich zu den Gesamtemissionen des Jahres 1990 verringert werden. Angestrebt wird für 2050 der obere Rand des Zielkorridors.“

Für Landesliegenschaften im Sinne des § 2 Nr. 7 EWKG gelten folgende Modifikationen:

- Nach § 4 Absatz 1 ist Ziel für Landesliegenschaften eine Minderung der flächenspezifischen CO₂-Emissionen (pro Einheit Nutzfläche) des Strom- und Wärmeverbrauchs um 40% bis 2020. Bis zum Jahr 2050 soll die Strom- und Wärmeversorgung von Landesliegenschaften CO₂-frei erfolgen.
- Neu zu errichtende Nichtwohngebäude sowie Ausbau- und Erweiterungsmaßnahmen von Nichtwohngebäuden auf Landesliegenschaften sollen mit einem energetischen Standard geplant und realisiert werden, der mindestens 30 Prozent über den Anforderungen nach § 4 Absatz 1 und 2 beziehungsweise § 9 Absatz 4 Satz 1 und Absatz 5 der Energieeinsparverordnung in der durch Verordnung vom 24. Oktober 2015 (BGBl. I S. 1789) geänderten Fassung liegt.
- Grundlegende Renovierungen von Gebäuden auf Landesliegenschaften sollen so geplant und realisiert werden, dass diese höchstens einen Wärmebedarf von 50 Kilowattstunden pro Quadratmeter Nettogrundfläche und Jahr erreichen. Ausgenommen sind Bauvorhaben, über die zum Zeitpunkt des In-Kraft-Tretens des Gesetzes bereits eine haushaltsmäßige Anerkennung der Finanzunterlage-Bau durch das Finanzministerium Schleswig-Holstein vorliegt. Es soll bis 2050 eine CO₂-freie Restwärmeversorgung vorrangig durch effiziente Nutzung Erneuerbarer Energien realisiert werden; der Anbindung der Landesliegenschaften an Wärmenetze kommt zur Erreichung dieses Ziels eine hohe Bedeutung zu.

2.2 Fortschreibung des Zielpfads für die Landesverwaltung

Nach EWKG ist 1990 das Basisjahr für THG-Minderungsziele sowohl für das Land Schleswig-Holstein (§ 3 EWKG) als auch für die Landesverwaltung (§ 4 Absatz 1 EWKG).

Ziele und Monitoring bei der CO₂-Bilanzierung für die Landesverwaltung bzw. für Landesliegenschaften setzen die Verfügbarkeit bzw. Beschaffbarkeit der entsprechenden Daten voraus. Dies ist für die vorstehend dokumentierte Formulierung der Ziele im EWKG nicht systematisch der Fall:

- Daten zurück bis Anfang der 1990er Jahre gibt es nur für etwa 70% und damit nicht für alle Landesliegenschaften. Zudem überlagern sich bei den Daten der GMSH Mehrverbrauch für tatsächlich hinzugekommene Landesliegenschaften (was ein echter Anstieg des Energieverbrauchs bzw. der Emissionen ist) mit Landesliegenschaften, die lediglich in die GMSH-Bewirtschaftung und damit auch in die Datenerfassung übergegangen sind (was nur bilanziell den Eindruck von steigenden Verbräuchen

bzw. Emissionen erzeugt). Insoweit ergibt eine Zeitreihe des absoluten Energieverbrauchs in Landesliegenschaften der GMSH das überzeichnete Bild eines deutlich ansteigenden Verbrauchs.

- Für die Teilstrategien Mobilität, IT und Beschaffung sind historische und konsistente Zeitreihen zurück bis 1990 für Energieverbrauch und damit auch CO₂-Emissionen nicht beschaffbar.
- Für das Ziel einer CO₂-freien Strom- und Wärmeversorgung von Landesliegenschaften bis 2050 wird zudem kein Basisjahr benötigt.

Eine belastbare Darstellung der gesamten absoluten Emissionsdaten der Landesverwaltung rückwirkend bis 1990 kann nicht hergeleitet werden. Belastbare absolute Emissionsdaten für die Landesverwaltung können erstmalig für die Jahre 2015, 2016 und 2017 bestimmt werden. Als Bezug für den Lösungsraum wird daher der Mittelwert der absoluten Emissionen¹¹¹ der Jahre 2015 bis 2017¹¹² verwendet, der gemäß Spalte 3 der

Tabelle 2 ca. 135 Tsd. t CO₂ beträgt¹¹³ (s. auch Abbildungen 1 und 2).

Aus diesem Grund wird zur Fortschreibung der Zielsetzung für die Landesverwaltung die Festlegung eines Lösungsraums mit Bezug auf das Mittel des Zeitraums 2015 bis 2017¹¹⁴ unter der Berücksichtigung von linearen Klimapfaden für eine Reduktion der THG um 80 und 95 % bis 2050 vorgenommen. Der hergeleitete Lösungsraum gemäß Spalte 3 der Tabelle 2¹¹⁵ entspricht folglich dem neuen Zielszenario zum Erreichen einer Klimaneutralen Landesverwaltung bis 2050.

Zugleich wird an dem ambitionierten Ziel der CO₂-freien Strom- und Wärmeversorgung bis 2050 festgehalten. Das auf 1990 bezogene Ziel wird folglich auf das Mittel des Bezugszeitraums 2015 bis 2017 umformuliert.

Die in § 4 Absatz 2 des EWKG formulierten Ziele bezüglich der energetischen Standards werden nicht verändert.

¹¹¹ Dabei wird der Energieverbrauch im Bereich Wärme witterungsbereinigt in der Startbilanz berücksichtigt.

¹¹² Der Startwert des Lösungsraums resultiert aus der Mittelwertbildung der Emissionswerte für die bilanzierte Landesverwaltung aus den Jahren 2015, 2016 und 2017.

¹¹³ Dieser Wert des Bezugszeitraums für den Lösungsraum berücksichtigt indirekt die erzielten Energieeinsparungen des Zeitraums 1990 bis 2014.

¹¹⁴ Angemerkt sei hier, dass in den Emissionsberechnungen der Landesverwaltung zu den Jahren 2015 bis 2017 der Energieverbrauch u.a. durch die Erstaufnahmeeinrichtungen für Flüchtlinge enthalten ist.

¹¹⁵ Bestimmung des Lösungsraums in den Jahren 2020, 2030, 2040 und 2050:

2020:		
80 % THG-Minderung:	$135 \text{ Tsd. t CO}_2 - (0,8 * 135 \text{ Tsd. t CO}_2) * 3a / 33a = 125 \text{ Tsd. t CO}_2$	$\cong - 7 \%$
95 % THG-Minderung:	$135 \text{ Tsd. t CO}_2 - (0,95 * 135 \text{ Tsd. t CO}_2) * 3a / 33a = 124 \text{ Tsd. t CO}_2$	$\cong - 9 \%$
2030:		
80 % THG-Minderung:	$135 \text{ Tsd. t CO}_2 - (0,8 * 135 \text{ Tsd. t CO}_2) * 13a / 33a = 93 \text{ Tsd. t CO}_2$	$\cong - 32 \%$
95 % THG-Minderung:	$135 \text{ Tsd. t CO}_2 - (0,95 * 135 \text{ Tsd. t CO}_2) * 13a / 33a = 85 \text{ Tsd. t CO}_2$	$\cong - 37 \%$
2040:		
80 % THG-Minderung :	$135 \text{ Tsd. t CO}_2 - (0,8 * 135 \text{ Tsd. t CO}_2) * 23a / 33a = 60 \text{ Tsd. t CO}_2$	$\cong - 56 \%$
95 % THG-Minderung:	$135 \text{ Tsd. t CO}_2 - (0,95 * 135 \text{ Tsd. t CO}_2) * 23a / 33a = 46 \text{ Tsd. t CO}_2$	$\cong - 66 \%$
2050:		
80 % THG-Minderung:	$135 \text{ Tsd. t CO}_2 - (0,8 * 135 \text{ Tsd. t CO}_2) * 33a / 33a = 27 \text{ Tsd. t CO}_2$	$\cong - 80 \%$
95 % THG-Minderung:	$135 \text{ Tsd. t CO}_2 - (0,95 * 135 \text{ Tsd. t CO}_2) * 33a / 33a = 7 \text{ Tsd. t CO}_2$	$\cong - 95 \%$

Damit ergeben sich die in Tabelle 1 beschriebenen quantitativen Zielsetzungen für die Landesverwaltung. Sie setzen sich aus Vorgaben des EWKG oder des Koalitionsvertrags zusammen. Die Zielsetzungen stehen in folgendem Verhältnis zueinander bzw. werden durch die vier Teilstrategien unterschiedlich adressiert (Vorgaben aus EWKG blau markiert; Koalitionsvertrag grün markiert):

Tabelle 1: Zielarchitektur für die Landesverwaltung

Ziel \ Teilstrategie	Bauen & Bewirtschaftung	Green IT	Klimaverträgliche Mobilität	Nachhaltige Beschaffung
Minderung CO₂-Emissionen um 80-95% bis 2050 ggü. Mittel 2015 - 2017	Ziel gilt in Summe für alle Teilstrategien. Da die ersten beiden Teilstrategien überdurchschnittliche Minderungen erbringen sollen, sind für die anderen beiden Handlungsfelder unterdurchschnittliche Minderungen möglich.			
CO₂-freie Strom- und Wärmeversorgung von Landesliegenschaften	Bis 2050			x^{*2}
Energetische Standards von Landesliegenschaften	<u>Neubau:</u> Übererfüllung EnEV um 30% <u>Grundlegende Sanierung:</u> Wärmebedarf* ¹ ≤ 50 kWh/(m²a)	x^{*2}		
Landeseigener Fuhrpark	x^{*2}		- Beschaffung von Elektro- u. Hybridfahrzeugen (≥ 20% der neu anzuschaffenden Fahrzeuge gem. Koalitionsvertrag)	

*¹: Summe der jährlichen Wärmemenge für Raumwärme und Warmwasser

*²: Kein Beitrag zum Ziel durch die Teilstrategie(n)

Aufbauend auf dieser Zielarchitektur¹¹⁶ gem. EWKG resultiert der in Tabelle 2 abgeleitete Lösungsraum zur Erreichung der Klimaschutzziele bis 2050. In Abbildung 2 ist die zeitliche Entwicklung des Lösungsraums für die absoluten CO₂-Emissionen auf der Basis des Bezugs (Mittelwert der Jahre für 2015 und 2017) und linearen Zielpfaden (für 80 oder 95% THG-Reduktion bis 2050) dargestellt.

Die Abbildung 3 weist ergänzend zur Abbildung 2 die in den Bezugsjahren 2015 bis 2017 ausgewiesenen Emissionen der Landesverwaltung nach den Emissionsgruppen für Wärmebezug, Strombezug und Sonstige Energie gesondert aus. Bei den Emissionen für den Strombezug werden differenzierte jährliche Strommengen mit und ohne Ökostrom berücksichtigt. Für die emissionsseitige Bilanzierung von Ökostrom wird auf das Kapitel 0 verwiesen.

Tabelle 2: Ableitung des Lösungsraums für die Landesverwaltung

Klimaziele	EWKG-Ziel § 4 Absatz 1	Fortschreibung des Zielpfads für die Landesverwaltung
	THG-Reduktion	Lösungsraum für THG-Reduktion

¹¹⁶ Diese abgeleitete Zielarchitektur ist mit den aufgestellten Teilstrategien abzugleichen und ggf. fortzuentwickeln.

		bis 2050 durch lineare¹¹⁷ Klimapfade von -80 bis -95 %
	Bezugsjahr 1990	Startwert für Zielszenario 2015-2017
Stand 2015-2017		135 Tsd. t CO₂
Zieljahr		
2020	-40 %	- 7 bis - 9 %
		124-125 Tsd. t CO₂
2030	-55 %	-32 bis -37 %
		85-93 Tsd. t CO₂
2040	-70 %	-56 bis -66 %
		46-60 Tsd. t CO₂
2050	-80 bis -95 %	-80 bis -95 %
		7-27 Tsd. t CO₂

Die Abbildung 4 veranschaulicht auf Basis des neuen Bezugswertes (Mittelwert der Jahre für 2015 und 2017) die Zielerreichung für Landesliegenschaften im Hinblick auf die flächenbezogenen CO₂-Emissionen für Wärme bis 2050. Dabei konnte im Zeitraum von 1990 bis 2017¹¹⁸ der flächenbezogene Emissionswert entsprechend den erfassten Daten der GMSH gegenüber 1990 mit 33,9 kg CO₂/(m²a) nur auf 25,7 kg CO₂/(m²a) vermindert werden. Um eine CO₂-freie Wärmeversorgung bis 2050 zu erreichen, müsste dieser Wert von 2018 bis 2050 durchschnittlich pro Jahr um 0,8 kg CO₂/(m²a) vermindert werden. Von 1990 bis 2017 konnte dagegen nur eine mittlere Reduzierung des Wärmeverbrauchs um 0,3 kg CO₂/(m²a) bei den Landesliegenschaften erzielt werden.

¹¹⁷ Den Fernwärmenetzen wird im EWKG für die Energiewende im Wärmebereich eine besondere Bedeutung zugemessen. Im Hinblick auf die Entwicklung der Emissionen des Energieträgers Fernwärme ist aus Gründen der Dekarbonisierung nicht von linearen sondern eher stufenweisen Absenkungen auszugehen.

¹¹⁸ Daten von 1992 bis 2017 entstammen den Energieberichten der GMSH; Annahme für die Werte 1990 und 1991: Konstante Energieverbräuche in den Landesliegenschaften wie 1992.

Abbildung 2: Lösungsraum zum Erreichen einer Klimaneutralen Landesverwaltung SH

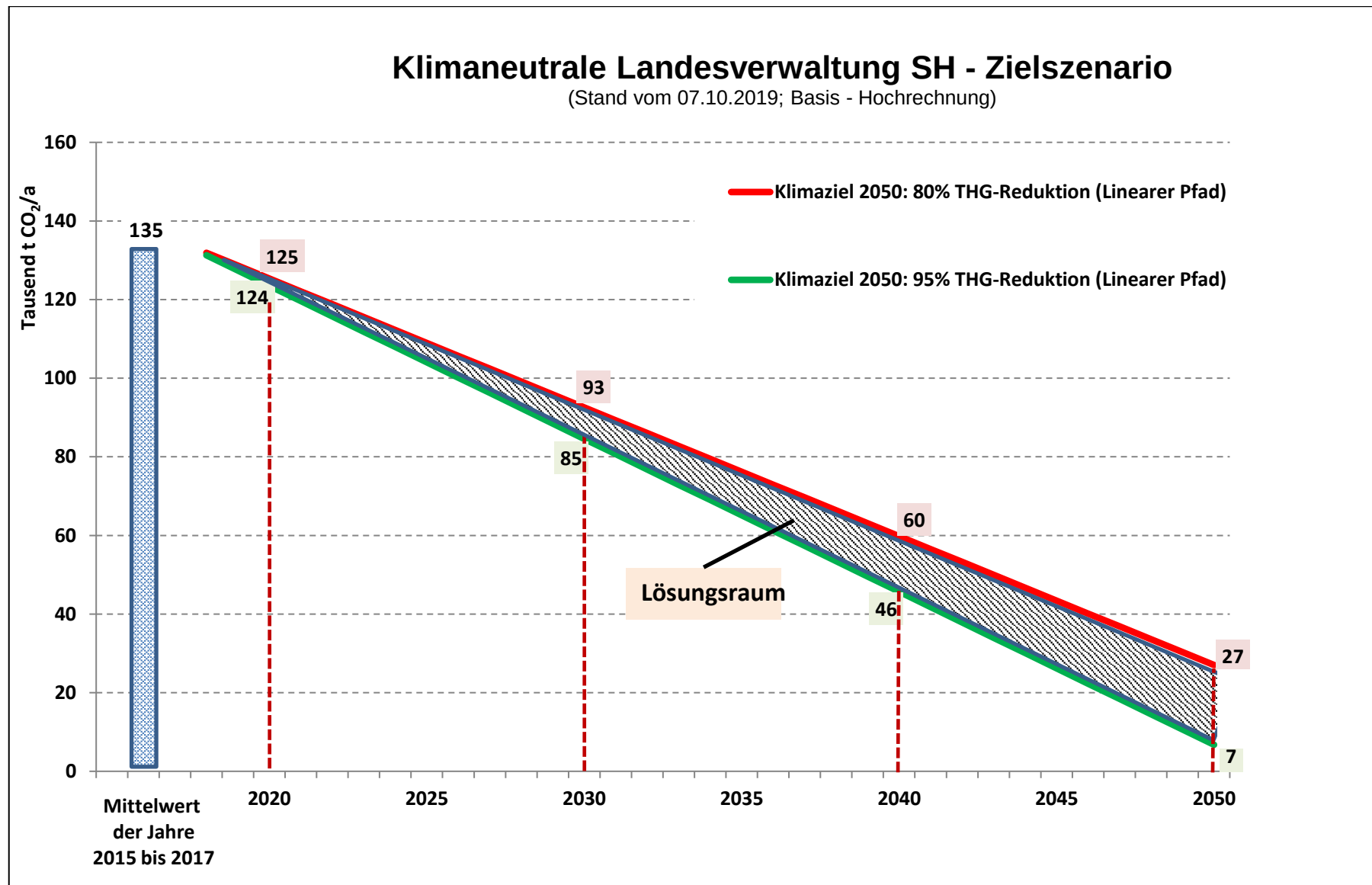


Abbildung 3: Zielszenario und Emissionsentwicklung der Landesverwaltung

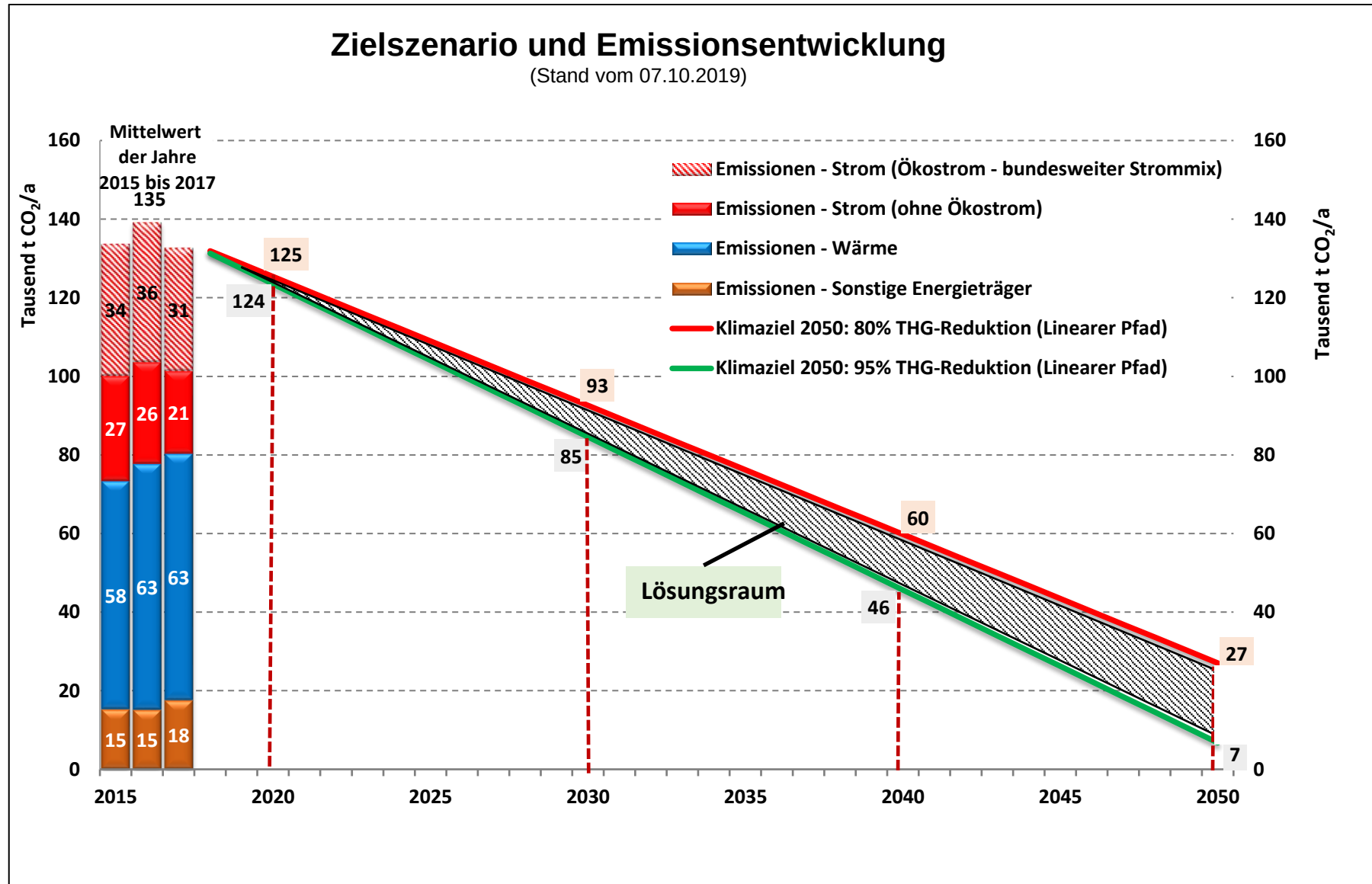
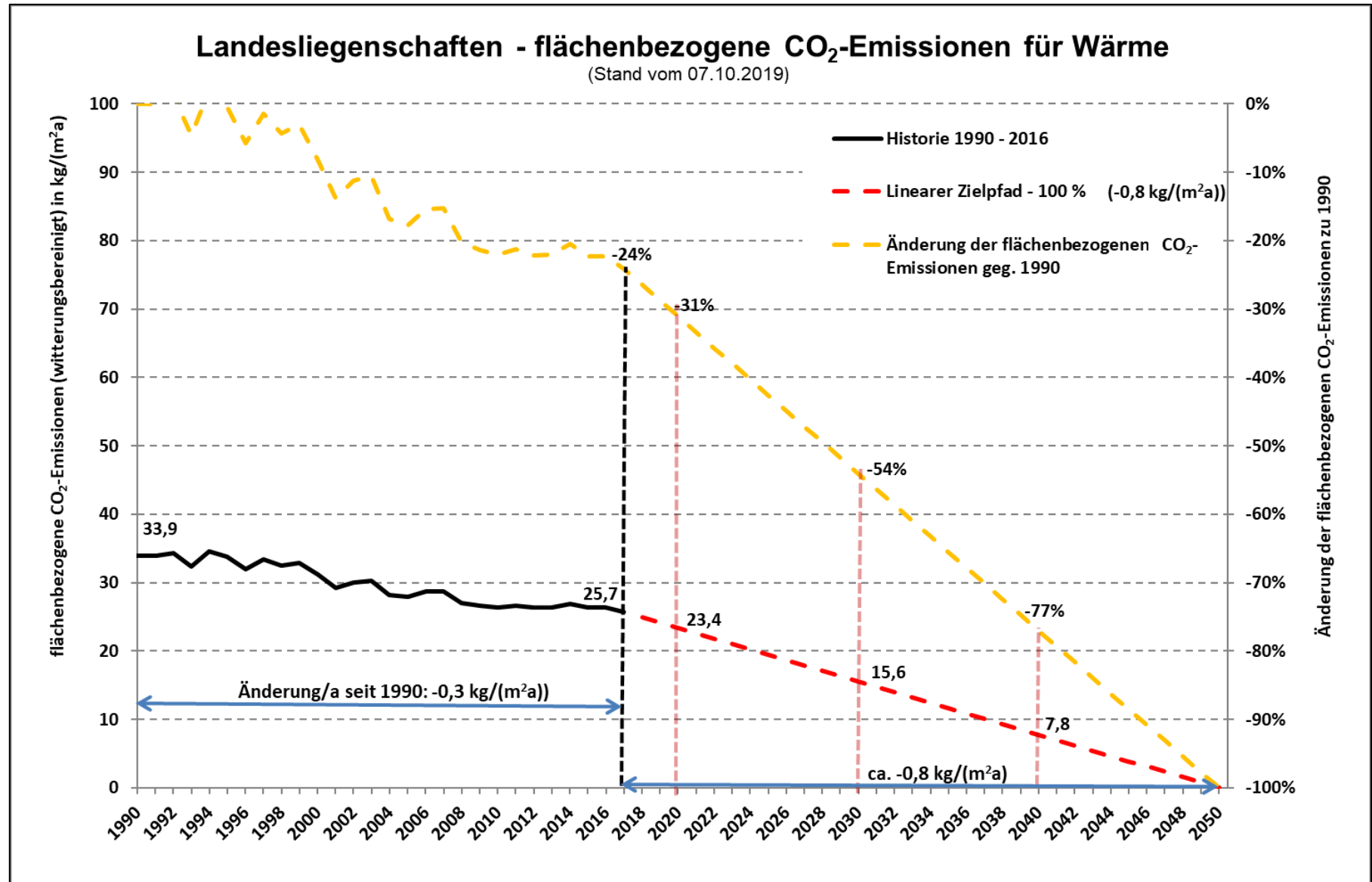


Abbildung 4: Schematische Zielerreichung für den Einsatz von Wärme in Landesliegenschaften



2.3 Struktur der Startbilanz

Die Startbilanz stellt eine Basis für die kontinuierliche Bilanzierung der THG-Emissionen der Landesverwaltung bis zum Zieljahr 2050 und damit eine Bewertungsgrundlage für den Erreichungsstand der Ziele für die Landesverwaltung dar. Sie soll weiterhin dafür dienen, relevante Handlungs- und Maßnahmenbereiche zu identifizieren, Zielpfade zu benennen und deren Erfüllung zu kontrollieren.

Für die Startbilanz, die eine erste systematische THG-Emissionserfassung für die Landesverwaltung Schleswig-Holstein liefert, wird der Durchschnitt der Jahre 2015 bis 2017 bestimmt. Eine Durchschnittsbildung macht das Basisjahr weniger anfällig für Besonderheiten einzelner Jahre wie z.B. witterungsbedingte Mehr- oder Minderverbräuchen. Im Folgenden werden die Vorgehensweise der THG-Bilanzierung und die angestrebten Ergebnisse skizziert. Dabei erfolgt das Vorgehen bei der Bilanzierung in Anlehnung an die Berichtsvorgaben des GHG Protocols (GHG Protocol 2015) und der DIN EN ISO 14064 (Anleitung zur quantitativen Bestimmung und Berichterstattung von Treibhausgasemissionen). Diese Standards dienen bei der THG-Bilanzierung als maßgebliche Referenz.

Das GHG Protocol (Greenhouse Gas Protocol, dt. „Treibhausgasprotokoll“) ist eine Standardreihe zur Bilanzierung von Treibhausgasemissionen und zum dazugehörigen Berichtswesen für Unternehmen und zunehmend für den öffentlichen Bereich. Es orientiert sich, ähnlich den Prinzipien ordnungsmäßiger Bilanzierung im Rechnungswesen, an Grundprinzipien der Relevanz, Vollständigkeit, Konsistenz, Transparenz und Genauigkeit.

Generell ist zu beachten, eine möglichst konsistente Bilanz mit geringer Unsicherheit zu erstellen. Hierbei sollten Emissionen weder systematisch unter- noch überschätzt werden. Eine Vergleichbarkeit der Jahresergebnisse für 2015 bis 2017 mit künftigen Jahresbilanzen soll gewährleistet werden. Für die Bestimmung der Bilanzgrenzen ist es sinnvoll, nach einem iterativen Prozess vorzugehen, wobei neben der Klimarelevanz die ausreichende Verfügbarkeit und Qualität von Daten sowie der Aufwand zur Datenbeschaffung zu berücksichtigen sind.

2.4 Festlegung der Systemgrenzen

Mit der Definition der Systemgrenzen des Inventars ist über den Einbezug von Bereichen und spezifischen Tätigkeiten der Organisationsebenen der Landesverwaltung zu entscheiden.

Mit Blick auf die Organisationsebenen der Landesverwaltung wird zur Festlegung der Systemgrenze für die Bilanzierung eine Anlehnung an den Personalstruktur- und Personalmanagementbericht 2017 des Landes (Drs. 19/1136) vorgenommen. Dabei werden als Landesverwaltung bei der Bilanzierung¹¹⁹ konkret berücksichtigt:

¹¹⁹ Ergänzung zur Bilanzierung der Landesliegenschaften: Die Bilanzierung wird auf die Betrachtung auf Gebäude mit einer beheizten Nutzfläche eingeschränkt. Gebäude zur reinen Unterbringung von technischen Anlagen sowie reine technische Betriebsgebäude werden ausgeschlossen. Dies gilt auch für durch dritte genutzte Liegenschaften. Vermietungen von Landesliegenschaften werden grundsätzlich nicht betrachtet.

- (1) obersten Landesbehörden,
- (2) zugeordnete Ämter,
- (3) Gerichte und Staatsanwaltschaften,
- (4) Landesoberbehörden,
- (5) folgende unteren Landesbehörden: Justizvollzugsanstalten, Jugendanstalten, Polizeidirektionen und Finanzämter
- (6) folgende mittelbare Landesverwaltung: Hochschulen und Stiftung Schleswig-Holsteinische Landesmuseen sowie
- (7) Liegenschaften des Statistisches Amt f. HH und SH (Standort Kiel) und der Gebäudemanagement Schleswig-Holstein

Weitere Details zur Systemgrenze Landesverwaltung SH sind im Anhang unter 4.2 dargestellt. Innerhalb dieses Bilanzraums beinhaltet damit die Bilanz Emissionen aus Bau, Unterhalt und Betrieb der Landesliegenschaften. Zusätzlich umfasst die Strategie weitere dienstbezogene Tätigkeiten (bspw. Dienstreisen) der Landesbediensteten. Nicht enthalten in der Startbilanz ist insbesondere die Personalgruppe der Lehrer an den staatlichen Schulen. Außerdem nicht enthalten (da nicht vom Definitionsbereich des EWKG erfasst) sind u.a. folgende Einrichtungen¹²⁰: Universitätsklinikum Schleswig-Holstein (UKSH) und Investitionsbank Schleswig-Holstein.

Die Systemgrenzen der Tätigkeitsebenen beziehen sich nach dem EWKG auf die zu erstellenden Teilstrategien:

- Bauen und Bewirtschaftung,
- Green IT,
- Klimaverträgliche Mobilität der Landesbediensteten und
- Nachhaltige Beschaffung.

In der folgenden Tabelle sind die den einzelnen Teilstrategien zugeordneten Systemgrenzen dargestellt.

Tabelle 3: Definition der Systemgrenzen

Ausnahmen bilden Vermietungen, die dem Betrieb der Landesverwaltung zugeordnet werden können wie beispielsweise Kantinen, die verpachtet sind.

In diesem Zusammenhang ist darauf hinzuweisen, dass auch bei technischen Betriebsgebäuden Energieverbrauch anfällt, der jedoch nicht in der Bilanz enthalten ist.

¹²⁰ Die von diesen Einrichtungen verantworteten Emissionen sind jedoch nicht unerheblich. Hierfür sind daher ggf. gesonderte Bilanz- und Klimaschutzziele aufzustellen.

Teilstrategie	Systemgrenze	Bilanzierung Emissionen
Bauen und Bewirtschaftung	Landesverwaltung (nach obiger Definition)	- Wärme- und Stromverbrauch - Graue Energie Gebäude¹²¹
Green IT	(Erg.: inkl. Energie-bezug in angemieteten Gebäuden)	- Stromverbrauch für IT in Landesliegenschaften - SH zurechenbarer Stromverbrauch von Dataport
Klimaverträgliche Mobilität der Landesbediensteten	Landesverwaltung (nach obiger Definition) ohne Ziffern (6) und (7)	- Dienstfahrten, -reisen - Fuhrpark u. Elektromobilität
Nachhaltige Beschaffung		Verwendeter Produkte u. Dienstleistungen (Bsp. Papier)

2.5 Festlegung der Handlungsfelder

Maßgebliches Kriterium für die Auswahl von Handlungsfeldern innerhalb der Teilstrategien ist die aufgrund von Erfahrungswerten allgemein hohe Bedeutung in der Klimabilanz öffentlicher Verwaltungen.

In der Kategorisierung von Emissionsquellen wird in Anlehnung an das GHG Protocol systematisch unterschieden zwischen direkten Emissionen, die im Betrieb der Landesverwaltung selbst und direkt anfallen und indirekten Emissionen. Das GHG Protocol differenziert dabei zwischen drei Bereichen (Scopes), denen Emissionen zugeordnet werden können:

- **Scope 1:** alle direkten Emissionen, d. h. aus Quellen innerhalb der Grenzen der Bilanz stammenden Emissionen (direkte Emissionen¹²² aus Verbrennungsprozessen)
- **Scope 2:** die indirekten Emissionen aus außerhalb der Grenzen der Bilanz stammenden Emissionen (Strom- und Wärmebezug) sowie
- **Scope 3:** alle sonstigen indirekten Emissionen, darunter die aus der Herstellung, Transport eingekaufter Güter oder Verteilung und Nutzung der eigenen Produkte.

Unter Berücksichtigung dieser Kategorisierung der Emissionsquellen und der Bedeutung für die Klimabilanz werden in den Teilstrategien die Handlungsfelder gemäß der Tabelle 4 untersucht.

Während nach dem GHG Protocol für den öffentlichen Sektor die Erfassung der Scope 1 und 2 Emissionen verpflichtend sind, ist die Erfassung der Scope 3 Emissionen kein

¹²¹ Bilanzierung der Emissionen („Graue Energie Gebäude“): Aufgrund der fehlenden Daten erfolgt in der Startbilanz keine Quantifizierung. Eine spätere quantitative Erfassung erhöht somit die Bilanzsumme, so dass dann ein Hinweis auf diese geänderte Grundlage erforderlich wird.

¹²² Fluorierte Gase (kurz F-Gase genannt) als weitere direkte Emissionen sind in der Startbilanz nicht enthalten. Sie werden insbesondere als Kältemittel in Klimaanlage und Kühlgeräten verwendet.

verpflichtender Bestandteil der Bilanz. In Abhängigkeit der Datenverfügbarkeit können die Handlungsfelder dieser Kategorie in der Bilanz in der Bilanz freiwillig erfolgen.

In der nachfolgenden Tabelle 4 sind die Kategorien für die Startbilanz differenziert nach der aktuellen Einordnung der Datenverfügbarkeit (vorhanden oder angestrebt) und farblich markiert nach den Teilstrategien dargestellt

Teilstrategie „Bauen und Bewirtschaftung“ orange

Teilstrategie „Green IT“ rot

Teilstrategie „Klimaverträgliche Mobilität“ braun und

Teilstrategie „Nachhaltige Beschaffung“ blau markiert.

Anhang 1: Startbilanz, Seite - 17 -

Tabelle 4: Kategorisierung von Emissionsquellen von Handlungsfeldern

Scope 1 Kategorie		Teilstrategie	Handlungsfeld	Aktuelle Datenverfügbarkeit		In Startbilanz enthalten	
				vorhanden	angestrebt	ja	nein
1.1	Direkte Emissionen	Bauen und Bewirtschaftung	Wärmeverbrauch von Heizöl u. Gas in Landesliegenschaften	Bewirtschaftung GMSH		X	
1.2	Direkte Emissionen	Klimaverträgliche Mobilität	Fuhrpark Landesverwaltung (Verbrennungsmotoren)	Daten		X	
Scope 2 Kategorie							
2.1	Indirekte Emissionen	Bauen und Bewirtschaftung	Heizstrom für Wärmebezug in Landesliegenschaften	Bewirtschaftung GMSH		X	
2.2	Indirekte Emissionen	Bauen und Bewirtschaftung	Stromverbrauch in Landesliegenschaften ohne IT	Bewirtschaftung GMSH		X	
2.3	Indirekte Emissionen	Bauen und Bewirtschaftung	Nah-/Fernwärmebezug in Landesliegenschaften	Bewirtschaftung GMSH		X	
2.4	Indirekte Emissionen	Klimaverträgliche Mobilität	Strombezug für dienstliche Fahrten (Nutzung Elektromobilität)	Berechnung durch Ref. V 60		X	
2.5	Indirekte Emissionen	Green IT	Stromverbrauch in Landesliegenschaften für IT	Bewirtschaftung GMSH		X	
Scope 3 Kategorie							
3.1	Indirekte Emissionen	Bauen und Bewirtschaftung	Vorketten für Wärmebezug für Landesliegenschaften (zu 1.1, 2.1, 2.3)	Berechnung durch Ref. V 60		X	
3.2	Indirekte Emissionen	Bauen und Bewirtschaftung	Vorketten für Stromverbrauch in Landesliegenschaften ohne IT (zu 2.2)	Berechnung durch Ref. V 60		X	
3.3	Indirekte Emissionen	Bauen und Bewirtschaftung	Graue Emissionen in Landesliegenschaften		Keine Quantifizierung		X
3.4	Indirekte Emissionen	Klimaverträgliche Mobilität	Mobilitätsmanagement		Keine Quantifizierung		X
3.5	Indirekte Emissionen	Klimaverträgliche Mobilität	Dienstreisen, Dienstreisen der Mitarbeiter (Bahn, Flug, Privat-Pkw)	derzeit geschätzt!		X	
3.6	Indirekte Emissionen	Klimaverträgliche Mobilität	Mehremissionen durch Beschaffung von E-Kfz	Berechnung durch Ref. V 60		X	
3.7	Indirekte Emissionen	Klimaverträgliche Mobilität	Vorketten für Fuhrpark Landesverwaltung (zu 1.2)	Berechnung durch Ref. V 60		X	
3.8	Indirekte Emissionen	Klimaverträgliche Mobilität	Vorketten für Nutzung der Elektromobilität (zu 2.4)	Berechnung durch Ref. V 60		X	
3.9	Indirekte Emissionen	Green IT	Stromverbrauch in Landesliegenschaften für IT von Dataport	Dataport		X	
3.10	Indirekte Emissionen	Green IT	Vorketten für Stromverbrauch in Landesliegenschaften für IT (zu 2.5)	Berechnung durch Ref. V 60		X	
3.11	Indirekte Emissionen	Green IT	Beschaffung von IT - Technik		Keine Quantifizierung		X
3.12	Indirekte Emissionen	Nachhaltige Beschaffung	Beschaffung Produkte u. Dienstleistungen	Beschaffung GMSH		X	
3.13	Indirekte Emissionen	Nachhaltige Beschaffung	Nachhaltige Beschaffungsprozesse		Keine Quantifizierung		X
3.14	Indirekte Emissionen	Nachhaltige Beschaffung	Nachhaltigkeit beim Verbrauch		Keine Quantifizierung		X

2.6 Vorgaben für die Bilanzierung in den Teilstrategien

2.6.1 Grundsätze

Die Bewertung der einzelnen Handlungsfelder erfolgt emissionsseitig grundsätzlich auf der Basis der Emissionsfaktoren des Umweltbundesamts für die einzelnen Energieträger. Dabei werden neben den Emissionen der Nutzungsphase auch die Emissionen der Vorketten bilanziert.

Wie in Kapitel 2.3 beschrieben, orientiert sich die vorliegende Bilanz an den Vorgaben des GHG-Protokolls als Bilanzierungsstandard.

Die Emissionsfaktoren für die fossilen und Erneuerbaren Energieträger fassen die Gesamt-Emissionen über die jeweilige Energiebereitstellungskette zusammen. Neben den direkten Emissionen aus dem Anlagenbetrieb beinhalten sie auch die indirekten (Vorketten-) Emissionen, d. h. alle relevanten Emissionen von der Gewinnung, der Aufbereitung und dem Transport der Brennstoffe über die Herstellung der Anlagen bis zum Einsatz von fremdbezogener Hilfsenergie im Anlagenbetrieb. Weitere Details zu den zu berücksichtigenden Emissionsfaktoren sind u.a. im Anhang aufgeführt. Vorketten-Emissionen sind in diesem Zusammenhang die nicht durch die Landesverwaltung beeinflussbaren Emissionen, die bei der Extraktion, Produktion und Distribution der zur Stromerzeugung genutzten Energieträger anfallen.

Die Berechnung der Emissionen aus den Vorketten erfolgt durch das MELUND (Ref. V 60). In der Startbilanz werden die Vorketten auf der Basis von UBA (2016, 2018) bestimmt.

In der Entwicklung bis 2050 gilt für den Einsatz von fossilen Energieträgern, dass nach der Realisierung von Maßnahmen zur Energieverbrauchsreduktion vorrangig zu prüfen ist, den verbleibenden Energieverbrauch durch Erneuerbare Energien zu substituieren. Sollte eine vollständige Umstellung nicht möglich sein, so sind für diesen verbleibenden Anteil fossiler Energien Schritte zur Dekarbonisierung zu prüfen.

Tabelle 5: Ausgewählte Direkte Emissionsfaktoren

	Strom*¹	Fernwärme*²	Öl	Gas*³
Jahreszahl	in g _{CO2} / kWh			
2015	528	232	268	203
2016	516	232	268	203
2017	482	232	268	203
Ziel - 2050	21 ¹²³	Dekarbonisierung	Dekarbonisierung	Dekarbonisierung

Angaben zur Tabelle 5:

¹²³ Verbleibende fossile Emissionen sind ggf. durch Maßnahmen zur Kompensation auszugleichen.

*1: Der in der Landesverwaltung verbrauchte Strom ist in der THG-Bilanzierung so zu berücksichtigen, dass hierdurch Anreize für Beiträge zum Klimaschutz sichergestellt werden.

(1) Der Stromverbrauch ist grundsätzlich

- mit dem bundesweiten Strommix und
- in Anlehnung an das Klimaschutz-Szenario 2050 des Öko-Instituts (ÖKO & ISI 2015, INAS 2018) mit den Werten für die Reduktion der THG-Emissionen um 95% bis 2050 zu bewerten.

(2) Bei Nachweis eines Zusatznutzens für die Energiewende durch den Einsatz von Ökostrom (gemäß den unter 2.7.2 aufgezeigten Kriterien) ist die zugehörige Stromverbrauchsmenge emissionsseitig vollständig anrechenbar und mit „Null“ g_{CO_2}/kWh in der Bilanz zu berücksichtigen.

*2: Der Wert für den Energieträger Fernwärme (2015 bis 2017) entspricht dem im Energiebericht der GMSH ausgewiesenen Mittelwert. Mit Inbetriebnahme des Küstenkraftwerks in Kiel wird angenommen, dass dieser Mittelwert im Jahr 2020 auf den Emissionsfaktor von Gas abgesenkt werden kann. Durch Schritte zur Dekarbonisierung¹²⁴ der Wärmeversorgung kann der Emissionsfaktor bspw. in Anlehnung an die Gebäudestudie - Szenarien für eine marktwirtschaftliche Ressourcenpolitik 2050 im Gebäudesektor – der Dena bis 2050 nahezu auf 0 g_{CO_2}/kWh vermindert werden.

*2,3: Da der Großteil der derzeitigen Landesliegenschaften am Gas- und Fernwärmenetz angeschlossen ist, sollte das Land im Rahmen der Vorbildfunktion zukünftig neben der Reduktion des Energieverbrauchs auch mit den Gasnetzbetreibern und den Energieversorgungsunternehmen aktiv den Prozess zur Dekarbonisierung sowie des verstärkten Einsatzes von Erneuerbaren Energien abstimmen und mitbegleiten.

2.6.2 Schnittstellen zwischen den Teilstrategien

Bei der Bearbeitung der Handlungsfelder (Tabelle 4) sind für die Schnittstellen zwischen den Teilstrategien einerseits aufbauend auf den Systemgrenzen des Kapitels 2.4 die Zuordnungen der Stromverbrauchsdaten sowie andererseits die Bilanzierungen zu E-Mobilität und Büro 2030 in den Teilstrategien konsistent zu berücksichtigen (s. Tabelle 6).

Hinweise:

- Zuordnungen der Stromverbrauchsdaten: Für die konsistente Bilanzierung der Stromverbrauchsmengen in den Teilstrategien sind folgende Vorgaben zu beachten:

¹²⁴ Diese Dekarbonisierung setzt jedoch Transformationen der Wärmenetze und der Verbrauchsstrukturen voraus, die zuvor gebäudeseitig aktiv hergestellt werden müssen.

1. Da derzeit in den Landesliegenschaften nur eine Gesamterfassung der Stromverbrauchsdaten erfolgt, sind Annahmen zu treffen, um den Stromverbrauch einerseits für IT und andererseits zur Ladung der E-Mobile zu bereinigen.
 2. Zwischen den Teilstrategien Bauen und Bewirtschaftung, Green IT und Klimaverträgliche Mobilität ist diesbezüglich eine methodische Zuordnung abzustimmen¹²⁵. Für die Festlegung der Stromverbrauchsmengen der Teilstrategie Green IT ist zusätzlich zu Punkt 1 der von Dataport dem Bundesland SH zurechenbare Stromverbrauch zu berücksichtigen.
- Bilanzierung E-Mobilität: Bzgl. der E-Mobilität werden die Strommengen, die zur Ladung von e-Kfz an Landesliegenschaften erfolgen, der Teilstrategie Mobilität zugewiesen.
Die Beschaffung der E-Mobile erfolgt unter der Annahme, dass dieses neu angeschaffte Fahrzeug in der Regel ein Bestandsfahrzeug mit Verbrennungsmotor ersetzt. Ausgewiesen werden dabei in der Teilstrategie „Mobilität“ die Mehremissionen.
 - Zukünftige Bilanzierung der Auswirkungen des Büros 2030¹²⁶: Für die Erstellung der Teilstrategien sind Annahmen einerseits hinsichtlich standardisierter Ausstattung mit Büromöbeln und IT-Geräten (ggf. Stromeinsparung durch effizientere IT) und andererseits mögliche Auswirkungen auf den Wärme- und Strombezug sowie auf die Emissionen durch die Mobilität der Landesbediensteten (bspw. durch Wegfall des eigenen Büros oder Wohnraumarbeit) abzustimmen.

Tabelle 6: Schnittstellen der Bilanzierung

Schnittstelle Teilstrategie	Bereinigung / Zuweisung Stromverbrauchsdaten	Bilanzierung E-Kfz	Zukünftige Bilanzierung „Büro 2030“
Bauen und Bewirtschaftung	Stromdaten bereinigen um Stromverbrauch für IT und um Stromverbrauch zur Ladung der E-Kfz		ggf. Reduktion Wärme- u. Strombezug
Green IT	Zuweisung Stromverbrauch in Landesliegenschaften für IT aus Teilstrategie Bauen und Bewirtschaftung Zuweisung Stromverbrauch von Dataport		ggf. Strom-Einsparung im Bereich IT
Klimaverträgliche Mobilität der Landesbediensteten	Zuweisung Stromverbrauch in Landesliegenschaften zur Ladung der E-Kfz der Teilstrategie Bauen und Bewirtschaftung	Emissionen für die Nutzung und Mehremissionen für die Beschaffung im Vergleich zu einem Fahrzeug mit Verbrennungsmotor	Qualitative Vorschläge zum Mobilitätsmanagement

¹²⁵ Annahmen für Aufteilung der Stromverbrauchsdaten für Landesliegenschaften in der Startbilanz:

Anteil des Stromverbrauchs für IT 57%, Anteil des Stromverbrauchs ohne IT 43%, Anteil Stromverbrauch für Ladung E-Kfz 0%

Mittelfristig ist eine angemessene getrennte Erfassung anzustreben, dabei sind ggf. neue Infrastrukturen unmittelbar mit den entsprechenden Messgeräten auszustatten.

¹²⁶ In der Startbilanz sind keine Auswirkungen des Büros 2030 zu bilanzieren.

Nachhaltige Beschaffung			Büro-Standards, Umzüge
-------------------------	--	--	---------------------------

Für die auch zukünftig konsistente Abstimmung der Schnittstellen wird eine zu pflegende Schnittstellenliste eingerichtet.

2.6.3 Bauen und Bewirtschaftung

Zugehörige Handlungsfelder:

- 1.1 Wärmeverbrauch in Landesliegenschaften
- 2.1 Heizstrom für Wärmebezug in Landesliegenschaften
- 2.2 Stromverbrauch der Landesliegenschaften ohne IT
- 2.3 Nah-/Fernwärmebezug in Landesliegenschaften
- 3.1 Vorketten für Wärmebezug in Landesliegenschaften
- 3.2 Vorketten für Stromverbrauch in Landesliegenschaften ohne IT
- 3.3 Graue Emissionen in Landesliegenschaften

Das Umweltbundesamt (UBA) veröffentlicht in seiner „Emissionsbilanz Erneuerbarer Energieträger – Bestimmung der vermiedenen Emissionen“ regelmäßig aktualisierte Emissionsfaktoren für die Wärmebereitstellung aus dem Anlagenbestand.

Die emissionsseitige Bewertung der Fernwärme soll anstelle des Mittelwerts der Netze für das Land netzbezogen erfolgen.

Analog zu den Ausführungen zur emissionsseitigen Bewertung des Stromverbrauchs ist es auch im Bereich Wärme zielführend, die Vorketten-Emissionen aus der Extraktion und Produktion der verwendeten Energieträger zu bestimmen und in die Bilanz zu integrieren. Für die Brennstoffe werden die Werte vom UBA berücksichtigt.

2.6.4 Klimaverträgliche Mobilität

Für die Bilanzierung sind die Emissionsfaktoren des Umweltbundesamts zu verwenden, weil dessen Sammlung eine Vielzahl solider, konsistenter und leicht auffindbarer Emissionsfaktoren enthält (s. Kapitel 4).

a) Handlungsfelder im Bereich Fuhrpark

- 1.2 Fuhrpark Landesverwaltung
- 3.7 Vorketten für eigenen Fuhrpark

b) Handlungsfelder im Bereich Elektromobilität

- 2.4 Strombezug für dienstliche Fahrten (Nutzung Elektromobilität)
- 3.6 Mehremissionen durch Beschaffung von E-Kfz
- 3.8 Vorketten für Nutzung der Elektromobilität

Zur vollständigen Bewertung der Umweltfreundlichkeit verschiedener Antriebstechniken wird eine Analyse des gesamten Lebenszyklus als Grundlage im Handlungsfeld Elektromobilität durchgeführt. Dabei werden in einer Ökobilanz alle Emissionen von der Rohstoff-produktion über die Herstellung, den Betrieb und die Wartung bis hin zur Entsorgung eines Fahrzeuges in die Bewertung einbezogen.

Die Basis für diese Vorgehensweise bietet einerseits die im Auftrag des ADAC erstellte Studie „Ökobilanz von Antriebstechniken“. Zur Ermittlung der Ökobilanz der gängigsten Antriebstechniken wurden Daten des Instituts für Energie- und Umweltforschung (ifeu), des Joint Research Centre (JRC), des Umweltbundesamts und des ADAC EcoTests verwendet (Ökobilanz 2018). Andererseits belegt die Vergleichsstudie „Klimabilanz von Elektroautos – Einflussfaktoren und Verbesserungspotenzial“ des ifeu im Auftrag von Agora (IFEU 2019), dass ungeachtet vieler Unsicherheiten im Detail künftig eine deutliche Verbesserung der Klimabilanz von Elektroautos möglich ist. Um dieses technische Verbesserungspotenzial zu heben, müssen die Rahmenbedingungen sowohl hinsichtlich der Energiebereitstellung und Effizienz als auch der Batterieherstellung aktiv gestaltet werden.

Für die Startbilanz werden in dieser Teilstrategie als ein Schwerpunkt die Mehremissionen durch die Beschaffung von E-Kfz im Vergleich zu Kfz mit Verbrennungsmotoren gemäß (IFEU 2019) ermittelt.

Der Strombezug für die Nutzung und die daraus resultierenden Vorketten werden unter Berücksichtigung der Vorgaben zur Bewertung von Ökostrom im Kapitel 2.7.2 gemäß (IFEU 2019) bilanziert. Die Mehremissionen von E-Kfz, die sich aus dem Vergleich der Emissionen eines Kfz mit Verbrennungsmotor gegenüber einem E-Mobile in der Beschaffung ergeben, werden in der Teilstrategie Nachhaltige Beschaffung berücksichtigt.

c) Handlungsfeld Dienstfahrten, Dienstreisen der Mitarbeiter

- 3.5 Dienstfahrten, Dienstreisen der Mitarbeiter (Bahn, Flug, Privat-Pkw)

Für die Startbilanz wird eine Abfrage ausgewählter Ressorts zu Dienstreisen und Dienstfahrten der Mitarbeiter angestrebt. Im Bereich der Dienstreisen mit der Bahn oder dem Flugzeug sind die Daten mit den im Anhang (Kapitel 4) aufgeführten Emissionsfaktoren zu bewerten.

Aufbauend auf diesen Erkenntnissen der Startbilanz werden Maßnahmen zur Reduzierung der Emissionen für die Handlungsfelder abgeleitet und Wege zu deren Umsetzung aufgezeigt.

2.6.5 Green IT

Zugehörige Handlungsfelder:

- 2.5 Stromverbrauch in Landesliegenschaften für IT
- 3.9 Stromverbrauch in Landesliegenschaften für IT von Dataport
- 3.10 Vorketten für Stromverbrauch in Landesliegenschaften für IT

Für die Bilanzierung in der Startbilanz werden einerseits die derzeit abgelesenen Stromverbrauchsdaten in Landesliegenschaften und der von Dataport gemeldete Stromverbrauch nach den Vorgaben der Tabelle 3 für das Handlungsfeld „Stromverbrauch in Landesliegenschaften für IT“ berücksichtigt. Diese zugeordneten Stromverbrauchsdaten werden emissionsseitig unter Beachtung der Ausführungen zu Ökostrom im Kapitel 0 und mit den im Anhang aufgeführten Emissionsfaktoren für die Vorketten von Strom bewertet.

Aufbauend auf diesen Erkenntnissen der Startbilanz werden Maßnahmen zur Reduzierung der Emissionen für die Handlungsfelder abgeleitet und Wege zu deren Umsetzung aufgezeigt.

2.6.6 Nachhaltige Beschaffung

Zugehörige Handlungsfelder:

- 3.12 Beschaffung Produkte u. Dienstleistungen

Die Nachhaltige Beschaffung analysiert unter der Rubrik „Beschaffung – Produkte und Dienstleistungen“ die Emissionen in den Bereichen Einsatz von Recyclingpapier, Büroroumzüge und Postdienste.

Betrachtet werden für die Beschaffung des RC-Papiers der Einsatz und die Herstellung von TCF Papier (Frischfaserpapier aus Holz/Bäumen, welches total chlorfrei gebleicht ist) und RC-Papier (Recyclingpapier), welches mit dem „Blauen Engel“ zertifiziert ist und somit

vollständig umweltverträglich hergestellt wird und zugleich auf den Zusatz von Frischfaserpapier verzichtet.

Emissionsseitig wird der Herstellungsaufwand (Vergleich von Wasserverbrauch, Energieverbrauch und CO₂-Emissionen) sowie der Einsatz des jeweiligen Papiertyps (Anzahl) bewertet. Zum Papierverbrauch zählen die THG-Emissionen, die durch die Herstellung des verbrauchten Büropapiers entstehen. Über das umgerechnete Gewicht des Papiers werden die CO₂-Emissionen berechnet.

Ausgehend von den Werten für die Startbilanz werden neben den tatsächlichen Daten für den Einsatz von Papier für die zukünftige Entwicklung Emissionseinsparpotenziale durch Papierreduzierung und vollständigem Einsatz von RC-Papier hergeleitet.

2.7 Ökostrom

2.7.1 Status Quo - Einsatz von „Ökostrom“ in den Landesliegenschaften

Seit der Öffnung des Strommarktes hat die GMSH die Stromlieferung regelmäßig für einen Zeitraum von zwei Jahren EU-weit ausgeschrieben. Durch die Bündelung der ausgeschriebenen Verbrauchsmenge zu einem größeren Volumen konnten vergleichsweise günstige Strompreise erzielt werden.

Die Stromausschreibungen umfassten dabei alle GMSH-bewirtschafteten Liegenschaften sowie die Landes- und zivilen Bundesliegenschaften sowie einen Teil der verselbstständigten Einrichtungen des Landes (Energiebericht GMSH 2018).

Die Landesregierung hat bei den Stromausschreibungen für 2014/2015, 2016/2017 und 2018/2019 für das Zentrale Grundvermögen für Behördenunterbringung (ZGB) Ökostrom beschafft. Für den Ökostrombezug ist ein Ausschreibungsergebnis erzielt worden, das in den Jahren 2018/2019 ca. 0,06 Cent pro Kilowattstunde (netto) über dem günstigsten „Normalstromangebot“ (vorherige Ausschreibungen ca. 0,04 Cent pro Kilowattstunde) lag.

2.7.2 Bewertung des eingesetzten Stroms in der Klimabilanz

Für die Bewertung des in der Landesverwaltung eingesetzten Stroms gilt:

1. Strombeschaffung für die Landesverwaltung wird unter den derzeitigen Rahmenbedingungen grundsätzlich mit dem CO₂-Faktor des Umweltbundesamtes für den bundesweiten Strommix in Deutschland bewertet. Dies gilt auch für die Beschaffung von Ökostrom, solange kein Nachweis gemäß den Vorgaben nach Ziffer 3 für einen integrierten Zusatznutzen zur Energiewende erbracht werden kann.
2. Ergänzend und somit zur Steigerung der Vollständigkeit und Transparenz wird der in Landesliegenschaften eingesetzte Ökostrom in der Bilanz gesondert berichtet¹²⁷.
3. Die Bilanzierung von Strom aus Erneuerbaren Energien mit integriertem Zusatznutzen für die Energiewende ist unter folgenden Vorgaben emissionsseitig anrechenbar:
 - a. Auf oder gebäudenah zu Landesliegenschaften erzeugter EE-Strom.
(Hier wird die gesamte erzeugte EE-Strommenge berücksichtigt, unabhängig davon, ob sie selbst verbraucht oder ins Stromnetz eingespeist wird.)
 - b. EE-Strom aus Anlagen, in die die Landesverwaltung investiert hat.
(Dies können, müssen aber nicht Standorte auf oder gebäudenah zu Landesliegenschaften sein. Auch hier wird die gesamte erzeugte Strommenge berücksichtigt (ggf. entsprechend dem Anteil der Landesverwaltung an der Investition)).
 - c. Strom aus Erneuerbaren Energien im Sinne des EEG, für den auf einen in der Vergangenheit oder aktuell bestehenden EEG-Vergütungsanspruch verzichtet wird.

¹²⁷ Für Landesliegenschaften beschaffter Ökostrom kann dabei emissionsseitig als kompensiert berücksichtigt werden.

2.8 Kompensation von noch verbleibenden THG-Emissionen

Unter Kompensation versteht man Zahlungen zur Finanzierung von THG-Emissionen mindernden Investitionen (z.B. in Windkraftanlagen in Entwicklungsländern oder für den Moorschutz).

In der Begründung zum Entwurf des EWKG unter § 4 Absatz 1 (LT-Drs. 18/4388 vom 6.7.2016) wird darauf hingewiesen, dass andere Bundesländer gemäß ihren Klimaschutzgesetzen klimaneutrale Landesverwaltungen bereits bis 2030 oder 2040 erreichen wollen. Dabei werden allerdings die Optionen der Beschaffung von Ökostromzertifikaten bzw. von Zertifikaten zur Kompensation von Emissionen explizit einbezogen. Weiter heißt es in der Begründung:

„Das für Schleswig-Holstein vorgeschlagene Ziel ist hinsichtlich des Zeitrahmens weniger ambitioniert, soll aber vorrangig durch Energieeinsparung und Nutzung von Erneuerbaren Energien erreicht werden und nur nachrangig mit Beschaffung von Ökostromzertifikaten oder Zertifikaten zur Kompensation von Emissionen.“

Unter Berücksichtigung dieser Vorgaben im Zuge des Gesetzgebungsverfahrens gelten für die Strategie zum Klimaschutz in der Landesverwaltung bezüglich Kompensation folgende Leitlinien:

(1) Vorrang vor der Kompensation hat die THG-Minderung

Die Ziele zur Treibhausgasreduzierung in der Landesverwaltung sollen vorrangig ohne Kompensation erreicht werden.

(2) Für die Kompensation von Emissionen werden i.R. der Strategie ergänzende Maßnahmen

- a. für den Bereich „Kompensation von Veranstaltungen der Landesverwaltung“ und
- b. für den Bereich „Kompensation von Dienstreisen“ (Kompensation der nicht vermeidbaren Emissionen über Moorfuture o.ä.) vorgesehen.

Eine Kompensation der THG-Emissionen von Dienstreisen setzt zunächst ihre Erfassbarkeit voraus. Im Rahmen des IT-Verfahrens KoPers (Kooperation Personaldienste) ist angedacht, die Abrechnung von Dienstreisen zu zentralisieren und die Daten auszuwerten.

Grundsätzlich entsteht bei der Kompensation von Emissionen ein Zusatznutzen nicht nur für den Klimaschutz, sondern auch für weitere Handlungsfelder des Umwelt- und Naturschutzes.

(3) Eine Entscheidung über den Einsatz von Kompensationsmaßnahmen im Rahmen der Vorbildfunktion der Landesverwaltung SH ist noch zu treffen.

2.9 Auswahl für mögliche zukünftige Ergänzungen der Bilanzierung

2.9.1 Ernährung

Emissionen aus dem Bereich Ernährung werden bisher nicht erfasst. Gleichwohl wird der Bereich Ernährung als perspektivisch wichtig erkannt. Über Maßnahmen und entsprechende Vorbildfunktion kann die Landesverwaltung durchaus Beispiele für eine sinnvolle Umsetzung setzen.

2.9.2 Stromverbrauch für Mobiles Arbeiten

Von Mobiler Arbeit (entspricht Wohnraumarbeit) gehen unterschiedliche Einflüsse auf den Energieverbrauch und die CO₂-Emissionen der Landesverwaltung aus: Mobile Arbeit spart Fahrten zur Arbeitsstätte, kann die Einsparung von Büroflächen ermöglicht und senkt den Energieverbrauch in Landesliegenschaften. Andererseits ist zu erwarten, dass der Energieverbrauch in den Haushalten der Beschäftigten mit Mobiler Arbeit ansteigt und es wird zusätzliche IT-Ausstattung erforderlich werden (z.B. Bildschirm und Docking-Station sowie der hochwertigere Mobilcomputer für den Wohnraum).

Wie eine Aufstellung des MELUND aus November 2018 zeigt, wurden zum Erhebungszeitpunkt 5-6% der Arbeitsstunden der Beschäftigten im MELUND in Mobiler Arbeit geleistet. Der Anteil hat mit den erweiterten Möglichkeiten seit dem Jahr der Startbilanz (2015-2017) bereits zugenommen und es ist zu erwarten, dass der Anteil weiter zunehmen wird.

Es ist vor diesem Hintergrund zu prüfen, zukünftig die Verlagerung eines Teils des Stromverbrauchs in die Mobilen Arbeitsplätze der Beschäftigten mit zu bilanzieren.

2.9.3 Emissionen der Dienstreisen der Mitarbeiter

Für die zukünftige Bilanzierung der Emissionen der Dienstreisen gemäß dem Handlungsfeld 3.5 ist eine Vollerfassung der Daten anstelle der Stichprobenerhebung anzustreben.

3 Erstellung der Startbilanz der Landesverwaltung

Aufbauend auf den Annahmen und methodischen Vorgaben hinsichtlich der Startbilanz, der Definition der Systemgrenzen sowie der zugehörigen Handlungsfelder und der vorgeschlagenen Festlegung des Zielpfads für die Landesverwaltung wurde die Startbilanz erarbeitet.

Nach Auswertung der derzeit verfügbaren Daten für die quantifizierten Handlungsfelder ergeben sich für die Startbilanz Emissionen von insgesamt ca. 135 Tsd. t CO₂ (Mittelwert der Emissionen der Jahre 2015 bis 2017).

Tabelle 7: Startbilanz - Emissionen der Landesverwaltung insgesamt

Emissionen durch den Energieverbrauch für	Tsd. t CO ₂	Anteil Startbilanz
Wärme	61	45%
Strom	58	43%
Sonstige Energieträger (anteilig Mobilität und Beschaffung)	16	12%
Gesamtsumme – Startbilanz	135	100%

Eine Differenzierung dieser Emissionen auf Basis der Anwendungsbereiche lautet gem. den nachfolgenden Tabellen¹²⁸ wie folgt:

Tabelle 8: Emissionen für den Bereich „Wärme“

Nr.	Handlungsfeld	Tsd. t CO ₂	Anteil Startbilanz
1.1	Wärmeverbrauch von Heizöl u. Gas in Landesliegenschaften* ¹	18	13%
2.1	Heizstrom für Wärmebezug in Landesliegenschaften* ¹	0	0%* ²
2.3	Nah-/Fernwärmebezug in Landesliegenschaften* ¹	34	25%
3.1	Vorketten für Wärmebezug für Landesliegenschaften	9	7%
	Summe Emissionen Wärme	61	45%

*1: Werte der GMSH

*2: Mittlerer Heizstrom ca. 0,25 Tsd. t CO₂ bzw. 0,2% der gesamten Startbilanz

Tabelle 9: Emissionen für den Bereich „Strom“

Nr.	Handlungsfeld	Tsd. t CO ₂	Anteil Startbilanz
2.2	Stromverbrauch in Landesliegenschaften ohne IT* ¹	21	16%
2.5	Stromverbrauch in Landesliegenschaften für IT* ¹	28	21%
3.9	Stromverbrauch in Landesliegenschaften für IT von Dataport	2	1%
3.2	Vorketten für Stromverbrauch in Landesliegenschaften ohne IT	3	2%
3.10	Vorketten für Stromverbrauch in Landesliegenschaften für IT	3	3%
2.4	Strombezug für dienstliche Fahrten (Nutzung Elektromobilität)	0	0%
3.8	Vorketten für Nutzung der Elektromobilität	0	0%
	Summe Emissionen Strom	58	43%

¹²⁸ Gerundete Werte

*1: Aufteilung des Summenwerts des Energieberichts der GMSH

Tabelle 10: Emissionen für den Bereich „Sonstige Energieträger“

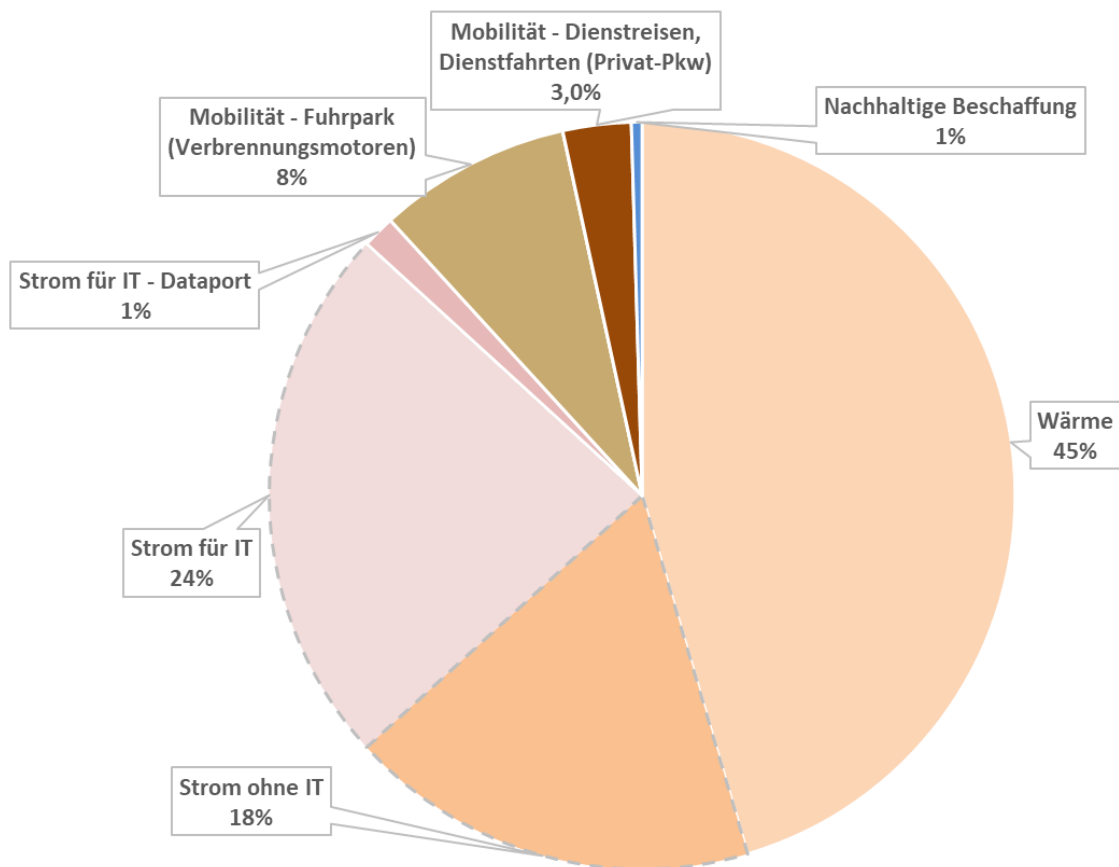
Nr.	Handlungsfeld	Tsd. t CO ₂	Anteil Startbilanz
1.2	Fuhrpark Landesverwaltung (Verbrennungsmotoren)	10	7%
3.5	Dienstfahrten, Dienstreisen der Mitarbeiter	4	3%
3.6	Mehremissionen Beschaffung E-Kfz	0	0%
3.12	Beschaffung Produkte u. Dienstleistungen	1	1%
3.7	Vorketten für eigenen Fuhrpark	1	1%
	Summe Emissionen Sonstige Energieträger	16	12%

Eine Verteilung der Emissionen dieses Entwurfs für die Startbilanz nach den Handlungsfeldern ist in der Abbildung 5 dargestellt. Diese Verteilung zeigt, dass der Energieverbrauch in Landesliegenschaften für Wärme 45 %, Strom ohne IT 18 % und Strom für IT (inkl. Dataport) 25 % und somit in Summe 88 % umfasst. Weitere Anwendungsbereiche der Startbilanz sind die Mobilität mit insgesamt 11 % sowie die Nachhaltige Beschaffung mit 1 %.

Differenziert nach den Teilstrategien hat die Einzelstrategie Bauen und Bewirtschaftung den mit Abstand größten Anteil mit 63 %. Green IT folgt danach mit 25 %. Klimaverträgliche Mobilität der Landesbediensteten und Nachhaltige Beschaffung verfügen an der Startbilanz über die Anteile 11% und 1%.

Differenzierte Beiträge der einzelnen Handlungsfelder sind auch in der Tabelle 4 aufgelistet. Dabei ist ersichtlich, dass im Handlungsfeld „Dienstfahrten, Dienstreisen der Mitarbeiter“ im Hinblick auf verfügbare Daten wegen der ausgewählten Stichprobe (Abfrage von 3 Ressorts) die größten Unsicherheiten bestehen. Werte sind aus diesem Grund in der nachfolgenden Tabelle nur auf Basis der Hochrechnung auf die Landesverwaltung ausgewiesen.

Abbildung 5: Startbilanz – Verteilung der Emissionen der Landesverwaltung



Anhang 1: Startbilanz, Seite - 31 -

Tabelle 11: Startbilanz (Mittelwert 2015 bis 2017)

Scope 1 Kategorie		Teilstrategie	Handlungsfeld	Startbilanz vorhandene Daten	Anteil ohne Hochrechnung	Startbilanz mit Hochrechnung	Anteil mit Hochrechnung
				in tsd. Tonnen CO ₂		in tsd. Tonnen CO ₂	
1.1	Direkte Emissionen	Bauen und Bewirtschaftung	Wärmeverbrauch von Heizöl u. Gas in Landesliegenschaften	18	14%	18	13%
1.2	Direkte Emissionen	Klimaverträgliche Mobilität	Fuhrpark Landesverwaltung (Verbrennungsmotoren)	10	8%	10	7%
Scope 2 Kategorie							
2.1	Indirekte Emissionen	Bauen und Bewirtschaftung	Heizstrom für Wärmebezug in Landesliegenschaften	0,25	0,2%	0,25	0,2%
2.2	Indirekte Emissionen	Bauen und Bewirtschaftung	Stromverbrauch in Landesliegenschaften ohne IT	21	16%	21	16%
2.3	Indirekte Emissionen	Bauen und Bewirtschaftung	Nah-/Fernwärmebezug in Landesliegenschaften	34	26%	34	25%
2.4	Indirekte Emissionen	Klimaverträgliche Mobilität	Strombezug für dienstliche Fahrten (Nutzung Elektromobilität)	0	0%	0	0%
2.5	Indirekte Emissionen	Green IT	Stromverbrauch in Landesliegenschaften für IT	28	22%	28	21%
Scope 3 Kategorie							
3.1	Indirekte Emissionen	Bauen und Bewirtschaftung	Vorketten für Wärmebezug für Landesliegenschaften (zu 1.1, 2.1 u. 2.3)	9	7%	9	7%
3.2	Indirekte Emissionen	Bauen und Bewirtschaftung	Vorketten für Stromverbrauch in Landesliegenschaften ohne IT (zu 2.2)	3	2%	3	2%
3.5	Indirekte Emissionen	Klimaverträgliche Mobilität	Dienstfahrten, Dienstreisen der Mitarbeiter (Bahn, Flug, Privat-Pkw)	0	0%	4	3%
3.6	Indirekte Emissionen	Nachhaltige Beschaffung	Mehremissionen Beschaffung von Fahrzeugen für die Elektromobilität	0	0%	0	0%
3.7	Indirekte Emissionen	Klimaverträgliche Mobilität	Vorketten für eigenen Fuhrpark (zu 1.2)	1	1%	1	1%
3.8	Indirekte Emissionen	Klimaverträgliche Mobilität	Vorketten für Nutzung der Elektromobilität (zu 2.4)	0	0%	0	0%
3.9	Indirekte Emissionen	Green IT	Stromverbrauch in Landesliegenschaften für IT von Dataport	2	2%	2	1%
3.10	Indirekte Emissionen	Green IT	Vorketten für Stromverbrauch in Landesliegenschaften für IT (zu 2.5 u. 3.9)	3	2%	3	2%
3.12	Indirekte Emissionen	Nachhaltige Beschaffung	Beschaffung Produkte u. Dienstleistungen	1	1%	1	1%
Zwischensumme der Teilstrategie Bauen & Bewirtschaftung				85	65%	85	63%
Zwischensumme der Teilstrategie Green IT				34	26%	34	25%
Zwischensumme der Teilstrategie Klimaverträgliche Mobilität				11	9%	15	11%
Zwischensumme der Teilstrategie Nachhaltige Beschaffung				1	1%	1	1%
Summe				131	100%	135	100%

4 Anhang

4.1 Emissionsfaktoren

Tabelle 12: Emissionsfaktoren fossiler Energieträger 2015 bis 2017¹²⁹

Energieträger	Emissionsfaktor ohne Vorketten	Emissionsfaktor mit Vorketten	Prozentualer Aufschlag zur Berücksichtigung der Vorketten
	in g CO ₂ -Äq./ kWh		
Erdgas	201,9	246,8	22%
Heizöl	267,1	317,9	19%
Fernwärme ¹	232,0	269,9	16%
Strom* ²	508,7	564,6	11%
Dieselmkraftstoff	266,4	301,3	13 %
Rohbenzin/Kerosin/ Bootstreibstoff	263,9	298,5	13 %

*1: Emissionsfaktor ohne Vorketten entspricht SH-Fernwärme-Mix gemäß Energiebericht (GMSH 2017),

*2: Mittelwert der Emissionsfaktoren 2015 bis 2017

Tabelle 13: Entwicklung der Emissionsfaktoren aus fossilen Energieträgern

	Wärme				Strom ^{3,4}
	Heizöl ¹	Gas ¹	Fernwärme ^{1,2}	Heizstrom ^{3,4}	
	in g CO ₂ -Äq./ kWh				
1990	267,1	201,9	250	764	764
1991	267,1	201,9	250	764	764
1992	267,1	201,9	260	730	730
1993	267,1	201,9	260	726	726
1994	267,1	201,9	260	722	722
1995	267,1	201,9	260	713	713
1996	267,1	201,9	244	685	685
1997	267,1	201,9	244	669	669
	Wärme				Strom ^{3,4}
	Heizöl ¹	Gas ¹	Fernwärme ^{1,2}	Heizstrom ^{3,4}	

¹²⁹ UBA (2016, 2018)

Anhang 1: Startbilanz, Seite - 33 -

	in g CO ₂ -Äq./ kWh				
1998	267,1	201,9	244	671	671
1999	267,1	201,9	244	647	647
2000	267,1	201,9	244	644	644
2001	267,1	201,9	244	659	659
2002	267,1	201,9	244	654	654
2003	267,1	201,9	244	635	635
2004	267,1	201,9	243	615	615
2005	267,1	201,9	243	611	611
2006	267,1	201,9	233	604	604
2007	267,1	201,9	233	623	623
2008	267,1	201,9	232	584	584
2009	267,1	201,9	232	569	569
2010	267,1	201,9	232	559	559
2011	267,1	201,9	232	569	569
2012	267,1	201,9	232	574	574
2013	267,1	201,9	232	573	573
2014	267,1	201,9	232	559	559
2015	267,1	201,9	232	528	528
2016	267,1	201,9	232	516	516
2017	267,1	201,9	232	482	482
2018	267,1	201,9	232	447	447
2019	267,1	201,9	203	413	413
2020	267,1	201,9	203	378	378
2021	267,1	201,9	203	366	366
2022	267,1	201,9	203	354	354
2023	267,1	201,9	203	342	342
2024	267,1	201,9	203	330	330
2025	267,1	201,9	203	319	319
2026	267,1	201,9	203	307	307
	Wärme				Strom ^{3,4}
	Heizöl ¹	Gas ¹	Fernwärme ^{1,2}	Heizstrom ^{3,4}	
	in g CO ₂ -Äq./ kWh				

Anhang 1: Startbilanz, Seite - 34 -

2027	267,1	201,9	203	295	295
2028	267,1	201,9	203	283	283
2029	267,1	201,9	203	271	271
2030	267,1	201,9	203	259	259
2031	267,1	201,9	203	247	247
2032	267,1	201,9	203	235	235
2033	267,1	201,9	203	223	223
2034	267,1	201,9	203	211	211
2035	267,1	201,9	203	200	200
2036	267,1	201,9	203	188	188
2037	267,1	201,9	203	176	176
2038	267,1	201,9	203	164	164
2039	267,1	201,9	203	152	152
2040	267,1	201,9	203	140	140
2041	267,1	201,9	203	128	128
2042	267,1	201,9	203	116	116
2043	267,1	201,9	203	104	104
2044	267,1	201,9	203	92	92
2045	267,1	201,9	203	81	81
2046	267,1	201,9	203	69	69
2047	267,1	201,9	203	57	57
2048	267,1	201,9	203	45	45
2049	267,1	201,9	203	33	33
2050	267,1	201,9	203	21	21

1: Emissionsfaktoren für fossile Energieträger Öl, Gas und Fernwärme sind im Zeitraum 2018 bis 2050 abhängig vom Grad der Dekarbonisierung zu bereinigen

2: Emissionsfaktor Fernwärme 1990 bis 2016 nach EWKB 2018

3: Emissionsfaktor Strom 1990 bis 2016 nach EWKB 2018, Generalfaktor

4: Emissionsfaktor Strom 2017 bis 2050 nach INAS 2018, ÖKO ISI 2015

4.2 Systemgrenze für die Bilanzierung der Landesverwaltung

- **Oberste Landesbehörden** (gem. § 5 Abs. 1 Landesverwaltungsgesetz (LVwG))
 - Landtag
 - Ministerpräsident / Staatskanzlei (MP / StK)
 - Ministerium für Justiz, Europa, Verbraucherschutz und Gleichstellung (MJEVG)
 - Ministerium für Bildung, Wissenschaft und Kultur (MBWK)
 - Ministerium für Inneres, ländliche Räume und Integration (MILI)
 - Ministerium für Energiewende, Landwirtschaft, Umwelt, Natur und Digitalisierung (MELUND)
 - Finanzministerium (FM)
 - Ministerium für Wirtschaft, Verkehr, Arbeit, Technologie und Tourismus (MWVATT)
 - Ministerium für Soziales, Gesundheit, Jugend, Familie und Senioren (MSGJFS)
 - Landesrechnungshof
- **Zugeordnete Ämter** (gem. § 5 Abs. 2 LVwG)
 - Landespolizeiamt (MILI)
 - Landeskriminalamt (MILI)
 - Landesfeuerweherschule (MILI)
 - Amt für Planfeststellung Energie (MELUND)
 - Amt für Bundesbau (FM)
 - Amt für Informationstechnik (FM)
 - Landeskasse (FM)
- **Gerichte und Staatsanwaltschaften**
 - Oberlandesgericht (MJEVG)
 - Generalstaatsanwaltschaft bei dem Schl.-H. Oberlandesgericht (MJEVG)
 - Landessozialgericht (MJEVG)
 - Landesarbeitsgericht (MJEVG)
 - Finanzgericht (MJEVG)
 - Obergerverwaltungsgericht (MJEVG)
 - Landgerichte (MJEVG)
 - Staatsanwaltschaften bei den Landgerichten (MJEVG)
 - Amtsgerichte (MJEVG)
 - Sozialgerichte (MJEVG)
 - Arbeitsgerichte (MJEVG)
 - Verwaltungsgericht (MJEVG)

- **Landesoberbehörden** (gem. § 6 LVwG)
 - Archäologisches Landesamt (MBWK)
 - Landesamt für Denkmalpflege (MBWK)
 - Landesarchiv (MBWK)
 - Landesbibliothek (MBWK)
 - Landesamt für Vermessung und Geoinformation SH (MILI)
 - Landesamt für Ausländerangelegenheiten (MILI)
 - Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume (MELUND)
 - Landesbetrieb Landeslabor Schleswig-Holstein (MELUND)
 - Landesbetrieb für Küstenschutz, Nationalpark und Meeresschutz Schleswig-Holstein – LKN SH (MELUND)
 - Dienstleistungszentrum Personal (FM, vormals StK)
 - Landesbetrieb Straßenbau und Verkehr Schleswig-Holstein – LBV SH (MWVATT)
 - Landesamt für soziale Dienste (MSGJFS)
- **Aus der Gruppe der untere Landesbehörden** (gem. § 7 LVwG)
 - Justizvollzugsanstalten (MJEVG)
 - Jugendanstalt (MJEVG)
 - Jugendarrestanstalt (MJEVG)
 - Polizeidirektionen (MILI)
 - Finanzämter (FM)
- **Aus der Gruppe der mittelbaren Landesverwaltung**
 - Christian-Albrechts-Universität zu Kiel (CAU)
 - Universität zu Lübeck
 - Europa Universität Flensburg
 - Musikhochschule Lübeck
 - Muthesius Kunsthochschule
 - Fachhochschule Flensburg
 - Fachhochschule Kiel
 - Technische Hochschule Lübeck
 - Fachhochschule Westküste
 - Stiftung Schleswig-Holsteinische Landesmuseen
- **Sonstige**
 - Statistisches Amt f. HH und SH (Standort Kiel)
 - Gebäudemanagement Schleswig-Holstein

Literaturverzeichnis

- (Agora Verkehrswende 2019) Klimabilanz von Elektroautos - Einflussfaktoren und Verbesserungspotenzial
https://www.agora-verkehrswende.de/fileadmin/Projekte/2018/Klimabilanz_von_Elektroautos/Agora-Verkehrswende_22_Klimabilanz-von-Elektroautos_WEB.pdf (20.05.2019)
- (Drs. 19/1136) Personalstruktur- und Personalmanagementbericht 2018 des Landes Schleswig-Holstein (Berichtsjahr 2017), Bericht der Landesregierung (Drucksache 19/1136), Schleswig-Holsteinischer Landtag, Kiel,
<http://www.landtag.ltsh.de/infothek/wahl19/drucks/01100/drucksache-19-01136.pdf> (05.02.2019)
- (Energiebericht 2018) Energiebericht 2017 für die landgenutzten Liegenschaften
in Schleswig-Holstein, Gebäudemanagement Schleswig-Holstein AÖR (GMSH), Kiel, 2018
https://www.gmsh.de/fileadmin/kundendaten/07_Service/Publicationen/Gescheftsgebiete/GMSH_Energiebericht_2017.pdf (20.02.19)
- (EWKG 2017) Gesetz zur Energiewende und zum Klimaschutz in Schleswig-Holstein (Energiewende- und Klimaschutzgesetz Schleswig-Holstein - EWKG), veröffentlicht am 7. März 2017, GVOBl. 2017, 124
http://www.gesetze-rechtsprechung.sh.juris.de/jportal/portal/t/1112/page/bssshoprod.psml/screen/JWPDFScreen/filename/EWKSG_SH.pdf (05.02.2019)
- (GHG Protocol 2015) The Greenhouse Gas Protocol - A Corporate Accounting and Reporting Standard, World Business Council For Sustainable Development (WBCSD) and World Resources Institute (WRI), Genf, 2015
<https://ghgprotocol.org/sites/default/files/standards/ghg-protocol-revised.pdf> (05.02.2019)
- (INAS 2018) Der nichterneuerbare kumulierte Energieverbrauch und THG-Emissionen des deutschen Strom-mix im Jahr 2017 sowie Ausblicke auf 2020 bis 2050, Internationales Institut für Nachhaltigkeitsanalysen und -strategien GmbH, Bericht für die HEA - Fachgemeinschaft für effiziente Energieanwendung e.V., Darmstadt, 2018
http://iinas.org/tl_files/iinas/downloads/GEMIS/2018_KEV_THG_Strom-2016_2020-2050.pdf (05.02.2019)

- (Ökobilanz 2018) Ökobilanz gängiger Antriebstechniken, Studie im Auftrag des Allgemeinen Deutschen Automobil Club, München, 2018

<https://www.adac.de/infotestrat/umwelt-und-innovation/abgas/oekobilanz/default.aspx> (05.02.2019)
- (ÖKO & ISI 2015) Klimaschutzszenario 2050, Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit, Öko-Institut e.V. und Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung ISI, Berlin, 2015,

<https://www.oeko.de/oekodoc/2451/2015-608-de.pdf> (05.02.2019)
- (UBA 2016) CO₂-Emissionsfaktoren für fossile Brennstoffe, Umweltbundesamt, Climate Change 27/2016, Dessau-Roßlau,

https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1968/publikationen/co2-emissionsfaktoren_fur_fossile_brennstoffe_korrektur.pdf
(05.02.2019)
- (UBA 2018) Emissionsbilanz erneuerbarer Energieträger - Bestimmung der vermiedenen Emissionen im Jahr 2017, Umweltbundesamt, Climate Change 23/2018, Dessau-Roßlau,

https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/2018-10-22_climate-change_23-2018_emissionsbilanz_erneuerbarer_energien_2017_fin.pdf
(05.02.2019)

H.2 Anhang 2: Grundlagenerläuterungen

Qualifizierte tabellarische Übersicht über die Handlungsempfehlungen

Hier aktuell einfügen:

Ausschnitt aus der Excel-Tabelle „Handlungsempfehlungen“

1	Datum: 19.11.2019				Datei: 2019-11-18_Gliederung Teilstrategie Bauen und Bewirtschaften.docx													
2	Handlungsempfehlungen:																	
3	Abschnitt	Bereich	Fokusthema	Laufende Nummer	Empfehlung	Big Point	Pressetauglich	Steckbriefe	Beispiel	zeitliche Priorisierung			Emissionsreduktionspotenzial	möglichen Kostenauswirkungen		möglicher Verwaltungsaufw		
4										Start	Dauer	Termin		Investition	laufende Kosten	Initial	lauf	
5	0.1.1	Voraussetzungen	Vorgaben und Weisungen	0.1.1.1	Neues strategisches Paradigma für Landesgebäude													
6	0.1.1	Voraussetzungen	Vorgaben und Weisungen		Konsumtive Haushaltsführung und Einführung eines CO2-Preises – Änderung LHO und HB-Bau)	x	x	bedarf Steckbriefe und CO2-Vermeidungskosten (Refinanzierung BU-Kosten)	Klimaschutz finanziert sich von selbst	sofort	dauerhaft	31.12.2020	sehr hoch					
7	0.1.1	Voraussetzungen	Vorgaben und Weisungen		Mit den EVU (insbesondere Fernwärmenetzbetreiber) in den Dialog gehen	x							sehr hoch					
8	0.1.1	Voraussetzungen	Vorgaben und Weisungen		Anpassung des EWKG	x		Erkenntnisse zum Energieniveau aus Steckbriefen					hoch					
9	0.1.1	Voraussetzungen	Vorgaben und Weisungen		Denkmalschutz	x		Maßnahmenkoppelung aus Steckbriefen					hoch					
10	0.1.1	Voraussetzungen	Vorgaben und Weisungen		Landesbauordnung								mittel					
11	0.1.1	Voraussetzungen	Vorgaben und Weisungen		Mitwirkung an klimaschützenden Aspekten in der Bundesgesetzgebung								gering					
12	0.1.1	Voraussetzungen	Vorgaben und Weisungen		HB-Bau und Bewirtschaftungskatalog anpassen: Suffizienz erhöhen	x	x	Ogt. Pilotprojekt CAU zum Überprüfen Gebäudenutzung in Mieter-Vermieter-Verhältnis (anderen Ausdruck suchen) - PRESSETAUGLICH	10 % Flächeneinsparung machen!				sehr hoch					
13	0.1.1	Voraussetzungen	Vorgaben und Weisungen		Setzung von Landesstandards, Aufstellen eines „Handbuchs für den klimaschonenden Betrieb von Landesgebäuden“								hoch					
14	0.1.2	Voraussetzungen	Prozesse und Werkzeuge		Paradigmenwechsel in Umgang mit dem Gebäudebestand	x		Koppelungsprinzip und hohe Priorität für Klimaschutz					sehr hoch					
15	0.1.2	Voraussetzungen	Prozesse und Werkzeuge		Durchführung von Wettbewerb/Variantenuntersuchungen	x							hoch					
16	0.1.2	Voraussetzungen	Prozesse und Werkzeuge / Wissens- und Datenmanagement		Datenbankbasiertes Arbeiten	x		Steckbrief ist Datenbank					hoch					
17																		

Bzw. Hinweis auf Dokument / Link.

1.1 Erläuterung Eingrenzung betrachteter Gebäudebestand

Gemäß §4 des EWKG sollen Maßnahmen zur Verfolgung der Klimaschutzziele innerhalb der Betrachtungsraums der Landesliegenschaften des Landes Schleswig-Holstein gesetzt werden. Nach §2 des EWKG sind Landesliegenschaften, Liegenschaften die im Eigentum des Landes stehen oder im Auftrag des Landes bewirtschaftet werden.

Folgende Festlegungen werden als ergänzende Absteckung des Betrachtungsraumes herangezogen:

1. Es werden alle landesgenutzten Liegenschaften gem. Anwendungserlass zu §4 EWKG betrachtet, die sich im Eigentum des Landes befinden oder in denen das Land überwiegend die Bauvorhaben finanziert.
2. Drittanmietungen für Landesbehörden werden in die Betrachtung mit einbezogen. So wird die „gesamte Behördenunterbringung“ inkl. der Anmietungen mit betrachtet.
3. Liegenschaften, die Eigentum des Nutzers (z.B. Stiftung Landesmuseen) sind, werden grundsätzlich mit betrachtet – allerdings liegen hier derzeit keine aktuellen Daten vor
4. Innerhalb der Liegenschaften, wird die Betrachtung auf Gebäude mit einer beheizten Nutzfläche eingeschränkt. Gebäude zur reinen Unterbringung von technischen Anlagen sowie reine technische Betriebsgebäude werden ausgeschlossen.
5. Durch Dritte genutzte Liegenschaften oder Liegenschaftsteile von landeseigenen Gebäuden werden von der Betrachtung ausgeschlossen. Vermietungen werden prinzipiell nicht betrachtet. Ausnahmen bilden Vermietungen, die dem Betrieb der Landesverwaltung zugeordnet werden können wie beispielsweise Kantinen, die verpachtet sind.

Im Unterschied zur Startbilanz, in der Oberste Landesbehörden, Zugeordnete Ämter, Gerichte und Staatsanwaltschaften, Landesoberbehörden, Bereiche der Gruppe der unteren Landesbehörden sowie Bereiche aus der Gruppe der mittelbaren Landesverwaltung sowie sonstige Gebäude wie das Statistische Amt f. HH und SH sowie die Liegenschaften des Gebäudemanagement Schleswig-Holstein eingeschlossen sind, werden durch dritte genutzte Liegenschaften sowie reine Gebäude mit technischen Anlagen aus der Bilanz ausgeschlossen.

1.2 Datengrundlage und Begriffsdefinitionen

Die Auswertung der Energiedaten des Portfolios erfolgt auf Gebäudeebene. Die ursprüngliche Struktur in der EMIS-Datenbank ist liegenschaftsbezogen wobei eine Differenzierung nach Gebäuden zunehmend in den letzten Jahren entstand und aktuell noch nicht komplett abgeschlossen ist (u.a. auch aufgrund fehlender Zähleinrichtungen oder nicht ohne weiteres auflösbarer Typologien). Vorteil der Auswertung auf Gebäudeebenen gegenüber der Auswertung auf Liegenschaftsebene (Startbilanz), ist die genauere Differenzierung nach Nutzung und Möglichkeit der genaueren Zuordnung zum BWZK und damit zu Sollwerten nach der EnEV- was eine erste Bewertung des energetischen Zustands der Gebäude ermöglicht.

Grundlage der Auswertung bilden die Verbrauchsdaten aus der EMIS- Datenbank der GMSH. Neben den Verbrauchswerten für Wärme und Strom werden die Wärmebezugsflächen „NGFe“ herangezogen. Die Bilanzierung erfolgt auf Basis eines Kalenderjahres wobei alle Liegenschaften des Jahres einbezogen werden, unabhängig davon ob sie aktiv genutzt, als Leerstand ungenutzt vorliegen, im selben Jahr aufgegeben wurden oder im selben Jahr neu hinzugekommen sind.

Zur Darstellung spezifischer Verbrauchswerte, wird die Wärmebezugsfläche NGFe herangezogen, welche für die Erstellung der Energieverbrauchsangabe in der EMIS- Datenbank vorliegt. Diese GMSH intern definierte Fläche unterscheidet sich von der Netto Grundfläche NGF insofern, dass sie nur beheizte Flächen einschließt und sie beispielsweise keine Garagenflächen einbezieht. Berechnet wird sie als Differenz zwischen der NGF und der NF 7.4 (Fahrzeugabstellflächen). Vereinfachend wird sie in der Bilanz mit der Energiebezugsfläche nach EnEV gleichgesetzt, da man sie ehestens mit ihr vergleichen kann.

Die Wärmeverbrauchsdaten in EMIS stellen die jährlichen in einem Kalenderjahr anfallende Wärmemenge für Gebäudebeheizung einschließlich Trinkwarmwasserbereitung (falls thermisch erzeugt) und Prozesswärme dar. Für einen Teil der Gebäude (rund acht Prozent) liegen neben dem Gesamt- Wärmeverbrauch auch Jahresdaten für Prozesswärme (Wirtschaftswärme) vor, welche aus den Betrachtungen zum Wärmeverbrauch für Heizung und Trinkwarmwasser herausgerechnet werden.

Die gemessene Brennstoffmenge und Wärmemengen werden dabei mit Endenergie gleichgesetzt.

Bei fernwärmeversorgten Gebäuden wo die Verbrauchserfassung im Normalfall über Wärmemengenzähler an der Wärmeübergabestation erfolgt und bei Dampfnetzen wo die Wärmemenge über Warmwasserzähler oder Dampfmengezhähler erfasst wird, stellen die Verbrauchswerte Erzeugernutzwärme dar (Speicher- und Verteilverluste innerhalb der Liegenschaft oder des Gebäudes sind enthalten, Erzeugungsverluste nicht), können vereinfachend mit der Endenergie gleichgesetzt werden.

Bei Nahwärmenetzen auf Liegenschaftsebene und bei gebäudezentraler Versorgung über Erdgas- oder Heizöl- versorgten Erzeugern, werden in der Regel die verbrauchten Brennstoffmengen unter Verwendung des jeweiligen Heizwertes H_i (unterer Heizwert) in einen jährlichen Energieverbrauch umgerechnet. Die Wärmeverbrauchsmengen stellen in diesem Fall Endenergiemengen dar. Vereinfachend werden auch Wärmemengenzähler- Ablesungen nach dem Erzeuger mit Endenergie gleichgesetzt und auf die Umrechnung in Erzeugernutzwärme über Anlagenaufwandszahlen vernachlässigt.

Die Eingangsgröße bei der Auswertung des Portfolios stellt somit die Endenergie dar wobei im Status quo eine Gleichsetzung mit der Erzeugernutzwärme (Abgenommene Wärme) erfolgt. Auf Basis der Abgenommenen Wärme wird

der Ersatz von Wärmeerzeuger in den Entwicklungsszenarien berechnet wobei die daraus abgeleitete Endenergiemenge mit zugehörigen CO₂-Äquivalenten die Grundlage der Treibhausgasemissions- Bilanz bilden.

Die Stromverbrauchsdaten setzen sich gleich der Wärmeverbrauchsdaten aus den Zählerablesungen eines Kalenderjahres zusammen. In Gebäuden mit dezentraler elektrischer Trinkwarmwasserbereitung schließt der Stromverbrauch auch den Anteil der Warmwasserbereitung mit ein.

Gebäude für welche im auszuwertenden Kalenderjahr keine vollständigen Verbrauchszahlen vorliegen (bspw. letzte Zählerablesung vor dem Jahresende, letzte Rechnung endet vor dem Jahresende, unterjährige An-/Abmietungen oder Neubauten), werden in EMIS automatisiert für das vollständige Kalenderjahr hochgerechnet. Bei der Auswertung wird keine Unterscheidung zwischen reinen Verbrauchs-Messwerten und hochgerechneten Verbrauchswerten gemacht.

Bei großen Liegenschaften mit vielen Gebäuden (z.B. Christian-Albrechts-Universität Kiel) werden alle nicht gemessenen Teilverbräuche, Verluste und Messungenauigkeiten der Unterzähler durch ein sog. „Pseudogebäude“ erfasst, damit die Summe der Verbräuche aller Gebäude in der Liegenschaft der Gesamtmenge, die am Hauptzähler gemessen wird, übereinstimmt. Leerstände werden nicht gesondert rechnerisch berücksichtigt oder ausgewiesen. In allen Liegenschaften kann es temporäre oder in Teilflächen Leerstände geben, wodurch sich ggf. ein verringerter Verbrauch (insbes. bei Strom) ergibt.

1.3 Erläuterung Witterungsbereinigung der Heizwärmeverbräuche

Für die Wärmeverbrauchsdaten wird eine Witterungsbereinigung durchgeführt. Dies erlaubt es außentemperaturbedingte Einflüsse auszuklammern und eine Vergleichbarkeit der Heizenergieverbrauchswerte unabhängig vom Jahr und vom Gebäudestandort herzustellen.

Die Witterungsbereinigung erfolgt anhand von Gradtagen. Dazu wird jede Liegenschaft einer Wetterstation in Schleswig-Holstein zugeordnet. Für diese Wetterstationen werden anhand der Tagesmitteltemperaturen für jeden Monat die Gradtage ermittelt (Differenz zwischen täglicher Tagesmitteltemperatur und 20 Grad sofern die Tagesmitteltemperatur unter 15 Grad (Heizgrenze) liegt.) Die Tagesmitteltemperaturen werden monatlich vom DWD bereitgestellt. Der Wärmeverbrauch wird anhand der bundesweit festgelegten Normgradtagszahl von 3883 Gradtagen (langjähriger Mittelwert Würzburg) umgerechnet. Beim Stromverbrauch ist keine derartige Bereinigung erforderlich (Ausnahme Elektroheizung).

1.4 Mittelwertbildung für die Verbrauchsdaten Wärme und Strom

Um jährliche Schwankungen des Verbrauchs auszuklammern, die aus Einflüssen der Nutzung und geänderter technischer Ausstattung entstehen, wird der Mittelwert der jeweils drei aufeinanderfolgenden Kalenderjahre (2015-2016-2017) analog der Vorgaben der Bekanntmachung zur Energieverbrauchserfassung gebildet. Vor der Mittelwertbildung wird ein Plausibilitätscheck der Daten durchgeführt, bei dem diese miteinander abgeglichen werden. Messfehler sind weitestgehend ausgeschlossen bzw. werden in EMIS bereinigt. Da es aber immer wieder spezifische Besonderheiten in einzelnen Liegenschaften/ Jahren (z.B. Leerstände, Trockenheizen, Baumaßnahmen, Nutzungsänderungen, Defekte Unterzähler, Nutzung besonderer technischer Anlagen, etc.) gibt, werden nicht repräsentative Werte und Ausreißer von der Mittelwertbildung ausgenommen.: liegt ein Jahreswert vor, der weniger als halb so hoch oder mehr als doppelt so hoch ist als einer der beiden anderen Jahreswerte, so wird der Datensatz in Folge von der arithmetischen Mittelwertbildung ausgeschlossen. Falls bspw. für ein Gebäude ein Stromverbrauchswert ausgeschlossen wird, so werden die beiden anderen Verbrauchswerte für die Mittelwert herangezogen. Für den Bereich Wärme gehen wiederum alle drei Kalenderjahre in den Plausibilitätsprüfung ein. Zum kompletten Ausschluss eines Gebäudes führt das Fehlen von Wärme- und Strom- Verbrauchsdaten. Die ermittelten Wärmeverbrauchskennwerte und Stromverbrauchskennwerte werden als Grundlage für nachfolgenden Auswertungen herangezogen.

1.5 Vergleich der Verbrauchskennwerte mit Vergleichswerten

Für jedes Gebäude liegt in der GMSH Datenbank eine vierstellige BWZ- Nummer aus dem Bauwerkszuordnungskatalog (BWZK) der Arbeitsgemeinschaft der für Städtebau, Bau- und Wohnungswesen zuständigen Minister und Senatoren der Länder (ARGEBAU) vor, welche eine Kategorisierung nach der Gebäudenutzung vorsieht. Das Verzeichnis gliedert sich in Haupt- und Untergruppen wobei die Hauptgruppen als übergeordnete und untergeordnete Gruppierungen in der Detailbetrachtung nach Nutzungsarten gebündelt bei der Auswertung der Verbrauchsdaten herangezogen werden. Dabei findet die Zuordnung nach altem Stand BWZ (1991) Verwendung. In der nachstehenden Tabelle sind die übergeordneten Nutzungsgruppen dargestellt:

Tabelle XX: Übersicht zur Einteilung nach Bauwerkszuordnungskatalog, Stand vor der Umschlüsselung von 2011

1000	Parlaments-, Gerichts-, Verwaltungsgebäude
2000	Gebäude für wissenschaftliche Lehre und Forschung
3000	Gebäude des Gesundheitswesens
4000	Schulen
5000	Sportbauten
6000	Wohnbauten Gemeinschaftsstätten
7000	Gebäude für Produktion, Verteilung, Wartung und Lagerung
8000	Bauwerke für technische Zwecke
9000	Gebäude anderer Art

Als Vergleichsgrößen bzw. Zielwerte werden die in der Bekanntmachung 130 des BMWI und BMU von April 2015 veröffentlichten Energieverbrauchswerte und Vergleichswerte im Nichtwohngebäudebestand verwendet.

Die Vergleichswerte für Wärme sind gemäß Bekanntmachung als Endenergie für Heizung und Warmwasser definiert. Als Endenergieverbrauch für Strom wird der gesamte Energieverbrauch für die Stromversorgung eines Gebäudes verstanden, der sich sowohl aus dem Anteil für den Gebäudebetrieb (für Beleuchtung, Lüftung/Klima, Elektrowärme, elektrischer Warmwasserbereitung) sowie aus Anteilen für Arbeitshilfen, diverse Technik (z.B. Aufzüge, Rolltreppen, Hilfsaggregate) und zentrale Dienste (z.B. zentrale EDV-Anlagen, Telefonzentralen) etc. zusammensetzen.

In der Regel wird die Hauptnutzung (der größte Anteil der Energiebezugsfläche) für die Zuordnung im BWZK herangezogen. Auf die Unterscheidung verschiedener Bauzeitaltern innerhalb einer BWZ Gruppe sowie eventueller bereits erfolgter Sanierungsmaßnahmen von Gebäuden, wird im Rahmen der Auswertung verzichtet.

1.6 Erläuterung BWZK-bewerteter EWKG-Zielwerte (für Wärme, ggf. daraus abgeleitet)

¹³⁰ Bekanntmachung der Regeln für Energieverbrauchswerte und Vergleichswerte im Nichtwohngebäudebestand, 07. April 2015. Gemeinsame Bekanntmachung des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie und des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit

Vorschlag für Strom)

Gemäß EWKG sind nach §4 grundlegende Renovierungen von Gebäuden aus Landesliegenschaften, so zu planen und realisieren, dass diese höchstens einen Wärmebedarf (für Heizung und Warmwasser) von 50 Kilowattstunden pro Quadratmeter Nettogrundfläche und Jahr erreichen. Im EWKG wird dabei nicht nach Gebäudetypologien unterschieden, obwohl der Verbrauch bekanntlich grundlegend von der Art der Nutzung abhängt was sich in den Vergleichswerten aus der EnEV ablesen lässt. Folglich wären bei Festlegung eines einzigen Zielwerts unabhängig von der Typologie jene Typologien benachteiligt, die hohe Wärmeverbräuche aufgrund der spezifischen Nutzung haben (bspw. Krankenhäuser mit speziellen Warmwasserbedarfen und hohen Raumlufthtemperaturen, BWZK 3.200 (Krankenhäuser und Unikliniken für Akutkranke) mit 250 kWh/(m²a)) und jene Gebäude bevorteilt, welche keine Warmwasserbedarfe und keine besonderen Anforderungen an Raumlufthtemperaturen haben wie bspw. Gebäude für kulturelle Zwecke, BWZK 9100 (Gebäude für kulturelle und musische Zwecke) mit 65 kWh/(m²a)). Aus diesem Grund wurde ein Faktor eingeführt, welcher den EnEV Vergleichswert in Relation zum Zielwert nach EWKG setzt und auf dieser Grundlage BWZK-bewertete EWKG-Zielwerte ermittelt.

Dieser wurde auf Grundlage des Kalenderjahres 2015 über das gesamte Portfolio der Landesliegenschaften (rund 600 Gebäude) nach folgendem Vorgehen ermittelt:

$$\text{Vergleichswert EnEV über Portfolio} = \frac{\sum_{k=\text{Gebäude 1}}^{600} \text{Vergleichswert EnEV(Geb.1)} * \text{NGFe (Geb.1)}}{\text{NGFe Portfolio}}$$

$$\text{Vergleichswert EnEV bewerteter EWKG Zielwert Faktor: } \frac{50 \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2\text{a}}}{\text{Vergleichswert EnEV über Portfolio}}$$

Der ermittelte Faktor von 0,53 wird mit dem gebäudespezifischen Vergleichswert der EnEV aus der BWZ- Nummer multipliziert. Beispielsweise ergibt sich für ein Verwaltungsgebäude mit BWZK Nr.1300 und Vergleichswert für Wärme von 80 [kWh/(m²a)], ein nach EWKG bewerteter EnEV Zielwert von 80 kWh/(m²a) x 0,53 = 42,4 kWh/(m²a).

1.7 Auswertung der Gebäudesteckbriefe

Ursprünglich waren für die Gebäudesteckbriefe nur die Sanierungsfahrpläne A und B vorgesehen. Im Laufe der Pilotphase zeigte sich, dass in der Regel weiterreichende Maßnahmen notwendig sind, um die definierten Ziele zu erreichen. Aus diesem Grund wurde der Sanierungsfahrplan C während der Pilotphase eingeführt. Für Steckbriefe, die zum Zeitpunkt der Einführung bereits abgeschlossen waren, sind nur Sanierungsfahrplan A und B vorhanden.

Bei Gebäuden mit zwei Sanierungsfahrplänen wurde der Sanierungsfahrplan B als Sanierungsfahrplan C gewertet, um die Auswertung absoluter Werte, wie z.B. „Einsparung gesamt“ zu ermöglichen. Die Ergebnisse des Sanierungsfahrplans B wurden nur für relative Auswertungen herangezogen.

Für die Auswertungen der zweiten Phase der Gebäudesteckbriefe konnten die Steckbriefe des Los 2 nicht vollumfänglich verwendet werden, da Daten zu Wirtschaftlichkeit und spezifischer Feuerungswärmeleistung fehlten. In Auswertungen, die diese Daten nicht umfassen sind alle Steckbriefe enthalten.

Ausreißer wurden zunächst mittels Box-Plots identifiziert, bei Validierung der Daten konnten aber alle Werte als plausibel gewertet werden. Änderungen wurden nur bei 5 Steckbriefen hinsichtlich möglicher PV-Fläche vorgenommen, da dort die gesamte Dachfläche als solar aktivierbar angesetzt wurde. Diese wurde nachträglich mit dem Faktor 0,7 reduziert.

H.3 Anhang 3: EnEV-Vergleichswerte nach BWZK

Vergleichswerte für den Endenergieverbrauch Wärme und den Endenergieverbrauch Strom für Gebäude, die nach dem Bauwerkszuordnungskatalog¹³¹ kategorisiert sind (Spalten 1 bis 6) mit zugehörigen bewertetem EWKG Zielwert und mittleren Verbrauchswerten des Gebäudeportfolios (Spalte 8).

Ziffer nach BWZK ¹³²	Gebäudekategorie	Gebäudegröße (Nettogrundfläche) [m²]	Schreibweise für die Angabe "Gebäudenutzung" im Energieausweis	Vergleichswerte		BWZK-bewerteter EWKG-Zielwerte	Klimabereinigte Verbrauchs - Mittelwerte 2015-2017
				Wärme ¹³³ [kWh/(m²a)]	Strom [kWh/(m²a)]	Wärme ³ [kWh/(m²a)]	Wärme [kWh/(m²a)]
1	2	3	4	5	6	7	8
1100	Parlamentsgebäude	beliebig	Parlament	70	40	37	89
1200	Gerichtsgebäude	≤ 3500	Gericht bis 3500 m²	90	20	48	89
		> 3500	Gericht über 3500 m²	70	25	37	75
1300	Verwaltungsgebäude, normale technische Ausstattung (ohne BWZK Nr. 1311, 1320, 1340 u. 1350)	≤ 3500	Verwaltung bis 3500m², norm. Ausst.	80	20	42	86
		> 3500	Verwaltung ü. 3500m², norm. Ausst.	85	30	45	79
1311	Ministerien	beliebig	Ministerium	70	30	37	72
1320	Verwaltungsgebäude mit höherer techn. Ausstattung ¹³⁴	beliebig	Verwaltung, höhere techn. Ausst.	85	40	45	71
1340	Polizeidienstgebäude	beliebig	Polizeidienst	90	30	48	114
1350	Rechenzentren	beliebig	Rechenzentrum	90	135	48	70
2100	Hörsaalgebäude	beliebig	Hörsaal	90	40	48	88
2200	Institutsgebäude für Lehre u. Forschung (ohne BWZK Nr. 2201 bis 2250)	beliebig	Institut für Lehre und Forschung	105	65	56	321
2210	Institutsgebäude I	≤ 3500	Institut Typ I bis 3500 m²	90	25	48	114
		> 3500	Institut Typ I über 3500 m²	85	35	45	96
2220	Institutsgebäude II	beliebig	Institut Typ II	110	55	58	126
2230	Institutsgebäude III	beliebig	Institut Typ III	95	65	50	100
2240	Institutsgebäude IV	beliebig	Institut Typ IV	135	75	72	162

¹³¹ Bekanntmachung der Regeln für Energieverbrauchswerte und der Vergleichswerte

im Nichtwohngebäudebestand, Bundesministerium für Wirtschaft und Energie und Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit, 7. April 2015

¹³² Systematik des BWZK vom Dezember 2010

¹³³ Der Vergleichswert für „Endenergie Wärme“ wird im Muster nach Anlage 7 EnEV als „Vergleichswert dieser Gebäudekategorie für Heizung und Warmwasser“ bezeichnet

¹³⁴ höhere technische Ausstattung: Anteil der Kosten für technische Anlagen gegenüber Baukonstruktion (Kostengruppe 300 der DIN 276 – Kosten im Hochbau) > 25%

Anhang 3: EnEV-Vergleichswerte nach BWZK, Seite - 2 -

2250	Institutsgebäude V	beliebig	Institut Typ V	140	95	74	203
2300	Institutsgebäude für Forschung u. Untersuchung	beliebig	Institut, Forschung / Untersuchung	135	65	72	211
2400	Fachhochschulen	beliebig	Fachhochschule	80	30	42	82
3000	Gebäude des Gesundheitswesens (ohne BWZK Nr.3200)	beliebig	Gesundheitswesen	135	50	72	179
3200	Krankenhäuser und Unikliniken für Akutkranke	beliebig	Krankenhaus	250	125	133	-
4100	Allgemeinbildende Schulen	≤ 3500	Schule bis 3500 m²	105	10	56	-
		> 3500	Schule über 3500 m²	90	10	48	-
4200	Berufsbildende Schulen	beliebig	Berufsbildende Schule	80	20	42	115
4300	Sonderschulen	beliebig	Sonderschule	105	15	56	89
4400	Kindertagesstätten	beliebig	Kindertagesstätte	110	20	58	-
4500	Weiterbildungseinrichtungen	beliebig	Weiterbildungseinrichtungen	90	20	48	120
5000	Sportbauten (ohne BWZK Nr. 5100, 5200 und 5300) z. Sondersportanlagen (Kegelbahnen, Schießanlagen, Reithallen, Eissporthallen, Tennishallen)	beliebig	Sportbau allg.	120	30	64	198
5100	Hallen (ohne Schwimmhallen)	beliebig	Sporthalle	110	25	58	99
5200	Schwimmhallen	beliebig	Schwimmhalle	425	155	225	-
5300	Gebäude für Sportplatz- und Freibadanlagen (Umkleidegebäude, Tribünegebäude, Sportheime, Platzwartgebäude, Sportbetriebsgebäude)	beliebig	Gebäude für Sportplatz- und Freibad	135	30	72	-
6300 bis 6600	Gemeinschaftsunterkünfte, Betreuungseinrichtungen, Beherbergungsstätten	beliebig	Unterkunft, Betreuung, Verpflegung	105	20	56	186
7000	Gebäude für Produktion, Werkstätten, Lagergebäude (ohne BWZK Nr. 7700)	≤ 3500	Produktion, Lager bis 3500 m²	110	20	58	259
		>3500	Produktion, Lager über 3500 m²	110	65	58	87
7700	Gebäude für öffentliche Bereitschaftsdienste	beliebig	Bereitschaftsdienst	100	20	53	114
8000	Bauwerke für technische Zwecke	beliebig	Gebäude für techn. Zwecke	110	40	58	145

Anhang 3: EnEV-Vergleichswerte nach BWZK, Seite - 3 -

9100	Gebäude für kulturelle und musische Zwecke (ohne BWZK Nr. 9120 bis 9150)	beliebig	Gebäude für kulturelle Zwecke	65	20	34	-
9120	Ausstellungsgebäude	beliebig	Ausstellung	75	40	40	55
9130	Bibliotheksgebäude	beliebig	Bibliothek	55	40	29	61
9140	Veranstaltungsgebäude	beliebig	Veranstaltung	110	40	58	116
9150	Gemeinschaftshäuser	beliebig	Gemeinschaftshaus	135	30	72	-
9600	Justizvollzugsanstalten	beliebig	Justizvollzugsanstalt	180	40	95	187

H.4 Anhang 4: Variablen und Parameter der Szenarienbetrachtung

1.1 Einsparpotentiale im Bereich Wärme

Für die Einsparung von Wärme für Heizung und Trinkwarmwasser werden Grundlagen aus der Literatur und Auswertungen aus den Gebäudesteckbriefen herangezogen, um Annahmen für die Wärmebedarfe der drei Teilbereiche „Nicht sanierte Gebäude“, „Sanierte Gebäude“ und „Neubauten“ treffen zu können.

Nicht sanierte Gebäude

Energieeinsparpotential durch Betriebsoptimierung zeigen, wie wichtig Betriebsoptimierung ist. Für nicht sanierte Gebäude wird folglich im Bereich Wärme eine Einsparung über Betriebsoptimierung durch geringinvestive Maßnahmen zur Optimierung des Gebäudebetriebs (bspw. Austausch von Pumpen, Einregulierung von Lüftungsanlagen, Heizungsabgleich, Einsatz von Präsenzmeldern, Zeitschaltuhren) sowie Einsparungen durch Nutzers Sensibilisierung - kampagnen eingerechnet. Die GMSH für zum heutigen Zeitpunkt bereits umfassende Betriebsoptimierungen durch, wobei davon ausgegangen werden kann, dass nicht ganz gehobene Potentiale und zukünftig erweiterte Werkzeuge und Verfahren hierbei noch weiteres Einsparpotential erwarten lassen. Dieses wird in der Hochrechnung der Szenarien mit 0-5% im Zeitraum bis 2030, 0-10% bis 2040 und 0-15% bis 2050 abgeschätzt.

Grundlage für diese Annahme bilden die Angaben der DENA, die die Einsparung über Nutzerverhalten und Anlageneffizienz mit bis zu 30 % beziffern. Auch das Fraunhofer ISE sieht das Energieeinsparpotential einer optimierten Betriebsführung bei 5-30 Prozent¹³⁵. Da diese Maßnahmen nicht rein für die Einsparung im Wärmebereich ausgewiesen sind, werden etwas geringere Potentiale angenommen. Als Status quo- Verbrauch wird der mittlere spezifische Wärmeverbrauch des Referenzjahres des Gebäudeportfolios herangezogen und darauf die benannten Reduzierungen angewandt.

Sanierte Gebäude

Bei der Gebäudesanierung wird vorrangig auf die Auswertungen der Gebäudesteckbriefe zurückgegriffen. Die sich hier darstellenden Einsparungen sind wiederum gebäudespezifisch gegenüber dem Status Quo bilanziert und werden in einem spezifischen Mittelwert des Gesamtportfolios umgerechnet. Die minimale Einsparung richtet sich dabei auf die Ergebnisse aus den Einsparungen des Sanierungsszenario A, die maximale Einsparung gehen aus dem Sanierungsszenario C hervor. Sie sind in der nachfolgenden Tabelle abgebildet:

Tabelle XX: Einsparungspotential Erzeugernutzwärmeabgabe von Sanierungsfahrplan A und C gegenüber dem Status quo.

	Wärmebedarf	Wärmebedarf	Einsparung	Wärmebedarf	Einsparung
	Status quo	SFP A	SFP A	SFP C	SFP C
	[kWh/m²a]	[kWh/m²a]	[%]	[kWh/m²a]	[%]
Pilot	132,91	92,17	33%	60,5	54%
71	143,53	103,10	28%	56,3	61%
Summe	139,97	99,44	30%	57,7	59%

¹³⁵ Fraunhofer ISE 2015, Modellbasierte Qualitätssicherung des energetischen Gebäudebetriebs (ModQS)

Vergleichend dazu werden die Einsparpotentiale aus dem Bericht „Langfristszenarien für die Transformation des Energiesystems“¹³⁶ herangezogen. Die Reduktion des Heizwärmebedarfs liegen gemäß den Studien im Bereich von 38 %- 55 % (55 % im Nichtwohngebäudektor). Im Basisszenario wird im Schnitt eine Reduktion des Heizwärmebedarfs von 50 %-60 % nach der Sanierung erzielt.

Aus der Querschnittsanalyse der TEK Datenbank¹³⁷ gehen folgende Einsparungen hervor: beim Heizwärmebedarf sind um die Faktoren zwei bis vier in Variante „Standard“ (50 %-75 %) und um Faktoren von vier bis zehn für Variante „Zukunft“ (75 % - 90 %) zu erwarten.

Die Studien zeigen, dass die berechneten Einsparungen in den Gebäudesteckbriefen als realistische Annahmen herangezogen werden können. Die Einsparpotentiale werden in den Szenarien mit 30-60% für die Minimal- und Maximalvariante angenommen.

Neubauten

Der Wärmebedarf für Neubauten wird für Neubauten anhand einer Reduktion der mittleren Sollwerte nach EnEV über die BWZK Gruppen reduziert. Gemäß EWKG § 4 Abs. 2 sollen Neubauten mindestens 30 Prozent über den Anforderungen der EnEV liegen. Dies wird übersetzt in den EnEV-Vergleichswert jeder BWZK- Gruppe und als minimale Einsparung festgelegt. Da die EnEV ab 2016 eine zusätzliche Verschärfung des PE-Bedarfs um 25% vorgibt, wird diese zusätzliche Einsparung für das maximale Szenario angenommen. Damit ergibt sich für Wärme wie auch für Strom eine minimale Reduzierung von 30% und eine maximale Reduzierung von 47,5 %.

Tabelle XX: Verwendete Variablen und Parameter zum Wärmeeinsparpotential

Verbrauchsreduzierung für die Meilensteine	Nicht sanierte Gebäude		Sanierte Gebäude		Neubauten	
	[%]		[%]		[%]	
	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.
2030	0	5	30	60	30	47,5
2040	0	10	30	60	30	47,5
2050	0	15	30	60	30	47,5

1.2 Anteiliger Austausch von Wärmeerzeugern bei der Sanierung und bei nicht sanierten Gebäuden, Anteiliger Wärmeerzeugermix im Neubau

In den Entwicklungsszenarien wird sowohl für nicht sanierte Gebäude als auch für sanierte Gebäude der Austausch von Wärmeerzeugern eingerechnet. Grundlage nachfolgend beschriebenen Vorgehens bilden die Ergebnisse der Status quo Auswertung zur Aufteilung der Erzeugeranteile nach versorgten Wärmemengen.

Grundsätzlich wird festgelegt, dass die an der Fernwärme angeschlossenen Gebäude am Netz bleiben, da davon ausgegangen wird, dass die zukünftige Wärmebereitstellung für Fernwärme zunehmend aus erneuerbaren Energien erfolgen wird und sich die CO2 Emissionen verringern.

¹³⁶ Langfristszenarien für die Transformation des Energiesystems, Berichtsmodul -3 Referenzszenario-und Basisszenario

¹³⁷ Typologische Kenngrößen von Nichtwohngebäuden im Bestand. Querschnittsanalyse der TEK Datenbank, IWU, September 2015

Für Gebäude die am Gasnetz hängen, über Ölkessel oder Flüssiggas-Kessel versorgt werden, wird kurz und mittelfristig eine überwiegende Umstellung auf Gas-BHKWs und Wärmepumpensysteme angedacht. Ebenso wird ein Zuwachs an Biomasse Kesseln und an solarthermischen Anlagen eingerechnet sowie zu weiteren Anteilen strombasierte Systeme wie Elektro- Direktheizungen, Infrarotstrahlern und elektrischer Trinkwarmwasserbereitungs- Systeme einbezogen.

Bei nicht sanierten Gebäuden werden Teilmaßnahmen in der Sanierung einbezogen, die bspw. den Austausch eines Wärmeerzeugers aufgrund seiner erreichten Lebensdauer vorsehen. Die Anteile, die einen neuen Wärmeerzeuger erhalten, werden anhand der technischen Lebensdauer der Erzeuger abgeschätzt. Dabei wird davon ausgegangen, dass bei einer mittleren Lebensdauer von 30 Jahren im Mittel 3,3% der Erzeuger pro Jahr ersetzt werden, und damit etwa ein Drittel der Erzeuger in zehn Jahren ausgetauscht werden. Bis 2050 würden damit alle Wärmeerzeuger ausgetauscht. Diese Vorgehensweise wird sowohl für Gas-, Heizöl-, als auch für Flüssiggas-versorgte Flächen angewandt. Zusammenfassend wird also angenommen, dass ein Drittel dieser Flächen einen Wechsel von fossilen zu erneuerbaren Energieträgern erfahren.

Für 10% der Flächen wird eine Umstellung auf Biomasse (Pellets Kessel) angenommen, da ungefähr 10 % der Gebäudeflächen des Portfolios denkmalgeschützt sind und nicht fernwärmeversorgt sind. Begründet wird der Umstieg auf Pellets-Kessel damit, dass Wärmepumpensysteme aufgrund von gestalterischen- (Außenluftwärmepumpe) oder technischen Gründen (Erdreichwärmepumpe) nur erschwert zum Einsatz kommen können. Für weitere 5 % der Flächen werden jeweils Solarthermieranlagen sowie 5% strombasierte Erzeuger angesetzt. Die restlichen 80% der Flächen werden nach Maximal- oder Minimalszenario entweder über Wärmepumpensysteme oder Erdgas BHKWs versorgt.

Bei Sanierungen bleiben die flächenmäßigen Anteile der am Fernwärmenetz angeschlossenen Gebäude ebenso gleich. Die Anteile der am Gasnetz hängenden Gebäude mit Gaskesseln wird stark reduziert. Dabei wird im Minimalszenario von einer 50 prozentigen Reduzierung und im Maximalszenario von einer 100 prozentigen Umstellung auf andere Erzeuger ausgegangen. Bei der Verteilung auf erneuerbare Wärmeerzeuger wurden die gleichen Anteile für Pelletkessel, Solarthermie und elektrische Wärmeerzeugungssysteme wie bei den unsanierten Gebäuden gewählt: 10 % Pelletkessel, 5 % Solarthermieranlagen und 5 % dezentrale elektrische Wärme- bzw. Trinkwarmwassererzeuger. Im Minimalszenario kommen im ersten Sanierungsjahrzehnt hingegen ausschließlich Erdgas BHKWs zum Einsatz (2030: 80 % BHKWs / 0 % WP), im zweiten Jahrzehnt dann steigt der Einsatz von Wärmepumpen bis auf 35 Prozent an (2040: 45 % BHKWs / 35 % WP) und im dritten Jahrzehnt werden dann überwiegend Wärmepumpen eingesetzt (2050: 10 % BHKWs / 70 % WP). Im Maximalszenario werden die Anteile für Wärmepumpen über die drei Dekaden mit 80 % gerechnet wobei 0 % Erdgas BHKWs zum Einsatz kommen.

Für Neubauten wird wiederum ebenso die Annahme getroffen, dass flächenmäßig zum Selben Anteil wie in der Referenzperiode 2015-17 Gebäude an das Fernwärmenetz angeschlossen werden können.

Als vorrangige Erzeugertechnologie neben der Fernwärme werden im Minimalszenario Erdgas BHKWs angedacht (2030: 90 % BHKWs / 0 % WP), im zweiten Jahrzehnt dann steigt der Einsatz von Wärmepumpen bis auf 40 Prozent an (2040: 40 % BHKWs / 50 % WP) und im dritten Jahrzehnt werden dann überwiegend Wärmepumpen eingesetzt (2050: 10 % BHKWs / 80 % WP). Im Maximalszenario wird über die drei Jahrzehnte der Einsatz von Wärmepumpen über 90% der nicht an der Fernwärme angebundenen Flächen angedacht.

Für beiden Szenarien werden die Anteile für Pelletkessel auf 0 % gesetzt. Solarthermie und elektrische Wärmeerzeugungssysteme erhalten wiederum jeweils 5 % der Neubauf Flächen.

Tabelle XX: Verwendete Variablen und Parameter zur Umschichtung u. Verteilung von Wärmeerzeugern

Austausch Wärmeerzeuger bzw. Einsatz von	Nicht sanierte Gebäude [%]	Sanierte Gebäude [%]	Neubauten [%]
--	-------------------------------	-------------------------	------------------

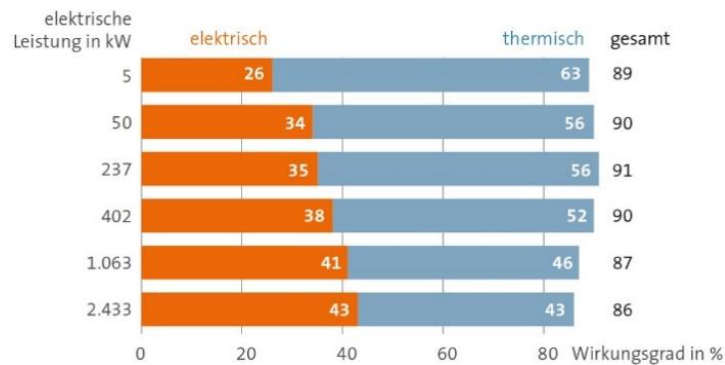
Wärmeerzeugern bei Neubauten (Bezug NGFe)							
	Meilenstein	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.
Wärmenetze	2030						
	2040	Status quo	Status quo	Status quo	Status quo	Status quo	Status quo
	2050						
Gasnetz	2030	Status quo	-33 %				
	2040	Status quo	-66 %	-50 %	-100 %	-50 %	-100 %
	2050	Status quo	-100 %				
Heizöl, Flüssiggas	2030	-33 %	-33 %				
	2040	-66 %	-66 %	-100 %	-100 %	-100 %	-100 %
	2050	-100 %	-100 %				
Biomasse	2030						
	2040	10 %	10 %	10 %	10 %	0 %	0 %
	2050						
Solarthermie	2030						
	2040	5 %	5 %	5 %	5 %	5 %	5 %
	2050						
Strom für elektr. Heizung u. TWW -Bereitung	2030						
	2040	5 %	5 %	5 %	5 %	5 %	5 %
	2050						
KWK, Erdgas BHKW	2030			80 %	0 %	90 %	0 %
	2040	80 %	0 %	45 %	0 %	40 %	0 %
	2050			10 %	0 %	10 %	0 %
Wärmepumpen	2030			0 %	80 %	0 %	90 %
	2040	0 %	80 %	35 %	80 %	50 %	90 %
	2050			70 %	80 %	80 %	90 %
Summe	2030						
	2040	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %
	2050						

1.3 Deckungsanteile und Wirkungsgrade beim Einsatz von Erdgas BHKWs

Zur Deckung des Wärmebedarfs beim Austausch von Erzeugern in der Gebäudesanierung sowie zur Deckung der Bedarfe in Neubauten wird der Einsatz von stromgeführten Erdgas BHKWs angedacht. Das BHKW dient dabei vorrangig der Stromerzeugung, wobei der Strom Großteils selbst genutzt bzw. ins Netz eingespeist wird. Die anfallende Wärme wird für die Gebäudeheizung genutzt. Der als BHKW- versorgte flächenbezogenen Anteil wird dabei aufgeteilt in einen Teil Grundlast BHKW mit 25% Deckungsanteil und einen zweiten Teil Spitzenlast Heizkessel mit 75 % Deckungsanteil. Als

Wirkungsgrade wird eine elektrische Leistung von 50 kW bis 400 kW angenommen und ein mittlerer elektrischer Wirkungsgrad von 36 % und ein thermischer Wirkungsgrad von 54 % (Gesamtwirkungsgrad 90 %) gemäß der nachfolgenden Darstellung¹³⁸ angenommen.

Wirkungsgrade von BHKW mit unterschiedlichen Leistungen



nach Herstellerangaben, siehe auch ASUE-Broschüre „BHKW-Kennndaten“

www.asue.de

In der Szenarien- Hochrechnung wird der produzierte Strom vereinfachend wärmeseitig in die CO₂ Bilanz aufgenommen. Dabei wird der erzeugte Strom mit den CO₂-Äquivalenten für Strom des jeweiligen Jahres mit den CO₂-Emissionen für Wärme gegengerechnet.

Tabelle XX: Verwendete Variablen und Parameter BHKW

Wärmeerzeuger	Nicht sanierte Gebäude		Sanierte Gebäude		Neubauten	
KWK, Erdgas-BHKW	[%]		[%]		[%]	
	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.
Deckungsanteil Grundlast BHKW	25	25	25	25	25	25
Deckungsanteil Spitzenlast-Heizkessel	75	75	75	75	75	75
Grundlast BHKW, Wirkungsgrad thermisch [-]	36	36	36	36	36	36
Grundlast BHKW, Wirkungsgrad elektrisch [-]	54	54	54	54	54	54

1.4 Anteilige Verteilung von Wärmepumpen auf Luftwärmepumpen und

¹³⁸ Asue Arbeitsgemeinschaft für sparsamen und umweltfreundlichen Energieverbrauch e.V., ASUE-Broschüre BHKW Fibel, Berlin, 2015

Grundwasserwärmepumpen sowie mittlere Jahresarbeitszahl

2018 lagen gemäß Bundesverband Wärmepumpe¹³⁹ die Marktanteile zwischen erdgekoppelten Wärmepumpen und Luftwärmepumpen kaum verändert gegenüber dem Vorjahr: Luftwärmepumpen machten mit rd. 72 % den Großteil aus (Vorjahr: 71 %), Erdwärmepumpen und sonstige liegen bei 28 % (2017: 29 %).

In den Gebäudesteckbriefen wurde ausgewertet, in wie vielen Fällen eine Erdreichwärmepumpe in einem Sanierungskonzept als möglichen Ersatz für einen Wärmeerzeuger angedacht werden konnte. Dabei konnten von den 31 Steckbriefen der Pilotphase nur 18 in die Bewertung mit einbezogen werden. Die Zahlen dazu finden sich in nachstehender Tabelle.

Tabelle XX: Auswertung der Steckbriefe zum Einsatzpotential von Erd- und Grundwasserwärmepumpen

Steckbriefauswertung über 100 Gebäude	Ja [%]	Nein [%]	Nicht bewertet
Nutzung des Erdreichs für den Einsatz einer Erdwärmepumpe, Grundwasserwärmepumpe möglich	14	4	13

Eine allgemeine Aussage lässt sich aus den Steckbriefen nicht ableiten, jedoch zeigt sich, dass der Einsatz von Erdreichwärmepumpen ein großes örtliches Potential bietet und bei jeder Sanierung geprüft werden sollte.

Als mittlere Arbeitszahl werden die aus dem EEWärmeG genannten Mindestanforderungen an Wärmepumpen herangezogen. Für das Maximalszenario wird eine Jahresarbeitszahl von 4,0 angesetzt, für das Minimalszenario eine Jahresarbeitszahl von 3,3.

Tabelle XX: Mindestanforderungen an Wärmepumpen im Neubau nach dem Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz (EEWärmeG)¹⁴⁰

Wärmepumpenart	JAZ	JAZ
	ohne Warmwasserbereitung	mit Warmwasserbereitung
Sole/Wasser (Geothermie) und Wasser/Wasser	4,0	3,8
Luft/Wasser	3,5	3,3

1.5 Sanierungsquote

Gemäß des letzten dena-Gebäudereports lag die Sanierungsrate im Jahr 2018 bei rund einem Prozent pro Jahr¹⁴¹. Damit wird das Ziel einer Steigerung der Sanierungsrate von Bestandsgebäuden auf mindestens zwei Prozent pro Jahr zu heben, weit verfehlt. Für ein Erreichen der Klimaschutzziele (um den Bestand einmal komplett in 50 bzw. 40 Jahren zu sanieren (BBSR, S.5), müsste die energetische Sanierungsquote sogar auf 2-3 Prozent ansteigen¹⁴² und auch eine deutliche Steigerung der Tiefe der Sanierungen erfolgen¹⁴³.

¹³⁹ https://www.kka-online.info/artikel/kka_Waermepumpen-Marktzahlen_2018_3345297.html

¹⁴⁰ EEWärmeG, Anlage Anforderungen an die Nutzung von Erneuerbaren Energien und Ersatzmaßnahmen, https://www.gesetze-im-internet.de/eeew_rmeg/anlage.html

¹⁴¹ dena-GEBÄUDEREPORT KOMPAKT 2018, dena, Berlin, 04/2018

¹⁴² S. Rein, "Datenbasis zum Gebäudebestand," *BBSR-Analysen Kompakt*, 09 2016.

¹⁴³ Langfristszenarien für die Transformation des Energiesystems in Deutschland Modul 10.a

Das Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung erhebt im Rahmen repräsentativer Befragungen selbst Daten über investive Maßnahmen im Gebäudebestand, die durch Modell- und Hochrechnungen vom Deutschen Institut für Wirtschaftsforschung plausibilisiert werden. Danach haben die Sanierungsaktivitäten im Jahr 2011 ihren Höhepunkt erreicht und sind seitdem wieder rückläufig. Nach diesen Berechnungen liegen die Sanierungsquote (Vollsanierung, definiert als mind. 4 Maßnahmen) sogar nur bei 0,2 Prozent¹⁴⁴.

In den Langfristszenarien für die Transformation des Energiesystems des Fraunhofer Institut für System- und Innovationsforschung wird von folgenden thermischen Sanierungsraten ausgegangen:

Referenzszenario: Für Nichtwohngebäude wird mit einer Sanierungsquote von 1,1 % in den Jahren 2015-2020 gerechnet, von 2020-2030 mit 1,85 %, von 2030-2040 mit 2,25 % und von 2040-2050 mit 2,2 % gerechnet.

Basisszenario: Die thermische Sanierungsrate steigt je nach Gebäudetyp von unter 1 %-1,3 % in der Periode 2015-2020 auf etwa 2,5 % bis knapp 3,5 % in der Periode von 2040 bis 2050. Dabei sind diese Werte als äquivalente Vollsanierungsraten zu verstehen¹⁴⁵. Für Nichtwohngebäude wird mit einer Sanierungsquote von 1,3 % in den Jahren 2015-2020 gerechnet, von 2020-2030 mit 2,2%, von 2030-2040 mit 2,7% und von 2040-2050 mit 3,4% gerechnet.

Als maximale Sanierungsrate werden 3%/a angesetzt. Damit kann erreicht werden, dass der Großteil der Gebäude über den Betrachtungszeitraum von 30 Jahren einmal saniert wird (90% der Gebäudeflächen/30a). Für das Minimalszenario wird der vergleichsweise in der Literatur benannte geringe Prozentsatz von 0,5%/a gewählt. Begründet wird dieser Ansatz damit, dass Vollsanierungen erst als solche bezeichnet werden, wenn mindestens 4 energetische Ertüchtigungsmaßnahmen umgesetzt werden. Da in die Hochrechnung nur Einsparungen durch Vollsanierungen nicht aber durch Teilsanierungen eingehen, wird von einem geringeren Anteil als der mittleren Sanierungsrate von 1% ausgegangen. Die Sanierungsraten werden als konstant über die 3 Jahrzehnte angenommen.

Tabelle XX: Verwendete Variablen und Parameter zur Sanierungsquote

Wärme	Meilensteine 2030 / 2040 / 2050	
	Min.	Max.
Sanierungsquote	0,5	3

1.6 Aufteilung der Elektroenergie in die Anteile Nutzerstrom und Strom für Gebäudebetrieb

In die Hochrechnung der Szenarien werden für den Bereich Elektroenergie nur der Anteil für den Gebäudebetrieb einbezogen. Der stark von der Gebäudefunktion und deren Nutzer abhängige Anteil für Nutzerstrom wird als Strom-Verbrauchssockel aus der Berechnung ausgeklammert.

Als Grundlage zur Bewertung der Anteile am Gesamtstromverbrauch, insbesondere des Nutzerstroms und des Gebäudebezogenen Stromverbrauchs, wird das Dokument „1908-29 Analyse Stromverbrauch Lvw“ zum Stand“ von 29.08.2019¹⁴⁶ herangezogen. Der Anteil des auf IT fallenden Stromverbrauchs wird mit einem mittleren Wert von 57 % bewertet. Der für den Gebäudebetrieb notwendige Strombedarf lässt sich in die Anteile Beleuchtung und Betrieb der Anlagentechnik aufteilen. Der Anteil für Beleuchtung wurde für das Jahr 2010 auf ca. 15% geschätzt. Auf den Anteil für

¹⁴⁴ Energetische Mindeststandards für eine sozial gerechte Wärmewende, Diskussionspapier, des Buildings Performance Institute Europe (BPEI) u. Regulatory Assistance Project (RAP), September 2018

¹⁴⁵ Langfristszenarien für die Transformation des Energiesystems, Berichtsmodul -3 Referenzszenario- und Basisszenario, Abbildung 45 Seite 124

¹⁴⁶ 1908-29 Analyse Stromverbrauch Lvw SH_komm-sf

Gebäudebetrieb (Pumpen sowie Steuerung/Regelung von Heiztechnik, Aufzüge) sowie für Nutzerstrom wie Küchengeräte, WW-Bereitung, Kühlschränke, Spül- und Kaffeemaschinen, entfallen ca. 20-35% des Stromverbrauchs.

Tabelle XX: Aufteilung des Stromverbrauchs gemäß Startbilanz

Bereiche	Prozentuale Aufteilung des Stromverbrauchs
IT-Strom	57 % (von 52 bis 63%)
Beleuchtung	15 %
Haustechnik + Nutzerstrom + TWW	28 % (von 20 bis 35%)

Als vergleichende Quelle aus der Literatur wird ein Forschungsbericht zum TEK Tool¹⁴⁷ herangezogen. Das über die 10 Gebäude flächengewichtete Mittel des Anteils an elektrischer Energie der nutzerspezifischen Systeme liegt hier im Ist-Zustand bei 48% und steigt in der Modernisierungsvariante EnEV 2009 – 50% auf 55%. Je höher der Effizienzstandard des Gebäudes umso höher ist der prozentuale Anteil des elektrischen Energiebedarfs für die nutzerspezifischen Betriebseinrichtungen.

Tabelle XX: Abbildung der Stromanteile gem. TEK- Tool Forschungsbericht

Elektrischer Energiebedarf gesamt	Elektrischer Energiebedarf gesamt		Anteile Gebäudekonditionierung		
	Anteil gebäudetechnischer Systeme	Anteil nutzerspezifischer Systeme	Anteil Beleuchtung	Anteil Luftförderung	Anteil Rest
10 öffentliche Verwaltungsgebäude					
Ist	52%	48%	65%	8%	27%
EnEV-50% Sanierung	45%	55%	44%	23%	33%

Ergänzend dazu werden die untersuchten Gebäude aus den Steckbriefen herangezogen und die Anteile für Gebäudebetrieb und Nutzerstrom am Gesamtstromverbrauch aufgezeigt (wobei der Anteil Nutzerstrom den Bereich IT miteinschließt). Die Anteile für den Gebäudebetrieb stellten hier einen größeren Bereich dar und verringern sich vom Status quo, wo der Gebäudebetrieb über die Hälfte des Stromverbrauchs mit 52,5 % ausmacht bis hin zum Sanierungsfahrplan C, wo der Gebäudebetrieb nur mehr 44,9 % ausmacht. Die Ergebnisse liefern beinahe identische Anteile wie das TEK Tool Forschungsbericht.

Tabelle XX: Auswertung der Stromanteile aus den Gebäudesteckbriefen

Elektrischer Energiebedarf gesamt	Anteil gebäudetechnischer Systeme	Anteil nutzerspezifischer Systeme
100 Gebäudesteckbriefe		
Status quo	52,5 %	47,5 %

¹⁴⁷ Teilenergiekennwerte von Nichtwohngebäuden (TEK), Querschnittsanalyse der Ergebnisse der Feldphase des IWU von Juni 2014)

Sanierungs-Fahrplan A	47,5 %	52,5 %
Sanierungs-Fahrplan C	44,9 %	55,1 %

Die Variablen „Anteile Stromverbrauchs für IT und Nutzerstrom“ sowie „Anteil Stromverbrauch für Gebäudekonditionierung“ werden für die drei Bereiche Nicht sanierte Gebäude, Sanierte Gebäude und Neubauten folgenderweise abgebildet: prozentuale Anteile nehmen Bezug auf den Gesamtstromverbrauch, der im Falle der nicht sanierten- und sanierten Gebäude den Mittelwert aus den Verbräuchen aus den Jahren 2015-2017 des Gesamt- Portfolios darstellt. Für Neubauten bezieht sich der prozentuale Anteil auf den berechneten Mittelwert der EnEV Vergleichswerte nach BZWK des Gesamtportfolios.

Für die dargestellten Minimalszenario und Maximalszenario werden jeweils dieselben Anteile angenommen. Ebenso werden vereinfachend für die drei Dekaden dieselben Anteile verwendet.

Tabelle XX: Verwendete Variablen und Parameter zur Verteilung der Stromanteile

Strombedarf	Aufteilung auf Anteile	Nicht sanierte Gebäude, Sanierte Gebäude und Neubauten	
		[%]	
		Min.	Max.
	IT- Strom	57	57
	Nutzerstrom	3	3
	Strom für Gebäudekonditionierung	40	40

1.7 Einsparpotentiale im Bereich Strom für den Gebäudekonditionierung

Nicht sanierte Gebäude

Durch Betriebsoptimierung können ebenso wie im Bereich Wärme auch der Stromverbrauch für den Gebäudebetrieb reduziert werden (bspw. durch Optimierung des Pumpen- und Lüftungsbetriebs oder durch Optimierung der Beleuchtung). Für die Szenarien Betrachtung werden die Potentiale an den Bereich Wärme angelehnt und wiederum mit 0-5% im Zeitraum bis 2030, 0-10% bis 2040 und 0-15% bis 2050 bewertet.

Sanierte Gebäude

Zur Einschätzung der möglichen Strom Einsparpotentiale im Bereich der Gebäudesanierung werden Ergebnisse aus der Literatur (Querschnittsanalyse zum TEK- Tool) mit den Auswertungen aus den Gebäudesteckbriefen verglichen und Anteile für die Szenarien- Hochrechnung abgeleitet.

Aus der TEK Querschnittsanalyse geht hervor, dass die Einsparpotenziale im Bereich der elektrischen Energie begrenzt sind: „Auch in der ambitioniertesten Variante (EnEV-50% Sanierung) gehen sie kaum über 30% bis 40% hinaus“.

Das aus den Gebäude- Steckbriefen abgeleitete Einsparungspotential ist in der nachstehenden Tabelle abgebildet. Die Werte aus dem Sanierungssteckbrief A und C bilden dabei die Grundlage für das Minimal- und Maximalszenario wobei die mittleren Werte aus der Pilot- und Validierungsphase verwendet werden.

Tabelle XX: Ermittelte Einsparpotentiale aus den Gebäudesteckbriefen

Strom	Strombedarf	Strombedarf	Einsparung	Strombedarf	Einsparung
Gebäude konditio- nierung	Status quo [kWh/m²a]	SFP A [kWh/m²a]	SFP A [%]	SFP C [kWh/m²a]	SFP C [%]
Pilot	29,5	23,0	18 %	22,0	36 %
71	35,9	29,2	10 %	23,0	22 %
Mittel	33,7	27,1	12 %	22,7	26 %

Neubauten

Im Bereich der Neubauten werden analog zum Vorgehen im Bereich Wärme Reduktionspotentiale für Strom von Minimal 30 % und maximal 47,5 % angesetzt. Die Einsparungspotentiale beziehen sich dabei wiederum auf dem Mittelwert des Gesamtportfolios berechnet mit Sollwerten der EnEV mit Zuordnung der Gebäude nach Bauwerkzuordnungskatalog.

Tabelle XX: Verwendete Parameter zu Stromeinsparpotentialen

Verbrauchsreduzierung	Nicht sanierte Gebäude		Sanierte Gebäude		Neubauten	
	[%]		[%]		[%]	
Meilensteine	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.
2030	0	5	12	26	30	47,5
2040	0	10	12	26	30	47,5
2050	0	15	12	26	30	47,5

1.8 PV-Strom Erzeugungspotential

In den Bereich der Elektroenergie werden in den Entwicklungsszenarien die Potentiale der Stromproduktion aus Photovoltaik eingerechnet. Grundlage der herangezogenen Strompotentiale stellt die Auswertung aus den Gebäude-Steckbriefen dar, in der von den Energieplanern unter Einbezug der potentiell zur Verfügung stehenden Dachflächen ein überschlägiges jährliches PV- Strompotential ermittelt wurde.

In die Szenarien- Betrachtung fließt ein mittlerer verbrauchsspezifischer Wert ein, welcher für sanierte Gebäude und Neubauten pauschal eingerechnet wird. Für nicht sanierte Gebäude wird keine zusätzliche Stromproduktion aus Photovoltaik einbezogen, da in der Praxis eine PV-Implementierung Großteils mit einer Sanierung des Daches einher geht.

In der Hochrechnung der Szenarien wurde die Vorgehensweise gewählt, dass die Stromproduktion aus Photovoltaik mit dem Strombedarf für Gebäudekonditionierung in Abzug gebracht wird. Im Bereich der CO₂- Emissionen summieren sich die Emissionen für PV- Strom mit den übrigen Emissionen aus Strom. Als CO₂-Emissionsfaktoren werden für PV-Strom u. Strom aus Wind (nur im Status quo vorhanden) Daten des Umweltbundesamtes herangezogen¹⁴⁸.

¹⁴⁸Climate Change 23/2018, Emissionsbilanz erneuerbarer Energieträger, Bestimmung der vermiedenen Emissionen im Jahr 2017, Umwelt Bundesamt, Oktober 2018

Sanierte Gebäude

Aus den Gebäudesteckbriefen geht ein mittleres PV-Stromerzeugungspotential von 9,4 kWh/(m²a) hervor. Da teilweise die gesamte Dachfläche als potentiell zur Verfügung stehende PV- Fläche herangezogen wurde, gab es bei einigen Gebäuden Anpassungen wodurch sich ein mittleres PV-Stromerzeugungspotential von 8,8 kWh/(m²a) ergibt. Dieser Wert wurde als maximales Potential im Maximalszenario angesetzt. Im Minimalszenario wurde ein 50 prozentiger Abzug eingerechnet, was ein mittleres PV- Strompotential von 4,4 kWh/(m²a) ergibt.

Neubauten

Für neu zu errichtende Gebäude wurde ein Aufschlag gegenüber denen in der Sanierung verwendeten Werten verwendet, da bei frühzeitigem Einbezug von PV-Flächen in die Planung, Dachflächen optimiert werden können sowie neben den Dachflächen auch Fassaden Flächen eingeplant werden können. Außerdem wird davon ausgegangen, dass bei zukünftig vermehrt umgesetzten Energiekonzepten mit Wärmepumpen, der Einsatz von PV Anlagen anwächst. Aus diesem Grund wird ein 25 prozentiger Aufschlag sowohl als minimales wie auch maximales PV- Potential gegenüber der Sanierung angesetzt.

Tabelle XX Verwendete Parameter zum Stromerzeugungspotential

Photovoltaik	Nicht sanierte Gebäude		Sanierte Gebäude		Neubauten	
Stromerzeugungspotential	[kWh/(m ² NGFe*a)]		[kWh/(m ² NGFe*a)]		[kWh/(m ² NGFe*a)]	
Meilensteine	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.
2030 / 2040 / 2050	0	0	4,4	8,8	8,8	11,0

1.9 Flächenzuwachs

Um den zukünftigen Flächenzuwachs bis 2050 abschätzen zu können, wurde auf die historische Flächenzuwachs der letzten 30 Jahre zurückgeblickt und die NGFe- Flächen der Jahre von 1986 bis 2015 ausgewertet. Die Ergebnisse aus der EMIS Datenbank zeigen einen mittleren Flächenanstieg von rund 0,71%. Die höchsten Flächenzuwächse lagen bei 2,11% im Jahr 1989, der niedrigste Zuwachs von 0,0 % bzw. eine gleichbleibende Fläche gab es im Jahr 2003.

Tabelle XX: Verwendete Parameter zum Flächenzuwachs

Flächenzuwachs für neu zu errichtende Gebäude [%]	Min.	Max.
Meilensteine 2030 / 2040 / 2050	0,71	0,71

1.10 Erzeugeraufwandszahlen

Die im Status quo ermittelten Energiemengen bilden Endenergie ab diese vereinfachend für die Versorgung aus Fernwärme, aus Erdgas und für Ölkessel mit der Erzeugernutzwärme (oder Abgenommener Wärme) gleichgesetzt wird. Für Biomassekessel wird eine mittlere Erzeugeraufwandszahl von 0,85 für Pellet- und für Hackschnitzelkessel herangezogen. Für Erdgas BHKWs wurde ein mittlerer thermischer und elektrischer Wirkungsgrad angesetzt, sowie für Wärmepumpen eine mittlere Jahresarbeitszahl angenommen.

Tabelle XX: Verwendete Parameter zu Erzeugeraufwandszahlen

Erzeugeraufwandszahlen [-]	Min.	Max.
Fernwärme (indirekte Übergabestation)	1,00	1,00
Gasbrennwertkessel	1,00	1,00

Ölkessel, Flüssiggas- Kessel	1,00	1,00
Biomasse Kessel	0,85	0,85
Solarthermieranlage	1,00	1,00
Wärmepumpen	4,00	3,3
Erdgas BHKW, Wirkungsgrad thermisch	0,54	0,54
Erdgas BHKW, Wirkungsgrad elektrisch	0,36	0,36
El. Wärme u. Trinkwarmwasserbereitung	1,00	1,00

1.11 CO₂-Äquivalente für nicht erneuerbarer- und erneuerbarer Energieträger

Die Emissionsfaktoren der fossilen Energieträger werden aus der Startbilanz bezogen. Diese sind für den Status quo als Mittelwerte der Jahre 2015 -2017 in g CO₂-Äq. / kWh vor, wobei in der Bilanz Emissionen ohne Vorketten verwendet werden.

Tabelle XX: Emissionsfaktoren fossiler Energieträger

Emissionsfaktoren ohne Vorketten	Status quo, 2015- 2017	2030	2040	2050
	[g CO ₂ -Äq./ kWh]	[g CO ₂ -Äq./ kWh]	[g CO ₂ -Äq./ kWh]	[g CO ₂ -Äq./ kWh]
Erdgas	201,9	201,9	201,9	201,9
Heizöl	267,1	267,1	267,1	267,1
Fernwärme	232,0	203,0	203,0	203,0
Strom	508,7	259,0	140,0	21,0

Für Erdgas wird ergänzend zur konstant angenommenen Entwicklung in der Startbilanz, eine Abschätzung dazu getroffen wie sich die CO₂ Emissionsfaktoren bis 2050 durch eine Erhöhung der Anteile für Biogas entwickeln. Gemäß des Monitoringberichtes 2018 der Bundesnetzagentur lag der Anteil an Biogas bei 0,5%, für 2030 werden ca. 15% prognostiziert, für 2040 30% und für 2050 etwa 35%. Für das Jahr 2017 ergibt sich ein mittleres CO₂-Äq. für Biogase von 61,1 g CO₂ -Äq./kWh (ohne Vorketten). Für die Meilensteine von 2030 bis 2050 ergeben sich folgende Werte.

Tabelle XX: Emissionsfaktor für Erdgas mit steigendem Anteil an Biomasse

Emissionsfaktoren ohne Vorketten	Status quo, 2015- 2017	2030	2040	2050
	[g CO ₂ -Äq./ kWh]	[g CO ₂ -Äq./ kWh]	[g CO ₂ -Äq./ kWh]	[g CO ₂ -Äq./ kWh]
Erdgas (mit steigendem Biogasanteil)	201,9	180,8	159,7	152,6

Für das Maximalszenario wird die Entwicklung von Erdgas mit steigenden Biogasanteil verwendet wo hingegen im Minimalszenario der gleichbleibende CO₂-Emissionsfaktor von 201,9 g/kWh für Erdgas aus der Startbilanz verwendet wird. Für alle anderen Energieträger bildet sich der CO₂- Emissionsfaktor identisch in Minimal- und Maximalszenario ab.

Für erneuerbare Energieträger werden die Emissionsfaktoren des Umweltbundesamtes für 2017 herangezogen. Für die Erzeuger Solarthermie, Photovoltaik, Windkraft und Pelletkessel werden die Emissionen für Hilfsenergie, die als rein

elektrisch angenommen werden, mit der Entwicklung von Strom ins Verhältnis gesetzt und für die Meilensteine 2030, 2040 und 2050 mit linearem Verlauf berechnet.

Tabelle XX: Emissionsfaktor für erneuerbare Energie- Erzeugungstechnologien

Emissionen erneuerbarer Energieträger ¹⁴⁹	Status quo, 2015- 2017	2030	2040	2050
	[g CO ₂ -Äq./ kWh]	[g CO ₂ -Äq./ kWh]	[g CO ₂ -Äq./ kWh]	[g CO ₂ -Äq./ kWh]
Solarthermie, Flachkollektor (Hilfsenergie)	10,8	5,8	3,1	0,5
Photovoltaik (Hilfsenergie)	11,6	6,2	3,4	0,5
Windkraft, Windenergie an Land (Hilfsenergie)	1,7	0,9	0,5	0,1
Biomasse, Pellets (Direkte Emissionen + Hilfsenergie)	40,3	35,7	33,0	30,2

¹⁴⁹ Climate Change 23/2018, Emissionsbilanz erneuerbarer Energieträger, Bestimmung der vermiedenen Emissionen im Jahr 2017, Umwelt Bundesamt, Oktober 2018

H.5 Anhang 5: Schnittstellenliste

H.6 Anhang 6: Zuständigkeiten für Landesliegenschaften im engeren und im erweiterten Sinne:

- Eigentümer Finanzministerium, MBWK
- Bauen GMSH
- Betreiben GMSH
- Betreiben andere (z.B. Hochschulen)
- Rollen der Nutzerministerien
- Rolle anderer großer Nutzer oder Nutzergruppen
- Landeseinrichtungen außerhalb des Definitionsbereiches (z.B. UKSH).

H.7 Anhang 7: Best-Practice-Beispiele

Liste Excel s. Plannet

Strategie zum Erreichen der Klimaschutzziele der Landesverwaltung

hier: Zwischenbericht und Information der StB zur Teilstrategie Bauen und Bewirtschaften

Anlass

Gemäß dem Energiewende- und Klimaschutzgesetz (EWKG) hat sich das Land zum Ziel gesetzt, die Treibhausgas-Emissionen der Landesverwaltung bis zum Jahr 2050 um 80 bis 95 % gegenüber 1990 zu reduzieren. Darüber hinaus soll die Strom- und Wärmeversorgung der Landesliegenschaften bis 2050 CO₂-frei erfolgen.

Das EWKG sieht weiterhin vor, dass bis zum Ende des Jahres 2019 eine Strategie zur Erreichung der Klimaschutzziele für die Landesverwaltung vorgelegt werden soll. Diese übergreifende Strategie soll aus der Zusammenführung von vier vorzulegenden Teilstrategien (für „Nachhaltige Beschaffung“, „Green IT“ sowie „Klimaverträgliche Mobilität der Landesbediensteten“ und „Bauen und Bewirtschaftung“) bestehen.

Die Information der StB am 25.11.2019 beinhaltet wesentliche Kernelemente der Teilstrategie „Bauen und Bewirtschaften“. Die zuvor im Projekt „Leitmotiv Nachhaltigkeit“ erstellten 102 Gebäudesteckbriefe für Landesgebäude sind zusammen mit den Daten der Energieberichte der GMSH in die Szenarien dieser Teilstrategie eingeflossen. Die politische Federführung dieser Teilstrategie obliegt dem Finanzministerium.

Die Arbeitsgruppe setzt sich wie folgt zusammen: FM, MELUND, GMSH sowie das Büro ee-concept, Darmstadt/Lübeck als Berater.

Wesentliche Erkenntnisse der Teilstrategie „Bauen und Bewirtschaftung“

Es wurden verschiedene Szenarien betrachtet, bei denen sowohl unterschiedliche Maßnahmen am Gebäudeportfolio als auch die CO₂-Intensität der Energieversorgung variiert wurden. Ein treibhausgasneutraler Gebäudebetrieb bis 2050 ist, unter Berücksichtigung von CO₂-Kosten gemäß UBA, wirtschaftlich erreichbar (Maximalszenario, CO₂-Vermeidung über 98%). Das Minimalszenario (entspricht der Fortführung der bisherigen Maßnahmen bei dem vorhandenen Ordnungsrahmen) verfehlt das Ziel jedoch deutlich (CO₂-Vermeidung nur 31%).

Mit den in der Vergangenheit eingeleiteten Maßnahmen können die vorgegebenen Ziele somit nicht erreicht werden. Die Rate der CO₂-Vermeidung sollte ungefähr auf das 2-3-fache des bisherigen steigen. Es sind also verstärkte organisatorische, technische und finanzielle Maßnahmen erforderlich. Aufgrund der Komplexität und Langfristigkeit des Bereiches können die Ziele nur durch konsequente und abgestimmte Handlungen in allen betroffenen Handlungsfeldern erreicht werden. Da – insbesondere in den hoch technisierten Gebäuden – bereits aus der Funktionalität heraus zwangsläufig ein Restverbrauch an Energie, der „nutzungsbedingte Verbrauchssockel“, verbleibt, ist ein treibhausgasneutraler Betrieb nur im engen Zusammenspiel mit dem sich wandelnden Energiesystem selbst möglich.

In Bezug auf Treibhausgasemissionen aus dem Gebäudebetrieb entstand somit folgende Kernfrage:

Wie müssen Landesliegenschaften gebaut, modernisiert und betrieben werden, um eine treibhausgasneutrale Energieversorgung bis 2050 zu ermöglichen?

Hieraus ergeben sich weitreichende Abhängigkeiten im Zusammenspiel von Gebäuden und ganzen Liegenschaften mit den Energienetzen (Strom-, Gas- und Wärme-/Kältenetze). Die Gebäude wirken dabei nicht nur als Energieverbraucher, sondern auch als Energieerzeuger - z.B. von Energie aus erneuerbaren Energiequellen am Gebäude - und Energiespeicher bzw. netzdienliche Komponenten - und stellen damit notwendige Potentiale für die Sektorenkopplung zur Verfügung.

Gebäude verursachen THG-Emissionen aber nicht nur während der Nutzungsphase, sondern auch in der Industrie und auf den Baustellen als sog. graue Emissionen durch den Energie- und Materialeinsatz bei der Umsetzung Baumaßnahmen.

In Bezug auf Treibhausgasemissionen aus Bautätigkeit (graue Emissionen) stellt sich daher noch folgende Frage:

Wie können bauliche Maßnahmen für Landesliegenschaften treibhausgasneutral umgesetzt werden?

Als Handlungsmaxime zur Umsetzung der Klimaneutralität über den ganzen Lebenszyklus von Landesliegenschaften steht prioritär die Vermeidung von THG-Emissionen - durch Senkung des Energieverbrauches, die Nutzung erneuerbarer Energien und nachwachsender bzw. wiederverwendbarer Baustoffe - vor deren Kompensation.

Analysierte Schwerpunktthemen:

Auf Grundlage der Ziel-Vorgaben des EWKG wurden, auf die Startbilanz und das Erfahrungswissen in der GMSH aufbauend, Fokusthemen für Bauen und Bewirtschaften erarbeitet, die anhand der Analyse des Gesamtbestandes und der Steckbriefe abgeglichen und validiert wurden.

- Als Kernindikatoren sollten die Energieabnahme im Gebäude sowie die CO₂-Intensität der Energieversorgung herangezogen und gesteuert werden.
- Für das Ziel klimaneutraler Landesgebäude sind folgende Handlungsbereiche zu adressieren:
 - o **Bauliche Maßnahmen, Gebäudebetrieb und Nutzereinbindung.**
- Es ergeben sich konkrete Handlungsempfehlungen gegliedert nach den beiden Bereichen:
 - o **Voraussetzungen** (Vorgaben und Weisungen, Prozesse und Werkzeuge, Wissens- und Datenmanagement und Finanzielle und personelle Ressourcen)
 - o **Umsetzung** (Energieabnahme, Energieversorgung, Materialeinsatz und Suffizienz)
 - o

Aus den genannten Handlungsbereichen ergibt sich nachfolgende Matrix:

Haupt-Handlungsempfehlungen nach Fokusthemen und Handlungsbereichen:

		Bauliche Maßnahmen*	Gebäudebetrieb*	Nutzereinbindung*
Voraussetzungen	Vorgaben und Weisungen	WU mit CO2-Preis, Novellierung LHO, EWKG, <u>HBBau</u> und Denkmalschutz Verknüpfung konsumtive und investive Haushaltsführung, Anpassung Standards und Flächenbedarfe, Dialog mit Energieversorgungsunternehmen (Land als Großverbraucher, Fördermittel- und Gesetzgeber)		
	Prozesse und Werkzeuge	Erhöhung der Kommunikation durch Kümmerer-Team aus Bereichen Planen und Betreiben (GMSH und sonstige Landeseinrichtungen), Intensivierung der Standards für Planen und Betreiben Gesamtkonzepte, Kopplungsprinzip mit auskömmlichen Bauunterhalt, Datenbasiertes Arbeiten mit DIM		
	Wissens- und Datenmanagement	Zentrale und dynamische Datenerfassung, interner und externer Datenzugriff, landesübergreifende Erfassung und Auswertung des <u>Energiemonitoring</u>		
	Finanzielle und personelle Ressourcen	Kopplungsprinzip finanziell absichern (Bauunterhalt ist Klimaschutz) Zusätzliche finanzielle Ressourcen für erhöhten personellen Aufwand (z.B. Kümmerer, Betriebsoptimierer)		
Umsetzung				
	Energieabnahme	Umstieg auf erneuerbarer Energien in der Wärmeversorgung, Niedertemperaturfähigkeit schaffen (<u>NT-ready</u>) Pilotprojekte und Musterplanungen für typische Fragestellungen (z.B. auch in Bezug auf Denkmalschutz) Betriebsoptimierung und Nutzereinbindung (Informieren – Motivieren – Regulieren)		
	Energieversorgung	Ausstieg aus fossilen und Umstieg auf erneuerbare Energieträger, Differenzierte Betrachtung der Vor-Ort-Erzeugung und Wärmenetzen, Speichertechnologien		
	Materialeinsatz	Vermeidung grauer Emissionen (nachwachsende Baustoffe, Recycling, Sanierung statt Neubau) Vermeidung versteckter Emissionen (z.B. F-Gase als Kältemittel)		
	Nutzereinbindung	Flächenbedarfe landesübergreifend überprüfen und anpassen (Suffizienz), Pilotprojekte zur Erprobung baulicher, organisatorischer und administrativer Ansätze		

* Handlungsbereiche nach Energiebericht 2017 für die landgenutzten Liegenschaften in Schleswig-Holstein, S. 53

Folgende Maßnahmen sind hier besonders hervorzuheben:

▪ **Handlungsbereich „Vorgaben und Weisungen“:**

- Investive Haushaltsführung und Einführung eines CO₂-Preises – Änderung LHO und HB-Bau:

Bauunterhalt ist Investition in den Klimaschutz: Durch eine Prüfung zur Auslegung der LHO und Anpassung des HB-Bau werden in Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen verbindliche CO₂-Kosten aufgenommen und überwiegend energetische Bauunterhalt investiv und damit getrennt von den anderen BU-Mitteln veranschlagt.

- HB-Bau und Bewirtschaftungskatalog anpassen, Nutzereinbindung und Erhöhung der Suffizienz

Um die in einer sparsamen Flächenverwendung liegenden Potentiale zu heben, werden neue Vorgaben zum Umgang mit den Themen Flächenbedarf landesweit nach dem eingeführten Verfahren auch auf Bereiche außerhalb des ZGB ausgedehnt und Anreize geschaffen („Büro 2030“).

▪ **Handlungsbereich „Prozesse und Werkzeuge“:**

- Intensivierung einer gezielten Bestandsentwicklung und Kopplung diverser Bedarfe unter Berücksichtigung energetischer Belange (Kopplungsprinzip). Damit verbunden ist die Einführung der Liegenschaftsorientierung in der GMSH und sonstigen Landeseinrichtungen.

▪ **Handlungsbereich „Wissens- und Datenmanagement“:**

- Die Umsetzung der Strategie gelingt nur durch datenbankbasiertes Arbeiten, detailliertes und landesübergreifendes Monitoring der CO₂-Emissionen, sowie darüber hinaus aus Pilotvorhaben Wissen zu schaffen und dauerhaft verfügbar zu halten.

▪ **Handlungsbereich „Finanzielle und personelle Ressourcen“:**

- Im Gebäudebestand erfolgen Klimaschutz-Maßnahmen überwiegend in Koppelung mit Sowieso-Maßnahmen (z.B. aus Bauunterhalt und Nutzeranforderungen). Dieses Koppelungsprinzip wäre grundsätzlich zusätzlich finanziell abzusichern.

▪ **Handlungsbereich „Energieabnahme“:**

- Gebäudestandard Niedertemperaturfähig herrichten („NT-ready“):

Landesgebäude werden so hergestellt bzw. modernisiert, dass diese in einem zukünftigen vollregenerativen Energieversorgungsnetz systemdienlich betrieben werden können (niedrige Systemtemperaturen in den Gebäuden). In Fernwärmegebieten geht das Land und seine Einrichtungen auch als Kunde in den Austausch mit den Energieversorgungsunternehmen (EVU) und wirkt an einem gemeinsamen Fahrplan für treibhausgasneutrale Wärmenetze mit.

▪ **Handlungsbereich „Energieversorgung“:**

- Ausstieg aus fossilen Energieträgern, Umstieg auf Wärmenetze, Wärmepumpen und erneuerbare Energien.

Die bei noch rd. 1/3 der Gebäude verwendeten, konventionellen Gas-/Öl-Kessel werden schrittweise – in Koppelung mit der Umsetzung des „NT-ready“-Standards – ersetzt und erneuerbare Energien werden auch am Gebäude selbst erzeugt und genutzt.

▪ **Handlungsbereich „Materialeinsatz“:**

- Vermeidung grauer Emissionen:

Die Rohbaubsubstanz der Bestandsgebäude wird als energetisches Kapital betrachtet, bei Baubedarfen gehen die grauen Emissionen in einen Variantenvergleich zwischen Modernisierung und Neubau ein. Neue Bauvorhaben werden emissionsminimiert, vorrangig in Holzbauweise und unter zunehmender Verwendung von Recyclingbaustoffen, errichtet.

▪ **Handlungsbereich „Nutzereinbindung“:**

- Informieren-Motivieren-Regulieren, zum Beispiel durch elektronische Visualisierungen und Informationsschriften eines klimaschonenden Betriebes, Klimaschutzbeauftragte oder Informationsveranstaltungen:

Die Nutzer werden über nachhaltig wirkende Energiesparaktivitäten informiert und bei der Umsetzung unterstützt, bestimmte Betriebseinstellungen werden vorgeben. Die Landesregierung bekennt sich auch zur Notwendigkeit der individuellen, sparsamen Energieverwendung und motiviert die Landesbediensteten auf diese Handlungsweise.

Fazit

Die Teilstrategie „Bauen und Bewirtschaftung“ empfiehlt, die zu den oben genannten Handlungsbereichen aufgezeigten Maßnahmen für die Erreichung der Klimaziele der Landesverwaltung in der zusammenführenden Strategie als Vorschläge aufzunehmen. Aussagen zu Terminen und Kosten sind für diese Teilstrategie komplex und werden hier nicht vertieft dargestellt.

Auszug aus der Niederschrift über die
Staatssekretärsbesprechung am 25. November 2019

6. Verschiedenes

- (2) Bericht zur Umsetzung der EWKG-Teilstrategien „Klimaverträgliche Mobilität der Landesbediensteten“ und „Bauen und Bewirtschaftung“ sowie zur Startbilanz der Landesregierung

Frau Dr. Schneider erklärt, die Erkenntnisse aus den genannten Gebäudesteckbriefen seien eine wesentliche Grundlage zur Entwicklung der notwendigen Handlungsfelder für die Teilstrategie „Bauen und Bewirtschaftung“. Diese Teilstrategie werde Bestandteil der EWKG-Gesamtstrategie, die das MELUND im Januar 2020 vorstelle. Sie erläutere die einzelnen Handlungsfelder auf Basis des verteilten Infopapiers und hebt in diesem Zusammenhang hervor, dass die bloße energetische Sanierung der Landesliegenschaften nicht ausreichen werde, um das Klimaziel (CO₂-Neutralität bis 2050) zu erreichen. Zusätzlich müsste ein enger Austausch mit dem Energieversorger (Fernwärmenetzanbindung/erneuerbare Energien) erfolgen und die Mitverantwortung der Nutzer/innen im Sinne einer Flächenreduktion außen wie innen (Büro 2030) ernst genommen werden. Außerdem müssten künftig Maßnahmen gekoppelt, für die Wirtschaftlichkeitsbetrachtung müsse die CO₂-Ersparnis mit berücksichtigt und neue Bauvorhaben sollten vorrangig in Holzbauweise und unter zunehmender Verwendung von Recyclingbaustoffen errichtet werden. Zur besseren Steuerung würden alle Liegenschaftsdaten jetzt digital aufbereitet und damit eine bessere Steuerung sowie ein Monitoring ermöglichen.