

Departement Finanzen und Ressourcen Kanton Aargau, Immobilien Aargau (IMAG)

Der Weg zu Netto-Null-THG- Emissionen für Gebäude im Eigentum des Kantons Aargau Netto-Null bis 2040

Grundlagenbericht zur Netto-Null Strategie der IMAG
Zürich, 11. Dezember 2024

Stefan Kessler und Gabrielle Siegrist

Impressum

Der Weg zu Netto-Null-THG-Emissionen für Gebäude im Eigentum des Kantons Aargau

Netto-Null bis 2040

Grundlagenbericht zur Netto-Null Strategie der IMAG

Zürich, 11. Dezember 2024

b-Grundlagenbericht Strategie Netto Null IMAG_20241211.docx

Auftraggeber

Departement Finanzen und Ressourcen Kanton Aargau, Immobilien Aargau (IMAG)

Projektleitung

Jürg Bischof, Fachstellenleitung Nachhaltiges Bauen und Bewirtschaften, Sektion Projektmanagement/IMAG

Autorinnen und Autoren

Stefan Kessler und Gabrielle Siegrist

INFRAS, Binzstrasse 23, 8045 Zürich

Tel. +41 44 205 95 95

info@infras.ch

Begleitgruppe

Reto Baumann, Leiter Sektion Projektmanagement/IMAG

Thomas Fritschy, Fachprojektleitung Gebäudetechnik HLKS, Sektion Projektmanagement/IMAG

Florian Sax, Fachprojektleitung Gebäudetechnik PV, Sektion Projektmanagement/IMAG

Stefan Roost, Leiter Sektion Immobilienmanagement/IMAG

Hanspeter Steffen, Fachstellenleiter Energie + TFM Sek, Sektion Immobilienmanagement/IMAG

Immanuel Dah, Leiter Sektion Portfoliomanagement/IMAG

Markus Reichle, Portfoliomanager, Sektion Portfoliomanagement/IMAG

Inhalt

Management Summary	5
1. Einleitung	8
1.1. Ausgangslage und Projektziele	8
1.2. Einführung zu Netto-Null Treibhausgasemissionen	9
1.3. Systemgrenzen	13
1.4. Einordnung bestehender zentraler Grundlagen	14
2. Methodik	18
2.1. Datenbestände und Erfassungstools	18
2.2. Datenerfassung und Bilanzierung der Treibhausgasemissionen in Stratus	20
2.3. Modellierung der Absenkpfade basierend auf Stratus (Variante 1 und 2)	21
3. Ergebnisse	23
3.1. Ist-Zustand Energieverbrauch und CO ₂ -Emissionen	23
3.2. Entwicklung von CO ₂ -Emissionen und Energieverbrauch	25
3.2.1. Variante 1 (pessimistisch)	25
3.2.2. Variante 2 (optimistisch)	28
3.2.3. Vergleich mit Energieperspektiven 2050+	30
4. Ziele und Handlungsempfehlungen	33
4.1. Zielsetzung definieren und Gap-Analyse	33
4.2. Umgang mit Kompensation und Negativemissionen	36
4.3. Handlungsempfehlungen	37
5. Empfehlungen zu Umsetzung und weiteres Vorgehen	47
5.1. Monitoring	47
5.2. Ausblick und finanzielle Planung	49
Anhänge	51
Anhang 1: Hintergrundangaben zur Modellierung basierend auf Stratus (PDF von Basler & Hofmann)	51
Anhang 2: Grösste Emittenten Angaben zu Objekte	60

Anhang 3: Zusatzgrafiken der Absenkpfade (Scope 1) _____	61
Anhang 4: Bsp. Objektblatt und Auswertung Einzelgebäude in Stratus _____	62
Anhang 5: Ausgewählte Grafiken aus Daten Bund _____	63

Management Summary

Ausgangslage

Der Regierungsrat des Kantons Aargau hat im Jahr 2021 seine Klimastrategie¹ publiziert und das Ziel von Netto-Null Treibhausgasemissionen (THG) bis im Jahr 2050 auf dem Kantonsgebiet verankert. Der Kanton als Eigentümer, Arbeitgeber oder Beschaffer kann mit innovativen und nachhaltigen Lösungen als Vorbild vorangehen. Diese Vorbildwirkung der kantonalen Verwaltungen wurde 2023 im vom Volk verabschiedeten eidgenössischen Klima- und Innovationsgesetz KIG² konkretisiert mit dem Ziel von Netto-Null Treibhausgasemissionen bis 2040. Für öffentliche Bauten im Eigentum der Kantone heisst dies konkret NULL Emissionen bis 2040 (Details s. in Kapitel 1.2). In Bezug auf den kantonseigenen Gebäudepark von Aargau nimmt die Immobilienabteilung des Kantons Aargau (IMAG) eine bedeutende Rolle ein. Ziel des vorliegenden Grundlagenberichts³ ist, den Weg zu Netto-Null Treibhausgasemissionen für beheizte Gebäude im Alleineigentum des Kantons Aargau aufzuzeigen.

Methodik: THG-Bilanz und Modellierung der Absenkpfade

Die zwei zentralen Grundlagen für das Projekt sind die Energiestatistik der IMAG und das bereits etablierte Stratus-Tool (Details s. Kapitel 2.1).

Die THG-Emissionen werden sowohl für den Ist-Zustand als auch für die Absenkpfade basierend auf den Energieverbräuchen berechnet. Dabei werden Scope 1 und 2 Emissionen («direkte Emissionen» bzw. «Energie-Vorketten») quantitativ und Scope 3 Emissionen («graue Emissionen») qualitativ berücksichtigt. Auch die Produktion von erneuerbarem Strom mittels Photovoltaik (PV) an Gebäuden wird erfasst (Details s. Kapitel 2.2).

Für die Modellierung der künftigen Energieverbräuche werden die in Stratus hinterlegten Erneuerungszyklen der Wärmerzeuger sowie der energetischen Sanierungen von Dach, Fassade und Fenster verwendet. Die Entwicklung der Eigenstromerzeugung durch den PV-Ausbau erfolgt gemäss Daten der Solaroffensive und Solarstrategie (Details s. Kapitel 2.3). Bei der Modellierung der Absenkpfade wird zwischen einer pessimistischen und einer optimistischen Variante differenziert (Variante 1 und 2). Die beiden Varianten unterscheiden sich lediglich beim Ersatz der fossilen Energieträger sowie beim Anteil erneuerbaren Gases. Während die pessimistische Variante noch einen Anteil von 5% an fossilen Heizsystemen beim Heizungsersatz enthält, wird bei der optimistischen Variante ein konsequenter Ersatz durch erneuerbare

¹ [Klimakompass - Kanton Aargau \(ag.ch\)](#) (22.8.2023)

² Volksabstimmung vom 18.6.2023, Inkraftsetzung per 1.1.2025

³ Die Arbeiten wurden von INFRAS in engem Austausch mit der IMAG und technischer Umsetzung der Absenkpfade basierend auf Stratus durch Basler & Hofmann durchgeführt.

Energieträger angenommen. Bei beiden modellierten Absenkpfeilen wird danach eine Gap-Analyse bzgl. der Netto-Null Zielsetzung durchgeführt.

Hauptergebnisse

Das betrachtete IMAG Gebäudeportfolio enthält mit fast 40% einen besonders hohen und vorbildlichen Fernwärme-Anteil am Heizmix 2023. Damit liegt es bezüglich Fernwärmenutzung deutlich über den durchschnittlichen Werten von Dienstleistungsgebäuden der Schweiz (ca. 10%). Jedoch ist auch der fossile Anteil am Heizmix mit 45% (7% Öl und 37% Erdgas) noch beträchtlich und für die direkten THG-Emissionen ihrer Gebäude verantwortlich. Dabei ist hervorzuheben, dass nur zehn der insgesamt 197 Gebäude für fast die Hälfte dieser Emissionen verantwortlich sind. Massnahmen an diesen grossen Emittenten sind daher besonders wirksam und sollten priorisiert werden (Details zum Ist-Zustand s. Kapitel 3.1).

Bei den Absenkpfeilen wird deutlich erkennbar, dass das Ziel von NULL direkten THG-Emissionen bis 2050 sowie 2040 (gemäss KIG) nur in Variante 2 (optimistisch) erreicht wird. Dies erfordert konkret, dass ab sofort bei jedem Heizungsersatz konsequent von fossilen zu erneuerbaren Energieträgern oder zu Fernwärme gewechselt wird. In Variante 1 (pessimistisch) verbleiben gemäss Szenarioannahmen weiterhin noch Heizungen mit fossilem Erdgas (Details zu den Absenkpfeilen s. Kapitel 3.2).

Handlungsempfehlungen

Die Erreichung von Null direkten THG-Emissionen im Gebäudebereich ist technisch einfach zu realisieren. Entsprechend sollen dabei CO₂-Kompensationen oder Negativemissionstechnologien – inkl. temporäre Speicherwirkung von Holzbauten – eine untergeordnete bis keine Rolle spielen (Details s. Kapitel 4.2).

Die in Tabelle 1 aufgeführten resultierenden acht Handlungsempfehlungen sollen über die behördenverbindliche Immobilienstrategie, welche alle 4 Jahre überarbeitet wird, in die für die konkrete Umsetzung wichtige Richtlinie Nachhaltiges Bauen und Bewirtschaften (NBB) der IMAG Eingang finden (Handlungsempfehlung 0).

Die zur Erreichung von Null direkten Emissionen wichtigste Empfehlung umfasst den ab sofort konsequenten Heizungsersatz hin zu Erneuerbaren (Handlungsempfehlung 1). Dies bedarf aufgrund des knappen Zielhorizonts bis 2040 einer Entkopplung von Heizungsersatz und energetischen Sanierungen der Gebäudehülle.

Die immer relevanter werdenden und schwierig zu reduzierenden indirekten Emissionen («graue Emissionen») werden in Handlungsempfehlung 8 behandelt. Diese beinhaltet einerseits übergeordnete Handlungsgrundsätze, und andererseits spezifische Empfehlungen zu

Gebäudestandards. Die grauen Emissionen sollen möglichst nach SIA Effizienzpfad 2040 bzw. SIA 390-1 Klimapfad bilanziert und die Grenzwerte mindestens eingehalten werden.

Tabelle 1: Übersicht der resultierenden Handlungsempfehlungen (Details s. Kapitel 4.3)

Nr.	Titel der Handlungsempfehlung
0	Verankerung der Handlungsempfehlungen: Handlungsempfehlungen 1 bis 8 mittels übergeordneter Leitsätzen in die Immobilienstrategie aufnehmen und anschliessend in Richtlinie Nachhaltiges Bauen und Bewirtschaften konkret verankern
1	Bei jedem Heizungsersatz konsequent auf erneuerbare Energieträger umstellen
2	Energetische Sanierungen finden grundsätzlich im Rahmen der Lebenszyklen, dafür mit höchster Qualität und Zertifizierung statt
3	Durchführen von Grobanalysen und Machbarkeitsstudien (z.B. GEAK+) für die 10-20 grössten CO ₂ -Emitenten
4	Vorbildlicher, weitgehender und systemorientierter PV-Ausbau
5	Vorbildwirkung bei der Holznutzung anstreben mittels Beschaffungsrichtlinie und ressourcenschonender (Kaskaden-)Nutzung von regionalem Holz
6	Vielfalt der Erfassungs- und Managementtools der IMAG nach Möglichkeit reduzieren mit dem Ziel übersichtlicher und vollständiger Datensätze
7	Die IMAG soll einen strukturierten Erfahrungsaustausch mit anderen öffentlichen Immobilienabteilungen organisieren und über ihre Vorzeigeprojekte und den Stand auf dem Weg zu Netto-Null aktiv kommunizieren
8	Suffizienz, Graue Emissionen und Kreislaufwirtschaft bei Hochbauprojekten noch stärker berücksichtigen und diesbezüglich ambitionierte Ziele setzen

Tabelle INFRAS.

Des Weiteren wird für die langfristige Umsetzung von Netto-Null Emissionen der kantonseigenen Gebäude der Aufbau eines Monitoringsystems vorgeschlagen. Sobald in Stratus möglich, sollen auch Grobschätzungen zu den finanziellen Konsequenzen der vorgesehenen Massnahmen ausgewiesen werden (s. Kapitel 5).

1. Einleitung

1.1. Ausgangslage und Projektziele

Ausgangslage

Im Jahr 2021 hat der Regierungsrat des Kantons Aargau seine Klimastrategie in Form des Klimakompass⁴ publiziert. Beim Klimaschutz konzentriert der Regierungsrat seine Massnahmen neben der Dekarbonisierung des Verkehrs insbesondere auf einen ressourcenschonenden, energieeffizienten und CO₂-freien Gebäudepark. Bereits im März 2020 hat der Regierungsrat beschlossen, dass der Kanton Aargau mit geeigneten Massnahmen und Ressourcen die Emissionen von Treibhausgasemissionen auf dem Kantonsgebiet auf Netto-Null bis im Jahr 2050 reduzieren will.

Der Kanton als Eigentümer, Arbeitgeber oder Beschaffer kann im Rahmen seiner Vorbildfunktion innovative und nachhaltige Lösungen ausarbeiten. Die Immobilienabteilung des Kantons Aargau (IMAG) spielt in Bezug auf den kantonseigenen Gebäudepark eine zentrale Rolle.

Projektziele

Im Rahmen des Projekts soll der Weg zu Netto-Null Treibhausgasemissionen für die Gebäude im Kantonseigentum aufgezeigt werden. Ausserdem soll geprüft werden, inwiefern der CO₂-Absenkpfad der kantonseigenen Gebäude mit dem neuen Klima- und Innovationsgesetz (KIG)⁵ und dem darin aufgeführten Ziel für kantonale Verwaltungen von Netto-Null Treibhausgasemissionen bis 2040 kompatibel ist. Im Projekt werden insbesondere folgende Punkte behandelt, analysiert und daraus z.T. Empfehlungen abgeleitet:

- **Erfassen und monitoren der Treibhausgasemissionen:** Der Ist-Zustand des kantonalen Immobilienportfolios soll erfasst werden und ein Monitoringsystem etabliert werden.
- **Absenkpfade und Zielsetzungen:** Modellieren von Absenkpfeilen mittels zweier Szenarien und Gap-Analyse in Bezug auf die Netto-Null Zielsetzung, inkl. Beurteilung bestehender Strategien der IMAG bezüglich der Zielsetzung.
- **Handlungsempfehlungen:** Handlungsempfehlungen entwickeln, verschiedene Handlungsoptionen vergleichen und in Bezug auf das Ziel Netto-Null priorisieren. Mögliche Zielkonflikte und den Umgang damit aufzeigen.

Der vorliegende Bericht dokumentiert die Ergebnisse der Analysen und der auf Szenarien basierenden Absenkpfade. Zudem enthält dieser Handlungsempfehlungen für die IMAG für eine

⁴ [Klimakompass - Kanton Aargau \(ag.ch\)](#) (22.8.2023)

⁵ In der Volksabstimmung vom 18.6.2023 wurde das Klima- und Innovationsgesetz der Schweiz (KIG) angenommen. Es tritt per 1.1.2025 in Kraft. Gemäss KIG sind für die zentrale Verwaltung der Kantone ab 2040 mindestens Netto-Null-Emissionen anzustreben.

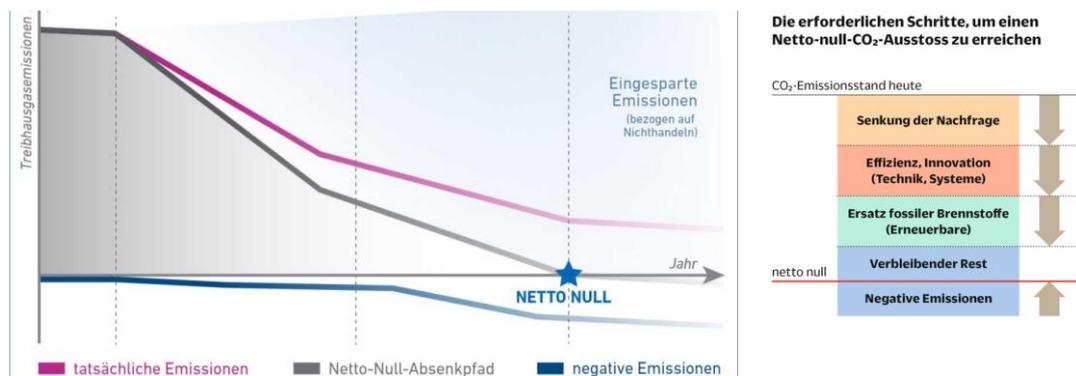
wirksame Zielerreichung. Die Arbeiten wurden von INFRAS in engem Austausch mit der IMAG und technischer Umsetzung der Absenkpfade basierend auf Stratus durch Basler & Hofmann durchgeführt.

1.2. Einführung zu Netto-Null Treibhausgasemissionen

Konzept Netto-Null Treibhausgasemissionen

Im Kontext der weltweiten Klimapolitik bedeutet Netto-Null Treibhausgasemissionen (nachfolgend «Netto-Null»), dass nicht mehr Treibhausgase ausgestossen werden, als natürliche und technische CO₂-Speicher im gleichen Zeitraum aufnehmen (s. Abbildung 1 links). Zur Erreichung von global Netto-Null müssen in erster Linie die Treibhausgasemissionen möglichst stark reduziert werden. Der nicht vermeidbare verbleibende Rest an Treibhausgasen (z.B. aus der Industrie oder Landwirtschaft) muss über Negativemissionstechnologien aus der Atmosphäre wieder entnommen werden. Um den durchschnittlichen globalen Temperaturanstieg auf unter 2 °C gegenüber dem vorindustriellen Niveau permanent zu begrenzen, muss Netto-Null bis spätestens 2050 erreicht werden (IPCC 2018⁶) und ab 2050 eine Periode mit Netto-Negativen Emissionen folgen.

Abbildung 1: Schema zum Ziel Netto-Null THG (links) und 3 Haupthebel zur Emissionsreduktion (rechts)



NET = Negativemissionstechnologien, THG = Treibhausgasemissionen

Grafik: Siehe Quelle und ergänzt durch INFRAS. Quelle: <https://ethz.ch/de/die-eth-zuerich/nachhaltigkeit/netto-null>

Im Gebäudebereich gibt es keine unvermeidbaren Emissionen – eine vollständig fossilfreie Erzeugung der Wärme mit bestehenden Technologien ist weitgehend ohne Komfortverzicht und mit wirtschaftlichen Lösungen möglich. Daher bedeutet Netto-Null im Gebäudesektor das

⁶ Summary for Policymakers. In: Global Warming of 1.5 °C (<https://www.ipcc.ch/sr15/chapter/spm/>).

Erreichen von «Brutto-Null» CO₂-Emissionen bei allen Gebäuden. Für die IMAG ist somit v.a. die möglichst rasche und vollständige Reduktion von Treibhausgasemissionen aus dem kantoneigenen Gebäudepark relevant.

Um Treibhausgase zu reduzieren, ist jeder der folgenden drei Haupthebel zentral (s. Abbildung 1 rechts und Tabelle 2). Tabelle 2 zeigt Umsetzungsbeispiele für die drei Hebel im Gebäudebereich.

Tabelle 2: Übersicht der 3 Haupthebel und Beispiele für Gebäude

3 Haupthebel für THG-Emissionsreduktion Beispiele für den Gebäudebereich

▪ 1) Nachhaltige Nachfrage («Suffizienz»)	Weniger Bürofläche pro MA, suffiziente Schulfläche pro Kind
▪ 2) Effizienz	Energetische Sanierung von Bauteilen (hohe Sanierungsrate- und tiefe)
▪ 3) Erneuerbare Energien	Ersatz von fossilen mit erneuerbaren Heizsystemen, Installation PV zur Stromproduktion am Gebäude

MA = Mitarbeitende, PV = Photovoltaikanlagen, THG = Treibhausgase

Tabelle INFRAS. Quelle: Zusammenstellung INFRAS

Das Ziel von Netto-Null Treibhausgasemissionen erfordert einen konsequenten Ersatz von fossilen durch erneuerbare Energieträger. Für die damit einhergehende Elektrifizierung (z.B. aufgrund vermehrtem Einsatz von Wärmepumpen) ist eine umfassende und tiefgreifende Transition des Energiesystems nötig. Damit die steigende Elektrizitätsnachfrage Netto-Null-kompatibel ist, muss der benötigte Strom aus erneuerbaren und möglichst lokalen Energiequellen produziert werden. Bei Gebäuden aber auch im gesamten Energiesystem kommen v.a. Photovoltaik-Anlagen (PV) in Frage. Dies kommt auch aus den Energieperspektiven 2050+⁷ heraus, wo der Solarstrom nach der Wasserkraft (53%) langfristig mit fast 40% den wichtigsten Anteil der Schweizer Stromerzeugung ausmacht. Da die Stromproduktion aus PV unregelmässig anfällt, wird der vermehrte Einsatz von PV-Anlagen kombiniert mit Speichermöglichkeiten (z.B. Batterien) immer wichtiger, sowohl für den Tag/Nacht- als auch zum saisonalen Ausgleich.

⁷ Die Energieperspektiven 2050+ analysieren im Szenario Netto-Null («ZERO Basis»), wie sich das Energiesystem entwickeln könnte, um mit dem Klimaziel von Netto-Null Treibhausgasemissionen bis 2050 vereinbar zu sein und eine sichere Versorgung mit Energie sicherzustellen. (Quelle: [Energieperspektiven 2050+. Technischer Bericht](#), Prognos / TEP Energy / Infrac / Ecoplan (2021), im Auftrag des Bundesamts für Energie. Bern)

Direkte und indirekte Emissionen (3 Scopes)

Bei der Bilanzierung von Treibhausgasemissionen einer Organisation wird zwischen drei Scopes unterschieden⁸. In der folgenden Auflistung wird nebst einer Kurzdefinition auch aufgeführt, welche Emissionen die Scopes im Gebäudebereich berücksichtigen:

Tabelle 3: Übersicht der 3 Scopes der Emissionen von Gebäuden

Scopes	Kurzdefinition	Beispiel Gebäudebereich	Berücksichtigung im vorliegenden Projekt
Scope 1	▪ <u>Direkte</u> Emissionen durch die Verbrennung von fossilen Energieträgern	direkt beim Gebäude durch Öl- oder Gasheizungen („am Kamin“)	Quantitativ berücksichtigt
Scope 2	▪ <u>Indirekte Emissionen aus den Vorketten</u> der genutzten Energieträger	durch Produktion, Umwandlung und Transport der genutzten Energieträger (Öl, Gas, Fernwärme, Strom, Holz) («vorgelagert zur Nutzung»)	Quantitativ berücksichtigt
Scope 3	▪ <u>Indirekte</u> Emissionen durch den Konsum von nicht vor Ort produzierten Gütern, auch «graue Emissionen» oder «importbedingte Emissionen» genannt	durch Herstellung und Entsorgung von Baumaterialien («Konsum»)	Qualitativ berücksichtigt

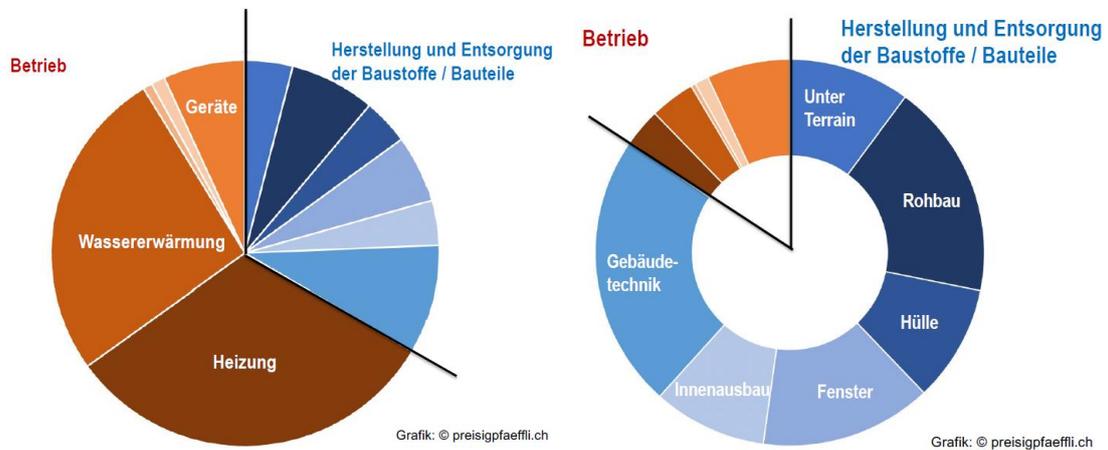
Tabelle INFRAS. Quelle: Zusammenstellung INFRAS

Umfang der grauen Emissionen im Gebäudebereich

Die Produktion von Baustoffen für den Bau von Gebäuden ist mit Emissionen bei Herstellung und Transport im In- und Ausland verbunden. Im Gebäudebereich dominieren heute noch die Betriebsemissionen, die grauen Emissionen machen bei steigendem Anteil der erneuerbaren Energien aber einen immer relevanteren Anteil der Gesamtemissionen aus (s. Abbildung 2).

⁸ gemäss Standard des Greenhouse Gas Protocol

Abbildung 2: Betriebl. und graue Emissionen eines Gebäudes über 60 Jahre je nach Heizung



Über eine Lebensdauer von 60 Jahren umfassen die betrieblichen Emissionen (Scope 1 + 2) eines MFH Neubaus⁹ mit Heizöl rund 2/3 und die grauen Emissionen (Scope 3) 1/3 aller Emissionen, bei total 1'400 t CO₂. Bei einem Neubau mit WP machen die Betriebsemissionen nur ca. 1/6 aus und der Rest setzt sich aus den grauen Emissionen zusammen, bei total 500 t CO₂eq. WP = Wärmepumpe; Die Grössen der Kreise repräsentieren nur symbolisch die Gesamtemissionen (nicht massstabsgetreu)

Grafik und Quelle: Folien aus Inputreferat von Katrin Pfäffli (März 2022)

Negativemissionstechnologien (NET)

Negativemissionstechnologien (NET) sind biologische und technische Verfahren, um CO₂ aus der Atmosphäre zu entfernen und dauerhaft zu speichern. Natürliche Senken sind z.B. zuwachsende Baumbestände, die Speicherung von CO₂ in Böden mittels Humusaufbau oder Pflanzenkohle. Eine technische Senke ist z.B. das Abscheiden von CO₂ bei Punktquellen aus biogenen Abgasströmen von Verbrennungsprozessen (z.B. bei Kehrlichtverbrennungsanlagen oder Holzheizkraftwerken) mit permanenter Speicherung des CO₂ im Untergrund.

NET ist ein knappes Gut und es ist davon auszugehen, dass die Preise für die CO₂-Entfernung mittels NET hoch bleiben werden. Das wirtschaftlich umsetzbare Potenzial von NET ist höchst unsicher. NET sollte bei der Betrachtung aller Sektoren nur für den Ausgleich von nicht vermeidbaren Emissionen (z.B. aus der Landwirtschaft) verwendet werden. Insbesondere für Netto-Null im Gebäudebereich soll möglichst auf NET verzichtet und der Fokus auf die vollständige Reduktion von Treibhausgasen gesetzt werden.

⁹ Mehrfamilienhaus (MFH) mit 8 Wohnungen und rund 680 m² EBF

1.3. Systemgrenzen

Im vorliegenden Projekt wurden folgende Systemgrenzen gesetzt:

- **Klimaschutz und Klimaanpassung:** Der Bericht fokussiert auf den Klimaschutz, d.h. die anfallenden CO₂-Emissionen aus den betrachteten Gebäuden. Die Anpassung an den Klimawandel im Gebäudebereich ist nicht Teil des Projekts.
- **Gebäudeportfolio:** Es werden alle Gebäude im Alleineigentum der IMAG mit Heizungsrelevanz¹⁰ berücksichtigt (total 197 Gebäude). Grund hierfür ist, dass die IMAG bei diesen Gebäuden eine maximale Entscheidungskompetenz und Handlungsmöglichkeit hat.
- **Erfasste Energieverbräuche und Energieproduktion (s. auch Anhang 1)¹¹:**
 - Alle Energieverbräuche für Komfortwärme (d.h. Raumwärme und Warmwasser)
 - Stromverbräuche für Gebäudetechnik, Beleuchtung etc.
 - Eigenproduktion von Strom aus PV
- **Erfasste Treibhausgasemissionen (s. auch Tabelle 3):**
 - Scope 1 (direkte Emissionen): Werden quantitativ berücksichtigt und basierend auf den Endenergieverbräuchen berechnet (Emissionsfaktoren s. Anhang 1).
 - Scope 2 (indirekte Emissionen, «Energie-Vorketten»): Werden quantitativ berücksichtigt und basierend auf den Endenergieverbräuchen berechnet (Emissionsfaktoren s. Anhang 1).
 - Scope 3 (indirekte Emissionen, «graue Emissionen»): Werden nicht quantitativ berücksichtigt, nur qualitative Ziele und Handlungsempfehlungen.

¹⁰ d.h. ohne unbeheizte Gebäude wie z.B. ein Bienenhaus oder Schopf etc.

¹¹ Die Energieverbräuche wurden z.T. aus der Energiestatistik der IMAG (2017) erhoben und z.B. basierend auf Kennwerten schätzungsweise hergeleitet (Details s. Anhang 1).

1.4. Einordnung bestehender zentraler Grundlagen

Die nachfolgende Tabelle listet die relevantesten bestehenden Grundlagen des Kanton Aargaus zum Thema Klimawirkung der kantonseigenen Gebäude auf. Weiter wird in der Tabelle die jeweilige Relevanz hinsichtlich des Ziels von Netto-Null beschrieben.

Tabelle 4: Einordnung der wichtigsten Grundlagen bzgl. Netto-Null direkter Emissionen für die IMAG

Kurzbeschreibung	Relevanz hinsichtlich Netto-Null für Gebäude IMAG (Scope 1) (Grün: Kompatibel bzgl. NN-Ziel; Rot: Verschärfung/Konkretisierung prüfen)
Richtlinie Nachhaltiges Bauen und Bewirtschaften (NBB, Version 1.2; Sept 2021)	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Arbeitshilfe für Planung und Bau der kantonal genutzten Immobilien. Sie definiert die verbindlichen Grundlagen und Kriterien für nachhaltiges Bauen. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ zentrales Dokument für Netto-Null IMAG ▪ Schreibt Projektrating vor: Je nach Projektgrösse und Relevanz sind die Nachhaltigkeitsziele unterschiedlich breit ▪ Stellt Bezug zu Zieldimensionen gemäss SIA 112/1 und SIA 2040 Effizienzpfad her ▪ Konkrete Ziele/Vorgaben umfassen: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Standards bei Neubauten mindestens SNBS, Minergie-ECO, bei grösseren Projekten Minergie-P-ECO-> bzgl. NN-Ziel in richtige Richtung; Minergie-A-ECO hinzufügen, weitere Optimierung insbesondere für wirksame Reduktion der grauen Emissionen möglichst SIA 2040 Effizienzpfad (resp. neu SIA 390-1 Klimapfad) anwenden (s. auch Handlungsempfehlung 8 in Kapitel 4.3) ▪ Standards bei Sanierungen Bestandesbauten mindestens Minergie-ECO -> bzgl. NN-Ziel in richtige Richtung; Optimierung insbesondere bzgl. graue Emissionen möglichst SIA 2040 Effizienzpfad (resp. neu SIA 390-1 Klimapfad) anwenden (s. auch Handlungsempfehlung 8 in Kapitel 4.3) ▪ Ersatz Energieträger: «Strom, Wärme und Kälte werden generell Lösungen mit einem hohen Anteil an erneuerbarer Energie und mit minimalen Treibhausgasemissionen angestrebt» -> konsequenter Einsatz EE für NN-Ziel nötig
Immobilienstrategie des Kantons Aargau 2021–2029 (Juni 2021)	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Behördenverbindlich (Verabschiedung durch RR) ▪ wird alle 4 Jahre angepasst 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Teilziel 2: Immobilienstandards sind durchgesetzt. Die Immobilienstandards werden unter Berücksichtigung gesellschaftlicher, ökonomischer und ökologischer Aspekte und unter Beachtung der kulturellen Werte themenspezifisch festgelegt. Sie werden von der Abteilung Immobilien Aargau (IMAG) erarbeitet und sind vom Regierungsrat verabschiedete und von allen relevanten Stellen angewendet, wenn dies wirtschaftlich vertretbar ist. -> für NN besonders wichtiges Instrument der IMAG ▪ Teilziel 14: Lebenszyklusbetrachtungen sind berücksichtigt» (u.a. Lebenszykluskosten, Flächen- und Volumeneffizienz, Schliessung von Stoffkreisläufen) -> vermehrt auch Berücksichtigung von grauen Emissionen bei Projekten ▪ Teilziel 15: Energieeffizienz ist vorbildlich, der Einsatz von erneuerbaren Energiequellen wird bevorzugt -> konsequenter Einsatz EE für NN-Ziel nötig ▪ Initiative 9: Sicherstellung Energieeffizienz. Eine hohe Energieeffizienz im Immobilienportfolio des Kantons erfordert ein aktives Controlling, welches überprüft, inwieweit der definierte Absenkpfad eingehalten wird bzw. ob zusätzliche Massnahmen notwendig sind. Davon abgeleitet entwickelt die IMAG, in enger Abstimmung mit der Abteilung Energie, bedarfsorientiert weitere Massnahmen. -> Strategische Initiative ergänzen bzgl. Emissionsverminderung

Kurzbeschreibung	Relevanz hinsichtlich Netto-Null für Gebäude IMAG (Zusammenfassung) (Grün: Kompatibel bzgl. NN-Ziel; Rot: Verschärfung/Konkretisierung prüfen)
Klimakompass (2021)	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Behördenverbindlich (Verabschiedung durch RR) ▪ Übergeordnete Klimastrategie für ganzes Kantonsgebiet in sieben Handlungsfeldern für den Bereich Klimaschutz 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Übergeordnet: Vorbildfunktion Kanton mit Fokus auf Dekarbonisierung Verkehr und energieeffizienter und CO₂-freier Gebäudepark ▪ keine konkreten Zielsetzungen oder Vorgaben mit Bezug zu IMAG ▪ Auch Bereich Klimaanpassung wird behandelt
Entwicklungsleitbild Aargau 2021 – 2030 (ELB) und Entwicklungsschwerpunkt (ESP) Klimaschutz und Klimaanpassung (ESP Klima, aus Richtlinie NBB entnommen)	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Der Umgang mit dem Klimawandel soll integrativer Bestandteil sämtlicher Strategien und Planungsberichte werden. Übergeordnet wird er mit einer Strategie im Entwicklungsleitbild 2021–2030 verankert. ▪ keine konkreten Informationen oder Vorgaben ▪ Übergeordnet: Vorbildfunktion beim Erstellen und Bewirtschaften von Immobilien ▪ Aus ESP: Der Fokus der IMAG liegt in einer Verbesserung der Energie-Effizienz. Dieses Ziel wird mit einer Abkehr von fossilen Brennstoffen, mit der Förderung von PV und Solaranlagen, sowie Grundwassernutzung und Wärme-/ Kälteverbundsystemen erreicht. Strom wird ausschliesslich aus erneuerbaren Quellen erzeugt oder beschaffen. -> bzgl. NN-Ziel ok 	
Energiestrategie Kanton AG energieAARGAU (2015)	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Verabschiedet durch GR ▪ zeigt Stossrichtungen der kantonalen Energiepolitik für Zeitraum von 10 Jahren (2015 bis 2025) ▪ Monitoringbericht 2020 zu energieAARGAU: Zielpfad bzgl. Verminderung fossiler Energieträger bei kantonseigenen Gebäuden ist auf Kurs 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Handlungsfeld Neue erneuerbare Energien <ul style="list-style-type: none"> ▪ Strategie Sonnenenergie: Der Kanton nutzt – soweit sinnvoll – die entsprechenden Flächen auf seinen eigenen Gebäuden für Solarenergie -> wird über Solaroffensive und Solarstrategie umgesetzt (s. auch Handlungsempfehlung 4 in Kapitel 4.3) ▪ Handlungsfeld Gebäude <ul style="list-style-type: none"> ▪ Ziel 7: Staatseigene Bauten sollen bis 2050 zu 100 % ohne fossile Brennstoffe betrieben werden. Der Stromverbrauch soll bis 2030 um 20 % gesenkt oder durch erneuerbare Energien, zugebaut bei staatlichen Bauten, ersetzt werden -> Anpassung Ziel auf das Jahr 2040 aufgrund KIG nötig ▪ Massnahme Energieeffizienz bei kantonseigenen Gebäuden: Eigene Gebäude von Kanton und Gemeinden sollen als Vorbild dienen und eine hohe Energieeffizienz aufweisen. -> Konkretisierung in NBB ok ▪ Handlungsfeld Querschnittsaufgaben <ul style="list-style-type: none"> ▪ Strategie Vorbildfunktion Kanton und Gemeinden sorgen bei der Ausstattung und Versorgung der eigenen Bauten und Anlagen für eine nachhaltige und effiziente Verwendung der Energie, soweit die Investitionen wirtschaftlich tragbar sind. Sie streben einen Energiestandard über den gesetzlichen Mindestanforderungen an. Kanton und Gemeinden berücksichtigen bei der Beschaffung von Energie insbesondere erneuerbare Energiequellen sowie neue technische Verfahren zur Energiegewinnung, Energierückgewinnung und Erhöhung der Energieeffizienz.

Kurzbeschreibung

Relevanz hinsichtlich Netto-Null für Gebäude IMAG (Zusammenfassung)
 (Grün: Kompatibel bzgl. NN-Ziel; Rot: Verschärfung/Konkretisierung prüfen)

Aufgaben- und Finanzplan 2022-2025

- | | |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> ▪ Aufgaben und Finanzplanung vom RR. Ist durch den GR genehmigt für sämtliche Kantonsaufgaben- und ausgaben | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Kennzahlenübersicht zu Anzahl Gebäude und finanziellen Immobilienkennzahlen (Anteil der Sanierungen und Veränderungen am bewirtschafteten Gebäudewert liegt im Jahr 2020 bei 0.7%) ▪ Finanzplanung für Bauvorhaben (Anteil Energie ist nicht separat ausgewiesen) ▪ Information zu Stand Grossverbraucher-Zielvereinbarung mit Bund/Kanton ▪ Stellenplanung IMAG |
|---|---|

Gesetz über die wirkungsorientierte Steuerung von Aufgaben und Finanzen (GAF)

- | | |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> ▪ Regelt die Planung, Steuerung und Berichterstattung der Aufgabenerfüllung und Finanzen | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Übergeordnet für Netto-Null relevanter Artikel 47a, Absatz 2: «Bei der Beschaffung der Immobilien ist das beste Kosten-Nutzen-Verhältnis unter Berücksichtigung der wirtschaftlichen, sozialen und ökologischen Entwicklung sicherzustellen» -> berücksichtigt die 3 Nachhaltigkeitsdimensionen |
|--|--|

Verordnung über die Immobilien des Kantons (ImmoV) und Immobilienstandards (Anhang 1 ImmoV)

- | | |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> ▪ Behördenverbindlich (Verabschiedung durch RR) ▪ Regelt Aufgaben, Zuständigkeiten und Zusammenarbeit für Immobilien im Eigentum des Kantons und für angemietete Objekte | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Beinhaltet Immobilienstandards (Art. 12): Es werden Standards für vergleichbare Immobilien und Nutzungsarten geregelt, insbesondere in den Kategorien Flächen, Bau und Betrieb. Die Standards regeln z.B. die Anzahl m2 pro Arbeitsplatz je nach Nutzungsart. Alle aktuellen Immobilienstandards der IMAG sind in Anhang 1 der ImmoV aufgeführt. -> Über die Immobilienstandards kann ein relevanter und behördenverbindlicher Hebel z.B. in Richtung Suffizienz getätigt werden (z.B. Optimierung der benötigten Fläche pro Nutzung). |
|---|---|

Kurzbeschreibung	Relevanz hinsichtlich Netto-Null für Gebäude IMAG (Zusammenfassung) (Grün: Kompatibel bzgl. NN-Ziel; Rot: Verschärfung/Konkretisierung prüfen)
Energiegesetz (EnergieG) und Energieverordnung (EnergieV) Kanton Aargau (Revision per 1.4.2025 in Kraft)	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ momentan keine konkreten Standards oder Anforderungen für kantonseigene Gebäude genannt, nur übergeordnete Grundsätze festgehalten -> ggf. Konkretisierung im Rahmen Gesetzesrevisionen prüfen (vgl. als Beispiel Verankerung der Vorbildfunktion im Kanton Thurgau, EnG Art. 2 und EnV Art. 4) ▪ Umsetzung der MukEn 2014 in der kantonalen Energiegesetzgebung per 1. April 2025 in Kraft ▪ EnergieG, Art. 7, Grundsätzliche Anforderungen an Wärmeerzeuger <ul style="list-style-type: none"> ▪ 1 Neue Wärmeerzeuger mit fossilen Brennstoffen sind zulässig, wenn der Nachweis erbracht wird, dass keine energieeffizienteren Wärmeerzeuger oder Wärmezulieferungen verfügbar sind, die einen geringeren CO₂-Ausstoss aufweisen, für die geplante ▪ Anwendung genügen und wirtschaftlich tragbar sind ▪ 3 Beim Ersatz des Wärmeerzeugers sind bestehende Bauten mit Wohnnutzung so auszurüsten, dass der Anteil an nichterneuerbarer Energie 90 % des massgebenden Bedarfs nicht überschreitet ▪ EnergieG, Art. 11 Bauten und Anlagen von Kanton und Gemeinden <ul style="list-style-type: none"> ▪ 1 Bei Ausstattung und Versorgung der eigenen Bauten und Anlagen sorgen Kanton und Gemeinden für eine nachhaltige und effiziente Verwendung der Energie, soweit die Investitionen wirtschaftlich tragbar sind. Sie streben einen Energiestandard über den gesetzlichen Mindestanforderungen an. ▪ 2 Kanton und Gemeinden berücksichtigen bei der Beschaffung der Energie insbesondere erneuerbare Energiequellen und neue Nutzungsarten von Energie sowie neue technische Verfahren zur Erhöhung der Energieeffizienz und Energierückgewinnung. ▪ 3 Werden bei vom Kanton subventionierten Bauten und Anlagen zweckmässige Massnahmen getroffen, die über die Anforderungen dieses Gesetzes hinausgehen, dürfen die damit zusammenhängenden Mehrkosten nicht zu Subventionskürzungen führen. ▪ EnergieV, Art. 26 a Pflicht zur Nutzung der Sonnenenergie bei Gebäuden <ul style="list-style-type: none"> ▪ 1 Beim Bau neuer Gebäude, ausgenommen Tragflughallen, Gewächshäuser mit verglastem Dach und Folientunnel, ist auf den Dächern oder an den Fassaden eine Photovoltaik- oder eine Solarthermieanlage zu erstellen, wenn die anrechenbare Gebäudefläche gesamthaft mehr als 300 m² beträgt. ▪ 2 Die Anlage muss wenigstens so gross sein, dass die Photovoltaikmodule und die verglasten, selektiv beschichteten Absorber der thermischen Solarkollektoren eine Fläche von gesamthaft 20 % der anrechenbaren Gebäudefläche ergeben. 	
Klimacharta NWRK (2021)	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Charta der Nordwestschweizer Regierungskonferenz 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ mehreren übergeordneten Verpflichtungen bzgl. Netto-Null ▪ keine konkreten Ziele zu Gebäude ▪ enthält übergeordnete Aussagen zur Vorbildfunktion der Kantone

EE = erneuerbare Energien; GR = Grosse Rat; KIG = Klima- und Innovationsgesetz; NN = Netto-Null; RR = Regierungsrat

Tabelle INFRAS. Quelle: Zusammenfassung aus diversen genannten Dokumenten und Grundlagen

2. Methodik

2.1. Datenbestände und Erfassungstools

Zu Beginn des Projekts war es wichtig, die vorhandenen Datenbestände zu analysieren und einzuordnen. Hierzu wurden in einem ersten Schritt die bestehenden Datensätze identifiziert und zusammengestellt. In einem zweiten Schritt wurden diese auf ihre Vollständigkeit bezüglich dem abgedecktem Gebäudeportfolio sowie bezüglich relevanter Parameter¹² überprüft. Nachfolgend sind die wichtigsten identifizierten und analysierten Datensätze aufgelistet und kurz beschrieben, welche Gebäude und Parameter abgedeckt werden:

- **Stratus (Software Stratus, Version 5.1):** Übergeordnetes Erfassungstool der Gebäude der IMAG. Sämtliche Gebäude im Eigentum der IMAG sind enthalten. Stratus dient u.a. als Planungstool, auch für die Berechnung des Finanzbedarfs für Instandsetzungs-Massnahmen¹³ an den Gebäuden. Jährlich werden 20% der Gebäudedaten aktualisiert. Oft keine Angabe der Energiebezugsfläche (EBF), aber Informationen zum Gebäudevolumen. Nicht ersichtlich, ob ein Gebäude beheizt wird, Angaben zu den Energieträgern nur z.T. hinterlegt, keine Daten zu den Energieverbräuchen.
- **Gebäudeliste des Immobilienmanagements/IMAG (Excel):** Excel-Liste, welche das gesamte Gebäudeportfolio der IMAG enthält (inkl. Anmiete, Parkplätze etc.). Die EBF ist oft angegeben, es bestehen aber Lücken. Keine Angaben zu den Energieträgern und den Energieverbräuchen.
- **Energiestatistik des Immobilienmanagements/IMAG (Excel):** Beinhaltet das Teilportfolio der Gebäude im Eigentum der IMAG mit Rating A und B, aber ohne C (ausser, wenn von A oder B erschlossen). EBF, Energieträger und Energieverbräuche sind mit Stand 2017 erfasst (Erfassung alle 4 Jahre).
- **Erneuerbare Heizungen der IMAG (Excel):** Excel-Liste von Gebäuden im Eigentum der IMAG, welche mit erneuerbaren Energien (Holz, Wärmepumpe und Solar) beheizt werden. Angabe der Energieverbräuche vorhanden, umfasst aber nur ein Teilportfolio der Gebäude mit erneuerbaren Energieträgern und ist exkl. fossil beheizte Gebäude.
- **Grossverbraucher-Liste (Excel):** Beinhaltet Gebäude, die unter den Grossverbraucherparagrafen fallen, also solche mit einem Wärmeverbrauch von mehr als 5 GWh oder einem Elektrizitätsverbrauch von mehr als 0.5 GWh pro Jahr. Die Informationen zu den EBF und Energieverbräuchen sind vollständig und aktuell, aber beim Gebäudeportfolio der IMAG umfasst dies lediglich 11 Gebäude-Wirtschaftseinheiten.

¹² insbesondere Energieträger, Energieverbräuche, weiter auch Energiebezugsfläche (EBF) und Baujahr

¹³ Stratus umfasst nicht Instandhaltungs-Massnahmen

- **Ecospeed-Datensatz (Excel):** Ein auf dem Gebäude- und Wohnungsregister (GWR) basierenden Gebäudedatensatz mit Angaben zu EBF, Energiekennzahl (kWh/m²) und Energieträger. Da die Daten auf dem GWR basieren, sind die Angaben z.T. nicht aktuell.

Zwischenfazit zu Datenbestände

Es wurde analysiert, inwiefern die Datensätze zur Erstellung einer möglichst akkuraten Treibhausgas-Bilanz («Ist-Zustand») des IMAG-Portfolios verwendet werden können. Während Stratus sowie die Gebäudeliste sämtliche Gebäude im Kantonseigentum vollständig abdecken, fehlen dort Informationen zu den Energieträgern und Energieverbräuchen. Die restlichen IMAG-internen Datensätze (Energiestatistik, Erneuerbare Heizungen und Grossverbraucher) beinhalten wertvolle Informationen zu den Energieträgern und Energieverbräuchen, decken aber nicht das Gesamtportfolio der kantonseigenen Gebäude ab. Der Ecospeed-Datensatz wiederum umfasst zentrale Angaben zu den Energieträgern und Energiebezugsflächen für alle Gebäude der IMAG. Ecospeed wurde aber für das Projekt als nicht zielführend beurteilt: Einerseits, weil die Daten z.T. stark veraltet sind (auf GWR basierend), andererseits weil die Energieverbräuche auf Kennwerten basieren und nicht auf tatsächlichen Verbräuchen. Bezüglich Verbrauchsdaten wurde die Energiestatistik der IMAG als akkurateste Grundlage eingeschätzt. Dies führte zur Entscheidung, dass wo vorhanden, die in der Energiestatistik erfassten Angaben verwendet werden. Bei den restlichen Gebäude, welche nicht in der Energiestatistik abgedeckt sind, soll die Schätzung der Energieverbräuche mittels in Stratus hinterlegten Kennwerten erfolgen (Details zu Grundlagen, Daten und Kennwertes s. Anhang 1).

Zwischenfazit zu Erfassungstools

Nebst der Datengrundlage und Datenerhebung war auch wichtig, welches Erfassungstool sich am besten eignet. Dies auch für eine regelmässige und möglichst systematische Datennachführung inkl. Monitoring. Hierfür hat u.a. ein Austausch mit dem Immobilienamt des Kanton Zürichs stattgefunden, welches das Tool CO₂-Kompass¹⁴ verwendet.

Unter Betrachtung von finanziellen, daten- sowie anwendungsseitigen Aspekten wurde entschieden, auf eine neue Applikation (z.B. CO₂-Kompass) zu verzichten. Auch eine separate Umsetzung mit Excel wurde verworfen. Insbesondere dank der künftigen, neuen Möglichkeit eines zusätzlichen Energiemoduls¹⁵ in Stratus, wurde beschlossen, mit dem bisher verwendeten und bereits etablierten Stratus-Tool (inkl. neuem Energiemodul) weiterzuarbeiten.

¹⁴ [CO₂mpass \(co2mpass.ch\)](https://co2mpass.ch)

¹⁵ Energiemodul Stratus: Hierbei handelt es sich um eine Pilotanwendung, d.h. es ist noch keine kommerzielle Standardversion

2.2. Datenerfassung und Bilanzierung der Treibhausgasemissionen in Stratus

Im Energiemodul von Stratus wurde für jedes beheizte Gebäude im Eigentum der IMAG der Energieträger ergänzt. Als Hauptgrundlage diente hierfür die Energiestatistik 2017 der IMAG. Fehlende Angaben zum Energieträger wurden durch die IMAG in Zusammenarbeit mit Basler & Hofmann im neuen Energiemodul von Stratus ergänzt. Auch für die Energieverbräuche (Komfortwärme und Strom) stellte die Energiestatistik 2017 die zentrale Grundlage dar. Bei fehlenden Verbrauchsdaten wurden die Energieverbräuche über Kennwerte basierend auf der Gebäudeflächen (EBF) und dem Baujahr geschätzt. Von den 197 in Stratus erfassten Gebäude im Alleineigentum der IMAG (total 598'000 m² EBF), sind 144 in der Energiestatistik 2017 abgedeckt. Auch die Eigenstromproduktion der bisher installierten PV-Anlagen auf kantonseigenen Gebäuden wurde im Energiemodul von Stratus ergänzt.

Der Ist-Zustand 2023 der direkten Treibhausgasemissionen (Scope 1) ist basierend auf den Endenergieverbräuchen und den Emissionsfaktoren gemäss BAFU¹⁶ berechnet. Die Emissionen aus den Energie-Vorketten (Scope 2) wurden ebenfalls basierend auf den Endenergieverbräuchen mittels der Emissionsfaktoren gemäss BAFU sowie KBOB¹⁷ eruiert. Detaillierte Angaben zu den verwendeten Emissionsfaktoren sind im Anhang 1 (5.8 Emissionsfaktoren). Nachfolgend ist eine kurze Übersicht zusammengestellt, bei welchen Energieträgern gemäss Systemgrenzen (Kapitel 1.3) Scope 1 und Scope 2 Emissionen erfasst wurden:

Tabelle 5: Übersicht der berücksichtigten Energieträger nach Scopes

Energie-träger	Scope 1	Scope 2
Öl	Ja ^{a)}	Ja ^{b)}
Gas	Ja (für fossiles Erdgas) ^{a)}	Ja ^{b)}
Holz	Keine Scope 1 Emissionen, da erneuerbarer Energieträger	Ja ^{b)}
Fernwärme (FW)	Keine Scope 1 Emissionen, da allfällige Emissionen bei der Produktion von FW nicht direkt beim Gebäude anfallen, sondern bei der Heizzentrale des FW-Produzenten	Ja ^{c)}
Strom ^{d)}	Keine Scope 1 Emissionen, da allfällige Emissionen bei der Produktion von Elektrizität nicht direkt beim Gebäude anfallen, sondern beim Elektrizitätswerk	Ja ^{d)}

a) Emissionsfaktoren gemäss BAFU 2021 verwendet; b) Emissionsfaktoren wie folgt berechnet: Emissionsfaktoren gemäss KBOB abzüglich Emissionsfaktoren gemäss BAFU; c) Emissionsfaktoren gemäss KBOB; d) Strom für allgemeinen Verbrauch und für Betrieb Wärmepumpen

Tabelle INFRAS.

¹⁶ Emissionsfaktoren BAFU 2021

¹⁷ Emissionsfaktoren KBOB: Ökobilanzdaten im Baubereich (Version 2009/1:2022). Scope 1 plus 2 Emissionsfaktoren gemäss KBOB. Scope 1 Emissionsfaktoren gemäss BAFU 2021. Scope 2 wurde aus der Differenz von KBOB und BAFU berechnet.

2.3. Modellierung der Absenkpfade basierend auf Stratus (Variante 1 und 2)

Die Entwicklung der Energieverbräuche und die Reduktion der Treibhausgasemissionen bis 2040 bzw. 2050 wurde aufgrund von den in Stratus hinterlegten Erneuerungszyklen¹⁸ der Wärmeerzeugung¹⁹ sowie energetischen Sanierungen²⁰ von Dach, Fassade und Fenster berechnet. Auch die Entwicklung der Eigenstromerzeugung durch den bis 2032 beschleunigten PV-Ausbau gemäss Solaroffensive und den weiteren PV-Ausbau bis 2050 gemäss Solarstrategie wurde modelliert²¹. Die Modellierung erfolgte auf Objektebene, durch Aufsummierung ist auch die Gesamtportfolioebene abgebildet (ein Beispiel eines Objektblatts und Auswertung für ein Einzelgebäude in Stratus s. Anhang 4).

Bei der Modellierung der Absenkpfade wurde zwischen einer pessimistischen und einer optimistischen Variante differenziert (Variante 1 und 2). Die beiden Varianten unterscheiden sich beim Ersatz der fossilen Energieträger sowie beim Anteil erneuerbaren Gases. Da keine gebäudespezifischen Informationen zu verfügbaren und nutzbaren Energieträgern je Standort vorliegen, wurde für die Situation nach dem Ersatz einer fossilen Heizung jeweils ein Portfolio-Energiemix angenommen. Die für Variante 1 und 2 eingesetzten Portfoliomixes sind in Tabelle 6 aufgeführt. Holz hat mit 40% in beiden Varianten einen eher hohen Anteil am Portfolio-Energiemix und Fernwärme mit 5% einen eher geringen Anteil. Hier wird davon ausgegangen, dass Gebäude der IMAG im Fernwärmegebiet mehrheitlich bereits an der Fernwärme angeschlossen sind und die eher abgelegenen Gebäude ohne Möglichkeit eines Fernwärmeanschlusses von Gas bzw. Öl auf Holzheizungen umstellen werden. In Variante 1 (pessimistisch) wird angenommen, dass schwierigere Bauten (z.B. historische Bauten) in Ausnahmefällen noch fossil beheizt werden. Bei Variante 2 (optimistisch) wird von einem ausnahmslos erneuerbaren Heizungsersatz ausgegangen. Betreffend Sanierungsrate, Sanierungstiefe oder PV-Ausbau gibt es zwischen den beiden Varianten keine Unterschiede, u.a. da diese Implementierung in Stratus zurzeit nicht möglich ist.

In künftigen Versionen von Stratus (z.B. Stratus 7.x) bzw. nach zusätzlichen Abklärungen könnten folgende Verfeinerungen für die Absenkpfade sinnvoll sein:

- Spezifische Projektplanungen neu zusätzlich berücksichtigen, anstatt nur standardisiert hinterlegte Erneuerungszyklen
- Einstellmöglichkeiten von Sanierungsraten und Sanierungstiefen je Variante (in momentaner Stratus Version nicht möglich)

¹⁸ Reale Erneuerungszyklen sind tendenziell länger als der Standard in Stratus. D.h. die Absenkpfade würden tendenziell weniger steil als in Kapitel 3.2.1 und 3.2.2 ausfallen.

¹⁹ Umstellung auf erneuerbare Heizsysteme

²⁰ senkt den Energieverbrauch

²¹ Die Solaroffensive umfasst den beschleunigten PV-Ausbau bei Gebäuden mit dem besten Potenzial bis 2032. Die Solarstrategie umfasst den PV-Ausbau des gesamten Potenzials bis 2050.

- Zeitlich dynamische Modellparameter, insbesondere des Portfoliomixes beim Heizungersatz, des Fernwärmemixes und der Emissionsfaktoren für Scope 2 (in momentaner Stratus Version nicht möglich)
- Bei Gebäuden, welche in einem Fernwärmegebiet sind, könnte beim Heizungersatz 100% Fernwärme angenommen werden anstelle des Portfoliomixes (zusätzliche Abklärungen pro Gebäude erforderlich)

Tabelle 6: Übersicht der Parameter für die CO₂-Absenkpfade für Variante 1 und 2

Parameter	Variante 1 (pessimistisch)	Variante 2 (optimistisch)
Ersatz Wärmeerzeuger		
Ersatzrate	▪ gemäss Erneuerungszyklus Stratus	▪ analog Variante 1
Portfoliomix beim Ersatz fossiler Heizungen	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Öl: 0% ▪ Gas: 5% (mit 90% fossilem Anteil) ▪ FW: 5% ▪ Holz: 40% ▪ WP Luft: 25% ▪ WP Erde: 25% 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Öl: 0% ▪ Gas: 0% ▪ FW: 5% ▪ Holz: 40% ▪ WP Luft: 25% ▪ WP Erde: 30%
Anteil erneuerbares Gas bei Gasheizungen*	10 % Biogas* (relevant für bestehende Gasheizungen und für den Portfoliomix beim Ersatz)	20% Biogas* (nur relevant für bestehende Gasheizungen bis zum Ersatz)
Energetische Sanierungen		
Energetische Sanierung von Bauteilen (Dach, Fassade und Fenster)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Sanierungsrate gemäss Erneuerungszyklus Stratus ▪ Sanierungstiefe mittels Faktoren in Abhängigkeit des Baujahres (Anhang 1) 	▪ analog Variante 1
PV-Ausbau		
PV-Ausbau	<ul style="list-style-type: none"> ▪ PV-Ausbau bis 2032 gemäss Solaroffensive (beschleunigter Ausbau) ▪ PV-Ausbau bis 2050 gemäss Solarstrategie 	▪ analog Variante 1

Farben: Unterscheidung Variante 1 (rot) von Variante 2 (grün)

Abkürzungen: FW = Fernwärme, WP = Wärmepumpe

*Vergleich mit Anteil erneuerbares Gas (Biogas und Klärgas) für Raumheizung in Dienstleistungsgebäuden in der Schweiz: 7% (Jahr 2023) bis 60% (Jahr 2050), wobei erneuerbare Gase als absolute Menge konstant bleiben und fossiles Erdgas mit der Zeit deutlich abnimmt (Quelle: Energieperspektiven 2050+, Szenario ZERO Basis)

Tabelle INFRAS. Weitere Angaben und Details zur Methodik und Annahmen der Modellierung s. Anhang 1, Kapitel 5.

3. Ergebnisse

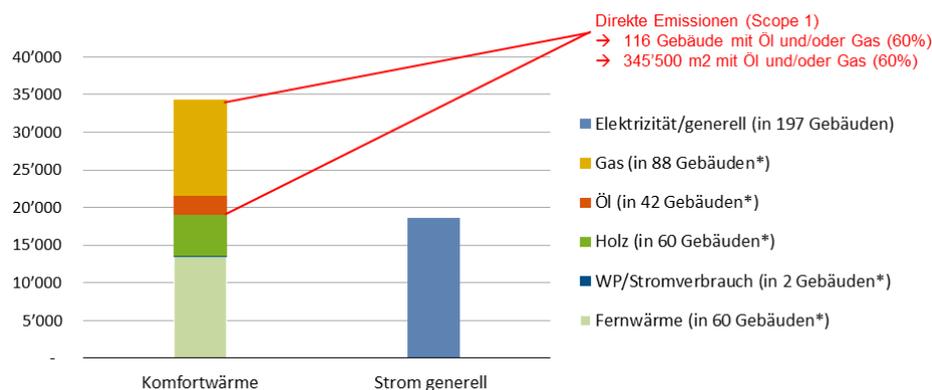
3.1. Ist-Zustand Energieverbrauch und CO₂-Emissionen

Ist-Zustand Energieverbrauch

In der nachfolgenden Abbildung ist der Energieverbrauch pro Energieträger für alle beheizten Gebäude im Eigentum des Kantons im Jahr 2023 dargestellt. Knapp 45% des Energieverbrauchs für die Bereitstellung von Komfortwärme stammt aus fossilen Quellen (7% Öl und 37% Erdgas). Im Vergleich mit dem Durchschnittswert der Dienstleistungsgebäude in der Schweiz²² (ca. 70% fossiler Energieverbrauch mit 34% Öl und 36% Gas) ist das IMAG Portfolio überdurchschnittlich, der Anteil der fossilen Energieträger ist aber immer noch sehr substantiell. Dies insbesondere, wenn berücksichtigt wird, dass viele Objekte mit Fernwärme erschlossen sind und diese mit fast 40% einen besonders hohen Anteil des Energieverbrauchs im Vergleich zu durchschnittlichen Schweizer Werten (ca. 10%) haben.

In 116 Gebäuden der IMAG wird noch mit Öl und/oder Gas geheizt, in 60 Gebäuden wird Fernwärme eingesetzt. Die zahlenmässig eher tiefe Anzahl Gebäude mit Fernwärmeanschluss machen somit einen beträchtlichen Anteil des Energieverbrauchs fürs Heizen aus. Dies weist darauf hin, dass eher grössere Gebäude mit hohen Energieverbräuchen an die Fernwärme angeschlossen sind.

Abbildung 3: Endenergieverbrauch nach Energieträger im Jahr 2023 für kantonseigene Gebäude (in MWh)



*z.T. mehrere Energieträger pro Gebäude (bivalente Heizsysteme), deshalb Summe grösser als Gebäudeanzahl von 197
 Komfortwärme = Raumwärme und Warmwasser; Strom generell = Strombedarf für den Betrieb der Gebäudetechnik;
 WP = Wärmepumpe

Grafik INFRAS. Quelle: Daten IMAG und Annahmen Stratus (s. auch Anhang 1)

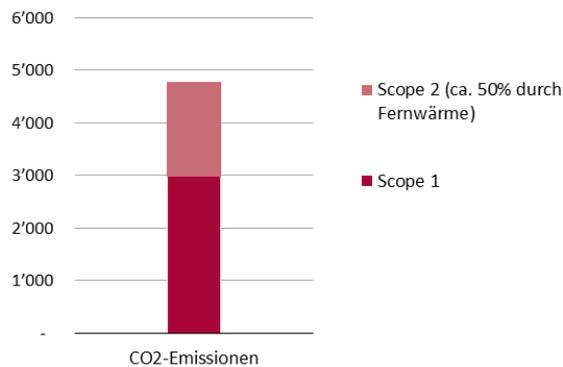
²² gemäss Energieperspektiven 2050+, Abbildung 145

Ist-Zustand CO₂-Emissionen und grösste Emittenten

Abbildung 4 zeigt die CO₂-Emissionen der kantonseigenen Gebäude im Jahr 2023 für Scope 1 und Scope 2. Die direkten CO₂-Emissionen (Scope 1) stammen hauptsächlich aus Gasheizungen (s. auch Abbildung 3). Die daraus resultierenden spezifischen direkten CO₂-Emissionen pro Energiebezugsfläche im IMAG Portfolio umfassen ca. 5 kg CO₂/m². Dies liegt deutlich tiefer als der Durchschnitt der Dienstleistungsgebäude in der Schweiz (CH: 15 kg CO₂/m²)²³. Hauptgrund hierfür ist wiederum der besonders hohe Anteil an Fernwärme bei den Gebäuden der IMAG.

Die Emissionen aus den Energie-Vorketten (Scope 2) kommen zu ca. 50% durch die Fernwärmenutzung zu Stande²⁴.

Abbildung 4: Direkte CO₂-Emissionen inkl. Vorketten der Energieträger (Scope 1 und 2) im Jahr 2023 für kantonseigene Gebäude (in Tonnen CO₂)



Grafik INFRAS. Quelle: Daten IMAG und Annahmen Stratus (s. auch Anhang 1)

In der Tabelle 7 sind die Gebäude mit den höchsten direkten Emissionen (nachfolgend «grösste Emittenten» genannt) zusammengefasst. Die 10 Gebäude mit den höchsten Emissionen (absolute CO₂-Werte) verursachen rund 40% der Gesamtemissionen des IMAG Gebäudeportfolios. Werden die 10% schlechtesten Flächen betrachtet (spezifische CO₂-Werte pro EBF), so machen auch diese ca. 40% der Gesamtemissionen aus.

²³ Der Wert für Dienstleistungsgebäude der Schweiz ist aus dem nationalen Treibhausgasinventar und den Energiebezugsflächen gemäss Energieperspektiven 2050+ abgeleitet.

²⁴ Die Fernwärmeverbände im Kanton Aargau sind noch nicht vollständig dekarbonisiert. Als Emissionsfaktor wurde der Durchschnitt der Schweizer Fernwärmenetze angenommen (siehe auch Anhang 1).

Tabelle 7: Übersicht der grössten Emittenten

	Direkte CO₂-Emissionen (Scope 1)	Anzahl Gebäude und Energiebe- zugsfläche (EBF)
Total Emissionen IMAG	2'990 t CO ₂	197 Gebäude 597'500 m ²
Die 10 grössten Emittenten (absolut in Tonnen CO ₂)	1'230 t CO ₂ (40% der Gesamtemissionen)	10 Gebäude (5% der Gebäude) 113'600 m ² (20% der totalen EBF)
Die 10% schlechtesten Flächen (spezifisch in kg CO ₂ /m ²)	1'260 t CO ₂ (40% der Gesamtemissionen)	33 Gebäude (15% der Gebäude) 56'800 m ² (10% der totalen EBF)

Die betroffenen Gebäude sind im Anhang 2 aufgeführt.

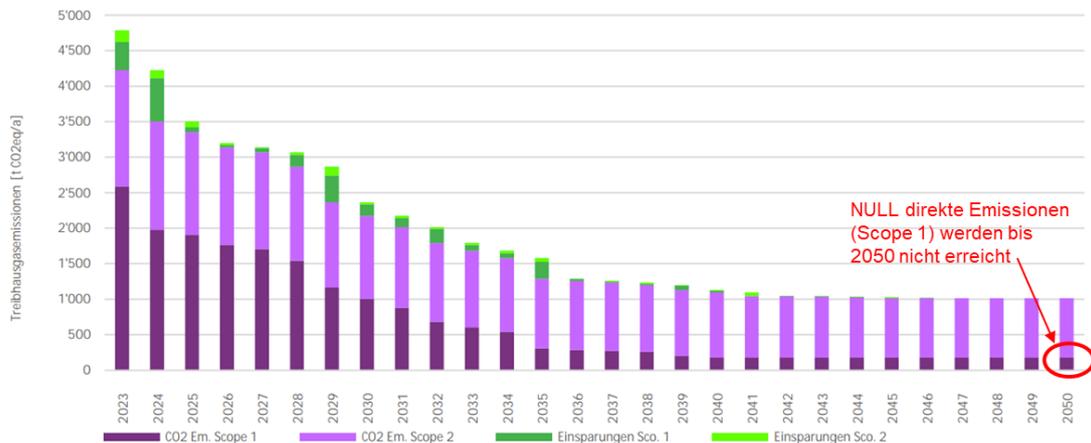
Tabelle INFRAS. Quelle: Daten IMAG und Annahmen Stratus (s. auch Anhang 1)

3.2. Entwicklung von CO₂-Emissionen und Energieverbrauch

3.2.1. Variante 1 (pessimistisch)

Basierend auf den Annahmen und dem Vorgehen gemäss Kapitel 2.3 wurde der CO₂-Absenkpfad für Variante 1 (pessimistisch) für das gesamte heutige Gebäudeportfolio im Eigentum der IMAG erstellt. Geplante Veräusserungen, welche zum jetzigen Zeitpunkt bekannt sind, wurden in den Absenkpfeilen berücksichtigt. Zukäufe oder Neubauprojekte sind nicht abgebildet. In Abbildung 5 sind die direkten CO₂-Emissionen inkl. Vorketten der Energieträger (Scope 1 und 2) dargestellt. Ebenfalls abgebildet sind die CO₂-Einsparungen, welche durch Massnahmen in einem bestimmten Jahr erwartet werden (durch Heizungsumstellung oder energetische Sanierung).

Abbildung 5: Absenkpfad der direkten CO₂-Emissionen inkl. Vorketten der Energieträger (Scope 1 und 2) bis 2050 für das heutige Gebäudeportfolio* im Alleineigentum der IMAG (Variante 1, pessimistisch)²⁵



CO₂-Emissionen Scope 1 (dunkelviolette Balken): Umfasst die direkten CO₂-Emissionen, welche über das gesamte Gebäudeportfolio im Alleineigentum der IMAG anfallen (durch Gas- und Ölheizungen).

Einsparungen Scope 1 (dunkelgrüne Balken): CO₂-Einsparungen, welche aufgrund von Massnahmen in diesem Jahr gemäss Erneuerungszyklus von Stratus stattfinden (z.B. Sanierung Fenster oder Heizungsersatz).

CO₂-Emissionen Scope 2 (hellviolette Balken): Umfasst die Energie-Vorketten CO₂-Emissionen, welche über das gesamte Gebäudeportfolio im Alleineigentum der IMAG anfallen.

Einsparungen Scope 2 (hellgrüne Balken): Scope 2 Emissionen nehmen ab aufgrund von Energieeinsparungen (durch Sanierungen und Wechsel zu Heizsystemen mit höheren Nutzungsgraden bei Wärmepumpen).

*Berücksichtigt werden zum heutigen Zeitpunkt bekannte Veräusserungen. Neubauten oder Zukäufe sind nicht enthalten.

Grafik Basler & Hofmann ergänzt durch INFRAS. Quelle: Daten IMAG und Annahmen Stratus (s. auch Anhang 1)

Aus Abbildung 5 wird deutlich erkennbar, dass es in der Variante 1 nicht möglich ist, die direkten Emissionen bis im Jahr 2040 sowie 2050 auf NULL abzusenken. Dies weil weiterhin Gasheizungen verbleiben, welche noch fossiles Erdgas beziehen. Hierbei gilt darauf hinzuweisen, dass die in Variante 1 hinterlegte Annahme, dass bis ins Jahr 2050 im Schnitt 5% Gasheizungen installiert werden, als pessimistisch einzuordnen ist.

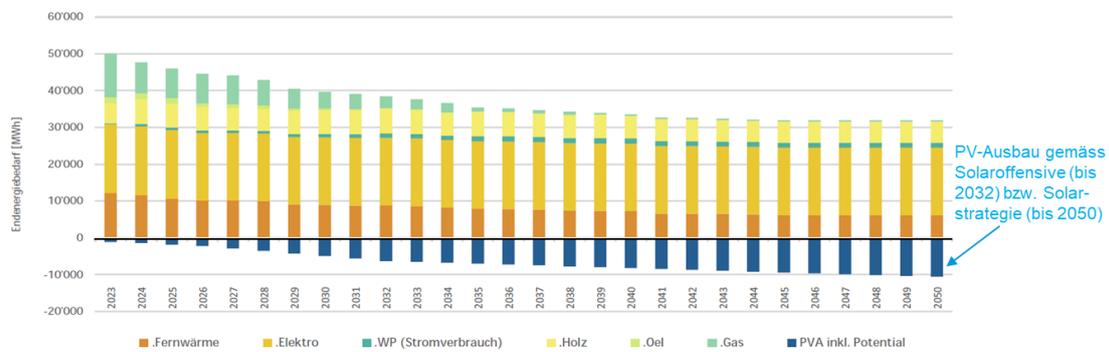
Die Scope 2 Emissionen nehmen leicht ab. Dies aufgrund von Energieeinsparungen durch energetische Sanierungen und dem Wechsel zu Heizsystemen mit höheren Nutzungsgraden wie z.B. Wärmepumpen. Es gilt zu berücksichtigen, dass die verwendeten Emissionsfaktoren für Scope 2 mit der Zeit deutlich abnehmen werden, dies aber hier nicht berücksichtigt ist. Einerseits dank der zunehmenden Dekarbonisierung der Fernwärme, andererseits aufgrund von globalen Entwicklungen in Richtung Netto-Null. Die hier künftig dargestellten Scope 2 Emissionen werden daher eher überschätzt.

In Abbildung 6 ist die Entwicklung des Energieverbrauchs für Komfortwärme und den generellen Strombedarf nach Energieträger sowie die Entwicklung des PV-Ausbaus dargestellt. Es wurde bewusst darauf verzichtet, den PV-Strom im CO₂-Absenkpfad zu integrieren, sei es als

²⁵ Im Anhang 3 ist der Absenkpfad für Scope 1 Emissionen ohne Darstellung von Scope 2 enthalten.

Scope 2 Emission oder als «Kompensationsmassnahme». Die Eigenstromproduktion mittels PV ist insbesondere relevant als Beitrag zur Energiewende, welche die Produktion von lokalem erneuerbarem Strom erfordert. PV-Eigenstromproduktion als CO₂-Kompensation darzustellen wäre weder sinnvoll noch fachlich korrekt. Denn wie in Kapitel bereits erläutert, müssen die direkten CO₂-Emissionen von Gebäuden ohne Kompensationen oder Negativemissionstechnologien das Niveau von Null erreichen.

Abbildung 6: Entwicklung des Energieverbrauchs und der PV-Eigenstromproduktion bis 2050 für das heutige Gebäudeportfolio* im Alleineigentum der IMAG (Variante 1, pessimistisch)



Elektro = Strombedarf für den Betrieb der Gebäudetechnik (Effizienzsteigerung der Geräte etc. ist über die Zeit nicht berücksichtigt)

PVA = Photovoltaikanlagen; WP = Strombedarf für die Wärmeerzeugung mit Wärmepumpen (die Umweltwärme wird hier nicht dargestellt)

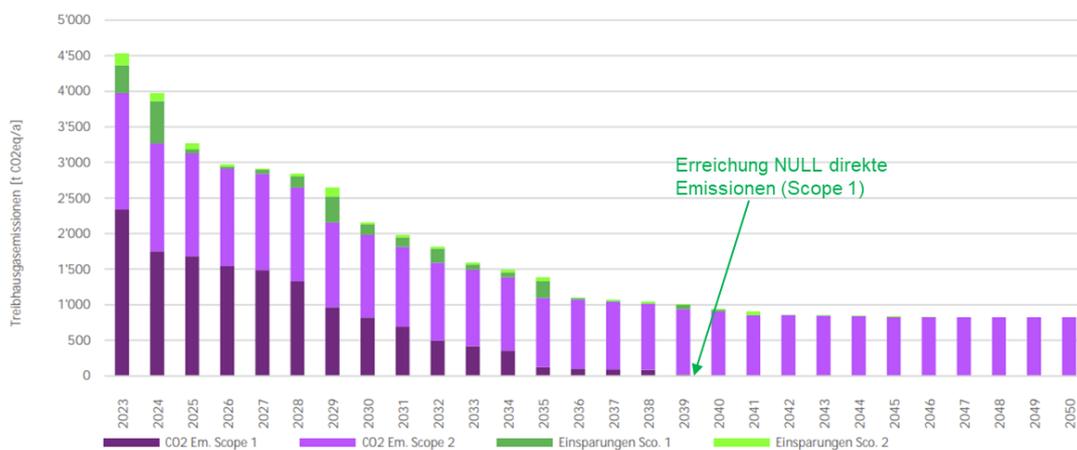
*Berücksichtigt werden zum heutigen Zeitpunkt bekannte Verässerungen. Neubauten oder Zukäufe sind nicht enthalten.

Grafik Basler & Hofmann ergänzt durch INFRAS. Quelle: Daten IMAG und Annahmen Stratus (s. auch Anhang 1)

3.2.2. Variante 2 (optimistisch)

Der CO₂-Absenkpfad für Scope 1 und 2 in der Variante 2 (optimistisch) wurde ebenfalls basierend auf den im Kapitel 2.3 dargestellten Annahmen für das heutige Gebäudeportfolio im Eigentum der IMAG erstellt (s. Abbildung 7).

Abbildung 7 Absenkpfad der direkten CO₂-Emissionen inkl. Vorketten der Energieträger (Scope 1 und 2) bis 2050 für das heutige Gebäudeportfolio* im Alleineigentum der IMAG (Variante 2, optimistisch)²⁶



CO₂-Emissionen Scope 1 (dunkelviolette Balken): Umfasst die direkten CO₂-Emissionen, welche über das gesamte Gebäudeportfolio im Alleineigentum der IMAG anfallen (durch Gas- und Ölheizungen).

Einsparungen Scope 1 (dunkelgrüne Balken): CO₂-Einsparungen, welche aufgrund von Massnahmen in diesem Jahr gemäss Erneuerungszyklus von Stratus stattfinden (z.B. Sanierung Fenster oder Heizungsersatz).

CO₂-Emissionen Scope 2 (hellviolette Balken): Umfasst die Energie-Vorketten CO₂-Emissionen, welche über das gesamte Gebäudeportfolio im Alleineigentum der IMAG anfallen.

Einsparungen Scope 2 (hellgrüne Balken): Scope 2 Emissionen nehmen ab aufgrund von Energieeinsparungen (durch Sanierungen und Wechsel zu Heizsystemen mit höheren Nutzungsgraden bei Wärmepumpen).

*Berücksichtigt werden zum heutigen Zeitpunkt bekannte Veräusserungen. Neubauten oder Zukäufe sind nicht enthalten.

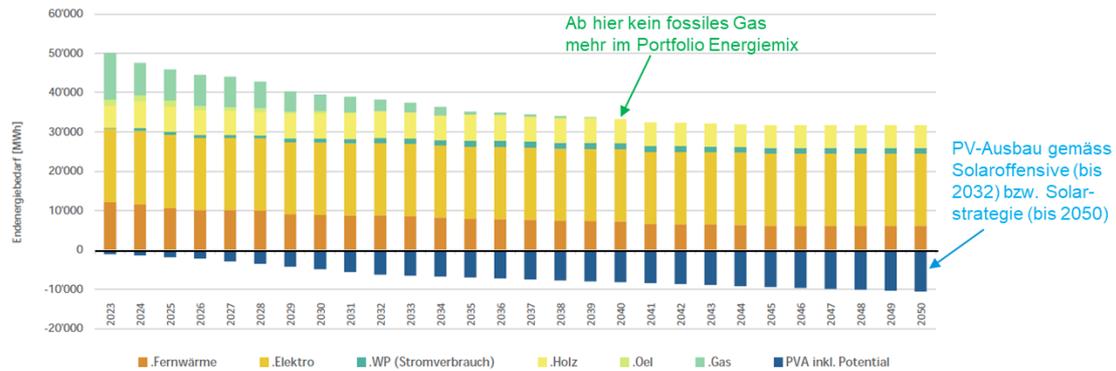
Grafik Basler & Hofmann ergänzt durch INFRAS. Quelle: Daten IMAG und Annahmen Stratus (s. auch Anhang 1)

Abbildung 7 zeigt, dass in der Variante 2 (optimistisch) Null direkte Emissionen bereits bis im Jahr 2040 erreicht werden. Dies erfordert bei jeder Heizungserneuerung ab sofort den konsequenten Ersatz von fossilen Heizsystemen durch solche mit erneuerbaren Energieträgern oder einen Anschluss an die Fernwärme.

Auch in der Entwicklung der Energieverbräuche wird ersichtlich, dass ab dem Jahr 2040 keine Gas- oder Ölheizungen im Energieträgermix mehr bestehen (s. Abbildung 8).

²⁶ Im Anhang 3 ist der Absenkpfad für Scope 1 Emissionen ohne Darstellung von Scope 2 enthalten.

Abbildung 8: Entwicklung des Energieverbrauchs und der PV-Eigenstromproduktion bis 2050 für das heutige Gebäudeportfolio* im Alleineigentum der IMAG (Variante 2, optimistisch)



Elektro = Strombedarf für den Betrieb der Gebäudetechnik (Effizienzsteigerung der Geräte etc. ist über die Zeit nicht berücksichtigt)

PVA = Photovoltaikanlagen; WP = Strombedarf für die Wärmeerzeugung mit Wärmepumpen (die Umweltwärme wird hier nicht dargestellt)

*Berücksichtigt werden zum heutigen Zeitpunkt bekannte Veräusserungen. Neubauten oder Zukäufe sind nicht enthalten.

Grafik Basler & Hofmann ergänzt durch INFRAS. Quelle: Daten IMAG und Annahmen Stratus (s. auch Anhang 1)

3.2.3. Vergleich mit Energieperspektiven 2050+

Ein direkter Vergleich mit den Energieperspektiven 2050+ des Bundes ist nicht für alle Parameter möglich. Dennoch sollen mit einem übergeordneter Vergleich die getroffenen Annahmen und resultierenden Energieverbräuche und die Stromproduktion im Jahr 2050 grob eingeordnet werden. Hierfür werden die Entwicklungen der Energieverbräuche für Raumheizungen von Dienstleistungsgebäuden aus den Energieperspektiven 2050+ entnommen²⁷. Grundsätzlich muss berücksichtigt werden, dass die Gebäude im Alleineigentum der IMAG nicht eins zu eins mit einem durchschnittlichen Dienstleistungsgebäude der Schweiz vergleichbar sind: Die IMAG will als Vorbild vorangehen, die Objekte stehen vermehrt in Gebieten mit Fernwärmeerschliessung (Gunstfaktor), das Gebäudeportfolio der IMAG enthält aber vermehrt auch Spezialgebäude wie Schlösser, Kirchen und weitere historische Bauten inkl. Denkmalschutzanforderungen (Hemmnisfaktor).

Die Vergleiche zu den Energieperspektiven 2050+ sind in Tabelle 8 für das Jahr 2050 zusammengefasst.

²⁷ gemäss Energieperspektiven 2050+ (s. Abbildung in Anhang 5)

Tabelle 8: Vergleich der Varianten 1 und 2 der Gebäude im Alleineigentum der IMAG mit den Energieperspektiven 2050+ im Jahr 2050

	Variante 1 (pessimistisch)	Var. 2 (optim.)	Energieperspektiven 2050+ (Szenario ZERO Basis)
Photovoltaik (PV)			
Ausschöpfung PV-Potenzials	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 90-100% des «sinnvollen Potenzials»¹ ausgeschöpft gemäss Solarstrategie ▪ 13'000 MWh/a 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ analog Var. 1 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 66% des gesamten Potenzials ausgeschöpft (Dächer + Fassaden von Wohnbauten und Nichtwohnbauten) ▪ entspricht 33 TWh/a
Deckung Strombedarf mit PV	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 64% des Strombedarfs der IMAG (Strom generell + Strom für WP = total 20'500 MWh/a) kann mit eigener PV-Stromproduktion abgedeckt werden 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ analog Var. 1 	<p>Als Vergleichsgrösse ungeeignet, nur Groborientierung:*</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ DL-Gebäude rund 13 TWh Strombedarf. Keine Angabe zu PV-Produktion auf DL-Gebäuden ▪ DL und HH: 32 TWh Strombedarf bei 33 TWh PV-Stromproduktion. D.h. 100% des Strombedarfs aus HH und DL kann durch PV abgedeckt werden. Es gilt aber zu berücksichtigen: <ul style="list-style-type: none"> ▪ HH haben gute Voraussetzungen und tragen überproportional zur PV-Produktion bei (viel freie Dach- und Fassadenfläche) ▪ DL haben aufgrund von Geräten, Lüftungen etc. einen höheren spezifischen Strombedarf als HH (s. nächste Zeile). ▪ Es ist davon auszugehen, dass der Strombedarf von DL nicht durch die PV-Produktion auf DL-Gebäuden gedeckt werden kann.
Spezifische Stromproduktion mit PV pro EBF	<ul style="list-style-type: none"> ▪ PV-Prod. von 22 kWh/m2 (bei einem spez. Strombedarf von 34 kWh/m2) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ analog Var. 1 	<p>Als Vergleichsgrösse ungeeignet, nur Groborientierung:*</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ DL: keine Angabe zu PV-Prod. aus DL, spez. Strombedarf von 51 kWh/m2 <ul style="list-style-type: none"> ▪ Hinweis: Der spez. Strombedarf liegt deutlich höher als beim IMAG Portfolio. Durchschnittliche DL-Gebäude sind nicht vollständig mit dem IMAG Portfolio vergleichbar (Stromverbrauch für Gewerbe höher) ▪ DL und HH: PV-Prod. von 39 kWh/m2 (bei einem spez. Strombedarf von 38 kWh/m2)
Komfortwärme			
Heizmix für Komfortwärme inkl. Einsatz fossiles Gas	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Öl: 0% ▪ Gas: 3% (90% fossil) ▪ FW: 33% ▪ Holz: 30% ▪ WP²: 34% 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Öl: 0% ▪ Gas: 0% ▪ FW: 33% ▪ Holz: 30% ▪ WP²: 37% 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Öl: 1% ▪ Gas: 15% (40% fossiler Anteil) ▪ FW: 24% ▪ Holz: 12% ▪ WP²: 48%

1 «sinnvolles Potenzial»: Gesamtes PV-Potenzial der kantonseigenen Gebäude ohne Spezialgebäude (z.B. Schlösser, Denkmalschutz etc.). «Sinnvoll» enthält auch Reserven für Grünflächen und Biodiversitätsaufwertungen. Dies entspricht dem GAF, Art. 47a Absatz 2. 2: Energiemenge für WP entspricht dem Strombedarf und der Umweltwärme

*Direkter Vergleich nicht möglich, da keine differenzierte Angabe der PV-Produktion für DL und HH vorliegt.

Abkürzungen: DL = Dienstleistungen, EBF = Energiebezugsfläche, FW = Fernwärme, GAF = Gesetz über die wirkungsorientierte Steuerung von Aufgaben und Finanzen, HH = Haushalte, WP = Wärmepumpe

Tabelle INFRAS. Quelle: Resultate aus Absenkpfade IMAG und Energieperspektiven 2050+ des Bundes, s. auch Anhang 5

Beim PV-Ausbau strebt die IMIAG die Erreichung von 90-100% des sinnvollen Potenzials ihrer Dächer und Fassaden an. Für das «sinnvolle Potenzial» sind diverse Dimensionen eingeflossen, so auch Ökologie- und Biodiversitätsaspekte (z.B. Dachbegrünungen) oder Analysen zum Zustand der Dächer und entsprechenden Erneuerungszyklen. Der PV-Ausbau soll sich möglichst am Sanierungszyklus der Dächer orientieren. Spezialgebäude wie Schlösser sind vom «sinnvollen Potenzial» ausgenommen. Im Vergleich zu den Energieperspektiven 2050+ ist dieser Wert sehr hoch. Dies lässt sich aber auch dadurch erklären, dass schwierige Spezialgebäude bereits aus dem IMAG-Potenzial ausgeschlossen werden und Aspekte wie Erneuerungszyklen oder Dachbegrünungen bereits miteingeflossen sind. Mit dem geplanten PV-Ausbau der IMAG lassen sich 64% des Strombedarfs im Jahr 2050 durch Eigenstrom abdecken. Ein direkter Vergleich mit den Energieperspektiven 2050+ ist schwierig, da dort der PV-Ausbau über alle Gebäude in der Schweiz angenommen wird und keine spezifischen Angaben zum Beitrag von Dienstleistungsgebäuden bestehen.

Gemäss Energieperspektiven 2050+ werden in Dienstleistungsgebäuden im Jahr 2050 noch rund 15% mit Gas beheizt, wobei nur 6% mit fossilem und 9% mit erneuerbarem Gas. Sowohl in Variante 1 als auch in Variante 2 der IMAG ist der totale Gasanteil (3% mit rund 0.2% fossil und 2.8% erneuerbar bzw. 0%) deutlich geringer. Die IMAG geht im Bereich Heizungsmix insbesondere bei der Variante 2 deutlich als Vorbild voran.

4. Ziele und Handlungsempfehlungen

4.1. Zielsetzung definieren und Gap-Analyse

Ziele bzgl. direkten Emissionen (Scope 1)

Bei der quantitativen Zielsetzung für die kantonseigenen Gebäude liegt der Fokus auf den direkten Emissionen (Scope 1) und damit auf dem Energieverbrauch aus dem Betrieb der Gebäude. Auf die direkten Emissionen kann die IMAG grossen Einfluss nehmen. Die Scope 1 Emissionen des heutigen Portfolios der IMAG machen über den Lebenszyklus betrachtet immer noch den Grossteil der Emissionen aus, da rund 45% des Endenergieverbrauchs für Komfortwärme noch fossil bereitgestellt wird (s. Abbildung 3).

Mit der Annahme des Klima- und Innovationsgesetzes der Schweiz (KIG)²⁸, entsteht auch für die Kantone per 1.1.2025 eine zentrale und verbindliche übergeordnete gesetzliche Grundlage. Die für die IMAG besonders relevanten Punkte aus dem KIG sind in der nachfolgenden Box zusammengestellt und Empfehlungen für die Zielsetzung der IMAG werden abgeleitet.

Relevante Punkte aus dem Klima- und Innovationsgesetzes der Schweiz für die IMAG:

- Art. 4, Absatz 1a., Verminderungsziele für den Sektor Gebäude: bis 2040 um 82% und bis 2050 um 100% gegenüber dem Jahr 1990
→ Empfehlung Ziel für IMAG: Dieses Ziel trifft nicht nur für Gebäude im Eigentum der öffentlichen Hand zu, sondern für alle Gebäude. Für kantonseigene Gebäude sollte unter dem Aspekt der Vorbildfunktion ein ambitionierterer Reduktionspfad verfolgt werden (s. nächster Punkt).
- Art. 10, Absatz 4, Vorbildfunktion von Bund und Kantonen: Für die zentrale Verwaltung der Kantone ist ab 2040 mindestens Netto-Null-Emissionen anzustreben.
→ Empfehlung Ziel für IMAG: Netto-Null Emissionen sollen bis 2040 möglichst als verbindliches Ziel festgelegt und eingehalten werden. Das Ziel für die direkten Emissionen des Gebäudeportfolios der IMAG Jahr 2040 sollte Null sein (ohne «Netto»). Die indirekten Emissionen sind bis 2040 möglichst stark zu reduzieren und sollten längerfristig als verbindliches Ziel festgelegt werden.

Der Soll-Reduktionspfad der direkten Emissionen gemäss KIG ist für das Gebäudeportfolio der IMAG in Tabelle 9 dargestellt. Die Absenkpfade des IMAG Portfolios gemäss den beiden im Stratus modellierten Varianten werden mit diesem verglichen. In Variante 1 (pessimistisch)

²⁸ Volksabstimmung vom 18.6.2023

verbleiben im Jahr 2040 und 2050 immer noch Emissionen. Damit wird weder der Reduktionspfad gemäss KIG im Jahr 2050 eingehalten noch die Vorbildfunktion von Null Emissionen bis im Jahr 2040 erfüllt. Bei der Variante 2 (optimistisch) wird das Ziel gemäss KIG erfüllt, da die Emissionen ab dem Jahr 2040 bei Null liegen. Um Variante 2 zu erreichen bzw. um die Gaps von Variante 1 zu schliessen, ist zwingend ein konsequenter Ersatz von fossilen zu erneuerbaren Heizsystemen notwendig. Die für die IMAG wichtigen Grundlagen – insbesondere die «Richtlinie Nachhaltiges Bauen und Bewirtschaften» sowie die «Immobilienstrategie des Kantons Aargau» – sollten dahingehend angepasst werden, d.h. bezüglich des Heizungersatzes und dem konsequenten Einsatz von erneuerbaren Energieträgern möglichst verbindlicher formuliert werden (s. auch Tabelle 4 in Kapitel 1.4)²⁹.

Tabelle 9: Vergleich der direkten Emissionen (Scope1) in den Absenkpfeilen des IMAG Gebäudeportfolios mit dem schweizerischen Klima- und Innovationsgesetz

	1990 (Ausgangsjahr für Ziel- setzung gem. KIG)	2023 ¹ (Ist-Zustand)	2040	2050
Soll-Absenkpfad gem. KIG, Art.4, für IMAG			750 t CO ₂ (-82%) ³	0 t CO ₂ (-100%) ³
Soll-Absenkpfad gem. KIG, Art.10, für IMAG			0 t CO ₂ (Vorbildfunktion)	
Variante 1 (pessimistisch)	4'150 t CO ₂ ²	2'985 t CO ₂ (-28%) ³	180 t CO ₂ ✓ (✗) (-96%) ³	180 t CO ₂ ✗ (✗) (-96%) ³
Variante 2 (optimistisch)	4'150 t CO ₂ ²	2'985 t CO ₂ (-28%) ³	0 t CO ₂ ✓ (✓) (-100%) ³	0 t CO ₂ ✓ (✓) (-100%) ³

1: Basierend auf Energieverbrauchsdaten aus dem Jahr 2017 der IMAG und Kennwerten (s. Anhang 1)

2: Grobschätzung basierend auf schweizweite Emissionsdaten für Dienstleistungsgebäude (Treibhausgasinventar Schweiz)

3: Absenkung im Vergleich zu 1990

✓: Ziel gemäss KIG, Art. 4, erfüllt ✗: Ziel gemäss KIG, Art. 4, nicht erfüllt, d.h. Gap vorhanden

(✓): Ziel gemäss KIG, Art. 10, erfüllt (✗): Ziel gemäss KIG, Art. 10, nicht erfüllt, d.h. Gap vorhanden

KIG = Klima- und Innovationsgesetz Schweiz

Tabelle INFRAS. Quelle: Daten IMAG und Annahmen Stratus (s. auch Anhang 1)

Ziele bzgl. energiebedingten indirekten Emissionen (Scope 2)

Nebst den direkten Emissionen der Gebäude im Alleineigentum der IMAG (Scope 1), werden auch die indirekten Emissionen aus Energie-Vorketten (Scope 2) quantitativ berücksichtigt. Scope 2 Emissionen entstehen bei der Gewinnung, Umwandlung und dem Transport der für die Kantonsgebäude verbrauchten Energieträger (Heizöl, Gas, Fernwärme, Holz, Strom). Rund die

²⁹ Momentan sind folgende Wordings vorhanden (s. auch Tabelle 4): «für Strom, Wärme und Kälte werden generell Lösungen mit einem hohen Anteil an erneuerbarer Energie angestrebt» (Richtlinie Nachhaltiges Bauen und Bewirtschaften) bzw. «der Einsatz von erneuerbaren Energiequellen wird bevorzugt» (Immobilienstrategie)

Hälfte der Scope 2 Emissionen der IMAG stammen heute aus dem nicht-fossile Anteil der Fernwärme. Der Strombezug der IMAG erfolgt schon heute zu 100% aus erneuerbaren Energiequellen. Trotzdem fallen auch bei der Stromproduktion Vorketten-Emissionen an, z.B. für die Erstellung von Kraftwerken oder für die Herstellung und den Transport von PV-Modulen.

Die Erfassung von Scope 2 Emissionen der Energieträger ist komplex und wird durch zahlreiche Faktoren beeinflusst wie z.B. der Transportdistanz und der Transportart. Emissionen aus Energievorketten fallen vorwiegend ausserhalb des Kantons und meist ausserhalb der Schweiz an. Damit sind diese Emissionen stark abhängig von globalen Entwicklungen und den internationalen Anstrengungen zur Dekarbonisierung der Volkswirtschaften. Grundsätzlich gilt es zu erwähnen, dass Scope 2 Emissionen nicht isoliert betrachtet werden können, sondern es bedarf zwingend einer Lebenszyklusbetrachtung der genutzten Energieträger. Beispielsweise verursachen erneuerbare Energien wie z.B. Strom aus PV-Anlagen oder die Verwendung von Biogas (Brenn- oder Treibstoff) im Betrieb keine bzw. sehr wenige direkte Treibhausgasemissionen, während deren Vorketten-Emissionen – z.B. aufgrund von Produktion und Transport der PV-Module oder aufgrund der Methanemissionen bei der Biogasproduktion – teilweise relativ hoch ausfallen können³⁰. **Es ist daher nicht sinnvoll, die Emissionsziele und die Energieträgerwahl nur auf die Vorketten-Emissionen abzustützen. Erst die Gesamtsumme aus Scope 1 und Scope 2 Emissionen ergibt eine sinnvolle Bewertungsgrundlage.** Es ist aber hervorzuheben, dass Proportionalität zwischen der Verminderung des Energiebedarfs – z.B. durch Effizienz- und Suffizienzmassnahmen – und den verursachten Vorketten-Emissionen besteht. Jede Einheit Energie ist mit ihrem «Rucksack» an Vorkettenemissionen verbunden. Je weniger Energieeinheiten eingesetzt werden, desto weniger Vorkettenemissionen entstehen. Hier kann die IMAG direkt Einfluss nehmen.

Kantone können auch bei indirekten Emissionen Netto-Null bis 2040 anstreben, dies ist voraussichtlich aber nur mit Zertifikaten/Kompensation machbar und bedarf aktuelle wissenschaftliche Daten für die Vorketten-Emissionen (s. auch Kapitel 4.2).

Ziele bzgl. grauer Emissionen (Scope 3)

Indirekte Emissionen (Scope 3) aus der Herstellung der Baumaterialien, der Herstellung der Gebäudetechnik und der Bauprozesse (inkl. Baumaschinen, Tiefbau, etc.) werden nur qualitativ berücksichtigt und allgemeingültige Grundsätze festgelegt, wie diese in künftigen Sanierungs- oder Neubauprojekten mitberücksichtigt und wirksam reduziert werden können (Details bzgl. Netto-Null-konforme Gebäudestandards s. Handlungsempfehlung 8 in Kapitel 4.3) .

³⁰ Beispiel: Gemäss aktuellen KBOB Grundlagen betragen die Vorketten-Emissionen bei fossilem Erdgas 28 g CO₂/kWh, die von Biogas 124 CO₂/kWh. Im Betrieb fallen dann bei Erdgas aber 202 g fossiles CO₂/kWh an, bei Biogas 0 g CO₂/kWh.

4.2. Umgang mit Kompensation und Negativemissionen

Der Abschnitt thematisiert die mögliche Rolle von Kompensationsmechanismen und Negativemissionen für das Netto-Null-Ziel der IMAG. Dabei geht es um den Zukauf von Emissionsminderungszertifikaten³¹ oder Negativemissionszertifikaten³² (nachfolgend «Zertifikate»), um die eigenen Restemissionen zu kompensieren.

Null Emissionen sind im Gebäudebereich technisch einfach zu realisieren, im Vergleich mit anderen Sektoren. Die nationale Klimastrategie³³ legt deshalb als Ziel fest: «...Der Gebäudepark verursacht im Jahr 2050 keine Treibhausgasemissionen mehr....». Auch gemäss Klima- und Innovationsgesetz Schweiz umfasst das Verminderungsziel für den Gebäudesektor -100% bis 2050 im Vergleich zu 1990 (s. auch Kapitel 4.1). Damit ist vorgegeben, dass Zertifikate für das Ziel auf der Stufe von Scope 1 auch bei der IMAG höchstens im Übergang zu Netto-Null eine Rolle spielen dürfen, aber nicht im Endzustand.

Im Sinne der Vorbildrolle erachten wir aber auch im Übergang den Einsatz von Emissionsminderungszertifikaten bei Scope 1 als nicht sinnvoll. Diese haben oft eine unsichere Wirkung (sog. mangelnde Zusätzlichkeit) und können dazu führen, dass in anderen Bereichen die eigene Emissionsreduktion verlangsamt wird, was kontraproduktiv ist. Sinnvoll kann sein, Zertifikate zur Kompensation von Scope 2 oder Scope 3-Emissionen einzusetzen oder zur Erreichung von Netto-Null Scope 1 Emissionen deutlich vor 2040 (z.B. ab 2030). Dann sollten aber Negativemissionszertifikate verwendet werden. Damit kann die Technologieentwicklung in diesem noch neuen Bereich weiterentwickelt und über die Stimulation von Investitionen die Liquidität im Markt erhöht werden, was beides wichtig ist. Allerdings sind qualitativ gute Negativemissionszertifikate heute noch sehr teuer. Für einen allfälligen Zertifikatkauf sollte die IMAG Fachpersonen beiziehen, da die Qualität der Zertifikate für den Klimanutzen absolut entscheidend ist.

Auch die Vernehmlassungsversion der SIA 390-1 als Nachfolgerin des SIA Effizienzpfads 2040 sieht vor, dass die Anrechnung von Negativemissionen nur für die für die Einhaltung der sehr ambitionierten Zielwerte bzgl. grauer Emissionen zulässig ist.

Weiter zu beachten ist, dass die temporäre Speicherwirkung von Holzbauten keinen relevanten Klimaeffekt hat. Die Wissensbasis und Pilotprojekte dazu sind momentan zwar noch in Erarbeitung, weshalb noch keine abschliessende Beurteilung vorgenommen werden kann. Es herrscht jedoch bereits ein relativ breiter Konsens, dass eine Einlagerung von Kohlenstoff während der Lebensdauer eines Gebäudes keinen nennenswerten Effekt auf die globalen

³¹ Emissionsminderungszertifikate stammen aus Massnahmen, die den Ausstoss von Treibhausgasen reduzieren und die Rechte an der Reduktion über den Zertifikatemarkt veräussern.

³² Negativemissionszertifikate stammen aus Massnahmen, die bereits emittierte Treibhausgasemissionen wieder aus der Atmosphäre entfernen und dieser dauerhaft entziehen (z.B. durch Speicherung im Untergrund oder als Biomasse).

³³ BAFU 2021: [Langfristige Klimastrategie 2050 \(admin.ch\)](https://www.admin.ch/gov/de/section/04613/index.html)

Mitteltemperaturen zeigt. Aus diesem Grund ist aus unserer Sicht temporär eingespeicherter biogener Kohlenstoff aufgrund der fehlenden Permanenz nicht umfassend anrechenbar.

Der Ausgleich von Gebäudeemissionen über einen forcierten Ausbau der PV-Anlagen auf Objekten der IMAG ist i.d.R. nicht sinnvoll. Es ergeben sich dabei höchstens geringe Mengen an Emissionsreduktionen (der Schweizer Strom hat einen sehr tiefen Emissionsfaktor) und kann andere Investitionen verzögern. Der Nutzen der Photovoltaik liegt neben der guten Wirtschaftlichkeit vor allem in seiner Bedeutung für die Energiewende (Ausgleich des Mehrverbrauchs von Elektrizität für Wärmepumpen und E-Mobilität) und erhöht die Energiesicherheit im Gesamtsystem.

Wird beispielhaft angenommen, dass die IMAG ihre für 2040 erwarteten Scope 2-Emissionen im Umfang von rund 900 Tonnen kompensieren will, ergeben sich bei einem für die Zukunft realistisch angesetzten Preis für hochwertige Negativemissionszertifikate von 300 bis 600 CHF pro Tonne CO₂ Kosten von rund 0.3 bis 0.6 Mio. CHF pro Jahr.

4.3. Handlungsempfehlungen

Handlungsempfehlung 0 (Verankerung der Handlungsempfehlungen): Handlungsempfehlungen 1 bis 8 mittels übergeordneter Leitsätzen in die Immobilienstrategie aufnehmen und anschliessend in Richtlinie Nachhaltiges Bauen und Bewirtschaften konkret verankern

Mittels dieser übergeordneten Handlungsempfehlung 0 soll sichergestellt werden, dass die unten folgenden konkreten Handlungsempfehlungen 1 bis 8 möglichst behördenverbindlich verankert werden und anschliessend kontinuierlich umgesetzt werden. Dieses Vorgehen soll ausserdem ermöglichen, dass die Massnahmen aufeinander abgestimmt werden können und Synergien genutzt werden. Beispielsweise soll der PV-Ausbau möglichst mit dem Lebenszyklus von Dächern und Fassen gekoppelt werden (vgl. Handlungsempfehlungen 2 und 4). Einerseits kann dies zu einem optimierten Kosten-Nutzen-Verhältnis beitragen (u.a. Erfüllung von Art. 47a, Absatz 2 vom GAF). Andererseits wirkt sich dieses Beispiel auch positiv auf die Reduktion von grauen Emissionen aus.

Für die übergeordnete Verankerung der Handlungsempfehlungen ist folgende Kaskade an Grundlagen dabei insbesondere zu berücksichtigen und wenn möglich zu ergänzen:

- **Entwicklungsleitbild (ELB):** Stellt den übergeordneten Rahmen dar. Die Vorbildfunktion beim Erstellen und Bewirtschaften von Immobilien ist bereits verankert. Ggf. prüfen, ob es weitere Entwicklungsschwerpunkte braucht oder ob die Handlungsempfehlungen direkt über die Immobilienstrategie strategisch verankert werden können. -> **übergeordnete Verankerung bestehend (ggf. prüfen, ob ausreichend)**
- **Immobilienstrategie:** Diese wird alle 4 Jahre überarbeitet und durch den RR beschlossen. Die Handlungsempfehlungen können über Leitsätze in die Immobilienstrategie einfließen und so strategisch verankert werden. -> **strategische Verankerung muss noch erfolgen**
- **Richtlinie Nachhaltiges Bauen und Bewirtschaften (NBB):** Die Immobilienstrategie muss zur konkreten Umsetzung in die NBB einfließen. In der NBB können alle unten aufgeführten acht Handlungsempfehlungen explizit aufgenommen werden und somit operativ verankert werden. -> **operative Verankerung muss noch erfolgen**

GAF = Gesetz über die wirkungsorientierte Steuerung von Aufgaben und Finanzen; RR = Regierungsrat
Tabelle INFRAS.

Handlungsempfehlung 1: Bei jedem Heizungsersatz konsequent auf erneuerbare Energieträger umstellen

Beschrieb/ Hintergrund	<p>Bei jedem geplanten Heizungsersatz muss auf erneuerbare Energieträger umgestellt werden. Fossile Stützenergie soll nur noch zum Einsatz kommen, wenn für ein Gebäude eine belastbare Strategie besteht, wie die Restemissionen bis spätestens 2040 eliminiert werden können. Ist wegen zeitlicher Dringlichkeit eine sofortige Umstellung nicht möglich, soll mit (allenfalls auch fossilen) Zwischenlösungen Zeit für eine solide Planung und Realisierung geschaffen werden.</p> <p>In der Regel soll der Heizungsersatz im Lebenszyklus erfolgen. Erfolgt aber ein tiefgreifender Eingriff am Gebäude, dann soll auch ein vorzeitiger Ersatz geprüft und – falls nicht möglich – die spätere Realisierung in der Planung vorzeitig mit einbezogen werden. Aktuelle Studien zeigen, dass ein vorzeitiger Ersatz einer fossil betriebenen Heizungsanlage in der Regel einen positiven Klimanutzen bringt.³⁴ Der technische Stand der erneuerbaren Wärmeerzeuger ist heute so gut, dass der etwas schlechtere Nutzungsgrad durch die resultierende Überdimensionierung bei entkoppelter Sanierung nicht ins Gewicht fällt.</p> <p>Der Anschluss an ein Energienetz ist dabei ein mit dem Netto-Null-Ziel kompatibler Weg, da die Energienetze zukünftig verstärkt dekarbonisiert werden. Eine Strategie, die stark auf die Verfügbarkeit von erneuerbaren Gasen setzt ist nicht zulässig, da diese keineswegs als gesichert betrachten werden kann und hohe Kosten nach sich ziehen könnte.</p> <p>Der erneuerbare Heizungsersatz ist im Vergleich mit anderen Massnahmen wie z.B. der Fassadensanierung eine kostengünstige Massnahme zur Emissionsreduktion.</p>	
Wirkungsbereich	<input checked="" type="checkbox"/> Reduktion direkte Emissionen <input type="checkbox"/> Reduktion graue Emissionen <input type="checkbox"/> Erhöhung Energieeffizienz	<input type="checkbox"/> Ausbau erneuerbare Energieproduktion <input type="checkbox"/> Querschnitt
Herausforderungen/ Zielkonflikte	<p>Aufgrund der zeitlichen Dringlichkeit der Klimathematik und den technischen Fortschritten bei den Heizungsanlagen ist die bisher favorisierte Strategie von «zuerst energetisch sanieren, erst dann Heizung umstellen» nicht immer sinnvoll. Sie darf nicht dazu führen, dass ein anstehender Heizungsersatz auf fossile Energien setzt. Eine spezielle Herausforderung stellt sich bei der Spitzenlastdeckung. Diese muss bis 2040 – also in weniger als einem Anlagenzyklus – auch fossilfrei erfolgen, was zu berücksichtigen ist.</p> <p>Eine Herausforderung ergibt sich durch den Mehrverbrauch von Elektrizität durch Wärmepumpen. Der Mehrbedarf ist möglichst durch am Gebäude produzierten PV-Strom und lokale Speichermöglichkeiten auszugleichen. Zur ökonomischen Optimierung empfehlen wir jeweils auch die Machbarkeit für den Zusammenschluss zum Energieverbrauch (ZEV, EnG Art. 16) zu prüfen.</p>	
Hinweis zu beste- hende Grundlagen IMAG	<p>Als Leitsatz in die <u>«Immobilienstrategie des Kantons Aargau»</u> aufnehmen (vgl. Handlungsempfehlung 0).</p> <p>Die <u>Richtlinie «Nachhaltiges Bauen und Bewirtschaften»</u> bezüglich des Heizungsersatzes und dem konsequenten Einsatz von erneuerbaren Energieträgern möglichst verbindlicher formulieren.</p>	
Relevanzstufe	<input checked="" type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <p>Es handelt sich um die mit Abstand wichtigste Massnahme der IMAG auf dem Weg zu Netto-Null direkter Emissionen.</p>	

Tabelle INFRAS.

³⁴ Vgl. z.B. [Kurzstudie Ökologische Amortisationsrechnung für Heizsysteme](#) (WWF Schweiz, 2022)

Handlungsempfehlung 2: Energetische Sanierungen finden grundsätzlich im Rahmen der Lebenszyklen, dafür mit höchster Qualität und Zertifizierung statt

Beschrieb/ Hintergrund	<p>Grundsätzlich sollte der Heizungsersatz priorisiert und durch den Zyklus der Gebäudeerneuerung nicht verzögert werden. Wir empfehlen deshalb immer zu prüfen, ob eine Entkoppelung der Gebäudesanierung vom Heizungsersatz sinnvoll ist. Ein vorzeitiger Eingriff in die Bauteile ist aus Sicht von Netto-Null oft unvorteilhaft, denn es erhöht in der Regel die Lebenszyklusemissionen eines Gebäudes (vgl. auch Empfehlung 8 zu grauen Emissionen). Investitionen sollten deshalb prioritär dort erfolgen, wo es für den Gebäudeerhalt oder aus Nutzeraspekten (Komfort, Nutzungsflexibilität, etc.) notwendig ist oder den grössten Klimanutzen pro Franken bringt.</p> <p>Wenn ein Eingriff notwendig ist, muss dieser aber auf sehr hohem energetischen Qualitätsniveau erfolgen. Denn die Gebäudebauteile haben i.d.R. eine sehr lange Nutzungsdauer und ungenügend gebaute Gebäude können für viele Jahrzehnte nicht oder nur mit erheblichen Zusatzkosten ertüchtigt werden. Hierfür sind spezifische energetische Anforderungen wichtig (z.B. Minergie-Eco), aber auch das Erlangen eines konkreten Labels ist entscheidend, denn die Zertifizierung dient als Nachweis und Qualitätssicherung für die Einhaltung der hohen energetischen Anforderungen.</p>	
Wirkungsbereich	<input checked="" type="checkbox"/> Reduktion direkte Emissionen <input checked="" type="checkbox"/> Reduktion graue Emissionen <input checked="" type="checkbox"/> Erhöhung Energieeffizienz	<input type="checkbox"/> Ausbau erneuerbare Energieproduktion <input type="checkbox"/> Querschnitt
Herausforderungen/ Zielkonflikte	<p>Für eine aus Klimasicht optimale Portfoliobewirtschaftung braucht es eine sehr detaillierte und vorausschauenden Erneuerungsplanung. Dazu sind auch ausreichende Datengrundlagen inkl. belastbaren Informationen zum tatsächlichen Zustand der Gebäudekomponenten entscheidend.</p> <p>Ein möglicher Zielkonflikt ergibt sich bei der Erlangung von Gebäudelabels: Einerseits sollen die Bau- und Planungsprozesse möglichst schlank und kostenoptimiert erfolgen. Andererseits bringen Labels einmalige Kosten mit sich und der Zertifizierungsprozess ist mit administrativem Mehraufwand verbunden. Wir empfehlen auf Labels nicht zu verzichten, zumal diese die hohen Qualitätsansprüche sicherstellen.</p>	
Hinweis zu beste- hende Grundlagen IMAG	<p>Als Leitsatz in die <u>«Immobilienstrategie des Kantons Aargau»</u> aufnehmen (vgl. Handlungsempfehlung 0).</p> <p>Die <u>Richtlinie «Nachhaltiges Bauen und Bewirtschaften»</u> des Kantons trägt dem bereits heute Rechnung, indem für Neubauten die Grenzwerte von Minergie-P-Eco oder SIA 2040 Effizienzpfad und für Erneuerungen Minergie-Eco oder vergleichbar gefordert werden. Dies ist aus Netto-Null-Sicht ausreichend. Entscheidend für die Vorbildwirkung ist aber, dass dies wirklich konsequent umgesetzt wird (inkl. Label) und möglichst wenig Ausnahmen gewährt werden, dies auch bei kleineren Bauten. Die Richtlinie kann noch mit dem SIA 2040 Effizienzpfad ergänzt werden (vgl. auch Handlungsempfehlung 8)</p>	
Relevanzstufe	<input type="checkbox"/> 1 <input checked="" type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <p>Die zweithöchste Relevanzstufe begründet darin, dass die IMAG zwar in der Praxis bereits sehr hohe Standards vorgibt, aber weiterhin gewisse Ausnahmen gewährt. Nicht Netto-Null-kompatibel gebaute Gebäude können für mehrere Jahrzehnte nicht oder nur mit erheblichen Zusatzkosten ertüchtigt werden (Lock-in-Effekt).</p>	

Tabelle INFRAS.

Handlungsempfehlung 3: Durchführen von Grobanalysen und Machbarkeitsstudien (z.B. GEAK+) für die 10-20 grössten CO₂-Emittenten

Beschrieb/ Hintergrund	Die 10 – 20 grössten Emittenten im IMAG Portfolio verursachen rund 40-50% der Gesamtemissionen. In der Regel sind dies die grossen und komplexen Areale. Die Möglichkeiten für energetische Optimierung und Heizungsumstellung bedürfen typischerweise einer vertieften Abklärung. Auch für die Budgetplanung ist wichtig, dass die Situation vertieft analysiert wird. Wir empfehlen deshalb, für diese Gebäude proaktiv Machbarkeitsstudien und eine gebäudespezifischen Langfriststrategie zu erstellen (wie sich dies z.B. in der Stadt Zürich bereits gut bewährt hat). Für einfachere Gebäude kann dies ggf. auch auf den GEAK Plus abstützen. Die Machbarkeitsstudien sollen den Spielraum bezüglich der übrigen Handlungsempfehlungen aufzeigen. Damit werden die Voraussetzungen geschaffen, dass die IMAG den Weg zu Null Emissionen möglichst rasch, ohne Ausnahmen und zu optimalen Kosten beschreiten kann.	
Wirkungsbereich	<input checked="" type="checkbox"/> Reduktion direkte Emissionen <input checked="" type="checkbox"/> Reduktion graue Emissionen <input checked="" type="checkbox"/> Erhöhung Energieeffizienz	<input checked="" type="checkbox"/> Ausbau erneuerbare Energieproduktion <input type="checkbox"/> Querschnitt
Herausforderungen/ Zielkonflikte	Keine	
Hinweis zu beste- hende Grundlagen IMAG	Keine Anpassung notwendig, die Empfehlung resultiert aus dem vorliegenden Grundlagenbericht zur Netto-Null Strategie der IMAG. Abstimmung mit der Erneuerung der Zielvereinbarungen für Grossverbraucher (8 Grossverbraucher-Standorte werden noch nicht mit erneuerbaren Energien versorgt)	
Relevanzstufe	<input checked="" type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 Dadurch dass die 10-20 Gebäude priorisiert angegangen werden, können bei konsequenter Massnahmenumsetzung bei diesen Gebäuden relativ rasch und zielgerichtet grosse Emissionsersparnisse erreicht werden (rund 50% der Emissionen).	

Tabelle INFRAS.

Handlungsempfehlung 4: Vorbildlicher, weitgehender und systemorientierter PV-Ausbau

Beschrieb/ Hintergrund	<p>Der Umbau der Wärmeversorgung für das IMAG-Portfolio wird häufig über elektrische Wärmepumpen führen. Damit geht ein zunehmender, saisonal ausgerichteter Strombedarf einher. Zudem erfolgt die zukünftige Mobilität vorwiegend elektrisch. Viele Gebäude sind geeignet, dass wenigstens ein Teil des zusätzlich benötigten Stroms auf Dach und Fassade des Gebäudes produziert werden kann.</p> <p>Wir empfehlen deshalb den PV-Ausbau möglichst offensiv voranzutreiben, also bestehende Flächen konsequent und flächendeckend zu nutzen. Die heutigen Kosten von PV-Anlagen erlauben es, auch nicht optimal ausgerichtete Flächen wirtschaftlich zu erschliessen.</p> <p>PV-Anlagen produzieren tageszeitlich und saisonal variable Energie. Ost-West-Dachflächen und die Nutzung von Fassaden tragen zu einer systemverträglicheren Einbindung in das bestehende Energiesystem bei, indem Spitzen vermieden und die Produktion im Tages- und Jahresgang ausgeglichener produziert wird.</p> <p>Bei allen Anlagen ist die Möglichkeit und Wirtschaftlichkeit für eine lokale Kurzzeitspeicherung und die Koppelung mit steuerbaren Lasten (z.B. bidirektionales Laden von E-Fahrzeugen) zu prüfen. Damit kann eine möglichst hohe Systemdienlichkeit erzielt werden. Bei der IMAG wird PV immer auch mit Aspekten zu Speichermöglichkeiten, Systemdienlichkeit und Regelenergie geplant.</p>
Wirkungsbereich	<input type="checkbox"/> Reduktion direkte Emissionen <input checked="" type="checkbox"/> Ausbau erneuerbare Energieproduktion <input type="checkbox"/> Reduktion graue Emissionen <input type="checkbox"/> Querschnitt <input type="checkbox"/> Erhöhung Energieeffizienz
Herausforderungen/ Zielkonflikte	<p>Ein bedeutender Teil des Gebäudeportfolios hat einen Schutzstatus oder sind Spezialgebäude. Hier sind PV-Anlagen oft schwierig realisierbar. Dennoch sollte die IMAG im Sinne von Vorzeigebauwerken und in Zusammenarbeit mit den betroffenen Behörden und Denkmalpflege/ Verbänden nach Möglichkeit auch auf diesen gute Lösungen realisieren.</p> <p>Die Wirtschaftlichkeit von PV-Anlagen kann über das Instrument des «Zusammenschluss zum Eigenverbrauch / ZEV» oft erheblich verbessert werden. Entsprechende Optionen mit Einbezug von IMAG-Objekten und weiteren GebäudeeigentümerInnen sind in der Planung durch externe Fachpersonen zu prüfen.</p>
Hinweis zu beste- hende Grundlagen IMAG	<p>Wichtige Synergien bestehen mit der Solaroffensive und die Solarstrategie:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Solaroffensive: Hier wird ein beschleunigter PV-Ausbau auf bestehenden Gebäuden mit dem besten Solarpotenzial umgesetzt bis 2032. Die Solaroffensive sieht u.a. vor, dass bei PV-Nachrüstung auch die Dachisolation auf den aktuellen Stand gebracht wird. Umgekehrt soll sich die PV-Umsetzungsstrategie möglichst am Sanierungszyklus der Dächer orientieren (Investitionsschutz). Die Solaroffensive bezieht sich explizit auf Gebäude, bei welchen eine gute Gesamtlösung realisiert werden kann (Nutzung der Synergien von Dachsanierungen, Dachbegrünung, Aufwertung der Biodiversität etc.) ▪ Solarstrategie: Umfasst den PV-Ausbau des gesamten Potenzials bis 2050. Die Solarstrategie wird in den «Nachhaltigkeitsgrundsätzen Elektro» abgehandelt. Diese Grundsätze beinhalten nebst der PV auch die Themen Speicher und E-Mobilität (z.B. Elektrifizierung der kantonalen Fahrzeugflotte). Im Rahmen der Solarstrategie soll auch der Einsatz von Speichersystemen in den kantonseigenen Immobilien geprüft werden. Der Kanton will als Vorbild vorangehen und neue Technologien testen und einsetzen sowie mögliche Ansätze vorzeigen.
Relevanzstufe	<input type="checkbox"/> 1 <input checked="" type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <p>Infolge der untergeordneten Klimawirkung von PV-Anlagen stufen wir die Empfehlung aus der Netto-Null-Sicht nur in die zweithöchste Relevanzstufe ein.</p>

Tabelle INFRAS.

Handlungsempfehlung 5: Vorbildwirkung bei der Holznutzung anstreben mittels Beschaffungsrichtlinie und ressourcenschonender (Kaskaden-)Nutzung von regionalem Holz

Beschrieb/ Hintergrund	<p>Das Energie- und Nutzholzpotenzial ist vielerorts bereits weitgehend ausgeschöpft. Ein weiterer Ausbau der Holznutzung kann deshalb nur unter klaren Rahmenbedingungen empfohlen werden. Holz ist im gesamten Netto-Null-Ziel des Bundes eine strategisch wichtige Ressource, da sie als einziger erneuerbarer Energieträger bereits heute in grossen Mengen zur Verfügung steht und uneingeschränkt auch für Hochtemperaturanwendungen wie Prozesse eingesetzt werden kann.</p> <p>Aus diesem Grund soll Energieholz nur direkt verbrannt werden, wenn aus Qualitätsgründen keine stoffliche Nutzung möglich ist. In allen anderen Fällen soll Holz zuerst stofflich (Gebäudestrukturen und -fassaden, Möbel, etc.) genutzt werden und erst anschliessend der thermischen Verwertung in geeigneten Feuerungen zugeführt werden (Kaskadennutzung). Die Beschaffungsrichtlinien sollten entsprechend ergänzt werden (vermehrt ökologische Kriterien in Taxonomie einbringen).</p> <p>Der Einsatz von Holz als Baustoff ist aus Ressourcengründen sehr sinnvoll, solange das nachwachsende Potenzial nicht überschritten und eine Kaskadennutzung mit thermischer Verwertung am Ende der Nutzungsdauer vorgesehen wird. Die Wirkung von Holz als temporärer CO₂-Speicher ist aber nach neusten wissenschaftlichen Erkenntnissen kaum relevant, da die Permanenz von wenigen Jahrzehnten zu kurz ist, um eine relevante Auswirkung auf die globale Erwärmung auszuüben (vgl. auch Kapitel 4.2 und EN 390).</p>	
Wirkungsbereich	<input type="checkbox"/> Reduktion direkte Emissionen <input checked="" type="checkbox"/> Reduktion graue Emissionen <input type="checkbox"/> Erhöhung Energieeffizienz	<input type="checkbox"/> Ausbau erneuerbare Energieproduktion <input type="checkbox"/> Querschnitt
Herausforderungen/ Zielkonflikte	<p>Im Sinne der Vorbildwirkung und Nachhaltigkeit sollte in der Planung für die IMAG-Gebäude auch der voraussichtliche Bedarf der anderen HolznutzenderInnen in der Region berücksichtigt werden. Eine zukunftsfähige Gesamtübersicht der geplanten Holznutzungen (z.B. in geplanten Wärmenetzen und bei Industrie- und Gewerbebetrieben) existiert noch nicht, aus anderen Kantonen weiss man aber, dass die regionalen Holzressourcen bereits deutlich überalloziert sind auf der Planungsebene, was für die Nachhaltigkeit kritisch ist.</p>	
Hinweis zu beste- hende Grundlagen IMAG	Schnittstelle zu Beschaffungsrichtlinie	
Relevanzstufe	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input checked="" type="checkbox"/> 3 <p>Die tiefere Relevanz ergibt sich aus dem Umstand, dass das Holzenergiepotenzial auch ohne die Vorbildwirkung der IMAG voraussichtlich rasch ausgeschöpft wird. Insofern sehen wir es v.a. als Aufgabe des Amt für Energie und Amt für Umwelt, die Rahmenbedingungen für eine nachhaltige Holznutzung übergeordnet richtig zu setzen.</p>	

Tabelle INFRAS.

Handlungsempfehlung 6: Vielfalt der Erfassungs- und Managementtools der IMAG nach Möglichkeit reduzieren mit dem Ziel übersichtlicher und vollständiger Datensätze

Beschrieb/ Hintergrund	<p>Die IMAG bewirtschaftet heute ihre gebäudebezogenen Daten in einer Vielzahl von Erfassungstools. Dies sind Datenbanken wie das Stratus-System, aber auch Spezialauswertungen wie Übersichten zu den erneuerbaren Energien.</p> <p>Wir empfehlen zu prüfen, welche Möglichkeiten sich mit der neuen Version der Stratus-Datenbank bietet, um möglichst viel energie- und emissionsrelevante Information im Stratus zusammenzuziehen. Dies verbessert die Übersichtlichkeit verbessern und vereinfacht die Datenpflege. Zudem erleichtert es den spezifischen internen Wissenstransfer der IMAG.</p> <p>Der empirisch gestützten Individualisierung von zurzeit generisch hergeleiteten Energiedaten im Stratus sollte eine hohe Priorität gegeben werden. Dies kann Relevanzorientiert erfolgen, um den Aufwand zu minimieren. Nur wenn aktuelle und aussagekräftige Angaben je Gebäude vorliegen, kann eine konsistente und effiziente Gesamtstrategie der IMAG für den Weg zu Netto-Null abgeleitet werden und liefert das Monitoring belastbare Informationen.</p> <p>Weiter empfehlen wir, eine systematische Übersicht der Datenbestände zu erstellen und immer aktuell nachzuführen, wo Zweck und Inhalt aller Datenbestände mit personeller Zuständigkeit aufgeführt sind.</p>	
Wirkungsbereich	<input type="checkbox"/> Reduktion direkte Emissionen <input type="checkbox"/> Reduktion graue Emissionen <input type="checkbox"/> Erhöhung Energieeffizienz	<input type="checkbox"/> Ausbau erneuerbare Energieproduktion <input checked="" type="checkbox"/> Querschnitt
Herausforderungen/ Zielkonflikte	Die Datenstruktur der IMAG ist historisch gewachsen. Das Zusammenführen kann ein erheblicher Aufwand bedingen.	
Hinweis zu bestehende Grundlagen IMAG	Keine Hinweise	
Relevanzstufe	<input type="checkbox"/> 1 <input checked="" type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <p>Nur mit zureichenden Datengrundlagen kann der Zielpfad überprüft und künftige Massnahmen definiert werden. Die für Energie und Emissionen je Gebäude wichtigsten Informationen sind mit der neuen Version von Stratus bereits zusammengeführt. Deshalb wird der Empfehlung die Relevanzstufe 2 beigemessen.</p>	

Tabelle INFRAS.

Handlungsempfehlung 7: Die IMAG soll einen strukturierten Erfahrungsaustausch mit anderen öffentlichen Immobilienabteilungen organisieren und über ihre Vorzeigeprojekte und den Stand auf dem Weg zu Netto-Null aktiv kommunizieren

Beschrieb/ Hintergrund	<p>Alle kantonalen Immobilienabteilungen stehen mit Art. 10 des nationalen Klima- und Innovationsgesetz (KIG) vor der Herausforderung, ihren Gebäudebestand bis spätestens 2040 zu dekarbonisieren. Gewisse Immobilienabteilungen von Kantonen und Städten sind bereits früh aktiv geworden und haben inzwischen wertvolle Erfahrungen gemacht. Punktuell wurde diese auch im vorliegenden Projekt einbezogen. Die Erfahrungen sollten an einem periodischen Erfahrungsaustausch systematisch geteilt werden. Davon profitiert die IMAG, die anderen können aber auch von den Erfahrungen der IMAG profitieren.</p> <p>Wir empfehlen zudem, dass die IMAG aktiver über den Weg zu Netto-Null und ihre in diesem Zusammenhang realisierten Vorbildprojekte kommuniziert. Die Ergebnisse des periodischen Monitorings sollten der Öffentlichkeit einfach und gut aufbereitet zugänglich sein. Dies motiviert auch private GebäudeeignerInnen zum Handeln. Die Kommunikation sollte übergeordnet für die kantonale Verwaltung erfolgen und auch die anderen Sektoren (Mobilität, Verpflegung, etc.) einschliessen.</p>
Wirkungsbereich	<p><input type="checkbox"/> Reduktion direkte Emissionen <input type="checkbox"/> Ausbau erneuerbare Energieproduktion</p> <p><input type="checkbox"/> Reduktion graue Emissionen <input checked="" type="checkbox"/> Querschnitt</p> <p><input type="checkbox"/> Erhöhung Energieeffizienz</p>
Herausforderungen/ Zielkonflikte	Die Umsetzung bedingt entsprechende personelle Ressourcen und Kommunikationswissen und sollte mit der Gesamtkommunikation des Kantons zur Vorbildwirkung im Klimabereich koordiniert sein.
Hinweis zu beste- hende Grundlagen IMAG	Es gibt ein bestehendes Gefäss vom Schweizerischen Baumeisterverband mit einem jährlich stattfindenden Austausch. Z.T. ist dies mit gewissen Herausforderungen verbunden, zumal die Immobilienabteilungen in verschiedenen Kantonen anders aufgestellt sind (z.B. in Amt für Umwelt, bei Baudepartement oder bei Finanzdepartement etc.). Ein analoger Austausch könnte auch auf Stufe Portfoliomanagement erfolgen. Bestehende Plattformen sollen daher erweitert und gestärkt werden und spezifische ERFAs organisiert werden (z.B. für Wettbewerbe, Kosten bzgl. Klimaschutzmassnahmen etc.).
Relevanzstufe	<p><input type="checkbox"/> 1 <input checked="" type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3</p> <p>Die Einstufung in die zweithöchste Priorität ergibt sich aus den möglicherweise substanziellen Lerneffekten aus den Erfahrungen der anderen Akteure und der Weitergabe von IMAG-Know-How, welche bei allen Akteuren zu Kostensenkungen, tieferem Bedarf an Analyseressourcen und in der Konsequenz rascherer Dekarbonisierung führen kann.</p>

Tabelle INFRAS.

Handlungsempfehlung 8: Suffizienz, Graue Emissionen und Kreislaufwirtschaft bei Hochbauprojekten noch stärker berücksichtigen und diesbezüglich ambitionierte Ziele setzen

Begründung/ Hintergrund	<p>Ohne Berücksichtigung der grauen Emissionen aus Erstellung und Entsorgung ist ein Netto-Null-kompatibler Gebäudepark nicht erreichbar. Bei Neubauten und bei Sanierungen können die grauen Emissionen (Scope 3) ein deutlich grösseres Gewicht haben als die Betriebsemissionen aus Scope 1 und Scope 2 über die gesamte Nutzungsdauer. Die heutige Baugesetzgebung spiegelt dies noch nicht.</p> <p>Die Richtlinie «<u>Nachhaltiges Bauen und Bewirtschaften</u>» des Kantons Aargau enthält aber grundsätzlich weitgehend ausreichende Vorgaben für einen Netto-Null-kompatiblen Entwicklungspfad, der auch die grauen Emissionen berücksichtigt (Neubauten nach SNBS/Minergie-P-Eco oder SIA 2040 Effizienzpfad; Erneuerungen nach Minergie-Eco). Wir empfehlen im Sinne der Vorbildwirkung, dass die Richtlinie dahingehend angepasst wird, dass in jedem Fall auch nach SIA 2040 Effizienzpfad resp. SIA 390-1 Klimapfad bilanziert und mindestens der Grenzwert eingehalten werden muss und der Zielwert angestrebt werden soll.³⁵ Dies, weil die Minergie-Labels mit Eco-Zusatz heute noch nicht vollständig Netto-Null-tauglich sind, da sie einen «dynamischen» Grenzwert vorsehen, der von der Ausstattung der Gebäude (z.B. Untergeschosse oder Technikanlagen) abhängig ist. Im Gegensatz zur SIA-Norm gibt es also kein fixes Anforderungsniveau für die Gesamtemissionen der Gebäude, was mit dem Konzept von global Netto-Null-Emissionen nicht kompatibel ist.</p> <p>Die Lösungsansätze zur Minimierung der grauen Emissionen von Gebäuden können in Form von einfachen Handlungsgrundsätzen zusammengefasst werden, welche nachfolgend aufgeführt sind.</p>
Handlungsgrundsätze	<p><u>Übergeordnete Handlungsgrundsätze:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ 1) Menge der Baumaterialien minimieren <ul style="list-style-type: none"> ▪ Suffizienz: Effiziente, flexible und gut durchdachte Grundrisse, möglichst wenig EBF pro Nutzende, hohe Nutzungsflexibilität anstreben ▪ Fundament/Bodenplatten minimieren, neue Tiefgaragen und unterirdische Gebäudevolumen möglichst vermeiden ▪ 2) Nutzungsdauer der Materialien verlängern und Kreislaufwirtschaft etablieren <ul style="list-style-type: none"> ▪ Weiterverwenden: Materialien nicht nur über ihre Standard-Nutzungsdauer, sondern während der praktisch möglichen Dauer verwenden (individuelle Beurteilung Bauteilzustand) ▪ Wiederverwenden: Materialien recyclingfähig verbauen (z.B. Schrauben anstatt Verkleben), Materialien recyceln und wiederverwenden bzw. rezyklierte Materialien benutzen ▪ 3) Klimafreundliche Materialien <ul style="list-style-type: none"> ▪ Biogene oder wenig verarbeitete Baustoffe verwenden (z.B. Holzbauten) ▪ Beton: nur wo nötig verwenden, Beton mit weniger CO₂-Ausstoss in Produktion verwenden oder Beton, welcher CO₂ bindet <p><u>Handlungsgrundsätze zu Erneuerungen:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Möglichst Sanierungen (inkl. Erweiterungen/Umbau) vor Ersatzneubau priorisieren ▪ Inventar der Räumlichkeiten (Möbel, Geräte etc.): Möglichst lange nutzen und wenn möglich reparieren, bei Beschaffung Nachhaltigkeitskriterien berücksichtigen

³⁵ Dies ist z.B. für das Immobilienportfolio der Stadt Winterthur bereits heute so vorgeschrieben.

Handlungsgrundsätze zu Neubauten:

- Aufwändigere Neubauten erst realisieren, wenn Bedarf zwingend oder CO₂-neutrale Baumaterialien (z.B. Beton) zur Verfügung stehen (voraussichtlich in 10 – 15 Jahren)

Handlungsgrundsatz Projektausschreibungen:

- Graue Emissionen als Kriterium bei Projektausschreibungen, Planungsaufträgen oder architektonischen Wettbewerben integrieren

Handlungsgrundsatz zu Charta:

- Unterzeichnung der Charta «Kreislauforientiertes Bauen» (Zeithorizont bis 2030) prüfen und bei Unterzeichnung umsetzen

Wirkungsbereich	<input type="checkbox"/> Reduktion direkte Emissionen <input type="checkbox"/> Ausbau erneuerbare Energieproduktion <input checked="" type="checkbox"/> Reduktion graue Emissionen <input type="checkbox"/> Querschnitt <input type="checkbox"/> Erhöhung Energieeffizienz
Herausforderungen/ Zielkonflikte	<p>Die Grenzwerte der SIA 390-1 und der Grenzwert 2 des Eco-Zusatzes von Minergie sind herausfordernd angesetzt, können aber mit den heute verfügbaren Mitteln realisiert werden. Die Zielwerte resp. den Grenzwert 1 des Eco-Zusatzes von Minergie bereits heute zu erreichen, ist eine grosse Herausforderung. Sie sind so angesetzt, dass sie bei einer günstigen Ausgangslage und bei optimalem Einsatz aller derzeit verfügbaren Mittel erreicht werden können.</p> <p>Zielkonflikte bestehen v.a. beim Entscheid für Ersatzneubau oder Ertüchtigung eines Gebäudes. Hier spielen oft Nutzeranforderungen eine wichtige Rolle. In den meisten Fällen lässt sich dies aber mit einer sorgfältigen Planung und innovativen Ansätzen zugunsten der Ertüchtigung auflösen.</p> <p>Weiter ist auf die konsequente Umsetzung der Vorgaben zu achten. Beispielsweise muss auch eine vorsichtige Güterabwägung erfolgen mit anderen Aspekten wie die Auswirkungen auf Aussenraum- und Aufenthaltsqualitäten im Siedlungsraum (z.B. Verzicht auf Tiefgarage zur Reduktion von grauen Emissionen vs. mehr oberirdische Bauten benötigt und ggf. weniger Qualität fürs Wohnen).</p>
Hinweis zu beste- hende Grundlagen IMAG	<p>Als Leitsatz in die <u>«Immobilienstrategie es Kantons Aargau»</u> aufnehmen (vgl. Handlungsempfehlung 0).</p> <p>Die Richtlinie <u>«Nachhaltiges Bauen und Bewirtschaften»</u> des Kantons Aargau enthält grundsätzlich weitgehend ausreichende Vorgaben für einen Netto-Null-kompatiblen Entwicklungspfad, der auch die grauen Emissionen berücksichtigt (Neubauten nach SNBS/Minergie-P-Eco; Erneuerungen nach Minergie-Eco). Die Richtlinie könnte mit dem SIA 2040 Effizienzpfad erweitert werden. Übergeordnet könnten auch die oben beschriebenen Handlungsgrundsätze in die Richtlinie aufgeführt werden, insbesondere mit Fokus auf suffizientes und kreislauffähiges Bauen.</p> <p>Zusätzliche Verbindlichkeit der Vorbildfunktion von öffentlichen Bauten könnte über die Verankerung von Anforderungen in der <u>Energiegesetzgebung</u> (EnG und EnV) erfolgen. Die Energiedirektorenkonferenz (EnDK) hat graue Emissions-Grenzwerte für Neubauten und umfassende Sanierungen im Entwurf (Strategiepapier zur Gebäudepolitik 2050+ vom August 2022) für die nächsten Mustervorschriften der Kantone im Energiebereich (MuKE 2025) aufgenommen. Die Umsetzung der Grenzwerte ist bis 2030 vorgesehen.</p>
Priorisierung	<input checked="" type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <p>Wir geben der Empfehlung die höchste Priorität. Dies, weil die grauen Emissionen einen sehr hohen Stellenwert in einer Gesamtbetrachtung aufweisen, bis heute aber zu wenig systematisch einbezogen werden. Die IMAG muss hier ein Vorbild für private Gebäudebesitzende sein.</p>

Tabelle INFRAS.

5. Empfehlungen zu Umsetzung und weiteres Vorgehen

5.1. Monitoring

Aktuelle Datenlage IMAG und zentrales Monitoring aufbauen

Im Rahmen des vorliegenden Projektes wurde festgestellt, dass die IMAG viele verschiedene Datensätze und Datenquellen hat. Diese umfassen z.B. die Zielvereinbarungen mit Berichterstattung für die Grossverbraucher, die Energiestatistik, Fernwärmeverbrauchsdaten des Energielieferanten Eniwa, Stromdaten aus einer Portallösung der AEW oder verschiedene dezentrale Energiemanagementsysteme von energo oder Siemens in gewissen Arealen.

Es sind somit zahlreiche wertvolle Energiedaten vorhanden und verfügbar. Diese sind aber nicht in einem zentralen System gebündelt und es gibt keine Zusammenstellung über das gesamte IMAG Gebäudeportfolio. Um den Weg zu Netto-Null Treibhausgasemissionen nicht im Blindflug bestreiten zu müssen, braucht es somit zwingend ein zentrales Monitoringsystem, in welchem alle Energie- und Treibhausgasdaten des Gebäudeportfolios enthalten sind und regelmässig erfasst werden, z.B. im Energiemodul in Stratus 7.x, falls technisch möglich (s. auch Handlungsempfehlung 7 in Kapitel 4.3). Ideal wäre ein Monitoring, welches jährlich nachgeführt wird. Ein jährlicher Zyklus kann im Vergleich zu längeren Perioden helfen, dass der Monitoringprozess nicht «in Vergessenheit gerät» und Steuerungsmassnahmen früher ergriffen werden können, ist aber auch aufwändiger. Es scheint sinnvoll, eine für das zentrale Monitoringssystem zuständige Fachstelle in der IMAG zu definieren. Diese Fachstelle müsste sicherstellen, dass alle benötigten Daten des Gebäudeportfolios in der gewünschten Form (z.B. Excel-Tabelle) jährlich eingereicht und im definierten Monitoring-Tool eingefügt werden.

Grundsätzlich sind folgende zwei Monitoring-Arten für die IMAG relevant und sollten eingeführt und gepflegt werden:

- **1) Monitoring des Ist-Zustandes (retrospektiv):** Erfassen und Ausweisen der effektiven Treibhausgasemissionen aus dem IMAG Gebäudeportfolio pro Kalenderjahr. Dies basiert auf erfassten Energieverbräuchen bzw. Schätzwerten, wo Verbrauchsdaten fehlen. Mit diesem Monitoring soll retrospektiv die Frage beantwortet werden können «Ist die IMAG bzgl. dem Netto-Null Ziel 2040 mit den bisher umgesetzten Massnahmen auf Kurs?».
- **2) Monitoring der Planungen (prospektiv):** Vorhandene konkrete Projektplanungen sollen in die Absenkpfade integriert werden. D.h. die in den Absenkpfeilen berücksichtigten Bauteilerneuerungen basieren nicht mehr nur auf den standardisiert hinterlegten Erneuerungszyklen, sondern – wo vorhanden – auf den spezifischen Projektplanungen. Mit diesem Monitoring soll prospektiv die Frage beantwortet werden können «Ist die IMAG bzgl. dem Netto-Null Ziel 2040 mit den vorgesehenen Planungen auf Kurs?».

Der Aufbau und die konsequente Erfassung und Aktualisierung eines Monitoringsystems ist durch die Bindung von personellen Ressourcen mit einem beträchtlichen zeitlichen und finanziellen Aufwand verbunden. Dies gilt es im Design des Monitorings zum Netto-Null Ziel des Gebäudeportfolios der IMAG zu berücksichtigen und erforderliche Personalressourcen einzuplanen oder ggf. zusätzlich bereitzustellen.

Aktuelle Prozesse der IMAG und mögliche künftige Prozessabläufe fürs Monitoring

- **Grossverbraucher:** Bei 47 Gebäuden (11 Wirtschaftseinheiten) werden die Energiedaten im Rahmen der Zielvereinbarungen³⁶ für Grossverbraucher bereits regelmässig erfasst. Diese Daten müssten in einem künftigen zentralen Monitoring-System der IMAG integriert werden.
- **Energieverbräuche gemäss Energiestatistik:**
 - **Ablauf bisher:** Beinhaltet das Teilportfolio der Gebäude im Eigentum der IMAG mit Rating A und B, aber ohne C (ausser, wenn von A oder B erschlossen). Energieträger und Energieverbräuche werden alle 4 Jahre erfasst (letzter Stand aus dem Jahr 2017).
 - **Empfehlung bzgl. Energiedaten:** Im Rahmen von Sanierungen von Gebäuden wird oftmals auch das Messsystem erweitert bzw. optimiert, sodass die Fachstelle Energie der IMAG sinnvolle und möglichst direkt verwendbare Energiedaten erhält. Es wird empfohlen, künftig bei Sanierungen der Heizung konsequent auch das Messsystem zu ergänzen bzw. zu integrieren. So kann sichergestellt werden, dass die Datengrundlage der Energieverbräuche kontinuierlich verbessert und auch mit den kleineren Gebäuden erweitert wird.
- **Zustandserfassung in Stratus:**
 - **Ablauf bisher:** Der Zustand der Gebäude und Gebäudebauteile wird alle 5 Jahr aktualisiert (Aktualisierung von 20% des Gebäudeportfolios pro Jahr). Basierend auf dem aktualisierten Zustand³⁷ wird der Erneuerungszyklus in Stratus entsprechend angepasst.
 - **Empfehlung bzgl. Zustandserfassung (retrospektiv):** Die Zustandserfassung in Stratus könnte zusätzlich zum 5-Jahres-Rhythmus auch bei abgeschlossenen Projekten aktualisiert werden (z.B. nach erfolgter Sanierung der Fenster oder Heizung etc.). Ideal wäre, wenn hierfür ein **standardisiertes Datenblatt oder elektronische Erfassungsmaske** erstellt würde, welches mit jedem Projektabschluss von der zuständigen Projektleitung an die Fachstelle Mehrjahresplanung übermittelt wird. Basierend auf diesem Datenblatt kann dann auch der Zustand in Stratus angepasst werden.

³⁶ Per Ende 2023 werden neue Zielvereinbarungen bestehen, welche per 1.1.2025 in Kraft gesetzt werden.

³⁷ Bewertung von 1.0 bis 0, wobei 1.0 dem Neuwert und 0 dem Schrottwert entspricht.

- **Empfehlung bzgl. Plandaten (prospektiv):** Um ein möglichst genaues Monitoring der Planung zu erhalten, ist es empfehlenswert, bei Gebäuden mit konkret geplanten oder bereits beschlossenen Projekten³⁸, die entsprechenden Plandaten zu aktualisieren (z.B. im Energiemodul von Stratus 7.x). Dies würde idealerweise mit dem gleichen oder einer ähnlichen **standardisierten Datenerhebung** wie oben von der Projektleitung an die Fachstelle Mehrjahresplanung erfolgen.

5.2. Ausblick und finanzielle Planung

Ausblick zu weiteren künftigen Aktivitäten

Für die konkrete Projektumsetzung wird für eine rasche Wirkung empfohlen, mit den 10-20 grössten Emittenten zu beginnen (> 50% der direkten Emissionen, s. auch Tabelle 7). Idealerweise werden für diese Gebäude sowohl Grobanalysen³⁹ als auch Machbarkeitsstudien⁴⁰ geplant und durchgeführt. Die IMAG hat parallel zur Erarbeitung des hier vorliegenden Grundlagenberichts bereits mit dieser Aufgabe begonnen. In einem weiteren Schritt sollte auch für die verbleibenden kleineren Gebäude mit Öl- oder Gasheizungen die Machbarkeit für den Einsatz von erneuerbaren Energien geprüft und geplant werden.

Grundsätzlich wird kein Bedarf für die Beschaffung eines weiteren zusätzlichen Tools gesehen (z.B. CO₂-Kompass). Je nach Weiterentwicklung in Stratus sind ggf. weitere Simulationen von Absenkpfeilen durch die IMAG denkbar. Wären z.B. auf Portfolioebene sowie auf Einzelgebäudeebene gewisse Stellparameter wie z.B. künftige Energieträger oder Bauteilerneuerung durch die IMAG veränderbar, könnte Stratus allenfalls als Cockpit-Tool für die Varianten-Simulation dienen. Verschiedene Planungspfade könnten bezüglich der finanziellen Auswirkungen (vgl. nächster Abschnitt) und emissionsseitigen Zieleinhaltung verglichen werden.

Finanzielle Planung

Es ist davon auszugehen, dass mit künftigen Versionen von Stratus⁴¹ grobe Schätzungen zu den finanziellen Konsequenzen der in den Absenkpfeilen hinterlegten Annahmen⁴² erstellt werden können. Dies würde erlauben, auch Kostenaspekte für den Weg hin zu Netto-Null Emissionen für das gesamte Gebäudeportfolio der IMAG aufzuzeigen. Mit der Modellierung der finanziellen Auswirkungen können verschiedene Optionen für den Weg zu Netto-Null auch wirtschaftlich

³⁸ z.B. zum Zeitpunkt nach Beschluss des Ausführungskredits

³⁹ Grobanalyse: Gebäudespezifische technische Zustands- und Massnahmenerfassung

⁴⁰ Machbarkeitsstudie: Fokus auf Möglichkeiten erneuerbare Energiequellen (z.B. Erdsonden, Fernwärmegebiet etc.)

⁴¹ möglicherweise Stratus 7.x, dies ist aber noch nicht klar

⁴² Annahmen bzgl. des Heizungersatzes von fossil hin zum Portfoliomix. Künftig ggf. auch Annahme bzgl. Sanierungsrate möglich.

eingeorordnet werden⁴³. Daher wird empfohlen, grobe Kostenschätzungen aus Stratus durchzuführen, sobald dies möglich und verfügbar ist.

Auch Kosten von potenziellen Einkäufen von Negativemissionszertifikaten geben gewisse finanzielle Anhaltspunkte (vgl. Kapitel 4.2).

Des Weiteren wird die spezifische Budgetierung für die Projektumsetzung der grössten Emittenten (s. auch Abschnitt oben) als wichtig und sinnvoll erachtet. Diese Projekte sollten möglichst prioritär umgesetzt werden, um rasch und zielführend die Emissionen zu reduzieren (s. auch Handlungsempfehlung 3 in Kapitel 4.3). Dies erfordert eine konkrete technische sowie finanzielle Planung. Hierbei sollen mögliche Schnittstellen zu den neu aktualisierten Grossverbrauchervereinbarungen berücksichtigt werden.

⁴³ Beispielsweise könnte verglichen werden, wie hoch die Kosten für den Weg zu Netto-Null sind, wenn v.a. auf den Heizungsersatz und Energieeigenproduktion durch PV-Ausbau fokussiert wird oder wenn verstärkt auch auf energetische Sanierungen der Gebäudehülle gesetzt wird.

Anhänge

Anhang 1: Hintergrundangaben zur Modellierung basierend auf Stratus (PDF von Basler & Hofmann)

Aktennotiz

Basler & Hofmann

Datum	05.07.2023 / rev. 14.09.2023 / rev. 29.11.2023
Dokument Nr.	05334.850 2022_01
Erstellt von:	Tino Edelmann, Basler & Hofmann AG
Verteiler	Kanton Aargau, Jürg Bischof

Immobilienportfolio Kanton Aargau CO₂-Absenkpfad Gebäude

1. Ausgangslage und Ziel

Der Kanton Aargau ist Eigentümer eines Portfolios mit insgesamt 402 Gebäuden, welche in der Software Stratus 5.1 erfasst sind. Für die energetisch relevanten Gebäude sollen die direkten und indirekten Treibhausgasemissionen infolge Beheizung und Stromversorgung (Scope 1 + 2) abgeschätzt und bis 2050 prognostiziert werden. Der Umfang der zu betrachtenden Gebäude wurde durch den Kanton Aargau definiert. Es wurden insgesamt 197 Gebäudeeinheiten berücksichtigt, welche beheizt sind und sich im Alleineigentum des Kantons befinden. Eine detaillierte Gebäudeliste kann den Beilagen entnommen werden.

Die Software Stratus wird vom Immobilienportfolio-Management des Kantons Aargau für die langfristige Instandsetzungsplanung eingesetzt. Stratus liefert wesentliche Informationen über die Erneuerungszyklen der Gebäude und Bauteilen über das gesamte Portfolio. Auch die Instandsetzungszeitpunkte der energetisch relevanten Bauteile können durch die Software ermittelt werden. Unter Berücksichtigung der aus Stratus resultierenden Instandsetzungszeitpunkte, lassen sich die potenziell möglichen Reduktionen der CO₂-Emissionen im Zuge der bevorstehenden baulichen Instandsetzungsmassnahmen abschätzen. Berücksichtigt werden dabei Massnahmen im Bereich der Gebäudehülle (Dach, Fenster, Fassade) und der Ersatz der Wärmeerzeugungen. Standardmässig ist für die relevanten Bauteile folgende statistische Lebensdauer in Stratus hinterlegt:

_ Wärmezeugung	20 Jahre
_ Steildach	39 Jahre
_ Flachdach	23 Jahre
_ Fenster	29 Jahre
_ Fassade	39 Jahre

Neben der pro Bauteil hinterlegten statistischen Lebensdauer werden die massgebenden Instandsetzungszeitpunkte auch durch die bewertende Person beeinflusst. Diese schätzt zum Zeitpunkt der Bewertung den effektiven Zustand und die erwartete Restlebensdauer pro Bauteil periodisch neu ein. Durch eine regelmässige Datenaktualisierung wird sichergestellt, dass eine allfällig von der statistischen Lebensdauer abweichende Restlebensdauer möglichst realistisch abgebildet wird und allfällig umgesetzte Instandsetzungsmassnahmen laufend mitberücksichtigt werden. Dadurch kann die Datenqualität auf hohem Niveau gehalten werden. Die entsprechenden Datenaktualisierungen werden durch den Kanton Aargau jeweils eigenständig vorgenommen.

Als Grundlage zur Ermittlung der aktuellen Energieverbräuche dient die Energiebuchhaltung des Kantons Aargau aus dem Jahr 2017. Die Genauigkeit der Auswertungen hängt von der Datenqualität der Input-Daten ab. Bei fehlenden Verbrauchsdaten erfolgt die Auswertung anhand statistischer Werte, Benchmarks und Annahmen durch Fachspezialisten. Die Prognose der Treibhausgasemissionen erfolgt sowohl auf Objektebene als auch auf Portfolioebene.

2. Personen und Daten

2.1 Kanton Aargau

- _ Jürg Bischof, Projektleiter
E-Mail: juerg.bischof@ag.ch
- _ Hanspeter Steffen, Fachstellenleiter TFM und Energie
E-Mail: hanspeter.steffen@ag.ch
- _ Markus Reichle, Portfoliomanager
E-Mail: markus.reichle@ag.ch
- _ Florian Sax, Fachprojektleiter
E-Mail: florian.sax@ag.ch
- _ Immanuel Dah
E-Mail: immanuel.dah@ag.ch
- _ Thomas Fritschy
E-Mail: thomas.fritschy@ag.ch

2.2 Basler & Hofmann

- _ Tino Edelmann, Projektleiter Stratus
E-Mail: tino.edelmann@baslerhofmann.ch
- _ Stefan Wehrli, Projektmitarbeit / Beratung
E-Mail: stefan.wehrli@baslerhofmann.ch

2.3 Infrac (Energieberatung seitens Kanton Aargau)

- _ Gabrielle Siegrist, Beraterin
E-Mail: gabrielle.siegrist@infrac.ch
- _ Stefan Kessler, Berater / Bereichsleiter
E-Mail: stefan.kessler@infrac.ch

3. Grundlagen Kanton Aargau**3.1 Daten Software Stratus**

- _ Relevante Stratus Daten Stand 01.11.2022
 - _ Stammdaten Gebäude
 - _ Gebäudevolumen
 - _ Gebäudeart / Gebäudetyp
 - _ Baujahr Gebäude
 - _ Bauteile und bauliche Zustandsdaten
 - _ Instandsetzungszeitpunkte Wärmeerzeugung, Fenster, Fassade, Dach
 - _ Erfolgte grosszyklische Sanierungen (gem. Eintrag Stratus Geschichte)
 - _ Angaben zum Denkmalschutz (gem. Eintrag Stratus Modul Sicherheit)
 - _ Projekte gem. Stratus Modul Mehrjahresplanung

3.2 Energieverbrauchsdaten

Für die Berechnungen wurden die zur Verfügung gestellten Energieverbrauchsdaten des Kantons Aargau aus dem Jahr 2017 gem. Mail von Jürg Bischof vom 25.11.2022 verwendet. Gemäss Kanton Aargau handelt es sich bei den zur Verfügung gestellten Grunddaten um arithmetisch gemittelte Werte über drei Jahre. Es wird daher davon ausgegangen, dass die jährlichen Klimaschwankungen darin nicht berücksichtigt sind (keine Heizgradkorrektur stattgefunden).

3.3 Weitere Grundlagen

- _ Dokument «Weiteres Vorgehen – Stratus Treibhausgasemissionen Portfolio» und Übersicht Projekte Solarnutzung und Sollzuwachs PVA gem. Mail Kanton Aargau vom 12.04.2023
- _ Liste Verässerungsobjekte gem. Mail Kanton Aargau vom 14.04.2023
- _ Zielvereinbarung Grossverbraucher und Angaben Mixes Energielieferanten gem. Mail Kanton Aargau vom 20.04.2023
- _ Leistungs- und Energieangaben zu den geplanten PV-Anlagen Solaroffensive gem. Mail vom 31.05.2023
- _ Anpassung Ausbau PV-Anlagen 2032 bis 2050 gemäss Mail Kanton Aargau 09.11.2023 / 13.11.2023

4. Abgrenzungen

4.1 Gebäudeumfang

Es sind nur beheizte Gebäude berücksichtigt, welche sich im Alleineigentum (ALE) des Kantons Aargau befinden und in Stratus erfasst sind. Unter dieser Prämisse wurden insgesamt 197 der 402 in Stratus erfassten Gebäudeeinheiten berücksichtigt. Eine detaillierte Gebäudeliste kann den Beilagen entnommen werden. Informationen über die Wärmeenergieversorgung gehen aus den Grundlagen des Kantons Aargau vom 25.11.2022 hervor. Bereits veräusserte Objekte sind nicht mehr berücksichtigt. Objekte, bei denen eine Veräusserung geplant ist, werden ab dem Zeitpunkt der geplanten Veräusserung hinsichtlich Energieverbrauch und Emissionen nicht mehr berücksichtigt. Bei Folgenden Objekten ist eine Veräusserung erfolgt oder vorgesehen:

Gebäude - Nr.	Bezeichnung	Adresse, Ort	Volumen [m ³]	Jahr Veräusserung
1000 100:	Einfamilienhaus	Kunsthauseweg 10, Aarau	1'210	2022
1038 100	Klosterkirche	Chloster 9, Olsberg	9'753	2025
1038 101	Ritterhaus Mehrfamilienhaus	Chloster 5, Olsberg	3'675	2025
1038 106	Stiftsgebäude	Chloster 9, Olsberg	20'653	2025
1038 107	Personalhaus	Chloster 167, Olsberg	1'159	2025
1038 108	Gärtnereigebäude Treibhaus	Chloster 167, Olsberg	1'168	2025
1038 110	Obere Scheune	Chloster 185, Olsberg	3'736	2025
1038 111	Gruppenwohnhaus	Chloster 185, Olsberg	3'673	2025
1039 100	Hauptgebäude	Heinrich-Meyer-Weg 1, Rüfenach	4'473	2025
1039 103	Personalhaus (Schwalbenhaus)	Heinrich-Meyer-Weg 4a, Rüfenach	1'385	2025
1039 104	Gruppenhaus	Heinrich-Meyer-Weg 4, Rüfenach	4'322	2025
1059 100	Einfamilienhaus	Oberstadtstrasse 9, Baden	1'582	2024

Tab. 1 Veräusserungen

Veräusserungen mit bereits bekanntem Veräusserungsdatum

4.2 Minergie

Aktuell sind gemäss Kanton Aargau nur wenige Minergie Gebäude vorhanden. Dies wird in den Berechnungen nach Absprache mit dem Kanton nicht weiter berücksichtigt.

4.3 Elektrische Energie

Der Verbrauch der elektrischen Energie wird bei der Berechnung der Emissionen berücksichtigt. Dabei ist zu beachten, dass die vorliegenden Grundlagedaten je nach Objektart variieren. So ist bei vermieteten Liegenschaften der Mieterstrom in

den Verbrauchsdaten des Kantons und damit in den Auswertungen nicht enthalten. Bei grösseren Gebäuden ist davon auszugehen, dass sich die Werte auf einen spezifischen Wärmepumpenzähler beziehen. Emissionen infolge Stromverbrauchs von nicht beheizten Gebäuden sind nicht berücksichtigt.

4.4 Fernwärme

Die in den Verbrauchsdaten 2017 mit «Fernwärme» gekennzeichneten Gebäude können sowohl an ein Fernwärmenetz eines externen Betreibers angeschlossen sein als auch an eine durch den Kanton betriebene Arealversorgung. Die beiden Fälle wurden auf Basis der Informationen in Stratus und der zur Verfügung gestellten Verbrauchsdaten bestmöglich unterschieden. Es wurde davon ausgegangen, dass bei gebäudeübergreifenden Heizungssystemen (eigene Fernwärme) jeweils Verbrauchsdaten der entsprechenden Energieträger vorliegen. Abklärungen zu potenziell möglichen Anschlüssen an ein Fernwärmenetz wurden nicht vorgenommen.

4.5 Datenqualität Stratus

Die Qualität, der in Stratus hinterlegten Daten wurde nicht überprüft. Gemäss dem Kanton werden die in Stratus enthaltenen Daten in einem Turnus von ca. 5 Jahre aktualisiert.

4.6 Denkmalschutz

Objekte, welche unter Denkmalschutz stehen sind in den Berechnungen nicht von den übrigen Gebäuden unterschieden. In den Objektreports werden die in Stratus vorhandenen Informationen zum Denkmalschutz dargestellt. Bei solchen Gebäuden sind allfällige Einschränkungen in Bezug auf die Möglichkeiten einer energetischen Sanierungsmassnahme objektspezifisch im Detail zu überprüfen.

4.7 Geplante Projekte

Allfällig bereits geplante und in Zukunft liegende Projekte sind in den Auswertungen nicht berücksichtigt. Solche könnten in einem weiteren Schritt berücksichtigt werden, indem die effektiv geplanten Instandsetzungszeitpunkte für die relevanten Bauteile angepasst werden. Für den geplanten Ausbau der PV-Anlagen wurden die vom Kanton Aargau angegebenen Werte für den jährlichen Ausbau auf Portfolioebene bis ins Jahr 2050 berücksichtigt.

5. Vorgehen / Methodik

5.1 Verbrauchsdaten

Für Gebäude, zu denen effektive Verbrauchsdaten vorliegen, wurden diese Werte für die Berechnungen eingesetzt. Allfällige weitere Verbräuche (separate Verbräuche Mieter etc.) wurden nicht aufgeschlagen oder abgeschätzt. Wenn eine Wärmeerzeugung gemäss Verbrauchsdaten 2017 mit Zweistoff bezeichnet ist, jedoch nur Verbrauchsdaten eines einzelnen Energieträgers vorliegen, wurde nur mit den effektiv vorliegenden Verbrauchsdaten gerechnet. Für die Gebäude, zu

denen keine Verbrauchsdaten vorliegen, wurden die Verbräuche für jede Gebäudekategorie nach SIA 380/1 anhand von Benchmarks nach SIA 2024 und einer Alterskorrektur der Dämmwerte berechnet. Die Alterskorrektur erfolgte anhand der Baujahre oder dem Zeitpunkt der letzten bekannten Gesamtsanierung. Die Gebäudekategorien wurden anhand der in den Verbrauchsdaten 2017 enthaltenen Gebäudeinformationen bestmöglich zugeteilt. Zur Berechnung wurden die vorhandenen Daten aus Stratus (Gebäudevolumen etc.) und die in der Grundlage vom 25.11.2022 verfügbaren Informationen (Heizungsart etc.) herangezogen.

5.2 Energieverbrauch

Es wird jeweils der Endenergieverbrauch ausgewiesen. Bei Wärmepumpen handelt es sich um den Stromverbrauch. Bei Wärmepumpen wurde mit einer Jahresarbeitszahl von 3.0 gerechnet. Bei den übrigen Energieträgern wurden im verwendeten Modell keine Nutzungsgrade hinterlegt. In der Software Stratus 7.x werden die Nutzungsgrade künftig ebenfalls berücksichtigt.

5.3 Areale

Es sind diverse Areale vorhanden, bei denen die Verbrauchsdaten nicht objektspezifisch ausgewiesen sind, sondern nur für das Gesamtareal vorliegen. Die Energieverbräuche wurden in diesen Fällen mittels Verteilschlüssel auf Basis der geschätzten Energiebezugsflächen (EBF) auf die einzelnen Gebäude heruntergebrochen. Zur Ermittlung des massgebenden Instandsetzungszeitpunktes der Wärmeerzeugung bei Arealen wurde der effektive Standort der Heizung lokalisiert, bei dem diese in der Software Stratus bewertet ist. Teilweise sind in Stratus auch Bauteile unter «Wärmeerzeugung» erfasst, bei denen keine Heizung im Gebäude vorhanden ist (z.B. Verteilung Fernwärmeanschluss). Diese Bauteile wurden bei den Auswertungen manuell ausgeschlossen. Die Angaben aus den Energieverbrauchsdaten zur Lokalisierung der Wärmeerzeugung stimmt teilweise nicht mit den in Stratus erfassten Daten überein. In diesem Fall wurde die Lokalisierung gemäss Stratus verwendet, da diese aus den effektiven Begehungen vor Ort resultieren. Bei Gebäuden, welche über eine Fernleitung mit Heizenergie versorgt werden, wurde eine fiktive Wärmeerzeugung festgelegt, deren Instandsetzungszeitpunkt demjenigen des realen Standorts entspricht. Für die Reduktion der Emissionen wird jeweils nur der anteilige Verbrauch pro Gebäude berücksichtigt.

5.4 Energiebezugsfläche EBF

Die Energiebezugsflächen der einzelnen Gebäude wurden einheitlich auf Basis der in Stratus hinterlegten Volumen abgeleitet. Dabei wurden die in der Energiebuchhaltung definierten Gebäudearten des Kantons Aargau den entsprechenden Gebäudetypen zugeordnet. Für die jeweiligen Gebäudetypen sind Benchmarks zur mittleren Geschosshöhe und zum Anteil der beheizten Flächen hinterlegt. Es handelt sich dabei um eine grobe Näherung, da aktuell keine genauen Daten zur Energiebezugsfläche vorliegen.

5.5 Erfolgte Sanierungen

Von in der Vergangenheit liegende energetische Sanierungen sind keine detaillierten Informationen vorhanden. Relevante Sanierungen wurden bestmöglich anhand von in Stratus erfassten Einträgen im Register «Geschichte» ermittelt. Bei erfolgten massgebenden Sanierungen wurde die Alterskorrektur entsprechend den Sanierungsjahren und nicht anhand der Baujahre der Gebäude festgelegt. Für die Objekte, bei denen keine Sanierungsjahre bekannt waren, wurde jeweils das in Stratus hinterlegte Baujahr des jeweiligen Gebäudes verwendet. Allfällig berücksichtigte Sanierungsjahre sind in den Objektreports aufgeführt.

5.6 Reduktionen

Die Reduktion der Treibhausgasemissionen und Energieeinsparungen werden jeweils zum Zeitpunkt des jeweiligen Bauteilersatzes gemäss Stratus ausgewiesen. Sämtliche Reduktionen infolge Instandsetzungsmassnahmen, welche gemäss Stratus bereits überfällig sind, werden im Jahr 2023 ausgewiesen.

5.7 Portfolio-Mix der Wärmeerzeugung

Da keine detaillierten Standortabklärungen vorliegen, wird beim Ersatz der Wärmeerzeugung generell davon ausgegangen, dass ein definierter Portfoliomix erreicht wird. Im Normalfall wird beim Ersatz der Wärmeerzeugung ein erneuerbarer Energieträger gewählt. Da dies standortbedingt nicht überall möglich ist, beinhaltet der gewählte Portfoliomix (Variante 1) noch einen gewissen Anteil fossiler Energieträger. Es wird angenommen, dass die Zusammensetzung des Portfoliomixes über die Zeit optimiert werden kann. Die Prognose der Treibhausgasemissionen wird deshalb in Absprache mit den Beteiligten in folgenden zwei Varianten gerechnet:

- _ Variante 1: weniger Ambitioniert (ab gewissem Zeitpunkt eher konservativ)
- _ Variante 2: ambitionierter (zu Beginn eher zu optimistisch)

Die Anteile der einzelnen Energieträger am jeweiligen Portfoliomix werden wie folgt angenommen:

Energieträger	Variante 1		Variante 2	
	Portfoliomix/Anteile		Portfoliomix/Anteile	
Fernwärme	5.0%		5.0%	
Öl	0.0%		0.0%	
Erdgas	4.5%		0.0%	
Biogas	0.5%		0.0%	
Holzschnitzel	40%		40%	
Wärmepumpe Luft	25%		25%	
Wärmepumpe Erde	25%		30%	

Tab. 2 Energieträger und Portfoliomix

5.8 Emissionsfaktoren

Für die Ermittlung der Emissionen wurden folgende Treibhausgasfaktoren angewendet:

Energieträger		Scope 1	Scope 2
		Treibhausgasfaktor [tCO ₂ /MWh]	Treibhausgasfaktor [tCO ₂ /MWh]
Fernwärme		0.000	0.067 ¹
Öl		0.285	0.060
Erdgas		0.202	0.030
Biogas		0.000	0.030
Gas-Mix vor Heizungersatz	Variante 1 (10% Biogas):	0.182	0.030
	Variante 2 (20% Biogas):	0.182	0.030
Holz		0.000	0.016
Wärmepumpe ²		0.000	0.015
Elektro ²		0.000	0.015
Portfoliomix	Variante 1:	0.009	0.014
	Variante 2:	0.000	0.013

Tab. 3 Treibhausgasfaktoren

Emissionsfaktoren Scope 1: gemäss BAFU

Emissionsfaktoren Scope 2: Differenz KBOB und BAFU

Bei mehreren Energieträgern im selben Gebäude, wurden gewichtete Emissionsfaktoren anhand der effektiven Verbrauchsdaten verwendet. Für die Reduktion der Emissionen wurde je nach Energieträger mit dem Delta zum Portfoliomix gerechnet. Bei Treibhausgasfaktoren, welche bereits vor dem Ersatz des Energieträgers unter demjenigen des Portfoliomix liegen, werden keine Reduktionen berücksichtigt (z.B. 1:1 Ersatz einer Holzheizung oder einer Wärmepumpe).

6. Übernahme Daten in Stratus Energiemodul

Die Auswertung des CO₂-Absenkpades wurde ausserhalb der Software Stratus vorgenommen, da diese Funktion in der aktuellen Version Stratus 5.1, welche durch den Kunden eingesetzt wird, nicht implementiert ist. Die aus der Energiebuchhaltung 2017 ermittelten und mittels Benchmarks errechneten Verbrauchsdaten wurden in das Energiemodul von Stratus 5.1 eingelesen, damit die in dieser Version möglichen Energieauswertungen dennoch genutzt werden können.

¹ Durchschnitt Netze CH

² Mix Stromprodukte aus erneuerbaren Energien

7. Empfehlung

Der im Rahmen des Auftrags durchgeführte Prognose der Treibhausgasemissionen berücksichtigt, die Umsetzung der energetisch relevanten, im Lebenszyklus anstehenden baulichen Massnahmen gemäss Stratus. Es wird empfohlen in einem weiteren Schritt die grössten Hebel und zusätzlich möglichen Massnahmen zur Reduktion oder Kompensation zu ermitteln. Dazu gehören:

- _ Ermittlung Objekte mit grosser Hebelwirkung und Priorisierung
- _ Detailliertere Überprüfung standortspezifische Ersatzenergieträgerpotentiale
- _ Überprüfung Anschlussmöglichkeiten an Fernwärme
- _ Bildung und Auswertung von möglichen Szenarien
- _ Eruiierung Möglichkeiten zur Kompensation der Treibhausgasemissionen

Geme unterstützt sie die Basler&Hofmann AG bei der Weiterbearbeitung dieser Fragestellungen.

8. Beilagen

- _ Energieverbrauchsdaten Kanton Aargau 2017
- _ Export Daten Berechnung
- _ Reports CO₂ – Absenkpfad Portfolio (Varianten 1 / 2)
- _ Reports CO₂ – Absenkpfad Objekte (Varianten 1 / 2)

Anhang 2: Grösste Emittenten Angaben zu Objekte

Abbildung 9: Details zu 10 grösste Emittenten (s auch Tabelle 7)

Gebäude-nummer	Objektbezeichnung	Ort	Baujahr / Sanierungsjahr	EBF statistisch (m2)	Emissionen 2023 Scope 1 (t CO2/a)	Energieverbrauch Wärme 2023					spezifische CO2-Emissionen kg CO2/m2
						Fernwärme (MWh)	Öl (MWh)	Gas (MWh)	Holz (MWh)	WP (MWh)	
1022 100	Suhrenmattstrasse 48, Schulgebäude	Unterentfelden	1976	16928	211.0	0.0	0.0	1160.4	0.0	0.0	12.5
1057 107	Entfelderstrasse 22, Haus A-G	Aarau	1992	38495	192.5	0.0	183.9	790.7	0.0	0.0	5.0
1043 103	Rohrerstrasse, Turnhalle	Aarau	1934	2500	145.7	0.0	549.8	0.0	0.0	0.0	58.3
1049 100	Tellstrasse 80, Sportanlage Schwimmbad	Aarau	1973	16344	144.1	0.0	0.0	792.5	0.0	0.0	8.8
1016 109	Seminarstrasse 13, Gebäude 8 Dreifachsporthalle 1-3	Baden	1976	4843	117.6	0.0	0.0	646.9	0.0	0.0	24.3
1044 103	Mehrzweckhalle, Gebäude 4	Aarau	1992	4593	108.5	0.0	0.0	596.6	657.1	0.0	23.6
1735 100	Rohrerstrasse 5, Zeughaus 4-6	Aarau	1899	7452	98.6	0.0	0.0	542.2	0.0	0.0	13.2
1044 100	Infanterie-Kaserne, Gebäude 1	Aarau	1849	12856	83.4	0.0	0.0	458.9	505.5	0.0	6.5
1008 100	Zürcherstrasse 1, Mehrfamilienhaus mit Büros und Autowerkstatt	Windisch	1959	3594	66.0	0.0	0.0	363.1	0.0	0.0	18.4
1051 100	Bahnhofstrasse 2, Regierungsgebäude	Aarau	2016	6102	65.4	0.0	0.0	359.8	0.0	0.0	10.7

Grafik und Quelle: Screenshot aus Excel-Report von Basler & Hofmann.

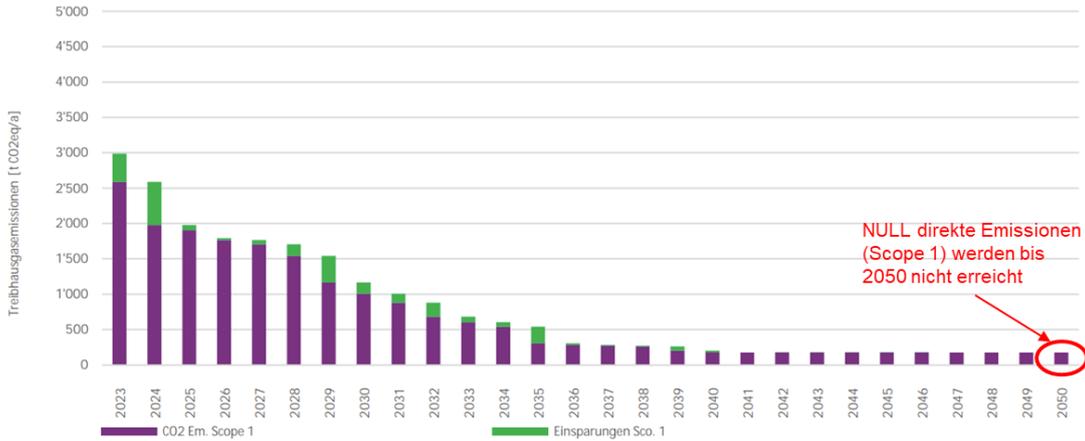
Abbildung 10: Details zu 10% schlechtesten Flächen (s auch Tabelle 7)

Gebäude-nummer	Objektbezeichnung	Ort	Baujahr / Sanierungsjahr	EBF statistisch (m2)	Emissionen 2023 Scope 1 (t CO2/a)	Energieverbrauch Wärme 2023					spezifische CO2-Emissionen kg CO2/m2
						Fernwärme (MWh)	Öl (MWh)	Gas (MWh)	Holz (MWh)	WP (MWh)	
1057 100	Entfelderstrasse 18/20, Haus L Villa	Aarau	1910	1095	64.0	0.0	241.5	0.0	0.0	0.0	58.5
1043 103	Rohrerstrasse, Turnhalle	Aarau	1934	2500	145.7	0.0	549.8	0.0	0.0	0.0	58.3
1059 100	Oberstadtstrasse 9, Einfamilienhaus	Baden	1907	441	19.2	0.0	72.5	0.0	0.0	0.0	43.6
1020 102	Baslerstrasse 47, Turnhalle	Brugg	1975	1816	65.4	0.0	0.0	359.5	0.0	0.0	36.0
1349 100	Rohrerstrasse 24, Altes Kantonsschülerhaus	Aarau	1890	2018	57.7	0.0	217.8	0.0	0.0	0.0	28.6
1043 101	Rohrerstrasse 5, Abwartwohnhaus	Aarau	1932	235	5.9	0.0	0.0	32.6	0.0	0.0	25.3
1016 109	Seminarstrasse 13, Gebäude 8 Dreifachsporthalle 1-3	Baden	1976	4843	117.6	0.0	0.0	646.9	0.0	0.0	24.3
1042 134	Bergfeldweg 33, Mehrfamilienhaus	Lenzburg	1969	385	9.2	0.0	34.7	0.0	0.0	0.0	23.9
1044 103	Mehrzweckhalle, Gebäude 4	Aarau	1992	4593	108.5	0.0	0.0	596.6	657.1	0.0	23.6
1016 106	Seminarstrasse 5, Gebäude 5 Haller Sporthalle 4	Baden	2006	1740	39.8	0.0	0.0	218.8	0.0	0.0	22.9
1057 106	Entfelderstrasse 21, Haus N-O Remise Werkstatt Labor	Aarau	1924	1262	26.6	0.0	100.2	0.0	0.0	0.0	21.1
1038 107	Chloster 167, Personalhaus	Olsberg	1987	323	6.7	0.0	25.2	0.0	0.0	0.0	20.6
1057 105	Entfelderstrasse 16, Haus M Bürogebäude	Aarau	1945	971	19.6	0.0	74.0	0.0	0.0	0.0	20.2
1036 100	Vorhaus, Gewächshäuser, überdeckter Lagerplatz	Oftringen	1975	1939	38.4	0.0	0.0	211.3	0.0	0.0	19.8
1042 122	Ammerswilerstrasse 55, Zweifamilienhaus	Lenzburg	1933	382	7.5	0.0	0.0	41.2	0.0	0.0	19.6
1042 119	Ammerswilerstrasse 50, Zweifamilienhaus	Lenzburg	1934	381	7.5	0.0	0.0	41.1	0.0	0.0	19.6
1042 120	Ammerswilerstrasse 52, Zweifamilienhaus	Lenzburg	1934	381	7.5	0.0	0.0	41.1	0.0	0.0	19.6
1038 110	Chloster 185, Obere Scheune	Olsberg	2009	620	12.0	0.0	45.1	0.0	0.0	0.0	19.3
1018 102	Allmendstrasse 26, Turnhalle 1 Aussengeräteraum	Wohlen	2009	2006	37.9	0.0	0.0	208.4	0.0	0.0	18.6
1058 102	AC-Laboratorium	Aarau	1990	226	4.2	0.0	0.0	23.2	0.0	0.0	18.6
1008 100	Zürcherstrasse 1, Mehrfamilienhaus mit Büros und Autowerkstatt	Windisch	1959	3594	66.0	0.0	0.0	363.1	0.0	0.0	18.4
1054 100	Laurenzvorstadt 107, Säulenhaus Aarau	Aarau	1838	1168	20.9	0.0	79.0	0.0	0.0	0.0	17.9
1017 103	Kantzenrainstrasse 14, Zollhaus	Wettingen	1700	874	15.6	0.0	0.0	85.7	0.0	0.0	17.8
1042 109	Ziegelweg 13, Werkstattgebäude, Anbau, Schreinerei	Lenzburg	1864	1527	26.7	0.0	21.7	115.0	91.8	0.0	17.5
1038 111	Chloster 185, Gruppenwohnhaus	Olsberg	1989	1250	21.7	0.0	82.1	0.0	0.0	0.0	17.4
1020 100	Baslerstrasse 43, Schulhaus Gebäude A, Anbau Ost	Brugg	1902	3449	59.6	0.0	0.0	327.6	0.0	0.0	17.3
1058 100	Laborgebäude	Aarau	1914	2010	34.0	0.0	0.0	187.0	0.0	0.0	16.9
1018 104	Allmendstrasse 26, Turnhalle 2	Wohlen	1990	1808	30.1	0.0	0.0	165.7	0.0	0.0	16.7
1038 101	Chloster 5, Ritterhaus Mehrfamilienhaus	Olsberg	1650	1178	19.1	0.0	72.2	0.0	0.0	0.0	16.2
1027 103	Boniswilerstrasse Scheune Museum	Seengen	2000	374	6.0	0.0	0.0	33.1	0.0	0.0	16.1
1051 101	Obere Vorstadt 14, Calamehaus	Aarau	1985	2044	30.3	0.0	0.0	166.7	0.0	0.0	14.8
1016 101	Seminarstrasse 9a, Gebäude 10 Provisorium Sporthalle 5	Baden	2013	1902	27.2	0.0	0.0	149.4	0.0	0.0	14.3
1735 100	Rohrerstrasse 5, Zeughaus 4-6	Aarau	1899	7452	98.6	0.0	0.0	542.2	0.0	0.0	13.2

Grafik und Quelle: Screenshot aus Excel-Report von Basler & Hofmann.

Anhang 3: Zusatzgrafiken der Absenkpfade (Scope 1)

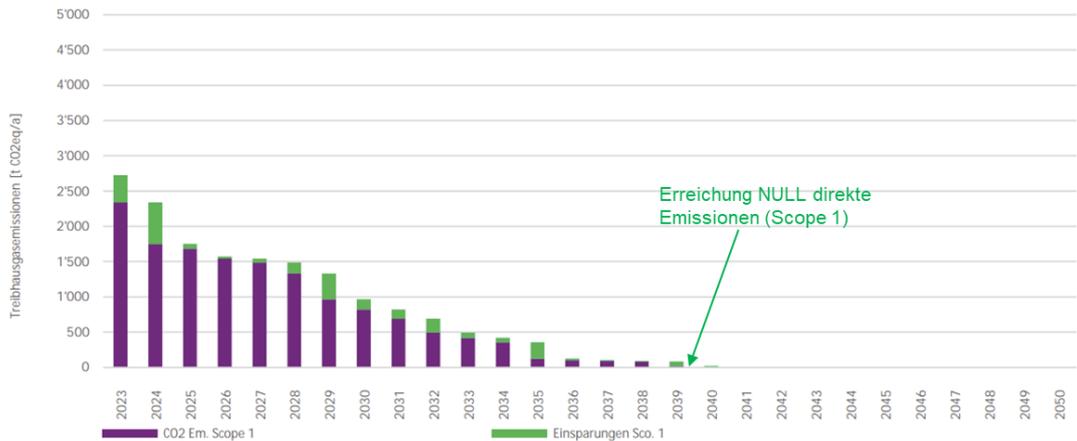
Abbildung 11: Absenkpfad der direkten Treibhausgasemissionen (Scope 1) bis 2050 für das Gebäudeportfolio im Alleineigentum der IMAG (Variante 1, pessimistisch)



CO₂-Emissionen Scope 1 (violette Balken): Umfasst die direkten CO₂-Emissionen, welche über das gesamte Gebäudeportfolio im Alleineigentum der IMAG anfallen (durch Gas- und Ölheizungen).
 Einsparungen Scope 1 (grüne Balken): CO₂-Einsparungen, welche aufgrund von Massnahmen in diesem Jahr gemäss Erneuerungszyklus von Stratus stattfinden (z.B. Sanierung Fenster oder Heizungsersatz).

Grafik Basler & Hofmann ergänzt durch INFRAS. Quelle: Daten IMAG und Annahmen Stratus (s. auch Anhang 1)

Abbildung 12: Absenkpfad der direkten Treibhausgasemissionen (Scope 1) bis 2050 für das Gebäudeportfolio im Alleineigentum der IMAG (Variante 2, optimistisch)



CO₂-Emissionen Scope 1 (violette Balken): Umfasst die direkten CO₂-Emissionen, welche über das gesamte Gebäudeportfolio im Alleineigentum der IMAG anfallen (durch Gas- und Ölheizungen).
 Einsparungen Scope 1 (grüne Balken): CO₂-Einsparungen, welche aufgrund von Massnahmen in diesem Jahr gemäss Erneuerungszyklus von Stratus stattfinden (z.B. Sanierung Fenster oder Heizungsersatz).

Grafik Basler & Hofmann ergänzt durch INFRAS. Quelle: Daten IMAG und Annahmen Stratus (s. auch Anhang 1)

Anhang 4: Bsp. Objektblatt und Auswertung Einzelgebäude in Stratus



Treibhausgasemissionen

Kanton Aargau

Liebegg, Zivilschutzanlage

Verbrauchsdaten Jahr 2017

Objektdaten

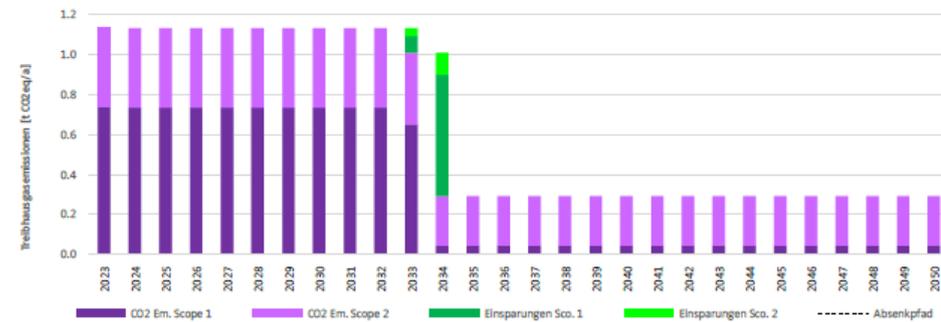
Geb.Nr. / Identifikation	1012 100 / 710/1854	Baujahr	1978
Bezeichnung	Liebegg, Zivilschutzanlage	EBF	323
Strasse	Liebegg	Gebäudekat. En.	Schulen
Ort	Gränichen	Einstufung	B
Z/N	0.93		



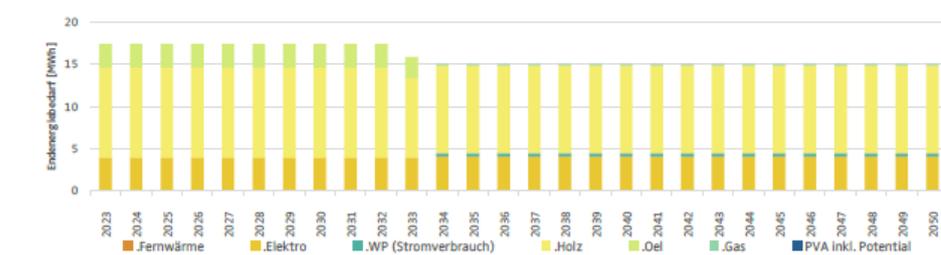
Absenktfad Treibhausgasemissionen

Angestrebte Treibhausgasemissionen in kg CO2eq/m2*a:

Prognose der Treibhausgasemissionen Scope 1 + 2



Prognose der Energieverbräuche Scope 1 + 2



Liste der baulichen Massnahmen Startwert Treibhausgasemissionen [CO2eq/a]:
1.13 (84% Oel / 16% Holz)

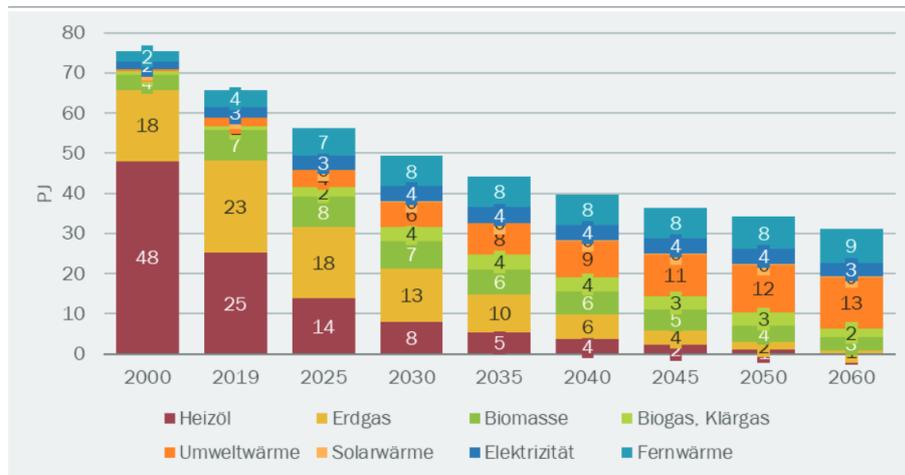
Beuteil	Baujahr	Ersatz	Einsparung Endenergie	Energieträger	Einsparung Treibhausgasemis.
Flachdach	1978	2033	1.5 MWh/a	Oel, Holz	0.12 t CO2eq/a
Wärmeerz. (Oel, Empfänger)	1978	2034	0.8 MWh/a	Oel	0.72 t CO2eq/a
Wärmeerz. (Holz, Empfänger)	1978	2034	0.0 MWh/a	Holz	0.00 t CO2eq/a

Anhang 5: Ausgewählte Grafiken aus Daten Bund

Abbildung 13: Abbildung aus den Energieperspektiven 2050+ für die Entwicklung der Raumwärme in Dienstleistungsgebäuden

Abbildung 145: Sektor Dienstleistungen (ohne LWT) - Entwicklung des Endenergieverbrauchs für Raumheizung

Szenario ZERO Basis. Entwicklung des Endenergieverbrauchs für die Bereitstellung von Raumwärme nach Energieträger für alle Branchen (inkl. Ferienwohnungen), ohne Strombedarf für den Betrieb der Gebäudetechnik (Pumpen, Lüftungsanlagen, etc.).



Quelle: TEP Energy

© Prognos AG / TEP Energy GmbH / INFRAS AG 2021

Grafik und Quelle: Energieperspektiven 2050+