



Zwischenbericht vom 2. März 2026

LENGTH

Verlängerte Lebensdauer von Gebäudetechnik – Netto-Null-Beitrag einer zirkulären Gebäude- technik



Quelle: © AdobeStock, 2025



HSLU Hochschule Luzern

Subventionsgeberin:
Bundesamt für Energie BFE
Sektion Energieforschung und Cleantech
CH-3003 Bern
www.energieforschung.ch

Ko-Finanzierung:
Belimo Climate Foundation
co BELIMO Automation AG
CH-8340 Hinwil
<https://www.belimo-climate-foundation.org/>

Stadt Zürich
Amt für Hochbauten
CH-8006 Zürich
<https://www.stadt-zuerich.ch/ahb>

Schweizerisch-Liechtensteinischer Gebäudetechnikverband (suissetec)
CH-8021 Zürich
<https://suissetec.ch/de/home.html>

Subventionsempfänger/innen:
Hochschule Luzern – Technik & Architektur
Institut für Gebäudetechnik und Energie
CH-6048 Horw
<https://www.hslu.ch/de-ch/technik-architektur/>

Autor/in:
Silvia Domingo Irigoyen, Hochschule Luzern T&A, IGE, silvia.domingo@hslu.ch
Sina Büttner, Hochschule Luzern T&A, IGE, sina.buettner@hslu.ch
Claudia Hauri, Hochschule Luzern T&A, IGE, claudia.hauri@hslu.ch
Gianrico Settembrini, Hochschule Luzern T&A, IGE, gianrico.settembrini@hslu.ch

BFE-Projektbegleitung:
Martin Ménard, Programmleitung «Gebäude und Städte», menard@lowtechlab.ch

BFE-Vertragsnummer: SI/502860-01

Für den Inhalt und die Schlussfolgerungen sind ausschliesslich die Autoren/Autorinnen dieses Berichts verantwortlich.



Zusammenfassung

Die Graue Energie der gebäudetechnischen Anlagen kann ein Viertel bis ein Drittel der gesamten Grauen Energie eines Neubaus betragen. Daher ist die Lebensdauer der eingesetzten Gebäudetechnik von Bedeutung und Massnahmen zu deren Verlängerung vor allem bei anstehenden Erneuerungen in der Planungsphase wichtig. Ziel des Projekts ist es, Strategien zur Verlängerung der Lebensdauer von Gebäudetechnik zu identifizieren und deren Umsetzungspotenzial anhand konkreter Nichtwohngebäude zu untersuchen. Durch Analyse von und Anwendung an ausgewählten Fallbeispielen werden realistische Optionen für Weiterverwendung oder Re-Use aufgezeigt. Das Einsparpotenzial an grauen Treibhausgasemissionen wird quantifiziert. Empfehlungen zur Berechnung der Emissionen von Gebäudetechniksystemen in Anbetracht ihrer effektiven bzw. verlängerten Lebensdauer werden gegeben.

Der Stand der Forschung zeigt, dass die tatsächliche Nutzungsdauer (Zeitraum zwischen Inbetriebnahme und Ersatz) die technische Lebensdauer (Ende der Funktionsfähigkeit) gebäudetechnischer Anlagen durchaus übersteigen kann. Normative Standardwerte stellen dabei lediglich Orientierungsgrößen dar; die effektive Nutzungsdauer hängt wesentlich von Nutzung, Beanspruchung, Wartungsintensität sowie von wirtschaftlichen und strategischen Entscheidungen der Eigentümerschaft ab.

Eine systematische Wiederverwendung gebäudetechnischer Komponenten ist bislang jedoch kaum etabliert und beschränkt sich überwiegend auf wenig komplexe Bauteile wie Heizkörper, Sanitärapparate oder Photovoltaikmodule. Für mechanisch und regelungstechnisch integrierte Systeme fehlen standardisierte Prüfverfahren, klare Haftungsregelungen sowie belastbare Datengrundlagen zur Zustandsbewertung.

Auch in der Ökobilanzierung bestehen methodische Defizite. Es fehlen geeigneten Datensätzen für gebäudetechnische Anlagen und konsistenten Modellierungsansätzen zur Berücksichtigung von Restlebensdauer, Zusatzaufwand (Demontage, Transport, Aufbereitung) sowie zur Allokation von Umweltlasten zwischen Erst- und Zweitnutzung. Damit fehlt derzeit eine robuste Grundlage für die systematische Bewertung zirkulärer Strategien in der Gebäudetechnik.

Die Methodik der Ökobilanzierung ist im Projekt definiert. Es wird das Prinzip der Emissionsrealität angewendet: Herstellungs- und Bauemissionen werden zum Zeitpunkt der jeweiligen Erstellung bzw. Erneuerung bilanziert, Emissionen aus Instandsetzungs- und Ersatzmassnahmen zu den entsprechenden Eingriffszeitpunkten. Die Betriebsemissionen werden kontinuierlich über den gesamten Betrachtungszeitraum erfasst.

Das Potenzial zur Weiter- und Wiederverwendung wird mittels einer vierstufigen Klassierung bewertet (nicht weiter- bzw. wiederverwendbar; teilweise weiter- bzw. wiederverwendbar; weiter- bzw. wiederverwendbar nach Revision; direkt weiter- bzw. wiederverwendbar) und mit der verbleibenden Restlebensdauer kombiniert, die ebenfalls in vier Stufen erfasst wird ($\leq 25\%$; $25\text{--}50\%$; $50\text{--}75\%$; $\geq 75\%$). Diese mehrdimensionale Betrachtung ermöglicht eine differenzierte, transparente und vergleichbare Bewertung einzelner Komponenten.

Untersucht wurden drei reale Nichtwohngebäude mit deutlich unterschiedlichen Ausgangslagen: Ein Objekt weist lediglich selektives Weiterverwendungspotenzial auf, da nur Teile der Gebäudetechnik erneuert wurden und zahlreiche Komponenten ihre Standardlebensdauer bereits erreicht oder überschritten haben. Ein zweites Gebäude ist weitgehend erneuerungsbedürftig. Ein drittes, vor weniger als 20 Jahren umfassend saniertes Gebäude befindet sich überwiegend in gutem Zustand und erfordert lediglich gezielte Erneuerungsmassnahmen.

Wiederkehrende Herausforderungen sind unvollständige Dokumentationen, zahlreiche Eingriffe im Lebenszyklus, heterogene Systemzustände infolge partieller Erneuerungen sowie bereits überschrittene Standardlebensdauern. Dies verdeutlicht, dass das Potenzial zur zusätzlichen Lebensdauerverlängerung teilweise bereits ausgeschöpft ist. Gleichzeitig zeigt sich jedoch, dass eine selektive und zustandsbasierte Strategie dazu beitragen kann, den vollständigen Ersatz funktionsfähiger Anlagen möglichst zu vermeiden.



In der nächsten Projektphase wird quantifiziert, welche Einsparungen an grauen Treibhausgasemissionen durch unterschiedliche Erneuerungsszenarien realisiert werden können.

Résumé

L'énergie grise des installations techniques du bâtiment peut représenter entre un quart et un tiers de l'énergie grise totale d'une construction neuve. La durée de vie des systèmes techniques mis en œuvre revêt dès lors une importance déterminante, et la mise en place de mesures visant à la prolonger est particulièrement importante lors de rénovations prévues, notamment dès la phase de planification. L'objectif du projet est d'identifier des stratégies de prolongation de la durée de vie des installations techniques du bâtiment et d'en analyser le potentiel de mise en œuvre sur la base de bâtiments tertiaires existants. L'analyse et l'application à des études de cas sélectionnées permettent de mettre en évidence des options réalistes de maintien en service sur site ainsi que de réemploi (re-use). Le potentiel d'économie d'émissions de gaz à effet de serre grises est quantifié. Des recommandations sont en outre formulées pour le calcul des émissions des systèmes techniques en tenant compte de leur durée d'utilisation effective ou prolongée.

L'état de la recherche montre que la durée d'utilisation réelle (période entre la mise en service et le remplacement) peut dépasser la durée de vie technique (fin de la fonctionnalité) des installations techniques du bâtiment. Les valeurs normatives standard constituent uniquement des ordres de grandeur ; la durée d'utilisation effective dépend fortement des conditions d'usage, des sollicitations, de l'intensité de la maintenance ainsi que des décisions économiques et stratégiques du propriétaire.

Le réemploi systématique des composants techniques du bâtiment reste toutefois peu développé et se limite principalement à des éléments peu complexes tels que les radiateurs, les appareils sanitaires ou les modules photovoltaïques. Pour les systèmes mécaniques et de régulation intégrés, il manque des procédures d'essai standardisées, des cadres clairs en matière de responsabilité ainsi que des bases de données fiables pour l'évaluation de l'état.

Des lacunes méthodologiques subsistent également en matière d'analyse du cycle de vie. Il manque des jeux de données adaptés aux installations techniques ainsi que des approches de modélisation cohérentes permettant d'intégrer la durée de vie résiduelle, les efforts supplémentaires (démontage, transport, remise en état) et l'allocation des charges environnementales entre première et seconde utilisation. Il n'existe donc pas encore de base robuste pour l'évaluation systématique de stratégies circulaires appliquées aux systèmes techniques du bâtiment.

La méthodologie d'analyse du cycle de vie est définie dans le cadre du projet. Le principe de la réalité des émissions est appliqué : les émissions liées à la fabrication et à la construction sont comptabilisées au moment de la mise en œuvre ou du renouvellement, celles liées aux mesures de maintenance et de remplacement aux moments correspondants des interventions. Les émissions d'exploitation sont prises en compte de manière continue sur l'ensemble de la période d'analyse.

Le potentiel de maintien en service et de réemploi est évalué au moyen d'une classification en quatre niveaux (non réutilisable respectivement non réemployable ; partiellement réutilisable respectivement réemployable ; réutilisable respectivement réemployable après révision ; directement réutilisable respectivement réemployable) et combiné avec la durée de vie résiduelle, également structurée en quatre classes ($\leq 25\%$; $25-50\%$; $50-75\%$; $\geq 75\%$). Cette approche multidimensionnelle permet une évaluation différenciée, transparente et comparable des différents composants.

Trois bâtiments tertiaires existants présentant des situations initiales contrastées ont été analysés :

Un premier objet ne présente qu'un potentiel sélectif de maintien en service, certaines installations ayant déjà été renouvelées et de nombreux composants ayant atteint ou dépassé leur durée de vie standard. Un deuxième bâtiment nécessite un renouvellement quasi complet. Un troisième bâtiment, rénové en



profondeur il y a moins de vingt ans, se trouve majoritairement en bon état et ne requiert que des interventions ciblées.

Les difficultés récurrentes concernent la documentation incomplète, les nombreuses interventions au cours du cycle de vie, l'hétérogénéité des états des systèmes à la suite de rénovations partielles ainsi que le dépassement des durées de vie standard. Ces constats montrent que le potentiel de prolongation supplémentaire de la durée de vie est parfois déjà en grande partie exploité. Ils soulignent également qu'une stratégie sélective et fondée sur l'état réel des installations peut contribuer à éviter, dans la mesure du possible, le remplacement complet d'équipements encore fonctionnels.

Dans la phase suivante du projet, les économies potentielles d'émissions de gaz à effet de serre grises seront quantifiées pour différents scénarios de renouvellement.

Summary

The embodied energy of building services systems can account for one quarter to one third of the total embodied energy of a new building. The service life of installed building systems is therefore of particular relevance, and measures aimed at extending their lifespan are especially important during the planning phase of upcoming refurbishments. The objective of the project is to identify strategies for extending the service life of building services systems and to assess their implementation potential based on specific non-residential buildings. Through analysis and application to selected case studies, realistic options for continued use on site or re-use are identified. The potential for reducing embodied greenhouse gas emissions is quantified. In addition, recommendations are provided for calculating the emissions of building services systems, considering their effective or extended service life.

Current research shows that the actual service life (period between commissioning and replacement) may exceed the technical lifetime (end of functional performance) of building systems. Normative standard values merely provide reference benchmarks; the effective service life depends largely on usage patterns, operational loads, maintenance intensity, and the economic and strategic decisions of the building owner.

Systematic re-use of components of building services is not yet well established and is largely limited to less complex elements such as radiators, sanitary appliances, or photovoltaic modules. For mechanically and control-integrated systems, standardized testing procedures, clear liability frameworks, and robust data bases for condition assessment are lacking.

Methodological deficits also persist in life cycle assessment (LCA). There is a lack of suitable datasets for building services systems and of consistent modelling approaches to account for residual service life, additional efforts (dismantling, transport, refurbishment), and the allocation of environmental burdens between first and subsequent uses. Consequently, a robust basis for the systematic evaluation of circular strategies in building services engineering is currently missing.

The LCA methodology is defined within the project framework. The principle of "emission realism" is applied: manufacturing and construction emissions are accounted for at the time of installation or renovation, while emissions from maintenance and replacement measures are allocated to their respective intervention points. Operational emissions are recorded continuously over the entire assessment period.

The potential for continued use and re-use is evaluated using a four-level classification (not suitable for continued use or re-use; partially suitable; suitable after refurbishment; directly suitable) and combined with residual service life, which is also categorized into four levels ($\leq 25\%$; 25–50%; 50–75%; $\geq 75\%$). This multidimensional approach enables a differentiated, transparent, and comparable assessment of individual components.

Three real non-residential buildings with significantly different initial conditions were investigated. One building exhibits only selective potential for continued use, as only parts of the building services have been renewed and numerous components have reached or exceeded their standard service life. A



second building requires extensive renewal. A third building, comprehensively renovated less than 20 years ago, is largely in good condition and requires only targeted renewal measures.

Recurring challenges include incomplete documentation, numerous interventions over the life cycle, heterogeneous system conditions resulting from partial refurbishments, and standard service lives already exceeded. This demonstrates that the potential for further service life extension is in some cases already largely exhausted. At the same time, it becomes evident that a selective and condition-based strategy can help avoid the complete replacement of still-functional systems wherever possible.

In the next phase of the project, the potential reductions in embodied greenhouse gas emissions achievable through different refurbishment scenarios will be quantified.



Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung.....	3
Résumé.....	4
Summary	5
Inhaltsverzeichnis	7
Abbildungsverzeichnis	9
Tabellenverzeichnis	11
Abkürzungsverzeichnis	15
1 Einleitung	17
1.1. Kontext und Motivation	17
1.2. Projektziele	18
2 Vorgehensweise	19
3 Grundlagen.....	21
3.1. State of the Art.....	21
3.1.1. Kreislaufwirtschaft im Bausektor	22
3.1.2. Kreislaufwirtschaft in der Gebäudetechnik	27
3.1.3. Bestandaufnahme der Gebäudetechnik.....	31
3.1.4. Lebensdauer von Gebäudetechnik	39
3.1.5. Methodik für die Ökobilanzierung (Lebenszyklusbetrachtung)	42
3.1.6. Ökobilanzierung von Gebäudetechnik	44
3.2. Fallbeispiele Nichtwohngebäude.....	47
3.2.1. Klassierung des Weiterverwendungspotenzials.....	47
3.2.2. Klassierung des Wiederverwendungspotenzial.....	48
3.2.3. Klassierung der Restlebensdauer	48
3.2.4. Anwendung der Klassierung in den Fallbeispielen	49
3.2.5. Fallbeispiel 1: Verwaltungsgebäude Albis (Haus C und D), Zürich.....	49
3.2.6. Fallbeispiel 2: Schulhaus Bungertwies, Zürich.....	53
3.2.7. Fallbeispiel 3: Verwaltungsgebäude Fellerstrasse, Bern	55
4 Methodik	59
4.1. Zielsetzung	59
4.2. Grundlagen für die Ökobilanzierung.....	59
4.2.1. Hintergrunddaten	59
4.2.2. Funktionelle Einheit	59
4.2.3. Betrachtungszeitraum.....	60
4.2.4. Systemgrenzen.....	60
4.2.5. Auswertung.....	61



4.3. Bilanzierungsansatz.....	61
4.4. Definition der Referenzerneuerung und der Erneuerungsszenarien.....	62
4.5. Bewertung der Weiter-/Wiederverwendung von Gebäudetechnikkomponenten	63
4.6. Unsicherheiten und Sensitivitätsanalyse	64
5 Ergebnisse	65
5.1. Potential für die Weiterverwendung / Re-Use von Gebäudetechnikkomponenten	65
5.1.1. Voraussetzungen für eine Weiter-/Wiederverwendung.....	65
5.1.2. Potential zur Weiter-/Wiederverwendung von gebäudetechnischen Komponenten.....	66
5.2. Planung von Neuinstallationen: Strategien für langlebige, effiziente und ressourcenschonende Installationen	80
5.3. Analyse der Fallbeispiele und vorgeschlagene(-n) Erneuerung(-en).....	83
5.4. Ergebnisse der Ökobilanzierung: vorgeschlagene(-n) Erneuerung(-en) vs. Referenzerneuerung.....	85
6 Diskussion.....	85
7 Schlussfolgerungen und Ausblick	85
8 Nationale und internationale Zusammenarbeit	85
9 Publikationen und andere Kommunikation	85
10 Literaturverzeichnis.....	86
11 Anhang	89
11.1. Auslegeordnung	89
11.2. Fallbeispiele	93
11.2.1. Fallbeispiel 1: Verwaltungsgebäude Albis (Haus C und D), Zürich.....	93
11.2.2. Fallbeispiel 2: Schulhaus Bungertwies, Zürich.....	111
11.2.3. Fallbeispiel 3: Verwaltungsgebäude Fellerstrasse, Bern	121
11.3. Graue Energie der Gebäudetechnik	134
11.4. Interviews mit Fachexperten	136
11.4.1. Interview Elektroanlagen (Allgemein).....	136
11.4.2. Interview Photovoltaik-Anlagen	140
11.4.3. Interview Gebäudeautomation	146
11.4.4. Interview wärmetechnische Anlagen.....	151
11.4.5. Interview kältetechnische Anlagen	155
11.4.6. Interview lufttechnische Anlagen.....	158
11.4.7. Interview wasser- und abwassertechnische Anlagen	163
11.4.8. Interview Gebäudetechnik allgemein	168



Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Ablaufschema der Bauwerkserhaltung nach SIA 469 (SIA, 1997).	35
Abbildung 2: Verwaltungsgebäude Albis Haus C (links) und Haus D (rechts) in Zürich.	50
Abbildung 3: Schulhaus Bungertwies an der Hofstrasse in Zürich.	53
Abbildung 4: Verwaltungsgebäude in der Fellerstrasse in Bern.	56
Abbildung 5: Schnitte, Geschossigkeit und Innenansicht.	56
Abbildung 6: Exemplarische Darstellung der THGE eines bestehenden Gebäudes gemäss Kumulierungsprinzip ($\text{kgCO}_2\text{-eq/m}^2_{\text{EBF}}$).	62
Abbildung 7: Potential zur Weiter- und Wiederverwendung von Komponenten aus dem Bereich Elektroanlagen. Die Grafik wurde auf Basis des Experteninterviews erstellt und gemeinsam mit der Begleitgruppe des Projekts diskutiert.	66
Abbildung 8: Potential zur Weiter- und Wiederverwendung von verschiedenen Komponenten von PV- Anlagen. Die Grafik wurde auf Basis des Experteninterviews erstellt und gemeinsam mit der Begleitgruppe des Projekts diskutiert.	68
Abbildung 9: Potential zur Weiter- und Wiederverwendung von verschiedenen Komponenten der Gebäudeautomation. Die Grafik wurde auf Basis des Experteninterviews erstellt und gemeinsam mit der Begleitgruppe des Projekts diskutiert.	70
Abbildung 10: Potential zur Weiter- und Wiederverwendung von verschiedenen Komponenten wärmetechnischer Anlagen. Die Grafik wurde auf Basis des Experteninterviews erstellt und gemeinsam mit der Begleitgruppe des Projekts diskutiert.	71
Abbildung 11: Potential zur Weiter- und Wiederverwendung von verschiedenen Komponenten kältetechnischer Anlagen. Die Grafik wurde auf Basis des Experteninterviews erstellt und gemeinsam mit der Begleitgruppe des Projekts diskutiert.	74
Abbildung 12: Potential zur Weiter- und Wiederverwendung von verschiedenen Komponenten lufttechnischer Anlagen. Die Grafik wurde auf Basis des Experteninterviews erstellt und gemeinsam mit der Begleitgruppe des Projekts diskutiert.	76
Abbildung 13: Potential zur Weiter- und Wiederverwendung von verschiedenen Komponenten wasser- /abwassertechnischer Anlagen. Die Grafik wurde auf Basis des Experteninterviews erstellt und gemeinsam mit der Begleitgruppe des Projekts diskutiert.	78
Abbildung 14: Alte Elektroverteilung im Untergeschoss.	93
Abbildung 15: Neue Elektroverteilung im Untergeschoss.	94
Abbildung 16: Provisorische Wärmeerzeugung über einen mobilen Gasheizkessel.	95
Abbildung 17: Wärmetaucher als Unterstation im UG, Gebäudeteil C (D ist identisch).	96
Abbildung 18: Plattenwärmetaucher für die Brauchwarmwasser.	97
Abbildung 19: Heizverteiler im UG, Gebäudeteil C (D ist identisch).	98
Abbildung 20: Alte Expansionsanlage im UG, Gebäudeteil D.	99
Abbildung 21: Neue Expansionsanlage im UG, Gebäudeteil C.	99
Abbildung 22: Heizkörper mit Thermostatventil.	101
Abbildung 23: Kaltwassersatz / reversible Kälte-Wärmepumpenanlage auf dem Dach.	102
Abbildung 24: Kälteverteilung in der Dachzentrale.	103
Abbildung 25: Umluftkühlgerät (ULK) in der abgehängten Decke.	104



Abbildung 26: Altes Lüftungsgerät (Gebäude D) in der Dachzentrale.	105
Abbildung 27: Neues Lüftungsgerät (Gebäude C) in der Dachzentrale.	105
Abbildung 28: Brauchwarmwasserspeicher.	107
Abbildung 29: Sanitärverteiler mit Armaturen.	108
Abbildung 30: Sanitärapparate.	109
Abbildung 31: Elektro-Hauptverteilung.	111
Abbildung 32: Elektro-Unterverteilung.	112
Abbildung 33: Wärmeerzeugung, Gasheizkessel.	113
Abbildung 34: Unterverteilung Schulhaus.	114
Abbildung 35: Heizkörper mit Thermostatventil.	115
Abbildung 36: Natürliche Belüftung der Schulzimmer.	116
Abbildung 37: Mechanische Lüftung in der Küche.	117
Abbildung 38: Elektrischer Brauchwarmwassererwärmer.	118
Abbildung 39: Sanitärverteiler mit Armaturen.	119
Abbildung 40: Sanitärapparate.	120
Abbildung 41: Stromtableau, Untergeschoss.	121
Abbildung 42: Übergabestation von Fernwärmeanschluss im 2. Untergeschoss.	122
Abbildung 43: Wärmeverteiler inkl. Pumpen und Armaturen.	123
Abbildung 44: Heizkörper.	124
Abbildung 45: Übergabestation Fernkälte im 2. Untergeschoss.	125
Abbildung 46: Kälteverteiler inkl. Pumpen und Armaturen.	126
Abbildung 47: Expansionsanlage Heizung und Kälte.	127
Abbildung 48: Lüftungsmonobloc.	128
Abbildung 49: Luftabgabe: Quellluftauslass und Abluftgitter.	129
Abbildung 50: Brauchwarmwasserspeicher.	130
Abbildung 51: Sanitärverteiler mit Armaturen.	131
Abbildung 52: Sanitärapparate.	132
Abbildung 53: Heizungsanlagen. Graue Energie in Prozent der Belastung der gesamten Heizungsanlage des jeweiligen Bauobjekts.	134
Abbildung 54: Lüftungsanlagen. Graue Energie in Prozent der Belastung der gesamten Lüftungsanlage des jeweiligen Bauobjekts.	134
Abbildung 55: Sanitäranlagen. Graue Energie in Prozent der Belastung der gesamten Sanitäranlage des jeweiligen Bauobjekts.	135
Abbildung 56: Elektroanlagen. Graue Energie in Prozent der Belastung der gesamten Elektroanlage des jeweiligen Bauobjekts.	135
Abbildung 57: Energieeffizienzpyramide © Partner Ingenieure AG.	139
Abbildung 58: Vorgehen bei der Auslegung, Figur 7 der Norm SIA 382/1:2025.	161



Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Übersicht der Gebäude mit wiederverwendeten oder erhaltenen Bauteilen, einschliesslich der Art der Intervention, der angewandten Re-Use-Strategie, der wiederverwendeten Bauteilen sowie die Emissionen und der durch Re-Use verursachten Einsparungen. Zusammengefasst aus (Lasvaux et al., 2025).....	25
Tabelle 2: Übersicht der Gebäude mit wiederverwendeten gebäudetechnischen Komponenten, einschliesslich der Emissionen und der durch Re-Use erzielten Einsparungen.	29
Tabelle 3: Übersicht der relevanten Schadstoffe, typische Vorkommen in der Gebäudetechnik und Zeitbezug.	32
Tabelle 4: Übersicht relevanter zerstörungsfreier Prüfungen, zugehöriger Normen, Einsatzbereiche und Kurzbeschreibung.	38
Tabelle 5: Übersicht der Einflussfaktoren sowie der Nutzungsdauern mit Von-, Mittel- und Bis-Werten der Hauptgruppe (D) und Elementgruppen (D 1- D 9) der Gebäudetechnik nach (CRB, 2012).	41
Tabelle 6: Übersicht der bestehenden Datensätze für Gebäudetechnik in der KBOB-Liste.	45
Tabelle 7: Kriterien zur Bestimmung der Weiterverwendbarkeit.	48
Tabelle 8: Kriterien zur Bestimmung der Wiederverwendbarkeit.	48
Tabelle 9: Kriterien zur Bestimmung der Restlebensdauer.	49
Tabelle 10: Übersicht des baulichen Zustands der gebäudetechnischen Anlagen von Haus C und D des Verwaltungsgebäudes.	50
Tabelle 11: Übersicht des Weiterverwendungs- und Wiederverwendungspotenzials sowie der Restlebensdauer. Verwendete Abkürzungen: W= Weiterverwendung, R = Wiederverwendung, L = Restlebensdauer, k. A. = keine Angaben.	52
Tabelle 12: Übersicht des baulichen Zustands der gebäudetechnischen Anlagen des Schulhauses Bungertwies.	53
Tabelle 13: Übersicht des Weiterverwendungs- und Wiederverwendungspotenzials sowie der Restlebensdauer, Fallbeispiel 2. Verwendete Abkürzungen: W= Weiterverwendung, R = Wiederverwendung, L = Restlebensdauer, k. A. = keine Angaben.	55
Tabelle 14: Übersicht des Weiterverwendungs- und Wiederverwendungspotenzials sowie der Restlebensdauer, Fallbeispiel 3. Verwendete Abkürzungen: W= Weiterverwendung, R = Wiederverwendung, L = Restlebensdauer, k. A. = keine Angaben.	58
Tabelle 15: Übersicht der berücksichtigten Lebenszyklusphasen in der SIA MB 20232 (SIA, 2020) und in der vorliegenden Studie.	60
Tabelle 16: Voraussetzungen für eine Weiter-/Wiederverwendung von Gebäudetechnikkomponenten.	65
Tabelle 17: Potential zur Weiter- und Wiederverwendung von Komponenten aus dem Bereich Elektroanlagen, ergänzende Informationen zu Abbildung 7.	67
Tabelle 18: Potential zur Weiter- und Wiederverwendung von verschiedenen Komponenten von PV-Anlagen, ergänzende Informationen zu Abbildung 8.	69
Tabelle 19: Potential zur Weiter- und Wiederverwendung von Komponenten aus dem Bereich Gebäudeautomation, ergänzende Informationen zu Abbildung 9.	70
Tabelle 20: Potential zur Weiter- und Wiederverwendung von Komponenten wärmetechnischer Anlagen, ergänzende Informationen zu Abbildung 10.	72
Tabelle 21: Potential zur Weiter- und Wiederverwendung von Komponenten kältetechnischer Anlagen, ergänzende Informationen zu Abbildung 11.	74



Tabelle 22: Potential zur Weiter- und Wiederverwendung von Komponenten lufttechnischer Anlagen, ergänzende Informationen zu Abbildung 12.	76
Tabelle 23: Potential zur Weiter- und Wiederverwendung von Komponenten wasser-/abwassertechnischer Anlagen, ergänzende Informationen zu Abbildung 13.	78
Tabelle 24: Strategien für langlebige, effiziente und ressourcenschonende Installationen.	82
Tabelle 25: Übersicht der provisorischen zu untersuchenden Anlagen inkl. Referenzszenario für eine Weiter- bzw. Wiederverwendung der Gebäudetechnik.	84
Tabelle 26: Übersicht der Bewertung des Weiter- bzw. Wiederverwendungspotenzials von Gebäudetechnikkomponenten hinsichtlich ihrer Relevanz und Varianz in Bezug auf die grauen Treibhausgasemissionen sowie ihrer Eignung zur Weiter- bzw. Wiederverwendung, inklusive der in diesem Projekt angenommenen Lebensdauer, nach SIA MB 2032 (SIA, 2020) und CRB (CRB, 2012).	89
Tabelle 27: Bewertung der Elementgruppe D01 Elektroanlage hinsichtlich Weiterverwendung, Wiederverwendung und Restlebensdauer.	94
Tabelle 28: Bewertung des Elements D05.02 Wärmeerzeugung hinsichtlich Weiterverwendung, Wiederverwendung und Restlebensdauer.	95
Tabelle 29: Bewertung des Elements D05.02 Übergabestation hinsichtlich Weiterverwendung, Wiederverwendung und Restlebensdauer.	96
Tabelle 30: Bewertung des Elements D05.02 Wärmetauscher Brauchwarmwasser hinsichtlich Weiterverwendung, Wiederverwendung und Restlebensdauer.	97
Tabelle 31: Bewertung des Elements D05.04 Wärmeverteiler hinsichtlich Weiterverwendung, Wiederverwendung und Restlebensdauer.	98
Tabelle 32: Bewertung des Elements D05.04 Expansionsanlagen hinsichtlich Weiterverwendung, Wiederverwendung und Restlebensdauer.	100
Tabelle 33: Bewertung des Elements D05.05 Wärmeabgabe hinsichtlich Weiterverwendung, Wiederverwendung und Restlebensdauer.	101
Tabelle 34: Bewertung des Elements D06.02 Kälteerzeugung hinsichtlich Weiterverwendung, Wiederverwendung und Restlebensdauer.	102
Tabelle 35: Bewertung des Elements D06.04 Kälteverteilung hinsichtlich Weiterverwendung, Wiederverwendung und Restlebensdauer.	103
Tabelle 36: Bewertung des Elements D06.04 Kälteabgabe (Umluftkühlgerät) hinsichtlich Weiterverwendung, Wiederverwendung und Restlebensdauer.	104
Tabelle 37: Bewertung des Elements D07.02 Luftaufbereitung hinsichtlich Weiterverwendung, Wiederverwendung und Restlebensdauer.	106
Tabelle 38: Bewertung des Elements D08.03 Brauchwarmwasserspeicher hinsichtlich Weiterverwendung, Wiederverwendung und Restlebensdauer.	107
Tabelle 39: Bewertung des Elements D08.04 Wasserverteilung hinsichtlich Weiterverwendung, Wiederverwendung und Restlebensdauer.	108
Tabelle 40: Bewertung des Elements D08.05 Wasser: Armaturen und Apparaten hinsichtlich Weiterverwendung, Wiederverwendung und Restlebensdauer.	110
Tabelle 41: Bewertung der Elementgruppe D01 Elektroanlage hinsichtlich Weiterverwendung, Wiederverwendung und Restlebensdauer.	111
Tabelle 42: Bewertung der Elementgruppe D01 Elektroanlage hinsichtlich Weiterverwendung, Wiederverwendung und Restlebensdauer.	112



Tabelle 43: Bewertung des Elements D05.02 Wärmeerzeugung hinsichtlich Weiterverwendung, Wiederverwendung und Restlebensdauer.	113
Tabelle 44: Bewertung des Elements D05.02 Unterverteilung hinsichtlich Weiterverwendung, Wiederverwendung und Restlebensdauer.	114
Tabelle 45: Bewertung des Elements D05.05 Wärmeabgabe hinsichtlich Weiterverwendung, Wiederverwendung und Restlebensdauer.	115
Tabelle 46: Bewertung der natürlichen Lüftung hinsichtlich Weiterverwendung, Wiederverwendung und Restlebensdauer.	116
Tabelle 47: Bewertung der Elementgruppe D07 mechanische Lüftung Küche hinsichtlich Weiterverwendung, Wiederverwendung und Restlebensdauer.	117
Tabelle 48: Bewertung des Elements D08.03 Brauchwarmwassererwärmer hinsichtlich Weiterverwendung, Wiederverwendung und Restlebensdauer.	118
Tabelle 49: Bewertung des Elements D08.04 Kaltwasserverteilung hinsichtlich Weiterverwendung, Wiederverwendung und Restlebensdauer.	119
Tabelle 50: Bewertung des Elements D08.05 Wasser: Armatur, Apparat hinsichtlich Weiterverwendung, Wiederverwendung und Restlebensdauer.	120
Tabelle 51: Bewertung der Elementgruppe D01 Elektroanlage hinsichtlich Weiterverwendung, Wiederverwendung und Restlebensdauer.	121
Tabelle 52: Bewertung des Elements D05.02 Wärmeerzeugung hinsichtlich Weiterverwendung, Wiederverwendung und Restlebensdauer.	122
Tabelle 53: Bewertung des Elements D05.03 Wärmeverteiler hinsichtlich Weiterverwendung, Wiederverwendung und Restlebensdauer.	123
Tabelle 54: Bewertung des Elements D05.04 Wärmeabgabe (Heizkörper) hinsichtlich Weiterverwendung, Wiederverwendung und Restlebensdauer.	124
Tabelle 55: Bewertung des Elements D06.02 Kälteerzeugung hinsichtlich Weiterverwendung, Wiederverwendung und Restlebensdauer.	125
Tabelle 56: Bewertung des Elements D06.03 Kälteverteiler hinsichtlich Weiterverwendung, Wiederverwendung und Restlebensdauer.	126
Tabelle 57: Bewertung des Elements D06.03 Expansionsanlagen hinsichtlich Weiterverwendung, Wiederverwendung und Restlebensdauer.	127
Tabelle 58: Bewertung der Elementgruppe D07 Lufttechnische Anlagen hinsichtlich Weiterverwendung, Wiederverwendung und Restlebensdauer.	128
Tabelle 59: Bewertung des Elements D07.05 Luftabgabe hinsichtlich Weiterverwendung, Wiederverwendung und Restlebensdauer.	129
Tabelle 60: Bewertung des Elements D08.03 Brauchwarmwasserspeicher hinsichtlich Weiterverwendung, Wiederverwendung und Restlebensdauer.	130
Tabelle 61: Bewertung des Elements D08.04 Kaltwasserverteilung hinsichtlich Weiterverwendung, Wiederverwendung und Restlebensdauer.	131
Tabelle 62: Bewertung des Elements D08.05 Wasser: Armatur, Apparat hinsichtlich Weiterverwendung, Wiederverwendung und Restlebensdauer.	133
Tabelle 63: Übersicht der Nutzungsdauern (Von-, Mittel- und Bis-Werten) für die Hauptgruppe D 1 Elektroanlage nach (CRB, 2012).	136
Tabelle 64: Übersicht typischer Lebensdauern von PV-Komponenten inkl. Gründe für deren Ersatz.	141



Tabelle 65: Übersicht typischer Lebensdauern von PV-Module inkl. Aussagen zur Effizienz, Degradation etc.	142
Tabelle 66: Übersicht typischer Lebensdauern verschiedener Batterietypen inkl. Aussagen zur Effizienz, Degradation etc.	143
Tabelle 67: Mindest-, durchschnittliche und maximale Lebensdauer für den Bereich der Gebäudeautomation nach (CRB, 2012).	146
Tabelle 68: Übersicht rechnerische Nutzungsdauer, Aufwand für Instandsetzung, Wartung und Inspektion, Bedienen für den Bereich Gebäudetechnik gemäss VDI 2067	147
Tabelle 69: Mindest-, durchschnittliche und maximale Lebensdauer für den Bereich Wärmeanlagen nach (CRB, 2012).	151
Tabelle 70: Mindest-, durchschnittliche und maximale Lebensdauer für den Bereich Kälteanlagen nach (CRB, 2012).	155
Tabelle 71: Mindest-, durchschnittliche und maximale Lebensdauer für den Bereich Lüftungsanlagen nach (CRB, 2012).	158
Tabelle 72: Mindest-, durchschnittliche und maximale Lebensdauer für den Bereich Wasser-, Gas-, Druckluftanlagen nach (CRB, 2012).	163
Tabelle 73: Überblick der verwendeten Materialien für Leitungen und Dämmung nach Verwendungszweck. Die Priorität bezieht sich auf die ökologische Qualität des Materials der Leitung gemäss Echo-bau (Bionda et al., 2021).	165



Abkürzungsverzeichnis

BFE	Bundesamt für Energie
BWW	Brauchwarmwasser
CRB	Schweizerische Zentralstelle für Baurationalisierung
DPP	<i>Digital Product Passport</i> (digitale Produktpass)
DfD/A	<i>Design for Disassembly and Adaptability</i> (Design für Demontage und Anpassungsfähigkeit)
EBF	Energiebezugsfläche
eBKB-H	Elementbasierter Baukostenplan Hochbau
EG	Erdgeschoss
EHV	Elektro-Hauptverteilung
EnFK	Konferenz der kantonalen Energiefachstellen
EnG	Energiegesetz
ESL	<i>Estimated Service Life</i> (geschätzte Nutzungsdauer)
GLT	Gebäudeleittechnik
GT	Gebäudetechnik
HSLU	Hochschule Luzern
IGE	Institut für Gebäudetechnik und Energie
IPCC	<i>Intergovernmental Panel on Climate Change</i> (Zwischenstaatlicher Ausschuss für Klimaänderungen oder Weltklimarat)
KBOB	Koordinationskonferenz der Bau- und Liegenschaftsorgane der öffentlichen Bauherren
KBOB-Liste	Liste der Ökobilanzdaten im Baubereich
KVA-Anlage	Kehrichtverbrennungsanlage
KW	Kaltwasser
L/W WP	Luft-Wasser Wärmepumpe
NN	Netto-Null
OG	Obergeschoss
PCB	polychlorierte Biphenyle
PE	Primärenergie
PEe	Erneuerbare Primärenergie
PEne	Nicht erneuerbare Primärenergie (Graue Energie)
RSL	<i>Reference Service Life</i> (Referenznutzungsdauer)
SIA	Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein
SNK	Sommernachtskühlung
suissetec	Schweizerisch-Liechtensteinischer Gebäudetechnikverband



SWKI	Schweizerischer Verein von Gebäudetechnik-Ingenieuren
THGE	Treibhausgasemissionen
UBP	Umweltbelastungspunkte
UG	Untergeschoss
ULK	Umluftkühlgeräte
USG	Umweltschutzgesetz
USV	Unterbrechungsfreie Stromversorgung
UVEK	Eidgenössische Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation
uwe	Amt für Umwelt und Energie, Kanton Luzern
WRG	Wärmerückgewinnung
WT	Wärmetauscher
ZfP	zerstörungsfreie Prüfungen



1 Einleitung

1.1. Kontext und Motivation

Diverse Studien zeigen, dass die Graue Energie der gebäudetechnischen Anlagen ein Viertel bis ein Drittel der gesamten Grauen Energie eines Neubaus betragen kann (Bionda et al., 2021; Röck et al., 2022; Tschannen et al., 2024). Dabei können in der Gesamtsicht sowohl mehr Gebäudetechnik als auch eine stark reduzierte Technisierung zielführend für die Minimierung der gesamten Umweltauswirkungen sein (Tschümperlin et al., 2016).

Wesentlich bei allen Konzepten ist dabei die effektive Lebensdauer der technischen Einrichtungen. Wie (Jakob et al., 2014) zeigt, ist aufgrund der kürzeren Lebensdauer mit einer Zunahme des Einflusses der Gebäudetechnik im Vergleich zur Gebäudehülle zwischen 2035 und 2050 zu rechnen.

Aus diesem Grund ist die Lebensdauer der eingesetzten Anlagen, Anlagenteile und Komponenten von zunehmender Bedeutung und Massnahmen zur Verlängerung deren Lebensdauer insbesondere bei anstehenden Erneuerungen wichtig. Typischerweise werden für die Ökobilanzberechnungen heute standardisierte Werte (Amortisationszeiten) für die Lebensdauer verwendet. Dass die Lebensdauer jedoch stark variieren kann, zeigen u.a. auch (Agethen et al., 2020), (Balck, 2013) und (Frischknecht, 2019). Auch kann ein Re-Use von Komponenten zu einer (indirekten) Verlängerung der Lebensdauer beitragen. Methodische Ansätze dafür und mögliche Hemmnisse bzw. Einsparungen zeigen u.a. (Huber and Bienz, 2023) und (Pfäffli, 2020).

Die Entwicklung von Wiederverwendungspraktiken im Bereich der Gebäudetechniksysteme sowie die Verlängerung der Lebensdauer ihrer Komponenten können ein grosses Potenzial zur Verringerung der Umweltauswirkungen des Bausektors haben.

Das Wissen im Bereich des zirkulären Bauens hat in den letzten Jahren exponentiell zugenommen. Die Erfahrungen in der Praxis sind jedoch noch vereinzelt und konzentrieren sich vor allem auf die Umsetzung von Re-Use Bauteilen (z.B. Fenster, Türe, Lavabos, Bleche oder Leimbinder) und den Einsatz kreislauffähiger Rohstoffe und Bauteile beim Hochbau (z.B. beim Hortus-Projekt). Zurzeit gibt es kaum ein Re-Use von gebäudetechnischen Komponenten.

Dieses Projekt schliesst diese Wissenslücke. Eine Methodik für die Bewertung der Weiter-/ Wiederverwendung von Gebäudetechnikelementen wird festgelegt. Untersucht werden Strategien zur Verlängerung der Lebensdauer von Gebäudetechnik, d.h. Ansätze zur Weiterverwendung (Lebensdauerverlängerung) oder Re-Use (an anderem Ort im Gebäude oder in einem anderen Gebäude) von Bauteilen der Gebäudetechnik. Deren Umsetzungspotenzial wird anhand konkreter Nichtwohngebäude erforscht. Voraussetzungen für eine Weiter-/Wiederverwendung von Gebäudetechnikelementen sowie die Bewertung deren Relevanz, Varianz und Eignung für die Weiterverwendung / Re-Use werden eruiert.

Aus methodischer Sicht gibt es keinen Konsens darüber, wie Wiederverwendungsstrategien durch LCA-Methoden modelliert werden sollten. Diese Frage wirft immer noch viele Probleme auf (z.B. in Bezug auf die Zuweisung von Lasten und Gutschriften, die Modellierung vermiedener Auswirkungen, das Einbeziehen des Zeitaspekts und den Umgang mit Unsicherheiten), die derzeit diskutiert werden (Huber and Bienz, 2023; Joensuu et al., 2022; Pfäffli, 2020; Vandervaeren et al., 2019; De Wolf et al., 2020).

Die meisten aktuellen Tools für die Lebenszyklusanalyse (LCA) sind nicht geeignet, die Umweltauswirkungen eines Gebäudes zu bewerten, wenn dessen Komponenten aus früheren Gebäuden stammen und/oder in zukünftigen, noch unbekannten Gebäuden verwendet werden. Dennoch ist eine robuste Methodik erforderlich, um die Vorteile der Wiederverwendung als Beitrag zu den Netto-Null-Zielen aufzuzeigen.

Unterschiedliche Bewertungsansätze für die Ökobilanzierung von weiter-/wiederverwendenden Gebäudetechnikelementen werden umgesetzt. Diese Bewertungsansätze werden bei der Bewertung der



Fallbeispiele eingesetzt und verglichen. Diese Ergebnisse werden als Grundlage für die Abschätzung des Potentials zirkulärer Gebäudetechnik bei breiter Anwendung mit Blick auf die Netto-Null-Ziele dienen.

1.2. Projektziele

Mit dem Projekt soll untersucht werden, welche Strategien und Massnahmen zu einer Verlängerung der Lebensdauer bestehender Gebäudetechnik führen bzw. einen Re-Use der dafür geeigneten Elemente im Erneuerungsfall unterstützen. Fokus der Untersuchung sind bestehende Nichtwohngebäude, bei denen in den nächsten 10 Jahren eine Erneuerung der Gebäudetechnik voraussichtlich ansteht. Anhand von konkreten Beispielen sollen das Potential sowie notwendige Massnahmen aufgezeigt werden, damit dieses auch realisiert werden kann. Basierend auf den bereits verfügbaren Studien soll eruiert werden, bei welchen Bauteilen/Gewerken, welche (realistischen) Optionen für eine Weiterverwendung (Lebensdauerverlängerung) oder ein Re-Use (an anderem Ort im Gebäude oder in einem anderen Gebäude) bestehen und welche Voraussetzungen dafür vorhanden sein müssen. Diese Resultate sollen an den konkreten Untersuchungsobjekten angewendet werden, um zu quantifizieren, welche Einsparungen an grauer Energie bzw. grauen Treibhausgasemissionen damit realisierbar sind.

Folgende Ziele werden im Projekt verfolgt:

- Aufzeigen der Gebäudetechnikelemente (eBKB-H: D1...D9), bei denen aus einer technischen Sicht ein hohes Potential für eine Weiterverwendung (Lebensdauerverlängerung) oder ein Re-Use (an anderem Ort im Gebäude oder in einem anderen Gebäude) bestehen.
- Anwendung der Methodik für die Bewertung der Weiter-/Wiederverwendung von Gebäudetechnikelementen an geeigneten Nichtwohngebäuden, bei denen in den nächsten 10 Jahren eine Erneuerung der Gebäudetechnik anstehen wird.
- Aufzeigen des methodischen Ansatzes, welcher sich am besten für die Ökobilanzierung von Gebäuden mit weiter-/wiederverwendeten Gebäudetechnikbauteilen eignet.
- Aufzeigen in welchem Umfang Treibhausgasemissionen durch die Weiterverwendung oder das Re-Use von Bauteilen der Gebäudetechnik in realen Gebäuden eingespart werden können.
- Abklären, inwieweit neue Datensätze zur Wiederverwendung von Gebäudetechnikelementen auf die Liste der KBOB-Ökobilanzdaten im Baubereich aufgenommen werden können.
- Bewertung der Anwendbarkeit der vorgeschlagenen Massnahmen bezüglich der Gebäudesituation (Eignung/Hindernisse).
- Auswertung und Zusammenfassung der Ergebnisse (Lessons Learned, notwendige Voraussetzungen).
- Abschätzung des Potentials zirkulärer Gebäudetechnik bei breiter Anwendung mit Blick auf die Netto-Null-Ziele.

Mit dem Projekt sollen folgende Forschungsfragen beantwortet werden:

1. Für welche Bauteile der Gebäudetechnik lohnt sich aus einer technischen Sicht eine Weiterverwendung (Lebensdauerverlängerung) oder ein Re-Use (an anderem Ort im Gebäude oder in einem anderen Gebäude)? Wann lohnt sich eine Weiter-/Wiederverwendung in Abwägung mit evtl. geringeren Effizienzen über den Lebenszyklus? Welcher Nutzen in der Ökobilanz bzw. welche Hemmnisse sind zu erwarten?
2. Wie kann die Umsetzung der Lebensdauerverlängerung sowie die Wiederverwendung von Bauteilen der Gebäudetechnik an konkreten Objekten aussehen? Welche Wirkung kann damit erreicht werden? Was ist das Potenzial einer zirkulären Gebäudetechnik bei breiter Anwendung mit Blick auf die Netto-Null-Ziele?



3. Welcher methodische Ansatz eignet sich für die Berechnung der Emissionen von Gebäudetechniksystemen unter Berücksichtigung der Weiterverwendung (Lebensdauerverlängerung) oder dem Re-Use von Gebäudetechnik?

2 Vorgehensweise

Das Projekt teilt sich in folgende Arbeitspakete (AP) auf:

AP 1: State of the Art

Basierend auf bereits verfügbaren Untersuchungen (Literaturrecherche) sowie laufenden Projekten des Forschungsteams («Leitfaden Kreislaufwirtschaft in der Gebäudetechnik» (Büttner, 2025); «Ergänzung der Ökobilanzdaten für Gebäudetechnik» (Domingo Irigoyen et al., n.d.)) erfolgt eine erste Analyse der Gebäudetechnikelemente (eBKB-H: D01...D12), bei denen realistische Optionen für eine Weiterverwendung (Lebensdauerverlängerung durch Instandhaltungs- und Instandsetzungsmassnahmen) oder ein Re-Use (an anderem Ort im Gebäude oder in einem anderen Gebäude) bestehen.

Ebenso werden die in bisherigen Studien angewendeten Bewertungsansätze für die Ökobilanzierung von weiter-/wiederverwendenden Gebäudetechnikelementen zusammengestellt, wie z.B. die angewendete Methodik in (Huber and Bienz, 2023; Joensuu et al., 2022; Pfäffli, 2020; Vandervaeren et al., 2019; De Wolf et al., 2020). Auch werden in der Methodik zu unterscheidende Begrifflichkeiten, wie z.B. zwischen Lebensdauer und Nutzungsdauer (im Sinne von Jahren), geklärt.

AP 2a: Ermittlung von Ansätzen zur Optimierung der Lebensdauer von Gebäudetechnikkomponenten

Basierend auf AP 1 werden in einem nächsten Schritt die geeigneten Gebäudetechnikelemente nach Relevanz, Varianz und Eignung für eine Weiterverwendung bzw. einen Re-Use bewertet. Ebenso werden die relevanten Instandhaltungs- und Instandsetzungs- bzw. Rückbaumassnahmen sowie die notwendigen Voraussetzungen für eine Weiter-/Wiederverwendung eruiert. Diese bilden die Grundlage für die Optimierung der Lebensdauer von Bauteilen der Gebäudetechnik, welche bereits in der Planungsphase stattfindet. Für die Erarbeitung ist der Austausch mit Fachpersonen aus verschiedenen Gewerken der Gebäudetechnik (HLKSE) im Rahmen eines Workshops und mittels Interviews geplant.

AP 2b: Methodik für die Bewertung der Weiter-/Wiederverwendung von Gebäudetechnikkomponenten

Für die Bewertung des Einsparpotentials werden die in AP 1 identifizierten Bewertungsansätze auf ihre Eignung und Anwendbarkeit geprüft und die für die Bewertung der Fallbeispiele verwendete Methodik wird festgelegt.

Entscheidend für die Bewertung wird die Abschätzung der Restlebensdauer (Funktionsfähigkeit) oder der Anlagennutzungszeit (z.B. voraussichtlicher Zeitpunkt einer Gebäudesanierung) sein. Andere Aspekte, wie die Vernachlässigung oder sogar das Nicht-berücksichtigen von Elementgruppen, spielen in der Bilanzierung ebenso eine Rolle.

Ebenfalls in die Bewertung einzubeziehen ist die Entscheidung, ab wann nicht energieeffiziente Anlagen und Komponenten durch neue, wesentlich effizientere ersetzt werden sollten. Dies kann als ökologisch optimaler Ersatzzeitpunkt bezeichnet werden. Auf Basis solcher Rückwärtsbetrachtungen können Ersatzstrategien abgeleitet werden.

Beispielsweise kann bei einem Lüftungsgerät mit einer schlechten WRG (z.B. 50 %) die Frage gestellt werden, ob und wann sich der Austausch des gesamten Geräts lohnt, wenn dabei eine effizientere WRG (z.B. 75 %) installiert werden kann.



Der Fokus der Bewertung der Lebensdauerverlängerung und vom Re-Use erfolgt aus einer technischen Sicht. Aspekte wie Gewährleistung, Kompatibilität mit Normen bzw. Vorschriften werden dabei in den Fallbeispielen nur exemplarisch an ausgewählten (kritischen) Anlagenteilen erörtert.

Zum Abschluss dieses Arbeitspakets wird eine Begleitgruppensitzung stattfinden, an der die bisher erzielten Ergebnisse vorgestellt werden. Von besonderem Interesse ist dabei die Diskussion des methodischen Ansatzes der Ökobilanzierung (Eignung und Anwendbarkeit der Bewertungsansätze) einschliesslich der Bewertung der Gebäudetechnikkomponenten hinsichtlich ihrer Relevanz, Varianz und Eignung für eine Weiterverwendung / Re-Use. Die zu untersuchenden Gebäude (drei repräsentative Fallbeispiele) werden ebenfalls definiert.

AP 3: Analyse anhand von Fallbeispielen

Die Ergebnisse der Analyse aus AP 1 und AP 2 werden anschliessend an geeigneten Fallbeispielen angewendet, um konkrete und quantifizierbare Ergebnisse zu erhalten. Dazu werden zusammen mit den Projektpartnern drei repräsentative Fallbeispiele zur Anwendung der erarbeiteten Ansätze im AP 2 ausgewählt. Bei der Analyse der Fallbeispiele wird dabei wie folgt vorgegangen:

- Analyse und Dokumentation der vorhandenen Gebäudetechniksysteme.
- Analyse der Voraussetzungen für die Weiter-/Wiederverwendung der vorhandenen Gebäudetechniksysteme.
- Festlegen, ob es Anlagen, Anlagenteile und Komponenten gibt, die ihre Standardlebensdauer (z.B. nach SIA) überschritten haben (Rohrleitungen, Luftkanäle, aber auch Lüftungsgeräte und Kältemaschinen). Benennung der Merkmale von überdurchschnittlich alten Anlagen(-teilen) und Komponenten und Beurteilung derer Energieeffizienz.
- Analyse der anstehenden Erneuerungen des Gebäudes sowie der Gebäudetechnik inkl. Definition der Rahmenbedingungen.
- Festlegen der Referzerneuerung (Basis / Stand der Technik ohne Re-Use, Business as usual).
- Festlegen der Anlagen, Anlagenteile und Komponenten mit grossen Wiederverwendungspotenzial und Klärung der möglichen Aufnahme auf die Liste der KBOB-Ökobilanzdaten im Baubereich (inkl. Austausch mit den relevanten Akteuren und Experten).
- Zusammenstellung und Auswertung der Datensätze (Ökobilanz) für die in der KBOB-Liste aufgeführten Wirkungskategorien (Primärenergie total, erneuerbar, nicht erneuerbar; UBP; Treibhausgas-Emissionen), mindestens 5 (maximal 10) Datensätze.
- Analyse der am Gebäude möglichen Optionen bei der Erneuerung (inkl. Definition der zu berücksichtigenden Massnahmen: Instandhaltung- und Instandsetzungsmassnahmen sowie Demontage, Transporte, Aufbereitung und Montage der wiederverwendbaren Elemente).
- Bilanzierung der Referzerneuerung sowie die vorgeschlagene(-n) Erneuerung(-en): Quantifizierung in Bezug auf graue Energie bzw. graue Treibhausgasemissionen und Betriebsenergie.
- Klärung der Realisierbarkeit sowie Aufzeigen von Hemmnissen (wie bspw. Kosten, Vorschriften etc.) in Zusammenarbeit mit dem Gebäudebesitzer.

Die Analyse der Fallbeispiele und ihre Ergebnisse werden gemeinsam mit der Begleitgruppe diskutiert. Die Erkenntnisse dienen als Feedback für die Dokumentation der Fallbeispiele sowie der Bewertungsmethodik.

AP 4: Auswertung und Interpretation der Ergebnisse

Anhand der untersuchten Fallbeispiele werden die Erfolgs- und Misserfolgsfaktoren (Lessons Learned) betrachtet, sowie die notwendigen Voraussetzungen für die Weiter-/Wiederverwendung zusammengefasst und diese basierend auf der Gebäudesituation (Eignung/Hindernisse) bewertet. Die Einsatzbarkeit



der vorgeschlagenen Ansätze zur Optimierung der Lebensdauer von Gebäudetechnikkomponenten für die Anwendung in der Planungsphase werden beurteilt.

Mit Hilfe der gesammelten Erkenntnisse erfolgt abschliessend eine Abschätzung des Potentials bei breiter Anwendung. Erkenntnisse aus der Anwendung der verwendeten Bewertungsmethodik (z.B. Unsicherheiten oder fehlende Daten in der Bewertung u.a.) werden ebenfalls zusammengetragen, welche als Empfehlungen für die Berechnung der grauen Energie und Treibhausgasemissionen von Gebäudesystemen unter Berücksichtigung ihrer effektiven bzw. verlängerten Lebensdauer sowie ihrem Re-Use dienen können.

Diese Ergebnisse werden an der letzten Begleitgruppensitzung vorgestellt und diskutiert.

AP 5: Projektabschluss und Dissemination

Die Ergebnisse der Studie werden abschliessend im Schlussbericht, in Fachartikeln und in praxistauglicher Form (bspw. Merkblatt, Leitfaden, Flyer etc.) dokumentiert. Die generierten Datensätze werden als Excel-Liste mit identischer Struktur zur KBOB-Liste publiziert. Damit sie bei einer späteren Aktualisierung der KBOB-Liste übernommen werden können.

Visualisierungen wie Diagramme und Infografiken werden bearbeitet, um die komplexen Ergebnisse zu veranschaulichen und die Schlüsselbefunde effektiv zu kommunizieren. Ebenso werden die wichtigsten Erkenntnisse zusammengefasst und für Planende (Architektur, Gebäudetechnik u.a.) in praxistauglicher Form aufbereitet.

Der Entwurf des Schlussberichts wird als Zwischenbericht 2026 vorgelegt. Das Feedback der Mitglieder der Begleitgruppe und der Projektpartner werden im Schlussbericht aufgenommen.

Die wichtigsten Erkenntnisse werden in praxistauglicher Form aufbereitet. Ebenso ist die Verbreitung der Erkenntnisse geplant, bspw. durch Publikationen in Fachzeitschriften (Phase 5, Faktor, Tec21, Hochparterre u.a.) und Präsentationen an mindestens zwei Fachveranstaltungen (Status-Seminar, Energie-Apéro, IGE-Seminar u.a.).

3 Grundlagen

3.1. State of the Art

Im Bausektor hat sich der Schwerpunkt in den letzten Jahren deutlich von der ausschliesslichen Reduktion der Betriebsenergie hin zu den grauen Treibhausgasemissionen und der Ressourcenschonung verschoben. Damit rücken Strategien der Kreislaufwirtschaft wie die Erhaltung und Weiterentwicklung des Gebäudebestands, die Verlängerung der Nutzungsdauer, eine effiziente Flächennutzung sowie die Wiederverwendung von Bauteilen (Re-Use) verstärkt in den Fokus. Für Neubauten gewinnt zudem das Design für Demontage und Anpassungsfähigkeit (DfD/A) an Bedeutung, um zukünftige Umbauten oder Rückbauprozesse materialeffizient realisieren zu können.

Das Erreichen von Netto-Null-Treibhausgasemissionen im Gebäudebereich stellt eine äusserst anspruchsvolle Herausforderung dar, da sowohl betriebliche als auch Graue Emissionen über den gesamten Lebenszyklus von Gebäuden hinweg extrem reduziert werden müssen. Wie im Projekt **«Netto-Null Treibhausgasemissionen im Gebäudebereich (NN-THGG)»** (Priore et al., 2024) hervorgehoben wird: «Während betriebliche Emissionen durch Energieeffizienz, erneuerbare Energie und Elektrifizierung erheblich reduziert werden können, stellen Graue Emissionen aus Materialien, Bau und Entsorgung eine grössere Herausforderung dar». Graue Emissionen lassen sich insbesondere durch innovative Bauweisen, eine höhere Materialeffizienz und den Einsatz emissionsarm hergestellter Baustoffe senken. Für den Gebäudebestand wird zudem explizit festgehalten, dass die Emissionen der Erneuerung, einschliesslich der Gebäudetechnik, im Jahr 2050 den überwiegenden Anteil der Erstellungsemissionen



ausmachen werden. Entsprechend sind Massnahmen zur Verlängerung der Lebensdauer, zur Reparierbarkeit und zur Wiederverwendung von Bauelementen von zentraler Bedeutung.

Besonders relevant ist dies für die Gebäudetechnik. Aufgrund ihrer kürzeren Lebensdauern, regelmässigen Erneuerungszyklen und hohen Materialanteile wird sie zunehmend zu einem entscheidenden Hebel der Reduktion der grauen Treibhausgasemissionen. Damit wird die Gebäudetechnik zu einem zentralen Planungsparameter für zukünftige Sanierungen und Neubauten.

Am Institut für Gebäudetechnik und Energie (IGE) der Hochschule Luzern wurden in den vergangenen Jahren zahlreiche Forschungsprojekte zu Kreislaufwirtschaft, Graue Energie sowie ressourceneffizienter Gebäudetechnik durchgeführt. Die vorliegende Studie baut auf diesen Erkenntnissen auf, führt das bestehende Wissen systematisch zusammen und vertieft es mit Blick auf die Anforderungen an langlebige und ressourceneffiziente Gebäudetechniksysteme. Im Folgenden werden relevante Vorarbeiten und parallellaufende Studien dargestellt, die wesentliche Grundlagen für dieses Projekt bilden. Zudem werden zentrale Erkenntnisse aktueller Forschungsergebnisse zusammengefasst, welche die Ausgangslage für die vorliegende Untersuchung bildet.

3.1.1. Kreislaufwirtschaft im Bausektor

Die Kreislaufwirtschaft gewinnt im schweizerischen Bausektor zunehmend an Bedeutung. Es wird angestrebt, die Umweltbelastungen im In- und Ausland entlang des gesamten Lebenszyklus von Produkten und Bauwerken zu reduzieren, Materialkreisläufe zu schliessen und die Ressourceneffizienz zu erhöhen.

In der Schweiz fallen jährlich rund 80 bis 90 Millionen Tonnen Abfall an, und es ist davon auszugehen, dass dieses Gesamtvolumen in Zukunft weiter steigt. Der grösste Anteil des schweizweiten Abfallaufkommens entsteht im Bausektor: Etwa zwei Drittel entfallen auf Aushub- und Ausbruchmaterial (57 Mio. t), während rund ein Fünftel durch den Rückbau von Gebäuden, Strassen und Bahntrassen verursacht wird (17 Mio. t) (Bundesamt für Umwelt BAFU, 2025).

Rund 70 % der Rückbaumaterialien werden heute verwertet, da es sich dabei um hochwertige Sekundärrohstoffe handelt. Beim Aushub- und Ausbruchmaterial liegt die Verwertungsquote sogar bei rund 75 %. Dennoch gelangen nach wie vor über 5 Millionen Tonnen Rückbaumaterialien auf Deponien oder werden in Kehrichtverbrennungsanlagen (KVA-Anlagen) verbrannt. Auch qualitativ besteht beim Baustoffrecycling Optimierungspotenzial. Eine zentrale Herausforderung stellt dabei die Entfernung von Schadstoffen aus dem Rückbaumaterial dar, beispielsweise Asbest oder polychlorierte Biphenyle (PCB), welche unter anderem in Fugendichtmassen, Beschichtungen, Belagskleber oder elektronischen Komponenten wie Kondensatoren (v. a. in Leuchtstofflampen, Leuchten, alten Elektroanlagen) sowie in Kabelummantelungen vorkommen können.

Obwohl der Anteil an Sekundärrohstoffen in den vergangenen zwei Jahrzehnten kontinuierlich zugenommen hat, bleibt ihr Beitrag zum gesamten Materialverbrauch vergleichsweise gering. Im Jahr 2019 machten die aus Abfällen rückgewonnenen Materialien, den sogenannten Sekundärrohstoffen, lediglich 14 % des Gesamtverbrauchs aus. Die übrigen eingesetzten Materialien stammten aus der inländischen Primärgewinnung oder aus Importen.

Am 1. Januar 2025 trat der neue Art. 35j des Umweltschutzgesetzes (USG) (USG, 2025) in Kraft, der verbindliche Vorgaben für ein ressourcenschonendes Bauen definiert. Die Bestimmung umfasst Anforderungen hinsichtlich:

- a. die Verwendung umweltschonender Baustoffe und Bauteile;
- b. die Verwendung von Baustoffen, die aus der stofflichen Verwertung von Bauabfällen stammen;
- c. die Rückbaubarkeit von Bauwerken; und
- d. die Wiederverwendung von Bauteilen in Bauwerken.



Ziel dieser Vorgaben ist es, Massnahmen zu fördern, die ohne erheblichen Mehraufwand umsetzbar sind und dadurch die Kreislaufwirtschaft im Bauwesen kosteneffizient stärken sowie den knappen Deponieraum entlasten.

Der unter lit. b angesprochene Aspekt wird zusätzlich durch Art. 30d USG zur Verwertung im Rahmen der Vermeidung und Entsorgung von Abfällen gestützt. Dieser verlangt, dass Abfälle der Wiederverwendung oder einer stofflichen Verwertung zugeführt werden, sofern dies technisch machbar, wirtschaftlich vertretbar ist und gegenüber anderen Entsorgungswegen oder der Herstellung neuer Produkte eine geringere Umweltbelastung verursacht.

Im Zuge dieser neuen Anforderungen an ein ressourcenschonendes Bauen wurde auch das Energiegesetz (EnG, 2025) angepasst. Gemäss Art. 45 lit. e EnG sind die Kantone verpflichtet, Grenzwerte für die graue Energie bei Neubauten sowie bei wesentlichen Erneuerungen bestehender Gebäude festzulegen. Damit soll die Nachfrage nach Baumaterialien mit niedriger grauer Energie, sei es durch umweltschonende Baustoffe oder durch Produkte mit höherem Anteil an Sekundärrohstoffen, gesteigert und die Wiederverwendung von Bauteilen gefördert werden. Ziel ist es, eine ökologisch verträgliche Bauweise systematisch voranzubringen.

In den letzten Jahren hat das Interesse an der Wiederverwendung von Bauteilen deutlich zugenommen, und die Zahl von Projekten, in denen Komponenten aus bestehenden Gebäuden erneut eingesetzt werden, wächst. Anstatt Bauteile nach dem Rückbau zu entsorgen, werden sie demontiert, gegebenenfalls aufbereitet und mit möglichst geringem Aufwand in ein neues Gebäude eingebaut. Da die Herstellungsphase vollständig entfällt, führt die Wiederverwendung zu einer erheblichen Reduktion der Treibhausgasemissionen im Vergleich zur Verwendung neuer Bauteile.

Gemäss der Studie **«Re-Use auf dem Weg zum Netto-Null Ziel bei Gebäuden. Potenzial und Ansätze für die Umsetzung»** (Karlen et al., 2024) können jedoch lediglich rund ein Viertel der im Bestand vorhandenen Bauteile nach dem Rückbau tatsächlich wiederverwendet werden. In bestehenden Gebäuden entfallen durchschnittlich 19 % der verbauten grauen Treibhausgasemissionen bei Wohnbauten und bis zu 25 % bei Bürogebäuden auf Bauteile, die grundsätzlich wiederverwendbar wären. Gebäudetechnische Installationen (inklusive Leuchtmittel) wurden vollständig aus dieser Betrachtung ausgeschlossen.

Im Auftrag des Amtes für Umwelt und Energie (uwe) des Kantons Luzern führte die HSLU das Projekt **«Eco-Design im Bau für Rückbaubarkeit und flexible Bauweise»** (Büttner et al., 2024) durch. Ziel der Studie ist es, die wichtigsten Grundlagen und Aspekte zum Thema «Eco-Design» für Hochbauten zusammenzutragen. Diese bilden die Grundlage für die Ausschreibung eines durchgeführten Wettbewerbs zu diesem Thema.

Im Projekt **«Massnahmen zur Erhöhung der Nutzungsflexibilität und Rückbaubarkeit von Gebäuden»** (King et al., n.d.) im Auftrag des Bundeamtes für Umwelt (BAFU) werden konstruktive Massnahmen zur Erhöhung der Rückbaubarkeit und Nutzungsflexibilität von Gebäuden untersucht und bewertet. Berücksichtigt werden dabei technische, ökologische und wirtschaftliche Aspekte sowie ihre Praxisausganglichkeit. Ziel ist es, umsetzbare Lösungen zu identifizieren, die sich in zukünftige Vorgaben integrieren lassen und einen Beitrag zu ressourcenschonendem und kreislaforientiertem Bauen leisten.

In der Studie **«Sind 16 cm Betondecke genug»** (Kretschmer et al., 2025) wurde untersucht, ob dünnere Betondecken in Kombination mit sichtbar an der Decke geführten Verteilleitungen zu geringeren Erstellungsemissionen im Wohnungsbau führen können. Dabei werden die statischen, bauphysikalischen und ökologischen Auswirkungen des Verzichts auf eingelegte Leitungen bewertet und anhand eines Wohngebäudes quantitativ überprüft, welche Kriterien den Systemscheid massgeblich beeinflussen.

In Tabelle 1 sind Beispiele von Gebäuden mit Bauteilwiederverwendung aufgeführt. Dabei werden die wiederverwendeten Bauteile sowie die damit eingesparte Emissionen dargestellt. Die analysierten Projekte weisen THG-Reduktionen zwischen 5 % und 40 % auf. Bei den Umbauten (K118, PPN Tower 107 und Chauchy) liegen die jährlichen Treibhausgasemissionen mit Re-Use zwischen 5.5 und 5.7 kg CO₂



$\text{eq}/(\text{m}^2_{\text{EBF}} \cdot \text{a})$ und damit oberhalb der für Umbauten definierten Basis- und Zielrichtwerte (5 bzw. 4 CO_2 $\text{eq}/(\text{m}^2_{\text{EBF}} \cdot \text{a})$) der SIA 390/1 (SIA, 2025). Die Neubauten (Hobelwerk – Haus D und Kosmos) erreichen mit 7.3 bis 8.8 CO_2 $\text{eq}/(\text{m}^2_{\text{EBF}} \cdot \text{a})$ Werte, die unter dem Basisrichtwert für Neubauten (9 kg CO_2 $\text{eq}/(\text{m}^2_{\text{EBF}} \cdot \text{a})$), jedoch über dem Zielrichtwert (5 kg CO_2 $\text{eq}/(\text{m}^2_{\text{EBF}} \cdot \text{a})$) liegen. Damit zeigt sich, dass Re-Use zwar substanzielle Emissionsminderungen ermöglicht, die Zielwerte jedoch sowohl bei Umbauten als auch Neubauten weiterhin eine erhebliche planerische Herausforderung darstellen.



Tabelle 1: Übersicht der Gebäude mit wiederverwendeten oder erhaltenen Bauteilen, einschliesslich der Art der Intervention, der angewandten Re-Use-Strategie, der wiederverwendeten Bauteilen sowie die Emissionen und der durch Re-Use verursachten Einsparungen. Zusammengefasst aus (Lasvaux et al., 2025).

Gebäude	Art der Intervention, Re-Use-Strategie und relevante Bauteile	Emissionen ohne Re-Use (kg CO ₂ -eq/m ² _{EBF})	Einsparung und THGE mit Re-Use (kg CO ₂ -eq/m ²)
K118, Winterthur (ZH)	Umbau (Adaptive Re-Use) & Aufstockung In-situ & Ex-situ Re-Use 62 % neue Materialien, 25 % Adaptive Re-Use und 13 % Re-Use (0.5 % In-situ Re-Use) Stahlträger (63 t, Aufstockung), 17 Jahre alt Granit Natursteinplatte (15.3 t, Balkon und Innenwandverkleidungen), 31 Jahre alt Sperrholzplatten (9.6 t, Innenwandverkleidung) Fichtenbodenbretter (7.8 t, Innenboden) Steinwolle (6 t, Flachdach)	Umbau: 530 kg CO ₂ eq/m ² _{EBF} Aufstockung: 592 kg CO ₂ eq/m ² _{EBF}	Umbau: ca. 38%, 330 kg CO ₂ eq/m ² _{EBF} (Re-Use: -65 kg CO ₂ eq/m ² _{EBF}) Aufstockung: ca. 40%, 345 kg CO ₂ eq/m ² _{EBF}
Hobelwerk – Haus D, Winterthur (ZH)	Neubau Ex-situ Re-Use (gering) 98 % neue Materialien und 2 % Re-Use Steinplatten (7.7 t, Innenverkleidung und Bodenbelag) Ipé-Holzplatten für Aussenverkleidung (7.3 t, Balkonboden), 14 Jahre alt Doppelverglasungsfenster (62 Stück) und Fensterläden (96 Stück) (4.5 t), 4–12 Jahre alt Granit Aussenbodenbelag (4.1 t, Aussenraumbelag), 30 Jahre alt Innentüren aus Holz (64 Stück) (3 t), 30 Jahre alt	422 kg CO ₂ -eq/m ² _{EBF}	ca. 5 %, 402 kg CO ₂ eq/m ² _{EBF}



Gebäude	Art der Intervention, Re-Use-Strategie und relevante Bauteile	Emissionen ohne Re-Use (kg CO ₂ -eq/m ²)	Einsparung und THGE mit Re-Use (kg CO ₂ -eq/m ²)
Kosmos, Münchenstein (BL)	Neubau Ex-situ Re-Use 88 % neue Materialien und 12 % Re-Use Elektrizitätsmasten aus Stahl (20.8 t, ästhetische Struktur rund um das Gebäude), 60 Jahre alt Steinplatten (13.5 t, Bodenbelag Flachdach) HPL-Paneele (7.9 t, Fassadenbekleidung) MDF-Paneele (2.4 t, Innenwandverkleidung) Keramikplatten (1.8 t, Innenwände Badezimmer) OSB-Paneele (1.7 t, Innenwandverkleidung)	580 kg CO ₂ eq/m ² _{EBF}	ca. 9 %, 529 kg CO ₂ eq/m ² _{EBF}
PPN Tower 107, Genf (GE)	Umbau (Adaptive Re-Use) In-situ Re-Use 91 % Adaptive Re-Use, 8.9 % neue Materialien und 0.1 % Re-Use Erhalt Tragstruktur (Beton), teilweise Fassade und Innenausbau Abgehängte mikroperforierte Metalldecke (4 t), 20 Jahre alt Innentüren (3 t), 20 Jahre alt	534 kg CO ₂ eq/m ² _{EBF}	ca. 32 %, 347 kg CO ₂ eq/m ² _{EBF}
Chauchy in Denens, (VD)	Umbau (Adaptive Re-Use) In-situ & Ex-situ Re-Use 74 % neue Materialien, 16 % Adaptive Re-Use und 10 % Re-Use (7 % In-situ Re-Use) Erhalt Tragstruktur (Beton), Innenwände und Geschossdecken, neue Tragstruktur für die Obergeschosse und neues Dach Bruchsteine (87 t, Gabionenwand im Aussenbereich), 170 Jahre alt Holzbalken (10.3 t, Zwischendecken), 120 Jahre alt Backsteine (1.4 t, Innentrennwände), 170 Jahre alt Fensterrahmen (1.2 t) und Fensterläden (0.2 t), 40 Jahre alt	370 kg CO ₂ eq/m ² _{EBF}	ca. 7 %, 343 kg CO ₂ eq/m ² _{EBF}



Die Wiederverwendung von Bauteilen ist mit einer Reihe von Herausforderungen verbunden, die ihre breite Umsetzung bislang deutlich erschweren. Ein zentrales Problem besteht darin, dass neue Produkte meist günstiger, einfacher verfügbar und normativ besser abgesichert sind. Dadurch fehlen wirtschaftliche Anreize, die graue Energie und die Umweltwirkungen von Bauteilen angemessen zu berücksichtigen. Zudem mangelt es an verlässlichen Informationen darüber, welche Komponenten in welchem Zustand, zu welchem Zeitpunkt und an welchem Ort verfügbar sind. Die unzureichende digitale Erfassung des bestehenden Gebäudeparks führt zu zusätzlichen Unsicherheiten hinsichtlich Alter, Qualität oder Schadstoffbelastung der Bauteile.

Auch in der Planung ergeben sich erhebliche Schwierigkeiten, da Re-Use-Komponenten oft frühzeitig berücksichtigt werden müssten, obwohl ihre Verfügbarkeit zu diesem Zeitpunkt noch unklar ist. Dies steht in Konflikt mit Planungsabläufen und behördlichen Anforderungen, die meist eine früh festgelegte Materialwahl voraussetzen. In der praktischen Umsetzung treten weitere Hindernisse auf: Der Rückbau ist aufwendiger als der konventionelle Abbruch, und es fehlt häufig an geeigneten Logistikstrukturen wie Lagerflächen oder Transportketten. Hinzu kommen rechtliche Unsicherheiten, etwa bezüglich Haftung, Gewährleistung oder Zulassung wiederverwendeter Komponenten, da viele Normen und Vorschriften auf neue Produkte ausgerichtet sind.

Schliesslich kann es zu Zielkonflikten kommen, wenn wiederverwendete Bauteile heutigen Anforderungen, etwa ab Energieeffizienz, Schallschutz oder Brandschutz, nicht vollständig entsprechen. Die erforderlichen Anpassungen können zusätzliche Ressourcen beanspruchen und damit die Vorteile der Wiederverwendung teilweise relativieren. Insgesamt zeigt sich, dass die Re-Use-Praxis zwar ein grosses Potenzial zur Reduktion von Emissionen und Ressourcenverbrauch bietet, dieses Potenzial jedoch aufgrund der genannten strukturellen, organisatorischen, rechtlichen und technischen Hürden bislang nur eingeschränkt ausgeschöpft wird.

3.1.2. Kreislaufwirtschaft in der Gebäudetechnik

Gebäudetechnische Anlagen finden im Re-Use-Kontext bislang kaum Beachtung. Für die Gebäudetechnik gelten dabei dieselben allgemeinen Hürden wie für andere Bauteile, in Bezug auf Zustandsbeurteilung, Normkonflikte und Haftungsfragen, die die Umsetzung der Kreislaufwirtschaft erschweren. Konkrete Strategien und Beispiele zur Wiederverwendung einzelner gebäudetechnischer Komponenten sind im Vergleich zu anderen Bauteilkategorien deutlich weniger entwickelt. Obwohl insbesondere bei langlebigen Elementen wie Lüftungskanälen, Radiatoren oder Kühldecken ein theoretisches Potenzial besteht, wird dieses in der Praxis bislang kaum ausgeschöpft.

Aktuell zählen Heizkörper, Solaranlagen, Leuchten und Sanitärapparate zu den Komponenten, die am häufigsten für eine Wiederverwendung in Frage kommen. Ältere Radiatoren können bei entsprechender Planung in moderne Heizsysteme integriert werden. Die Anlagenkonzeption sollte so ausgelegt werden, dass der Betrieb auch mit niedrigeren Vorlauftemperaturen möglich ist. Radiatoren aus Gusseisen besitzen zudem den Vorteil eines höheren Strahlungswärmeanteils im Vergleich zu heute üblichen Konvektoren. Grundsätzlich ist die technische Planung, in Zusammenarbeit von Gebäudeplanung, Bauphysik und Gebäudetechnikplanung, so zu gestalten, dass sie den Betrieb bei reduzierten Vorlauftemperaturen zulässt.

Auch abgeschriebene Solaranlagen können weitergenutzt werden, wie die Beispiele K118 in Winterthur oder das Neubad in Luzern zeigen. Die Module weisen zwar einen geringeren Wirkungsgrad als neue auf, dennoch kann sich eine Weiternutzung lohnen. Eine geringere Effizienz älterer Module kann beispielsweise kompensiert werden, indem eine grössere Fläche für die solare Nutzung vorgesehen wird. Ebenso kann der Einsatz gebrauchter Module sinnvoll sein, wenn es sich um Gebäude mit zeitlich begrenzter Nutzung handelt, in solchen Fällen kann die Installation gebrauchter Module vorteilhafter sein, als ganz auf eine Solaranlage zu verzichten. In der Planung müssen Kosten-, Nutzungs- und Nachhaltigkeitsaspekte frühzeitig gegeneinander abgewogen werden, um die optimale Lösung zu finden.

Wenn Leuchten weiterverwendet werden sollen, muss ihr Einsatz frühzeitig in ein Beleuchtungskonzept integriert werden, das berücksichtigt, an welchen Stellen welche Beleuchtungsstärken erforderlich sind.



Zudem ist zu prüfen, ob und inwieweit wiederverwendete Leuchten den Einsatz moderner, energieeffizienter Leuchtmittel erlauben. Grundsätzlich sollten Planende heute auf nicht reparierbare Beleuchtungselemente verzichten, beispielsweise auf verklebte LED-Leuchten.

In Tabelle 2 werden die in Tabelle 1 dargestellten Beispiele um Informationen zu den gebäudetechnischen Anlagen erweitert. Wie die Analyse zeigt, beschränkt sich die Wiederverwendung gebäudetechnischer Komponenten im Wesentlichen auf Photovoltaikmodule, Sanitärapparate und Heizkörper. Die dadurch erzielten THGE-Einsparungen fallen, mit Ausnahme des Projekts K118, sehr gering aus und liegen unter 3 %. Dies ist einerseits auf den begrenzten Umfang der wiederverwendeten Komponente zurückzuführen, andererseits auf die vergleichsweise kurze Lebensdauer der technischen Anlagen. Da diese deutlich unter dem für die Analyse angesetzten Betrachtungszeitraum von 60 Jahren liegt, müssen die betreffenden Systeme während des Betrachtungszeitraums vollständig ersetzt werden, wodurch das effektive Reduktionspotenzial der Wiederverwendung deutlich eingeschränkt wird.

Bei der Auswertung der Ökobilanzen nach Gebäudeschichten, unterteilt in Tragstruktur, Gebäudehülle, Innenausbau, gebäudetechnische Anlagen und Untergrund und Aussenbereiche, zeigt sich, dass bei den Umbauten (K118, PPN Tower 107 und Chauchy) die Gebäudetechnik die emissionsstärkste Kategorie darstellt. In diesen Projekten verursacht die Gebäudetechnik zwischen 35 % und 43 % der gesamten Treibhausgasemissionen. Der höchste Anteil entfällt auf den PPN Tower 107, in dem keine gebäudetechnischen Komponenten wiederverwendet werden. Dies ist darauf zurückzuführen, dass sämtliche Sanitär-, Lüftungs-, Elektro- und Heizungsinstallationen vollständig erneuert und eine neue Photovoltaikfassade integriert wird. Bei den Neubauten (Hobelwerk – Haus D und Kosmos) liegt der Emissionsanteil der Gebäudetechnik hingegen zwischen 21 % und 23 %.



Tabelle 2: Übersicht der Gebäude mit wiederverwendeten gebäudetechnischen Komponenten, einschliesslich der Emissionen und der durch Re-Use erzielten Einsparungen.

Gebäude	Wiederverwendete GT-Komponenten (Gewicht)	THGE ohne Re-Use (kg CO ₂ -eq/m ²)	Einsparung und THGE mit Re-Use (kg CO ₂ -eq/m ²)
K118, Winterthur (ZH)	PV-Modulen (2.4 t), 24 Jahre alt (andere Komponente neu: Montagestruktur, Wechselrichter, Elektroinstallation) Heizkörper (1 t.) Keramik Waschbecken (10 Stück) (0.3 t)	140 kg CO ₂ -eq/m ² _{EBF} : Elektro: 48 kg CO ₂ -eq/m ² _{EBF} PV-Anlage: 30 kg CO ₂ -eq/m ² _{EBF} Wärme: 20 kg CO ₂ -eq/m ² _{EBF} Lüftung: 17 kg CO ₂ -eq/m ² _{EBF} Wasser: 6 kg CO ₂ -eq/m ² _{EBF}	14 %, 120 kg CO ₂ -eq/m ² _{EBF} Elektro: - PV-Anlage: 35 %, -16 kg CO ₂ -eq/m ² _{EBF} Wärme: 13 %, -3 kg CO ₂ -eq/m ² _{EBF} Lüftung: - Sanitär: 8 %, -0.5 kg CO ₂ -eq/m ² _{EBF}
Hobelwerk – Haus D, Winterthur (ZH)	Keramikwaschtisch (0.5 t), 9 Jahre alt WCs (0.04 t), 9 Jahre alt	84.5 kg CO ₂ -eq/m ² _{EBF} Lüftung: 28 kg CO ₂ -eq/m ² _{EBF} Elektro: 24 kg CO ₂ -eq/m ² _{EBF} Wasser: 18 kg CO ₂ -eq/m ² _{EBF} Sanitär: 9.5 kg CO ₂ -eq/m ² _{EBF} Wärme: 5 kg CO ₂ -eq/m ² _{EBF}	ca. 1 %, 84 kg CO ₂ -eq/m ² _{EBF} Lüftung: - Elektro: - Wasser: - Sanitär: 5 %, -0.5 kg CO ₂ -eq/m ² _{EBF} Wärme: -
Kosmos, Münchenstein (BL)	PV-Module (54 Stück – 30 m ²) (0.4 t), 20 Jahre alt WCs (0.3 t), 20 Jahre alt Pissoirs (0.08 t), 20 Jahre alt Waschbecken (0.06 t), 5 Jahre alt Waschtisch (0.01 t), 5 Jahre alt	127 kg CO ₂ -eq/m ² _{EBF} Elektro: 48 kg CO ₂ -eq/m ² _{EBF} PV-Anlage: 34 kg CO ₂ -eq/m ² _{EBF} Lüftung: 30 kg CO ₂ -eq/m ² _{EBF} Wasser: 10 kg CO ₂ -eq/m ² _{EBF} Wärme: 7 kg CO ₂ -eq/m ² _{EBF}	ca. 3 %, 123 kg CO ₂ -eq/m ² _{EBF} Elektro: - PV-Anlage: 9%, -3 kg CO ₂ -eq/m ² _{EBF} Lüftung: Wasser: 10 %, -1 kg CO ₂ -eq/m ² _{EBF} Wärme: -



Gebäude	Wiederverwendete GT-Komponenten (Gewicht)	THGE ohne Re-Use (kg CO ₂ -eq/m ²)	Einsparung und THGE mit Re-Use (kg CO ₂ -eq/m ²)
PPN Tower 107, Genf (GE)	Keine	149 kg CO ₂ -eq/m ² _{EBF} Elektro: 48 kg CO ₂ -eq/m ² _{EBF} Lüftung: 43 kg CO ₂ -eq/m ² _{EBF} PV-Anlage: 28 kg CO ₂ -eq/m ² _{EBF} (Allokation 70 %) Wärme: 22 kg CO ₂ -eq/m ² _{EBF} Sanitär: 8 kg CO ₂ -eq/m ² _{EBF}	0 %, 149 kg CO ₂ -eq/m ² _{EBF}
Chauchy in Denens, (VD)	WC (0.3 t), 10 Jahre alt Dusche (0.3 t), 10 Jahre alt Waschbecken (0.2 t), 10 Jahre alt	132 kg CO ₂ -eq/m ² _{EBF} Wärme: 36 kg CO ₂ -eq/m ² _{EBF} (inkl. Erdsonden) PV-Anlage: 33 kg CO ₂ -eq/m ² _{EBF} (Allokation 30 %) Sanitär: 29 kg CO ₂ -eq/m ² _{EBF} Elektro: 27 kg CO ₂ -eq/m ² _{EBF} Lüftung: 8 kg CO ₂ -eq/m ² _{EBF}	2.7 %, 128 kg CO ₂ -eq/m ² _{EBF} Wärme: - PV-Anlage: - Sanitär: 12 %, 4 kg CO ₂ -eq/m ² _{EBF} Elektro: - Lüftung: -



Diverse Studien der HSLU befassen sich mit der Kreislaufwirtschaft in der Gebäudetechnik. Im Auftrag vom AHB Zürich wurde eine Vorstudie zum Thema **«Re-Use von Lüftungsrohren»** (Huber and Bienz, 2023) durchgeführt. Die Vorstudie zeigt, dass der Re-Use von Lüftungsrohren unter heutigen Bedingungen weder technisch noch wirtschaftlich sinnvoll ist. Nur rund 20 % des ausgebauten Materials sind wiederverwendbar, während Demontage, Reinigung und Aufbereitung einen hohen manuellen Aufwand verursachen und kaum Kostenvorteile bieten. Aufgrund der guten Recyclingfähigkeit von Stahl empfiehlt die Studie, den Fokus künftig auf andere Lüftungstechnische Komponenten mit höherem Re-Use Potenzial zu legen.

Im Projekt **«Alternative Materialien für Lüftungsanlagen»** (Settembrini et al., 2023) wurden Möglichkeiten zur Reduktion der Grauen Energie und Grauen Treibhausgasemissionen von Lüftungen gegenüber der heutigen Praxis aufgezeigt und evaluiert. Im Fokus steht dabei der Einsatz von alternativen Materialien, wie bspw. Karton, Pilze, Textilien oder Holzwerkstoffe. Die Studienergebnisse geben u.a. Anregungen für künftige Produktentwicklungen.

In Zusammenarbeit mit der HHM Aarau AG wurde das Projekt **«Kaskadenmodell zirkuläre Gebäudetechnik»** (Büttner et al., n.d.) durchgeführt. Basierend auf den «5 R» des Materialmanagements wurde ein Modell für die zirkuläre Planung der Gebäudetechnik entwickelt. Dieses «Kaskadenmodell» wird im Rahmen des Projekts weiterentwickelt und an einem realen Projekt überprüft. Dazu wird parallel zu einem konventionellen Gebäudetechnikkonzept für ein MFH mit Mischnutzung (Wohnen / Gewerbe) ein zweites, kreislauffähiges Konzept erstellt. Die beiden Varianten werden anschliessend hinsichtlich der Ökobilanz und den Kosten miteinander verglichen. Im Fokus des Projekts steht die Verifizierung der Anwendbarkeit des Kaskadenmodells für zirkuläre Gebäudetechnik.

Im Auftrag vom Schweizerisch-Liechtensteinischen Gebäudetechnikverband (suissetec) wurde der **«Leitfaden Kreislaufwirtschaft in der Gebäudetechnik»** (Büttner, 2025) erarbeitet. Das Dokument dient der Branche als Grundlage, um zirkuläre Ansätze künftig auch vermehrt bei gebäudetechnischen Anlagen und Systemen zu berücksichtigen. Neben theoretischen Grundlagen werden ebenso Fallbeispiele aus der Praxis aufbereitet und eine Checkliste mit Empfehlungen für die Phasen gemäss SIA 112:2014 «Modell Bauplanung» (SIA, 2014) erstellt.

3.1.3. Bestandsaufnahme der Gebäudetechnik

In Bestandsgebäuden mit Baujahr vor 1990 sind in verschiedenen gebäudetechnischen Komponenten – etwa in Dämmungen, Abschottungen, Einhausungen, Rohrleitungsisolierungen sowie in elektrotechnischen Bauteilen – relevante Schadstoffe zu erwarten. Diese Stoffe stellen im Normalbetrieb in der Regel kein unmittelbares Risiko dar, werden jedoch kritisch, sobald Unterhalts-, Instandsetzungs-, Umbau- oder Rückbauarbeiten anstehen. In solchen Situationen können Fasern, Stäube oder Dämpfe freigesetzt werden, beispielsweise bei der Demontage von Rohrleitungsisolierungen, beim Öffnen von Installationsschächten, beim Rückbau von Brandschottungen oder beim Austausch älterer Elektrokomponenten.

Besonders betroffen sind Elektroinstallationen, HLKS-Systeme und technische Brandschutzanlagen. Typische Schadstoffe sind Asbest, polychlorierte Biphenyle (PCB) sowie alte künstliche Mineralfasern (KMF); vereinzelt treten auch Schwermetalle wie Blei oder historisch verwendete Flammschutzmittel auf. Asbest findet sich häufig in brandschutztechnischen Bauteilen, Leitungsisolierungen sowie in Lüftungs- und Abgaskanälen. PCB ist vor allem in älteren Kondensatoren, Vorschaltgeräten und Transformatoren anzutreffen, teilweise auch in Beschichtungen oder Fugenmassen im Umfeld technischer Anlagen. KMF kommen insbesondere in älterer Mineralwolle vor, die als Dämmstoff in Heizungs-, Lüftungs- und Kälteanlagen eingesetzt wurde. Schwermetalle können in Anstrichen, Leuchtmitteln oder elektronischen Bauteilen enthalten sein; Blei findet sich vereinzelt in alten Rohrleitungen oder in historischen Korrosionsschutzanstrichen (Bossemeyer et al., 2024; Bossemeyer, 2020; GVSS, n.d.; Stadt Zürich, n.d.).



Tabelle 3 gibt eine Übersicht über relevante Schadstoffe, deren typische Vorkommen in der Gebäudetechnik sowie den zeitlichen Rahmen des Hauptverwendungszeitraums und allfälliger Verbote oder Restriktionen.

Tabelle 3: Übersicht der relevanten Schadstoffe, typische Vorkommen in der Gebäudetechnik und Zeitbezug.

Schadstoff Kurzdefinition & Hauptverwendung	Betroffene Gebäudetechnik- komponente	Chronologie	
		Hauptnut- zungszeitraum	Verbot / Restriktionen
Asbest Faserförmige Silikatminerale Hitze-/zugfest, elektrisch isolie- rend; eingesetzt für Brand-, Wärme-, Schallschutz	Allgemein Rohrleitungsisolationen Brandschutzverkleidungen Elektro Kabelabschottungen und -durchführun- gen Schaltgeräte Lüftung Kanäle Brandschottungen / Brandklappen Beförderungsanlage Beläge / Verkleidungen	1950–1970	Spritzasbest-Verbot 1975 (die meisten As- bestprodukte) Verbot 01.03.1990 01.01.1991 (u. a. Plat- ten / Rohre) 01.01.1992 (Beläge für Maschinen-Brem- sen / Kupplungen).
PCB (polychlorierte Biphenyle) Chlororganische Stoffgruppe als Weichmacher und in Iso- lier-/ Kühlflüssigkeiten	Allgemein Fugendichtungsmassen (u.a. bei Rohr- durchführungen) Anstriche (z. B. Kunstharzlacke / Brandschutzanstriche) Brandschutzverkleidungen Elektro Transformatoren Kondensatoren Vorschaltgeräte in Lampen / Leucht- stoffröhren	Seit 1929 Fugendich- tungsmassen ca. 1955–1975	Seit 1983
KMF (Künstliche Mineralfa- sern) alte Mineralwolle Wärme-/Kälte-/Schall-/Brand- schutz (ältere Qualitäten teils krebserzeugend eingestuft)	Allgemein Brandschutz-/Akustikdämmungen in Technikräumen / Schächten. Sanitär Rohrleitungsisolationen (Warmwasser) Lüftung Kanal-/Geräte-Dämmungen	1945–2002	Seit Juni 2000 muss neue Mineralwolle bi- olöslich sein
PAK (polyzyklische aromati- sche Kohlenwasserstoffe) Unerwünschte Nebenprodukte Entstehen bei unvollständiger	Allgemein teer-/bitumenhaltige Abdichtungen / Kleber / Beschichtungen / Dichtmassen		Kein konkretes Teil- /Totalverbot



Schadstoff Kurzdefinition & Hauptverwendung	Betroffene Gebäudetechnik- komponente	Chronologie	
		Hauptnut- zungszeitraum	Verbot / Restriktionen
Verbrennung; kommen v.a. in teerhaltigen Produkten vor			
Blei Schwermetall U.a. in Trinkwasserleitungen, Korrosionsschutz, PVC-Stabi- lisatoren	Elektro bleihaltige PVC Stabilisatoren Sanitär Bleirohre (Warmwasser) Hausanschlüsse		Bleirohre: seit 1970 kein Einbau mehr Blei-Stabilisator in PVC: seit 2015
HBCD (Hexabromcyclodode- can) bromiertes Flammschutzmittel In EPS/XPS-Dämmstoffen, auch in Kunststoffen	Allgemein Polystyrol Dämmungen Elektro Kunststoffteilen elektrischer / elektroni- scher Geräte (Gehäuse, Komponenten)	.	EU: seit Mai 2013 als persistenter organi- scher Schadstoff (POP – <i>Persistent Or- ganic Pollutant</i>) seit 01.08.2017 ab be- stimmtem Gehalt (Grenzwert 1000 mg/kg) als POP-Abfall zu überwachen; aktu- eller Grenzwert 75 mg/kg.

Vor Eingriffen in bestehende gebäudetechnische Anlagen ist eine systematische Schadstoffabklärung erforderlich. Diese beginnt mit einem Gebäudescreening, das zunächst eine umfassende Vorabklärung umfasst. Dabei werden relevante Grundlagen erhoben, wie Baujahr, Umbauhistorie, Bestandspläne, Revisionsunterlagen, frühere Nutzungen sowie vorhandene Schadstoffkataster.

Anschliessend erfolgt eine systematische visuelle Begehung aller betroffenen Räume und Installationszonen. Verdächtige Materialien mit potenziell hohem Freisetzungspotenzial, insbesondere in öffentlich zugänglichen Bereichen, werden identifiziert und gegebenenfalls beprobt. Die Situation wird hinsichtlich Risiko und Dringlichkeit beurteilt und objektspezifisch dokumentiert (z. B. in Form eines Datenbankauszugs). Eine interne Information der Nutzenden sowie des Hausdienstes ist sicherzustellen.

Abhängig vom festgestellten Risiko und vom geplanten Eingriff ist in der Projektphase eine vertiefte Schadstoffaufnahme durch eine spezialisierte Fachfirma zu veranlassen. Diese umfasst Materialanalysen sowie, sofern erforderlich, Raumluftmessungen (insbesondere bei Asbest oder PCB). Die Ergebnisse werden in einem Schadstoffkataster systematisch erfasst, einschliesslich Probenahme und labor-technischer Untersuchung nach anerkannten Regelwerken. Der Kataster dient als Planungsgrundlage und gewährleistet eine fachgerechte Entsorgung.

Je nach Schadstoff sind unterschiedliche Messstrategien anzuwenden:

- Materialproben (Primärmethode): z. B. Asbest in Isolationen, Platten oder Abschottungen; PCB in Fugenmassen, Anstrichen oder elektrischen Bauteilen (Kondensatoren); PAK in teerhaltigen Klebern und Abdichtungen; KMF in Dämmstoffen; HBCD in EPS/XPS; Blei in Rohrmaterial oder Beschichtungen.



- Raumluftmessungen: insbesondere bei Asbest oder PCB zur Beurteilung der Innenraumexposition (abhängig von Projekt und Nutzung).
- Staubproben: sinnvoll bei potenzieller Emission über Staub (z. B. Asbest oder PCB in Innenräumen).
- Wasserproben: bei Verdacht auf Bleirohre oder bleihaltige Installationsbereiche im Hinblick auf Trinkwasserhygiene.

Auf Grundlage der Untersuchungsergebnisse ist ein Sanierungskonzept durch eine qualifizierte Fachfirma zu erstellen. Dieses umfasst Arbeitsschutzmassnahmen, Vorkehrungen zur Vermeidung von Innenraumbelastungen sowie eine fachgerechte Entsorgung. Das Konzept ist der zuständigen Behörde vorzulegen. Die Ausführung darf ausschliesslich durch zertifizierte Fachfirmen erfolgen. Eine funktionale Trennung zwischen Sanierungsauftrag und Analyse-/Messauftrag ist sinnvoll. Zudem sind Massnahmenkontrolle, Qualitätssicherung sowie die Einholung erforderlicher Bewilligungen und Freigaben sicherzustellen.

Ein wesentlicher Bestandteil der Bestandsaufnahme ist die Ermittlung des aktuellen Zustands der einzelnen Komponenten der technischen Anlagen. In der Praxis erfolgen hierzu periodische Inspektionen, häufig in Form von Sichtkontrollen, um den Zustand der Installation zu beurteilen und mögliche Schäden frühzeitig zu erkennen. Ergänzend wird eine Analyse der Verbrauchs- und Betriebsdaten durchgeführt, um Ineffizienzen oder Abweichungen vom Sollzustand festzustellen.

Die Norm SIA 469 «Erhaltung von Bauwerken» (SIA, 1997) legt einen systematischen Prozess zur Beurteilung und Entscheidungsfindung im Umgang mit bestehenden Bauwerken fest. Ziel ist es, unter Berücksichtigung von Sicherheit, Gebrauchstauglichkeit, kulturellem Wert und Wirtschaftlichkeit eine fundierte Entscheidung über geeignete Massnahmen zu treffen. Der Entscheid zwischen Unterhalt, Instandsetzung, Erneuerung, Veränderung, Ersatz oder Abbruch erfolgt dabei nicht isoliert aufgrund einzelner Schäden, sondern im Rahmen eines strukturierten Gesamtverfahrens. Dieses Verfahren (vgl. Figur 1) kann sinngemäss auch auf die Erhaltung technischer Anlagen angewendet werden.

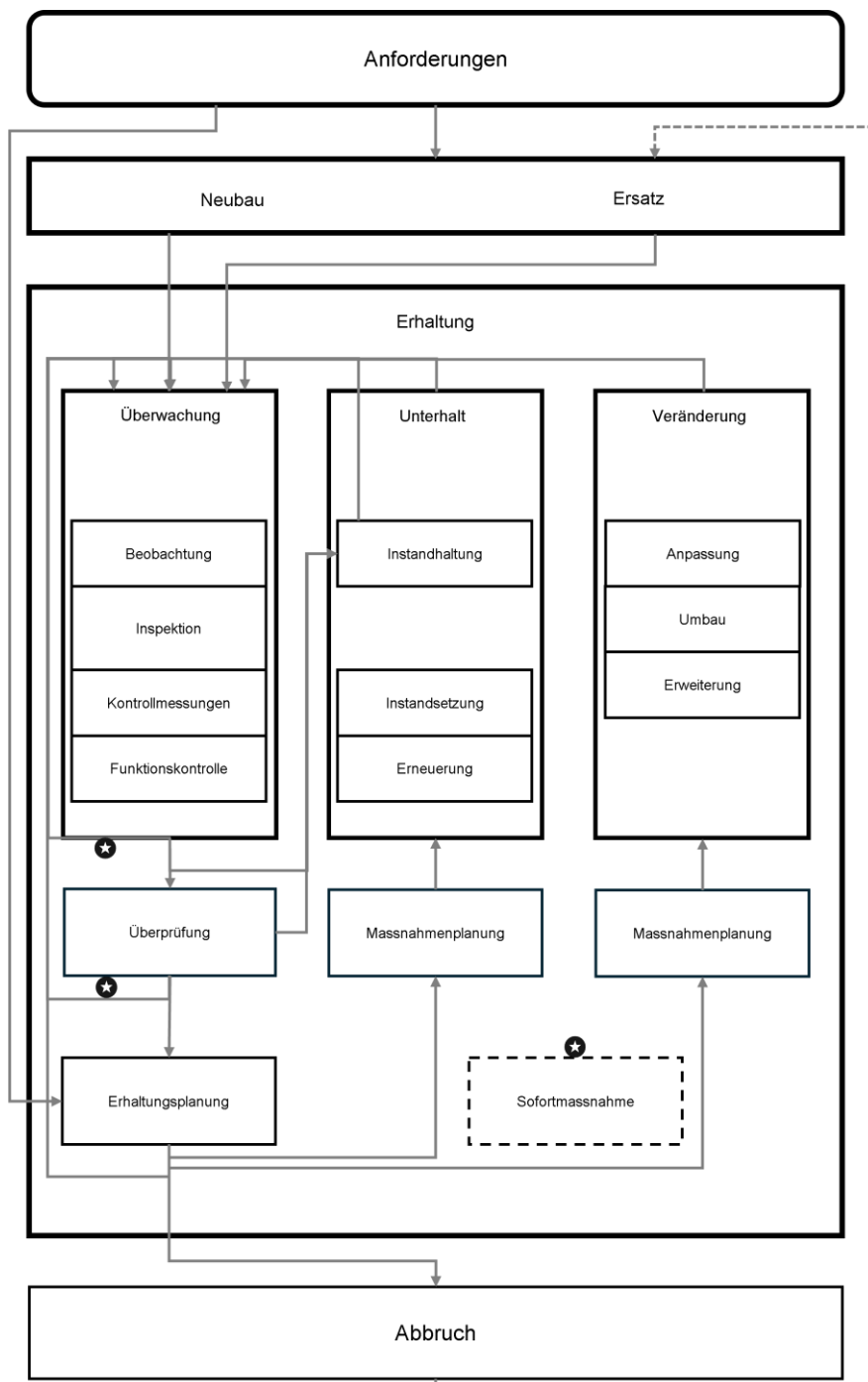


Abbildung 1: Ablaufschema der Bauwerkserhaltung nach SIA 469 (SIA, 1997).

Zu Beginn definiert die Eigentümerschaft die Erhaltungsziele, insbesondere hinsichtlich Trag- und Betriebssicherheit, Gebrauchstauglichkeit, Nutzungszweck und angestrebter Ressdauer unter Berücksichtigung wirtschaftlicher sowie gegebenenfalls kultureller Aspekte. Diese Anforderungen bilden den Referenzrahmen für alle weiteren Beurteilungen. Die Überwachung dient der kontinuierlichen Erfassung des Zustands und umfasst Beobachtungen, periodische Inspektionen, Kontrollmessungen sowie Funktionskontrollen technischer Anlagen. Reichen die Ergebnisse nicht aus oder bestehen Hinweise auf sicherheitsrelevante Mängel, ist eine vertiefte Überprüfung einzuleiten.



Die Überprüfung stellt die zentrale Entscheidungsgrundlage dar. Sie beinhaltet mindestens:

- eine detaillierte Zustandsbeschreibung
- die Beurteilung der Trag- und Betriebssicherheit
- die Beurteilung der Gebrauchstauglichkeit
- eine Analyse der Schadensursachen
- eine Prognose der Zustandsentwicklung
- die Abschätzung der technisch zulässigen Restnutzungsdauer

Die Prognose der Zustandsentwicklung umfasst eine Abschätzung der technisch zulässigen Restnutzungsdauer mit Angabe des spätesten Eingriffstermins sowie Aussagen über die voraussichtliche Zustandsentwicklung.

Auf Grundlage der Überprüfung erfolgt die Erhaltungsplanung. Diese umfasst die Entwicklung und Bewertung verschiedener Erhaltungsvarianten über einen definierten Betrachtungszeitraum. Jede Variante berücksichtigt die voraussichtlich erforderlichen Massnahmen wie Instandsetzung, Erneuerung, Veränderung oder Ersatz sowie deren zeitliche Abfolge.

Die Varianten werden hinsichtlich die folgenden Kriterien beurteilt:

- technischer Machbarkeit
- Einhaltung der Sicherheits- und Nutzungsanforderungen
- Wahrung kultureller Werte
- Investitions- und Betriebskosten

Ziel ist die Bestimmung der optimalen Erhaltungsvariante mit einem angemessenen Nutzen-Kosten-Verhältnis. In der Regel ist ein möglichst später Ersatz innerhalb der technisch zulässigen Restnutzungsdauer anzustreben.

Das Ergebnis der Erhaltungsplanung führt zur Festlegung einer konkreten Massnahmenstrategie. Je nach Beurteilung können folgende Optionen gewählt werden:

- Unterhalt: regelmässige Massnahmen zur Sicherstellung der Gebrauchstauglichkeit.
- Instandsetzung: Wiederherstellung von Sicherheit und Gebrauchstauglichkeit für eine definierte Dauer.
- Erneuerung: teilweises Zurückführen des Bauwerks in einen neubauähnlichen Zustand.
- Veränderung (Umbau, Anpassung, Erweiterung): Anpassung an neue Anforderungen unter Erhalt der bestehenden Substanz.
- Ersatz: vollständiger Neubau anstelle des bestehenden Bauwerks.
- Abbruch: Auflösung der Bausubstanz ohne unmittelbaren Ersatz.

Ein Ersatz oder Abbruch ist insbesondere dann in Betracht zu ziehen, wenn die Sicherheitsanforderungen nicht mit vertretbarem Aufwand wiederhergestellt werden können, die technisch zulässige Restnutzungsdauer deutlich unter dem angestrebten Planungshorizont liegt oder die wirtschaftliche Betrachtung gegen eine Erhaltung spricht.

Die Norm definiert somit einen integrativen Entscheidungsprozess, der technische Zustandsbeurteilung, Prognose der Zustandsentwicklung, wirtschaftliche Analyse und strategische Zielsetzungen miteinander verknüpft. Die Entscheidung über Erhalt, Erneuerung oder Ersatz erfolgt nicht reaktiv, sondern auf Grundlage einer strukturierten, nachvollziehbaren und dokumentierten Gesamtbeurteilung des Bauwerks über dessen verbleibenden Lebenszyklus.



Die ISO 15686-8 «*Buildings and constructed assets - Service-life planning - Part 8: Reference service life and service-life estimation*» (Hochbau und Bauwerke - Planung der Lebensdauer - Teil 8: Referenznutzungsdauer und Bestimmung der Nutzungsdauer) (ISO, 2008) beschreibt ein systematisches Verfahren zur Bestimmung der geschätzten Nutzungsdauer (*Estimated Service Life, ESL*) auf Grundlage einer Referenznutzungsdauer (*Reference Service Life, RSL*). Um eine objektspezifische Nutzungsdauer zu ermitteln, wird die RSL an die tatsächlichen Einsatzbedingungen angepasst, da diese in der Regel von den definierten Referenzbedingungen abweichen.

Ausgangspunkt ist ein strukturierter RSL-Datensatz, der neben dem Referenzwert auch die zugehörigen Referenz-Nutzungsbedingungen (*reference in-use conditions*), relevante Degradationsmechanismen, kritische Bauteileigenschaften sowie Qualitätsangaben umfasst. Weichen die objektspezifischen Nutzungsbedingungen von diesen Referenzbedingungen ab, erfolgt eine Anpassung mittels der sogenannten Faktormethode. Dabei werden die Unterschiede zwischen Referenz- und objektspezifischen Bedingungen in sieben Faktoren (A–G: u.a. Materialqualität, Entwurf, Ausführung, Innen- und Aussenumwelt, Nutzung, Instandhaltung) strukturiert erfasst. Auf Multiplikationsebene ergibt sich die Estimated Service Life durch:

$$t_{ESL} = t_{RSL} \times \emptyset_A \times \emptyset_B \times \emptyset_C \times \emptyset_D \times \emptyset_E \times \emptyset_F \times \emptyset_G$$

wo:

t_{ESL} = geschätzte Nutzungsdauer

t_{RSL} = Referenznutzungsdauer

$\emptyset_A$ = Qualität der Bauteile bzw. Produkteigenschaften (Planungsqualität, konstruktive Ausbildung)

$\emptyset_B$ = Entwurfs- und Planungsniveau (Planungsqualität, konstruktive Ausbildung)

$\emptyset_C$ = Ausführungsqualität (Verarbeitungs- und Bauqualität)

$\emptyset_D$ = Innenumweltbedingungen (Beanspruchungen im Gebäudeinnern)

$\emptyset_E$ = Aussenumweltbedingungen (Klima- und Umwelteinwirkungen)

$\emptyset_F$ = Nutzungsbedingungen (Art und Intensität der Nutzung)

$\emptyset_G$ = Instandhaltungsniveau (Wartung, Unterhalt, Inspektionspraxis)

Gemäss der Norm sollen die einzelnen Anpassungsfaktoren grundsätzlich im Intervall von 0,8 bis 1,2 liegen; vorzugsweise bewegen sie sich im engeren Bereich von 0,9 bis 1,1. Dadurch wird verhindert, dass unrealistisch grosse Abweichungen von der Referenznutzungsdauer angesetzt werden und die Schätzung unverhältnismässig verzerrt wird.

Die Norm erlaubt unterschiedliche Anwendungsniveaus, von einer rein qualitativen Checkliste bis hin zu mathematischen Funktionen oder probabilistischen Modellen. Das Ergebnis der Berechnung kann entweder als einzelner Bemessungswert (z.B. Mittelwert oder ein Wert bei definierter Signifikanz) oder als Wahrscheinlichkeitsverteilung der Nutzungsdauer angegeben werden; zusätzlich ist ein Vertrauensintervall auszuweisen. Die Norm betont ausdrücklich, dass die geschätzte Nutzungsdauer (ESL) eine methodisch fundierte, jedoch empirische Abschätzung darstellt und keine Garantie der tatsächlichen Lebensdauer ist.

In der Praxis erfolgt die Abschätzung des Zustands und der verbleibenden Nutzungsdauer einer gebäudetechnischen Anlage sowie die Entscheidung zwischen Unterhalt, Instandsetzung, Erneuerung oder Ersatz nicht auf Grundlage eines einzelnen Kennwerts, sondern im Rahmen einer systematischen Gesamtbewertung. Diese integriert technische, betriebliche und messtechnische Informationen. Die Restlebensdauer wird dabei in der Regel als Bandbreite unter definierten Annahmen ausgewiesen und einer entsprechenden Risikoklasse zugeordnet.



Die Ableitung der Restlebensdauer basiert typischerweise auf folgenden Elementen:

1. **Dokumentation und Betriebshistorie:** Baujahr, Umbauhistorie, Betriebsstunden, Schaltspiele, Störungen, Reparaturen sowie Medien- und Wasserqualität liefern wesentliche Hinweise auf Alterungs- und Schadensmechanismen.
2. **Sicht- und Funktionsprüfung:** Erfasst werden unter anderem Korrosion, Leckagen, Überhitzung, ungewöhnliche Geräusche oder Vibrationen sowie das Regel- und Betriebsverhalten der Anlage. Identifikation von Single-Point-of-Failure-Komponenten und exponierten Bereichen.
3. **Messungen und zerstörungsfreie Prüfungen (ZfP):** Ergänzend können gezielte Messverfahren eingesetzt, beispielsweise Ultraschall-Wanddickenmessungen, elektrische Isolationsprüfungen, Dichtheitsprüfungen, thermografische Untersuchungen sowie Analysen von Betriebs- und Verbrauchsdaten.
4. **Bewertung typischer Schadensmechanismen:** Dazu zählen insbesondere Korrosion und Erosion, Alterung von Dämmstoffen, mechanische Ermüdung sowie materialbedingter Verschleiss.

Tabelle 4 enthält eine Übersicht spezifischer Prüf- und Messverfahren, die in Kombination mit normativen Anforderungen eine belastbare Datengrundlage für die Zustandsbeurteilung schaffen.

Tabelle 4: Übersicht relevanter zerstörungsfreier Prüfungen, zugehöriger Normen, Einsatzbereiche und Kurzbeschreibung.

Prüfung	Norme	Einsatzbereiche und Kurzbeschreibung.
Ultraschall-Dickenmessung	SN EN ISO 16809:2025 Zerstörungsfreie Prüfung - Dickenbestimmung mit Ultraschall (ISO 16809:2025)	Korrosionskontrolle an Rohren und Behältern (Heizung, Kälte, Sprinkler, Druckleitungen). Die Norm legt die Grundlagen zur Dickenbestimmung metallischer und nicht-metallischer Werkstoffe mittels Kontakt- oder Tauchtechnik fest. Sie ermöglicht die Bestimmung der verbleibenden Restwanddicke bei korrosions- oder erosionsgefährdeten Leitungen. Die Messergebnisse bilden die Grundlage zur Abschätzung der Korrosionsrate sowie der verbleibenden Trag- bzw. Druckfestigkeit.
Thermografie	SN EN ISO 6781-1:2023 (SIA 180.223) Verhalten von Gebäuden - Feststellung von wärme-, luft- und feuchtebezogenen Unregelmäßigkeiten in Gebäuden durch Infrarotverfahren - Teil 1: Allgemeine Verfahren	Elektro: Überhitzung von Komponenten, erhöhte Kontaktwiderstände, ungleichmässige Lastverteilung, überlastete Schaltgeräte, Defekte in PV-Komponenten. Sanitär: Ungleichmässige Warmwasserverteilung, Leckagehinweise. Heizung/Kühlung: Ineffiziente Wärmetauscher, ungleichmässige Warm-/Kaltverteilung. Allgemein: Identifikation von



Prüfung	Norme	Einsatzbereiche und Kurzbeschreibung.
		Isolationsmängeln (Lüftungskanäle, Rohrleitungen, Speicher), energetische Schwachstellen. Die Methode liefert qualitative bis semi-quantitative Hinweise auf Wärmeverluste, Überhitzungen und anomale Temperaturverteilungen im Betrieb.
Isolationsmessungen	SN EN 61557 (Reihe) Elektrische Sicherheit in Niederspannungsnetzen bis AC 1 000 V und DC 1 500 V - Geräte zum Prüfen, Messen oder Überwachen von Schutzmassnahmen	Elektroinstallationen, PV-Anlagen (DC-Seite), Motoren, Transformatoren. Isolationsmessungen überprüfen den Isolationswiderstand zwischen aktiven Leitern sowie zwischen Leitern und Erde. Sie dienen der Früherkennung von Alterung, Feuchtigkeit, Verschmutzung oder materialbedingter Degradation beschädigter Isolierungen. Damit tragen sie wesentlich zur Vermeidung von Kurzschlüssen, Fehlerströmen und Brandrisiken bei. Moderne Prüfgeräte arbeiten strombegrenzt, um Schäden an Komponenten zu vermeiden.
Dichtheitsprüfungen	SN EN 1779 Zerstörungsfreie Prüfung - Dichtheitsprüfung - Kriterien zur Auswahl von Prüfmethoden und -verfahren	Heizung, Kühlung, Lüftung, Sanitär: Rohrleitungen, Speicher, Kälteanlagen. Die Norm definiert Kriterien zur Auswahl geeigneter Leckprüfverfahren (z.B. Druckprüfung, Tracergas, Vakuumverfahren). Die Methode dient dem Nachweis der Dichtheit von Komponenten sowie der Lokalisierung von Leckagen.

Obwohl eine Vielzahl an Normen und technischen Regelwerken für einzelne Prüfverfahren sowie für die Inspektion spezifische Gewerke existiert, fehlt bislang eine übergeordnete Methodik, welche eine systematische, gewerkeübergreifende Zustandsanalyse gebäudetechnischer Anlagen ermöglicht. Die bestehenden Normen regeln primär Einzelprüfungen, Inspektionsanforderungen oder sicherheitstechnische Mindeststandards, bieten jedoch keinen integrierten Ansatz zur konsistenten Bewertung des technischen Gesamtzustands und der Restlebensdauer von Anlagen im Bestand.

Für strategische Entscheidungen im Kontext von Instandhaltung oder vorgesehen Sanierungsplanung besteht daher weiterhin Bedarf an einer strukturierten Bewertungsmethodik, welche technische Messdaten, Betriebshistorie, Schadensmechanismen und Risikobetrachtungen systematisch zusammenführt.

3.1.4. Lebensdauer von Gebäudetechnik

Die Lebensdauer von Gebäuden und ihren Komponenten ist ein entscheidender Faktor für die Bestimmung ihrer Umweltwirkungen. Gemäss SIA MB 2032 (SIA, 2020), Anhang B.2, gilt eine lange Nutzungsdauer von Gebäuden und Bauteilen als eine der wirkungsvollsten Strategien zur Reduktion der



Treibhausgasemissionen aus der Erstellung. Das Potenzial der Weiterverwendung ganzer Gebäude oder grösserer Gebäudeteile ist deutlich höher als jenes der Wiederverwendung einzelner Bauteile, dies gilt besonders für die Gebäudetechnik.

Das SIA MB 2032 (SIA, 2020) unterscheidet zwischen der technischen Lebensdauer, der Nutzungsdauer und der Amortisationszeit. Nachfolgend sind die Definitionen gemäss Norm aufgeführt:

- Nutzungsdauer: Effektiv zu erwartende Periode zwischen der Inbetriebnahme und dem Ersatz eines Bau- oder Anlageteils. Die Nutzungsdauer ist begrenzt durch die technische Lebensdauer oder durch einen allfälligen Ersatz aufgrund veränderter Bedürfnisse (Komfort, Ästhetik, neue Nutzung usw.) oder verbesserter Ausführungen (grössere Leistungsfähigkeit, bessere Energiebilanz usw.). Ziff. 1.1.2.12.
- Amortisationszeit: Festgelegte Nutzungsdauer, in der ein Bau- oder Anlagenteil abgeschrieben wird. Die Amortisationszeit wird innerhalb der Bandbreite der Nutzungsdauer gemäss SIA 480 angesetzt. Ziff. 1.1.2.13.
- Technische Lebensdauer: Zu erwartende Periode zwischen der Inbetriebnahme eines Bau- oder Anlageteils und dessen Ersatz auf Grund abnehmender Gebrauchstauglichkeit oder zunehmender Kosten für Instandsetzungen und Erneuerungen. Ziff. 1.1.2.14.

Für die Ökobilanzierung von Gebäuden wird in der Regel die Amortisationszeit verwendet, da sie eine objektive Vergleichbarkeit zwischen unterschiedlichen Gebäuden ermöglicht. Dieses Vorgehen erlaubt jedoch keine Differenzierung zwischen Produkten innerhalb derselben Bauteilkategorie, deren Eigenschaften zu deutlich unterschiedlichen Lebensdauern führen. Ausserdem ist im SIA MB 2032 (SIA, 2020) die Differenzierung der Amortisationszeiten sehr begrenzt. Für die Hauptgruppe D «Technik Gebäude» beträgt die Amortisationszeit in der Regel 30 Jahre. Ausgenommen ist die Wärmeerzeugung mit 20 Jahren und die Erdwärmesonden mit 40 Jahren. Diese Werte liegen innerhalb der Bandbreite der in der SIA 480 (SIA, 2016) definierten Nutzungsdauern, die zwischen 15 und 50 Jahren liegen, mit einem durchschnittlichen Wert von 35 Jahren. Die zugrunde liegenden Werte stammen aus dem LCC-Handbuch, Instandhaltung und Instandsetzung von Bauwerken (CRB, 2012), in dem die Nutzungsdauern mit Von-, Mittel- und Bis-Werten angegeben sind. Dabei stellen die Von- und Bis-Werte keine absoluten Grenzwerte dar, sondern können projektspezifisch unter- oder überschritten werden. Zudem handelt es sich hierbei um effektive Nutzungsdauern, die die real zu erwartende Zeitspanne zwischen Inbetriebnahme und Ersatz eines Bauteils beschreiben. Sie unterscheiden sich damit von den technischen Lebensdauern, die aus rein technischer Perspektive definiert und in der Regel deutlich länger sind. Bei der Festlegung bauteilspezifischer Nutzungsdauern sind zudem projektspezifische Einflussfaktoren wie Exposition, Beanspruchung und Materialeigenschaften zu berücksichtigen.

Das LCC-Handbuch (CRB, 2012) liefert Nutzungsdauern auf Ebene der Hauptgruppen, Elementgruppen und Elemente sowie die zugehörigen Einflussfaktoren. In Tabelle 5 sind die Werte auf Hauptgruppen- und Elementgruppenebene zusammengestellt. Wie ersichtlich, weichen diese Nutzungsdauern deutlich von den im SIA MB 2032 (SIA, 2020) definierten Amortisationszeiten ab. Gemäss (Frischknecht, 2019) «die beobachteten Abweichungen der Nutzungsdauern von Erdwärmesonden, Lüftungsanlagen (insbesondere Blechkanäle) und Elektroanlagen (Kupfer) wirken sich am stärksten auf die (jährlichen) Umweltbelastung von Gebäuden aus».



Tabelle 5: Übersicht der Einflussfaktoren sowie der Nutzungsdauern mit Von-, Mittel- und Bis-Werten der Hauptgruppe (D) und Elementgruppen (D 1- D 9) der Gebäudetechnik nach (CRB, 2012).

Hauptgruppe Elementgruppe		Einflussfaktoren	Nutzungs- dauer		
			von	Ø	bis
D	Technik Gebäude	Material/Bauteile. Kürzere Nutzungsdauern: • bei Automations-, Leit-, Kommunikations- und Sicherheitssystemen • bei Wärme- und Kälteanlagen	15	35	50
D 1	Elektroanlage	Material/Bauteile. Kürzere Nutzungsdauern: • bei Apparaten, Geräten und dgl.	20	45	60
D 2	Gebäudeautomation	Beanspruchung. Kürzere Nutzungsdauern: • bei feuchter und staubiger Umgebung sowie leitungs- und strahlungsgekoppelten Störungen Material/Bauteile. Kürzere Nutzungsdauern: • bei der Managementebene	10	20	25
D 3	Sicherheitsanlage	Material/Bauteile. Kürzere Nutzungsdauern: • bei Bedieneinrichtungen, Videoüberwachungsanlagen und dgl.	10	20	40
D 4	Technische Brandschutzanl.	Material/Bauteile. Kürzere Nutzungsdauern: • bei Brand-, Gasmeldeanlagen und dgl.	10	30	50
D 5	Wärmeanlage	Material/Bauteile. Kürzere Nutzungsdauern: • bei der Wärmeerzeugung und dgl.	30	45	60
D 6	Kälteanlage	Material/Bauteile. Kürzere Nutzungsdauern: • bei der Kälteerzeugung und dgl.	25	30	45
D 7	Lufttechnische Anlage	Material/Bauteile. Kürzere Nutzungsdauern: • bei feuchter und staubiger Umgebung sowie leitungs- und strahlungsgekoppelten Störungen	25	40	50
D 8	Wasser-, Gas-, Druckluftanlage	Beanspruchung. Kürzere Nutzungsdauern: • bei unzureichender Instandhaltung Material/Bauteile. Kürzere Nutzungsdauern: • bei Armaturen, Apparaten, Aufbereitungsanlagen und dgl.	10	30	50
D 9	Transportanlage	Material/Bauteile, Kürzere Nutzungsdauern: • bei Seilen, Führungen, Steuerungen sowie Kleinlastaufzügen, Fahrtreppen, Fahrsteigen, Hubtischen, Verladestationen, Spezialaufzügen, Parkieranlagen und dgl.	15	30	40

Weitere relevante Grundlagen sind das **«Arbeitsblatt der BTE-Arbeitsgruppe: Lebensdauer von Bauteilen, Zielwerte»** (Agethen et al., 2020) sowie die **«Richtlinie VDI 2067 Blatt 1 – Wirtschaftlichkeit gebäudetechnischer Anlagen»** (VDI, 2012). Beide Dokumente liefern wichtige Ergänzungen zu Nutzungsdauern und Bewertungsmethoden.

Das **«DUREE Project Analysis of lifetimes of building elements in the literature and in renovation practices and sensitivity analyses on building LCA & LCC»** zeigt, dass die tatsächlich erreichten



Nutzungsdauern vieler Bau- und Gebäudeteile erheblich von den in der Literatur angegebenen Lebensdauern abweichen. Basierend auf einer gross angelegten Befragung von 5'000 Haushalten in der Deutsch- und Westschweiz wurden reale Nutzungsdauern für Dach, Fassade, Fenster und Heizsysteme erhoben. Diese empirischen Nutzungsdauern wurden anschliessend mit den Werten aus SIA MB 2032 und dem LCC-Handbuch (CRB, 2012) verglichen. Die Analyse zeigt, dass die SIA-Werte meist im Mittelfeld der beobachteten Bandbreiten liegen, während die CRB-Werte tendenziell längere Lebensdauern ansetzen, insbesondere im Bereich Gebäudetechnik. Die real beobachteten Lebensdauern zeigen jedoch eine grosse Spannweite.

Die empirischen Analysen zeigen, dass Renovationszyklen im Schweizer Wohnungsbestand stark zwischen den Bauteilen variieren und für die Gebäudetechnik im Vergleich zur Gebäudehülle deutlich kürzer ausfallen. Während Fassaden und Dächer mediane Nutzungsdauern von 45-59 Jahren erreichen, liegen Fenster und insbesondere Heizsysteme bei 25-36 Jahren, was in der Praxis häufig zu unkoordinierten und energetisch wenig wirksamen Teilsanierungen führt. Die Überlebenskurven aller gebäudetechnischen Elemente weisen ein ähnliches Muster auf: kaum Ersatzereignisse in den ersten 10-20 Jahren, danach stark steigende Erneuerungsraten, bevor die Ersatzwahrscheinlichkeit bei älteren Elementen auf einem konstanten Niveau bleibt. Dies deutet darauf hin, dass viele Haushalte Heizsysteme und technische Anlagen weit über ihre wirtschaftliche Lebensdauer hinaus betreiben.

Die Analysen zeigen, dass konstante Ersatzraten nicht die Realität abbilden. Altersabhängige Ersatzwahrscheinlichkeiten würden Prognosen zu technischen Erneuerungen deutlich verbessern. Der Vergleich normativer Lebensdauern (CRB, WP1) mit empirischen Daten zeigt, dass Medianwerte meist übereinstimmen, die Normwerte jedoch frühe Ersatzereignisse systematisch unterschätzen und sehr späte überschätzen. Regionale Unterschiede bleiben bestehen: Elemente in Mehrfamilienhäusern und in ländlichen Gebieten werden früher ersetzt als in Einfamilienhäusern bzw. städtischen Lagen. Finanzielle Faktoren, Risikoaversion und Haushaltsmerkmale beeinflussen das Erneuerungsverhalten ebenfalls. Insgesamt deuten die Ergebnisse darauf hin, dass die Renovationszyklen gebäudetechnischer Anlagen in den letzten Jahrzehnten kürzer geworden sind und dass zukünftige Normen und Politikinstrumente stärker empirisch-basiert und altersabhängig ausgestaltet werden sollten.

Diese grosse Spannweite zeigt, dass die normativen Werte nur eine grobe Orientierung darstellen und die tatsächliche Lebensdauer stark von individuellen Einflussfaktoren wie Nutzung, Beanspruchung, Instandhaltung und ästhetischen bzw. finanziellen Entscheidungen der Eigentümer abhängt.

Diese Erkenntnisse wurden auch im Projekt **«Netto-Null Treibhausgasemissionen im Gebäudebereich (NN-THGG)»** (Priore et al., 2024) berücksichtigt. Es betont: «Es sollte geprüft werden, ob verlängerte Referenzlebensdauern für Gebäude und ihre Komponenten den Einsatz langlebigerer Materialien fördern könnten. Weiter sollten Methoden zur Anpassung der Lebensdauern in Abhängigkeit von Gebäudetypen, Nutzungsstrategien und Produktdeklarationen entwickelt werden». Lebensdauer-Definitionen sollen künftig differenziert und dynamisch (produkt- und nutzungsspezifisch) angepasst werden». Die Erneuerungszyklen sollten stärker von der Materialeffizienz entkoppelt werden. Insbesondere bei technischen Anlagen ist zu berücksichtigen, dass die Innovationszyklen derzeit bei lediglich 12 bis 20 Jahren liegen und damit deutlich kürzer sind als die baulichen Lebensdauern.

3.1.5. Methodik für die Ökobilanzierung (Lebenszyklusbetrachtung)

Das **SIA MB 2032 «Graue Energie – Ökobilanzierung für die Erstellung von Gebäuden»** (SIA, 2020) beschreibt die Methodik zur Bilanzierung der Umweltauswirkungen für den Bereich Erstellung von Gebäuden. Der Bilanzierungsumfang umfasst die Module A1–A5 (Herstellung und Errichtung), B4 (Ersatz während der Nutzung) sowie C1–C4 (Rückbau und Entsorgung) gemäss SN EN 15804 (SIA, 2022). Vereinfachungen ergeben sich durch die bewusst eingeschränkten Systemgrenzen: Nicht berücksichtigt werden untergeordnete Beiträge wie Gütertransporte vom Materiallager innerhalb der Schweiz zur Baustelle, der Energieverbrauch während der Bauausführung sowie Verpackungsmaterial und Materialverschnitt.



Es werden die nicht erneuerbare Primärenergie sowie die Treibhausgasemissionen der während des Betrachtungszeitraums über den Bilanzperimeter zugeführten Bauteile berechnet. Die Berechnung kann in Werten pro Jahr oder in absoluten Werten durchgeführt werden. Bei einer Berechnung mit absoluten Werten ist ein Betrachtungszeitraum zu definieren.

Grundlage der Berechnung ist die systematische Erfassung aller Bauteile eines Gebäudes nach eBKP-H (CRB, 2020), einschliesslich der Gebäudetechnik. Sie beschränkt sich jedoch auf jene Komponenten, für die derzeit entsprechende Werte der Liste der Ökobilanzdaten im Baubereich, kurz KBOB-Liste (KBOB / ecobau / IPB, 2025), verfügbar sind: D01 Elektroanlage inkl. Photovoltaikanlagen, D05 Wärmetechnische Anlage inkl. Solarthermieanlagen und Erdsonden, D07 Lufttechnische Anlage und D08 Wassertechnische Anlage. Für jedes Bauteil werden standardisierte Amortisationszeiten verwendet, anhand derer Ersatzprozesse über den Betrachtungszeitraum abgebildet werden.

Die SIA 390/1 **«Klimapfad – Treibhausgasbilanz über den Lebenszyklus von Gebäuden»** (SIA, 2025) legt eine einheitliche Methodik zur Treibhausgasbilanzierung von Gebäuden über den gesamten Lebenszyklus fest und erweitert damit den bisher in der SIA MB 2032 (SIA, 2020) definierten Fokus auf die Erstellung: «Bilanziert werden die Treibhausgasemissionen über den ganzen Lebenszyklus von Gebäuden, angefangen vom Rohstoffabbau zur Herstellung von Baustoffen über die Errichtung von Gebäuden, den Betrieb, die Instandsetzung bis und mit dem Rückbau am Ende des Lebenszyklus». Als Lebensdauer beziehungsweise Referenz-Nutzungsdauer für die Treibhausgasbilanz des Gebäudes werden in Übereinstimmung mit SIA MB 2032 (SIA, 2020) 60 Jahre zugrunde gelegt.

Die Norm legt pro Gebäudekategorie je einen Zielwert B (Basis-Zielwert) und einen Zielwert A (ambitionierter Zielwert) für die Treibhausgasemissionen fest. Die Zielwerte umfassen die Bereiche Erstellung, Betrieb und Mobilität. Die Aufwendungen werden in jährliche Treibhausgasemissionen umgerechnet und auf die Energiebezugsfläche des Gebäudes bezogen. Fokus liegt auf den Treibhausgasemissionen und gibt informativ Richtwerte und orientierende Zielwerte für die nicht erneuerbare Primärenergie. Die Treibhausgasemissionen für die Bauteile und die gebäudetechnischen Anlagen eines Gebäudes berechnen sich gemäss SIA MB 2032 (SIA, 2020). Sie werden aufgrund ihrer Amortisationszeit gemäss SIA 2032 (SIA, 2020) in Werte pro Jahr umgerechnet (Abschreibungsprinzip).

Die Norm definiert neu eine Methodik zur Anrechenbarkeit wiederverwendeter Bauteile ad interim bis zur nächsten Revision von SIA MB 2032 (SIA, 2020) vorweg. Sie ist mit SIA 2032 kompatibel, wissenschaftlich abgesichert und mit Vertretern der Kommission SIA 2032 abgesprochen. Die Bilanz im Bereich Erstellung von wiederverwendeten Bauteilen berücksichtigt die Aufwendungen für die Demontage der Bauteile, den Transport in ein Warenlager in der Schweiz, alle Aufwendungen für die Aufbereitung und Ergänzung des Bauteils sowie den Aufwand für die Entsorgung am Ende des Lebenszyklus. Der Aufwand für den Transport vom Warenlager in der Schweiz auf die Baustelle und für die Montage auf der Baustelle wird vernachlässigt gemäss SIA MB 2032, Ziffer 3.4.2 (SIA, 2020). In frühen Planungsphasen können wiederverwendete Elemente pauschal mit zwanzig Prozent der Emissionen eines neuen Bauteils angesetzt werden.

Im Rahmen der Studie Reuse LCA (Lasvaux et al., 2025) wurde jedoch der Transport vom Warenlager in der Schweiz zur Baustelle quantifiziert, da dieser insbesondere bei Materialien mit sehr niedrigen spezifischen Treibhausgasemissionen einen vergleichswisen relevanten Einfluss auf das Gesamtergebnis haben kann.

Die Berechnung der Betriebsenergie erfolgt für alle Gebäude gemäss SIA 380 (SIA, 2022b). Die Treibhausgasemissionen der eingesetzten Energieträger werden anhand der Treibhausgasemissionsfaktoren der KBOB-Liste (KBOB / ecobau / IPB, 2025) bewertet. Elektrizität wird dabei mit den Emissionsfaktoren des CH-Verbrauchermixes beurteilt. Darüber hinaus legt die Norm klare Regeln für die Anrechnung des Energieertrags von Photovoltaikanlagen sowie für die Anrechenbarkeit erneuerbarer Energieträger aus Schweizer Produktionsanlagen im Rahmen von Lieferverträgen fest.

Die **«Mustervorschriften der Kantone im Energiebereich 2025 (MuKEN)»** (EnFK, 2025) führen neu Grenzwerte für die Graue Energie in der Phase *Erstellung* ein, sowohl für Neubauten als auch für wesentliche Erneuerungen bestehender Gebäude. Für jede Gebäudekategorie werden Basisgrenzwerte



definiert, ergänzt durch Zuschläge für spezifische Komponenten wie Erdsonden, Photovoltaikanlagen und thermische Kollektoren. Diese Grenzwerte basieren auf den Erfahrungswerten von Minergie-Gebäuden, liegen jedoch deutlich über den in der Norm SIA 390/1 festgelegten Anforderungen.

Die Berechnung der Grauen Energie erfolgt gemäss Reglement des Vereins Minergie (Fassung gültig ab 1. Januar 2025). Der Nachweis ist mit einem darin zugelassenen Ökobilanzierungstool zu erbringen, inkl. das vereinfachte Minergie-Nachweistool.

Die WLC_{NN}-Methodik, Netto-Null-Whole Life Carbon-Methode, entwickelt im Projekt **«Netto-Null Treibhausgasemissionen im Gebäudebereich (NN-THGG)»** (Priore et al., 2024) legt auch zentrale methodische Grundlagen fest. Diese basiert auf einer lebenswegbezogenen und emissionsphysikalisch korrekten Betrachtung aller relevanten Emissionsquellen.

Eine zentrale Rolle spielt die methodische Behandlung der Wiederverwendung. Re-Use wird als ein entscheidender Beitrag zur Reduktion der Erstellungsemissionen identifiziert, erfordert jedoch eine klare und konsistente Zurechnung der Emissionen zwischen Erst- und Zweitnutzung. Der Bericht vergleicht verschiedene methodische Modelle und empfiehlt eindeutig den Ansatz des Zusatzaufwands. Bei diesem Ansatz wird ein Cut-off zwischen der ersten und der nächsten Nutzung gezogen, sodass alle bereits angefallenen Emissionen des Primärmaterials im ursprünglichen Nutzungssystem verbleiben und nicht auf nachfolgende Nutzungen übertragen werden. Das Re-Use-System bilanziert ausschliesslich die Emissionen, die für Demontage, Aufbereitung, Logistik und Wiedereinbau tatsächlich anfallen. Dieser Ansatz entspricht dem Grundsatz der Emissionswahrheit und schafft die notwendige Transparenz, gleichzeitig setzt er klare Anreize für die langfristige Nutzung bestehender Bauteile und für die Schaffung günstiger Rahmenbedingungen zur Wiederverwendung.

Wesentliche Erkenntnisse dieser Methodik:

- Graue Emissionen müssen vollständiger und zeitpunktbezogen bilanziert werden (Investitionsprinzip).
- Re-Use erhält einen eigenen Bilanzansatz: nur Zusatzaufwand, keine «Altlast»-Emissionen werden mitgetragen.
- Betriebsenergie muss mit stündlich aufgelöster Bilanzierung berücksichtigt werden.

Die Emissionsberechnung soll grundsätzlich mit stündlicher Auflösung erfolgen, wobei Eigenverbrauch und Netzbezug pro Stunde ermittelt und anschliessend zu einer Jahres- beziehungsweise gegebenenfalls Monatsbilanz aggregiert werden. Für eine breite praktische Anwendung, beispielsweise in Nachweis- oder Berechnungsprogrammen, fehlen derzeit jedoch einheitliche Standardwerte.

Diese Methodiken bilden die Grundlage für die Bewertung der Weiter- und Wiederverwendung von Gebäudetechnikkomponenten.

3.1.6. Ökobilanzierung von Gebäudetechnik

Die KBOB-Liste stellt eine zentrale und breit anerkannte Grundlage für die Ökobilanzierung von Gebäuden dar und ermöglicht eine konsistente Bewertung. In der Praxis wie auch in diversen Studien (Bionda et al., 2021; Domingo Irigoyen et al., n.d.; Lasvaux et al., 2025) zeigt sich jedoch, dass der Umfang der vorhandenen Datensätze für eine vollständige und detaillierte Ökobilanzierung noch nicht ausreicht. Besonders in der Gebäudetechnik bestehen weiterhin erhebliche Datenlücken. Derzeit umfasst die KBOB-Liste 67 Datensätze für Gebäudetechnik, verteilt auf 22 Heizungsanlagen, 12 Lüftungsanlagen, 3 Sanitäreanlagen und 30 Elektroanlagen. Eine Übersicht der verfügbaren Datensätze zu den Gebäudetechnikkomponenten ist in Tabelle 6 dargestellt.



Tabelle 6: Übersicht der bestehenden Datensätze für Gebäudetechnik in der KBOB-Liste.

ID-Nummer	Gewerke	Teilprozess (SIA 411)	Anzahl Datensätze	Bemerkungen
31	Heizungsanlagen	Gesamte Anlage		
		Quelle/Senke	2	Erdsonden und Förder- und Schluckbrunnen für Grundwasser Wärmepumpe
		Umwandlung	14	3 generische Wärmeerzeuger für unterschiedliche spezifische Leistungsbedarfe (10, 30 und 50 W/m ²), Elektrospeicherofen (5 kW), Sole-Wasser- und Luft-Wasser-Wärmepumpe (7 kW, Kennwerte bezogen auf kW und kg) und 6 unterschiedliche Kollektortypen (inkl. Hybridkollektor mit Warmwasserspeicher)
		Speicherung		
		Verteilung	2	Wohn- und Bürogebäude
		Raum/Übergabe	4	Wärmeabgabe über Heizkörper, Fussbodenheizung, Heizkühldecke (ohne Gips- oder Metalldecke) und Luftheizung (inkl. Abgabe)
		TOTAL	22	
32	Lüftungsanlagen	Gesamte Anlage	8	5 Datensätze für Anlagen mit unterschiedlichen spezifischen Luftmengen (1, 2, 4, 6 und 8 m ³ /hm ² EBF), 2 Datensätze für Wohngebäude (Blechkanäle und PE-Kanäle) und 1 Datensatz für Abluftanlagen in Küche und Bad
		Quelle/Senke	3	3 Datensätze für Erdregister (1 Wohnen, 2 Büro, kurz und lang)
		Umwandlung	1	Einzelraumlüfter Fenstermodell (10-30 m ³ /h, ohne Montage)
		Speicherung		
		Verteilung		
		Raum/Übergabe		
		TOTAL	12	



ID-Nummer	Gewerke	Teilprozess (SIA 411)	Anzahl Datensätze	Bemerkungen
33	Sanitäranlagen	Gesamte Anlage	3	Die Datensätze umfassen die gesamte Anlage: 2 Datensätze für Büro (einfach und aufwändig) und 1 für Wohnen
		Quelle/Senke		
		Umwandlung		
		Speicherung		
		Verteilung		
		Raum/Übergabe		
		TOTAL	3	
34	Elektroanlagen	Gesamte Anlage	2	Diese Datensätze umfassen die gesamte Anlage: Büro und Wohnen
		Quelle/Senke		
		Umwandlung	26	Es werden insgesamt 8 Datensätze zu verschiedenen Typen von gesamten Solarstromanlagen erfasst: 4 Datensätze für den Marktmix (Schrägdach, Flachdach, Fassade sowie Gesamtmix aller Anlagen) und 4 Datensätze für Schrägdachanlagen mit unterschiedlichen Modultypen (Mono-Si, Multi-Si, CdTe und CIS). Zusätzlich werden 5 Datensätze für verschiedene Solarpanelen bereitgestellt: 3 Mono-Si-Module von unterschiedlichen Herstellern sowie 2 CIS-Module vom selben Hersteller, jedoch geeignet für unterschiedliche Unterkonstruktionen (dazu werden 8 Varianten von Fassadenunterkonstruktionen angegeben). Ergänzend werden 4 Datensätze für einen Wechselrichter mit unterschiedlichen Nennleistungen (2.5, 5, 10 und 20 kW) erfasst. Die Elektroinstallation einer Photovoltaikanlage ist auch separat zugewiesen.
		Speicherung	2	2 Datensätze für Li-Ionen-Batterie mit unterschiedlichen Speicherkapazitäten (5 und 20 kWh) und einer Nutzungsdauer von 30 Jahren.
		Verteilung		
		Raum/Übergabe		
		TOTAL	30	



Die HSLU trägt, insbesondere mit zwei Projekten, dazu bei, den bestehenden Kenntnisstand in diesem Bereich weiter auszubauen. In der Studie **«SYGREN – Systemkennwerte Graue Energie Gebäudetechnik»** (Bionda et al., 2021) werden, basierend auf bestehenden Untersuchungen, Systemkennwerte der Grauen Energie von Gebäudetechnikgewerken definiert, welche die bisherigen Instrumente (KBOB-Liste (KBOB / ecobau / IPB, 2022), SIA MB 2032 (SIA, 2020)) ergänzen und das Optimierungspotenzial sowie die Optimierungsmöglichkeiten bei der Grauen Energie in der Planung phasengerecht aufzeigen. In der Studie ist ersichtlich, welche Komponenten der Gebäudetechnik eine hohe Relevanz für die Graue Energie haben. Die wichtigsten Erkenntnisse sind im Anhang 0 zusammengetragen.

Im laufenden Projekt **«Ergänzung der Ökobilanzdaten für Gebäudetechnik»** (Domingo Irigoyen et al., n.d.) werden Ökobilanzdaten für verschiedene Ausprägungen der Gebäudetechnik erhoben und integriert, die in der KBOB-Liste bisher nur unzureichend oder gar nicht berücksichtigt sind. Ziel ist eine vollständige Abdeckung der Gebäudetechnik unter Berücksichtigung unterschiedlicher Gebäudekategorien.

In diesem Projekt werden, sofern notwendig, neue Ökobilanzdaten erarbeitet und so aufbereitet, dass sie für eine mögliche Aufnahme in die KBOB-Liste zur Verfügung stehen.

3.2. Fallbeispiele Nichtwohngebäude

Diese Studie nutzt Fallbeispiele als empirische Forschungsmethode. Sie ermöglichen eine vertiefte Analyse der Forschungsfragestellungen im realen Kontext und erlauben es, komplexe Zusammenhänge im Gebäudebestand systematisch zu erfassen und zu bewerten. Der Fokus liegt auf bestehenden Nichtwohngebäuden, bei denen innerhalb der nächsten zehn Jahre voraussichtlich eine bauliche oder technische Erneuerung ansteht.

Anhand ausgewählter real existierender Objekte werden unterschiedliche realistische Erneuerungsoptionen untersucht und vergleichend bewertet. Berücksichtigt werden sowohl die Weiterverwendung bestehender Bauteile und Komponenten am gleichen Standort als auch deren Wiederverwendung an einem anderen Standort oder in einem veränderten Nutzungskontext (Re-Use). Zudem wird untersucht, unter welchen technischen, funktionalen und organisatorischen Voraussetzungen eine Weiter- bzw. Wiederverwendung möglich ist.

Zusätzlich wird das Potenzial der Weiter- und Wiederverwendung durch eine Bewertung der Restlebensdauer ergänzt. Diese mehrdimensionale Betrachtungsweise ermöglicht eine differenzierte, transparente und vergleichbare Beurteilung einzelner Bauteile und Komponenten.

3.2.1. Klassierung des Weiterverwendungspotenzials

Die Weiterverwendbarkeit beschreibt die Nutzung eines Bauteils oder Produkts am selben Standort und im gleichen Nutzungskontext im Rahmen einer möglichen baulichen oder technischen Erneuerung. Die Bewertung erfolgt anhand einer vierstufigen Skala, die in Tabelle 7 dargestellt ist.



Tabelle 7: Kriterien zur Bestimmung der Weiterverwendbarkeit.

Stufe	Weiterverwendung	Kriterien Beschreibung
W0	Nicht weiterverwendbar	Bauteil entspricht nicht mehr den technisch, energetischen oder Sicherheitsrelevanten Anforderungen. Das Bauteil ist zurzeit in Betrieb und kann geplant ersetzt werden (keine Sofortmassnahmen notwendig).
W1	Teilweise weiterverwendbar	Nur einzelne Bauteile oder Komponenten können am selben Standort weitergenutzt werden.
W2	Weiterverwendbar nach Revision	Nutzung am selben Standort nach fachgerechter Prüfung, Reparatur oder Anpassung möglich.
W3	Direkt weiterverwendbar	Nutzung am selben Standort ohne technische Eingriffe oder funktionale Einschränkungen möglich.

3.2.2. Klassierung des Wiederverwendungspotenzial

Die Wiederverwendbarkeit beschreibt die Nutzung eines Bauteils oder Produkts an einem anderen Standort oder in einem neuen Nutzungskontext. Auch hierfür wird eine vierstufige Skala verwendet, die in Tabelle 8 dargestellt ist.

Tabelle 8: Kriterien zur Bestimmung der Wiederverwendbarkeit.

Stufe	Wiederverwendung	Kriterien Beschreibung
R0	Nicht wiederverwendbar	Keine technisch oder wirtschaftlich sinnvolle Wiederverwendung möglich.
R1	Teilweise wiederverwendbar	Einzelne Bauteile oder Materialien sind nach Demontage an einem anderen Ort nutzbar.
R2	Wiederverwendbar nach Revision	Nutzung an einem anderen Standort nach Aufbereitung, Anpassung oder Prüfung möglich
R3	Direkt wiederverwendbar	Nutzung an einem anderen Standort ohne technische Änderungen möglich.

Es ist darauf hinzuweisen, dass eine hohe Weiterverwendbarkeit nicht zwingend mit einer hohen Wiederverwendbarkeit einhergeht. Bauteile können beispielsweise am bestehenden Standort weiterverwendbar sein, während ihre Wiederverwendung an einem anderen Ort nur nach zusätzlicher Aufbereitung möglich ist.

3.2.3. Klassierung der Restlebensdauer

Ergänzend zur Bewertung der Weiter- und Wiederverwendbarkeit wird die Restlebensdauer der betrachteten Bauteile und Komponenten erfasst (Tabelle 9). Sie beschreibt den Anteil der noch verfügbaren Nutzungsdauer in Relation zur ursprünglichen, technischen Lebensdauer.



Tabelle 9: Kriterien zur Bestimmung der Restlebensdauer.

Stufe	Weiterverwendung	Beschreibung
L0	≤ 25% verbleibend	Lebensdauer weitgehend ausgeschöpft.
L1	25-50 % verbleibend	Eingeschränkte Restnutzungsdauer.
L2	50-75 % verbleibend	Gute Restnutzungsdauer.
L3	≥ 75 % verbleibend	Hohe Restnutzungsdauer.

Die Bewertung der Restlebensdauer dient als zusätzliche Entscheidungsgrundlage bei der Beurteilung von Erneuerungs- und Re-Use-Optionen. Sie ergänzt die qualitative Einschätzung der Weiter- und Wiederverwendbarkeit um eine zeitliche Dimension und ermöglicht eine differenzierte, vergleichbare Gesamtbewertung.

3.2.4. Anwendung der Klassierung in den Fallbeispielen

Für jedes Fallbeispiel werden die relevanten Bauteile und Komponenten einzeln erfasst und hinsichtlich ihrer Weiterverwendbarkeit (W), Wiederverwendbarkeit (R) sowie ihrer Restlebensdauer (L) bewertet. Die Ergebnisse werden in einer zusammenfassenden Bewertungsmatrix dokumentiert und bilden die Grundlage für die weiterführende Analyse.

Im weiteren Verlauf der Studie wird auf die in Kapitel 4 definierte Ökobilanzierungsmethode zurückgegriffen. Zur Bewertung der Methodeneignung werden in ausgewählten Fällen alternative Bilanzierungsansätze sowie unterschiedliche Systemgrenzen berücksichtigt.

3.2.5. Fallbeispiel 1: Verwaltungsgebäude Albis (Haus C und D), Zürich

Die Häuser C und D des Verwaltungsgebäudes in Zürich (Abbildung 2) sollen ab 2029 saniert und gegebenenfalls aufgestockt werden. Die Nutzung als Bürogebäude bleibt bestehen. Haus C wurde im Jahr 1959 erbaut, im Jahr 1990 erfolgte eine Fassadensanierung und im Jahr 2013 wurden kleinere Umbauarbeiten durchgeführt. Haus D wurde im Jahr 1987 errichtet. Die Gebäude C und D haben zusammen eine EBF von rund 20 000 m².

Das Gebäude weist verschiedene bauliche und technische Defizite auf. Bei der Metallfassade bestehen Probleme mit der Befestigung der Metallplatten; bei Sturm können sich einzelne Fassadenteile lösen. Auf dem Dach wurde ein Teil der Oberlichter aufgrund von Wassereintritten provisorisch abgedeckt. Zudem ist das Objekt im Kataster der belasteten Standorte eingetragen; eine Detailuntersuchung und gegebenenfalls Sanierungsmassnahmen sind erforderlich. In Haus C wurden im Rahmen einer Asbestsanierung die Sanitärstränge erneuert. Insgesamt besteht bei der Gebäudetechnik ein erheblicher Instandsetzungs- bzw. Erneuerungsbedarf.

Das Gebäude ist derzeit teilweise vermietet und weist unterschiedliche Nutzungen auf. Hauptnutzung ist die Bürofläche, zusätzlich befinden sich unter anderem ein Fitnessstudio sowie eine private Schule im Gebäude. Kürzlich wurde bekannt¹, dass das Gebäude künftig als neuer Stützpunkt der Stadtpolizei dienen soll. Für den Umbau, die Aufstockung eines der beiden Gebäude um zwei Geschosse sowie die Instandsetzung sind Gesamtausgaben von 7.7 Millionen Franken vorgesehen. Davon entfallen 5.39

¹ Neuer Stützpunkt West der Stadtpolizei auf dem Albis-Areal ab 2033 | Stadt Zürich
<https://www.stadt-zuerich.ch/de/aktuell/medienmitteilungen/2025/10/neuer-stuetzpunkt-west-stadtpolizei-albis-areal-2033.html>



Millionen Franken auf die Projektierung des Umbaus und der Aufstockung sowie 2.31 Millionen Franken auf die Projektierung der Instandsetzung.

Die geplante Umnutzung erfordert umfassende bauliche und technische Massnahmen. Neben dem Umbau der Innenräume und der zweigeschossigen Aufstockung eines Gebäudeteils sind umfangreiche Instandsetzungen vorgesehen. Dazu zählen insbesondere die Erneuerung der Gebäudetechnik, der Ersatz der Fassaden sowie die neue Abdichtung der Dächer. Die bestehenden Nutzungen im Gebäude sollen während der Bauzeit, die voraussichtlich von Anfang 2030 bis Frühjahr 2033 dauern wird, aufrechterhalten bleiben.



Abbildung 2: Verwaltungsgebäude Albis Haus C (links) und Haus D (rechts) in Zürich.

Die Stadt Zürich führte im Jahr 2025 eine Objektbewertung durch. In Tabelle 10 ist Beurteilung des baulichen Zustands der gebäudetechnischen Anlagen zusammengefasst. Der Zustand der Sanitär- und Transportanlagen wurde als stark schadhaft eingestuft, die Wärmeverteilung als mittel schadhaft. Die Starkstromanlage sowie die zentrale Lufttechnische Anlage wurden zwischen mittel und leicht schadhaft bewertet, die Schwachstromanlage als leicht schadhaft. Die Verteilnetze der Lüftungstechnischen Anlagen wurden als nahezu intakt beurteilt.

Tabelle 10: Übersicht des baulichen Zustands der gebäudetechnischen Anlagen von Haus C und D des Verwaltungsgebäudes.

Gebäudetechnik	Zustand	Bemerkung: durchgeführte Massnahmen
Starkstrom-Anlagen	leicht bis mittel schadhaft	Kraft, Licht (allgemeiner Teil); Unterverteilungen (UV) 1986, Hauptverteilung (HV) 2004
Schwachstrom-Anlagen	leicht schadhaft	Brandmeldeanlage (BMA) 2010, Gebäudeautomation (GA)
Wärmeerzeugung		Provisorisch über einen mobilen Gaskessel
Wärmeverteilung	mittel schadhaft	Unterverteilung, Radiatoren
Zentrale lufttechnische Anlagen	leicht bis mittel schadhaft	Haus C: Lüftung-/Kälteanlage 2015/2016; Haus D: 1988



Gebäudetechnik	Zustand	Bemerkung: durchgeführte Massnahmen
Verteilnetz lufttechnische Anlagen	leicht schadhaft (fast intakt)	Kanäle
Sanitär	stark schadhaft	WC, Waschtische (WT), Dusche, Teeküche Apparate unterschiedlich alt Leitungen original, nur Geb. C nach Asbestsani- erung Stränge gemacht
Transportanlagen	stark schadhaft	1 Warenlift (1959, Revision 1986) und 1 Perso- nenlift (2006)

Anlagebeschrieb

D01 Elektroanlage

Die Haupt-Elektroverteilung befindet sich im Untergeschoss und besteht aus mehreren Schaltfeldern mit Kupfersammelschienen sowie Abgängen zu den Gebäudebereichen und technischen Anlagen. Teile der Anlage stammen aus älteren Installationsphasen, während einige Felder bereits modernisiert und mit zeitgemässen Schutz- und Schaltgeräten ausgerüstet wurden.

D05 Wärmetechnische Anlage

Die ursprüngliche Wärmeerzeugung erfolgte über eine zentrale Heizzentrale im Nachbargebäude. Diese wurde im Zuge von Umbauarbeiten demontiert und durch einen mobilen Gasheizkessel ersetzt. Die Unterstationen der Gebäude enthalten Wärmetauscher für Heizung und Brauchwarmwasser sowie Heizverteilergruppen. In beiden Gebäudeteilen (Haus C und D) sind zudem Expansionsanlagen installiert, wovon eine kürzlich erneuert wurde. Die Wärmeabgabe erfolgt über Heizkörper mit Thermostatventilen.

D06 Kältetechnische Anlage

Auf dem Dach befindet sich eine reversible Kaltwasser-/Wärmepumpenanlage zur Kälteerzeugung. Die Anlage ist in die Gebäudeleittechnik (GLT) eingebunden. Die Kälteanlage umfasst Plattenwärmetauscher, Hauptpumpen, einen Energiespeicher sowie mehrere Kältegruppen und Sicherheitseinrichtungen. In mehreren Büroräumen sind Umluftkühlgeräte (ULK) in die abgehängte Decke integriert. Je nach Bereich sind unterschiedliche Baujahre vertreten. Teilweise sind Nachrüstanschlüsse vorhanden.

D07 Lufttechnische Anlage

Jede Gebäude verfügt über eine separate zentrale Zu- und Abluftanlage in der Dachzentrale. Diese besteht jeweils aus einem Zuluft- und einem Abluftmonoblock mit einem Kreislaufverbundsystem zur Wärmerückgewinnung. Eine der Anlagen (Haus C) wurde im Jahr 2014 erneuert, während die andere entspricht einem älteren Ausbaustandard.

D08/D09 Wasser- und Abwassertechnische Anlage

In den Sanitärzentralen sind jeweils zwei Brauchwarmwasserspeicher installiert, deren Inhalte und exakte Baujahre nicht dokumentiert sind. Die Kaltwasserversorgung erfolgt pro Gebäudeteil über eine Wasserzuleitung mit Sanitärverteilern und Armaturen. In den Sanitärbereichen sind Standardapparate wie Lavabos, WC-Anlagen und Spiegelverbauten vorhanden.

Weiter- und Wiederverwendungspotenzial und Beurteilung Lebensdauer

In der Tabelle 11 wurde die Bewertung der untersuchten Komponenten gemäss den definierten Kriterien zusammengefasst.



Die Einstufung erfolgt getrennt nach Weiterverwendungspotenzial am bestehenden Standort (W0–W3, vgl. Tabelle 7), Wiederverwendungspotenzial an einem anderen Standort (R0–R3, vgl. Tabelle 8) und Restlebensdauer (L0–L3, vgl. Tabelle 9).

Eine detaillierte Komponentenbeschreibung befindet sich in Anhang 11.2.1.

Tabelle 11: Übersicht des Weiterverwendungs- und Wiederverwendungspotenzials sowie der Restlebensdauer. Verwendete Abkürzungen: W= Weiterverwendung, R = Wiederverwendung, L = Restlebensdauer, k. A. = keine Angaben.

	Element	Baujahr	W	R	L	Bemerkung
D01	Elektroanlage alt	1988	W0	R0	L0	
	Elektroanlage neu	2004	W3	R3	L2	
D05	Gasheizkessel	k. A.	W0	R3	L3	Kessel ist gemietet.
	Unterstation Heizung	2005	W0	R1*	L0	Die Weiterverwendung entfällt infolge der Stilllegung der nachbaren Wärmeerzeugung. * Einzelne Teile sind wiederverwendbar.
	Wärmetauscher BWW	k. A.	W0	R0	L0	
	Expansionsanlage alt	1990	W0	R0	L0	
	Expansionsanlage neu	2023	W3	R3	L3	
	Wärmeverteiler	2005	W0	R1	L0	Inkl. Armaturen, Pumpen, und Ventilen.
	Heizkörper	k. A.	W2	R2	L1	Dichtheitsprüfung erforderlich.
D06	Kälteerzeugung	2016	W3	R3	L2	
	Kälteverteilung	2016	W3	R3	L2	Inkl. Armaturen, Pumpen und Speicher.
	Kälteabgabe	1990–2016	W2	R1	L1	Die Geräte müssen einzeln geprüft werden (unterschiedliche Baujahren).
D07	Lüftungsanlage alt	1988	W0	R0	L0	
	Lüftungsanlage neu	2015	W3	R3	L2	
D08	Brauchwarmwasserspeicher	k. A.	W0	R0	L0	Chance zur Wiederverwendung zu klein, als das sich eine Inspektion rechtfertigt.
	Sanitärverteiler	k. A.	W0	R0	L0	Inkl. Armaturen, Pumpen, und Ventilen.
	Armaturen / Apparate	k. A.	W1	R1	L1	

In diesem Fallbeispiel wird das Gewerke D06 kältetechnische Anlage vertieft untersucht.



3.2.6. Fallbeispiel 2: Schulhaus Bungertwies, Zürich

Das im Jahr 1973 erbaute Schulhaus Bungertwies (Abbildung 3) soll ab 2031 saniert werden. Die Gesamtüberbauung umfasst ein Schulhaus mit 12 Klassenzimmern, ein Kleinhallenbad, eine Turnhalle sowie einen Kindergarten. Insgesamt stehen 132 Schul- und 44 Kindergartenplätze zur Verfügung.

Im Jahr 1994 wurde das Flachdach saniert. Die Gebäudehülle wurde im Jahr 2008 instandgesetzt. Zudem erfolgten im Jahr 2023 kleinere Instandhaltungsarbeiten im Bereich Sanitär und Elektro. Das Objekt wird nach der geplanten Sanierung weiterhin als Schulhaus genutzt.



Abbildung 3: Schulhaus Bungertwies an der Hofstrasse in Zürich.

Die Stadt Zürich führte im Jahr 2022 eine Objektbewertung durch. In Tabelle 12 ist die Bewertung der gebäudetechnischen Anlagen zusammengefasst. Der bauliche Zustand der Wärmeerzeugung und -verteilung wurde als leicht schadhaft eingestuft. Die Sanitär- sowie Elektroanlage wurden zwischen leicht und mittel schadhaft bewertet. Die übrige Technik (wie die Lüftungsanlage der Küche) der Lüftungstechnischen Anlagen wurde als stark schadhaft beurteilt.

Tabelle 12: Übersicht des baulichen Zustands der gebäudetechnischen Anlagen des Schulhauses Bungertwies.

Gebäudetechnik	Zustand	Komponenten
Wärmeerzeugung	leicht schadhaft	Heizverbindungsleitung zu Hallenbad Bungertwies
Wärmeverteilung	leicht schadhaft	Radiatoren
Sanitär	leicht bis mittel schadhaft	WC, Lavabo, Duschen, Feuerlöschposten (FLP)
Elektro	leicht bis mittel schadhaft	Licht, Kraft, Schwach, Elektronische Datenverarbeitung (EDV)
übrige Technik	stark schadhaft	Lüftung UG (Hallenbad), Abluftanlage Küche



Anlagebeschrieb

D01 Elektroanlage

Die Hauptverteilung befindet sich im Untergeschoss (UG) und umfasst mehrere Schaltfelder aus älteren Installationsphasen (ca. 1980–1995). Auch die Unterverteiler in den oberen Geschossen stammen aus einem früheren Installationszeitpunkt und sind mit Schmelzsicherungen sowie Leitungsschutzschaltern ausgerüstet. Aufgrund des Baualters kann ein potenzielles Schadstoffrisiko (z. B. Asbest in Isolierteilen) nicht ausgeschlossen werden. Insgesamt entspricht die Anlage nur teilweise den heutigen normativen und betrieblichen Anforderungen.

D05 Wärmetechnische Anlage

Die zentrale Wärmeerzeugung erfolgt über einen neuen Gasheizkessel (Baujahr 2023), welcher das Schulhaus, die Turnhalle, das Hallenbad sowie den Kindergarten versorgt. Im Untergeschoss des Schulgebäudes ist ein Unterverteiler mit zwei Heizgruppen installiert. Die Wärmeabgabe erfolgt über Radiatoren mit Thermostatventilen.

D06 Kältetechnische Anlage

Das Schulhaus verfügt über keine maschinelle Kühlung.

D07 Lufttechnische Anlage

Die Belüftung der Räume erfolgt überwiegend natürlich über Fensterlüftung. Im Obergeschoss besteht die Möglichkeit zur zusätzlichen Lüftung über Dachklappen. Lediglich die Küche ist mit einer mechanischen Zu- und Abluftanlage (Baujahr ca. 1990) ausgestattet, bestehend aus zwei unabhängigen Deckenventilatoren.

D08/D09 Wasser- und Abwassertechnische Anlage

Im UG befindet sich ein elektrischer Brauchwarmwasserspeicher (ca. 2012) zur lokalen Warmwasserversorgung. Die Kaltwasserverteilung erfolgt über ältere Stahlleitungen mit Sanitärverteiltern und Armaturen. In den Sanitärräumen sind einfache Apparate wie Lavabos sowie WC-Anlagen mit externem Spülkasten installiert. Sämtliche Schulzimmer verfügen über eine Kaltwasserversorgung; teilweise sind zusätzlich dezentrale elektrische Durchlauferhitzer vorhanden.

Weiter- und Wiederverwendungspotenzial und Beurteilung Lebensdauer

In der Tabelle 13 wird die Bewertung der untersuchten Komponenten gemäss den oben erwähnten Kriterien zusammengefasst.

Die Einstufung erfolgt getrennt nach Weiterverwendungspotenzial am bestehenden Standort (W0–W3, vgl. Tabelle 7), Wiederverwendungspotenzial an einem anderen Standort (R0–R3, vgl. Tabelle 8) und Restlebensdauer (L0–L3, vgl. Tabelle 9).

Eine detaillierte Beschreibung der einzelnen Komponenten ist in Anhang 11.2.2 aufgeführt.



Tabelle 13: Übersicht des Weiterverwendungs- und Wiederverwendungspotenzials sowie der Restlebensdauer, Fallbeispiel 2. Verwendete Abkürzungen: W= Weiterverwendung, R = Wiederverwendung, L = Restlebensdauer, k. A. = keine Angaben.

	Element	Bau-jahr	W	R	L	Bemerkung
D01	Elektro-Hauptverteilung	1980–1995	W0	R0	L0	
	Elektro-Unterverteilung	1980–1995	W0	R0	L0	
D05	Gasheizkessel	2023	W3	R3	L3	
	Unterstation Heizung	2023	W3	R3	L3	
	Heizkörper	k. A.	W2	R1	L1	Dichtheitsprüfung erforderlich.
D07	Natürliche Lüftung	k. A.	W0	R0	L0	
	Mechanische Lüftung	1990	W0	R0	L0	
D08	Elektrischer Brauchwarmwasserspeicher	2012	W0	R0	L0	
	Sanitärverteiler	k. A.	W0	R0	L0	Inkl. Armaturen, Pumpen, und Ventilen.
	Armaturen / Apparate	k. A.	W1	R1	L1	

In diesem Fallbeispiel wird das Gewerke D05 Wärmetechnische Anlage weiter untersucht.

3.2.7. Fallbeispiel 3: Verwaltungsgebäude Fellerstrasse, Bern

Das von Otto Lutzstorf 1963 erstellte Gebäude (Abbildung 4) ging 2001 in den Besitz des Bundes über. Wenige Jahre später wurde, auch aufgrund von Nutzungsänderungen in den benachbarten Gebäuden, eine umfassende Sanierung notwendig. Das verantwortliche Architekturbüro Rolf Mühlethaler, Bern, führte die Erneuerung in den Jahren 2007–2009 durch. Die Hauptmassnahmen umfassten eine vollständige Erneuerung der Fassade und der Fenster. Dabei wurde die Nordseite geöffnet, sodass die Fensterbänder das Gebäude nun auf drei Seiten umfassen. Aufgrund asbesthaltiger Spritzisolation an den Stahlstützen der Fassade sowie nicht mehr zeitgemässer Innenausbau- und Haustechnikkomponenten war ein Rückbau bis auf die Tragstruktur erforderlich. Im Zuge der Erneuerung wurde das Gebäude zudem auf den Minergie-Standard gebracht.

Das Gebäude bietet heute Arbeitsplätze für rund 290 Mitarbeitende. Der Innenausbau besteht aus weissen Leichtbauwänden aus Metall mit integrierten Schrankmodulen, welche die Räume zonieren. Gelochte Deckenplatten sowie neue Bodenbeläge (Teppich in den Büros und anthrazitfarbene Steinplatten in den Erschliessungsbereichen) strukturieren die Innenräume. Die gemeinsam genutzten Bereiche befinden sich im Erdgeschoss und in den beiden Untergeschossen: Ein Caféraum im Erdgeschoss ersetzt den früheren Pausenraum im siebten Obergeschoss; im ersten Untergeschoss stehen Besprechungs- und Schulungsräume zur Verfügung; das zweite Untergeschoss beherbergt Technikräume, Archive und Lagerräume.

Derzeit ist das Gebäude unterbelegt. Durch die verstärkte Nutzung von Homeoffice seit der COVID-19-Pandemie ist die Belegung deutlich gesunken. 2023 wurde ein Vorprojekt für einen Nutzerwechsel erarbeitet, und die Liegenschaft soll mit Massnahmen an der Grundrissstruktur für eine Neuebelegung vorbereitet werden. Gemäss Zustandsanalyse sind zudem dringliche Unterhaltsmassnahmen umzusetzen.



Haustechnische Massnahmen sollen gezielt und nach Low-Tech-Prinzipien eingesetzt werden, um Büroarbeitsplätze mit einer hohen räumlichen und klimatischen Qualität zu schaffen.

Ein Bauprojekt für die Sanierung und Umgestaltung liegt vor. Der Bezug des Gebäudes ist Ende 2030 vorgesehen.



Abbildung 4: Verwaltungsgebäude in der Fellerstrasse in Bern.

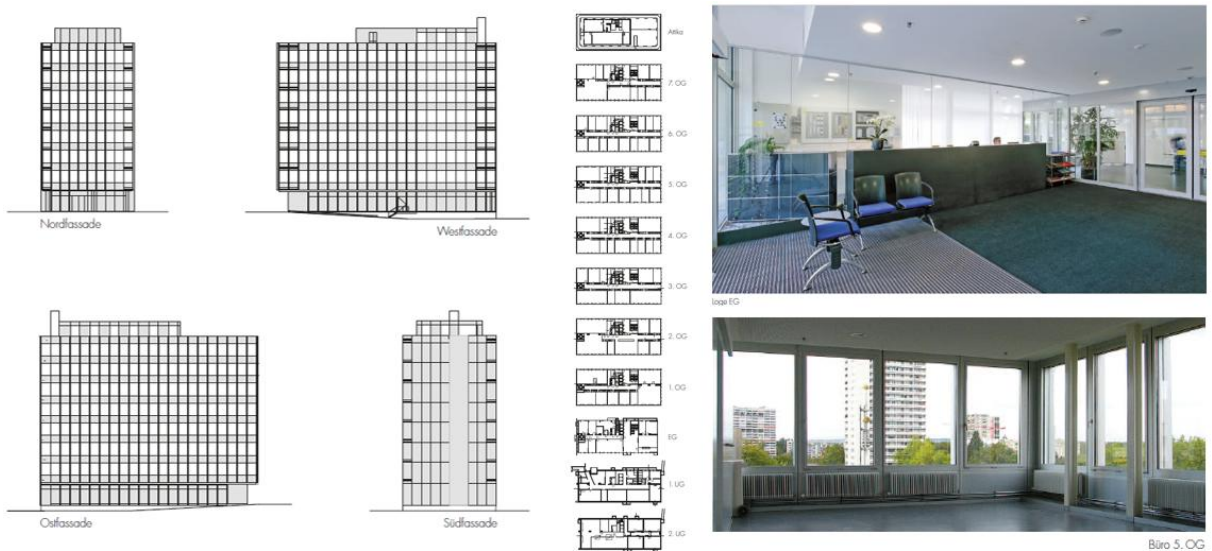


Abbildung 5: Schnitte, Geschossigkeit und Innenansicht.



Anlagebescrieb

D01 Elektroanlage

Die Haupt-Elektroverteilung befindet sich im Untergeschoss und wird über eine 600-A-Zuleitung versorgt. Die Verteilungen stammen aus dem Baujahr 2009 und umfassen mehrere Schaltfelder mit Mess-, Schutz- und Überwachungsgeräten. Kabeltrassen, Bodenkanäle und Zuleitungen sind in gutem Zustand. Ein Fundamenterder ist vorhanden. Für die neuen HLK-Anlagen wird ein separater MSRL-Schalt-schrank erstellt.

D05 Wärmetechnische Anlage

Die Wärmeerzeugung erfolgt über einen Fernwärmeanschluss vom Nachbargebäude (Fellerstrasse 15a). Die Übergabe erfolgt im 2. Untergeschoss über einen Plattenwärmetauscher, der 2021 revidiert wurde. Die Wärmeverteilung umfasst zwei Heizkörpergruppen (Ost/West) sowie eine Lüftungsgruppe. Die Heizkörper sind im Tichelmannsystem erschlossen; die Steigleitungen sind gedämmt, die Anschlussleitungen jedoch sichtbar und ungedämmt.

D06 Kältetechnische Anlage

Die Kälteversorgung erfolgt zentral über den Fernkälteanschluss des Nachbargebäudes. Die Übergabe ins Gebäude erfolgt über einen separaten Plattenwärmetauscher im 2. Untergeschoss. Die statische Kühlung (Kühldecken) ist grösstenteils ausser Betrieb; lediglich die Kühldecke im Sitzungszimmer Erdgeschoss wird noch betrieben. Technische Räume (z. B. Serverräume) werden über eine separate Kältegruppe versorgt.

D07 Lufttechnische Anlage

Die Lüftungsanlage befindet sich im 2. Untergeschoss und besteht aus einem Zu- und einem Abluftmonoblock mit Kreislaufverbundsystem (KVS). Die Aussenluft wird über die Südfassade angesaugt, die Fortluft wird über das Dach abgeführt. Die Luftverteilung erfolgt über bestehende Kanalstränge; Auslässe und Kanäle bleiben weitgehend bestehen, werden jedoch an das neue Raumlayout angepasst.

D08/D09 Wasser- und Abwassertechnische Anlage

Die Brauchwarmwasserbereitung erfolgt über einen zentralen Warmwasserspeicher (Baujahr 2007) mit Vorwärmung über die Heizung und einem elektrischen Heizeinsatz zur Endtemperatur. Die sanitären Apparate (Lavabos, WC-Anlagen, Armaturen) entsprechen einem älteren Ausbaustandard und weisen sichtbare Gebrauchsspuren auf.

Weiter- und Wiederverwendungspotenzial und Beurteilung Lebensdauer

In der Tabelle 14Tabelle 13 wird die Bewertung der untersuchten Komponenten gemäss den oben erwähnten Kriterien zusammengefasst.

Die Einstufung erfolgt getrennt nach Weiterverwendungspotenzial am bestehenden Standort (W0–W3, vgl. Tabelle 7), Wiederverwendungspotenzial an einem anderen Standort (R0–R3, vgl. Tabelle 8) und Restlebensdauer (L0–L3, vgl. Tabelle 9).

Eine detaillierte Komponentenbeschreibung befindet sich in Anhang 11.2.3.



Tabelle 14: Übersicht des Weiterverwendungs- und Wiederverwendungspotenzials sowie der Restlebensdauer, Fallbeispiel 3. Verwendete Abkürzungen: W= Weiterverwendung, R = Wiederverwendung, L = Restlebensdauer, k. A. = keine Angaben.

	Komponente	Bau-jahr	W	R	L	Bemerkung
D01	Elektroanlage	2009	W3	R1	L2	
D05	Übergabestation Fernwärme	2007	W3*	R2	L1	* Jedoch nicht mehr kompatibel mit dem neuen Konzept.
	Wärmeverteiler	2007	W1*	R1	L1	Inkl. Armaturen, Pumpen, und Ventilen. * Jedoch nicht mehr kompatibel mit dem neuen Konzept.
	Expansionsanlage Heizung	2014	W3	R2	L2	
	Heizkörper	2007	W3*	R2	L2	* Wegen neuem Konzept mehr Heizfläche nötig.
D06	Übergabestation Fernkälte	2007	W3*	R2	L1	* Jedoch nicht mehr kompatibel mit dem neuen Konzept.
	Kälteverteiler	2016	W3*	R2	L1	* Jedoch nicht mehr kompatibel mit dem neuen Konzept (neuen Grundwasser-Kältenetzes).
	Expansionsanlage Kälte	2013	W3	R2	L2	
D07	Lüftungsanlage	2007	W1	R1	L1	
	Luftauslässe	k. A.	W2	R2	L2	
D08	Brauchwarmwasserspeicher	2007	W0	R0	L0	Aufgrund des neuen Wärmeerzeugungskonzepts.
	Sanitärverteiler	2008	W1	R1	L0	Inkl. Armaturen, Pumpen, und Ventilen.
	Armatur, Apparat	2008	W3	R1	L2	

In diesem Fallbeispiel werden die Gewerke D01 Elektroanlage, D07 lufttechnische Anlage sowie D08/D09 wasser- und abwassertechnische Anlage weiter untersucht.



4 Methodik

4.1. Zielsetzung

Die vorliegende Methodik legt die Rahmenbedingungen für die quantitative Bewertung der Einsparpotenziale an grauer Energie und grauen Treibhausgasemissionen verschiedener Erneuerungsstrategien der Gebäudetechnik mittels Ökobilanzierung fest und definiert zugleich den Ansatz zur Bewertung der Weiter- und Wiederverwendung von Gebäudetechnikkomponenten.

Ein zentraler Fokus liegt auf der Vergleichbarkeit der untersuchten Erneuerungsstrategien, insbesondere zwischen einer Referenzerneuerung (Business as usual) und unterschiedlichen Erneuerungsszenarien mit variierenden Interventionsgraden.

4.2. Grundlagen für die Ökobilanzierung

Die Ökobilanzierung stützt sich auf die in der SIA MB 2032 (SIA, 2020) festgelegten Regeln zur Bilanzierung der grauen Emissionen der Erstellungsphase. Aspekte der Wiederverwendung sowie der Nutzungsphase werden ergänzend anhand der SIA 390/1 (SIA, 2025) abgedeckt.

4.2.1. Hintergrunddaten

Zur Ökobilanzierung werden primär die Kennwerte der KBOB-Liste (KBOB / ecobau / IPB, 2025) verwendet. Aufgrund der begrenzten Granularität und Anzahl der Datensätze werden, soweit wie nötig, zusätzlich Sachbilanzen durchgeführt. Dafür kommen ergänzend die Hintergrunddaten aus dem UVEK-Ökobilanzdatenbestand DQRv2:2022 (KBOB / ecobau / IPB, 2022) zum Einsatz. Diese Datensätze basieren entweder auf ecoinvent v2.2 oder wurden im Rahmen öffentlich geförderter Projekte entwickelt und erfüllen die ecoinvent-Qualitätsrichtlinien (Frischknecht et al., 2007).

Die neuen, projektspezifisch zu erstellenden Datensätze werden nach den «Regeln für die Ökobilanzierung von Baustoffen und Bauprodukten in der Schweiz», Version 7.1, ausgearbeitet.

Für die Energieträger erfolgt die Bewertung anhand der Emissionsfaktoren des «CH-Verbrauchermixes» für die bezogene Elektrizität sowie des «Durchschnitts Netze CH» für die Fernwärme.

4.2.2. Funktionelle Einheit

Die funktionelle Einheit wird in Abhängigkeit des jeweiligen Fallbeispiels definiert und entspricht entweder einer vollständigen Anlage auf Ebene der Elementgruppe (z. B. D 05 Wärmetechnische Anlagen) oder einem spezifischen Element wie dem Wärmeerzeuger. Zur Gewährleistung der Vergleichbarkeit müssen alle Szenarien, innerhalb derselben Elementgruppe bzw. desselben Elements eines Fallbeispiels, die gleichen funktionalen und/oder technischen Anforderungen (z. B. thermische Leistungsanforderungen) erfüllen.

Die funktionelle Einheit wird für jede Anlage bzw. jeden Anlagenteil definiert und umfasst:

- die wesentlichen Elemente der betreffenden Anlage bzw. Gebäudetechnikkomponente,
- die Bezugsgrösse, auf welche sich die Ökobilanz bezieht (bei Anlagen oder Anlagenteilen auf das gesamte Gebäude, angegeben in m^2_{EBF} ; bei Einzelkomponenten pro Stück),
- einen festgelegten Betrachtungszeitraum,
- die quantifizierten wesentlichen Eigenschaften der funktionsgerechten Anwendung sowie die quantifizierten Qualitätsmerkmale oder Mindestleistungen.



4.2.3. Betrachtungszeitraum

Die Lebensdauer gebäudetechnischer Systeme und ihrer Komponenten weist, wie in Kapitel 3.1.3 erläutert, eine erhebliche Spannweite auf und liegt in der Regel unter jener der Gebäudestruktur. Folglich wird der Betrachtungszeitraum fallbezogen festgelegt und bleibt üblicherweise deutlich unter den auf Gebäudeebene normativ angesetzten 60 Jahren. Die Erneuerungsrelevanz der jeweiligen Anlage lässt sich dadurch adäquat abbilden.

Sofern es fachlich angezeigt ist, kann die Analyse auf einen Betrachtungszeitraum von über 60 Jahren erweitert werden.

4.2.4. Systemgrenzen

Die Systemgrenzen folgen grundsätzlich den Vorgaben der SIA MB 2032 (SIA, 2020) und umfassen die Lebenszyklusphasen Herstellung und Entsorgung unter Berücksichtigung des Ersatzes (B4) in der Nutzungsphase. Zusätzlich werden die Module B2 (Instandhaltung), B6 (betrieblicher Energieeinsatz) und B7 (betrieblicher Wassereinsatz) berücksichtigt, sofern dadurch zwischen den betrachteten Szenarien wesentliche Unterschiede zu erwarten sind. Tabelle 15 zeigt die relevanten berücksichtigten Lebenszyklusphasen in dieser Studie.

Tabelle 15: Übersicht der berücksichtigten Lebenszyklusphasen in der SIA MB 2032 (SIA, 2020) und in der vorliegenden Studie.

Phasen gemäss SN EN 15804	A1-A3 Herstellung			A4-A5 Bau- phase		B1-B7 Nutzung							C1-C4 Entsorgung			
	Rohstoffbereitstellung A1	Transport A2	Herstellung A3	Transport A4	Bau-/Einbauprozess A5	Nutzung B1	Instandhaltung B2	Reparatur B3	Ersatz B4	Modernisierung B5	betriebl. Energieeinsatz B6	betriebl. Wassereinsatz B7	Rückbau, Abriss C1	Transport C2	Abfallbehandlung C3	Beseitigung C4
SIA MB 2032	x	x	x	(x)	(x)				x				x	x	x	x
LENGTH	x	x	x				x		x		x	(x)	x	x	x	x

Das Modul B2 (Instandhaltung) umfasst alle geplanten technischen sowie die damit verbundenen administrativen Tätigkeiten, die erforderlich sind, um das in ein Gebäude, Bauwerk oder Bauteil eingebaute Produkt während seiner Nutzungsdauer so instand zu halten, dass sowohl seine erforderliche funktionale und technische als auch seine ästhetische Qualität erhalten bleibt. Dazu gehören beispielsweise die jährliche Inspektion eines Öl- (oder Gas-)kessels, Ersatz von Filtern in Wärmetauschern oder Klimaanlage. Festgelegt werden die erforderliche Häufigkeit, die Art und die Qualität der Massnahmen sowie der Ersatz austauschbarer Komponenten. Berücksichtigt werden ausschliesslich die Herstellung der für die Instandhaltung benötigten Ersatz- oder Verbrauchskomponenten sowie die Entsorgungsprozesse aller dabei anfallenden Abfälle.

Das Modul B4 (Ersatz) umfasst alle geplanten technischen und administrativen Tätigkeiten, die notwendig sind, um durch den Austausch oder die Erneuerung eines Bauteils ein Bauprodukt während seiner Nutzungsdauer in den Zustand zurückzusetzen, in dem sowohl seine erforderliche funktionale und technische als auch seine ästhetische Qualität wieder hergestellt ist. Berücksichtigt werden



ausschliesslich die Herstellung der auszutauschenden Komponenten sowie die Entsorgungsprozesse der dabei anfallenden Abfälle.

Im Modul B6 (betrieblicher Energieeinsatz der technischen Gebäudeausrüstung) wird ausschliesslich die Energie berücksichtigt, die durch die jeweils untersuchte gebäudetechnische Anlage verbraucht wird. Die Berechnung des Verbrauchs erfolgt auf jährlicher Basis gemäss den einschlägigen Normen. Falls erforderlich, kann eine stündliche Bilanzierung ergänzend durchgeführt werden wie in der Studie „Netto-Null Treibhausgasemissionen im Gebäudebereich« (Jakob and Stettler, 2024) vorgeschlagen wird.

Für wiederverwendete Komponenten wird der methodische Ansatz der SIA 390/1 (SIA, 2025) angewendet. In der Bilanzierung der Herstellungsphase von wiederverwendeten Bauteilen werden sämtliche Aufwendungen für die Demontage, den Transport (angenommener Standardwert: 50 km bis zur Baustelle), die Aufbereitung, die Ergänzung sowie die spätere Entsorgung des Bauteils (falls diese innerhalb des Betrachtungszeitraum eingeplant ist) berücksichtigt.

4.2.5. Auswertung

Die Auswertungen der Sachbilanzen umfassen die gemäss den „Regeln für die Ökobilanzierung von Baustoffen und Bauprodukten in der Schweiz“ (KBOB et al., 2024) relevanten Umweltindikatoren: Primärenergie erneuerbar (PEe), Primärenergie nicht erneuerbar (PEne), Primärenergie gesamt (PE) gemäss (Frischknecht et al., 2015); Treibhausgasemissionen gemäss IPCC (IPCC, 2013) sowie Umweltbelastungspunkte (UBP) gemäss der Methode der ökologischen Knappheit 2021(BAFU (Hrsg.), 2021).

Die Ergebnisdarstellung erfolgt jedoch primär in Bezug auf graue Treibhausgasemissionen (Erstellungs-, Nutzungs- und Entsorgungsphase), graue Energie (Erstellungs-, Nutzungs- und Entsorgungsphase) und Betriebsenergie (Primärenergie).

4.3. Bilanzierungsansatz

Die Bilanzierungsansatz in dieser Studie orientiert sich an der WLC_{NN}-Methodik (Jakob and Stettler, 2024), insbesondere am Prinzip der Emissionsrealität, das eine zeitnahe Zuordnung der Emissionen zu ihrem tatsächlichen Entstehungszeitpunkt fordert. Die Grundlage dazu bildet ein zeitbezogener Kumulierungsansatz, bei dem sämtliche Emissionen konsequent zum Zeitpunkt ihres Auftretens verbucht werden: Herstellung- und Bauemissionen im Zeitpunkt der Erneuerung, Emissionen aus Instandsetzungen und Ersatze zu den jeweiligen Ersatzzeitpunkten sowie Betriebsemissionen fortlaufend während des gesamten Betrachtungszeitraums. Der Kumulierungsansatz gewährleistet sowohl die Transparenz als auch die Vergleichbarkeit zwischen den Erneuerungsoptionen.

Abbildung 6 zeigt eine exemplarische Darstellung des beschriebenen Bilanzierungsansatzes.

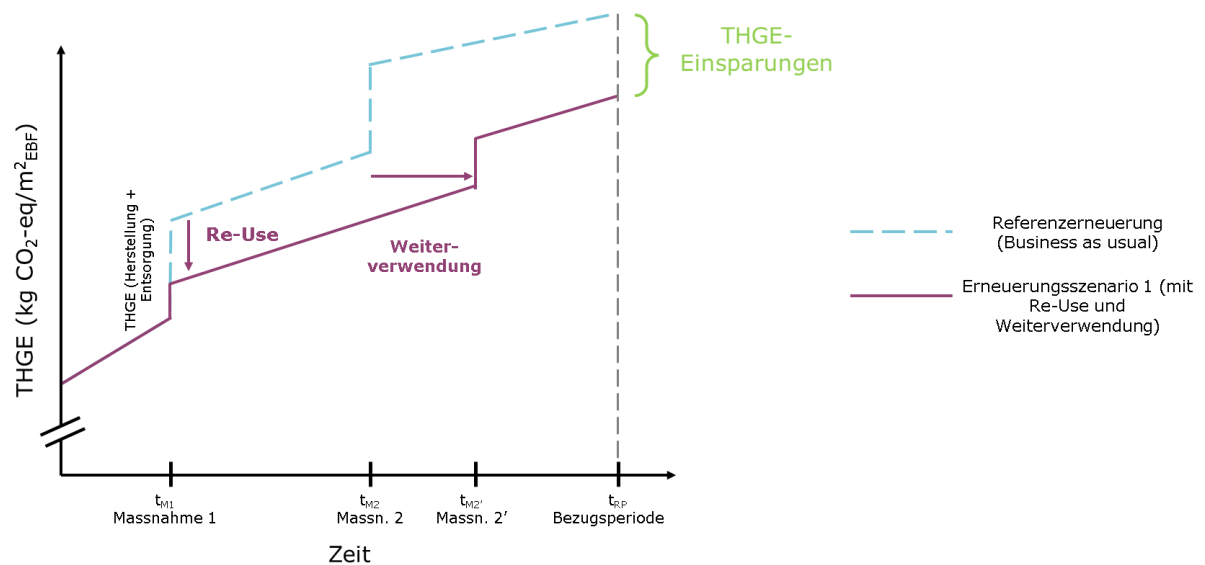


Abbildung 6: Exemplarische Darstellung der THGE eines bestehenden Gebäudes gemäss Kumulierungsprinzip ($\text{kgCO}_2\text{-eq/m}^2_{\text{EBF}}$).

Bei einem Anlage- bzw. Komponentenersatz umfasst die Bilanzierung sowohl die Emissionen aus der Entsorgung der ausgebauten Anlage bzw. Komponente als auch jene aus der Herstellung des Ersatzbauteils bzw. der Ersatzbauteile. Der Ansatz der Emissionsrealität ermöglicht damit eine nahezu vollständige Erfassung aller relevanten Emissionen innerhalb eines beliebig definierten Betrachtungszeitraums. Er minimiert emissionsseitige Überhänge über den Betrachtungshorizont hinaus, bildet die zeitliche Wirkungskette realitätsgerecht ab und verhindert die systematische Verschiebung wesentlicher Emissionsanteile in die Zeit nach 2050, ein Effekt, der beim Abschreibungsprinzip typischerweise auftritt.

4.4. Definition der Referenzerneuerung und der Erneuerungsszenarien

Die Definition der zu untersuchenden Szenarien erfolgt nach der detaillierten Bestandsaufnahme der Gebäudetechnik und der Bewertung des Zustands der einzelnen Komponenten. Es wird davon ausgegangen, dass die Nutzung und die räumliche Struktur der Gebäude weitgehend beibehalten werden (eine Ausnahme bildet das Fallbeispiel 3, in welchem räumliche Anpassungen vorgesehen sind). Die Szenarien sollen realitätsnah sein und wahrscheinliche Optionen repräsentieren.

Zunächst wird ein Referenzszenario definiert, bei dem folgende Aspekte berücksichtigt werden:

- Konventionelle Basisvariante: Die Erneuerung erfolgt nach dem Stand der Technik. Die Eigenschaften der neuen Komponenten werden anhand normativer Standardwerte festgelegt, beispielsweise die Standardwerte für Nutzungsgrade oder Jahresarbeitszahlen gemäss SIA 390/1 (SIA, 2025) oder anderen einschlägigen Dokumenten.
- Vollständige Erneuerung: Die gesamte Anlage bzw. die betreffende Komponente wird vollständig ersetzt.
- Keine Berücksichtigung von Re-Use- bzw. Lebensdauerverlängerungsoptionen, d.h. Potenziale der Weiter- bzw. Wiederverwendung werden im Referenzszenario nicht berücksichtigt.



Vergleichshalber werden Erneuerungsszenarien mit unterschiedlichen Interventionsgraden definiert, welche Optionen zur Lebensdauerverlängerung berücksichtigen. Solche umfassen:

- Minimale Intervention: Ersatz lediglich der zwingend zu erneuernden Komponenten, d. h. jener Elemente, deren Ersatz aus technischen, sicherheitsrelevanten oder normativen Gründen unabdingbar ist; Weiterverwendung der übrigen Komponenten.
- Mittlere Intervention: Selektive Erneuerung grösserer Systemteile oder Komponenten unter Berücksichtigung ihres Zustands und ihrer funktionalen Relevanz.
- Weitere Varianten: Einsatz alternativer technischer Ansätze, wie Low-Tech.

Für sämtliche Szenarien werden jeweils die relevanten Massnahmen hinsichtlich Instandhaltung und Ersatz definiert.

Wo die Energieeffizienz eines neuen Systems einen wesentlichen Einfluss auf die Umweltauswirkungen hat, gilt es den Zeitpunkt zu identifizieren, zu dem wenig energieeffiziente Anlagen oder Komponenten durch effizientere ersetzt werden sollten.

Dazu werden innerhalb der Szenarien Untervarianten definiert, in denen die jeweilige Massnahme zu unterschiedlichen Zeitpunkten innerhalb des Betrachtungszeitraums umgesetzt wird. Der Vergleich der kumulierten Emissionen am Ende des Betrachtungszeitraums ermöglicht es, den ökologisch optimalen Ersatzzeitpunkt zu bestimmen.

4.5. Bewertung der Weiter-/Wiederverwendung von Gebäudetechnikkomponenten

Die Quantifizierung der Einsparungen in Bezug auf graue Energie bzw. graue Treibhausgasemissionen und Betriebsenergie erfolgt letztlich mittels Ökobilanzierungen. In einem ersten Schritt werden die Gebäudetechnikkomponenten hinsichtlich ihrer Relevanz und Varianz in Bezug auf die Graue THGE bewertet sowie deren Eignung zur Weiter- bzw. Wiederverwendung klassifiziert. Dies erfolgt qualitativ in fünf Stufen: sehr hoch, hoch, mittel, gering, sehr gering bzw. keine (Eignung).

Die **Relevanz** einer Gebäudetechnikkomponente wird anhand ihrer grauen Treibhausgasemissionen definiert und beschreibt ihre relative Bedeutung innerhalb der gesamten GT-Anlage in Bezug auf ihren Anteil an den systembezogenen Umweltwirkungen. Eine hohe Relevanz liegt vor, wenn eine Komponente einen überdurchschnittlichen Beitrag zu den treibhausgasrelevanten Umweltwirkungen leistet und somit als potenziell bedeutende Komponente für eine Weiter- oder Wiederverwendung betrachtet werden kann.

Die **Varianz** bezeichnet die Spannbreite der Auswirkung auf die Treibhausgasemissionen als Folge der unterschiedlichen Lebensdauer einer Gebäudetechnikkomponente. Sie beschreibt somit, wie gross oder gering das Potenzial der Lebensdauerverlängerung ist, wenn die tatsächliche Nutzungsdauer einer Gebäudetechnikkomponente vom typischen Erwartungswert abweicht.

Die **Eignung** beschreibt das technische und praktische Potenzial einer Gebäudetechnikkomponente für die Weiter- bzw. Wiederverwendung. Dabei ist die Weiterverwendung in der Regel weniger anspruchsvoll als die Wiederverwendung. Voraussetzung für eine Weiterverwendung ist, dass die Komponente einen guten Zustand aufweist, weder sicherheitsrelevante noch normative Gründe einer Weiterverwendung entgegenstehen und ihre Effizienz nicht wesentlich beeinträchtigt ist. Zudem dürfen technologische Weiterentwicklungen keine derart deutlichen Effizienzsteigerungen erwarten lassen, dass eine Weiterverwendung aus gesamtheitlich ökologischer Sicht nicht wünschenswert wäre.

Eine Wiederverwendung setzt voraus, dass die Komponente nach ihrem aktuellen Einsatzzyklus demontiert, aufbereitet und an einem anderen Ort erneut eingesetzt werden kann. Dies beinhaltet u.a. die schadenfreie Demontierbarkeit, die Erhaltung der Funktionsfähigkeit sowie die Normenkonformität. Zu den wichtigen Bewertungskriterien gehören dabei insbesondere der Zustand und die erwartete Restlebensdauer, die Einhaltung von Sicherheits- und Qualitätsanforderungen sowie Aspekte der Modularität,



Zugänglichkeit und Standardisierung. Eine Zusammenfassung der grundlegenden Voraussetzungen findet sich in Kapitel 5.1.1.

Diese qualitative Bewertung ermöglicht es, jene Komponenten zu identifizieren, die für die quantitative Untersuchung in dieser Studie besonders relevant sind. Eine vorläufige Klassifikation der Gebäudetechnikkomponenten ist in Kapitel 11.1 dargestellt.

Auf Basis dieser Betrachtungen werden die geeigneten Ersatz- und Erneuerungsstrategien für die Fallbeispiele abgeleitet. Darüber hinaus werden die vorgeschlagenen Szenarien qualitativ bewertet, die erforderlichen Voraussetzungen für Weiter- bzw. Wiederverwendung identifiziert, die Realisierbarkeit geprüft sowie bestehende Hemmnisse (z. B. Kosten, Vorschriften, technische Einschränkungen) aufgezeigt.

4.6. Unsicherheiten und Sensitivitätsanalyse

Bedeutende Unsicherheiten betreffen die Modellierung der künftigen Entwicklungen von Emissionsfaktoren für die Energieträger (Strom und Fernwärme) sowie für Baumaterialien, ebenso wie die Abschätzung der Restlebensdauer (Funktionsfähigkeit) oder der Anlagennutzungszeit (z.B. voraussichtlicher Zeitpunkt einer Sanierung).

Für die Modellierung der zukünftigen Entwicklung des Schweizer Strommixes empfiehlt das Projekt „Netto-Null Treibhausgasemissionen im Gebäudebereich“ (Jakob and Stettler, 2024), mögliche zukünftige Veränderungen im Strommix und in den Kraftwerkstechnologien einzubeziehen. Entsprechend soll eine zukunftsorientierte Betrachtung der Umweltkennwerte des Stroms vorgenommen werden, indem Werte herangezogen werden, die zwischen der heutigen Situation und dem Jahr 2050 (gegebenenfalls darüber hinaus) gemittelt sind und auf einem mit der Netto-Null-THGE-Zielsetzung kompatiblen Szenario 2050 basieren. Eine Umsetzung dieses Ansatzes erfolgt, sobald die dafür erforderlichen Grundlagen seitens KBOB vorliegen.

Zur Bewertung der Auswirkungen unterschiedlicher zukünftiger Emissionsentwicklungen wird eine Sensitivitätsanalyse durchgeführt. Diese ist insbesondere von Bedeutung, wenn im Rahmen der Erneuerungsmassnahmen Effizienzsteigerungen erwartet werden.



5 Ergebnisse

5.1. Potential für die Weiterverwendung / Re-Use von Gebäudetechnikkomponenten

5.1.1. Voraussetzungen für eine Weiter-/Wiederverwendung

Eine Weiter- oder Wiederverwendung von gebäudetechnischen Komponenten ist nur möglich, wenn gewisse Voraussetzungen erfüllt sind. Diese sind in Tabelle 16 zusammengetragen.

Tabelle 16: Voraussetzungen für eine Weiter-/Wiederverwendung von Gebäudetechnikkomponenten.

Kriterium	Voraussetzungen für eine Weiterverwendung (im selben Gebäude/ Nutzungskonzept)	Voraussetzungen für eine Wiederverwendung (in einem neuen Gebäude/ Kontext)
Technischer Zustand	funktionsfähig	funktionsfähig, geprüfter Zustand; evtl. aufbereitet oder revidiert; Restlebensdauer vorhanden (nachgewiesen oder gut abgeschätzt)
Demontierbarkeit		gut zugänglich und demontierbar, zerstörungsfreier Ausbau möglich
Logistik		transportfähig und gut zu lagern, d.h. kann das Element/Bauteil ohne Schäden rückgebaut, transportiert und gelagert werden (Massnahmen zum Schutz vorsehen)
Kompatibilität		kompatibel mit neuem Nutzen/neuen Systemen (Anschlüsse, Steuerung, Normen)
Hygiene	frei von Verunreinigungen (gereinigt)	hygienisch unbedenklich/aufbereitet
Sicherheitsvorgaben/ Normen	Erhaltungsgrundsatz, sofern keine sicherheitsrelevanten oder technischen Gründe dagegen sprechen	Konformität mit aktuellen Vorschriften erforderlich
Energieeffizienz	Effizienzsteigerung durch ein neues System ist ins Verhältnis zur Einsparung von grauen Emissionen durch eine Weiterverwendung (altes System mit geringerer Effizienz) zu stellen und kritisch zu bewerten	Effizienzsteigerung durch ein neues System ist ins Verhältnis zur Einsparung von grauen Emissionen durch eine Wiederverwendung (altes System mit geringerer Effizienz) zu stellen und kritisch zu bewerten
Wirtschaftlichkeit	vorgegeben (evtl. im Vergleich zur potenziellen Energieeinsparung eines neuen Systems zu bewerten)	Aufwand für Rückbau, Prüfung, Aufbereitung, Transport, Lagerung und Einbau vs. Kosten Neuprodukt
Garantie/Haftung		Gewährleistung / Versicherung vertraglich zu regeln
Umweltauswirkungen	positive Ökobilanz durch vermiedene Neuproduktion	positive Ökobilanz durch vermiedene Neuproduktion; von Vorteil: geringer Aufwand für die Aufbereitung und Ergänzung der Komponenten



5.1.2. Potential zur Weiter-/Wiederverwendung von gebäudetechnischen Komponenten

Um herauszufinden, welche gebäudetechnischen Komponenten ein hohes Potential zur Weiter- oder Wiederverwendung aufweisen, wurden Interviews mit Fachpersonen der HSLU aus verschiedenen Gewerken der Gebäudetechnik (HLKSE) geführt. Die Einschätzungen der Experten sind nachfolgend grafisch und tabellarisch zusammengetragen. Die ausführliche Dokumentation der Interviews befindet sich in Anhang 11.4.

Eine Zusammenfassung der Eignung zur Weiter- bzw. Wiederverwendung der verschiedenen Gruppen und Elemente der Gebäudetechnik nach eBKP (CRB, 2020) ist in Kapitel 11.1 enthalten.

D01 Elektroanlagen (Allgemein)

Abbildung 7 zeigt das Potential zur Weiter- und Wiederverwendung von verschiedenen Komponenten aus dem Bereich Elektroanlagen. Notstromgeneratoren und Trafos werden bereits heute teilweise weiterverwendet. Trassen, Leuchten, Steckdosen und Schalter werden bei Sanierungen häufig ersetzt, obwohl diese Komponenten meist weiter- oder auch wiederverwendet werden könnten. Auch Kabel sind sehr langlebige Elemente und könnten eigentlich gut weiterverwendet werden. Bei Re-Use ist darauf zu achten, dass Farbcodes nicht veraltet sind, zudem ist der Einsatz von halogenhaltigen Kabeln eingeschränkt.

Sicherheitsrelevante Komponenten, sensible Gräte oder solche, die für hochsensible Anlagen und Nutzungen konzipiert wurden, werden meist frühzeitig ersetzt (bspw. Brandmelde-/Einbruch-/Notlichtanlagen, USV-Anlagen oder Kommunikationsanlagen). Das Potential zur Weiter- oder Wiederverwendung ist bei diesen Elementen somit gering.

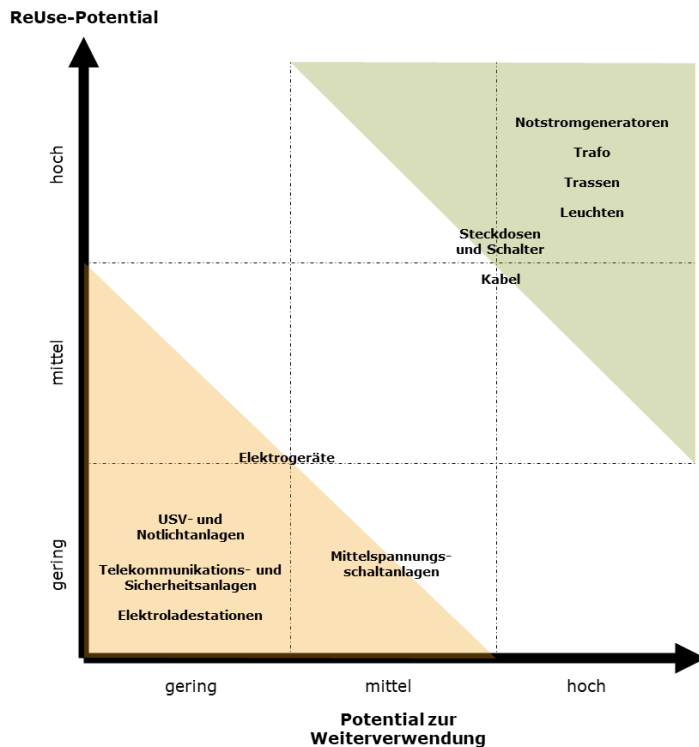


Abbildung 7: Potential zur Weiter- und Wiederverwendung von Komponenten aus dem Bereich Elektroanlagen. Die Grafik wurde auf Basis des Experteninterviews erstellt und gemeinsam mit der Begleitgruppe des Projekts diskutiert.



Tabelle 17: Potential zur Weiter- und Wiederverwendung von Komponenten aus dem Bereich Elektroanlagen, ergänzende Informationen zu Abbildung 7.

Komponenten	Potential zur Weiterverwendung (im selben Gebäude/ Nutzungskonzept)	Potential zur Wiederverwendung (in einem neuen Gebäude/ Kontext)
Notstromgeneratoren	Hoch – langlebig, werden bereits heute teilweise weiterverwendet	Hoch
Trafo	Hoch – langlebig, werden bereits heute teilweise weiterverwendet	Hoch
Trassen	Hoch – langlebig, bestehen aus verzinktem Stahl, werden in grossen Massen in Büro- und Schulgebäuden verbaut	Hoch
Leuchten	Hoch – Leuchten werden häufig vor Ende ihrer technischen Lebensdauer ersetzt (im Rahmen von Sanierungszyklen)	Hoch
Steckdosen und Schalter	Hoch bis mittel – Potential vorhanden, werden jedoch häufig aus ästhetischen Gründen bei Sanierungen ersetzt	Hoch bis mittel
Kabel	Hoch bis mittel – Lebensdauer eines Kabels liegt bei ≥ 50 Jahren; je nach Eingrifftiefe müssen ggf. aber alte Leitungen mit alten Farbcodes ersetzt werden. Bei Kabeln für Kommunikationsanlagen ist die Kompatibilität mit heutigen Anforderungen an die Übertragungsbandbreite zu prüfen. Zudem ist zu prüfen, ob die Verkabelungsstrukturen passen («alte» Verkabelungsstrukturen (Stern) stimmen oft nicht mit den heutigen Verkabelungsstrukturen (Bus) überein)	Hoch bis mittel – alte Leitungen mit alten Farbcodes sind normativ nicht mehr zulässig; Einsatz von halogenhaltigen PVC-Kabeln (früher häufig verbaut) ist in sicherheitskritischen Bereichen stark eingeschränkt (Neubauten seit ca. 2015 zunehmend halogenfrei)
Elektrogeräte	Mittel bis gering – je nach Gerät Lebensdauern von 10 bis 20 Jahren, bei einem langlebigen Gerät ggf. weiterverwendbar	Mittel bis gering – bei einem langlebigen Gerät und einem frühzeitigen Ausbau ggf. wiederverwendbar
Mittelspannungsschaltanlagen	Mittel – SF6 (künftig verboten) kommt in Mittelspannungsschaltanlagen sehr häufig vor. Für bestehende Anlagen wird es wahrscheinlich Bestandsschutz geben, sodass diese ggf. weiterverwendet werden könnten	Gering – ausgebaute Mittelspannungsschaltanlagen mit SF6 können künftig nicht wiederverwendet werden
USV- und Notlichtanlagen	Gering – werden regelmässig ersetzt	Gering
Telekommunikationsanlagen (IT, WLAN)	Gering – Kurze Lebensdauer der Komponenten (ca. 10 Jahre), werden i.d.R. frühzeitig ersetzt	Gering
Sicherheitsanlagen (Einbruch-, Brandmeldeanlagen etc.)	Gering – Sicherheitsanlagen werden regelmässig ersetzt	Gering
Elektroladestationen	Gering – kurze Lebensdauer der Komponenten (ca. 10 Jahre), werden i.d.R. frühzeitig ersetzt	Gering



D01.01 Photovoltaik-Anlagen

Abbildung 8 zeigt das Potential zur Weiter- und Wiederverwendung von verschiedenen Komponenten von PV-Anlagen. Unterkonstruktionen/Montagesysteme sind sehr langlebige Elemente aus robusten Materialien und können gut weiter- und wiederverwendet werden, solange diese mit den Dimensionen der neuen Module kompatibel sind. Auch PV-Module sind technisch langlebig (Lebensdauer von 40–50 Jahren, geringe Degradation), ein Austausch erfolgt meist jedoch aus Effizienzgründen (schneller technologischer Fortschritt).

Bei den übrigen Komponenten ist das Potential zur Weiter- oder Wiederverwendung eher gering.

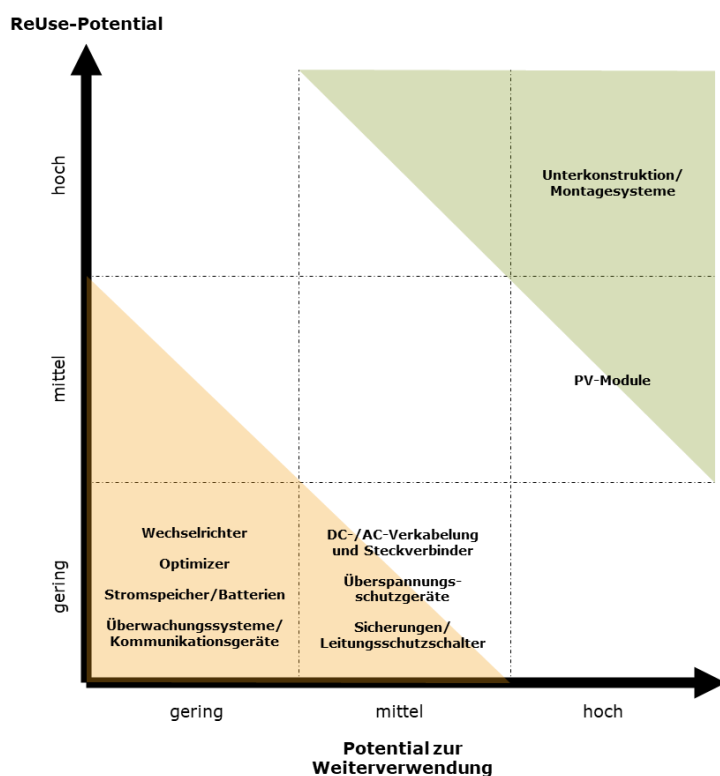


Abbildung 8: Potential zur Weiter- und Wiederverwendung von verschiedenen Komponenten von PV-Anlagen. Die Grafik wurde auf Basis des Experteninterviews erstellt und gemeinsam mit der Begleitgruppe des Projekts diskutiert.



Tabelle 18: Potential zur Weiter- und Wiederverwendung von verschiedenen Komponenten von PV-Anlagen, ergänzende Informationen zu Abbildung 8.

Komponenten	Potential zur Weiterverwendung (im selben Gebäude/ Nutzungskonzept)	Potential zur Wiederverwendung (in einem neuen Gebäude/ Kontext)
Unterkonstruktion/Montagesystem	Hoch – robustes Material (Stahl, Aluminium), sehr langlebig	Hoch – gut wiederverwendbar; Einschränkung: bei neuen Modulen müssen diese auf die bestehende Unterkonstruktion passen
PV-Module	Hoch – technische Lebensdauer von 40–50 Jahren, geringe Degradation; Austausch erfolgt meist wegen Effizienzsteigerung (schneller technologischer Fortschritt), nicht wegen eines Defekts	Mittel – hohe technische Lebensdauer, Re-Use ist jedoch selten wirtschaftlich attraktiv; Module können zudem bei langer Laufzeit optisch alter; die Leistung entspricht meist noch der zu Beginn, was aber im Vergleich zu neuen Modulen eher gering ist
DC-/AC-Verkabelung und Steckverbinder	Mittel – Lebensdauer 15–25 Jahre, aber bei hoher Belastung durch schlechte Montage (durch UV, mechanische Beanspruchung, Korrosion oder Kontaktfehler) auch früher	Gering – selten rückgebaut, rentiert nicht
Überspannungsschutzgeräte	Mittel – wenn nicht belastet, Lebensdauer liegt bei ca. 20-25 Jahren; bei Belastung früher	Gering – selten rückgebaut
Sicherungen/ Leitungsschutzschalter	Mittel – Lebensdauer liegt bei ca. 20-25 Jahren, selten defekt	Gering – selten rückgebaut
Wechselrichter	Gering – müssen ca. 1x pro PV-Lebensdauer gewechselt werden	Gering
Optimizer	Gering – müssen ca. 1x pro PV-Lebensdauer gewechselt werden; Lebensdauer etwas geringer als bei Wechselrichtern	Gering
Stromspeicher/ Batterien	Gering – Lebensdauern zwischen 5-15 Jahren (je nach Typ); haben generell eine gute Effizienz, jedoch Alterung durch Lade-/Entladezyklen und kalendrische begrenzte Einsatzzeit	Gering
Überwachungssysteme/ Kommunikationsgeräte	Gering – geringe Lebensdauer (ca. 5 Jahre), da Ersatz bei neuem Gerät	Gering

D02 Gebäudeautomation

Abbildung 9 zeigt das Potential zur Weiter- und Wiederverwendung von verschiedenen Komponenten der Gebäudeautomation. Generell kann gesagt werden, dass die Komponenten sehr kurzlebig sind - Beim Smart-Home geht man von einer Lebensdauer von 5–10 Jahren aus, bei Zweckbauten spricht man im Durchschnitt von 15 Jahren. Diese Angaben beziehen sich dabei auf die Hardware, Software-Lebenszyklen sind schwer abschätzbar. Die GA hat somit ein sehr geringes Potential zur Weiter- und Wiederverwendung, ausgenommen von Kabeln.

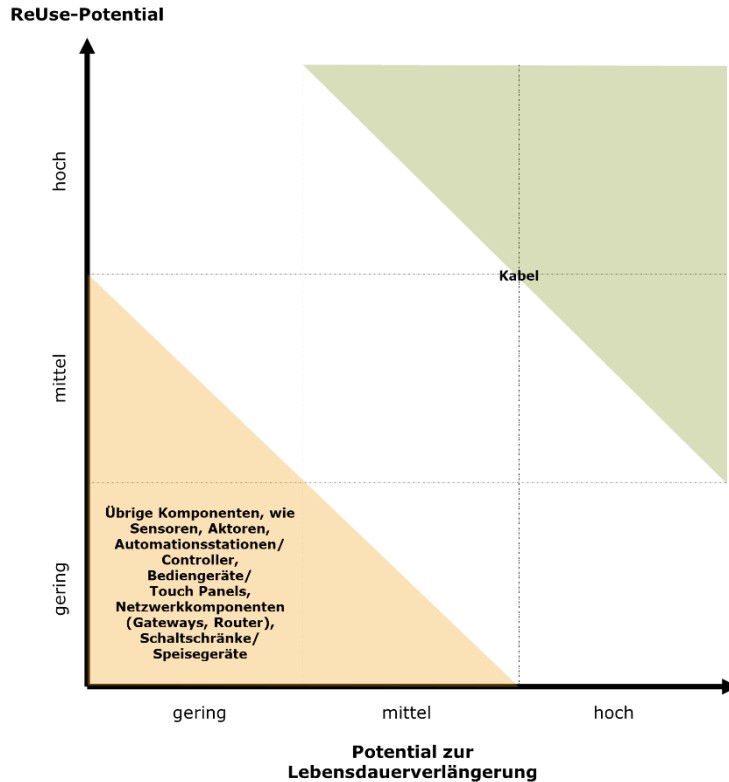


Abbildung 9: Potential zur Weiter- und Wiederverwendung von verschiedenen Komponenten der Gebäudeautomation. Die Grafik wurde auf Basis des Experteninterviews erstellt und gemeinsam mit der Begleitgruppe des Projekts diskutiert.

Tabelle 19: Potential zur Weiter- und Wiederverwendung von Komponenten aus dem Bereich Gebäudeautomation, ergänzende Informationen zu Abbildung 9.

Komponenten	Potential zur Weiterverwendung (im selben Gebäude/ Nutzungskonzept)	Potential zur Wiederverwendung (in einem neuen Gebäude/ Kontext)
Kabel	Hoch bis mittel – langlebige Komponenten, könnten auch bei Sanierungen und Mieterwechsel beibehalten werden – wird jedoch i.d.R. nicht gemacht	Hoch bis mittel – eigentlich gut wiederverwendbar
Übrigen Komponenten, wie bspw. Aktoren, Sensoren, Bediengeräte etc.	Gering – kurzlebige Komponenten, GA muss bei Sanierungen oder Mieterwechsel angepasst werden, da diese kompatibel mit dem neuen System sein muss	Gering



D05 Wärmetechnische Anlagen

Bei Umbauten und Sanierungen ist es so, dass man die Wärmeerzeugung und die Wärmeabgabe eher erneuert und die Verteilung eher belässt. Dies hängt aber sehr stark von den Gegebenheiten und dem Alter der Systeme ab. Das Wärmeabgabesystem wird häufig angepasst, auch wenn dieses noch funktioniert, da die vorhandene Wärmeabgabe noch nicht kühlen kann oder die Heizkörper auf eine Temperaturspreizung von 20 K geplant wurden und bei einem neuen Wärmeerzeuger (geringeres Temperaturniveau) nicht mehr passen. Das Nachrüsten von Heizkörperventilatoren oder eine Spitzenlastdeckung durch die Lüftung sind jedoch Möglichkeiten, um das vorhandene Wärmeabgabesystem ggf. beibehalten zu können.

Re-Use ist meist schwierig, bei einigen Komponenten aber möglich. Wärmespeicher eignen sich gut. Die Wiederverwendung von Wärmeabgabesystemen (Radiatoren, Heiz-/Kühldecken, Klimakonvektoren) ist möglich, wenn diese zu der Leistung und zum Temperaturniveau der Anlage passen. Die übrigen Komponenten sind schwierig: Verteilleitung und Fussbodenheizungen sind i.d.R. eingelegt, bestehende Wärmeerzeuger meist fossil oder ineffizient (bspw. alte Wärmepumpen).

Abbildung 10 zeigt das Potential zur Weiter- und Wiederverwendung von verschiedenen Komponenten wärmetechnischer Anlagen.

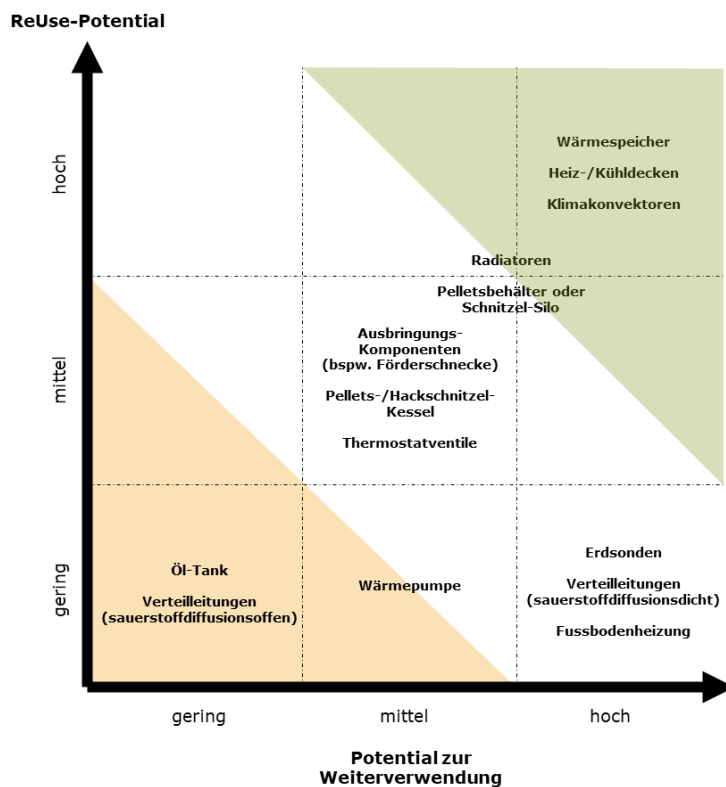


Abbildung 10: Potential zur Weiter- und Wiederverwendung von verschiedenen Komponenten wärmetechnischer Anlagen. Die Grafik wurde auf Basis des Experteninterviews erstellt und gemeinsam mit der Begleitgruppe des Projekts diskutiert.



Tabelle 20: Potential zur Weiter- und Wiederverwendung von Komponenten wärmetechnischer Anlagen, ergänzende Informationen zu Abbildung 10.

Komponenten	Potential zur Weiterverwendung (im selben Gebäude/ Nutzungskonzept)	Potential zur Wiederverwendung (in einem neuen Gebäude/ Kontext)
Wärmespeicher	Hoch – werden bereits heute häufiger weiterverwendet; meist muss nur das Register getauscht werden	Hoch – können auch gut an einem anderen Ort wiederverwendet werden
Heiz-/Kühldecken	Hoch – gut erweiterbar und weiterverwendbar	Hoch – gut erweiterbar und wiederverwendbar
Klimakonvektoren	Hoch – gut erweiterbar/anpassbar; PC-Lüfter haben kürzere Lebensdauer, können aber gut getauscht werden	Hoch – gut erweiterbar und wiederverwendbar, ggf. PC-Lüfter tauschen
Radiatoren	Hoch bis mittel – langlebige Komponenten, aber heutzutage deutlich tieferes Temperaturniveau der Anlage (Kompatibilität); aber hybride Lösungen (Spitzelastdeckung durch die Lüftung) oder das Nachrüsten von Heizkörperventilatoren ist möglich	Hoch bis mittel – werden heute bereits vereinzelt wiederverwendet; bei geringem Temperaturniveau nicht immer kompatibel
Erdsonden	Hoch – i.d.R. hohe Lebensdauern (gemäss SIA 2032 von 40 Jahren, Erfahrungswerte fehlen aber noch); können gut weiterverwendet werden, wenn diese gut funktionieren	Gering – Erdsonden werden ausser Betrieb genommen und verstopft; kein Rückbau
Verteilleitungen (sauerstoffdiffusionsdicht)	Hoch – sind Rohrleitungen sauerstoffdiffusionsdicht, haben diese eine lange Lebensdauer und können i.d.R. weiterverwendet werden	Gering – würden sich eigentlich für eine Wiederverwendung eignen, sind aber meist eingelegt und geschweisst bzw. gepresst (können nicht erneut gepresst werden)
Fussbodenheizung	Hoch – i.d.R. langlebig, wenn Rohre sauerstoffdiffusionsdicht	Gering – in Boden eingelegt, nicht trennbar
Pelletsbehälter oder Schnitzel-Silo	Hoch bis mittel – lange Lebensdauer (Ø 50 Jahre), aber bei Umstieg auf eine andere Wärmeerzeugung nicht mehr kompatibel	Hoch bis mittel
Ausbringungskomponenten (bspw. Förderschnecke)	Mittel – haben kürzere Lebensdauern als die Behälter/Silos; nur weiterverwendbar, wenn Wärmeerzeugung nicht ändert	Mittel – je nach Restlebensdauer, kann die Ausbringungskomponenten zusammen mit dem Behälter/Silo wiederverwendet werden
Pellets-/Hackschnitzel-Kessel	Mittel – Lebensdauern von mind. 20-25 Jahren (gibt auch Kessel, die 40 Jahre alt sind und noch funktionieren)	Mittel – je nachdem, wie alt der Kessel bereits ist, gut wiederverwendbar
Thermostatventile	Mittel – werden i.d.R. alle 20 Jahre ersetzt; je nach Restlebensdauer ggf. weiterverwendbar	Mittel



Komponenten	Potential zur Weiterverwendung (im selben Gebäude/ Nutzungskonzept)	Potential zur Wiederverwendung (in einem neuen Gebäude/ Kontext)
Wärmepumpe	Mittel – Lebensdauer ca. 20 Jahre, häufig auch kürzer (je nach Anzahl Schaltzyklen)	Gering – abhängig von der Lebensdauer wiederverwendbar; aber ältere WP sind meist sehr ineffizient; ggf. kann eine Wiederverwendung heute eingebauter WP in Zukunft Sinn machen (Effizienz wird sich nicht mehr so stark verbessern)
Öl-Tank	Gering – lange Lebensdauer (Ø 50 Jahre), aber bei Wärmeerzeugerersatz nicht mehr kompatibel (Verbot fossiler Brennstoffe)	Gering – keine Kompatibilität mit neuem Wärmeerzeuger; Tank könnte max. in mit einer anderen Funktion genutzt werden
Verteilleitungen (sauerstoffdiffusionsoffen)	Gering – alte Rohre sind häufig sauerstoffdiffusionsoffen, dadurch kommt es zu Verschlämmungen und Korrosion	Gering

D06 Kältetechnische Anlagen

Abbildung 11 zeigt das Potential zur Weiter- und Wiederverwendung von verschiedenen Komponenten kältetechnischer Anlagen. Kühldecken, Klimakonvektoren, Umluftkühlgeräte, Kältemaschinen, Ventile und Armaturen in der Verteilung sind Komponenten, die sich diesbezüglich gut eignen. Bei Teilkomponenten der Kälteerzeugung (Verdichter, Tauscher etc.) gibt es hingegen kaum Potential, wenn dann sollte die gesamte Kälteerzeugung verwendet werden. Teilkomponenten könnten höchstens als Ersatzteile dienen.

Generell kann gesagt werden, dass die technische Lebensdauer einer Kältemaschine bei 30-40 Jahren liegt, diese jedoch meist nach ca. 20 Jahren ersetzt wird. Hauptgrund ist ein Nutzerwechseln. Ein weiterer Aspekt, den es zu beachten gibt, ist das kommende Verbot von Kältemitteln. Dies kann ein Umrüsten von Anlagen erfordern (insbesondere Regelkomponenten und Leitungen im Kältekreis).

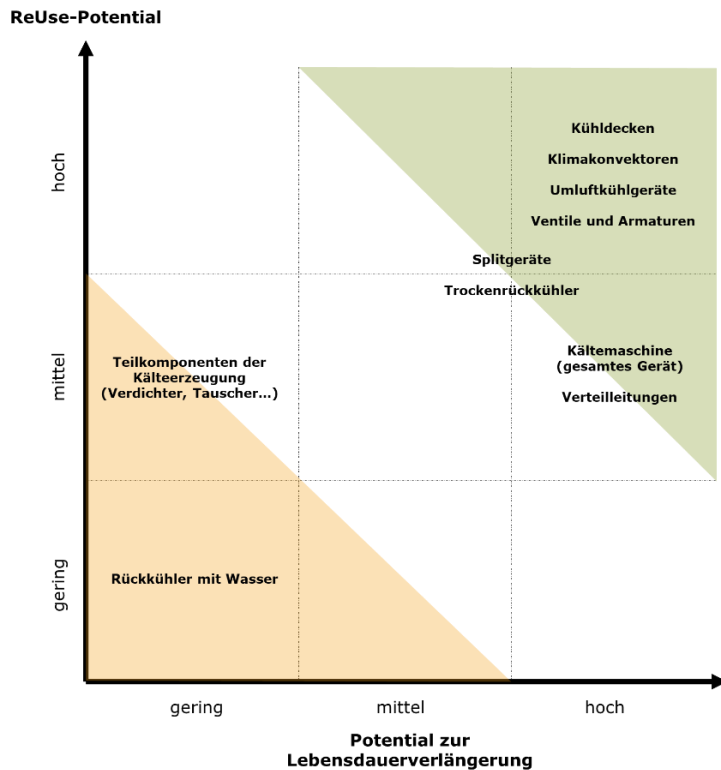


Abbildung 11: Potential zur Weiter- und Wiederverwendung von verschiedenen Komponenten kältetechnischer Anlagen. Die Grafik wurde auf Basis des Experteninterviews erstellt und gemeinsam mit der Begleitgruppe des Projekts diskutiert.

Tabelle 21: Potential zur Weiter- und Wiederverwendung von Komponenten kältetechnischer Anlagen, ergänzende Informationen zu Abbildung 11.

Komponenten	Potential zur Weiterverwendung (im selben Gebäude/ Nutzungskonzept)	Potential zur Wiederverwendung (in einem neuen Gebäude/ Kontext)
Kühldecken	Hoch – bestehen aus Paneelen und können dadurch gut erweitert werden	Hoch – gut wiederverwendbar und erweiterbar
Klimakonvektoren	Hoch – gut erweiterbar; alternativ kann auch die Leitung über die Anpassung der PKW-Temperaturen erfolgen (Anpassung ist jedoch nur beschränkt möglich, da es bei zu tiefen Temperaturen zu Kondenswasserbildung kommen kann)	Hoch – gut wiederverwendbar und erweiterbar/anpassbar
Umluftkühlgeräte	Hoch – gut erweiterbar oder alternativ über die Anpassung der PKW-Systemtemperaturen (analog Klimakonvektoren)	Hoch – gut wiederverwendbar und erweiterbar/anpassbar
Ventile und Armaturen in der Verteilung	Hoch – mechanisch robust; können i.d.R. sehr gut weiterverwendet werden; ggf. müssen die Antriebe getauscht	Hoch – gut wiederverwendbar



Komponenten	Potential zur Weiterverwendung (im selben Gebäude/ Nutzungskonzept)	Potential zur Wiederverwendung (in einem neuen Gebäude/ Kontext)
	werden; Armaturen und Ventile (ohne Antrieb) können technische Lebensdauern von ca. 20-30 Jahren erreichen	
Splitgeräte	Hoch bis mittel – werden aufgrund von Mieterwechsel häufig bereits nach 5–10 Jahren ersetzt; eine Weiterverwendung bei einem frühzeitigen Ausbau wäre jedoch gut möglich (technische Lebensdauer von 10-15 Jahren)	Hoch bis mittel – frühzeitig ausgebaute Geräte könnten gut wiederverwendet werden; insbesondere in zunehmenden Kühlperioden könnten Secondhand-Geräte interessant werden
Trockenrückkühler	Hoch bis mittel – haben eine technische Lebensdauer von 20-30 Jahren und können gut weiterverwendet werden, wenn die erforderliche Rückkühlleistung ausreicht	Hoch bis mittel – können gut wiederverwendet werden, wenn die Rückkühlleistung passt und der Platz vorhanden ist
Kältemaschine (gesamtes Gerät)	Hoch – Lebensdauer technisch bis 40 Jahre möglich; Austausch oft nach ca. 20 Jahren aufgrund eines Nutzerwechsels	Mittel – Wiederverwendung des gesamten Gerätes möglich, aber evtl. Einschränkungen durch das künftige Kältemittelverbot
Verteilleitungen	Hoch – die Weiterverwendung von Leitungen (insbesondere in Steigzonen) wird bereits heute häufig gemacht; Leitungen sind auf Rost/Ablagerungen zu prüfen und müssen ggf. saniert werden	Mittel – gut wiederverwendbar, wenn diese gut zugänglich sind und in gutem Zustand (auf Rost/Ablagerungen prüfen)
Teilkomponenten der Kälteerzeugung (Verdichter, Tauscher...)	Gering – die einzelnen Komponenten müssen aufeinander abgestimmt sein	Mittel – Teilkomponenten könnten als Ersatzteile dienen
Rückkühler mit Wasser (bspw. Hybridrückkühler, Nasskühler...)	Gering – kürzere Lebensdauern als Trockenrückkühler (ca. 15-20 Jahre) und sind häufig massgeschneidert auf das Objekt	Gering

D07 Lufttechnische Anlagen

Abbildung 12 zeigt das Potential zur Weiter- und Wiederverwendung von verschiedenen Komponenten lufttechnischer Anlagen. Das Gehäuse und die Klappen sind langlebige Komponenten, die sich gut für die Weiterverwendung aber auch für einen Re-Use eignen. Luftkanäle haben ebenso ein hohes Potential zur Weiterverwendung. Das Potential zur Wiederverwendung ist geringer, da Rückbau, Transport und Lagerung aufwendig sein können und zu Schäden an den Leitungen führen können. Bei Lüftungsgeräten, Volumenstromregler, Zuluftauslässen und Abluftdurchlässen ist vor allem die Kompatibilität mit den neuen Nutzungsanforderungen zu prüfen. Bei Lüftungsgeräten kann zudem die höhere Effizienz eines neuen Gerätes gegen eine Weiter- und Wiederverwendung sprechen.

Generell ist es so, dass die technische Lebensdauer von lufttechnischen Anlagen selten ausgeschöpft wird: Lüftungsanlagen werden häufig demontiert wegen Umnutzungen oder weil das Gebäude erneuert wird, aber die Anlagen haben ihre Lebensdauern eigentlich noch nicht erreicht.

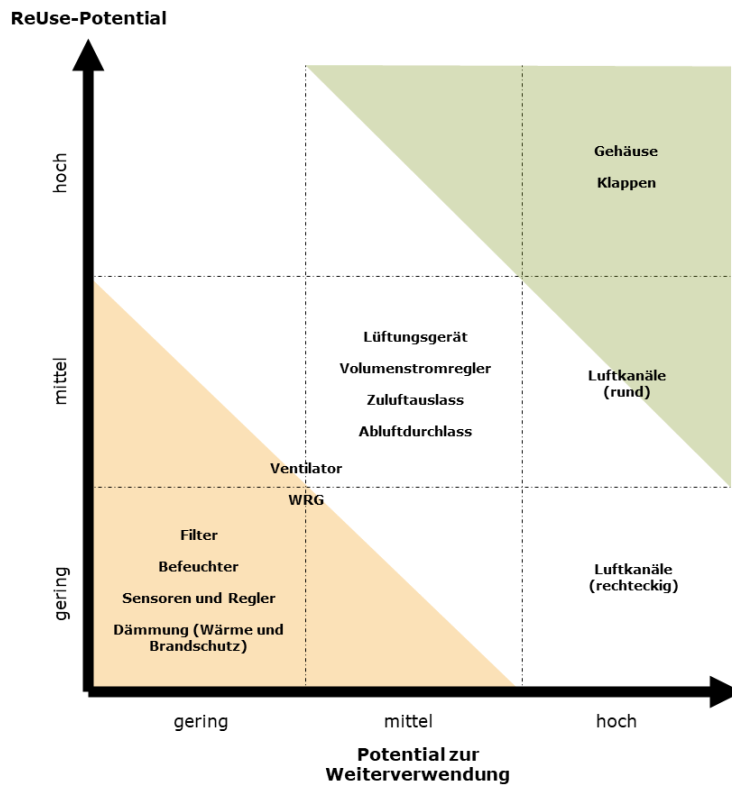


Abbildung 12: Potential zur Weiter- und Wiederverwendung von verschiedenen Komponenten lufttechnischer Anlagen. Die Grafik wurde auf Basis des Experteninterviews erstellt und gemeinsam mit der Begleitgruppe des Projekts diskutiert.

Tabelle 22: Potential zur Weiter- und Wiederverwendung von Komponenten lufttechnischer Anlagen, ergänzende Informationen zu Abbildung 12.

Komponenten	Potential zur Weiterverwendung (im selben Gebäude/ Nutzungskonzept)	Potential zur Wiederverwendung (in einem neuen Gebäude/ Kontext)
Gehäuse	Hoch – technisch langlebig, robuste Materialien; Kompatibilität mit der Nutzung prüfen	Hoch
Klappen	Hoch – standardisierte Komponenten, langlebig	Hoch – standardisierte Komponenten; Logistik einfacher als bei Luftkanälen; könnten gut wiederverwendet werden
Luftkanäle, rund	Hoch – langlebige Komponente; prüfen, ob mit neuer Nutzung/Anforderung kompatibel	Mittel – könnten eigentlich gut wiederverwendet werden, da selbst ältere Leitungen die gleiche Normierung aufweisen; prüfen, ob Demontierbarkeit gegeben; Rückbau, Transport und Lagerung können aufwendig sein und zu Schäden an den Leitungen führen
Luftkanäle, rechteckig	Hoch – langlebige Komponente; prüfen, ob mit neuer Nutzung/Anforderung kompatibel	Gering – eignen sich weniger zur Wiederverwendung als runde Luftkanäle



Komponenten	Potential zur Weiterverwendung (im selben Gebäude/ Nutzungskonzept)	Potential zur Wiederverwendung (in einem neuen Gebäude/ Kontext)
Lüftungsgerät	Mittel – werden häufig vor Ende der technischen Lebensdauer ausgebaut; Kompatibilität mit neuer Nutzung zu prüfen; Effizienz je nach Alter prüfen	Mittel – Effizienz prüfen, je nach Alter des Geräts lohnt sich ggf. der Einbau eines neuen Geräts
Volumenstromregler	Mittel – standardisierte Komponenten; Restlebensdauer zu prüfen	Mittel – standardisierte Komponenten; Logistik einfacher als bei Luftkanälen
Zuluftauslass	Mittel – i.d.R. langlebige Komponente (wenn aus Metall); Kunststoffauslässe können je nach Alter und Belastung spröde und verfärbt sein; Kompatibilität mit neuer Nutzungsanforderung prüfen	Mittel
Abluftdurchlass	Mittel - Abluftdurchlässe sollten regelmässig auf Verschmutzungen geprüft und gereinigt werden; bei guter Wartung je nach Material langlebige Komponente; Kompatibilität mit neuer Nutzungsanforderung prüfen	Mittel
Ventilator	Mittel bis gering – je nach Alter des Ventilators; i.d.R. lohnt sich ein Ersatz zur Verbesserung der Energieeffizienz	Mittel bis gering
WRG	Mittel bis gering – je nach Alter der WRG; i.d.R. lohnt sich ein Ersatz zur Verbesserung der Energieeffizienz	Mittel bis gering
Filter	Gering – werden regelmässig ersetzt	Gering
Befeuchter	Gering – eine Befeuchtung kann zu Korrosionsproblemen führen; wenn nicht benötigt, kann diese Komponente einfach ausgebaut werden	Gering
Sensoren und Regler	Gering – eher kürzere Lebensdauern	Gering
Dämmung (Wärme und Brandschutz)	Gering	Gering

D08/D09 Wasser- und abwassertechnische Anlagen

Abbildung 13 zeigt das Potential zur Weiter- und Wiederverwendung von verschiedenen Komponenten wasser-/abwassertechnischer Anlagen. Armaturen und Apparate eignen sich i.d.R. sehr gut für eine Weiter- und Wiederverwendung. Verbaute Leitungen haben eine hohe Lebensdauer (≥ 50 Jahre) und können meist gut weiterverwendet werden. Bei einer Sanierung ist jedoch der Zustand der Leitungen zu prüfen (Korrosion, insbesondere bei alten WW-Leitungen (verzinktem Stahl) und Gussrohren). Bei allem, wo mechanische Teile zum Einsatz kommen (bspw. Wärmepumpe, Umwälzpumpe...), kommt es zu Verschleiss. Diese Elemente können häufiger ausfallen, weshalb sie bei einer Sanierung i.d.R. ersetzt werden.

Im Gegensatz zu anderen Gewerken (bspw. lufttechnische oder kältetechnische Anlagen) führt ein Mieterwechsel bei Sanitäranlagen meist nicht zu einem Ersatz der Anlage.

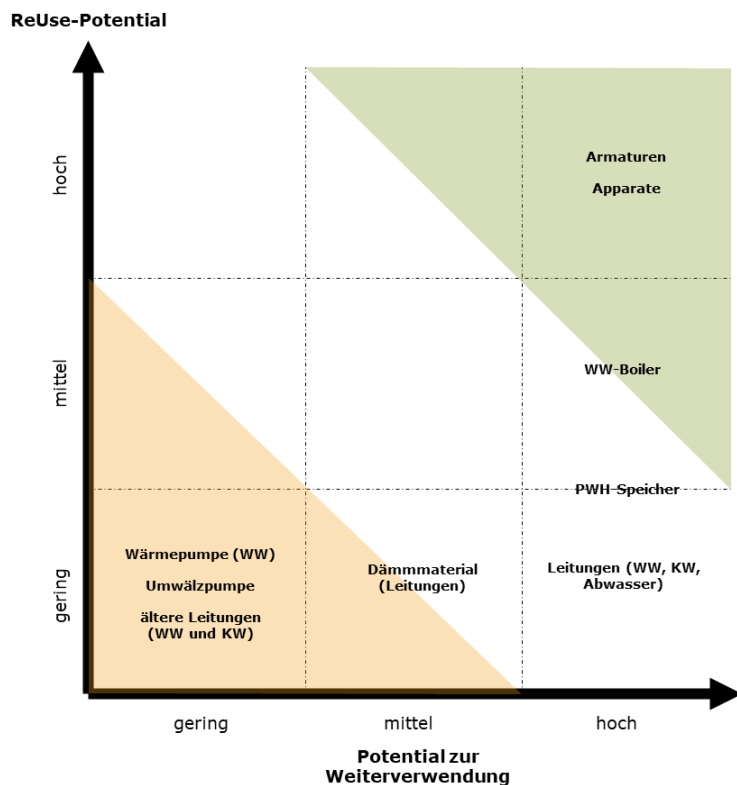


Abbildung 13: Potential zur Weiter- und Wiederverwendung von verschiedenen Komponenten wasser-/abwassertechnischer Anlagen. Die Grafik wurde auf Basis des Experteninterviews erstellt und gemeinsam mit der Begleitgruppe des Projekts diskutiert.

Tabelle 23: Potential zur Weiter- und Wiederverwendung von Komponenten wasser-/abwassertechnischer Anlagen, ergänzende Informationen zu Abbildung 13.

Komponenten	Potential zur Weiterverwendung (im selben Gebäude/ Nutzungskonzept)	Potential zur Wiederverwendung (in einem neuen Gebäude/ Kontext)
Armaturen	Hoch – solange diese noch funktionsfähig sind, können Armaturen gut weiterverwendet werden	Hoch – eignen sich gut zur Wiederverwendung
Apparate	Hoch – lange Lebensdauer, solange unbeschädigt immer wieder nutzbar	Hoch – eignen sich gut zur Wiederverwendung
WW-Boiler	Hoch – langlebig, wenn kompatibel mit neuer Nutzung gut weiterverwendbar	Mittel – je nach Restlebensdauer auch gut an einem anderen Ort wiederverwendbar
PWH-Speicher	Hoch – abhängig von der Restlebensdauer i.d.R. gut weiterverwendbar, solange keine hygienischen Einschränkungen bestehen; technische Lebensdauer bis zu 25 Jahren, bei regelmässiger	Mittel bis gering – hygienische Anforderungen (Trinkwasserhygiene) müssen erfüllt und nachgewiesen sein; je nach Restlebensdauer technisch meist noch funktionstüchtig



Komponenten	Potential zur Weiterverwendung (im selben Gebäude/ Nutzungskonzept)	Potential zur Wiederverwendung (in einem neuen Gebäude/ Kontext)
	Wartung auch noch länger funktions-tüchtig	
WW-Leitungen	Hoch/Gering – haben eine lange Lebensdauer; Zustand der Leitungen ist zu prüfen – bei alten Leitungen (verzinkter Stahl) kann es zu Korrosion kommen; Edelstahl/ Metallverbundrohre sind weniger kritisch; aus hygienischen Gründen sollten die Leitungen jedoch nach einer gewissen Zeit ersetzt werden*	Gering – Verteilleitungen sind häufig in die Primärstruktur eingelegt; aus hygienischen Gründen eignen sie sich weniger zur Wiederverwendung
KW-Leitungen	Hoch/Gering – hohe Lebensdauer; Zustand der Leitungen ist zu prüfen – Korrosion ist bei Kaltwasser jedoch eher unkritisch, da immer ähnliche Temperaturen auftreten; aus hygienischen Gründen sollten die Leitungen jedoch nach einer gewissen Zeit ersetzt werden	Gering – Verteilleitungen sind häufig in die Primärstruktur eingelegt; aus hygienischen Gründen eignen sie sich weniger zur Wiederverwendung
Abwasser-Leitungen	Hoch – hohe Lebensdauer; Zustand der Leitungen ist zu prüfen - Korrosion ist bei Abwasserrohren aus Polyethylen eher unkritisch; bei Gussrohren kann es jedoch je nach Reinigungsmittel zu Korrosion kommen	Gering – hygienisch unkritisch, PE-Rohre sind langlebig und könnten wiederverwendet werden, jedoch ist der Aufwand zu hoch und die Kosten für neue Rohre zu gering
Dämmmaterial (Leitungen)	Mittel – Dämmmaterial ist zu prüfen, dieses hat eine geringere Lebensdauer als die Rohrleitungen; Material hinter der PVC-Ummantelung kann wegerodieren	Gering
Wärmepumpe (WW)	Gering – wird die WP ebenso zur WW-Aufbereitung genutzt, deutlich kürzere Lebensdauer (ca. – 10 Jahre) aufgrund von mehr Betriebsstunden und Schaltzyklen; mechanische Teile eignen sich weniger zur Wieder- und Weiterverwendung	Gering
Umwälzpumpe	Gering – mechanische Teile eignen sich weniger zur Wieder- und Weiterverwendung	Gering

Zusammenfassung: Potential zur Weiter-/Wiederverwendung von gebäudetechnischen Komponenten
Komponenten mit einem hohen Potential zur Weiter-/Wiederverwendung sind: Armaturen und Apparate, Gehäuse und Klappen bei Lüftungsanlagen, Heiz-/Kühldecken, Klimakonvektoren, Umluftkühlgeräte, Wärmespeicher, Notstromgeneratoren, Transformatoren, Trassen sowie Leuchten.

Bei Sanierungen oder Umnutzungen besteht häufig ein grosses Interesse daran, bestehende eingelegte Rohrleitungen zu erhalten. Der Materialwert dieser Leitungen ist zwar gering, jedoch ist der Aufwand für



die Einlegung neuer Rohrleitungen sehr hoch, weshalb entweder auf deren Erhalt gesetzt oder eine alternative Lösung gesucht werden sollte. Sind vorhandene Leitungen etwas zu klein dimensioniert, kann dies beispielsweise durch den Einbau einer leistungsstärkeren Pumpe, durch höhere Betriebstemperaturen oder durch einen höheren Systemdruck kompensiert werden. Rohrleitungen für Heizungsanlagen und Heizkörper weisen eine sehr hohe Lebensdauer auf; Fussbodenheizungen sind seit etwa 1990 sauerstoffdiffusionsdicht und daher für eine Weiterverwendung in der Regel unproblematisch. Auch die Kälteverteilung ist i.d.R. unkritisch.

Sanitärleitungen verfügen ebenfalls über eine hohe Lebensdauer; bei einer Sanierung ist jedoch der Zustand der Leitungen sorgfältig zu prüfen (z. B. Korrosion, insbesondere bei alten WW-Leitungen aus verzinktem Stahl oder bei Gussrohren). WW- und KW-Leitungen dienen zudem der Trinkwasserversorgung und sollten aus hygienischen Gründen nach einer bestimmten Nutzungsdauer abhängig von ihrem Zustand ersetzt werden. Die Wiederverwendung von Verteilleitungen ist häufig nicht möglich, da diese typischerweise in die Primärstruktur des Gebäudes eingelegt sind. Gut zugängliche Lüftungskanäle weisen grundsätzlich ein Re-Use-Potential auf; Rückbau, Transport und Lagerung sind jedoch aufwendig und können zu Beschädigungen führen, weshalb eine Wiederverwendung in der Praxis meist unterbleibt.

Problematische Komponenten im Hinblick auf eine Weiter- bzw. Wiederverwendung sind insbesondere mechanische Teile wie Wärmepumpen, Umwälzpumpen sowie Regel- und Steuerkomponenten. Pumpen müssen in der Regel etwa alle 10 Jahre ersetzt werden; Thermostatventile sollten nach etwa 20 Jahren ausgetauscht werden. Im Bereich Kälte ist zudem das kommende Kältemittel-Verbot zu beachten, was das Potential bei einigen Anlagen zusätzlich einschränken wird.

Auffallend ist zudem, dass verschiedene technische Komponenten bei einer Nutzungsänderung/Mieterwechsel oder aus Effizienzgründen ersetzt werden, obwohl deren technische Lebensdauer noch nicht erreicht ist. Dazu gehören bspw.:

- Elektroanlagen: Kabel, Leuchten etc. (Grund: Sanierungszyklen)
- PV-Anlagen (Grund: Effizienz, schneller technologischer Fortschritt)
- Wärmeabgabesystem (Grund: Wärmeabgabesystem kann für Kühlung benutzt werden oder wenn diese nicht zum neuen Wärmeerzeuger bzw. Temperaturniveau passen)
- Kältemaschine (Grund: Nutzerwechsel)
- Lüftungsanlagen (Grund: Nutzerwechsel)

Generell ist das Wiederverwenden (Re-Use) von gebäudetechnischen Anlagen als anspruchsvoll zu bewerten: Zwar ist vieles technisch grundsätzlich möglich, jedoch erschweren der schnelle technologische Wandel (Effizienzsteigerungen), die erforderliche Kompatibilität der Systeme mit den Nutzungsanforderungen sowie die fehlende Garantie für gebrauchte Geräte und Komponenten die praktische Umsetzung erheblich.

5.2. Planung von Neuinstallationen: Strategien für langlebige, effiziente und ressourcenschonende Installationen

Bei der Planung von Neuinstallationen gibt es verschiedene Strategien, um Installationen so zu gestalten, dass diese eine möglichst lange Lebensdauer erreichen können, effizient und ressourcenschonend sind.

Bei Neubauten stellt eine sorgfältige Grundrissgestaltung einen der zentralen Hebel für eine effiziente und ressourcenschonende Planung der Gebäudetechnik dar. Durch geeignete Anordnungsstrategien lassen sich sowohl der Installationsaufwand reduzieren als auch die spätere Nutzungsflexibilität erhöhen. Ein Beispiel hierfür ist eine funktionale Zonierung, bei der Räume mit hohem Installationsbedarf, wie Küchen oder Bäder, räumlich zusammengelegt werden. Ein Korridor kann als horizontale Verteilungsschicht dienen, insbesondere für Lüftungsleitungen, was klare Leitungsführungen ermöglicht und die



Komplexität der Installationen reduziert. Gleichzeitig bleibt die Anordnung der übrigen Aufenthaltsräume weitgehend flexibel.

Ein weiterer Ansatz ist die Anordnung von Treppenhäusern und vertikalen Steigzonen in kompakten Kernen, um Erschliessung und gebäudetechnische Verteilung effizient zusammenzuführen. Um diese Kerne herum können die Nasszellen angeordnet werden, was Schnittstellen minimiert und den Aufwand für Leitungsführungen weiter senkt. Ergänzend kann ein funktionsneutraler Baukörper – beispielsweise mit Gebäudetiefen bis zu 20 m – eine hohe Nutzungsvielfalt unterstützen, die von Büros über Praxen und Studios bis hin zu Wohnungen, Hotels oder sozialen Einrichtungen reicht. Solche räumlichen und strukturellen Prinzipien fördern nicht nur eine optimierte Gebäudetechnik, sondern ermöglichen auch langfristige Nutzungsanpassungen und erhöhen die Kreislauffähigkeit des Gebäudes.

Die ISO 20887 (ISO, 2020) definiert grundlegende Prinzipien, Anforderungen und Handlungsempfehlungen für das *Design for Disassembly and Adaptability* (DfD/A) und bildet damit eine wesentliche Grundlage für die Planung neuer Gebäude. Die Norm legt Gestaltungsgrundsätze für Anpassungsfähigkeit (Vielseitigkeit, Konvertibilität und Erweiterbarkeit) als auch für Demontierbarkeit fest. Zu den Gestaltungsgrundsätzen für Demontierbarkeit, Standardisierung, Zugänglichkeit zu Bauteilen und Komponenten, Sicherheit bei der Demontage, Einfachheit, Unterstützung von Wiederverwendungs- (Circular-Economy-) Geschäftsmodellen, Unabhängigkeit / Reversible Verbindungen sowie Vermeidung unnötiger Behandlungen und Oberflächen.

Für die Planung von Gebäudetechniksystemen ergeben sich daraus mehrere relevante Gestaltungsaspekte. Standardisierte Systeme ermöglichen einfache und reversible Installationen, während modular aufgebaute Plug-and-Play-Komponenten den Austausch ganzer Funktionseinheiten erleichtern. Der Einsatz reversibler Befestigungen und Dichtungen sowie flexibler Leitungen anstelle starrer Rohrsysteme trägt zusätzlich dazu bei, Montage, Demontage und Wiederverwendung zu vereinfachen. Eine klare und standardisierte Beschriftung unterstützt die Wiedererkennung und erleichtert Rückbau, Sortierung und Recycling. Hierzu zählen digitale Produktpässe, Etiketten oder eingravierte Informationen sowie farbcodierte oder alphanumerische Kennzeichnungen.

Besondere Bedeutung kommt der Gestaltung der Verbindungen zu. Wo möglich sollten abnehmbare oder verstellbare Befestigungssysteme eingesetzt werden, wie beispielsweise Clips, Schnappverschlüsse, Klemm- und Aufhängesysteme, Schneckengewindeschellen oder Drehverschlüsse. Ebenso empfiehlt die Norm den Einsatz standardisierter Schrauben mit einheitlichen Kopfgrössen sowie korrosionsbeständiger oder dielektrischer Verbindungselemente. Kunststoffbefestigungen können dort sinnvoll sein, wo Korrosion zu erwarten ist. Zudem sollte ein einseitiger Zugang zu Verbindungen gewährleistet und eine Vereinheitlichung der Werkzeuge angestrebt werden; magnetisierte Bits können die Handhabung zusätzlich erleichtern.

Für reversible Verbindungen eignen sich insbesondere Robertson-, Torx- oder Innensechskantschrauben, ergänzt durch standardisierte Mutter- und Bolzengrössen. Wo möglich ist ein zweiseitiger Zugang zur Verbindung vorzusehen. Selbstsichernde oder eingelassene Muttern erleichtern den einseitigen Ein- und Ausbau und reduzieren zugleich den Materialbedarf. Insgesamt fordert die Norm mechanische, lösbare und gut zugängliche Verbindungen, eine klare Systemtrennung sowie vorzugsweise Aufputz-Installationen, um spätere Demontage, Austauschprozesse und Wiederverwendung zu ermöglichen.

In der Praxis können zusätzlich spezifische konstruktive Lösungen zur Vereinfachung der Demontage eingesetzt werden. Zweiteilige Haken-Aufhängungs-Systeme erlauben eine schnelle Trennung der Leitungs- oder Geräteaufhängung vom dauerhaft installierten Basiselement und erfordern dabei nur ein einziges Werkzeug. Offene Leitertragsysteme anstelle geschlossener Installationsrohre verbessern den Zugang und erleichtern Nachrüstung wie Rückbau. Wo möglich sollten Installationen unter abgehängten Decken oder innerhalb zugänglicher HLK-Systembereiche geführt werden, um Inspektion, Ausbau und Austausch ohne Eingriff in die Gebäudehülle oder tragende Strukturen zu ermöglichen.

In Tabelle 24 sind Strategien für langlebige, effiziente und ressourcenschonende Installationen, die bei der Planung von Neuinstallationen zu berücksichtigen sind, zusammengefasst. Die Informationen wurden auf Basis der Interviewgespräche zusammengetragen (Anhang 0).



Allgemein können die folgenden Strategien berücksichtigt werden:

- Lowtech- und bauliche Lösungen bevorzugen.
- Minimalanforderungen frühzeitig mit Auftraggebenden und Nutzenden klären.
- Austausch, Erweiterung und Nachrüstung aller Anlagenteile vorausschauend mitplanen.
- Gebrauchte bzw. vorhandene Gebäudetechnikkomponenten weiterverwenden.
- Aufputz-Installationen und Systemtrennung berücksichtigen:
 - o Verteilsysteme offen oder zumindest in frei zugänglichen Schächten und Kanälen führen.
 - o Verbaute Verteilungen vermeiden.
 - o Kleb- und Verbundstoffe vermeiden.
 - o Mechanische, lösbare Verbindungen bevorzugen.
 - o Gut zugängliche Schnittstellen und Anschlüsse vorsehen.
 - o Rückbaubare, zirkuläre Fussbodensysteme verwenden.
- Den Einsatz modularer Bausätze prüfen.
- Lüftungsleitungen und Fussbodenheizungen nicht bereichsweise, sondern zoniert verlegen.
- Orthogonale Geometrien anstreben, um Austausch und Reparaturen zu erleichtern.

Tabelle 24: Strategien für langlebige, effiziente und ressourcenschonende Installationen.

Gewerk	Aspekte, die bei der Planung von Neuinstallationen berücksichtigt werden sollten
D01 Elektroanlagen	- Platz- und Leistungsreserven einplanen, um bestehende Installationen bei Nutzungsänderungen beibehalten zu können. Bspw. überdimensionierte Kabelquerschnitte, Leerrohre und Kabelreserven etc. - Auswahl besonders langlebiger Materialien - Energieeffizienzpyramide berücksichtigen (Abbildung 57) - nur das installieren, was wirklich benötigt wird - richtig dimensionieren - nachhaltige Energiequellen wählen - effiziente Geräte und Komponenten verwenden - intelligente Steuersysteme zur Optimierung des Energieverbrauchs - Nutzende einbeziehen, um das Bewusstsein zu fördern (Nutzerverhalten optimieren)
PV-Anlagen	- Module mit hoher Fertigungsqualität (z.B. Schweizer Produkte), diese haben eine geringere Degradation und längere Funktionsfähigkeit - grosszügige Auslegung der Anlage erspart spätere Erweiterungen (bspw. bei steigendem Strombedarf durch E-Mobilität etc.) - Synchronisierung mit Sanierungszyklen: bei anstehenden Dachsanierungen PV-Installation entsprechend abstimmen, um unnötigen Rückbau zu vermeiden



Gewerk	Aspekte, die bei der Planung von Neuinstallationen berücksichtigt werden sollten
D02 Gebäudeautomation	- Verwendung von Standards - Einplanung von zusätzlichen Leerrohren - möglichst wenig batteriebetriebene Geräte verwenden (geringe Lebensdauern) - Geräte von etablierten Herstellern verwenden (keine Low-Cost-Geräte) - Suffizienz: nur das einbauen, was wirklich notwendig ist
D05 Wärmetechnische Anlagen	- Flexibilität, soweit möglich (bspw. eine zonenweise Konditionierung von Grossraumbüros) - hochwertige und langlebige Materialien/Komponenten einsetzen - bei WP auf wenig Schaltzyklen und die Fähigkeit zum Teillastbetrieb achten - energetische Betriebsoptimierung der Anlage (höhere Effizienz und längere Lebensdauer)
D06 Kältetechnische Anlagen	- zukünftiges Klima mit einbeziehen und neue Anlagen überdimensionieren (neue Anlagen können auch im Teillastbereich energieeffizient betrieben werden) - Platzreserven vorsehen - System so aufbauen, dass die Leistung adaptiv erhöht werden kann - energetische Betriebsoptimierung der Anlage
D07 Lufttechnische Anlagen	- kurze Verteilung - über Zonierungen nachdenken - mögliche Nutzungsänderungen bereits einplanen - Lüftungskonzept so planen, dass später auch eine andere Raumaufteilung möglich ist - Platzreserven für eine spätere Erweiterung der Anlage vorsehen - Einbau einfach halten - Konstruktionen minimalteilig und reversibel ausführen: z. B. Kanäle unverlegbar ausführen, flexible Kanäle; vorisolierte Varianten berücksichtigen, Schnellspannverbindungen spezifizieren; reversible Befestigungen und Dichtungen vorsehen
D08/09 Wassertechnische/ abwassertechnische Anlagen	- Nasszellen/Entnahmestellen sollten um einen Schacht herum platziert werden (kleine Ausstosszeiten, Speicher kann kleiner dimensioniert werden) - einfache Verteilung - keine Einlagen, um eine gute Zugänglichkeit zu gewährleisten: Installationen nicht in die Primärstruktur einlegen, sondern in einer sekundären Schicht/Vorwandelemente - Potential von Grau- und Regenwasser besser nutzen

5.3. Analyse der Fallbeispiele und vorgeschlagene(-n) Erneuerung(-en)

Die Analyse der Fallbeispiele zeigt, dass die Festlegung geeigneter Instandsetzungs- und Erneuerungsstrategien in der Praxis mit erheblichen Herausforderungen verbunden ist. Dazu zählen insbesondere unvollständige oder lückenhafte Dokumentationen, heterogene Bau- und Erneuerungszeiträume



einzelner Anlagenteile (z. B. bei über Jahre bedarfsorientiert erweiterten Elektroinstallationen), das mögliche Vorkommen von Schadstoffen sowie weitere technische und planerische Unsicherheiten. Zusätzlich erschweren unklare oder sich verändernde Nutzungskonzepte die strategische Planung, da die Anforderungen an die Gebäudetechnik je nach zukünftiger Nutzung deutlich variieren können.

Vor diesem Hintergrund wird der Untersuchungsumfang in den einzelnen Fallbeispielen gezielt fokussiert. Fallbeispiel 3 ist gut dokumentiert; zudem liegt ein übergeordnetes Gestaltungskonzept vor, das eine Instandsetzung der technischen Anlagen mit möglichst minimalinvasiven Eingriffen vorsieht. In diesem Fall werden daher mehrere Gewerke vertieft untersucht, namentlich D01 (Elektroanlage), D07 (lufttechnische Anlage) sowie D08/D09 (wasser- und abwassertechnische Anlagen).

In den Fallbeispielen 1 und 2 wird jeweils ein einzelnes Gewerk als vertiefter Untersuchungsbereich ausgewählt. Im Fallbeispiel 1 wird die D06 kältetechnische Anlage detailliert analysiert, im Fallbeispiel 2 die D05 wärmetechnische Anlage. Tabelle 25 gibt eine Übersicht über die zugrunde gelegte Referenzerneuerung sowie die untersuchten Erneuerungsszenarien.

Tabelle 25: Übersicht der provisorischen zu untersuchenden Anlagen inkl. Referenzszenario für eine Weiter-/ bzw. Wiederverwendung der Gebäudetechnik.

	Referenzszenario	Erneuerungsszenarien
D01 Elektroanlage (Fallbeispiel 3)	Neuinstallation: Rückbau der Notstrominstallationen, sowie Ersatz der Schwachstromanlage.	Option 1: Anpassungen in der Haupt- und Unterverteilung: Rückbau Flammbox und Notstrominstallationen, Einbau von Fehlerstrom-Leitungsschutzschaltern; neue Notbeleuchtung sowie neue DALI-gesteuerte Deckenbeleuchtung in Sitzungszimmern und Verkehrszonen (neue Grundrisse), Büroarbeitsplätze weiterhin mit Stehleuchten.
D05 Wärmetechnische Anlage (Fallbeispiel 2)	Neuinstallation: Ersatz des Gasheizkessels durch eine Luft/Wasser-Wärmepumpe (ev. Pelletkessel) sowie neue Wärmeverteilung und -abgabe (Ersatz der Radiatoren durch Fussbodenheizung).	Option 1: Ersatz des Gasheizkessels durch eine Luft/Wasser-Wärmepumpe (LW-WP). Beibehaltung sowohl der Wärmeverteilung als auch des Wärmeabgabesystems (ev. zusätzliche Wärmeabgabefläche notwendig). Untervariante: Bewertung verschiedene Umsetzungstermine und evtl. Etappierungen. Option 2: Ersatz des Gasheizkessels durch eine Luft/Wasser-Wärmepumpe (LW-WP) sowie Ersatz der Wärmeabgabe durch eine Fussbodenheizung (gegebenenfalls auch für eine teilweise Kühlung geeignet). Untervariante: Bewertung verschiedene Umsetzungstermine und evtl. Etappierungen.
D06 Kältetechnische Anlage (Fallbeispiel 1)	Neuinstallation: Ersatz der Kälteerzeugung durch eine Kältemaschine, neue Kälteverteilung sowie Ersatz der Kälteabgabe durch Kühldecken.	Option 1: Ersatz der Kälteabgabe durch Umluft-kühlgeräte. Beibehaltung der bestehenden Kälte-erzeugung und -verteilung. Option 2: Ersatz der Kälteabgabe durch Kühldecken. Beibehaltung der bestehenden Kälte-erzeugung und -verteilung.



	Referenzszenario	Erneuerungsszenarien
D07 Lufttechnische Anlage (Fallbeispiel 3)	Neuinstallation: Ersatz des Lüftungsgeräts durch ein neues Monobloc-System, mit neuer Luftverteilung und -abgabe.	Option 1: Modernisierung des bestehenden Monoblocs unter Beibehaltung des Gehäuses und Ersatz anderer Komponenten: Wärmerückgewinnung (WRG), Ventilatoren, Erhitzer usw.
D08/D09 Wasser- und Abwassertechnische Anlage (Fallbeispiel 3)	Neuinstallation: Ersatz des Brauchwarmwasserspeichers sowie der Wasserverteilung, Abwassersammlung und Sanitärapparate.	Option 1: Ersatz des Brauchwarmwasserspeichers; Beibehaltung der Wasserverteilung, Abwassersammlung und Sanitärapparate. Option 2: Ersatz des Brauchwarmwasserspeichers und der Wasserverteilung; Beibehaltung der Abwassersammlung und Sanitärapparate.

5.4. Ergebnisse der Ökobilanzierung: vorgeschlagene(-n) Erneuerung(-en) vs. Referenzerneuerung

In Bearbeitung.

6 Diskussion

In Bearbeitung.

7 Schlussfolgerungen und Ausblick

In Bearbeitung.

8 Nationale und internationale Zusammenarbeit

Es wurde keine nationale und internationale Zusammenarbeit durchgeführt.

9 Publikationen und andere Kommunikation

Das Projekt (Ziele, Fragestellung, Methodik und erste Ergebnisse) wurde an einem Marktstand im Rahmen des «Abend der Wirtschaft» der HSLU am 28. Oktober 2025 vorgestellt.



10 Literaturverzeichnis

- Agethen, U., Frahm, K.-J., Renz, K., Thees, E.P., 2020. Arbeitsblatt der BTE-Arbeitsgruppe: Lebensdauer von Bauteilen, Zielwerte. Essen.
- BAFU (Hrsg.), 2021. Swiss Eco-Factors 2021 according to the Ecological Scarcity Method. Bern.
- Balck, H., 2013. Methoden und Instrumente für das LifeCycle Benchmarking für Gebäude und Technische Anlagen. Stuttgart.
- Bionda, D., Settembrini, G., Domingo-Irigoyen, S., 2021. SYGREN Systemkennwerte Graue Energie Gebäudetechnik. Bern.
- Bossemeyer, H.-D., Dolata, S., Dünger, O., Schubert, U., Zwiener, G., 2024. Schadstoffe im Baubestand, 3. Auflage. Rudolf Müller Mediengruppe, Köln.
- Bossemeyer, H.-Dieter., 2020. Gebäudeschadstoffe im Bild. Rudolf Müller Mediengruppe, Köln.
- Bundesamt für Umwelt BAFU, 2025. Rohstoffe, Abfall und Kreislaufwirtschaft: Das Wichtigste in Kürze [WWW Document]. <https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/abfall/inku-erze.html#1003885>.
- Büttner, S., 2025. Leitfaden Kreislaufwirtschaft in der Gebäudetechnik (No. [nur intern verfügbar]). Zürich.
- Büttner, S., King, M., Menti, U.-P., Settembrini, G., Walch, M., 2024. Eco-Design im Bau für Rückbau-barkeit und flexible Bauweise (No. [nur intern verfügbar]). Luzern.
- Büttner, S., Settembrini, G., Gadola, R., Kretschmer, A., n.d. Kaskadenmodell zirkuläre Gebäudetechnik (No. [nur intern verfügbar]).
- CRB, 2012. LCC Handbuch Instandhaltung und Instandsetzung von Bauwerke. CRB Schweizerische Zentralstelle für Baurationalisierung, Zürich.
- CRB, 2020. eBKP-H SN 506 511 Elementbasierter Baukostenplan Hochbau. Zürich.
- Domingo Irigoyen, S., Settembrini, G., Lehmann, C., Primas, A., Walch, M., n.d. Ergänzung der Ökobilanzdaten für Gebäudetechnik. Laufendes Projekt.
- EnFK, 2025. Mustervorschriften der Kantone im Energiebereich (MuKE). Konferenz Kantonaler Energiedirektoren, Bern.
- EnG, 2025. Energiegesetz vom 30. Sept. 2016, SR 730.0; AS 2024 648; BBl 2023 13, 437 [WWW Document]. <https://www.fedlex.admin.ch/eli/cc/2017/762/de>.
- Frischknecht, R., 2019. Auslegeordnung Standardnutzungsdauer Gebäudetechnik Schlussbericht. Zürich.
- Frischknecht, R., Jungbluth, N., Althaus, H.-J., Doka, G., Dones, R., Heck, T., Hellweg, S., Hirschier, R., Nemecek, T., Rebitzer, G., Spielmann, M., Wernet, G., 2007. Overview and Methodology.ecoinvent report No. 1. Swiss Centre for Life Cycle Inventories, Dübendorf.
- Frischknecht, R., Wyss, F., Büsser Knöpfel, S., Lützkendorf, T., Balouktsi, M., 2015. Int. J. Life Cycle Assess. 20, 957–969.
- GVSS, n.d. Schadstopp! Wissen Sie, was dahinter steckt?
- Huber, H., Bienz, M., 2023. Re-use von Lüftungsrohren Vorstudie Fachstelle Energie-und Gebäudetechnik. Zürich.
- IPCC, 2013. The IPCC fifth Assessment Report - Climate Change 2013: the Physical Science Basis. Working Group I, IPCC Secretariat, Geneva, Switzerland.



- ISO, 2008. Buildings and constructed assets-Service-life planning-Part 8: Reference service life and service-life estimation. Geneva.
- ISO, 2020. ISO 20887 Sustainability in buildings and civil engineering works – Design for disassembly and adaptability – Principles, requirements and guidance. Geneva.
- Jakob, M., Marius, G., Ostermeyer, Y., Wallbaum, H., 2014. Graue Energie und Graue Treibhausgasemissionen der Neubau- und Erneuerungstätigkeit im Gebäudepark in der Stadt Zürich bis 2050.
- Jakob, M., Stettler, C., 2024. Netto-Null Treibhausgasemissionen im Gebäudebereich (NN-THGG) F0 Methodische Fragen. Zürich, Basel und Bern.
- Joensuu, T., Leino, R., Heinonen, J., Saari, A., 2022. Sustain. Cities Soc. 77.
- Karlen, C., Mahler, M., Killeen, C., Seithel, S., Mäder, S., Bufler, R., 2024. Re-Use auf dem Weg zum Netto-Null Ziel bei Gebäuden Potenzial und Ansätze für die Umsetzung. Zürich.
- KBOB / ecobau / IPB, 2022. UVEK Ökobilanzdatenbestand DQRv2:2022.
- KBOB / ecobau / IPB, 2025. Liste der Ökobilanzdaten im Baubereich (2009:1/2022, Version 7.0).
- KBOB, ecobau, IPB, 2024. Regeln für die Ökobilanzierung von Baustoffen und Bauprodukten in der Schweiz, Version 7.1. Bern.
- King, M., Settembrini, G., Büttner, S., Drometer, M., Hercka, T., n.d. Massnahmen zur Erhöhung der Nutzungsflexibilität und Rückbaubarkeit von Gebäuden (No. Laufendes Projekt).
- Kretschmer, A., Settembrini, G., Primas, A., Heinzmann, D., Notter, G., Walczak, P., Domingo Irigoyen, S., Hofstetter, S., Kehrli, O., Walch, M., Huber, H., 2025. Sind 16 cm Beton genug? Auslegeordnung zur optimalen Deckenstärke Schlussbericht. Zürich.
- Lasvaux, S., Frossard, M., Demonchy, G., Müller, K., Bofinger, C., Rudolf, B., Pfäffli, K., Zea, E., Xiong, S., Habert, G., 2025. Reuse-LCA Identification of the reduction potential of the environmental impacts of Swiss buildings, through the material reuse. Bundesamt für Energie BFE, Yverdon-les-Bains.
- Pfäffli, K., 2020. Graue Energie und Treibhausgasemissionen von wiederverwendeten Bauteilen Methodik und Berechnung in Varianten am Fallbeispiel Gebäude K118 in Winterthur.
- Priore, Y.D., Jakob, M., Stettler, C., Habert, G., Jusselme, T., Bagemihl, J., 2024. Netto-Null Treibhausgasemissionen im Gebäudebereich (NN-THGG) Übersichtsbericht. Bern.
- Röck, M., Sørensen, A., Tozan, B., Steinmann, J., Le Den, X., Horup, L.H., Birgisdottir, H., 2022. 49.
- Settembrini, G., Kretschmer, A., Primas, A., Pidoux, A., Hofstetter, S., Huber, H., 2023. Alternative Materialien für Lüftungsanlagen. Stadt Zürich. Amt für Hochbauten, Fachstelle Energie- und Gebäudetechnik, Zürich.
- SIA, 1997. SIA 469 Erhaltung von Bauwerken. Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein, Zürich.
- SIA, 2014. SIA Norm 112 Modell Bauplanung. Schweizer Ingenieur- und Architektenverein, Zürich.
- SIA, 2016. SIA 480 Wirtschaftlichkeitsrechnung für Investitionen im Hochbau. Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein, Zürich.
- SIA, 2020. SIA Merkblatt 2032 – Graue Energie Ökobilanzierung für die Erstellung von Gebäuden. Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein, Zürich.
- SIA, 2022a. SN EN 15804+A2:2019 Nachhaltigkeit von Bauwerken -Umweltproduktdeklarationen - Grundregeln für die Produktkategorie Bauprodukte. Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein, Zürich.



- SIA, 2022b. SIA 380 Grundlagen für energetische Berechnungen von Gebäuden. Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein, Zürich.
- SIA, 2025. SIA Norm 390/1 Klimapfad – Treibhausgasbilanz über den Lebenszyklus von Gebäuden. Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein, Zürich.
- Stadt Zürich, n.d. Schadstoffe in Bauten [WWW Document]. <https://www.stadt-zuerich.ch/content/dam/web/de/planen-bauen/projekte-und-ausschreibungen/dokumente/hochbauvorhaben/vorgaben/umweltgerechtes-bauen/checkliste-schadstoffe-bauten.pdf>.
- Tschannen, A., Hänggli, A., Rieder, S., 2024. Netto-Null Treibhausgasemissionen im Gebäudebereich (NN-THGG) Übersicht möglicher Umsetzungswege (Fragestellung F3). Luzern.
- Tschümperlin, L., Frischknecht, R., Pfäffli, K., Schultheiss, M., Knecht, K., Edelmann, A., 2016. Zielwert Gesamtumweltbelastung Gebäude Ergänzungsarbeiten mit Fokus auf den Einfluss der Technisierung auf die Umweltbelastung von Büro- und Wohnbauten.
- USG, 2025. Bundesgesetz vom 7. Okt. 1983 über den Umweltschutz, SR 814.01; AS 2025 178; BBl 2023 239 [WWW Document]. https://www.fedlex.admin.ch/eli/cc/1984/1122_1122_1122/de.
- Vandervaeren, C., Galle, W., De Temmerman, N., 2019. Parametric life cycle assessment of a reusable brick veneer, in: IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Institute of Physics Publishing.
- VDI, 2012. VDI 2067 Blatt 1 – Wirtschaftlichkeit gebäudetechnischer Anlagen. Verein Deutscher Ingenieure, Düsseldorf.
- De Wolf, C., Hoxha, E., Fivet, C., 2020. Sustain. Cities Soc. 61.



11 Anhang

11.1. Auslegeordnung

Tabelle 26: Übersicht der Bewertung des Weiter- bzw. Wiederverwendungspotenzials von Gebäudetechnikkomponenten hinsichtlich ihrer Relevanz und Varianz in Bezug auf die grauen Treibhausgasemissionen sowie ihrer Eignung zur Weiter- bzw. Wiederverwendung, inklusive der in diesem Projekt angenommenen Lebensdauer, nach SIA MB 2032 (SIA, 2020) und CRB (CRB, 2012).

eBKP-H	Elementgruppen	Teilelemente	Graue THGE		Eignung		Lebensdauer			Lebensdauer	Lebensdauer			Kommentar
		Element	Relevanz	Varianz	Weiterverwendung	Wiederverwendung	min	Mittelwert	max	SIA 2032	min	CRB 2012	max	
D	Technik Gebäude													
D01	Elektroanlage		sehr hoch	mittel	mittel	gering	20	40	60	30	20	45	60	
D01.01	Anlage Erzeugung Starkstrom	Photovoltaikanlagen	sehr hoch	gering	mittel	gering	10	20	30	30	30	40	50	Zellen: 20-25; Regel: 10-15
D01.02	Transformierung Starkstrom	Wechselrichter	mittel	gering	gering	gering	10	15	20					
D01.03	Speicherung Starkstrom	Batterie	mittel	mittel	mittel	mittel	8	12	15					Privathaushalten: Lithium-Ionen (Li-Ion) - PV-Speicher 10-15 Jahre ca. 4.000-8.000 Ladezyklen
D01.04	Installation Starkstrom		hoch	mittel	hoch	gering	40	50	60		40	50	60	
D01.05	Verbraucher Starkstrom: Leuchten	Nur technische Beleuchtung	gering	mittel	mittel	mittel	2	20	40		15	25	35	
D01.06	Verbraucher Starkstrom: Elektrogeräte	Abgrenzung exkl. Mieterausbau	gering	sehr gering	mittel	mittel	10	15	25		10	15	25	
D01.07	Anlage Erzeugung Schwachstrom		gering	gering	gering	gering					10	20	30	
D01.08	Transformierung Schwachstrom		gering	gering	gering	gering								
D01.09	Speicherung Schwachstrom		mittel	gering	mittel	gering								
D01.10	Installation Schwachstrom		mittel	gering	hoch	gering	15	20	30		15	20	30	
D01.11	Verbraucher Schwachstrom	Abgrenzung exkl. Mieterausbau	gering	sehr gering	mittel	mittel	10	15	25					
D02	Gebäudeautomation		mittel	gering	mittel	keine	5	15	25		10	20	25	
D02.01	Managementebene		gering	sehr gering	gering	keine	1	3	5		1	3	5	
D02.02	Automationsebene		gering	gering	gering	keine	10	15	20		10	15	20	
D02.03	Feldebene		mittel	gering	mittel	keine	5	10	15		5	10	15	
D02.04	Raumautomation		mittel	gering	gering	keine	10	15	20		10	15	20	
D02.05	Automationsnetzwerk		gering	sehr gering	gering	keine	5	10	20		5	10	20	
D02.06	Schaltgerätekombination		gering	sehr gering	mittel	gering	10	20	30		10	20	30	
D02.07	Systemintegration		keine	keine	keine	keine	5	10	20		5	10	20	
D03	Sicherheitsanlage		gering	keine	mittel	keine	10	20	40		10	20	40	
D03.01	Einbruchmeldeanlage, Überfallmeldeanlage		projektspezifisch				10	20	40		10	20	40	
D03.02	Zutrittskontrollanlage		projektspezifisch				10	20	40		10	20	40	
D03.03	Videoüberwachungsanlage		projektspezifisch				10	15	30		10	15	30	
D03.04	Schliesanlage		projektspezifisch				10	20	40		10	20	40	



eBKP-H	Elementgruppen Element	Teilelemente	Graue THGE		Eignung		Lebensdauer			Lebensdauer SIA 2032	Lebensdauer CRB 2012			Kommentar			
D	Technik Gebäude		Relevanz	Varianz	Weiterverwendung	Wiederverwendung	min	Mittelwert	max		min		max				
D04	Technische Brandschutzanlage		gering	gering	mittel	keine	10	30	50		10	30	50				
D04.01	Brandmeldeanlage		mittel	gering	gering	keine	15	20	35		15	20	35				
D04.02	Gaswarnanlage		gering	gering	gering	keine	15	20	35		15	20	35				
D04.03	Nasslöschanlage		mittel	gering	mittel	keine	25	35	50		25	35	50				
D04.04	Trockenlöschanlage		gering	gering	mittel	keine	30	40	50		30	40	50				
D04.05	Löschgerät		gering	gering	mittel	gering	30	40	50		30	40	50				
D04.06	Rauch- und Wärmebehandlungsanlage		gering	gering	gering	keine	10	30	40		10	30	40				
D04.07	Elektroakustische Lautsprecheranlage		gering	gering	mittel	gering	10	20	40								
D05	Wärmetechnische Anlage		sehr hoch	mittel	mittel-hoch	gering	15	30	80		30	45	60				
D05.01	Wärmequelle, -senke, Brennstofflager	Erdsonde	sehr hoch	mittel	hoch	keine	20	40	50	40							
		Siloanlage (Holzschnitzel, Pellets)	gering	gering	hoch	mittel	15	25	40	-							
		Tankanlage	gering	gering	hoch	hoch	20	35	50	-	30	50	70	Lagerung			
		Förder- und Schluckbrunnen für Grundwasser Wärmepumpe	mittel	gering	hoch	gering	20	30	40	-							
D05.02	Wärmeerzeugung	Fossiler Wärmeerzeuger (Öl/Gas)	mittel	gering	mittel	sehr gering	15	20	30	20	15	20	25				
		Holzpellet-/Hackschnitzel-Heizkessel	mittel	gering	mittel	gering	15	20	25								
		Wärmepumpe (WP) Luft/Wasser	mittel	gering	mittel	gering	10	15	25								
		Wärmepumpe (WP) Wasser/Wasser	mittel	gering	mittel	gering	15	20	25								
		Fernwärmeübergabestation	gering	gering	mittel	gering	20	25	30	20							
		Solar Kollektor	mittel	gering	mittel	gering	10	25	30	20							
		Blockheiz-Kraftwerk (BHKW)	mittel	gering	mittel	gering	10	15	20								
		Brauchwarmwassererwärmer	gering	sehr gering	mittel	mittel	12	15	25								
		Brauchwarmwassererwärmer (elektrisch)	gering	sehr gering	gering	keine	12	15	25								
D05.03	Wärmespeicherung	Pufferspeicher	gering	gering	hoch	hoch	20	30	50	30							
D05.04	Wärmeverteilung	Hauptverteilung	mittel	gering	hoch	gering	30	50	80	30	40	60	80	Wärmedämmung: 25 J., Armaturen: 20 J., Pumpen: Umwälzpumpen: 10 J. Fundamentpumpen: 15-20 J., Mess- und Regelgeräte: 15 J. Rohrleitungen aus gezogenem oder gewalzten Stahl: 40 J., aus			
		Stoßverteilung	hoch	mittel	hoch	gering	30	50	80								
D05.05	Wärmeabgabe	Fussbodenheizung (FBH)	mittel	gering	hoch	keine	20	40	60	30	40	60	80				
		Heizkörper	hoch	gering	hoch	mittel	15	50	100								
		Konvektor (mit Gebläse)	hoch	gering	hoch	gering	20	25	35								
		Heizkühldecke	sehr hoch	mittel	hoch	mittel	20	30	40								
		Thermoaktive Bauteilsysteme (TABS)	mittel	gering	hoch	keine	20	40	60								
		Kapillarrohmatte	mittel	gering	hoch	gering	20	25	35								
D05.06	Wärmebezug: Investitionsanteil																



eBKP-H	Elementgruppen Element	Teilelemente	Graue THGE		Eignung		Lebensdauer			Lebensdauer	Lebensdauer			Kommentar	
D	Technik Gebäude		Relevanz	Varianz	Weiterverwendung	Wiederverwendung	min	Mittelwert	max	SIA 2032	min	Lebensdauer CRB 2012	max		
D06	Kältetechnische Anlage		hoch	mittel	mittel	gering	25	30	45		25	30	45		
D06.01	Kältequelle, -senke, Brennstofflager	Erdsonde, Förder- und Schluckbrunnen für Grundwasser Wärmepumpe oder Aussengerät LW-Wärmepumpe	siehe D05.01		siehe D05.01		siehe D05.01				35	50	65		
D06.02	Kälteerzeugung	Kompressionskältemaschine	mittel	gering	mittel	gering	15	20	30		15	25	35	Andere Systeme wie Adsorptionskältemaschinen oder Thermoelektrische Kühlsysteme (Peltier-Elemente) zu wenig benutzt	
		Absorptionskältemaschine	mittel	gering	mittel	gering	20	25	35						
		Spill-Geräte	mittel	gering	gering	gering	10	15	20						
D06.03	Kältespeicherung	Kältespeicher (Pufferspeicher)	siehe D05.03		siehe D05.03		siehe D05.03							Eisspeicher noch nicht verbreitet	
D06.04	Kälteverteilung	Hauptverteilung	mittel	gering	hoch	gering	30	45	60		35	50	65	Kürzer als bei der Wärmeverteilung, da häufiger Kunststoffrohre (PP, PE-X) eingesetzt werden	
		Stockverteilung	hoch	mittel	hoch	gering	30	45	60						
D06.05	Kälteabgabe	Umluftkühler	mittel	gering	hoch	mittel	10	20	25		25	30	45		
		Andere wie bei D05.05	siehe D05.05		siehe D05.05		siehe D05.05								
D06.06	Kältebezug: Investitionsanteil														
D07	Lufttechnische Anlage		sehr hoch	hoch	mittel	gering	25	40	50	30	25	40	50		
D07.01	Aussenluftversorgung, Fortluftführung	Erddregister	sehr hoch	mittel	hoch	keine	20	40	60	30				Lebensdauer unterschiedlicher Komponenten (Luftfilter, Luftbefeuchter, Luftentfeuchter, Luftentfeuchter, Luftkühler, WRG, Ventilator, Elektromotor)	
		Weiterschützgitter	gering	sehr gering	mittel	gering	10	20	30						
D07.02	Luftaufbereitung	Kompaktgeräte	hoch	gering	mittel	gering	10	15	25		15	20	30		
		Zentrale Modulare Anlagen (Monoblock)	sehr hoch	mittel	hoch	mittel	15	30	40						
		Einzelraumlüfter	mittel	gering	gering	gering	5	12	15						
		Abluftanlage (per se nicht Luftaufbereitung)	gering	gering	mittel	gering	15	20	40						
		Lüftererhitzer (Elektro)	gering	gering	gering	gering	12	15	20						
		Lüftererhitzer (indirekt)	gering	gering	mittel	gering	15	20	30						
		Luftkühler	gering	gering	gering	gering	15	20	30						
		Befeuchtung (Verdunstung)	gering	gering	gering	gering	12	15	20						
		Entfeuchtung (Kühler)	gering	gering	gering	gering	12	15	20						
		WRG (Platten-Wärmetauscher)	gering	gering	mittel	gering	15	20	30						
		WRG (Kreislaufverbund-Wärmetauscher)	mittel	gering	gering	gering	12	15	20						
		WRG (Rotations-Wärmetauscher)	mittel	gering	gering	gering	12	15	20						
D07.04	Luftverteilung	Aufputz (Metall)	sehr hoch	sehr hoch	hoch	gering	20	40	60		30	45	60	Komponenten: Brandschutzklappe (BSK), Schalldämpfer, Volumenstromregler	
		Eingelegte (PE-X)	hoch	hoch	hoch	keine	20	40	60						
D07.05	Luftabgabe	Luftdurchlass	gering	sehr gering	hoch	mittel	15	20	25		20	30	40		
		Gitter	sehr gering	sehr gering	sehr hoch	hoch	20	30	40						
D07.06	Luft: Investitionsanteil														



eBKP-H	Elementgruppen Element	Teilelemente	Graue THGE		Eignung		Lebensdauer Mittelwert			Lebensdauer SIA 2032	Lebensdauer CRB 2012			Kommentar
			Relevanz	Varianz	Weiterverwendung	Wiederverwendung	min		max		min		max	
D	Technik Gebäude													
D08	Wassertechnische Anlage		mittel	gering	mittel-hoch	gering	20	30	60	30				Unterschiedliche Sanierungszyklen: Apparate (15-25 Jahre) vs. Verteilsysteme (30 Jahre Geschossverteilung - 50 Jahre Hauptverteilung)
D08.01	Wasserversorgung		gering	gering	mittel	gering	30	40	60	30				
D08.02	Wasserbehandlung	Enthärtung	gering	gering	mittel	gering	10	15	20		20	30	40	
D08.03	Wasserspeicher	In der Wärmeerzeugung enthalten	gering	gering	mittel	gering	20	30	50					
D08.04	Wasserverteilung	Chromstahl	mittel	mittel	hoch	gering	30	40	60		40	50	60	
		Eingelegte	hoch	mittel	hoch	gering	30	40	60					
D08.05	Wasser: Armatur, Apparat	Apparate	mittel	hoch	mittel	hoch	40	50	100		25	35	45	
		Armaturen	mittel	hoch	mittel	hoch	30	40	80					
D08.06	Wasser: Installationselement	Vorwandinstallation	gering	gering	mittel	mittel	15	30	40		25	35	50	
D09	Abwassertechnische Anlage									30	10	30	50	Derzeit (KBOB-Liste) gemeinsam mit der Sanitäranlage berücksichtigt.
D09.01	Abwasserentsorgung		hoch	mittel	hoch	keine				30				
D09.02	Abwasserbehandlung													
D09.03	Abwasserspeicher													
D09.04	Abwassersammlung													
D09.05	Abwasser: Armatur, Apparat													
D10	Gastechnische Anlage		Projektspezifisch		Projektspezifisch		25	35	50		25	35	50	
D10.01	Gasversorgung													
D10.02	Gasbehandlung													
D10.03	Gasspeicherung													
D10.04	Gasverteilung	Gasleitungen					30	50	60					
D10.05	Gas: Armatur, Apparat													
D11	Anlage für Spezialmedien		Projektspezifisch		Projektspezifisch		Keine Angabe – stark nutzungsabhängig				25	35	50	
D11.01	Spezialmedien: Versorgung, Entsorgung													
D11.02	Spezialmedien: Aufbereitung													
D11.03	Spezialmedien: Speicherung													
D11.04	Spezialmedien: Verteilung													
D11.05	Spezialmedien: Armatur, Apparat													
D12	Beförderungsanlage		mittel	gering	mittel	gering (einzelne Komponente)	15	25	40		15	30	40	Steuerung / Elektronik: 15–20 Jahre Tragselle: 10–15 Jahre (regelmässige Kontrolle notwendig) Türantriebe / Kabine: 15–25 Jahre EPD: 25 Jahre
D12.01	Personenaufzug										20	30	40	
D12.02	Lasten- und Serviceaufzug										20	30	40	
D12.03	Spezialaufzug										15	20	40	
D12.04	Fahrtreppe										15	25	40	
D12.05	Hebeeinrichtung, Verladestation										15	20	40	
D12.06	Fahrsteig										15	25	40	



11.2. Fallbeispiele

11.2.1. Fallbeispiel 1: Verwaltungsgebäude Albis (Haus C und D), Zürich

Nachfolgend werden die relevanten Anlagenteile beschrieben und anhand der in Kapitel 3.2 definierten Klassierung hinsichtlich **Weiterverwendung (W)**, **Wiederverwendung (R)** und **Restlebensdauer (L)** bewertet.

D01 Elektroanlage

Im Untergeschoss befinden sich die Haupt-Elektroverteilungen der beiden Gebäude. Ein Teil der Anlage wurde bereits erneuert. Nachfolgend werden die bestehenden und die erneuerten Anlagenteile beschrieben und gemäss der in Kapitel 3.2 definierten Klassierung beurteilt.



Abbildung 14: Alte Elektroverteilung im Untergeschoss.

Anlage – alt

Ein Teil der bestehenden Schaltfelder entsprechen konstruktiv und sicherheitstechnisch dem zum damaligen Installationszeitpunkt üblichen Standard. Die Sammelschienen, Schutzorgane und Leistungsschalter erfüllen jedoch die heutigen Anforderungen hinsichtlich Selektivität, Kurzschlusschutz, Energieeffizienz und Ersatzteilverfügbarkeit nicht mehr.

Im hinteren Bereich der Schaltfelder sind offen geführte Kupfersammelschienen sichtbar, die nur unzureichend gegen Berührung geschützt sind. Diese Ausführung entspricht nicht mehr dem aktuellen Stand der Technik und erfüllt die heutigen sicherheitstechnischen Anforderungen an den Berührungsschutz nicht.

Aufgrund der Bauart, der eingesetzten Komponenten sowie des fehlenden zeitgemässen Berührungsschutzes ist davon auszugehen, dass die Installation einem älteren Ausführungsstandard zuzuordnen ist (geschätztes Alter > 35 Jahre, ca. 1988).

Annahme Lebensdauer ca. 40 Jahre.



Anlage – neu

Ein Teil der Hauptverteilung wurde bereits erneuert. Die neuen Felder sind mit modernen Leistungsschaltern, aktuellen Schutzorganen sowie zeitgemässen Sammelschienen- und Trennsystemen ausgestattet. Sie weisen einen geschlossenen, normgerechten Aufbau mit zeitgemäßem Berührungsschutz auf.

Aufgrund der verbauten Komponenten, der konstruktiven Ausführung sowie der eingesetzten Schutz- und Trennsysteme ist davon auszugehen, dass die Installation einem neueren Ausführungsstandard zuzuordnen ist (geschätztes Alter ca. 20 Jahre, ca. 2004). Der technische Zustand ist gut und entspricht dem zum Installationszeitpunkt geltenden Stand der Technik.

Abbildung 15: Neue Elektroverteilung im Untergeschoss.

Annahme Lebensdauer ca. 40 Jahre.

Tabelle 27: Bewertung der Elementgruppe D01 Elektroanlage hinsichtlich Weiterverwendung, Wiederverwendung und Restlebensdauer.

Kriterium		Einstufung	Begründung
D01 Anlage Alt	Weiterverwendung	W0: Nicht weiterverwendbar	Entspricht nicht mehr den aktuellen technischen und sicherheitsrelevanten Anforderungen.
	Wiederverwendung	R0: Nicht wiederverwendbar	Technische und sicherheitsrelevante Gründe schliessen eine Wiederverwendung aus.
	Restlebensdauer	L0: < 25 % verbleibend	Restlebensdauer weitgehend ausgeschöpft.
D01 Anlage Neu	Weiterverwendung	W3: Direkt weiterverwendbar	Entspricht den aktuellen technischen und sicherheitsrelevanten Anforderungen.
	Wiederverwendung	R3: Direkt wiederverwendbar	Moderne, normkonforme Komponenten mit verfügbarer Ersatzteilversorgung.
	Restlebensdauer	L2: 50-75 % verbleibend	Alterszustand und technischer Aufbau lassen eine mittlere Restlebensdauer erwarten.



D05 Wärmetechnische Anlage

D05.02 Wärmeerzeugung



Die Wärmeerzeugung erfolgte ursprünglich über eine gemeinsame Heizzentrale in einem Nachbargebäude. Die Heizenergie wurde über Fernleitungen zu den beiden Unterstationen der Gebäudeteile C und D geführt. Im Zuge von Umbauarbeiten im Nachbargebäude wurde die bestehende Heizzentrale demontiert und durch einen mobilen, ausserhalb des Gebäudes aufgestellten Gasheizkessel ersetzt.

Seither werden die Gebäudeteile direkt über dieses provisorische Wärmeerzeugungssystem versorgt. Die Anlage weist einen temporären Charakter auf und ist nicht als dauerhafte Lösung konzipiert.

Annahme Lebensdauer ca. 20 Jahre.

Abbildung 16: Provisorische Wärmeerzeugung über einen mobilen Gasheizkessel.

Tabelle 28: Bewertung des Elements D05.02 Wärmeerzeugung hinsichtlich Weiterverwendung, Wiederverwendung und Restlebensdauer.

Kriterium		Einstufung	Begründung
D05.02 Wärmeerz.	Weiterverwendung	W0: Nicht weiterverwendbar	Die Anlage stellt eine provisorische Lösung dar und entspricht nicht den Anforderungen an eine dauerhafte, gebäudefeste Wärmeerzeugung.
	Wiederverwendung	R3: Direkt wiederverwendbar	Der mobile Heizkessel ist gemietet und für den Einsatz an anderen Standorten konzipiert.
	Restlebensdauer	L3: ≥ 75 % verbleibend	Temporäre Anlage mit hoher verbleibender technischer Lebensdauer.



D05.02 Übergabestation



Abbildung 17: Wärmetaucher als Unterstation im UG, Gebäudeteil C (D ist identisch).

In den Gebäudeteilen C und D, ist im 1. Untergeschoss (UG) jeweils eine Übergabestation für die Übernahme der im Nachbargebäude erzeugten Heizenergie sowie deren weitere Verteilung installiert. Die Übergabestation besteht im Wesentlichen aus einem Wärmetauscher mit zugehörigen Armaturen, Pumpen und Regelkomponenten.

Der Wärmetaucher ist im Anlagenschema wie folgt bezeichnet:

Umformer
Fabrikat Orion
Typ Wx
800 000 kcal/h (ca. 930 kW)
Baujahr ca. 2005

Der Anlagenzustand ist altersbedingt. Es sind Korrosionserscheinungen erkennbar, zudem ist im Vergleich zu heutigen Standards von einer reduzierten Energieeffizienz auszugehen.

Annahme Lebensdauer ca. 25 Jahre.

Tabelle 29: Bewertung des Elements D05.02 Übergabestation hinsichtlich Weiterverwendung, Wiederverwendung und Restlebensdauer.

Kriterium	Einstufung	Begründung
D05.02 Übergabestation	Weiterverwendung W0: Nicht weiterverwendbar	Eine Weiterverwendung am bestehenden Standort ist infolge der Stilllegung der externen Wärmezeugung nicht mehr möglich. Zudem bestehen altersbedingte Korrosionserscheinungen sowie energetische und technische Defizite.
	Wiederverwendung R1: Teilweise wiederverwendbar	Eine Demontage und gesamthafte Wiederverwendung an einem anderen Standort sind aufgrund des Alters, des Zustands und der objektspezifischen Auslegung technisch und wirtschaftlich nicht sinnvoll. Einzelne Komponenten (z. B. Armaturen oder Pumpen) könnten jedoch nach Prüfung weitergenutzt werden.
	Restlebensdauer L0: ≤ 25 % verbleibend	Mit rund 20 Betriebsjahren ist die verbleibende Restlebensdauer eingeschränkt.

D05.02 Wärmetauscher Brauchwarmwasser (BWW)



Abbildung 18: Plattenwärmetauscher für die Brauchwarmwasser.

In den Gebäudeteilen C und D ist im 1. Untergeschoss jeweils ein Plattenwärmetauscher für die Brauchwarmwassererwärmung installiert. Der Wärmetauscher befindet sich in der Sanitärzentrale neben dem Sanitärverteiler und den Brauchwarmwasserspeichern.

Leistungsdaten und Baujahr sind nicht dokumentiert. Aufgrund der Einbausituation, konstruktiven Ausführung sowie des baulichen Kontexts wird der Wärmetauscher einem älteren Ausführungsstandard zugeordnet (geschätzt ca. 20–30 Jahre).

Der technische Zustand weist deutliche Alters- und Korrosionserscheinungen auf. Die Dichtheit ist fraglich, und der energetische Wirkungsgrad liegt deutlich unter dem Niveau moderner Komponenten.

Annahme Lebensdauer ca. 30 Jahre.

Tabelle 30: Bewertung des Elements D05.02 Wärmetauscher Brauchwarmwasser hinsichtlich Weiterverwendung, Wiederverwendung und Restlebensdauer.

Kriterium	Einstufung	Begründung
D05.02 Wärmetauscher BWW	Weiterverwendung	W0: Nicht weiterverwendbar
	Wiederverwendung	R0: Nicht wiederverwendbar
	Restlebensdauer	L0: ≤ 25 % verbleibend



D05.04 Wärmeverteilung



Abbildung 19: Heizverteiler im UG, Gebäudeteil C (D ist identisch).

In den Gebäudeteilen C und D ist im Untergeschoss jeweils ein Heizverteiler mit fünf Heizgruppen installiert. Jede Heizgruppe verfügt über eine eigene Umwälzpumpe und ein Mischventil.

Die Wärmeverteilung erfolgt gemäss dem bestehenden Heizgruppenkonzept zur Versorgung der unterschiedlichen Gebäudebereiche.

Hauptpumpen (redundant): Biral NBZ 100-4S/11

Lufterhitzer: Biral NBZ 100-1S/11

Fabrikation Nord: Biral NBZ 60-1S/11, 3-Wege-Mischer

Fabrikation Süd: identisch zu Nord

Dachgeschoss Nord: Biral NBZ 55-1S/11, 3-Wege-Mischer

Dachgeschoss Süd: identisch zu Nord

Die Armaturen und Rohrleitungen weisen altersbedingte Korrosions- und Ablagerungsspuren auf. Die Pumpen entsprechen nicht den heutigen Effizienzanforderungen. Zudem sind die Regelventile und Steuerkomponenten nicht mit aktuellen Systemen der Gebäudeautomation kompatibel.

Das Baujahr des Heizverteilers ist nicht dokumentiert. Aufgrund der konstruktiven Ausführung, der verbauten Komponenten sowie des baulichen Kontexts wird die Installation dem Zeitraum um 2005 (ca. 20 Betriebsjahre) zugeordnet.

Annahme Lebensdauer ca. 25 Jahre.

Tabelle 31: Bewertung des Elements D05.04 Wärmeverteiler hinsichtlich Weiterverwendung, Wiederverwendung und Restlebensdauer.

Kriterium	Einstufung	Begründung
D05.04 Wärmeverteiler	Weiterverwendung	W0: Nicht weiterverwendbar
	Wiederverwendung	R0: Nicht wiederverwendbar
	Restlebensdauer	L0: ≤ 25 % verbleibend



D05.04 Expansionsanlagen

In den Gebäudeteilen C und D ist im 1. Untergeschoss jeweils eine Expansionsanlage installiert. Während sich im Gebäudeteil D noch eine ältere Expansionsanlage befindet, würde die Anlage im Gebäudeteil C im Jahr 2023 vollständig erneuert.



Abbildung 20: Alte Expansionsanlage im UG, Gebäudeteil D.

Expansionsanlage alt (Gebäudeteil D)

Die bestehende Expansionsanlage im Gebäudeteil D entspricht einem älteren Ausführungsstandard.

Fabrikat: Pneumatex

Typ: PAE 700

Steuerung

Fabrikat: SCS

Typ: M 3P80F DN 80

Baujahr: ca. 1990

Die Anlage weist deutliche Alters- und Abnutzungsspuren auf. Die Membranen befinden sich voraussichtlich am Ende ihrer technischen Lebensdauer. Die Sensor- und Steuerungstechnik entspricht nicht mehr dem heutigen Stand der Technik, und die Ersatzteilverfügbarkeit ist eingeschränkt.



Abbildung 21: Neue Expansionsanlage im UG, Gebäudeteil C.

Expansionsanlage neu (Gebäudeteil C)

Im Gebäudeteil C wurde die Expansionsanlage im Jahr 2023 ersetzt.

Fabrikat: IMI Pneumatex

Typ: 2 x Compresso CU 400.6

Baujahr: 2023

Die Anlage entspricht dem aktuellen Stand der Technik hinsichtlich Druckhaltung, Regelung und Energieeffizienz.

Annahme Lebensdauer ca. 30 Jahre.



Tabelle 32: Bewertung des Elements D05.04 Expansionsanlagen hinsichtlich Weiterverwendung, Wiederverwendung und Restlebensdauer.

Kriterium	Einstufung	Begründung
D05.04 Expansion alt	Weiterverwendung	W0: Nicht weiterverwendbar
	Wiederverwendung	R0: Nicht wiederverwendbar
	Restlebensdauer	L0: ≤ 25 % verbleibend
D05 Expansion neu	Weiterverwendung	W3: Direkt weiterverwendbar
	Wiederverwendung	R3: Direkt wiederverwendbar
	Restlebensdauer	L3: ≥ 75 % verbleibend



D05.05 Wärmeabgabe



Abbildung 22: Heizkörper mit Thermostatventil.

Die Wärmeabgabe erfolgt in beiden Gebäudeteilen über Heizkörper mit Thermostatventilen. Die Anschlussleitungen sind sichtbar geführt und entsprechen einem älteren Ausführungsstandard.

Der allgemeine Zustand der Heizkörper ist insgesamt als gut zu beurteilen, weist jedoch altersbedingte Unterschiede auf. Ablagerungen und Gebrauchsspuren sind insbesondere im Bereich der Ventile und Anschlüsse erkennbar. Das Baujahr der Heizkörper und Thermostatventile ist nicht dokumentiert; aufgrund der Bauart und des baulichen Kontexts wird die Installation einem älteren Ausführungsstandard zugeordnet (geschätztes Alter ca. 20–30 Jahre).

Die Thermostatventile weisen altersbedingte Ablagerungen und Abnutzungserscheinungen auf. Aufgrund des Verschleisszustands sowie des erhöhten Risikos von Undichtigkeiten ist eine Weiter- oder Wiederverwendung nicht zu empfehlen; im Rahmen einer Sanierung ist deren Ersatz angezeigt. Die Heizkörper selbst können nach technischer Prüfung grundsätzlich weitergenutzt werden.

Annahme Lebensdauer ca. 50 Jahre.

Tabelle 33: Bewertung des Elements D05.05 Wärmeabgabe hinsichtlich Weiterverwendung, Wiederverwendung und Restlebensdauer.

Kriterium	Einstufung	Begründung
D05.05 Wärmeabgabe	Weiterverwendung	W2: Weiterverwendbar nach Revision
	Wiederverwendung	R2: Wiederverwendbar nach Revision
	Restlebensdauer	L1: 25 -50 % verbleibend



D06 Kältetechnische Anlage

D06.02 Kälteerzeugung



Die Kälteerzeugung erfolgt über eine reversible Kaltwasser-Wärmepumpenanlage, die auf dem Dach des Gebäudes installiert ist. Die Anlage dient sowohl der Kälteerzeugung als auch der Rückkühlung und ist vollständig in das bestehende Gebäudeleitsystem integriert.

Fabrikat: Aermec S.p.A
Typ: NS2652XFE PFAK
Kühlleistung: 514 KW
Minimaltemperatur: -10°C
Kältemittel: R134a
Baujahr: 2016

Die Anlage wurde 2016 im Betrieb genommen und befindet sich in einem guten Zustand. Die vollständige Integration in das bestehende Gebäudeleitsystem ermöglicht einen überwachten und effizienten Betrieb.

Annahme Lebensdauer ca. 25 Jahre.

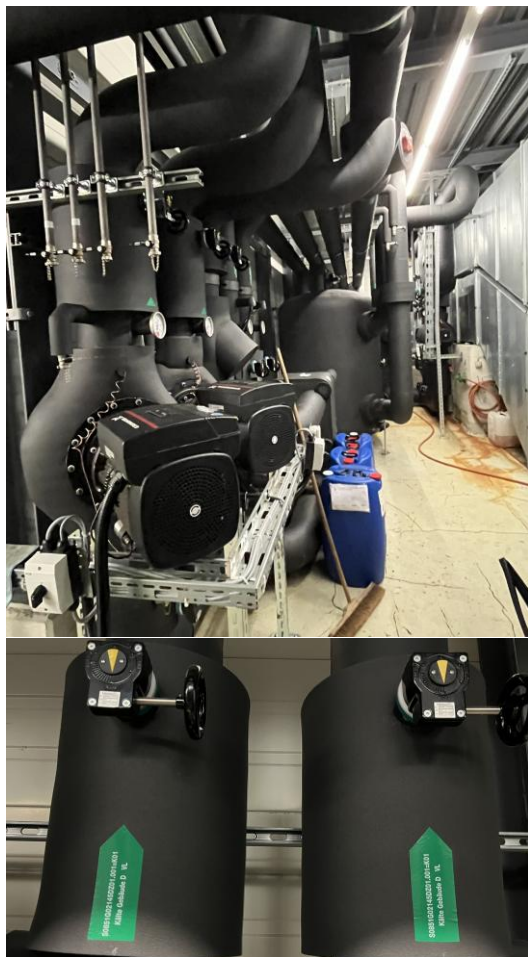
Abbildung 23: Kaltwassersatz / reversible Kälte-Wärmepumpenanlage auf dem Dach.

Tabelle 34: Bewertung des Elements D06.02 Kälteerzeugung hinsichtlich Weiterverwendung, Wiederverwendung und Restlebensdauer.

Kriterium		Einstufung	Begründung
D06.02 Kälteerzeugung	Weiterverwendung	W3: Direkt weiterverwendbar	Anlage entspricht dem aktuellen technischen und sicherheitsrelevanten Stand und kann am bestehenden Standort direkt weiterverwendet werden.
	Wiederverwendung	R3: Direkt wiederverwendbar	Moderne, normkonforme Anlage; Demontage und Wiederverwendung an einem anderen Standort sind grundsätzlich möglich.
	Restlebensdauer	L2: 50-75 % verbleibend	Alterszustand (Inbetriebnahme 2016) lässt eine mittlere bis hohe verbleibende Restlebensdauer erwarten.



D06.04 Kälteverteilung



Die Kälteverteilung der Gebäudeteile C und D befindet sich in der Dachzentrale in unmittelbarer Nähe zur Kältemaschine.

Sie besteht aus:

- 2 Plattenwärmetauscher
- Hauptpumpen
- Kältespeicher (2'500 Liter)
- 5 Kältegruppen
- Expansions- und Sicherheitseinrichtungen

Die Kälteverteilung wurde im Zuge der Erneuerung der Kälteerzeugung im Jahr 2016 installiert. Der technische Zustand ist gut. Die verbauten Komponenten entsprechen dem aktuellen technischen Standard; Dämmungen, Armaturen und Rohrleitungen sind intakt. Sämtliche Anlagenteile sind in das bestehende Gebäudeleitsystem integriert.

Annahme Lebensdauer ca. 25 Jahre.

Abbildung 24: Kälteverteilung in der Dachzentrale.

Tabelle 35: Bewertung des Elements D06.04 Kälteverteilung hinsichtlich Weiterverwendung, Wiederverwendung und Restlebensdauer.

Kriterium	Einstufung	Begründung
D06.04 Kälteverteilung	Weiterverwendung	W3: Direkt weiterverwendbar
	Wiederverwendung	R3: Direkt wiederverwendbar
	Restlebensdauer	L2: 50-75 % verbleibend



D06.04 Kälteabgabe



Abbildung 25: Umluftkühlgerät (ULK) in der abgehängten Decke.

In einzelnen Büroräumen sind Umluftkühlgeräte (ULK) in der abgehängten Decke installiert. In weiteren Räumen bestehen lediglich Anschlüsse für eine mögliche Nachrüstung. Die ULK wurden über mehrere Jahre hinweg bedarfsorientiert installiert, wodurch eine heterogene Altersstruktur mit unterschiedlichen Baujahren und Gerätezuständen vorliegt.

Die ältesten Geräte stammen vermutlich aus den 1990er-Jahren, die jüngeren aus dem Zeitraum 2010–2016. Ob in weiteren Bereichen zusätzlich Kühldecken installiert sind, ist nicht dokumentiert. Der technische Zustand der ULK ist alters- und geräteabhängig unterschiedlich.

Annahme Lebensdauer ca. 20 Jahre.

Tabelle 36: Bewertung des Elements D06.04 Kälteabgabe (Umluftkühlgerät) hinsichtlich Weiterverwendung, Wiederverwendung und Restlebensdauer.

Kriterium	Einstufung	Begründung
Weiterverwendung	W2: Weiterverwendbar nach Revision	Weiterverwendung am bestehenden Standort nach technischer Prüfung (Funktion, Dichtheit, Gerätezustand) möglich
Wiederverwendung	R1: Teilweise wiederverwendbar	Demontage und Wiederverwendung sind grundsätzlich möglich, jedoch aufgrund unterschiedlicher Baujahre, Effizienzstandards und Gerätezustände nur eingeschränkt und geräteabhängig sinnvoll.
Restlebensdauer	L1: 25 -50 % verbleibend	Heterogene Altersstruktur; insbesondere ältere Geräte befinden sich nahe am Ende ihrer technischen Lebensdauer, insgesamt eingeschränkte verbleibende Restnutzungsdauer.



D07 Lufttechnische Anlage

D07.02 Luftaufbereitung

Beide Gebäudeteile verfügen über eine separate Lüftungsanlage in der Dachzentrale. Jede Anlage besteht aus einem Zu- und einem Abluftmonoblock mit Kreislaufverbundsystem (KVS) zur Wärmerückgewinnung. Während die Anlage im Gebäudeteil C erneuert wurde, stammt die Anlage im Gebäudeteil D aus einer früheren Bauphase.

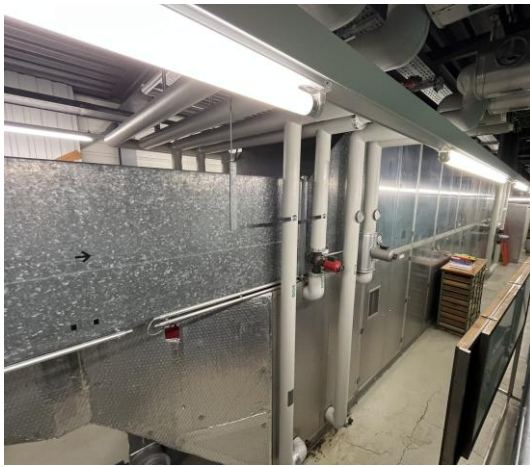


Abbildung 26: Altes Lüftungsgerät (Gebäude D) in der Dachzentrale.

Lüftungsgerät alt (Gebäude D)

Luftmenge: ca. 25'000 m³/h (Annahme)
Lufterhitzerleistung: 118 kW
Luftkühler: keine Angaben vorhanden
Dampfbefeuchter: vorhanden
WRG: KVS
Baujahr: ca. 1988

Die Anlage weist deutliche Alters- und Abnutzungserscheinungen auf. Energieeffizienz, Hygienezustand und der technische Zustand der Komponenten entsprechen nicht mehr den heutigen Anforderungen.



Abbildung 27: Neues Lüftungsgerät (Gebäude C) in der Dachzentrale.

Lüftungsgerät neu (Gebäude C)

Fabrikat: Seven-Air
Luftmenge: 32'000 m³/h
Elektroleistung je Gerät: 15 kW
Lufterhitzerleistung: 151.9 kW
Luftkühlerleistung: 145 kW
WRG: KVS (200.4 kW)
Baujahr: 2015

Die Anlage entspricht einem zeitgemässen technischen Standard und ist vollständig in das Gebäudeteilsystem integriert.

Annahme Lebensdauer ca. 30 Jahre.



Tabelle 37: Bewertung des Elements D07.02 Luftaufbereitung hinsichtlich Weiterverwendung, Wiederverwendung und Restlebensdauer.

Kriterium		Einstufung	Begründung
D07.02 Anlage Alt	Weiterverwendung	W0: Nicht weiterverwendbar	Altersbedingter Zustand, unzureichende Energieeffizienz sowie hygienische und technische Defizite; entspricht nicht mehr den heutigen Anforderungen.
	Wiederverwendung	R0: Nicht wiederverwendbar	Technische, hygienische und sicherheitsrelevante Gründe schliessen eine Wiederverwendung aus.
	Restlebensdauer	L0: ≤ 25 % verbleibend	Technische Lebensdauer weitgehend ausgeschöpft.
D07.02 Anlage Neu	Weiterverwendung	W3: Direkt weiterverwendbar	Entspricht den aktuellen technischen, energetischen und betrieblichen Anforderungen.
	Wiederverwendung	R3: Direkt wiederverwendbar	Moderne Komponenten, normkonform und mit verfügbarer Ersatzteilversorgung. Demontage und Wiederverwendung sind möglich.
	Restlebensdauer	L2: 50-75 % verbleibend	Baujahr 2015; mittlere bis hohe verbleibende Restlebensdauer zu erwarten.



D08 Wassertechnische Anlage

D08.03 Wasserspeicher (Brauchwarmwasserspeicher)



In beiden Gebäudeteilen sind in den Sanitärzentralen jeweils zwei Brauchwarmwasserspeicher installiert. Die Speichertemperatur liegt im Betrieb zwischen 50 °C und 64 °C (Beobachtung in Rahmen der Begehung).

Das genaue Speichervolumen ist nicht ersichtlich; aufgrund der Abmessungen wird es auf rund 1 500 Liter geschätzt. Auch das Baujahr ist nicht dokumentiert. Auf Basis des baulichen Kontexts sowie der konstruktiven Ausführung werden die Speicher einem älteren Ausführungsstandard (geschätztes Alter ca. 20–30 Jahre) zugeordnet.

Der technische Zustand ist altersbedingt. Korrosionsrisiken sowie Ablagerungen im Speicherinneren können nicht ausgeschlossen werden. Für eine Weiter- oder Wiederverwendung wären umfassende Prüfungen (u. a. Dichtheit, Inneninspektion, Korrosionszustand) erforderlich.

Annahme Lebensdauer ca. 30 Jahre.

Abbildung 28: Brauchwarmwasserspeicher.

Tabelle 38: Bewertung des Elements D08.03 Brauchwarmwasserspeicher hinsichtlich Weiterverwendung, Wiederverwendung und Restlebensdauer.

Kriterium		Einstufung	Begründung
D08.03 BWW-Speicher	Weiterverwendung	W0: Nicht weiterverwendbar	Altersbedingter Zustand sowie potenzielle Korrosionsrisiken schliessen eine sichere Weiterverwendung am bestehenden Standort aus.
	Wiederverwendung	R0: Nicht wiederverwendbar	Demontage und Wiederverwendung an einem anderen Standort sind aus technischen, hygienischen und wirtschaftlichen Gründen nicht sinnvoll.
	Restlebensdauer	L0: ≤ 25 % verbleibend	Die angenommene technische Lebensdauer ist weitgehend ausgeschöpft.



D08.04 Wasserverteilung (Kaltwasser)



Abbildung 29: Sanitärverteiler mit Armaturen.

In jedem Gebäudeteil sind eine Kaltwasserzuleitung und ein Sanitärverteiler installiert. Die Verteilung und die Armaturen weisen deutliche Alters- und Abnutzungsspuren auf.

Das Baujahr ist nicht dokumentiert; aufgrund der Installationsweise wird es im Zeitraum 1990–2000 eingeordnet. Die vorhandenen Rohrdämmungen können potenziell schadstoffhaltig sein (z. B. asbesthaltige Materialien), was vor einer Demontage abgeklärt werden muss. Im Gebäude C erfolgte im Rahmen einer Asbestsanierung die Erneuerung der Sanitärstränge.

Ablagerungen in den Leitungen sowie altersbedingte Abnutzung der Armaturen können nicht ausgeschlossen werden. Aus hygienischer und technischer Sicht bestehen erhöhte Risiken, insbesondere im Hinblick auf Trinkwasserhygiene und Betriebssicherheit.

Annahme Lebensdauer ca. 40 Jahre.

Tabelle 39: Bewertung des Elements D08.04 Wasserverteilung hinsichtlich Weiterverwendung, Wiederverwendung und Restlebensdauer.

Kriterium	Einstufung	Begründung
D08.04 Wasserverteilung	Weiterverwendung W0: Nicht weiterverwendbar	Altersbedingter Zustand, mögliche Ablagerungen sowie hygienische und technische Risiken schliessen eine sichere Weiterverwendung am bestehenden Standort aus.
	Wiederverwendung R0: Nicht wiederverwendbar	Demontage und Wiederverwendung an einem anderen Standort aufgrund des Alters, der hygienischen Anforderungen sowie einer möglichen Schadstoffbelastung nicht sinnvoll.
	Restlebensdauer L0: ≤ 25 % verbleibend	Hohe Betriebsdauer; verbleibende Restlebensdauer weitgehend fast ausgeschöpft.



D08.05 Wasser: Armatur, Apparat



In den Sanitärbereichen sind standardmässige Apparate installiert, bestehend aus Lavabos mit Einhebelmischern, beleuchteten Wandspiegeln sowie wandhängenden WC-Anlagen mit Unterputzspülkästen. Die Ausstattung entspricht einem älteren Ausbaustandard und weist sichtbare Gebrauchsspuren auf.

Einige Sanitärapparate und Armaturen (z. B. Lavabos, WC-Keramik, beleuchtete Wandspiegel) können weiter- oder wiederverwendet werden. Insgesamt entsprechen die Apparate jedoch nicht mehr den aktuellen Standards hinsichtlich Wasserverbrauchs und Bedienkomfort. Altersbedingte Abnutzungen sowie hygienische Anforderungen schränken eine Weiter- oder Wiederverwendung von Armaturen oder WC-Spülkästen deutlich ein. Eine hygienische Aufbereitung wäre technisch aufwendig und wirtschaftlich nicht sinnvoll.

Annahme Lebensdauer Armaturen ca. 40 und Apparaten ca. 50 Jahre.



Abbildung 30: Sanitärapparate.



Tabelle 40: Bewertung des Elements D08.05 Wasser: Armaturen und Apparaten hinsichtlich Weiterverwendung, Wiederverwendung und Restlebensdauer.

Kriterium	Einstufung	Begründung
D08.05 Wasser: Armatur, Apparat	Weiterverwendung	W1: Teilweise weiterverwendbar
	Wiederverwendung	R1: Teilweise wiederverwendbar
	Restlebensdauer	L1: 25-50 % verbleibend

In diesem Fallbeispiel wird das Gewerke D06 kältetechnische Anlage vertieft untersucht.



11.2.2. Fallbeispiel 2: Schulhaus Bungertwies, Zürich

Nachfolgend werden die relevanten Anlagenteile des Schulhauses beschrieben und anhand der in Kapitel 3.2 definierten Klassierung hinsichtlich **Weiterverwendung (W)**, **Wiederverwendung (R)** und **Restlebensdauer (L)** bewertet.

D01 Elektroanlage



Abbildung 31: Elektro-Hauptverteilung.

Die Elektro-Hauptverteilung (EHV) befindet sich direkt neben der Technikzentrale beim Hallenbad. Sie dient als zentrale Einspeise- und Verteilanlage für sämtliche elektrische Verbraucher des Gebäudes. Über die EHV werden die nachgelagerten Unterverteilungen sowie technische Anlagen (Lüftung, Heizung, Sanitärtechnik) und allgemeine Hausinstalltionen versorgt.

Das Baujahr ist nicht bekannt, anhand der verbauten Komponenten wird es auf den Zeitraum 1985–1995 geschätzt.

Die Elektro-Hauptverteilung weist einen dem Alter entsprechenden Zustand auf. Die Absicherung erfolgt über Schmelzsicherungen und ältere Schutzschalter.

Aufgrund des Baualters besteht ein mögliches Schadstoffrisiko (z. B. asbesthaltige Materialien); vor Eingriffen wird eine vorgängige Schadstoffabklärung empfohlen.

Annahme Lebensdauer ca. 40 Jahre.

Tabelle 41: Bewertung der Elementgruppe D01 Elektroanlage hinsichtlich Weiterverwendung, Wiederverwendung und Restlebensdauer.

Kriterium	Einstufung	Begründung
D01 Elektroanlage	Weiterverwendung	W0: Nicht weiterverwendbar
	Wiederverwendung	R0: Nicht wiederverwendbar
	Restlebensdauer	L0: ≤ 25 % verbleibend



Abbildung 32: Elektro-Unterverteilung.

Die Elektro-Unterverteiler befinden sich im Treppenhaus des Schulgebäudes, jeweils im Untergeschoss, im Erdgeschoss und im Obergeschoss. Sie übernehmen die Verteilung der Stromkreise für Beleuchtung, allgemeine Steckdoseninstallationen sowie einzelne gebäudetechnische Verbraucher.

Das Baujahr ist nicht bekannt, anhand der verbauten Komponenten wird es auf den Zeitraum 1985–1995 geschätzt.

Die Unterverteiler weisen einen altersentsprechenden, teilweise heterogenen Zustand auf. Die Kombination aus Schmelzsicherungen und Leitungsschutzschaltern ist betriebssicher, erfüllt jedoch heutige Anforderungen nur eingeschränkt.

Aufgrund des Baualters besteht ein mögliches Schadstoffrisiko (z. B. asbesthaltige Materialien), eine vorgängige Schadstoffabklärung wird empfohlen.

Annahme Lebensdauer ca. 40 Jahre.

Tabelle 42: Bewertung der Elementgruppe D01 Elektroanlage hinsichtlich Weiterverwendung, Wiederverwendung und Restlebensdauer.

Kriterium		Einstufung	Begründung
D01 Elektroanlage	Weiterverwendung	W0: Nicht weiterverwendbar	Entspricht nicht mehr den aktuellen technischen und sicherheitsrelevanten Anforderungen.
	Wiederverwendung	R0: Nicht wiederverwendbar	Technische, sicherheitsrelevante und normative Gründe schliessen eine Wiederverwendung aus.
	Restlebensdauer	L0: ≤ 25 % verbleibend	Altersbedingter Zustand; technische Lebensdauer weitgehend ausgeschöpft.



D05 Wärmetechnische Anlage

D05.02 Wärmeerzeugung



Die Wärmeerzeugung erfolgt zentral über einen neuen Gaskessel, welcher das Schulhaus, die Turnhalle sowie das Hallenbad versorgt.

Am Hauptverteiler besteht eine Gruppe «Fernleitung Schulhaus», welche die Wärmeenergie über eine Fernleitung in das Schulhaus überführt.

Fabrikat: YGNIS

Typ: Varino Grande 500 MB

Leistung (80/60): 489 kW

Baujahr: 2023

Der Zustand der Anlage ist sehr gut.

Annahme Lebensdauer ca. 20 Jahre.

Abbildung 33: Wärmeerzeugung, Gasheizkessel.

Tabelle 43: Bewertung des Elements D05.02 Wärmeerzeugung hinsichtlich Weiterverwendung, Wiederverwendung und Restlebensdauer.

Kriterium	Einstufung	Begründung
D05.02 Wärmeerz.	Weiterverwendung	W3: Direkt weiterverwendbar
	Wiederverwendung	R3: Direkt wiederverwendbar
	Restlebensdauer	L3: ≥ 75 % verbleibend
		Entspricht den aktuellen technischen, energetischen und sicherheitsrelevanten Anforderungen.
		Moderne, normkonforme Anlage mit gesicherter Ersatzteilversorgung; Demontage und Wiederverwendung sind grundsätzlich möglich.
		Neuanlage (Baujahr 2023); hohe verbleibende technische Restlebensdauer.



Abbildung 34: Unterverteilung Schulhaus.

In der Wärmezentrale des Schulhauses gibt es eine Unterverteilung mit zwei Heizgruppen (Ost und West), welche die Heizkörper mit Wärme versorgen.

Die Heizgruppen bestehen aus gedämmten Vor- und Rücklaufleitungen, Absperr- und Regelarmaturen sowie den zugehörigen Mess- und Sicherheitseinrichtungen. Der Ausführungsstandard sowie der sichtbare Zustand lassen auf eine neuere Installation bzw. eine Anpassung im Zuge der Erneuerung der Wärmeerzeugung (2023) schliessen.

Annahme Lebensdauer ca. 25 Jahre.

Tabelle 44: Bewertung des Elements D05.02 Unterverteilung hinsichtlich Weiterverwendung, Wiederverwendung und Restlebensdauer.

Kriterium		Einstufung	Begründung
D05.02 Unterverteilung	Weiterverwendung	W3: Direkt weiterverwendbar	Entspricht den aktuellen technischen, energetischen und sicherheitsrelevanten Anforderungen.
	Wiederverwendung	R3: Direkt wiederverwendbar	Moderne, normkonforme Anlage mit verfügbarer Ersatzteilversorgung; Demontage und Wiederverwendung grundsätzlich möglich.
	Restlebensdauer	L3: ≥ 75 % verbleibend	Neuanlage (Baujahr 2023); hohe verbleibende technische Restlebensdauer.



D05.05 Wärmeabgabe



Die Wärmeabgabe erfolgt über Heizkörper. Die Heizkörper sind mit Thermostatventilen ausgerüstet; ein Teil der Ventile wurde über den letzten Jahren ersetzt.

Die Heizkörper könnten nach einer technischen Prüfung (insbesondere Dichtheitsprüfung) an einem anderen Ort weiterverwendet werden. Der Zustand ist grundsätzlich brauchbar, jedoch geräteabhängig unterschiedlich.

Die Thermostatventile sind hingegen nicht weiterverwendbar. Aufgrund ihres Alters sowie der hohen Wahrscheinlichkeit für Ablagerungen, vereinzelt verkalkte Spindeln und Undichtheiten ist eine weitere Nutzung technisch nicht sinnvoll.

Annahme Lebensdauer ca. 50 Jahre.

Abbildung 35: Heizkörper mit Thermostatventil.

Tabelle 45: Bewertung des Elements D05.05 Wärmeabgabe hinsichtlich Weiterverwendung, Wiederverwendung und Restlebensdauer.

Kriterium		Einstufung	Begründung
D05.05 Wärmeabgabe	Weiterverwendung	W2: Weiterverwendbar nach Revision	Heizkörper können nach technischer Prüfung (Dichtheit, Drucktest) am bestehenden Standort weiterverwendet werden.
	Wiederverwendung	R1: Teilweise wiederverwendbar	Heizkörper grundsätzlich demontierbar; Wiederverwendung nur eingeschränkt und nach Prüfung sinnvoll.
	Restlebensdauer	L1: 25 -50 % verbleibend	Altersbedingter Zustand; eingeschränkte verbleibende Restlebensdauer.



D07 Lufttechnische Anlage

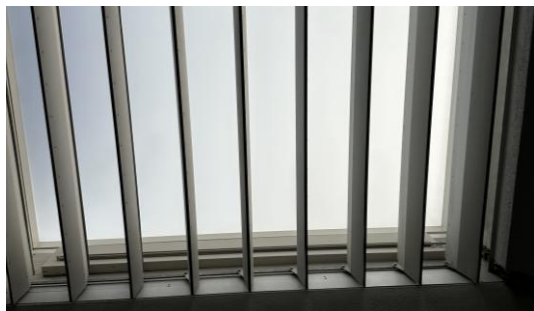


Abbildung 36: Natürliche Belüftung der Schulzimmer.

Natürliche Lüftung Schulzimmer

Das Schulhaus wird, mit Ausnahme der Küche, natürlich über eine manuelle Fensterlüftung belüftet. Hauptsächlich werden die oberen Kippfenster zur Belüftung verwendet; die grossen Fensterflügel können aus Sicherheitsgründen nur von den Lehrpersonen geöffnet werden.

Im Obergeschoss besteht zusätzlich die Möglichkeit, die Räume über Lüftungskappen bei den Dachfenstern zu lüften.

Natürliche Lüftung stellt eine einfache und nutzerabhängige Form der Raumlüftung dar. Sie erlaubt keine kontrollierte Luftführung, keine Wärmerückgewinnung und keine Sicherstellung konstanter Luftqualitätsanforderungen. In aktuellen Schulbauten werden Schulzimmer im Rahmen von Sanierungen üblicherweise hingegen nicht weiterverwendbar.

Annahme Lebensdauer ca. 40 Jahre.

Tabelle 46: Bewertung der natürlichen Lüftung hinsichtlich Weiterverwendung, Wiederverwendung und Restlebensdauer.

Kriterium	Einstufung	Begründung
Natürliche Lüft. Weiterverwendung	W0: Nicht weiterverwendbar	Natürliche Fensterlüftung entspricht nicht den heutigen Anforderungen an eine kontrollierte und energieeffiziente Lüftung von Schulräumen.
Wiederverwendung	R0: Nicht wiederverwendbar	Baulich integrierte Lösung; keine technische Demontage oder Wiederverwendung möglich.
Restlebensdauer	L0: ≤ 25 % verbleibend	Kein technisches Anlageteil; funktional überholt im Kontext heutiger Standards.



Abbildung 37: Mechanische Lüftung in der Küche.

Mechanische Lüftung Küche

In der Küche ist ein Zu- und ein Abluftmonoblock unter der Decke montiert. Beide Geräte sind zweistufig betreibbar und manuell unabhängig voneinander schaltbar.

Es ist nicht sichergestellt, dass Zu- und Abluft parallel laufen.

Der Erhitzer ist defekt, Ersatzteile sind nicht mehr verfügbar, weshalb die Anlage im Winter nicht betrieben wird.

Baujahr ca. 1990.

Annahme Lebensdauer ca. 30 Jahre.

Tabelle 47: Bewertung der Elementgruppe D07 mechanische Lüftung Küche hinsichtlich Weiterverwendung, Wiederverwendung und Restlebensdauer.

Kriterium	Einstufung	Begründung
D07 Luftf. Anlage	Weiterverwendung W0: Nicht weiterverwendbar	Technischer Defekt, fehlende Ersatzteile sowie unzureichende Betriebs- und Hygienesicherheit.
	Wiederverwendung R0: Nicht wiederverwendbar	Altersbedingter Zustand und objektspezifische Ausführung schliessen eine Wiederverwendung aus.
	Restlebensdauer L0: ≤ 25 % verbleibend	Technische Lebensdauer überschritten; Anlage funktional und technisch überholt.



D08 Wassertechnische Anlage

D08.03 Wasserspeicher (Brauchwarmwasserspeicher)



Im Wasch- und Putzraum im Untergeschoss ist ein elektrischer Brauchwarmwasserspeicher installiert.

Typ: ESTB

Material: Emaille (korrosionsbeständig)

Speichervolumen: 1'000 Liter

Zulässiger Betriebsdruck: 6 bar

Elektrische Leistung: 10 kW

Baujahr: ca. 2012

Der Speicher dient der dezentralen Warmwasserversorgung des Untergeschosses.

Die Sanitäranlagen im übrigen Gebäude werden ausschliesslich über Kaltwasser oder dezentrale Durchlauferhitzer versorgt.

Annahme Lebensdauer ca. 15 Jahre.

Abbildung 38: Elektrischer Brauchwarmwassererwärmer.

Tabelle 48: Bewertung des Elements D08.03 Brauchwarmwassererwärmer hinsichtlich Weiterverwendung, Wiederverwendung und Restlebensdauer.

Kriterium	Einstufung	Begründung
D08.03 BWW-Erwärmer	Weiterverwendung W0: Nicht weiterverwendbar	Rein elektrische Warmwasserbereitung ist energetisch nicht mehr zulässig bzw. nicht standortgerecht.
	Wiederverwendung R0: Nicht wiederverwendbar	Altersbedingter Zustand sowie objektspezifische Ausführung schliessen eine Wiederverwendung aus.
	Restlebensdauer L0: ≤ 25 % verbleibend	Alterszustand lässt nur noch eine eingeschränkte verbleibende Restlebensdauer erwarten.



D08.04 Wasserverteilung (Kaltwasser)

BKP 251 Kaltwasseranlage



Im Untergeschoss befindet sich der Sanitärverteiler für die Kaltwasserversorgung. Der Verteiler besteht aus älteren Stahlleitungen sowie diversen Absperr- und Regelarmaturen.

Der genaue Baujahr ist nicht ersichtlich; aufgrund des Zustands und der Installationsweise ist von einer Ausführung im Zeitraum 1990–2005 auszugehen.

Die vorhandenen Rohrdämmungen weisen lokale Beschädigungen auf und könnten potenziell schadstoffhaltig (z. B. Asbest) sein. Der allgemeine technische Zustand weist deutliche Alters- und Abnutzungserscheinungen auf.

Annahme Lebensdauer ca. 25 Jahre.

Abbildung 39: Sanitärverteiler mit Armaturen.

Tabelle 49: Bewertung des Elements D08.04 Kaltwasserverteilung hinsichtlich Weiterverwendung, Wiederverwendung und Restlebensdauer.

Kriterium	Einstufung	Begründung
D08.04 KW-Verteilung	Weiterverwendung	W0: Nicht weiterverwendbar
	Wiederverwendung	R0: Nicht wiederverwendbar
	Restlebensdauer	L0: ≤ 25 % verbleibend



D08.05 Wasser: Armatur, Apparat



Abbildung 40: Sanitärapparate.

In den Sanitärbereichen sind einfache Apparate installiert, bestehend aus Lavabos mit Einhebelmischern und wandhängenden WC-Anlagen mit Aufputzspülkasten. Beim WC ist ein elektrisch gesteuertes Spülventil vorhanden, das über die benachbarte Steckdose versorgt wird. Die Ausstattung entspricht einem älteren Ausbaustandard und weist deutliche Gebrauchsspuren auf.

Vereinzelt sind auch dezentrale elektrische Durchlauferhitzer installiert.

Das Baujahr der Apparate und Armaturen ist nicht dokumentiert. Aufgrund der Bauart, der sichtbaren Abnutzung sowie des baulichen Kontexts werden die Installationen einem älteren Ausführungsstandard (geschätzt ca. 20–30 Jahre) zugeordnet. Die Armaturen entsprechen nicht mehr den heutigen Anforderungen hinsichtlich Wasserverbrauch, Komfort und Hygiene.

Annahme Lebensdauer Armaturen ca. 40 und Apparaten ca. 50 Jahre.

Tabelle 50: Bewertung des Elements D08.05 Wasser: Armatur, Apparat hinsichtlich Weiterverwendung, Wiederverwendung und Restlebensdauer.

Kriterium		Einstufung	Begründung
D08.05 Wasser: Armatur, Apparat	Weiterverwendung	W1: Teilweise weiterverwendbar	Einzelne Sanitärapparate (z. B. Lavabos) können am bestehenden Standort eingeschränkt weiterverwendet werden. Armaturen oder WC-Spülkasten sind aufgrund von Verschleiss und hygienischen Anforderungen eher zu ersetzen.
	Wiederverwendung	R1: Teilweise wiederverwendbar	Einzelne Sanitärapparate (z. B. Lavabos) können am anderen Standort eingeschränkt wiederverwendet werden. Die Wiederverwendung von andere Komponente an einem anderen Standort aus hygienischen, technischen und normativen Gründen nicht sinnvoll.
	Restlebensdauer	L1: 25-50 % verbleibend	Altersbedingter Zustand; eingeschränkte verbleibende Restlebensdauer.

In diesem Fallbeispiel wird das Gewerke D05 wärmetechnische Anlage vertieft untersucht.



11.2.3. Fallbeispiel 3: Verwaltungsgebäude Fellerstrasse, Bern

Nachfolgend werden die Anlageteile kurz beschrieben und anhand der in Kapitel 3.2 definierten Klassierung hinsichtlich **Weiterverwendung (W)**, **Wiederverwendung (R)** und **Restlebensdauer (L)** bewertet.

D01 Elektroanlage



Im Untergeschoss befindet sich die Haupt-Elektroverteilung des Gebäudes. Die Zuleitung (600 A) erfolgt ab der Trafostation. Die Hauptverteilung sowie die zugehörigen Unterverteilungen stammen aus dem Baujahr 2009 und befinden sich in einem guten technischen Zustand.

Kabeltrassen, Bodenkanäle sowie Zuleitungen zu den Unterverteilungen sind intakt und übersichtlich ausgeführt. Ein Fundamenterder ist vorhanden. Die Anlage entspricht in weiten Teilen dem zum Installationszeitpunkt gültigen Stand der Technik.

Annahme Lebensdauer ca. 40 Jahre.

Abbildung 41: Stromtableau, Untergeschoss.

Tabelle 51: Bewertung der Elementgruppe D01 Elektroanlage hinsichtlich Weiterverwendung, Wiederverwendung und Restlebensdauer.

Kriterium		Einstufung	Begründung
D01 Elektroanlage	Weiterverwendung	W3: Direkt weiterverwendbar	Weiterverwendung am bestehenden Standort möglich; allenfalls punktuelle Anpassungen im Zuge der Sanierung erforderlich.
	Wiederverwendung	R1: Teilweise wiederverwendbar	Wiederverwendung einzelner Komponenten nach Demontage und Anpassung grundsätzlich möglich.
	Restlebensdauer	L2: 50-75 % verbleibend	Baujahr 2009; mittlere verbleibende technische Restlebensdauer.



D05 Wärmetechnische Anlage

D05.02 Wärmeerzeugung



Die Wärmeerzeugung erfolgt über einen Fernwärmeanschluss, mit Wärme aus dem Nachbargebäude.

Der Wärmetauscher (WT) ist im 2. Untergeschoss in der Technikzentrale installiert.

Leistung: 210 kW

Systemtemperaturen primär: 45/35 °C

Systemtemperaturen sekundär: 33/43 °C

Baujahr: 2007

Revision: 2021 (Typenschild Wärmetauscher)

Der Wärmetauscher befindet sich in einem guten technischen Zustand. Die Anlage ist betriebsicher, in das bestehende Gebäudeteilsystem integriert und erfüllt die zum Installationszeitpunkt gültigen technischen Anforderungen.

Gemäss aktuellem Energiekonzept ist vorgesehen, die Wärmeversorgung künftig über Wärmepumpen sicherzustellen; die bestehende Übergabestation wird damit langfristig ausser Betrieb genommen.

Abbildung 42: Übergabestation von Fernwärmeanschluss im 2. Untergeschoss.

Annahme Lebensdauer ca. 30 Jahre.

Tabelle 52: Bewertung des Elements D05.02 Wärmeerzeugung hinsichtlich Weiterverwendung, Wiederverwendung und Restlebensdauer.

Kriterium	Einstufung	Begründung
D05.02 Wärmeerzeug.	Weiterverwendung	W3: Direkt weiterverwendbar
	Wiederverwendung	R2: Wiederverwendbar nach Revision
	Restlebensdauer	L1: 25-50 % verbleibend
		Technisch funktionsfähig, jedoch nicht mehr kompatibel mit dem neuen Konzept.
		Demontage und Einsatz an anderem Standort grundsätzlich möglich, jedoch nur nach Prüfung, Anpassung und Revision. Objektspezifisch ausgelegt (Leistung, Hydraulik, Schnittstellen).
		Baujahr 2007 mit Revision 2021; ca. ein Drittel verbleibende technische Lebensdauer.



D05.03 Wärmeverteilung



Der Heizungsverteiler befindet sich unmittelbar neben dem Wärmetauscher und umfasst drei Heizgruppen: zwei Heizkörpergruppen (Ost und West) sowie eine Lüftungsgruppe. Die Installation stammt aus dem Jahr 2007.

Der Heizungsverteiler ist insgesamt in gutem technischen Zustand. Die Ausführung entspricht dem zum Installationszeitpunkt gültigen Stand der Technik, und ein sicherer Betrieb ist gewährleistet.

Im Rahmen des geplanten Umbaus werden die Systemtemperaturen auf 35/30 °C abgesenkt. Die bestehenden Pumpen, Armaturen und Regelventile sind für den zukünftigen Niedertemperaturbetrieb nicht geeignet und erfüllen weder hydraulisch noch energetisch den Anforderungen des vorgesehenen Sanierungskonzepts. Gemäss Konzept werden die bestehenden Pumpengruppen sowie Verteilkomponenten vollständig ersetzt.

Annahme Lebensdauer ca. 25 Jahre.

Abbildung 43: Wärmeverteiler inkl. Pumpen und Armaturen.

Tabelle 53: Bewertung des Elements D05.03 Wärmeverteiler hinsichtlich Weiterverwendung, Wiederverwendung und Restlebensdauer.

Kriterium	Einstufung	Begründung
D05.03 Wärmeverteiler	Weiterverwendung	W1: Teilweise weiterverwendbar
	Wiederverwendung	R1: Teilweise wiederverwendbar
	Restlebensdauer	L1: 25-50 % verbleibend
		Technisch funktionsfähig, jedoch nicht kompatibel mit dem geplanten Niedertemperatur- und Wärmepumpenkonzept.
		Einzelne Komponenten grundsätzlich demontierbar, jedoch nur eingeschränkt und nach Anpassung sinnvoll.
		Baujahr 2007; ca. ein Viertel verbleibende technische Restlebensdauer.



D05.04 Wärmeabgabe



Abbildung 44: Heizkörper.

Das Wärmeabgabesystem besteht aus Heizkörpern installiert nach Tichelmannsystem. Die Anschlussleitungen sind nicht isoliert. Die Heizkörper stammen aus dem Jahr 2007 und befinden sich in einem insgesamt guten technischen Zustand.

Im Rahmen der geplanten Sanierung wird das Heizsystem künftig mit reduzierten Systemtemperaturen betrieben. Die bestehenden Heizkörper sind für den vorgesehenen Niedertemperaturbetrieb nur bedingt geeignet. Zur Sicherstellung der erforderlichen Heizleistung sind grössere Heizflächen bzw. zusätzliche Heizkörper oder Konvektoren erforderlich.

Annahme Lebensdauer ca. 50 Jahre.

Tabelle 54: Bewertung des Elements D05.04 Wärmeabgabe (Heizkörper) hinsichtlich Weiterverwendung, Wiederverwendung und Restlebensdauer.

Kriterium		Einstufung	Begründung
D05.04 Wärmeabgabe	Weiterverwendung	W3: Direkt weiterverwendbar	Die Heizkörper können weiterverwendet werden, es ist aber mit dem neuen Konzept eine Erweiterung der Heizfläche notwendig.
	Wiederverwendung	R2: Wiederverwendbar nach Revision	Demontage und Einsatz an anderem Standort grundsätzlich möglich, jedoch nur nach Prüfung, Anpassung und Revision.
	Restlebensdauer	L2: 50-75 % verbleibend	Baujahr 2007; mittlere bis hohe verbleibende Restlebensdauer.



D06 Kältetechnische Anlage

D06.02 Kälteerzeugung



Abbildung 45: Übergabestation Fernkälte im 2. Untergeschoss.

Die Kälteerzeugung erfolgt über einen Fernkälteanschluss (vom Nachbargebäude). Die Übergabe der Kälte erfolgt im 2. Untergeschoss in der Technikzentrale über einen Wärmetauscher, welcher die interne Kälteverteilung hydraulisch vom Fernkältenetz trennt.

Leistung: 233 kW

Systemtemperaturen primär: 10/16 °C

Systemtemperaturen sekundär: 18/12 °C

Baujahr: 2007

Revision: 2021 (Typenschild Wärmetauscher)

Der Wärmetauscher befindet sich in einem guten technischen Zustand. Die Anlage ist betriebssicher und erfüllt die zum Installationszeitpunkt gültigen technischen Anforderungen.

Gemäss aktuellem Nutzungskonzept soll das Bürogebäude inklusive Erweiterungsbauteil künftig über ein Grundwasser-Kältenetz versorgt werden. Die bestehende Fernkälte-Übergabestation ist damit langfristig nicht mehr Bestandteil des zukünftigen Versorgungskonzepts.

Annahme Lebensdauer ca. 30 Jahre.

Tabelle 55: Bewertung des Elements D06.02 Kälteerzeugung hinsichtlich Weiterverwendung, Wiederverwendung und Restlebensdauer.

Kriterium	Einstufung	Begründung
D06.02 Kälteerzeugung	Weiterverwendung	W3: Direkt weiterverwendbar
	Wiederverwendung	R2: Wiederverwendbar nach Revision
	Restlebensdauer	L1: 25-50 % verbleibend



D06.03 Kälteverteilung



Abbildung 46: Kälteverteiler inkl. Pumpen und Armaturen.

Der Kälteverteiler befindet sich unmittelbar neben dem Wärmetauscher in der Technikzentrale und umfasst drei Kühlgruppen zur Versorgung der angeschlossenen Verbraucher.

Kühldecken: 28 kW
ULK und Klimaschränke: 75kW
Lüftung: 101.2 kW

Die Installation stammt aus dem Jahr 2007. Der technische Zustand der Kälteverteilung ist insgesamt gut. Pumpen, Armaturen und Rohrleitungen sind fachgerecht ausgeführt und betriebssicher.

Im Rahmen des geplanten Umbaus wird die Kälteversorgung künftig über ein Grundwasser-Kältenetz bereitgestellt. Gemäss Sanierungskonzept werden die bestehenden Pumpengruppen sowie einzelne Verteilkomponenten vollständig ersetzt. Die bestehende Kälteverteilung ist daher konzeptionell nicht mehr Bestandteil des zukünftigen Versorgungssystems.

Annahme Lebensdauer ca. 25 Jahre.

Tabelle 56: Bewertung des Elements D06.03 Kälteverteiler hinsichtlich Weiterverwendung, Wiederverwendung und Restlebensdauer.

Kriterium		Einstufung	Begründung
D06.03 Kälteverteiler	Weiterverwendung	W3: Direkt weiterverwendbar	Technisch funktionsfähig, jedoch nicht konzeptkompatibel mit der geplanten zukünftigen Kälteversorgung.
	Wiederverwendung	R2: Wiederverwendbar nach Revision	Demontage und Einsatz an anderem Standort grundsätzlich möglich, jedoch nur nach Prüfung, Anpassung und Revision.
	Restlebensdauer	L1: 25-50 % verbleibend	Baujahr 2007; ca. ein Viertel verbleibende technische Restlebensdauer



Die Expansionsanlagen Heizung und Kälte befinden sich ebenfalls neben den Wärmetauschern. Es handelt sich um zwei identischen Anlagen.

Fabrikat: Pneumatik
Typ: Compresso CU 200.50
Inhalt: 200 l
Baujahr: 2014 bzw. 2013 (gemäss Typenschild)

Im Kältekreis liegen die Systemtemperaturen etwas tiefer als im Heizkreis. Dadurch kann die Membran bei häufigen Lastwechseln stärker beansprucht werden. Da es sich um reine Wassersysteme handelt, bleibt der Einfluss jedoch gering.

Beide Anlage können weiterverwendet oder nach einer technischen Prüfung wiederverwendet werden.

Annahme Lebensdauer ca. 30 Jahre.

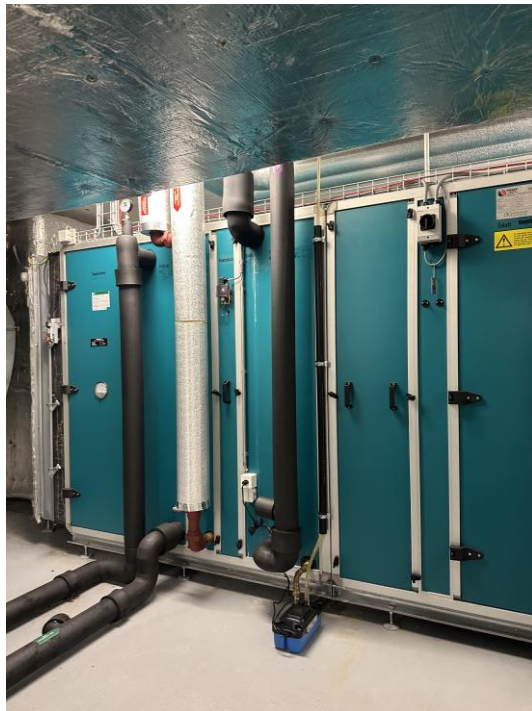
Abbildung 47: Expansionsanlage Heizung und Kälte.

Tabelle 57: Bewertung des Elements D06.03 Expansionsanlagen hinsichtlich Weiterverwendung, Wiederverwendung und Restlebensdauer.

Kriterium	Einstufung	Begründung
D06.03 Expansionanl.	Weiterverwendung	W3: Direkt weiterverwendbar
	Wiederverwendung	R2: Wiederverwendbar nach Revision
	Restlebensdauer	L2: 50-75 % verbleibend



D07 Lufttechnische Anlage



Die Lüftungsanlage befindet sich im 2. Untergeschoss in der Technikzentrale. Sie besteht aus einem Zuluft- und einem Abluftmonobloc. Die Wärmerückgewinnung erfolgt über ein Kreislaufverbundsystem (KVS). Die Aussenluft wird über eine Ansaugung an der Südfassade ins Untergeschoss geführt. Der Zuluftmonobloc verfügt über ein Heizregister und ein Kühlregister.

Luftmenge: 22 000 m³/h
Lufterhitzer: 95 kW (40/30 °C)
Luftkühler: 101.2 kW (14/20 °C)
Wärmerückgewinnung: KVS

Gemäss Sanierungskonzept bleiben die Monoblockgehäuse bestehen. Komponenten wie Ventilatoren, Register, KVS-Pumpe und Regelventile werden erneuert. Zudem werden die Luftmengen reduziert und an das neue Rauml原因 angepasst.

Annahme Lebensdauer ca. 30 Jahre.

Abbildung 48: Lüftungsmonobloc.

Tabelle 58: Bewertung der Elementgruppe D07 Lufttechnische Anlagen hinsichtlich Weiterverwendung, Wiederverwendung und Restlebensdauer.

Kriterium	Einstufung	Begründung
D07 Lufttechn. Anl.	Weiterverwendung	W1: teilweise weiterverwendbar
	Wiederverwendung	R1: teilweise wiederverwendbar
	Restlebensdauer	L1: 25-50 % verbleibend
		Gehäuse technisch intakt; interne Komponenten werden im Rahmen des Umbaus ersetzt, Monoblockgehäuse grundsätzlich demontierbar, jedoch objektspezifisch dimensioniert. Ca. ein Drittel verbleibende technische Restlebensdauer.



D07.05 Luftabgabe



Die Zuluft wird über verschiedene Abgabearten in die Räume eingebracht. Es sind sowohl Quellluftauslässe als auch Deckengitter und Dralldurchlässe installiert.

Die bestehenden Luftauslässe sowie die zugehörigen Kanäle befinden sich in einem guten technischen Zustand. Die Komponenten sind mechanisch intakt und normgerecht ausgeführt.

Im Rahmen der geplanten Sanierung werden die Luftmengen sowie einzelne Positionen der Auslässe an das neue Rauml原因 angepasst. Die bestehenden Auslässe können jedoch grundsätzlich weiterverwendet werden.



Annahme Lebensdauer ca. 25 Jahre.

Abbildung 49: Luftabgabe: Quellluftauslass und Abluftgitter.

Tabelle 59: Bewertung des Elements D07.05 Luftabgabe hinsichtlich Weiterverwendung, Wiederverwendung und Restlebensdauer.

Kriterium		Einstufung	Begründung
D07.05 Luftabgabe	Weiterverwendung	W2: Weiterverwendbar mit Anpassungen	Mechanisch intakt; Anpassungen an Luftmenge und Position erforderlich.
	Wiederverwendung	R2: Wiederverwendbar mit Anpassungen	Demontage und Wiedereinbau grundsätzlich möglich; objektspezifische Dimensionierung beachten.
	Restlebensdauer	L2: 50-75 % verbleibend	Alterszustand lässt eine mittlere bis hohe verbleibende Restlebensdauer erwarten.



D08 Wassertechnische Anlage

D08.03 Wasserspeicher (Brauchwarmwasserspeicher)



Abbildung 50: Brauchwarmwasserspeicher.

Der Brauchwarmwasserspeicher befindet sich im 2. Untergeschoss in der Technikzentrale. Der Speicher ist wärmegeklämt und über einen Wärmetauscher an das bestehende Wärmenetz angeschlossen. Das Brauchwarmwasser wird über die Heizung vorgeklämt und mit einem elektrischen Heizeinsatz auf die Endtemperatur gebracht. Der Speicher wurde im Rahmen der Sanierung 2008 installiert.

Mit dem neuen Wärmeerkzeugungskonzept (Wärmepumpen) wird die Brauchwarmwasserbereitung künftig über einen neuen Wärmepumpen-Boiler erfolgen. Der bestehende Speicher ist dafür nicht geeignet und entspricht weder energetisch noch betrieblich dem zukünftig Systemaufbau.

Der Brauchwarmwassererwärmer kann aufgrund des neuen Wärmeerkzeugungskonzepts vor Ort nicht weiterverwendet werden.

Annahme Lebensdauer ca. 15 Jahre.

Tabelle 60: Bewertung des Elements D08.03 Brauchwarmwasserspeicher hinsichtlich Weiterverwendung, Wiederverwendung und Restlebensdauer.

Kriterium	Einstufung	Begründung
D08.03 BWW-Speicher		
Weiterverwendung	W0: Nicht weiterverwendbar	Mechanisch intakt, jedoch nicht kompatibel mit dem neuen Wärmepumpenkonzept.
Wiederverwendung	R0: Nicht wiederverwendbar	Demontage und Wiederverwendung aufgrund des Alters, nicht sinnvoll.
Restlebensdauer	L0: ≤ 25 % verbleibend	Hohe Betriebsdauer; technische Lebensdauer weitgehend ausgeschöpft.



D08.04 Wasserverteilung (Kaltwasser)



Der Sanitärverteiler befindet sich im Untergeschoss und versorgt die Sanitärinstallationen des Gebäudes mit Kalt- und Warmwasser. Die Installation besteht aus einem älteren Edelstahlverteiler mit mehreren Absperr- und Regulierventilen sowie Anschlussleitungen zu den Steigzonen. Die Armaturen weisen deutliche Ablagerungen und Gebrauchsspuren auf; einzelne Leitungen sind nicht mehr zeitgemäss gedämmt. Die Installationen wurden vermutlich im Rahmen der Sanierung 2007 gemacht.

Eine Weiterverwendung des Verteilers am Standort ist aufgrund von Alter und Ablagerungen aus technischer und hygienischer Sicht nicht angezeigt. Einzelne Komponenten können jedoch, nach Prüfung, potenziell wiederverwendet werden.

Annahme Lebensdauer ca. 25 Jahre.

Abbildung 51: Sanitärverteiler mit Armaturen.

Tabelle 61: Bewertung des Elements D08.04 Kaltwasserverteilung hinsichtlich Weiterverwendung, Wiederverwendung und Restlebensdauer.

Kriterium	Einstufung	Begründung
D08.04 KW-Verteilung	Weiterverwendung	W1: Teilweise weiterverwendbar
	Wiederverwendung	R1: Teilweise wiederverwendbar
	Restlebensdauer	L0: ≤ 25 % verbleibend
		Baujahr 2007; fortgeschrittene Betriebsdauer.



D08.05 Wasser: Armatur, Apparat



In den Sanitärbereichen sind standardmässige Sanitärapparate installiert, bestehend aus Lavabos mit Einhebelmischern, wandhängenden WC-Anlagen mit Unterputzspülkästen sowie beleuchteten Wandspiegeln.

Die Ausstattung entspricht einem älteren Ausbaustandard. Teilweise sind sichtbare Gebrauchsspuren vorhanden. Die Armaturen erfüllen funktional ihren Zweck, entsprechen teilweise jedoch nicht mehr den heutigen Anforderungen hinsichtlich Wasserverbrauch, Komfort und gestalterischem Standard.

Das genaue Baujahr ist nicht dokumentiert; aufgrund des baulichen Kontexts ist von einer Installation im Zeitraum der Sanierung (2008) auszugehen.

Annahme Lebensdauer Armaturen ca. 40 und Apparaten ca. 50 Jahre.



Abbildung 52: Sanitärapparate.



Tabelle 62: Bewertung des Elements D08.05 Wasser: Armatur, Apparat hinsichtlich Weiterverwendung, Wiederverwendung und Restlebensdauer.

Kriterium	Einstufung	Begründung
D08.05 Armatur, Apparat	Weiterverwendung W3: Direkt weiterverwendbar	Sanitärapparate können am bestehenden Standort eingeschränkt weiterverwendet werden.
	Wiederverwendung R1: Teilweise wiederverwendbar	Einzelne Sanitärapparate (z. B. Lavabos, Wandspiegel, WC-Keramik) können am anderen Standort wiederverwendet werden. Die Wiederverwendung von andere Komponente an einem anderen Standort aus hygienischen, technischen und normativen Gründen nicht sinnvoll.
	Restlebensdauer L2: 50-75 % verbleibend	Alterszustand lässt eine mittlere verbleibende Restlebensdauer erwarten.

In diesem Fallbeispiel werden die Gewerke D01 Elektroanlage, D07 lufttechnische Anlage sowie D08/D09 wasser- und abwassertechnische Anlage vertieft untersucht.



11.3. Graue Energie der Gebäudetechnik

Die nachfolgenden Informationen stammen aus der Studie «SYGREN - Systemkennwerte Graue Energie Gebäudetechnik» (Bionda et al., 2021), wo der Anteil an Grauer Energie für die verschiedenen Komponenten der Heizungsanlagen, Lüftungsanlagen, Sanitäranlagen und Elektroanlagen analysiert wurde. Basis der Untersuchung waren die Ökobilanzdaten von insgesamt dreizehn Wohnbauten, sechs Bürobauten, drei Schulgebäuden und drei Altersheimen.

Heizungsanlagen

Erdwärmesonden und Röhrenradiatoren (falls vorhanden) verursachen bis zu mehr als 60 % des Aufwands an Grauer Energie des gesamten Heizsystems. Heiz-/Kühldecken liegen bei knapp 40 % (Daten von nur einem Gebäude vorhanden).

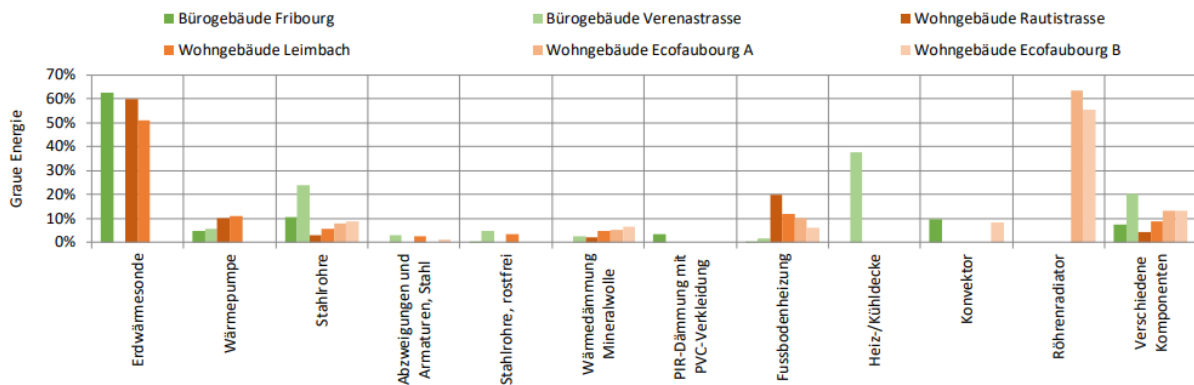


Abbildung 53: Heizungsanlagen. Graue Energie in Prozent der Belastung der gesamten Heizungsanlage des jeweiligen Bauobjekts.

Lüftungsanlagen

Der Aufwand an Grauer Energie für das Lüftungssystem ist grösstenteils von den verzinkten Lüftungskanälen (ca. 30–40 %) und den Lüftungsgeräten (ca. 20–30 %) verursacht.

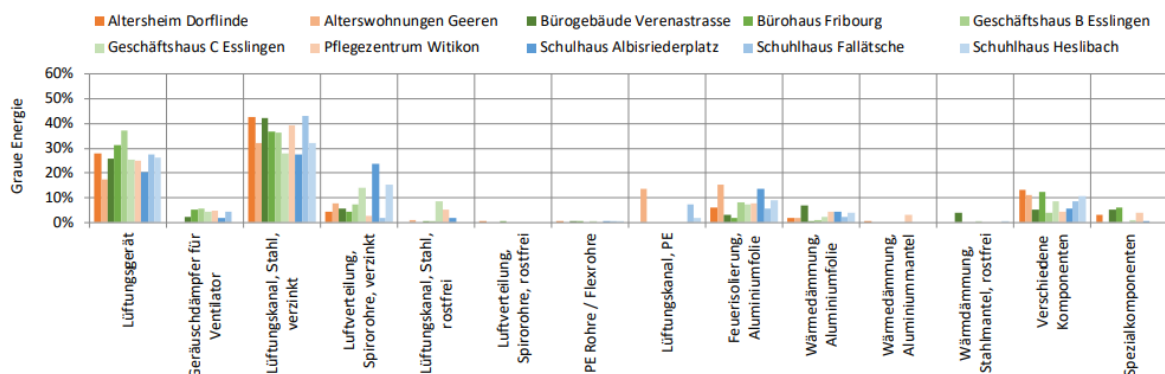


Abbildung 54: Lüftungsanlagen. Graue Energie in Prozent der Belastung der gesamten Lüftungsanlage des jeweiligen Bauobjekts.



Sanitäranlagen

Der Aufwand an Grauer Energie für die meisten Gebäudetechnikkomponenten liegt im Bereich von ca. 10–20 % des Gesamtaufwands für die Sanitäranlage. Bei den Rohrleitungen ist der Unterschied zwischen Wohnbauten (ca. 10–30 %, vier Bauobjekte) und Bürobauten (ca. 60–75 %, zwei Bauobjekte) besonders ausgeprägt.

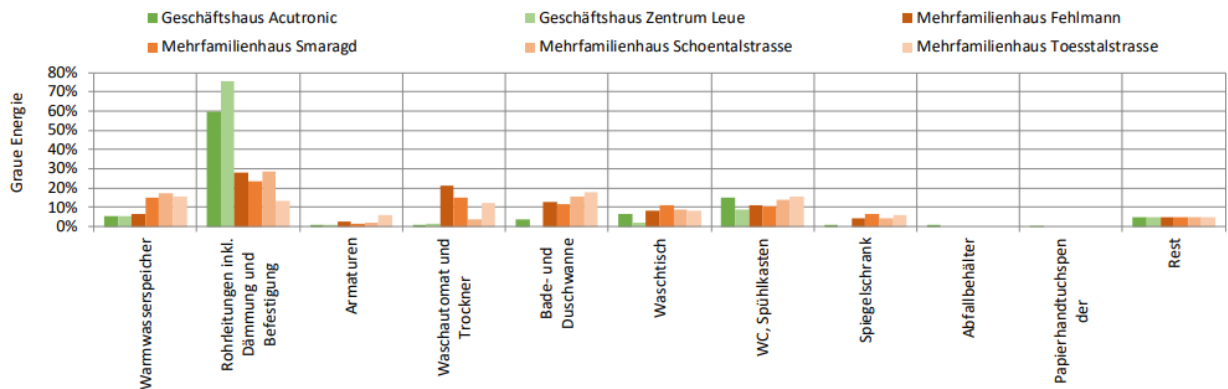


Abbildung 55: Sanitäranlagen. Graue Energie in Prozent der Belastung der gesamten Sanitäranlage des jeweiligen Bauobjekts.

Elektroanlagen

Bei den Elektroanlagen sind Kabel und Installationsrohre für ca. 40–60 % bzw. ca. 20–35 % des Aufwandes an Grauer Energie für die gesamte Anlage verantwortlich.

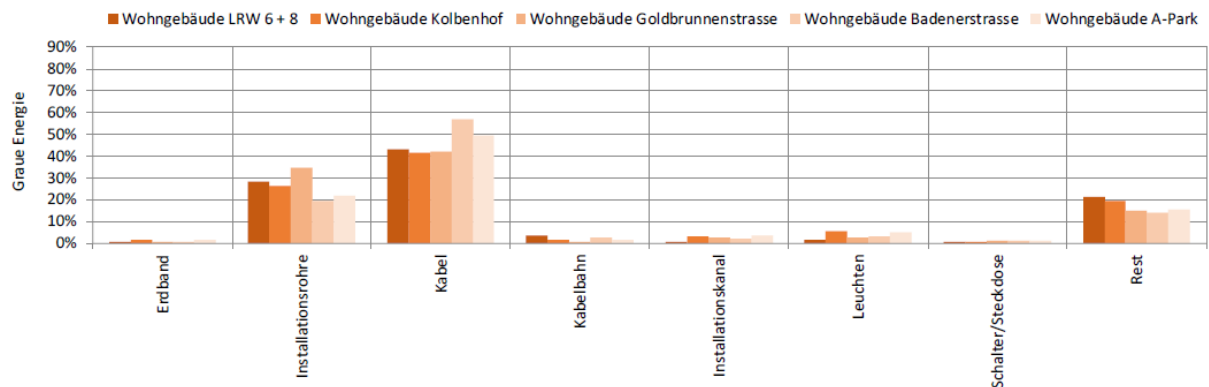


Abbildung 56: Elektroanlagen. Graue Energie in Prozent der Belastung der gesamten Elektroanlage des jeweiligen Bauobjekts.



11.4. Interviews mit Fachexperten

11.4.1. Interview Elektroanlagen (Allgemein)

Interview Volker Wouters, 1. Mai 2025, Fokus: Elektro (Beleuchtung, Lampen, Kabel...)

Einleitung: Die technische Lebensdauer von Elektroinstallationen liegt gemäss SIA 2032 (Graue Energie – Ökobilanz für die Erstellung von Gebäuden) bei 30 Jahren und gemäss SIA 480:2004 (Wirtschaftlichkeitsrechnung für Investitionen im Hochbau) bei 52 Jahren. Gemäss Tabelle 63 liegt die Lebensdauer im Mittel bei ca. 45 Jahren.

Tabelle 63: Übersicht der Nutzungsdauern (Von-, Mittel- und Bis-Werten) für die Hauptgruppe D 1 Elektroanlage nach (CRB, 2012).

Hauptgruppe Elementgruppe		Nutzungsdauer		
		von	Ø	bis
D 1	Elektroanlage	20	45	60
D 1.1	Apparat, Anlage Starkstrom	30	40	50
D 1.2	Installation Starkstrom	40	50	60
D 1.3	Leuchte	15	25	35
D 1.4	Elektrogerät	10	15	25
D 1.5	Apparat, Anlage Schwachstrom	10	20	30
D 1.6	Installation Schwachstrom	15	20	30

Die gezeigte Tabelle/Übersicht gemäss eBKP-H ist sehr grob aufgeschlüsselt. Eine detaillierte Tabelle/Übersicht zu den einzelnen Komponenten im Elektrobereich ist im BKP CRB 2017 von EIT-Swiss oder auf swissgee.ch zu finden und empfehlenswerter. Hier wird differenziert, welche Anlagen es gibt, wie bspw. USV-Anlagen mit Batterien, Notstromdieselanlagen, Notlichtanlagen, Brandmeldeanlagen etc.

In Tabelle 1 wird unterschieden zwischen Schwachstromanlagen/-installationen (Lebensdauer Ø 20 Jahre) und Starkstromanlagen/-installationen (Lebensdauer Ø 50 Jahre). Zu den Schwachstromanlagen gehören bspw. Einbruchmeldeanlagen, Brandmeldeanlagen, Gegensprechanlagen und die Kommunikationsverkabelung/IT (s. zuvor genannte Tabellen/Übersichten von EIT-Swiss oder swissgee.ch, welche dies genauer aufschlüsseln). Die durchschnittliche Lebensdauer von 20 Jahren für Schwachstromanlagen/-installationen ist dabei sehr grob. Schaut man jedoch in der SIA 2032 wird für den gesamten Elektrobereich eine durchschnittliche Lebensdauer von 30 Jahren angegeben – das ist noch allgemeiner gehalten und nicht ganz korrekt. Es gilt hier ein gutes Mittelmass zu finden, was vor allem für Planende anwendbar ist. Grobwerte bspw. für Verkabelungen, etc. könnten hilfreich sein, d.h. etwas detaillierter als in Tabelle 1, aber nicht zu detailliert, damit es anwendbar in der Praxis bleibt. Ansonsten ist es auch nicht kompatibel mit den verfügbaren Angaben für die graue Energie – für die graue Energie gibt es derzeit für Elektroinstallationen nur einen Wert, was zu grob ist.

Das Thema zu Lebensdauer und grauer Energie im Elektrobereich taucht aktuell in der Praxis immer wieder auf, insbesondere im Kontext von Re-Use. swissGEE – der Verein der Schweizer



Elektroingenieure – startet nun ein Projekt, wo die Lebensdauern der einzelnen Anlagen und Installationen etwas genauer aufschlüsseln möchte. Das Projekt sollte noch dieses Jahr starten.

Generell würde ich euch eine Aufschlüsselung der Komponenten basierend auf der Struktur nach BKP (23 Elektroanlagen) empfehlen. Dabei wird unterschieden zwischen Starkstromanlagen, wozu Notstromgeneratoren, USV-Anlagen (USV = unterbrechungsfreie Stromversorgung, das sind batteriegestützte Anlagen, die in der IT verwendet werden und bei einem Stromausfall zum Einsatz kommen) und Notlichtanlagen zählen, und Hoch- und Mittelspannungsanlagen. Insbesondere bei zweiterem (Hoch- und Mittelspannungsanlagen) ist das Verbot vom klimaschädlichen SF₆ (Schwefelhexafluorid, mit einem GWP von ca. 23'500) aktuell ein grosses Thema. Dann die Schaltgerätekombinationen (231.2), das sind die grossen Schaltkästen mit hunderten von Leitungsschutzschaltern, Sicherungen etc. Dann sind Photovoltaikanlagen (231.51) sicher ein relevantes Thema (wird in einem separaten Interview mit Roger Buser angeschaut). Installationen 232 sind alles Kabel, das muss nicht separat aufgeschlüsselt und betrachtet werden, bis auf die Trassen, welche aus Metall bestehen (verzinkte Metallwannen, wird sehr viel verbaut und ist somit für die graue Energie relevant). Weiter unten kommt das Thema Telekommunikationsanlagen (235.0, dazu gehören u.a. Endgeräte, WLAN, etc.).

Generell reduziert sich der Elektro-Bereich auf Metall (Stahl, Aluminium, Stahlblech), Kupfer und Isolationen, dann kommen noch die PV-Module, Batterien und Kunststoffe (für Innereien von Schaltanlagen) hinzu. Ich würde empfehlen zu schauen, welche Materialien wo vorkommen und dies in einer Spalte der Tabelle zu dokumentieren – Ich kann euch dann dabei helfen die Kreuze richtig zu setzen, was wo vorkommt.

Frage 1: Ist die tatsächliche Nutzungsdauer von Elektroanlagen länger oder kürzer – und warum? Gibt es wichtige Unterschiede zwischen den Komponenten?

Die SIA 2032 spricht bspw. von einer durchschnittlichen Lebensdauer von 30 Jahren, dann sieht man jedoch Gebäude die 100 Jahre alt sind und noch die Originalverkabelung besitzen. Das ist genau das Thema.

Wenn man den Bereich Starkstrom anschaut, sollte zumindest zwischen Anlagen und Installationen (Kabel) differenziert werden. Die Lebensdauer eines Kabels ist eigentlich ≥ 50 Jahre. Es ist jedoch so, wenn man eine Anlage austauscht, bspw. in der Pharma-Industrie, dann werden Anlagen nach 15–20 Jahren getauscht und die Kabel werden ebenso ersetzt. Die Lebensdauer der Kabel ist somit eigentlich von der Lebensdauer der Anlage gesteuert, da die Verkabelung im Vergleich sehr wenig Kosten verursacht. Schaut man im Wohnungsbau, da finden alle 40–50 Jahre Sanierungen statt, da werden die Kabel nicht schon nach 25 Jahren getauscht, sondern die bleiben i.d.R. erhalten.

Frage 2: Welche Komponenten sind aus deiner Sicht besonders problematisch? Gibt es Komponenten, die häufiger ausfallen oder gewartet werden müssen?

Komponenten die häufiger gewartet werden müssen sind USV-Anlagen (alle 5 Jahre), und generell alles wo «Anlagen» (231) dransteht muss regelmässig gewartet werden. Licht (233) könnt ihr separat mit Björn anschauen. Dann gibt es die ganze Telekommunikation, die Kleinanlagen (bspw. die Patientenufketten in Krankenhäusern), Sonnerie- und Türsprechanlagen (5.41). Audio- und Videoanlagen, bspw. in Schulen, muss eher nicht so oft gewartet werden. Die ganzen Sicherheitsanlagen (5.8), wie Einbruch-/Security-Anlagen, Brand-/Gas- und Löschanlagen, müssen wieder regelmässig gewartet werden.

Frage 3: Gemäss einer Analyse im Rahmen des Projekts «Ökobilanzierung der Gebäudetechnik», bei der die Elektroinstallationen mehrerer Gebäude untersucht wurden, sind die Verkabelung sowie Schalter und Steckdosen die Komponenten mit dem höchsten Anteil am Gesamtgewicht der Elektroinstallationen. Hast du dieselbe Einschätzung? Falls ja, würde das bedeuten, dass bei diesen «wartungsfreien» Komponenten die Wahl hochwertiger Materialien besonders wichtig ist, um eine lange Lebensdauer zu gewährleisten?

Das erstaunt mich jetzt, Schalter und Steckdosen? Kennt ihr die Gebäudekategorie (nach SIA 1-11)? Die Anteile an Komponenten sind nämlich stark nutzungsabhängig. Im Wohnungsbau kann ich mir Verdrahtungen und dann Schalter und Steckdosen als Hauptkomponenten vorstellen. Aber in Wohnungen



hat man i.d.R. auch nur einen Kleinverteiler, ein paar Kabel und ein paar Steckdosen – Dann ist das realistisch. Aber in der Industrie sieht das ganz anders aus, da sind das Metalltrassen, Hauptverteilung, USV-Anlagen, Notstromdiesel (wiegt ca. 5 Tonnen), ein Trafo (wiegt ca. 4 Tonnen und ist voll mit Öl, Metall und Kupfer; diese braucht es ab einer Anschlussleistung von 500 kWh).

In Schulgebäuden kann die Ausstattung sehr unterschiedlich sein. In Bürobauten wird wahrscheinlich die **UKV-Verkabelung** (Universelle Kommunikationsverkabelung) sicher noch einen signifikanten Anteil ausmachen. In Büro- und Schulhäusern werden generell viel **Kabeltrassen** verbaut (schätzungsweise mind. 1–2 Tonnen), die später nicht mehr sichtbar sind. Diese bestehen aus verzinktem Stahl und werden wahrscheinlich einen hohen Anteil an grauen Emissionen ausmachen. Ebenso haben **Schaltgerätekombinationen** (1 t für 5'000 m² Schule) einen hohen Anteil an grauen Emissionen, dort steckt viel Kupfer drin. Ansonsten sind **Trafostationen und Notstromaggregate Komponenten**, die mehrere Tonnen wiegen und somit auch einen hohen Anteil an grauen Emissionen verursachen. **Trafostationen** werden ab 500 kVA in Gebäuden installiert, um Netzverluste (Niederspannungsseite) zu reduzieren, die Spannungsqualität zu verbessern und energetische sowie wirtschaftliche Vorteile (kleinere Querschnitte) zu erzielen. **Notstromaggregate** sind typisch in Spitälern, in der Industrie, in Rechenzentren etc. Diese benötigen jedoch eine grössere Menge an Öl und haben eine geringe Effizienz.

Häufigste Materialien: verzinkter Stahl, Kupfer, Aluminium, Kunststoff und Dämmung.

Zum Thema Wartung: Verkabelungen müssen nicht gewartet werden. Es gibt Vorschriften, dass die Isolationsfähigkeit geprüft werden muss je nach Nutzung alle 5, 10 oder 20 Jahre. Aber eine Wartung, bspw. putzen von Kabeln, sowas gibt es nicht. Sicherheitsanlagen (d.h. Brand-/Notlichtanlagen etc.) und Beleuchtungen müssen gewartet werden. Andere Spezialanlagen wie Notstromgeneratoren (231.01) oder USV-Anlagen (231.02) sollten ebenfalls regelmässig geprüft werden.

Frage 4: Was sind die häufigsten Gründe für den Ersatz von Komponenten? Erfolgt der Ersatz, weil die Komponenten defekt sind, oder liegt es eher an der technischen Lebensdauer, an technologischer Obsoleszenz, an gesetzlichen Vorschriften oder an gesteigerten Energie- oder Komfortansprüchen?

Häufig sind Sanierungszyklen ausschlaggebend, da werden Komponenten ersetzt, auch wenn ihre technische Lebensdauer noch nicht erreicht ist (bspw. Beleuchtung 50'000 Betriebsstunden, Leuchten und Kabel können da noch gut funktionieren). Das gilt für viele Komponenten. Es gibt aber auch Anlagen, die früher ersetzt werden. Ebenso üblich ist der vorsorgliche Austausch aus Sicherheitsgründen (Notlichtanlage, eine Brandmeldeanlage, USV-Anlage). Sensible Geräte oder solche, die für hochsensible Anlagen und Nutzungen konzipiert wurden, werden in der Regel ebenfalls frühzeitig ersetzt. Das ist die Kommunikation (ca. 10 Jahre Lebensdauer), Elektroladestationen (ca. 10 Jahre Lebensdauer), Brandmelde-/Einbruch-/Notlichtanlagen und USV-Anlagen. Diese Anlagen müssen auch periodisch gewartet und frühzeitig ersetzt werden. Brandmelder müssen gesetzlich alle 8 Jahre ersetzt werden, obwohl diese noch funktionieren (die Lebensdauer liegt eigentlich bei 12–14 Jahren). Pro 40 m² Raumfläche (Norm: 60 m²) hast du i.d.R. einen Brandmelder. Das wird derzeit stark diskutiert, dass diese trotz Funktionsfähigkeit ersetzt werden müssen – insbesondere im Kontext der Ökobilanzen.

Frage 5: Welche Rolle spielt eine regelmässige Wartung, um die Lebensdauer von Elektroinstallation zu verlängern? Welche konkreten Massnahmen sind aus deiner Sicht besonders wichtig?

Eine regelmässige Wartung ist somit nicht ausschlaggebend zur Lebensdauerverlängerung (s. Frage 4). Bei PV-Anlagen ist die Wartung wieder wichtiger (u.a. Reinigen der Module, um eine hohe Effizienz zu garantieren oder Thermografie-Aufnahmen zur Analyse von Hotspots). Hotspots sind auch bei anderen Elektroanlagen/-installationen ein Thema, jedoch weniger aus ökologischen, sondern aus sicherheitstechnischen Gründen (Brandrisiko). Thermografien werden hier jedoch meist nur bei Erstinbetriebnahmen und bei Umbauten gemacht und nicht prophylaktisch, ausser bei sehr sensitiven Anlagen in Rechenzentren oder in Krankenhäusern.

Frage 6: Gibt es Komponenten, die üblicherweise vor dem Ende ihrer technischen Lebensdauer aus Effizienzgründen ersetzt werden?



Bspw. bei Halogenlampen würde sich ein sofortiger Wechsel lohnen. Ansonsten sind es vor allem Leitungen, die du neu oder anders belastest, dann kann es sein, dass sich eine Querschnittserhöhung relativ schnell amortisiert. Wenn man bspw. eine dünne Leitung hat und viel Energie drüber lässt, dann erwärmt sich die Leitung und ein Ersatz kann sich auch Effizienzgründen lohnen.

Es gibt die Norm **SN HD 60364-8-1:2019 (IEC 60364-8-1)** «Errichten von Niederspannungsanlagen - Teil 8-1: Funktionale Aspekte - Energieeffizienz», dort gibt es ein Vorgehen, wie man die Energieeffizienz von Elektroinstallationen beurteilen kann. Es gibt ein Bewertungsverfahren mit 23 Parameter, darunter 5 Kategorien möglicher Verbesserungen der Energieeffizienz (einschliesslich von der Erstinstallation bis zur Überwachung mit Massnahmen über den Betriebspunkt von Transformatoren, Verortung der Anlagen/Lastschwerpunktmethode, etc.).

Frage 7: Das Gewicht und die Komplexität der Elektroinstallationen nehmen stetig zu – Welche Strategien können dennoch zu einer effizienteren, ressourcenschonenderen und erweiterbaren Installation beitragen?

Es gibt verschiedene 3 Methoden gemäss Norm: Das ist die Lastschwerpunktmethode, die Trassenlängenmethode und die Lastverteilungsmethode. Diese zielen auf die Effizienz ab. Zur Ressourcenschonung ist das Thema Suffizienz relevant, d.h. ich installiere nur das, was ich wirklich brauche.

Im Unterricht verwenden wir hierfür die Energieeffizienzpyramide (Abbildung 57). Diese ist auch in der SIA 2068 abgebildet. Das passt mit Blick auf die Ökobilanz natürlich auch: Wenn man weniger verwendet, braucht man weniger Ressourcen.

Die Honorierung ist jedoch z.T. ein paradox, wenn nach Bausumme bezahlt wird. Heutzutage wird aber auch oft pauschal honoriert, d.h. nach Aufwand/Leistung, was auch sinnvoll ist. Denn eine Low-Tech-Anlage erfordert einen deutlich höheren Planungsaufwand als eine High-Tech-Anlage und ist ein wichtiger Faktor für die Energieeffizienz und den Ressourcenaufwand.



Abbildung 57: Energieeffizienzpyramide © Partner Ingenieure AG

Frage 8: Welche Normen oder Vorschriften (z.B. NIN, SIA, Brandschutz-Richtlinien) schränken deiner Erfahrung nach eine längere Nutzung oder Wiederverwendung bestehender Elektroinstallationen ein?

Die Eingrifftiefe ist entscheidend. Wird bspw. nur ein Raum in einer Wohnung saniert, kann man nicht verlangen, dass die gesamte Installation erneuert wird. Wird die Wohnung jedoch als gesamtes saniert und die Verteilung ist noch gut, dann kommen die neuen Vorschriften zur Anwendung. Dann kann es sein, dass alte Leitungen mit alten Farbcodes ersetzt werden müssen. Problematisch ist auch das Thema Brandschutz/Personenschutz. Früher gab es Schraubsicherungen, heute gibt es



Fehlerstromschutzschalter – Diese müssen dann ersetzt werden. Ebenso sind neu keine PVC-Kabel mehr erlaubt, diese müssen halogenfrei sein. Diese trifft man im Bestand aber noch häufig an.

Es gibt auch Installationen ohne Fehlerstromschutzschalter, was heutzutage nicht mehr dem Stand der Technik entspricht. Diese sind seit 2010 obligatorisch bei Neuinstallationen. In Altinstallationen (vor 2010) dürfen bestehende Anlagen ohne Fehlerstromschutzschalter weiter betrieben werden, sofern keine sicherheitsrelevanten Mängel vorliegen. Bei einer Erweiterung oder Sanierung der Anlage müssen Fehlerstromschutzschalter jedoch nachgerüstet werden (bspw. bei Badrennovationen oder Küchenumbauten).

Halogenhaltige PVC-Kabel sind auch im Zusammenhang mit dem Brandschutz ein Thema. Diese sind in der Schweiz nicht pauschal verboten, aber ihr Einsatz ist in sicherheitskritischen Bereichen stark eingeschränkt. Seit ca. 2015 ist der Standard in Neubauten zunehmend halogenfrei, insbesondere bei Brandschutzanforderungen, Fluchtwegen und öffentlichen Gebäuden.

Relevant für den Elektrobereich ist vor allem die Niederspannungsinstallationsnorm NIN/SN 411000.

Frage 9: Welche typischen Probleme treten auf, wenn alte Installationen an eine neue Nutzung angepasst werden müssen?

Auch wenn man heute im Kontext von Re-Use etwas mehr schaut, was evtl. erhalten bleiben kann, wird bei einer Sanierung – wieder abhängig von der Eingriffstiefe – häufig alles entfernt und ersetzt. Evtl. lässt man einen Trafo im Keller oder ein Notstromgenerator stehen. Alles, was Gebäudeausrüstung (BKP 2) ist, lässt man i.d.R. stehen. Betriebseinrichtungen (BKP 3) und Ausstattungen (BKP 9) werden i.d.R. entfernt.

Frage 10: Gibt es gewisse Strategien, um eine längere Lebensdauer der Elektroinstallationen zu ermöglichen?

Eine bewusste Überdimensionierung von Kabelquerschnitten kommt häufig vor, auch die Einplanung von zusätzlichen Leerrohren und Kabelreserven. Generell werden häufig Platz- und Leistungsreserven eingeplant, gerade weil die Installationen eine lange Lebensdauer haben, möchte man bei einer Nutzungsänderung nach bspw. 10 Jahren nicht alles wieder ersetzen müssen.

Die Auswahl besonders langlebiger Materialien und Komponenten sind stark abhängig vom Wunsch der Bauherren.

In der NIN Abs. 8.1 gibt es ein Kapitel dazu. electrosuisse hat basierend auf diesem Kapitel eine Energieeffizienz-Map erstellt, die gibt einen guten Überblick über die wichtigsten Inhalte.

Frage 11: Siehst du in der Praxis Möglichkeiten, bestimmte Komponenten nach dem Rückbau wiederzuverwenden?

Re-Use ist generell selten. Evtl. werden Generatoren und Transformatoren weiterverwendet, die haben auch einen hohen Einfluss auf die graue Energie. Metall-Trassen (horizontal & vertikal) können eigentlich gut wiederverwendet werden. Aber i.d.R. wird alles – auch die Trassen (da sie bei der Sanierung stören) – entfernt.

Verkabelungen lassen sich gut rezyklieren, insbesondere das Kupfer ist wertvoll. Alte Verkabelungen haben zudem Halogene drin, was nicht einfach in den Müll kann, sondern fachgerecht entsorgt werden muss.

11.4.2. Interview Photovoltaik-Anlagen

Interview Roger Buser, 1. Mai 2025, Fokus: Photovoltaikanlagen, Speicherung...

Einleitung: Die technische Lebensdauer von Elektroinstallationen liegt gemäss SIA 2032 (Graue Energie - Ökobilanzierung für die Erstellung von Gebäuden) bei 30 Jahren und gemäss SIA 480:2004 (Wirtschaftlichkeitsrechnung für Investitionen im Hochbau) bei 50 Jahren. Gemäss SIA Merkblatt 2062 beträgt die Nutzungsdauer von Photovoltaikanlagen auf dem Dach zwischen 20 und 25 Jahren. Die



Photovoltaik in der Fassade als äussere Gebäudehaut hat eine Nutzungsdauer wie die Glasfassade mit 40 bis 50 Jahren.

Frage 1: Ist die tatsächliche Nutzungsdauer der Photovoltaikanlagen länger oder kürzer – und warum? Gibt es wichtige Unterschiede zwischen den unterschiedlichen Komponenten (Tabelle 64, Tabelle 65 und Tabelle 66)?

Aussagen/Ergänzungen Roger in «grün»

Tabelle 64: Übersicht typischer Lebensdauern von PV-Komponenten inkl. Gründe für deren Ersatz.

Komponente	Lebensdauer (Jahre)	Grund für den Ersatz
Wechselrichter	10–15 (passt, problematisch ist meist das Update; dass die Technologie sich ändert)	Elektronische Bauteile altern schneller als Module; Belastung durch Hitze und Lastzyklen (das ist schon auch ein Problem, aber weniger der Grund, dass man die elektrischen Komponenten tauscht).
Batterien (falls vorhanden)	5–15 (je nach Typ)	Alterung durch Lade-/Entladezyklen. Aber auch kalendarische Alterung ist eine Begrenzung, auch wenn die Zyklenzahl nicht erreicht wurde.
DC-/AC-Verkabelung und Steckverbinder	15–25 (manchmal früher bei Belastung)	UV-Belastung, mechanische Beanspruchung, Korrosion und Kontaktfehler Schlechte Verlegung
Überwachungssysteme / Kommunikationsgeräte	5–15 (passt, problematisch ist hier, dass es meist ein neues Gerät gibt und dann muss man das alte auswechseln – Deshalb ist die Angabe von 5 Jahren nicht schlecht)	Technologischer Fortschritt, Verschleiss der Hardware.
Überspannungsschutzgeräte	5–10 oder nach grösseren Überspannungen (kann auch 20 Jahre sein, wenn nicht belastet; wenn eine Überspannung vorhanden ist, dann eher)	Schutzbauteile verschleissen bei jeder Überspannung.
Sicherungen / Leitungsschutzschalter	10–20 (oder bei Bedarf) (eher 20 Jahre, gehen i.d.R. auch nicht kaputt)	Alterung, Korrosion oder mechanischer Verschleiss.
Montagesysteme / Unterkonstruktionen	20–30 (regelmässige Kontrolle, besonders nach Stürmen) (Lebensdauer entspricht der der Module – 30 Jahre; besteht aus Stahl, Aluminium...das geht nicht kaputt)	Chemische Korrosion, Lockerung oder mechanische Schäden durch Witterungseinfluss.



Tabelle 65: Übersicht typischer Lebensdauern von PV-Module inkl. Aussagen zur Effizienz, Degradation etc.

Modultyp	Lebensdauer (Jahre)	Effizienz (% , Standardwerte und Prognose)				Jährliche Degradation (%)	Besonderheiten
		2010	2025	2035	2050		
Monokristallin	25–30	15	22	25	28*	0.3–0.5	Höchste Effizienz und Lebensdauer
Polykristallin	25–30	14	19	21	24	0.4–0.6	Etwas günstiger, geringere Effizienz. Marktanteil ist sehr gering
Dünnschicht (CdTe, CIGS)	20–25 Eher 15	10	14	16	18	0.5–1	Günstig, leichter, flexibler
Bifazial	25–30	16	23	26	30	0.3–0.5	Zusätzliche Energie von Rückseite Physikalisch eigentlich dasselbe wie Monokristalline, einfach effizienter – ca. 10-30% mehr
Organisch (OPV)	5–10	3	10	12	15	>1	Leicht, flexibel, begrenzte Haltbarkeit. Werden grundsätzlich nicht installiert, da geringere Effizienz und Lebensdauer

*wenn Perowskit eher bei 35%



Tabelle 66: Übersicht typischer Lebensdauern verschiedener Batterietypen inkl. Aussagen zur Effizienz, Degradation etc.

Batterietyp	Lebensdauer (Jahre bzw. Zyklen)	Effizienz (%; Standardwerte und Prognose)				Jährliche Degradation (%)	Grund für den Ersatz
		2010	2025	2035	2050		
Lithium-Ionen (Li-Ion) ¹	10–15 Jahre 6 000 Zyklen	88	95	97	98	0.5	Kapazitätsverlust, Zellalterung
Lithium-Eisenphosphat (LiFePO4) ²	12–17 Jahre 7 000 Zyklen	85	93	95	96	0.3	Kapazitätsverlust, Zellalterung
Blei-Säure (Blei-Gel, AGM) ³	5 Jahre 1 200 Zyklen	75	80	82	83	1.5	Sulfatierung, begrenzte Zyklenzahl
Salz-Wasser-Batterie ⁴	10 Jahre 3 000 Zyklen	70	75	77	78	1	Elektrolytverlust, begrenzte Leistung
Redox-Flow-Batterie ⁵	5–10 Jahre 10 000 Zyklen	65	70	75	78	0.7	Pumpen- oder Membranverschleiss
Brennstoffzellen ⁶	ca. 20 Jahre						
Druckluftspeicher ⁷	20-30 Jahre						

¹ haben Kobalt

² kommen am häufigsten zur Anwendung, da kein Kobalt und nicht brennbar

³ wird in der Schweiz eigentlich nicht mehr eingesetzt; sie sind sehr schwer, brauchen viel Platz

⁴ funktioniert gut, Effizienz gleich wie bei den anderen, aber brauchen mehr Platz

⁵ soll kommen, aber aktuell preislich noch ein Problem, aber eigentlich eine gute Technologie

⁶ Wirkungsgrad nicht ganz so gut (ca. 40–50%, sofern die entstandene Wärme nicht genutzt wird); Vorteil: saisonaler Speicher, wird künftig immer wichtiger da viel Energie im Sommer gibt und wenig im Winter – alle davor aufgeführten sind Tagesspeicher. Saisonaler Speicher sind bei Arealen interessant nicht im EFH-Bereich

⁷ Wirkungsgrad nicht ganz so gut, ebenso ein Saisonaler Speicher

Stromspeicher haben generell eine sehr gute Effizienz (~ 90 %), die richtige Dimensionierung ist jedoch sehr wichtig (sonst schlechter Wirkungsgrad).

Die Tabelle sollte mit der Selbstentladung ergänzt werden: Li + PB haben Selbstentladung von 4-6% pro Monat; Brennstoffzellen und Luftdruck ist von Sommer in Winter möglich.

Die Lebensdauer einer PV-Anlage ist eigentlich 40 Jahre, es kann auch 50 Jahre sein. Die Lebensdauer ist nicht das Problem, problematisch ist meist die Technologie. Die Kosten für Solaranlagen amortisieren sich i.d.R. nach 10–15 Jahren. D.h. eigentlich danach – meist jedoch nach 20–25 Jahren – kann ich die Anlage durch eine neue ersetzen und habe auf der gleichen Fläche fast die doppelte Energie. Darum



wird es geändert, aber eigentlich nicht, weil die Anlage kaputt ist. In Beromünster gibt es ein «Altersheim für Solarzellen» - Das sind alte Anlagen, die nicht mehr gebraucht wurden. Diese wurden abgebaut und dort wieder aufgestellt und funktionieren immer noch. Optisch sieht man das «Alter», da die Module nach langer Laufzeit delaminieren können, aber sie funktionieren immer noch. Ein anderes Beispiel gibt es an der SUPSI, dort haben sie die älteste Solaranlage der Schweiz. Diese haben sie nach 40 Jahren auseinandergenommen und die Leistung bei den meisten Anlagen lag noch bei über 90 %. Heutige Leistungsgarantien sind höher als damals und versprechen auch nach 20 Jahren noch mind. 85 % der Leistung. Die Degradation ist somit eigentlich vernachlässigbar. Die Lebensdauer ist somit nicht der relevante Faktor, sondern der technische Fortschritt. Dieser technologische Fortschritt wird auch zukünftig weiter stark ansteigen: Aktuell werden Double Layer untersucht, d.h. man hat eine Monokristalline Zelle und darüber einen Perowskit. Dadurch können Wirkungsgrade von 40–50 % erreicht werden, evtl. sogar höher. Die Lebensdauer dieser Double Layer ist jedoch aktuell noch ein Problem, was noch gelöst werden muss. Erste Modelle gibt es schon auf dem Markt, die Lebensdauer liegt aber nur bei ca. 5 Jahren.

Frage 2: Welche Komponenten sind aus deiner Sicht besonders problematisch? Gibt es Komponenten, die häufiger ausfallen oder gewartet werden müssen?

Ein häufiges Problem ist eher die Reinigung (eher Thema Effizienz) bei flachen Anlagen bis ca. 10 ° Neigung (kommt häufig in Ost-/West-Ausrichtung vor). Ansonsten muss man Anlagen eigentlich nicht putzen.

Ansonsten sind der Optimizer (1. Problem, draussen, je einer pro Modul, kann häufiger mal etwas ausfallen) und der Wechselrichter (2. Problem) problematisch und müssen häufiger gewechselt werden. Lebensdauer vom Optimizer ist ungefähr gleich wie der Wechselrichter. Bei Optimizern bekommt man i.d.R. einen gratis Ersatz, wenn einer ausfällt (kostet nur ca. 50 CHF, aber die Arbeitszeit für den Wechsel ist teurer).

Die übrigen Komponenten sind i.d.R. unproblematisch und werden für eine Lebensdauer von 20–30 Jahren ausgelegt.

Frage 3: Welche Komponenten innerhalb der PV-Anlage haben das grösste Gewicht (insbesondere auf die graue Energie oder auf die Kosten)?

Batterie, wenn vorhanden. I.d.R. braucht es aber im EFH/MFH-Bereich keine Batterien. Bei Nicht-Wohngebäuden ist eine Batterie auch nicht immer sinnvoll, wichtiger ist eine Eigenverbrauchsoptimierung mit EMS (Energie Management System, übernimmt die Lastverteilung und reguliert Leistungsspitzen).

Frage 4: Welche Rolle spielt die regelmässige Wartung zur Verlängerung der Lebensdauer einer PV-Anlage? Welche konkreten Massnahmen sind aus deiner Sicht dabei besonders wichtig?

Grundsätzlich muss man nichts machen, aber jedes Jahr ist eine Sichtkontrolle sinnvoll. Evtl. ist etwas gewachsen und wirft einen Schatten auf die Anlage (kann zu Ausfällen führen, Hotspots). Nach Hagel kann sich eine Kontrolle ebenfalls anbieten, um zu prüfen, ob es Schäden gab (auch wenn das selten vorkommt, da Module bei uns i.d.R. Hagelklasse 3 oder 4 haben, eher bei älteren Modellen problematisch). Bei grossen Anlagen macht man i.d.R. gleich einen Wartungsvertrag, d.h. die Firma kontrolliert die Anlage dann jährlich (meist mit einer Drohne, Infrarot bei Sonnenschein – so erkennt man, ob eine Zelle nicht funktioniert oder ein Modul nicht angeschlossen oder kaputt ist).

Eine regelmässige Wartung macht somit Sinn, ist aber kein grosser Aufwand (1x pro Jahr).



Frage 5: Was sind die häufigsten Gründe für den Ersatz von Komponenten? Erfolgt der Ersatz, weil die Komponenten defekt sind oder liegt es eher an der technischen Lebensdauer, an technologischer Obsoleszenz, an gesetzlichen Vorschriften oder gestiegenen Anforderungen an Effizienz oder Kompatibilität?

Gesetzliche Vorschriften gibt es nicht. Optimizer/Wechselrichter-Ersatz, da dieser kaputt geht. Aber sonst die übrigen Komponenten sind weniger problematisch. Hier kann es bei Schäden (bspw. durch Hagel oder – eher selten – durch Steinschlag) zu einem Ersatz kommen. Problematisch kann dabei sein, dass es kein Ersatzmodul mehr gibt.

Ansonsten erfolgt der Ersatz meist aus Effizienzgründen, meist nach ca. 20 Jahren.

Frage 6: Welche Normen oder Vorschriften (z.B. SIA, Brandschutz-Richtlinien) schränken deiner Erfahrung nach einer längeren Nutzung oder Wiederverwendung bestehender PV-Anlagen ein?

Derzeit gibt es keine Normen/Vorschriften, die widersprechen. Was aktuell in der Diskussion ist, ist die Trennbarkeit der Module/Materialien künftig zu verbessern: Das Aluminium kann ich bereits gut wieder- bzw. weiterverwenden, das Glas lässt sich teilweise wieder gebrauchen, die Solarzelle ist jedoch auf das Laminat geklebt und kann schlecht wieder gelöst werden. Jetzt ist man daran, dass man die einzelnen Komponenten/Materialien künftig wieder trennen kann. Hierzu wird dann evtl. auch irgendwann ein Gesetz geben.

Frage 7: Wenn eine PV-Anlage einwandfrei funktioniert, gibt es dennoch neue Anforderungen an Sicherheit oder Netzstabilität, die eine Anpassung oder Erneuerung erforderlich machen können?

Regeltechnisch gibt es Herausforderungen. Die Solaranlage produziert Strom, wenn die Sonne scheint und keinen Strom, wenn die Sonne nicht scheint – und das muss man austarieren. Wahrscheinlich wird es diesbezüglich künftig auch eine Regulierung geben. Es gibt bereits jetzt Energieversorgungsunternehmen, die dafür zahlen, wenn Eigentümer von Solaranlagen ihre Energieproduktion im Sommer reduzieren und etwas weniger einspeisen (Spitzen abschneiden, um länger eine konstante Last zu erhalten). Dynamische Tarife (15 min. unterschiedliche Tarife des Strompreises) wird sicher auch ein Thema, was animiert die Energie zum «richtigen» Zeitpunkt zu nutzen und so Netzdienlich mitzuhelfen.

Frage 8: Was sollte bei Sanierungen mit Blick auf PV-Anlagen beachtet werden?

Synchronisieren von Sanierungszyklen: Wenn man das Dach plant in den nächsten Jahren zu sanieren, dann sollte man auch mit der PV-Anlage warten. Das macht sonst keinen Sinn.

Frage 9: Gibt es Möglichkeiten bzw. kommt es vor, dass man bestehende Solaranlagen saniert?

In der Regel wird alles ersetzt.

Frage 10: Gibt es praxisbewährte Dokumente oder Leitfaden für die Bewertung und Sanierung bestehender PV-Anlagen? Existieren Tests oder Prüfverfahren?

Bei Inbetriebnahme oder bei Fehlermeldungen (durch den Wechselrichter) werden bspw. IV-Kennliniennmessungen oder thermografische Inspektionen gemacht. Dann gibt es auch noch das Elektrolumineszenz-Verfahren (wird nachts durchgeführt), um Fehler zu erkennen, die mit dem blossen Auge nicht sichtbar sind. Die IR (Infrarot) Inspektion (während des Tages) ist ebenfalls eine bewährte Prüfmethode.

Frage 11: Was sind für dich die wichtigsten Punkte bei der Planung neuer PV-Anlagen, um eine möglichst lange Lebensdauer zu erreichen?

PV-Anlagen sind i.d.R. sehr einfach erweiterbar. Ist bspw. nur die halbe Dachfläche mit einer PV-Anlage belegt, so kann diese einfach um eine zweite Anlage erweitert werden.

Frage 12: Wie kann man bei Neubauten mögliche spätere Änderungen (z.B. Nachrüsten von Speichern, E-Mobilitätsintegration) bereits bei der Planung mitdenken und einplanen?

Eigentlich gibt es hier nicht viel zu bedenken, ausser dass die Anlage gross genug ist, da E-Mobilität viel Strom braucht. Auch das Nachrüsten von Speichern ist unproblematisch.

Frage 13: Gibt es gewisse Strategien, um eine längere Lebensdauer von PV-Systemen zu ermöglichen?



Module von hoher Qualität (bspw. Schweizer Produkte) leben länger. Da Module aber meist bereits nach 20 Jahren gewechselt werden, ist die Langlebigkeit nicht der entscheidende Faktor.

Frage 14: Siehst du in der Praxis Möglichkeiten, Komponenten aus rückgebauten PV-Anlagen (z.B. Module, Gestelle, Batterien) weiterzuverwenden?

Unterkonstruktion kann man meist weiterverwenden (besteht aus Metall, kann eigentlich nicht kaputt gehen). Problematisch kann es aber sein, dass neue PV-Module eine andere Grösse haben und diese dann nicht mehr mit der Unterkonstruktion zusammenpassen. Dann muss diese auch getauscht werden.

Generell könnten eigentlich auch PV-Module wiederverwendet werden (solange diese funktionieren und ihre Lebensdauer noch nicht erreicht haben), mit Blick auf die Graue Energie würde sich das lohnen, aber das macht meist niemand, da sich dies wirtschaftlich nicht lohnt.

11.4.3. Interview Gebäudeautomation

Interview Olivier Steiger, 1. Mai 2025, Fokus: Fokus: Gebäudeautomation

Einleitung: Die technische Lebensdauer von Komponenten der Gebäudeautomation ist weder in der Norm SIA 2032 (Graue Energie – Ökobilanzierung für die Erstellung von Gebäuden) noch in der SIA 480:2004 (Wirtschaftlichkeitsrechnung für Investitionen im Hochbau) festgelegt. Gemäss CRB 2012 liegt sie durchschnittlich bei 15 Jahren, allerdings mit grossen Unterschieden zwischen den einzelnen Komponenten.

Frage 1: Ist die tatsächliche Nutzungsdauer der Gebäudeautomation länger oder kürzer – und warum? Gibt es wichtige Unterschiede zwischen unterschiedlichen Komponenten (Tabelle 67 und Tabelle 68)?

Tabelle 67: Mindest-, durchschnittliche und maximale Lebensdauer für den Bereich der Gebäudeautomation nach (CRB, 2012).

Hauptgruppe Elementgruppe		Nutzungsdauer		
		von	Ø	bis
D 2	Gebäudeautomation	5	15	30
D 2.1	Managementebene	1	3	5
D 2.2	Automationsebene	10	15	20
D 2.3	Feldebene	5	10	15
D 2.4	Raumautomation	10	15	20
D 2.5	Automationszweck	5	10	20
D 2.6	Schaltgerätekombination	10	20	30
D 2.7	Integration	5	10	20

Beim Smart-Home ist 10 Jahre die obere Grenze (Ø 5–10 Jahre) und beim Zweckbau ist 15 Jahre ein guter Durchschnitt. Es ist aber etwas komplizierter, da es Hardware und Software gibt. Bei der Hardware gelten die zuvor genannten Lebensdauern, bei der Software kann man es nicht genau sagen. Bei grossen Herstellern sind die Software-Lebenszyklen i.d.R. lang genug, dass man die gesamte Lebensdauer der Hardware brauchen kann. Aber die kleineren Unternehmen verschwinden z.T. bereits nach kurzer Zeit vom Markt und dann kann die Hardware auch nicht weiterverwendet werden.



Anmerkungen zu Tabelle 67:

Feldebene = Aktoren, Sensoren, Bediengeräte und Anzeigen (bspw. Touch Panels, Temperatur- und Luftqualitätssensoren etc.); da geht die Lebensdauer ziemlich auseinander: Aktoren können bis zu 20 Jahre genutzt werden; bei Sensoren kommt es ganz darauf an – batteriebetriebene Funksensoren ca. 7-10 Jahre, andere/besser Sensoren halten z.T. auch 15 Jahre; Anzeigen – gerade Touch Panels ca. 5 Jahre, die gehen schnell kaputt.

Raumautomation = Steuerung der Beleuchtung, des Sonnenschutzes, der Wärmeabgabe (eigentlich eine ganz andere Achse); gibt auch Aktoren und Sensoren; Raumautomation hält weniger lang als Anlagenautomation

Schaltgerätekombination = würde ich eher Anlagenautomation nennen, das ist bspw. die Automation bei Lüftungs- oder Heizungsanlagen, Schaltschrank + Anlage; 20 Jahre passt hier eigentlich, allerdings nur für Zweckbau und nicht für Smart-Home; ein Heizungsregler hält auch keine 20 Jahre, aber ein Schaltschrank für eine Lüftungsanlage hält 20 Jahre

Die Tabelle gibt eine gute Aufteilung, es ist aber wichtig zu wissen, dass was bis zur Feldebene (D 2.1 – D 2.3) passiert ist eine andere Ebene als die Positionen danach (D 2.4 – D 2.7).

Tabelle 68: Übersicht rechnerische Nutzungsdauer, Aufwand für Instandsetzung, Wartung und Inspektion, Bedienen für den Bereich Gebäudetechnik gemäss VDI 2067



Tabelle A5. Gebäudeautomation

Anlagenkomponente	Rechn. Nutzungsdauer	Aufwand für Instandsetzung f_{Inst}	Aufwand für Wartung und Inspektion $f_{\text{W+Ins}}$	Aufwand für Bedienen
Einheiten	Jahre	%	%	Stunden pro Jahr (h/a)
6 Gebäudeautomation				
6.1 Nutzenübergabe				
6.1.1 Stellgeräte				
Regelventile, Hähne, Klappen	10	10	2	0
Jalousieklappenantriebe	10	10	1	0
Brandschutzklappenantriebe	10	10	5	0,1
Frequenzumformer	5	20	5	1
6.1.2 Sensoren				
6.1.2.1 Messwertgeber (Temperatur, Feuchte, Druck, Sonstiges)	10	10	2	0
6.1.2.2 Kontaktgeber (Temperatur, Feuchte, Druck, Sonstiges)	10	10	2	0
6.1.2.3 Sicherheitsbegrenzer (Wächter für Temperatur, Feuchte, Druck, sonstige Überwachungseinrichtungen)	5	20	5	0,5
6.1.3 Feldverkabelung				
6.1.3.1 Starkstromleitungen/-kabel	15	10	0	0
6.1.3.2 Kleinspannungsleitungen/-kabel	15	10	0	0
6.1.3.3 Busleitungen/-kabel	10	15	0	0
6.1.3.4 Pneumatiksysteme (Druckreduzierung, Filter, Trocknung)	10	10	5	2
6.2 Verteilung				
6.2.1 Schaltschränke, Tableaus				
6.2.1.1 Steuerungen	10	10	5	0,2
6.2.1.2 USV-Einrichtungen	5	20	5	1
6.2.1.3 Optimierungsgeräte	10	5	2	0,2
6.2.1.4 Regler	10	10	5	0,2
6.2.1.5 Schütze und Relais (Kontakte und Klemmen prüfen)	10	5	5	0
6.2.2 Datenübertragungseinrichtungen				
6.2.2.1 Modems, Hubs, Router, Bridges	5	10	1	0
6.2.2.2 Datenfernübertragungseinrichtungen	5	20	1	1
6.2.2.3 Gateways	5	20	0,5	0
6.2.2.4 Multiplexer	5	10	0	0
6.2.2.5 Bussysteme (Leitungen, passive Bauteile)	10	5	0,5	0
6.2.2.6 Mitnutzung EDV-Netzwerk	2	30	1	0
6.3 Zentrale Datenverarbeitungseinrichtungen				
6.3.1 Server	5	20	2	1
6.3.2 Datensichtgeräte	5	20	1	0
6.3.2 Eingabegeräte	3	30	0,5	0
6.3.3 Drucker	5	20	1	1
6.3.4 Archiv-Speicher (Backup-Restore)	5	20	2	2
6.3.5 Datenfernübertragungseinrichtungen	5	20	1	1
6.3.6 Software für Betriebssystem, Treiber und Datenbank	5	20	10	2
6.3.7 Software für Bedienung und Management	10	15	10	2
6.3.8 Software für Steuerung und Regelung	10	10	5	5

Anmerkungen zu Tabelle 68:

Hier wird vor allem unterschieden zwischen Nutzenübergabe, Verteilung und zentrale Datenverarbeitungseinrichtungen. Die hier angegebenen Werte für die Nutzungsdauer sind z.T. ziemlich gering angesetzt.



Ein Server (6.3.1) kann auch 7-8 Jahre genutzt werden, der keine besondere Anforderungen hat, bspw. Nutzung für KI – dann liegt die Lebensdauer eher bei 3 Jahren. Verkabelungen selbst sind eher unproblematisch. Die Stecker haben jedoch eine beschränkte Lebensdauer und die Netzwerkkomponenten (Router, Gateways etc.) liegt die Lebensdauer bei durchschnittlich 5 Jahren (max. 10 Jahren). Stellgeräte sind die Aktoren (6.1.1) und 6.1.2 die Sensoren, hier würde ich sagen sind die Werte eher tief angesetzt, aber nicht völlig daneben – realistischerweise kannst du in der Tabelle nochmal überall 50 % dazurechnen.

Schalterschränke und Speisgeräte halten i.d.R. ca. 10 Jahre. Generell ist alles Elektronik/EDV, d.h. eher kurzlebige Komponenten, nichts das 40 Jahre hält.

Frage 2: Welche Komponenten sind aus deiner Sicht besonders problematisch? Gibt es Komponenten, die häufiger ausfallen oder gewartet werden müssen?

Netzwerkkomponenten (u.a. Gateways, Aktoren, Sensoren etc.) sind in grossen Mengen verbaut – Heutzutage hat man in einer Anlage, bspw. Lüftungsanlage, schnell mal 500 Sensoren und Aktoren und in einem Raum kommen dann nochmal 20 bis 50 von denen dazu. Und Kommunikationsgeräte (Gateways etc.) sind auch überall. Bei diesen Komponenten ist die Lebensdauer von 10 – 15 Jahren nicht so schlecht, aber es sind einfach sehr viele davon verbaut.

Und die zweite Kategorie ist alles, was Firmware hat, die schnell fortschreitet. Sensoren und Aktoren sind Softwaremässig stabil. Aber ein Controller/Automationsstation/Rechner muss regelmässig modernisiert werden, da die Software irgendwann obsolet wird. Meist behält man diese Komponenten dann so lange wie sie noch funktionieren, aber je mehr es *Cybersecurity*-Probleme gibt, desto weniger kann man das machen und muss die Elemente auf dem neusten Stand haben.

Frage 3: Welche Komponenten der Gebäudeautomation haben das grösste Gewicht (insbesondere in Bezug auf Graue Energie und Kosten)?

In Kilogramm sind es wahrscheinlich die Speisungen, davon gibt es viele und das sind häufig Trafos, was viel Gewicht vom Material herausmachen kann. Vom Preis her würde ich schätzen, die Rechner/Automationsstationen. Obwohl das Teuerste in der GA ist mit Abstand die Software und die Integration (Arbeitsstunden).

Frage 4: Welche Rolle spielt die regelmässige Wartung, um die Lebensdauer der Gebäudeautomation zu verlängern?

Software-Wartung wird eigentlich nicht gemacht, die Software wird installiert und programmiert und das behält man dann so bei. Bei der GA gibt es also eigentlich wenig Wartung. Was gemacht wird, ist der Ersatz von Komponenten bei grossen, teuren Anlagen – Wenn ein Sensor oder ein Aktor ausfällt, wird der dann ersetzt. Dieser Ersatz erfolgt entweder bei Bedarf oder auch periodisch alle 10 Jahre. Aber dass man Komponenten selbst wartet, kommt eigentlich nicht vor.

Frage 5: Was sind die häufigsten Gründe für den Ersatz von Komponenten?

Bei defekten Komponenten, bspw. wenn keine Daten mehr geliefert werden, werden diese ersetzt. Wenn die Daten jedoch schlecht sind, werden die Komponenten i.d.R. trotzdem beibehalten. Bspw. Temperatursensoren können nach 7 Jahren eine Abweichung von bis zu 60 % aufweisen, aber trotzdem werden diese nicht ersetzt.

Frage 6: Gibt es Komponenten, die üblicherweise vor dem Ende ihrer technischen Lebensdauer aus Effizienzgründen ersetzt werden?

Höchstens die Automationsstationen/Rechner, da kann es sein, dass man so viele Zusatzfunktionen erhält, dass man es umbaut. Bei Bediengeräten, Touch Panels, auch. Aber die unsichtbaren Sachen, wie Sensoren und Aktoren, Kommunikationsgeräte, wahrscheinlich nicht. Ein frühzeitiger Ersatz erfolgt, wenn dann aus Funktionsgründen, nicht aber um die Energieeffizienz zu steigern. Und ansonsten wartet man, bis die GA defekt ist. Im Flughafen Zürich z.B. hat es GA-Anlagen die 40 Jahre alt sind und immer noch funktionieren.



Frage 7: Gibt es Normen oder Vorschriften, die eine längere Nutzung oder Wiederverwendung bestehender Gebäudeautomationssysteme einschränkt?

Die GA ist extrem unreglementiert.

Frage 8: Wenn ein Gebäudeautomationssystem einwandfrei funktioniert, gibt es dennoch neue Anforderungen, die eine Anpassung oder Erneuerung erforderlich machen?

Gesteigerte Funktionalität oder Sicherheit (*Cybersecurity*) können Gründe sein.

Auch wenn eine Anlage getauscht wird, bspw. bei einem Heizungsersatz, braucht man eine GA, die kompatibel ist. Oder auch bei einem Lüftungersatz, wo eine Befeuchtung oder eine WRG nachgerüstet wird, muss die GA immer angepasst werden.

Bei Bestandsbauten wird immer mehr auch ein Raummanagement (Anzeigen, ob der Raum belegt ist oder nicht, etc.) nachgerüstet. Im besten Fall werden diese neuen Komponenten dann in der bestehenden GA integriert, oft ist das aber nicht der Fall.

Frage 9: Welche typischen Probleme treten auf, wenn alte Installationen an neue Nutzungen angepasst werden müssen?

Viele Probleme. Meist fehlen die benötigten Daten (u.a. Messwerte von Energieflüssen, Raumkomfort, Belegung etc.). Dann steigt die Komplexität, d.h. es wird mehr Netzwerk- und Rechenkapazität benötigt.

Frage 10: Wie geht ein/e Planer/in typischerweise vor, wenn er/sie die GA sanieren soll? Welche Schritte sollten durchgeführt werden?

Bei Sanierungen oder Mieterwechsel wird die GA komplett ersetzt und neu installiert. Dabei gibt es zwar wenige Komponenten, die erhalten bleiben könnten – aber das wird nicht gemacht. Elektroleitungen/Kabel könnte man behalten, aber die Netzwerkkomponenten und Stecker nicht mehr.

Frage 11: Gibt es Prüfverfahren, um herauszufinden, ob die GA richtig funktioniert?

Ein Minimum gibt es, es kommt so langsam. Es gibt jetzt immer mehr *Watchdogs* in den Komponenten, die melden, ob die Komponenten noch funktioniert. Dann gibt es ein Dashboard, wo man die einzelnen Komponenten überwacht und weiss, ob bspw. ein Sensor ausgestiegen ist. Dadurch können also Komponentenfehler gefunden werden. Softwarefehler kommen eher selten vor, das ist eher Zufall, wenn man ein Problem findet.

Frage 12: Was sind für dich die wichtigsten Punkte bei der Planung neuer Gebäudeautomation, um eine möglichst lange Lebensdauer zu erreichen?

Standards benutzen, damit Einzelkomponenten ausgewechselt werden können und nicht ganze Systeme. Energieklassen beachten/effiziente Geräte benutzen.

Frage 13: Das Gewicht und die Komplexität der Gebäudeautomation nehmen stetig zu. Welche Strategien können dennoch zu einer effizienteren, ressourcenschonenderen und erweiterbaren Installation beitragen?

Sensibilisierung der Hersteller, um effiziente Komponenten zu haben. Das ist ein wichtiger Ansatz und wird seitens EU schon gut gemacht.

Die richtige Planung und Konfiguration der GA ist entscheidend, um die Effizienz der Systeme zu verbessern und Energie zu sparen (thermisch kann man hier bis zu 30 % rausholen).

Für eine ressourcenschonende Installation sollte nur das eingebaut werden, was es auch wirklich braucht (Suffizienz/Verzicht). Man sollte sich vorher überlegen, was muss ich messen und was nicht. Obwohl man auch nicht viel weglassen kann.

Frage 14: Wie kann man bei Neubauten mögliche spätere Änderungen (z.B. Integration von Elektromobilität) bereits bei der Planung mitdenken und einplanen?

Bei Energiemanagementsystemen sollte vorab überlegt werden, ob ich später noch eine Ladestation oder einen Batteriespeicher habe., und dies dann auch vorsehen, damit der Energiemanager diese



Funktion später auch unterstützt und die entsprechenden Schnittstellen hat. Das gleiche mit Raummessungen: Wenn man das eines Tages nachrüsten möchte, dann sollte das bereits mitgedacht werden. Leerrohre sind wichtig, damit für die Verkabelung alles vorbereitet ist.

Frage 15: Gibt es gewisse Strategien, um eine längere Lebensdauer der Gebäudeautomation zu ermöglichen?

Verwendung von Standards. Einplanung von zusätzlichen Leerrohren. Möglichst wenig batteriebetriebene Geräte verwenden, da diese die Tendenz haben, nicht lang zu halten. Und weniger Low-Cost-Geräte verwenden, da Geräte von etablierten Herstellern länger halten.

Frage 16: Siehst du in der Praxis Möglichkeiten bestimmte Komponenten nach dem Rückbau wiederzuverwenden?

Eher nein, maximal die Kabel. Aber sonst produziert GA viel Elektroschrott.

11.4.4. Interview wärmetechnische Anlagen

Interview Timotheus Zehnder, 2. Juli 2025, Fokus: Wärmeanlagen

Einleitung: In der Norm SIA 2032 (Graue Energie – Ökobilanzierung für die Erstellung von Gebäuden) sind die Amortisationszeiten wie folgt angegeben: 20 Jahre für die allgemeine Wärmeerzeugung inklusive Solarkollektoren, 30 Jahre für die Wärmehauptverteilung und -abgabe, sowie 40 Jahre für Erdwärmesonden. Gemäss CRB 2012 liegt die durchschnittliche Nutzungsdauer bei 45 Jahren, allerdings mit grossen Unterschieden zwischen den einzelnen Komponenten, z.B. 20 Jahre für die Wärmeerzeugung und 60 Jahre für die Wärmehauptverteilung und -abgabe.

Frage 1: Ist die tatsächliche Nutzungsdauer der Wärmeanlage länger oder kürzer (Tabelle 69) – und warum? Gibt wichtige Unterschiede zwischen den unterschiedlichen Komponenten?

Tabelle 69: Mindest-, durchschnittliche und maximale Lebensdauer für den Bereich Wärmeanlagen nach (CRB, 2012).

Hauptgruppe Elementgruppe		Nutzungsdauer		
		von	Ø	bis
D 6	Wärmeanlage	30	45	60
D 6.1	Lagerung zu Wärmeanlage	30	50	70
D 6.2	Wärmeerzeugung	15	20	25
D 6.3	Wärmehauptverteilung	40	60	80
D 6.4	Wärmeabgabe	40	60	80

D5.1 Lagerung zu Wärmeanlage: Das ist meist für die Wärmeerzeugung, d.h. ein Öl-Tank, ein Schnitzel-Silo oder Pellets-Behälter etc. Diese Komponenten haben i.d.R. eine längere Lebensdauer (wie angegeben), wobei man auch hier etwas unterscheiden muss. Die Ausbringungs-Komponenten, bspw. die Pellets-Schnecke, die Förderschnecke für die Schnitzel oder der Schubboden, haben eher kürzere Lebensdauern als 50 Jahre.

D5.2 Wärmeerzeugung: 20 Jahre sind im Durchschnitt realistisch. Wobei es aber auch Ausnahmen gibt – der älteste Hackschnitzel-Kessel, den ich kenne, der ist etwa 40 Jahre alt. Aber es kommt auch immer wieder vor, dass bspw. Wärmepumpen (WP) eine Lebensdauer von 20 Jahren nicht erreichen. Bei Wärmepumpen sind grundsätzlich die Anzahl an Schaltzyklen (d.h. wie oft schaltet die WP ein und aus)



entscheidend für die Lebensdauer. Eine gute Regulierung der WP ist somit entscheidend, je schlechter die WP reguliert ist, desto mehr Schaltzyklen werden benötigt und desto kürzer ist die Lebensdauer. Auch eine Überdimensionierung der WP führt zu mehr Schaltzyklen oder wenn diese einstufig ist. Aber generell würde ich schon sagen, dass die hier angegebenen 15–25 Jahre durchaus Sinn machen.

D5.3 Wärmeverteilung: Hier ist es schwierig zu sagen. Wenn Rohre keine Sauerstoffdiffusion haben, dann kommt es nicht zur Korrosion und die Rohre halten lange. Früher hatten Leitungen, bspw. Fussbodenheizungen, noch Sauerstoffdiffusion, auch Heizungsleitungen waren nicht sauerstoffdiffusionsdicht, dann kommt es zu Verschlammungen und Korrosion – dann ist auch eine Wiederverwendung nicht möglich.

D5.4 Wärmeabgabe: Die Angabe von bis zu 80 Jahren finde ich sehr lang, selbst bei Radiatoren sieht man kaum welche, die so alt sind. Typischerweise würde ich eher sagen, die Lebensdauer liegt näher an den 40 Jahren oder sogar kürzer. Grund dafür ist sicher auch, dass die Wärmeabgabe früher auf viel höhere Temperaturen ausgelegt wurde, heute hat man viel niedrigere Vorlauftemperaturen und benötigt entsprechend grössere Abgabeflächen. Entsprechend werden alte Wärmeabgabesysteme gewechselt. Bei einer Kernsanierung eines Gebäudes wird das Abgabesystem i.d.R. auch gewechselt. Evtl. können die Systeme, die wir jetzt verbauen, länger genutzt werden, da sich das Temperaturniveau künftig nicht mehr so stark verändern wird. Aber wie es dann wirklich kommt, das kann man nicht sagen.

Generell ist es so, dass man die Wärmeerzeugung und die Wärmeabgabe bei einem Umbau erneuert und die Verteilung belässt.

Welche Systeme werden heutzutage am häufigsten verbaut?

Wärmeerzeugung: Fernwärme oder Wärmepumpen.

Wärmeabgabe: Im Wohnungsbau sind es Fussbodenheizungen. In Bürobauten sind es eher Heiz-/Kühlsysteme. Aktuell werden auch immer häufiger wieder Luftheizungen und -kühlungen (Umluft, Gebläse-/Klimakonvektoren) eingesetzt, die können mit sehr tiefen Temperaturen heizen und kühlen (i.d.R. mit 23,5 °C im Sommer und im Winter). Diese Klimakonvektoren sind auch nicht fix mit dem Gebäude verbaut. Wie lang die Lebensdauer dieser Klimakonvektoren ist, kann ich jedoch nicht genau sagen, die sind wahrscheinlich anfälliger als Heizkörper und haben sicher eine geringere Lebensdauer als die 40 Jahre. Klimakonvektoren haben elektronische Komponenten (PC-Lüfter) verbaut, die haben eine begrenzte Lebensdauer, können aber ausgetauscht werden.

Wie hoch ist die Lebensdauer von Erdsonden?

Das ist schwierig zu sagen; hier fehlen die Erfahrungswerte, da bis jetzt kaum Sonden abgestopft bzw. zurückgebaut wurden; Rückbau ist eh schwierig, da es hierfür bisher kein Verfahren gibt, d.h. sie werden einfach ausser Betrieb genommen. Wenn Erdsonden aber gut funktionieren, habe ich schon das Gefühl, dass diese lang im Betrieb sein können. Aber wie gesagt, da fehlt aktuell noch die Erfahrung – das werden wir in ca. 10–20 Jahren sehen.

Frage 2: Welche Komponenten sind aus deiner Sicht besonders problematisch? Gibt es Komponenten, die häufiger ausfallen oder gewartet werden müssen?

Alles, was elektrisch ist, fällt häufiger aus und muss gewartet werden. Wie es mit der Dämmung aussieht, kann ich nicht genau sagen; da müsstet ihr euch nochmal umhören, wie lange die i.d.R. halten.

Frage 3: Welche Komponenten innerhalb der Wärmeanlage haben das grösste Gewicht (insbesondere in Bezug auf die graue Energie oder auf die Kosten)?

Mit Blick auf die Kosten, ist die Wärmeerzeugung i.d.R. mit Abstand am teuersten, insbesondere Erdsonden- und Grundwasser-WP. Das Material für die Verteilung ist eigentlich günstig und kostet fast nichts, das teure an der Verteilung ist die Montage/Arbeitsstunden.

Frage 4: Welche Rolle spielt die regelmässige Wartung, um die Lebensdauer der Wärmeanlage zu verlängern?



Eine regelmässige Wartung ist sehr wichtig. Komponenten sollten daraufhin überprüft werden, ob diese ordnungsgemäss funktionieren. Komponenten, die nicht arbeiten/nicht bewegt werden, händisch bewegen. Kurz gesagt: Es sollte ein grundlegender Service durchgeführt werden – ähnlich wie bei einem Auto.

Wie oft ist pauschal schwer zu sagen, elektrische Komponenten brauchen weniger Wartung als bspw. eine Förderschnecke für Hackschnitzel (muss geölt werden, das Hydraulik-Öl muss gewechselt werden etc.). Das kommt stark auf die Art der Erzeugung an. Wartung und Instandhaltung ist aber generell sehr wichtig.

Frage 5: Was sind die häufigsten Gründe für den Ersatz von Komponenten? Erfolgt der Ersatz, weil die Komponenten defekt sind oder liegt es eher an der technischen Lebensdauer, an technologischer Obsoleszenz, an gesetzlichen Vorschriften oder an gesteigerten Energie- oder Komfortanforderungen?

Häufig werden Steuerungen ersetzt, weil diese veraltet/defekt sind. Bei WP, die bereits 20 Jahre alt sind, müsste man mal eine Analyse machen, ob sich ein Ersatz hinsichtlich Grauer Energie und Effizienz im Betrieb lohnt. Förderpumpen sind auch viel effizienter geworden, die ersetzt man deshalb häufig. Das gilt auch für Ventilatoren: alles, was ein Medium fördert, hat schon deutliche Fortschritte bzgl. der Effizienz gemacht.

Gesetzliche Vorschriften: Meist hat man Bestandsschutz, d.h. man wird selten gezwungen, was zu ersetzen. Aber wenn man einen Ersatz macht, dann greifen die Vorschriften je nach Eingrifftiefe (bspw., wenn man eine Ölfeuerung ersetzt, muss man die Pumpen nicht auch ersetzen).

Frage 6: Gibt es Normen oder Vorschriften (z.B. MuKE), dass eine längere Nutzung oder Wiederverwendung bestehender Wärmanlage (z. B. fossile Energieträger) einschränken?

Ja, bzgl. fossilen Energieträgern. Dabei ist bspw. der Ersatz eines Öl-Kessels verboten, nicht aber eine Weiterverwendung.

Frage 7: Wenn eine Wärmanlage einwandfrei funktioniert, gibt es dennoch neue Anforderungen (z. B. an Komfortansprüche), die eine Anpassung oder Erneuerung erforderlich machen könnten?

Das Wärmeabgabesystem wird häufig angepasst, da dieses i.d.R. nicht kühlen kann. Hinzu kommt, dass Heizkörper auf eine Temperaturspreizung von 20 K geplant wurden und die Abgabefläche bei einem neuen Wärmeerzeuger und geringeren Temperaturen i.d.R. zu klein ist.

Frage 8: Welche typischen Probleme treten auf, wenn alte Installationen an neue Nutzungen angepasst werden müssen?

Leistungen und Temperaturspreizungen passen häufig nicht mehr. Des Weiteren können die alten Systeme nicht kühlen.

Frage 9: Wie geht ein/-e Planer/-in typischerweise vor, wenn er/sie die Wärmanlage eines Gebäudes sanieren soll? Welche Schritte sollten durchgeführt werden? Welche Komponenten können deiner Erfahrung nach mit der grössten Wahrscheinlichkeit erhalten bleiben?

Bestehende Anlage anschauen und entscheiden, was evtl. beibehalten werden kann. Dann gilt es die Ziele und Bedürfnisse der Bauherrschaft einzuholen, idealerweise gibt es ein Pflichtenheft (meist nicht der Fall, wird dann im Gespräch geklärt). Dann schaut man, ob, man mit den bestehenden Installationen weiterarbeiten kann, ansonsten werden die alten Komponenten durch neue ersetzt. Die Verteilung kann häufig bestehen bleiben, aber auch die Verteilung hat das gleiche Problem mit der Leistung und Temperaturspreizung wie die Wärmeabgabesystem.

Es gibt auch die Möglichkeit, wenn die bestehende Wärmeabgabe nicht ausreicht, bspw. Heizkörper-ventilatoren nachzurüsten, diese können an alte Standardkonvektoren/-heizungen montiert werden und funktionieren tatsächlich recht gut. Mit diesen kann man sowohl heizen als auch kühlen. Diese Heizkörper-ventilatoren sind jedoch nicht geräuschlos. Eine andere Möglichkeit ist es, mit der Lüftung zusätzlich zu heizen (Spitzelastdeckung durch die Lüftung, wird auch häufiger gemacht, entweder wird dann die Luftmenge oder das ΔT der Luft erhöht).



Frage 10: Gibt es praxisbewährte Dokumente oder Leitfäden für die Bewertung und Sanierung bestehender Wärmeanlagen? Welche Prüfverfahren sind dabei hilfreich?

Prüfverfahren sind mir nicht bekannt. Ansonsten bietet der swissairtec verschiedene Merkblätter zum Thema an.

Was sehr wichtig ist, ist die Betriebsoptimierung von Wärmeanlagen – Das macht viel aus. Hierzu gibt es auch die Norm SIA 2048 «Energetische Betriebsoptimierung» und auch viele weitere Dokumente (Leitfäden, Merkblätter etc.). Ziel einer Betriebsoptimierung sollte es sein, dass man Energie spart und gleichzeitig die Behaglichkeit verbessert wird.

Frage 11: Was sind für dich die wichtigsten Punkte bei der Planung neuer Wärmeanlagen, um eine möglichst lange Lebensdauer zu erreichen?

Je flexibler ein System ist (modularer Aufbau), desto höher sind seine Chancen, dass wenn es eine Raumänderung gibt (bspw. Wände werden umplatziert), dieses erhalten bleiben kann. Ein modularer Aufbau ist jedoch meist teurer und komplexer. Man muss ein Gleichgewicht finden, um für das «jetzt» zu planen und gleichzeitig eine Flexibilität für die Zukunft bereitzustellen. In Bürobauten/Grossraumbüros wird meist mit kleineren Zonen geplant (ein Raum kann dann 4-6 Zonen haben), sodass bei Bedarf noch Wände nachträglich eingezogen werden können, aber auch hier muss bereits definiert werden, wo diese Wände dann hinkommen (bspw. müssen dann Aussparungen bei Heiz-/Kühlseilen vorgesehen werden).

Ebenso sollten hochwertige und langlebige Materialien und Komponenten eingesetzt werden.

Bei Nutzungsänderungen ist es schon typisch, dass meist alles ersetzt wird. Man hat den Grundausbau und den Mieterausbau – alles, was den Mieterausbau betrifft wird i.d.R. erneuert.

Dimensionierung von Anlagen: Anlagen zur Wärmebereitstellung werden gemäss heutigen Anforderungen dimensioniert, die Kühlung gemäss dem künftigen Szenario RCP 8.5 2050. Bei der Wärme ist es so, dass man davon ausgeht, dass die Heizleistung auch bei künftigen Klimaszenarien nicht abnehmen wird, der Bedarf wird einfach kleiner.

Frage 12: Gibt es gewisse Strategien (z.B. Teillastbetrieb), um eine längere Lebensdauer der Wärmeanlage zu ermöglichen?

Wenig Schaltzyklen und die Fähigkeit zum Teillastbetrieb ist wichtig bei Wärmepumpen. Ansonsten ist die Betriebsoptimierung der Anlage wichtig – wenn man nichts macht, wird die Anlage auch nicht alt.

Frage 13: Siehst du in der Praxis Möglichkeiten, bestimmte Komponenten nach dem Rückbau (z. B. aus demontierten Anlagen) wiederzuverwenden?

Schwierig! Da bin ich auch zu wenig erfahren. Wärmeabgabe (Radiatoren, Heiz-/Kühldecken, Klimakonvektoren) kann sein, wenn es mit den Leistungen und Temperaturniveaus der Anlage passt. Fussbodenheizungen sind unmöglich, die sind eingelegt und müssen rausgerissen werden. Verteilungen würden sich eigentlich eignen, sind aber auch eingelegt und entweder geschweisst oder gepresst – und das ist auch schwierig, diese können nicht nochmal geschweisst oder gepresst werden. Und am Ende ist es teurer.

Was wirklich gut geht, ist der Wärmespeicher, dieser kann gut weiter- und wiederverwendet werden. Das der Wärmespeicher bei einem Umbau stehen bleibt, habe ich auch schon häufiger gesehen (meist muss dann nur das Register getauscht werden).

Wärmeerzeuger momentan schwierig, da der alte meist fossil oder ineffizient ist. Evtl. kann es in 10-20 Jahren anders aussehen, da heute bspw. Wärmepumpen mit einer hohen Effizienz verbaut werden, wird eine solche WP nach 10 Jahren ersetzt, kann eine Wiederverwendung ggf. Sinn machen, obwohl es wahrscheinlich keinen wirklichen Grund gibt eine effiziente WP bereits nach 10 Jahren zu ersetzen.



11.4.5. Interview kältetechnische Anlagen

Interview Matthias Balmer, 14. Mai 2025, Fokus: Kälteanlagen

Einleitung: Über die technische Lebensdauer von Komponenten der Kälteanlagen steht nichts in der Norm SIA 2032 (Graue Energie – Ökobilanzierung für die Erstellung von Gebäuden). Nach SIA 480:2004 (Wirtschaftlichkeitsrechnung für Investitionen im Hochbau) beträgt die Lebensdauer von Klimageräten und Kompressoren jeweils 15 Jahre, von Kondensator und Verdampfer 20 Jahre und von Kühlflächen 30 Jahre. Gemäss CRB 2012 liegt sie durchschnittlich bei 30 Jahren, allerdings mit grossen Unterschieden zwischen den einzelnen Komponenten.

Frage 1: die tatsächliche Nutzungsdauer der Kälteanlage länger oder kürzer (Tabelle 70) – und warum? Gibt es wichtige Unterschiede zwischen den unterschiedlichen Komponenten?

Tabelle 70: Mindest-, durchschnittliche und maximale Lebensdauer für den Bereich Kälteanlagen nach (CRB, 2012).

Hauptgruppe Elementgruppe		Nutzungsdauer		
		von	Ø	bis
D 6	Kälteanlage	25	30	45
D 6.1	Lagerung zu Kälteanlage	35	50	65
D 6.2	Kälteerzeugung	15	25	35
D 6.3	Kältehauptverteilung	35	50	65
D 6.4	Kälteabgabe	25	30	45

Ich habe sogar schon eine Kältemaschine gesehen, welche sogar 60 Jahre alt war. Aber ich würde sagen, im Durchschnitt passen die Angaben der Normen, d.h. ca. 15–20 Jahre. Splitgeräte haben eine kürzere Lebensdauer (werden i.d.R. bei jedem Mieterwechsel ersetzt, Richtwert 5–10 Jahre).

Welches ist die typischste Kälteerzeugung, die bei Bürogebäuden in der Schweiz zur Anwendung kommt?

I.d.R. sind das zentrale Kälteerzeugungen (Turbokolbenkompressoren, sehr effizient und modular – pro Kompressor ca. 300 kW, bei grösseren Anlagen wird die Anzahl der Kompressoren entsprechend erhöht), nicht Splitgeräte (diese kommen häufig in anderen Teilen Europas und auch im Asiatischen Raum zur Anwendung).

Kältemaschinen bestehen aus verschiedenen Komponenten, die aufeinander abgestimmt werden müssen. Entsprechend müsste bei einer Erweiterung der Anlage eine ganze Unit hinzugefügt werden und nicht nur ein weiterer Kompressor. Die einzelnen Komponenten haben ungefähr die gleiche Lebensdauer (Ø ca. 20 Jahre oder mehr).

Geocooling kommt bei vorhandenen Erdsonden ebenso häufig zum Einsatz, was auch der Regeneration hilft (Freecooling, keine Maschine, nur ein Wärmetauscher dazwischen und dieser kann theoretisch immer wieder eingesetzt werden). Bei Bürogebäuden, die Freecooling nutzen, wird i.d.R. trotzdem zusätzlich noch eine kleinere Kältemaschine installiert. Das Freecooling ist meist für die Übergangszeit und häufig genügt auch die Kapazität nicht aus. Geocooling eignet sich besonders gut, wenn du grosse Kühlflächen mit hohen Temperaturen hast. Dann kann das sehr lange ausgenutzt werden und ist auch eine günstige Option.



Wird über Seewasser/Fernwärmenetz geheizt, wird dies auch häufig für die Kühlung genutzt. Aber auch hier reicht die Kapazität meist nicht aus, sodass noch zusätzlich aktiv gekühlt wird. Insbesondere zu Spitzenzeiten im Sommer reicht die Leistung meist nicht aus.

Kälteanlagen gibt es in Schulgebäuden i.d.R. nicht. Schulen sind über den Sommer ohnehin zu.

Was ist typisch für die Kälteabgabe in Nicht-Wohngebäuden?

Über Kühldecken oder via Lüftung/Klimaanlage, beides kommt zum Einsatz. Kühldecken können auch sehr gut wiederverwendet/immer wieder eingesetzt werden. Ebenso kommen auch Klimakonvektoren wieder häufiger zum Einsatz. Diese waren bereits früher sehr beliebt, aber sehr laut. Dieses Problem wurde gelöst, weshalb diese nun auch wieder häufiger angewendet werden.

In Bürogebäuden kommen vor allem Wärmeabgabeflächen (Kühldecken oder TABS, nicht trennbar) oder Klimakompressoren zum Einsatz.

Frage 2: Welche Komponenten sind aus Deiner Sicht besonders problematisch? Gibt es Komponenten, die häufiger ausfallen oder gewartet werden müssen?

Rückkühlanlagen mit regelmässig gewartet werden, da diese oft verschmutzen. Aber generell sind es eigentlich nicht technische Wartungen, sondern vor allem Massnahmen zur Reinigung/Pflege. Ansonsten ist der Bereich Kälte relativ wartungsarm.

Was kritisch ist, ist die Anpassung der Kälteerzeugung (bspw. bei einem Mieter-/Nutzungswechsel, wenn das Temperaturniveau angepasst werden muss). Bei einer Umstellung der Anlage/Temperaturanpassung bedarf es einer technischen Wartung (Regelung etc. müssen neu eingestellt werden).

Frage 3: In der KBOB-Liste gibt es für Kälteanlagen keine Angaben zur Grauen Energie. Welche Komponenten innerhalb der Kälteanlage haben das grösste Gewicht (insbesondere in Bezug auf die graue Energie oder auf die Kosten)?

Wahrscheinlich ist die Graue Energie bei der Kälteerzeugung höher als bei der Verteilung. Bei der Verteilung hat man ein Material: Stahlrohre. Bei der Kälteerzeugung hat man verschiedener Stahlarten, Kunststoffkomponenten etc.

Frage 4: Welche Rolle spielt die regelmässige Wartung, um die Lebensdauer der Kälteanlage zu verlängern?

Es gibt gewisse Anlagen, wo eine Wartung relevant für die Lebensdauerverlängerung ist. Aber normalen Anlagen werden i.d.R. vor Ende der Lebensdauer ersetzt und deshalb ist das weniger relevant (i.d.R. ohne Wartung bis Lebensende/ungefähr 20 Jahre).

Das Kältemittel-Verbot wird künftig ein Thema werden. Insbesondere, wenn künftig Komponenten (Verdampfer, Kompressor...) in der Anlage getauscht werden und das Kältemittel wieder neu aufgefüllt werden muss, dann kann es sein, dass das entsprechende Kältemittel in ein paar Jahren verboten und nicht mehr erhältlich ist.

Frage 5: Was sind die häufigsten Gründe für den Ersatz von Komponenten? Erfolgt der Ersatz, weil die Komponenten defekt sind oder liegt es eher an der technischen Lebensdauer, an technologischer Obsoleszenz, an gesetzlichen Vorschriften oder an gesteigerten Energie- oder Komfortanforderungen?

Hauptursache ist ein Nutzerwechsel.

Frage 6: Gibt es Normen oder Vorschriften (BAFU, SUVA), dass eine längere Nutzung oder Wiederverwendung bestehender Kälteanlage (z. B. im Zusammenhang mit dem Kältemittel) einschränken?

Nein, bis auf das Kältemittel-Verbot, welches es bald geben wird.

Frage 7: Wenn eine Kälteanlage einwandfrei funktioniert, gibt es dennoch neue Anforderungen (z. B. an Funktionalität), die eine Anpassung oder Erneuerung erforderlich machen könnten?

Aufgrund der kommenden Anforderungen/dem Verbot an das Kältemittel kann es zu Umrüstungen von Anlagen kommen (Komponenten, insbesondere Regelkomponenten und Leitungen vom Kältekreis



(Dimensionen, andere Drücke und Leistungen, müssen angepasst werden; meist wurde das aber überdimensioniert, so dass das möglich sein sollte).

Frage 8: Welche typischen Probleme treten auf, wenn alte Installationen an neue Nutzungen angepasst werden müssen?

Wenn die Anlage gut geplant ist, dass sind Reserven in der Zentrale vorgesehen, sodass man modular weitere Maschinen ergänzen kann bei Bedarf. Und die Verteilung sollte dann natürlich ebenso gross genug sein. Bei grossen Projekten ist eine solche Überdimensionierung eigentlich Standard, da der Mieter (und somit auch der Bedarf) meist noch nicht bekannt ist.

Frage 9: Wie geht ein/-e Planer/-in typischerweise vor, wenn er/sie das Kälteanlagen-system eines Gebäudes sanieren soll? Welche Schritte sollten durchgeführt werden? Welche Komponenten können deiner Erfahrung nach mit der grössten Wahrscheinlichkeit erhalten bleiben?

Bei einer Sanierung spielt häufig auch die Effizienz der Kälteerzeugung eine Rolle – Ältere Maschinen haben eine geringere Effizienz und führen dadurch zu höheren Betriebskosten/Energiebedarf. Die Abgabesysteme im Raumen wechseln zudem in Abhängigkeit von der Nutzung – Das kann alle 5 Jahre vorkommen. Kühldecken bspw. werden genau auf die geforderte Leistung im Raum ausgelegt, ändert sich die Nutzung, muss diese dann ersetzt werden. Dabei würden sich Klimakonvektoren und Kühldecken eigentlich gut zur Wiederverwendung eignen, bisher gibt es aber keinen Secondhand-Markt, wo diese bezogen werden können, zumindest nicht meines Wissens.

Kühldecken bestehen aus Paneelen, wodurch diese zudem auch gut erweiterbar sind. Auch Kältemaschinen werden häufig vor Ende ihrer Lebensdauer (meist nach 20 Jahren) ersetzt und könnten eigentlich auch noch weiterverwendet werden – jedoch kann hier, wie schon besprochen, das Kältemittel ein Problem darstellen. Die Lebensdauer einer Kältemaschine liegt sonst bei 30–40 Jahren.

Generell empfiehlt sich auch eine Energetische Betriebsoptimierung der Anlage, damit diese effizient laufen, und das tun sie, wenn sie genau der Nutzung entsprechen. Optimieren kann man vor allem, wenn man die Temperaturen anpasst. Zur Energetischen Betriebsoptimierung gibt es das Merkblatt SIA 2048.

Frage 10: Was sind für dich die wichtigsten Punkte bei der Planung neuer Kälteanlage, um eine möglichst lange Lebensdauer zu erreichen?

Zukünftiges Klima mit einbeziehen und neue Anlagen überdimensionieren (neue Anlagen können auch im Teillastbereich energieeffizient betrieben werden). Platzreserven vorsehen. Das System so aufbauen, dass die Leistung adaptiv erhöht werden kann.

Aber meist erfolgt der Ersatz durch einen Nutzerwechsel und nicht aufgrund des Endes der technischen Lebensdauer. Das Mieten von Kälteanlagen wäre ein sinnvoller Ansatz, um Secondhand-Anlagen/Komponenten in Zukunft länger zu nutzen, jedoch ist mir da in der Schweiz noch nichts bekannt.

Frage 11: Gibt es gewisse Strategien (z.B. Teillastbetrieb, Einplanung zusätzliche Kälteleistung im Hinblick auf steigende Temperaturen, Kältekreisläufe mit geringem Kältemittelfüllvolumen), um eine längere Lebensdauer der Kälteanlage zu ermöglichen?

Eine Energetische Betriebsoptimierung der Anlage kann zu einer Lebensdauerverlängerung führen. Zudem sollten viel zu hohe Leistungen vermieden werden, da Geräte sonst ständig ein und ausschalten, was zu Verschleiss führt und die Lebensdauer verkürzen kann. Bei verschiedenen Kältekreisen im System kann man nicht alle auf einmal laufen lassen und unnötigen Verschleiss auch bei einer bewussten Überdimensionierung vermeiden. Der Einsatz von Speichern kann diesbezüglich auch eine Strategie sein (Kältespeicher sind eine übliche Massnahme).

Frage 12: Siehst du in der Praxis Möglichkeiten, bestimmte Komponenten nach dem Rückbau (z. B. aus demontierten Anlagen) wiederzuverwenden?

Kühldecke, Klimakonvektoren, Umluftkühlgeräte, Kältemaschine, Ventile und Armaturen in der Verteilung eignen sich gut für eine Wiederverwendung. Bei Teilkomponenten der Kälteerzeugung (Verdichter,



Tauscher etc.) sehe ich hingegen kein Potential, wenn dann die gesamte Kälteerzeugung. Teilkomponenten könnten höchstens als Ersatzteile dienen.

Die Lagerung und die Verwaltung sind jedoch problematisch und erschweren eine tatsächliche Wiederverwendung.

11.4.6. Interview lufttechnische Anlagen

Interview Heinrich Huber, 13. Mai 2025, Fokus: Lüftung

Einleitung: Die technische Lebensdauer von lufttechnischen Anlagen liegt gemäss SIA 2032 (Graue Energie - Ökobilanzierung für die Erstellung von Gebäuden) bei 30 Jahren und gemäss SIA 480:2004 (Wirtschaftlichkeitsrechnung für Investitionen im Hochbau) zwischen 10 Jahren beim Luftbefeuchter (4 Jahre bei Dampf), über 15–20 Jahren bei den Komponenten des Lüftungsgeräts, je nach mechanischer Beanspruchung, bis zu 30 Jahren bei den Luftleitungen.

Frage 1: Ist die tatsächliche Nutzungsdauer der Lüftungsanlagen länger oder kürzer (Tabelle 71) – und warum? Gibt wichtige Unterschiede zwischen unterschiedliche Komponenten?

Tabelle 71: Mindest-, durchschnittliche und maximale Lebensdauer für den Bereich Lüftungsanlagen nach (CRB, 2012).

Hauptgruppe Elementgruppe		Nutzungsdauer		
		von	Ø	bis
D 7	Lufttechnische Anlage	25	50	50
D 7.1	Aussenluftführung, Fortluftführung	30	45	60
D 7.2	Luftaufbereitung	20	30	40
D 7.3	Lufthauptverteilung	30	45	60
D 7.4	Luftabgabe	20	30	40
D 7.5	Kleinanlage Für Zuluft, Abluft	20	20	40

Lüftungsanlagen werden häufig demontiert wegen Umnutzungen oder weil das Gebäude erneuert wird, aber die Anlagen haben ihre Lebensdauern eigentlich noch nicht erreicht. Die Geräte machen meist, zumindest visuell, immer noch einen guten Eindruck, man könnte diese also deutlich länger nutzen. Die Tabelle gibt eine gute Übersicht über die Lebensdauern. Ich habe auch schon Geräte gesehen, die tatsächlich 50 Jahre alt werden könnten. Sie werden aber häufig früher ersetzt. Hier stellt sich aber die Frage, inwieweit macht es Sinn ein Lüftungsgerät zu verwenden, dass auf einem alten Konzept beruht (d.h. auch energetisch nicht mehr angemessen ist). Grössere Lüftungsgeräte werden bereits so gebaut, dass man einzelne Komponenten auch gut ersetzen kann. Ausser sehr alten Geräten, die noch keine oder eine zu kleine WRG besitzen.

Es gibt also eine Diskrepanz: Rein vom Material her würden Lüftungsanlagen meist noch länger leben, i.d.R. werden sie aber vorher ausgebaut. Hier stellt sich die Frage, ob Geräte zu massiv gebaut werden.

Frage 2: Welche Komponenten sind besonders aus deiner Sicht problematisch? Gibt es Komponenten, die häufiger ausfallen oder gewartet werden müssen?

In Lüftungsgeräten ist eine hohe Materialdichte (lokale Konzentration) vorhanden. In der Luftverteilung befindet sich typischerweise die etwas grössere Masse, aber diese ist räumlich weit verteilt. Bei Luftverteilungen trifft man bei der Zuluft-Seite eigentlich selten Korrosion oder andere kritische



Verschleiss Spuren (Verkrustungen) an, wenn es zu Korrosion und Verschmutzungen kommt, dann ist das auf der Abluftseite. Luftverteilungen sind häufig noch funktionsfähig und hygienisch unbedenklich, auch wenn sie nicht mehr neu aussehen. Die Reinigung von Luftverteilungen ist eigentlich auch problemlos möglich und wird heutzutage bereits in der Planung mitgedacht. Bei älteren Leitungen (vor 15–20 Jahren) wurde oft noch nicht darauf geachtet, dass diese gut zu reinigen sind.

Frage 3: Welche Rolle spielt die regelmässige Wartung, um die Lebensdauer einer Lüftungsanlage zu verlängern?

Eine regelmässige Wartung kann die Lebensdauer verlängern. Aber selbst, wenn die Anlage nicht regelmässig oder ordnungsgemäss gewartet wird, ist dies selten ein Grund, dass die Anlage ersetzt werden muss. Falls es irgendwo Korrosionsschäden gibt, hat das meist damit zu tun, dass eine Befeuchtung im System ist. Aber kommt eigentlich auch nicht so häufig vor. Es gibt auch Normen/Richtlinien zur Wartung von Lüftungsanlagen. Da heisst es, dass eine Anlage ohne Befeuchtung alle 3 Jahre mal inspiziert werden und nach Bedarf gereinigt werden soll.

Für die Wartung sind folgende Massnahmen notwendig: Filterersatz und Abluftdurchlässe prüfen, Überprüfung der Sauberkeit der Anlage. Die Reinigung von Anlagen wird heutzutage zunehmend durchgeführt. Das war lange ein Schwachpunkt der Lüftungsbranche, aber es hat sich in den letzten 10 Jahren gut stark etabliert.

Frage 4: Was sind die häufigsten Gründe für den Ersatz von Komponenten? Erfolgt der Ersatz, weil die Komponenten defekt sind oder liegt es eher an der technischen Lebensdauer, an technologischer Obsoleszenz, an gesetzlichen Vorschriften oder an gesteigerten Energie- oder Komfortanforderungen?

Der häufigste Grund ist die Umnutzung. Aus energetischen Gründen könnte sich ein Ersatz der WRG und des Ventilators auch lohnen. Aber das muss man je nach Fall/Gebäude anschauen, was sich lohnt. Eine Problemkomponente ist, wie zuvor erwähnt, die Befeuchtung (Korrosionsprobleme, weil nicht richtig betrieben). Der Befeuchter kann, wenn dieser nicht mehr erforderlich ist, aber auch einfach ausgebaut werden.

In SYGREN, wo die Ökobilanz von zehn Gebäuden mit unterschiedlichen Nutzungen (Schule, Büro, Alterszentrum) analysiert wurde, zeigt sich, dass sich die graue Energie der mechanischen Lüftungsanlage wie folgt verteilt:

- Das Lüftungsgerät macht etwa 25–35 % aus,
- die Luftverteilung (verzinkte Lüftungsrohre) rund 50 %,
- die Dämmung der Verteilung etwa 10 %,
- und weitere Komponenten die restlichen 10 %.

Daraus ergibt sich, dass die Luftverteilung ein besonders grosses Optimierungspotenzial bietet. Laut Deiner Vorstudie «Re-Use von Lüftungsrohren» wären jedoch unter den dort getroffenen Annahmen rund 20 % der Luftverteilung aus verzinktem Stahlblech wiederverwendbar.

20 % war eine Schätzung von mir. Generell sind runde Leitungen gut wiederverwendbar, da diese normierte Masse haben, auch ältere Leitungen (gleiche Normierung). Rechteckige Leitungen eignen sich jedoch eher nicht für eine Wiederverwendung, da sie sehr unterschiedliche Dimensionen aufweisen. Problematisch ist der Ausbau der Leitungen, so dass diese nicht beschädigt werden. Leitungstücke müssten zudem in Standardlängen zur Verfügung stehen (es müssten 1 m, 2 m oder 3 m Stücke sein). Das waren so die Überlegungen - Es ist sehr aufwendig und im Vergleich zum möglichen Nutzen doch relativ teuer. Es bräuchte hier eine separate Logistik.

Die Frage ist eher, gibt es noch andere Komponenten, die sich besser eignen? Z.B. Volumenstromregler oder Klappen haben ein interessanteres Verhältnis von Gewicht zu Volumen. Standardisierte Komponenten könnten sich gut für eine Wiederverwendung eignen. Hier wäre auch die Logistik einfacher.



Frage 5: Welche Strategien könnten zur Reduktion der Umweltwirkungen der Luftverteilung beitragen? Beispielsweise zeigt die KBOB-Liste die Umweltwirkungen einer Lüftungsinstallation mit Blechkanälen und PE-Kanälen für Nutzung Wohnen, wobei die Treibhausgasemissionen (THGE) der PE-Kanäle rund 40 % geringer sind. Sind PE-Kanäle im Wohnbau und auch in anderen Gebäudetypen (z. B. Büros, Schulen, Alterszentren) weit verbreitet? Wie steht es um die Lebensdauer von PE-Kanälen im Vergleich zu verzinktem Stahlblech? Ist sie kürzer?

Polyethylen-Leitungen sind häufig in der Betondecke eingelegt und darum kaum rezyklierbar. In Schulen und Bürobauten wird generell viel weniger eingelegt (eher unter abgehängten Decken) und es werden Blechrohre verwendet. Diese sind auch günstiger als Kunststoffleitungen. Die Lebensdauer von PE-Kanälen im Vergleich zu verzinktem Stahlblech ist nicht kürzer, da diese weder direktem Licht noch extremen Temperaturen ausgesetzt sind und sich auch gut reinigen lassen.

Frage 6: Gibt es Studien, in denen die Umweltwirkungen verschiedener Lüftungsprinzipien (zentrale, dezentrale, Kaskadenlüftung) im Detail verglichen wurden?

Eine kurze Verteilung ist die wirksamste Massnahme, um graue THGE zu reduzieren. Bei dezentralen Lösungen könnte das Gesamtgewicht kleiner sein, aber es gibt wahrscheinlich mehr problematische Materialien. In einem grossen Gebäude hat man dann anstelle von 2 Ventilatoren eher 40 Ventilatoren verbaut und es braucht zudem auch mehr Filter – Ich bin mir nicht sicher, ob sich das im Gesamten lohnt, man müsste es bilanzieren.

Frage 7: Welche Massnahmen können zur Verlängerung der Lebensdauer von Lüftungsgeräten beitragen?

Hier ist es fraglich, ob es Massnahmen zur Lebensdauererlängerung braucht oder ob man Geräte künftig nicht «leichter»/mit weniger Materialien bauen kann (weniger Blech, günstigere Tragkonstruktionen...). Da man weiss, dass in der Praxis die Geräte eigentlich vor Ende ihrer Lebensdauer demontiert werden.

Frage 8: Welche Voraussetzungen oder Massnahmen würden die Wiederverwendbarkeit der Komponenten erhöhen?

Eher schwierig. Mit Rahmenprofilen, wie es bspw. 7Air macht, evtl. denkbar/möglich. Ob man Paneele anpassen/verkleinern könnte für eine Wiederverwendung, dass weiss ich nicht (ist es dann noch waserdampfdicht?).

Eine Declaration der Materialien bei Lüftungsgeräten wird kommen, derzeit läuft eine Revision der Eco-Design-Verordnungen für Lüftungsgeräte, voraussichtlich kommen die Materialanforderungen jedoch erst bei der nächsten Revision.



Frage 9: Lüftungsanlagen sind nicht nur technisch komplex, sondern weisen auch zahlreiche Abhängigkeiten zu Heizungs- und ggf. Kühltssystemen auf. Figur 7 der Norm SIA 382/1:2025 zeigt das empfohlene Vorgehen bei der Auslegung solcher Systeme (Abbildung 58).

In welchen Fällen könnte man auf gewisse Komponenten verzichten und die gesamte Masse der Anlage reduzieren?

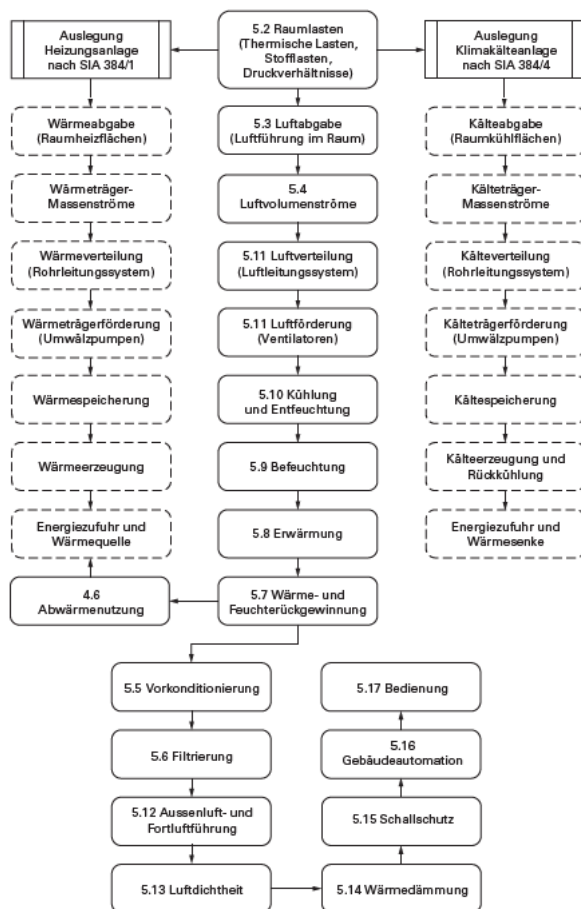


Abbildung 58: Vorgehen bei der Auslegung, Figur 7 der Norm SIA 382/1:2025

Auf eine Befeuchtung sollte - wo möglich – verzichtet werden. Lufterhitzer gibt es in grösseren Anlagen eigentlich immer. Aber das Material lässt sich gut trennen und rezyklieren. Bei kleineren Anlagen gibt es den Lufterhitzer meist nicht.

Kühler haben grösser Oberflächen und sind auch schwerer – Standardmässig wird heutzutage kein Kühler eingesetzt, aber das könnte zunehmend kommen (nicht nur zum Kühlen, sondern auch zum Entfeuchten der Luft). Wenn man bspw. in einem Bürogebäude über TABS oder Deckenelemente kühlt, dann ist die Luftfeuchte häufig so hoch, dass ein Kondensat Risiko besteht und deshalb muss die Zuluft zunehmend entfeuchtet werden. Der Bedarf kann mit dem Klimawandel zunehmen, es kann sein das man künftig zumindest eine Platzreserve für den Kühler im Gerät mit einplant.

Frage 10: In der KBOB-Liste sind Erdregister ebenfalls mit einer gewissen Umweltbelastung verbunden, sind Erdregister in der Praxis weit verbreitet?

Neue Erdregister habe ich schon lange nicht mehr gesehen. Eine Zeit lang war da ein Hype, dann hat es jedoch viele Probleme mit Wasser und Hygiene in den Erdregistern gegeben und deshalb bauen sie



die meisten Leute nicht mehr. Von der Erstellung her steckt da viel Graue Energie drin, wenn sie aber wegen Umnutzung nicht zurückgebaut werden müssen, haben diese eine beliebig lange Lebensdauer.

Frage 11: Welche Rolle spielt der Druckverlust beim Dimensionieren der Luftverteilung und wie beeinflusst er die Gesamteffizienz der Lüftungsanlage?

SIA 382/1, Kapitel 5.12, Tabelle 49 (S. 137) enthält Aussagen über zu verwendete Luftgeschwindigkeiten, wo für verschieden lange Laufzeiten verschiedene Dimensionierungen angegeben werden. Dahinter steckt eine Studie bei der abgeschätzt wurde, ob es sich lohnt eine Leitung grösser zu machen (höherer Materialaufwand), wenn man dafür im Betrieb weniger Förderenergie braucht. Bei kleineren Betriebszeiten dimensioniert man also kleiner und bei grösseren Betriebszeiten grösser. Die Berechnungen, auf denen diese Tabelle basiert, wurden jedoch vor 10–15 Jahren durchgeführt und sollten wieder geprüft werden. Evtl. hatte damals der Stahl der Luftleitungen noch einen höheren Anteil an Grauer Energie, als heute und der Wirkungsgrad der Ventilatoren war vermutlich auch noch geringer.

Frage 12: Gibt es Strategien, die bereits in der frühen Planungsphase helfen können, unnötige Komplexität und Systemelemente zu vermeiden?

Wenn eine Anlage nach Bedarf geregelt wird, könnte man die Luftgeschwindigkeiten bei Auslegung auch höher wählen, weil man weiss, dass die Anlage höchstens 2 % im Jahr läuft mit Vollbetrieb und zu 80 % ist der Lastfall 70 % oder tiefer. Dadurch könnten die Leitungsquerschnitte 20–30 % kleiner werden.

Frage 13: Welche Komponenten könnten aus der Perspektive der Suffizienz potenziell weggelassen oder reduziert werden?

Wurde eigentlich schon besprochen. Die Befeuchtung sicher. Mindestens künftig für die Entfeuchtung Platz vorsehen, da das wahrscheinlich künftig ein Thema sein wird (s. Frage 9).

Bei der Luftverteilung runde Leitungen wählen, da diese bei gleichem Querschnitt weniger Material haben als rechteckige Leitungen, einerseits wegen der Geometrie, aber auch, weil bei runden Leitungen dünnere Bleche verwendet wird. Ansonsten wäre es noch spannend zu prüfen, ob anstelle des verzinken von Leitungen auch andere Verfahren zum Schutz der Leitungen verwendet werden könnten, die geringere Umweltauswirkungen haben. Und generell natürlich auch möglichst kurze Leitungen bauen (Suffizienz, bspw. Verbundlüftung).

Frage 14: Welche Normen oder Vorschriften (z. B. NIN, SIA, Brandschutz-Richtlinien) schränken deiner Erfahrung nach einer längeren Nutzung oder Wiederverwendung bestehender Lüftungsanlagen ein?

Nein, gibt es nicht. Wenn es nach einer gewissen Norm bewilligt wurden, kann es so weiterbetrieben werden. Ausnahme: Falls das gesamte Gebäude umgebaut wird, braucht es bzgl. Brandschutz evtl. auch Anpassungen, aber sonst nicht.

Frage 15: Welche typischen Probleme treten auf, wenn alte Installationen an neue Nutzungen angepasst werden müssen?

Das gibt es verschiedene Faktoren. Bspw. gefallen alte Lüftungsgitter ästhetisch nicht mehr oder es gibt neue Raumnutzungen/-konzepte auf die die Anlage nicht mehr passt. Wird die Decke ersetzt und die Räume neugestaltet, wird eigentlich auch immer die Luftverteilung ersetzt.

Frage 16: Was ist bei einer Sanierung einer Lüftungsanlagen zu beachten?

Sanierungen von Lüftungsanlagen werden eigentlich nicht gemacht. Was noch häufig gemacht wird, ist der Ersatz/Anpassungen des Ventilators oder der nachträgliche Einbau einer Bedarfsregelung (Räume nach CO₂ geregelt).

Frage 17: Was sind für Dich die wichtigsten Punkte bei der Planung neuer Lüftungsanlagen, um eine möglichst lange Lebensdauer zu erreichen?

Über Zonierungen nachdenken. Mögliche Nutzungsänderungen bereits mitberücksichtigen. Das Lüftungskonzept so planen, dass später auch eine andere Raumaufteilung möglich ist. Platzbedarf für eine spätere Erweiterung der Anlage vorsehen. Das ist in der SIA 382/1 eigentlich bereits gut beschrieben.



Frage 18: Hast du bereits textile Rohre in der Anwendung gesehen?

Ja, das gibt es für die Verteilung im Raum. Die sind dann freihängend. Diese funktionieren bzgl. Behaglichkeit eigentlich sehr gut. Rein von der Funktion ist das eine sehr gute Lösung, die Frage ist eher, ob man das ästhetisch möchte.

Frage 19: Siehst du in der Praxis Möglichkeiten, bestimmte Komponenten nach dem Rückbau (z. B. aus demontierten Anlagen) wiederzuverwenden?

Die Klappen in den Luftleitungen könnten Potential haben (aber auch hier hat man wieder das Logistik Problem, wie baut man die aus, Trennen von funktionsfähigen und nicht funktionsfähigen Klappen vor Ort, wohin kann man diese zurückgeben...). Aber rein vom Volumen-Gewicht-Verhältnis wären diese deutlich interessanter als Luftleitungen.

Gehäuse können, wenn die Dimensionen noch passen, eigentlich auch wiederverwendet werden.

11.4.7. Interview wasser- und abwassertechnische Anlagen

Interview Reto von Euw, 14. Mai 2025, Fokus: wasser- und abwassertechnische Anlagen

Einleitung: Die technische Lebensdauer von Komponenten der Wasseranlage (Sanitäranlage) beträgt in der Norm SIA 2032 (Graue Energie - Ökobilanzierung für die Erstellung von Gebäuden) 30 Jahre. Nach SIA 480:2004 (Wirtschaftlichkeitsrechnung für Investitionen im Hochbau) beträgt die Lebensdauer bei Sanitärapparaten 40 Jahre und 50 Jahre bei Sanitärinstallationen. Gemäss CRB 2012 liegt sie bei 50 Jahren für Leitungen, bei 35 Jahren für Armaturen und bei 30 Jahren für Aufbereitungsanlagen.

Frage 1: Ist die tatsächliche Nutzungsdauer der Sanitäranlagen länger oder kürzer – und warum? Gibt es wichtige Unterschiede zwischen den unterschiedlichen Komponenten?

Tabelle 72: Mindest-, durchschnittliche und maximale Lebensdauer für den Bereich Wasser-, Gas-, Druckluftanlagen nach (CRB, 2012).

Hauptgruppe Elementgruppe		Nutzungsdauer		
		von	Ø	bis
D 8	Wasser-, Gas-, Druckluftanlage	10	30	40
D 8.1	Armatur, Apparat	25	35	45
D 8.2	Installationselement	25	35	50
D 8.3	Wasser-, Abwasseraufbereitungsanlage	20	30	40
D 8.4	Versorgungsleitung	40	50	60
D 8.5	Entsorgungsleitung	40	50	60
D 8.6	Gasanlage	25	35	50
D 8.7	Druckluftanlage, Vakuumanlage	25	35	50

Ich bin überrascht über die grobe Einteilung. Armaturen sind meiner Meinung nach Auslaufarmaturen, aber es gibt auch Armaturen in den Wasserinstallationen (Schieber, Rückflussverhinderer etc.). Und der Apparat ist dann die Keramik (WC-Schüssel, Waschtisch etc.). Hier sollte eine Unterscheidung



gemacht werden: Die Armatur hat sicher nicht die gleiche Lebensdauer wie ein Apparat. Der Apparat kann i.d.R. unendlich weiter-/wiederverwendet werden, aber die Armatur wechselt man i.d.R. 2-3x.

Des Weiteren überrascht mich, dass wenn ich das Warmwasser (WW) mit einer Wärmepumpe (WP) bereitstelle, dann ist die Lebensdauer der WP deutlich geringer (ca. -10 Jahre, da immer auf die hohen Drücke verdichtet werden muss/Verdichter ist dann das Problem), als wenn die WP nur für Heizzwecke/tiefere Temperaturen verwendet wird (tiefere Temperaturen/Verdichter muss auf weniger Druck verdichten, Lebensdauer beträgt ca. 10 Jahre länger als mit WW). Die Lebensdauer einer WP, die auch für WW genutzt wird, liegt bei max. 15 Jahren.

Die Tabelle gibt zwar eine Übersicht, aber das ganze sollte detaillierter abgebildet werden.

Leitungen haben bspw. eine Lebensdauer von 50 Jahren und mehr. Aber das Dämmmaterial hat – je nachdem welcher Witterung es ausgesetzt ist – eine geringere Lebensdauer (Material hinter der PVC-Ummantelung kann wegerodieren).

Gibt es Unterschiede in der Materialität von Leitungen zwischen Kalt-, Warm- und Abwasser?

Bei WW besteht die Gefahr von Ablagerungen (Kalk, Korrosion). Bei Kaltwasser ist das eher unkritisch, da immer ähnliche Temperaturen auftreten. Bei WW sind die Wasserzusammensetzung und die Temperaturen entscheidend für die Ablagerungen und evtl. sogar Korrosion. Und Geschwindigkeiten sind auch immer ein Thema: Bei hohen Geschwindigkeiten kann es zu Erosionskorrosion kommen und bei zu tiefen Geschwindigkeiten zu Ablagerungen, welche dann ebenso zu Korrosion führen. Aber hier fehlt mir etwas die Erfahrung, ich weiss, dass es dann je nach Wasserzusammensetzung und abhängig vom Material schneller/weniger schnell zu Korrosionen in den Leitungen kommen kann.

Bei den heutigen Materialien (Edelstahl, Metallverbundrohre...) ist es mit der Korrosionsproblematik jedoch weniger kritisch. Früher mit verzinktem Stahl war das häufiger ein Thema. Ebenso denke ich, dass Abwasserrohre aus Polyethylen Korrosion weniger ein Thema sind, aber bei Gussrohren kann es je nach eingesetztem Reinigungsmittel schon eher zu Korrosion kommen (muss schneller ersetzt werden als Kunststoff).

Generell denke ich aber, dass es mit den Leitungen, die heute verbaut werden, eher unkritisch ist. Somit können alle ungefähr die gleiche Lebensdauer von 40 – 50 Jahren erreichen.

Bei der Wasserverteilung werden im Allgemeinen sehr oft Edelstahlrohre eingesetzt (Kaltwasserverteilung, Kellerverteilungen, Steigleitungen). Für die letzten Meter bis zur Entnahmestelle werden sehr oft Kunststoffleitungen/PE-X-Rohre verwendet (Stockwerksverteilung). Die nachfolgende Übersicht (Tabelle 73) gibt eine sehr gute Übersicht über die eingesetzten Materialien, nur der Begriff «Nichtrostender Stahl» sollte durch «Edelstahl» ersetzt werden, das ist sonst nicht korrekt. Ebenso würde ich WW und Zirkulation unterscheiden (Zirkulationsleitungen separat aufführen): Bei der Zirkulation/Rücklauf werden sehr oft (zu 90 %) die PE-X-Rohre eingesetzt, aber sehr wenig Metallverbundrohre und Edelstahlrohre eigentlich nicht. Beim Abwasser (WAS) können eigentlich alle (Kellerverteilung, Steigleitungen und Stockwerksverteilung) zusammengefasst werden, da kommt vor allem das schallgedämmte PE zum Einsatz - und in ganz seltenen Fällen noch Guss.



Tabelle 73: Überblick der verwendeten Materialien für Leitungen und Dämmung nach Verwendungszweck. Die Priorität bezieht sich auf die ökologische Qualität des Materials der Leitung gemäss Echo-bau (Bionda et al., 2021).

	Leitung			Dämmung
		Material	Priorität	Material
KW	Kellerverteilung	Nichtrostender Stahl	2	PIR- Schalen, PVC Umhüllung
		Metallverbundrohre (PE/Alu/PE)	2	
	Steigleitungen	Wie für Kellerverteilung		PIR- Schalen
	Stockwerksverteil.	Polybuten (PB)	1	Nicht isoliert
		Nichtrostender Stahl	2	
		Vernetztes Polyethylen (PE-X)	2	
		Metallverbundrohre (PE/Alu/PE)	2	
WW+Zirk.	Kellerverteilung	Wie im KW		PIR- Schalen, PVC Umhül. Minerallwollschalen, PVC Umhül. Synthetischer Kautschuk mit Additiven (thermische Däm-
		Zirkulationleit. Vernetztes Polyethylen (PE-X)		
	Steigleitungen			PIR- Schalen Minerallwollschalen
	Stockwerksverteil.			Wie für KW - Nicht isoliert
WAS	Kellerverteilung	Polyethylenrohre PE	2	PE-Schaum Polyurethan (PUR) (Schalldämmung)
	Steigleitungen	Schallgedämmte Polyethylenrohre PE mineralstoffverstärkt	2	
	Stockwerksverteil.	Polyethylenrohre PE		
WAR	Kellerverteilung	Wie im WAS		Synthetischer Kautschuk mit Additiven (thermische und Schalldämmung)
	Steigleitungen			
	Stockwerksverteil.			

Wird in Büro- und Schulgebäuden das WW i.d.R. mit dem gleichen System, was für die Heizung eingesetzt wird, aufbereitet?

In Verwaltungs- und Schulgebäuden wird die WW-Aufbereitung sehr oft dezentral gemacht, oder sehr häufig auch nur Kaltwasser. Und nur da wo WW benötigt wird, kommen Kleinstboiler zum Einsatz – das ist auch durchaus sinnvoll. Eine Zirkulation ist hier nicht sinnvoll: man hat zum einen Wärmeverluste durch die Verteilung sowie Exergie Verluste im Speicher, zum anderen macht man ebenso die Schichtung im Speicher kaputt, sodass bei einem hohen Temperaturniveau wieder nacherwärmt werden muss (WP fährt auf einem schlechten COP-Wert).

Ab wann eine Zirkulation (inkl. aller Verluste etc.) Sinn macht, kann ich nicht sagen – hier wäre ein Projekt dazu spannend, wo man das herausfindet, das gibt es noch nicht. Generell ist es aber meist so, dass wenn die Nasszellen einen geringen Bedarf haben und weit voneinander verteilt sind, dezentrale Lösungen vorzuziehen sind. Wenn alles sehr gut erschlossen und eine einfache Zirkulation vorgesehen werden kann (bspw. Nasszellen sind in einem «Kern» positioniert), dann macht es durchaus Sinn eine zentrale WW-Versorgung vorzusehen – Bei Gewerbebauten, wo man ebenso noch Kältemaschinen hat, kann so auch die Abwärme noch zur WW-Aufbereitung genutzt werden (Abwärme ist einfach in das System einzubinden).

Frage 2: Welche Komponenten sind aus deiner Sicht besonders problematisch? Gibt es Komponenten, die häufiger ausfallen oder gewartet werden müssen?

Armaturen und Apparate sind eher unkritisch. Installationselemente (Gipswand, Ständerwand etc.) total unkritisch. Wasseraufbereitung (Enthärtungsanlagen (Lebensdauer ca. 25 – 30 Jahre), Wassererwärmer...) schon eher kritisch. Bei Filtern (Lebensdauer 30 – 40 Jahre, eher unkritisch) wechselt man die Patrone. Bei der Wasseraufbereitung über Umkehrosmoseanlagen hat man mechanische Teile (Pumpe, Membran...), was eher wieder kritisch ist.

Abwasseraufbereitungsanlage (ist auch eine Hebeanlage) und vergleichbar mit der Wasseraufbereitung, d.h. eher kritisch.

Versorgungsleitungen und Entsorgungsleitungen unkritisch.



Druckluftanlagen, Vakuumanlagen haben mechanische Teile, die rotieren...eher kritisch (Verschleiss etc.). Diese Anlagen kommen vor allem im Gewerbebereich zum Einsatz, nicht aber im Verwaltungsbau oder Wohnbereich.

Generell gilt es zu unterscheiden: Wo mechanische Teile zum Einsatz kommen, kommt es zu Verschleiss und diese Elemente sind dann eher kritisch, da immer mal wieder etwas ersetzt werden muss (Lebensdauer Ø 20 – 30 Jahre).

Frage 3: Welche Komponenten innerhalb der Sanitäranlage haben das grösste Gewicht (insbesondere in Bezug auf die graue Energie oder auf die Kosten)?

Da fehlt mir die Erfahrung. Metalle und Kunststoffe brauchen bei der Aufbereitung wahrscheinlich mehr Energie. Das sollten wir mal in einem separaten Projekt gemeinsam anschauen.

Frage 4: Was sind die häufigsten Gründe für den Ersatz von Komponenten? Erfolgt der Ersatz, weil die Komponenten defekt sind oder liegt es eher an der technischen Lebensdauer, an technologischer Obsoleszenz, an gesetzlichen Vorschriften oder an gesteigerten Energie- oder Komfortanforderungen?

WP mit WW haben eine kürzere Lebensdauer und fallen dann eher aus, als wenn ich die WP nur für Heizzwecke nutze (bereits zuvor besprochen).

Im Spitalbereich hat man vollentsalztes Wasser und somit einen anderen PH-Wert, damit eine andere Korrosion und einen anderen Verschleiss - Im Verwaltungs- und im Wohnungsbau hat man das nicht, somit ist das Leitungsmaterial eher unkritisch.

Mieterwechsel sind meist bei Sanitäranlagen unkritisch/nicht entscheidend. Sanitärapparate werden auch auf Secondhand-Plattformen angeboten, als eine der wenigen Komponente der Gebäudetechnik.

Frage 5: Gibt es Normen oder Vorschriften (BAFU, SUVA), dass eine längere Nutzung oder Wiederverwendung bestehender Sanitäranlagen (z. B. in den gesundheitlichen Aspekten) einschränken?

Ich bin der Meinung, dass aus gesundheitlichen Gründen Leitungen nach einer gewissen Zeit zu ersetzen sind (man transportiert Lebensmittel etc. ...). Eine Reinigung von Leitungen ist auch möglich: Verunreinigungen/Biofilm kann über das Druckspülverfahren (Impuls mit Wasser und Luft, hohe Geschwindigkeiten) behoben werden – kommt bei mikrobiologischen Problemen zum Einsatz. Es gibt auch eine Möglichkeit alte Rohre, die Erosionen haben, innen mit Harz zu beschichten (ein neues Material wird aufgebracht) – Diese Massnahme sehe ich aber als kritisch an hinsichtlich der Mikrobiologie. Trinkwasser ist ein Lebensmittel und da sollten die richtigen Materialien verwendet werden.

Die SVGB Richtlinie W3/E3 «Hygiene in Trinkwasserinstallationen» schränkt das ein. Ebenso die SVGB Richtlinie W3/ E2 «Betrieb und Unterhalt von Sanitäranlagen» – Diese gibt an, was alles für die Instandhaltung gemacht werden muss.

Frage 6: Welche typischen Probleme treten auf, wenn alte Installationen an neue Nutzungen angepasst werden müssen?

Die grössten Probleme treten auf, wenn die Verteilleitungen sich in der Primärstruktur befinden (d.h. in die Stahlbetondecke eingelegte Leitungen) und diese nicht zugänglich sind. Wenn du jetzt eine neue Nutzung hast, bspw. wenn ein Verwaltungsbau umgenutzt wird und neu eine Mensa und ein Fitnesscenter etc. hinzukommt, dann muss man eigentlich wieder an die Installationen kommen und das ist in der Schweiz oft ein Problem, da viel PE-X-Rohre verwendet werden, welche eingelegt werden. Ebenso ist es mit PE und Entwässerungsleitungen, die eingelegt werden.

Deshalb ist es wichtig, diese Leitungen in Sekundärelemente/Vorwandinstallationen zu verlegen, um die Zugänglichkeit zu gewährleisten.

Frage 7: Wie geht ein/-e Planer/-in typischerweise vor, wenn er/sie die Sanitäranlage eines Gebäudes sanieren soll?

Ich würde hier von den Lebenserwartungen der Komponenten ausgehen: Mechanische Teile (WP, Umwälzpumpe...) ersetzen; Leitungsmaterialien sind eher unkritisch, aber sollten untersucht werden (Zustand prüfen, dazu wird ein Stück der Leitung untersucht).



Frage 8: Was sind für dich die wichtigsten Punkte bei der Planung neuer Sanitäranlage, um eine möglichst lange Lebensdauer zu erreichen?

Nasszellen/Entnahmestellen sollten um einen Schacht herum platziert werden – kleine Ausstosszeiten, Speicher wird kleiner...das ist energetisch sinnvoll, bei Umnutzungen sinnvoll, einfache Verteilung, keine Einlagen, gute Zugänglichkeit. Wichtig ist, dass die Installation nicht in der Primärstruktur eingelegt wird, sondern in einer sekundären Schicht/Vorwandelementen.

Frage 9: Welche Strategien (z. B. dezentrale Systeme, Zirkulationsunterbrechung, Einplanung grösserer Abwasserleitungen, um Starkregenereignissen infolge des Klimawandels vorzubeugen, Wärmerückgewinnung aus Abwasser, alternative Wasserkreisläufe integrieren, Regenwassernutzung für WC-Spülung oder Gartenbewässerung, Grauwasserrecycling für z. B. Putzwasser, Vakuumtoiletten mit reduziertem Wasserbedarf) können dennoch zu einer effizienteren, ressourcenschonenderen und erweiterbaren Installation beitragen?

Die Nutzung von Grauwasser finde ich sehr spannend und einen guten Ansatz. Aktuell ist das Thema Wassermangel noch nicht relevant in der Schweiz, aber auch das wird kommen. Von dem her ist es wichtig, dass wir bereits heute Wasser nicht einfach verschwenden.

Dezentrale Abwasseranlagen ist auch ein spannendes Thema. Die gebauten Anlagen können nicht einfach in ihrer Kapazität erweitert werden, es gibt aber immer mehr Abwasser. Dezentrale Lösungen für ganze Siedlungen, wie bspw. in Genf, gibt es vereinzelt schon. Das Abwasser wird dort vor Ort gesammelt und so aufbereitet, dass dieses ohne Probleme in einen Bach oder Fluss geleitet werden kann (nicht als Trinkwasser nutzbar).

Vakuumtoiletten sehr ich eher als kritisch an.

Frage 10: Gibt es gewisse Strategien (z.B. Leckage Überwachung mit automatischer Absperrfunktion), um eine längere Lebensdauer der Sanitäranlage zu ermöglichen?

WW nicht auf die hohen Temperaturen aufheizen, dann hat man auch weniger Probleme mit der WP. Ziel sollten 45 °C sein, aber so weit sind wir noch nicht, es braucht noch entsprechende Lösungen. Überlegungen sind bspw., dass man gewisse Mikrobiologien einführen könnte, die die pathogenen Keime vernichten (hier sind wir gerade mit der EAWAG dran). Eine andere Möglichkeit ist die Dezentralisierung, dass man nicht mehr die grossen Verteilungen hat (WW-Aufbereitung direkt am Benutzerpunkt). So weit sind wir aber noch nicht.

Frage 11: Siehst Du in der Praxis Möglichkeiten, bestimmte Komponenten nach dem Rückbau (z. B. aus demontierten Anlagen) wiederzuverwenden?

Wo Lebensmittel (Trinkwasser) gebraucht werden, braucht man eine gute Qualität – hier würde ich eher von einer Wiederverwendung absehen. Dieses Material könnte aber bspw. auch für ganz neue Nutzungen eingesetzt werden (bspw. in Form von Granulat). Abwasser hingegen ist hygienisch unbedenklich, hier können die Materialien eigentlich wieder genutzt werden. PE-Rohre sind langlebig, dass kann problemlos wieder eingesetzt werden – wird jedoch eigentlich nicht gemacht (Aufwand zu hoch, Kosten für neue Rohre zu günstig).

Armaturen und Apparate eignen sich gut für eine Wiederverwendung und sind auch auf Secondhand-Börsen online zu finden.



11.4.8. Interview Gebäudetechnik allgemein

Interview Frank Gubser, 17. Juni 2025, Fokus: Gebäudetechnik allgemein

Frage 1: Welche Gewerke und Komponenten sind aus deiner Sicht besonders problematisch - und warum? Gibt es Komponenten, die häufiger ausfallen oder gewartet werden müssen?

Generell über die ganzen Gewerke gesehen: Lüftung kann man sicher sehr viel länger nutzen und am problemlosesten brauchen, bis auf ein paar elektronische Komponenten. Wo es die meisten Probleme geben wird, ist mit der Regulierung/Steuerung – wenn nach ca. 20 Jahren etwas defekt ist, dann gibt es viele Steuerungen, wo es kein Ersatzprodukt mehr gibt. Es ist dann eigentlich nicht empfehlenswert auf eine alte Wärmepumpe (WP) eine neue Regulierung einzubauen, mit dem Risiko, dass danach dann das nächste Problem kommt. Hier sind wir im Allgemeinen sehr elektroabhängig.

Problemlos sind Rohrleitungen für Heizungsanlagen. Bei meinem Haus habe ich damals die Gebäudetechnik saniert, die Heizungsleitungen waren bereits 55 Jahre alt, diese habe ich beibehalten und die funktionieren problemlos.

Sanitärleitungen nimmt man i.d.R. raus (Risiko, Verkalkung, Rohre verschliessen auf der Sanitärseite – auf der Heizung nicht, Reinigung von Sanitärleitungen macht man nicht).

Heizkörper können ewig behalten werden, bei den Ventilen muss man schauen: Sind Thermostatventile älter als 20 Jahre, sollten sie ersetzt werden.

Pumpen müssen i.d.R. alle 10 Jahre ersetzt werden (aufgrund der Elektronik).

Fussbodenheizungen sind seit ca. 1990 sauerstoffdiffusionsdicht, die sind unproblematisch. Ältere Fussbodenheizungen sind kritisch. Aufgrund von Verschmutzungen kann es jedoch zu einer Einschränkung der Funktion der Fussbodenheizungsverteiler (mit Schwimmer) kommen (geringerer Durchfluss, bei Problemen können diese dann ersetzt werden und gehört mit zur erweiterten Wartung). Generell sind Heizungsanlagen jedoch wartungsarm.

Erdsonden-WP werden nicht gewartet. LW-WP muss man schauen, wahrscheinlich werden die Anforderungen an die Wartung hier künftig steigen.

Regelung/Steuerung generell problematisch.

Frage 2: Welche Rolle spielt die regelmässige Wartung, um die Lebensdauer der Systeme zu verlängern?

Wenn bspw. eine WP nicht richtig läuft, kann sie schneller kaputt gehen. Eine regelmässige Wartung wird im Privatbereich eher selten durchgeführt, im professionellen Bereich vermehrt (sobald ein Mietverhältnis besteht, meist wird ein Service Abo abgeschlossen).

Frage 3: Was sind die häufigsten Gründe für den Ersatz von Komponenten? Erfolgt der Ersatz, weil die Komponenten defekt sind oder liegt es eher an der technischen Lebensdauer, an technologischer Obsoleszenz, an gesetzlichen Vorschriften oder an gesteigerten Energie- oder Komfortanforderungen?

Evtl. aus Nachhaltigkeits-Gründen (Beratungsprogramm vom Bund «erneuerbar heizen» gibt einen Anstoss), aber sehr selten. Wenn es läuft, wird es i.d.R. beibehalten, bis es defekt ist.

Frage 4: Gibt es Komponenten (z.B. Kompressoren, Ventilatoren, Wärmerzeuger), die üblicherweise vor dem Ende ihrer technischen Lebensdauer aus Effizienzgründen ersetzt werden?

Selten.

Frage 5: Gibt es Normen oder Vorschriften (BAFU, SUVA), die eine längere Nutzung oder Wiederverwendung bestehender Anlagen (z. B. aus Sicherheitsgründen oder bzgl. Kältemitteln) einschränken?

Verbot von fossilen Energieträgern im Heizungsbereich (bei Ersatz).

Zentrale WW-Lösungen, die rein elektrisch sind, müssen je nach Umsetzung der MuKE ersetzt werden.



Künftige Verbot von Kältemittel (aktuell wird jedoch viel Kältemittel auf Reserve gekauft).

Frage 6: Welche typischen Probleme treten auf, wenn alte Installationen an neue Nutzungen angepasst werden müssen?

Solange keine grossen Nutzungsänderungen vorgenommen werden, eher unproblematisch. Die Lüftungsanlage bringt den hygienischen Luftwechsel, die muss keine grossen Wärmelasten abführen – Das passiert über Kühldecken oder Umluftkühler. Heizen wird immer weniger wichtig, der Komfort muss einfach sichergestellt werden.

Generell ist man oft sehr interessiert daran, alte eingelegte Rohrleitungen zu erhalten – Das Material ist nicht sehr viel wert, aber die Arbeit eh der Platz für die neuen Rohrleitungen zur Verfügung steht, der ist riesig. Der planende Ingenieur würde zwar eine neue Leitung bevorzugen, aber in der Ausführung schaut man dann, wie man diese erhalten kann (bspw. Einbau einer grösseren Pumpe, höhere Temperaturen, mehr Druck..., wenn die Leitung etwas zu klein ist).

Frage 7: Was sind für dich die wichtigsten Punkte bei der Planung neuer Installationen, um eine möglichst lange Lebensdauer zu erreichen?

Bei der Planung von Neubauten, sollten künftige Nutzungsänderungen bereits mitgeplant werden (Flexibilität) – bspw. wo können Nutzungsuntertrennungen sein, wo werden die Wände eingezogen, kann jede Fassadenachse ein neues Büro werden, wie macht man Regeleinheiten...das sind teils riesige Konzepte.

Bei einem flexiblen guten Konzept kann eigentlich später vieles beibehalten werden, wenn die Nutzung nicht 200 % anders ist und man ein offenes Deckensystem hat (bei einem geschlossenen Deckensystem muss man alles anpassen – das wird heutzutage aber selten gebaut).

Frage 8: Hast du in der Praxis erlebt, dass Komponenten der Gebäudetechnik weiter- bzw. wiederverwendet wurden? Falls ja, welche waren das?

Mein Umluftkühlgerät, welches ich zu Hause eingebaut habe, ist wiederverwendet und dient zum Geocooling. Das Gerät war damals 10 Jahre alt, wurde aufgrund einer Nutzungsänderung ausgebaut. Heute ist es bereits 25 Jahre im Betrieb.

Ebenso habe ich bei mir einen Dampfbefeuchter wiederverwendet, den benutze ich bis heute für meine Sauna. Der war damals ca. 15 Jahre alt und war in einem Rechencenter eingebaut, heute ist das Gerät 30 Jahre alt und läuft immer noch.

Ebenso war damals bei mir, als ich unser Haus gekauft habe, ein Öl-Kessel mit einem 300 l WW-Boiler. Die Öl-Heizung habe ich damals durch Gas ersetzt. Den alten Boiler habe ich als Heizungsspeicher für unsere Fussbodenheizung verwendet. 10 Jahre später habe ich dann unser Haus isoliert, den Gas-Kessel rausgeworfen und eine Wärmepumpe eingebaut. Der alte Boiler ist immer noch als Heizungsspeicher im Betrieb und ist mittlerweile ca. 40 Jahre alt.

Aktuell habe ich ein Projekt/Gebäude in Horw, wo ich die Beratung mache. Da hat es ebenso einen grossen WW-Boiler (ca. 500 l von einer thermischen Solaranlage). Dieser könnte die nächsten 10-15 Jahre sicher noch genutzt werden, aber niemand möchte die Garantie übernehmen.

Generell sehe ich das Wiederverwenden in der Gebäudetechnik aber als extrem schwierig an. Es ist technisch häufig möglich, wie es die Beispiele zeigen, aber niemand übernimmt die Garantie auf gebrauchte Geräte/Komponenten.

Frage 9: Welche Komponenten würden sich deiner Meinung nach für eine Weiter- bzw. Wiederverwendung eignen?

Alles, was mechanisch ist, würde ich nicht wiederverwenden. Lavabos oder andere Sanitärelemente, Heizkörper...Ja, das geht.

Frage 10: Was muss geschehen, damit Komponenten der Gebäudetechnik künftig länger genutzt oder häufiger wiederverwendet werden?



Ein wichtiger Punkt ist der Betrieb der Anlagen: Häufig werden gute Anlagen gebaut, sie werden z.T. aber ineffizient betrieben. Hier könnte einiges verbessert werden (energetische Betriebsoptimierung), bspw. Optimierung der Heizkurve...etc.