



Schlussbericht vom 30. November 2020

Projekt KüBaSan

Küche und Bad als Auslöser erfolgreicher Sanierungen



Quelle: Hansgrohe Aquademie Schiltach



Lucerne University of
Applied Sciences and Arts

HOCHSCHULE LUZERN

Technik & Architektur

Datum: 30. November 2020

Ort: Horw

Auftraggeber:

Bundesamt für Energie BFE
Forschungsprogramm «Gebäude und Städte»
CH-3003 Bern
www.bfe.admin.ch

Auftragnehmerin:

Hochschule Luzern – Technik & Architektur
Institut für Gebäudetechnik und Energie (IGE)
Forschungsgruppe Nachhaltiges Bauen und Erneuern
Technikumstrasse 21, 6048 Horw
www.hslu.ch

Autoren:

Marvin King (PL), Hochschule Luzern (IGE), marvin.king@hslu.ch
Davide Bionda, Hochschule Luzern (IGE), davide.bionda@hslu.ch
Sina Büttner, Hochschule Luzern (IGE), sina.buettner@hslu.ch

Weitere Projektbeteiligte der Hochschule Luzern:

Gianrico Settembrini (IGE), Silvia Domingo Irigoyen (IGE), Urs-Peter Menti (IGE),
Dieter Geissbühler, Hochschule Luzern - Institut für Architektur (IAR)

BFE-Bereichsleitung:	Andreas Eckmanns, andreas.eckmanns@bfe.admin.ch
BFE-Programmleitung:	Rolf Moser, moser@enerconom.ch
BFE-Vertragsnummer:	SI/501882-01

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

Bundesamt für Energie BFE

Mühlestrasse 4, CH-3063 Ittigen; Postadresse: CH-3003 Bern
Tel. +41 58 462 56 11 · Fax +41 58 463 25 00 · contact@bfe.admin.ch · www.bfe.admin.ch



Zusammenfassung

Gemäss aktuellen Schätzungen sind in der Schweiz ca. 1.5 Mio. Gebäude dringend sanierungsbedürftig. Dem gegenüber finden jährlich mehr als 400'000 Wohnungswechsel statt, bei einer gleichzeitig stockenden Sanierungsrate von ca.1 Prozent. Das Potenzial, das in den meisten Wohnungswechseln steckt, ist bezüglich umfangreicher Sanierungen oft nicht ausgeschöpft. Im Projekt werden mögliche pragmatische Ansätze für die Bauerneuerung gemeinsam mit Gebäudeeigentümern (Private, Genossenschaften, Hochbauämter), Baufachleuten, Küchen-/ Bad-/ und Geräteherstellern interdisziplinär ausgearbeitet. Anhand von drei Workshops wird das Potenzial von einer möglichst umfassenden Integration der Gebäudetechnik in Massnahmen der Küchen- und Badsanierungen erarbeitet und Anreize zur Effizienzverbesserung aufgezeigt. Zukünftig lassen sich auf diese Weise systematische, etappierte Sanierungen mit geringer Eindringtiefe und entsprechend niedrigen Initialkosten umsetzen.

Résumé

Selon les estimations actuelles, environ 1,5 million de bâtiments ont un urgent besoin de rénovation en Suisse. Alors que le taux de rénovation stagne à environ 1 %, plus de 400'000 déménagements s'effectuent chaque année. Le potentiel qui réside dans la plupart des déménagements pour une rénovation complète n'est souvent pas exploité. Dans le cadre de ce projet, de possibles approches pragmatiques pour la rénovation de bâtiments sont élaborées de manière interdisciplinaire avec les propriétaires de bâtiments (particuliers, coopératives, offices des bâtiments), les experts en bâtiment, les fabricants de cuisines/salles de bains et d'appareils. Sur la base de trois workshops, le potentiel d'intégration de la technique du bâtiment de manière aussi complète que possible dans les mesures de rénovation des cuisines et des salles de bains est développé et des incitations à l'amélioration de l'efficacité sont montrées. À l'avenir, cela permettra de mettre en œuvre des rénovations systématiques et échelonnées avec une faible pénétration et, par conséquent, des coûts initiaux peu élevés.

Summary

According to current estimations, approximately 1.5 million buildings in Switzerland are in need of renovation. On the other hand, more than 400,000 homes change tenant every year, with a stagnating renovation rate of about 1 percent. The potential that exists in most apartment changes is often not realized with extensive renovations. In the present project, possible pragmatic approaches to refurbishment are worked out in an interdisciplinary way together with building owners, building professionals, kitchen/bathroom and electrical manufacturers. Three workshops were organised to identify the potential of integrating building technology as much as possible into kitchen and bathroom renovations and to show potential opportunities for efficiency increases. In future, it will be possible to implement a systematic, phased renovation in this way with a low level of intervention and corresponding low level of initial costs.



Danksagung

Als gesamtes Forschungsteam des Projektes «KüBaSan» der Hochschule Luzern möchten wir uns beim Fördergeber, dem Bundesamt für Energie BFE bzw. stellvertretend Herrn Rolf Moser, für die ideale und finanzielle Unterstützung sowie für die umfangreiche Kooperation und den konstruktiven Austausch während der Projektlaufzeit herzlich bedanken. In diesem Sinn gilt unser besonderer Dank allen Beteiligten für die hervorragende Unterstützung. Die Forschungsergebnisse wurden u.a. im Rahmen mehrerer gemeinsamer Workshops, umfangreicher Experteninterviews und kritischer Diskussionen erarbeitet und erörtert. Erst dadurch konnten die Analyse und der Abgleich zwischen Theorie und Praxis ermöglicht werden und zielführend Rückschlüsse zur komplexen Thematik von Küche und Bad als Auslöser erfolgreicher Sanierungen abgeleitet werden.

In diesem Zusammenhang gilt unser Dank:

Albert Müller Architektur & Beratung	Albert Müller
Allgemeine Baugenossenschaft Luzern abl	Peter Bucher
Amt für Hochbauten Stadt Zürich	Franz Sprecher
Anliker AG Generalunternehmung	Guido Bienz
BS2 AG	Marc Bättschmann
Hauseigentümerverband HEV Schweiz	Thomas Ammann
Joulia SA	Reto Schmid
Planpunkt Architekten	Thomas Merkle
Swissframe AG	Balz Hegg
Veriset AG	Dominik Müller
V-ZUG AG	Ernst Dober
Wincasa AG	Elisabeth Ager



Management Summary

Gemäss aktuellen Schätzungen sind in der Schweiz ca. 1.5 Mio. Gebäude dringend sanierungsbedürftig.¹ Dem gegenüber finden jährlich mehr als 400'000 Wohnungswechsel.² statt, bei einer gleichzeitig stockenden Sanierungsrate von ca.1 Prozent.³ Um die Zielsetzungen der Energiestrategie 2050 und 2000-Watt-Gesellschaft zu erfüllen, gilt es den Anteil an energetisch relevanter Sanierungen zu erhöhen.

Als Motivation für Entscheidungsträger sind pragmatische Lösungen nötig, welche einfach und kostengünstig umzusetzen sind. Das Potenzial, dass in den meisten Wohnungswechseln steckt, ist bezüglich umfangreicher Sanierungen oft nicht ausgeschöpft. Demgegenüber steht, dass die Erneuerung von Küche und Bädern bei vielen Eigentümern und auch Mietern weit oben auf der Wunschliste stehen. Diese energetisch, wohlgemerkt, nicht relevanten Erneuerungen im Innenbereich gilt es gebäudetechnisch zu aktivieren. Eine Möglichkeit wäre dabei, die gesamte Energie- und Medienversorgung in die Küche oder Bad zu integrieren, da Gebäudetechnik und Küchen-/Badinstallationen thematisch sehr nahe beisammen sind (Strom, Wasser, Wärme, Kälte und Lüftung) und weitere Synergieeffekte bestehen.

Gegenwärtige Forschungsprojekte der Hochschule Luzern zeigen auf, dass die Sanierung von Küchen und Bädern auch bei bewohnter Liegenschaft bzw. bestehen Mietverhältnis durchaus praxisüblich ist.⁴ Ein Wechsel der Mieterschaft aufgrund von Sanierungen wird als Hemmnis angesehen und wird generell von Seite der Eigentümer vermieden. Dies ist ein weiteres Indiz für das Zusammenführen der Sanierungsmassnahmen von Küche/Bad/Gebäudetechnik als einfach auszuführende Gesamtlösung.

Bei Sanierungen von Küchen oder Bädern bestehen bereits vielfältige Komplettangebote bis hin zum individuellen Full-Service im technischen Sinne. Eine umfassende Integration der Energie- und Medienversorgung in die Küchenelemente mit modernen Lösungen ist jedoch ein Novum. Verwunderlich, zumal klassische Beispiele aus der Vergangenheit bereits seit einigen Jahrhunderten komplexere Systeme eines Küchenherdes mit Kochen, Heizen und Warmwasser zweckmässig kombinierten. Beispiele von Integration der Gebäudetechnik (inkl. Lüftung) mit der Küche als Hauptknoten des Systems sind mindestens seit dem 19. Jh. gut dokumentiert.⁵ Übertragen auf moderne Lösungen zerfallen diese oft in modulare Einzelmassnahmen wie Komfortlüftungen mit Wärmerückgewinnung und Ringverteilung unter der Decke⁶ für Sanierungen oder vorgefertigte Nasszellen mit Raumlüftung und Warmwasseraufbereitung.⁷ Als Einzelmassnahmen werden auch dezentrale Mini-Lüftungsanlagen (sog. Fenster- und Wandlüfter) mit Wärmerückgewinnung von verschiedenen Anbietern entwickelt.⁸ Ein neuer Ansatz besteht als vorgefertigtes Steigzonenmodul mit standardisierten Elementen in der Gebäudetechnik.⁹ In der Wohnsiedlung Herdernstrasse in Zürich werden als Prototyp Gebäudetechnikmodule für die Energie- und Medienversorgung innerhalb der Steigzone verbaut.¹⁰ Dies stellt einen innovativen

¹ Wichtige Pfeiler der Schweizer Energie- und Klimapolitik; <https://www.dasgebaeudeprogramm.ch/de/das-gebaeudeprogramm/ziele>

² D. Weber/Verit, Handelszeitung 22.09.2009

³ Ernst Basler+Partner (2015), Von der Sanierungsrate zum Systemdenken im Gebäudepark: Die Rate liegt bei Einfamilienhäusern je nach Bauteil zwischen 0,5 und 1 Prozent; nur bei Fenstersanierungen beträgt sie knapp 3 Prozent.

⁴ U.a. BFE/BWO-Projekt «Wertvermehrnde und werterhaltende Investitionen bei umfassenden Sanierungen» der HSLU, M. King et al., (Projektnummer 810005196) 2018 - 2019

⁵ American Woman's Home, Catharine und Harriet Beecher, Integrales gebäudetechnisches System, 1869

⁶ PLUGGIT-Lüftungssystem für Sanierungen (www.pluggit.com)

⁷ Beispiel Swissframe-Thermos als System mit Komfortlüftung mit Wärmetauscher, Wärmepumpe und Sanitärinstallation (www.swissframe.ch)

⁸ Vgl. Zehnder PremiVent (www.privent.com)

⁹ Studie «Modulare Gebäudetechnik», Stadt Zürich – Amt für Hochbauten, vgl. Schlussbericht 09/2015

¹⁰ Vgl. Gebäudetechnikmodul Herdernstrasse Zürich, Nimbus Architekten



Ansatz dar, wobei die Summe der vielschichtigen Einzelmassnahmen keine Gesamtlösung für Sanierungen anbieten kann.

Eine aktuell abgeschlossene Studie¹¹ der Hochschule Luzern belegt, dass bei umfassenden Sanierungen die Küche und das Bad als Auslöser für die Bauerneuerung gelten. Die Investitionen von wertvermehrenden Massnahmen können direkt auf den Mietzins umgelegt werden und gelten hierdurch als wesentlicher Sanierungsanreiz. Wichtig hierbei ist jedoch, dass die Erneuerungen über Erhaltungs- oder Instandsetzungsmassnahmen hinausgehen. Erst bei einer Anpassung der räumlichen Situation oder «Veränderung» nach SIA 469 werden komfortsteigernde Massnahmen eingeschlossen und gelten als wertvermehrnde Investitionen.¹²

Im Rahmen der stattgefundenen Workshops haben sich zwei Expertengruppen herausgebildet. Innerhalb der Projektgruppen wurden die Ausgangslage und Problemstellung von Grund auf reflektiert und iterativ weiterentwickelt. Aufbauend auf diesen Erkenntnissen ist ein künftiger Idealzustand ausgearbeitet und Lösungsansätze zur gebäudetechnischen Aktivierung von Küchen- und Badmodulen identifiziert.

Lösungsansatz Strategieentwicklung: Die Sanierung der Steigleitung ist Auslöser und Chance zur Verbesserung, aber auch die Möglichkeit zur Integration von neuen Medien in neuen Steigzonen. Ggf. führt dies zu einer Kombination von dezentralen Einzelelementen und zentralen Ansätzen, die unverändert bleiben wie Steigzonen/Fallstränge. Da nicht jeder Nutzer die volle Leistung in Anspruch nimmt (u.a. Heizung/Kühlen/Warmwasser), ist das Verbinden des unterschiedlichen Bedarfs zielführend. Auf verschiedenen Kommunikationsebenen kann der Nutzer angesprochen und einbezogen werden, da hier grosses Energiespar-Potenzial über Aufklärung gesehen wird. Auf Bauteilebene ist die Sicht auf eine Lebenszyklusbetrachtung entscheidend und der Ersatz der Teile am Ende der Lebensdauer (Instandsetzung und Erneuerung). Positiv wirkt sich die Sicht über die Parzelle hinaus und die Vernetzung auf Arealebene. Spezifische Lösungsansätze sind auf Objektebene individuell zu suchen.

Lösungsansatz Produktentwicklung: Als möglicher Ansatz wird ein «Integrator» als Fachperson vorgeschlagen, welcher auf allen relevanten Disziplinen breit aufgestellt ist. Das Koordinieren und Steuern sämtlicher gebäudetechnischer Module innerhalb von Küchen und Bädern gilt als entscheidend. In der volumetrischen und räumlichen Betrachtung der Elemente von Küche und Bad, werden entscheidende Potenziale in der baulichen Tiefe der Möbel gesehen. Hierdurch kann Spielraum für zukünftige Erweiterungen und neuer Geräte/Module genutzt werden. Die Komplexität aller Geräte ist bereits heute sehr hoch, es gilt den Systemgedenken weiterzuentwickeln.

Der heutige Trend eines dezentralen Ansatzes ist auf die Wärmeverluste von ca. 10% bis 15% bei zentralen gebäudetechnischen Lösungen zurückzuführen. Um auf die unterschiedlichen Bedürfnisse der Nutzer einzugehen, kann eine Mischform beider Ansätze zielführend sein.

Nur durch pragmatische Ansätze der Erneuerung ist die Integration von Gebäudetechnikelementen in Küchen- und Badmodulen möglich. Zukünftig lassen sich auf diese Weise systematische, etappierte Sanierungen mit geringer Eindringtiefe und entsprechend niedrigen Initialkosten umsetzen.

¹¹ BFE-Projekt SaNuInvest «Sanierungsstrategien unter Berücksichtigung des Nutzungszyklus aus Sicht institutioneller Investoren» der HSLU – T&A und Wirtschaft, M. King et al., 2017 - 2018

¹² SIA 469 Erhaltung von Bauwerken (1997), Kapitel Veränderung 3.7.1



Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung	3
Résumé	3
Summary	3
Danksagung	4
Management Summary	5
Inhaltsverzeichnis	7
1 Einleitung	9
1.1 Ausgangslage	9
1.2 Motivation des Projektes	9
1.3 Projektziele	10
2 Vorgehen und Methode	10
2.1 Lösungsweg.....	10
2.2 Grundlagen und Bedarfsanalyse	11
2.3 Potenzieller modularer Ansatz.....	12
2.4 Zeitplan	13
2.5 Abgrenzung des Projektes	13
2.6 Ablaufplan	14
3 Durchgeführte Arbeiten und Ergebnisse	15
3.1 State-of-the-art / Bereits durchgeführte Studien (HSLU)	15
3.2 Projekt «Küche als Energiezentrale - Grundlagen» (HSLU, 2018/2019).....	15
3.3 Erkenntnisse des 1. Workshops	15
3.4 Erkenntnisse des 2. Workshops	17
3.4.1 Energieverbrauch untersuchter Gebäude für Geräte und Beleuchtung	17
3.4.2 Analyse des Zusammenhangs zwischen Nutzerverhalten und Leistungsbedarf	18
3.4.3 Energieverbrauch untersuchter Gebäude für Raumheizung	20
3.4.4 Energieverbrauch untersuchter Gebäude für Warmwasser	21
3.4.5 Workshop «Denkraum» zu Produkt- und Strategieentwicklung	23
3.5 Erkenntnisse des 3. Workshops	25
3.6 Technische Entwertung von Elementen	31
3.7 Miet- und steuerliche Zusammenhänge bei Sanierungen.....	32
3.8 Potenzialanalyse der Haushaltsgeräte und Sanitärapparate	35
3.9 Marktanalyse	37
3.9.1 Marktanalyse: Einzellösungen zur Wärmerückgewinnung.....	37
3.9.2 Marktanalyse: dezentrale Modullösungen	39
3.9.3 Energetisches Potential eines Energiemoduls (Vergleich und Lösungsvorschlag).....	40



4	Schlussfolgerung und Handlungsempfehlung	43
4.1	Strategieentwicklung	43
4.2	Produktentwicklung	45
5	Fazit und Ausblick	47
6	Publikationen	48
Anhang	49
6.1	Klassifizierung der Patentrecherche.....	49
6.2	Beispiel «Raummodul», Patentrecherche GB569053A	50
6.3	Beispiel «Steigzone », Patentrecherche US2010229472A1	50
6.4	Beispiel «Erweiterungsmodul», Patentrecherche DE4122526A1	51
6.5	Küche und Bad als moderne Interpretation des Kachelofens (Beispiel Antivilla)	52
6.6	Nutzerprofil Haushaltsgeräte und Sanitärapparate für 2 Erwachsene plus 1 Kind	53



1 Einleitung

1.1 Ausgangslage

Gemäss aktuellen Schätzungen sind in der Schweiz ca. 1.5 Mio. Gebäude nicht oder kaum gedämmt und energetisch dringend sanierungsbedürftig.¹³ Zudem werden zwei Drittel der Gebäude heute noch immer fossil oder direkt elektrisch beheizt. Dem gegenüber finden jährlich mehr als 400'000 Wohnungswechsel statt,¹⁴ bei einer gleichzeitig stockenden Sanierungsrate von ca. 1 Prozent¹⁵ (Ziel Energiestrategie 2050: Verdoppelung). Um die Zielsetzungen der Energiestrategie 2050 und 2000-Watt-Gesellschaft zu erfüllen, gilt es den Anteil an energetisch relevanten Sanierungen zu erhöhen.

Die Übergangszeit bzw. Lehrstandzeit bei Wohnungswechsel beträgt oft 1 bis 2 Monate. Diese Zeit könnte vermehrt genutzt werden, um Sanierungsarbeiten durchzuführen, welche über die typische Instandsetzung hinausgehen und auch die Gebäudetechnik einbeziehen. Somit könnte auch einen Beitrag zur Erhöhung der Sanierungsrate und Dekarbonisierung im Schweizer Gebäudepark

1.2 Motivation des Projektes

Wohnungswechsel sind meistens mit einem Mehraufwand und mit administrativen Kosten für den Vermieter bzw. Eigentümer verbunden. Das Potenzial, dass in den meisten Wohnungswechseln steckt, ist aber bezüglich umfangreicher Sanierungen und Aufwertung der Immobilie oft nicht ausgeschöpft. Demgegenüber steht, dass die Erneuerung von Küche und Bädern bei vielen Eigentümern und auch Mietern weit oben auf der Wunschliste stehen. Diese energetisch, wohlgemerkt, nicht relevanten Erneuerungen im Innenbereich gilt es gebäudetechnisch zu aktivieren. Eine Möglichkeit wäre dabei, die gesamte Energie- und Medienversorgung in die Küche oder Bad zu integrieren, da Gebäudetechnik und Küchen-/Badinstallationen thematisch sehr nahe beisammen sind (Strom, Wasser, Wärme, Kälte und Lüftung) und Synergieeffekte genutzt werden können. Als Motivation für Entscheidungsträger sind pragmatische Lösungen nötig, welche einfach und kostengünstig umzusetzen sind.

Das Forschungsprojekt der Hochschule Luzern «Wertvermehrnde und werterhaltende Investitionen bei umfassenden Sanierungen» zeigt auf, dass die Sanierung von Küchen und Bädern auch bei bewohnter Liegenschaft bzw. bestehen Mietverhältnis durchaus praxisüblich ist.¹⁶ Ein Wechsel der Meterschaft aufgrund von Sanierungen wird als Hemmnis angesehen und wird generell von Seite der Eigentümer vermieden. Weiterhin zeigt die Studie, dass bei umfassenden Sanierungen Küchen und Bäder als Auslöser gelten und regelmässig instandgesetzt werden. Diese sind weitere Indizien für das Zusammenführen der Sanierungsmassnahmen von Küche/Bad/Gebäudetechnik als einfach auszuführende Gesamtlösung.

¹³ Wichtige Pfeiler der Schweizer Energie- und Klimapolitik: «Rund 1.5 Millionen Häuser sind nicht oder kaum gedämmt,...», <https://www.dasgebaeudeprogramm.ch/de/das-gebaeudeprogramm/ziele/>

¹⁴ D. Weber/Verit, Handelszeitung 22.09.2009

¹⁵ Ernst Basler+Partner (2015), Von der Sanierungsrate zum Systemdenken im Gebäudepark: Die Rate liegt bei Einfamilienhäusern je nach Bauteil zwischen 0,5 und 1 Prozent; nur bei Fenstersanierungen beträgt sie knapp 3 Prozent.

¹⁶ BFE/BWO-Projekt «Wertvermehrnde und werterhaltende Investitionen bei umfassenden Sanierungen» (50/70-Studie) der HSLU – T&A und Wirtschaft (Projektnummer 810005196) 2018/2019



1.3 Projektziele

Das Projekt verfolgt folgende Ziele:

- Untersuchung anhand von drei Workshops des **energetischen Potentials** von Eingriffen im Innenbereich durch eine **gebäudetechnische Aktivierung** von Küchen- und Badmodulen und Aufzeigen von **Anreizen zur Effizienzverbesserung**.
- **Identifizierung von pragmatischen Ansätzen** der Bauerneuerung durch die Integration von Gebäudetechnikelementen in Küchen- und Badmodulen, um systematische, etappierte Sanierungen mit **geringer Eindringtiefe** und entsprechend **niedrigen Initialkosten** zu ermöglichen.

Vertiefend werden im Projekt folgende Themen behandelt:

- Strukturell **unabhängiger Systemperimeter** (dezentral)
- **Nutzung von Synergien** mit standardisierten Küchenbau und Bad-Installationen
- **Minimierung der Eindringtiefe** aufgrund direkt **angrenzender Komponenten** zueinander
- Modularität und Vorfabrikation, **Austausch** von Komponenten nach «Plug & Play Prinzip» (einfache Installation und Wartung)
- Anwendbarkeit bei **Sanierungen**, ggf. aber auch für den Neubau tauglich
- **Nachrüstung** und Modernisierung, z.B. über **später installierbare** Komponenten

Es wird nicht zwingend die maximierte oder energieeffizienteste Lösung angestrebt, vielmehr soll ein Optimum ausgelotet werden, um neue Anreize für Sanierungen zu generieren und einen Umstieg auf erneuerbare Energie anregen. Im Rahmen des Projektes werden Erneuerungsstrategien mit geringer Eingriffstiefe entwickelt und anhand eines Leitfadens Anregungen und Massnahmen zur Erhöhung der Sanierungsrate von Gebäuden dargelegt. Aufgrund von Vorprojekten konnten bereits wertvolle Erfahrungen und Systemgrenzen definiert werden.¹⁷ Die Resultate liefern pragmatische Ansätze für die Werterhaltung und Erneuerung von Immobilien in der Schweiz.

2 Vorgehen und Methode

2.1 Lösungsweg

- In einer ersten Phase wurden die bestehenden Kontakte zu Industrie- und Wirtschaftspartnern weiter ausgebaut (WP 1). Zielpublikum des Projektes waren einerseits private Eigentümer als auch institutionelle Investoren wie Pensionskassen, öffentliche Hand (Hochbauämter Städte/ Kantone) und Generalunternehmer. Im Rahmen des Forschungsansatzes konnte zielführend auf bestehende Kooperationen und Netzwerke zurückgegriffen werden, u.a. auf bereits interessebekundeten Partnern des BFE-Projektes «SaNuInvest».¹⁸ Die Einbindung des Hauseigentümergebietes Schweiz (HEV) war für das Projekt ebenfalls von grossem Interesse.

¹⁷ Projekt Innovationspark Zentralschweiz «Küche als Energiezentrale – Grundlagen» der HSLU – T&A (2018)

¹⁸ BFE-Projekt «Sanierungsstrategien unter Berücksichtigung des Nutzungszyklus aus Sicht institutioneller Investoren» (SaNuInvest) der HSLU – T&A und Wirtschaft, 2017 - 2018



- In der Hauptphase (WP 2) wurden im Rahmen von drei Workshops mit einem breit aufgestellten Team aus Prozessbeteiligten und Wirtschaftspartnern die wesentlichen Elemente und Systemgrenzen eines Küchen-/Badmoduls mit umfassender Integration der Gebäudetechnik aufgestellt. Durch dieses mehrstufige Befragungsverfahren mit Rückkopplung, können technische Entwicklungen und Trends möglichst gut eingeschätzt werden (in Anlehnung der Delphi-Methode).
- In der folgenden Analysephase (WP3) wurden die Erkenntnisse im interdisziplinären Team aufgearbeitet und von den Projektpartnern validiert. Es wurde ein Massnahmenkatalog für pragmatische Ansätze für die Bauerneuerung im Zusammenhang mit Sanierungen von Küche/Bad/Gebäudetechnik inkl. Heizung aufgestellt. Basierend auf dem dargelegten Forschungsschwerpunkt erfolgte ein exploratives Forschungsdesign, d.h. es wurde primär hypothesenerkundend, aber auch hypothesentestend gearbeitet.
- Die konsolidierten Ergebnisse münden als Leitfaden im Schlussbericht (WP 4). Hieraus können konkrete Handlungsempfehlungen und Umsetzungsmöglichkeiten für mögliche Ansätze eines Grundmoduls abgeleitet und Anreize für Gebäudeeigentümer geschaffen werden.

2.2 Grundlagen und Bedarfsanalyse

Im Rahmen des Projektes «Küche als Energiezentrale - Grundlagen» wurden bereits mögliche Abgrenzungen zum Wohnungsperimeter definiert (vgl. Abbildung 1):

- Möglichst **umfassende Integration** aller nötigen HLKSE-Komponenten in Küche, Bad oder Wohneinheit
- **Raumheizung und -kühlung** (Wärmepumpe Luft/Wasser od. Sole/Wasser)
- **Luftbehandlung und -verteilung** (ab und zu Küche)
- **Sanitär** (Kaltwasser, Brauchwarmwasser, Schmutzwasser)
- **Stromversorgung** (Netzbasierte oder gebäudeintegrierte Stromerzeugung)
- **Elektroerschliessung und -verteilung** (ab und zu Küche)
- **IT/Kommunikationseinrichtungen** (ab Provider), Internet of Things
- **Smart Metering** (Intelligenter Zähler z.B. für Warm-/Kaltwasser, Strom)
- **Sonnenschutz** (bei Ansatz über Fassade)

Motivation: Steigerung der Sanierungsrate, kostengünstige Sanierung, Etappierbarkeit der Sanierung

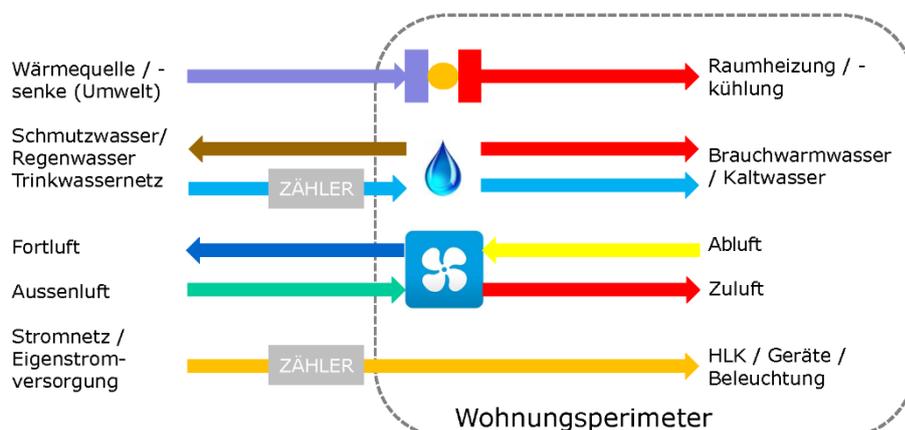


Abbildung 1: Definition möglicher Abgrenzungen, eigene Grafik



2.3 Potenzieller modularer Ansatz

Als modularer Ansatz könnte folgende Gliederung möglich sein (vgl. Abbildung 2):

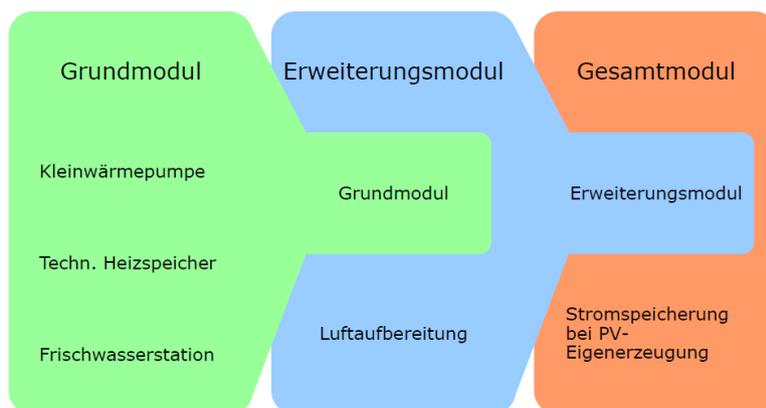


Abbildung 2: Beispiel denkbare Modulgliederung, D. Bionda

- Grundmodul mit Kleinwärmepumpe, techn. Heizspeicher und Frischwasserstation (ohne Lüftung, ohne Stromspeicherung)
- Erweiterungsmodul (Grundmodul und Luftaufbereitung)
- Gesamtmodul (Erweiterungsmodul und Stromspeicherung bei Eigenerzeugung z.B. PV auf Dach)

Im Rahmen der Workshops (WP 2) wurden interdisziplinär die Anforderungen und Herausforderungen eines solchen System diskutiert und Lösungsmöglichkeiten erarbeitet:

Anforderungen	Herausforderungen
Anwendbarkeit bei Sanierungen (auch für den Neubau tauglich)	Ausführung
Standardisierte Module und Schnittstellen	Akustik
Einfachheit (Plug & Play)	Kosten (Erstellung und Betrieb)
Akustik (Lärmemissionen)	Erhöhung der akustischen Immission im Innenraum
Sicherheit	Anwenderfreundlichkeit
Effizienz	Energieeffizienz
Zusatznutzen, z.B. auch über später installierbare Add-Ons	Technik
Ästhetik, Innenarchitektur, Design	Fokus auf Sanierungen MFH,
Betrieb (Wartung, Unterhalt, Reparatur, Ersatz)	auch für Neubauten umsetzbar



2.4 Zeitplan

Workpackages	2019				2020		
	1. Quartal	2. Quartal	3. Quartal	4. Quartal	1. Quartal	2. Quartal	3. Quartal
1. Projektinitialisierung	■	■					
2. Workshops (3x)		1 ■	2 ■			3 ■	
3. Konsolidierung der Ergebnisse				◆			
4. Schlusspräsentation / Abschluss							◆

Abbildung 3: Zeitplanung der Workpackages und entsprechenden Workshops (1 bis 3)
inkl. Meilensteinen (Zwischen-/Schlussbericht)

2.5 Abgrenzung des Projektes

Bei Sanierungen von Küchen oder Bädern bestehen bereits vielfältige Komplettangebote bis hin zum individuellen Full-Service im technischen Sinne. Eine umfassende Integration der Energie- und Medienversorgung in die Küchenelemente mit modernen Lösungen ist jedoch ein Novum. Verwunderlich, zumal klassische Beispiele aus der Vergangenheit bereits seit einigen Jahrhunderten komplexere Systeme eines Küchenherdes mit Kochen, Heizen und Warmwasser zweckmässig kombinierten. Beispiele von Integration der Gebäudetechnik (inkl. Lüftung) mit der Küche als Hauptknote des Systems sind mindestens seit dem 19. Jh. gut dokumentiert.¹⁹ Übertragen auf moderne Lösungen zerfallen diese oft in modulare Einzelmassnahmen wie Komfortlüftungen mit Wärmerückgewinnung und Ringverteilung unter der Decke²⁰ für Sanierungen oder vorgefertigte Nasszellen mit Raumlüftung und Warmwasseraufbereitung.²¹ Als Einzelmassnahmen werden auch dezentrale Mini-Lüftungsanlagen (sog. Fenster- und Wandlüfter) mit Wärmerückgewinnung von verschiedenen Anbietern entwickelt,²² wobei solche Systeme i.d.R. keine Feuchterückgewinnung beinhalten. Ein aktueller Ansatz besteht als vorgefertigtes Steigzonenmodul mit standardisierten Elementen in der Gebäudetechnik.²³ In der Wohnsiedlung Herdernstrasse in Zürich werden als Prototyp Gebäudetechnikmodule für die Energie- und Medienversorgung innerhalb der Steigzone verbaut.²⁴ Dies stellt einen innovativen Ansatz dar, wobei die Summe der vielschichtigen Einzelmassnahmen keine Gesamtlösung für Sanierungen anbieten kann. Die bestehende 50/70-Studie der Hochschule Luzern belegt, dass bei umfassenden Sanierungen die Küche und das Bad als Auslöser für die Bauerneuerung gelten. Die Investitionen von wertvermehrenden Massnahmen können direkt auf den Mietzins umgelegt werden und gelten hierdurch als wesentlicher Sanierungsanreiz. Wichtig hierbei ist jedoch, dass die Erneuerungen über Erhaltungs- oder Instandsetzungsmassnahmen hinausgehen. Erst bei einer Anpassung der räumlichen Situation oder «Veränderung» nach SIA 469 werden komfortsteigernde Massnahmen eingeschlossen und gelten als wertvermehrende Investitionen.²⁵

¹⁹ American Woman's Home, Catharine und Harriet Beecher, 1869

²⁰ PLUGGIT-Lüftungssystem für Sanierungen (www.pluggit.com)

²¹ Beispiel Swissframe-Thermos als System mit Komfortlüftung mit Wärmetauscher, Wärmepumpe und Sanitärinstallation (www.swissframe.ch)

²² Vgl. z.B. <https://www.siegenia.com/>, <https://www.schueco.com/>

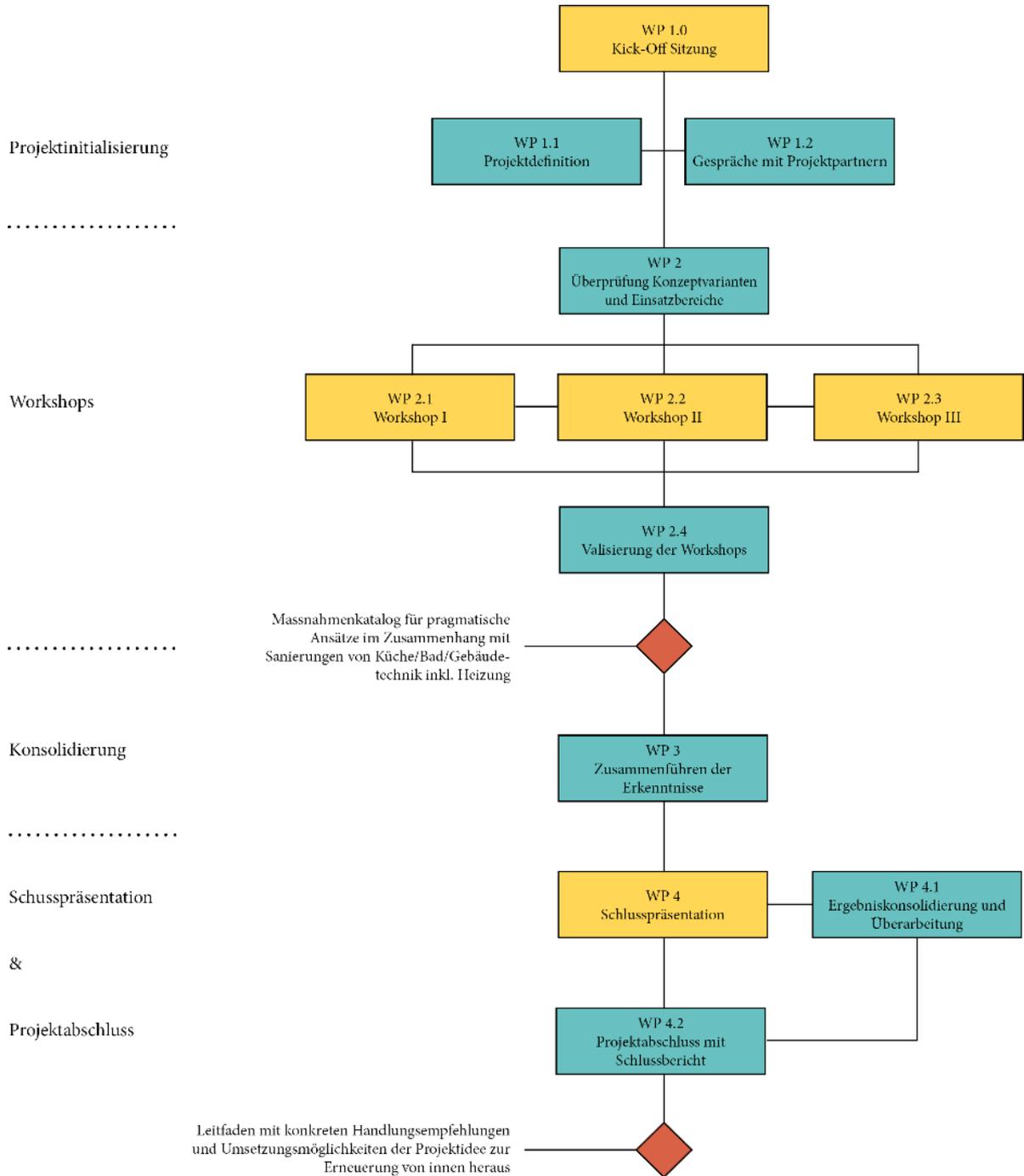
²³ Studie «Modulare Gebäudetechnik», Stadt Zürich – Amt für Hochbauten, vgl. Schlussbericht 09/2015

²⁴ Vgl. Gebäudetechnikmodul Herdernstrasse Zürich, Nimbus Architekten

²⁵ SIA 469 Erhaltung von Bauwerken (1997), Kapitel Veränderung 3.7.1



2.6 Ablaufplan





3 Durchgeführte Arbeiten und Ergebnisse

3.1 State-of-the-art / Bereits durchgeführte Studien der Hochschule Luzern

- Hauri C., Huber H. und Sommer P. „Küchenabluft bei der energetischen Gebäudesanierung und im Neubau“. Arbeitspapier Meilenstein 1, Dezember 2017, Bundesamt für Energie BFE
- Huber H. und Plüss I., 2004. „Küchenabluft in Wohnungen“. Bericht im Auftrag von AWEL Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft des Kantons Zürich
- Niederberger P., 2018. „Thermohydraulische Vernetzung von Haushaltsgeräten“. Diplomarbeit Frühlingsemester 2018. Betreuer: Worlitschek J., Flück S., Liem P. Experte: Lieball K. Industriepartner: Auerswald J. (V-Zug AG)
- Amrein M., 2013. „Konzipierung einer thermischen Ringleitung für den häuslichen Verbund von Haushalts- und Klimageräten“. Industrieprojekt Herbstsemester 2013. Betreuer: Jörg Worlitschek, Simon Maranda, Stefan Flück. Industriepartner: Markus Zwimpfer und Urs Schellenberg (V-ZUG AG)
- Suter K., Ruoss A. und Arians A., 2016. „Dezentrales Energiemodul für den Wohnungsbau“. Bachelor-Diplomarbeit in HLKS/GEE, Abteilung Gebäudetechnik. Betreuer: Balmer M., von Euw R., Betschard W. Experte: Schönenberger C.

3.2 Projekt «Küche als Energiezentrale - Grundlagen» (HSLU 2018/2019)

Finanzierung: Verein Innovationspark Zentralschweiz

- Projektpartner: Anliker AG Generalunternehmung
- Weitere Partner Innocheck: Stadt Zürich Hochbaudepartement, Allgemeine Baugenossenschaft Luzern abl, V-Zug AG, Swissframe AG, Wesco AG, Veriset AG
- Recherche (Literatur, Normen, Patente, Produkte usw.)
- Suche nach weiteren Projektpartnern
- Workshop mit potenziellen Projektpartnern fand am 27.08.2018 statt
- Patentrecherche (siehe Dokumentation im Anhang 1): Seit den 40er Jahren existieren Küchen- und Badmodule in verschiedenen Vorfertigungsgraden. Entsprechende Patente können in drei Arten klassifiziert werden:
 - o Raummodule: Integration des Küchen- und Badmoduls
 - o Steigzone: Zentralisierung der Steigzone
 - o Erweiterungsmodule: Additive Fügung von Küchen- und Badmodulen

3.3 Erkenntnisse des 1. Workshops

Workshop zu Möglichkeiten und Potentialen der Gebäudetechnikintegration in Küchen- und Badmodulen für pragmatische Ansätze der Bauerneuerung.

Thesen und Diskussionen

3.3.1 These: Küche und Bad sind Auslöser von erfolgreichen Sanierungen



Aussagen:

- Küche und Bad sind Auslöser von Sanierungen, ob diese erfolgreich sind, hängt jedoch nicht direkt mit dem Auslöser zusammen.
- Küche und Bad haben eine kürzere Lebensdauer als Fassaden. Der Zyklus von 25-35 Jahren ist abhängig von Materialität und Nutzung. Der Unterhalt ist essentiell, auch aufgrund der Leitungsführung (Wasser). Das Thema der Energie (Sanierung Gebäudehülle) ist verknüpft mit der Sanierung von Leitungen inkl. neuen Isolierungen oder Dachdurchdringungen. Teilweise finden räumliche Rochaden statt, so z.B. durch Erneuerungen der Haustechnik im Keller. In diesem Zusammenhang werden auch weitere Sanierungsmassnahmen der Gebäudehülle oder Fenster beschlossen und aufeinander abgestimmt.
- Die Vermietbarkeit und der erzielbare Mietzins sind abhängig vom Zustand der Küche und der Bäder. Bei einer älteren Küche sind die Chancen auf eine Erhöhung des Mietzinses, bedingt aufgrund einer weniger hohen Nachfrage, geringer.

3.3.2 These: Eine Erhöhung der Sanierungsquote ist wichtiger als die maximale Energieeffizienz

Aussagen:

- Die Lebensdauer und die Sanierungsquote hängt stark vom Bauelement ab. Bei einer Lebensdauer von 30 Jahren entspricht die Sanierungsquote über 1%. Diese Zahlen entsprechen eher der Fassadensanierung als die von Innenräumen, da die Sanierungsquote der Elemente im Ausbau deutlich höher ist.
- Gemeinsam mit dem 1:1-Ersatz der Geräte und Apparate liessen sich durch die Zusammenführung der technischen Möglichkeiten wesentliche energetische Verbesserungen erreichen.
- Im Projekt steht nicht die Sanierungsquote im Vordergrund, sondern die energetische Effizienz. Dies liesse sich auch auf andere Bauteile übertragen wie die Sanierung des Daches. Es liessen sich höhere energetische Effekte erzielen durch die Montage von Photovoltaik als lediglich die Isolierung des Daches.
- Die Maximierung der Energieeffizienz sollte nicht im Vordergrund stehen.
- Ziel muss sein eine pragmatische Lösung mit 80%-Effizienz zu erreichen, als eine sehr komplexe Lösung in Planung und Unterhalt mit unwesentlich höherer Effizienz.
- Die Vermietbarkeit von mind. 30 Jahren muss bei einer Sanierung gewährleistet werden, insofern spielt die Energieeffizienz eine grosse Rolle.
- Die Energieeffizienz wird von Bedeutung, sobald diese für Normen/Gesetze durch Labels ausgewiesen werden muss.

3.3.3 Weitere Thesen welche im Rahmen der folgenden Workshops diskutiert wurden:

- Die Sanierung von Küche und Bad ist wirtschaftlicher als die Umsetzung von energetischen Massnahmen der Gebäudehülle
- Die Bereitschaft für Sanierungen in Küche und Bad zu investieren ist sehr hoch
- Im Rahmen einer Sanierung die Mieterschaft auswechseln zu können, ist durchaus ein Vorteil



- Die gebäudetechnische Aktivierung von Küche und Bad ist unzureichend ausgeschöpft
- Der maximale Komfort hat nicht zwingend Priorität, sondern die Verbesserung gegenüber dem Ist-Zustand
- Die geplanten Massnahmen sind attraktiv sowohl für Private / Stockwerkeigentümer als auch Institutionelle / Genossenschaften
- Energiespargeräte haben eine kürzere Lebensdauer
- Industrielle Vorfertigung ist das A und O bei Sanierungen - sie spart Zeit, Kosten und reduziert die Beeinträchtigungen für die Bewohner
- Moderne Niedrigenergiehäuser verbrauchen halb so viel Energie, wie Graue Energie für die Erstellung - umgerechnet auf die Nutzungsdauer und Geschossfläche (MJ pro m² EBF und Jahr)
- Eine nicht-proprietäre Lösung ist für den Erfolg des Vorhabens matchentscheidend
- Durch weniger Material und Technik liesse sich die Graue Energie erheblich reduzieren
- Küche und Bad gelten als moderne Interpretation des Kachelofens (s. Anhang 7.5)

3.4 Erkenntnisse des 2. Workshops

Workshop als «Denkraum» zur Produkt- und Strategieentwicklung

3.4.1 Energieverbrauch untersuchter Gebäude für Geräte und Beleuchtung

Im Rahmen von laufenden Studien der Hochschule Luzern – Technik & Architektur des Instituts der Gebäudetechnik und Energie (IGE) konnten spezifische Aussagen zum Elektrizitätsverbrauch von Geräten und der Beleuchtung gewonnen werden.²⁶ Diese können einen ersten Trend zu Energie- und Warmwasserverbräuchen darstellen (vgl. Abbildung 4: Elektrizitätsverbrauch Geräte pro Monat und Gebäude). Aufgrund der Datensensibilität wurden die Gebäude der folgenden Abbildungen 4 bis 8 anonymisiert.

²⁶ U.a. Projekt «Nutzerinterventionen im Hüttengraben-Areal», Hochschule Luzern – Technik & Architektur (IGE) 2017-2020 und Projekt «Monitoring Erlenmatt BS 5, Technik & Architektur (IGE) 2019-2021

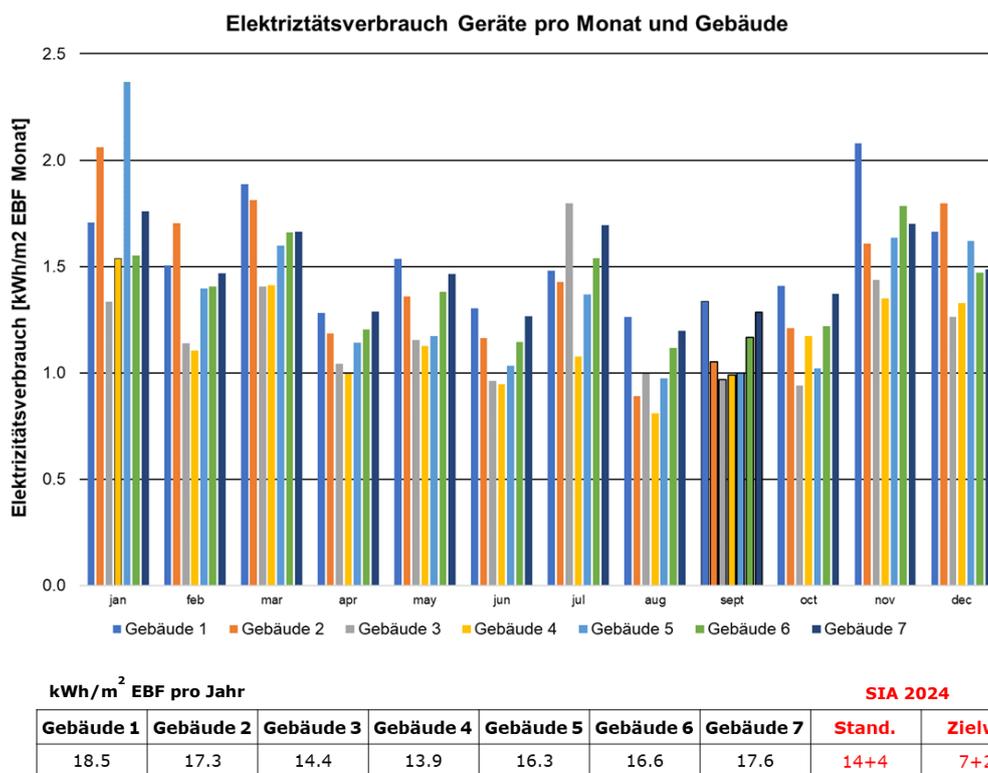


Abbildung 4: Monatliche und jährliche Energieverbräuche der überwachten Gebäude für Geräte und Beleuchtung

Die Daten zum Elektrizitätsverbrauch zeigen folgendes:

- Die Monate mit dem höchsten und dem niedrigsten Stromverbrauch in den Wohnungen sind Januar bzw. August.
- Mit Ausnahme der Gebäude 3 und 4, deren Verbrauch rund 14 kWh/m² Jahr beträgt, liegt der Verbrauch in den übrigen Gebäuden sehr nahe an dem festgelegten Standardwert des jährlichen Elektrizitätsbedarfs nach SIA MB 2024 von 18 kWh/m².

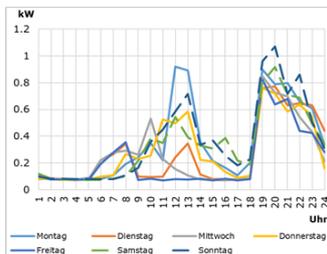
3.4.2 Analyse des Zusammenhangs zwischen Nutzerverhalten und Leistungsbedarf

Im Rahmen der ausgewerteten Referenzgebäude (vgl. Abbildung 4) wurden drei Verbrauchertypen definiert und dem Merkblatt SIA 2024 «Raumnutzungsdaten für Energie- und Gebäudetechnik» (2015) gegenübergestellt. Bei der Bebauung handelt es sich um 7 Gebäude, welche nach dem Minergie-Standard im Jahr 2016/17 neu erstellt wurden.²⁷ Die Abbildung 5 zeigt den Leistungsbedarf von definierten Nutzergruppen von 3 ½ Zimmer-Wohnungen. Über das Monitoring der Hochschule Luzern konnten typologische Erkenntnisse über die Energieverbräuche von Geräten und Beleuchtung gewonnen werden. Deutlich gehen im Vergleich das stark variierende Nutzerverhalten bzw. der Energiebedarf hervor.

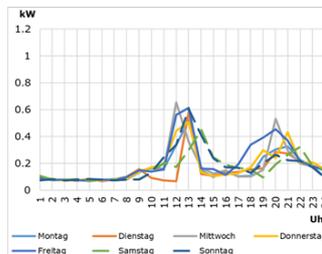
²⁷ Projektdaten und Gebäude wurden aufgrund der Sensibilität anonymisiert, wobei die allgemeine Aussage zu durchschnittlichen Elektrizitätsverbräuchen (kWh/m² EBF) über das Jahr ihre Gültigkeit behalten.



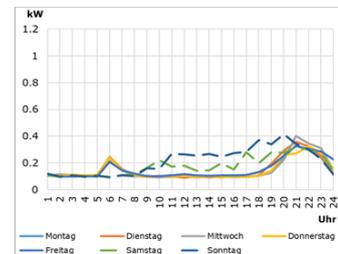
Tagesprofil von 3 ½ Zimmer-Wohnungen



Intensiv-Verbraucher
Spitzenlast \approx 1.1 kW



Durchschnitts-Verbraucher
Spitzenlast \approx 0.6 kW
SIA MB 2024 (nur Geräte)



Tagsüber Abwesende
Spitzenlast \approx 0.4 kW

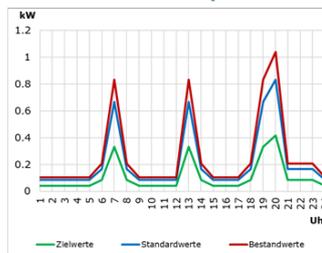


Abbildung 5: Leistungsbedarf von definierten Nutzergruppen (Geräte und Beleuchtung)

Nutzertyp 1: Intensiv-Verbraucher (Spitzenlast 1.1 kW)

Der Intensiv-Verbraucher hat einen durchgängig hohen Leistungsbedarf über die gesamte Woche verteilt von Montag bis Sonntag. Spitzenlasten sind abends ab 19h bis 23h zu verzeichnen, aber auch über den Tag verteilt zwischen 10h bis 14h. Die Werte am Wochenende verhalten sich ähnlich wie denen unter der Woche. An einzelnen spezifischen Wochentagen gehen geringere Verbrauchswerte hervor.

Nutzertyp 2: Durchschnitts-Verbraucher (Spitzenlast 0.6 kW)

Der Durchschnitts-Verbraucher hat über den Tag verteilt zwei deutliche Hochpunkte des Leistungsbedarfs. Diese sind jeweils gegen Mittag und am Abend, und verhalten sich vor allem am Abend tiefer und kürzer als beim Nutzertyp 1 (Intensiv-Verbraucher). Morgens ist der Bedarf deutlich kleiner, als im Merkblatt SIA 2024 angegeben.

Nutzertyp 3: Tagsüber-Abwesende-Verbraucher (Spitzenlast 0.4 kW)

Verbraucher die tagsüber abwesend sind haben einen durchschnittlichen geringen Verbrauch am Morgen, wobei hingegen tagsüber von Montag bis Freitag durchgängig kein Leistungsbedarf besteht. Erst ab 19h ist ein Anstieg des Bedarfs zu verzeichnen, welcher jedoch deutlich geringer ist als beim Nutzertyp 1. Am Wochenende ist der Bedarf entsprechend höher, aber auch hier bedeutend geringer als beim Nutzertyp 1 und auch deutlich weniger als im Merkblatt SIA 2024 angegeben.



Fragestellung: Gibt es ein Optimum anstelle eines Maximums bezüglich Verfügbarkeit von Energie?

- Das Maximum an Energieverfügbarkeit ist meist mit einem sehr hohen Aufwand verbunden, diesbezüglich sollen übergeordnete Strategien entwickelt werden: Eine gleichzeitige Inbetriebnahme von Haushalts- /Küchengeräten vor allem am Mittag und Abend verursacht hohe Spitzenlasten. Ggf. ist es möglich das Energiemanagement durch Stromspitzenkappungen zu optimieren.
- Leistungspeaks minimieren - Beispiel Nutzung der Waschmaschine: Hier gab es in vergangenen Zeiten schon Ansätze wie das Definieren von Sperrzeiten über Mittag für energieintensive Geräte wie Waschmaschinen oder ähnliches. Mögliche (freiwillige) Hinweise zum optimierten Nutzerverhalten sind möglich.
- Ein weiterer Ansatz ist die Nutzung von PV-Anlagen: Die Nachfrage an elektrischer Energie über die Mittagszeit u.a. durch Küchengeräte könnte meistens durch das gleichzeitig hohe Angebot an solarem Strom gedeckt werden. Ohne Änderung des Nutzerverhaltens bzw. der Lastprofile sind die Leistungspeaks zwar immer noch vorhanden, nur können sie besser durch das hohe Angebot an PV-Strom abgedeckt werden.

3.4.3 Energieverbrauch untersuchter Gebäude für Raumheizung

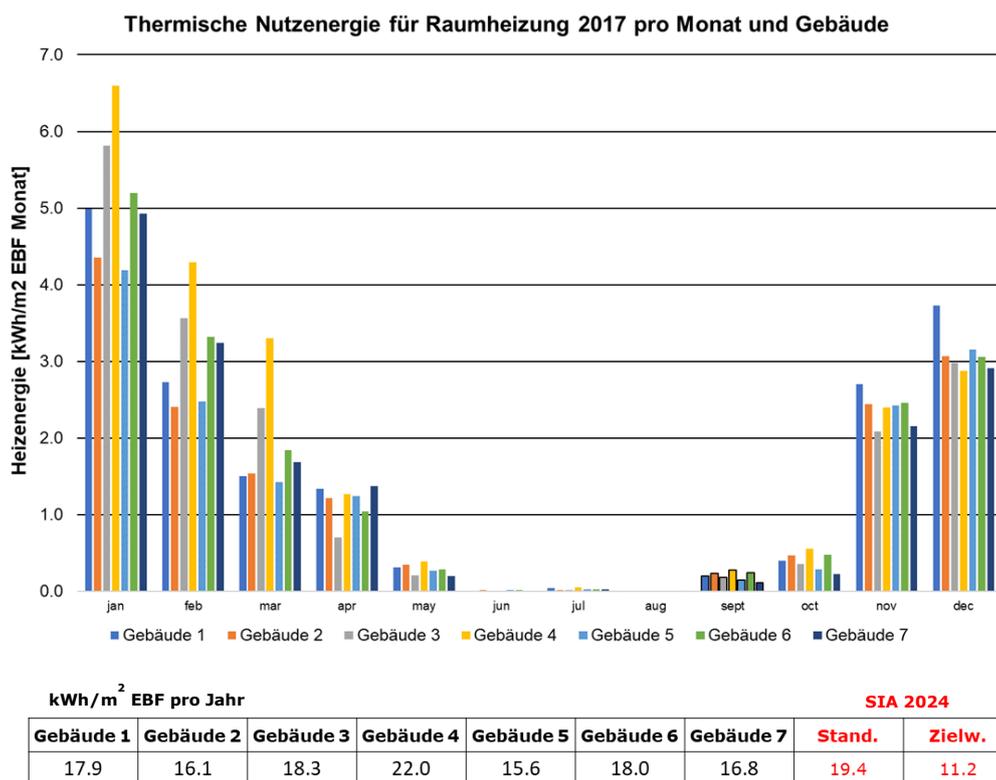
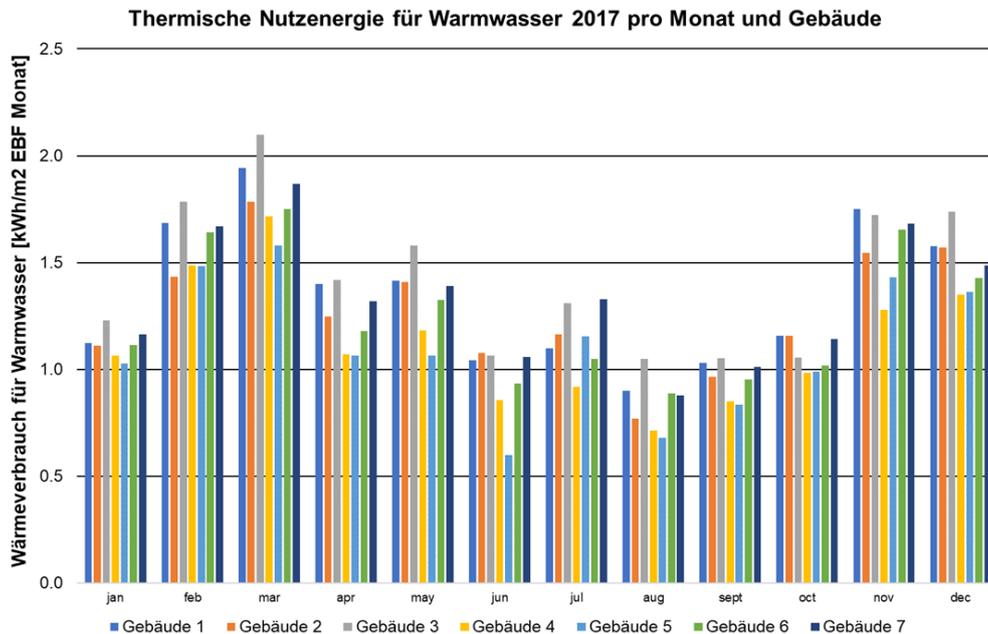


Abbildung 6: Monatliche und jährliche Energieverbräuche der überwachten Gebäude für Raumheizung

Die Abbildung 6 stellt den monatlichen spezifischen Energiebedarf für Heizen (Raumwärme, ohne Kühlen) dar. Generell liegt der Verbrauch der untersuchten Gebäude unten den Standardwert des jährlichen Heizwärmebedarfs des SIA MBs 2024 (19.4 kWh/m²). Auch hier sind nutzerspezifische Unterschiede festzustellen. Deutlich sind vor allem die Werte des Gebäudes 5, deren Heizenergiebedarf unter 16 kWh/m²Jahr liegt, und des Gebäude 4, welches mit 22 kWh/m² über dem Standardwert liegt.



3.4.4 Energieverbrauch untersuchter Gebäude für Warmwasser



kWh/m² EBF pro Jahr

SIA 2024

Gebäude 1	Gebäude 2	Gebäude 3	Gebäude 4	Gebäude 5	Gebäude 6	Gebäude 7	Stand.	Zielw.
16.1	15.2	17.1	13.5	13.3	14.9	16.0	19.8	19.8

Abbildung 7: Monatliche und jährliche Energieverbräuche der überwachten Gebäude für Warmwasser

Der jährliche Energieverbrauch für Warmwasser (Abbildung 7) liegt in allen Fällen unter dem jährlichen Wärmebedarf der SIA MB 2024; bei den Gebäuden 4 und 5 bis ca. ein Drittel niedriger. Generell ist der August der Monat mit dem niedrigsten Energieverbrauch für Warmwasser, dem gegenüber sind die Werte im März knapp doppelt so hoch.

Gebäude 1	Gebäude 2	Gebäude 3	Gebäude 4	Gebäude 5	Gebäude 6	Gebäude 7	Stand.	Zielw.
52.6	49.7	47.4	40.9	29.6	48.4	49.2	35	-

Tabelle 1: Jährliche Verbräuche der überwachten Gebäude für Warmwasser (Menge/l)

Der Warmwasserverbrauch pro Person (Tabelle 1) ist generell höher als der Wert nach SIA MB 2024 (35 l/Tag), in einigen Fällen bis knapp 50% mehr; diese Diskrepanz kann auf Annahmen innerhalb der untersuchten Fallbeispiele über die Anzahl der Bewohner pro Wohnung zurückgeführt werden.

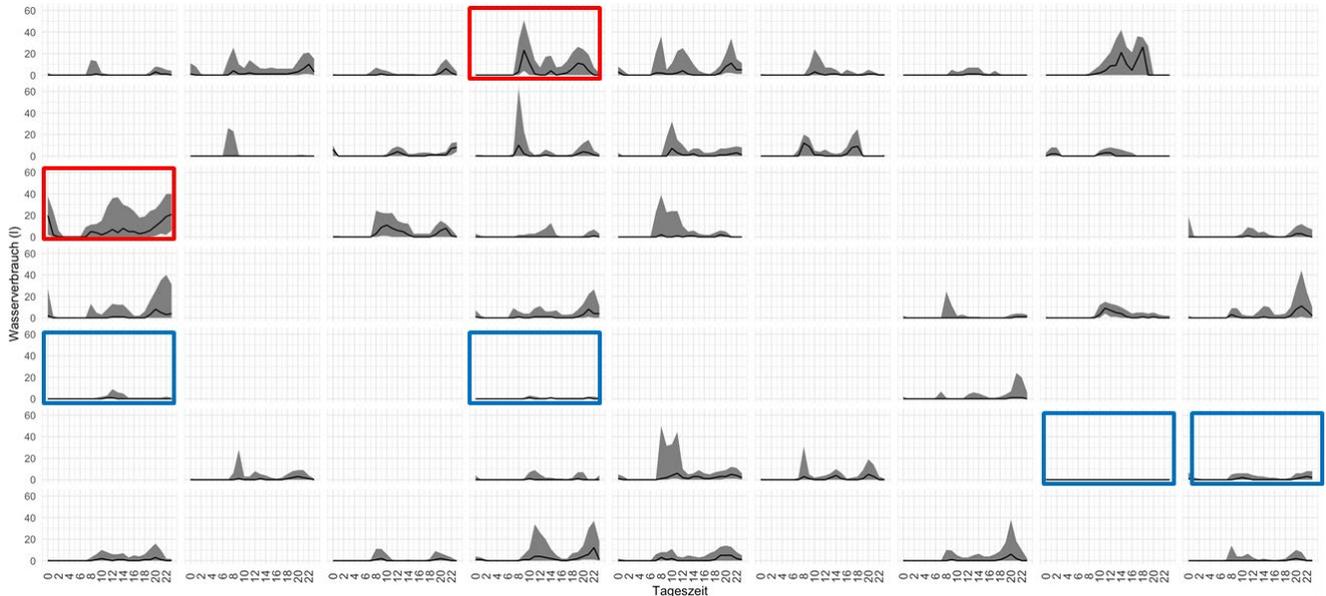


Abbildung 8: Mittlerer Warmwasser-Verbrauch pro Tageszeit (rot=hoher Verbrauch; blau = niedriger Verbrauch)

Die Abbildung 8 zeigt prototypisch den Warmwasserverbrauch (l/Tag) unterschiedlicher Nutzer über den Tagesverlauf. Die grafische Zusammenstellung aus 63 Diagrammen repräsentiert die sieben ausgewerteten Gebäude und jeweils neun Referenzwohnungen (vgl. Monitoring Abbildung 4 bis 7). Bei der Betrachtung der Tagesprofile wird der Einfluss des Nutzers deutlich, der Warmwasserverbrauch ist je nach Nutzer stark unterschiedlich.

kWh/m ² EBF pro Jahr								SIA 2024	
	Gebäude 1	Gebäude 2	Gebäude 3	Gebäude 4	Gebäude 5	Gebäude 6	Gebäude 7	Stand.	Zielw.
Geräte + Beleuchtung	18.5	17.3	14.4	13.9	16.3	16.6	17.6	14+4	7+2
Heizwärmeverbrauch	17.9	16.1	18.3	22.0	15.6	18.0	16.8	19.4	11.2
Wärmeverbrauch WW	16.1	15.2	17.1	13.5	13.3	14.9	16.0	19.8	19.8
Elektrizitätsverbrauch WP	8.5	8.3	9.1	10.1	7.2	9.1	9.1	-	-
Jährlicher Elektrizitätsverbrauch	26.9	25.6	23.5	24.0	23.5	25.7	26.8	-	-

Tabelle 2: Energieverbrauch überwachtes Referenzgebäudes

Anhand der vorhergehenden Untersuchung konnte überprüft und aufgezeigt werden, dass die Verbrauchswerte für Geräte, Beleuchtung, Heizung und Warmwasser innerhalb der Werte der SIA-Norm liegen (Tabelle 2).²⁸

²⁸ Das Referenzgebäude verfügt über Erdsonden-Wärmepumpen zur Heizung und Warmwasserbereitung, so dass der Endenergieverbrauch für diese beiden Nutzungen gering ist, da der Jahreswirkungsgrad der Wärmepumpen etwa 4 beträgt. Der gesamte Stromverbrauch liegt bei rund 25 kWh/m²a.



Konsumart	Verbrauch in m ³ Total	Anteile von Total	Kaltwasser		Warmwasser	
			m ³	Anteil	m ³	Anteil
Toilettenspülung	32,00	31%	32,00	31%	0,00	0%
Baden/Duschen	24,00	23%	10,50	10%	13,50	13%
Geschirrspülen	2,00	2%	2,00	2%	0,00	0%
Körperpflege	12,00	11%	6,00	6%	6,00	6%
Trinken / Kochen / Putzen	16,00	15%	7,00	7%	9,00	9%
Wäsche	11,50	11%	11,50	11%	0,00	0%
Garten / Auto	7,50	7%	7,50	7%	0,00	0%
Total	105,00	100%	76,50	73%	28,50	27%

Tabelle 3: Statistische Zahlen zum Wasserverbrauch im Haushalt, Quelle: BFE, Energie Schweiz ²⁹

Die Tabelle 3 zeigt den Wasserverbrauch und die Wasserverwendung einer Durchschnittswohnung mit 81,8 m² Fläche und einem gesamten Bezugsjahr.³⁰ Aus der Tabelle lässt sich entnehmen, dass der Wasseranteil für Baden/Duschen 23% des totalen Wasserverbrauchs beträgt, wobei hiervon 13% Warmwasseranteil des Totals betragen. Betrachtet man gezielt nur die energieintensiven Verbräuche des Warmwassers, beträgt der Hauptanteil (13%) des Baden/Duschen ein Warmwassertotal von 48%. Kommt hierzu noch die Konsumart «Körperpflege», was ebenfalls im Bad stattfindet, macht der Gesamtwarmwasserverbrauch für Hygiene im Total 70% aus. Lediglich ein Drittel beträgt der Warmwasserverbrauch für Trinken, Kochen und Putzen. Aus dieser Erkenntnis heraus gilt es eine pragmatische Strategie bei der Warmwassererzeugung zu entwickeln bzw. auf energiesparende bestehende Systeme zurückzugreifen und diese gesamthaft bei Erneuerungen von Küchen und Bädern einzubinden (vgl. Kapitel 3.9 Marktanalyse: Einzellösungen zur Wärmerückgewinnung).

3.4.5 Workshop «Denkraum» zu Produkt- und Strategieentwicklung

Wird der Energiebedarf für Geräte, Beleuchtung, Lüftung, Raumkühlung, Raumheizung und Warmwasser miteinander verglichen, geht hervor, dass in bestehenden Gebäuden der Heizwärmebedarf 70% bei Mehrfamilienhäusern (MFH) und 80% bei Einfamilienhäusern (EFH) des Gesamtenergiebedarfs ausmacht (vgl. Abbildung 9 und 10, Energiebedarf nach SIA MB 2024). Dies stellt ein Indiz dafür dar, dass die Einsparungsmassnahmen bei Sanierungen weiterhin auf die Reduzierung des Heizwärmebedarfs ausgerichtet sein sollten. Unter diesen Massnahmen kann die Installation einer Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung bewertet werden, deren Energieverbrauch im Betrieb sehr gering ist, aber den Wärmebedarf für die Heizung des Gebäudes reduzieren kann. Sowohl die Geräte als auch das Warmwasser haben einen ähnlichen Energiebedarf. Der Verbrauch der Geräte kann durch den Austausch durch effizientere Modelle reduziert werden, der Warmwasserbedarf hingegen nicht.

²⁹ Energie Schweiz, Bundesamt für Energie BFE Modell zur Verbrauchsabhängigen Energie- und Wasserkostenabrechnung VEWA, Artikelnummer 805.156.D, 10/2018

³⁰ Auswertung aus 713 Wohnungen mit 58'265 m² Wohnfläche und 6'869 Messstellen, nur ganzjährig belegte Wohnungen berücksichtigt. Quelle: Auswertung erstellt durch NeoVac ATA AG, Abrechnungsperiode 2008 / 2009

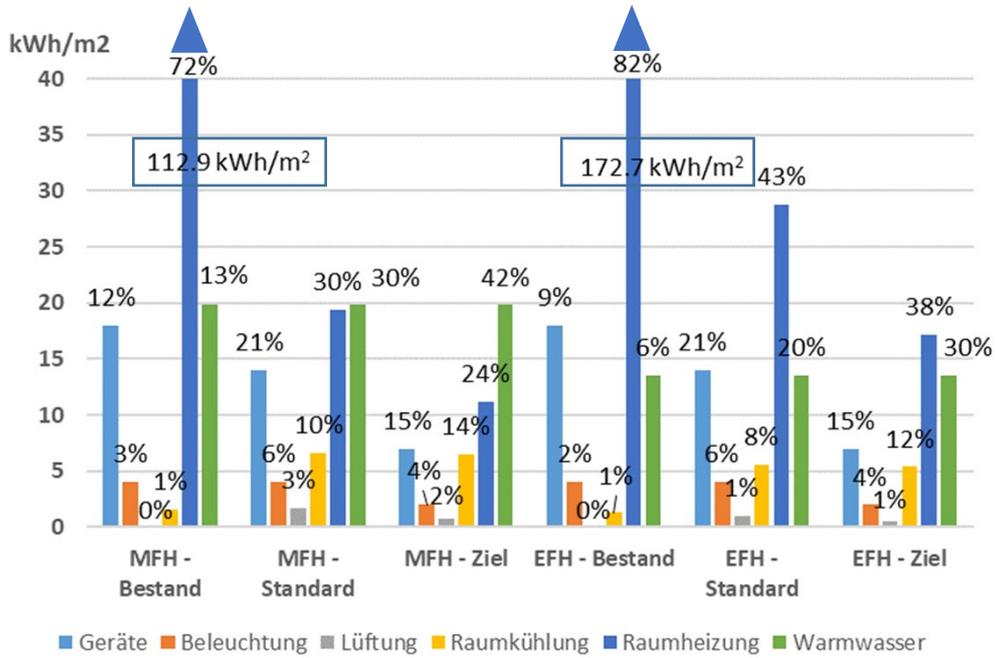


Abbildung 9: Prozentualer Energiebedarf nach SIA MB 2024, aufgeschlüsselt nach Anwendungsart

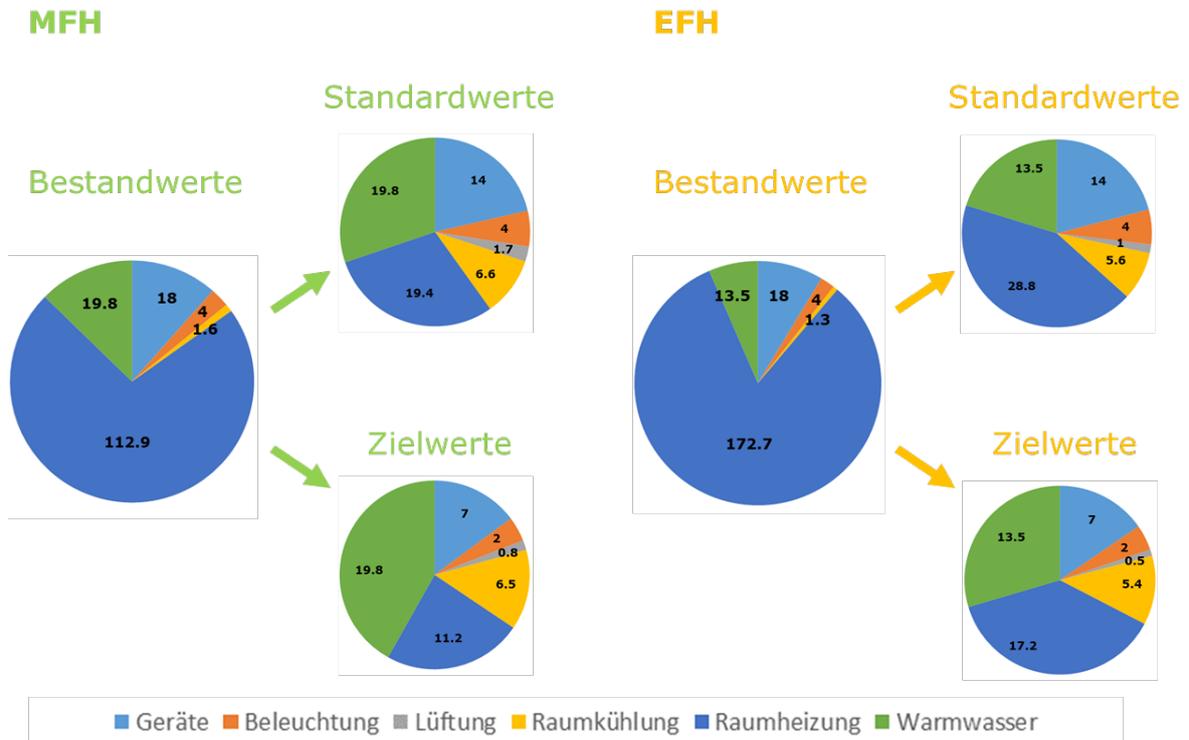


Abbildung 10: Gesamtenergiebedarf in kWh/m² nach SIA 2024, aufgeschlüsselt nach Anwendungsart



Werden die Zielwerte berücksichtigt (vgl. Abbildung 9), so beträgt der Energiebedarf für Warmwasser im MFH mehr als 40% und im EFH 30%. Der Bedarf an Warmwasser bleibt generell konstant hoch. Einzelmassnahmen wie die Installation von Strahlreglern wie sparsame Duschköpfe und wassersparende Mischdüsen können den Wasserverbrauch reduzieren. In der Praxis können die Einsparungen jedoch teilweise durch eine längere Nutzung aufgehoben werden oder im ungünstigsten Fall sogar überboten werden. Ein weiteres Sparpotenzial besteht durch die Wärmerückgewinnung aus Abwasser oder durch die Nutzung erneuerbarer Energien zur Warmwasserbereitung, die den Verbrauch von nicht erneuerbarer Energie für diese Nutzung reduzieren. Ebenso kann der Einsatz von Wärmepumpen den Energieverbrauch für die Heizung und die Warmwasserbereitung reduzieren. Einzelne Systeme hierzu haben sich in der Praxis bereits bewährt.

3.5 Erkenntnisse des 3. Workshops

Workshop zu funktionellen, ergonomischen und ästhetischen Voraussetzungen, für eine erfolgreiche und nachhaltige Integration von Technikkomponenten (HLKSE) in Küchen und Bädern.

3.5.1 Workshop «Sanierung von innen heraus - Eine Symbiose aus Nutzerbedürfnissen und Gebäudetechnik». Auf Grund von Covid-19 und der ausserordentlichen Lage wurde der 3. Workshop hochschulintern durchgeführt, wobei das Team interdisziplinär und themenspezifisch mit Fachpersonen erweitert wurde. Folgende Institute und Departemente waren beteiligt:

- Institut für Gebäudetechnik und Energie IGE (T&A): Davide Bionda, Sina Büttner, Marvin King
- Institut für Innenarchitektur IIA (T&A): Nicole Hartmann, Katharina Kleczka
- Departement Design & Kunst (D&K): Stijn Ossevoort

Der Grundgedanke besteht darin, eine modulare Gesamtlösung zu entwickeln, welche die verschiedenen Technikkomponenten der HLKSE sowie die bestehenden Einzelmassnahmen zur Effizienzsteigerung (u.a. Wärmerückgewinnungssysteme, etc.) aus Küche und Bad vereint. Nach dem Prinzip «Plug & Play» sollen dabei nur minimale Eingriffe in die bestehenden technischen Strukturen sowie die Baustanz erforderlich sein und das Modul eine möglichst unkomplizierte sowie schnell realisierbare Sanierungsmassnahme im Wohngebäudebereich ermöglichen. Zielgruppe sind sowohl private Hauseigentümer und Genossenschaften, wie auch institutionelle Investoren und Hochbauämter.

Im Rahmen des Workshops wurde die Chance genutzt, das Wissen aus den Bereichen Innenarchitektur (IIA), Design & Kunst (D&K) sowie Gebäudetechnik und Energie (IGE) der Hochschule Luzern zusammenzuführen. Dabei liegt der Fokus insbesondere in der Analyse der funktionellen, ergonomischen und ästhetischen Voraussetzungen, um eine erfolgreiche und nachhaltige Integration von Technikkomponenten (HLKSE) aus den Bereichen Küche und Bad zu erzielen.

Bei der Konzeptentwicklung galt es die Balance zwischen Nutzung (IIA) und Gebäudetechnik (IGE) zu finden und diese in Bezug zu Ästhetik und «Universal Design» zu setzen (D&K). Da neben der technisch funktionalen Sichtweise insbesondere auch die Nutzerakzeptanz und Behaglichkeit für die wirtschaftliche Lebensdauer des Produkts eine entscheidende Rolle spielt, wurden bereits über das Institut für Finanzdienstleistungen Zug (IFZ) Kontakte zur Immobilienbewirtschaftung gewonnen.



Quantitative Kriterien, wie bspw. die Wirtschaftlichkeit und Energieeffizienz sind dabei messbare Faktoren. Die grösste Herausforderung besteht insbesondere in der Evaluierung der qualitativen Faktoren (Behaglichkeit, Funktionalität, etc.), welche von Investoren und Eigentümer zunehmend für Sanierungsentscheidungen in den Vordergrund treten. Diesen weichen Einflussfaktoren wird dementsprechend eine hohe Priorität zugeschrieben:

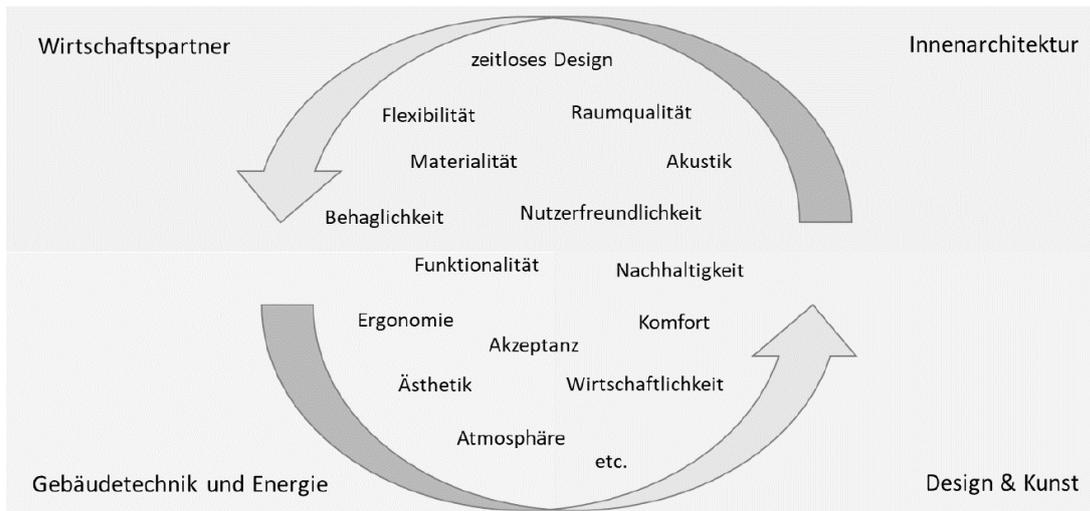


Abbildung 11: Entscheidungsfaktoren für eine erfolgreiche Sanierung und eine hohe Nutzungsdauer, eigene Grafik

In Abbildung 11 sind projektrelevante Faktoren dargestellt, welche für eine nachhaltige und erfolgreiche Sanierung wie auch für eine hohe Nutzungsdauer eines Produktes entscheidend sind. Die Herausforderung besteht generell darin, diese grösstenteils qualitativen Faktoren gesamtheitlich zu betrachten, sowie nachhaltige Lösungsvorschläge und Umsetzungsstrategien transdisziplinär zu erarbeiten.

3.5.2 Anforderungen und Herausforderungen

Bei der Konzeptentwicklung sollen die nachfolgenden Anforderungen berücksichtigt werden:

- **Funktionalität und User Experience:** Sehr wichtige Parameter, um den steigenden Technisierungsgrad im Wohnumfeld auszubalancieren und die Akzeptanz durch alle Altersstufen zu erhöhen. Die Renovation von Küche und Bad ist eine grosse Chance, um diese für den Alltag und das Wohlbefinden sehr wichtigen Elemente für Nutzer aller Altersklassen, auch ältere Bewohner, kompatibel zu machen. Eine einfache Bedienung ist die Voraussetzung für die Akzeptanz und lange Nutzungsdauer.
- **Design und Ästhetik:** Die Optik und Materialität eines Produktes sind entscheidend für die Lebensdauer. Gefällt dem Nutzer das Produkt nach wenigen Jahren nicht mehr, so wird es meist vor Ende der technischen Nutzungsdauer ersetzt, wodurch die Wirtschaftlichkeit reduziert und Ressourcen verschwendet werden. Für eine nachhaltige Lösung soll demnach ein «zeitloses» Design angestrebt werden, welches keine kurzlebigen Trends verfolgt (Thema «Demodernisierung»).
- **Energieeffizienz und Komfortsteigerung**



- **Akustik:** Störende Geräusche und Schallemissionen sind zu vermeiden. Wird das Wohlbefinden des Nutzers gemindert, fehlt die Akzeptanz für das Produkt.
- **Modularität, Vorfabrikation, «Plug & Play»:** Möglichst unkomplizierte, schnell einsetzbare Modul-lösung, wodurch nur minimale Eingriffe in die bestehende Gebäudetechnik und -struktur notwendig sind. Dadurch soll die Sanierungsrate gesteigert und ein positiver Beitrag zur Reduktion des Energieverbrauchs im Schweizer Gebäudepark geleistet werden.
- **Betrieb, Wartung und Unterhalt**
- **Wirtschaftlichkeit**

3.5.3 Qualitative Bewertung

Allgemein:

- Küche und Bad werden in der Regel über gemeinsame Steigzonen bzw. Fallstränge erschlossen, daher liegen diese Nutzungen häufig räumlich nahe beieinander.
- Die Sanierung der Steigzone ist ein wesentlicher Auslöser für die Sanierung von Küche und Bad.
- Im Winter mehr Stauraum, im Sommer mehr «Kühlraum». Brauchwasser kann zum Kühlen bzw. Vorwärmen genutzt werden.
- Das Mobiliar sollte langfristig einen ökologischen Vorteil bieten (Graue Energie, effizienter Betrieb etc.).

Küchen:

- Die Küche ist häufig ein gewichtiges Thema bei Bauherren/Architekten/Ausführende (u.a. offene oder geschlossene Küche, Ausstattung und Bedarf, etc.). Unterschiedliche Anforderungen und Auf-fassungen bedingen auch die Möglichkeit einer halboffenen Küche (im Gegensatz zur offenen Kü-che).
- Offene Küchen sind ein aktueller Trend, wobei dieser «Trend» seit Jahrzehnten wiederkehrend wahrnehmbar ist.³¹ Offene Küchen benötigen meist einen aufwändigen Umbau der Raumstruktur. Die Frage ist: Wie viel wollen wir verändern/umbauen?
- In vielen Grundrisslösungen sieht man eine Kochinsel. Das ist momentan ein Trend, doch es ist nicht sicher, ob dieser auch längerfristig bestehen bleibt.
- Eigentlich benötigt man zwei «Kühlschränke»: einmal mittel und einmal ganz kühl. Gesundes Essen wird immer wichtiger (frische Produkte etc.). Evtl. benötigt man künftig auch einen «Kühlschrank» im Badezimmer für Medikamente.
- Mietbarkeit / Leasing von Geräten ist ein sehr interessanter Ansatz. Zu prüfen wäre aber, ob das Geschäftsmodell auch für die Umwelt nachhaltig sein kann (siehe schnellere Abnutzung bzw. Ver-kürzung der Lebensdauer der Geräte durch häufigen Umbau, Logistik, evtl. überproportionale Ge-nerierung von Nachfrage usw.)
- Es existieren bereits Systeme für die «Ferndiagnostik» und «Fernwartung» von Geräten. Dabei können Geräte Fehler- und Wartungsmeldungen direkt an den Hersteller oder an die zuständige Firma senden, so dass Reparatur- oder Wartungsarbeiten effizient und prompt ausgeführt werden können. Es sind bereits Industriepartner kontaktiert worden, mit welchen das Thema weiterverfolgt werden kann.

³¹ Vgl. «Mit dem offenen Grundriss verschwindet die Isolierung der Küche mehr und mehr. (...) Er (Frank Lloyd Wright) öffnet die Küche in seiner ganzen Breite direkt in den grossen Wohnraum». Quelle: Die Herrschaft der Mechanisierung / Sigfried Giedion (Hg.), Frankfurt am Main Europäische, Verlagsanstalt GmbH, 1982. «Mitte der 1930er Jahre hatte Frank Lloyd Wright einen neuen Küchenprototyp entwickelt: klein und effizient, aber auch zum Wohn/Essbereich hin offen, ohne Begrenzung durch die Aussenwand des Hauses und teilweise in Relation zu den umliegenden Räumen angehobenen Niveau (...) ». Quelle: Die Küche; Zur Geschichte eines architektonischen, sozialen und imaginativen Raums / Elfie Miklauth et al. (Hg.), Wien: Böhlau Verlag, 1999.



Bad:

- Bei der Nutzung des Bades sind die Bedürfnisse sehr unterschiedlich und reichen vom individuellen stillen Rückzugsort zur Entspannung bis hin zu einem Ort für medizinische Zwecke (im Alter).
- Ggf. ein Trend zu weniger Relaxing?

Gesellschaftsstrukturen:

- Der Mehr-Personenhaushalt wird künftig immer wichtiger (mehr komplexe Haushalte, Patchwork-Familie etc.)
- In der Nutzung von Küche und Bad gibt es zwischen Altersgruppen verschiedene Anforderungen: bspw. wird das Bad im Alter meist mehr für gesundheitliche Zwecke (Medikamente etc.) verwendet als zur Entspannung.
- Verschiedene Lebenssituationen und Bedürfnisse müssen durch Küche und Bad bedient werden.
- Es werden verschiedene Lebensbereiche vermischt: zwischen einer «Küche im Wohnbereich» und einer «Küche als separaten Raum» bestehen deutliche Unterschiede. Die Anforderungen an die einzelnen Bereiche – Wohn-/Ess-/Küchenbereich – müssen im weiteren Vorgehen genauer definiert werden.
- Generationsgedanke → Sich ändernde Lebenssituation, auch über mehrere Generationen hinweg, sollten bedient werden (im Alter nicht «raus» müssen).
- Aktuelle Situation mit COVID-19: Mehrere Personen und Generationen müssen notgedrungen eng zusammenleben. Hierbei ist das Thema Hygiene sehr wichtig.

Raum und Qualität:

- Bei Umbau-/ Sanierungsvarianten werden Küche und Bad meist verwendet, um die Raumqualität anderer Räume, bspw. des Wohnbereichs, zu verbessern.
- Ziel ist es, eine platzsparende Produktlösung für Küche und Bad zu entwickeln. Es ist zu prüfen, wie diese Anforderung durch eine Modullösung bedient werden kann.
- Der «Technik-Kern» und Fallstränge sollten räumlich gut erschliessbar und geschossweise übereinander sein, Funktionen der angrenzenden Nutzungen ggf. anpassbar an die jeweiligen Situationen. Hierdurch entsteht eine Flexibilität der nahen Funktionen und eine lange Nutzbarkeit der Raumstruktur.
- Das Mobiliar könnte ggf. flexibel an verschiedene Nutzergruppen angepasst werden. Bsp.: einige Nutzer kochen gar nicht, andere – bspw. WGs – brauchen viel Platz und Fläche. Hier müssen langfristige und generationenübergreifende Ansätze geschaffen werden.

Technik:

- Der Begriff «Energiezentrale» suggeriert ein Nahwärmenetz im kleinen Format. Experten der HSLU-Forschungsgruppe «Simulation und Analyse von Gebäuden und Arealen» SAGA (IGE) können weiterführende Informationen zu Niedertemperatur (NT)-Netzen geben.
- Ist für das «Modul» eine dezentrale Lösung oder ist eine zentrale Lösung geeigneter? Dieser entscheidende Punkt ist nach wie vor offen. Symbiosen zwischen verschiedenen Nutzerverhalten/-zeiten könnten möglicherweise bei einer zentralen Lösung besser genutzt werden, ggf. ist es auch eine Mischform aus zentralen (z.B. Photovoltaik) und dezentralen Ansatz (z.B. Warmwasseraufbereitung).
- Plug & Play: Die einzelnen Komponenten (HLKSE) sollten auch nach und nach dazu geschaltet resp. erweitert werden können (vgl. Niedertemperatur-Netze).



Ausblick und Vision:

- Ist die Miete von Geräten ökologisch sinnvoll? Könnte kritisch sein in Bezug auf Abnutzung, Umbau sowie die komplexe Logistik, welche hierzu in Abhängigkeit steht. Beispiel Ski-Miete: Diese Mietobjekte werden nach ca. 2 Jahren komplett ausgetauscht. Dabei besteht die Gefahr, dass grosse Ressourcenflüsse stattfinden. Dieser Ansatz auf Küche/Bad/Geräte wäre dann zwar ökonomisch interessant, aber ökologisch weniger sinnvoll. Allerdings würde es sich für diese Mietobjekte auch einen «Markt danach» entwickeln, wo diese dann angeboten und weitergenutzt werden können.
- Geräte haben generell eine kürzere Lebensdauer als die Küche selbst. Teilweise haben energieeffiziente (moderne) Geräte eine kürzere Lebensdauer als alte Geräte, welche sich meistens reparieren lassen. Laut Baugenossenschaften müssen neue Geräte teilweise alle acht Jahre getauscht werden.
- Das Thema der Lebensdauer ist ein wichtiger Punkt, aber muss man denn Materialien verbauen, welche «ewig» halten (> 60 Jahre, u.a. Natur-/ Kunststein, Chromstahl)? In der Wirtschaft gibt es den Wunsch eines Wechsels (Begriff: «Impermanence»), in diesem Zusammenhang ist die Ökobilanzierung von Interesse.
Paradoxerweise kann man evtl. sagen, dass für Geräte oder Komponenten mit einer mode-/trendbedingten kurzen Lebensdauer sich ein hoher Ressourcenaufwand nicht lohnt.
- Die Themen «Reparierbarkeit» und «Resilienz» sollten integriert werden. Bspw. ist als empfindliches Bauteil beim Geschirrspüler meist die Pumpe, welche defekt ist. Wenn man diese gut austauschen/einfach reparieren kann mit vernünftigen Kosten, dann wäre das unproblematisch. Diese Möglichkeit muss jedoch gegeben sein und ist derzeit nicht in der Praxis üblich.
- Profit-Gedanke: Leider ist zu beobachten, dass viele Hersteller nur wenig Interesse an einer Langlebigkeit ihrer Produkte/Geräte haben, da ein Ersatz der Geräte eng mit dem finanziellen Gewinn des Unternehmens zusammenhängt. Dies ist eigentlich ökologisch ein «No-Go», wird aber noch sehr häufig so gehandhabt.
- Recyclinggerechtes Entwerfen sollte weiter in den Vordergrund rücken (Kreislaufwirtschaft auf Produktebene).

Fragestellung: Welche zukunftssträchtigen Lösungen können als **Investitionsentscheid** für Küche & Bad umgesetzt werden?

- Sanierungsmassnahmen dienen häufig der Wertsteigerung der Immobilie (wertvermehrende Investitionen), indem der Standard gehoben und gegenwärtigen und zukünftigen Nutzeranforderungen erfüllt werden.
- Die Lage des Gebäudes hängt nahe mit dem Ausbaustandard zusammen: gute Lage = höhere Miete.
- Meist werden Küche und Bad aus ästhetischen Gründen saniert und weniger aus funktionaler Sicht, obwohl der Trend momentan (langsam) in Richtung Nachhaltigkeit und Langlebigkeit geht (anstelle von «Küche und Bad als Statussymbol»).
- Die Sanierung von Küche und Bad sind aus Sicht des Vermieters/Investors eher unattraktiv, da diese mit hohen Kosten verbunden sind, welche über die Miete meist nicht vollständig überwältigt werden können. Für energetische Sanierungen der Gebäudehülle bestehen Fördermöglichkeiten, die hohen Sanierungskosten können zumindest teilweise über die reduzierten Energiekosten nach einer Sanierung kompensiert werden (Mieter-Vermieter-Dilemma). Im Gegensatz hierzu stehen Investitionen in den Ausbau und der Küche, welche über die angesetzten Lebensdauern der Bauteile häufig zu einem Rückstellungsmanko führen (vgl. folgendes Kap. 3.6 Technische Entwertung von Elementen).



Es sind somit neue wirtschaftliche Ansätze nötig, um die Motivation zur Durchführung von energetischen Sanierungen zu erhöhen.

Fragestellung: Welche Ansätze sind bekannt, die sich positiv auf die Umsetzung von energetischen Sanierungen in Küche und Bad auswirken könnten?

- «Küche sanieren» könnte künftig eher ein Austausch von einzelnen Teilen sein (Plug & Play), jedoch muss diese Modularität auf dem Markt erstmal vorhanden sein und angeboten werden.
- Ansätze des «zirkulären Bauens» nutzen: Materialien könnten anderweitig genutzt und wiederverwendet werden. Die Elemente aus Küche und Bad könnten als «Materiallager» dienen. Metalle und andere Materialien gewinnen künftig evtl. an Wert, wenn diese Ressourcen zunehmend knapper werden.
- Energiespar-Contracting³²
- Miet- und Leasing-Modelle³³
- Alternative Finanzierungsmodelle wie z.B. Property light bzw. «Plus 1»³⁴
- Low-Budget-Varianten
- Lediglich eine «bedingte» Flexibilität, da eine vollumfängliche Flexibilität häufig nicht genutzt wird bzw. sich in Relation als sehr kostenintensiv herausstellt (unwirtschaftlich).
- Ein Impermanenz-Ansatz zielt auf eine bewusste Lebenszyklusverkürzung und steht in einer Wechselwirkung zwischen Nutzung und Lebensdauer der Bauteile.
- Modell «Wohnen auf Zeit»: Wohnungsgrösse optimieren - Energieeffizienz und Komfort steigern³⁵

³² Energiespar-Contracting (ESC) ist ein marktwirtschaftliches Instrument, das Kunden dabei hilft, ihren Energieverbrauch zu senken und ihre Energieeffizienz zu steigern. ESC bietet dabei eine gesamtheitliche Sicht und versucht, das Einsparpotenzial zu maximieren. Der Kunde bezieht ein Dienstleistungspaket: Neben den gängigen Leistungen der Planung und Installation gehören im ESC ebenso die Finanzierung, die Wartung und die Überwachung des Betriebs sowie die Messung und Verifizierung der erzielten Einsparungen dazu. <https://www.swissesco.ch/files/tao/swissesco/PDF%20DE-FR/Leitfaden%20Energiespar-Contracting.pdf>

³³ Man erwirbt bei diesem Modell nur die Wohnung selber, zeitlich unbegrenzt und dem Sonderrecht des Stockwerkeigentums entsprechend (inkl. Grundbucheintrag). Das Miteigentum an den allgemeinen Liegenschaftsteilen hingegen entfällt: Land, Rohbau, allgemeine Räume, Haustechnik und Gebäudehülle verbleiben im Besitz eines Investors, welcher auch für die Verwaltung, die Bewirtschaftung und den Unterhalt der allgemeinen Teile verantwortlich zeichnet. Diese Leistungen sowie der entsprechende Kapitaldienst werden dem Investor in Form eines laufenden Entgelts entrichtet. Quelle: NZZ, Wohneigentum für alle? Artikel vom 14.11.2006: <https://www.nzz.ch/articleEM6IH-1.75326>

³⁴ <http://www.propertylight.ch>

³⁵ EnWiA – Energieeffizientes Wohnen im Alter: Rütter Soceco AG, Sozioökonomische Forschung + Beratung, im Rahmen des NFP 71-Projekts „Residential energy efficiency and sufficiency potentials of elderly households“, <http://www.ruetter-soceco.ch/project/enwiaenergieeffizientes-wohnen-im-alter/>



3.6 Technische Entwertung von Elementen

Wird die technische Entwertung einzelner Bauteile analysiert, spielen die Erstellungskosten in Bezug zur Lebensdauer eine entscheidende Rolle. Die Lebensdauer von Küchen liegt bei ca. 15 bis max. 30 Jahren, je nach Nutzung, Unterhalt und Qualität (einzelne Geräte sind ggf. früher zu ersetzen).

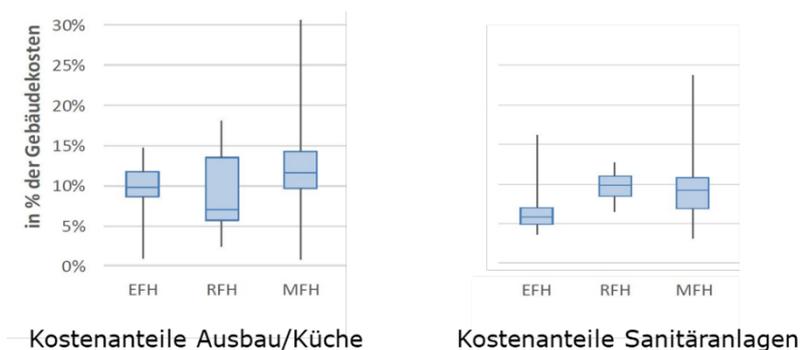


Abbildung 12: Kostenanteile für Küchenausbau und Sanitäranlagen als Prozent der Gebäudekosten

Die Kostenanteile des Ausbaus und der Küche betragen ca. 10% bis 15% der Erstellungskosten nach eBKP-H (Abbildung 12). Leicht geringer sind die Kostenanteile von Sanitäranlagen mit ca. 5% bis 12% von den Erstellungskosten einzuschätzen.³⁶ Zu bemerken ist die grosse Variabilität der Kosten für den Küchenausbau bei Reiheneinfamilienhäusern (RFH).

Kostenintensität des Bauteils/-gruppe G (nach eBKP-H Ausbau Gebäude) Küche inkl. Geräte:

	Kosten (CHF)	Lebensdauer (Jahre)
durchschnittliche Qualität:	15'000 bis 25'000	20
hochwertige Qualität:	25'000 bis 40'000	30
Geräte und Technik:	variabel	10 bis 30

Tabelle 4: Erstellungskosten und Lebensdauer von Küchen nach Standard

Werden die möglichen Rückstellungen dieser kostenintensiven Bauteile mit den Erstellungskosten gegenübergestellt, wird ein hohes Rückstellungsmanko der Einbauten von Küchen und Bädern festgestellt.³⁷ Entscheidend hierfür ist die relativ kurze Lebensdauer dieser Bauteile von 15 bis 30 Jahren (Tabelle 4) im Vergleich von konstruktiven Bauteilen oder der Gebäudehülle (40 Jahre technische Lebensdauer). Nicht berücksichtigt ist hierbei die modische Obsoleszenz, welche z.B. bei Kucheneinrichtungen den veränderten Wünschen der Nachfrage nicht mehr entspricht.³⁸ In der Praxis führt die Häufung materialtechnischer Ausfälle und das Fehlen von Ersatzteilen bei Geräten zur Untauglichkeit und

³⁶ Technische Entwertung: Ermittlung mit System, Studer/Formoso/Hersche 2016, MAS in Real Estate Management FHS St. Gallen

³⁷ Technische Entwertung: Rückstellungsmanko (Tabelle 43), Studer/Formoso/Hersche 2016, MAS in Real Estate Management FHS St. Gallen

³⁸ Vgl. Grobdiagnose, Zustandserfassung und Kostenschätzung von Gebäuden, 2. überarbeitete Auflage, Impulsprogramm IP-BAU, Bundesamt für Konjunkturfragen, Kap. 3.3 Werterhaltungsstrategien, Arten der Alterung, B. Rüst et al., 1995



Ersatz. Zudem wird der Ersatz häufig aus Gründen der Anpassung an die geänderten Ansprüche in Bezug auf die Materialien, Farben und Form vorgenommen.³⁹

Im Vergleich (Tabelle 5) geht deutlich die Diskrepanz der möglichen und diskontierten Rückstellungen einzelner Baukostengruppen hervor. Ausschlaggebend hierfür sind die hohen Erstellungskosten im Verhältnis der Gesamtlebensdauer der Bauteile. Nebst der Instandhaltung müssen periodisch Instandsetzungen einzelner Bauteile vorgenommen werden. Überdurchschnittlich hoch sind hierbei die «Gewichteten Kosten» bei Küchen, welche bei einer Lebenszyklusbetrachtung von 100 Jahren den Hauptteil ausmachen.⁴⁰ Für die strategische Entwicklung soll dieser ökonomische Effekt im Projekt berücksichtigt werden.

Baukostengruppe nach eBKP-H	Erstellungskosten (CHF)	GLD ^A (Jahre)	mögl. Rückstellungen (CHF)	Rückstellungsmanko ^B (CHF)
Wand-, Stütz-, Dachkonstruktion	274'826	105	274'826	0
Elektroanlagen	26'603	25	7'669	-12'791
Wärmeanlage/-erzeugung	53'319	20	9'698	-35'853
Bedachung	122'308	40	30'093	-42'086
Äussere Wandbekleidung	41'145	40	12'894	-12'894
Ausbau (mit Küchen)	89'504	20	16'280	-60'185

^A **GLD:** Gesamtlebensdauer der Bauteile nach eBKP-H (nach IP BAU)

^B **Rückstellungsmanko diskontiert:** Gesamte Erneuerungskosten in der Zukunft minus noch aufsparebare Rückstellungen diskontiert auf den heutigen Tag entspricht dem Rückstellungsmanko (diskontiert)

Tabelle 5: Erstellungskosten und Lebensdauer von Bauteilen nach eBKP-H

3.7 Miet- und steuerliche Zusammenhänge von werterhaltenden und wertvermehrenden Investitionen bei Sanierungen

Der Sanierungsentscheid beruht stark auf einer ökonomischen Betrachtung. In diesem Zusammenhang ist für den Eigentümer bzw. Investor die Überwälzbarkeit der Sanierungskosten auf den Mietzins von Bedeutung. Die Sanierung der Küche erfolgt i.d.R. als werterhaltend (60-80%). Für diese Kosten können grösstenteils steuerliche Abzüge geltend gemacht werden. Teilweise werden diese Kosten als

³⁹ Vgl. Alterungsverhalten von Bauteilen und Unterhaltskosten, Grundlagendaten für den Unterhalt und die Erneuerung von Wohnbauten, Impulsprogramm IP-BAU, Bundesamt für Konjunkturfragen, P. Meyer et al., 1994

⁴⁰ Vgl. Alterungsverhalten von Bauteilen und Unterhaltskosten, Grundlagendaten für den Unterhalt und die Erneuerung von Wohnbauten, Impulsprogramm IP BAU, Bundesamt für Konjunkturfragen, Grafik 4.2 Instandsetzung allgemein beim Bauteil Ausbau (mit Küchen): Gewichtete Kosten in 100a (BKP 2) entsprechen 78% von total 219% gegenüber den ehemaligen Erstellungskosten, P. Meyer et al., 1994



wertvermehrend (nicht energetisch) auf den Mietzins umgelegt (20-40%) bzw. ein geringer Teil als wertvermehrend (energetisch) aufgrund der energieeffizienteren Geräte (10%) umgelegt.⁴¹

Die Studie «Wertvermehrnde und werterhaltende Investitionen bei umfassenden Sanierungen»⁴² zeigt auf, dass die energetische Verbesserung häufig nicht der alleinige Auslöser einer energetischen Sanierung ist. Häufig finden energetische Massnahmen im Zusammenhang mit Gesamtsanierungen statt bzw. die Sanierung der Gebäudehülle bleibt nicht die alleinige Massnahme. Innerhalb der Studie sind rund 1/3 der untersuchten Objekte reine Innensanierungen. Die typischen Sanierungsmassnahmen betreffen Küchen- und Baderneuerungen sowie Elektroinstallationen. Zum Teil wurden auch Grundrissänderungen und Anpassungen an der Heizungsanlage vorgenommen.



Abbildung 13: Prognose der Anteile unterschiedener Verwendungszwecke am Energieverbrauch von privaten Haushalten in den Jahren 2000 bis 2050, Quelle: BFE, Progris 2012

Bei energetischen Sanierungen hat die Gebäudetechnik einen grossen Einfluss (energieeffizientere Technik und Systemwechsel fossil auf erneuerbar). Vor allem bei der Anpassung der Heizung und der Warmwassererwärmung lassen sich grosse energetische Verbesserungen erzielen und den Energieverbrauch dadurch erheblich senken⁴³. Die umlegbaren Kosten der Sanierung des Referenzobjektes

⁴¹ Projekt «Energetische Sanierung Auswirkungen auf Mietzinsen», B,S,S. Volkswirtschaftliche Beratung AG in Zusammenarbeit mit Basler & Hofmann, Projektleitung W. Kägi, Auftraggeber BFE und BWO, SI/401007-01, 2015

⁴² Projekt «Wertvermehrnde und werterhaltende Investitionen bei umfassenden Sanierungen» der HSLU – T&A und Wirtschaft, Projektleitung M. King, Auftraggeber BFE und BWO, Projekt Nummer 810005196, 2018

⁴³ Projekt «Energetische Sanierung Auswirkungen auf Mietzinsen», SI/401007-01, 2015, Schlussbericht S. 25: «Statt den ursprünglichen 253 kWh/m²/Jahr beträgt der Verbrauch heute gerade mal 73 kWh/m²/Jahr. Eine 4-Zimmer-Wohnung mit 80 m² Wohnfläche spart dadurch monatlich Energiekosten von ca. 91 CHF. Nichtsdestotrotz haben die energetischen Sanierungsmassnahmen aufgrund der relativ hohen Mietzinserhöhung zu einer Mehrbelastung der Mieter geführt.»



wurden auf den Mietzins aufgeschlagen. Deutlich wird auch die steigende Relevanz des Warmwasserverbrauchs, wie die Prognose am Energieverbrauch von privaten Haushalten in den Jahren 2000 bis 2050 in Abbildung 13 verdeutlicht.

Die Sanierungskosten können in die Kategorien „werterhaltend“, „wertvermehrend energetisch“ und „wertvermehrend nicht energetisch“ zugeteilt werden. Bei der jeweiligen Zuteilung sollten jeweils die mietrechtlichen Regelungen objektspezifisch berücksichtigt werden. Als Anhaltspunkt kann folgende Zuteilung dienen:⁴⁴

- Heizung: 90% werterhaltend, 10% wertvermehrend energetisch, 0% wertvermehrend nicht energetisch
- Wassererwärmung: 20% werterhaltend, 80% wertvermehrend energetisch, 0% wertvermehrend nicht energetisch

Aus Mietersicht lassen sich die Mietzinserhöhungen aufgrund der energetischen Sanierung nicht zwingend über einen reduzierten Energieverbrauch wettmachen. Wobei generell ein Mehrwert über den gesteigerten Komfort und der Behaglichkeit festzustellen ist und die Mehrbelastung für den Mieter aufwiegen kann.

Aus Eigentümersicht spielt die Überwälzbarkeit der Kosten eine entscheidende Rolle als Auslöser der Sanierung. Relevant ist hierbei nicht nur das Mietrecht, sondern die spezifische Situation der Objektlage und das Marktumfeld der Immobilie. Teilweise lassen sich die wertvermehrenden Anteile nicht auf die Miete umwälzen, da die Marktfähigkeit der Immobilie nicht mehr gegeben ist.

Für Hauseigentümer gelten ab 1. Januar 2020 neue Steuerabzüge für energetische Sanierungen, dies bei der direkten Bundessteuer. Neu können energiesparende und umweltschonende Investitionen auf bis zu drei aufeinanderfolgende Steuerperioden verteilt werden, insoweit sie das steuerbare Einkommen übersteigen. Dies regelt die angepasste Liegenschaftskostenverordnung im Rahmen der Energiestrategie 2050. Damit steigt für private Immobilienbesitzer der Anreiz, energetische Sanierungen als einmaliges Gesamtprojekt voranzutreiben, statt es in Teilprojekte auszuführen. Die Unterscheidung zwischen «werterhaltend» und «wertvermehrend», welches das Finanzamt generell bei Sanierungsprojekten anwendet, entfällt hier. Weiterführende Quellen sind hierzu auf den Seiten des Bundesrates wie auch des Hauseigentümerverbandes HEV Schweiz zu entnehmen.^{45, 46}

Als weitere Möglichkeit zur Förderung von Energiesparmassnahmen bei Mietliegenschaften, hat der Bundesrat am 29. April 2020 eine Änderung der Verordnung zum Mietrecht verabschiedet. Sie tritt per 1. Juni 2020 in Kraft. Der neue Artikel 6c der Verordnung über die Miete und Pacht von Wohn- und Geschäftsräumen (VMWG) sieht vor, dass die Vermieterschaft die Kosten eines Energiespar-Contracting (ESC) unter bestimmten Voraussetzungen als Nebenkosten verrechnen darf.⁴⁷

⁴⁴ Projekt «Energetische Sanierung Auswirkungen auf Mietzinsen», B,S,S. Volkswirtschaftliche Beratung AG in Zusammenarbeit mit Basler & Hofmann, Projektleitung W. Kägi, Auftraggeber BFE und BWO, SI/401007-01, 2015

⁴⁵ https://www.estv.admin.ch/estv/de/home/die-estv/medien/nsb-news_list.msg-id-70048.html

⁴⁶ <https://www.hev-zuerich.ch/neu-ab-2020-sind-rueckbaukosten-bei-den-steuern-abziehbar>

⁴⁷ Der Hauseigentümerverband HEV Schweiz empfiehlt seinen Mitgliedern auf ein ESC zu verzichten, vgl. Mitteilung H. Egloff, Präsident HEV Schweiz, 15.05.2020



3.8 Potenzialanalyse der Haushaltsgeräte und Sanitärapparate

IST-Analyse: Jährlicher Energieanfall durch Geräte und Apparate (Standardnutzung)

In diesem Abschnitt wird aufgezeigt, welches ungenutzte energetische Potential in Küche und Bad generell anfällt und welche Energiemengen künftig genutzt werden könnten. Dazu wurden in einem ersten Schritt typische Kennwerte von Geräten und Sanitärapparaturen analysiert: In Tabelle 6 sind typische Kennwerte für die Energieaufnahme und –abgabe inkl. Temperaturprofil zusammengestellt.⁴⁸

		Energieaufnahme		Temperaturprofil		Energieabgabe / Abwärme		
		Q _{auf} [Wh/Pr]	COP / EER [-]	Q _{auf} [Wh/Pr]	T _{Abwasser/Abluft} [°C]	T _{Masse} [°C]	Q _{ab} Abluft/Abwasser [Wh/Pr]	Q _{ab} Masse [Wh/Pr]
Haushaltsgeräte	Waschmaschine	694			18.6	18.6	658	
	Wäschetrockner	2292	2.5	917	40	60	126	113
	Geschirrspülmaschine	700			50	50	605	176
	Kühlschrank mit Gefrierfach	588	1.5	392			980	
	Backofen	730				220		144
	Dampfabzug				25		156	
Sanitärapparate	Dusche	2442			30		1628	
	Badewanne	4885			30		3257	
	Waschtisch	35			20		23	
	Spültisch	140			25		105	

Tabelle 6: Energiebedarf und abgegebene Energiemengen typischer Geräte und Sanitärapparaturen in Küche und Bad

Im Rahmen der Studienarbeit fand ein enger Austausch mit der Firma V-Zug AG statt. Hierdurch konnten die technischen Angaben der Geräte mit Erfahrungswerten des Herstellers validiert werden, entsprechend wurden die dargestellten Temperaturprofile festgelegt. Die Kennwerte der Geräte entsprechen dem heutigen Standard.

Um die anfallenden Energiemengen auf ein Jahr zu berechnen, wurde ein Nutzerprofil für eine Standardwoche erstellt und die Prozesshäufigkeiten aller Geräte und Apparate aus Küche und Bad definiert (vgl. Tabelle 7/7a und erweiterte Tabelle 9 im Anhang Kap. 7.6). Die Angaben entsprechen einer Standardnutzung von zwei Erwachsenen und einem Kind. Die Prozesshäufigkeiten der Nutzung von den Haushaltsgeräten beruhen auf technischen Datenblättern und wurden mit dem Hersteller gemeinsam definiert. Für die Sanitärapparate wurden die Mengen und Prozesse auf Basis der SIA-Norm 385/2 bestimmt.⁴⁹ Auf dieser Grundlage wurden die Wasserentnahmen jeder Entnahmestelle pro Tag über die Anzahl Personen berechnet. Für die Zeitpunkte der Wasserentnahmen pro Tag wurden Annahmen getroffen. Nachdem die Prozesse pro Woche definiert wurden, konnten diese für ein Jahr aufsummiert werden. Um für den Dampfabzug, den Spültisch, den Waschtisch, die Badewanne sowie die Dusche realistische Prozessmengen zu erhalten, wurde ein Jahresnutzungsfaktor von 90 % angenommen.⁵⁰ Die Prozesshäufigkeiten der Waschmaschine, des Wäschetrockners, des Geschirrspülers sowie des Backofens, basieren auf den technischen Datenblättern des Herstellers, welche auf Grundlage der EU-Verordnung definiert wurden.

⁴⁸ Die Kennwerte basieren auf der Bachelor-Diplomarbeit «Dezentrales Energiemodul für den Wohnungsbau», der Hochschule Luzern - Technik & Architektur, A. Arians, A. Ruoss und K. Suter, 2016

⁴⁹ Norm SIA 385/2; Anlagen für Trinkwarmwasser in Gebäuden - Warmwasserbedarf, Gesamtanforderungen und Auslegung, 2015

⁵⁰ Für Sanitärapparate wurde die Menge der Prozesse anhand der SIA Norm 385/2 definiert. Die Anzahl Wasserentnahmen jeder Entnahmestelle sind pro Tag über die Anzahl Personen berechnet, der Zeitpunkt der Wasserzapfungen während des Tages beruht auf Annahmen. Für Dampfabzug, Spültisch, Waschtisch und Dusche sind die Prozesshäufigkeit der Standardwoche auf ein Jahr aufsummiert. Um realistische Prozessmengen zu erhalten, wird ein Jahresnutzungsfaktor von 90 % angenommen, wobei für die Badewanne die Annahme bei 24 Prozessen im Jahr festgelegt wurde.



	Haushaltsgeräte					
	Waschmaschine	Wäschetrockner	Geschirrspüler	Kühlschrank inkl. Gefrierfach	Backofen	Dampfabzug
Prozesse pro Woche	6	4	7		4	11
Prozesse pro Jahr	312	208	364		208	572
Jahresnutzungsfaktor						0.9
Nutzungen pro Jahr	220	160	280	Dauerbetrieb	150	515

	Sanitärapparate			
	Dusche	Badewanne	Waschtisch	Spültisch
Prozesse pro Woche	14	0.461	63.7	84.7
Prozesse pro Jahr	728	24	3312	4404
Jahresnutzungsfaktor	0.9	0.9	0.9	0.9
Nutzungen pro Jahr	655	22	2981	3964

gemäss Norm

Annahme

Tabelle 7/7a: Nutzerprofil Haushaltsgeräte und Sanitärapparate für 2 Erwachsene + 1 Kind (Standardwoche)

Nachdem die Energieaufnahme und – abgabe pro Gerät sowie die Prozesshäufigkeiten bestimmt wurden, konnten die Energiemengen pro Jahr berechnet werden (vgl. Tabelle 8). Diese Werte beziehen sich wieder auf das definierte Nutzerprofil (2 Erwachsene + 1 Kind).

		Nutzungen	Energieabgabe / Abwärme		Energieabgabe / Abwärme	
		pro Jahr	Q _{ab} Abluft/Abwasser [Wh/Pr]	Q _{ab} Masse [Wh/Pr]	Q _{ab} Abluft/Abwasser [kWh/a]	Q _{ab} Masse [kWh/a]
Haushaltsgeräte	Waschmaschine	220	658		145	
	Wäschetrockner	160	126	113	20	18
	Geschirrspühlmaschine	280	605	176	169	49
	Kühlschrank mit Gefrierfach	Dauerbetrieb	980		358	
	Backofen	150		144		22
	Dampfabzug	515	156		80	
Sanitärapparate	Dusche	655	1628		1066	
	Badewanne	22	3257		72	
	Waschtisch	2981	23		69	
	Spültisch	3964	105		416	

Tabelle 8: Anfallende Energiemengen in kWh/a für Geräte und Sanitärapparate

Summiert man die anfallenden Energiemengen über Abluft, Abwasser und Massen⁵¹ in Küche und Bad, würde dies ca. 2'500 kWh pro Jahr für eine Kleinfamilie (2 Erw. + 1 Kind mit Standardnutzung) ergeben. Diese Werte beziehen sich auf nur eine Wohneinheit. In Mehrfamilienhäusern würde dieses Potential entsprechend höher liegen: Bspw. bei einem Mehrfamilienhaus mittlerer Grösse (6 bis 8 Wohneinheiten) würden die anfallenden Energiemengen unter den zuvor getroffenen Annahmen rund 15'000 kWh/a bis 20'000 kWh/a betragen und somit in der Gesamtbilanz einen immer grösseren Anteil einnehmen. Dementsprechend wichtig ist es, dass bei Sanierungen von Küche und Bad künftig effiziente Systemlösungen realisiert werden, um die anfallenden Energiemengen besser zu nutzen.

⁵¹ Definition: Entsprechende Energiemengen, welche durch Kleidung (z.B. Wäschetrockner), Geschirr (Geschirrspüler) oder über andere Medien (beim Backprozess) gespeichert und anschliessend an die Umgebung abgegeben werden.



3.9 Marktanalyse

3.9.1 Marktanalyse: Einzellösungen zur Wärmerückgewinnung

Im Rahmen des Projekts wurde eine Recherche durchgeführt, welche Einzellösungen zur Wärmerückgewinnung (WRG) in den Bereichen Küche und Bad auf dem Markt bestehen und welche Potentiale diese Systeme aufweisen. Nachfolgend sind einige Beispiele verschiedener Systeme und Hersteller beschrieben.

a.) Wärmerückgewinnung bei Duschen und Badewannen (Abwasser)

Für die WRG über Abwasser von Dusche und Badewanne gibt es bereits diverse Systeme am Markt. Diese Einzellösungen können sehr gut im Wohnungsbau eingesetzt werden. Als Beispiel kann hier u.a. die *Firma Joulia AG* genannt werden. Diese Systeme setzen Wärmetauscher ein, um das kalte Frischwasser, über die Wärme des abfliessenden Warmwassers, vorzuwärmen (Abbildung 14). Durch dieses Prinzip der Wärmerückgewinnung kann laut Hersteller bis zu 60 % der Wärme wiedergewonnen werden.



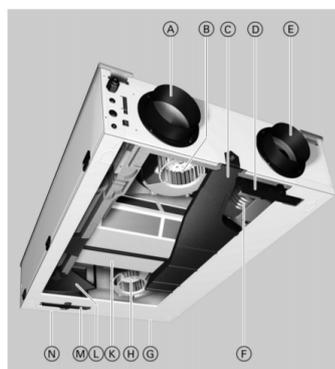
Abbildung 14: Wärmerückgewinnung über Duschwarmwasser – System Joulia-Twinline (Stand: 2020)

b.) Wärmerückgewinnung bei Wohnungslüftungsanlagen (Abluft)

Die *Firma Viessmann AG* bietet zentrale Wohnungslüftungssysteme mit WRG an (Abbildung 15). Durch diese Systeme können bis zu 90 % der in der Abluft enthaltenen Wärme rückgewonnen werden. Über einen Kreuz-Gegenstrom-Wärmetauscher kann kühle Aussenluft vorgewärmt und hierdurch Energie und Heizkosten eingespart werden.



Abbildung 15: Wohnungslüftungssystem VITOVENT 300-C



- A Fortluft
- B Gleichstrom-Radialventilator Abluft
- C Kondenswasserwanne
- D Außenluftfilter
- E Außenluft
- F Elektrisches Vorheizregister (werkseitig eingebaut)
- G Zuluft
- H Gleichstrom-Radialventilator Zuluft
- K Gegenstrom-Wärmetauscher
- L Bypass
- M Abluftfilter
- N Abluft

Abbildung 15: Wohnungslüftungssystem VITOVENT 300-C



c.) Wärmerückgewinnung bei Waschmaschinen und Wäschetrocknern (Abwasser und Abluft)

Diese Lösungen sind bisher nur in industriellen Wäschereien implementiert, wo grössere Mengen an Abwasser und Abluft anfallen. Hierbei gibt es verschiedene Ansätze, um die anfallenden Wärmemengen wiederzuverwenden. Als Best-Practice-Beispiel können hier bspw. Systeme der Genossenschaft *Laundry Gstaad* genannt werden, wo die Abluft der Trockner über einen Wärmetauscher genutzt wird und die Zuluft erwärmt. Ebenso gibt es verschiedene Unternehmen, wie bspw. die Firma *BMS-Energietechnik AG*, welche spezifisch Systeme für die Wärmerückgewinnung von Wäschereien produzieren. Auf Wohnungsebene fehlen bisher entsprechende Ansätze.

d.) Wärmerückgewinnung bei Kühlschrank und Gefrierschrank (Abluft)

Auch bei Kühlanlagen sind Produktlösungen bisher nur in Supermärkten, in der Pharma-Industrie, bei der Milchkühlung oder anderen industriellen Anlagen implementiert. Entsprechende Systemlösungen werden bspw. durch die Firmen *BMS-Energietechnik AG* oder *Schanz GmbH Kälte- und Klimatechnik* bereitgestellt. Auf Wohnungsebene gibt es derzeit noch keine Systemlösungen.

e.) Wärmerückgewinnung bei Geschirrspülmaschinen (Abwasser)

Der Fokus liegt bisher nur auf gewerblichen Geschirrspülmaschinen, wobei sowohl Wärmetauscher als auch Wärmepumpen zur Wärmerückgewinnung eingesetzt werden können. Beispiel-Lösungen gibt es u.a. von den Firmen *Miele & Cie. KG* oder *Hobart GmbH*.

f.) Wärmerückgewinnung bei Dampfanzügen (Abluft)

Die Wärmerückgewinnung über den Dampfanzug in Küchen wird aufgrund des hohen Verschmutzungsgrad der Luft nur sehr selten eingesetzt. Die Abluft wird über Filter dem regulären Wärmerückgewinnungssystem der (Wohnungs-) Lüftung zugeführt. Beispiele dazu gibt es u.a. von der Firma *Nilan AG* (Abbildung 16).

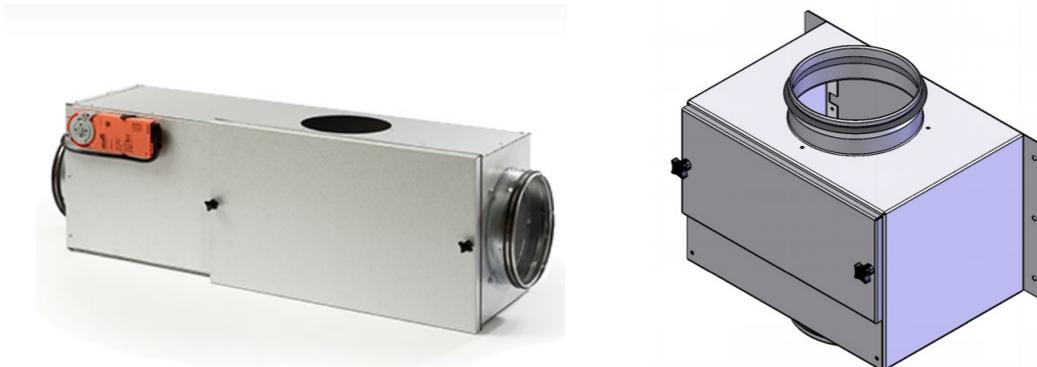


Abbildung 16: Dunstabzugshaube-Wärmerückgewinnung der Firma Nilan AG - EM-Box (rechts) und Filter-Box (links)

g.) Wärmerückgewinnung bei Backöfen (Abluft)

Die Wärmerückgewinnung über Backöfen kommt primär in Grossbetrieben und Grossbäckereien zur Anwendung. Systemlösungen auf Wohnungsebene sind nicht verbreitet.



Fazit zu Einzellösungen: Systeme zur WRG in Küche und Bad

Die Recherche zeigt auf, dass es bereits diverse Einzellösungen zur Wärmerückgewinnung am Markt gibt. Insbesondere die WRG über das Brauchwarmwasser und über Komfortlüftungsanlagen konnten sich auf Wohnungsebene bereits etablieren. Die Energieeffizienz dieser Systeme ist relativ hoch, d.h. es kann Wärme bis zu 60 % des Brauchwarmwasser und bis zu 90 % der Wohnraumlüftungen rückgewonnen werden (Maximalwerte). Der Effizienzgrad hängt jedoch von verschiedenen Parametern wie Volumenstrom und Temperaturniveau ab und kann dementsprechend nicht zu jedem Zeitpunkt erreicht werden.

Für andere Geräte und Apparaturen, wie bspw. Wäschetrockner, Backofen, Kühlschrank etc. gibt es derzeit noch keine verbreiteten Lösungsansätze, um die anfallenden Energiemengen effizient zu nutzen.

3.9.2 Marktanalyse: dezentrale Modullösungen

Die Firma *Swissframe AG* bietet dezentrale Systemlösungen für Bäder und Sanitärbereiche an (Abbildung 17). Es handelt sich hierbei um ein Vorwandssystem, bei dem sämtliche Sanitärleitungen und Armaturen vorgefertigt sind. Das eingebaute Komfortlüftungsgerät eignet sich sowohl zur Wärme- als auch zur Feuchterückgewinnung. Für die Warmwasseraufbereitung ist eine Wärmepumpe integriert, welche als Wärmequelle die Fortluft des Lüftungsgerätes verwendet. Die Warmwasseraufbereitung erfolgt bei diesem System zu 50 % aus erneuerbaren Energien.⁵²

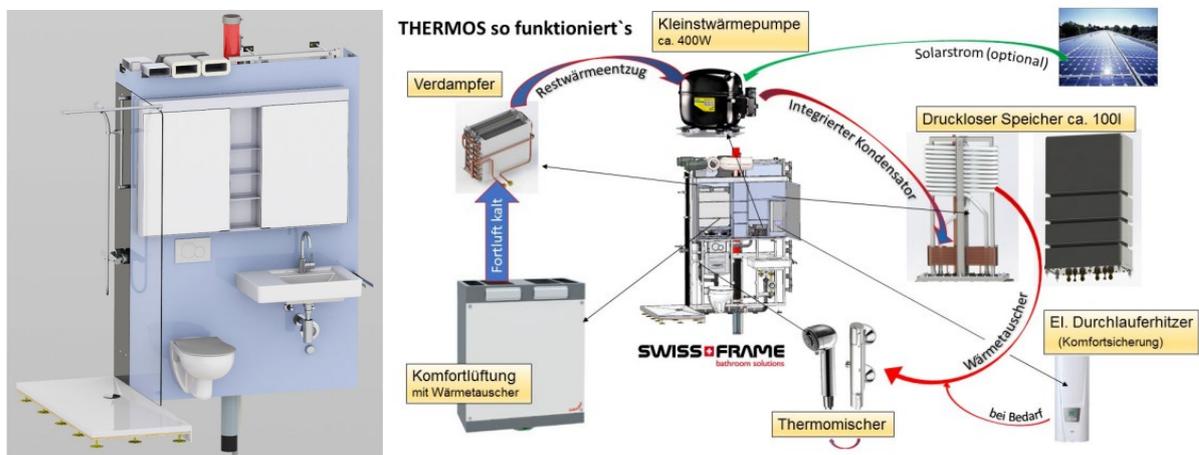


Abbildung 17: Swissframe bathroom solutions Thermos

Mit dieser Modullösung kann die Anzahl Schnittstellen in der Planung und Realisierung, vor Ort auf der Baustelle, bei Neubauten aber auch bei Renovationen erheblich reduziert werden. Ferner können Synergien zwischen den Geräten genutzt werden (Abluft als Wärmequelle für die WP). Mit dieser dezentralen Systemlösung werden bereits Lüftung, Warmwasseraufbereitung und Sanitärapparaturen in einem kompakten Gerät praxisgerecht und energiesparend sinnvoll vereint.

⁵² Die dezentrale Anlage zur Produktion von Warmwasser im Badezimmer nutzt die Restwärme der Wohnungslüftung als Energiequelle für eine Mini-Wärmepumpe. Hierdurch können sich laut Hersteller 70% Energie gegenüber einem Elektroboiler einsparen. <https://www.swissframe.ch/produkte/thermos>



3.9.3 Fazit und Ausblick: Energetisches Potential eines Energiemoduls

Die Recherche hat gezeigt, dass es bereits einige Ansätze zur Wärmerückgewinnung am Markt gibt. Aktuell haben sich auf wohnungsebene insbesondere Systeme zur Wärmerückgewinnung über Komfortlüftungs- und Brauchwarmwasser (Dusche / Badewanne) etabliert. Die Nutzung von Abwasser und Abluft, bspw. durch Geschirrspüler, Kühlschränke, Backofen etc. sind noch wenig verbreitet und finden eher in industriellen Prozessen und Grossunternehmen Anwendung. Ebenso konnte festgestellt werden, dass bereits dezentrale Modullösungen auf dem Markt bestehen. Das beschriebene System von *Swissframe AG* bietet bereits eine effiziente Gesamtlösung für den Sanitärbereich an. Eine modulare Gesamtlösung für alle HLKSE-Elemente aus Küche und Bad gibt es derzeit jedoch noch nicht am Markt. Durch die Integration aller Geräte und Apparaturen könnten somit noch weitere Synergien energetisch genutzt werden.

In der Studienarbeit «Dezentrales Energiemodul für den Wohnungsbau»⁵³ konnte ein adäquater Lösungsansatz für ein dezentrales Gebäudetechnikmodul für den Wohnungsbau erarbeitet werden, welches Lüftung, Heizung und Warmwasser umfasst und alle Geräte aus Küche und Bad integriert. Die Wärmebereitstellung erfolgt dabei über eine Wärmepumpe, welche als Wärmequelle sowohl das anfallende Brauchwarmwasser als auch die Abwärme der Fortluft verwendet. Die Abwärme aus der Abluft kann jedoch nicht gespeichert und nur direkt verwendet werden. Das grösste Potential liegt somit im Abwasser, welches in einem integrierten Tank gespeichert wird. Unterstützend wird über die Wärmepumpe die Aussenluft als Quelle genutzt, falls nicht ausreichend Wärme aus Geräten und Apparaturen anfällt. Im Vergleich zu einer zentralen Lösung könnten durch den aufgezeigten Lösungsansatz, laut Verfassern der Studie, ca. 38 % an elektrischer Energie eingespart und ca. 34 % an thermischer Energie aus Brauchwarmwasser zurückgewonnen werden.

Gebäudetechniksysteme im Vergleich von Bestand und Neubau

Abbildung 19 zeigt schematisch nach SIA 411⁵⁴ eine typische Konfiguration der Gebäudetechniksysteme bei Gebäuden im Bestand. Das Schema zeigt die Teilprozesse (z.B. Umwandlung) und die entsprechenden Teilsysteme (z.B. Heizkessel) von der Quelle bis zur Übergabe, welche für die Versorgung mit Wärme, frischer Luft, elektrischem Strom, Kalt- und Warmwasser nötig sind. Die Gebäudetechnik eines typischen Bestandsgebäude ist charakterisiert durch:

- Heizung und Brauchwarmwasseraufbereitung basieren auf fossilen Brennstoffen (Öl od. Gas)
- Die Lüftung erfolgt manuell, durch Öffnung der Fenster
- Keine Systeme zur Rückgewinnung von «überschüssiger» thermischer Energie

⁵³ Konzept und Abbildung 18: «Dezentrales Energiemodul für den Wohnungsbau», Hochschule Luzern - Technik & Architektur, Bachelor-Diplomarbeit von A. Arians, A. Ruoss und K. Suter, 2016

⁵⁴ Die Norm SIA 411 «Modulare Darstellung der Gebäudetechnik» SN 502 411 (2016), befasst sich mit übergeordneten Systemen, Teilsystemen und Komponenten der Gebäudetechnik und verzichtet bewusst auf eine detaillierte Darstellung von Bauelementen und Bauteilen. Die Norm SIA 411 hat den Anspruch, als Verständigungsnorm interdisziplinär und integral zwischen Bauherren, Architekten und Ingenieuren Brücken zu schlagen. Sie ist eine Ergänzung zur vereinfachten Darstellung über komplexe, vernetzte Systeme und deren Funktionen und Wechselwirkungen.

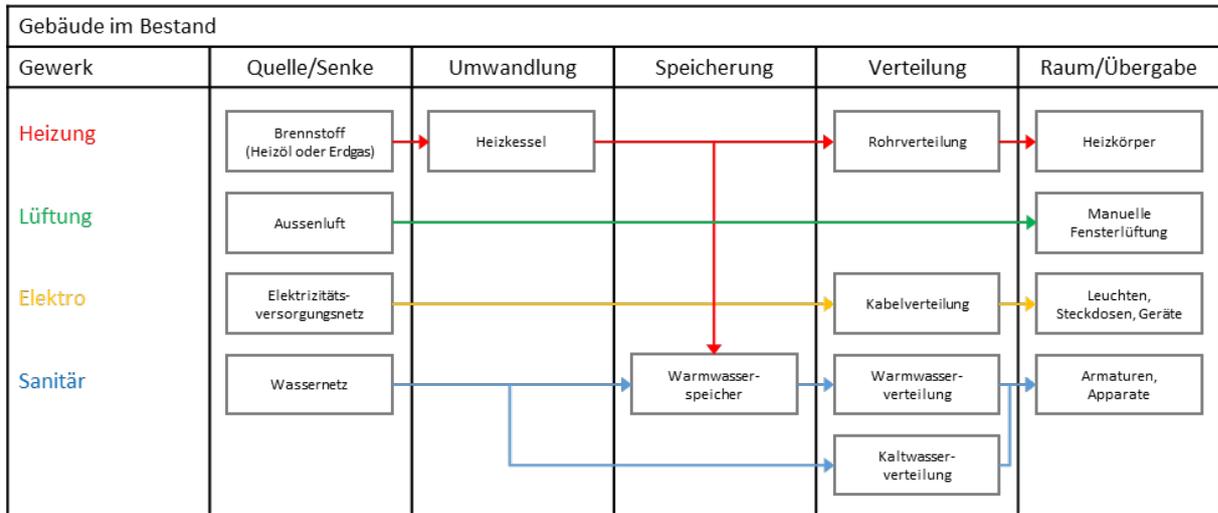


Abbildung 19: Schematische Darstellung der Gebäudetechniksysteme eines typischen Gebäudes im Bestand mit Unterteilung der Teilprozesse nach SIA 411

Bei heutigen modernen Wohnungsneubauten (Abbildung 20) werden Heizwärme und Brauchwarmwasser i.d.R. nicht mehr mit fossilen Energieträgern, sondern mittels Umwandlung über eine Wärmepumpe erzeugt. Die Versorgung von frischer Luft wird durch eine mechanische Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung (WRG) aus der Abluft sichergestellt und erfolgt somit nicht mehr manuell. Ergänzende Systeme über Photovoltaik und Kollektoren sind zur Umwandlung von Sonnenenergie für Elektro und Heizung möglich. Weitere Systeme zur Rückgewinnung von thermischer Energie werden nicht oder nur sehr selten eingebaut (z.B. Wärmerückgewinnung aus dem abfliessenden Warmwasser in der Dusche).

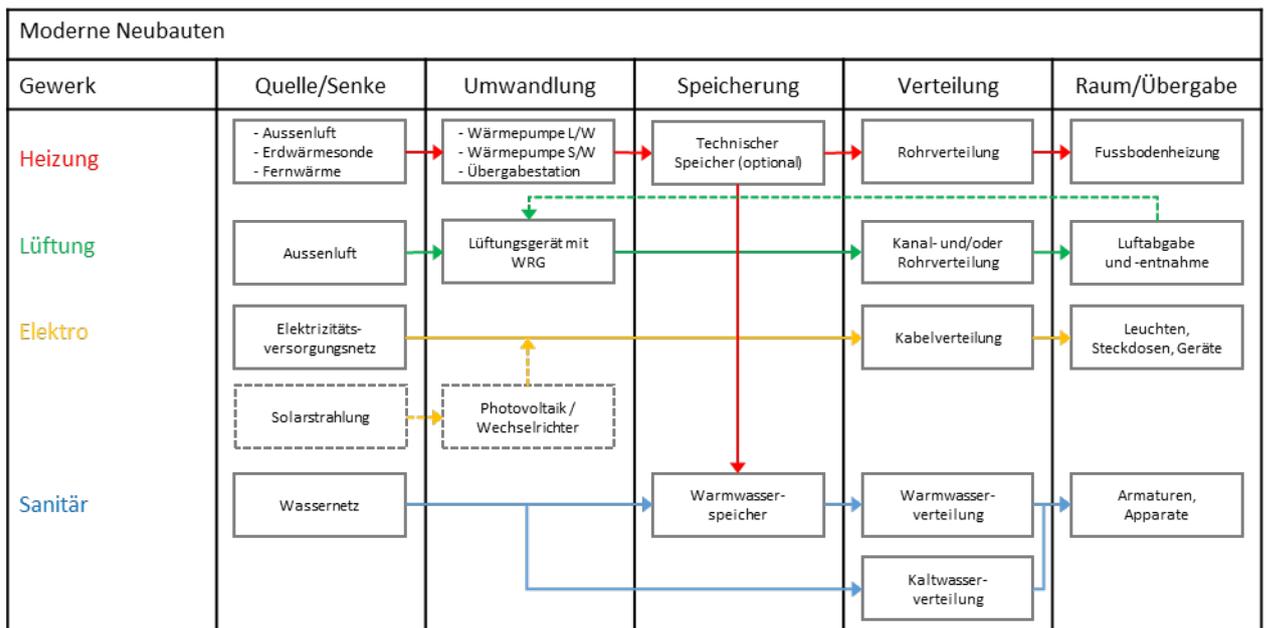


Abbildung 20: Schematische Darstellung der Gebäudetechniksysteme eines modernen Neubaus mit Unterteilung der Teilprozesse nach SIA 411



Gebäudetechniksystem für pragmatische Sanierungen

Für die zukünftige Sanierung von Gebäuden sind pragmatische Ansätze nötig, welche einerseits die architektonischen und technischen Rahmenbedingungen der Gebäude im Bestand berücksichtigen und andererseits die Lebensdauer, Zukunftsfähigkeit und energetische Effizienz dieser Bauten nachhaltig verbessern. Abbildung 21 zeigt eine hypothetische Lösung für zukünftige Sanierungen von Wohnbauten. Im Vergleich zu den Standardlösungen des Bestands und moderner Neubauten, können bedeutende Synergien für die Wärmerückgewinnung aus der Küche und des Bades genutzt werden. Anfallende Abwärme aus den Elektrogeräten (Kühlschrank, Ofen, Kochherd) und Wärme aus abfließendem Warmwasser (z.B. Dusche, Badewanne) wird zurückzugewonnen. Die Temperatur im Sekundärkreis nach dem Wärmetauscher wird durch eine Mini-Wärmepumpe auf das nötige Niveau für die Wiedereinspeisung ins Warmwassersystem angehoben.

In Ergänzung zur Energie aus dem öffentlichen Netz, kann Sonnenenergie über Photovoltaik ins Gebäudenetz eingespeist werden oder über Kollektoren die Wärmeerzeugung unterstützen.⁵⁵ Auf den Einbau einer mechanischen Lüftung wird bei diesem pragmatischen Ansatz eines Energiemoduls verzichtet, da dieser meistens mit grossen baulichen Komplikationen und finanziellen Aufwänden für die Realisierung der Luftverteilung verbunden ist.

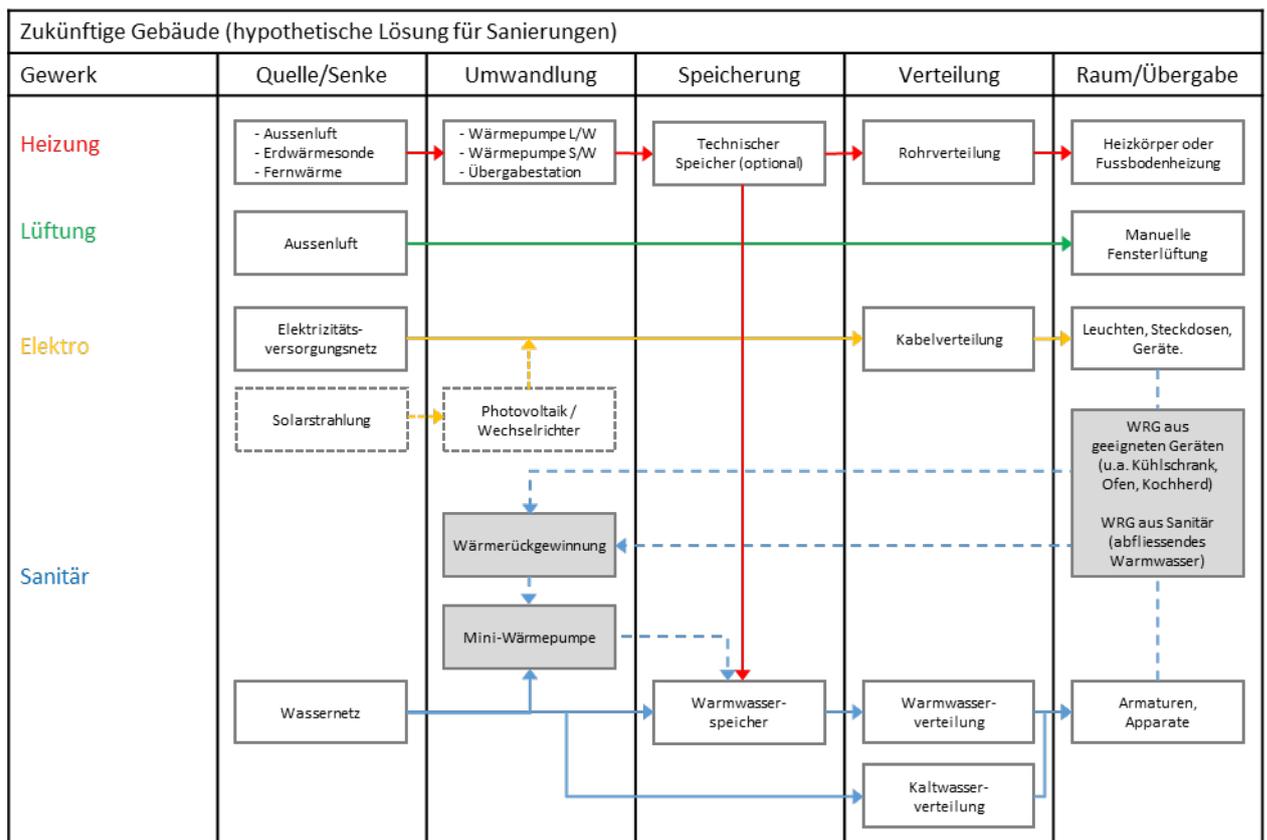


Abbildung 21: Schematische Darstellung der Gebäudetechniksysteme von zukünftigen Gebäuden (hypothetische Lösung für Sanierungen) mit Unterteilung der Teilprozesse nach SIA 411

⁵⁵ Solarstrahlung als Energiequelle für Heizung und Elektro in der Abbildung nicht weiter vertieft, da der Schwerpunkt der Studie auf die Nutzung der Energiequellen von Küche und Bad liegt und der Ansatz von Innen heraus erfolgt.



4 Schlussfolgerung und Handlungsempfehlung

Im Rahmen der stattgefundenen Workshops haben sich auf strategischer als auch produktspezifischer Ebene zwei Lösungsansätze herausgebildet (Strategieentwicklung und Produktentwicklung). Innerhalb dieser Ansätze wurden die Projektausgangslage und die Problemstellung von Grund auf nochmals reflektiert. Aufbauend auf diesen Erkenntnissen wurde ein künftiger Idealzustand als Leitfaden ausgearbeitet und Lösungsansätze zur gebäudetechnischen Aktivierung von Küchen- und Badmodulen identifiziert. Hieraus können Handlungsempfehlungen abgeleitet und Anreize für Gebäudeeigentümer geschaffen werden.

4.1 Strategieentwicklung

Hintergrund / Ausgangslage / Problemstellung

Eine Gesamtanalyse über den Zustand von Küche und Bad ist die Voraussetzung für eine gelungene Intervention am Gebäude. Hierfür bedarf es einer Massnahmenplanung und strategischen Priorisierung dieser Massnahmen, nicht lediglich auf Stufe Gebäudetechnik, sondern gesamtheitlich. Von Bedeutung ist sowohl die Verhältnismässigkeit des Eingriffs auf die bestehende Struktur des Objektes (Primär-/Sekundärstruktur und die räumliche bzw. infrastrukturelle Verortung von Küche und Bad), als auch der baukulturelle Wert des Bestands. Auch wenn Küche und Bad häufig der Auslöser der Sanierung sind, ist das Fernziel des Eingriffs eine energetische Sanierung bzw. per se «Energie sparen». Verschiedene Sichtweisen und Interessen von Mieter, Besitzer und Investor treffen hierbei zusammen.

Die zeitliche Betrachtung der Sanierung spielt ebenfalls eine entscheidende Rolle. Potenzial besteht in der Effizienz und Verknüpfung von Energie und Ökonomie. Vielschichtig findet dies auf unterschiedlichen Ebenen statt wie zur Effizienzsteigerung innerhalb des Bauprozesses, aber auch durch die wirtschaftliche Rentabilität, über die reine energetische Betrachtung des Wohnungsperimeters hinaus (vgl. Tabelle 5: Erstellungskosten und Lebensdauer von Bauteilen). Es gilt sozusagen den «richtigen Moment» der Bad- und Küchensanierung zu treffen. Hier stellt sich jeweils die Frage: Was ist der Mehrwert der energetischen Wirkung verbunden mit der Mehrinvestition? Das Aufeinander abstimmen der Massnahmen aufgrund verschiedener Lebenszyklen der Bauteile ist eine grosse Herausforderung, ohne Vernichten eines Restwertes der Bauteile ist dies selten möglich (Austausch der Küchenelemente und Geräte vs. Strangsanierung und Leitungsersatz).

Auf energetischer Ebene gilt zu prüfen, welche Energien zur Verfügung stehen. Aus der vorliegenden Studie geht hervor, dass die alleinige Effizienzsteigerung der Einzelgeräte (v.a. Elektrogeräte der Küche) nicht zielführend ist, zumal diese bereits einen hohen Wirkungsgrad haben. Hinzukommt, dass durch den vorzeitigen Ersatz durch energieeffizientere Geräte zusätzlich ein hoher Anteil an Grauer Energie, Treibhausgasemissionen und Abfall verursacht wird.

Die Analyse der Nutzerprofile zeigt starke Unterschiede des Bedarfs bzw. Verbrauchs. Hier gilt es direkt den Einzelverbraucher anzusprechen. Die Themen der Behaglichkeit und des Komforts sind ein grosser Anreiz für Sanierungen. Die Überwälzbarkeit von Sanierungskosten spielt in diesem Zusammenhang auch eine entscheidende Rolle. So lassen sich bei energetischen Sanierungen z.B. Massnahmen der Gebäudehülle teilweise auf die Miete überwälzen, hingegen bei der Instandsetzung von Küche und Bädern wertvermehrende Massnahmen mit dem Komfort in Zusammenhang gebracht werden. Die Sanierung kann ferner auch als Chance gesehen werden, um das Platzangebot innerhalb der Wohnung durch räumliche Massnahmen zu verbessern.



Zudem wurden vom Bund neue Fördermöglichkeiten des Energiespar-Contractings und steuerliche Anreize geschaffen.⁵⁶ Neu können energiesparende und umweltschonende Investitionen auf bis zu drei aufeinanderfolgende Steuerperioden verteilt werden, insoweit sie das steuerbare Einkommen übersteigen.⁵⁷ Dies regelt die angepasste Liegenschaftskostenverordnung im Rahmen der Energiestrategie 2050. Damit steigt für private Immobilienbesitzer der Anreiz, energetische Sanierungen als einmaliges Gesamtprojekt voranzutreiben, statt es in Teilprojekte auszuführen.

Zukünftiger Idealzustand

Der ökonomische Faktor ist eine Grundvoraussetzung für die erfolgreiche Sanierung. Mietzinse dürfen nach Bauerneuerungen nicht drastisch erhöht werden. Die zu entwickelnde Optimierung aus Küche, Bad und HLKSE sollte im Idealfall auf die Bedürfnisse des Bewohners spezifisch eingehen können - die Ansprüche der Nutzer bzw. Mieter sind hoch. Es gilt für die Sanierung des Gebäudes eine gesamtheitliche Strategie zu entwickeln, welche über den Wohnungssperimeter hinaus geht. Diese Lösung muss günstig, wartungsfrei und ästhetisch ansprechend sein, hierbei ist ein funktionierendes Monitoring der Verbräuche (HLKSE) selbstverständlich. Um eine erfolgreiche Sanierung auszulösen, wäre als Idealzustand ein Ansprechpartner für den Bauherren von grossem Vorteil.

Lösungsansätze und Möglichkeiten bei der Strategieentwicklung

Sanierungsauslöser sind vielfach in der Praxis Häufungen von Wasserschäden, welche durch marode und undichte Vertikalstränge verursacht werden. Die Sanierung der Steigleitungen sind eine Chance zur Verbesserung in vielerlei Hinsicht (energetisch/ökologisch, ökonomisch, räumlich/behaglich), zudem bietet eine Strangsanierung auch die Möglichkeit zur Integration von neuen Medien.

Als Lösungsansatz kann die Kombination von dezentralen Einzelelementen und zentralen Ansätzen über Steigzonen zielführend sein (vgl. Abbildung 21). Da nicht jeder Nutzer die volle Leistung in Anspruch nimmt (u.a. Heizung/Kühlen/Warmwasser) und auch unterschiedliche Komfortansprüche hat, ist die Kombination für diesen unterschiedlichen Bedarf zielführend.

Auf verschiedenen Kommunikationsebenen kann der Nutzer angesprochen und einbezogen werden, hier wird grosses Energiespar-Potenzial über die Aufklärung des Verbrauchers gesehen.

Positiv wirkt sich die Sicht über die Parzellengrenze hinaus und die Vernetzung auf Arealebene. Spezifische Lösungsansätze sind auf Objektebene individuell zu suchen.

Auf Bauteilebene ist die Sicht auf die Lebenszyklusbetrachtung entscheidend und der Ersatz der Teile am Ende der Lebensdauer (Instandsetzung und Erneuerung). Vorteilhaft gestaltet sich die Systemtrennung der Bauteile, welche auf unabhängige Zyklen auszurichten sind.

Eine Lebenszyklusbetrachtung der Sanierungsmassnahmen stellt ökonomische (LCC) und ökologische (Graue Energie) Aspekte gegenüber. Als Beispiel kann eine Metallküche mit einer Lebensdauer von 30 Jahren gegenüber einer Kunstharz-Küche mit kürzerer Lebensdauer von 20 Jahre genannt werden.⁵⁸

⁵⁶ Ab 1. Juni 2020 Änderung der Verordnung über die Miete und Pacht von Wohn- und Geschäftsräumen (VMWG) durch einen neuen Artikel 6c des Energiespar-Contractings (ESC). Das ESC soll dazu dienen, durch Energiesparmassnahmen eines externen Dienstleisters, den Energieverbrauch einer Liegenschaft und somit die anfallenden Nebenkosten für die Mieter zu senken.

⁵⁷ Ab 1. Januar 2020 können die Kosten für energetische Sanierungen auf bis zu drei Jahre aufgeteilt von den Steuern abgezogen werden, dies bei der direkten Bundessteuer.

⁵⁸ Ein Werkstattbericht (Referat) M. Derron, Pensimo Management AG, am Seminar «Optimierungsstrategien im Nutzungszyklus von Immobilien» vom 27.11.2019 in Zug/Rotkreuz, Konferenzleiter King/Trübstein



Eine Langzeitstrategie ist zwingend erforderlich, da der gesamte Projektierungs- und Realisierungsprozess vom ersten Kontakt bis zur Schlussabnahme ca. 24 Monate beträgt. Die Zeitdauer erweitert sich auf Total von bis zu 36 Monaten, sollte eine Baubewilligung (Baufreigabe) notwendig sein.

4.2 Produktentwicklung

Hintergrund / Ausgangslage / Problemstellung

Bei Gesamtanierungen führt die unterschiedliche Lebensdauer der Bauteile häufig dazu, dass Einzelteile vor Ablauf der Lebensdauer ausgetauscht werden. Relevant ist die Zugänglichkeit der Systeme und Leitungen, dies führt zu einer besseren Austauschbarkeit der Bauteile. Um Wärmeverluste zu vermeiden, ist es neben der guten Dämmung auch wichtig luftdicht zu bauen. Eine dichte Gebäudehülle ist für die Dimensionierung der Lüftung und Technik entscheidend. Hier besteht ein Trend zu wartungsarmen und nachhaltigen Konstruktionen mit wenigen Schnittstellen. Möglich sind leistungsfähige Fassaden hinsichtlich Statik, Bauphysik und Umsetzbarkeit, welche homogen und diffusionsoffen aus Mauerwerk ausgebildet werden können.⁵⁹ Als Herausforderung werden bei Sanierungen Leerstandszeiten der Wohnungen gesehen, diese gilt es möglichst kurz zu halten oder nach Möglichkeit sogar zu vermeiden.

Eine räumliche Verbesserung ohne Schwellen und guter Bedienbarkeit der Geräte führt zu einem grossen Mehrwert für den Nutzer. Die Wartung der Geräte bzw. des Systems ist bei zentralen Ansätzen einfacher als bei dezentralen Ansätzen innerhalb des Wohnungsperimeters. Auch akustische Emissionen spielen in diesem Zusammenhang eine grosse Rolle. Als weitere Herausforderung wird die Steuerung des Haustechnik-Systems gesehen.

Die Abwärme des Standard-Einzelgeräts als dezentrales Element in Bad, Küche und Beleuchtung ist im Wohnungsbau nicht oder nur unzureichend genutzt. Häufig sind die Planungsgrundlagen zu wenig auf eine energetische Optimierung ausgerichtet und die Projektbeteiligten bzw. Planer ungenügend über potenzielle Sanierungsmassnahmen informiert. Die Studie zeigt auf, dass die Abwärme einzelner Geräte in Küche und Bad gross ist. Diese Abwärme befindet sich jedoch auf einem zu tiefen Temperaturniveau, um beispielsweise für die Aufbereitung von Warmwasser direkt genutzt werden zu können. Hier gilt es neue Systeme zu entwickeln, die zur Dekarbonisierung und Erhöhung der Energieeffizienz beitragen.

Zukünftiger Idealzustand

Ein modulartiger Aufbau und Vorfabrikation des Systems kann zu einem Mehrwert führen, wie auch die Erweiterbarkeit (Plug & Play) im Gesamtkontext. Standardisierte Schnittstellen und nicht-proprietäre, offene Lösungen sind für die Vernetzung der einzelnen Komponenten (Warmwasser, Lüftung, Heizung/Kühlung und Abwärmenutzung) von Vorteil. Im Idealfall würde hierdurch keine Energie verloren gehen bzw. ungenutzt bleiben. Eine geringe Eindringtiefe wirkt sich positiv auf die Sanierungsrate aus.

⁵⁹ Vgl. Projekt Homogene Backsteinfassade der Hochschule Luzern, <https://www.hslu.ch/de-ch/hochschule-luzern/ueber-uns/medien/medienmitteilungen/2019/10/24/backstein-reloaded-hochschule-luzern-entwickelt-neue-backsteinfassade>



Lösungsansätze und Möglichkeiten bei der Produktentwicklung

Als möglicher Ansatz wird ein «Integrator» als Fachperson vorgeschlagen, welcher auf allen relevanten Disziplinen breit aufgestellt ist. Das Koordinieren und Steuern sämtlicher gebäudetechnischer Module innerhalb von Küchen und Bädern gilt als entscheidend (vgl. Abbildung 21).

In der volumetrischen und räumlichen Betrachtung der Elemente von Küche und Bad, werden entscheidende Potenziale in der baulichen Tiefe der Möbel gesehen. Hierdurch kann Spielraum für zukünftige Erweiterungen und neuer Geräte/Module genutzt werden. Die Komplexität aller Geräte ist bereits heute sehr hoch, es gilt den Systemgedanken weiterzuentwickeln.

Über eine Modularisierung der Gebäudetechnik-Elemente werden tiefere Investitionskosten erwartet. Die Vorfabrikation der Module wirkt sich positiv auf die vereinfachte Montage vor Ort aus. Über reduzierte Schnittstellen der verschiedenen Gewerke entstehen deutlich weniger Gewährleistungsprobleme als bei einer konventionellen Bauweise.

Die durchschnittliche Dauer bei der Sanierung von Küche und Bad inkl. Sanierung der Steigleitungen beträgt 2 bis 4 Wochen.⁶⁰ Bei einem optimierten Bauablauf ist die Erneuerung von Bad/WC innerhalb von 5 Tagen möglich, die Auswechslung der Küche kann in einer ähnlich kurzen Bearbeitungszeit erfolgen. Küche und Bad/WC sind in dieser Zeit nicht benutzbar, entsprechende Provisorien müssen zur Verfügung gestellt werden.

Grosses ökonomisches Potenzial wird über den schnelleren Baufortschritt durch die Vorfabrikation der Elemente gesehen. Hierdurch liesse sich der Bauprozess zusätzlich optimieren. Die Belastung für die Bewohner/Mieter bei einer Sanierung im bewohnten Zustand kann weiter reduziert werden. Wird eine Gesamtsanierung im unbewohnten Zustand durchgeführt, lässt sich die Leerstandszeit entsprechend reduzieren und die Immobilie kann wieder frühzeitig auf den Immobilienmarkt platziert werden.

Der heutige Trend eines dezentralen Ansatzes ist auf die Wärmeverluste von ca. 10% bis 15% bei zentralen gebäudetechnischen Lösungen zurückzuführen. Um auf die unterschiedlichen Bedürfnisse der Nutzer einzugehen, kann eine Mischform beider Ansätze zielführend sein.

⁶⁰ Bauerneuerung: Ablaufplanung vom Projekt zur Ausführung, 2. stark überarbeitete Auflage, Impulsprogramm IP BAU, Bundesamt für Konjunkturfüragen, 1994



5 Fazit und Ausblick

Das Projekt hat gezeigt, dass pragmatische Ansätze der Bauerneuerung durch die Integration von Gebäudetechnikelementen in Küchen- und Badmodulen möglich sind. Hierdurch können systematische, etappierte Sanierungen mit geringer Eindringtiefe und entsprechend niedrigen Initialkosten umgesetzt werden. Anhand von drei Workshops wurde das energetische Potential von Eingriffen im Innenbereich durch eine gebäudetechnische Aktivierung der Küchen- und Badmodulen praxisgerecht aufgezeigt.

- Über die **Optimierung der Prozesse** besteht ein grosses und bisher nur unzureichend ausgeschöpftes Potenzial, **Massnahmen zur Erhöhung der Sanierungsrate** zu schaffen.
- Über die **Modularisierung** der Gebäudetechnik-Elemente können die **verkürzte Bauzeit** und **tieferen Investitionskosten** als Anreiz für Sanierungen beitragen. Küche und Bad sanieren könnte künftig eher ein Austausch von standardisierten Elementen durch «Plug & Play» werden. Diese Modularität muss jedoch erstmal entwickelt werden.
- Im Zusammenhang dieser Modularisierung wird auch die **Wartung** und der Austausch der Geräte (Plug & Play) **stark vereinfacht**.
- Es gilt **bestehende Ansätze** wie Energiespar-Contracting, Miet- und Leasing-Modelle mit **alternativen Finanzierungsmodellen**⁶¹ zu kombinieren und daraus **neue Geschäftsmodelle** zu generieren.
- Grosses energetisches Potenzial liegt nicht bei der Effizienzoptimierung der einzelnen Geräte und Apparate, da diese bereits optimiert sind, sondern bei der **Nutzung der Synergien** (Wärmerückgewinnung) die entstehen, wenn die relevanten Geräte miteinander verbunden werden.
- Die Geräte leisten bereits eine **raumwirksame Abwärme**, was positiv für den Winterfall aber ungünstig im Sommer ist. Es gilt, die Abwärme für die **Aufbereitung von Warmwasser** und möglicherweise **Kühlung** im Sommer zu nutzen.
- Energetische Potenzial besteht in der **Reduktion des Endenergiebedarfs für die Aufbereitung von Warmwasser** (z.B. durch eine zentrale WW-Aufbereitung /-Abwärmespeicher, Brauchwassernutzung, Duschsysteme mit Wärmerückgewinnung).
- Ein **Nachrüsten bei Modernisierungen** z.B. über später installierbare Komponenten muss gewährleistet sein, auch die Installation für den **Neubau** stellt eine praktikable Lösung dar.
- Das Projekt ist bei den Projektpartnern auf ein sehr grosses Interesse gestossen. Entsprechend gross ist das Interesse am Aufgleisen eines gemeinsamen **innosuisse-Projektes** zur Weiterentwicklung und Umsetzung der diskutierten Ansätze.

⁶¹ Siehe Kapitel 3.5.2 Workshop 3; Anforderungen und Herausforderungen: z.B. Property light bzw. «Plus 1» (vgl. Fussnote 38) und «Wohnen auf Zeit», EnWiA – Energieeffizientes Wohnen im Alter: Rütter Soceco AG (vgl. Fussnote 39)



Die Ergebnisse dieser Forschungsarbeit zeichnen sich dadurch aus, dass sie für eine Vielzahl von Marktteilnehmern von Bedeutung sind. Die öffentliche Hand, Generalunternehmer, Architekten, Bauplaner und -berater aus dem Energiebereich, Hersteller und Fachinstallateure, aber vor allem private Eigentümer, institutionelle Investoren sowie Pensionskassen sind auf der Suche nach einfachen Ansätzen für energetische Sanierungen.

Deshalb bestand ein wesentlicher Teil der Arbeit im Austausch mit und unter den erwähnten Protagonisten der Baupraxis. Damit konnte die Praxistauglichkeit der Ergebnisse gesichert und die Umsetzung der Erkenntnisse auf strategischer wie auch produktspezifischer Ebene eingeleitet werden.

Durch gezielte Informationsverbreitung werden sich die Projektergebnisse kurzfristig als Teil von Aus- und Weiterbildung etablieren. An der Hochschule Luzern ist die Integration in Studiengänge der Architektur, Gebäudetechnik, Energieingenieure oder der Weiterbildungskurse im Bereich der Nachhaltigkeit möglich.

6 Publikationen

Bisher wurden im Rahmen des laufenden Projektes keine Dokumentationen veröffentlicht. Dies ist erst nach Abschluss des Projektes geplant. Folgende Präsentationen und Poster wurden im Rahmen von Tagungen vorgestellt:

Schweizer Bauforum 2019, Nachhaltiges Bauen in Häusern, Vierteln, Städten (13. Juni 2019)

Die Küche als Energiezentrale, Präsentation und Poster:

<https://www.hslu.ch/-/media/campus/common/files/dokumente/ta/ta-forschung/ziq/schweizer-bauforum-2019/8-poster-hslu-kuche.pdf?la=de-ch>

21. Status-Seminar brenet, Kultur- und Kongresszentrum Aarau (3./4. September 2020)

KüBaSan – Küche und Bad als Auslöser erfolgreicher Sanierungen

Kurzpräsentation und Tagungsband; «Erneuern! Sanierungsstrategien für den Gebäudepark»

https://dd7557c7-8e89-4a2f-99df-c2aae0023398.filesusr.com/ugd/4e60ac_b4fb8c9d647b44948b8a0fb4b22fd028.pdf



Anhang

- 6.1 Klassifizierung der Patentrecherche
- 6.2 Beispiel «Raummodul», Patentrecherche GB569053A
- 6.3 Beispiel «Steigzone », Patentrecherche US2010229472A1
- 6.4 Beispiel «Erweiterungsmodul», Patentrecherche DE4122526A1
- 6.5 Küche und Bad als moderne Interpretation des Kachelofens, Beispiel Antivilla von A. Brandlhuber, Krampnitz (D)
- 6.6 Nutzerprofil Haushaltsgeräte und Sanitärapparate für 2 Erwachsene plus 1 Kind



Patentnummer	Titel	Land	Pub. Jahr	Noch gültig?	Komponenten								Für Sanierung geeignet?	Klassifikation*
					Heiz.	WW	KÜhl.	Lüft.	Elek.	Solar-therm.	PV	WW/Abw.		
US2011099918 (A1)	Complete prefabricated mechanical & utility system	US	2011	nein	x	x	x	x	x	x	x	x	x	1, 2
DE202018100520 (U1)	Raummodul für ein Gebäude und Gebäude mit dem Raummodul	DE	2017	ja	x	x	x	x	x	x	(x)	x	x	1, 3
US2013014451 (A1)	Prefabricated integrated utilities building core system	US	2013	nein	x	x	x	x	x	x		x	x	1
US2016002938 (A1)	Pre-Fabricated Module for Multi-Dwelling Housing Units	US	2016	ja	x	x	x	x	x			x	x	1
WO2010018267 (A1)	Wet-area container module and private and general installations for residential, hotel and hospital buildings	WO/ES	2010	ja	x	(x)	x	x	x			x		1
GB1393154 (A)	Preassembled utility building modules	GB/AU CA/DE FR/IL IT/JP	1975	nein	x		x	x	x			x		1
US2014102019 (A1)	KE architectural element	US	2014	ja	x	x	x	x	x			x	x	1, 4
US4221441 (A)	Prefabricated kitchen-bath utility system	US/CA	1980	nein	x	x						x		1
GB2427417 (A)	Pre-fabricated service pod for dwelling	GB	2006	nein	x				x			x		1
WO0079067 (A1)	Systems and utility modules for buildings	WO/EP/US	2000	ja	x	x	x		x	x	(x)	x		2
US2010229472 (A1)	Net-zero energy mechanical core and method	US	2010	nein	(x)	(x)	(x)	(x)	(x)	(x)	(x)	x		2
WO2004048710 (A1)	Building module	WO/AU	2004	ja	x	x		(x)	x			x		2, 4
FR2962466 (A1)	Module for prefabricated structure with door or window of dwelling of old people, has opening formed in frame at end of interior strainer, where strainer bottom is located at end opposite opening	FR	2012	ja	x	x			x			x		2, 4
WO2018067700 (A1)	Integrated mechanical, electrical and plumbing appliance for a building	WO/US	2018	nein	(x)	(x)	(x)	(x)	x		(x)	x		4

*Klassifikation: 1 = Modulare Küche/Badezimmer, 2 = Steigzone für Küche/Badezimmer, 3 = Spezifisch für die Sanierung von Altbauten, 4 = Andere Systeme

Abbildung 21: Klassifizierung der Resultate der Patentrecherche, D. Bionda / S. Domingo

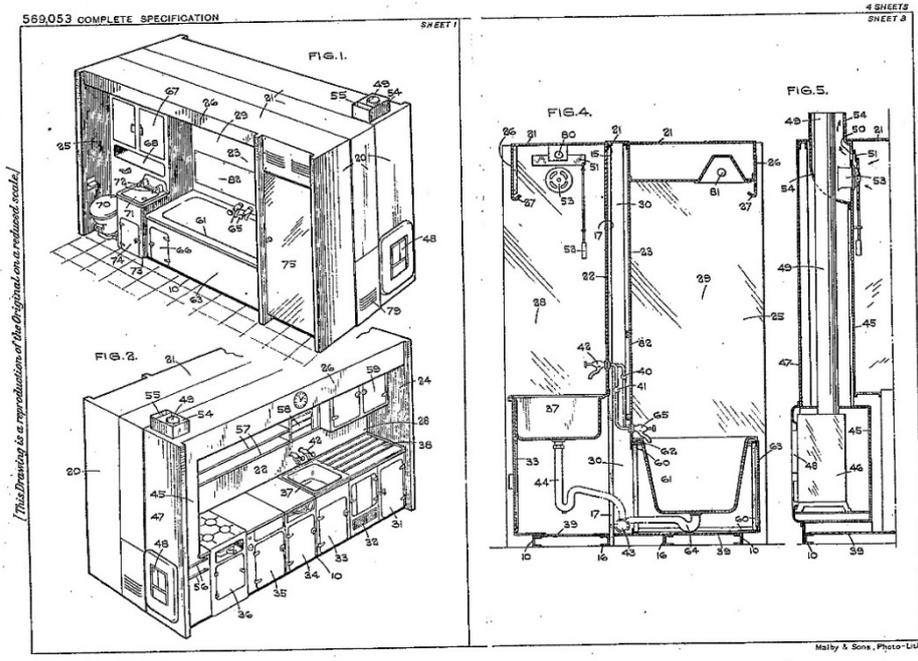


Abbildung 22: Beispiel «Raummodul», Patentrecherche GB569053A

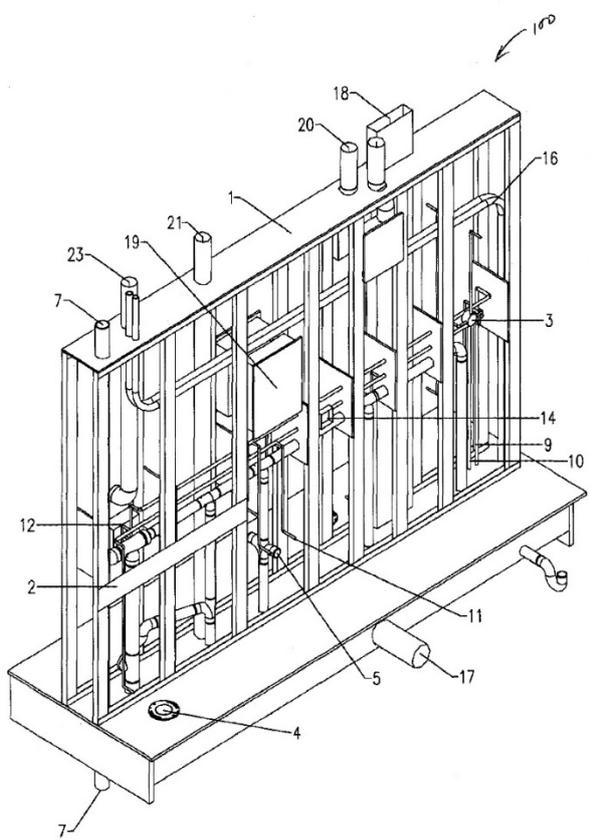


Abbildung 23: Beispiel «Steigzone», Patentrecherche US2010229472A1 (16.09.2010)



ZEICHNUNGEN SEITE 1

Nummer: DE 41 22 526 A1
Int. Cl.⁵: E 04 F 19/00
Offenlegungstag: 14. Januar 1993

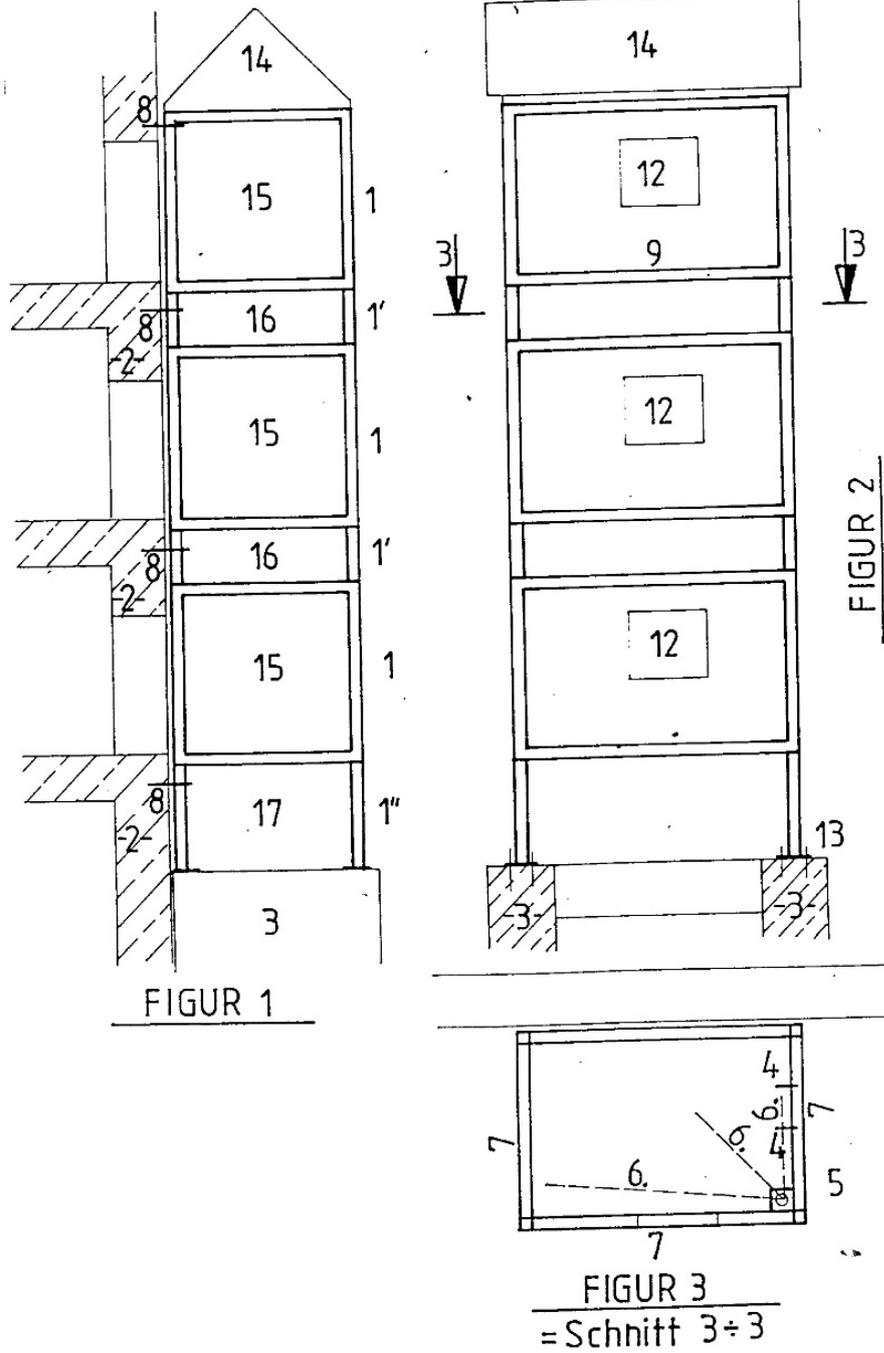


Abbildung 24: Beispiel «Erweiterungsmodul», Patentrecherche DE4122526A1 (14.01.1993)

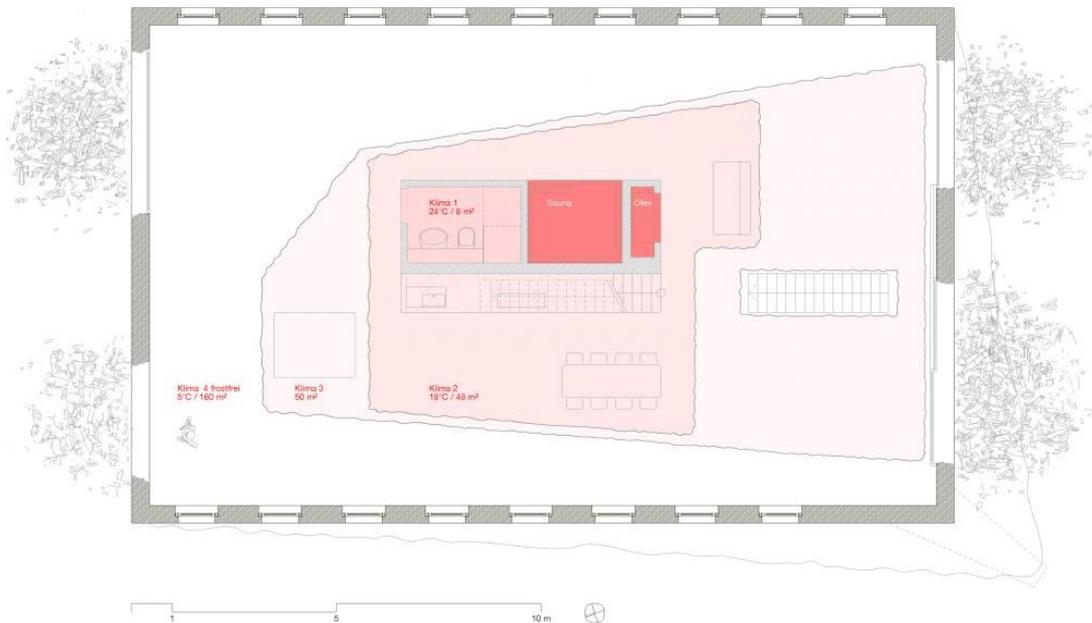


Abbildung 25: Bildquelle: Antivilla von A. Brandhuber, Krampnitz (D), 2010-2015



Abbildung 26: Küche und Bad gelten als moderne Interpretation des Kachelofens, Bildquelle: Antivilla von A. Brandhuber, Krampnitz (D), 2010-2015



Wochentag	Tageszeit	Haushaltsgeräte						Sanitärapparate			
		Waschmaschine	Wäschetrockner	Geschirrspüler	Kühlschrank inkl. Gefrierfach	Backofen	Dampfzubug	Dusche	Badewanne	Waschtisch	Spültisch
Montag	Morgens				24h/d		11:45-12:00 Uhr	1x		9.1x über den Tag verteilt	12.1x über den Tag verteilt
	Nachmittag								1x		
	Abend							17:30-18:00 Uhr			
	Nacht			22:00-23:00 Uhr							
Dienstag	Morgens				24 h/d		11:45-12:00 Uhr	1x		9.1x über den Tag verteilt	12.1x über den Tag verteilt
	Nachmittag										
	Abend	1x 20:00-22:00 Uhr						17:00-18:00 Uhr	1x		
	Nacht			22:00-23:00 Uhr							
Mittwoch	Morgens				24 h/d		11:45-12:00 Uhr	1x		9.1x über den Tag verteilt	12.1x über den Tag verteilt
	Nachmittag										
	Abend	1x 20:00-22:00 Uhr						17:30-18:00 Uhr	1x		
	Nacht			22:00-23:00 Uhr							
Donnerstag	Morgens				24 h/d		11:45-12:00 Uhr	1x		9.1x über den Tag verteilt	12.1x über den Tag verteilt
	Nachmittag										
	Abend							17:00-18:00 Uhr	1x		
	Nacht			22:00-23:00 Uhr							
Freitag	Morgens				24 h/d		11:45-12:00 Uhr	1x		9.1x über den Tag verteilt	12.1x über den Tag verteilt
	Nachmittag										
	Abend	2x 20:00-22:00 Uhr						17:30-18:00 Uhr	1x		
	Nacht			22:00-23:00 Uhr							
Samstag	Morgens				24 h/d		11:45-12:00 Uhr	1x		9.1x über den Tag verteilt	12.1x über den Tag verteilt
	Nachmittag										
	Abend	2.5x 18:00-20:30 Uhr						16:00-18:00 Uhr	1x		
	Nacht			22:00-23:00 Uhr							
Sonntag	Morgens				24 h/d		12:00-12:30 Uhr	1x		9.1x über den Tag verteilt	12.1x über den Tag verteilt
	Nachmittag										
	Abend							17:00-18:00 Uhr	1x		
	Nacht			22:00-23:00 Uhr							
Prozesse pro Woche		6	4	7	4	11		14	0.461	63.7	84.7
Prozesse pro Jahr		312	208	364	208	572		728	24	3312	4404
Jahresnutzungsfaktor						0.9		0.9	0.9	0.9	0.9
Nutzungen pro Jahr		220	160	280	150	515		655	22	2981	3964

gemäss Norm
Annahme

Tabelle 9: Nutzerprofil Haushaltsgeräte und Sanitärapparate für 2 Erwachsene + 1 Kind (Standardwoche)