



Peter Schürch | Dieter Schnell

# Erneuerung

## Nachhaltiges Weiterbauen



**energie schweiz**

Unser Engagement: unsere Zukunft.



Konferenz Kantonalen  
Energiedirektoren





# Inhalt

Weiterbauen im 21. Jahrhundert	3
1. Ziele nachhaltigen Weiterbauens	11
2. Architektonische Wertschätzung	21
3. Analyse	25
4. Planungsprozesse, Strategie und Kommunikation	31
5. Ökonomische Nachhaltigkeit	35
6. Gebäudehülle	41
7. Schallschutz	61
8. Tragwerk	67
9. Altlasten, Bauschadstoffe, Materialkonzepte, Systemtrennung	75
10. Sicherheit und Brandschutz	83
11. Energiekonzepte	87
12. Wärmeerzeugung und Elektrizitätsversorgung	97
13. Aussenraum	107
14. Beispiele	113
15. Anhang	163

## Impressum

### Erneuerung – Nachhaltiges Weiterbauen

**Autoren:** Peter Schürch und Dieter Schnell, Berner Fachhochschule, Hochschule für Architektur, Holz und Bau; mit Beiträgen von Martin Aeberhard, Alfred Breitschmid, Klaus Eichenberger, Daniel Ernst, Urs-Thomas Gerber, Patrick Hertig, Niklaus Hodel, Philippe Lustenberger, Hansruedi Meyer, Heinz Mutzner, Maurus Schifferli, Martin Stocker, Jürg Tschabold und Violanta von Gunten.

**Lektorat und Seitenherstellung:** Faktor Journalisten AG, Zürich; Othmar Humm, Christine Sidler

**Titelbild:** Erneuerung und Aufstockung eines Mehrfamilienhauses in Basel von sim Architekten (Foto: Remo Zehnder)

Diese Publikation ist Teil der Fachbuchreihe «Nachhaltiges Bauen und Erneuern». Die Publikation wurde durch das Bundesamt für Energie BFE /Energieschweiz und die Konferenz Kantonalen Energiedirektoren (EnDK) finanziert.

**Bezug:** Als Download (kostenfrei) unter [www.energieschweiz.ch](http://www.energieschweiz.ch) oder als Buch beim Faktor Verlag, [info@faktor.ch](mailto:info@faktor.ch) oder [www.faktor.ch](http://www.faktor.ch)

2. aktualisierte Auflage, Januar 2020  
ISBN: 978-3-905711-56-1

# Weiterbauen im 21. Jahrhundert

Dieter Schnell  
Peter Schürch

Weiterbauen war bis zu Beginn des zwanzigsten Jahrhunderts eine oft benutzte und als selbstverständlich empfundene Möglichkeit, ein Gebäude zu erweitern oder den veränderten Bedürfnissen anzupassen. Zum einen erlaubten die ökonomischen Verhältnisse bei neuen Raumbedürfnissen meist nicht den Abbruch und einen Neubau, sondern bloss die Erweiterung und Ergänzung, zum andern scheint aber auch das ganz bewusste und gezielte Weiterverwenden von überkommenen Bauten gepflegt worden zu sein.

Der revolutionäre Impetus der modernen Architektur, wie sie nach dem Ersten Weltkrieg entwickelt worden war, liess die Architekten ein Weiterbauen als halbherzig und mutlos empfinden. In der Folge ging die alte Tradition des qualitätsvollen Weiterbaus verloren, die Architekten überliessen das Feld den Baumeistern und Bauzeichnern. So kommt es, dass eine Vorgehensweise, die einst selbstverständlich auch von namhaften Architekten praktiziert worden ist, heute als anspruchsvolle Aufgabe neu entdeckt werden muss.

Durch die Verknappung von wichtigen Ressourcen, durch den Klimawandel, durch gesellschaftliche Trends und neue gesetzliche Vorschriften, aber auch durch steigende Komfortansprüche sind Gebäudeeigentümer heute aufgefordert, ihre Bauten vorausschauend zu unterhalten und schrittweise und mit hohen qualitativen Ansprüchen in die Zukunft zu führen. Weiterbauen, so verstanden, ist nicht mehr ein anspruchsloses, von Beginn weg auf fragwürdige Kompromisse angelegtes, notdürftiges Zurechtbiegen eines in die Jahre gekommenen Gebäudes, sondern eine grosse Herausforderung, die vom Architekten erstens ein integrales Verständnis für das Bestehende, zweitens die virtuose Beherrschung der aktuellen Techniken und Vorgaben der Nachhaltigkeit sowie drittens eine hohe Innovationsbereitschaft abverlangt. Der hohe Grad an

Innovation begründet sich erstens durch die sehr hohen Anforderungen an ein nachhaltiges Gebäude, zweitens durch die Einzigartigkeit jeder derartigen Aufgabe und drittens durch den hohen ästhetischen Anspruch, dem jedes Konzept des Weiterbaus auch zu genügen hat. Dieser Anspruch be-

gründet sich aus der Tatsache, dass Bauten, die als unattraktiv oder gar durch spätere Eingriffe beeinträchtigt erscheinen, nicht

nur eine geringe Wertschätzung geniessen, sondern auch viel rascher wieder als erneuerungsbedürftig betrachtet werden. Das Buch versucht einen umfassenden Blick auf das Thema; tagesaktuelle Themen stehen nicht im Vordergrund. Es ist auch kein Rezeptbuch für den Umgang mit Vorschriften und Standards. Im Zentrum steht vielmehr der Blick auf grössere Zusammenhänge. Dazu gehören gleichermaßen sozio-kulturelle, methodische, ökonomische, ökologische wie auch technische und physikalische Fragen, die sowohl in der Ausgangssituation als auch für das geplante Konzept zu stellen sind.

Das wichtigste methodische Grundprinzip ist die Teamarbeit. Diese wird nicht nur immer wieder postuliert und als erfolgversprechende Vorgehensweise empfohlen, sondern selbstverständlich auch auf das Buch selbst angewandt. Die Projektleiter und Hauptautoren unterrichten seit Jahren gemeinsam Architekturstudierende an der Berner Fachhochschule in Burgdorf. «Gemeinsam» ist insofern wörtlich zu nehmen, als an dieser Schule sehr viel Unterricht im Team erteilt wird, was interdisziplinäre Gespräche ermöglicht. Auch die meisten beigezogenen Autoren fachspezifischer Kapitel stammen aus dem Umfeld dieser Architekturausbildungsstätte und gehören damit auch ausserhalb dieses Buchprojekts zum erweiterten Feld inter-

**«Offensichtlich ist das Schlüsselproblem der Menschheit in diesem Jahrhundert, wie man die Lebensqualität verbessern kann, ohne gleichzeitig die Umwelt zu zerstören.»**

Edward O. Wilson, Biologe

disziplinärer Zusammenarbeit. Für einige Kapitel zeichnen zudem mehrere Autoren, die, stets mit unterschiedlichem Fachhintergrund, in enger Zusammenarbeit den Text verfasst haben.

Der Aufbau des Buches dokumentiert zum einen das Anliegen, analytische, methodische und technische Elemente nebeneinander zu stellen und gleichgewichtig zu behandeln, zum anderen sind die Themen in eine Reihenfolge gebracht, die in etwa die Reihenfolge der auftauchenden Fragen bei einem konkreten Projekt des Weiterbaus wiedergibt. Den Anfang machen die Analysen, es folgen die Methoden und danach die technisch-konstruktiven Themen. Den Abschluss des Buches bilden 12 Beispiele, die stellvertretend für häufige Aufgaben stehen und – vielleicht abgesehen von kleinen Schwachpunkten, die überall auftreten – als positive und glückliche Lösungen bezeichnet werden können. Das Weiterbauen an bestehenden Bauwerken verlangt mit den aktuellen Zielsetzungen neue, umfassende Konzepte und angemessene Projekte. Konzepte sollen die nötige Offenheit und Flexibilität aufweisen, um zu einem späteren Zeitpunkt auf Veränderungen reagieren zu können. Heute sind eine präzise Analyse, eine Wertschätzung der Bausubstanz, auch immaterieller Werte, eine detaillierte Diagnose der Bauwerke mit Einbezug der Umgebung und der Aussenraumgestaltung gefragt. Daraus sind die wirtschaftlich, gesellschaftlich, energetisch, technisch und architektonisch relevanten Aspekte herauszuarbeiten und neue ganzheitliche, langfristige, vielleicht auch radikale Lösungen zu entwickeln. Dazu sind schlüssige Konzepte – möglichst in Varianten – notwendig, welche die projektspezifischen Zielsetzungen erfüllen.

Bauwerke sollen integral betrachtet, architektonisch qualitativ und sensibel im Kontext zum Bestehenden, allenfalls durch Weiterentwicklung von traditionellen respektive regionalen Bauweisen, aber immer unter Berücksichtigung gesellschaftlich relevanter Aspekte projiziert und realisiert werden. Dieser ganzheitliche Ansatz verlangt von Planenden, sich einzulassen auf zusätzliche Kriterien, neue Prozesse, spezifische Rahmenbedingungen und anspruchsvolle Teamarbeit.

Ein altes Gebäude ist bereits ein differenziertes System, das auf Veränderungen hochsensibel reagiert. Entsprechend wichtig ist die adäquate, am bestehenden Objekt orientierte Denk- und Planungsweise. Das hier vorliegende Buch ist die zweite Auflage. Der Originaltext von 2011 wurde nach acht Jahren vollständig durchgesehen und entweder von den ursprünglichen Autoren oder, wo dies nicht möglich war, von entsprechenden Fachspezialisten überarbeitet. Während gewisse Kapitel gleich oder fast gleich geblieben sind, haben sich andere deutlich gewandelt. Die Beispielsammlung enthält ausschliesslich neue Objekte.

**«Das Weiterbauobjekt ist in erster Linie im lokalen Kontext zu betrachten; dieser Ansatz bewahrt vor Architekturmoden und unangemessenen Lösungen. Das Bauen im Kontext stellt sich innerhalb freiwilliger Bindung an die bereits vorhandene Gegebenheit des Ortes immer auch die Frage nach der Veränderung sowie der Entwicklung neuer Bautypen. Topos und Typus waren und sind noch immer die Quellen der Architekturform.»**

Gion Caminada

# Lösungsstrategien

**Peter Schürch** In erster Linie fordern wir gute, zeitgenössische und qualitätsvolle Architektur, die städtebauliche, räumliche und architektonische Kriterien ebenso erfüllt wie die Postulate der Nachhaltigkeit. Die SIA 112/1 Nachhaltiges Bauen – Hochbau, eine Verständigungsnorm zur SIA 112, hilft Bauherrschaft, Architektinnen und Architekten, das Thema Nachhaltigkeit umfassend und phasengerecht im Planungsprozess zu verankern. Projektspezifische Ziele zu den aufgelisteten Kriterien, von Auftraggeber und Planer gemeinsam definiert, können auch als Basis für Weiterbauprojekte dienen. Diese Norm ist ein methodisches Instrument und kann bei Bedarf mit Kriterien der Labels wie SGNB, DGNB, LEED und anderen ergänzt werden.

Die Beachtung nachhaltiger Kriterien und deren Ziele ist ein Gebot der Zeit. Damit wird keineswegs «gute» Architektur verhindert. Vielmehr trägt eine im Planungsprozess konsequent angewandte Norm SIA 112/1 dazu bei, dass die Projekte in die Tiefe und Breite entwickelt werden und schärfer über sehr viele verschiedene Dinge nachgedacht wird. Die Planenden sind gefordert, ihre Kreativität und Sensibilität gegenüber dem Bestehenden einzubringen und aus der Fülle der Anforderungen ein kohärentes, überzeugendes Projekt zu entwickeln.

Ein Projekt berücksichtigt dank der SIA 112/1 die baulichen, örtlichen, funktionalen und gesellschaftlichen Parameter, was seine Qualität erheblich ansteigen lässt. Architektur entwickeln ist ein interdisziplinärer Prozess. Identifikationsstiftende, architektonisch wertvolle Zeugnisse unserer Geschichte mit vielschichtigen räumlichen Qualitäten sind sorgfältig umzunutzen, weiterzubauen und gegebenenfalls zu ergänzen. Fachwissen über Energieeffizienz bei Gebäuden ist genauso einzubringen wie Fragen der Mobilität, der richtigen Nutzungsmischung oder ganzheitlicher Zielsetzungen in Städtebau oder Raumplanung. Nicht selten findet sich ein Zusatz-

nutzen, der über die eigentliche Erfüllung der gestellten Aufgabe hinausgeht.

## Planerische Offenheit

Konzepte sollen die nötige Offenheit und Flexibilität aufweisen, um permanent auf Veränderungen reagieren zu können. Damit diese geforderten relevanten Leistungen in einem vielleicht überbestimmten System auch in der alltäglichen Weiterbaufaufgabe erbracht werden können, soll dieser gesamtheitlichen Planungskompetenz mehr Wert beigemessen werden. Es lassen sich kaum sämtliche Problemstellungen in einem Projekt umfassend lösen – ein enormer Anspruch an heutige Architekturschaffende. Vielmehr gilt es, bewusst Prioritäten zu setzen, Rahmenbedingungen zu klären und einen gewissen Mut zur Lücke zu haben. Ein Projekt oder ein Konzept entwickelt sich aus den vorgegebenen Zielen und architektonischen Überlegungen:

- Wie kann am Gebäude weitergebaut werden, ohne Wertvolles zu zerstören?
- Alte Gebäude sind Teil unserer Geschichte und Kultur und sollen nicht hinter Dämmschichten verschwinden.
- Welche Konzepte und Konstruktionen bieten sich für die Gebäudehülle an?
- Welche räumlichen Eingriffe sind angemessen?
- Was ist das tragende architektonische Konzept, die prägende Idee?
- Gibt es die Möglichkeit, mit unterschiedlichen Klimazonen zu arbeiten?
- Was kann der Umbau, das Weiterbauen mehr leisten als ein Ersatzneubau?
- Was leistet das Gebäude heute und zukünftig fürs Quartier, für das Dorf oder die Stadt?
- Was sind Prioritäten des Auftraggebers?

Eine genaue Analyse und Auswertung der Aufgabenstellung und der zur Verfügung stehenden Ressourcen, eine langfristige Betrachtungsweise sowie die Abschätzung von Chancen und Risiken führen zu klaren Entscheidungsgrundlagen. Heute sind öko-

nomische, zukunftsfähige, energieeffiziente und auch ästhetisch überzeugende Weiterbaulösungen gefragt. Empfehlenswert sind gut verortete und durchdachte Gesamtkonzepte mit langfristigen Zielsetzungen, welche modular umgesetzt werden können.

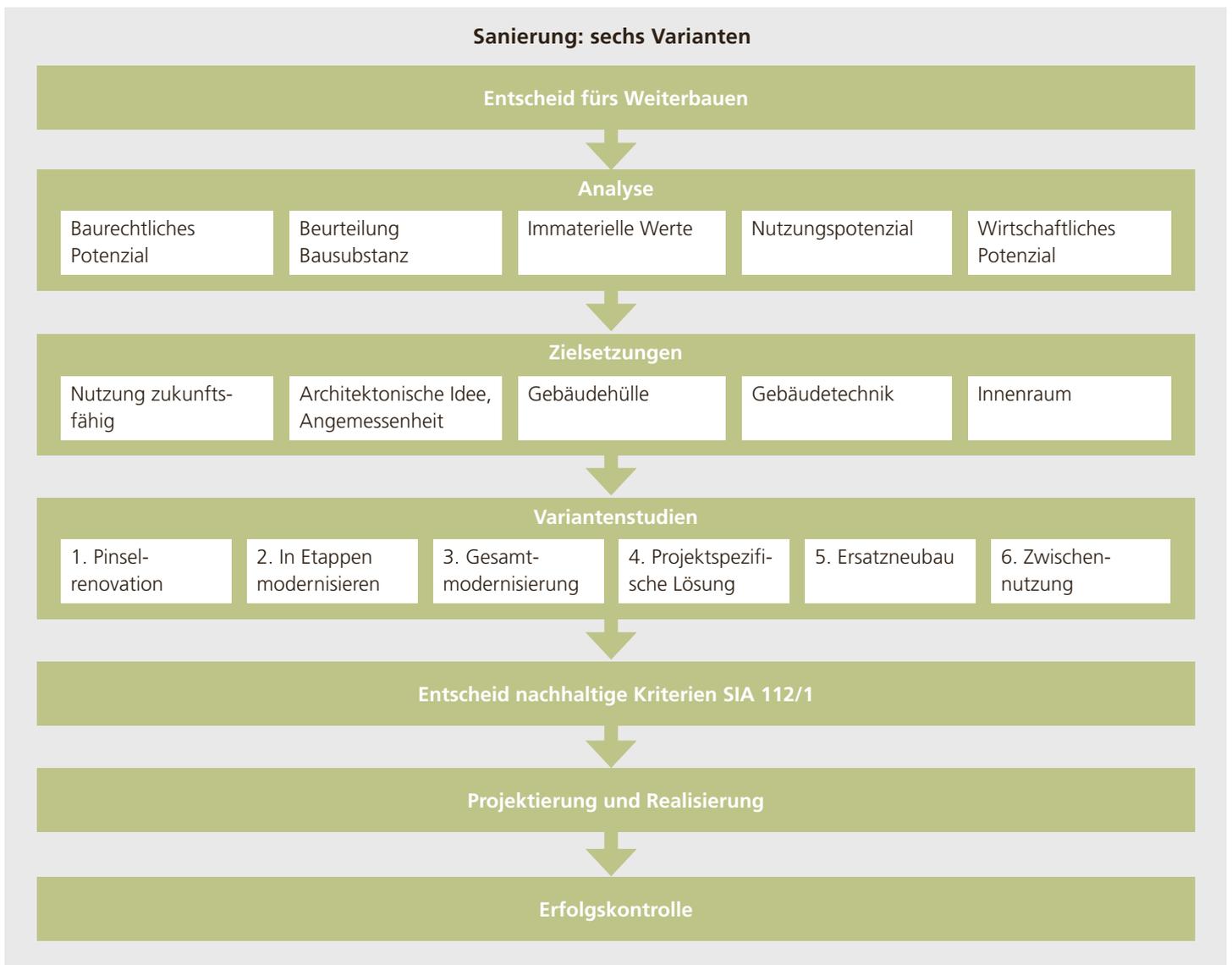
#### Varianten des Weiterbauens

**1. Pinselrenovation und Mängelbehebung:** Tiefe Baukosten, dadurch kurze Amortisationszeiten. Keine Werterhaltung, keine langfristige Perspektive. Gesamtkonzept nicht notwendig. Aufwand der einzelnen Massnahmen stark beschränken. Fazit: Nur sinnvoll, wenn spätere Nutzung unklar. Allenfalls ein Fall für eine innovative Zwischennutzung?

**2. In Etappen modernisieren:** Relativ hohe Baukosten verteilen sich auf die Etappen während mehreren Jahren (bis zu 25 Jahren); Konzept der Modernisierung muss sich auf alle Etappen beziehen. Einzelne Etappen nicht isoliert planen. Die beiden Varianten «in Etappen» und «Gesamt» sind in den einzelnen Massnahmen gleichwertig – es gibt keine Alternative zur durchdachten Planung und zu detailliert geplante Bauen.

**3. Gesamtmodernisierung:** Teure, aber langfristig günstigere Variante, da lange Amortisationszeiten möglich sind. Gesamtkonzept Bedingung: Unterstützung durch ArchitektInnen und Bauplanende. Die beiden Varianten «in Etappen» und «Gesamt» sind in den einzelnen Massnah-

*Die sechs aufgeführten Varianten unterscheiden sich in der Eingriffstiefe.*



men gleichwertig – es gibt keine Alternative zur durchdachten Planung und zu detailliert geplante Bauen.

**4. Projektspezifische Lösung:** Transformation, Anbau, Teilumbau, Modernisierung etc. Es gilt, ein schlüssiges projektspezifisches Gesamtkonzept zu entwickeln, das aus einer Mischung von verschiedenen Massnahmen bestehen kann.

**5. Ersatzneubau:** Die Lage auf dem Wohnungsmarkt ist langfristig schwer einzuschätzen. Die Gesellschaft verändert sich dynamisch und damit unsere Ansprüche an Wohnraum. Der Wunsch nach einer möglichst grossen Wohnfläche sollte zu Gunsten der Raum-, Nutzungs- und Aussenraumqualität stark hinterfragt werden. Wenn der Grundriss eines alten Ein- oder Mehrfamilienhauses grosse Defizite aufweist, nicht mehr zeitgemäss genutzt und auch nicht mehr flexibel umgestaltet werden kann, sind radikale Planungsansätze gefragt: ein Ersatzneubau oder eine kostengünstige, aber radikale Sanierung (vgl. Arbeiten von Lacaton & Vassal). Ein Ersatzneubau bietet Spielraum: Es kann die Nutzung einfach erhöht und der Nutzungsmix neu definiert werden, was zu besseren Erträgen führt. Auch kann ein neues, qualitativvolles Gebäude das Quartier aufwerten und lebenswerter machen.

**6. Zwischennutzung:** Durch eine Zwischennutzung gewinnt man nicht nur Zeit

für die Umbauplanung, sondern auch für das Finden einer stimmigen Nutzung. Sie kann aufzeigen, wozu sich das Gebäude überhaupt eignen könnte, kann einem bislang leerstehenden Gebäude zu einer neuen Akzeptanz im Quartier verhelfen oder potenzielle zukünftige Nutzer anziehen und ihr Interesse am Gebäude wecken. Zwischennutzungsprojekte vom Baubüro in situ aus Basel zeigen das Potenzial und die Kraft dieser Strategie.

### Welches Weiterbauprojekt?

#### Unterschiedliche Lösungsstrategien als

**Chance:** Die Erarbeitung von unterschiedlichen Projektansätzen verlangt Rechenschaft über kurz-, mittel- und langfristige erforderliche Massnahmen. Dabei gilt es, die Zielsetzungen, die Rahmenbedingungen, die Qualitäten und allfällige Mehrwerte zu bewerten und zu analysieren.

- Bezug von Fachleuten
- Architektonische Qualität, Atmosphäre, Dichte
- Immaterielle Qualitäten erhalten, stärken, neu schaffen.
- Machbarkeitsstudien mit Kosten- und Ertragsschätzungen.
- Ökonomische Risiken mit einer seriösen Kostenerfassung abschätzen.
- Variantenstudien ermöglichen Auftraggebern und Planenden, die richtige Strategie zu wählen.



Beispiel für ein Variantenstudium.

- Langfristig tiefer Energieverbrauch, um möglichst unabhängig von den Preisschwankungen der Energieträger zu sein. Weg von Öl als Energieträger.
- Nutzung erneuerbarer Energien
- Beitrag zur Biodiversität
- Schlüssiges Wassermanagement (Nutzung Grau-, Schmutz-, Regenwasser)
- Qualitätsvoller Aussenraum
- Schwachpunkte beheben.

Mögliche Lösungsansätze beschränken sich zukünftig nicht ausschliesslich auf das einzelne Bauwerk, sondern beziehen sich übergreifend auf ein Quartier, eine Siedlung oder gar auf eine Region. Dabei sind auch radikale Lösungen anzudenken, die vielleicht von einer starken Peripherie und impulsgebenden Zentren ausgehen, die eine Schweiz der Regionen und damit ihre vielfältige und reiche Baukultur erhält. Den weiter gebauten Werken sollte man ansehen, dass umsichtige Personen am Werk waren, die das Vorgefundene behutsam und respektvoll in die Zukunft überführen. **Praxisrelevantes:** Eine frühzeitige Kontaktaufnahme mit Unternehmern und anderen Fachleuten, um die Bausubstanz zu analysieren, lohnt sich. Unternehmerwissen ist gefragt und soll auch angemessen entschädigt werden. Es gilt, den Prozess und die Rahmenbedingungen immer wieder klug zu hinterfragen:

- Macht sich langfristiges Denken bezahlt?
- Kann der gewählte Baustoff einfach ersetzt oder repariert werden?
- Stimmt die Art der Nutzung, der Nutzungsmix?
- Der Schnittstellenproblematik ist bei Umbauten grosse Aufmerksamkeit zu schenken.
- Bilden die Unterhaltskosten ein Risiko?
- Höhere Wohnqualität bei gleichzeitig geringeren CO<sub>2</sub>-Emissionen?
- Authentisches Wohnen?
- Das Gebäude, das Quartier, die Stadt als Kraftwerk – autonom und postfossil?
- Nachhaltig geplantes und qualitätsvolles, gelungenes Weiterbauobjekt?
- Gebäude produzieren die nötige Mobilitätsenergie für die Bewohner gleich mit?

- Integrative Solarmodule in Dach und Fassade?
- Die Energiekosten in den nächsten Jahrzehnten im Griff?
- Was trägt das Gebäude zur Lebensqualität des Quartiers, des Dorfes, der Stadt bei?

**Ausführungsphase, Realisierung:** Diese Phase erfordert grosse Sorgfalt aller Beteiligten, gilt es doch auf die vorhandenen Baukonstruktionen Rücksicht zu nehmen, auf bauliche Überraschungen angemessen zu reagieren sowie im Projektablauf rasch und umsichtig Entscheide zu fällen.

**Kommunikation:** Um die Ziele des zukunftsfähigen Weiterbaus zu erreichen, ist der Kommunikation grosse Beachtung zu schenken. Alle am Prozess Beteiligten, Auftraggeber, Planende und Denkmalpfleger, Bauingenieure und Unternehmer sollten den Dialog über die Aufgabenstellung und die Lösungen führen und auch kontroverse Diskussionen austragen. Heute finanzieren, planen und bauen wir die Gebäude, auch für das «postfossile» Zeitalter.

### Langfristige Betrachtung führt zum Erfolg

Bei Investitionen für Sanierungen handelt es sich um Investitionen in die Zukunft. Diese sollen intensiv und transparent diskutiert werden. Erfolgreiche Weiterbauplanungen sind komplexe Prozesse, bei denen zu Beginn sehr wichtige Entscheidungen getroffen und Rahmenbedingungen vereinbart werden. Eine genaue Analyse und Auswertung der Aufgabenstellung und der zur Verfügung stehenden Ressourcen, eine langfristige Betrachtungsweise sowie die Definition der Chancen und Risiken führen zu klaren Entscheidungsgrundlagen.

Heute sind innovative, kreative, gesamtgesellschaftliche und ästhetisch überzeugende Weiterbau- und Sanierungsstrategien gefragt. Um dies zu erreichen, sind alle Beteiligten in der Bauplanung aufgerufen, sich dieser Herausforderung zu stellen. Empfehlenswert sind überzeugende Gesamtkonzepte, welche verortet und durchdacht sind, langfristige Zielsetzungen auf-

*Gemeindehaus in  
St-Saphorin-sur-  
Morges von  
atelier niv-o. (Foto:  
Thomas Jantscher)*



weisen und modular umgesetzt werden können. Wichtig ist, die aufgeführten Aspekte, Kriterien und Systemgrenzen kontinuierlich zu hinterfragen und immer wieder neu zu schärfen. Die Erarbeitung von unterschiedlichen Projektansätzen verlangt Rechenschaft über kurz-, mittel- und langfristig erforderliche Massnahmen.

### Gebäude als System

Alte Gebäude sind hochdifferenzierte Systeme, die auf Veränderungen sensibel reagieren. Es gilt vieles im Blick zu behalten, gut zu analysieren und Entscheide auf transparenten Kriterien nachhaltigen Bauens zu begründen. Nachhaltigkeit in der Architektur soll nicht länger eine Wort-

«Die entwerfenden Architekten, die sich dem Projektieren im Bestand verschreiben, sollten nicht grundsätzlich andere Aufgaben übernehmen als bei einem Neubau. Die Beurteilung des Bestehenden, das Erkennen von wirtschaftlichen, ökologischen und architektonisch vertretbaren Veränderungsmöglichkeiten, die Kenntnis über das Alterungsverhalten von Bauteilen, Neugier und Freude am bereits Gebauten werden wichtig. Gesucht sind entwerfende Architektinnen, die autonom und flexibel in der Lage sind, Erneuerungskonzepte zu entwickeln und die Ergebnisse den Bestellern erfolgreich zu kommunizieren. Diese Arbeit kann in einem kleinen Team – in dem eine Generalistin eine zentrale Rolle spielt – erfolgreich abgewickelt werden.»

Jürg Gredig, Martin Halter, Urs Hettich, Niklaus Kohler

hülse bleiben, sondern als ein wichtiger Bestandteil der Planungsmethoden konkret umgesetzt werden. Energieeffizienz steht heute im Fokus aller Bauprojekte und ist eine Zielsetzung des ressourcenbewussten Bauens, jedoch wäre es ein grosses Versäumnis, sich ausschliesslich auf diesen Aspekt zu konzentrieren. Architektonische Qualitäten sollen keineswegs dem Wärmedämmwahn geopfert werden, auf der anderen Seite soll eine vertiefte Auseinandersetzung mit dem

Thema Energieeffizienz und Behaglichkeit Dämmstrategien und kluge Energiekonzepte einschliessen.

Das Wissen und die Kompetenzen über energieeffiziente Gebäude, Quartiere oder Städtebau sind genauso vorhanden wie die Fähigkeit, die Mobilität effektiver und emissionsarm zu ermöglichen. Heute finanzieren, planen und bauen wir die Ge-

bäude für das «nachfossile» Zeitalter. Denn die grossen Zeiträume, die für unsere gebaute Umwelt üblicherweise gelten, erlauben kein Zuwarten.

### Ökonomie

Rückkoppelung durch Kostenerfassung und ein Überprüfen der Angemessenheit gehören zum nachhaltigen Bauen. Damit diese geforderten relevanten Leistungen in einem – vielleicht überbestimmten – System auch in der alltäglichen Weiterbaufaufgabe (lowend segment) erbracht werden, soll dieser gesamtheitlichen Planerkompetenz mehr Wert beigemessen werden. Leistung soll ihren Preis haben dürfen.

### Kulturelle Leistung und ästhetische Qualität

Das Dazwischen und Undefinierte, das Unbewusste und Wahrgenommene gibt der Architektur ihren Gehalt. Letztlich sollen auch Weiterbauprojekte mit einer hohen gestalterischen Qualität überzeugen. Um dies zu erreichen, ist eine bessere Kommunikation unter all den am Bauprozess Beteiligten und eine konkrete, forschere Umsetzung des vorhandenen Know-hows über energieeffizientes Bauen – ohne Abstriche bei der architektonischen Qualität – zu wünschen. Lösungen, mitunter radikale, sollen unsere bauliche Verortung stärken, Innovationen aufnehmen und sensibler mit der Ressource Raum umgehen. Anstelle von Konkurrenz unter den Gemeinden um Steuergelder – koste es, was es wolle – braucht es eine tragfähige und konstruktive Kooperation. Unsere überbordende Mobilität und der damit verbundene Landverschleiss kann nur durch eine Raumplanung gestoppt werden, die Einzelinteressen vor dem Blick fürs Gesamte zurücknimmt. Konzepte sollen die nötige Offenheit und Flexibilität aufweisen, um permanent auf Veränderungen reagieren zu können.

## Ziele nachhaltigen Weiterbauens

Alfred Breit-  
schmid  
Dieter Schnell  
Peter Schürch

Unter «Weiterbauen» wird ein evolutionärer Entwurfsansatz verstanden, bei dem das Vorhandene den Ausgangspunkt bildet. Das Ziel ist eine Gebäudetransformation zu neuem, zukunftsgerichtetem Gebrauch, die ihre Entstehung aus dem Bestehenden weder leugnet noch inszeniert, sondern als Faktum akzeptiert. «Weiterbauen» so verstanden, meint eine Architektur, die sich nicht in radikalen und kompromisslosen Lösungen gefällt, sondern eine kontinuierliche, mitunter auch unpektakuläre Transformation unserer gebauten Umwelt anstrebt. Das hochgesteckte Ziel muss dabei sein, den Baubestand so zu verbessern, dass er unter Wahrung seiner wertvollen Eigenschaften den neuen Bedürfnissen adäquat angepasst und den aktuellen ökologischen, ökonomischen und sozialen Herausforderungen gewachsen ist. Feinfühliges Erkennen und Weiterentwickeln des Bestehenden ist dabei die eigentliche Herausforderung. Zwi-

schen den beiden Polen Totalabbruch und Konservierung des Bestehenden liegen unendlich viele Abstufungen und damit Handlungsmöglichkeiten. Die beiden Pole werden hier keineswegs gewertet: Sowohl der Abbruch als auch die Konservierung können je nach Situation genauso sinnvoll sein wie alle erdenklichen Stufen dazwischen. Es gibt kein für jeden Einzelfall richtiges, es gibt nur ein der jeweiligen Situation angemessenes Weiterbauen.

Die Ziele nachhaltigen Weiterbauens werden in enger Anlehnung an die Verständigungsnorm SIA 112/1 Nachhaltiges Bauen – Hochbau definiert. Die drei Bereiche A «Gesellschaft», B «Wirtschaft» und C «Umwelt» sind in 21 Kriterien mit Zielen unterteilt (Tabelle 1.1). Primär für den Neubau entwickelt, eröffnen sich unter dem Gesichtspunkt des Weiterbauens gewisse Akzentverschiebungen, die hier zur Sprache kommen.



Abbildung 1.1:  
Umbau Wohn-  
und Geschäftshaus  
Bümplizstrasse,  
Bern, von Kast  
Kaeppli Architek-  
ten BSA SIA. (Foto:  
Rolf Siegenthaler)

## 1.1 Gesellschaft

**Infrastruktur:** Eine allgemeine Versorgung mit Gütern des Grundbedarfs sowie sozialen und kulturellen Angeboten stellt eine hohe Standortqualität sicher. Kurze Wege sind entscheidend.

**Solidarität:** Solidarität meint Offenheit, Anteilnahme und Hilfsbereitschaft unter den Mitgliedern einer Gesellschaft. Der Zugang zu Gütern und Ressourcen soll für alle gewährleistet sein.

**Soziale Kontakte:** Altbauten sind oder waren bereits Teil eines sozialen Gefüges; Menschen wohnten oder arbeiteten bis unmittelbar vor dem Umbau hier. Die Bewohner des Quartiers kennen das Gebäude und verbinden mit ihm gewisse Bedeutungen und Stimmungen. Dies alles gilt es zunächst wahrzunehmen, um bewusst und gezielt darauf zu reagieren. Ein Umbau ist für die Nachbarn immer auch ein emotionales Ereignis. Gute Kommunikation, eine hohe Nutzungsqualität und Partizipation schaffen die nötige Akzeptanz.

**Nutzbarkeit:** Altbauten eröffnen nicht nur zahlreiche Möglichkeiten neuer Nut-

zungen, sie schränken auch ein. Nicht jeder Altbau eignet sich für jede Neunutzung. Womöglich widersetzen sich auch der Standort, das Quartier oder die Erschliessungssituation gewissen Nutzungsabsichten. Sehr häufig kommt es vor, dass einem Altbau zu viel Nutzraum abgerungen werden soll (mehrstöckige Unterkellerungen, Dachausbauten usw.). Altbauten haben nicht nur ein Nutzungspotenzial, sie konfrontieren uns auch mit den Lebensgewohnheiten älterer Generationen: In den vergangenen vierzig Jahren hat sich in der Schweiz der Flächenbedarf an Wohnraum pro Person nahezu verdoppelt. Dass diese Entwicklung einer ökologischen Nachhaltigkeit widerspricht, versteht sich von selbst. Es wäre wünschenswert, wenn uns Altbauten lehrten, auf gewisse Maximalforderungen zu verzichten. Weiterbauprojekte gelingen dann am besten, wenn die neue Nutzung möglichst zwanglos in die alte Situation eingefügt werden kann.

**Gestaltung:** Altbauten sind Teil des Orts-, Quartiers- und Strassenbildes. Ihre Ästhetik stammt aus anderer Zeit und strahlt eine entsprechende Atmosphäre und Iden-

*Tabelle 1.1:  
Nachhaltigkeit mit  
drei Bereichen und  
21 bewertungsre-  
levanten Kriterien.  
(Quelle: SIA 112/1)*

Bereich	Kriterien	Ziele
A – Gesellschaft (sozial)	A.1 Infrastruktur	Angebot einer angemessenen Grundversorgung für das nähere Umfeld
	A.2 Solidarität	Beiträge zu sozialer Gerechtigkeit in einer solidarischen Gesellschaft
	A.3 Soziale Kontakte	Begegnungsorte schaffen und Rückzug ermöglichen
	A.4 Nutzbarkeit	Hohe Nutzungsqualität und Möglichkeit zur Aneignung
	A.5 Gestaltung	Wertschöpfung, Identität und Innovation durch hochwertige Architektur
	A.6 Wohlbefinden	Hohes Sicherheitsempfinden und behagliche Innen- und Freiräume
	A.7 Partizipation	Hohes Mass an Akzeptanz durch Teilhabe
B – Wirtschaft (ökonomisch)	B.1 Standort	Langfristige und optimale Entwicklung der Standortqualität
	B.2 Ausgleich	Intakter gesellschaftlicher Rahmen durch ökonomischen Ausgleich
	B.3 Verdichtung	Gute Infrastruktur und hohe Ausnützung durch qualitätsvolle Verdichtung
	B.4 Marktfähigkeit	Übereinstimmung von Angebot und Nachfrage
	B.5 Innovation	Zukunftsfähigkeit durch Innovation und gesellschaftliche Entwicklung
	B.6 Handlungsfähigkeit	Handlungsfähigkeit dank gesicherter Finanzierung und kalkulierte Risiko
	B.7 Lebenszykluskosten	Optimierte Investitions- und tiefe Betriebs- und Unterhaltskosten
C – Umwelt (ökologisch)	C.1 Mobilität	Ressourcen- und umweltschonende Mobilität mit kurzen Wegen
	C.2 Suffizienz	Reduktion der Anforderungen auf das Wesentliche und Nötige
	C.3 Biodiversität	Vielfalt von Lebensräumen und Arten erhalten und fördern
	C.4 Dauerhaftigkeit	Auf Anpassbarkeit und Dauerhaftigkeit optimierte Konstruktion
	C.5 Stoffkreisläufe	Geringe Emissionen und Beachtung von Stoffkreisläufen
	C.6 Erstellung	Ressourcen- und klimaschonende Erstellung
	C.7 Betrieb	Geringer Energiebedarf und Deckung mit erneuerbaren Energieträgern

tität aus. Genauso wie eine Modeberaterin das Alter, die Haar- und Augenfarbe, die Figur und den Stil der zu beratenden Person berücksichtigen muss, um ein gutes Resultat zu erzielen, muss der Architekt auf die bereits vorhandene Ästhetik eines Altbaus eingehen. Einem in die Jahre gekommenen Gebäude die «eigene» Ästhetik aufzuzwingen ist genauso unpassend, wie einer hochbetagten Dame hautenge Stöckelstiefel zu empfehlen. Beim Weiterbauen geht es vielmehr darum, die vorhandenen Qualitäten zu stärken, im Nebeneinander von Alt und Neu eine interessante Harmonie zu erreichen, die das Alte weder bedrängt oder gar zerstört noch inszeniert und vorführt, sondern als immer schon Vorhandenes wie selbstverständlich akzeptiert.

**Wohlbefinden:** Alte Bauten und Räume strahlen eine besondere Atmosphäre aus, die von vielen Menschen als angenehm empfunden wird. Diese Atmosphäre gilt es als Qualität zu stärken. Bei Wohnbauten ist es heute üblich, Trennwände zu entfernen, um grosse, als zeitgemäss empfundene Raumeinheiten zu schaffen. Mit Sicherheit wird dabei die alte Raumatmosphäre zerstört, ohne dass in jedem Fall etwas Gleichwertiges entsteht. In Bezug auf die Gesundheit haben einige Altbauten den Vorteil, dass meist mit natürlichen Materialien gebaut wurde. Trotzdem sind jedoch verwendete Lösungsmittel, andere Giftstoffe, verbauter Asbest, Feuchtigkeits- und Schimmelschäden abzuklären, sowie frühzeitig Sanierungskonzepte dafür auszuarbeiten.

**Partizipation:** Die Mitwirkung verschiedener Ziel- und Interessengruppen im Planungsprozess schafft Akzeptanz und stellt sicher, dass deren Bedürfnisse angemessen berücksichtigt werden.

## 1.2 Wirtschaft

**Standort:** Der Standort von Gebäuden ist für die Nutzbarkeit, Handelbarkeit und ökonomische Rendite eines Objekts von zentraler Bedeutung. Dazu gehören Faktoren wie Erreichbarkeit, Verkehrsanbindung des Standortes, aber auch Vielfalt, Dichte und Qualität der nahen Umgebung.

**Ausgleich:** Alle Mitglieder einer Gesellschaft sollen Zugang zu Gütern, Finanzmitteln und Ressourcen haben. Das Zusammenwirken von Eigeninitiativen und politischem Handeln kann Rahmenbedingungen schaffen für Stabilität und gegenseitiges Vertrauen.

**Verdichtung:** Eine qualitätsvolle Verdichtung fördert die Standortattraktivität und hat ein hohes wirtschaftliches Potenzial. Je intensiver der Raum besiedelt wird, desto effizienter kann die Infrastruktur genutzt werden.

**Marktfähigkeit:** Die atmosphärischen Qualitäten eines Altbaus sind durchaus auch von ökonomischer Relevanz. Historisches Cachet ist ein nicht vermehrbares Gut und genießt daher auf dem Markt einen Wert. Wenn es gelingt, einem historischen Gebäude seine Einzigartigkeit zu wahren, so werden sich auch Liebhaber finden, die einen Aufpreis zu zahlen bereit sind. Wie der Antiquitätenhandel als auch die immer zahlreicheren Flohmärkte und Second-Hand-Börsen beweisen, ist das Interesse an alten Gütern seit Jahrzehnten stark steigend und es gibt keine Hinweise darauf, dass der Trend demnächst rückläufig sein könnte.

**Innovation:** Um sich ändernden Bedürfnissen anpassen zu können, braucht es Innovationen in Prozessen, Produkten und Nutzungskonzepten.

**Handlungsfähigkeit:** Möglichst exakte Kostenprognosen erlauben in der Planung, statt einer Maximierungs- eine Optimierungsstrategie einzuschlagen, was im Resultat sowohl baulich als auch finanziell grosse Unterschiede zeitigen kann. Dachausbauten sind in der Regel sehr teuer, können jedoch eine Gesamtsanierung auch querfinanzieren. Es lohnt sich, verschiedene Sanierungsstrategien einander gegenüberzustellen.

**Lebenszykluskosten:** Historische Baumaterialien sind relativ unterhaltsintensiv. Je früher ein Schaden entdeckt und behoben werden kann, desto geringer sind der Schaden und somit die Reparaturkosten. Eine Optimierung der Betriebs- und Unterhaltskosten beinhaltet deshalb ein sorgfältiges Unterhaltskonzept. Bei der Sanierung

eines Altbaus sind die voraussichtlichen Erstellungs- und auch die Lebenszykluskosten bis auf Einzelteile genau zu berechnen, da gewisse Massnahmen, die womöglich gar nicht zwingend notwendig sind, sehr hohe Kosten verursachen können.

Nachhaltiges Weiterbauen führt Altbauten insofern in eine wirtschaftlich sichere Zukunft, als das Gebäude für längere Zeit den Anforderungen wieder gewachsen ist. Wichtig ist, dass in der Projektierung bereits die nächsten Erneuerungen mit bedacht werden. Der Einbau reversibler Elemente, leicht auswechselbarer Verschleiss-teile oder anpassungsfähiger Oberflächen wird für längere Zeit einen tiefen und damit kostenintensiven Eingriff vermeiden helfen.

### 1.3 Umwelt

**Mobilität:** Fragen zur Mobilität können wesentliche Argumente für oder gegen eine Neunutzung darstellen. Attraktive Konzepte für den Langsamverkehr und eine gute Anbindung an den öffentlichen Verkehr vermindern Emissionen von Lärm, Luftschadstoffen und Treibhausgasen.

**Suffizienz:** Zurückhaltung insbesondere beim Flächenkonsum ist ein zentraler Faktor, auf den in der Planung der späteren Nutzung Einfluss genommen werden kann.

**Biodiversität:** Altbauten haben bereits eine Umgebungsgestaltung. Auch hier gilt der Grundsatz, dass das Vorhandene als Ausgangspunkt der Planungsüberlegungen zu betrachten ist. Im Idealfall geht das bereits Vorhandene gestärkt aus der Umgestaltung hervor. Im Hinblick auf eine nachhaltige Nutzung des Bodens ist grundsätzlich bei Altbausanierungen eine Mehrnutzung zu begrüßen. Dabei sollte diese höhere Nutzung das Gebäude nicht überfordern, sondern im Zweifelsfall durch einen An- oder Zubau umgesetzt werden. Der Aussenraum verliert bei der Verdichtung an Boden, kann aber bei sorgfältiger Gestaltung an Qualität gewinnen.

**Dauerhaftigkeit:** Altbauten haben Systemcharakter, das heisst, die Baustoffe sind genau aufeinander bezogen und er-

gänzen sich in ihren Eigenschaften zumeist optimal. Bei der Wahl von neuen Baustoffen ist demnach vom Vorhandenen auszugehen. Dabei ist zu beachten, dass die neuen Stoffe die alten weder schädigen (Beton entzieht beispielsweise altem Kalkmörtel verschiedene Salze und zerstört ihn damit längerfristig) noch einer Mehrbelastung aussetzen (Gewicht, Feuchtigkeitshaushalt usw.). Da das Langzeitverhalten neuester Baustoffe meist wenig bekannt ist, kann als Faustregel gelten, dass im Zweifelsfall die traditionellen Materialien den neuesten Produkten vorzuziehen sind. Altbauten wurden nicht im Hinblick auf die heutigen technischen Möglichkeiten gebaut. Zu hohe Dämmwerte können beispielsweise den Feuchtigkeitshaushalt eines Altbaus vollständig verändern und dabei grosse Probleme bis hin zu Fäulnis an Holzteilen und Schimmelbildungen verursachen.

**Stoffkreisläufe:** Bei der Gewinnung, Herstellung, Verarbeitung und Entsorgung von Baustoffen gilt es, Schadstoffe zu vermeiden und Kreisläufe zu schliessen.

**Erstellung:** Kompakte Baukörper, gut strukturierte Grundrisse, kluge Energiekonzepte, arbeiten mit unterschiedlichen Klimazonen und eine ressourcenschonende Materialisierung helfen, die graue Energie und die Treibhausgasemissionen zu senken.

**Betrieb:** Die Optimierung von Haustechnikanlagen und damit der Betriebsenergie kann beim Altbau nicht nach denselben Standards erfolgen wie beim Neubau. Grosse Auswirkungen auf die Betriebsenergie haben die stets steigenden Komfortansprüche an Innenräume. Während bei einem Neubau in der Regel sämtliche Räume auf denselben technischen Stand gebracht werden, ist diese Gleichbehandlung beim Altbau keineswegs zwingend. Vielmehr kann ein sehr differenziertes Ausbaukonzept, bei dem nicht alle Räume gleich warm beheizt, nicht alle belüftet oder gekühlt werden, die Betriebsenergie massiv reduzieren.



### Die Nachhaltigkeitsrosette

Damit eine ganzheitliche, nachhaltige Architektur gelingt, müssen in allen Bereichen der Gesellschaft (sozial), der Wirtschaft (ökonomisch) und der Umwelt (ökologisch) gute Umsetzungen erzielt werden. Mit der an der Berner Fachhochschule entwickelten Nachhaltigkeitsrosette können diese bewertet, grafisch dargestellt und diskutiert werden (Abbildung 1.3). Für jedes Kriterium erfolgt eine subjektive Bewertung von 0 (Minimum) bis 10 Punkten (Maximum) auf der Basis der aufgeführten Ziele. Damit die konkrete qualitative oder quantitative Bewertung nachvollziehbar ist, muss die Einschätzung der einzelnen Kriterien begründet werden. Dies ist mit einem Würdigungstext oder mit einer entsprechenden Tabelle möglich. Ein nachhaltiges Projekt wird mit einer ausgeglichenen Nachhaltigkeitsrosette in einem Einundzwanzigeck grafisch ausgewiesen. Die Nachhaltigkeitsrosette ist kein objektives Labelinstrument, sondern ein didaktisches Instrument für die Darstel-

lung der Selbsteinschätzung von Anstrengungen in der Umsetzung der nachhaltigen Aspekte eines geplanten oder ausgeführten Projektes. Mit zunehmendem Wissen über die einzelnen Kriterien gelingt eine sinnvolle Diskussion zur Optimierung einer ganzheitlichen, nachhaltigen Architektur und Siedlungsentwicklung. Die Nachhaltigkeitsrosette kann auch eingesetzt werden für die Diskussion und die Abwägung von verschiedenen Varianten desselben Projektes.

### Die doppelte Nachhaltigkeitsrosette

Für die Beurteilung und die Diskussion einer Erneuerung im Weiterbauen kann die doppelte Nachhaltigkeitsrosette eingesetzt werden (Abbildung 1.4), mit der Würdigung des Projektes vor und nach dem Eingriff. Es ist klar, dass mit dem Projektvorschlag eine Verbesserung der bestehenden Situation angestrebt werden muss, was in der doppelten Nachhaltigkeitsrosette sichtbar wird.

*Abbildung 1.2: Saniertes Mehrfamilienhaus in Bern von Halle 58 Architekten, Bern. (Foto: Christine Blaser)*

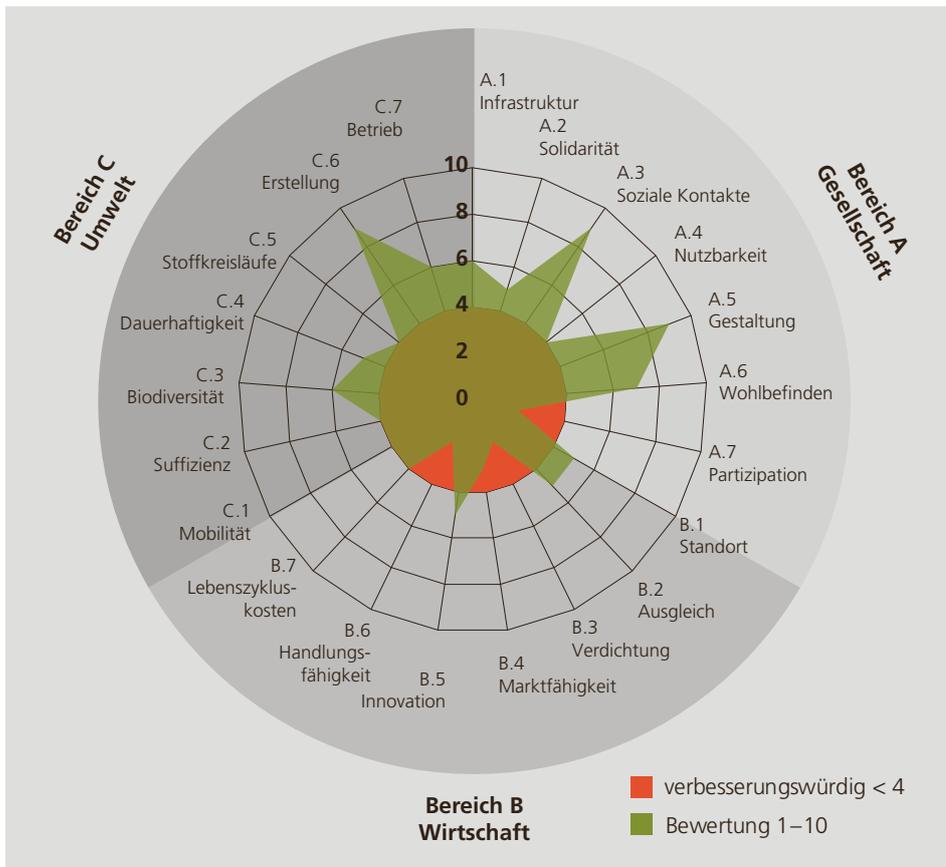


Abbildung 1.3: Die einfache Nachhaltigkeitsrosette mit den drei Bereichen «Gesellschaft», «Wirtschaft», «Umwelt» und 21 Kriterien. Die Punktvorgabe (Minimum 0, Maximum 10 Punkte) erfolgt aufgrund der Einschätzungen von konkreten Kriterien. Damit eine anspruchsvolle Umsetzung von Zielen der Nachhaltigkeit gelingt, müssen in allen drei Bereichen gute Resultate erzielt werden. Bei der Unterschreitung der Qualitätsgrenze Nachhaltigkeit (4 Punkte) besteht Handlungsbedarf. In Ergänzung zu den Empfehlungen der SIA 112/1 wurden sieben Kriterien pro Bereich festgelegt (Tabelle 1.1). (Quelle: SIA 112/1)

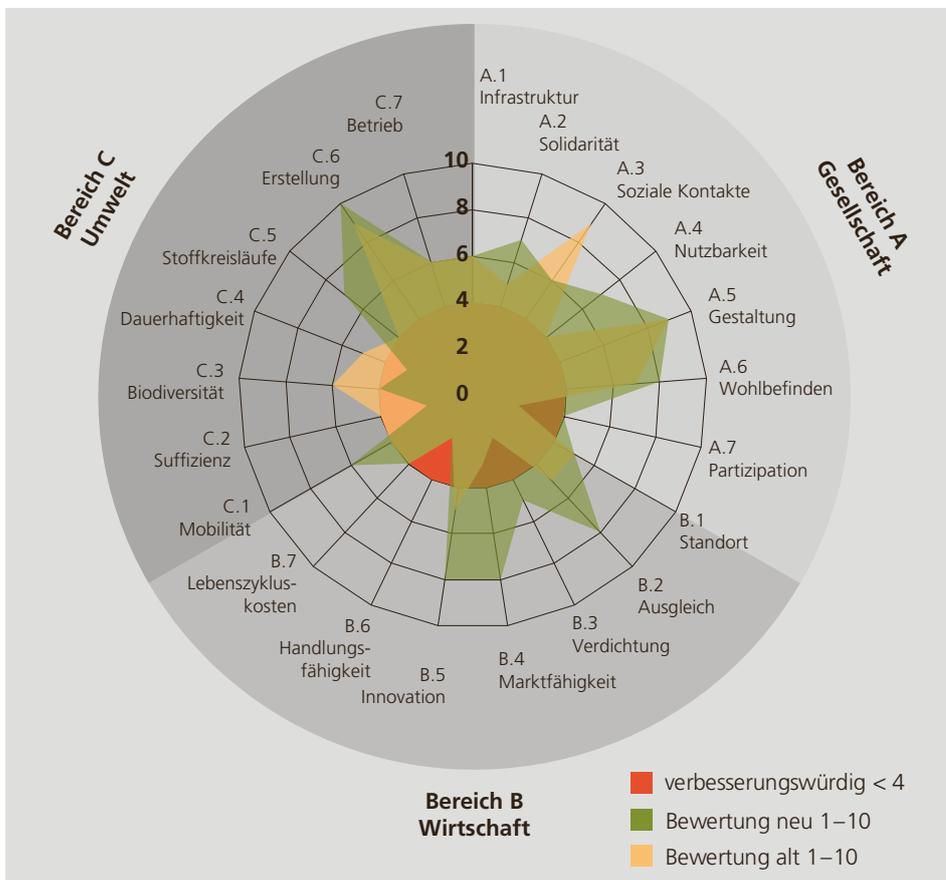


Abbildung 1.4: Die doppelte Nachhaltigkeitsrosette für die Beurteilung eines Projektes vor und nach dem Eingriff. Basierend auf der Ausgangssituation (gelbe Fläche) werden Verbesserungen (grüne Fläche) ausgewiesen. (Quelle: SIA 112/1)

#### Gesellschaft

- Gemeinschaft
- Gestaltung
- Nutzung, Erschliessung
- Wohlbefinden, Gesundheit

#### Wirtschaft

- Gebäude- und Bausubstanz
- Anlagekosten
- Betriebs- und Unterhaltskosten
- Wertschöpfung, Immobilienmarkt

#### Umwelt

- Baustoffe
- Betriebsenergie
- Boden, Natur, Landschaft
- Infrastruktur

## 1.4 Nachhaltigkeit ist bewertbar

Philippe  
Lustenberger

Nachfolgend wird anhand einzelner Beispiele aufgeführt, welche Kriterien die Nachhaltigkeit einer Immobilie beeinflussen und wie diese dargestellt werden können. Diese Handlungsfelder bilden auch eine Basis zur Bewertung der Nachhaltigkeit, wie dies im Kapitel 1 «Ziele nachhaltigen Weiterbaus» erläutert wird. Unter anderem werden die Kriterien in der Norm SIA 112/1 Nachhaltiges Bauen – Hochbau, die Verständigungsnorm zur SIA 112, beschrieben. Eine gesamtheitliche Betrachtung der Nachhaltigkeit ist in der Planung, in der Erstellung und im Betrieb einer Immobilie absolute Pflicht.

### Beispiel 1: Bereich Umwelt, Kriterium Suffizienz am Beispiel des Wohnflächenbedarfs, des demografischen Wandels und der zukünftigen Bevölkerungszunahme in der Schweiz

Bezüge bestehen unter anderem zu folgenden Kapiteln:

- Kapitel 4 «Planungsprozesse, Strategie und Kommunikation»
- Kapitel 5 «Ökonomische Nachhaltigkeit»
- Kapitel 7 «Schallschutz»

Gemäss dem Bundesamt für Raumentwicklung (ARE) stieg der Wohnflächenbedarf in den letzten Jahrzehnten kontinuierlich an. Lag der Wohnflächenbedarf im Jahre 1980 bei 34 m<sup>2</sup> pro Person, ist dieser auf 46 m<sup>2</sup> pro Person im Jahr 2017 gestiegen. Die Prognosen des ARE gehen davon aus, dass im Jahr 2030 ein Wohnflächenbedarf von 55 m<sup>2</sup> pro Person besteht. Das Bundesamt für Statistik geht davon aus, dass die Bevölkerung in der Schweiz von rund 8,3 Mio. Einwohner im Jahr 2015 auf 9,5 Mio. Einwohner im Jahr 2030 respektive auf 10,2 Mio. Einwohner im Jahr 2045 ansteigen wird. Das entspricht einer Zunahme von 14,5 % respektive 22 %. Werden die einzelnen Teilräume betrachtet, steigen die Bevölkerungszahlen unterschiedlich: Am stärksten betroffen werden demnach die Kantone Freiburg, Waadt, Thurgau, Aargau, Wallis, Zürich, Zug und Luzern sein, in denen die Bevölkerung 23 % bis 41 % zunimmt. Werden die sich verändernden Qualitätsansprüche aufgrund des demografischen Wandels (Altersaufbau, Steigerung des Wohlstandes, vermehrt Einzelhaushalte usw.) berücksichtigt, ist zu erwarten, dass sich die Ansprüche ans Wohnen und an die Raumplanung weiter wandeln werden.

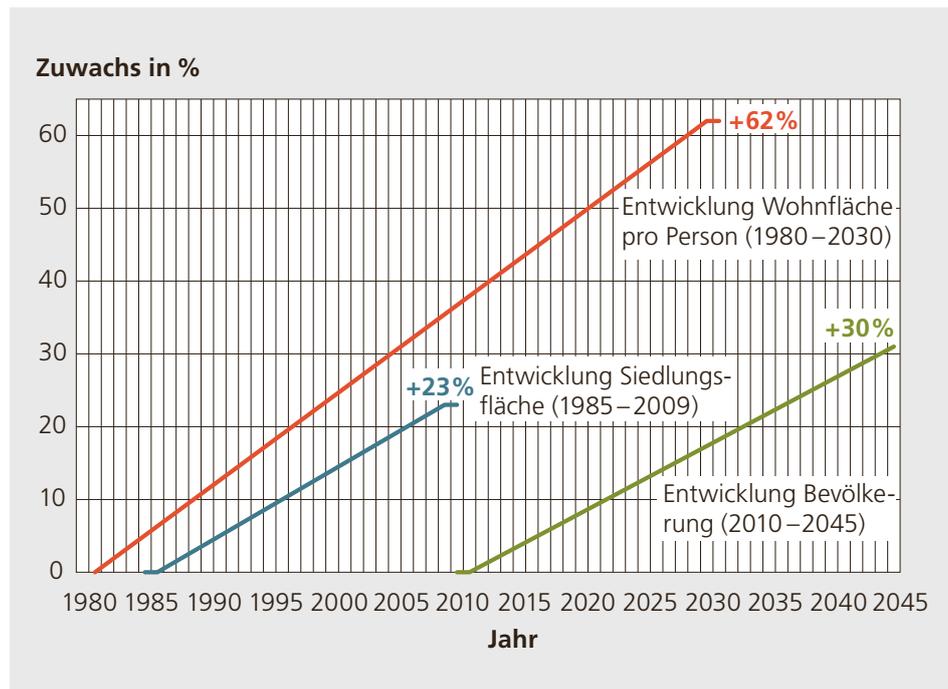


Abbildung 1.5: Vergleich Wachstum von Bevölkerung, Siedlungsfläche und Wohnfläche pro Person in Prozent. (Quelle: ARE, 2011)

**Beispiel 2: Bereich Wirtschaft, Handlungsfeld Gebäude-Bausubstanz, Kriterium Gebäudestruktur am Beispiel der Systemtrennung des Kantons Bern**

Bezüge bestehen unter anderem zu folgenden Kapiteln:

- Kapitel 8 «Tragwerk»
- Kapitel 9 «Altlasten, Bauschadstoffe und Materialkonzepte»

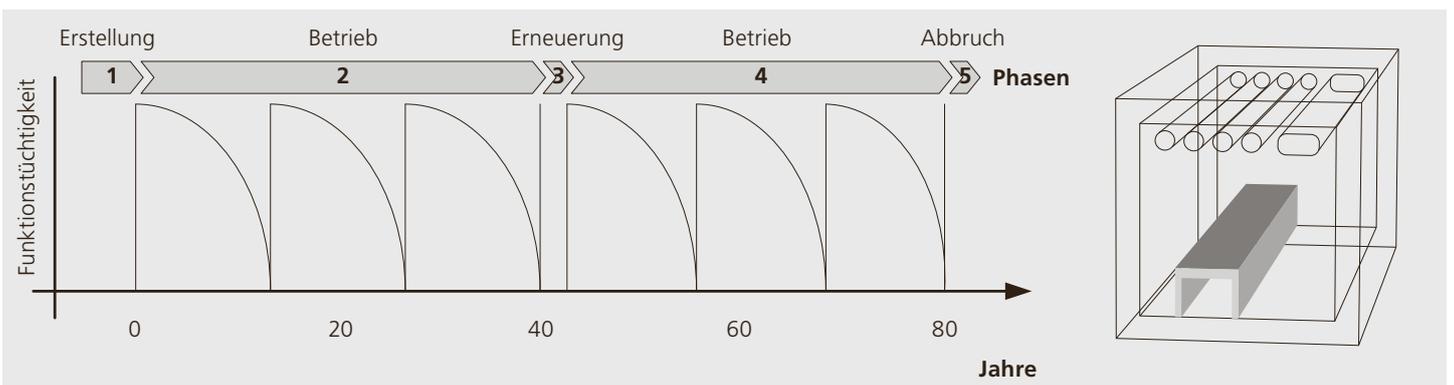
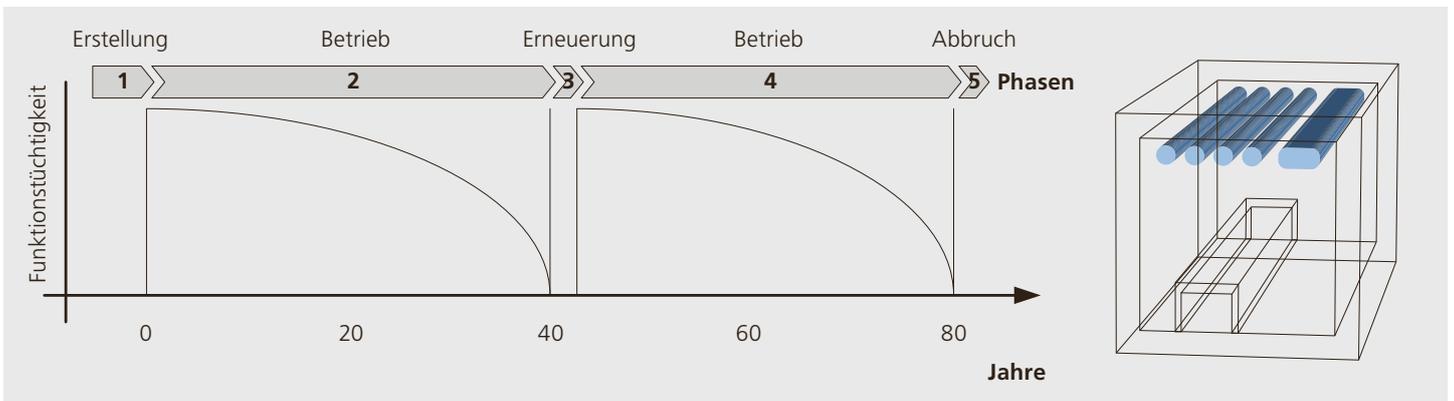
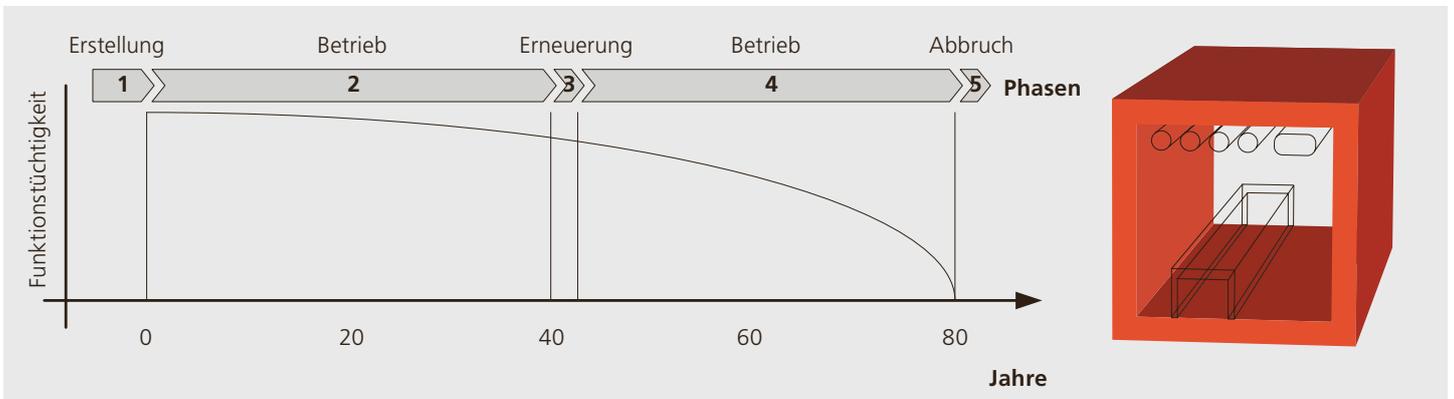
**Systemstufendefinition:** Die «Bauteiltrennung» definiert die Trennung von Bauelementen unterschiedlicher Lebens- und Nutzungsdauer. Allzu oft werden kurzle-

bige Bauelemente fest mit langlebigen verbunden, so dass die Lebensdauer des Ganzen auf die kurzlebigen Teile reduziert wird (z.B. einbetonierte Leitungen). Das Ziel muss sein, Bauteile von unterschiedlicher technischer und betrieblicher Funktionstüchtigkeit in der Planung und Realisierung konsequent voneinander zu trennen. Der Austausch einzelner Komponenten kann erfolgen, ohne dass funktionstüchtige Teile zerstört werden müssen. Dies sichert den Gebrauchswert für die Zukunft. Die Bauteiltrennung erfolgt in den drei Systemstufen Primär-, Sekundär- und Tertiärsystem.

Abbildung 1.6: Lebensdauer und Systemtrennung des Primärsystems.

Abbildung 1.7: Lebensdauer und Systemtrennung des Sekundärsystems.

Abbildung 1.8: Lebensdauer und Systemtrennung des Tertiärsystems.



### Primärsystem

Das Primärsystem ist eine langfristige Investition (50 bis 100 Jahre) und versteht sich als unveränderbarer Rahmen des Sekundärsystems. Es umfasst im Wesentlichen:

- die Tragkonstruktion (horizontales und vertikales Raster)
- die Gebäudehülle (Fassade und Dach)
- die äussere Erschliessung (Arealerschliessung)
- die innere Erschliessung (Haupterschliessung horizontal und vertikal)
- die Grundstruktur der Haustechnik (Konzept der technischen Erschliessung horizontal und vertikal, Standort der Technikräume)

### Sekundärsystem

Das Sekundärsystem stellt eine mittelfristige Investition (15 bis 50 Jahre) dar und sollte über einen hohen Variabilitätsgrad verfügen. Es ist anpassbar und enthält in erster Linie die Elemente:

- Innenausbau (Wände, Böden, Decken)
- haustechnische Installationen
- Beleuchtung, Sicherheitsinstallationen, Kommunikationsmittel

### Tertiärsystem

Das Tertiärsystem ist eine kurzfristige Investition (5 bis 15 Jahre) und ohne grössere bauliche Massnahmen veränderbar. Zum Tertiärsystem zählen vor allem:

- die Einrichtung und das Mobiliar
- die Apparate (inklusive ihrer Anschlüsse ab dem Sekundärsystem)
- die EDV-Verkabelung

### Beispiel 3: Bereich Umwelt, Kriterien Stoffkreisläufe und Erstellung

#### Beispiel Ökobilanz

Bezüge bestehen unter anderem zu folgenden Kapiteln:

- Kapitel 5 «Ökonomische Nachhaltigkeit»
- Kapitel 9 «Altlasten, Bauschadstoffe und Materialkonzepte»
- Kapitel 11 «Energiekonzepte»
- Kapitel 12 «Gebäudetechnik»

Ökobilanzdaten basieren auf branchenbezogenen Stoff- und Energieflüssen, die be-

züglich ihrer Umweltrelevanz bewertet werden. In der Empfehlung der KBOB (Koordinationskonferenz der Bau- und Liegenschaftsorgane der öffentlichen Bauherren) erfolgt die Gesamtbewertung mit der Methode der ökologischen Knappheit und wird in Umweltbelastungspunkten (UBP) ausgedrückt. Die Methode erlaubt eine Abwägung zwischen:

- einem Vergleich unterschiedlicher Konstruktionsarten sowie
- einem Vergleich von Abbruch oder Erhalt von bestehender Bausubstanz und damit bereits eingebundener oder neuer Umweltbelastung.

Wird die Berechnungsmethode der Umweltbelastungspunkte als Entscheidungsgrundlage zwischen Abbruch oder Erhalt bestehender Bausubstanz angewandt, muss auch der Effizienzgewinn zwischen alter und neuer Baustruktur berücksichtigt werden, die sich positiv oder negativ auf die Betriebskosten in der Nutzungsphase der Immobilie auswirken.

## 1.5 Quellen

- AGG Bern, Richtlinien Systemtrennung, 2009: Richtlinie Systemtrennung, Amt für Grundstücke und Gebäude des Kantons Bern, Reiterstrasse 11, 3011 Bern, 2009
- AGG Bern, Broschüre Systemtrennung, 2006: Broschüre Systemtrennung, Amt für Grundstücke und Gebäude des Kantons Bern, Reiterstrasse 11, 3011 Bern, 2006
- ARE, 2011: Bundesamt für Raumentwicklung, Wohnflächenbedarf, Stand vom 13. April 2011, [www.are.admin.ch](http://www.are.admin.ch)
- BfS, 2011: Bundesamt für Statistik, Szenarien zur Bevölkerungsentwicklung der Schweiz, 2015–2045; abgerufen am 30.08.2019; [www.bfs.admin.ch](http://www.bfs.admin.ch)
- BfS, 2016; Bundesamt für Statistik, Kantonale Szenarien zur Bevölkerungsentwicklung, 2015–2045; abgerufen am 30.08.2019; [www.bfs.admin.ch](http://www.bfs.admin.ch)
- BfS, 2019: Bundesamt für Statistik, Durchschnittliche Wohnfläche pro Bewohner nach Zimmerzahl, nach Kanton; Stand vom 02.11.2018, abgerufen am 30.08.2019; [www.bfs.admin.ch](http://www.bfs.admin.ch)



## Architektonische Wertschätzung

**Dieter Schnell** Historische Bauten bereichern unser Lebensumfeld. Vor dem Reichtum gewachsener Siedlungen mit ihrer Vielfalt an Strukturen, Formen, Materialien und Farben, mit ihren Brüchen und Zäsuren muss jede Neubausiedlung zurückstehen. Versuchen Architekten ihre Neubauten ähnlich abwechslungsreich zu gestalten, wirken die Resultate stets unecht, der Reichtum aufgesetzt und erzwungen. Das Geheimnis liegt darin, dass der Reichtum historischer Strukturen von den Erbauern nicht beabsichtigt worden ist. Vielmehr ist er «durch die Hintertür» in das Ensemble gekommen. Erstens ist er eine Folge des Alters, der Patina und der leicht verwitterten Farben und Materialien, zum zweiten beruht er auf dem zufälligen Nebeneinander unterschiedlichster Objekte und drittens erkennen wir in den Formen etwas Aussergewöhnliches, weil längst Vergangenes und nicht mehr unmittelbar Verständliches.

### Denkmalpflege und Heimatschutz

Die von der französischen Revolution ausgelösten politisch-gesellschaftlichen Umwälzungen in Europa brachten es mit sich, dass der Schutz und die Pflege historisch bedeutender Bauten zunehmend als Staatsaufgabe betrachtet wurden. Die Regierungen erklärten die Erhaltung von Denkmälern zu einem öffentlichen Interesse; erste Schutzgesetze entstanden. Aus einer engagiert geführten Diskussion um Werthaltungen und Vorgehensweisen in der Restaurierung und Konservierung von Gebäuden entwickelte sich in den vergangenen 200 Jahren die heute für gültig erachtete Denkmaltheorie. Auf internationaler Ebene ist diese Theorie in den Charten der ICOMOS, allen voran der Charta von Venedig (1964), niedergelegt. Mittlerweile verfügen viele kantonale Denkmalämter über flächendeckende Inventare. Darin verzeichnet sind die «schützenswerten» Objekte. Ihre Zahl steigt sel-



Abbildung 2.1:  
Gesamtsanierung  
Wohnhaus Jura-  
strasse, Bern, von  
Kast Kaeppli  
Architekten BSA  
SIA. (Foto: Rolf  
Siegenthaler)

ten über 5 % des gesamten Gebäudebestandes. In der Regel schreibt das kantonale Denkmalpflegegesetz vor, dass die im Inventar aufgeführten Gebäude bei Um- und Anbauvorhaben zwingend durch eine Fachperson der Denkmalpflege begleitet werden müssen. Gemäss den Charten der ICOMOS und den Leitsätzen der Eidgenössischen Kommission für Denkmalpflege, EKD, wird diese Fachperson die Authentizität des Objekts zu erhalten suchen, indem sie die materielle Substanz und die ästhetische Wirkung des Objekts nach Möglichkeit schont und vor grösseren Veränderungen oder Verlusten bewahrt. Bei aufwendigen Konservierungsarbeiten können die Mehraufwände mit Subventionen teilweise abgegolten werden.

Der Volksmund verwechselt oft «Denkmalpflege» und «Heimatschutz». Während das Denkmalpflegeamt eine kantonale Behörde ist, die das Denkmalpflegegesetz umsetzt, ist der 1905 gegründete «Schweizer Heimatschutz» ein Verein, bestehend aus Interessierten, mit zahlreichen Sektionen, neudeutsch gesprochen eine Non-Governmental Organization. Der «Heimatschutz» wirkt insofern auf das Bauwesen ein, als seine Bauberater bei umstrittenen Projekten das Gespräch mit den Verantwortlichen suchen. In den allermeisten Fällen wird dabei eine gütliche Einigung erzielt. Dank dem Verbandsbeschwerderecht kann der «Heimatschutz» aber auch Gesetzesverstösse, die von den Baubehörden nicht geahndet worden sind, vor ein Gericht zwingen. Dabei beruft er sich oft auf das «Bundesgesetz über den Natur- und Heimatschutz» von 1966 oder auf das «Bundesgesetz über die Raumplanung» von 1979.

### **Weiterbauen am Gebäudebestand**

Die Denkmalpflege kann sich nur um einen sehr geringen Teil der historischen Bauten kümmern. Die allermeisten Altbauten sind durch das Denkmalpflegegesetz also nicht tangiert. Trotzdem sollten sie nicht das Opfer unsorgfältiger und grobschlächtiger Erneuerungspraktiken werden. Selbst wenn ein Altbau laut Inventar

kein schützenswertes Denkmal ist, sind Um- und Anbauwillige aufgefordert, wohlüberlegt und erst nach gründlichen Analysen zu handeln. Da Bauen immer sehr teuer war, kann davon ausgegangen werden, dass zumindest die Bauherrschaft und wohl auch die Architekturschaffenden jedes Gebäudes zur Erbauungszeit fest davon überzeugt waren, das Optimum aus dem investierten Kapital zu holen. Ausgangspunkt jedes noch so unbedeutend erscheinenden Bauwerks war und ist eine rationale Absicht, ein Zweck und ein Ziel. Bei anspruchsvolleren Gebäuden kommen ein architektonisches und ein gestalterisches Konzept sowie zahlreiche andere Planungsabsichten hinzu, die das gedanklich-intellektuelle Fundament des Bauwerks sind. Professionelles «Weiterbauen» oder «Umnutzen» erfordert vom Planenden eine genaue Kenntnis dieses ursprünglichen gedanklich-intellektuellen Fundaments. Dabei geht es nicht darum, diese ehemaligen Absichten und Zwecke auch in der Gegenwart weiter zu verfolgen, sondern darum, das ursprüngliche Gebäude als Ganzes zu verstehen, um adäquat darauf reagieren zu können. Vielen Objekten sind drei Gefahren gemeinsam, die es zu überwinden gilt:

### **1. Die Gefahr der räumlichen Überforderung**

Aus Gründen der Baukostenoptimierung, der Verdichtung und Nutzungserweiterung wird oft versucht, dem Altbau mehr Nutzraum abzutrotzen. Dies geschieht meist im Dachraum, gelegentlich auch durch Anbauten. Im Dachraum ist stets die Belichtung ein Problem. Der übliche Weg, dieses Problem zu lösen, sind Dachflächenfenster oder Lukarnen. In allzu grosser Zahl ausgeführt, überfordern jedoch beide den Altbau und lassen ihn wie gestopft aussehen. Der Altbau verliert mit der ehemals ruhigen Dachfläche auch seine Natürlichkeit und wirkt wie ein zu kurz geschnittenes Kleid: kleinlich und beengend. Bei Anbauten ist die Abhängigkeit von Alt- und Neubau genau zu definieren: Sowohl eine Unter- als auch eine Nebenordnung des Neubaus ist je nach

*Abbildung 2.2:  
Gesamtanierung  
Wohnhaus Jura-  
strasse, Bern, von  
Kast Kaeppli  
Architekten BSA  
SIA. (Foto: Rolf  
Siegenthaler)*



Situation vertretbar, sollte aber entsprechend gestalterisch ausformuliert werden. In den meisten Fällen dürfte eine Überordnung des Neubaus missraten, da der Altbau ursprünglich nicht auf eine Unterordnung hin konzipiert worden ist und also von der neuen Situation erdrückt oder wie niedliches Beiwerk wirken wird.

Ein weiteres Thema räumlicher Überforderung ist das Ausbrechen von Trennwänden, um grosszügige Wohnzimmer oder die heute beliebte Verbindung von Küche und Wohnraum zu ermöglichen. Oftmals wird damit die Raumstimmung in einem Altbau zerstört, ohne sie durch etwas Gleichwertiges zu ersetzen.

## 2. Die Gefahr der technischen Überforderung

Die Gebäudetechnik hat sich in den letzten Jahren vervielfacht. Da Gebäude in früherer Zeit noch weit einfacher betrieben worden sind, entsteht heute stets der Wunsch nach Auf- und Nachrüstungen. Diese sind jedoch sowohl finanziell als auch technisch stets viel aufwendiger als der Einbau von Haustechnik in einen Neubau. Aber selbst wenn sie technisch und ästhetisch einwandfrei gelöst sind, bedeuten sie eine gewisse unschöne Vereinnahmung von alten Materialien und Strukturen. Anzustreben sind Lösungen, bei denen nicht alle Räume auf denselben technischen Stand angehoben und die technisch anspruchsvollsten Räume in einen Neubau verlegt werden. Solche individualisierten Lösungen bedingen allerdings, dass nicht primär vorgegebene Werte, sondern vielmehr das sinnvollerweise Machbare angestrebt werden.

## 3. Die Gefahr der Unangemessenheit

Der gestalterische Aufwand und ornamentale Schmuck, aber auch die Wahl der Materialien und ihre Bearbeitung waren bei einem historischen Gebäude stets abgestimmt auf die soziale Stellung der Bewohnerschaft oder der zu beherbergenden Institution. Was sich für den Adel gebührte – z. B. gehauener Bauschmuck oder vergoldete Schmiedeeisen – galt an einem Pfarrhaus als unpassend und an einem Ar-

beiterhaus erst recht. Diese soziale Rangordnung gilt es beim «Weiterbauen» zu erkennen und angemessen darauf zu reagieren. Die Wahl der Formen, Materialien und Bearbeitungstechniken unterliegt somit nicht nur dem persönlichen Geschmack der Bauherrschaft oder Architekten, sondern muss mit dem Bestehenden korrespondieren und zusammen mit diesem ein überzeugendes Ganzes ergeben. Form, Material- und Farbkonzepte der Erweiterung oder des Eingriffs haben vom Bestehenden auszugehen. Die Ästhetik des Altbaus korrigieren und verbessern zu wollen, dürfte in den meisten Fällen zum Gegenteil führen, vielmehr müssen seine bereits vorhandenen Qualitäten gestärkt aus dem Umbau hervorgehen.

### Das Weiterbauen am Gebäudebestand birgt Gefahren.

#### Die wichtigsten:

1. Die Gefahr der räumlichen Überforderung
2. Die Gefahr der technischen Überforderung
3. Die Gefahr der Unangemessenheit

# Analyse

Dieter Schnell  
Peter Schürch

## 3.1 Verstehen der Architektur (1)

Die ersten Analysen münden in eine umfassende Interpretation der Architektur. Hier geht es erstens darum, die ursprünglichen Absichten und Ziele zu erkennen, um den rationalen Kern des Gebäudes zu erfassen. Da jedes Gebäude zur Bauzeit von den Auftraggebern und Planenden als die mit den vorhandenen Mitteln bestmögliche Lösung einer anstehenden Bauaufgabe betrachtet worden ist, haben wir, die wir in diese sorgfältig geplante Struktur eingreifen wollen, zuerst deren Logik zu verstehen. Zweitens geht es hier um Wertungen: Die städtebaulichen, historischen, ästhetischen, räumlichen und materiellen Qualitäten des Objekts sind zu benennen, zu beschreiben und zu charakterisieren. Dabei geht es jedoch nicht allein um «harte» Fakten, sondern genauso um Raumstimmungen, Atmosphären und emotionale Wertungen, kurz um architektonische Qualitäten. Für die spätere Projektentwicklung zentral sind nicht nur die Kenntnis der Qualitäten, sondern auch deren konstituierenden Faktoren. Warum ist der Vorgarten von besonderer Qualität? Was muss zwingend erhalten bleiben oder gar gestärkt werden, damit diese Qualität auch nach der Umgestaltung noch vorhanden ist? Welche relevanten Qualitäten haben Raumfolgen, Raumgrößen und Raumeinteilung? Welche Elemente sind für die Atmosphäre bestimmend? Welchen Einfluss auf die Raumstimmung haben die Farben oder der Lichteinfall? Einmal erkannte und genau beschriebene Qualitäten haben eine viel grössere Chance, gestärkt aus einem Umbau hervorzugehen.

### Die Logik des Ursprünglichen (1.1)

Am Anfang der Analysearbeit steht die historische Aufarbeitung des bestehenden Gebäudes. Dabei geht es zunächst darum, herauszufinden, wann, von wem und zu

welchem Zweck das Gebäude errichtet worden ist. Weiter ist von Interesse, den historischen Gebäudetypus in seinen charakteristischen Eigenschaften zu erkennen und das Objekt architekturhistorisch einzuordnen: Handelt es sich um einen reinen, um einen häufigen oder vielmehr um einen seltenen, gar einmaligen Typ? Ist das Objekt architekturhistorisch bedeutsam und wenn ja, weshalb?

Sodann ist die städtebauliche Einbettung, der Bezug des Gebäudes zu seinen ehemaligen Nachbarbauten intensiv zu studieren und auf die unterschiedlichen Abstufungen von Unter-, Neben- oder Überordnung zu befragen. Dabei geht es auch um die Stellung des Baukörpers zur Strasse, um Fragen der Erschliessung, um die Bedeutung des Vorgartens, des Gartens oder des Hofes. Unerlässlich für eine angemessene Interpretation des Vorhandenen sind Aussagen über die gesellschaftlich-soziale Stellung des Gebäudes: Welchen Rang hatte es, welchem Anspruch hatte es zu genügen? Woran lässt sich dieser Anspruch erkennen? Wie ist das Gebäude orientiert (Sonneneinstrahlung)? Wie ist die Fassadengestaltung?

### Die Logik der späteren Veränderungen (1.2)

Ein weiterer wichtiger Punkt sind die Veränderungen, die ein Gebäude im Lauf der Zeit erfahren hat. Dabei sind spätere Hinzufügungen nicht zwingend als den ursprünglichen Elementen unterlegen zu bewerten. Vielmehr ist davon auszugehen, dass jede einzelne Massnahme zu ihrer Zeit als sinnvoll und als der Problemstellung adäquat betrachtet worden ist. Von Bedeutung sind jedoch nicht allein die Veränderungen am Gebäude, sondern auch diejenigen in seiner unmittelbaren Umgebung. Wie hat sich der städtebauliche Kontext gewandelt, hat das Gebäude selber einen Bedeutungswandel erfahren, sind ehemals wichtige Bezüge, beispielsweise zum Nachbargebäude, zum Garten,

zum Ökonomiegebäude, zum Hof usw. verloren gegangen? In diesem Punkt ist es wichtig, jede einzelne Veränderung wohlüberlegt zu werten. Spätere Eingriffe können als eine Bereicherung oder aber als eine Verunklärung verstanden werden, ein kontinuierliches Weiterbauen oder einen Schlusspunkt bedeuten. Sie können später in der Konzeptphase Hinweise auf eine mögliche Entwicklungsstrategie, den Weg in eine bereits vorgegebene Richtung aufzeigen, oder aber auch den Wunsch nach einer Rückführung eines ehemals besonders qualitätsvollen Elements wachrufen. Das intensive Studium aller bis zur Gegenwart gemachten Veränderungen hat einen weiteren Vorteil: Man versteht sein eigenes Eingreifen als ein Glied in einer Kette, die mit dem aktuellen Eingriff nur an ein vorläufiges Ende kommt. Eine langfristige Betrachtung und Reflexion des Projektes über die nächsten 40 Jahre ist zentral.

### **Räumliche und ästhetische Qualitäten (1.3)**

Die räumlichen und ästhetischen Qualitäten eines Gebäudes sind schwer in Worte zu fassen. Gerade deshalb sind sie durch gezielte Fragen einzukreisen. Die Grundfrage richtet sich dabei stets nach der Erkennbarkeit eines Gestaltungswillens. Wenn ja, woran ist er zu erkennen? Wie deutlich ist das Konzept (noch) lesbar? Wie überzeugend ist es? Diese Grundfrage ist sodann durch gezielte, auf die jeweiligen Räume abgestimmte Zusatzfragen zu erweitern.

Zunächst zum Aussenraum: Wie verhält es sich mit den Wertigkeiten des Aussenraumes? Gibt es halböffentliche oder private Aussenräume? Wie sind diese von der Strasse oder von Nachbarbauten abgesetzt? Wie sind Grenzen formuliert? Wie ist die Erschliessung gelöst?

Auf die Innenräume bezogen ergeben sich etwa die folgenden Fragen: Wie ist der Eingang gestaltet? Wie ist die innere Erschliessung organisiert? Welchen Gesetzmässigkeiten folgt die Anordnung der Innenräume? Was sind die Raumfolgen und Raumtypologien? Welche hierarchischen Beziehungen unter den Räumen sind er-

kennbar? Welche Orientierung haben die einzelnen Räume? Was lässt sich über den Bezug zum Aussenraum sagen? Wie sind Küchen, Bäder und Nebenräume konzipiert? Sind die Räume unterschiedlich aufwendig ausgestaltet? Sind dekorative Elemente wie Tapeten, Täfer, Stuckdecken, Parkette usw. vorhanden? Ist ein umfassendes Material- oder Farbkonzept erkennbar? Wie erfolgt die natürliche Beleuchtung im Innern?

### **Strukturelle und materielle Qualitäten (1.4)**

Zu einer eingehenden Analyse der Architektur eines Gebäudes gehört auch das feinfühliges Befragen der Strukturen und der Materialien. Gebäudestrukturen und die Fassade charakterisieren ein Gebäude durch ihren Rhythmus, durch die Fensteranordnung und damit die natürliche Beleuchtung sowie durch die Anordnung der Erschliessungskerne. Materialien und vor allem deren sichtbare Oberflächen sind ganz zentrale Faktoren für die Gebäude- und Raumstimmung. Hinter einem Materialeinsatz stehen nicht nur technisch-statische Überlegungen, sondern auch ökonomische, ästhetische oder semantische Absichten, diese sind zu erkennen und in einer umfassenden Interpretation zu berücksichtigen. In diesem Zusammenhang wichtig ist auch das Erkennen von regionalen Bautraditionen bezüglich Materialeinsatz, Verarbeitungs- und Fügungstechnik. Welche Innenraumqualitäten beeindrucken (Intimität, Materialisierung etc.)? Wie wirkt die Befensterung (Ausrichtung, Grösse, Lage, Unterteilung)? Interessant ist zudem die mögliche Speicher Masse der Gebäudestrukturen.

Dem Gebäude als funktionierendem System gilt es gerecht zu werden und die Eigenheiten zu erkennen.

	Thema	Zu beachten
<b>1</b>	<b>Verstehen der Architektur</b>	
1.1	Die Logik des Ursprünglichen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Historische Aufarbeitung: Architekt, Bauherr, Funktion des Gebäudes</li> <li>• Gebäudetypus, charakteristische Eigenschaften, Konzept, tragende Idee, immaterielle Qualitäten, Wertigkeiten</li> <li>• Städtebauliche Situation: Nachbarbauten zur Bauzeit, Stellung zur Strasse, Kontext, Orientierung</li> <li>• Erschliessung des Hauses, Vorgarten, Garten, Hof</li> <li>• Anspruch des Gebäudes, sozialer Rang</li> <li>• Fassade</li> </ul>
1.2	Logik der späteren Veränderungen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Chronologie der Veränderungen, Wertigkeiten</li> <li>• Veränderungen der Umgebung, verschwundene wichtige Bezüge</li> </ul>
1.3	Räumliche und ästhetische Qualitäten	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rekonstruktion des Gestaltungskonzepts</li> <li>• Wertigkeiten des Aussenraumes, Bezug zwischen innen und aussen</li> <li>• Raumaufteilung: Erschliessung, Raumbezüge, Raumhierarchien, Raumfolgen</li> <li>• Ausstattungen: Materialien, Farben, Tapeten, Täfer, Stuck, Bodenbeläge usw.</li> <li>• Raumstimmungen, Belichtung, Lichtführung</li> </ul>
1.4	Strukturelle, materielle und konstruktive Qualitäten	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gebäudestruktur: Raster, Symmetrien, Rhythmen, regionale Typologien</li> <li>• Materialien, Konstruktion: ökonomische, ästhetische, semantische Absichten</li> </ul>
<b>2</b>	<b>Auslegeordnung</b>	
2.1	Baugesetzliche Vorgaben	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Baugesetz, Bauordnung, Bauzone, übergreifende Planungsabsichten</li> <li>• Diverse Inventare: Denkmalpflege, ISOS, historische Verkehrswege, BNL (Bundesinventar der Landschaften und Naturdenkmäler von nationaler Bedeutung)</li> <li>• Brandschutz, Energiegesetze, Ökologie</li> </ul>
2.2	Das Raumangebot	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zusammenstellen aller Nutzflächen unter Angabe der idealen Nutzung: beheizte Räume, Spezialräume (Bad, Küche), unbeheizte Räume wie Keller, Estrich, Lagerräume, temperierte Zwischenzonen</li> <li>• Genaue Angabe und Charakterisierung der Erschliessungs- und Steigzonen</li> <li>• Liste der Aussenräume nach ihrer Wertigkeit</li> </ul>
2.3	Der materielle Bestand	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Konstruktion: Struktur, Auseinanderhalten der Tragsysteme, Beurteilung ihrer Tragfähigkeit, regionale Eigenheiten</li> <li>• Gebäudehülle</li> <li>• Materialien und ihre Fügungen, Detaillierung, Zustandsbeschreibungen unter Angabe noch vorhandener Leistungsfähigkeit (defekt bis neuwertig)</li> <li>• Erste Sondierung von Ertüchtigungsmöglichkeiten</li> <li>• Schadensbilder, Defekte und deren Interpretation</li> <li>• Verstehen des Gebäudes als funktionierendes System</li> </ul>
2.4	Die energetische Qualität Energieverbrauch	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Energieträger; erstes Gebot: weg vom Öl (Gas, Holz, Wärmepumpe, Nutzung Sonnenenergie, Wind etc.)</li> <li>• Gebäudehülle; neuralgische Punkte: Fenster, Dach und Dachansatz, Keller</li> <li>• Gebäudetechnik; ganzheitliches Energiekonzept: Leistungsfähigkeit, Wirtschaftlichkeit und Effizienz der Haustechnikinstallationen</li> </ul>
<b>3</b>	<b>Einkreisen des Potenzials</b>	
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Auflisten des Potenzials (auch baurechtlich), der Stärken und Problempunkte</li> <li>• Betrachtung des Altbaus als ein System – Erhaltungszustand, notwendige Ertüchtigungsmassnahmen</li> </ul>

Tabelle 3.1: Checkliste.

### 3.2 Auslegeordnung (2)

Die gesammelten Fakten sind als Ausgangspunkt eines sorgfältigen Konzepts zu betrachten. Ertüchtigungen wie beispielsweise die Erhöhung der Tragfähigkeit sind durchaus machbar, müssen aber möglichst früh als Aufgabe erkannt werden. Hier geht es um eine umfassende Auslegeordnung des Vorhandenen. Sowohl der gesetzliche als auch der räumliche, materielle und technische Rahmen müssen benannt, die vorhandenen Qualitäten und Schwächen wahrgenommen werden. Dabei geht es bei den Materialien und den technischen Einrichtungen auch um die noch zu erwartende Rest-Lebensdauer oder um die Möglichkeiten zu deren Instandstellung. Bei einem Weiterbauen sollten immer auch die Schaffung möglicher Mehrwerte in die Auslegeordnung einbezogen werden.

#### Baugesetzliche Vorgaben (2.1)

Zu den ersten Abklärungen gehört selbstverständlich das Erfassen des vom Baugesetz und von der Bauverordnung vorgegebenen Rahmens. Nebst den quantifizierbaren Vorschriften wie maximale Geschosszahl, höchstmögliche Ausnutzungsziffer, maximale Dimensionen oder minimale Abstände hat man sich ebenso intensiv mit den «weichen» Faktoren wie Gestaltungsvorschriften, Erhaltungsabsichten (z. B. Kernzonen), in übergreifenden Studien niedergelegte Planungsabsichten oder den vorhandenen Interpretationen von Inventaren zu befassen (z. B. Inventar der Kantonalen Denkmalpflege, ISOS – Inventar der Schützenswerten Ortsbilder der Schweiz, Bundesinventar der Historischen Verkehrswege der Schweiz, BNL – Bundesinventar der Landschaften und Naturdenkmäler von nationaler Bedeutung). Dazu kommen einschränkende Vorgaben des Brandschutzes, der Energiegesetze und weitere projektspezifische Auflagen.

#### Das Raumangebot (2.2.)

Jedes Gebäude bietet nutzbaren Raum an. Die Lage der Erschliessungen und Steigzonen sowie die vorhandene Raumaufteilung beinhalten ein Nutzungspotenzial,

erschweren aber gleichzeitig eine völlig andere Raumorganisation. Je genauer zu einem späteren Zeitpunkt der Planung das zukünftige Raumprogramm mit dem vorhandenen Raumangebot in Übereinstimmung gebracht werden kann, desto weniger tiefgreifende Massnahmen werden notwendig sein, um das Gebäude den neuen Erfordernissen anzupassen. Es ist wichtig, dass das vorhandene Raumangebot, zunächst ohne auf eine spätere Nutzung zu schielen, aufgelistet wird, damit das spätere Hinterfragen der neuen Nutzungszuweisungen nicht vorbelastet ist. Dabei sind nicht nur die beheizten Haupträume sowie Bad und Küche, temperierte Vor- oder Zwischenzonen, sondern auch die unbeheizten Keller-, Estrich- oder Lagerräume in ihren Dimensionen und Qualitäten aufzunehmen. Gleiches gilt auch für die Aussenräume: Balkone, Terrassen, Lauben, private Gartenräume, Vorgartenräume für Erschliessung, Parkierung usw.

#### Der materielle Bestand (2.3)

Je besser die Konstruktionen und die Materialien eines Altbaus bekannt sind und auf ihre Trag- und sonstige Leistungsfähigkeit sowie die noch zu erwartende Lebensdauer untersucht sind, desto genauer lassen sich das Potenzial, die Möglichkeiten, Gefahren und Risiken eines Eingriffs abschätzen und desto präziser kann das Projekt von Beginn weg auf das Objekt zugeschnitten werden. Aus einer gründlichen Materialienanalyse muss das Verständnis des statischen Konzepts der tragenden und nichttragenden Elemente, der Schalleigenschaften und entsprechenden Ertüchtigungsmöglichkeiten der Balkenlagen, der Eigenschaften des Dachstuhls in Bezug auf energetische Massnahmen usw. hervorgehen. Die Materialien sind nicht nur für sich allein, sondern auch in ihren gegenseitigen Verbindungen und Fügungen zu betrachten. Zudem sind Zustandsbeschreibungen vorzunehmen, die von defekt bis neuwertig reichen, die zukünftigen Verwendungsmöglichkeiten eines Bauteils abzuschätzen und zu bewerten. Besondere Aufmerksamkeit gilt den Scha-



densbildern sowie Beobachtungen von Bewohnerinnen und Nutzern, geben diese doch Aufschluss über Problemzonen und allfällige Funktions-, Material- oder Konstruktionsmängel.

#### **Der energetische Zustand (2.4)**

Der Energieverbrauch ist der einzige Bereich, in dem ein Altbau nach der Restaurierung und dem Umbau zwingend mehr leisten muss als vorher. Da aus ästhetischen, konstruktiven oder finanziellen Gründen Neubaulösungen nicht ohne individuelle Anpassungen auf Altbauten übertragbar sind, ist die genaue Kenntnis aller Konstruktionsarten der verwendeten Materialien ebenso von zentraler Bedeutung wie deren Erhaltungszustand. Massgeschneiderte Lösungen können nur da gelingen, wo präzise Kenntnisse des Vorhandenen erarbeitet worden sind. Neuralgische Punkte wie Estrich und Dach, der Übergang von der Wand zum Dach, die

Wärmegrenze zwischen beheiztem Erdgeschoss und unbeheiztem Keller sind genau zu studieren und zu untersuchen. Oft werden Fenster als neuralgische Punkte betrachtet und schon von Beginn weg deren Ersatz für unabdingbar erklärt. Da Fenster gleichzeitig die ästhetische Wirkung eines Altbaus wesentlich mitbestimmen, ist im Interesse eines authentischen Erscheinungsbildes der Ersatz oft problematisch. Restaurierungsmöglichkeiten sind einzig durch präzise Funktionsstudien aller vorhandenen Fenster zu erarbeiten. Der Erhaltungszustand der Fenster kann je nach ihrem Standort sehr unterschiedlich sein. Während an exponierten Lagen das Schadensbild recht ernüchternd ausfallen kann, sind an geschützten Lagen oft noch sehr gut erhaltene Fenster vorhanden. Eine seriöse Gebäudeanalyse untersucht deshalb einzelne Bauteile und jedes einzelne Fenster. Die Bauelemente sind detailliert zu untersuchen und hinsichtlich ihrer Exponiert-

*Abbildung 3.1:  
Reihenfamilienhaus  
Schwalbenweg,  
Halle 58 Architekten,  
Bern. (Foto:  
Christine Blaser)*

heit (Nordfassade, Wetterseite usw.) zu dokumentieren. Nicht allein die Möglichkeiten der Wärmedämmung, auch die Sparmöglichkeiten bei der Wärmeerzeugung sind genau zu untersuchen. Vorhandene Installationen sind auf ihre zukünftige Leistungsfähigkeit zu prüfen und gleichzeitig die am Ort vorhandenen Ressourcen abzuklären. Was früher selbstverständlich war, entdecken neuste Projekte wieder: Sie arbeiten mit unterschiedlichen Klimazonen. Es muss nicht jeder Raum oder Nebenraum zwingend auf 20 Grad beheizt werden.

### 3.3 Einkreisen des Potenzials (3)

Zuerst ist festzuhalten, dass die eingehende Betrachtung eines Gebäudes als ein System aufeinander bezogener und abgestimmter Teile und Elemente selbstverständlich auch auf Altbauten anzuwenden ist. Im Gegensatz zum Neubau hat das systemische Zusammenwirken aller Teile und Elemente eines Altbaus seine Funktionstüchtigkeit bereits viele Jahrzehnte unter Beweis gestellt. Für die spätere Zielformulierung ist es wichtig, den Systemcharakter eines Altbaus möglichst umfassend zu erkennen. Stärken wie auch Schwächen sind aufzulisten und zu benennen. Ein Altbau hat aber auch seine Problempunkte, die technischer, materieller, räumlicher oder auch ästhetischer Natur sein können. Diese Problempunkte, ob immer schon vorhanden oder erst mit der Zeit entstanden, gilt es aufzuzeigen. Die Grenzen der Belastbarkeit, des Leistungsvermögens und der Nutzung sind abzustecken. Möglichst genaue Aussagen über notwendige Verbesserungen, Verstärkungen oder Ergänzungen sind hier zu treffen. Altlasten und die daraus resultierenden Sanierungspflichten sind zu benennen. Aufgrund der zahlreichen, untereinander in direkter oder indirekter Beziehung stehenden Faktoren erfolgt die Formulierung des Potenzials – langsam vorantastend und immer wieder auf die verschiedenen Aspekte zurückgreifend. Hier geht es noch nicht um die Formulierung eines Ziels, um das Festlegen des einzuschlagenden Wegs, sondern einzig und allein um ein Aufzeigen der Möglichkeiten, Grenzen, Rahmenbedingungen und Spielräume. Dabei ist nicht schwarz-weiß zu argumentieren, sondern mit wohlabgewogenen Wertungen auch alle Zwischenstufen aufzuzeigen. Dieses Vorgehen schafft verlässliche Grundlagen, welche den Planenden in der kreativen Phase der Entwicklung von Lösungsstrategien, von Konzepten oder der Projektstudien unterstützen.

# Planungsprozesse, Strategie und Kommunikation

**Philippe Lustenberger**

Bezüglich des «Weiterbauens» stellen die zu entwickelnde Liegenschaft, die Ansprüche des Immobilienbesitzers sowie die externen Ansprüche hohe Anforderungen an die Planungs- und Erstellungsprozesse. Insbesondere die Klärung der Immobilienstrategie und Gestaltung der Teamprozesse und damit auch der Kommunikation innerhalb der Prozesse stellen wichtige Elemente im «Weiterbauen» dar. In erster Linie muss geklärt werden, welche grundsätzlichen Strategien der Immobilienbesitzer verfolgt, beispielsweise:

- Bildet die Immobilie im Falle eines Kleinstportfolios einen Teil seiner persönlichen Altersvorsorge?
- Hat der Immobilienbesitzer einer grösseren Wohnüberbauung das Ziel, günstigen Wohnraum zur Verfügung zu stellen?
- Sind hohe Renditeaussichten durch die Kapitalanlage Immobilie die Grundlage der Investition?
- Sind kurzfristige oder eher langfristige, nachhaltige Zielsetzungen wichtig?

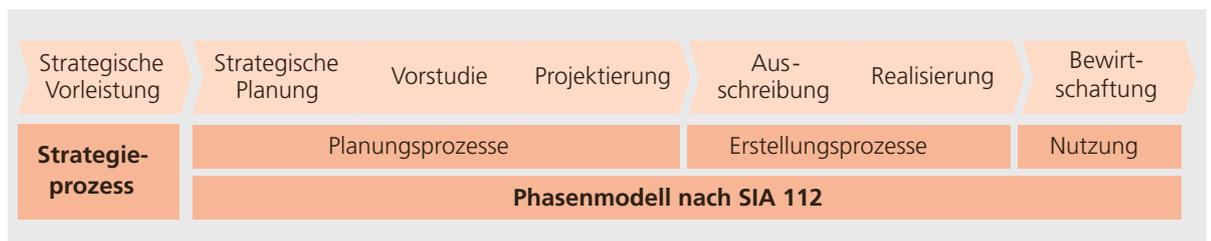
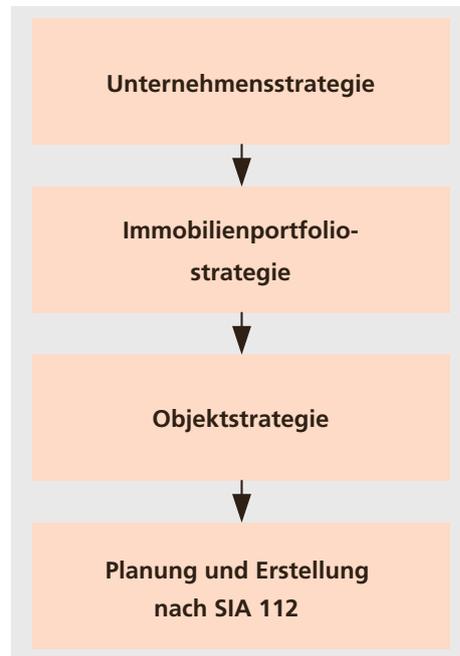
Diese Ausgangslage zu benennen, bedarf einer Sensibilisierung des Immobilienbesitzers. Es gilt zu erwägen, welche Gefahren und Chancen mit der Strategie verbunden sind, zum Beispiel, dass die zu erwartenden Mieterträge die Investition nicht abdecken und damit die Wirtschaftlichkeit der Immobilie negativ beeinflussen könnten. Dies muss vor der eigentlichen Bauplanung und der Realisierung geklärt werden. Das bedeutet auch, dass der als «Investor» auftretende Immobilienbesitzer seine Verantwortung bezüglich der Strategie-, Pla-

nungs- und Erstellungsprozesse erkennen und wahrnehmen muss!

Denn eine unprofessionelle Bauherrschaft, was insbesondere bei Kleinstportfoliobesitzern und Einzelimmobilienbesitzern häufig vorkommt, ist auf die Kompetenz und die Fähigkeiten von Beratern und Planern angewiesen, welche die Investitionsabsichten und deren Konsequenzen richtig einschätzen können. Die konkrete Verbindung der Ausgangslage mit den Potenzialen der Immobilie, des Standortes und des Immobilienmarktes bilden dabei die Grundlagen zur Strategiedefinition. Die Kommunikationsfähigkeiten beider Seiten erweisen sich als eine vertrauensbildende Grundlage, um das Investitionsvorhaben erfolgreich umsetzen zu können.

*Abbildung 4.1 (links): Darstellung des hierarchischen Aufbaus von «Unternehmensstrategie», «Immobilienportfoliostrategie», «Objektstrategie», «Planung und Umsetzung» nach SIA 112 und deren logische Verknüpfung. (Quelle: SIA 112; IPB/KBOB)*

*Abbildung 4.2 (unten): Gesamtschau über den Strategieprozess, den Planungsprozess, den Erstellungsprozess und die Nutzung. Die drei letztgenannten entsprechen dem Phasenmodell nach SIA 112, wobei die Phase «Strategische Planung» lediglich die «Bedürfnisformulierung» auf der Stufe der konkreten Umsetzung sowie die «Lösungsstrategie» abdeckt, übergeordnete Ausgangslagen werden nicht eingebunden. (Quelle: nach SIA 112)*



Die Planungs- und Erstellungsprozesse sind in den Normen des SIA ausreichend beschrieben und finden landesweit hohe Akzeptanz bei Planern, Bauunternehmungen und Bauherrschaften. Daher wird an dieser Stelle auf eine ausführliche Auseinandersetzung mit den Planungs- und Erstellungsprozessen verzichtet. Jedoch werden die der SIA vorgelagerten Strategieprozesse etwas tiefer analysiert und daraus Auswirkungen auf die Zusammenarbeitsformen der Folgeprozesse erläutert.

#### 4.1 Strategische Vorleistungen

Zur Erreichung der Strategiedefinition müssen Berater und Planer auf die Bedürfnisse der Bauherrschaft gezielt eingehen und die Möglichkeiten und Potenziale seitens der Immobilie gegenüberstellen. Dabei spielt der Immobilienmarkt eine ebenso bedeutende Rolle wie der Standort der Immobilie. Dies folgt aus der marktwirtschaftlichen Betrachtung der Immobilie: Sie bindet das eingesetzte Kapital über eine lange Zeit (Nutzungszeiten von 50 bis

80 Jahren sind bei tragenden Bauteilen üblich) und ist dabei fest mit dem Baugrund verbunden, also immobil.

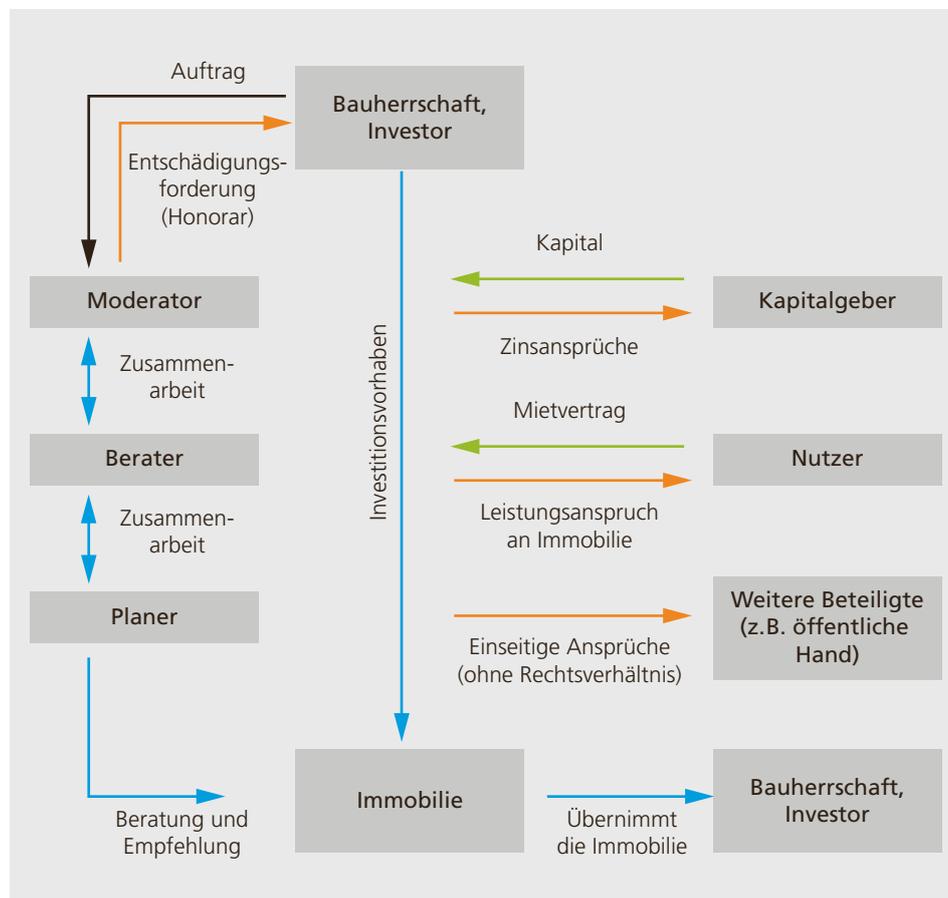
#### 4.2 Zusammenarbeitsformen

Im Strategieprozess wird die Immobilie, insbesondere deren Standort und der Immobilienmarkt, analysiert und bewertet sowie der gesellschaftlichen Entwicklung gegenübergestellt. Aus diesen Erkenntnissen können Szenarien im Sinne der Zukunftsplanung entwickelt und die zu definierende Strategie damit überprüft werden. Bei der Strategieerstellung sind abhängig von der Konstellation des Investors und der Aufgabenstellung unterschiedliche Rollen denkbar, wobei es möglich ist, dass mehrere Rollen auf eine Person fallen:

- Die Bauherrschaft löst das Investitionsvorhaben aus und hat Ansprüche an das erwartete Resultat.

- Der Moderator führt den Strategieprozess und kontrolliert die Zielerreichung des Resultates.

Abbildung 4.3: Beziehungsnetz im Investitionsvorhaben und rechtliche Beziehung der Beteiligten. Der Strang links zeigt die Zusammenarbeit im Vertragsmodell «Auftrag» gemäss Art. 394 OR, rechts sind Kreditvergabe, Mietvertrag (Art. 253 OR) und einseitige Ansprüche z. B. der öffentlichen Hand durch die «Inaussichtstellung» der Baubewilligung dargestellt.



■ Die Bauherrschaft übernimmt die Immobilie nach deren Erstellung. Zu unterscheiden sind die institutionelle Bauherrschaft (Immobilienfonds, Versicherungen, Pensionskassen etc.) und die private Bauherrschaft. Die Bauherrschaft kann gleichzeitig auch Investor sein.

■ Der Kapitalgeber unterstützt die Bauherrschaft in der Bereitstellung des Investitionskapitals und erwartet dafür eine entsprechende Entschädigung. Sein Vertrauen in das Investitionsvorhaben wird in der Höhe der Kapitalverzinsung (Risikoeinschätzung) ausgedrückt, das der Kapitalgeber von der Bauherrschaft erwartet.

■ Der Berater interpretiert die anfallenden Entscheidungsgrundlagen, bewertet diese und gibt der Bauherrschaft eine Empfehlung ab. Dabei untersucht er die Auswirkungen, die ein Entscheid zur Folge hat.

■ Der Planer bewertet den Zustand und zeigt Entwicklungspotenziale auf.

■ Die Nutzer bringen ihre Ansprüche an das Objekt ein und erklären ihre verbindliche Bereitschaft zum Mietverhältnis.

■ Die Grundstückeigentümer überlassen das entsprechende Grundstück zum Kauf oder zur Pacht für eine bestimmte Laufzeit (z.B. Vergabe im Baurecht).

■ Weitere Beteiligte sind denkbar. Darunter fallen beispielsweise die öffentliche Hand mit Einschätzungen zur möglichen Baubewilligung (Voranfrage), einspracheberechtigte Anstösser sowie Verbände, die das Verbandsbeschwerderecht anwenden können.

### 4.3 Rechtliche Betrachtung

Die Beteiligten eines Strategieprozesses haben eine unterschiedliche rechtliche Position. Moderator, Berater und Planer sind als Auftragnehmer nach Art. 394 OR zu verstehen. Die Bauherrschaft und die Nutzerschaft vereinbaren ein Mietverhältnis nach Art. 253 OR, wobei der Vertragsbeginn des Mietverhältnisses nicht mit dem Strategieprozess verknüpft ist, sondern erst nach der Erstellung beginnen kann. Weitere Beteiligte können einseitig ihre Ansprüche an das Vorhaben einbringen, dies ohne ein Rechtsverhältnis mit der Bauherrschaft respektive dem Investor ein-

zugehen. Einseitig deshalb, weil die Bauherrschaft oder der Investor den Anforderungen in der Regel keine Gegenforderungen stellen kann. Als Beispiel sind hier die formellen Anforderungen an die Baubewilligung erwähnt. Im Gegensatz zum Strategieprozess werden im Planungsprozess neben dem Auftrag auch Werkverträge nach Art. 363 OR vergeben, im Erstellungsprozess sind es fast ausschliesslich Werkverträge. In der Betriebsphase sind es typischerweise Mietverträge sowie Wartungs- und Unterhaltsverträge.

### 4.4 Auswirkungen auf die Folgeprozesse

Was im Strategieprozess durchaus Kreativität in der Prozessgestaltung erfordert, schränkt die Gestaltung der Planungs- und Erstellungsprozesse wesentlich ein. Aus der Wahl der Abwicklungsform, der Entscheidung zwischen Einzelleistungsträger, Generalplaner, Generalunternehmer oder Totalunternehmer entwickelt sich die Kommunikationsform in der Umsetzung des Investitionsvorhabens. Daher ist es wichtig, antizipieren zu können, welche Kommunikationsform im jeweiligen Teilprozess die richtige ist. Grundlagen dazu sind die konkrete Ziel- und Leistungsvereinbarung, die auf unterschiedlicher Ebene durchgeführt werden muss.

### 4.5 Quellen

■ IPB/KBOB: Nachhaltiges Immobilienmanagement. Die Risiken von morgen sind die Chancen von heute. Eine Anleitung zum Handeln, Bern 2010. Zu finden unter: [www.kbob.ch](http://www.kbob.ch) → Themen und Trends → Cockpit nachhaltiges Immobilienmanagement

■ Schulte, K.-W.: Handbuch Immobilien-Projektentwicklung, 2. Auflage, Rudolf Müller Verlag, Köln 2002

■ Norm SIA 112, Modell Bauplanung, SIA, Zürich 2014



# Ökonomische Nachhaltigkeit

Klaus Eichenberger, Heinz Mutzner

## 5.1 Wie wird eine Immobilie ökonomisch nachhaltig?

Eine Immobilie ist wirtschaftlich und damit ökonomisch nachhaltig, wenn sie über ihren Lebenszyklus betrachtet Erträge für ihren Betrieb und ihre Erhaltung sowie eine angemessene Rendite generiert. Erträge generiert eine Immobilie, indem sie Nutzen stiftet, für den jemand – beeinflusst durch Angebot und Nachfrage im Markt – zu bezahlen bereit ist.

Die Einflussgrößen für den Nutzen von Immobilien sind sehr vielfältig. Der Nutzen kann zum Beispiel anhand der Gebrauchs- und Nutzungsqualität, des Wohlbefindens in den Räumen, des Ertragspotenzials, des Beitrags zur Regionalökonomie, des Beitrags zum Ortsbild, der Wirkung auf die Gesellschaft oder des Umgangs mit Ressourcen beurteilt werden. Für die Benutzer einer Immobilie, auch für Eigentümer als

Selbstnutzer, umfasst der Nutzen vielfältige gesellschaftliche, ökologische und kulturelle Komponenten. Diese sind nicht mit Geldbeträgen quantifizierbar, bestimmen aber die Attraktivität der Immobilie. Damit beeinflussen sie im Rahmen des Marktes die für Eigentümer als Investoren relevanten, erzielbaren Preise und Mieterträge und dadurch die Wirtschaftlichkeit beziehungsweise die ökonomische Nachhaltigkeit einer Immobilie.

Um die Wirkung der verschiedenen Einflussgrößen auf die Wirtschaftlichkeit zu veranschaulichen, schätzten die Autoren für ein Mehrfamilienhaus, wie stark die Themen des Standards Nachhaltiges Bauen Schweiz (SNBS) [1] aufeinander wirken und stellten sie in einem Sehnendiagramm in Abbildung 5.1 dar; dabei konzentrierten sie sich auf die wichtigsten Einflüsse.

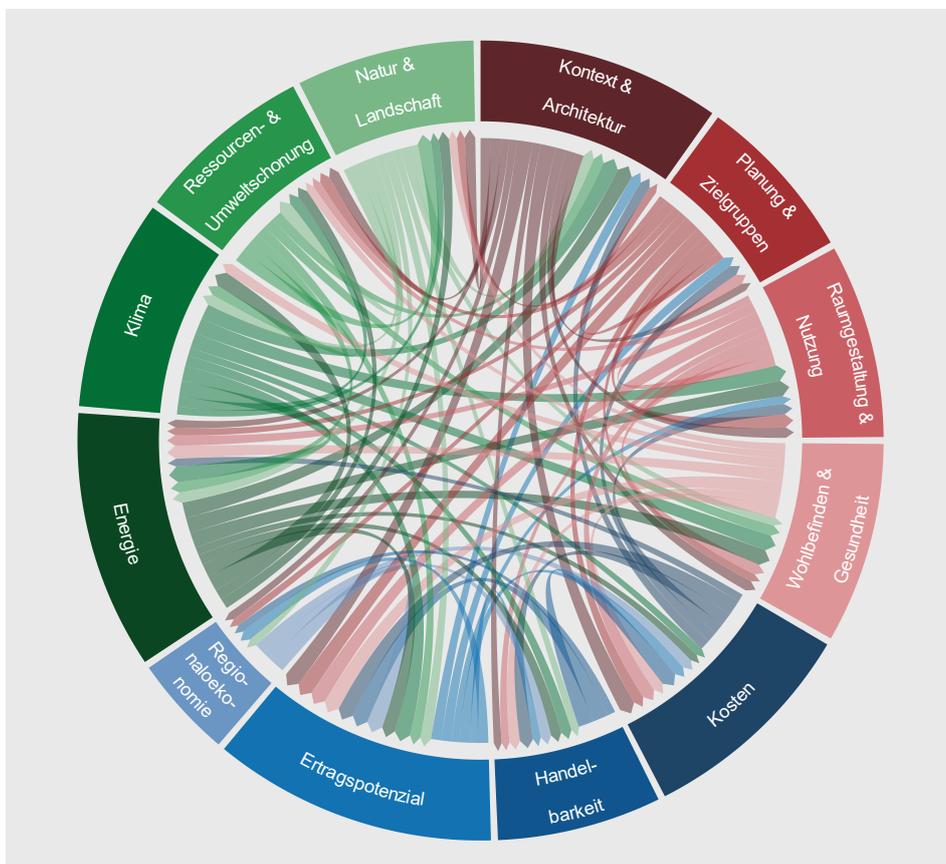


Abbildung 5.1: Vernetzung der Themen aus dem Standard Nachhaltiges Bauen Schweiz (SNBS) für die Bereiche Gesellschaft (rot), Wirtschaft (blau) und Umwelt (grün).

Je grösser ein Sektor in Abbildung 5.1, desto stärker vernetzt ist er. Von den Umwelt- und Gesellschaftsthemen gehen viele Wirkungen aus. Die zentralen Themen für Wirtschaftlichkeit, das Ertragspotenzial und die Kosten, sind stark von Rahmenbedingungen und Entscheiden in anderen Themen beeinflusst. Wer ökonomisch nachhaltig bauen möchte, d.h. mit Immobilien wirtschaftlich erfolgreich sein möchte, muss diese Abhängigkeiten berücksichtigen und sich um die Auswirkungen von Umwelt- und Gesellschaftsthemen auf die Wirtschaftlichkeit kümmern.

## 5.2 Markt

Im Immobilienmarkt spielen das Angebot und die Nachfrage nach Grundstücken und Gebäuden und deren Nutzung (Eigennutzung, Drittnutzung und Fremdvermietung) zusammen. Der Eigentümer als Anbieter einer Immobilie will über deren Lebenszyklus eine angemessene Rendite erreichen. Der Nachfrager ist bereit, das Angebot zu kaufen respektive zu mieten, wenn dieses seinen erwarteten Nutzen befriedigt. Den Nutzen wird der Mieter unter anderem mit seinem Gesamtaufwand für die Miete, d.h. der warmen Miete, der Makro- und Mikrolage und den zugehörigen zusätzlichen Kosten z.B. für Mobilität verglichen. Auch die externen Effekte aus öffentlichen Gütern (Zugang zu Parks und Freiflächen, Infrastruktur, Nachbarschaft, Aussicht etc.) spielen eine zentrale Rolle. Studien zu Anlageimmobilien [2] belegen, dass zunehmend Gruppen von Mietern und Käufern entstehen, die aus gesellschaftlicher Verantwortung nachhaltige und besonders umweltfreundliche oder auf gesundes Wohnen ausgerichtete Immobilien bewohnen oder besitzen wollen. Der Nachfrager wird das Angebot nach verschiedenen Kriterien bewerten und wenn diese Bewertung positiv ausfällt, die Immobilie in eine Auswahl einbeziehen. Der Nachfrager setzt also eine Art privates Ratingsystem ein.

Für den Eigentümer von Anlageimmobilien bedeutet nachhaltiges Handeln, die Immobilie über den gesamten Lebenszyklus zu betrachten. Dazu gehören Progno-

sen zur künftigen Nachfrage, zu den Erträgen, Betriebskosten und den erforderlichen Investitionen [3]. Dabei muss er auch das Umfeld, die Konkurrenz, die Entwicklung des Quartiers beachten. Es kann nachhaltig sein, auf eine Investition zu verzichten, wenn die Umgebung Wertsteigerungen nicht zulässt. Die Investitionen müssen über einen geeigneten Zeitraum systematisch geplant werden, damit die Immobilie zum richtigen Zeitpunkt marktgerecht ist und langfristig den erwarteten Nutzen bringt.

Auch die Entwicklung von Baustandards muss beachtet werden. Wer heute ein Gebäude gemäss den aktuellen Vorgaben für den Energieverbrauch und die CO<sub>2</sub>-Emissionen plant, wird möglicherweise über den grössten Teil des Lebenszyklus eine veraltete Immobilie haben, wenn die relevanten Standards strikter werden.

## 5.3 Nachhaltiges Bauen vermindert ökonomisches Risiko

Bei jedem Projekt, insbesondere beim sehr anspruchsvollen Weiterbauen, lohnt es sich, mehrere konkret vorstellbare Varianten zu entwickeln, um alle sinnvoll erscheinenden Lösungsmöglichkeiten zu beurteilen. Für eine bestehende Wohnimmobilie beispielsweise die Varianten «energetisch sanieren» und «laufender Unterhalt». Bereits diese an sich einfachen Varianten sind nicht leicht gegeneinander abzuwägen, weil man zum Beurteilen der ökonomischen Nachhaltigkeit einer Immobilie lange Zeiträume betrachten muss und viele unsichere Annahmen über zukünftige Marktverhältnisse in die Betrachtungen einfließen. Deshalb empfiehlt es sich, mit Simulationen zu arbeiten, die einen genügend langen Zeitraum, z.B. die Lebensdauer wichtiger Bauteilgruppen, umfassen. In den Simulationen können Veränderungen von gesellschaftlichen Ansprüchen, volatile Energiepreise, klimatische Veränderungen, Kaufkraft der Marktteilnehmenden etc. abgeschätzt werden. Dieses Vorgehen wird im Folgenden an einem einfachen Beispiel veranschaulicht. Für eine ältere Liegenschaft mit Mietwoh-

nungen sollen die Varianten «saniert» und «unsaniert» beurteilt werden. Die beiden Varianten sind bezogen auf eine Wohnung in Tabelle 5.1 charakterisiert. Nach der Sanierung sind die Mieten mit Energiekosten gleich hoch. Die Verhältnisse über die kommenden 30 Jahre werden in einer Simulation mit einer Discounted-Cash-Flow-Berechnung (DCF) geschätzt.

Die Discounted-Cash-Flow-Methode dient zur Beurteilung der Wirtschaftlichkeit von Investitionen. Ausgehend von der Unternehmensbewertung, bei der die DCF-Methode seit Jahrzehnten angewandt wird, wurde sie zunehmend auch für die Immobilienbewertung eingesetzt und ist seit einigen Jahren der Standard [4]. Die Methode wird in SIA 480 «Wirtschaftlichkeitsrechnung für Investitionen im Hochbau» ausführlich beschrieben [5].

In der DCF-Methode werden alle zukünftigen, auf die Gegenwart diskontierten jährlichen Cashflows (= Einnahmen – Ausgaben) in einer Kennzahl, dem Kapitalwert, aufsummiert. Eine Investition oder ein Projekt ist dann wirtschaftlich, wenn der Kapitalwert mindestens null ist. Je höher der Kapitalwert, desto wirtschaftlicher ist eine Variante. Wichtig und für Investoren gelegentlich bitter – «wir haben doch so viel investiert» – ist, dass die Methode ausschliesslich zukünftige Ertragsüberschüsse berücksichtigt. Investitionen in der Vergangenheit werden nicht berücksichtigt, deren Folgekosten und Folgeerträge dagegen schon; es wird einzig auf den zukünftigen

Nutzen abgestellt. Eine Investition, die voraussichtlich keinen Nutzen generieren wird, ist demnach wertlos.

In der hier dargestellten Simulation werden – basierend auf historischen Erdölpreisen – zufällige Annahmen für die zukünftigen, realen Veränderungen der Energiekosten getroffen. Zudem wird angenommen, dass die Mieterträge der unsanierten Liegenschaft wegen Leerstand und Preisnachlässen sinken, sobald aufgrund der gestiegenen Energiekosten die Bruttomiete der unsanierten Liegenschaft deutlich höher ist als jene der sanierten. Infolge der kleineren Erträge sinkt der Kapitalwert der unsanierten Liegenschaft bei steigenden Energiepreisen. Das detaillierte Berechnungsmodell ist online verfügbar [6]. Diese Simulation wird 100 Mal durchgeführt und liefert die Verteilung der Kapitalwerte in Abbildung 5.2.

Die meisten Kapitalwerte der unsanierten Wohnung liegen tiefer als jene der sanierten und haben eine hohe Variabilität, d.h. der Marktwert der unsanierten Wohnung ist mit höherem Risiko behaftet.

Der Entscheid gegen eine Sanierung, der Entscheid gegen nachhaltiges Bauen dürfte auch in vielen anderen Situationen zu einem höheren Risiko führen.

Kennwerte	unsaniert	saniert	Einheit
Energiekennzahl	120	50	kWh/m <sup>2</sup> BGF und Jahr
Energiepreis	0.1	0.1	Fr./kWh
Energiekosten	12.0	5.0	Fr./m <sup>2</sup> BGF und Jahr
Wohnfläche	120	120	m <sup>2</sup>
Energiekosten pro Wohnung	1440	600	Fr./Jahr
Lebensdauer der Sanierung		30	Jahre
Sanierungskosten pro Wohnung		31 500	Fr.
wertvermehrender Anteil		60 %	
Mietzinserhöhung wegen Sanierung		840	Fr./Jahr
Nettomiete	21 600	22 440	Fr./Jahr
Miete inkl. Energiekosten	23 040	23 040	Fr./Jahr
BGF = Bruttogeschossfläche			

*Tabelle 5.1:  
Beschreibung der  
beiden Varianten  
«unsaniert» und  
«saniert».*

## 5.4 Lebenszyklus

Immobilien bestehen normalerweise über fünfzig und mehr Jahre. Dabei altern sie technisch und auch in Bezug auf Nutzeranforderungen (funktionale und soziale Alterung) und die Marktpositionierung der Immobilie verschlechtert sich. Die technische Alterung verläuft, bezogen auf die gesamte Immobilie und die einzelnen Bauteile, in unterschiedlichen Zeiträumen. Dabei spielt die Struktur des Gebäudes eine grosse Rolle. Sind die Strukturen klar in primäre, sekundäre und tertiäre Systeme getrennt oder lässt sich bei einer Erneuerung diese Trennung herbeiführen, so sind die Kosten für Unterhalt [4] und Veränderung günstiger. Schwieriger ist, die funktionale und soziale Alterung zu beschreiben, weil dafür die zu erwartenden ökonomischen, gesellschaftlichen und ökologischen Veränderungen berücksichtigt werden müssen. Es bestehen zumindestens für Wohnungen Instrumente [7], die jedoch mit der künftigen Nachfrage (den Szenarien) abgestimmt werden müssen. Auf jeden Fall hat eine Immobilie, die verschiedene Nutzungen ermöglicht, ein höheres Potenzial, nachhaltig Nutzen zu erzeugen als eine, die auf nur eine Nutzung zugeschnitten ist. Es ist jedoch zu beachten, dass dadurch die Erstvermietung erschwert werden kann, weil kein zielgrup-

penspezifisches Produkt angeboten wird. Durch regelmässige Erhaltungsmassnahmen wird der Wert der Immobilie über den Lebenszyklus erhalten oder sogar gesteigert. Die Massnahmen haben in geeigneten Abständen systematisch geplant zu erfolgen, bis schliesslich das Bauwerk das Ende seines Lebenszyklus erreicht und rückgebaut oder verändert wird. Zwischen dem Lebenszyklus der Immobilie, den Investitionsmassnahmen und ihrer nachhaltigen Markttauglichkeit besteht also ein zwingender Zusammenhang.

## 5.5 Betrachtungszeitraum

Für alle Überlegungen zur ökonomischen Nachhaltigkeit einer Immobilie spielt der Betrachtungszeitraum eine wesentliche Rolle. Für eine umfassende Lebenszyklusbetrachtung sollte die erste grosszyklische Erneuerung abgeschlossen sein. Voraussetzung dafür ist die Planung der Zeitpunkte von Erhaltungsmassnahmen, was wiederum dazu führt, dass man sich mit der Lebensdauer der Bestandteile einer Immobilie, d. h. mit der technischen Nachhaltigkeit eines Objekts, befassen muss.

Ausgehend von der Definition der Nachhaltigkeit der UNO hat der Betrachtungszeitraum ausreichend lang zu sein, um die Interessen der nächsten Generation mit einzubeziehen. Ein wichtiger Aspekt der

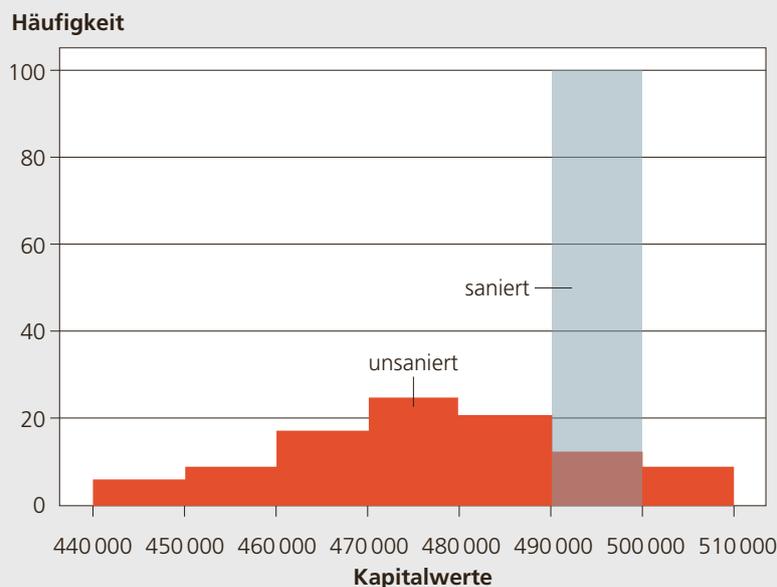


Abbildung 5.2: Häufigkeitsverteilung der Kapitalwerte der Varianten «saniert» und «unsaniert» für 100 verschiedene Szenarien für die Entwicklung der Energiepreise.

Nachhaltigkeitsdefinition ist die Gestaltungsfreiheit der zukünftigen Generationen. Übertragen auf Immobilien bedeutet das, dass wir flexibel nutzbare, leicht rückbaubare Bauten erstellen sollten.

## 5.6 Quellen

- [1] «SNBS Hochbau», Verfügbar unter: [www.nnbs.ch/standard-snbs-hochbau](http://www.nnbs.ch/standard-snbs-hochbau). [Zugegriffen: 06-Aug-2019].
- [2] N. Mastacchi, Immobilienfonds: die Zukunft ist grün. Eine Analyse über Green Real Estate Funds und REITs. 2011.
- [3] Schweizerischer Ingenieur- und Architekten-Verein, Norm SIA 469, Erhaltung von Bauwerken: Verständigung, Erhaltungsziele, Erhaltungsmaßnahmen und -tätigkeiten, Bauwerksakten. Zürich: SIA, 1997.
- [4] RICS Switzerland, Swiss valuation standards (SVS): best practice of real estate valuation in Switzerland, 2., überarbeitet und ergänzte Auflage. Zürich: vdf Hochschulverlag, 2012.
- [5] Schweizerischer Ingenieur- und Architekten-Verein, Norm SIA 480, Wirtschaftlichkeitsrechnung für Investitionen im Hochbau. Zürich: Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein, 2016.
- [6] H. Mutzner, «DCF\_Simulation», 06-Aug-2019. Verfügbar unter: [https://github.com/hMutzner/DCF\\_Simulation](https://github.com/hMutzner/DCF_Simulation). [Zugegriffen: 06-Aug-2019].
- [7] Bundesamt für Wohnungswesen (BWO), «Wohnungs-Bewertungs-System WBS». Verfügbar unter: [www.wbs.admin.ch/de](http://www.wbs.admin.ch/de). [Zugegriffen: 08-Aug-2019].



# Gebäudehülle

Niklaus Hodel,  
Patrick Hertig

Die Gebäudehülle und deren wichtigste Bauteile – die Aussenwand, die Fenster, das Dach, die Decken und Böden – müssen neben Architektur und Statik hohe bauphysikalische Anforderungen bezüglich Wärme, Kälte, Feuchte, Schall und Brand erfüllen. Die Gebäudehülle ist im Zusammenspiel mit der Haustechnik der absolut entscheidende Faktor hinsichtlich des Wärmehaushaltes eines Gebäudesystems. Aus diesem Grund ist  $Q_h$  (Heizwärmebedarf) respektive der gesetzliche Grenzwert  $Q_{h,li}$  in kWh/m<sup>2</sup>a die zentrale Grösse. Es gelten Primäranforderungen gemäss Tabelle 6.1. Vor allem bei Altbauten ist der Energieverlust über die Bauteile (Transmissionswärmeverlust) von entscheidender Bedeutung. Mit einer optimal gedämmten Gebäudehülle kann mehr als 50 % der Betriebsenergie eingespart werden. Zusätzlich spielt auch die thermische Trägheit (Masse) eine bis heute noch etwas unterschätzte Rolle für den Energiehaushalt. Die Transmissionswärmeverluste und die sich ergebenden Oberflächentemperaturen lassen sich mit Infrarotaufnahmen visualisieren (Abbildung 6.1). Die Aufnahmen ermöglichen Vergleiche, Wärmeverluste werden dadurch nicht quantifiziert.

**Tabelle 6.1:**  
Anforderungen an  
den Heizwärme-  
bedarf.

In diesem Kontext spielen Wärmedämmstoffe eine ganz zentrale Rolle. Es existiert auf dem Markt eine Vielzahl an bereits älteren, bewährten oder zum Teil ganz neu entwickelten organischen und anorganischen Dämmstoffen. Die wichtigste Kenngrösse für einen Dämmstoff ist die Wärmeleitfähigkeit  $\lambda$  in W/mK. Ergänzend dazu werden aber auch andere Aspekte wichtig wie die graue Energie, die Eignung für den Rückbau und das Recycling sowie weitere ökologische Kriterien ([www.ecobau.ch](http://www.ecobau.ch)). Gebäudehüllen sind aber nicht nur Energieverlustfaktoren, sondern je nach Ausrichtung und Umgebung lässt sich Energie gewinnen, einerseits passiv durch die Fenster in den Innenraum, andererseits durch aktive solare Systeme auf Dächern oder an Wänden.

**Abbildung 6.1:**  
Thermografie-  
aufnahme – Beispiel  
einer guten und  
einer schlechten  
(keiner) Dämmung.

Anforderungen an den Heizwärmebedarf	Neubau	Umbau
Gesetzliche Anforderungen	1,0 $Q_{h,li}$	1,5 $Q_{h,li}$
Minergie	1,0 $Q_{h,li}$	keine
Minergie-P	0,7 $Q_{h,li}$	0,9 $Q_{h,li}$

**Anmerkung:** Neubauten und Erweiterungen von bestehenden Bauten (Aufstockungen, Anbauten etc.) müssen so gebaut und ausgerüstet werden, dass ihr Bedarf für Heizung, Warmwasser, Lüftung und Klimatisierung nahe bei Null liegt. Der gewichtete Endenergiebedarf pro Jahr für Heizung, Warmwasser, Lüftung und Klimatisierung in Neubauten darf vorgegebene Werte nicht überschreiten. Davon sind Erweiterungen von bestehenden Bauten befreit, wenn die neu geschaffene Energiebezugsfläche weniger als 50 m<sup>2</sup> beträgt oder maximal 20 % der Energiebezugsfläche des bestehenden Gebäudeteiles und nicht mehr als 1000 m<sup>2</sup> beträgt.

**Quelle:** Mustervorschriften der Kantone 2014. Stand Januar 2020: Die MuKE 2014 sind noch nicht in allen Kantonen umgesetzt.

**Exkurs:** Der Heizwärmebedarf, definiert durch die Norm SIA 380/1 «Thermische Energie im Hochbau», quantifiziert den Wärmebedarf für ein Gebäude bei definierten Standardbedingungen auf der Stufe Nutzenergie. Die Effizienz der Wärmeerzeugung ist damit nicht beschrieben, weil der Heizwärmebedarf an der Schnittstelle zwischen Gebäude und Wärmeerzeugung erhoben wird.



## 6.1 Energievorschriften

**Um 1960:** In einzelnen kantonalen Baugesetzen wird ein ausreichender Wärmeschutz von  $U=1,0 \text{ W/m}^2\text{K}$  für Aussenwandkonstruktionen gefordert.

**Um 1975:** Infolge der Erdölkrise (1973) Minimalvorschriften für mittlere U-Werte, gepaart mit Mindestvorschriften für Einzelbauteile gemäss Empfehlung SIA 180/1 Winterlicher Wärmeschutz. In dieser Zeit beginnt die industrielle Grossproduktion von Wärmedämmstoffen (Glaswolle, Steinwolle, Polystyrole).

**Um 1990:** Festlegen von Grenz- und Zielwerten für den Jahresverbrauch pro  $\text{m}^2$  Energiebezugsfläche (EBF) bei Standard-

nutzungen für ein Gebäude gemäss Empfehlung SIA 380/1.

**Ab 2009:** Mustervorschriften der Kantone (MuKE n) und damit viele kantonale Energiegesetze und Energieverordnungen beziehen sich hinsichtlich der Grenz- und Zielwerte und der Art der Verfahren auf die Norm SIA 380/1 Thermische Energie im Hochbau.

**Ab 2020:** Im EU-Raum ist das Fast-Nullenergiehaus Standard.

Abbildung 6.2:  
Typische Energiebedarfs-  
werte für  
Heizung und  
Warmwasser in  
Wohnbauten.  
(Quelle: AWEL)

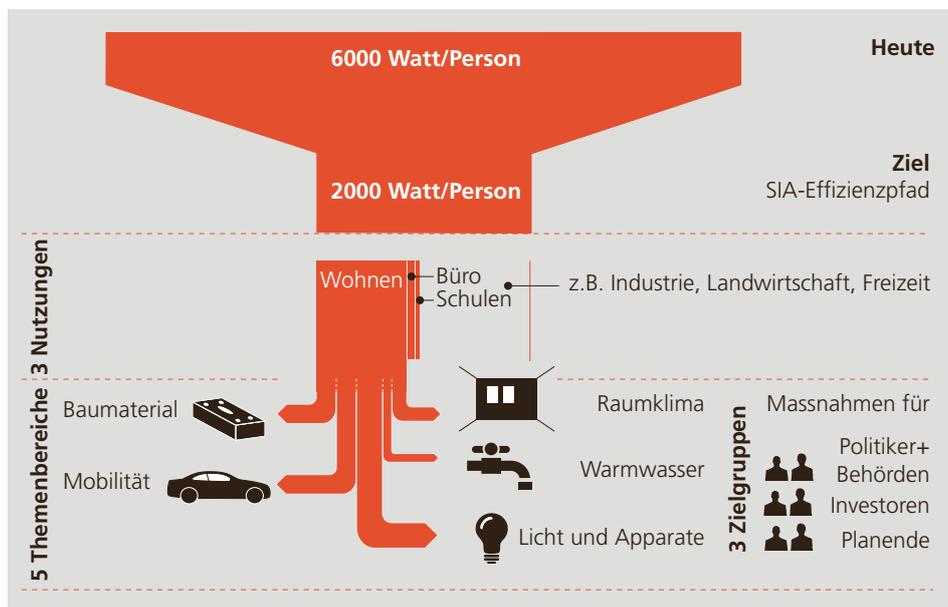
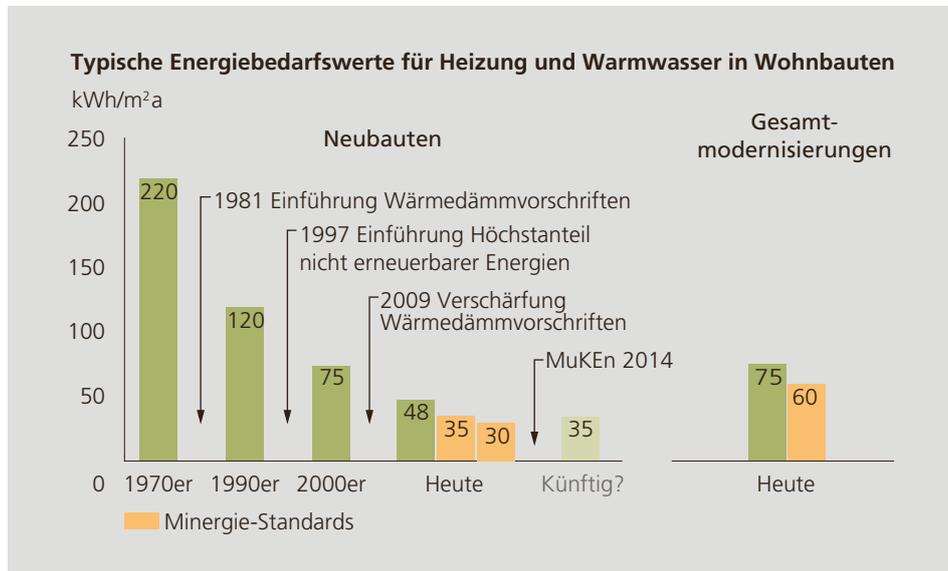


Abbildung 6.3:  
SIA-Effizienzpfad  
Energie.

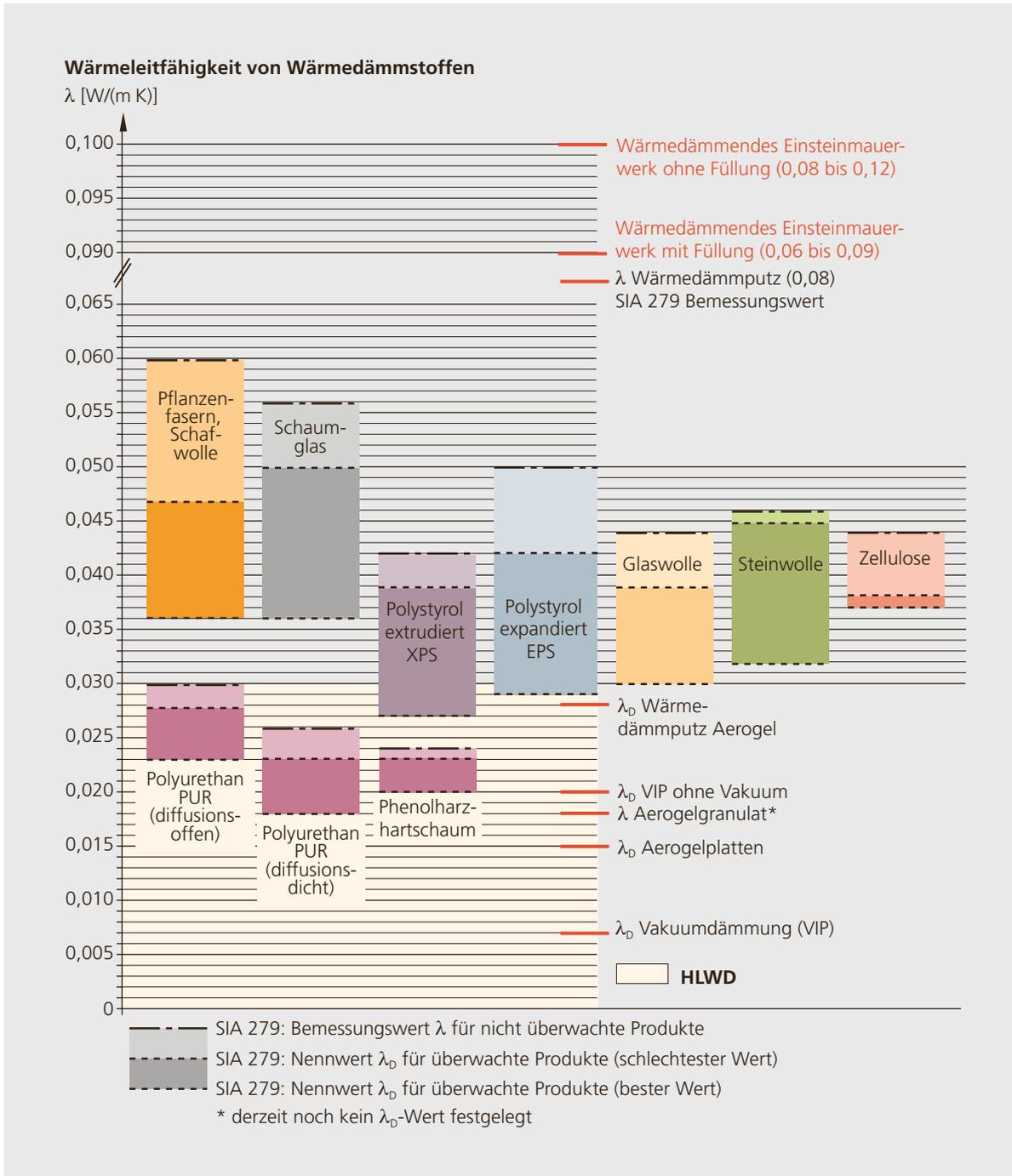


Abbildung 6.4: Für Wärmedämmstoffe sind die Kennwerte aus Norm SIA 279 zu berücksichtigen. Produkte mit einem  $\lambda$ -Wert von unter 0,030 gehören zu den Hochleistungswärmedämmstoffen (HLWD). In der Norm SIA 279 (2018) werden auch Mauerwerksprodukte deklariert. Stand 10/2019. (Quelle: Marco Ragonesi, Gregor Steinke, Faktor Verlag)

Bauteil gegen Bauteil	Grenzwerte $U_{ii}$ in W/m <sup>2</sup> K		Zielwerte $U_{ta}$ in W/m <sup>2</sup> K	
	Aussenklima oder weniger als 2 m im Erdreich	Unbeheizte Räume oder mehr als 2 m im Erdreich	Aussenklima oder weniger als 2 m im Erdreich	Unbeheizte Räume oder mehr als 2 m im Erdreich
Opake Bauteile (Dach, Decke, Wand, Boden)	0,25	0,28	0,1	0,1
Fenster, Fenstertüren	1,0	1,3	0,8	0,8
Türen	1,2	1,5	0,8	0,8
Tore (gemäss SIA 343)	1,7	2,0	0,8	0,8
Storenkasten	0,5	0,5	–	–

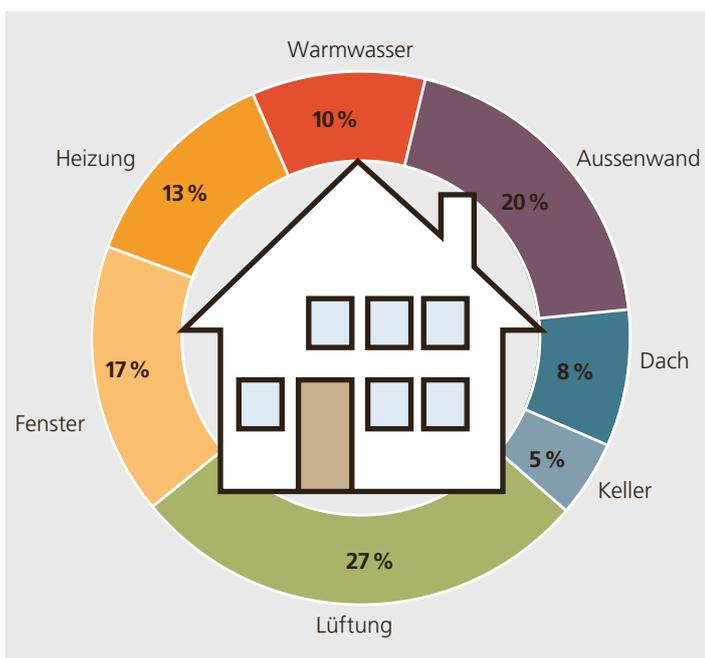
Tabelle 6.2: Grenz- und Zielwerte für flächenbezogene Wärmedurchgangskoeffizienten bei 20 °C Raumtemperatur für vom Umbau oder von der Umnutzung betroffene Bauteile. (Quelle: MuKE n 2014/SIA 380/1)

Bei bestehenden Bauten wird zwischen zwei Arten von Vorgaben unterschieden: Für Anbauten, Aufstockungen und neuartige Umbauten gelten die Neubauanforderungen. Für Umbauten und Umnutzungen gelten die Anforderungen für den Umbau. Diesbezüglich gibt die Norm SIA 380/1 Grenzwerte der Systemanforderung (entsprechend 150 % der Anforderungen für Neubauten) wie auch Einzelbauteil-Anforderungen vor. Ein Zwang für wärmetechnische Sanierungen besteht in der Schweiz nicht. Sofern aber Massnahmen an der thermischen Gebäudehülle getroffen werden, sind diese gesetzeskonform zu realisieren. Entscheidend ist die Eingriffstiefe der Massnahmen. Anwendbar sind bei erheblichen Eingriffen die Umbauvorschriften.

## 6.2 Förderung energetischer Sanierungen

Die Kantone legen individuell fest, welche Massnahmen sie zu welchen Bedingungen fördern. Gefördert werden z. B. Minergie-/P/A-Sanierungen, ein Effizienzklassenaufstieg im GEAK-System oder teilweise auch bereits Bauteilflächen, die nach bestimmten U-Wert-Anforderungen saniert werden. Die Basis dafür bildet das Harmonisierte Fördermodell der Kantone (HFM

Abbildung 6.5:  
Durchschnittliche  
Wärmeverluste ei-  
nes Mehrfamilien-  
hauses aus den  
1960er-Jahren mit  
einem Verbrauch  
von 20 l Öl pro m<sup>2</sup>.



2015). Der GEAK Plus (Gebäudeausweis der Kantone) hilft bei der vorausschauenden Planung des Bauprojekts und ist teilweise auch Bedingung für den Erhalt von Förderbeiträgen.

## 6.3 Veränderungsstrategien

Für jedes Gebäude sowie dessen Bauteile sind ganz unterschiedliche Verbesserungsstrategien möglich.

■ **Renovation:** Massnahmen zur Bewahrung des Soll-Zustandes oder Verbesserung des Ist-Zustandes

■ **Sanierung:** Massnahmen zur Verbesserung des Bauzustandes bzw. zur Erreichung des Soll-Zustandes (z. B. Wärme- und Schallschutz). Je nach Vorgabe des Soll-Zustandes verändert sich die Eingriffstiefe (z. B. Sanierung nach Vorschrift oder nach Minergie, Minergie-P, Passivhaus etc.).

■ **Erneuerung:** Bauteile können als Gesamtes erneuert werden, sodass diese den aktuellen technischen und bauphysikalischen Anforderungen entsprechen.

■ **Transformation:** Ein Bauteil übernimmt neue Aufgaben infolge Umnutzung, Erweiterung oder Transformation (z. B. Dachausbau, Anbau, Umbau etc.).

■ **Ersatz:** Bauteile oder das Gebäude selbst werden vollständig rückgebaut und durch andere, neue Bauteile ersetzt.

Es gibt grundsätzlich drei wesentliche Eckpfeiler der energetischen Ertüchtigung eines Gebäudes.

1. **Minimierung der Verluste:** Aussenbauteile mit guten U-Werten unter 0,20 W/m<sup>2</sup>K anstreben, Wärmebrücken reduzieren respektive vermeiden, luftdichte Gebäudehüllen anstreben, Komfortlüftung mit Wärmerückgewinnung einbauen.

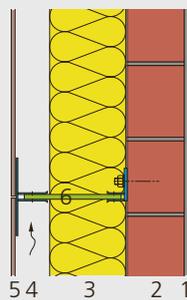
2. **Maximierung der Gewinne:** Fenster respektive Gläser mit hohem g-Wert und tiefem U-Wert vorsehen; Fensterflächen gegen Süd, Südost und Südwest möglichst maximieren und nicht verschatten; interne Speichermasse erhöht den Solargewinn. Unter Berücksichtigung des wärmer werdenden Klimas gilt es dabei auch den sommerlichen Wärmeschutz nicht ausser Acht zu lassen. Mit beweglichen Sonnenschutz-

vorrichtungen kann sowohl im Winter wie auch im Sommer ein Optimum erreicht werden.

**3. Energie möglichst erneuerbar und effizient gewinnen und nutzen:** Den Restbedarf an Wärme für Heizen und Warmwasser möglichst mit erneuerbaren Energien decken. Die dafür notwendigen Haustechniksysteme sollten dem Bedarf und dem Gebäude angepasst sein und eine effiziente Energieproduktion ermöglichen (Energieträger, Wärmeerzeugung, Verteilsystem, Lüftungsanlage).

## 6.4 Fassaden

**Vor 1920:** Die Bautechnik war vor 1920 häufig gekennzeichnet durch eine historisierende Formensprache, es wurden zahlreiche Verzierungen aus verschiedenen vorhergehenden Architekturepochen verwendet. Handwerkliche Qualität und hoher personeller Aufwand waren notwendig. Die Grundmauern der Gebäude wurden mit einem einschaligen Mauerwerk erstellt. Diese Häuser sind heute oft geschützt, so dass energietechnische Massnahmen sehr schwierig zu realisieren sind.



### Konstruktionsaufbau

- 1 Innenputz (bestehend)
- 2 Mauerwerk bestehend (variabel)
- 3 Wärmedämmschicht (variabel)
- 4 Fassadenunterkonstruktion/  
Hinterlüftung
- 5 Fassadenverkleidung/Wetterschutz/Solaranlage
- 6 wärmegeämmte Konsole oder Holzunterkonstruktion

### U-Werte mit $\lambda = 0,038 \text{ W/mK}$

$d = 15 \text{ cm}; U = 0,20 - 0,23 \text{ W/m}^2\text{K}$

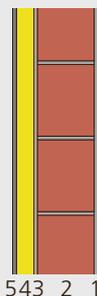
$d = 20 \text{ cm}, U = 0,17 - 0,20 \text{ W/m}^2\text{K}$

$d = 25 \text{ cm}; U = 0,13 - 0,15 \text{ W/m}^2\text{K}$

### Konstruktionshinweise

- Das innere, tragende Mauerwerk kann aus Backstein-, Bruchsteinmauerwerk oder Betonschale bestehen.
- Materialien: Mineralwollplatten (Steinwolle und Glaswolle)

Abbildung 6.6:  
Aussendämmung  
hinterlüftet.



### Konstruktionsaufbau

- 1 Innenputz (bestehend)
- 2 Mauerwerk bestehend (variabel)
- 3 Haftbrücke
- 4 Wärmedämmputz (verschiedene Produkte)
- 5 Deckputzbeschichtungssystem

### U-Werte mit $\lambda = 0,06 \text{ W/mK}$

$d = 3 \text{ cm}; U = 1,1 - 1,4 \text{ W/m}^2\text{K}$

$d = 5 \text{ cm}; U = 1,0 - 1,2 \text{ W/m}^2\text{K}$

$d = 10 \text{ cm}; U = 0,6 - 0,8 \text{ W/m}^2\text{K}$

### Konstruktionshinweise

- Das innere, tragende Mauerwerk kann aus Backstein-, Bruchsteinmauerwerk oder Betonschale bestehen.
- Der Dämmputz wird üblicherweise in Stärken von 2 cm bis 8 cm aufgetragen, für die Anwendung sind die entsprechenden Produkteangaben massgebend.
- Dämmputze können in variablen Stärken appliziert (Fenstergewände, Fensterlaibungen, Fassade) und sie können auch innen oder als Kombination zu einer Innen- oder Aussendämmung appliziert werden.

Abbildung 6.7:  
Dämmputz aussen/  
innen.

**Bis ca. 1960:** Homogene und aus wenigen Schichten aufgebaute Mauerwerke mit U-Wert um  $1,2 \text{ W/m}^2\text{K}$ .

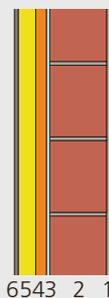
**Um 1970/80:** Mehrschichtige (mit minimaler Wärmedämmung) und homogene Mauerwerke aus verschiedensten Materialien mit U-Werten von  $0,4$  bis  $0,8 \text{ W/m}^2\text{K}$ .

**Ab 1990:** Entwicklung von hochdämmenden Aussenwandsystemen mit U-Werten unter  $0,20 \text{ W/m}^2\text{K}$ .

**Massnahmen:** Bei Häusern aus den Gründerjahren und auch bei etwas jüngeren Bauten sind z. B. die Gewände der Fenster

und Türen aus Naturstein und nicht selten schön verziert. Eine aussenliegende Dämmung scheint aus architektonischen und denkmalpflegerischen Gründen kaum möglich. Vielfach ist auch eine innenliegende Wärmedämmung nicht möglich, so dass bei solchen Häusern an der Aussenwand nur dünne Dämmputzschichten eingesetzt werden können – und auch dies nur unter Umständen.

Die bauphysikalisch und energetisch sinnvollste Sanierung ist eine möglichst vollflächige Aussenwärmedämmung. Die thermisch aktive und erwünschte Masse bleibt



**Konstruktionsaufbau**

- 1 Innenputz (bestehend)
- 2 Mauerwerk bestehend (variabel)
- 3 Dampfbremse (je nach Aufbau)
- 4 VIP-Panel 10 mm bis 30 mm\*
- 5 zusätzliche Wärmedämmung
- 6 Aussenputzsystem

\* nur wenn kein anderes Material möglich

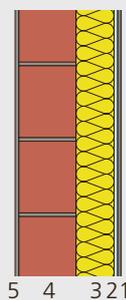
**U-Werte mit  $\lambda = 0,008 \text{ W/m K}$**

- d = 2 cm; U =  $0,20 - 0,40 \text{ W/m}^2\text{K}$
- d = 4 cm; U =  $0,15 - 0,20 \text{ W/m}^2\text{K}$
- d = 6 cm; U =  $0,10 - 0,15 \text{ W/m}^2\text{K}$

**Konstruktionshinweise**

- Eine sorgfältige Planung und auch Verarbeitung ist unabdingbar.
- Platten können nicht zugeschnitten werden, Restflächen mit herkömmlicher Wärmedämmung verlegen.
- VIP-Dämmung in Kombination mit herkömmlichen Systemen oder Mineralwolle kombinieren.
- Hauptanwendungsbereich im Bau sind die Terrassendämmungen bei Attikawohnungen (Neubau).
- Hersteller-Anwendungen speziell beachten, weil für Fassaden erst Spezialfälle und Prototypen vorhanden.

Abbildung 6.8:  
VIP-Dämmung  
aussen.



**Konstruktionsaufbau**

- 1 Innenputz, Verkleidung
- 2 Dampfbremse (abgestimmt auf Dämmung)
- 3 Wärmedämmung
- 4 Mauerwerk (bestehend)
- 5 Aussenputz (bestehend)

**U-Werte mit  $\lambda = 0,04 \text{ W/m K}$**

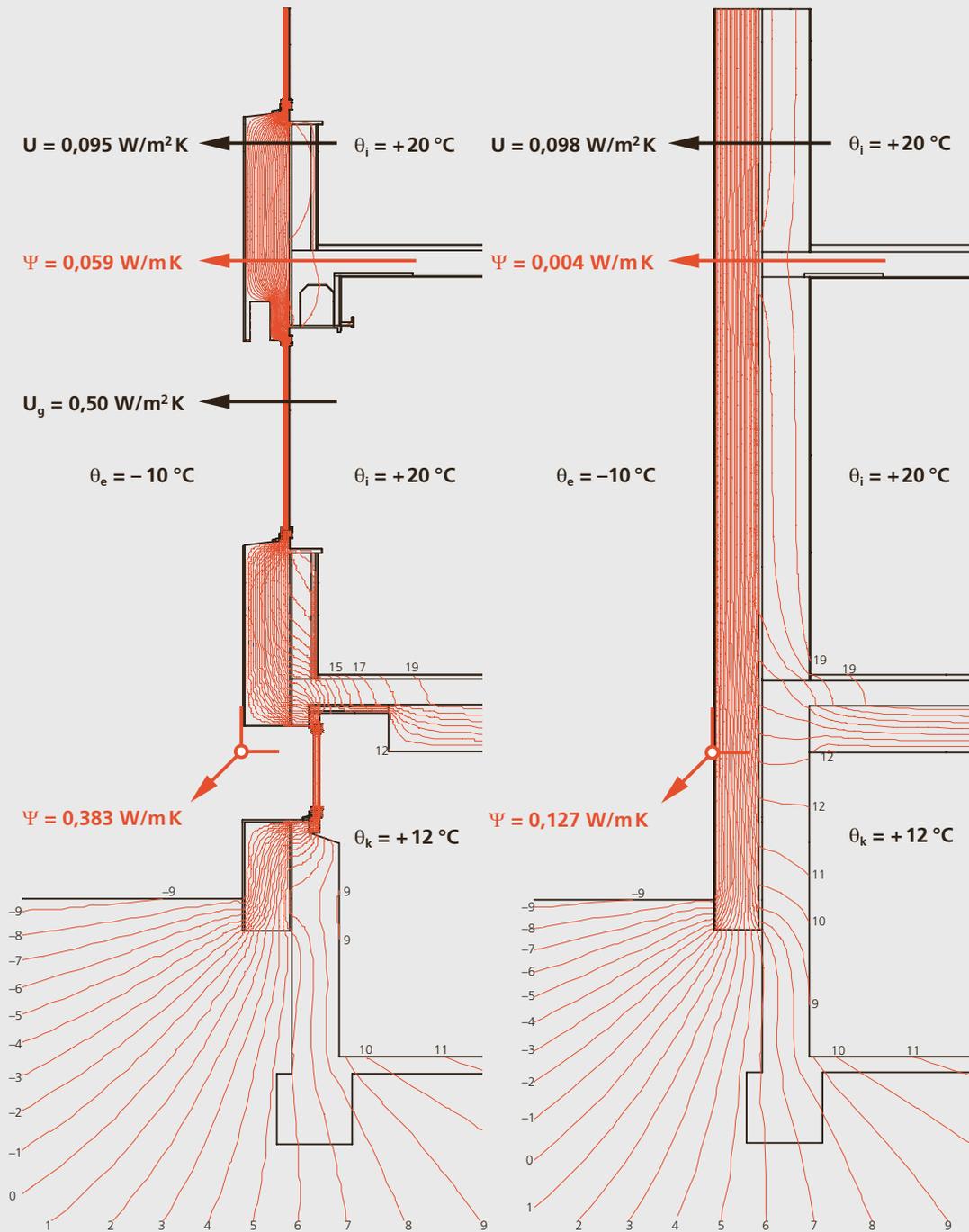
- d = 5 cm; U =  $0,60 - 0,80 \text{ W/m}^2\text{K}$
- d = 10 cm; U =  $0,30 - 0,40 \text{ W/m}^2\text{K}$
- d = 15 cm; U =  $0,20 - 0,25 \text{ W/m}^2\text{K}$

**Konstruktionshinweise**

- Durch die Innendämmung entstehen Wärmebrücken an Decken, Wänden und Sockel.
- Bei einer Innendämmung muss die Dampfdiffusion zwingend überprüft werden, mit Dampfbremse oder dampfbremsenden Materialien (Schaumglas) arbeiten.
- Anschlüsse, Fugen und Übergänge müssen dicht ausgebildet werden.
- Es kann auch mit Dämmputzen gearbeitet werden, evtl. in Kombination mit reduzierter Aussendämmung.

Abbildung 6.9:  
Innendämmung.

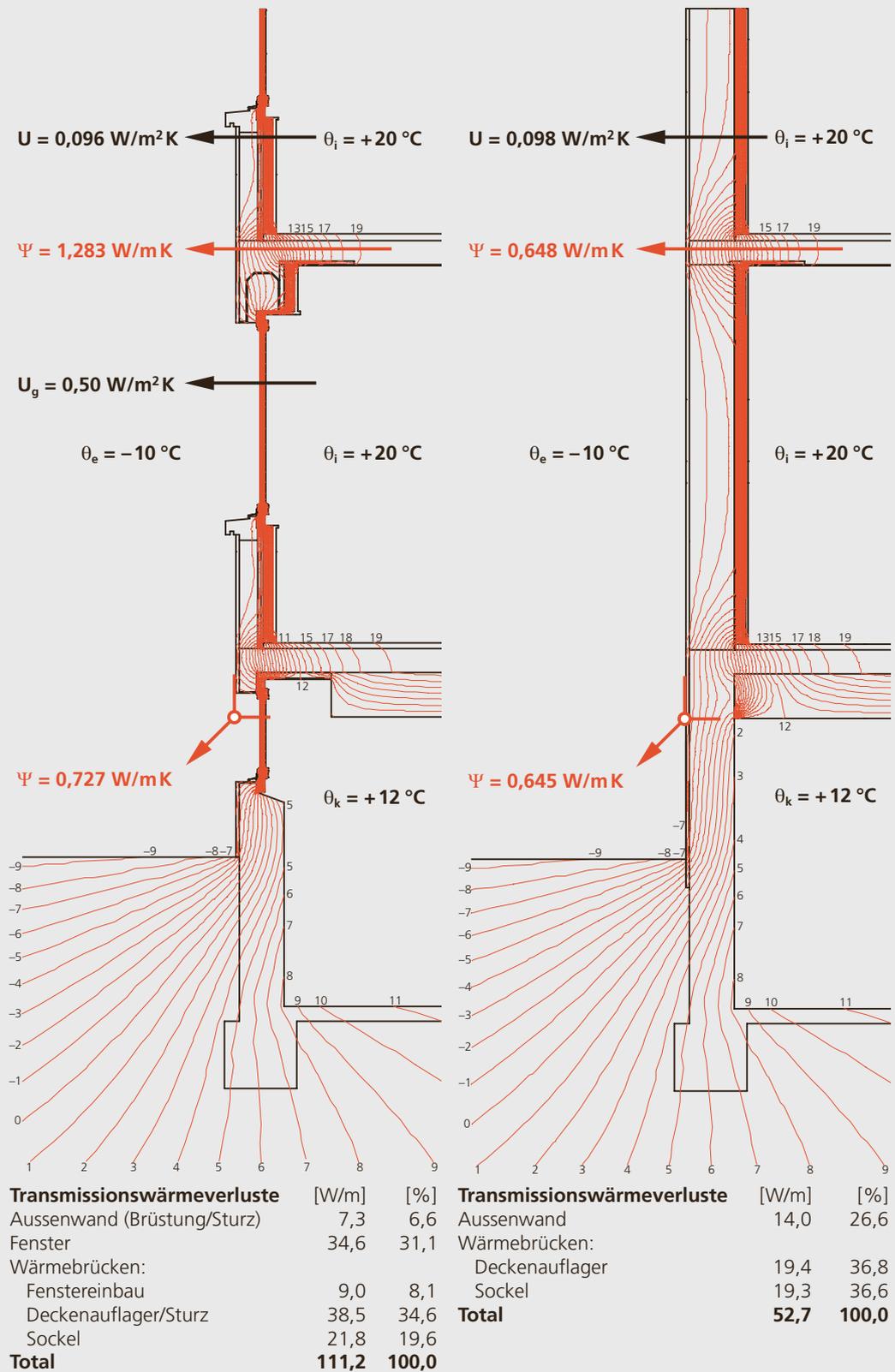
Abbildung 6.10: Für Sanierungen im Minergie-P-Standard ist die Aussenwärmedämmung (verputzt oder mit hinterlüfteter Bekleidung) wohl die effektivste Möglichkeit. Gegenüber dem Ist-Zustand kann der Wärmeverlust um 76,7% auf 64,8 W/m reduziert werden (Fassadenschnitt mit Fenster) beziehungsweise um 89,6% auf 17,9 W/m (Fassadenschnitt ohne Fenster). Der Wärmebrückeneinfluss ist mit 21,8% bis 34,4% gross, wobei primär der Sockel und der Fenstereinbau relevant sind. (Quelle: Marco Ragonesi/Faktor Verlag)



Transmissionswärmeverluste	[W/m]	[%]
Aussenwand (Brüstung/Sturz)	7,9	12,2
Fenster	34,6	53,4
Wärmebrücken:		
Fenstereinbau	9,0	13,9
Deckenaufleger/Sturz	1,8	2,8
Sockel	11,5	17,7
<b>Total</b>	<b>64,8</b>	<b>100,0</b>

Transmissionswärmeverluste	[W/m]	[%]
Aussenwand	14,0	78,2
Wärmebrücken:		
Deckenaufleger	0,1	0,6
Sockel	3,8	21,2
<b>Total</b>	<b>17,9</b>	<b>100,0</b>

Abbildung 6.11: Zugegeben, im Kontext Minergie-P wird wohl niemand ernsthaft in Erwägung ziehen, ein Gebäude mittels Innenwärmedämmung (z. B. mit VIP-Panels wie in diesem Beispiel) zu sanieren. Durch den Wärmebrückeneinfluss (Sockel, Deckenaufleger, Sturz) von 62,3% bis 73,4% hält sich der Erfolg in Grenzen. Beim Fassadenschnitt mit Fenster kann der Wärmeverlust um 60% auf 111,2 W/m reduziert werden und beim Schnitt ohne Fenster um 69,3% auf 52,7 W/m. Trotz analoger Bauteilkennwerte ist der Wärmeverlust gegenüber der aussen wärmegeämmten Gebäudehülle um 71,6% bis 194,4% grösser. (Quelle: Marco Ragonesi/ Faktor Verlag)



im Haus (innerhalb des Dämmperimeters), das Kondensationsrisiko in der Konstruktion wird minimiert und die Wärmebrücken werden eliminiert oder mindestens reduziert. Zusätzlich besteht die Möglichkeit, bei genügend dicker Dämmung gewisse Haustechniksysteme wie z. B. Lüftung, Sanitär und Elektro in dieser Dämmung zu führen. Natürlich darf es sich nur um Teile wie Rohre, Leitungen, Kabel etc. handeln, bewegte Komponenten wie Klappen, Ventile, Regler irgendwelcher Art etc. müssen zugänglich bleiben.

### Varianten von Fassadenerneuerungen

Möglich sind Kompaktfassaden, besser jedoch sind hinterlüftete Systeme mit Mineralwolle und entsprechendem Witterungsschutz. Dieser Witterungsschutz kann mit dünnen Photovoltaik-Elementen (PV) gewährleistet werden. Solche PV-Elemente sind heute in sehr vielen Varianten erhältlich.

Wo nur wenig Aufbaustärke möglich ist und ein muraler Charakter erhalten werden soll, kann sich ein Wärmedämmputz sehr gut eignen. Er kann je nach Produkt bis zu einer Schichtdicke von ca. 8 cm aufgetragen werden.

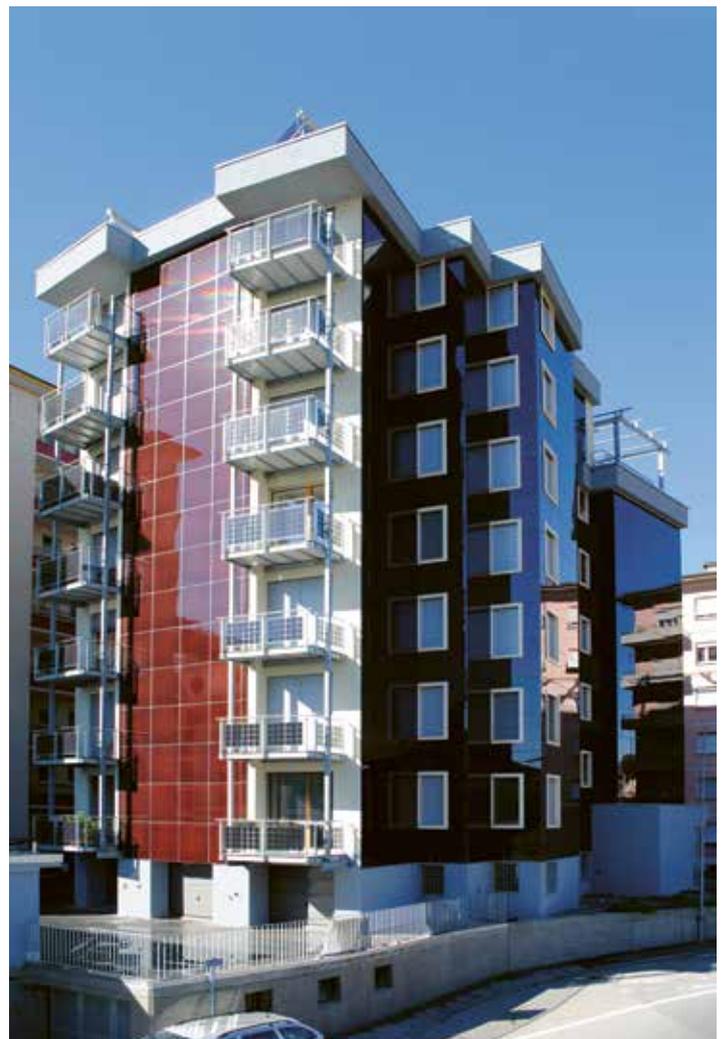
Für die nachträgliche Aussendämmung kommen immer häufiger Hochleistungswärmedämmstoffe (VIP) aus vakuiertem Dämmmaterial oder Aerogel in Form von Matten oder Putz zur Anwendung.

Vielfach bieten Innendämmungen eine Alternative. Diese bergen aber gewisse Risiken. Durch eine Innendämmung wird die innere Masse abgekoppelt und die Hüllkonstruktion wird in den Kaltbereich verschoben. Es entsteht eine Vielzahl von Wärmebrücken, z. B. bei Wand- und Deckenanschlüssen, bei Fensterlaibungen, bei durchgehenden Balkonplatten. Das Schadensrisiko steigt infolge der tieferen Oberflächentemperaturen (erhöhte Feuchtigkeit, Oberflächenkondensat) und bei undichten Anschlüssen kann es innerhalb des Bauteils zu Feuchteschäden kommen. Besonders gefährdet sind in diesem Zusammenhang Holzbalkenköpfe, die in bestehendem Mauerwerk versenkt sind. Ein luftdichtes Abkleben der Balkenköpfe ge-

staltet sich meist sehr schwierig und das Austrocknungsverhalten wird beim Aufbringen von Innendämmung massiv beeinträchtigt.

Eine Kombination aus Innen- und Aussendämmung kann zu einem bauphysikalisch und energetisch guten Resultat führen.

*Abbildung 6.12: In die Fassade integrierte PV-Anlage. Hinterlüftete PV-Elemente dienen als Wetterschutzverkleidung. (Quelle: Schweizer Solarpreis)*



## 6.5 Fenster

**Bestand:** Der Gebäudebestand verfügt grösstenteils über Isolationsverglasungen (IV) unterschiedlicher Qualität und diverse alte Häuser haben noch eine Doppelverglasung. Die Einfachverglasung dürfte bis auf ganz wenige Ausnahmen verschwunden sein. Einzelne Bürohäuser sind noch mit Spezialgläsern ausgerüstet (Einfärbungen, bronzierte und beschichtete Gläser etc.). Zudem gibt es noch eine ganze Menge von Gebäuden (Schulen, Bürobauten, Museen etc.), die zwar Isolierverglasungen einer frühen Generation haben, aber noch thermisch ungetrennte (Alu-) Fensterprofile, die sehr grosse Wärmebrücken darstellen.

**Massnahmen:** Verglasungen haben in den letzten 20 Jahren technologisch sehr grosse Fortschritte gemacht. Spezielle Gasfüllungen wie Argon oder Krypton und vor allem die Infrarot-Beschichtungen (IR) sowie die 3-fach-IV-Gläser mit zwei IR-Beschichtungen haben die Verglasung revolutioniert. Die ersten IV-Gläser mit Aluminium-Glasrandverbund und Luftfüllung weisen U-Werte von über  $2,5 \text{ W/m}^2\text{K}$  auf. Die neuen Gasfüllungen und vor allem die IR-Beschichtungen führen zu Werten von  $1,1$  bis  $1,4 \text{ W/m}^2\text{K}$ . 3-fach-IV-Verglasungen mit 2 IR-Beschichtungen weisen Werte von  $0,6$  bis  $0,7 \text{ W/m}^2\text{K}$  auf. Die neueste Vakuum-Technologie hat Verglasungen hervorgebracht, die bei weniger Glasschichten und weniger Aufbaustärke Werte von  $U \leq 0,5 \text{ W/m}^2\text{K}$  erreichen können.

Die Fensterrahmen haben ebenfalls eine wesentliche Entwicklung hinter sich, aber nicht ganz in dem Masse wie die Verglasungen. Gute Rahmen weisen heute U-Werte von unter  $1,4 \text{ W/m}^2$  auf. Mit Spezialrahmen können heute Fensterkonstruktionen (Windows) von  $U_w$  unter  $1,0 \text{ W/m}^2\text{K}$  mit  $U_g = 0,6 \text{ W/m}^2\text{K}$  (Glas) hergestellt werden.

Die nicht immer einfachste, aber wirkungsvollste Massnahme ist der vollständige Fensterersatz. Bei Fenstern wird mit einer wirtschaftlichen Lebensdauer von 25 Jahren gerechnet. In Häusern mit Jahrgang 1980 und älter dürfen mit gutem

Abbildung 6.13:  
Glasytzen.  
(Quelle: Glas  
Troesch)

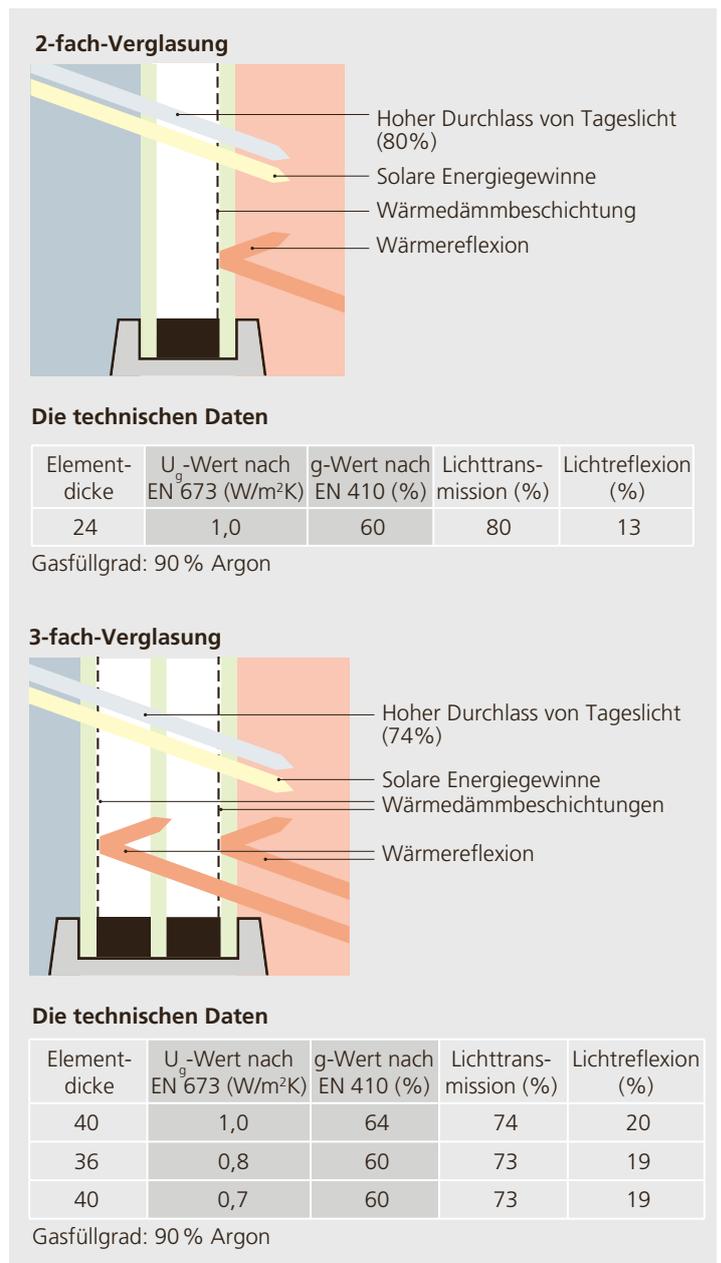


Abbildung 6.14:  
Vakuum-Glas.

Gewissen die Fenster gewechselt und durch neue, technisch wesentlich verbesserte Konstruktionen ersetzt werden. Ein Fensterersatz kann zu Energieeinsparungen von bis zu 30 % führen. Es sei jedoch darauf hingewiesen, dass der Einsatz von hochdämmenden und vor allem dichten Fenstern ein verändertes Nutzerverhalten bedingt. Der Luftaustausch und die Entsorgung von übermässiger Luftfeuchte sind in einem undichten Gebäude gesichert. Im sanierten Haus müssen die Nutzer für diesen Luftaustausch sorgen, sofern keine Lüftungsanlage installiert ist.

Bei geschützten Gebäuden kann ein Ersatz der Verglasung die Energieverluste mindern und die Behaglichkeit verbessern. Bei geschützten und noch intakten Doppelverglasungen kann eine Sanierung und Dichtung, eine Aufdoppelung in Form eines Kastenfensters oder die Reaktivierung des Vorfensters zum Ziel führen. Dabei ist klar festzulegen, wo die Dämm- und vor allem die Dichtungsebene durchlaufen sollen, um Kondensat zu vermeiden. Thermische Schwachpunkte bei der Erneuerung von Fenstern sind häufig die Storenkästen.

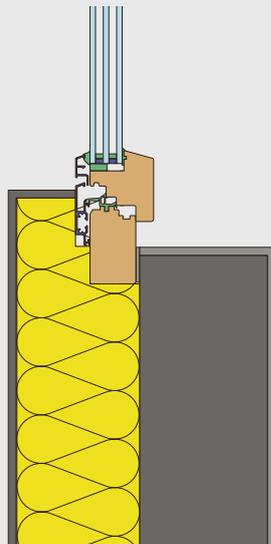
Verbesserungsmassnahmen sind technisch schwierig und entsprechend aufwendig. Bei der Sanierung von Bürogebäuden steht oft eine zweite Glasfassade als Teil einer Doppelfassade zur Diskussion. Voraussetzung für eine komfortable Nutzung im Sommer – und Energiegewinn im Winter – sind Öffnungen in der äusseren Hülle. Eine solche flexible, mechanisch gesteuerte Zweite-Haut-Fassade ist sehr aufwendig und wird im Sanierungsbereich wenig angewendet.

### MuKEn 2014 versus Denkmalpflege

Mit der Übernahme der MuKEn 2014 in die kantonalen Energievorschriften und mit der Herausgabe der Norm SIA 380/1:2016 wurden auch die energetischen Anforderungen an Fenster verschärft. Für Fenster lautet der Einzelbauteilgrenzwert, unabhängig davon, ob es sich um einen Neubau oder eine Sanierung handelt,  $1,0 \text{ W/m}^2\text{K}$ . Grundsätzlich können daher nur noch 3-fach-Isolierverglasungen eingesetzt werden. Dem gegenüber stehen die denkmalpflegerischen Aspekte. Wenn der Einsatz von 3-fach-Glä-

#### Rahmenkonstruktionen

Holz-Rahmen  $U_f = 1,2\text{--}1,6 \text{ W/m}^2\text{K}$   
 Holz-Metall-Rahmen  $U_f = 1,3\text{--}1,6 \text{ W/m}^2\text{K}$   
 Kunststoff-Rahmen  $U_f = 1,3\text{--}1,6 \text{ W/m}^2\text{K}$   
 Metallrahmen  $U_f = 1,5\text{--}1,9 \text{ W/m}^2\text{K}$



#### U-Werte Gläser

2-fach-IV,  $U_g = 1,1\text{--}1,4 \text{ W/m}^2\text{K}$  (je nach Füllung)  
 3-fach-IV,  $U_g = 0,4\text{--}0,7 \text{ W/m}^2\text{K}$  (je nach Füllung)  
 4-fach-IV,  $U_g < 0,40 \text{ W/m}^2\text{K}$  (je nach Füllung)  
 Vakuum-Glas 2-fach  $U_g < 0,5 \text{ W/m}^2\text{K}$

#### Konstruktionshinweise

- Der Glasrandverbund von Aluminium ( $\psi = 0,07 \text{ W/mK}$ ), Edelstahl ( $\psi = 0,05 \text{ W/mK}$ ) oder Kunststoff ( $\psi = 0,03 \text{ W/mK}$ ) muss in die Berechnung einbezogen werden.
- Eine zentrale Grösse neben dem U-Wert ist der g-Wert (Energiedurchlassgrad) für die passiven Solargewinne in der Heizperiode.
- Je nach Glas, Rahmenwerten und Rahmenanteilen kann dies Fenster-U-Werte von  $0,8\text{--}1,3 \text{ W/m}^2\text{K}$  ergeben (müssen speziell berechnet werden).
- Wärmebrücken, verursacht durch die Fensterlaibungen, müssen speziell berechnet und miteinbezogen werden.

Abbildung 6.15:  
Fenster, Gläser.

### Fenster restaurieren

«Fenster sind die Augen eines Hauses», kommentiert der Heimatschutz Basel seinen Vorschlag, alte Fenster – statt gänzlich zu ersetzen – behutsam nachzurüsten. Tatsächlich wirken stämmige Rahmen von neuen Fenstern in fein gegliederten Fassaden älterer Bauten häufig wie eine Faust aufs Auge. Besonders deutlich wird ein derartiger gestalterischer Missgriff bei Jugendstil- und Gründerjahrhäusern. Auf der anderen Seite sind sowohl das Komfortmanko als auch der Energieverlust über diese Altbaufenster enorm. In der Regel sind sie als Kastenfenster konzipiert mit einem Vorfenster, auch als Winterfenster bezeichnet, und einem inneren Sommerfenster. Der Wärmedurchgang ist vier- bis fünfmal grösser als bei einem heute üblichen, dreifach verglasten Neubaufenster. Naheliegender erscheint die Lösung, das innere Fenster durch ein neues Produkt mit Isolierverglasung zu ersetzen. Der Eingriff lässt sich durch das Vorfenster kaschieren. Weil diese vorgehängten Fenster als Ergänzung zum Hauptfenster weder Wärmeschutz noch Schallschutz bieten, besteht die Gefahr, dass sie offen stehen oder gar im Keller verschwinden.

Die Kampagne des Heimatschutzes zielt auf eine Nachrüstung der bestehenden Fenster in geschützten oder aus architektonischen Gründen geeigneten Häusern. Im Vordergrund stehen zwei Massnahmen, nämlich der Einbau eines beschichteten Glases und einer Falzdichtung in den alten Fensterrahmen. Wie Berechnungen eines Bauphysikers zeigen, würde der Wärmeverlust der Fenster aufgrund der Nachrüstung auf die Hälfte sinken. Auf ein Einfamilienhaus bezogen, resultiert eine Sparquote von etwa 350 l Heizöl pro Jahr, was rund 10 % der gesamten Heizwärmeverluste ausmacht. Auf die Fenster entfällt ungefähr ein Fünftel dieser Verluste. Häufig kommt der Einbau von Isolierverglasungen aufgrund ihres Gewichtes nicht infrage.

Die Rahmen würden das noch aushalten, meint Paul Dilitz vom Heimatschutz Basel, aber nicht die Scharniere. Dieses Problem stellt sich mit der Montage eines Einfachglases kaum. Durch die Beschichtung der äusseren Glasfläche verbessert sich der Wärmeschutz im Vergleich zu einem unbeschichteten Glas um 30 %. Mit einem zweiten gleichwertigen Glas im Vorfenster steigert sich der Effekt noch deutlich. Eine derartige Duplizierung der Massnahme ist beim Einbau von Dichtungen sozusagen verboten. Denn die Dichtung im äusseren Vorfenster würde einen geschlossenen Luftraum zwischen den Fenstern erzwingen, der sich abkühlt und dadurch Kondenswasser ausscheidet. Beschlagene Fensterscheiben während der Heizperiode sind die Folge. Die Gummidichtung im inneren Sommerfenster reduziert gemäss den bauphysikalischen Berechnungen den Luftaustausch um rund 80 %. Mit fachgerecht eingebauten Falzdichtungen würden die Anforderungen an neue Fenster erreicht, begründen die Bauphysiker diese Massnahme.

Die grosse Luftmenge, die durch unsanierte Fenster abströmt, hängt auch mit den durch die Kleinteiligkeit der Flügel und Oberlichter bedingten grossen Fugenlängen zusammen. Für ein 2 m<sup>2</sup> grosses Fenster braucht es typischerweise 12 m Gummidichtung. Dies ist mit ein Grund, weshalb die Ertüchtigung von historischen Fenstern keineswegs eine Billiglösung ist. In den meisten Fällen dürfte der komplette Ersatz des Altfensters durch ein neues Normfenster sogar kostengünstiger sein. Neue Wärmeschutzfenster bringen auch einen höheren Komfort und einen tieferen Energieverbrauch. Mitunter sind diese Argumente allerdings nachrangig. Vor allem bei Baudenkmalern und architektonisch respektive historisch wertvollen Gebäuden ist der sorgfältige Umgang mit der Bausubstanz von grosser kultureller Bedeutung.

sern aus Sicht der Denkmalpflege in keiner Art und Weise umsetzbar und vertretbar ist, gilt es unter Einbezug der zuständigen Energiebehörde Kompensationsmassnahmen zu diskutieren.

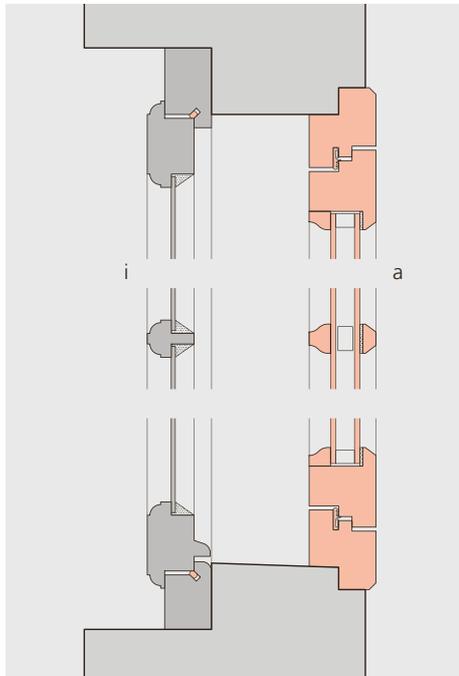


Abbildung 6.16:  
Fest eingebautes  
Vorfenster mit  
IV-Glas.

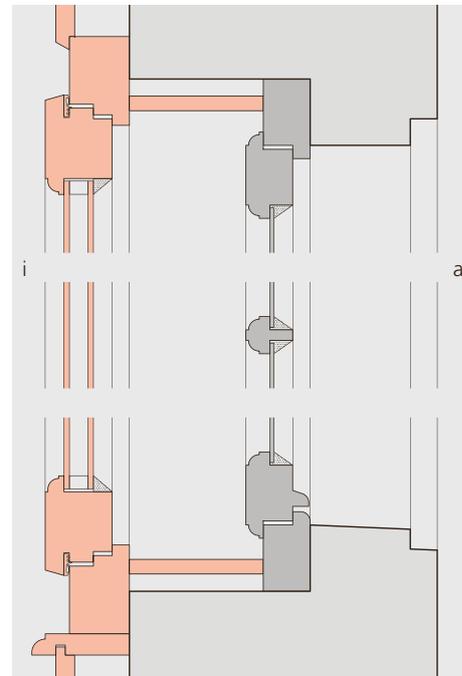


Abbildung 6.17:  
Ergänzung des be-  
stehenden Fensters  
zu einem Kasten-  
fenster.

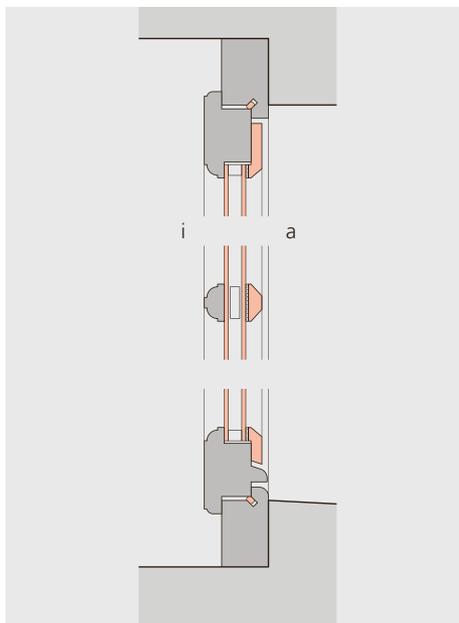


Abbildung 6.18:  
Glasersatz durch  
IV-Glas.

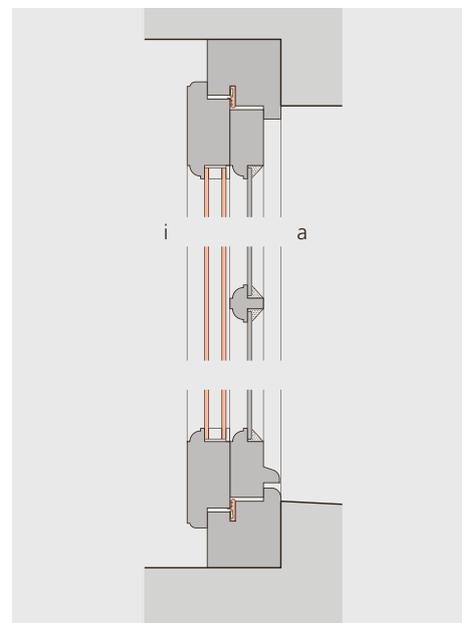


Abbildung 6.19:  
Glasersatz bei  
Doppelverglasung  
durch inneres  
IV-Glas.

Quelle: Merkblatt Fenster, Denkmalpflegefachstellen von Stadt und Kanton Bern

## 6.6 Steildach

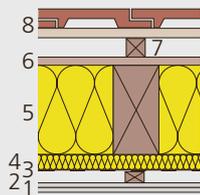
**Bestand:** In alten städtischen Häusern mit Mansardendach befinden sich oft einzelne schlecht gedämmte, qualitativ minderwertige Kleinwohnungen im Dachgeschoss. In anderen Bauten sind die Dachräume als Kalträume konzipiert, da sie als Lager- und Stauraum verwendet werden. Diese Dächer verfügen sehr oft über keine Unterdachkonstruktionen. Zum Teil werden diese Dachräume ausgebaut und die Dächer als Kaltdach ausgebildet und minimal gedämmt  $U = 0,5$  bis  $1,0 \text{ W/m}^2\text{K}$ . Trotz dieser Dämmung besteht sowohl im Winter als auch im Sommer ein Behaglichkeitsdefizit, so dass diese Räume nur teilweise benutzt werden können.

### Massnahmen

Die sicherste und einfachste Erneuerungsvariante ist der Neuaufbau des Daches. Es kann eine Kalt- oder Warmdachkonstruktion gewählt werden, mit Dämmung zwischen oder auf den Sparren. Schwieriger wird es, wenn nur von innen oder nur von aussen gearbeitet werden kann.

**Nur von aussen möglich:** Die eventuell notwendige Luftdichtigkeitsschicht verlegen, die Wärmedämmung von aussen zwischen oder auf die Sparren einbringen und darauf die Unterdachkonstruktion aufbauen (bei Warmdach Bauphysik überprüfen), Konterlattung, Dachlattung und Dacheindeckung bilden den Abschluss. Bei einer solchen Konstruktion können Holzfaser-Dämmstoffe zur Anwendung kommen.

**Nur von innen möglich:** Wenn bereits ein Unterdach vorhanden ist, muss lediglich noch die Bauphysik bezüglich Dampfdiffusion, d. h. die Dichtigkeit des Unterdaches überprüft werden. Dabei geht es um eine raumseitig wirksame Luftdichtigkeitsschicht (Folie). Ansonsten kann die Sparrenlage ausgedämmt werden mit eventueller Zusatzdämmung raumseitig über die ganze Fläche (Wärmebrücken) des Daches. Wesentlich aufwendiger wird es, wenn ein Raum mit ungedämmtem Estrichdach (ohne Unterdach) zu einem Wohn- oder Arbeitsraum umgenutzt werden soll. Ein Unterdach von innen zwischen die Sparren anzubringen, ist sehr aufwendig und mit



### Konstruktionsaufbau

- 1 Innenverkleidung
- 2 Installationshohlraum
- 3 Dampfbremse
- 4 Überdämmung 4 cm bis 6 cm
- 5 Sparrenvollämmung
- 6 Unterdach bestehend (diffusionsoffen)
- 7 Konterlattung, Unterlüftung bestehend
- 8 Lattung, Eindeckung bestehend, evtl. Solaranlage

### U-Werte mit $\lambda = 0,034 \text{ W/m K}$

$d = 15 \text{ cm}$ ;  $U = 0,20 - 0,23 \text{ W/m}^2\text{K}$

$d = 20 \text{ cm}$ ;  $U = 0,15 - 0,18 \text{ W/m}^2\text{K}$

$d = 25 \text{ cm}$ ;  $U = 0,10 - 0,13 \text{ W/m}^2\text{K}$

4 Überdämmung 4–6 cm

### Konstruktionshinweise

- Bei vorhandenem Unterdach und intakter Dacheindeckung kann der Aufbau von innen erfolgen, Überprüfung der Dampfdiffusion erforderlich.
- Wenn kein Unterdach vorhanden ist und der Eingriff nur von innen passieren kann, entstehen entsprechende Risiken bezüglich Funktionstüchtigkeit der Wärmedämmung und des von innen angebrachten Unterdaches (dieses Vorgehen ist nicht zu empfehlen).
- Die Überdämmung innen verbessert den Dämmwert und reduziert die Wärmebrücken.
- Für die innere Verkleidung möglichst schwere Materialien wählen (z. B. Gips), sommerlicher Wärmeschutz.
- Wenn das Dach neu ganz gemacht wird, können die Aufbauten gemäss Neubau erstellt werden.

Abbildung 6.20:  
Steildach.

entsprechenden Restrisiken verbunden, da die Anschlüsse und die Ableitung des möglicherweise anfallenden Wassers meistens nicht absolut zuverlässig gelöst werden können. Es wird empfohlen, mindestens eine feuchteadaptive Dampfbremse respektive Luftdichtigkeitsschicht einzufügen, um bei eindringendem Wasser eine Austrocknung der Dämmung und der Holzkonstruktion zu ermöglichen.

Grundsätzlich ist bei Dachausbauten aufgrund des sommerlichen und winterlichen Wärmeschutzes eine möglichst schwere Dämmung (z.B. Steinwolle, Holzfaser-Dämmung) zu wählen. Zusätzlich sind

möglichst massive Innenverkleidungen wie Gipsplatten für den Innenausbau vorzusehen, um eine Phasenverschiebung und Amplitudendämpfung im Bauteilverhalten zu erwirken. Wenn Dächer neu aufgebaut werden, ist der Einsatz von integrierten Solaranlagen besonders naheliegend, beispielsweise thermische Sonnenkollektoren oder Photovoltaik-Elemente.

## 6.7 Flachdach

Bei den Flachdachkonstruktionen sind vier Typen zu unterscheiden.

**Konventionelles Flachdach:** Die einzelnen Schichten sind lose übereinander ver-



Abbildung 6.21: Umfassende Sanierung und Aufstockung eines Mehrfamilienhauses an der Martastrasse in Zürich des Architekturbüros Vera Gloor AG, Zürich. (Foto: Guido Honegger)

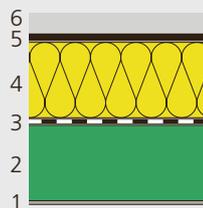
legt. Für ein solches Warmdach eignen sich die meisten Dämmstoffe und Wasserabdichtungsbahnen.

**Verbunddach oder Kompaktdach:** Alle Schichten (ausser Schutz- respektive Nutzschiicht) sind vollflächig miteinander und mit der Unterlage verbunden. Solche Dächer bestehen fast ausschliesslich aus Schaumglasdämmung.

**Umkehrdach:** Die Wassersperrschicht liegt unterhalb der Wärmedämmung geschützt vor Hitze, Kälte und UV-Strahlungen. Als Wärmedämmung kommen nur feuchteunempfindliche Materialien zur Anwendung. Dieser Dachtyp muss zwingend ein Gefälle von mindestens 1,5 %

aufweisen und bei der Wärmedämmschicht muss mit einem Zuschlag von 10 % bis 20 % gerechnet werden (Energieverlust durch Meteorwasserabfluss).

**Hinterlüftetes Kaldach:** Das Dachsystem besteht aus einer raumabschliessenden und luftdichten Innenschale, einer Aussenschale mit Abdichtung und einem dazwischenliegenden belüfteten Raum. Im Flachdachbereich sind somit grundsätzlich alle herkömmlichen Wärmedämmstoffe im Einsatz, also Mineralfaserdämmstoffe und Schaumglas.



#### Konstruktionsaufbau

- 1 Innenputz
- 2 Stahlbeton, Tragkonstruktion
- 3 Dampfbremse
- 4 Wärmedämmschicht variabel
- 5 Wasserabdichtung
- 6 Schutz und Nutzschiichten variabel

#### U-Werte mit $\lambda = 0,034 \text{ W/m K}$

$d = 20 \text{ cm}; U = 0,15 - 0,18 \text{ W/m}^2 \text{ K}$

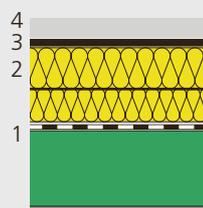
$d = 25 \text{ cm}; U = 0,12 - 0,14 \text{ W/m}^2 \text{ K}$

$d = 30 \text{ cm}; U = 0,10 - 0,12 \text{ W/m}^2 \text{ K}$

#### Konstruktionshinweise

- Das Warmdach ist die am weitesten verbreitete Konstruktionsart für Neubauten wie auch für Erneuerungen. Als weitere Flachdachaufbauten für Sanierungen und Neubauten sind das Kompaktdach und das Umkehrdach verbreitet.
- Für die konstruktiven Randbedingungen ist die Norm SIA 271 massgebend.
- Für die meisten Nutzungen ist ein Gefälle erforderlich. Das notwendige Gefälle ist in der Unterkonstruktion oder in der Wärmedämmschicht zu gewährleisten.

Abbildung 6.22:  
Flachdach  
konventionell.



#### Konstruktionsaufbau

- 1 bestehendes Flachdach
- 2 zusätzliche Wärmedämmung variabel
- 3 Wasserabdichtung
- 4 Schutz und Nutzschiichten variabel

#### U-Werte mit $\lambda = 0,036 \text{ W/m K}$

$d_{\text{tot}} = 20 \text{ cm}; U = 0,17 - 0,20 \text{ W/m}^2 \text{ K}$

$d_{\text{tot}} = 25 \text{ cm}; U = 0,14 - 0,16 \text{ W/m}^2 \text{ K}$

$d_{\text{tot}} = 30 \text{ cm}; U = 0,12 - 0,14 \text{ W/m}^2 \text{ K}$

#### Konstruktionshinweise

- Das Doppeldach eignet sich vor allem zur Erneuerung der Abdichtung mit gleichzeitiger Verbesserung der Wärmedämmung.
- Die alte Abdichtung kann entfernt oder belassen werden (bauphysikalische Beurteilung erforderlich).
- Für ein Doppeldach sind grundsätzlich alle Materialien geeignet, die für Flachdächer eingesetzt werden. Die Verträglichkeiten von alt zu neu müssen abgeklärt werden.

Abbildung 6.23:  
Doppeldach.

### Abdichtungen

**Um 1960:** Durchbruch der Flachdachkonstruktionen in Europa. Parallel dazu verlief die Entwicklung von Dachabdichtungsbahnen. Anfang der 1950er-Jahre kam zu dem bis dahin üblichen Bitumen als dichtendes Medium zwischen Trägerlagen die PIB-(Polyisobutylen-)Dachbahn auf den Markt. In der Folge verbreitete sich das Angebot an Abdichtungsmaterialien (Elastomer, Kunststoffe). Ende der 1970er-Jahre wurden die ersten Dachflächen mit Flüssigkunststoffen abgedichtet. Sie kommen überwiegend bei Flachdächern zum Einsatz, bei denen Bahnen nur sehr aufwendig zu verlegen sind (viele Durchbrüche, komplizierte Dachformen etc.).

**Massnahmen:** Die bestehenden älteren Flachdächer lassen sich drei Zustandskategorien zuordnen. Entsprechend fallen die zu treffenden Massnahmen aus.

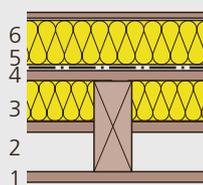
**Altes Flachdach:** Das Dach ist über 25 Jahre alt, die Wassersperrschicht noch dicht, die Wärmedämmung erfüllt entsprechend dem Alter keine Minimalanforderungen mehr. Ein Flachdach, das schadlos über 25 Jahre dicht und dämmend war, hat seine technische Lebensdauer erreicht. Das Flachdach kann rückgebaut und mit einem neuen System wieder aufgebaut werden. Es lässt sich jedoch als Doppeldach erneuern oder ergänzen. Dabei wird auf das bestehende Dach eine neue Wärmedämmung mit neuer Wassersperrschicht verlegt. Die alte bestehende Abdichtung kann in diesem Fall entweder entfernt oder belassen werden (Dampfdiffusion überprüfen).

**Undichte Wassersperrschicht:** Die Wassertrennschicht ist leck, die Wärmedämmung ist feucht oder durchnässt, sie verliert den Wärmedämmeffekt und es entstehen Schäden infolge der Feuchtigkeit und des Wassers. In diesem Fall ist die Sachlage klar. Die Undichtigkeiten müssen eruiert, das nasse Dämmmaterial ersetzt und die Dachhaut geflickt werden. Je nach Schadensbild müssen grössere Flächen oder sogar das ganze Flachdach ersetzt werden.

**Ungenügende Wärmedämmung:** Das Dach hat die technische Lebensdauer von 25 bis 30 Jahren noch nicht erreicht, aber eine energetische Gesamtanierung steht an. Diese wärmetechnische Verbesserung könnte auch als Doppeldach mit Zusatzdämmung ausgeführt werden. Diese mehrschichtigen Aufbauten müssen bauphysikalisch bezüglich der Dampfdiffusion überprüft werden. Grundsätzlich muss gelten: Der Wärmedurchlasswiderstand der Gesamtkonstruktion soll von der warmen zur kalten Seite hin zunehmen und der Wasserdampfdiffusionswiderstand soll von der warmen zur kalten Seite hin abnehmen.

## 6.8 Estrichboden

In vielen älteren Häusern werden die Dachräume ausgebaut und somit muss das Dach gedämmt werden. Es gibt aber auch zahlreiche Gebäude, bei denen die Dachräume weiterhin als Lagerraum und Estrich dienen. Diese Estrichboden-Konstruktionen bestehen oft aus einer Holzbalkende-



### Konstruktionsaufbau

- 1 Gipsdecke bestehend
- 2 Schiebboden bestehend
- 3 Balkenlage mit Dämmung (neu)
- 4 Bretterboden bestehend
- 5 evtl. Luftdichtung, Dampfbremse
- 6 zusätzlicher Wärme- und Schallschutz (neu)

### U-Werte mit $\lambda = 0,040 \text{ W/m K}$

$d_{\text{tot}} = 16 \text{ cm}; U = 0,25 - 0,30 \text{ W/m}^2 \text{ K}$

$d_{\text{tot}} = 20 \text{ cm}; U = 0,20 - 0,25 \text{ W/m}^2 \text{ K}$

$d_{\text{tot}} = 25 \text{ cm}; U = 0,15 - 0,20 \text{ W/m}^2 \text{ K}$

### Konstruktionshinweise

- Die Wärmedämmung in der Balkenlage kann eingeblasen werden (Zelluloseflocken), ohne den Bretterboden zu entfernen.
- Ein Aufbau auf dem Bretterboden mit Wärmedämmung und Gehbelag kann den Wärme- und Schallschutz zusätzlich verbessern helfen.

Abbildung 6.24:  
Estrichboden.

cke mit Schiebboden und von unten auf-  
gebrachten Gipsplatten. In neueren Häu-  
sern (ab 1970/80) sind in der Regel Beton-  
decken eingebaut.

**Massnahmen:** Grundsätzlich könnte die  
Dachkonstruktion gedämmt werden, wo-  
durch ein unbeheizter Raum innerhalb des  
Dämmperimeters entsteht. Diese Mass-  
nahme ist sicher aufwendiger als die Däm-  
mung des Estrichbodens, lässt sich aber  
mit einer gleichzeitig erforderlichen  
Dachsanierung kombinieren. Die einge-  
fachere und im Normalfall auch günstigere  
Lösung ist die Dämmung des Estrichbo-  
dens. Auf die Betondecke wird eine Wär-  
medämmung mit Gehbelag verlegt. Mit  
dieser Variante geht etwas Raumhöhe ver-  
loren und die Konstruktion ist bauphysika-  
lisch unproblematisch (Dämmung auf  
Kaltseite, dichter Beton). Bei der Holzbal-  
ken-Konstruktion kann ebenfalls eine  
Dämmung auf der bestehenden Konstruk-  
tion verlegt werden. Es ist jedoch je nach  
Gehbelag zu prüfen, ob zuerst eine Luft-  
dichtigkeitsschicht respektive eine Dampf-  
bremse auf den bestehenden Boden ver-  
legt werden muss. Eine elegante Lösung  
besteht im Ausblasen der Balkenzwischen-  
räume mit Zelluloseflocken. Es entsteht

kein Raumverlust und auch kein bauphysi-  
kalisches Problem.

## 6.9 Kellerdecke

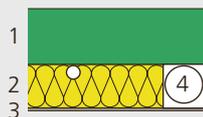
Kellerdecken bestehen aus Hourdis-De-  
cken, Betondecken oder aus Holzbalken-  
decken.

**Massnahmen:** Bei allen Konstruktionen  
ist eine Dämmung von unten an die Decke  
energetisch wirksam und bauphysikalisch  
unproblematisch. Diese Massnahme redu-  
ziert nicht nur den Energieverlust, sondern  
es wird zusätzlich die Oberflächentempe-  
ratur des Fussbodens erhöht, was sich po-  
sitiv auf die Behaglichkeit auswirkt. Diese  
Massnahme wäre eigentlich sehr öko-  
nomisch, aber nicht immer einfach reali-  
sierbar. Unterhalb dieser Decken sind viel-  
fach verschiedene Medien geführt (Hei-  
zungsrohre, Wasserleitungen, Stark- und  
Schwachstromleitungen, Lampen, Verteil-  
dosen etc.), was das Verlegen von Platten  
wesentlich erschwert. Auch hier gilt, dass  
keine wartungsbedürftigen Haustechnik-  
komponenten dauerhaft abgedeckt wer-  
den dürfen.

## 6.10 Wände, Böden gegen Erdreich

Ursprünglich als Lager- oder Technikräume  
genutzte Kellergeschosse müssen bei einer  
Umnutzung in Büros, Wohnräume oder  
beheizte Bastelräume mit einer Wärme-  
dämmung nachgerüstet werden. Dabei  
sind im Bestand zwei verschiedene Situati-  
onen anzutreffen: Entweder ist das Keller-

Eine bessere Dämmung des Daches  
und der Kellerdecken eignet sich in den  
allermeisten Fällen gut für die Umset-  
zung einer Kompensationsstrategie.  
Das bedeutet, dass in vertikalen Flä-  
chen, speziell in der Fassade, nur ge-  
ringe Dämmstärken notwendig sind.



### Konstruktionsaufbau

- 1 Bodenkonstruktion bestehend
- 2 Wärmedämmung (neu)
- 3 Deckschicht (neu)
- 4 Haustechnikinstallationen (bestehend)

### U-Werte mit $\lambda = 0,038 \text{ W/m K}$

- d = 10 cm; U = 0,30 – 0,35 W/m<sup>2</sup> K
- d = 15 cm; U = 0,20 – 0,25 W/m<sup>2</sup> K
- d = 20 cm; U = 0,15 – 0,20 W/m<sup>2</sup> K

### Konstruktionshinweise

- Die Platten sind mechanisch zu befestigen.
- Trotz Aussparungen wegen bestehenden  
Leitungen ist die Massnahme energetisch wie  
bauphysikalisch interessant (Fussbodentem-  
peratur).
- Gewisse Leitungen müssen umgelegt, an-  
dere abgedeckt werden.

Abbildung 6.25:  
Kellerdecke, Decke  
über UG.

geschoss mit Sickerleitung und feuchtesperrenden Schichten am Boden und an der Wand versehen oder die Bodenplatte und das Bruchsteinmauerwerk sind direkt mit dem feuchten Erdreich in Berührung. Dann wird Feuchtigkeit kapillar durch die Boden- respektive Wandkonstruktion ins Innere transportiert. Sehr komplex sind Lösungen für Gebäude im Grundwasser; diese Fälle werden in diesem Buch nicht behandelt.

**Massnahmen an einem Haus mit Sickerleitung und Feuchteschutz an Wänden:** Bodenaufbau mit Feuchteschutz gegen kapillares Wasser ausrüsten, im Bereich der Fundationen je nach Schadensbild und Situation mit Horizontalsperren (chemisch, Injektionen oder mechanisch, Bleche) versehen. Es gibt auch entsprechende elektro-physikalische Verfahren zu Bekämpfung der Mauerfeuchtigkeit. Bei trockengelegter Mauer- und Bodenkonstruktion kann

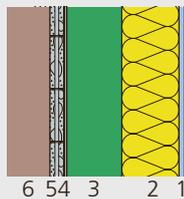
dann die erforderliche Dämmung aufgebracht werden.

#### **Boden und Mauerwerk im feuchten Erdreich:**

In einer solchen Situation muss von Fall zu Fall entschieden werden. Die beste Lösung wäre eine nachträgliche Abgrabung des Hauses und ein Verlegen der notwendigen Sickerleitungen in Kombination mit dem Aufbringen der notwendigen feuchtesperrenden Schichten. Dabei bieten sich mehrere Varianten an:

- Keine Massnahmen, Istzustand belassen.
- Sanierputz anbringen.
- Ausgraben des Hauses mit entsprechenden Schutzmassnahmen.
- Neue Wand ausserhalb der bestehenden Konstruktion mit Wärmedämmung und Feuchteschutz.

Alle Lösungen sind nicht nur kostspielig, sondern teilweise mit bauphysikalischen Risiken verbunden.



#### **Konstruktionsaufbau**

- 1 mechanische Schutzschicht
- 2 Innendämmung (variabel)  
evtl. Dampfbremse
- 3 Mauerwerk bestehend
- 4 Feuchtigkeitssperre
- 5 Sickerpackung
- 6 Erdreich

#### **U-Werte mit $\lambda = 0,038 \text{ W/m K}$**

$d = 10 \text{ cm}; U = 0,30 - 0,35 \text{ W/m}^2 \text{ K}$

$d = 15 \text{ cm}; U = 0,20 - 0,25 \text{ W/m}^2 \text{ K}$

$d = 20 \text{ cm}; U = 0,15 - 0,20 \text{ W/m}^2 \text{ K}$

#### **Konstruktionshinweise**

- Wenn aussen eine Feuchtigkeitssperre mit Sickerpackung und Sickerleitung vorhanden ist, ist die wärmetechnische Verbesserung mit einer Innendämmung möglich.
- Die Dampfdiffusion ist vor allem dort zu prüfen, wo das Untergeschoss aus dem Erdreich gegen das Aussenklima reicht.
- An Decken- und Wandanschlüssen entstehen Wärmebrücken, die beurteilt werden müssen.
- Im Bereich Fundament ist je nach Situation eine Horizontalsperre (mechanisch oder chemisch) vorzusehen.
- Bei Aussenwänden und Böden, die über keine Sickerleitung verfügen und direkt im feuchten Erdreich liegen oder stehen, können keine generell gültigen Aufbauten definiert werden. Diese komplexe Situation ist von Fall zu Fall zu beurteilen. Entsprechende Massnahmen wie Sanierputz, Ausgrabung mit Sickerpackung, Innendämmung, zusätzliche Wandkonstruktion auf Innenseite etc. sind zu treffen.

*Abbildung 6.26:  
Wand gegen Erdreich.*



# Schallschutz

Niklaus Hodel,  
Patrick Hertig

## 7.1 Ausgangslage

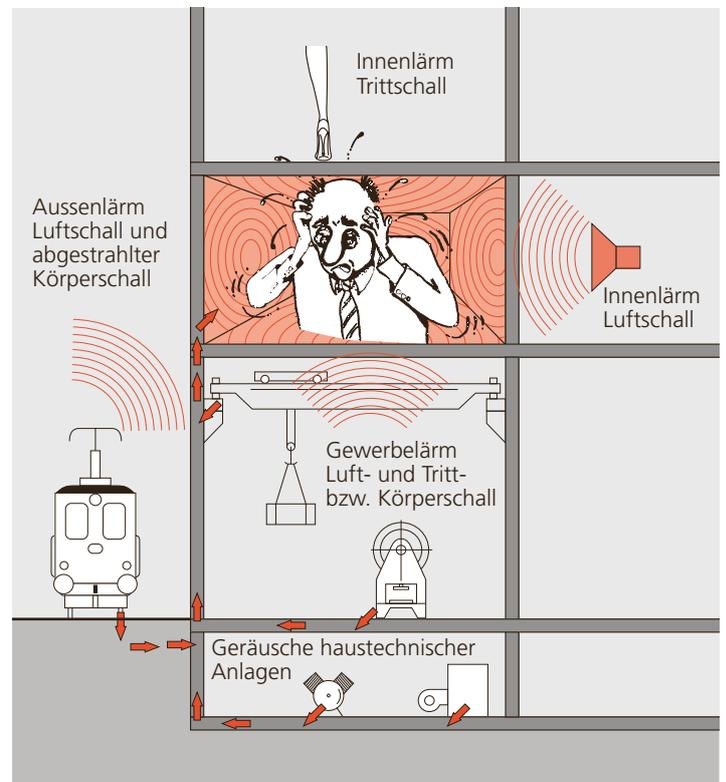
Ein grosser Teil der schweizerischen Bevölkerung ist heute übermässigen Lärmmissionen von Strasse, Eisenbahn, Flugverkehr, Industrie etc. ausgesetzt. Gemäss Untersuchungen des Bundesamtes für Umwelt (Bafu, Lärmbelastung in der Schweiz) sind es heute über 1 Mio. Einwohner, die zu hohen Lärmpegeln ausgesetzt sind. Zusätzlich hat eine repräsentative Umfrage des Bundesamtes für Wohnungswesen unter professionellen und privaten Bauträgern ergeben, dass ein guter Schallschutz zwischen den Wohnungseinheiten eines der wichtigsten Kriterien im Wohnungsbau ist. Entsprechend soll dem Themenbereich Bauakustik mit dem Schutz vor Aussen- und Innenlärm auch beim Sanieren, Erneuern und Weiterbauen Rechnung getragen werden. Die gesetzlichen Rahmenbedingungen werden im Wesentlichen durch die Eidgenössische Lärmschutz-Verordnung (LSV) und durch die Norm SIA 181 «Schallschutz im Hochbau» gegeben.

## 7.2 Rechtslage und Vorschriften

Die erste schweizerische Richtlinie zum baulichen Schallschutz erschien im Jahre 1970 als Empfehlung SIA 181. Ab 1976 ersetzte die Norm SIA 181 «Schallschutz

im Wohnungsbau» die vorherige Empfehlung. Im Jahr 1988 traten neben der Eidgenössischen Lärmschutz-Verordnung auch die neue Norm SIA 181 «Schallschutz im Hochbau» in Kraft. Diese Norm hat Gesetzescharakter, da sie Bestandteil der LSV ist und diese wiederum auf der Umweltschutzgesetzgebung (USG) basiert.

**Abbildung 7.1:** Relevante Lärmbeziehungsweise Schallbelastungen, welche die Behaglichkeit in Räumen beeinflussen. (Quelle: vdf Verlag)



**Tabelle 7.1:** Lärmprobleme und Schallschutzaufgaben.

Schallquellen				
<ul style="list-style-type: none"> <li>Aussenlärm (z. B. Verkehr)</li> <li>Luftschall</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Nachbarliche Wohngeräusche</li> <li>Luftschall</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Nachbarliche Wohngeräusche</li> <li>Trittschall</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Anlagegeräusche (Haustechnik)</li> <li>Körperschall und Luftschall</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Eigengeräusche (raumintern)</li> <li>Luftschall</li> </ul>
Bauteile und Anlagen				
<ul style="list-style-type: none"> <li>Fenster</li> <li>Aussenwände</li> <li>Dach</li> <li>Haustüren</li> <li>Storenkästen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Wohnungstrennwände</li> <li>Wohnungsdecken</li> <li>Wohnungstüren</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Wohnungstrenndecken</li> <li>Balkone</li> <li>Begehbare Dächer</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sanitär- und Heizanlagen</li> <li>Leitungen</li> <li>Apparate, Maschinen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Treppenhaus</li> <li>Hallen, Gänge</li> <li>Bäder</li> <li>Spezialräume</li> </ul>
Schallschutzmassnahmen				
Luftschalldämmung	Luftschalldämmung	Trittschalldämmung	Luft- und Körperschalldämmung	Reduktion der Halligkeit

Die LSV regelt vor allem:

- die Ausscheidung und Erschliessung von Bauzonen in lärmbelasteten Gebieten,
- die Erteilung von Baubewilligungen für Gebäude mit lärmempfindlichen Räumen in lärmbelasteten Gebieten,
- den Schallschutz gegen Aussen- und Innenlärm an neuen und bestehenden Gebäuden mit lärmempfindlichen Räumen,
- die Ermittlung von Aussenlärmimmissionen und ihre Beurteilung anhand von Belastungsgrenzwerten.

Die heute gültige Norm SIA 181, Ausgabe 2006, wurde erweitert und aktuellen EN- und ISO-Normen angepasst. Sie regelt:

- den baulichen Schutz gegenüber externen und internen Lärmquellen, bezogen auf Nutzungseinheiten in Neu- und Umbauten,
- die schalltechnischen Eigenschaften von Bauten, Bauteilen und Anlagen der Haustechnik,
- den Schallschutz innerhalb von Nutzungseinheiten als Empfehlungen,
- die Raumakustik von Unterrichtsräumen und Sporthallen.

Die Norm SIA 181, Ausgabe 2006, befindet sich aktuell in Revision respektive in Vernehmlassung.

### 7.3 Aussenlärm

Die zwei relevanten Artikel der LSV sind:

**Art. 31. Baubewilligungen in lärmbelasteten Gebieten:** Vorgegebene Immissionsgrenzwerte müssen in der Mitte des offenen Fensters (Lüftungszustand) von lärmempfindlichen Räumen eingehalten werden. Gemäss Bundesgerichtsentscheid vom 16. März 2016 gelten die Anforderungen entgegen der bisher angewandten «Lüftungsfensterpraxis» für alle Fenster von lärmempfindlichen Räumen. Eine Komfortlüftungsanlage gilt im Regelfall nicht als Lärmschutzmassnahme gemäss LSV Art. 31.

**Art. 32. Anforderungen an Schutz gegen Schall von aussen:** Die geschlossene Hülle muss die Mindestanforderungen der Norm SIA 181 einhalten. Die Anforderungen gelten auch für Aussen- und Trennbauerteile, die umgebaut, ersetzt oder neu eingebaut werden. Sie sind abhängig vom Aussenpegel und der Lärmempfindlichkeit. Das schwächste Bauteil der Gebäudehülle ist massgebend. Dies ist meistens das Fenster oder die Schrägdachkonstruktion. Bei erheblichen Lärmbelastungen kommen Schallschutzfenster zum Einsatz mit Gläsern mit einem Bauschalldämmmass  $R_w$  über 35 dB. Die üblichen 3-fach-Isolierverglasungen bieten in lärmigen Gebieten trotz der drei Gläser oft keinen genügenden Schutz.

*Tabelle 7.2:  
Belastungsgrenzwerte gemäss LSV.*

Belastungsgrenzwerte nach Lärmschutzverordnung (LSV)						
Empfindlichkeitsstufe	Planungswert		Immissionsgrenzwert		Alarmwert	
	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht
ES I (Erholungszonen)	50 dB	40 dB	55 dB	45 dB	65 dB	60 dB
ES II (Wohnzonen)	55 dB	45 dB	60 dB	50 dB	70 dB	65 dB
ES III (Mischzonen)	60 dB	50 dB	65 dB	55 dB	70 dB	65 dB
ES IV (Industriezonen)	65 dB	55 dB	70 dB	60 dB	75 dB	70 dB

*Tabelle 7.3:  
Erhöhte Anforderung und Mindestanforderung (fett) an den Schutz gegen Luftschall von aussen (SIA 181).*

Lärmbelastung	Grad der Störung durch Aussenlärm			
	klein bis mässig		erheblich bis sehr stark	
Lage des Empfangsortes	abseits von Verkehrsträgern, keine störenden Betriebe		im Nahbereich von Verkehrsträgern oder störenden Betrieben	
Beurteilungsperiode	Tag	Nacht	Tag	Nacht
Beurteilungspegel	$L_r \leq 60$ dB	$L_r \leq 52$ dB	$L_r > 60$ dB	$L_r > 52$ dB
Lärmempfindlichkeit	Anforderungswerte $D_e$ in dB (Standard-Schallpegeldifferenz)			
gering	29 dB/22 dB		$L_r - 35$ dB/ <b><math>-38</math> dB</b>	$L_r - 27$ dB/ <b><math>-30</math> dB</b>
mittel	34 dB/27 dB		$L_r - 30$ dB/ <b><math>-33</math> dB</b>	$L_r - 22$ dB/ <b><math>-25</math> dB</b>
hoch	39 dB/32 dB		$L_r - 25$ dB/ <b><math>-28</math> dB</b>	$L_r - 17$ dB/ <b><math>-20</math> dB</b>

## 7.4 Luftschall

**Luftschallübertragung:** Übertragung von Luftschall von einem Raum zum anderen durch Trennbauteile (Wand, Decke, Türen usw.), durch Öffnungen, Spalten oder über Nebenwege. Die Anforderungswerte  $D_i$  sind abhängig von der Lärmbelastung und von der Lärmempfindlichkeit. Diese Werte (Mindestanforderungen) gelten vor allem für Neubauten, sie gelten aber genauso für Umnutzungen, Erweiterungen und Umbauten mit grossen Eingriffstiefen. Für die erhöhten Anforderungen gelten die um 3 dB erhöhten Werte gegenüber den Angaben der Tabelle 7.4.\*

\* Die überarbeitete Norm SIA 181, die sich in Vernehmlassung befindet, sieht 4 db vor.

Bei bestehenden Häusern bieten vor allem dünne, einschalige Backstein- oder Betonwände bezüglich Luftschallübertragungen Probleme, die durch entsprechende Vorsatzschalen behoben werden können. Das wesentlich grössere Problempotenzial diesbezüglich weisen jedoch die Holzbalkendecken mit Schiebboden und Gipsde-

cke auf. Die Schüttung oder die Verfüllung der Hohlräume mit Mineralwolle oder Zelluloseflocken bringt wegen der fehlenden Masse nicht die geforderte Wirkung. Eine zusätzliche Gipsdecke an Schwinghängern oder ein schwimmender Unterlagsboden oder allenfalls beide Massnahmen sind notwendig, um den Schallschutz zu bieten (Abbildung 7.2). Vielfach mangelt es aber an der dafür notwendigen Raumhöhe oder es stehen architektonische und denkmalpflegerische Aspekte im Weg. Mitunter sind auch die Kosten zu hoch.

## 7.5 Trittschall

**Trittschallübertragung:** Die Übertragung von Trittschall von einer begehbaren Konstruktion als Körperschall in andere Räume und mit Abstrahlung und Wahrnehmung als Luftschall im belasteten Raum. Die Anforderungswerte  $L'$  sind abhängig von der Lärmbelastung und von der Lärmempfindlichkeit. Diese Werte (Mindestanforderun-

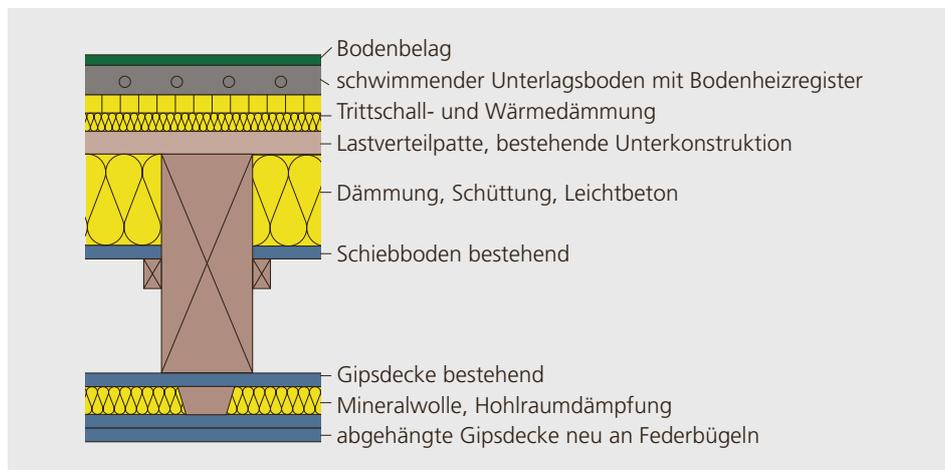


Abbildung 7.2: Möglicher Aufbau von Holzbalkendecken.

Lärmbelastung	klein	mässig	stark	sehr stark
Beispiele für emissionsseitige Raumart und Nutzung (Senderraum)	Geräuscharme Nutzung: Lese-, Wartezimmer, Patienten-, Sanitätszimmer, Archiv	Nutzung normal: Wohn-, Schlafrum, Küche, Bad, WC, Korridor, Aufzugschacht, Treppenhaus, Büroraum, Konferenzraum, Labor, Verkaufsraum ohne Beschallung	Lärmige Nutzung: Hobbyraum, Versammlungsraum, Schulzimmer, Heizung, Garage, Restaurant ohne Beschallung, Verkaufsraum mit Beschallung	Lärmintensive Nutzung: Gewerbebetrieb, Werkstatt, Musikübungsraum, Turnhalle, Restaurant mit Beschallung und dazugehörige Erschliessungsräume
Lärmempfindlichkeit	Schutz gegen Luftschall von innen: Anforderungswerte $D_i$			
gering	45 dB/42 dB	50 dB/47 dB	55 dB/52 dB	60 dB/57 dB
mittel	50 dB/47 dB	55 dB/52 dB	60 dB/57 dB	65 dB/62 dB
hoch	55 dB/52 dB	60 dB/57 dB	65 dB/62 dB	70 dB/67 dB

Tabelle 7.4: Erhöhte Anforderung und Mindestanforderung (fett) an den Schutz gegen Luftschall von innen (SIA 181:2006).

gen) gelten vor allem für Neubauten, bei Umbauten gelten um 2 dB weniger strenge Limiten. Für die erhöhten Anforderungen gelten die um 3 dB verringerten (strengeren) Werte gegenüber den Werten der Tabelle 7.5\*.

\* Die überarbeitete Norm SIA 181, die sich in Vernehmlassung befindet, sieht 4 db vor.

Die grössten Probleme bieten bei bestehenden Bauten die Betondecken ohne schwimmende Unterlagsböden oder wie schon beim Luftschall die Holzbalkendecken. Bei Häusern mit Betondecken der 1960er- und 1970er-Jahre wurde der ganzflächige Teppichbelag oft als ein Bestandteil der Bodenkonstruktion mit einbezogen. Bei einem Ersatz des Bodenbelages, z. B. mit Parkettbelag, können grössere, unerwünschte Trittschallübertragungen entstehen. Bei Holzbalkendecken verbessern schwimmende Unterlagsböden die Situation. Bei diesen Böden können bei einer entsprechenden Gesamtanierung gleichzeitig Bodenheizregister eingebaut werden. Dies empfiehlt sich, wenn eine fossile Heizung durch eine Niedertemperaturheizung (Wärmepumpe) ersetzt wird. Massnahmen von unten, wie z. B. eine heruntergehängte Gipsdecke an Federbügeln, können eine spürbare, wenn auch nicht so effiziente Verbesserung wie der Unterlagsboden bringen.

## 7.6 Haustechnik

**Körperschallübertragung:** Geräusche, die innerhalb oder ausserhalb eines Gebäudes durch Schwingungsvorgänge entstehen, können ausschliesslich als Körperschall übertragen und im Inneren als Luftschall gehört werden. Die Anforderungswerte sind in Einzelgeräusche und Dauergeräusche differenziert. Für die erhöhten Anforderungen gelten die um 3 dB verringerten Werte\*.

Die Hauptlärmquellen befinden sich in Küchen, Badezimmern und im Keller (Haustechnikinstallationen wie Lüftung, Ölbrenner, Wärmepumpen etc.). Oft geben auch Aufzüge zu Klagen Anlass. Die effizientesten Massnahmen sind:

- Abfedern, Abkoppeln und elastische Lagerungen
- Maschinen und Haustechnikanlagen mit Schwingungsdämpfern versehen.
- Leitungen elastisch befestigen.
- Sanitärinstallationen mit entsprechenden Schallschutzsets montieren.
- Badewannen und Duschtassen auf schwimmenden Unterlagsboden stellen.
- Küchenabdeckungen elastisch von der Wand trennen etc.

Emissionsseitige Geräuschart im Senderaum	Einzelgeräusche		Dauergeräusche Funktions- oder Benutzungsgeräusche
	Funktionsgeräusche	Benutzungsgeräusche	
Lärmempfindlichkeit	Anforderungswerte $L_H$		
gering	38 dB(A)	43 dB(A)	33 dB(A)
mittel	33 dB(A)	38 dB(A)	28 dB(A)
hoch	28 dB(A)	33 dB(A)	25 dB(A)

Tabelle 7.6: Mindestanforderungen an den Schutz gegen Geräusche haustechnischer Anlagen (SIA 181).

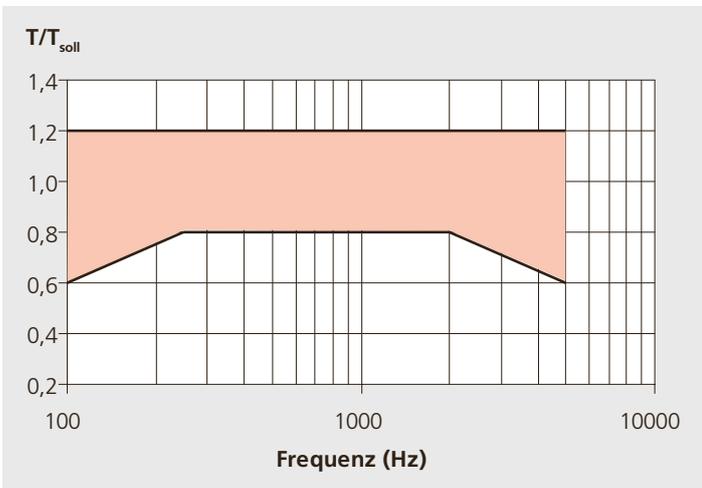
Lärmbelastung	klein	mässig	stark	sehr stark
Beispiele für emissionsseitige Raumart und Nutzung (Senderaum)	Archiv, Warte-, Leseraum	Wohn-, Schlafräum, Küche, Bad, WC, Büro, Heiz- und Klimaraum, Korridor, Treppe, Laubengang, Passage, Terrasse, Einstellgarage	Restaurant, Saal, Schulzimmer, Kinderkrippe, Kindergarten, Turnhalle, Werkstatt, Musikübungsraum und zugehörige Erschliessungsräume	Die in der Stufe «stark» festgehaltenen Nutzungen, wenn diese auch in der Nacht von 19 Uhr bis 7 Uhr vorkommen.
Lärmempfindlichkeit	Schutz gegen Trittschall: Anforderungswerte $L'$			
gering	60 dB/63 dB	55 dB/58 dB	50 dB/53 dB	45 dB/48 dB
mittel	55 dB/58 dB	50 dB/53 dB	45 dB/48 dB	40 dB/43 dB
hoch	50 dB/53 dB	45 dB/48 dB	40 dB/43 dB	35 dB/38 dB

Tabelle 7.5: Erhöhte Anforderung und Mindestanforderung (fett) an den Schutz gegen Trittschall (SIA 181:2006).

### 7.7 Raumakustik

**Raumakustik:** Teilgebiet der Akustik, das sich mit der Hörsamkeit von Sprache oder Musik in Räumen und mit dem akustischen Design von Räumen beschäftigt. Das massgebende Spektrum erstreckt sich von 100 Hz bis 5000 Hz. Der ordentliche Betrieb von Unterrichtsräumen und Sporthallen setzt ein Mindestmass an Sprachverständlichkeit beziehungsweise an Hörsamkeit voraus. Zur entsprechenden raumakustischen Konditionierung müssen die Nachhallzeiten in diesen Räumen bestimmte Randbedingungen erfüllen.

Abbildung 7.3: Anzustrebender Bereich der Nachhallzeit für Unterrichtsräume (SIA 181).



Diese Vorgaben gemäss SIA 181 sind für Neubauten, Umbauten und Sanierungen gleichermaßen anzuwenden. Es bedeutet, dass Unterrichtsräume gezielt mit absorbierenden (schallschluckenden) Materialien auf den dafür geeigneten Flächen ausgerüstet werden.

Nachhallzeit für Unterrichtsräume:

$$T_{\text{soll}} = -0,17 + 0,32 \lg(V/V_0)$$

### 7.8 Schallschutz innerhalb Nutzungseinheiten

Die Norm SIA 181 regelt ausschliesslich den Schallschutz zwischen verschiedenen Nutzungseinheiten. Als Hilfe für den Planer und als mögliche Grundlage für entsprechende vertragliche Vereinbarungen werden aber auch Empfehlungen für den Schallschutz zwischen den Räumen innerhalb der gleichen Nutzungseinheit definiert (SIA 181:2006, Anhang G).

Nutzung	Raum 1 *	Raum 2 **	Empfehlung Luftschall		Empfehlung Trittschall	
			Stufe 1	Stufe 2	Stufe 1	Stufe 2
Wohnen	Schlafen	Schlafen	40	45	55	50
	Schlafen	Wohnen	40	45	55	50
	Schlafen	Nasszelle	40	45	55	50
Büro	Büro	Büro	35	40	60	55
	Büro	Sitzung	40	45	60	55
	Büro	Direktion	45	50	60	55
	Korridor	Büro	30	35	60	55
	Korridor	Direktion	35	40	60	55
	Sitzung	Sitzung	40	45	60	55
Schule	Klasse	Klasse	45	50	60	55
	Korridor	Klasse	35	40	60	55
	Musikzimmer	Klasse	55	60	50	45
	Musikzimmer	Musikzimmer	55	60	50	45
	Werken	Klasse	50	55	50	45
Hotel	Zimmer	Zimmer	50	55	55	50
	Korridor	Zimmer	40	45	55	50
Altersheim, Spital	Zimmer	Zimmer	50	55	55	50
	Korridor	Zimmer	30	35	55	50

Tabelle 7.7: Empfehlungen für Trennbauteile innerhalb einer Nutzungseinheit: Luftschalldämmung  $D_i$ , beziehungsweise bewerteter Norm-Trittschallpegel  $L'$  in dB (SIA 181:2006, Anhang G).

\* Empfehlungen für Räume ohne Einfluss der Türen und offener Treppen (Messung mit Vorsatzschalen)

\*\* Räume, zwischen denen keine Sprachverständlichkeit gegeben sein darf (z. B. Praxis, Sozialamt).



# Tragwerk

Hansruedi Meyer

Bei der Bauerneuerung und beim Weiterbauen an bestehenden Bauwerken können sich sehr unterschiedliche Fragen zum Tragwerk stellen, je nachdem, ob es sich um Anbauten, Aufstockungen, Unterkellerungen oder nur um Eingriffe in das bestehende Tragwerk handelt. Im Folgenden werden einige wichtige Gedanken zu diesen Themen erläutert.

## 8.1 Anbauen

Tragwerke von Anbauten unterscheiden sich grundsätzlich nicht von Tragkonstruktionen eines Neubaus. Die besonderen Themen liegen im konstruktiven Bereich und im Bauablauf.

**Trennfuge zwischen bestehendem Gebäude und Anbau:** Nach den Konstruktionsregeln ist ein Anbau vom bestehenden Gebäude zu trennen. Trennfugen können zwar Probleme lösen, aber auch neue schaffen. So ist insbesondere die Frage von Setzungen gut abzuklären, damit nicht Niveaudifferenzen zwischen Alt und Neu entstehen. Gebäudetrennfugen beginnen in der Regel oberhalb der Foundation und werden konsequent durchgezogen, einschliesslich Fassaden- und Dachanschlüssen. Besondere Beachtung muss der Abdichtung der Fugen eingeräumt werden. Fugenverdornungen zum bestehenden Gebäude können zweckmässig sein, um

Setzungsdifferenzen zu verhindern. Erforderlich werden sie, wenn keine vertikalen Tragelemente beim Übergang zum Anbau erwünscht sind und die Decken direkt am bestehenden Gebäude aufgelagert werden.

**Anbauen von Untergeschossen an nicht unterkellerte Gebäude:** Wird ein Untergeschoss direkt an ein bestehendes, nicht unterkellertes Gebäude angeschlossen, muss die Foundation des bestehenden Gebäudes sondiert werden, sofern die nötigen Informationen nicht aus Plänen ersichtlich sind. Die Foundation ragt oft über die Gebäudeaussenwand hinaus. Hier gilt es abzuklären, wie weit die bestehende Foundation angepasst und ob ein allfälliger Fundamentvorsprung weggenommen werden kann. In jedem Fall ist die Foundation des bestehenden Gebäudes z. B. mittels Unterfangungen bis auf das Niveau der Foundation des Anbaus zu führen.

**Nicht unterkellerte Anbauten:** Bei nicht unterkellerten Anbauten ist die Foundation bis auf das gewachsene Terrain zu führen oder, falls möglich, mittels Konsolen an das bestehende Gebäude zu verankern.

*Abbildung 8.1: Kantonales Zeughaus Zug, Baugrube für die Anbauten. Die Anbauten können wegen der vorstehenden Aussenwand nicht unmittelbar an das bestehende Gebäude angeschlossen werden.*



*Abbildung 8.2: Kantonales Zeughaus Zug, Betonarbeiten für die Anbauten.*



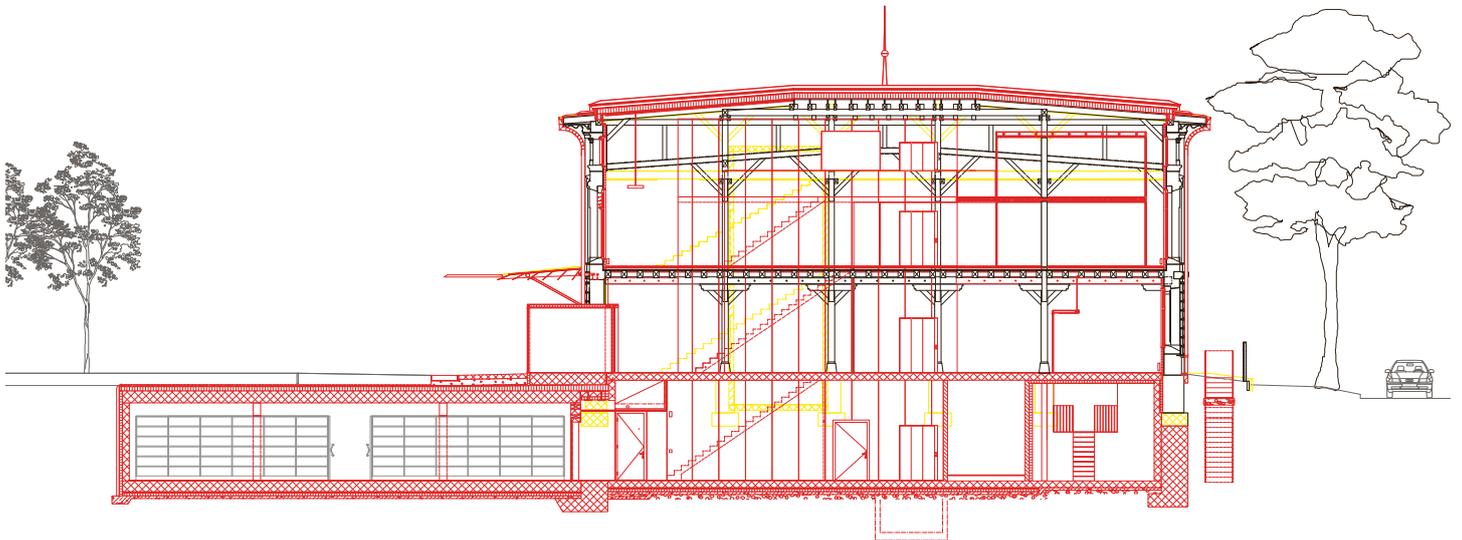


Abbildung 8.3 (oben): Bibliothek am Guisanplatz, Bern. Querschnitt mit neuer Unterkellerung für die Gebäudetechnik und mit neuem Anbau für ein Archiv.

Abbildung 8.4 (Mitte): Bibliothek am Guisanplatz, Bern. Unterfangung bestehende Fassade für neues unterirdisches Archiv.

Abbildung 8.5 (unten links): Schloss Hofwil Münchenbuchsee, erbaut 1784. Unterfangung Fassade.

Abbildung 8.6 (unten rechts): Schloss Hofwil Münchenbuchsee. Anbau unterirdische Einstellhalle.



## 8.2 Aufstocken

Mit dem Aufstocken eines Gebäudes müssen zusätzliche Lasten über die Tragstruktur des bestehenden Gebäudes in den Baugrund abgeleitet werden. Abzuklären ist, ob die vorhandenen vertikalen Tragelemente, Wände und Stützen sowie die Fundation in der Lage sind, diese Zusatzlasten abzutragen und ob die Zusatzlasten sicher in den Baugrund abgeleitet werden können. Falls nicht, muss geprüft werden, ob die Tragelemente verstärkt und die Fundation entsprechend angepasst werden können. Aufstockungen ohne Verstärkung der bestehenden Tragstruktur sind nur bei relativ geringen Zusatzlasten möglich, d. h. eine Aufstockung ist vorzugsweise in einer Leichtkonstruktion, Holz oder Stahl zu planen.

Für die Aufstockung sollte wenn immer möglich die bestehende vertikale Tragstruktur übernommen werden. Die Dachdecke ist meist nicht in der Lage, Stützen- oder Wandlasten über Biegung abzutragen.

Falls die Tragstruktur nicht übernommen werden kann, können die Lasten der Aufstockung mit einer Hilfskonstruktion, z. B. mit einer Trägerlage auf der Dachdecke, auf die bestehenden vertikalen Tragelemente umgeleitet werden. Der damit entstehende Zwischenraum kann dann auch für die Leitungsführung der Gebäudetechnik genutzt werden.

Wände und Stützen können noch relativ einfach verstärkt werden, nicht aber die Fundation. Eine Vergrößerung von Einzel- und Streifenfundamenten ist wegen der Zugänglichkeit schwierig und meist mit grossem Aufwand verbunden. Häufig werden daher für die Einleitung der Lasten in den Boden Mikropfähle eingesetzt. Diese Kleinbohrpfähle können auch innerhalb eines bestehenden Gebäudes ausgeführt werden. Da bei einer Aufstockung die Dachdecke mindestens bei den Lastabtragungspunkten freigelegt werden muss, wird in den meisten Fällen ein Notdach erforderlich.

*Abbildung 8.7  
(oben): Altersheim  
Lyss-Busswil.  
Fassade mit neuem  
Dachgeschoss.*

*Abbildung 8.8  
(links): Altersheim  
Lyss-Busswil. Längs-  
überzüge in Beton  
auf der Dachdecke  
zum Abtragen der  
neuen Lasten auf  
die darunterliegen-  
den Stützen.*

*Abbildung 8.9  
(rechts): Altersheim  
Lyss-Busswil. Zwi-  
schenraum für Lei-  
tungsführungen  
zwischen der frühe-  
ren Dachdecke und  
dem neuen Boden  
der Aufstockung.*



### 8.3 Unterkellern

Eine nachträgliche Unterkellerung eines Gebäudes ist immer aufwendig. Aushub und Rohbauarbeiten müssen ohne grössere Öffnung im Gebäude mit Kleingeräten oder von Hand ausgeführt werden. Die vertikalen Tragelemente müssen bis auf das neue Fundationsniveau geführt werden. Zwei Vorgehen stehen im Vordergrund: Verlängern der Tragelemente mittels etappenweisem Unterfangen oder Abfangen der Tragelemente mit Mikropfählen. Beim Unterfangen muss die Etappen grössere auf das bestehende Tragsystem und die Standfestigkeit des Bodens beim Ausheben abgestimmt werden. Mikropfähle werden vom bestehenden Niveau aus versetzt und der Boden um die Mikropfähle herum nachträglich ausgehoben. Das Risiko, dass Setzungen und damit Risse im Bauwerk entstehen, ist beim Unterfangen wesentlich grösser als beim Einsatz von Mikropfählen.

Die bestehende Bodenplatte muss bei einer Unterkellerung rückgebaut und neu als Decke ausgebildet werden. Wird die bestehende Tragstruktur auf Mikropfählen gesichert, müssen die Stützen und Wände nicht zwingend von oben übernommen werden. Sie können auch nachträglich auf die neue Decke abgestellt werden. Die Decke wird dann zu einer sogenannten Abfangdecke.

**Unterkellerungen von denkmalgeschützten Gebäuden:** Auch wenn es die technischen Möglichkeiten und das Know-how der Baufachleute zulassen, bei historischen Bauten zusätzliche Unterkellerungen auszuführen, haben die Denkmalpflege-Fachstellen grundsätzliche Bedenken dazu und lehnen Unterkellerungen ab. Eine ausführliche Begründung gibt das Grundsatzdokument der Eidgenössischen Kommission für Denkmalpflege, EKD, «Unterirdische Bauten im historischen Bereich», 22. Juni 2018.

Abbildung 8.10:  
Goldener Adler Ge-  
rechtigkeitsgasse 7,  
Bern. Querschnitt  
mit neuer Unterkel-  
lerung.

Abbildung 8.11:  
Goldener Adler  
Gerechtigkeitsgasse  
7, Bern. Unterfan-  
gung mit auf die  
Standfestigkeit des  
Bodens abgestimm-  
ten Betonieretap-  
pen. Die Spriess-  
kränze sind proviso-  
risch.

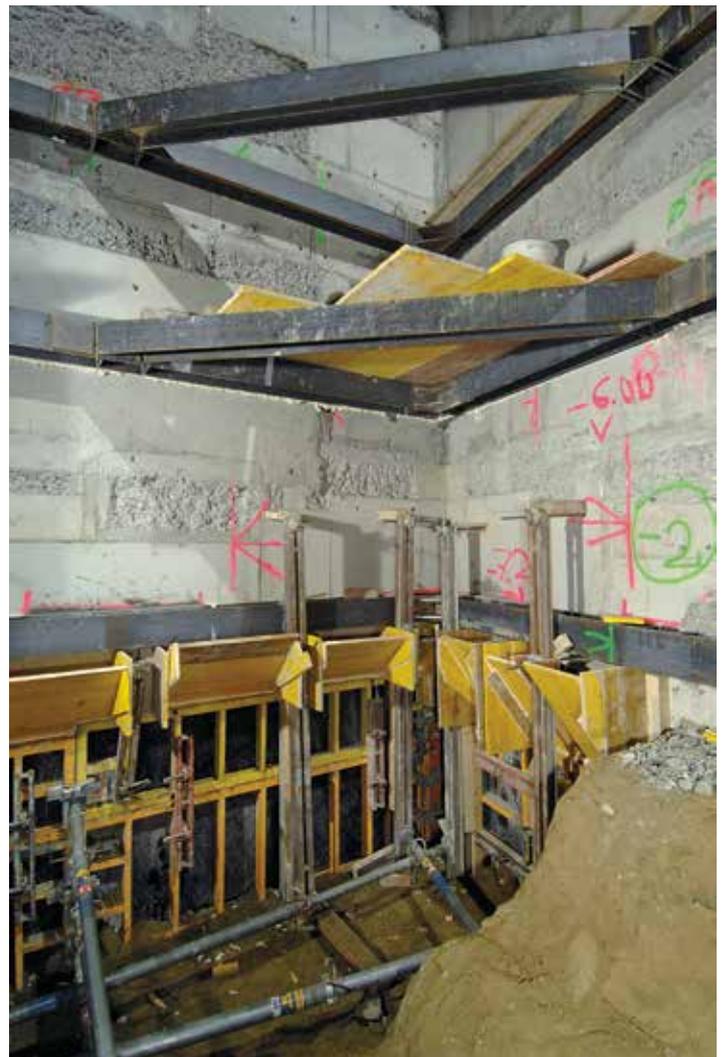




Abbildung 8.12 (oben): Unterkellerung mit Mikropfählen. Bibliothek am Guisanplatz, Bern: Grundriss Untergeschoss mit neuer Unterkellerung bestehendes Gebäude für die Gebäudetechnik und mit neuem Anbau für ein Archiv (Querschnitt dazu siehe Abbildung 8.3).

Abbildung 8.13 (Mitte): Bibliothek am Guisanplatz, Bern. Tragstruktur des ehemaligen Lagergebäudes vor dem Umbau.

Abbildung 8.14 (unten links): Bibliothek am Guisanplatz, Bern. Abfangung der Stützen im Erdgeschoss mit je 4 Mikropfählen. Die Verbände dienen zur Aussteifung der dünnen Mikropfählen.

Abbildung 8.15 (unten rechts): Bibliothek am Guisanplatz, Bern. Ganze innere Tragstruktur während des Aushubs auf Mikropfählen.



## 8.4 Umbauen

Beim Umbauen sind Eingriffe in die Tragstruktur massvoll zu halten. Sie sind nur dort gerechtfertigt, wo die Tragstruktur veränderten Bedürfnissen angepasst oder Funktionsabläufe verbessert werden müssen. Gebäudebestimmende Elemente sollten respektiert werden. Dies gilt auch für Massnahmen, die infolge neuer Gebäudetechnik erforderlich werden. Anforderungen und Ansprüche sollten immer im Kontext berücksichtigt und wirtschaftlich optimiert werden.

Häufige Eingriffe sind Wandausbrüche, die je nach Tragsystem der Decken meist durch Unterzüge ersetzt werden müssen. Holzbalken- oder Stahlträgerdecken brauchen immer ein Linienauflager. Bei Betondecken kann bei nicht zu grossen Wandausbrüchen anstelle eines Unterzugs auch eine Klebebewehrung die Öffnung überbrücken. Steht über der ausgebrochenen Wand im Geschoss darüber eine weitere Wand, sind die Auswirkungen der Verformungen zu beachten. Ein Unterzug oder ein Wechsel mittels Klebebewehrung ist immer weicher als die frühere Wand. Bei Ausbrüchen von Tragelementen sind die erforderlichen Massnahmen während des Bauablaufs, insbesondere die provisorischen Spriessungen, sorgfältig zu planen. Ebenso häufig gilt es, die Tragsicherheit und die Gebrauchstauglichkeit der Decken zu beurteilen. Wird an der Deckenkonstruktion und dem Bodenaufbau nichts verändert und bleibt die Nutzung die gleiche, ist eine Überprüfung grundsätzlich nur nötig, wenn grosse Verformungen sichtbar sind, die Decke bei kleiner Anregung schwingt oder wenn der Zustand schlecht ist. Werden bei Holzbalkendecken oder dünnen Betondecken beispielsweise aus akustischen Gründen schwerere Bodenaufbauten eingebaut, müssen die Decken statisch geprüft werden. Häufig sind Verstärkungen notwendig, die dann auch Eingriffe in die bestehende Deckenkonstruktion zur Folge haben.

Abbildung 8.16: Umbau Muesmattstrasse 37, Bern. Sicherung der Wand im 1. Obergeschoss während des Wandausbruchs im Erdgeschoss.

Abbildung 8.17: Umbau Muesmattstrasse 37, Bern. Wandausbruch und Einbau Stahlunterzug.

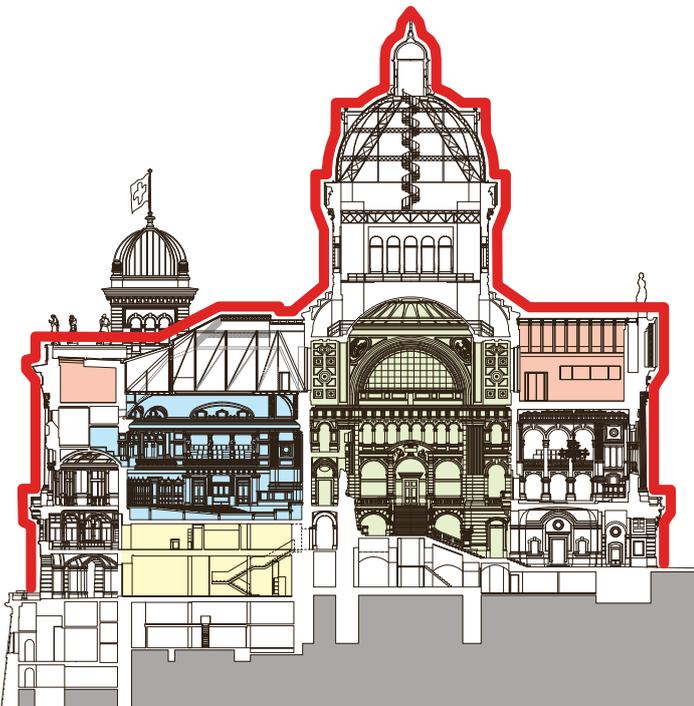


Abbildung 8.18 (links oben): Parlamentsgebäude Bern, Querschnitt mit Teilprojekten des Umbaus. Grün = Erneuerung Kuppelhalle. Rosa = Umnutzung 3. Obergeschoss. Blau = Erneuerung Nationalratssaal. Rot = Instandsetzen Gebäudehülle. Gelb = Neuer Besuchereingang

Abbildung 8.19 (links unten): Parlamentsgebäude Bern. Rückbau unter dem Nationalratssaal für den neuen Besuchereingang. Träger für die provisorische Sicherung des Nationalratssaals.

Abbildung 8.20 (rechts oben): Schloss Hofwil Münchenbuchsee. Deckenverstärkung mit Renoantik, Holz-Restaurierungstechnik.

Abbildung 8.21 (rechts unten): Dermatologie Inselspital Bern. Verstärkung der Holzbalkendecke mit Holz-Beton-Verbund.



## 8.5 Bestehende Bauten – neue Normen

Zur Erhaltung von Tragwerken liefert die Norm SIA 269 die Grundsätze und definiert die Vorgehensweisen bei der Behandlung bestehender Tragwerke. Die Norm SIA 269 wird für die Einwirkungen und die verschiedenen Bauweisen (Betonbau, Stahlbau, Stahl-Beton-Verbundbauwerke, Holzbau, Mauerwerksbau, Geotechnik) durch die Normen SIA 269/1 bis 269/7 ergänzt. Sie sollen den Rahmen schaffen, um die Erhaltungsmaßnahmen zu optimieren.

**Tragsicherheit:** Der Bestandesschutz erlischt, wenn eine Nutzungsänderung geplant ist (z.B. durch Umnutzen von Büros in Versammlungsräume), wenn Eingriffe ins vorhandene Tragwerk erforderlich sind (z.B. Entfernen von Tragelementen oder Durchbrüche für neue Leitungsführungen), wenn zusätzliche Lasten abzutragen sind (z.B. infolge Aufstockung oder Einbau eines Zwischengeschosses) oder wenn offensichtliche Schäden Zweifel an der Tragsicherheit eines Bauteils begründen (z.B. infolge unterlassener Instandsetzung).

**Gebrauchstauglichkeit:** Die Beurteilung der Gebrauchstauglichkeit von Bauwerken ist in der Regel in Absprache mit dem Eigentümer beziehungsweise Betreiber des Bauwerks zu regeln.

**Erdbeben:** Zahlreiche bestehende Gebäude haben gemessen an den heutigen Anforderungen eine ungenügende Erdbebensicherheit. Bei Umbauten und Instandsetzungen von bestehenden Bauten wer-

den Bauherrschaft und Planer aufgefordert abzuklären, ob eine Überprüfung der Erdbebensicherheit sinnvoll beziehungsweise erforderlich ist. Bei der Überprüfung wird geklärt, ob das Gebäude ausreichend erdbebensicher ist oder ob Erdbebensicherungsmaßnahmen einzubeziehen sind. Grundlage für die Überprüfung der Erdbebensicherheit von bestehenden Bauten ist die Norm SIA 269/8.

Wird auf eine detaillierte Überprüfung verzichtet, muss bei Eingriffen in die Tragstruktur auf jeden Fall gewährleistet sein, dass die Erdbebensicherheit des Gebäudes in der Gesamtsituation nicht verschlechtert wird.

Mit dem Baugesuch eines Neubaus und eines Umbaus muss das Formular Ebs (Kanton Bern) betreffend der Erdbebensicherheit ausgefüllt werden. Je nach Ergebnis der Fragenbeantwortung muss eine Fachperson für Tragwerksplanung benannt und beigezogen werden. Sie muss dann das Formular mitunterzeichnen.

Abbildung 8.22:  
Gebäude mit weichem Erdgeschoss.



Abbildung 8.23:  
Hörsaalgebäude  
HPH der ETH Zürich.  
Detail Stahlrohr-  
fachwerk.



# Altlasten, Bauschadstoffe, Materialkonzepte, Systemtrennung

Urs-Thomas Gerber und Daniel Ernst

Wie wir natürliche Ressourcen verwenden, hat Einfluss auf unsere Gesundheit, unsere Sicherheit, aber auch auf die Schönheit unserer näheren Umgebung und der Welt. Dazu gehört auch der Umgang mit verbauten Materialien. Spricht man beim Rückbau von Abfällen, so ist auch klar, dass man diese entsorgen muss. Sieht man die Baumaterialien von rückgebauten Gebäuden jedoch nicht als Abfälle, sondern als potenzielle Sekundärrohstoffe, so wird der Fokus nicht mehr auf die Entsorgung gelegt, sondern auf das Wiederverwenden respektive das Recycling. Bevor man aber beim Bestand an den Ausbau von verbauten Baumaterialien denkt respektive an das Einbauen von neuen Werkstoffen, gilt es zu analysieren, ob sich auf dem Grundstück Altlasten befinden oder im Gebäude Bauschadstoffe verbaut wurden. Erst nach diesen Abklärungen kann ein Rückbau- und Entsorgungskonzept erarbeitet werden und anschliessend ein Materialkonzept für das Weiterbauen am Bestand.

## 9.1 Altlasten

Nach der Altlasten-Verordnung (AltIV) sind Altlasten mit Abfällen belastete Standorte, für die nachgewiesen ist, dass sie zu schädlichen oder lästigen Einwirkungen führen oder bei denen die konkrete Gefahr besteht, dass solche Einwirkungen entstehen. Altlasten sind also sanierungsbedürftige belastete Standorte (Art. 2 Abs. 2 und 3 AltIV). Daneben gibt es noch belastete

Standorte, die lediglich der Überwachung bedürfen, und solche, bei denen aufgrund der geringen Belastung weder eine Überwachung noch eine Sanierung erforderlich sind. Wichtig in diesem Zusammenhang ist die Unterscheidung der Begriffe Altlasten und Abfälle. Auch das Wort Abfall ist ein definierter Begriff. Abfälle sind bewegliche Sachen, deren sich der Inhaber entledigt oder deren Entsorgung im öffentlichen Interesse geboten ist (Art. 7 Abs. 6 USG). Eine belastete Bausubstanz (durch Gebäudeschadstoffe wie z.B. Asbest) oder ein belasteter Aushub werden nach Abfallrecht beurteilt und nicht nach Altlastenrecht.

### Vorgehen bei einer Altlastenuntersuchung

Der Umgang mit Altlasten ist in der Altlastenverordnung geregelt. So gibt es zum Beispiel verschiedene Altlastenarten:

- Ablagerungsstandorte (z. B. Gemeinde-deponie von Haushaltskehrricht)
- Betriebsstandorte (z. B. unbefestigter Platz einer Autogarage)
- Unfallstandorte
- Schiessanlagen (nach AltIV Betriebsstandorte)

Die Altlasten-Verordnung verpflichtet die Kantone dazu, einen Kataster der belasteten Standorte (KbS) zu erstellen und zu führen. Vor der Aufnahme eines Standortes in den KbS informiert der Kanton die Eigentümerschaft. Diese erhält die Gelegenheit, vorgängig der Aufnahme Stellung zu nehmen oder weitere Abklärungen zu treffen. Der KbS ist ein dynamisches Arbeitsinstrument. Ergibt eine Untersuchung das Resultat, dass ein Standort nicht belastet ist, oder wird ein belasteter Standort saniert, wird er aus dem Kataster gestrichen. Umgekehrt können nicht im KbS aufgeführte Grundstücke durch neue Untersuchungen oder Erkenntnisse auch in den Kataster aufgenommen werden.

#### Wichtige Fragen beim Weiterbauen

- Gibt es Altlasten auf dem Grundstück?
- Gibt es Bauschadstoffe im bestehenden Gebäude?
- Können verbaute Materialien wieder eingesetzt werden?
- Welche Forderungen sollen die neuen Materialien erfüllen?

Die Abbildung 9.1 zeigt einen Ausschnitt von belasteten Standorten im Kanton Bern. Je nach Altlast-Art, haben die Flächen eine andere Farbe. Auf vielen Websites können auch weitere wichtige Informationen für Bauprojekte abgefragt werden. Die Kartensammlungen enthalten z. B. Informationen zu Radonkonzentrationen, Erdwärmesonden, Standorten von Sendeanlagen (Mobilfunk, Rundfunk) usw.

### Links zu geeigneten Websites

[www.giszh.zh.ch](http://www.giszh.zh.ch)

[www.be.ch/geoportal](http://www.be.ch/geoportal)

<https://map.geo.bs.ch>

[www.ag.ch/geoportal/de/pub](http://www.ag.ch/geoportal/de/pub)

### Schritte einer altlastenrechtlichen Beurteilung

Als erstes kann im jeweiligen Kataster (Geoportal des Kantons) nachgeschaut werden, ob das vorliegende Grundstück als belasteter Standort eingetragen ist. Sollte dies der Fall sein, kann eine auf Altlastenuntersuchungen spezialisierte Firma mit der Abklärung beauftragt werden. Es

### Historische und technische Untersuchung

■ Mit der **historischen Untersuchung** wird die Geschichte des Standortes, der aufgrund seiner Nutzung mit Abfällen beziehungsweise mit Schadstoffen belastet sein könnte, aufgearbeitet. Sie bildet die Grundlage für den Entscheid über den Bedarf von weiteren Untersuchungen sowie deren Art und Umfang. In der Regel wird als Bestandteil der historischen Untersuchung ein Pflichtenheft für die technische Untersuchung ausgearbeitet. Dieses definiert Gegenstand, Umfang und die vorgesehenen Methoden der technischen Untersuchung und muss der zuständigen Behörde zur Stellungnahme unterbreitet werden. Damit wird einerseits ein zielgerichteter und effizienter Einsatz der meist kostenintensiven technischen Untersuchungsmassnahmen, andererseits aber auch ein frühzeitiger Dialog zwischen allen Beteiligten sichergestellt.

■ Mit der **technischen Untersuchung** werden die vom Standort ausgehenden Einwirkungen auf die Schutzgüter bzw. die konkrete Gefahr von solchen Einwirkungen abgeklärt. Es müssen diejenigen Angaben ermittelt werden, die zur Beurteilung einer allfälligen Überwachungs- bzw. Sanierungsbedürftigkeit eines Standortes notwendig sind.

Quelle: Historische und technische Untersuchung von belasteten Standorten – Amt für Gewässerschutz und Abfallwirtschaft des Kantons Bern (GSA – neu AWA Amt für Wasser und Abfall) 2007.

Abbildung 9.1: Ausschnitt aus dem Geoportal des Kantons Bern im Register «Belastete Standorte».

Tabelle 9.1: Vorgehen bei Altlasten je nach Fragestellung in Bezug auf den Standort und eine zukünftige Nutzung.



Absicht Standortinhaber		Fall 1	Fall 2a	Fall 2b
		belastet, keine Untersuchung	belastet, Untersuchung nicht prioritär	belastet, Untersuchung prioritär
A	bisherige Nutzung, kein Aufwand	keine Untersuchung	Untersuchung bei Zustandsänderung	Untersuchung innerhalb 3 Jahre
B	Zustandsänderung (Überbauung, Verkauf, Vererbung, Bilanzwert)	Programm für Einschätzung Entsorgung, Minderwert	Mindestprogramm zur Klärung des Überwachungs- respektive des Sanierungsbedarfs	
C	Löschung Standort aus KbS, Erstattung Untersuchungskosten	Programm zur Klärung belastet respektive unbelastet		

kann auch sein, dass der Standort nach AltIV Art. 5 Abs. 4 als untersuchungsbedürftig eingestuft ist, und dass bereits eine sogenannte Voruntersuchung stattgefunden hat. Da die AltIV für diese Pflicht jedoch eine «angemessene Frist» einräumt, ist dies noch nicht bei allen untersuchungsbedürftigen Standorten erfolgt. Vereinfacht kann festgehalten werden, dass sich je nach Fragestellung in Bezug auf den Standort und in Bezug auf eine zukünftige Nutzung verschiedene Vorgehen ergeben (Tabelle 9.1). Je nach Absicht der Eigentümerschaft erfolgt ein spezifisches Untersuchungsprogramm – in der Regel in Zusammenarbeit mit einer Fachperson für Altlasten.

**Beispiel:** Ein Industriestandort wird aufgrund der behördlichen Abklärungen in den KbS aufgenommen. Zudem wird der Standort als untersuchungsbedürftig eingestuft. Es muss nun innert angemessener Frist eine Voruntersuchung durchgeführt werden. In der Regel besteht diese aus einer historischen und einer technischen Untersuchung. Falls die Voruntersuchungen ergeben, dass ein Standort unbelastet ist, wird er im Kataster gelöscht.

Wenn ein Standort sanierungsbedürftig, also eine Altlast im eigentlichen Sinne ist, sind mit einer Detailuntersuchung genaue Kenntnisse über Art und Ausmass der Belastung sowie über deren mögliche Aus-

wirkungen zu erbringen, damit die Dringlichkeit der Sanierung sowie die allgemeinen Sanierungsziele festgelegt werden können. Letztlich bilden diese Untersuchungen auch die detailliertere Grundlage für die Abschätzung der Kosten respektive der Kostenträger.

Das vom Sanierungspflichtigen zu erarbeitende Sanierungsprojekt definiert die zu ergreifenden Sanierungsmassnahmen (ökologisch sinnvoll, technisch realisierbar und finanziell tragbar). Die Sanierung erfolgt dann unter Berücksichtigung der geltenden Normen, Gesetze, Richtlinien und Merkblätter, wie zum Beispiel der Verordnung über die Vermeidung und die Entsorgung von Abfällen (VVEA), der Richtlinie für die Verwertung, Behandlung und Ablagerung von mineralischem Aushub-, Abraum- und Ausbruchmaterial (Aushubrichtlinie), der Norm SIA 430 etc.

#### Links

[www.bafu.admin.ch/altlasten](http://www.bafu.admin.ch/altlasten)

## 9.2 Bauschadstoffe

Bisher wurde erläutert, wie das Vorgehen ist, wenn ein möglicher belasteter Standort vorliegt. Es besteht jedoch auch die Möglichkeit, dass sich in der bestehenden Gebäudesubstanz, die teilweise oder ganz rückgebaut werden soll, sogenannte Bauschadstoffe befinden. Dazu zählen Asbest,



*Abbildung 9.2:  
Ablauf einer Schadstoffuntersuchung und Schadstoffsanierung.*

PAK, PCB, Schwermetalle, Holzschutzmittel etc.

### Relevante Schadstoffe

- Asbest
- PCB: Polychlorierte Biphenyle
- PAK: Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe
- Schwermetalle
- PCP: Pentachlorphenol
- Künstliche Mineralfasern

Seit dem 1. Januar 1991 ist es verboten, asbesthaltige Produkte im Hochbau zu verwenden (SR 814.81). Trotzdem finden sich heute in fast jedem Umbau- oder Rückbauobjekt Schadstoffe wie z.B. Asbest; insbesondere in Liegenschaften, die vor 1991 erstellt wurden. Eine Abklärung auf Schadstoffe in der Gebäudesubstanz

sollte somit rechtzeitig vor jedem Umbau- oder Rückbauvorhaben erfolgen. Es ist aus diesem Grund wichtig, für die Schadstoffuntersuchung festzulegen, welche Schadstoffe in der Gebäudeuntersuchung berücksichtigt werden sollen. Die rechtliche Situation ist dabei je nach Schadstoff sehr unterschiedlich geregelt. So gibt es für Asbest und PCB klare Vorgaben und Richtlinien. Bei anderen Schadstoffen ist in der Schweiz die rechtliche Situation hinsichtlich einer Sanierung jedoch nicht klar geregelt. Als Beispiel seien hier künstliche Mineralfasern genannt.

Um sicherzustellen, dass zu Beginn die wichtigsten Zielgrößen fixiert werden und der Ablauf rechtlich und fachlich korrekt durchgeführt wird, lohnt es sich, eine Fachperson beizuziehen. Die Suva führt auf ihrer Homepage eine Liste mit Firmen,

Schadstoff	Verwendung, weitere Hinweise
Asbest	In Hunderten von verschiedenen Produkten wie z. B.: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Asbestzementprodukte wie Wellplatten, Fassadenschiefer, Gartenprodukte, Rohr- und Lüftungsleitungen usw.</li> <li>• Boden- und Wandbeläge, Unterlagsböden, Mörtel</li> <li>• Mörtel bei Rohrisolationen und Plattenbelägen</li> <li>• Fensterkitt</li> <li>• Leichtbauplatten, Karton und Pappen</li> <li>• Flachdachfolien</li> <li>• Wand- und Deckenputze usw.</li> </ul>
PCB	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dichtungsfugen bei Betonkonstruktionen</li> <li>• Elektrische Bestandteile (Kondensatoren)</li> <li>• Farbanstriche</li> <li>• Weichmacher in Isoliermitteln, Ölen und Kunststoffen</li> </ul>
PAK	PAK kommen in Gebäuden hauptsächlich in teerhaltigen Baustoffen und in pechbasierten Farben und Klebstoffen vor. Teer wurde im Verbund mit Dachpappen, Kork von Leitungen oder Holzbalken verwendet.
Schwermetalle	Unter Schwermetallen versteht man hauptsächlich die Erscheinungsformen von folgenden Metallen: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Blei (Pb), Cadmium (Cd), Quecksilber (Hg), Chrom (Cr) u. a.</li> </ul> Diese Metalle haben im Bau verschiedene Anwendungen erfahren: <ul style="list-style-type: none"> <li>• in Farben</li> <li>• in Schutzstoffen (Lacke, Biozide u. a.)</li> <li>• in elektrischen Anlagen</li> </ul>
PCP	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bis zirka 1989 angewendet (Verbot PCP)</li> <li>• Vorsicht bei Dachausbauten oder Holzpavillons (z. B. Kindergärten)</li> <li>• Typische Produkte waren u. a. «Xylamon», «Xyladecor» und «Aidol»</li> <li>• Abklären und nachfragen, ob Holzschutzmittel eingesetzt wurden</li> <li>• Bei Unsicherheiten Analyse auf Pentachlorphenol und Lindan</li> </ul>
Künstliche Mineralfasern	Insbesondere die alten Mineralfasern seien hier erwähnt (geringere Biolöslichkeit bis zirka 1994). Bei Arbeiten mit Mineralfaserdämmungen sollte mindestens eine Schutzmaske FFP3 getragen werden.
Die Liste ist nicht vollständig.	

**Tabelle 9.2:**  
Anwendungsgebiete von Bauschadstoffen.

die Schadstoffuntersuchungen, insbesondere für Asbest, durchführen.

#### Weiterführende Links

[www.suvapro.ch](http://www.suvapro.ch) → Branchen-/Fachthemen → Asbest  
[www.bag.admin.ch](http://www.bag.admin.ch)  
[www.bafu.admin.ch](http://www.bafu.admin.ch)  
[www.forum-asbest.ch](http://www.forum-asbest.ch)

### 9.3 Materialkonzepte

Die beste Ökobilanz weisen Materialien auf, die gar nicht zum Einsatz kommen. Das heisst, ein Materialkonzept beginnt mit der Überlegung: Was braucht es überhaupt? Oder anders gefragt: Wie muss ich bauen, damit ich etwas nicht benötige oder nur in geringen Mengen? Die zweite Frage lautet: Gibt es die Möglichkeit, Materialien einzusetzen, die bereits als Baumaterialien im Einsatz waren? In erster Linie wären dies im Gebäude bereits verbaute Materialien wie z.B. ein alter Parkettboden. Es könnten aber auch Materialien sein, die anderswo im Einsatz standen und dort nicht mehr gebraucht werden. Und nicht zuletzt stellt sich die Frage, wie man sicherstellen kann, dass die neuen Materialien möglichst nachhaltig sind.

#### Nur so viel wie nötig

Kompakte Baukörper besitzen weniger Fläche gegen aussen als zergliederte – bei gleichem Volumen. Somit kann bei einer kompakten Bauweise auch Fassadenmaterial und Dämmung und dadurch Geld gespart werden. Auch der Betrieb ist später günstiger, was doppelt Kosten spart. Aber auch bei Decken oder Innenwänden können Bauteilschichten und somit graue

Energie gespart werden. Es sollte darum gehen, die Wünsche der Nutzer und die technischen Anforderungen wie z.B. Brand- oder Schallschutz mit möglichst wenig Material zu erfüllen.

#### Material in einem Kreislauf führen

Insbesondere die nicht erneuerbaren Materialien sollten in einem Kreislauf geführt werden, damit sie auch für künftige Generationen zur Verfügung stehen. Wird der Rückbau geordnet vollzogen (SIA 430) und die Materialien sortenrein getrennt, so steht einem erneuten Einsatz nichts mehr im Weg. Dabei sollte als Erstes eine Wiederverwendung geprüft werden. Das bedeutet, dass Baumaterialien ohne Veränderung ihrer stofflichen Zusammensetzung wieder eingebaut und dabei dem gleichen Verwendungszweck zugeführt werden. Das könnte zum Beispiel altes, holzschutzmittelfreies Konstruktionsholz oder ein alter Parkettboden sein. Die nächste Stufe ist die Weiterverwendung. Auch hier gibt es keine stoffliche Veränderung der Zusammensetzung; der Verwendungszweck ist aber ein anderer. Eine Weiterverwendung ist zum Beispiel bei Ziegeln möglich, die als Gehwegplatten einsetzbar sind, oder bei alten Holzbodenbelägen oder Wandvertäfelungen, die als Unterdach oder Blindboden Verwendung finden. Ist dieses Potenzial genutzt, so besteht eine weitere Möglichkeit in der Wiederverwertung. Dabei wird das Material nach einer physikalischen oder chemischen Aufbereitung wieder derselben Produktgruppe zugeführt. Alteisen oder RC-Beton gehören zu dieser Art von Materialrecycling. Die letzte Möglichkeit ist die

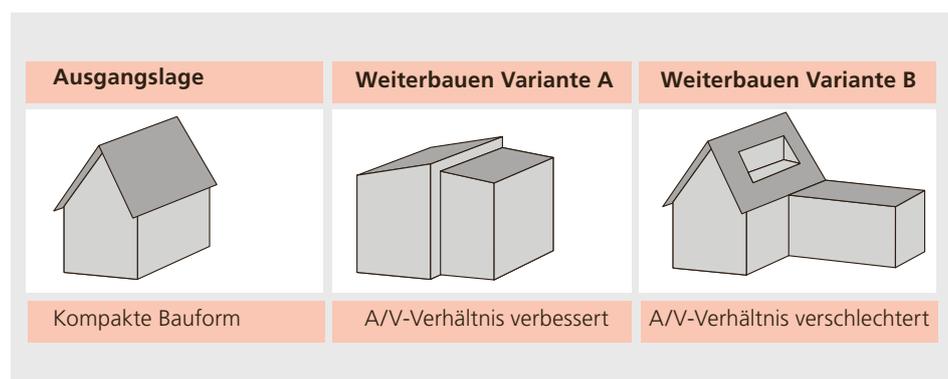


Abbildung 9.3:  
Kompaktes Weiterbauen.

Weiterverwertung. Dabei werden gebrauchte Baumaterialien nach einer physikalischen oder chemischen Aufbereitung einer anderen Produktgruppe zugeführt. Glaswolle (aus Altglas hergestellt) oder auch Gipsfaserplatten (u. a. aus Altpapier) sind solche Produkte.

### Neue nachhaltige Materialien

Viele verwendete Materialien sind neu. Hier ist die graue Energie respektive der Primärenergiegehalt ein Kriterium. Werden zwei Bodenbeläge miteinander verglichen, ist es wichtig, die relevante Bezugsgrösse beizuziehen (z. B. kg/m<sup>2</sup>). Es gibt aber weitere Kriterien, die ebenso zu einer nachhaltigen Materialisierung gehören und die man nicht mit MJ oder kWh ausdrücken kann. Zu qualitativen Kriterien gehören Aspekte wie Verfügbarkeit der Rohstoffe, Schadstoffemissionen innerhalb des Lebenszyklus, Langlebigkeit, Reparierbarkeit, Verwertbarkeit und Unterhaltsfreundlichkeit. Auch Aspekte wie regionale Verankerung und Wertschöpfungsketten sind wichtige Kenngrössen.

### Weiterführende Links

[www.ecobau.ch](http://www.ecobau.ch)

[www.nachhaltigesbauen.de](http://www.nachhaltigesbauen.de)

## 9.4 Systemtrennung

Die Idee, ein Gebäude flexibel zu bauen, damit es auch zukünftigen Anforderungen gerecht wird, ist als zentraler Punkt des ökologischen Bauens zu sehen. Mit Flexibilität ist gemeint, dass sich ein Gebäude an neue Anforderungen wie grössere Räume oder grössere Nutzungseinheiten anpassen lässt, aber auch, dass die Möglichkeit besteht, einem Gebäude eine komplett neue Nutzung zuzuweisen. Heute werden Gebäude oft nach 30 bis 40 Jahren abgerissen, weil es zu aufwendig wäre, die neuen Nutzungsanforderungen durch bauliche Massnahmen im bestehenden Gebäude wiederherzustellen.

Diese Nutzungsflexibilität spielt bei Bauten der öffentlichen Hand wohl noch eine grössere Rolle als bei Wohnbauten.

Aus diesem Grund hat das Amt für Grundstücke und Gebäude des Kantons Bern (AGG) eine zukunftsgerichtete Planungsmethode – die Systemtrennung – eingeführt. Durch ihre konsequente Anwendung bei allen Bauvorhaben soll eine langfristige Nutzung durch geringe Mehrinvestitionen bei der Planung und der Erstellung von Gebäuden möglich sein. Einfache Austauschbarkeit von Bauteilen und möglichst grosse Nutzungsflexibilität sind dabei die beiden Hauptziele dieser Methode.



Abbildung 9.4:  
Verwertungsstufen  
von Baustoffen.

**Bauteiltrennung und Flexibilität**

Mit der Bauteiltrennung soll sichergestellt werden, dass Bauelemente mit unterschiedlicher Lebens- und Nutzungsdauer nicht untrennbar miteinander verbunden werden. Die drei Stufen Primär-, Sekundär- und Tertiärsystem helfen dabei, die Nutzungsdauer von Bauteilen und Bauelementen übergeordnet zu betrachten.

Zur Systemtrennung sollten beispielsweise Leitungen und Lüftungskanäle nicht eingelegt werden (Abbildung 9.5), da ihre Lebens- respektive Nutzungsdauer wohl

viel kürzer sein wird als die der Decke. Mit Flexibilität wird die Möglichkeit umschrieben, ein Gebäude zukünftigen Nutzungsentwicklungen und Umnutzungen anzupassen. Dabei werden Nutzlasten, Raster, Spannweiten, Raumhöhen, Reserven, Aufstockungs- oder Anbaumöglichkeiten und weitere Parameter definiert.

Da Gebäude oft nur für eine geplante Nutzung konzipiert werden, entstehen bei einer Umnutzung grosse Kosten, weil die Gebäudestruktur zu stark auf die Erstnutzung ausgerichtet wurde.

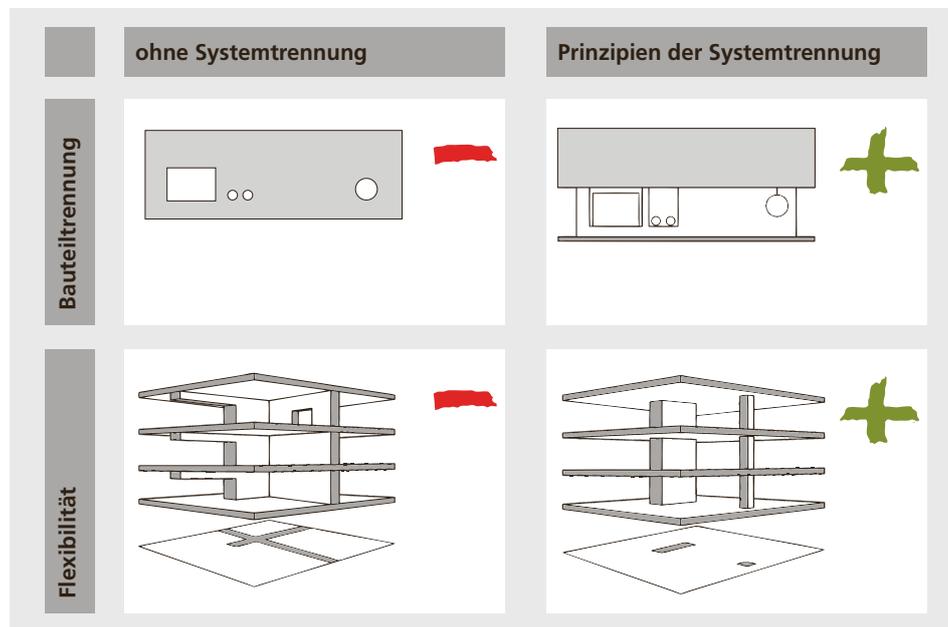


Abbildung 9.5: Die beiden Prinzipien «Bauteiltrennung» und «Flexibilität».

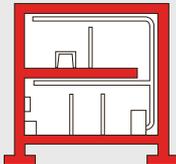
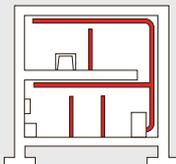
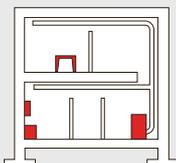
Systemstufe	Bestandteile	Lebens- respektive Nutzungsdauer
 <p>Primärsystem (weitestgehend unveränderbar)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tragstruktur</li> <li>• Gebäudehülle</li> <li>• Erschliessung</li> </ul>	50 bis 100 Jahre (langfristige Investition)
 <p>Sekundärsystem (anpassbar)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Innenwände, Decken, Böden</li> <li>• Innenausbau</li> <li>• Installationen</li> </ul>	15 bis 50 Jahre (mittelfristige Investition)
 <p>Tertiärsystem (veränderbar)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mobiliar</li> <li>• Apparate</li> <li>• Technik</li> </ul>	5 bis 15 Jahre (kurzfristige Investition)

Abbildung 9.6: Die drei Systemstufen Primär-, Sekundär- und Tertiärsystem der Systemtrennung.

Dieser Problematik soll bei Neubauten und Erneuerungen durch einen definierten Spielraum für die Zukunft entgegenge-wirkt werden. Dies soll unter anderem mit folgenden Massnahmen erfolgen:

- Genügend grosse Gebäuderaster
- Entsprechende Gebäudetiefen
- Genügend grosse Geschosshöhen
- Anpassungen der Nutzlasten
- Allenfalls Verstärkung der Foundation
- Reserve bei der Erschliessung

Mit der Berücksichtigung dieser Punkte auf mögliche zukünftige Nutzungen entstehen mit geringfügigen Zusatzaufwendungen entscheidende Mehrwerte. Es gilt jeweils abzuschätzen, wie realistisch eine mögliche Veränderung ist und wie aufwendig ein nachträgliches Nachrüsten wäre. Es braucht somit ein sorgfältiges Abwägen, welche Vorkehrungen bereits bei der Erstellung sinnvoll sind.

Die Systemtrennung ist ein wichtiges Hilfsmittel, um die Lebenszykluskosten von Gebäuden möglichst tief zu halten.

#### **Weiterführende Links**

[www.bve.be.ch](http://www.bve.be.ch) → Grundstücke & Gebäude → Downloads → Nachhaltig Bauen und Bewirtschaften

# Sicherheit und Brandschutz

**Jürg Tschabold** Umnutzungen, Erneuerungen und Änderungen an der Struktur erfordern eine Überprüfung der gesamten Sicherheit in einem Gebäude. Die zu erreichenden Schutzziele der Eigentümer und Benutzer erfordern ein umfassendes, der Bausubstanz angepasstes Sicherheits- und Brandschutzkonzept. Aktuelle Vorschriften und Normen sind zu berücksichtigen. Ein Gebäude soll nach einem Umbau und mit neuer Nutzung den Sicherheitsstandard eines Neubaus erreichen. Die gesetzlichen Vorgaben erlauben dabei eine Berücksichtigung der Verhältnismässigkeit. Behörden dürfen nur Massnahmen fordern, die sich aus den Vorschriften ergeben. Das Einhalten der Vorschriften und Normen garantiert jedoch nicht, dass die betrieblichen Schutzziele oder weitere Anforderungen wie z. B. Denkmalschutz erfüllt sind. Sicherheits- und Brandschutzmassnahmen können den Grundriss, die Gestaltung und die Konstruktion beeinflussen. Beispielsweise können Fluchtwege die bisherige oder geplante Raumorganisation modifizieren. Sie müssen deshalb bereits von Beginn weg eingeplant werden. Der frühzeitige Kontakt zu Fachspezialisten und Behörden lohnt sich.

## 10.1 Sicherheits- und Schutzziele

Damit die Sicherheit den Erwartungen und Anforderungen einer Bauherrschaft gerecht wird, sind mit dieser und mit den Risikoträgern (z. B. Versicherungen und Behörden) zusammen die akzeptierbaren Risiken und die im Ereignisfall zu erreichenden Schutzziele qualitativ und quantitativ festzulegen, z. B.:

- Personensicherheit (gesetzlich gefordert)
- Akzeptierbare Gebäudeschäden
- Verfügbarkeit von Gebäude und Anlagen (akzeptierbarer Betriebsunterbruch)
- Zulässiges Ausmass von Sachschäden

Werden die Schutzziele der Bauherrschaft eingehalten, sind erfahrungsgemäss die Vorschriften weitgehend erfüllt. Bei grossen Gefahren und Risiken fordern Versicherungen möglicherweise besondere Massnahmen zu deren Minderung.

## 10.2 Vorschriften

Grundlegende Anforderungen ergeben sich aus Gesetzen und Normen. Die Behörden können Ausnahmen zustimmen. Zu beachten sind:

- Gesetze und Vorschriften zum Schutz der Umwelt
- Arbeitsgesetz mit den Verordnungen 3 + 4 und Richtlinien von EKAS und Suva
- Brandschutzvorschriften (Brandschutznorm und Richtlinien der VKF)
- Auflagen, z. B. von Feuerwehr und Rettungsdiensten
- Eventuell Forderungen und Empfehlungen von Versicherungen.

Abweichungen von der Brandschutznorm und anderen Vorschriften sind möglich, wenn mit einem Brandschutzkonzept eine ausreichende Sicherheit nachgewiesen werden kann.

## 10.3 Brandschutzkonzept

Ein Brandschutzkonzept besteht aus aufeinander abgestimmten Massnahmen aus baulichem, technischem und organisatorischem Brandschutz. Das Brandschutzkonzept ist auf Plänen und mit einem Bericht zu dokumentieren. Während der Nutzung sind die entsprechenden Revisionspläne stets auf den aktuellen Stand nachzuführen.

## 10.4 Baulicher Brandschutz

### Tragwerk

Das Tragwerk muss einen entsprechend der Brandlast genügenden Feuerwiderstand erreichen. Es darf im Brandfall während einer definierten Zeit nicht kollabieren. Das Versagen eines Bauteils darf nicht zum Einsturz eines ganzen Gebäudes führen. Ein ungenügender Feuerwiderstand kann in der Regel mit technischem Brandschutz (z. B. Sprinkler) kompensiert werden.

*Abbildung 10.1:  
Treppenhaus mit  
Brandschutzverglasung  
im Bundeshaus Bern.  
(Quelle: Vetrotech  
St. Gobain)*



### Fluchtwege

Anzahl und Anordnung der Fluchtwege haben grossen Einfluss auf die Gestaltung von Bauten. Sie können nicht durch Ersatzmassnahmen kompensiert werden. Türen in Fluchtwegen müssen immer in Fluchtrichtung öffnend und immer ohne Hilfsmittel begehbar sein.



*Abbildung 10.2:  
Angrenzende Räume,  
durch Brandschutzverglasungen  
getrennt.  
(Quelle: Vetrotech  
St. Gobain)*

### Brandunterteilung, Brandabschnitte

Die Unterteilung eines Gebäudes in Brandabschnitte bezweckt die Begrenzung eines Brandereignisses. Die nötigen Anforderungen ergeben sich aus Grösse und Nutzung. Sie können mit dem technischen Brandschutz beeinflusst werden. Zu trennen sind üblicherweise:

- Geschosse
- Nutzungen mit unterschiedlicher Brandgefahr
- Vertikalverbindungen wie Treppen, Liftschächte, Installationskanäle, Schächte
- Technikräume
- In Wohngebäuden Wohnungen

Brandabschnitte erfüllen ihre Funktion nur, wenn deren Trennung baulich vollständig umgesetzt ist, das heisst, wenn keine Lücken vorhanden sind.

### Wände und Decken

Brandabschnittsbildende Bauteile sind:

- Bauteile zur Trennung zusammen gebauter Gebäude (Brandmauern)
- Bauteile zur Trennung von Geschossen und deren Unterteilung, z. B. Betondecken, Wände aus Beton oder Mauerwerk und mit resistenter Verkleidung

*Abbildung 10.3:  
Korrekt in die  
Decke eingemauerte  
Brand-  
schutzklappe.*



- Verglasungen mit zugelassenen Systemen

### Brandabschlüsse

Öffnungen und Durchbrüche in Brandwänden und Decken müssen mit Abschlüssen ausgerüstet sein, die den Brandbelastungen standhalten.

- Durchgänge für Personen und Waren erfordern Brandschutztüren und Brandschutztore.
- Durchbrüche, z. B. für Leitungen erfordern Abschottungen.
- Für Lüftungskanäle sind Brandschutzklappen einzubauen.
- Für Transportanlagen sind meist spezielle Abschlüsse erforderlich.

Für Auswahl von Material und Dimensionierung sind die VKF-Brandschutzrichtlinien «13-15, Baustoffe und Bauteile» und «14-15, Verwendung von Baustoffen» zu beachten ([www.bsvonline.ch](http://www.bsvonline.ch)).

## 10.5 Technischer Brandschutz

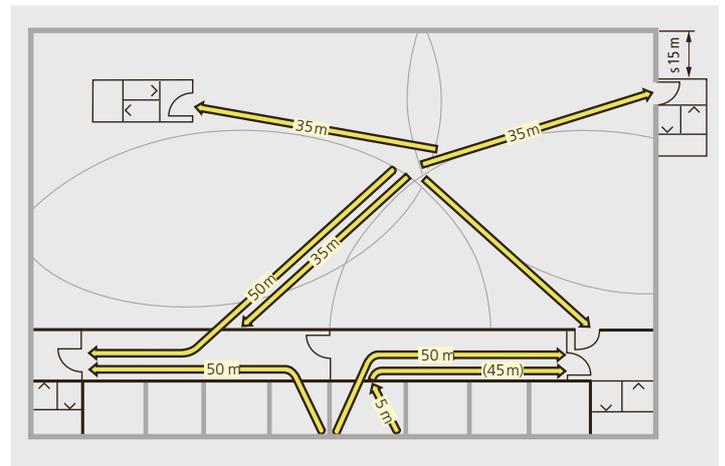
Der technische Brandschutz umfasst Normalmassnahmen (Löschgeräte) und Sondermassnahmen (Brandmelde- und Löschanlagen, Brandfallsteuerungen, Entrauchungsanlagen). Mit Brandschutzanlagen, insbesondere mit Sprinkleranlagen können in einem Brandschutzkonzept teilweise Erleichterungen bei baulichen Massnahmen erreicht oder Schwachstellen

kompensiert werden, z. B. reduzierte Anforderungen an das Tragwerk oder geringere Anforderungen an Brandabschnitte (z. B. Gläser der Brandschutzklasse E statt EI). Sie ermöglichen grössere Flexibilität und Brandabschnitte.

### Blitzschutz

Ein Blitzschutz ist für bestimmte Gebäude und Nutzungen vorgeschrieben. Der äussere Blitzschutz besteht aus Fangleiter (-netz), den Ableitungen und der Erdung, die meist als Ringleitung oder Fundamenteerdung ausgeführt ist. Zudem ist je nach Nutzung möglicherweise ein innerer Blitzschutz mit Potenzialausgleich und Überspannungsschutz erforderlich.

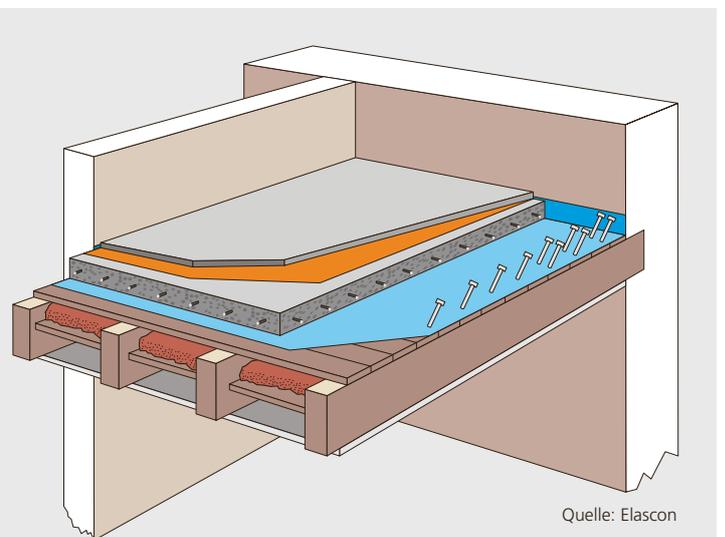
Abbildung 10.4: Darstellung Fluchtweglängen nach VKF und Verordnung 4 zum Arbeitsgesetz und seinen Verordnungen (ArGV).



Ertüchtigung bestehender Konstruktionen, Beispiel Balkendecke auf REI 30 verstärkt. Aufbau nach Sanierung, von oben nach unten:

- Bodenbelag
- Trennschicht
- Unterlagsboden (z. B. Anhydrit oder Zement)
- Trennschicht oder Isolation
- Balkenlage
- Füllung oder Isolation
- Schiebepoden
- Deckenverkleidung EI 30

Die Voraussetzung für die Sanierung ist eine statisch genügende Decke.



Quelle: Elascor

## 10.6 Organisatorische Massnahmen

### Qualitätssicherung

Qualitätssicherung ist heute sowohl bei der Erstellung wie auch beim Betrieb von Bauten wichtig. Die seit 2015 geltende Brandschutzrichtlinie 11-15, «Qualitätssicherung im Brandschutz» regelt diese aus behördlicher Sicht.

### Alarmierung

Wenige spezifischen Vorschriften bestehen in Bezug auf die Alarmierung für eine Evakuation. Wesentlich für die Personenrettung ist, dass eine nötige Evakuation möglichst frühzeitig ausgelöst werden kann. Entsprechende Systeme (z.B. Beschallungsanlagen) sind fallweise vorzusehen. Sprachdurchsagen sind besser als der Alarmton einer Sirene.

### Organisation

Die Personen- und Betriebssicherheit kann nur gewährleistet werden, wenn eine zweckmässige Organisation vorhanden ist:

- Verantwortliche sind bezeichnet und ausgebildet (Sicherheitsbeauftragte).
- Das Personal ist instruiert, Übungen werden durchgeführt.
- Kontrollen und Unterhalt werden regelmässig durchgeführt.

### Einbruchschutz

Im Gegensatz zum Brandschutz gibt es kaum behördliche Vorschriften zum Schutz vor Einbrüchen und Diebstahl. Das zu erreichende Schutzziel ist mit der Bauherrschaft zu definieren. Für die Anforderungen an den Einbruchschutz existieren unterschiedliche Einbruchschutzklassen gemäss SN EN 1627, SIA 343.201. Bauteile der entsprechenden Anforderungsklasse haben einen anerkannten Einbruchversuch zu bestehen (Tabelle 10.1). Wichtig ist, dass eine einheitliche Schutzklasse für den gesamten zu schützenden Perimeter eingehalten wird.

Schutzklasse	Widerstandszeit	Tätertyp, Vorgehensweise (Modus operandi)
RC 1 N*	3 Minuten	Bauteile der Widerstandsklasse RC1 N weisen nur einen geringen Schutz gegen den Einsatz von Hebelwerkzeugen auf.
RC 2 N*	3 Minuten	Der Gelegenheitstäter versucht, zusätzlich mit einfachen Werkzeugen wie Schraubendreher, Zange und Keilen, das verschlossene und verriegelte Bauteil aufzubrechen.
RC 2	3 Minuten	Der Gelegenheitstäter versucht, zusätzlich mit einfachen Werkzeugen wie Schraubendreher, Zange und Keilen, das verschlossene und verriegelte Bauteil aufzubrechen.
RC 3	5 Minuten	Der Täter versucht zusätzlich mit einem zweiten Schraubendreher und einem Kuhfuss sowie mit einfachem Bohrwerkzeug das verschlossene und verriegelte Bauteil aufzubrechen.
RC 4	10 Minuten	Der erfahrene Täter setzt zusätzlich Sägewerkzeuge und Schlagwerkzeuge wie Schlagaxt, Stemmeisen, Hammer und Meissel sowie eine Akku-Bohrmaschine ein.
RC 5	15 Minuten	Der erfahrene Täter setzt zusätzlich Elektrowerkzeuge wie z. B. Bohrmaschine, Stich- oder Säbelsäge und Winkelschleifer ein.
RC 6	20 Minuten	Der erfahrene Täter setzt zusätzlich Elektrowerkzeuge wie z. B. Bohrmaschine, Stich- oder Säbelsäge und Winkelschleifer ein.
*N: Bauteil ohne Sicherheitsanforderungen an Verglasung.		

**Tabelle 10.1:**  
Schutzklassen bei Massnahmen gegen Einbruch nach EN 1627.

# Energiekonzepte

Martin Stocker,  
Martin Aeberhard

## 11.1 Hülle und Technik – ein System

Unsere Gesetzgebung, Normen und Standards sind in den letzten Jahren bewusst so aufgebaut worden, dass zwingend eine vernetzte Projektentwicklung erfolgen muss. Das Entwickeln fortschrittlicher Gebäudekonzepte, in welchen ein sparsamer, umweltschonender Umgang mit unseren Ressourcen im Vordergrund steht, ist ohne vernetzte Bearbeitung des Gebäudes – der Gebäudehülle und der Gebäudetechnik – nicht machbar. Bei jedem Gebäude beeinflussen sich die Ausrichtung und das Grundkonzept des Gebäudes gegenseitig in entscheidendem Masse. Die sinnvolle Lösung dieses Problems ist in der Praxis ein Iterationsprozess, der in einem frühen Projektstadium einsetzen muss. Alle Disziplinen wie Architektur, Bauphysik und Gebäudetechnik sind hier gefordert, sich auf das gemeinsame Ziel hin gegenseitig abzustimmen und ein optimales Konzept zu entwickeln.

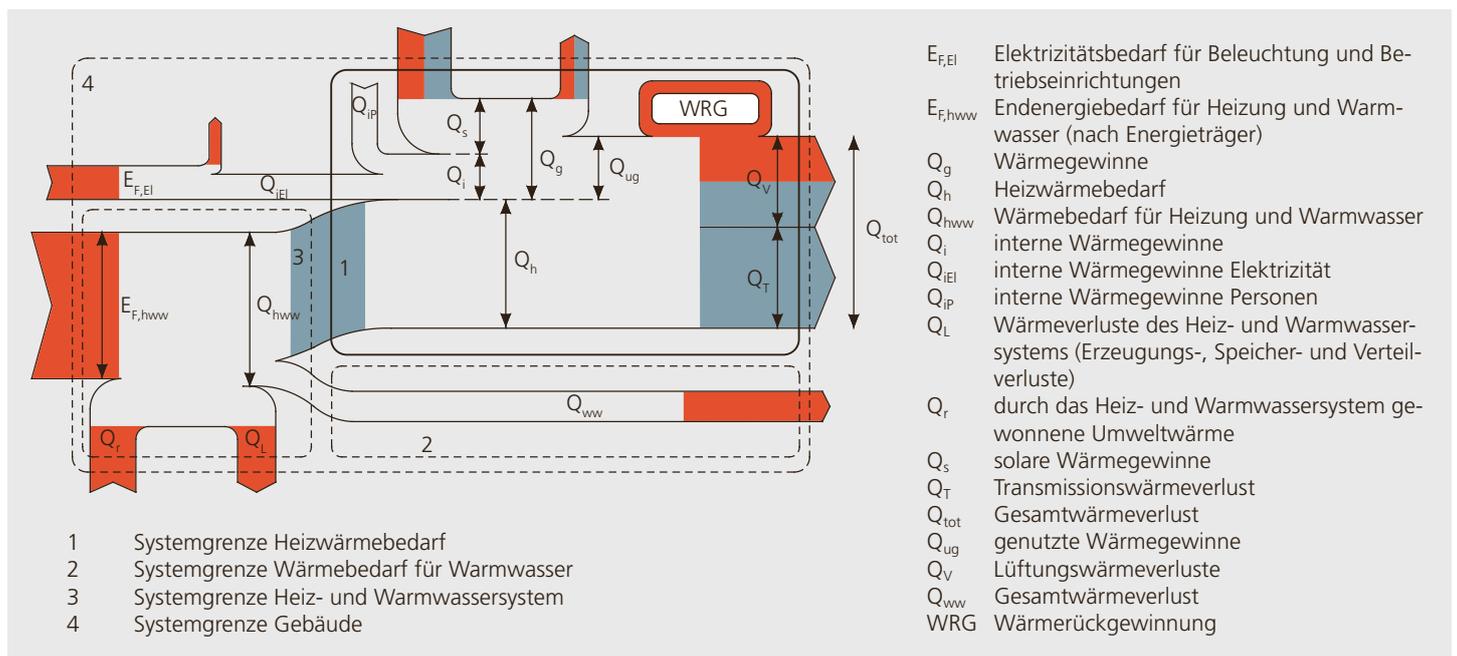
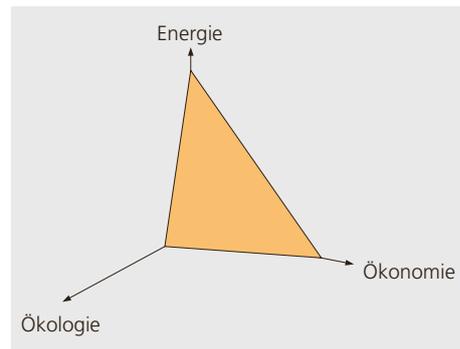
**Abbildung 11.1:**  
Darstellung der Energiebilanz eines nicht klimatisierten Gebäudes.  
Rot: Positiv beeinflussbare Gesamtbilanz durch das Energiekonzept, geeignet ausgelegte Gebäudetechnik und durch Eigenproduktion.  
Blau: Positiv beeinflussbare Gesamtbilanz durch das Energiekonzept beziehungsweise durch den Baukörper sowie durch die Einzelbauteile und die Bauhülle. (Quelle: SIA 380/1)

## 11.2 Wie gut ist ein Energiekonzept?

Die Güte eines Energiekonzepts lässt sich mit folgenden Parametern kennzeichnen (Abbildung 11.2):

■ **Energie:** Grundsätzlich ist zwischen der für Nachweise relevanten Nutzenergie (z. B. Heizwärmebedarf nach SIA 380/1) und der angelieferten Energiemenge (Endenergie) zu unterscheiden. Einerseits bestimmen die Bauqualität, das Gebäudekonzept und die Benutzer den Grundbedarf des Gebäudes erheblich. Andererseits kann mit geeigneter Gebäudetechnik die Wärmeenergie auf effiziente Weise bereitgestellt und ein Teil der im Gebäude anfallenden Abwärme

**Abbildung 11.2:**  
Bestimmende Parameter, die ein Energiekonzept kennzeichnen. In diesem Beispiel liegt das Schwergewicht bei der Wirtschaftlichkeit energetischer Massnahmen, ohne dass ökologische Aspekte speziell gewichtet werden.



zurückgewonnen und wieder verwendet werden. Schliesslich beeinflusst auch die Eigenproduktion von Strom respektive von Wärme die Energiebilanz positiv (z. B. durch den Einsatz von Photovoltaik (PV) oder thermischen Solarkollektoren (Abbildung 11.1)). Zur Beurteilung wird der Energiebedarf eines Gebäudes in der Regel auf die Energiebezugsfläche bezogen; daraus resultiert die Energiekennzahl in kWh/m<sup>2</sup>a. Selten beziehen sich Energiebedarfswerte auf andere Grössen wie z. B. Energiebedarf pro Patientenbett in einem Spital. Damit kann der Energiebedarf von verschiedenen Gebäuden gleicher Nutzung untereinander verglichen und beurteilt werden.

■ Die **Ökologie** wird anhand von Ökobilanzen qualitativ und quantitativ bewertet (Tabelle 11.1).

■ **Ökonomie:** Ein gutes Energiekonzept muss auch ökonomischen Grundsätzen genügen. Einerseits gilt es, die Investitionskosten für das Bauprojekt zu ermitteln. Andererseits sind die anfallenden Betriebs-, Unterhalts- und Erneuerungskosten über eine lange Zeitdauer als wirtschaftliche Indikatoren von Interesse (z. B. Lebenszykluskosten, d. h. ökonomische Betrachtung der Gesamtkosten eines Gebäudes, einer Anlage oder einer baulich-technischen Massnahme über deren Lebensdauer hinaus). Mit dem Ermitteln dieser Indikatoren können auch Entscheidungsgrundlagen zu Systemvarianten in einem Energiekonzept geschaffen werden.

Das Ermitteln dieser drei Parameter zur Beurteilung der Güte eines Energiekonzepts kann aufwendig sein. Dabei wird schnell klar, dass nicht jeder Parameter einzeln maximiert werden kann, da sie sich gegenseitig stark beeinflussen. Ein gutes Energiekonzept wird somit ein ausgewogenes, auf die Bedürfnisse der Bauherrschaft ausgerichtetes Optimum zwischen den drei Betrachtungsebenen anstreben.

### 11.3 Wertungsfaktoren Ökologie

Der CO<sub>2</sub>-Ausstoss beziehungsweise die CO<sub>2</sub>-Bilanz einer Anlage, eines Gebäudes oder eines ganzen Areals ist eine Teilbewertung der ökologischen Güte eines Konzepts, welche die kumulierten Auswirkungen der Treibhausgasemissionen und damit auch den Einfluss auf den Klimawandel als Massstab nimmt (Tabelle 11.1). Seit der Umweltkonferenz in Kyoto ist die Reduktion des CO<sub>2</sub>-Ausstosses ein international vereinbartes Ziel. In der Schweiz ist der CO<sub>2</sub>-Ausstoss mit einer Abgabe von 96 Franken pro Tonne CO<sub>2</sub> belegt (Stand 2019). Die CO<sub>2</sub>-Abgabe ist Teil der Energiestrategie 2050 des Bundes. Der Vorteil dieser Betrachtungsebene ist, dass die CO<sub>2</sub>-Gesamtbilanz einer Anlage, eines Gebäudes oder eines ganzen Areals immer die Wirkungsfelder aller eingesetzten Energieträger einschliesst und somit den Handlungsspielraum des Planers nicht eingrenzt, ihn aber gleichzeitig dazu zwingt, stets eine Gesamtbetrachtung der Situation vorzunehmen.

#### Primärenergie

Die **Primärenergie** beinhaltet neben der Endenergie (angelieferte Energie beim Gebäude) auch den Energiebedarf für die Gewinnung und den Transport. Der «Primärenergiebedarf gesamt» beinhaltet die nicht erneuerbaren Energien und die erneuerbaren Energien (z. B. Wasserkraft, Holz/Biomasse ohne Kahlschlag von Primärwäldern, Sonnen-, Wind-, geothermische und Umgebungsenergie). Der «Primärenergiebedarf nicht erneuerbarer Energie» beinhaltet nur die nicht erneuerbaren Anteile (z. B. fossile und nukleare Energieträger oder Holz aus Kahlschlag von Primärwäldern). Zur Berechnung der Primärenergie wird die Endenergie mit den jeweiligen Primärenergiefaktoren (Tabelle 11.1) multipliziert. Beispielsweise braucht es für die Bereitstellung von 1 kWh Holzschnitzel total 1,11 kWh Primärenergie, davon jedoch lediglich 0,06 kWh nicht erneuerbare Primärenergie.

**Ökobilanzdaten im Baubereich KBOB/eco-bau/IPB 2009/1:2016**

ID- Nummer	Energie	Bezug		UBP'13 UBP	Primärenergie		Treibhausgas- emissionen kg CO <sub>2</sub> -eq
		Grösse	Ein- heit		erneuerbar	nicht erneuerbar	
<b>41</b>	<b>Brennstoffe<sup>1</sup></b>						
41.001	Heizöl EL	Endenergie	kWh	234	0,01	1,23	0,3010
41.002	Erdgas	Endenergie	kWh	137	0,00	1,06	0,2280
41.003	Propan/Butan	Endenergie	kWh	200	0,01	1,15	0,2730
41.004	Kohle Koks	Endenergie	kWh	477	0,01	1,45	0,439
41.005	Kohle Brikett	Endenergie	kWh	456	0,01	1,20	0,399
41.006	Stückholz	Endenergie	kWh	93,1	0,99	0,1160	0,02740
41.010	Stückholz mit Partikelfilter	Endenergie	kWh	88,2	0,99	0,1190	0,02750
41.007	Holzschnitzel	Endenergie	kWh	80,8	1,05	0,0628	0,01070
41.011	Holzschnitzel mit Partikelfilter	Endenergie	kWh	73,7	1,05	0,0651	0,01080
41.008	Pellets	Endenergie	kWh	81,1	1,04	0,157	0,02720
41.012	Pellets mit Partikelfilter	Endenergie	kWh	76,8	1,04	0,160	0,02730
41.009	Biogas	Endenergie	kWh	109	0,032	0,299	0,1300
<b>42</b>	<b>Fernwärme</b>						
42.001	Heizzentrale Oel	Endenergie	kWh	341	0,02	1,68	0,408
42.002	Heizzentrale Gas	Endenergie	kWh	194	0,01	1,51	0,3140
42.003	Heizzentrale Holz	Endenergie	kWh	120	1,58	0,143	0,0496
42.004	Heizkraftwerk Holz	Endenergie	kWh	102	1,33	0,1280	0,0423
42.005	Heizzentrale EWP Luft/Wasser (JAZ 2.8)	Endenergie	kWh	186	0,99	1,140	0,0780
42.006	Heizzentrale EWP Abwasser (JAZ 3.4)	Endenergie	kWh	124	0,17	0,894	0,0408
42.007	Heizzentrale EWP Grundwasser (JAZ 3.4)	Endenergie	kWh	155	1,03	0,963	0,0620
42.008	Heizzentrale EWP Erdsonde (JAZ 3.9)	Endenergie	kWh	139	1,05	0,849	0,0574
42.009	Heizzentrale Geothermie	Endenergie	kWh	67,3	1,36	0,162	0,02070
42.010	Heizkraftwerk Geothermie	Endenergie	kWh	47,6	0,465	0,125	0,01480
42.011	Kehrichtverbrennung	Endenergie	kWh	7,31	0,0093	0,0504	0,00270
42.012	Blockheizkraftwerk Diesel	Endenergie	kWh	120	0,012	0,617	0,1450
42.013	Blockheizkraftwerk Gas	Endenergie	kWh	84	0,011	0,596	0,1270
42.014	Blockheizkraftwerk Biogas	Endenergie	kWh	72,9	0,026	0,207	0,0785
42.015	Blockheizkraftwerk Biogas, Landwirtschaft	Endenergie	kWh	28,2	0,0135	0,0667	0,02050
42.016	Fernwärme Durchschnitt Netze CH	Endenergie	kWh	92,9	0,326	0,549	0,1080
42.017	Fernwärme mit Nutzung Kehrichtwärme, Durchschnitt Netze CH	Endenergie	kWh	75,5	0,264	0,452	0,0888
<b>43</b>	<b>Nutzwärme</b>						
43.001	Heizkessel Heizöl EL	Nutzwärme <sup>2</sup>	kWh	251	0,01	1,30	0,3220
43.002	Heizkessel Erdgas	Nutzwärme <sup>2</sup>	kWh	151	0,01	1,16	0,2490
43.003	Heizkessel Propan/Butan	Nutzwärme <sup>2</sup>	kWh	219	0,01	1,26	0,2960
43.004	Heizkessel Kohle Koks	Nutzwärme <sup>2</sup>	kWh	708	0,02	2,03	0,649
43.005	Heizkessel Kohle Brikett	Nutzwärme <sup>2</sup>	kWh	676	0,01	1,52	0,590
43.006	Heizkessel Stückholz	Nutzwärme <sup>2</sup>	kWh	152	1,58	0,194	0,04540
43.010	Heizkessel Stückholz mit Partikelfilter	Nutzwärme <sup>2</sup>	kWh	144	1,58	0,198	0,04560
43.007	Heizkessel Holzschnitzel	Nutzwärme <sup>2</sup>	kWh	116	1,42	0,097	0,01980
43.011	Heizkessel Holzschnitzel mit Partikelfilter	Nutzwärme <sup>2</sup>	kWh	106	1,42	0,100	0,01990
43.008	Heizkessel Pellets	Nutzwärme <sup>2</sup>	kWh	108	1,32	0,210	0,0382
43.012	Heizkessel Pellets mit Partikelfilter	Nutzwärme <sup>2</sup>	kWh	103	1,32	0,213	0,0383
43.009	Heizkessel Biogas	Nutzwärme <sup>2</sup>	kWh	121	0,035	0,330	0,1420

Tabelle 11.1: Auszug Teil Energie aus «Ökobilanzen im Baubereich 2016» KBOB/eco-bau/IPB 2009/1:2016. UBP-Faktoren sowie Faktoren für Primärenergien und Treibhausgasemissionen im Bereich Energiesysteme.

**Ökobilanzdaten im Baubereich KBOB/eco-bau/IPB 2009/1:2016 (Fortsetzung)**

ID- Nummer	Energie	Bezug		UBP'13 UBP	Primärenergie		Treibhausgas- emissionen kg CO <sub>2</sub> -eq
		Grösse	Ein- heit		erneuerbar kWh oil-eq	nicht erneuerbar	
<b>44</b>	<b>Nutzwärme am Standort erzeugt, inkl. erneuerbare Energien</b>						
44.001	Elektrowärmepumpe Luft/Wasser (JAZ 2,8)	Nutzwärme <sup>2</sup>	kWh	149	0,82	0,908	0,0628
44.002	Elektrowärmepumpe Erdsonden (JAZ 3,9)	Nutzwärme <sup>2</sup>	kWh	110	0,87	0,665	0,0456
44.003	Elektrowärmepumpe Grundwasser (JAZ 3,4)	Nutzwärme <sup>2</sup>	kWh	123	0,85	0,760	0,0494
44.004	Flachkollektor für Warmwasser EFH	Nutzwärme <sup>2</sup>	kWh	102	1,33	0,275	0,0366
44.005	Flachkollektor für Raumheizung und Warm- wasser EFH	Nutzwärme <sup>2</sup>	kWh	90	1,61	0,221	0,0337
44.006	Flachkollektor für Warmwasser MFH	Nutzwärme <sup>2</sup>	kWh	40,7	1,14	0,0859	0,01390
44.007	Röhrenkollektor für Raumheizung und Warm- wasser EFH	Nutzwärme <sup>2</sup>	kWh	76,5	1,54	0,193	0,03080
44.008	Kleinblockheizkraftwerk, Erdgas	Nutzwärme <sup>2</sup>	kWh	70,5	0,002	0,502	0,1110
<b>45</b>	<b>Elektrizität vom Netz</b>						
45.001	Atomkraftwerk	Endenergie	kWh	453	0,01	4,21	0,023
45.002	Erdgaskombikraftwerk GuD	Endenergie	kWh	308	0,01	2,22	0,466
45.023	Braunkohlekraftwerk	Endenergie	kWh	793	0,01	3,94	1,360
45.003	Steinkohlekraftwerk	Endenergie	kWh	768	0,03	3,91	1,240
45.004	Kraftwerk Schweröl	Endenergie	kWh	1090	0,01	3,82	1,010
45.005	Kehrichtverbrennung	Endenergie	kWh	32	0,0023	0,0156	0,00693
45.006	Heizkraftwerk Holz	Endenergie	kWh	295	3,64	0,240	0,1180
45.007	Blockheizkraftwerk Diesel	Endenergie	kWh	677	0,01	3,27	0,823
45.008	Blockheizkraftwerk Gas	Endenergie	kWh	440	0,01	2,94	0,669
45.009	Blockheizkraftwerk Biogas	Endenergie	kWh	374	0,09	0,827	0,403
45.010	Blockheizkraftwerk Biogas, Landwirtschaft	Endenergie	kWh	230	0,042	0,152	0,1770
45.011	Photovoltaik	Endenergie	kWh	174	1,22	0,334	0,0964
45.012	Photovoltaik Schrägdach	Endenergie	kWh	169	1,22	0,318	0,0914
45.013	Photovoltaik Flachdach	Endenergie	kWh	156	1,22	0,324	0,0958
45.014	Photovoltaik Fassade	Endenergie	kWh	225	1,24	0,461	0,1350
45.015	Windkraft	Endenergie	kWh	74	1,20	0,094	0,02600
45.016	Wasserkraft	Endenergie	kWh	43,8	1,17	0,029	0,01220
45.017	Pumpspeicherung	Endenergie	kWh	451	0,63	3,26	0,1390
45.018	Heizkraftwerk Geothermie	Endenergie	kWh	103	3,17	0,191	0,03090
45.019	CH-Produktionsmix	Endenergie	kWh	229	0,66	1,85	0,02680
45.022	Mix Stromprodukte aus erneuerbaren Energien	Endenergie	kWh	47,8	1,17	0,0359	0,01530
45.020	CH-Verbrauchermix <sup>3</sup>	Endenergie	kWh	347	0,49	2,52	0,1020
45.021	ENTSO-E-Mix (ehemals UCTE-Mix)	Endenergie	kWh	548	0,30	2,89	0,524
<b>46</b>	<b>Elektrizität am Standort erzeugt, inkl. erneuerbare Energien</b>						
46.001	Photovoltaik	Endenergie	kWh	129	1,11	0,289	0,0812
46.002	Photovoltaik Schrägdach	Endenergie	kWh	124	1,11	0,275	0,0767
46.003	Photovoltaik Flachdach	Endenergie	kWh	112	1,11	0,280	0,0807
46.004	Photovoltaik Fassade	Endenergie	kWh	175	1,12	0,402	0,1150
46.005	Windkraft	Endenergie	kWh	38,1	1,09	0,0709	0,01730
46.006	Biogas	Endenergie	kWh	309	0,077	0,733	0,358
46.007	Biogas, Landwirtschaft	Endenergie	kWh	179	0,036	0,124	0,1550
46.008	Kleinblockheizkraftwerk, Erdgas	Endenergie	kWh	447	0,01	3,39	0,749

<sup>1</sup> Oberer Heizwert<sup>2</sup> inkl. Verteilverluste (Wärme am Ausgang Wärmeerzeuger)<sup>3</sup> ohne Stromprodukte aus erneuerbaren Energien

**Umweltbelastungspunkte (UBP)**

Die **Umweltbelastungspunkte** (Tabelle 11.1) führen die verschiedenen Umweltauswirkungen (Emissionen in Luft, Boden, Wasser sowie Auswirkungen der Abfallentsorgung) in einer Gesamtbewertung, den UBP (Umweltbelastungspunkten) zusammen. Die Vergleichbarkeit der verschiedenen Umwelteinflüsse erfolgt dabei nach der Methode der ökologischen Knappheit. Die UBP zeigen daher ein vollständiges Bild der Umweltauswirkungen und basieren auf der schweizerischen Umweltpolitik.

■ Bei der Elektrizität hat der eingekaufte Strommix einen sehr grossen Einfluss auf die Umweltbilanz (z.B. Wasserkraftstrom 43,8 UBP/kWh, CH-Verbrauchermix 347 UBP/kWh). Daher ist mit den Entscheidungsträgern seitens Bauherrschaft zu Beginn des Evaluationsprozesses zu definieren, welcher Strommix für die Betrachtung herangezogen werden soll.

■ UPB, CO<sub>2</sub>-Belastung und Primärenergiefaktoren gibt es auch für die wichtigsten Baumaterialien, die Installationen, den Transport und die Entsorgung. Damit ist es möglich, eine umfassende ökologische Bilanzierung des gesamten Gebäudes inklusive Erstellung (graue Energie) vorzunehmen. Weitere Informationen: [www.ecobau.ch](http://www.ecobau.ch) → Instrumente → Ökobilanzen.

**11.4 Energieeffizienz als Ziel**

Minergie ist ein freiwilliger Baustandard für neue und modernisierte Gebäude. Im Zentrum steht der Wohn- und Arbeitskomfort von Gebäudenutzern. Dieser wird durch eine hochwertige Gebäudehülle, eine systematische Lüfterneuerung unter rationellem Energieeinsatz und der Nutzung von erneuerbaren Energien ermöglicht. Das Einhalten des Standards kann die Bauherrschaft zertifizieren lassen. Es werden drei Kategorien von Baustandards unterschieden: Minergie, Minergie-P und Minergie-A sowie der Zusatz Eco, der die drei Baustandards mit den Themen Gesundheit und Bauökologie ergänzt. Minergie-P bezeichnet Niedrigstenergie-Bauten mit einer herausragenden Gebäudehülle und entsprechend geringem Heizwärmebedarf. Minergie-A-Bauten produzieren mehr Energie als sie verbrauchen. Während Merkmale wie Komfort und Energieeffizienz Minergie-Gebäuden eigen sind, erfüllen zertifizierte Bauten nach Minergie-Eco zudem Anforderungen einer gesunden und ökologischen Bauweise (Tabelle 11.2). Das breite Wissen, die bewährten Planungswerkzeuge und nicht zuletzt die Erfahrungen aus dem Programm Eco-Bau bilden die Grundlage.

Allen drei Varianten des Minergie-Standards gemeinsam ist die Beurteilung des Energiebedarfs eines Gebäudes mit einer

	<b>Minergie</b>	<b>Eco</b>	
<b>Mehr Lebensqualität</b>	<b>Komfort</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hohe thermische Behaglichkeit</li> <li>• Sommerlicher Wärmeschutz</li> <li>• Gute Luftqualität dank systematischer Lüfterneuerung</li> </ul>	<b>Gesundheit</b>	
		Optimale Tageslichtverhältnisse	Tageslicht
		Geringe Lärmimmissionen Geringe Belastung mit Schadstoffen aus Baumaterialien und Strahlung	Schallschutz Innenraumklima
<b>Geringe Umweltbelastung</b>	<b>Energieeffizienz</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tiefer Energiebedarf</li> <li>• Neubauten ohne fossile Brennstoffe</li> <li>• Einsatz effizienter Geräte, Gebäudetechnik und Beleuchtung</li> <li>• Eigenstromproduktion</li> <li>• Energie-Monitoring</li> </ul>	<b>Bauökologie</b>	
		Hohe Nutzungsdauer, Nutzungsflexibilität, Rückbaufähigkeit	Gebäudekonzept
		Einsatz von Recyclingbaustoffen, gelabelte Produkte, Bodenschutz Tiefe graue Energie der Summe aller verwendeten Baustoffe	Materialien und Bauprozesse Graue Energie Baustoffe

*Tabelle 11.2: Minergie-Eco ist eine Erweiterung des Basisstandards Minergie um gesundheitliche und bauökologische Kriterien. (Quelle: Minergie)*

Gebäudekategorie			Minergie: Erneuerung von Gebäuden mit Baujahr vor 2000			
			MKZ <sup>1</sup> kWh/m <sup>2</sup> a	E <sub>hwik</sub> kWh/m <sup>2</sup> a	Q <sub>h</sub> in % Q <sub>h,li</sub> MuKE n 14	Dichtheit Gebäudehülle
I	Wohnen MFH <sup>2</sup>	ME	90	60	–	K
		ME-P	80		90	M
		ME-A	35		–	M
II	Wohnen EFH	ME	90	60	–	K
		ME-P	80		90	M
		ME-A	35		–	M
III	Verwaltung	ME	120	55	–	K
		ME-P	115		90	M
		ME-A	35		–	M
IV	Schulen	ME	85	55	–	K
		ME-P	75		90	M
		ME-A	20		–	M
V	Verkauf	ME	110	55	–	K
		ME-P	100		90	M
		ME-A	40		–	M
VI	Restaurants	ME	100	65	–	K
		ME-P	90		90	M
		ME-A	40		–	M
VII	Versammlungs- lokale	ME	95	60	–	K
		ME-P	85		90	M
		ME-A	25		–	M
VIII	Spitäler	ME	125	85	–	K
		ME-P	120		90	M
		ME-A	50		–	M
IX	Industrie	ME	105	40	–	K
		ME-P	95		90	M
		ME-A	30		–	M
X	Lager	ME	65	35	–	K
		ME-P	55		90	M
		ME-A	25		–	M
XI	Sportbauten	ME	65	40	–	K
		ME-P	55		90	M
		ME-A	25		–	M
XII	Hallenbäder <sup>3</sup>	ME	–	–	100	K
		ME-P	–	–	90	M

<sup>1</sup> Die Minergie-Kennzahlen für Zweckbauten (Gebäudekategorien III–XI) gelten für Objekte mit EBF ≤ 250 m<sup>2</sup>. Für grössere Zweckbauten sind die Anforderungen objektabhängig.

<sup>2</sup> Bezogen auf durchschnittlich 125 m<sup>2</sup> EBF pro Wohneinheit.

<sup>3</sup> Zusatzanforderungen für Hallenbäder in Kapitel 5.3 des Produktreglements Minergie.

**Tabelle 11.3:**  
Gebäudekategorien  
nach SIA 380/1 so-  
wie Anforderungen  
nach Minergie-Stan-  
dards für bestehen-  
de Bauten. Eine  
analoge Tabelle ist  
für Neubauten ver-  
fügbar.

#### Begriffe, Abkürzungen

ME, ME-P, ME-A	Minergie, Minergie-P, Minergie-A
MKZ	Minergie-Kennzahl (Gesamtenergiebedarf für den Betrieb des Gebäudes)
E <sub>hwik</sub>	Anforderungen an den gewichteten Energiebedarf für Heizung, Warmwasser, Lüftung Klimatisierung
K, M	Luftdichtheit Hülle; K = Luftdichtheitskonzept, M = Luftdichtheitsmessung/Messkonzept
Q <sub>h,li</sub>	Grenzwert Heizwärmebedarf für Neubauten
EBF	Energiebezugsfläche

Energiekennzahl, der sogenannten Minergie-Kennzahl MKZ. Dabei handelt es sich aber nicht um den eigentlichen Energieverbrauch, der an einem Zähler abgelesen werden kann. Vielmehr werden Teilmengen von Nutzenergie, namentlich der Heizwärmebedarf, der Bedarf an Energie für die Bereitstellung von Warmwasser sowie der Bedarf an elektrischer Energie für Lüftung, Klimatisierung und allgemeine Gebäudetechnik, Beleuchtung und Geräte, ermittelt. Der Eigenverbrauch und 40% des ins Netz eingespeisten PV-Stroms kann vom Endenergiebedarf abgezogen werden (Stand Juli 2019). Die einzelnen Teilmengen an Nutzenergiebedarf sowie der PV-Strom werden mit Nutzungsgraden in Endenergie umgerechnet, mit nationalen Faktoren gewichtet und zu einer gemeinsamen Zahl zusammengezählt. Die Minergie-Kennzahl ist somit eine politisch bewertete Form des Endenergiebedarfs eines Gebäudes. Die Konzentration der vielen Teilmengen auf eine Zahl bietet dem Planer Spielraum bei den Konzepten, indem Schwachstellen an der Gebäudehülle mit mehr Photovoltaik, effizienter Gebäudetechnik oder hochwertiger erneuerbarer Energie kompensiert werden können. Um den Rahmen der Optimierungen abzustecken, verlangt Minergie das Einhalten von Zusatzanforderungen. Diese unterscheiden sich je nach Baustandard (Minergie, Minergie-P und Minergie-A)

und Gebäudekategorie (Nutzung). Das Konzept der Minergie-Kennzahl ist inzwischen in die Ausgabe 2014 der Mustervorschriften der Kantone (MuKEn) eingeflossen. In Zukunft muss also auch bei Baueingaben ein gewichteter Energiebedarf für Heizung, Warmwasser, Lüftung und Klimatisierung nachgewiesen werden. Im Gegensatz zu Minergie kann Elektrizität aus Eigenstromerzeugung aber nicht angerechnet werden.

### 11.5 Differenzieren mit Gebäudekategorien

Die Vorgaben der entsprechenden SIA-Normen wie auch der Minergie-Standards beziehen sich auf zwölf verschiedene Gebäudekategorien (Tabelle 11.3). Diese Einteilung, differenziert nach Neubau und Erneuerung, ermöglicht es, Grenzwerte festzulegen, welche die Eigenheiten der jeweiligen Kategorien in realistischer Weise berücksichtigen.

Gebäudekategorie		Minergie: Erneuerung von Gebäuden mit Baujahr vor 2000				
		Automatische Lüftung erforderlich	Monitoring	Beleuchtungsnachweis SIA 387/4	Warmwasser 20% erneuerbar	Nachweis thermischer Komfort im Sommer
I	Wohnen MFH	Ja	Ja, wenn Gebäudetechnik neu: bei allen ME-A-Bauten, sonst nur wenn EBF > 2000 m <sup>2</sup>	Nein	–	Ja
II	Wohnen EFH	Ja		–		
III	Verwaltung	empfohlen		–		
IV	Schulen	Ja		–		
V	Verkauf	empfohlen		–		
VI	Restaurants	Ja		Ja		
VII	Versammlungslokale	empfohlen		–		
VIII	Spitäler	Ja		–		
IX	Industrie	empfohlen		–		
X	Lager	empfohlen		–		
XI	Sportbauten	empfohlen		Ja		
XII	Hallenbäder	Ja		Ja		

*Tabelle 11.4: Gebäudekategorien nach SIA 380/1 sowie Zusatzanforderungen nach Minergie-Standard für bestehende Bauten. Eine analoge Tabelle ist für Neubauten verfügbar. Neubauten dürfen keine fossile Wärmeenergie verwenden, ausser für Spitzenlastabdeckung, Fernwärme mit <50% fossilen und bei Wärme-Kraft-Kopplungsanlagen. Ausserdem besteht für Neubauten eine Pflicht zur Eigenstromproduktion.*

## 11.6 Energiekonzept: Vorgehen und Grundsätze

Für das Entwickeln eines umfassenden Energiekonzepts wird ein Zusammenwirken aller Beteiligten in mindestens sieben Schritten empfohlen.

### Vorgehen

- 1 Zielsetzung formulieren**
- 2 Bedarf ermitteln**
- 3 Passive Elemente nutzen**
- 4 Basisvariante als Vergleichsvariante**
- 5 Niedriger Technisierungsgrad, einfache Gebäudetechnik**
- 6 Abwärmenutzung**
- 7 Konzept zielorientiert entwickeln**

### 1. Zielsetzung formulieren

Bevor mit der Entwicklung des Energiekonzepts begonnen wird, muss festgelegt werden, welche Ziele damit erreicht werden sollen. Bei der Erneuerung kennt die Bauherrschaft in der Regel die Eigenheiten ihres Gebäudes. Daher soll ihre Absicht und ihr Ziel bezüglich Energie, Ökologie und Ökonomie definiert werden. Daraus ist eine Zielsetzung zu formulieren und zu vereinbaren. Diese soll grundsätzlich lösungsneutral sein und das zu erreichende Ziel ist möglichst genau und überprüfbar zu umschreiben. Weiter soll die Zielsetzung dem Planungsteam innerhalb der gesetzten Grenzen grösstmöglichen Handlungsspielraum lassen und den Einbezug unkonventioneller, innovativer Lösungen ermöglichen.

### 2. Bedarf ermitteln

Nebst der Zielformulierung muss für ein Energiekonzept im Detail festgelegt werden, welchen Bedürfnissen das Gebäude beziehungsweise einzelne Räume im Betrieb genügen müssen. Es sind die Raumtemperaturen im Winter und im Sommer, die Temperaturvariabilität, allfällige Anforderungen an Feuchtigkeit und Belüftung, der Umgang mit internen thermischen Lasten, die Versorgung mit Spezialmedien, die erforderliche elektrische Versorgung, die Anforderungen an die Tageslichtnut-

zung und die künstliche Beleuchtung etc. festzulegen.

Je nach Gebäudekategorie wird schnell klar, dass nicht die Wärme im Winter das zentrale Problem darstellt, sondern die erforderliche Kühlung der Räume im Sommer. Die Erkenntnisse aus der Bedarfsermittlung haben einen entscheidenden Einfluss auf den ganzen Prozess der Entwicklung des Energiekonzepts.

### 3. Passive Elemente nutzen

Der Einfluss der passiven Elemente auf die späteren Betriebseigenschaften eines Gebäudes kann in energetischer, ökologischer und ökonomischer Hinsicht erheblich sein. Die Nutzung aller passiven Möglichkeiten in und an einem Gebäude steht daher am Anfang aller Überlegungen. Sehr bald wird sich dabei vermutlich zeigen, dass die Vernetzung der passiven Einzelmassnahmen ein Zusammenwirken der verschiedenen Planer bedingt. Oft findet dabei für die Konzept- und Projektentwicklung ein iterativer Prozess zwischen Gestaltung und Ausrichtung des Baukörpers, der Eigenschaften der Gebäudehülle, der Materialwahl und der Systemwahl in der Gebäudetechnik statt. Die energetisch, ökologisch und ökonomisch optimierte oder maximierte Nutzung der passiven Elemente ist in der Regel wenig spektakulär, weil damit die Gestaltung des Gebäudes und der Bauhülle gewissen Grundsätzen folgen muss und der Technisierungsgrad im Gebäude reduziert werden kann. Wichtig ist, dass auch dieser Prozess und dieses Ziel mit der Bauherrschaft vorab besprochen und präzise geregelt wird.

### 4. Basisvariante als Vergleichsvariante

Das Planungsteam wird sich bei der Entwicklung eines Energiekonzepts recht bald vor die Aufgabe gestellt sehen, Variantenentscheide zu empfehlen oder zu begründen. Aufgabe ist dabei, den energetischen, ökologischen und ökonomischen Zielerreichungsgrad aufzuzeigen und mit einer Basisvariante zu vergleichen. Sehr oft wird dabei gewünscht, diese Basisvariante im

Sinne einer konventionellen Standardvariante zu definieren. Bei einer Erneuerung wird z. B. oft ein 1:1-Ersatz oder eine herkömmliche Ölheizung als Basisvariante gewählt. In jedem Fall ist es empfehlenswert, gleich zu Beginn der Planung die Basisvariante grob zu definieren und die Eckparameter mit dem Projektfortschritt nachzuführen. Die damit stets verfügbare Vergleichsmöglichkeit erleichtert den laufenden Entscheidungsprozess.

### **5. Niedriger Technisierungsgrad, einfache Gebäudetechnik**

Ein hoher Technisierungsgrad in einem Gebäude ist nicht zwingend ein Ausweis für ein gutes, optimiertes Energiekonzept. Gewiss gibt es Gebäude, die aufgrund der Anforderungen der Benutzer einen hohen Technisierungsgrad sowie komplexe, stark vernetzte Gebäudetechnik-Systeme erfordern. Leider trifft man immer wieder Lösungen an, die unnötigerweise viel Technik beinhalten. Beispielsweise durch eine wenig sinnvolle Kombination sich gegenseitig konkurrenzierender Systeme. Ein gutes Konzept zeichnet sich auch dadurch aus, dass die definierten Ziele mit einem möglichst einfachen, gut verständlichen und damit auch bedienungsfreundlichen Technikkonzept erreicht und in Betrieb gehalten werden können. In einer umfassenden Bewertung der Lebenszykluskosten dürften einfache Konzepte mit wenig Technik in der Regel sehr gut abschneiden. Die energetischen Vor- und Nachteile intelligenter Gebäudesysteme (z. B. Smart Home) sind dabei ganzheitlich abzuwägen.

### **6. Abwärmennutzung**

In jedem Gebäude entstehen überschüssige Abwärme, Feuchtigkeit und Kälte. Deren Nutzung ist eine einfache Möglichkeit, die Gesamtbilanz des Gebäudes positiv zu beeinflussen. Allerdings sind ihr physikalische Grenzen gesetzt: Die anfallende Energiemenge und das Temperaturniveau sollen möglichst gleich oder grösser respektive höher sein, als am Wiederverwendungspunkt von der Anlage abgenommen werden kann. Ist z. B. das Temperaturniveau der Abwärmeenergie zu tief, muss es

mit einer Wärmepumpe auf das höhere Temperaturniveau des Verbrauchers transformiert werden, was die Effizienz der Abwärmennutzung aus energetischer und ökonomischer Sicht reduziert. Es gilt also, die Rückgewinnung beziehungsweise die Direktnutzung der anfallenden Abwärme, Kälte und Feuchtigkeit bedarfsgerecht zu optimieren. Ein Maximieren dieser Nutzung ist in der Regel wirtschaftlich nicht vertretbar.

### **7. Konzept zielorientiert entwickeln**

Sind die ersten Ideen zum Energiekonzept im Planungsteam beziehungsweise zwischen Architekt, Bauphysiker und Gebäudetechniker abgesprochen und liegen erste Entwürfe des architektonischen Konzepts vor, können die Parameter zur Auslegung der erforderlichen Gebäudetechnik ermittelt werden. Daraus lassen sich Überlegungen bezüglich der Erzeugung und Aufbereitung sowie der Verteilung und Abgabe der benötigten Medien im Gebäude ableiten. Sinnvoll ist es, in dieser Phase in Konzeptvarianten zu denken, wobei die Basisvariante (siehe Schritt 4) nicht vergessen werden soll. Bereits in diesem frühen Planungsstadium ist es notwendig, die sich aus den Konzeptgedanken für die verschiedenen Varianten ergebende Gesamtbilanz des Gebäudes bezüglich Energie, Ökologie und Ökonomie soweit möglich zu ermitteln. Diese Daten sind mit der Zielsetzung (siehe Schritt 1) zu vergleichen. Varianten, welche das vorgegebene Ziel nicht erfüllen, sollen überarbeitet oder ausgeschieden werden. Mit zunehmender Konkretisierung des Projekts wird auch die Gesamtbilanz des Gebäudes präziser. Massnahmen zur Verbesserung des Zielerreichungsgrades können zunehmend genauer definiert und evaluiert werden. Vergleichsparameter, die sich zur Entscheidungsfindung eignen:

- Zielerreichungsgrad aus energetischer, ökologischer und ökonomischer Sicht
- Spezifische Kennzahlen zum Vergleich mit der Basisvariante, mit anderen Objekten sowie mit Standards respektive Erfahrungszahlen

## 11.7 Trends und Tools

### Kennzahlen

Kennzahlen sind im Prinzip verdichtete Informationen über quantifizierbare betriebliche Zustände. Sie stellen eine einfache Möglichkeit zur Vorgabe, Kontrolle oder zum Vergleich von Ergebnissen dar. Die für Energiekonzepte interessanten Kennzahlen sind Verbrauchsdaten, Emissionswerte oder Kosten, bezogen auf eine Basisgrösse (also z. B. kWh/m<sup>2</sup>a, CO<sub>2</sub>/MWh, Fr./to CO<sub>2</sub> etc.). Die wohl bekanntesten Kennzahlen im Energiebereich sind die Grenz- und Zielwerte, die als Grundlage zur Beurteilung eines Gebäudes oder von Bauteilen (nach SIA 380/1 oder Minergie) im Rahmen des Verfahrens zur Erlangung der Baubewilligung oder zur Zertifizierung nach Minergie nachgewiesen werden müssen. Die Energiekennzahl quantifiziert die energetische Qualität eines Gebäudes und lässt Vergleiche mit anderen Gebäuden gleicher Kategorie zu. Hier wird die gesamte, dem Gebäude während einem Jahr zugeführte Energie, bezogen auf seine Energiebezugsfläche (nach SIA 416/1), ausgewiesen. In einem Variantenvergleich wird vielfach die Gesamtbilanz der zugeführten Primär- oder Endenergie, der CO<sub>2</sub>-Emission und der Jahresbetriebskosten oder der Lebenszykluskosten errechnet und verglichen. Wird eine Basisvariante als Referenz einbezogen, lässt sich der ökonomische Nutzen der Mehraufwendungen einer Variante in aussagekräftiger Art wie z. B. in Fr./MWh oder Fr./to CO<sub>2</sub>-Einsparung pro Jahr oder über eine Zeitdauer von beispielsweise 25 Jahren darstellen.

### Softwaretools, Berechnungshilfen

- [www.energieschweiz.ch](http://www.energieschweiz.ch): Energie Schweiz
- [www.minergie.ch](http://www.minergie.ch): Verein Minergie
- [www.endk.ch](http://www.endk.ch) → **Fachleute** → **Hilfsmittel**: Konferenz Kantonaler Energiedirektoren
- [www.energytools.ch](http://www.energytools.ch): Hilfsmittel und Software des SIA

### Normen, Standards

Normen und Standards sind wichtige Arbeitsmittel zur Entwicklung eines bau- und haustechnischen Konzepts. Es gibt heute eine ganze Reihe von Normen und Standards, die allgemeine Gültigkeit haben und teilweise Eingang in Gesetze und Verordnungen gefunden haben.

- [www.webnorm.ch](http://www.webnorm.ch): Plattform des SIA für das ganze SIA-Normenwerk, die SIA-Dokumentationen sowie europäische Normen. Einfache Suchfunktionen über Stichworte dienen der Selektion.
- [www.minergie.ch](http://www.minergie.ch): Verein Minergie mit den Anforderungen zu den Standards, mit Anwendungshilfen und Nachweisformularen.
- [www.endk.ch](http://www.endk.ch): Konferenz Kantonaler Energiedirektoren mit Unterlagen zum Energienachweis, mit Vollzugshilfen, mit Mustervorschriften der Kantone (MuKEN) und weiteren Hilfsmitteln.
- [www.kbob.ch](http://www.kbob.ch): Koordinationskonferenz der Bau- und Liegenschaftsorgane der öffentlichen Bauherren, KBOB, mit Empfehlungen für die Gebäudetechnik im Allgemeinen sowie speziell für nachhaltiges Bauen.

# Wärmeerzeugung und Elektrizitätsversorgung

Martin Stocker

## 12.1 Gesetzliche Vorgaben

In vielen Kantonen ist ein Ersatz der Wärmeerzeugung nur noch mit baulichen oder haustechnischen Auflagen möglich. Diese Bestimmungen sind Teil der Muster Vorschriften der Kantone im Energiebereich, Ausgabe 2014 (MuKEn 2014). In einem Grossteil der Kantone stehen diese Bestimmungen im parlamentarischen Verfahren zur Inkraftsetzung.

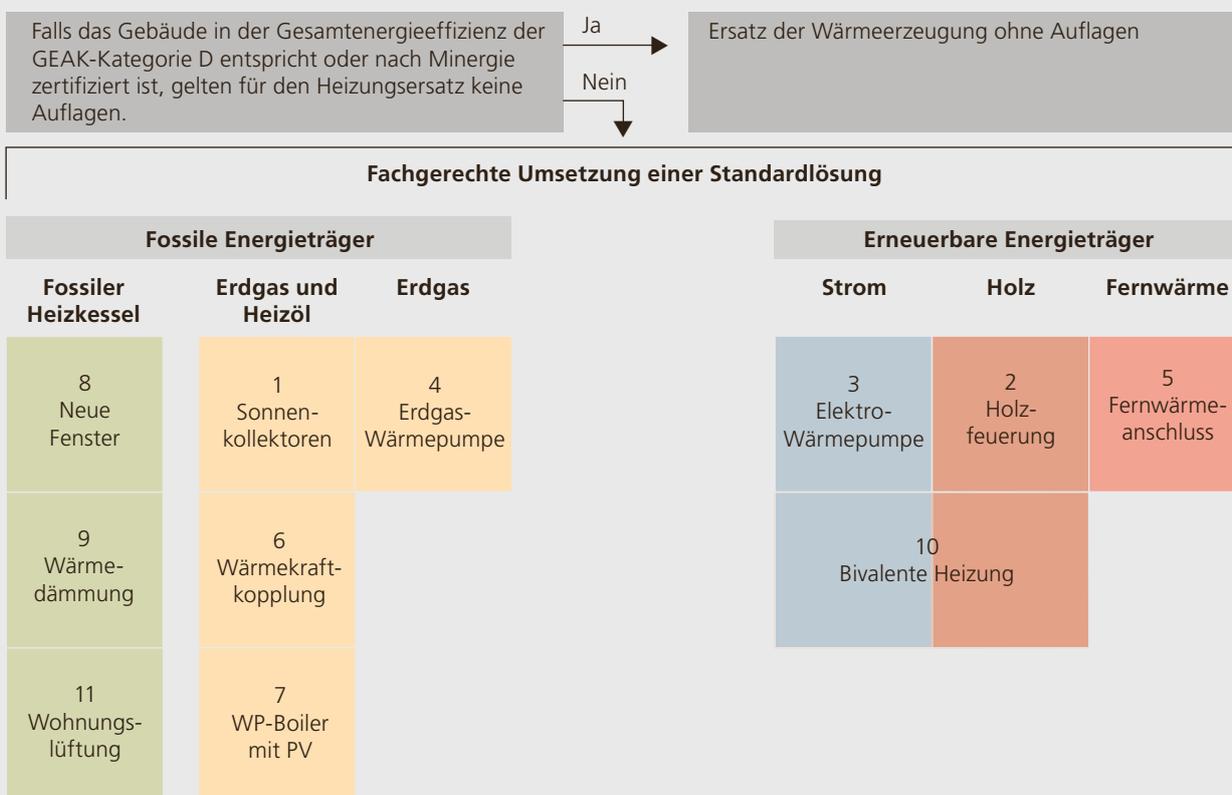
Gemäss MuKEn 2014 gilt bei einem Ersatz der Wärmeerzeugung ein Höchstanteil an nicht erneuerbaren Energien von 90%; ein rechnerischer Nachweis ist nur in Form der GEAK-Klassierung oder des Minergie-Labells zulässig. Der Hauseigentümerschaft stehen die drei Optionen «Standardlösung», «Zertifizierung nach Minergie» oder «GEAK-Klasse D in der Gesamtenergieeffizienz» offen.

Die Standardlösungen bieten eine breite Auswahl an haus- und bautechnischen Massnahmen. Mit einer Sanierungspflicht sind sie nicht verbunden. Es gilt aber der Grundsatz: Wer baut und installiert, muss die gesetzlichen Vorgaben erfüllen. Die Lösungen differieren auch hinsichtlich ihrer Kosten sehr stark, ganz abgesehen davon, dass der monetäre Aufwand naturgemäss vom Objekt abhängig ist.

## 12.2 Energieträger

Von Interesse im Baubereich ist die Frage, welche Energieträger am Standort verfügbar sind und welche dieser Energieträger zur Erreichung der energetischen, ökologischen und ökonomischen Zielsetzung eingesetzt werden können. Die Verfügbarkeit vor Ort ist frühzeitig und im umfassenden Sinne zu prüfen: Es ist nicht nur eine Frage,

*Abbildung 12.1: Fünf Energieträger für elf Standardlösungen – die MuKEn-Vorgaben für den Ersatz der Wärmeerzeugung. (Quelle: Faktor Verlag)*



*Tabelle 12.1: Die 11 Standardlösungen für den Ersatz der Wärmeerzeugung gemäss MuKE n 2014. Mit den Energieträgern Erdgas und Heizöl lassen sich 7 respektive 6 Standardlösungen realisieren, jeweils 3 davon sind bauliche Massnahmen. (Quelle: Faktor Verlag)*

ob ein bestimmter Energieträger am Standort vorhanden ist oder zugeführt werden kann, sondern auch, ob dieser Energieträger aus bestimmten Gründen am Standort nicht eingesetzt werden darf oder kann (z. B. ist eine Grundwassernutzung zu Heiz- oder Kühlzwecken in Grundwasserschutz-zonen nicht erlaubt). Die für übliche Bauten verfügbaren Energieträger unterscheiden sich durch ihren Primärenergieanteil, ihre Belastung der Umwelt bei der Verbrennung (d. h. bei der chemischen Umwandlung) insbesondere mit Schadstoffen und Treibhausgasen (siehe Kapitel 11 «Energiekonzept»). Zudem weisen die Brennstoffe die Eigenschaft auf, dass sie nicht wie die anderen Energieträger leitungsgebunden sind, sondern Lagerraum vor Ort benötigen (Ausnahme: Erdgas). Die Dimension dieses Lagers ergibt sich aus dem spezifi-

schon Energieinhalt und dem Verbrauchsprofil, welches das Gebäude nach der Erneuerung aufweist. Ausgehend von der bestehenden Heizung sind die heute üblichen Heizsysteme für Wohnbauten mit deren Randbedingungen, Vor- und Nachteilen in Abbildung 12.2 aufgelistet.

**Der 1:1-Ersatz von Elektroheizungen ist nach den Mustervorschriften der Kantone (MuKE n 2014) nicht mehr zulässig.**

### 12.3 Fossile Energieträger

Fossile Energieträger haben aus ökologischer Sicht den Nachteil, dass sie die CO<sub>2</sub>-Gesamtbilanz des Gebäudes stark belasten. Bei Zielsetzungen zu einer grossen Reduktion der CO<sub>2</sub>-Emissionen scheiden daher die meisten Varianten mit fossilen Energieträgern frühzeitig aus. Dafür ha-

#### Ersatz der Wärmeerzeugung: 11 Standardlösungen

Nr.	Standardlösung	Bedingungen	Kommentar
1	<b>Sonnenkollektoren</b>	Zur Wassererwärmung mit einer Kollektorfläche von mindestens 2 % der Energiebezugsfläche	Weitgehend standardisierte Anlagen; vielfach nicht realisierbar (Auflagen)
2	<b>Holzfeuerung</b>	Als Hauptwärmeerzeugung und anteilig erneuerbare Energien für die Wassererwärmung	Mit automatischer Pelletsheizung wenig Bedienungsaufwand; Platzbedarf abklären
3	<b>Elektro-Wärmepumpe</b>	Für Heizung und Wassererwärmung	Einfache Lösung; bei Wärmequelle Aussenluft sehr wirtschaftlich. Niedrige Vorlauftemperatur beachten
4	<b>Erdgas-Wärmepumpe</b>	Ganzjährig für Heizung und Wassererwärmung	Sehr innovative Lösung; geringe Betriebskosten; in Verbindung mit Erdsonden relativ hohe Investitionskosten
5	<b>Fernwärmeanschluss</b>	Mit Wärme aus ARA, KVA oder erneuerbaren Quellen	Bei kleinen Objekten schlechtes Kosten-Nutzen-Verhältnis; zuverlässige Lösung
6	<b>Wärmeerkopplung</b>	Für mindestens 60 % des Wärmebedarfs für Raumwärme und Warmwasser; elektrischer Wirkungsgrad von mindestens 25 %	Hoher Deckungsgrad im Eigenverbrauch von Strom; Einspeisebedingungen lokal sehr unterschiedlich
7	<b>Wärmepumpen-Boiler mit PV</b>	Für Wassererwärmung und Photovoltaik-Anlage mit einer Leistung von mindestens 5 W pro m <sup>2</sup> Energiebezugsfläche	Einfache Lösung; nicht überall realisierbar (Auflagen); Haustechnikraum darf nicht auskühlen
8	<b>Neue Fenster</b>	U-Wert der Fenster vorher mindestens 2 W/m <sup>2</sup> K, der Verglasung nachher höchstens 0,7 W/m <sup>2</sup> K	Besonders sinnvoll in Verbindung mit Wärmedämmung der Aussenwand; Komfortverbesserung
9	<b>Wärmedämmung</b>	Von Dach respektive Aussenwand; vorher mindestens 0,6 W/m <sup>2</sup> K, nachher höchstens 0,2 W/m <sup>2</sup> K; betroffene Fläche mindestens 0,5 m <sup>2</sup> pro m <sup>2</sup> Energiebezugsfläche	Nachhaltige Lösung; sinnvoll, wenn eine Erneuerung ansteht; Komfortverbesserung (wärmere Aussenwände)
10	<b>Bivalente Wärmeerzeugung</b>	Mit Deckung der Grundlast mit erneuerbaren und der Spitzenlast mit fossilen Energien; Erzeugerleistung in der Grundlast mindestens 25 % der notwendigen Wärmeleistung	Sinnvoll bei grösseren Anlagen und in Einfamilienhäusern als Kompaktgerät («Hybrid»); aufwändige Hydraulik und Regelung
11	<b>Mechanische Wohnungslüftung</b>	Neuinstallation einer Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung; Rückgewinnungsgrad mindestens 70 %	Sinnvoll in Bauten mit guter Dämmung Luftdichtigkeit; dezentrale Geräte wegen ungenügendem Rückgewinnungsgrad ungeeignet

ben diese Varianten den Vorteil, dass eine bewährte, kostengünstige, gut etablierte und leicht zu beherrschende Technik zur Anwendung kommt. Zudem funktioniert aus Sicht des Betreibers die Versorgung mit fossilen Brennstoffen problemlos. Die Erfahrung der letzten Jahre zeigt allerdings, dass die Versorgungskette dieser Energieträger empfindlich gestört werden kann. Zudem sind die Preise dieser Energieträger weltweit starken Schwankungen unterworfen. Erzeugersysteme mit fossilen Energieträgern eignen sich daher eher für Konzepte, in denen:

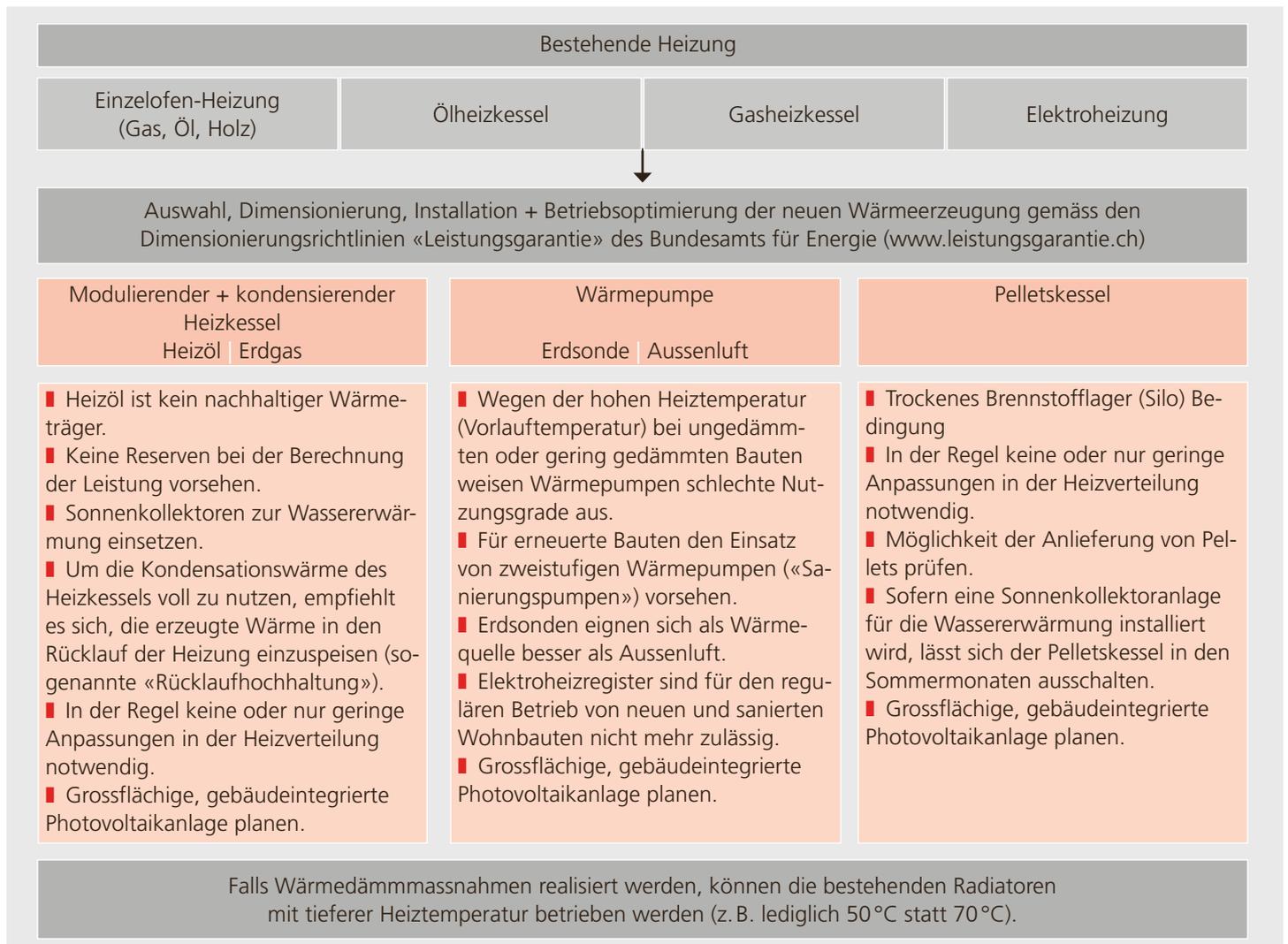
- ein 1:1-Ersatz einfach möglich ist, tiefe Investitionskosten im Vordergrund stehen und den ökologischen Kriterien bewusst keine grosse Bedeutung zugeschrieben wird. Die gesetzlichen Vorgaben (Kapitel 12.1) sind in jedem Fall zu beachten.

- ein Gasnetz zur Verfügung steht und damit mit geringem Platzbedarf und tiefen Kosten eine Sanierung zu realisieren ist. Über das Gasnetz kann auch Biogas und eventuell zukünftig auch Gas aus solarer Produktion (Power-to-Gas) bezogen werden.

- erneuerbare Energieträger am Standort nicht in ausreichender Menge verfügbar sind oder die Nutzung (z. B. Wärmeverteilungssystem mit hohen Temperaturanforderungen) den Einsatz erneuerbarer Energieträger verunmöglicht respektive stark einschränkt. In letzterem Fall ist eine Kombination fossiler Energieträger mit erneuerbarer Energie anzustreben.

- eine Basisvariante als Vergleichsvariante zur Entscheidungsfindung in der Entwicklung eines Energiekonzepts benötigt wird.

Abbildung 12.2: Häufige Heizsysteme von Wohnbauten.



## 12.4 Erneuerbare Energien

Erprobte Erzeugersysteme mit erneuerbaren Energieträgern können folgenden fünf Gruppen zugeordnet werden:

- Brennstoffe, die aus erneuerbaren Energien hergestellt wurden beziehungsweise einen sehr hohen Anteil an erneuerbaren Energien enthalten, z. B. Pellets, Holz-schnitzel, Biogas.
- Fernwärme aus Abwärmenutzung oder einer Wärmeerzeugung mit erneuerbaren Energieträgern.
- Nutzwärme, am Gebäudestandort aus erneuerbaren Quellen erzeugt.
- Elektrizität vom Netz, die aus erneuerbaren Energien hergestellt wurde beziehungsweise einen definierten Anteil an erneuerbaren Energien enthält.
- Elektrizität, am Gebäudestandort aus erneuerbaren Quellen erzeugt.

Brennstoffe, die aus erneuerbaren Energien hergestellt wurden beziehungsweise einen definierten Anteil an erneuerbaren Energien enthalten, sind bekannt unter der Bezeichnung Bio-Diesel, Bio-Gas und Holz. Bio-Diesel ist ein Brennstoff auf pflanzlicher Basis. Er wird mehrheitlich als Treibstoff für Fahrzeuge eingesetzt. In einigen Grossanlagen wird Bio-Diesel zur Erzeugung von Wärme eingesetzt. Eine Nutzung von Bio-Diesel in grossem Massstab ist heute umstritten, da damit auch wertvolle Anbauflächen belegt werden, was zu einer unerwünschten Verteuerung beziehungsweise Verknappung von Agrarprodukten führt. Konzepte mit Bio-Diesel dürften daher eher eine seltene Ausnahme bilden.

### Biogas

Hingegen ist die Nutzung von Biogas eine Möglichkeit mit einigem Potenzial. Biogas wird durch die Vergärung von organischem Material wie Klärschlamm, Speiseresten, Gülle etc. hergestellt und kann heute entsprechend aufbereitet ins Gasnetz eingespeist werden. Da Biogas auch für den Antrieb von Fahrzeugen verwendet wird, sollte die Nutzung für Heizzwecke nur bei entsprechenden Rahmenbedingungen (z. B. keine Möglichkeit für den

Einsatz anderer Heizsysteme mit erneuerbaren Energieträgern oder eine direkte Verbindung zu einer Biogasproduktion) eingesetzt werden.

### Holz

Holz ist ein weit verbreiteter erneuerbarer Brennstoff, der heute in der Regel in Form von Grünschnitzeln oder Pellets genutzt wird. Da er meist aus lokaler Produktion stammt, fällt seine CO<sub>2</sub>-Gesamtbilanz sehr positiv aus. Allerdings gelten heute (Stand April 2019) für alle Neuanlagen vom Einzelraumofen bis zur Grossschnittelfeuerung Grenzwerte der Luftreinhalteverordnung. Diese Vorgaben der Luftreinhalteverordnung bedingen bei Feuerungsleistungen ab 70 kW vielfach den Einbau von entsprechenden Filtersystemen in die Rauchgasableitung. Für bestehende Anlagen sind die Sanierungsfristen zu beachten. Weiter gilt zu beachten, dass der Energieinhalt und die Feuchtigkeit von Holz-schnitzeln und Pellets normiert und in verschiedenen Qualitätsklassen angeboten werden. Eine automatische Holzfeuerung bedingt immer den Einbau eines Silos, in dem der Brennstoff gelagert und dem Holzkessel zugeführt wird. Die gewünschte Autonomie bestimmt das erforderliche Speichervolumen, welches im Vergleich zu Heizöl deutlich grösser ausfällt. (Pellets ca. Faktor 3, Holz-schnitzel ca. Faktor 12). Oft ist es möglich, Öltankräume zu Pelletslager umzunutzen, da Pellets über einen Schlauch eingeblasen werden können, die bestehenden Öltankräume oft überdimensioniert wurden, der Energiebedarf sanierter Gebäude oft deutlich tiefer ist und eine Nachfüllung während der Heizsaison unproblematisch ist.

Schliesslich muss die Asche aus einer Holzfeuerung fachgerecht entsorgt werden. Insbesondere Holz-schnitzelfeuerungen sind deutlich wartungsintensiver als vergleichbare Öl- oder Gasfeuerungen und daher eher für grösserer Leistungen geeignet. Dies ist in die Variantenwahl einzubeziehen.

## Fernwärme

Fernwärme ist in ihrer Qualität durch ihre Quellen sowie durch die Temperatur bestimmt. In vielen Städten steht Fernwärme aus Kehrlichtverbrennungsanlagen zur Verfügung. Andere Fernheizungsnetze werden aus Holz, mit Abwärme, mit Wärme aus Wärmepumpen oder aus fossilen Heizkesseln alimentiert. Darunter hat es Fernwärmenetze, die Wärme aus Wärmekraftkopplungsanlagen verteilen. Häufig handelt es sich um einen Mix von Wärmeenergie. In jedem Fall sollte somit geklärt werden, welche Qualität der Fernwärmelieferant in seinem Angebot sicherstellt. Konzepte, in welchen Fernwärme eingesetzt wird, weisen in der Regel einen niedrigen Technisierungsgrad in der Heizzentrale am Gebäudestandort auf. Da eine Vielzahl von Gebäuden mit dem Fernwärmenetz versorgt wird, ist in der Regel eine gute Versorgungssicherheit sichergestellt. Fernwärme eignet sich daher als mögliche Variante in einem Anlagenkonzept.

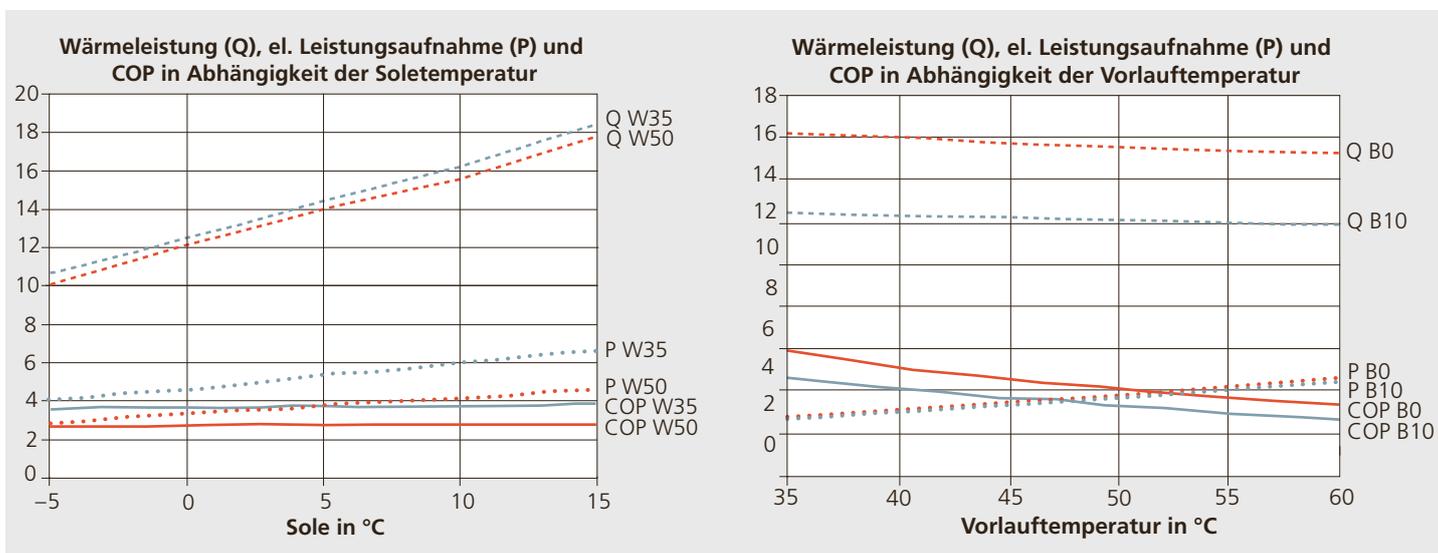
## Wärmepumpen

Mit Wärmepumpen lässt sich Wärme aus erneuerbaren Quellen nutzen. Der Einsatz von Wärmepumpen ist heute sehr verbreitet. Wärmepumpen werden normalerweise mit Strom angetrieben. Ihre Effizienz ist abhängig von der Güte des Aggregates vom Temperaturniveau des alimentierten Verteilsystems und von der Eignung der Wärmequelle (Abwärme, Erdwärme, Aus-

senluft, Grundwasser). Zur Beurteilung einer Wärmepumpe ist die Jahresarbeitszahl (JAZ) besser geeignet als der Wirkungsgrad in einem Betriebspunkt (im Fachjargon auch als COP, Coefficient of performance, bezeichnet). Grundsätzlich gilt: Je höher die Temperatur der Wärmequellen und je tiefer die Temperatur der produzierten Wärme desto weniger Elektrizität ist notwendig. Viele Wärmequellen sind grossen jahreszeitlichen Schwankungen unterworfen, beispielsweise Aussenluft. Die JAZ gibt das Verhältnis von elektrischer Energie für den Antrieb zur Wärmeproduktion der Wärmepumpe an. Typische Jahresarbeitszahlen von Wärmepumpen liegen zwischen 2,5 und 5. Die von den Herstellern publizierten COP-Werte werden unter Laborbedingungen erhoben und sagen wenig aus über die effektive Effizienz im Betrieb. In der JAZ sind auch der Elektrizitätsverbrauch der Hilfsaggregate enthalten, also der Pumpen und Ventilatoren. Eine Wärmepumpe mit einer JAZ von 3,0 erzeugt (bezogen auf die Aufnahme elektrischer Energie) die dreifache Wärmeenergie. Für den effizienten Einsatz von Wärmepumpen sollte das Temperaturniveau der Wärmeverteilung möglichst tief gehalten werden. Geeignet sind dafür Fussbodenheizungen, grosszügig dimensionierte Heizkörper oder Konvektoren.

■ Durch die Sanierung der Gebäudehülle wird der Wärmeleistungsbedarf reduziert. Damit sinkt das notwendige Temperatur-

*Abbildung 12.3: Wärmeleistung Q, elektrische Leistungsaufnahme P und Leistungszahl COP einer Sole-Wasser-Wärmepumpe in Abhängigkeit der Soletemperatur bei 35°C bzw. 50°C Vorlauf (linke Seite). Rechte Seite: Dieselbe Darstellung bei einer Soletemperatur von 0°C bzw. 10°C. Die Jahresarbeitszahl JAZ ist ähnlich definiert wie die Leistungszahl mit dem Unterschied, dass mit Energien gerechnet wird. Die JAZ ist das Verhältnis der übers Jahr abgegebenen Wärmemenge zur aufgenommenen Energie für den Betrieb der Wärmepumpe und der zugehörigen Hilfsantriebe.*



niveau für den Betrieb einer bestehenden Wärmeverteilung. Dieser Effekt ist bei der Evaluation des Wärmeerzeugungssystems mit zu berücksichtigen.

■ Der Einsatz von Wärmepumpen macht energetisch kaum Sinn, wenn Strom aus fossilen Kraftwerken (Kohle, Öl) verbraucht wird. Daher soll für Wärmepumpennutzung möglichst Strom aus erneuerbarer Produktion eingesetzt werden. Ideal ist die Kombination mit einer eigenen Photovoltaikanlage zur Stromproduktion insbesondere dann, wenn das Warmwasser ganzjährig mit der Wärmepumpe erzeugt wird.

■ Umgebungsluft wird heute bei kleinen Anlagen oft als Wärmequelle genutzt. Da die Effizienz bei warmen Aussentemperaturen deutlich höher ist als bei tiefen, sollte möglichst auch das Warmwasser mit der Wärmepumpe erzeugt werden.

■ Erdwärmesonden haben im Winter ein günstigeres Temperaturniveau als Aussenluft aber auch deutlich höhere Investitionskosten. Ob Erdwärmesonden versetzt werden dürfen, muss mit dem entsprechenden kantonalen Amt abgeklärt werden (z.T. sind auch entsprechende Karten auf dem Geoportal verfügbar).

■ Grundwasser als Wärmequelle ist geeignet. Die hohen Initialkosten für die hydrologischen Abklärungen und Pumpversuche machen eine Nutzung oft erst für grössere Wärmeleistungen wirtschaftlich.

### Solarthermie

Für den Einsatz von Solarthermie soll vorab die Eignung der verfügbaren Fläche für die Installation von Solarkollektoren geprüft werden, insbesondere hinsichtlich:

■ Ausrichtung der Kollektorfläche (ca. Süd-Ost bis Süd-West)

■ Neigung der Kollektorfläche (ca. 25° bis 40°)

■ Beschattungsdiagramm (freier Horizont) am Aufstellungsort (Tagesgang der Sonne im Sommer, in der Übergangszeit und im Winter)

■ Eigenbeschattung im Kollektorfeld durch die Kollektorflächen (Aufstellungsdichte und Neigung) im Jahresgang

Eignen sich die Flächen, ist als nächstes die Dimensionierung der Anlage abzuklären. Wichtig ist auch hier, auf welchem Temperaturniveau die Wärmeproduktion im Kollektorfeld stattfinden soll. Dies wird durch das Wärmeerzeugersystem bestimmt, in welches die Kollektoranlage eingebunden wird. Je höher die mittlere Betriebstemperatur der Kollektoren ist (Mittelwert zwischen Vor- und Rücklauftemperatur am Kollektor), desto tiefer ist der Kollektorwirkungsgrad. Für Temperaturen über ca. 50 °C bis 60 °C werden in der Regel Vakuumröhren-Kollektoren eingesetzt, darunter sind Flachkollektoren üblich. Kollektoren werden in der Regel als Ergänzung einer konventionellen Wärmeproduktion beziehungsweise ausschliesslich zur Erwärmung des Warmwassers eingesetzt. Sonnenkollektoren produzieren im Sommer die grösste Menge an Wärmeenergie, während im tiefen Winter naturgemäss nur wenig Wärmeenergie anfällt. Es gilt somit aus ökonomischer Sicht das Kollektorfeld so auszulegen, dass im Sommer nicht zuviel Überschusswärme produziert wird. Ein solarer Deckungsgrad von ca. 50 % (Anteil am Jahresenergiebedarf z.B. für die Wassererwärmung) hat sich in der Praxis als ausgewogener Richtwert für die ersten Planungsschritte in einem Energiekonzept erwiesen. Zur groben Berechnung thermischer Solaranlagen in der Konzeptionsphase gibt es entsprechende Tools (z.B. [www.energieschweiz.ch/solarrechner](http://www.energieschweiz.ch/solarrechner)). Bei einem Konzept mit einer Wärmepumpe ist es oft sinnvoller und wirtschaftlicher, das Warmwasser mit der Wärmepumpe zu erwärmen und mit einer Photovoltaikanlage Strom zu erzeugen.

### Elektrizität aus erneuerbaren Quellen (Ökostrom)

Ökostrom wird von den meisten Elektrizitätswerken angeboten. Beliebt sind auch Mischformen, bei denen nur ein Teil erneuerbar ist. Das Angebot ist sehr vielfältig und erlaubt, differenziert Strom aus gewissen Produktionstechniken aus- oder einzuschliessen. Es sind heute Angebote für bestimmte zertifizierte Ökostromarten auf dem Markt (z.B. Naturemade Star). Heute

kann somit ein Gebäude ausschliesslich mit Strom aus erneuerbaren Energien, wie Sonnen-, Wind- und Wasserkraft betrieben werden. Der Entscheid zum Einsatz solcher Stromarten sollte ausschliesslich dem Betreiber eines Gebäudes überlassen werden. Zwar beeinflusst er mit seinem Entscheid die CO<sub>2</sub>-Gesamtbilanz des Gebäudes in erheblichem Masse, doch wird auch die ökonomische Seite des Betriebs massgebend belastet. Wenn bei Projektbeginn mit der Bauherrschaft eine Vereinbarung getroffen wird, welche energetischen und ökologischen Ziele mit dem Erneuerungsprojekt erreicht werden sollen, so ist der Zukauf von Ökostrom ein Beitrag der Bauherrschaft. Die Planenden müssen das Gebäude und einzelne Systeme optimieren, um die Zielvereinbarung zu erfüllen. Mit anderen Worten: Ökostrom (wie auch Biogas) sind wichtige ökologische Beiträge, welche die CO<sub>2</sub>-Gesamtbilanz eines Gebäudes stark beeinflussen, es sind aber keine Massnahmen zur Reduktion des Nutzenergiebedarfs oder zur Erhöhung der Energieeffizienz der Systeme.

### Photovoltaik

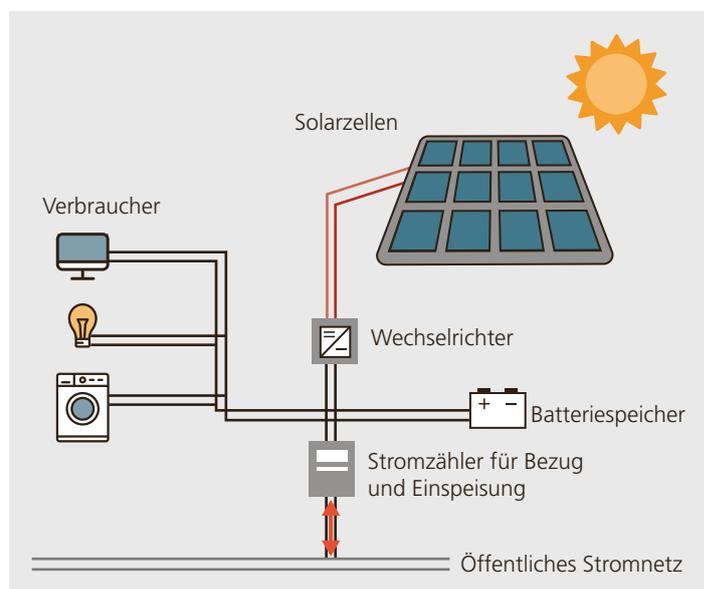
Für Photovoltaikanlagen (PV-Anlagen) muss zuerst die Eignung der verfügbaren Aufstellungsfläche geprüft werden, analog der Solarkollektoren. Die stark gesunkenen Kosten der PV-Module hat dazu geführt, dass heute nicht nur Dächer mit Süd-Ausrichtung, sondern bewusst vermehrt Dächer mit Ost-West-Ausrichtung verwendet werden. Eine Kombination von ost- und westausgerichteten PV-Flächen ergibt über den Tag einen konstanteren Ertrag und ermöglicht damit einen höheren Eigenstromverbrauch. Zur groben Berechnung einer PV-Anlage in der Konzeptionsphase gibt es entsprechende Tools (z. B. [www.energieschweiz.ch/solarrechner](http://www.energieschweiz.ch/solarrechner)). In den letzten Jahren sind die Preise für den ins Netz eingespeisten Strom stark gesunken und gleichzeitig die Preise für den vom Netz bezogenen Strom gestiegen. Zudem sind die PV-Module günstiger geworden und es gibt nach wie vor Subventionen für Neuanlagen (KEV-Einmalvergütung). Für Kleinbezüger ist daher heute die

Eigenstromproduktion mit einer PV-Anlage wirtschaftlich. Das Rückspeisen ins Netz ist jedoch oft unwirtschaftlich (Hinweis: Die Rückspeisetarife differieren zwischen den einzelnen Elektrizitätswerken sehr stark, daher für die Konzeptbeurteilung Preise anfragen.)

Steht die Eignung der Aufstellungsfläche fest, ist die Auslegung der PV-Anlage primär eine Frage des möglichen Eigenstromverbrauchs. Dazu stehen heute Tools für die Berechnung zur Verfügung (z. B. das Tool «PVopti» von Minergie). Wenn der Elektrizitätsbedarf durch die Sanierung selbst nicht relevant beeinflusst wird (z. B. durch den Einsatz von LED-Leuchtkörper), kann es auch sinnvoll sein, den Ist-Bedarf als Basis der Eigenstromoptimierung zu messen.

Da PV-Zellen nur eine kleine Gleichspannung produzieren, muss die gewonnene elektrische Energie in netzkonforme Wechselspannung umgewandelt werden. Diese Umformer werden meist in der Nähe der PV-Felder installiert. Die Umformer geben Wärme ab und die Ventilatoren sind hörbar. Dies ist bei der Platzierung zu berücksichtigen. Da das Umformen immer mit Verlusten verbunden ist, muss stets der Gesamtwirkungsgrad einer PV-Anlage, d. h. inklusive der zugehörigen Umformer, als Mass für eine Bewertung der Gesamtanlage gelten.

Abbildung 12.4:  
Prinzip einer  
PV-Anlage mit  
Batteriespeicher.



Zur Optimierung des Eigenstromverbrauchs können Batteriespeicher eingesetzt werden. Die Kosten dieser Speicher sind tendenziell am Sinken. Daher ist zukünftig bei einer PV-Eigenstromoptimierung auch der Einsatz eines Stromspeichers zu prüfen.

Heute ist es möglich, zur Optimierung des Eigenstromverbrauchs für Mehrfamilienhäuser oder Bürogebäude (auch Reihenhäuser oder aneinandergrenzende Grundstücke) einen «Zusammenschluss zum Eigenverbrauch» (ZEV) zu realisieren (siehe auch «Leitfaden Eigenverbrauch» oder «Solarstrom Eigenverbrauch»). Voraussetzung ist, dass die Verbraucher (Wohnungen, Häuser) alle an derselben Netzeinspeisung angeschlossen sind. Die Verrechnung des Elektrizitätswerks (EW) erfolgt ab einem Gesamtzähler für das ganze Haus (resp. dem gesamten ZEV). Die Aufteilung der Kosten auf die einzelnen Wohnungen erfolgt danach intern mit Privat-zählern. Bereits gibt es Elektrizitätswerke, welche auch diese interne Verrechnung als Dienstleistung anbieten.

### Blockheizkraftwerke

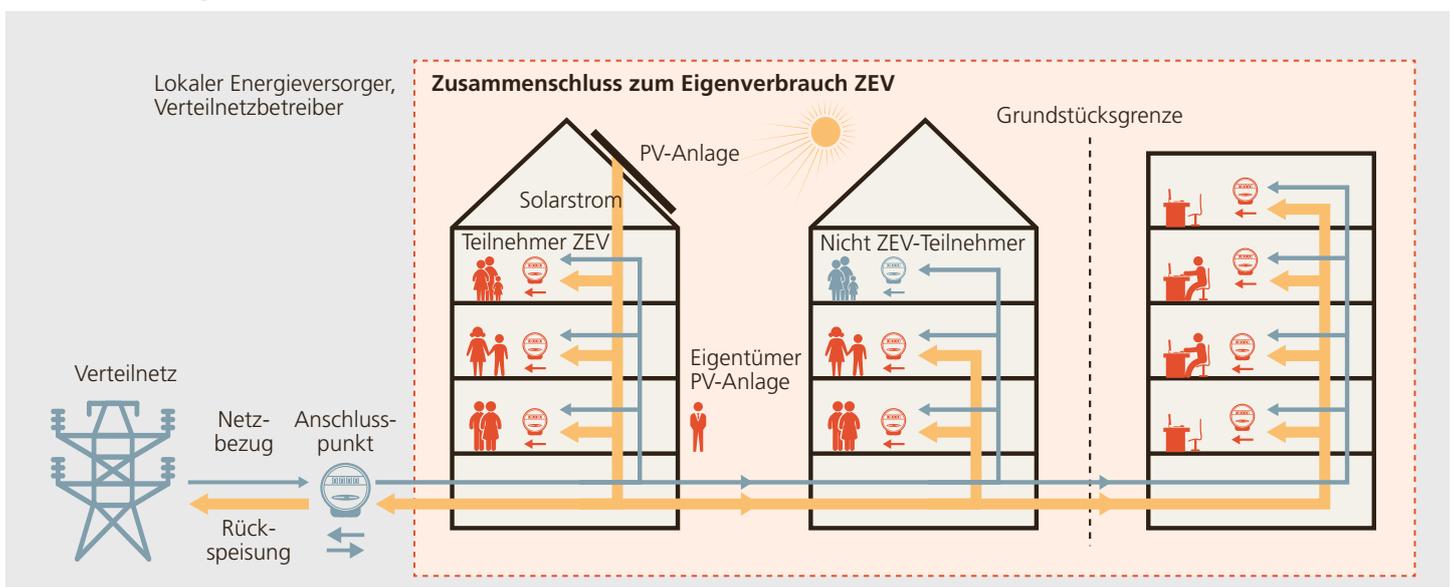
Blockheizkraftwerke (BHKW) bestehen in der Regel aus einem (Bio-)Gasmotor, welcher einen Generator zur Erzeugung elektrischer Energie antreibt. Die Abwärme des Motors beziehungsweise der Abgase wird zurückgewonnen und steht zur Nut-

zung in Wärmeverteilsystemen zur Verfügung. Es hat sich gezeigt, dass BHKW so auszulegen sind, dass der produzierte Strom und die Abwärme möglichst vollständig während mindestens 4000 Jahresbetriebsstunden genutzt werden können. BHKW werden daher in der Regel eher zur Deckung einer Bandlast, d. h. nicht zur Deckung des Gesamtbedarfs eines grösseren Gebäudes, eingesetzt. Mit diesen Randbedingungen kann die Gesamtbilanz eines Gebäudes mit einem BHKW positiv beeinflusst werden.

### Brennstoffzellen

Mit Brennstoffzellen wird Wasserstoff in Strom, Wärme, Sauerstoff und Wasser umgewandelt, ohne dass Stickoxyde entstehen. Die Anwendung dieser Technologie im haustechnischen Umfeld ist bislang noch nicht über Kleinserien hinausgekommen. Ziel ist es, eine langlebige Brennstoffzelle herzustellen, in der Erd- oder Biogas als Energieträger eingesetzt werden kann.

Abbildung 12.5:  
Prinzip eines Zusammenschlusses zum Eigenverbrauch ZEV. (Quelle: Faktor Verlag)



## 12.5 Systemwahl: Vorgehen

**Zielorientierte Systemwahl und Systemgestaltung:** Die Systematik zu einer zielorientierten Systemwahl und Systemgestaltung geht von einer möglichst gesamtheitlichen Betrachtung der Zusammenhänge aus. Das Vorgehen in neun Punkten.

### Vorgehen

- 1 Randbedingungen
- 2 Spielraum aus Sicht Zielvorgaben
- 3 Wirkung der Systemvarianten am Ziel
- 4 Kennzahlen als Entscheidungshilfe
- 5 Das System Gebäude – die Unbekannte
- 6 Der vergessene Aufwand – Einregulierung, Abstimmung, Optimierung
- 7 Anlagenverhalten aufzeichnen
- 8 Sommer und Winter – zwei getrennte Phasen
- 9 Regelmässiger Vergleich Soll-Ist

### 1. Randbedingungen

Es gibt für jedes Gebäude eine Vielzahl von Randbedingungen und Sachzwängen, die den Freiheitsgrad in der Systemwahl einschränken wie z. B.:

- Behördliche Auflagen, Anforderungen des Energiegesetzes (resp. der Energieverordnung) etc. Siehe dazu Kapitel 12.1 «Gesetzliche Vorgaben».
- Nicht verfügbare Infrastruktur wie Fernheiz- oder Gasnetz
- Kein Grundwasser vorhanden oder nicht nutzbar (Schutzzonen)
- Keine Erdwärmesonden einsetzbar (Schutzzonen)
- Einspracherisiken im Umfeld

Es gilt somit möglichst realistisch einzuschätzen, was am Standort des Gebäudes in der Systemwahl ausgeschlossen werden muss. Weiter sollte überlegt werden, bei welchen Systemvarianten Projektrisiken entstehen könnten, in denen aufgrund von Eventual-Randbedingungen eine Variante nicht oder nicht in der gewünschten Form realisiert werden kann.

### 2. Spielraum aus Sicht Zielvorgaben

Ein präzise formuliertes Ziel wird in der Regel dem Planungsteam auch in der Systemwahl einen möglichst grossen Spielraum offen lassen. Allerdings wird die der Zielvorgabe zugrundeliegende Strategie für die Systemwahl eine klare Richtung weisen. Wird zum Beispiel ein CO<sub>2</sub>-Grenzwert vorgegeben, so muss in der Systemwahl geprüft werden, mit welchen Systemvarianten dieser Grenzwert eingehalten werden kann.

### 3. Wirkung der Systemvarianten am Ziel

Sind die in Frage kommenden Systemvarianten definiert, so empfiehlt es sich, eine Berechnungstabelle aufzustellen, mit welcher die Gesamtbilanz des Gebäudes, d. h. unter Einbezug aller Systeme, berechnet werden kann. Die Parameter der Varianten sollen dabei als Variable einzeln eingegeben werden können. Damit lässt sich bereits bei der Systemwahl abschätzen, wie sich die Systemvarianten im Gesamtsystem des Gebäudes auswirken und welche Gesamtbilanz daraus resultiert.

### 4. Kennzahlen als Entscheidungshilfe

Zur Auswahl einer Systemvariante sind Kennzahlen eine besondere Hilfe. Sie beziehen sich entweder auf eine Gesamtbilanz oder auf einzelne Kriterien. Üblich sind Kennzahlen wie Energiekennzahl (MJ/m<sup>2</sup>a), CO<sub>2</sub>-Gesamtbilanz (Tonne CO<sub>2</sub>/a), Umweltbelastung (UBP/a), Jahresbetriebskosten (Fr./m<sup>2</sup>a EBF), Kosten pro Tonne eingespartem CO<sub>2</sub> über die Lebensdauer oder einer definierten Betrachtungsperiode z. B. gemäss Zielsetzung für das Projekt (Fr./t CO<sub>2</sub>).

### 5. Das System Gebäude – die Unbekannte

Auch bei einer detailliert erstellten und nachgeführten Gesamtbilanz eines Gebäudes wird sich nach Betriebsaufnahme zeigen, dass die ersten Erfahrungswerte deutlich von den Planungswerten abweichen können. Diesen Abweichungen ist im Rahmen der Projektfertigstellung nachzugehen, um deren Ursachen zu finden. Da-

her müssen in der Anfangsphase die Systeme überwacht und den Beobachtungen entsprechend optimiert werden. Bald wird sich zeigen, dass das Gebäude spezifische Eigenheiten aufweist, welche sich in seiner Energiesignatur niederschlagen. Es wird aber auch klar, dass der Benutzer des Gebäudes einen wesentlichen Einfluss auf den Betrieb der Anlagen und letztendlich auf den Energieverbrauch hat. Wesentlich ist, durch Feinregulierung und punktuelle Korrekturen einen bedarfsgerechten und optimierten Betrieb zu erreichen.

#### **6. Der vergessene Aufwand – Einregulierung, Abstimmung, Optimierung**

In haustechnischen Anlagen (speziell aber bei grossen und komplexen Systemen) wird die Bedeutung der Einregulierung, Abstimmung und Optimierung oft unterschätzt. Häufig ist die Konsequenz daraus, dass nur noch knappe Geldmittel für einen grossen Aufwand zur Verfügung stehen. Die Einregulierung, Abstimmung und Optimierung einer Anlage ist aber ebenso wichtig wie die Entwicklung des geeigneten Installationskonzepts. Es gilt somit, von Anfang an für diese Abschlussphase entsprechende Zeit und Geldmittel einzuplanen. Es lohnt sich, der Bauherrschaft die Bedeutung dieser Phase zu erklären und mit ihr das Ziel und die Umsetzung im Detail zu regeln.

#### **7. Anlagenverhalten aufzeichnen**

Grundlage für jede Beurteilung der Betriebspunkte, der Steuerung und des Regelverhaltens sind Messungen und Aufzeichnungen. In grösseren Anlagen steht dazu meist ein Gebäudeautomationssystem zur Verfügung. Wird die Phase der Einregulierung, Abstimmung und Optimierung frühzeitig eingeplant, so kann bei der Auslegung der Anlage diesem Aspekt von Anfang an Rechnung getragen werden. Das Messkonzept wird sich somit zielgerichtet ergeben. Es gilt dann, die Umsetzung der Systematik der Aufzeichnung von Anfang an aktiv zu überwachen und die Ergebnisse den zuständigen Fachleuten zur Auswertung und Umsetzung zur Verfügung zu stellen.

#### **8. Sommer und Winter – zwei getrennte Phasen**

Sommer und Winter sind zwei getrennte Phasen, die unterschiedliche Anforderungen stellen und die Systeme unterschiedlich beanspruchen. Sowohl die Einregulierung als auch die Abstimmung und Optimierung kann daher oft nur in zwei Phasen vorgenommen werden. Knifflig sind aber nicht der tiefe Winter und der Hochsommer, sondern die jeweiligen Übergänge im Frühjahr und im Herbst. Gerade aus Sicht der Gesamtbilanz des Gebäudes spielen diese Aspekte eine sehr grosse Rolle. Die Planung der Einregulierung, Abstimmung und Optimierung sollte daher immer alle vier Jahreszeiten einbeziehen.

#### **9. Regelmässiger Vergleich Soll–Ist**

Zur Beurteilung eines Energiekonzepts beziehungsweise einer Haustechnik wird der Planer wie auch die Bauherrschaft durch einen Vergleich der erhobenen Ist-Werte mit den Soll-Werten gemäss der vorgegebenen Zielsetzung vornehmen. Eine geeignete Darstellung mit entsprechenden Kennzahlen respektive Grafiken wird die Regel sein. Die Frage ist somit, in welchem Intervall dieser Vergleich erfolgen soll. Empfohlen ist, nach der Inbetriebnahme monatlich bis einmal pro Quartal eine Bilanz zu ziehen. Mit der Zeit kann allenfalls eine Halbjahresbilanz genügen.

# Aussenraum

## **Maurus Schifferli** **Veränderte Wahrnehmung der Landschaft**

Reine Naturlandschaft existiert heute in Mitteleuropa so nicht mehr. Landschaft ist heute stets als Kulturlandschaft zu begreifen, da sämtliche Gebiete in irgendeiner Form im Laufe der Geschichte durch den Menschen beeinflusst, verändert und überformt worden sind. Die landwirtschaftliche Struktur ist dabei Ausdruck der unterschiedlichen menschlichen Aktivitäten im Zusammenspiel mit den natürlichen Faktoren. Stadt kann in diesem Sinne auch als Kulturlandschaft interpretiert werden. Der Unterschied zwischen Stadt und Landschaft löst sich mehr und mehr auf. Landschaft und Stadt werden eins und stellen gegenseitig Anforderungen. Es entsteht ein wechselseitiges Verhältnis von Durchdringung und Abhängigkeit, in der eindeutige Zuordnungen zu Gunsten von Mehrfachcodierungen und Hybridbildungen verloren gehen. Nicht die Stadt dehnt sich in den Landschaftsraum aus, sondern die Stadtlandschaft verändert sich. Landschaft wird weder als Kontrast zu überbautem Gebiet, noch als überkommenes Vorbild verstanden, sondern als ein elementarer Bestandteil einer hybriden Grundstruktur, deren Gestalt sich durch immer wechselnde aktive Nutzung und Aneignung dauernd verändert. Die Stadt als Landschaft, als Infrastruktur und als Architektur zu entwerfen, deren Kriterium auf mentaler Ebene die Zurückgewinnung der Langfristigkeit in der Konstruktion von Stadt und Landschaft ist, ist Thema der künftigen Entwicklungen.

## **Nachhaltiger Umgang mit den geomorphologischen Ressourcen**

Unser marktwirtschaftliches System bedingt ein Wachstum und somit eine Zunahme des Bodenverbrauchs. Boden wird auch künftig immer weiter überbaut. Man kann keine Nachhaltigkeitsstrategie vorschlagen, die ein Nullwachstum des Bodenverbrauchs vorsieht. Es muss aber Ziel

sein, den Bodenverbrauch zu regulieren, respektive das Wachstum des Verbrauchs zu reduzieren. Dies bedingt eine massvolle innere Verdichtung in den Städten. Die Grenzen entlang der Stadtränder sind präzise zu definieren, so dass ein Wachstum des Stadtkörpers nach innen angeregt wird. Insbesondere eignen sich Industrie- und Gewerbeareale zur Umnutzung mit hoher Dichte. In erster Linie sollte kein zusätzlicher Bodenverbrauch unterstützt werden. Subventionierungen von erneuerbaren Energien im Zusammenhang mit Neubauten sollen primär für kollektive Wohnbauvorhaben und nicht für individuelles Wohnen ausgelöst werden.

Tendenziell geraten mit der Zunahme des Bodenverbrauchs die Gärten und Parkanlagen in den Städten unter Druck, die nebst dem Wert als ökologische Nischen auch einen hohen kulturellen und sozialen Wert haben, der meist über Jahrzehnte gewachsen ist. Ähnlich verhält es sich mit der Bausubstanz. Insbesondere vor 1920 errichtete Bauten sind von hoher handwerklicher Fertigkeit und grosser Stilvielfalt und stellen deshalb heute einen beinahe unbezahlbaren Wert dar. Künftig wird immer weniger unbebauter Boden zur Verfügung stehen. Mit dem Bodenverbrauch werden auch die Ansprüche an die Grünflächen stetig steigen. Diese zu erhalten, zu entwickeln und auf die unterschiedlichsten Bedürfnisse präzise abzustimmen, erfordert ein hohes Mass an technischem Wissen, damit gerade die Ressourcen Boden und Wasser und somit unsere Grünflächen langfristig gesichert werden können.

## **Ausrichtung auf künftiges Stadtklima**

Mit der zu erwartenden Erhöhung der Temperaturen und der drastischen Zunahme von Hitzetagen müssen wir uns mit einer tiefgreifenden Veränderung der Umweltbedingungen auseinandersetzen. Dichte Stadtkörper und grosse Infrastrukturflächen zählen bereits heute zu städtischen Hitzeinseln und sind vom Klimawan-

del überdurchschnittlich stark betroffen. Mit der weiteren baulichen Entwicklung wird sich die bioklimatische Belastung durch Wärme drastisch zuspitzen. Eine im Jahr 2017 veröffentlichte Untersuchung des Schweizerischen Tropen- und Public-Health-Instituts hat anhand der Daten von acht Schweizer Städten gezeigt, dass ab Temperaturen von 30°C das Sterberisiko mit jedem Grad stark ansteigt, wovon besonders ältere, ganz junge und kranke Menschen betroffen sind. Damit diesen Tatsachen entgegengetreten werden kann, braucht es im Städtebau und in der Freiraumplanung einen Paradigmenwechsel hin zu klimatischen und ökologischen Fragestellungen. Für alle künftigen Verdichtungs- und Ersatzneubaugebiete sind standortspezifische Analysen zu erstellen, damit übergeordnet und im Dienste der gesamten Stadtstruktur die wichtigen Produktionsflächen für Kaltluftmassen und Verfrachtungsschneisen gesichert werden können. In Extremfällen ist sogar auf eine Nachverdichtung zu verzichten.

Die Stadt muss primär zwei wichtige Anforderungen bezüglich Klimaresilienz erfüllen können. Der Stadtkörper muss sich erwärmen können, damit infiltrierte und kontaminierte Luftmassen aufsteigen, verfrachtet und in der Landschaft regeneriert werden können. Innerhalb des Stadtgefüges müssen Frischluftmassen produziert und innerhalb der Quartiere und Strassenräume verfrachtet werden können.

Mit folgenden klimaverbessernden Prämissen tragen Projekte zu einer nachhaltigen Sicherung unserer Lebensgrundlagen bei:

- Stadträume mit Biomasse durchsetzen zur Minimierung der Einstrahlung und zur Produktion von Kaltluftmassen (aktive Verdunstung)
- Aktivierung der Bodenmasse als Feuchte- und Kältespeicher
- Versiegelung minimieren
- Konvektion (warme Luftmassen werden mit Feuchte angereichert, damit diese vertikal verfrachtet werden und kühlere Luft nachströmen kann)
- Luftschneisen für die Nachtauskühlung sichern (u. a. Reduktion der Tropennächte)

### Ville Verte – Vertiefungsstudie Gartenstadt 2040, Zürich

Eine durchgehende Beschattung der Strassenräume mit klimaresistenten Baumarten vermeidet Speicherwärme in den Bauvolumen und reduziert die Tropennächte. Eine weitere Vermeidung von Speicherwärme kann durch konsequent begrünte Dächer erfolgen. Zusätzlich wird der Strassenraum durch aktive Verdunstung über den Baumkörper gekühlt. Die Bodenmasse wird durch Sammeln und Einspeichern von Dach- und unbelastetem Strassenwasser in den Bodenkörper als Feuchtespeicher aktiviert. Versiegelungen von Oberflächen im Strassenraum werden dazu auf das Nötigste reduziert. Streusalzbelastetes Wasser wird gefasst und separat in Werkleitungen abgeführt. Der Verlust von Meteorwasser durch unkontrolliertes Abführen in Kieskofferungen von Werkleitungen wird durch die Verlegung in Werkleitungsschächten vermieden. Das Zusammenführen von privatem und öffentlichem Meteorwasser in gemeinsam genutzten Infrastrukturen ist zu fördern.

Eine Maximierung der Biomasse im Stadtgebiet sorgt mit ihrer Verdunstungsleistung für Kühlung und unterstützt die Konvektion (warme Luftmassen werden mit Feuchte angereichert, damit diese vertikal verfrachtet werden und kühlere Luft nachströmen kann). Darüber hinaus kann durch eine gezielte Förderung von weiteren zusammenhängenden Grünbereichen wie Pocketparks und private Hofgemeinschaften die Produktion von Kaltluftmassen weiter angeregt werden, diese unterstützen Nachtauskühlung und Konvektion.

**Bauherrschaft:** Amt für Städtebau der Stadt Zürich

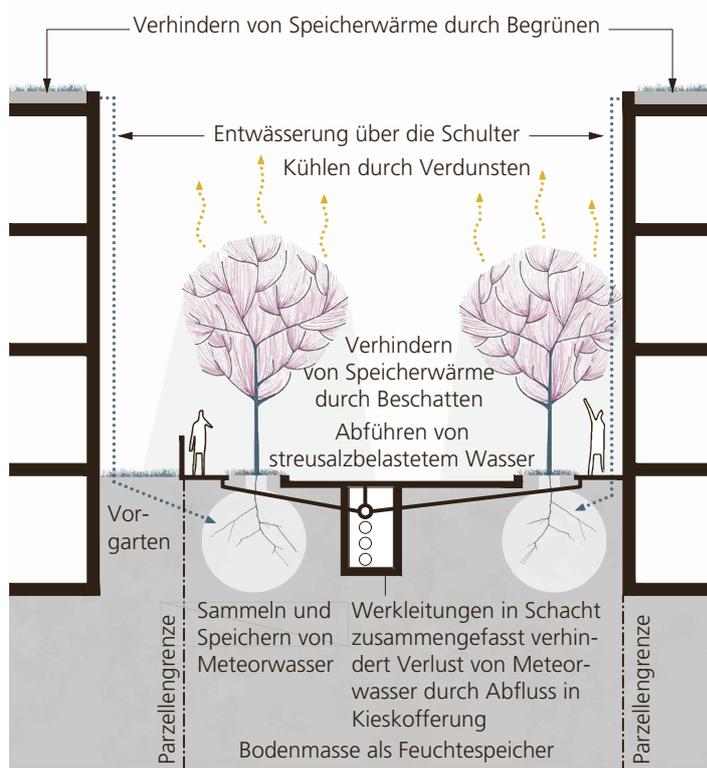
**Architektur:** Edelaar Mosayebi Inderbitzin Architekten AG, Zürich

**Landschaftsarchitektur:** Maurus Schifferli, Landschaftsarchitekt, Bern (vormals 4d AG)

**Studie:** 2019



Abbildung 13.1: Mexiko, Avenida Amsterdam – durchgrüner Strassenraum (oben); Hamburg, Siedlung Falkenried, Löwenstrasse – Überlagerung von verschiedenen Nutzungen; Massnahmen im Strassenquerschnitt (unten). (Bilder: Maurus Schifferli)



### Kanalpromenade, Interlaken (ehemaliges Schlachthausareal)

Das gesamte Areal ist mit einer Tiefgarage komplett unterbaut. Aufgabe war es, alles anfallende Regenwasser auf der Parzelle zur Versickerung zu bringen und nicht in die Kanalisation oder einen Vorfluter zu leiten. Das Dachwasser wird in einer extensiv begrünten Dachschicht zwischengespeichert, bevor es diffus über einen Dücker in ein Retentionsfilterbecken geleitet wird und zur erneuten Zwischenspeicherung gelangt. Spezialisierte Pflanzen, unter anderem Binsen (Juncus) und Pfeifengräser (Molinia), die ebenfalls extreme Trockenheit ertragen, verdunsten sukzessive das anfallende Regenwasser.

**Bauherrschaft:** Baugesellschaft Kanalpromenade, Interlaken

**Architektur:** L2A Lengacher Althaus AG, Unterseen

**Landschaftsarchitektur:** Maurus Schifferli, Landschaftsarchitekt, Bern (vormals 4d AG)

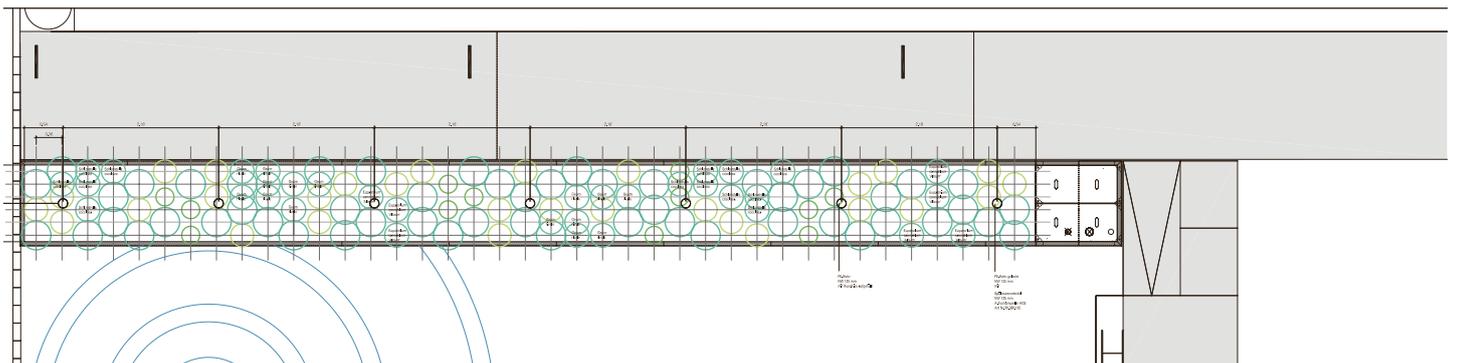
**Wettbewerb:** 2001

**Planung und Realisierung:** 2001 bis 2004



Abbildung 13.2:  
Retentionsfilter-  
becken. (Foto: Milo  
Keller, Paris)

Abbildung 13.3:  
Typenschnitt. (Plan:  
Maurus Schifferli,  
Landschafts-  
architekt)



### Bahnhofplatz, Büren an der Aare

Ausgangspunkt der Projektidee ist die Entwicklung eines kosteneffizienten Projektes sowohl in der Erstellung wie auch im Betrieb. So wird alles anfallende Dach- und Platzwasser trotz teilweise kontaminiertem Untergrund gefasst und linear zur Versickerung gebracht. Retentionsmulden, bepflanzt mit Pfeifengras (*Molinia*) und Stecklingen aus Silberweiden (*Salix*), verdunsten einen grossen Anteil des anfallenden Oberflächenwassers. Die Restwassermengen werden in diesen Streifen gereinigt und örtlich diffus versickert. Die Silberweiden werden mit Hilfe des Vorziehergerüsts zu grünen Lauben gezogen und beschatten künftig auch im Sinne einer Komfortsteigerung die parkierten Autos.

**Bauherrschaften:** SBB AG, Einwohnergemeinde Büren an der Aare

**Architektur:** L2A Lengacher Althaus AG

**Landschaftsarchitektur:** Maurus Schifferli, Landschaftsarchitekt, Bern (vormals 4d AG)

**Planung und Realisierung:** 2006 bis 2009

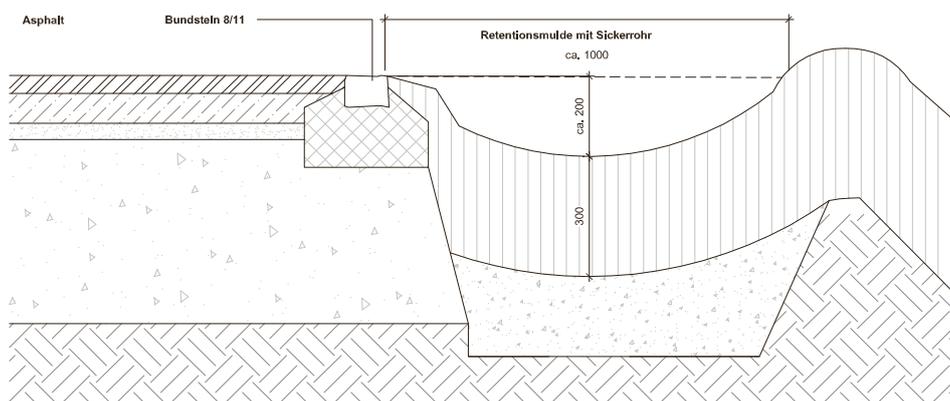


Abbildung 13.4:  
Retentionstreifen.  
(Foto: Alexander Gempeler, Bern)

Abbildung 13.5:  
Typenschnitt.  
(Plan: Maurus Schifferli, Landschaftsarchitekt)



# Beispiele

<b>Violanta von Gunten</b>	<b>14.1 Mehrfamilienhaus Basel</b>	<b>114</b>
	Eigenständig und doch integriert	
	<b>14.2 Weyergut Köniz</b>	<b>118</b>
	Vielseitige Wohneinheiten	
	<b>14.3 Tagesschule Lorraine</b>	<b>122</b>
	Auf Bestehendem aufbauen	
	<b>14.4 Spinnerei Freienstein</b>	<b>126</b>
	Flexible Grundrisse	
	<b>14.5 Reihenhaus Birmensdorferstrasse</b>	<b>130</b>
	Ertüchtigung notwendig	
	<b>14.6 Hochhäuser Sihlweid</b>	<b>134</b>
	Mit Weitblick erneuert	
<b>14.7 Gartenstadtsiedlung Friesenberg</b>	<b>138</b>	
Zugang zum Garten		
<b>14.8 Dorfkern Cressier</b>	<b>142</b>	
Spiel mit Angleichung und Kontrast		
<b>4.9 Wohnhaus Lausanne</b>	<b>146</b>	
Ursprünge bleiben sichtbar		
<b>14.10 Chesa Gabriel Samedan</b>	<b>150</b>	
Geschichte gründlich erforscht		
<b>14.11 Hofanlage Cavigliano</b>	<b>154</b>	
Vielfältige Nutzungen		
<b>14.12 Schulanlage Hellmatt</b>	<b>158</b>	
Material und Struktur erhalten		



### 14.1 Mehrfamilienhaus Basel

Mit diesem Projekt in Basel wurde die Chance, eine Gebäudeerneuerung zur Klärung gewachsener Strukturen zu nutzen, beispielhaft umgesetzt. Das Gebäude ist Teil einer Gassenzeile, die im Zeitraum zwischen 1890 und 1918 rechtwinklig auf den Rhein zulaufend entstanden ist. Die Strukturen und die ursprüngliche Bausubstanz sind mit wenigen Ausnahmen gut erhalten und als Teil der Stadtbildschutzzone von Bedeutung. Genau beim Versatz, wo die Gebäudehöhe von zwei auf drei Stockwerke springt, war in den 1970er-Jahren ein die Einheitlichkeit verletzender Flachdachbau in die Zeile gesetzt worden. Indem man nun bei der Sanierung auch diesem Gebäude ein ausgebautes Dachgeschoss aufsetzte, konnte die Narbe beseitigt werden.

#### Eigenständig und doch integriert

Verschiedene Gebäudehöhen, Gesimslinien, Farben und noch ein paar weitere übergeordnete Regeln tragen zum lebhaften und doch homogenen Ausdruck des Strassenzugs bei. Einzig das in den 1970er-Jahren als Ersatzneubau erstellte Flachdachgebäude mit auskragenden Balkonen fiel aus der Reihe. Darin waren sieben kleinräumige 2-Zimmer-Wohnungen und ein Studio untergebracht, strassen- oder hofseitig orientiert und mit unterschiedlichen Qualitäten bezüglich Tageslicht und Ausblick. Die nicht mehr zeitgemässen Strukturen und der seit der Erbauungszeit vernachlässigte Unterhalt ermöglichte es,

den Fächer mit dem Ziel einer grundlegenden, zeitgemässen und zukunftsfähigen Erneuerung aufzumachen.

Die Architekten Simon Schudel aus Biel und Fabian Stalder aus Bern entwickelten ein Konzept für den Umbau. Ausgehend vom Bestand gelang es ihnen, ein eigenständiges und doch in die Randbebauung integriertes Erscheinungsbild zu gestalten. Die Aufstockung mit Gauben, die Übernahme der Traufhöhe, der Rückbau der strassenseitigen Balkone zu französischen Balkonen sowie die ortsübliche Begrenzung des Strassenraumes stärken die typologische Einbindung.

#### Moderner Innenausbau

Innen wurde die kleinteilige Struktur zu Geschosswohnungen mit offenem Wohn-, Ess- und Kochbereich mit jeweils bis zu zwei Zimmern geöffnet. Die Wohnungen profitieren somit von Querbezügen zwischen Wohnstrasse und introvertiertem Innenhof. Die Balkone auf der Hofseite wurden durch Loggien ergänzt, die eine Belichtung der tiefen Räume ermöglichen und als räumliche Erweiterung dienen. Die Loftwohnung in der Aufstockung gliedert sich in einen hofseitigen, grosszügig verglasten Eingangs-, Ess-, Koch- und Arbeitsbereich mit vorgelagerter Terrasse und einen strassenseitigen, mittels Gauben belichteten Wohn- und Schlafbereich. Um die historische Bauflucht nicht zu verunklären, wurde das Gebäude mit einer Innenwärmehämmung energetisch auf den neuesten Stand gebracht. Die Ölheizung wurde durch eine Gasheizung ersetzt, die durch Sonnenkollektoren unterstützt wird. Eine einfache Komfortlüftung und natürliche, hochwertige Materialien sorgen für ein angenehmes und ökologisches Raumklima. Das Regenwasser wird durch die extensive Begrünung des Flachdachs zurückgehalten und über die Versickerungsanlage wieder dem natürlichen Kreislauf zugeführt.



Schemaschnitt neu

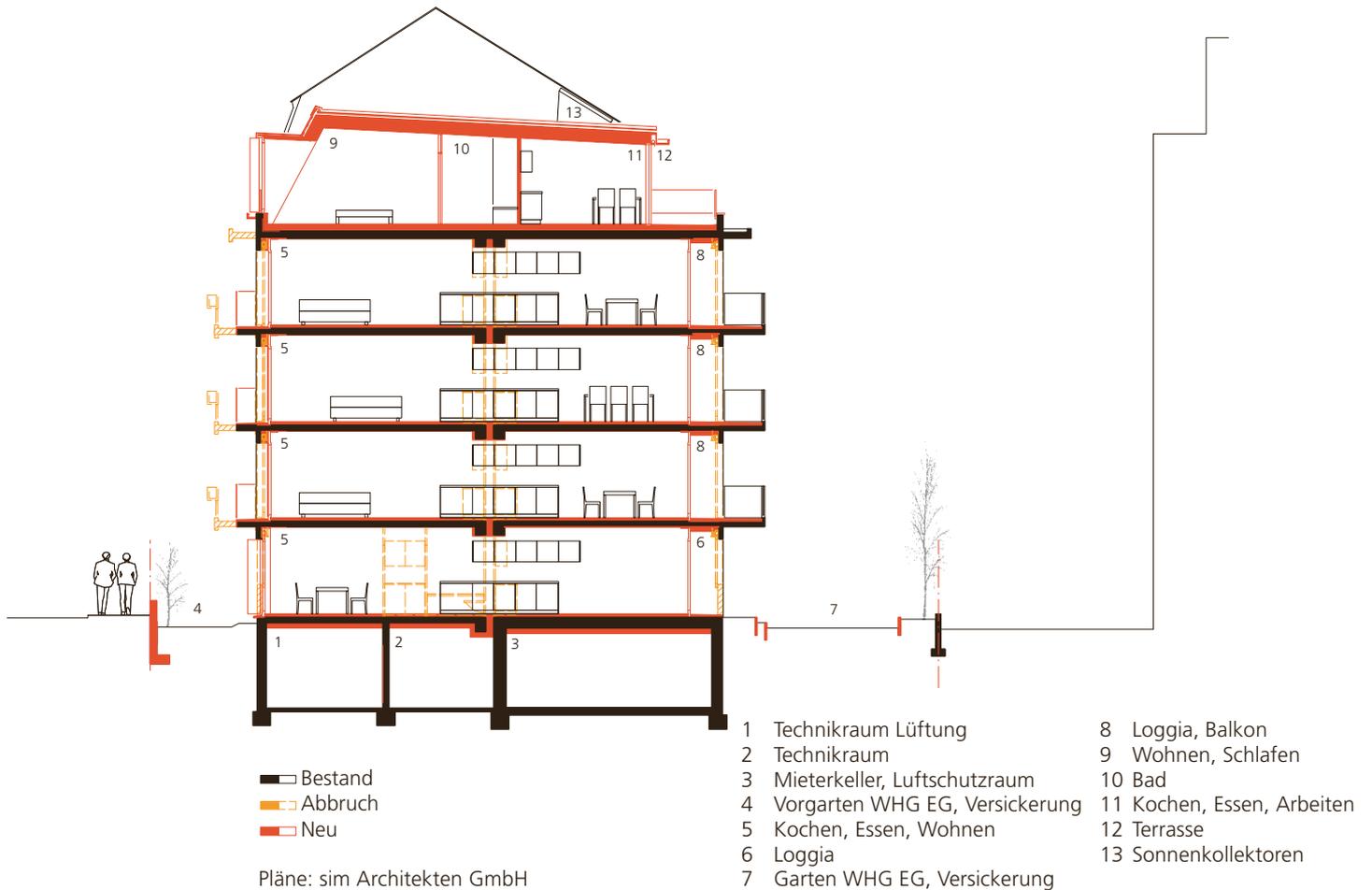


Schemaschnitt Bestand

*Durch das neue Dachgeschoss passt das sanierte Gebäude wieder zur Struktur der Häuserzeile. (Foto: Remo Zehnder)*

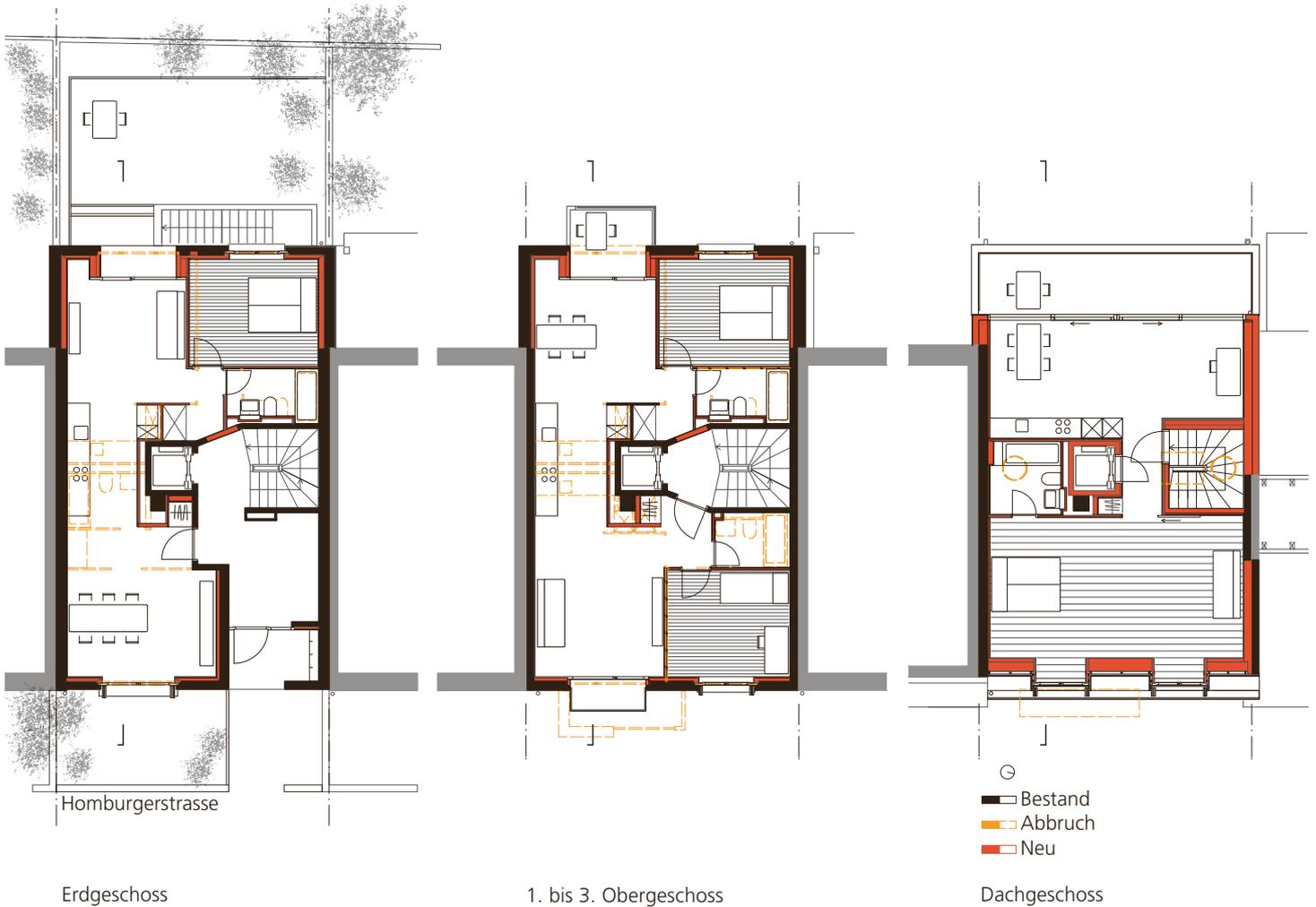


Das Gebäude vor und nach der Erneuerung. (Fotos: sim Architekten und Remo Zehnder)





Die Wohnungen sind heller und grosszügiger geworden. (Fotos: Remo Zehnder)



Erdgeschoss

1. bis 3. Obergeschoss

Dachgeschoss



## 14.2 Weyergut Köniz

Das Weyergut liegt in einem ländlichen Teil von Köniz nahe der Aare an leichter Hanglage. Der Landsitz entstand wohl im 16. Jahrhundert. Zu der denkmalgeschützten Baugruppe gehören das 1842 grundlegend veränderte Bauernhaus und mehrere Bauten wie ein Herrenhaus, das im 19. Jahrhundert zum Stöckli umgebaute ehemalige Ofenhaus, eine freistehende Scheune, ein Hühner- und ein Bienenhaus sowie ein gedeckter Brunnen mit Hoflinde. Das Bauernhaus stand in den letzten Jahren leer, bis sich eine Gruppe von Bauwilligen zusammenfand, die einen Teil der Gebäude zu nachhaltigem Wohnraum umnutzen wollte. Von der Idee bis zur Realisierung erfolgte ein langer Planungs- und Bauprozess inklusive Verhandlungen mit der Eigentümerschaft, der Denkmalpflege und weiteren Behörden. Das Bauerngut liegt in der Landwirtschaftszone und die Umnutzung zu Wohnraum war nur unter strengen Auflagen möglich.

### Geteilte Individualität

Mitinitiant und Architekt Peter Schürch entwickelte mit seinem Büro «Halle 58 Architekten» das ganzheitliche Baukonzept. Im Bauernhaus mit Scheune und Querscheune konnten neun Wohneinheiten unterschiedlicher Grösse auf bis zu drei Geschossen konzipiert werden. Die Flexibilität des Raumangebotes mit Wohnungen, Gemeinschaftsraum, Scheunen und vielfältigen gemeinsamen Aussen-

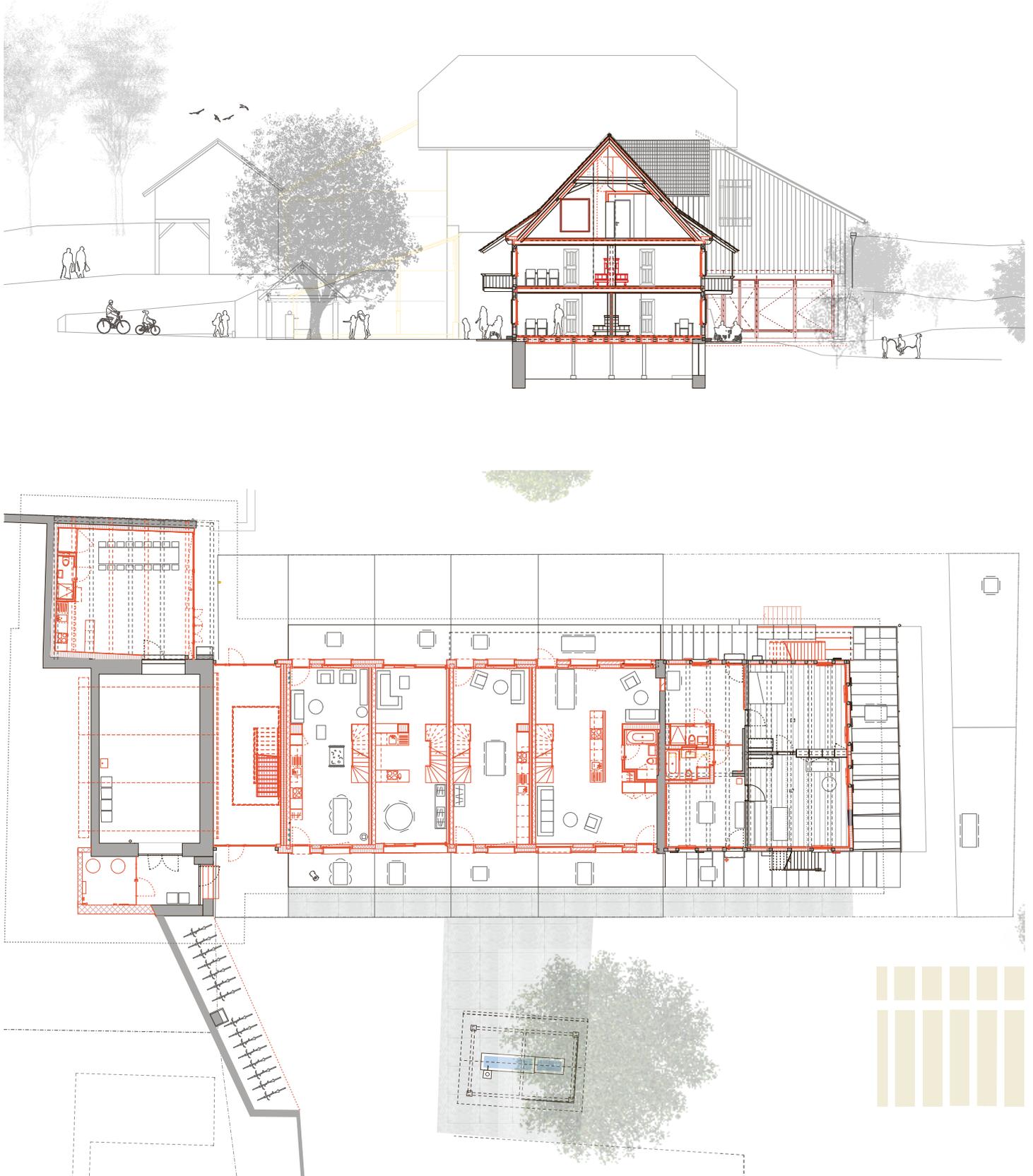
und Innenräumen ermöglicht einen kleinen Mikrokosmos, der auch das Engagement der Bewohner erfordert. Weitere erhaltenswerte Gebäude des Ensembles dürfen vorerst ausschliesslich als Lagerraum oder allenfalls für Tierhaltung genutzt werden. Der Charakter des Weyerguts konnte somit erhalten und der Ort wiederbelebt werden.

### Wohnen im Denkmal

Mit der holzfasergedämmten Gebäudehülle, den hochdämmenden Holzfenstern und einem kompensativen Dämmkonzept für die erdberührenden Bauteile und die Sockelpartien konnte der «GEAK A» erreicht werden. Neben Massivholz und Holzwerkstoffen wählte man auch alle anderen Baumaterialien sorgfältig nach ökologischen Kriterien und nach möglichst wenig grauer Energie. Statt mit teuren Materialien überzeugen die Wohnungen durch Raumqualität. Der stark reduzierte Energieverbrauch wird durch eine dachintegrierte terracottafarbene Photovoltaikanlage und eine Erdsonden-Wärmepumpe gedeckt. Eine individuelle Komfortlüftung mit Erdregister garantiert eine optimale Luftqualität ohne konventionelles Heizsystem und einen tiefen Energieverbrauch. Die bestehende Gebäudehülle mit ihren vielen Winkeln und Schlupflöchern für Mäuse, Wespen, Ameisenlöwen und Vögel trägt der Biodiversität Rechnung. Für die Mauersegler wurden neue Nistkästen eingebaut. Auch der natürlich gestaltete Aussenraum mit einem neuen Teich und einem Pflanzgarten wertet die Umgebung ökologisch auf. Alle Wohnungen haben Zugang zum gemeinsamen Aussenraum und verfügen über private Gartensitzplätze. Der Garten sowie der grosse Hof mit Brunnen und Linde sind ein idealer Lebensort für Kinder und Erwachsene zum gemeinsamen Nutzen und Bebauen, zum Verweilen und Spielen.



*Nach einem intensiven Planungsprozess mit vielen Verhandlungen erstrahlt das Weyergut in neuem Glanz. (Foto: Christine Blaser)*



Querschnitt alter Wohnteil und Grundriss Erdgeschoss. (Pläne: Halle 58 Architekten GmbH)



*Einzigartiger Kinderspielplatz unter einer imposanten Balkenkonstruktion. (Foto: Christine Blaser)*



*Nach Jahren des Leerstands bietet das Weyergut heute modernen Wohnraum für unterschiedliche Ansprüche. (Foto: Christine Blaser)*



### 14.3 Tagesschule Lorraine

In der hinteren Lorraine in Bern, angrenzend an die Bahnlinie und den steil abfallenden Aarehang, steht eine Gruppe einfacher Handwerkerhäuser, die um 1870 von Zimmerleuten errichtet wurden. Schon seit mehreren Jahrzehnten nutzt die Stadt die Gebäude als Kindertagesstätte und Tagesschule. Nach einem Wasserschaden im Jahr 2009 musste Lorrainestrasse 41, ursprünglich ein Handwerkerhaus eines Schreinermeisters, geschlossen werden. Die Stadt entschied sich für einen Wettbewerb mit Präqualifikation und liess dabei offen, ob die im Bauinventar aufgeführten Gebäude zu erhalten seien oder nicht.

#### Auf Bestehendem aufbauen

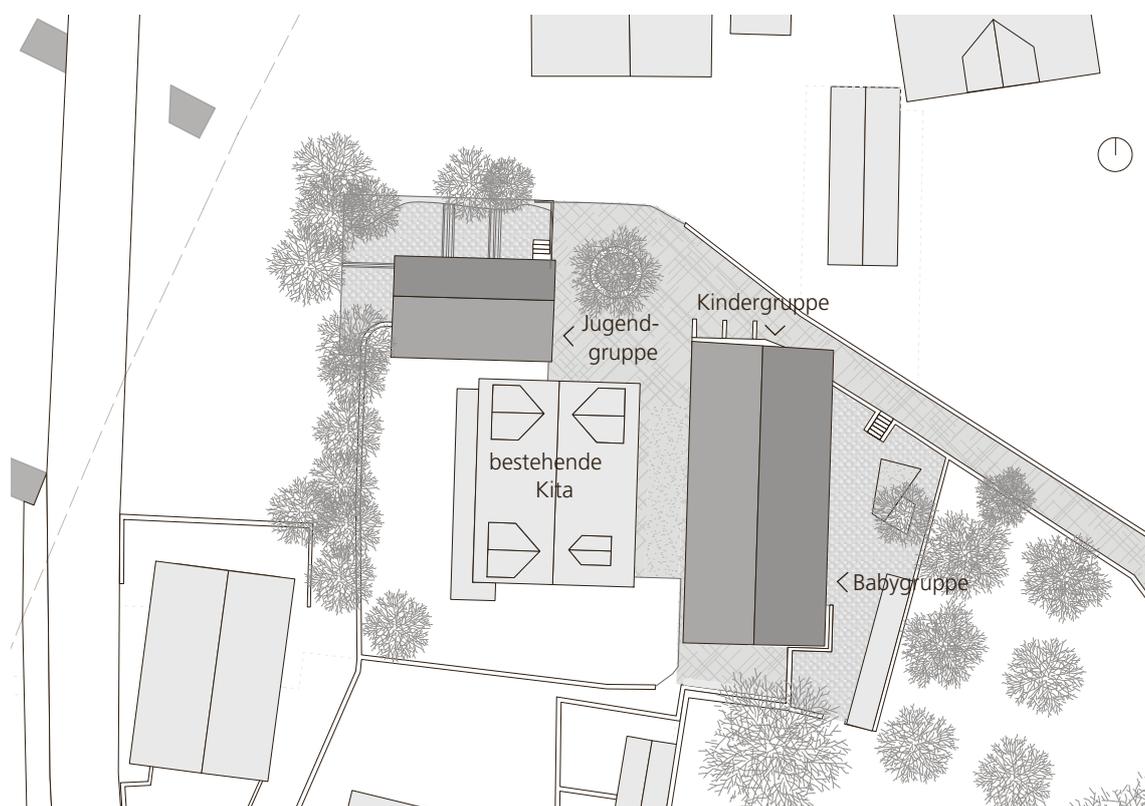
Die Architekten Freiluft schlugen in Zusammenarbeit mit Feissli Gerber Lieberdörfer als einziges Team den Erhalt und die Sanierung der beiden baufälligen Gebäude vor. Sie konnten mit der Idee, die gewachsenen Strukturen zu würdigen und darauf weiterzubauen, die Jury überzeugen. Die Architekten erkannten den Wert der vorhandenen dichten, kleinteiligen und charmanten Strukturen. Ein Neubau konnte diese Qualitäten ihrer Meinung nach nicht leisten. Im grösseren Haus fanden Baby- und Kindergruppe Platz und im kleineren die Jugendgruppe. Es war eine glückliche Fügung, dass die vorgesehene Nutzung und die vorhandenen Strukturen so gut zusammenpassten. So konnte der Charakter der Häuser und ihre Umgebung erhalten werden.

#### Gebäude bestimmen den Sanierungsweg

Die Abbrucharbeiten wurden zur Schatzsuche. Dabei kamen unter den vielen Belagschichten gut erhaltene, aufwendig verarbeitete Täfer und Parkettböden zum Vorschein. Leider zeigte sich aber auch, dass die Bausubstanz teilweise sehr schlecht war: Das ehemalige Werkstattgeschoss musste für die Nutzung erneuert werden und erhielt einen komplett neuen Innenausbau aus rohem Fichtenholz. Boden und Wände wurden als statisch wirksame Platten ausgebildet, um die Anforderungen zur Erdbebenbeständigkeit zu erreichen. Zur Verbesserung der Raumakustik montierten Fachleute gelochte und hinterdämmte Deckenelemente, die auch ästhetisch überzeugen. Die Ausfachung des Riegs wurde entfernt und mit Zellulose-dämmung ausgeflockt. Die Fassade wiederum wurde von den zwischenzeitlich angebrachten beigen Eternitschindeln befreit und trägt nun wieder ein Holzschindelkleid. Das Resultat der Sanierung zeigt, dass sie mit viel Herzblut umgesetzt wurde. Und auch wenn schliesslich sehr viel ersetzt und neu gemacht werden musste: Die Kinder dürfen sich auf eine idyllische, einmalige Tagesstätte freuen.

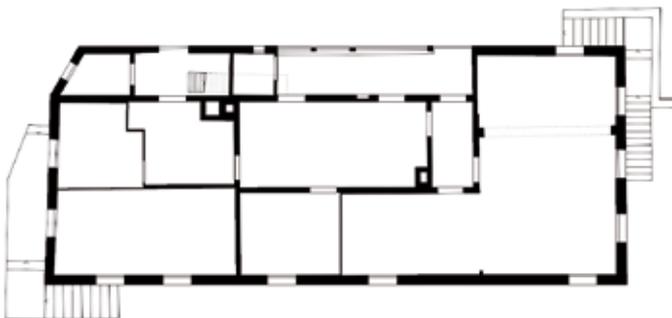


*Ehemalige Handwerkerhäuser als Kindertagesstätte: Idyll im Berner Lorraine-Quartier. (Foto: David Aebi)*

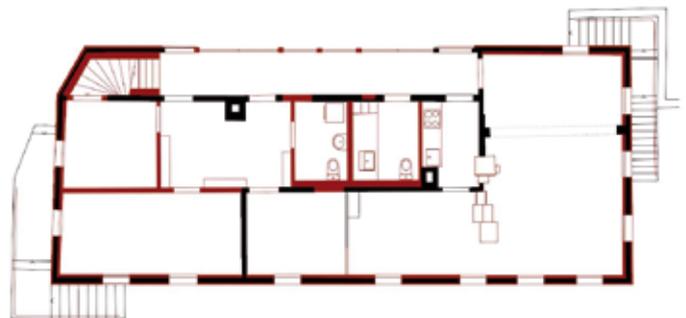




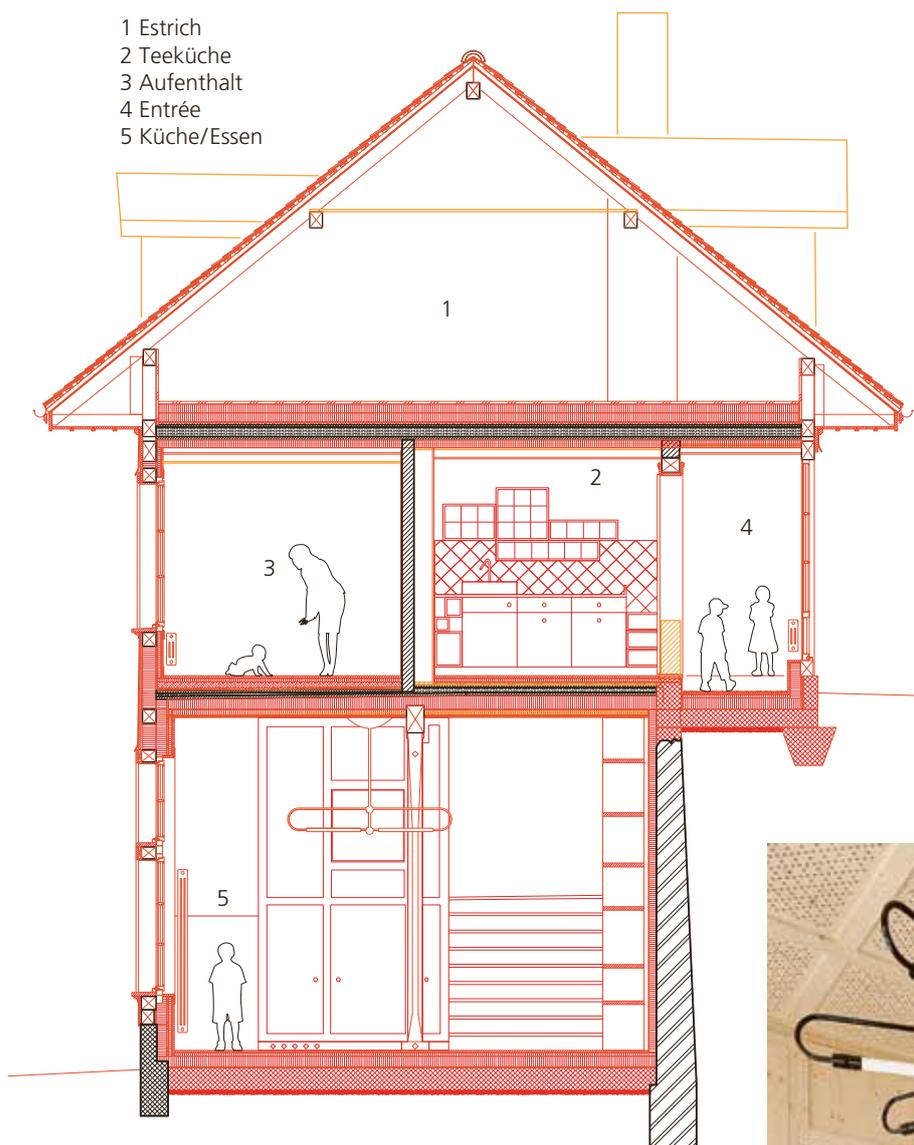
Der traditionelle Parkettboden interagiert perfekt mit dem Innenausbau aus Fichtenholz, der sowohl aus neuen wie auch aus alten Elementen besteht. (Foto: David Aebi)



Grundriss Obergeschoss Bestand.  
(Pläne: Freiluft Architekten / FGL Architekten)



Grundriss Obergeschoss nach der Erneuerung.



*Die speziellen Deckenelemente verbessern die Raumakustik, sodass die Kinder auch mal etwas lauter werden dürfen. (Foto: David Aebi)*



#### 14.4 Spinnerei Freienstein

1837 wurde in Freienstein im unteren Tösstal eine erste Spinnerei errichtet und während den florierenden Jahrzehnten zu einem Grossbetrieb mit fast 1000 Mitarbeitenden ausgebaut. Als Folge der Globalisierung musste die Produktion der Firma Blumer Söhne + Cie 1990 stillgelegt werden. Viele Bauten auf dem rund 50 000 m<sup>2</sup> grossen Industriearéal wurden seither als Ateliers, für Kulturangebote und viele andere Nutzungen eingesetzt. Es vergingen über 20 Jahre, bis auch den geschichtsträchtigen Räumen des Hauptgebäudes neues Leben eingehaucht werden konnte. Der Gestaltungsplan von 2008 schuf die Möglichkeit, die Geschossfläche von über 6000 m<sup>2</sup> dem Wohnen und Arbeiten zuzuführen.

##### Flexible Grundrisse

Im Jahr 2014 konnten 23 Minergie-zertifizierte Loft-Wohnungen, 5 Gewerbeeinheiten und 13 Ateliers bezogen werden. Im ehemaligen Turbinenraum soll mit der nächsten Bauetappe ein Gemeinschaftsraum untergebracht werden. Das Architekturbüro moos. giuliani. herrmann. architekten. erstellte ein überzeugendes Konzept zur Umnutzung, das sowohl den Schutz der historischen Substanz als auch unkonventionelle, raffinierte Lösungen zur Wohnnutzung vereint. Die grosse Herausforderung war die Entwicklung von Loftgrundrissen mit hoher Flexibilität, die den aktuellen technischen sowie gesetzlichen Anforderungen entsprechen und gleich-

zeitig den Fabrikcharakter mit möglichst viel geschützter Bausubstanz erhalten.

Das Erschliessungskonzept ist so optimiert, dass drei 50 m lange Korridore im Untergeschoss, im 1. und im 4. Obergeschoss die verschieden angeordneten Maisonette-Wohnungen in Längsrichtung erschliessen. Inspiriert von Le Corbusiers Maisonette-Typ in der Unité d'Habitation ermöglicht dieses Prinzip, dass die ursprünglichen Raumdimensionen weiterhin erlebbar sind. Geschossweise profitieren die Wohnungen von der Ost-West-Ausrichtung und der ungewöhnlichen Grundrisstiefe von 19 m. Dieser Kniff ermöglichte es auch, ausschliesslich die Ostfassade um eine eigenständige, rückbaubare Balkonschicht in Stahl zu erweitern. Durch den Zugang über die Brüstung bleibt die historische Fassade intakt.

##### Den Charme erhalten

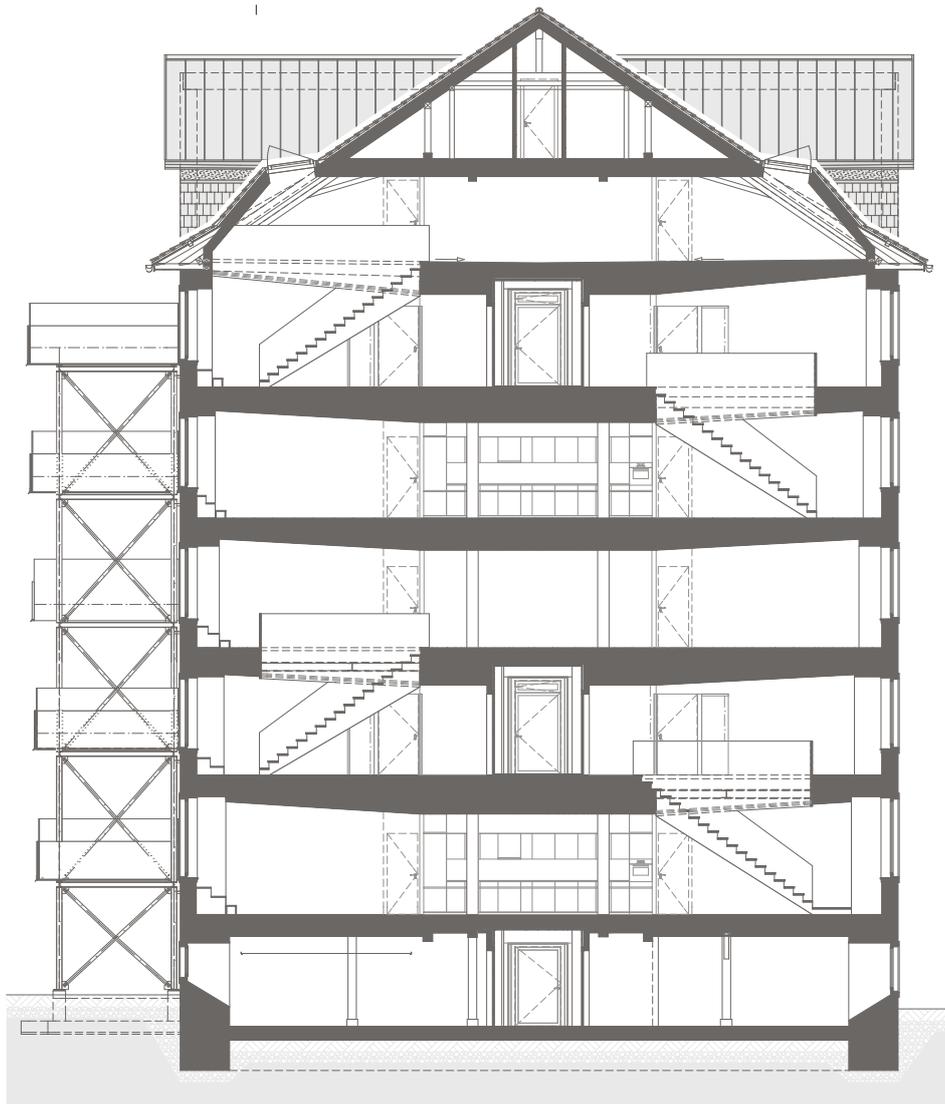
Das Bündeln der Installationskerne, der Küchen und Nasszellen lässt grosszügige, flexibel nutzbare Wohnflächen zu. Zur Optimierung der Spannweiten war ein sekundäres Tragwerk notwendig. Mit dessen vollständiger Verkleidung wurden die Brandschutzanforderungen erfüllt und das Freischälen und Zeigen der historischen Holztragkonstruktion ermöglicht. Die originalen Fenster wurden mit einer Isolierverglasung aus gezogenem Glas aufgedoppelt und die Beschläge wiederverwendet, womit der ursprüngliche Charme noch immer spürbar ist. Die wärmetechnischen Massnahmen bei den Fenstern, den Dachflächen und den Bodenplatten kompensieren den Verzicht auf eine Dämmung der massiven Aussenmauern. Die kontrollierte Wohnungslüftung minimiert die Wärmeverluste und schützt vor Bauschäden. Das Farbkonzept führt die ehemalige Farbgebung weiter und setzt die Neubauelemente in einen farblich reduzierten Kontrast. Entstanden ist eine Wohnfabrik, die den Bestand würdigt und mit Frische ergänzt.



*Die Spinnerei erscheint als zeitgemässes Gebäude, das zugleich seine Geschichte würdigt.  
(Foto: Beat Bühler)*



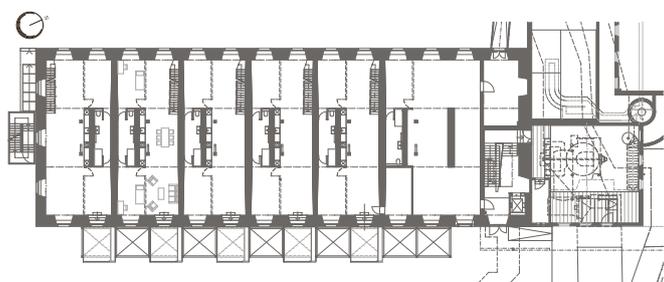
Die industrielle Vergangenheit ist dem Areal noch immer anzusehen. (Foto: Beat Bühler)



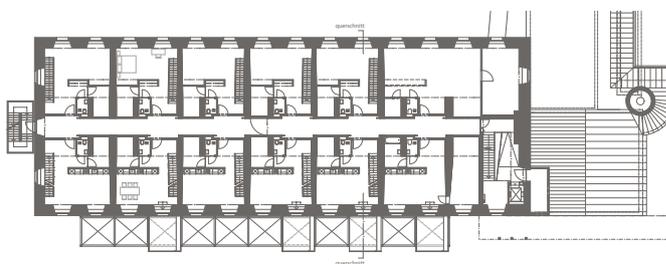
Pläne: moos.  
giuliani. herrmann.  
architekten.



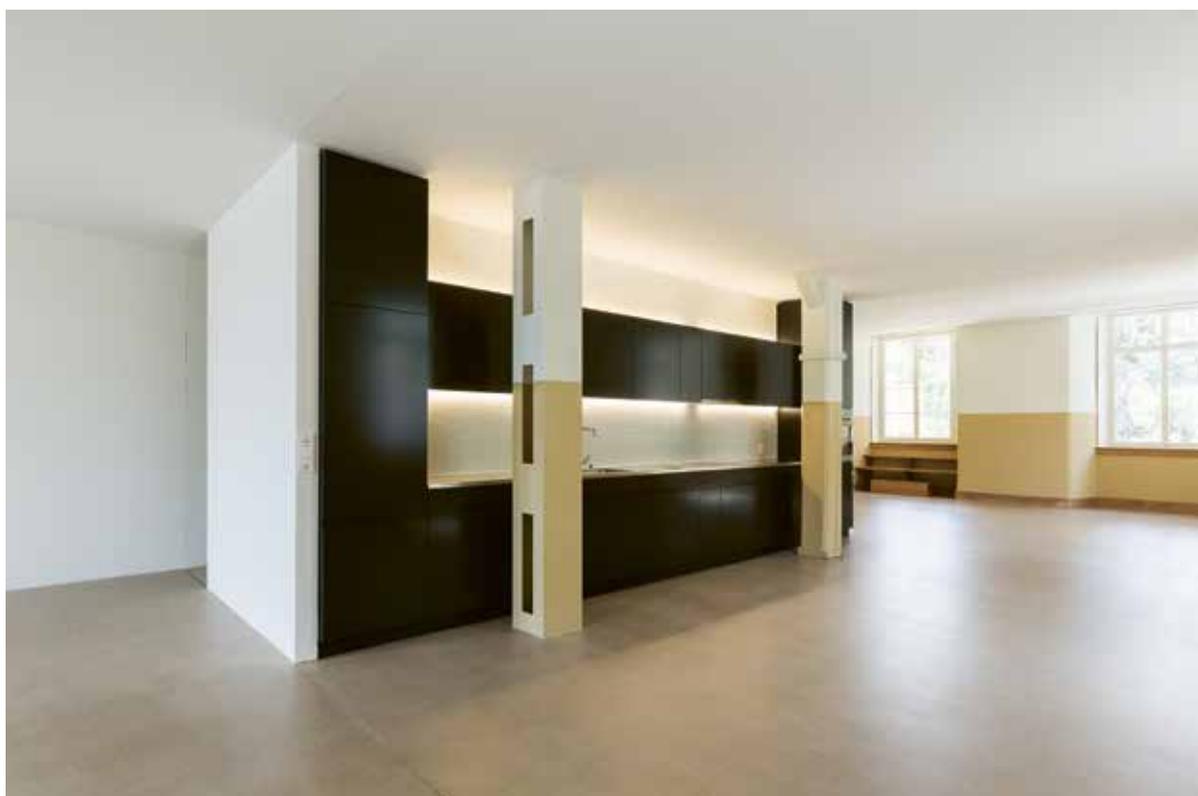
Die wuchtigen Steinmauern und die alte Balkenkonstruktion geben den Räumen einen einzigartigen Charakter.



Grundriss Erdgeschoss



Grundriss 1. Obergeschoss



In der ehemaligen Spinnerei stehen nun komfortable Wohnungen zur Verfügung. (Fotos: Beat Bühler)



### 14.5 Reihenhaushaus Birmensdorferstrasse

Umbauen bedeutet Veränderung – es wird ergänzt, entfernt, aufgestockt, erneuert und neu sortiert. Dabei entstehen Bruch- und Schadstellen. Statt die Narben und Spuren des Umbaus zu verstecken und hinter Retuschen zu verbergen, hat das Baubüro in situ diese wie selbstverständlich ins Gesamtkonzept integriert. Die Nahtstellen sind einfach gestrichen, mit Zement ausgegossen oder belassen: Der Wandel der Substanz bleibt sichtbar.

#### Ertüchtigung notwendig

Das Reihenhaushaus wurde 1949 in Zürich zwischen Wiedikon und Albisrieden erbaut und verfügte über bescheidene 80 m<sup>2</sup> Wohnfläche. In Folge vernachlässigten Unterhalts hatten viele Bauteile ihre Lebensdauer erreicht und waren zum Teil in schlechtem Zustand. Der ganzheitliche Umbau konnte in zwei Etappen realisiert werden. Damit das Erdgeschoss zur Wohnküche geöffnet werden konnte, musste zuerst das Untergeschoss statisch ertüchtigt werden. Auch im Obergeschoss konnten durch eine Neuorganisation des Grundrisses grosszügigere Räume realisiert werden. So wurde eine Raumkammer von 9 m<sup>2</sup> ausgedehnt und kann nun als Familienzimmer mit Büro genutzt werden.

#### Aufstockung mit Holzelementen

In der zweiten Etappe wurde das Gebäude mit Holzelementen um ein Geschoss aufgestockt. Es bietet der Familie nun insgesamt 120 m<sup>2</sup> Wohnfläche. Eine logistische Herausforderung war, dass das Reihenhaushaus nur per Fussweg von der Birmensdorferstrasse aus erreichbar ist. Die präzise Planung und die Holzelement-Bauweise ermöglichten es, die Aufstockung mit einem 45-Meter-Auslegerkran in einem Tag auszuführen. Es wurden hochwertige, langlebige und natürliche Materialien verwendet. Die neue, 20 cm starke Holzfaserdämmung der bestehenden Fassade und der Fensterersatz tragen zum stark reduzierten Heizwärmebedarf bei. So reichen auch in kalten Wintermonaten drei Radiatoren, die aus dem Bestand wiederverwendet werden konnten, um das ganze Volumen zu beheizen. Aus Gründen der Wirtschaftlichkeit und Effizienz wurde keine Photovoltaikanlage eingebaut. Der Solarstrom wird jedoch über eine Zürcher Genossenschaft bezogen. Dank dem bestehenden Mauerwerk mit neuem Holzfaserkleid bleibt an heissen Sommertagen die Innentemperatur kühl, zudem wird die Nachtauskühlung über die beiden Dachfenster aktiv unterstützt.

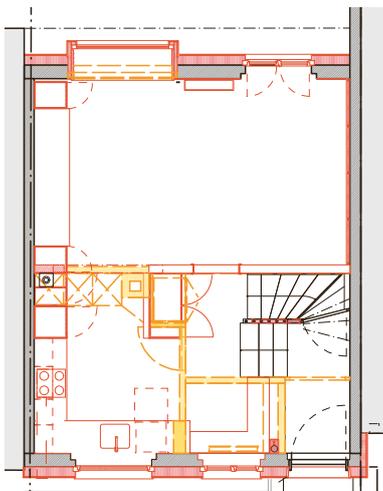


Für die Umbauarbeiten stand ein 45-Meter-Auslegerkran im Einsatz, weil das Gebäude nur zu Fuss erreichbar ist. (Foto: Martin Zeller)

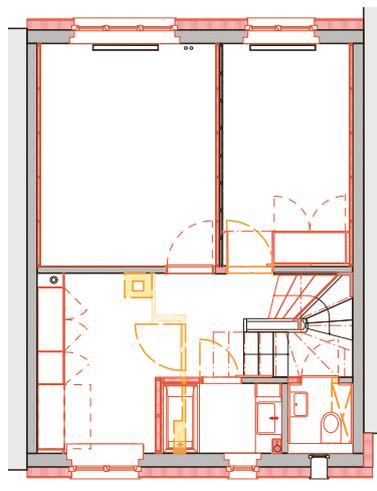




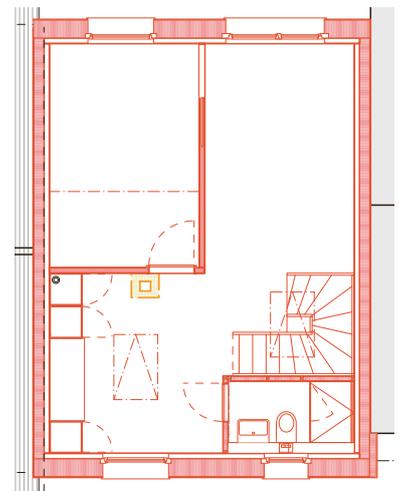
Moderne Elemente wurden unverkrampft mit der bestehenden Substanz kombiniert. (Foto: Martin Zeller)



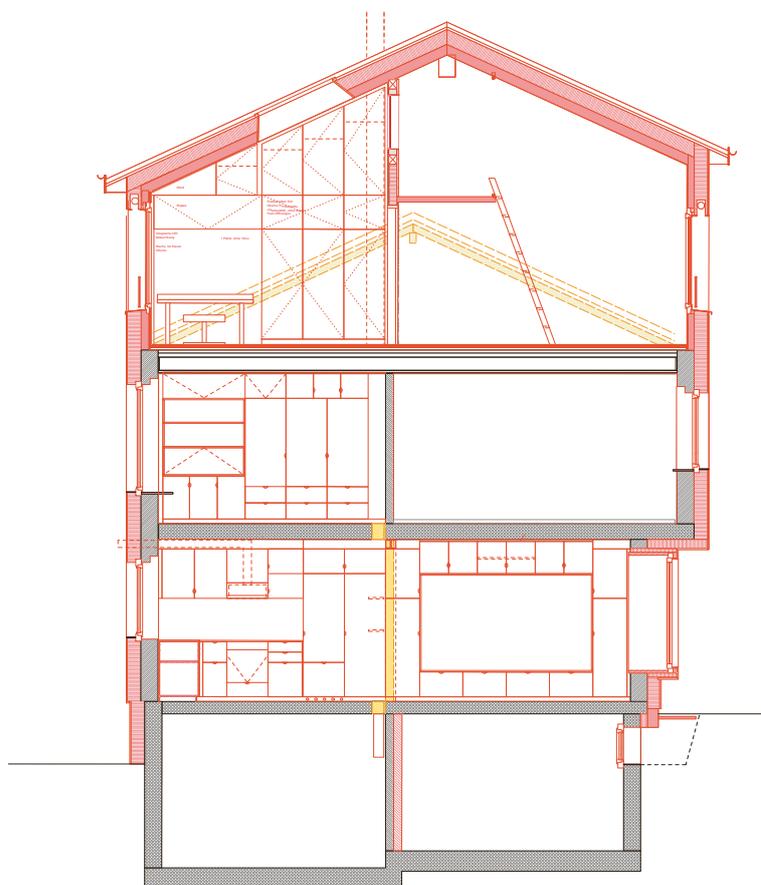
Erdgeschoss



Obergeschoss



Dachgeschoss



*Dank der neuen Fenster ist der Heizwärmebedarf so stark reduziert, dass drei Radiatoren aus dem Bestand für die Beheizung ausreichen. (Fotos: Martin Zeller)*





### 14.6 Hochhäuser Sihlweid

Die zwei Hochhäuser aus den 1970er-Jahren prägen das Bild des Quartiers Leimbach in Zürich. Seit 2013 erscheinen sie nicht mehr als graue Plattenbauten, sondern tragen ein frisches Fassadenkleid und fangen damit die Energie der Sonne ein. Die Photovoltaik-Dünnschichtfassade zählte zum Zeitpunkt des Umbaus zu den weltweit grössten und verwandelte die bisherigen Energieschleudern in Solarkraftwerke. Heute entsprechen die beiden Hochhäuser den Anforderungen der 2000-Watt-Gesellschaft. Dies bedeutet einen durchschnittlich dreimal geringeren Energieverbrauch beim Betrieb von Gebäuden – ein Ziel, das die Stadt Zürich bereits seit einem Urnengang im November 2008 anstrebt.

#### Mit Weitblick erneuert

Vor dem Umbau wiesen die undichten, kaum gedämmten Hochhäuser eine schlechte Energiebilanz aus, die Nebenkosten waren entsprechend hoch. Das Treppenhaus war über die 17 beziehungsweise 19 Stockwerke offen und die Zugluft ein steter Gast. Die Eigentümerin, die Baugenossenschaft Zurlinden, plant und bewirtschaftet ihre Immobilien weitsichtig nach dem Leitbild nachhaltiger Entwicklung. Für den anstehenden Umbau setzte sie sich hohe Ziele. Die Erneuerung sollte gemäss dem Planungsinstrument «SIA-Effizienzpfad Energie» erfolgen und 2000-Watt-kompatibel sein. Vor der eigentlichen Planung wurde ein Energieexperte beauftragt, das Potenzial der energeti-

schen Sanierung aufzuzeigen. Diese Arbeit diente als Grundlage für erste Studien der Architekten Harder Haas Partner.

#### Innenraum mit neuer Qualität

Unter Berücksichtigung der Schwachstellen und der baurechtlichen Ausnützungsréserven entwickelten die Architekten ein Konzept für die Neuorganisation der Grundrisse. Die bisherigen Eckbalkone wurden dem Wohnraum zugeschlagen, wodurch ein grosszügiger Essbereich mit einmaliger Aussicht entstand. Dies ermöglichte einen kompakten Dämmperimeter, der auch das Treppenhaus einschliesst. Die Balkone profitierten ebenfalls von der Neuorganisation. Sie bieten heute mehr Fläche und sind geschützter positioniert. Zudem verfügen nun auch die kleinen Wohnungen über einen Balkon. Für die 170 Wohnungen ergaben sich auf diese Weise durchgehend neue innenräumliche Qualitäten.

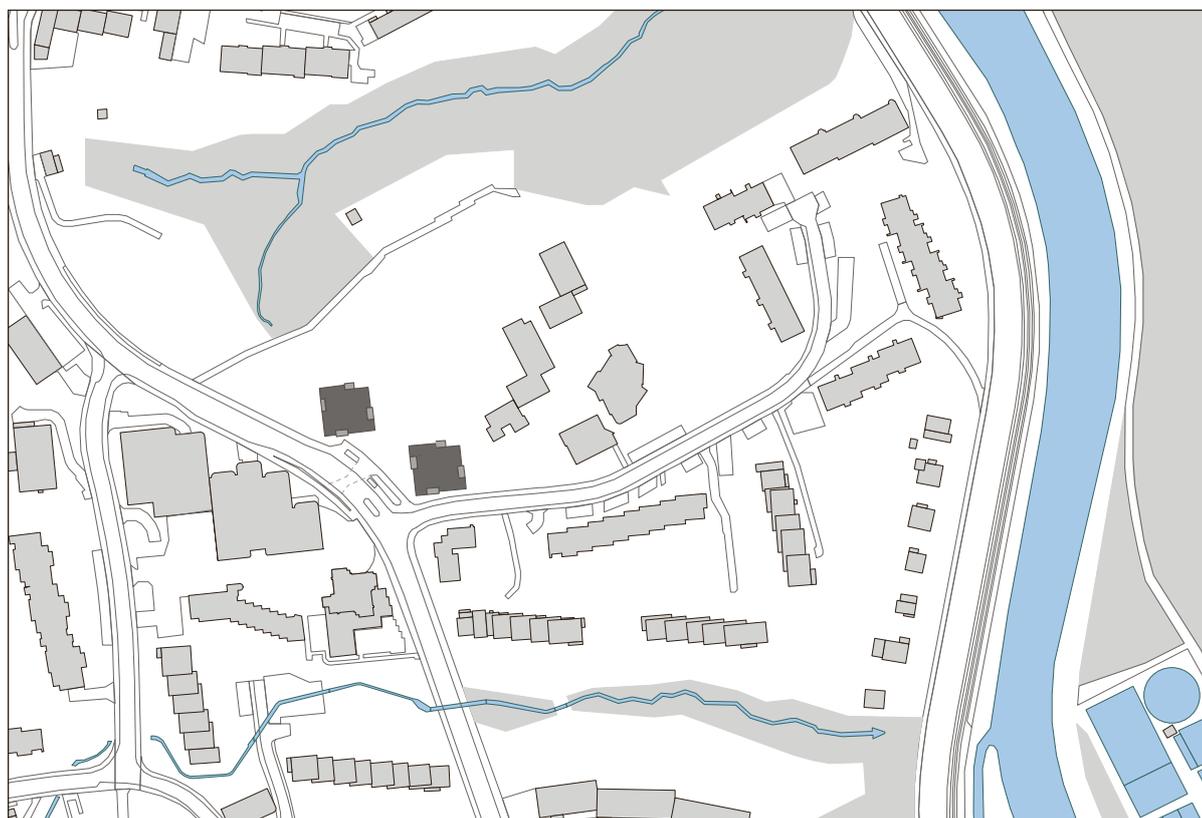
#### Integration aller relevanten Aspekte

Im Hinblick auf die Aussengestaltung waren die Photovoltaikpaneele entscheidend für die Gesamterscheinung. Die Architekten integrierten die Standardpaneele, indem sie die Proportionen der Felder und die Fugendetails an die Gesamtkomposition anpassten.

Die Baugenossenschaft informierte die Bewohner frühzeitig und der Umbau konnte in bewohntem Zustand realisiert werden. Die moderate Erhöhung der Mieten, mehr Raum und die verbesserte Wohnqualität überzeugten viele Bewohnende, im Hochhaus zu bleiben. Neben den energetischen wurden auch die wirtschaftlichen, sozialen und gestalterischen Aspekte überzeugend in dieses nachhaltige Leuchtturmprojekt integriert.



Die beiden markanten Hochhäuser kommen nicht mehr in Grau daher, sondern mit einer eleganten Fassade aus PV-Panels. (Foto: Zeljko Gataric)





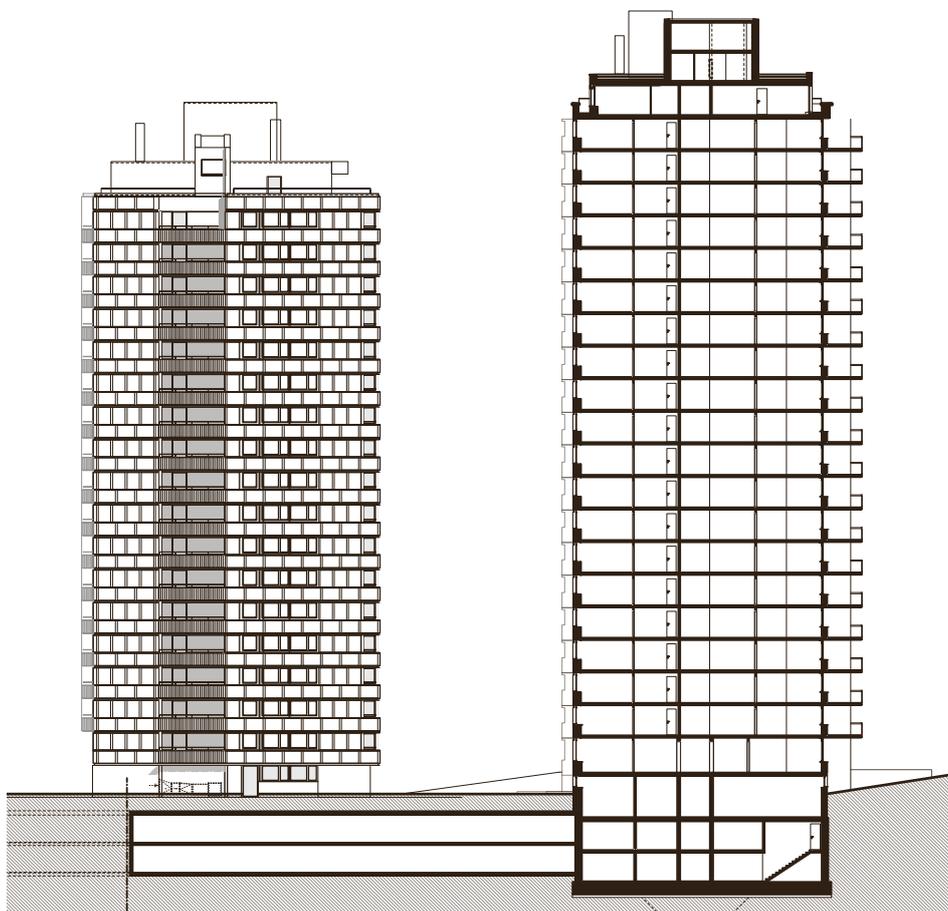
*Grundriss.  
Grau: Bestehend,  
grün: Anbau (Küche  
und Balkone), blau:  
Umbau.*



*Hell und modern  
sowie ein toller  
Ausblick – die Hoch-  
häuser bieten at-  
traktiven Wohn-  
raum. (Foto: Harder  
Haas P. AG)*



*Die PV-Fassade generiert nicht nur Energie, sondern bringt auch optisch eine deutliche Aufwertung. (Foto: Harder Haas P. AG)*





### 14.7 Gartenstadtsiedlung Friesenberg

Die Familienheim-Genossenschaft Zürich, kurz FGZ, wurde 1924 mit dem Ziel gegründet, qualitätsvollen Wohnraum für Familien zu schaffen. Nach dem Vorbild der englischen Gartenstadt wurden ab 1925 am Zürcher Friesenberg etappenweise topographisch sorgfältig integrierte Siedlungen gebaut. Die Etappe 14 am Bernhard-Jaeggi-Weg wurde 1945 während der Kriegsjahre erstellt. Sie besteht aus 14 Reihenhauszeilen und weiteren Nutzungen wie beispielsweise einem Doppel-Kindergarten und einem Vereinslokal. Die 128 Reiheneinfamilienhäuser sind 3 bis 5 Zimmer gross und haben einen eigenen Garten.

#### **Bewahren und Erneuern in Balance**

1983 wurden die Gebäude letztmals umfassend saniert, 1993 folgte der Einbau neuer Fenster sowie die Wärmedämmung aller Dächer und deren teilweiser Ausbau zu Wohnräumen. Untersuchungen zeigten, dass die Bausubstanz in gutem Zustand ist und für einen weiteren Lebenszyklus von 25 Jahren ressourcenschonend instand gestellt werden kann. Damit günstiger Wohnraum für Familien bewahrt wird, achtet die FGZ bei der Sanierung von Altbauten auf gezielte, massvolle Investitionen. Es ist eine Balance zwischen den verschiedenen Aspekten der Nachhaltigkeit wie Wohnqualität, Vermietbarkeit, Energiebilanz und Mietzins zu finden.

#### **Zugang zum Garten**

Nach einem Wettbewerbsverfahren, in dem die Umsetzung des von der FGZ ermittelten Sanierungsumfanges aufgezeigt werden musste, wurden Hopf & Wirth Architekten aus Winterthur in Zusammenarbeit mit Thomet Partner AG (Bauleitung) aus Lufingen mit der Planung und Ausführung der Sanierungs- und Umbauarbeiten beauftragt. Es zeigte sich, dass die Grundrisse geschickt proportioniert sind und auch für heutige Bedürfnisse eine hohe Wohnqualität aufweisen. Einzelne Details aus der Bauzeit wie die gekachelte Sitzbank entlang des Wohnzimmers oder die praktischen Holzeinbauten im Korridor bereichern die einfachen Häuser noch heute. Die Küche wurde mit einem Durchbruch und einer Schiebetüre zum Wohnraum geöffnet und eine neue Tür führt direkt ins Grüne. Das Geländer an der Treppe ist gleichzeitig ein Rankgerüst für Pflanzen und unterstützt die feine räumliche Abgrenzung zur Nachbarschaft.

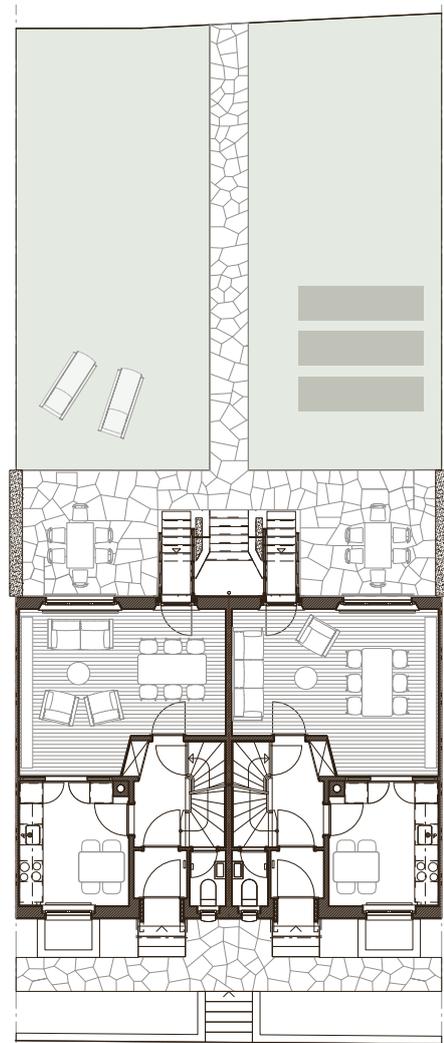
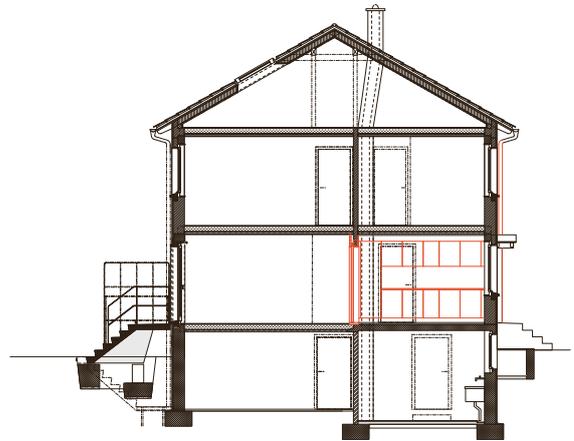
#### **Wärmeverbund in Planung**

Zudem mussten Leitungen ersetzt werden. Küchen, Bäder und alle Oberflächen wurden erneuert und von asbesthaltigem Material befreit. Mit einem zusätzlichen Radiator in den ausgebauten Dachgeschossen wurden die Energieverteilung verbessert und bauphysikalische Schwachstellen entschärft. Die Sanierung erfolgte mit Ausnahme weniger Tage während der Asbestsanierung in bewohntem Zustand. In ähnlich pragmatischer und behutsamer Weise haben die Architekten bereits die Etappe 13 saniert, womit der Charme und die soziale Durchmischung dieser Siedlungen weiterleben kann.

Ein neues Wärmeversorgungskonzept soll bis 2050 die FGZ-Siedlungen am Friesenberg mit der Abwärme der umliegenden Industriebauten versorgen. Eine erste Etappe des Energienetzes wurde bereits realisiert. In riesigen Erdspeichern wird die Abwärme zwischengespeichert und mittels Wärmepumpen auf die notwendigen Temperaturen angehoben. Die Wärmepumpen werden mit der Elektrizität eigener Photovoltaikanlagen betrieben.

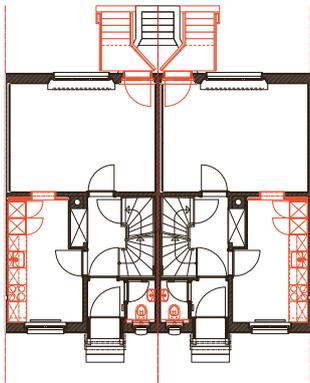


Das Geländer der neuen Treppe in den Garten dient gleichzeitig als Rankgerüst für Pflanzen. (Foto: Hopf & Wirth Architekten)

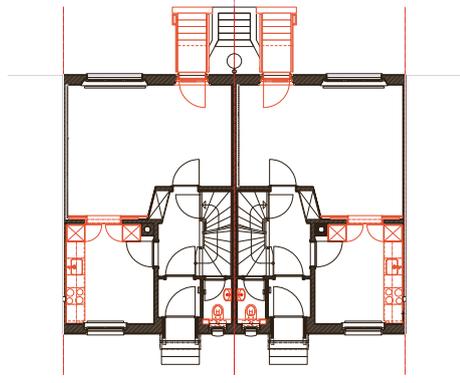


Grundriss Erdgeschoss.  
(Pläne: Hopf & Wirth Architekten)

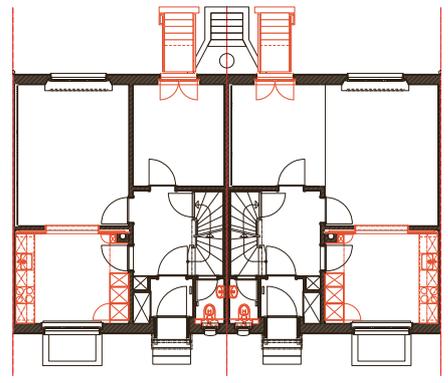
Mittelhäuser



Typ 1: 3-Zimmer-Haus



Typ 2: 4-Zimmer-Haus



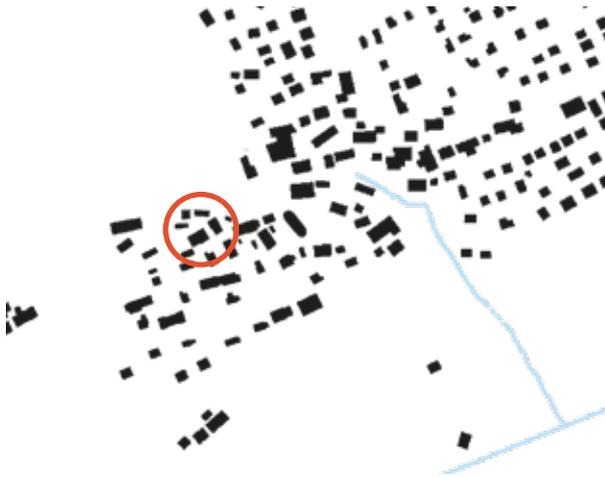
Typ 3: 5-Zimmer-Haus



*Küche (links) und Wohnraum (rechts) sind neu mit einer Schiebetür direkt verbunden. (Fotos: Hopf & Wirth Architekten)*



*Die gekachelte Sitzbank im Wohnzimmer ist auch nach über 70 Jahren noch eine Bereicherung. (Fotos: Hopf & Wirth Architekten)*



### 14.8 Dorfkern Cressier

Cressier ist ein kleines, durch landwirtschaftliche Strukturen geprägtes Dorf im Kanton Freiburg. Zwei verlassene Bauernhäuser, ein Schweinestall und ein altes, längst nicht mehr genutztes Schulhaus bildeten eine weilerartige Baugruppe nahe der Kirche und dem Dorfzentrum. Die Gemeinde Cressier sah in diesem Leerstand eine Chance und schrieb einen Architekturwettbewerb aus. Mit der Umnutzung zu unterschiedlich grossen Wohnungen sollte das Erbe bewahrt, der Dorfkern neu belebt, weiterentwickelt und verdichtet werden. Man wollte der Entwicklung, dass immer wieder Dorfbewohner wegzogen, weil sie im Dorf selbst keine geeigneten Wohnungen finden konnten, aktiv entgegenreten.

#### Spiel mit Angleichung und Kontrast

Das Siegerprojekt des Architekturbüros LVPH aus Pampigny sah vor, die Gruppe durch Neubauten zu ergänzen und so am «Weiler» weiterzubauen. Die gewünschte neue Totenkapelle setzten sie an den östlichsten Rand des Ensembles. Sie wird dadurch nur von aussen betrachtet als zugehörig, im Ensemble selbst aber als randständig gelesen. Ein kleines Gemeinschaftshaus zwischen ehemaliger Schule und grossem Bauernhaus vervollständigt die Gruppe. Die Neubauten stehen so, dass sie gegen Norden und Osten das Ensemble optisch schliessen, gegen Westen aber den Blick freigeben.

#### Aussenraum dank Glasfassade

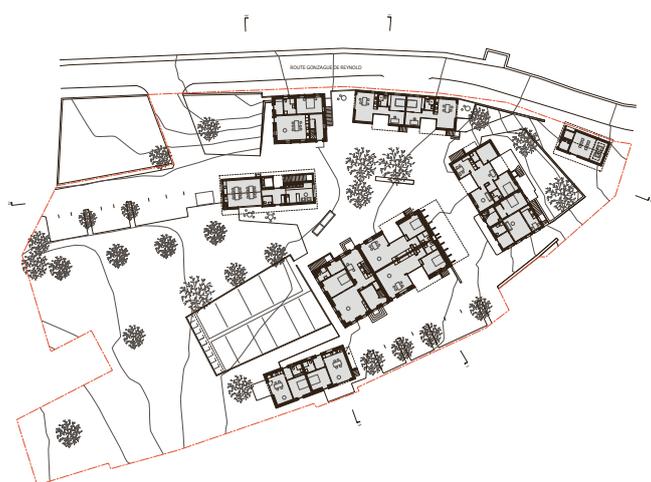
Die beiden Bauernhäuser behandelte man ähnlich. Sie beherbergen neu kleine Geschosswohnungen in den ehemaligen Wohnteilen, kleine Geschosswohnungen im Erdgeschoss und schmale Duplexwohnungen im Obergeschoss des ehemaligen Ökonomieteils. Im Ökonomie-Obergeschoss rückte man mit der Glasfassade der Duplexwohnungen von der ehemaligen Gebäudewand ab und belies bloss die tragenden Balken. Zwischen diesen Balken, die das alte Dach stützen, und der neuen Glaswand spannt sich ein balkonartiger Vorraum vor der Wohnung auf. Dieser gedeckte Aussenraum entschädigt für das spärliche Licht, ermöglicht eine Vollverglasung auch im aufgesetzten Schlafgeschoss und lässt den zurückgezogenen Baukörper als Haus im Haus unter altem Dach erscheinen.

#### Durchmischung dank Wohnungsmix

Die vorhandenen Pflastersteine wurden zu einem alle Gebäude verbindenden, einheitlichen Platzraum ergänzt. Von diesem Platz aus hat jede Wohnung – der Dorftypologie entsprechend – ihren eigenen Eingang. 19 Mietwohnungen sind in den einst bäuerlichen Strukturen untergebracht, in denen der Wohnungsmix für eine gute Durchmischung sorgt. Die ganzen Erdgeschosse sind hindernisfrei begehbar und für ältere Leute adaptiert. Im Gemeinschaftshaus sind eine Waschküche, ein Mehrzweckraum und die Holzschnitzelheizung untergebracht. Letztere wurde zu einem Wärmeverbund für die umliegenden öffentlichen Gebäude der Gemeinde ausgebaut. Dadurch konnten vier Ölheizungen ersetzt werden.



Schnitte durch das Ensemble



Erdgeschoss

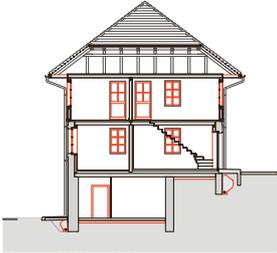


1. Obergeschoss

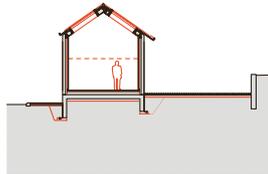
Pläne: LVPH  
architectes Sàrl



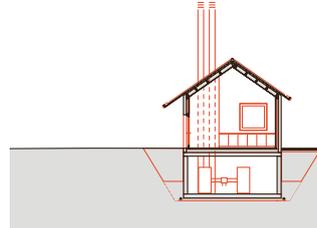
Wirkt wie ein  
Weiler: der sanierte  
Dorfkern von  
Cressier. (Foto: Rolf  
Siegenthaler)



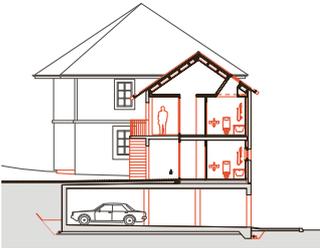
Altes Schulhaus



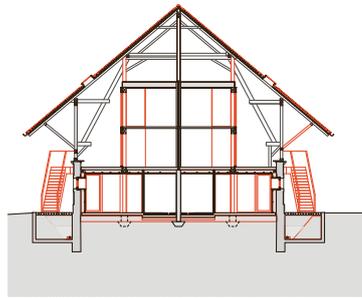
Totenkapelle



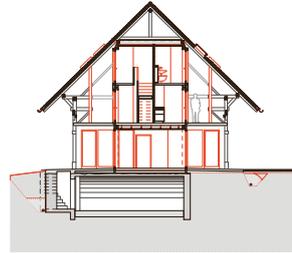
Gemeinschaftshaus



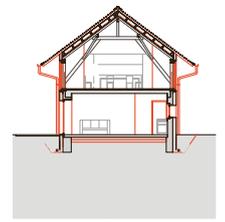
Haus Gonzague



Grosses Bauernhaus



Kleines Bauernhaus



Schweinestall





*Aus den alten Bauernhäusern entstanden moderne Wohnungen, in denen bestehende und neue Holzkonstruktionen perfekt harmonieren. (Fotos: Rolf Siegenthaler)*



### 14.9 Wohnhaus Lausanne

Das Gebäude wurde 1887 an der Rue de l'Industrie 6 in Lausanne erbaut und ist ein wertvoller Zeuge der ehemaligen Arbeiterwohnungen im Vallon-Quartier. Es besetzt an der Ecke «Rue de l'Industrie» und «Chemain du Calvaire» eine prominente Position und bildet den südlichen Abschluss des Stadtteils. Im Bauinventar der Denkmalpflege ist es als «interessantes Objekt auf lokaler Ebene» klassifiziert.

#### Ursprünge bleiben sichtbar

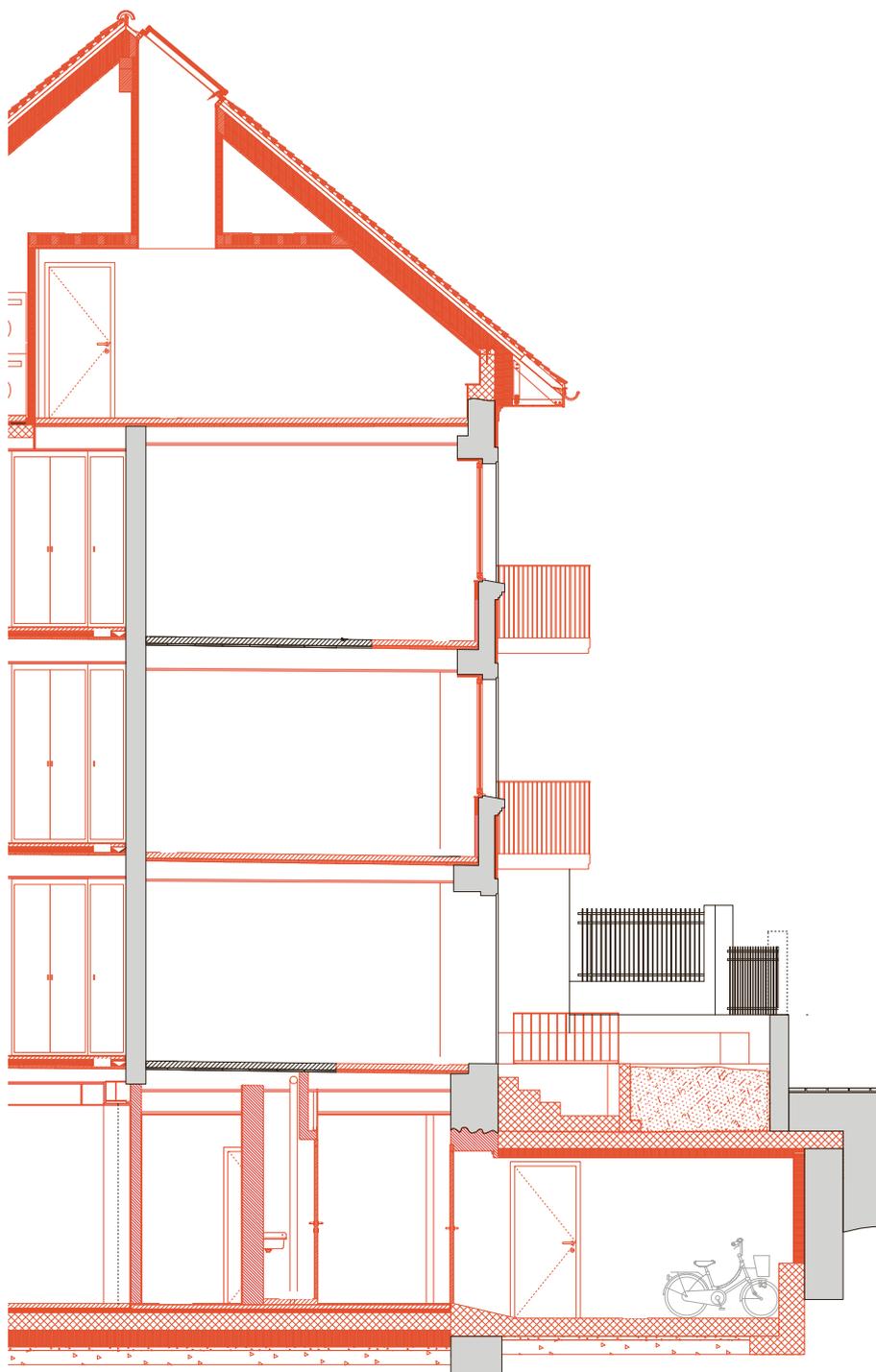
Das hohe Sockelgeschoss fängt das stark abfallende Terrain auf und bietet mit grosszügigen Schaufenstern Raum für Gewerbe und öffentliche Nutzungen. In den Obergeschossen sind Wohnungen untergebracht. Die Fassade zeichnet sich in diesem Bereich durch eine regelmässige, klassische Lochbefensterung aus. Ein leichter Knick moduliert das Volumen, an dieser Stelle verbindet innen ein geradliniges Treppenhaus die unterschiedlichen Niveaus. Je nach Geschoss schweift der Blick beim Treppensteigen in die geschäftige Hauptstrasse oder in den mit einer groben Steinmauer gefassten Hinterhof. Der Lausanner Architekt Olivier Rochat und sein Team entdeckten die feinen Qualitäten des Bestandes. Es war ihnen wichtig, die räumlichen Qualitäten zu stärken, sodass die ursprüngliche Typologie weiterhin lesbar ist.

#### Gemeinschaftliche Nutzungen

Ausgehend von diesem Kontext entwickelten sie für die Genossenschaft i6 ein Projekt, das auch weiterhin Wohn- und Gewerbenutzung vereint. Ursprünglich waren sehr kleine Wohnungen untergebracht und die Toiletten im Treppenhaus mussten gemeinschaftlich genutzt werden. Die Idee, gewisse Nutzungen den heutigen Bedürfnissen entsprechend zu teilen, wird weiterhin gelebt. Für die acht Wohnungen gibt es unter dem Hinterhof einen Veloraum und im neu ausgebauten Dachgeschoss einen gemeinsamen Waschsalon. Die Wohnungen wurden neu konzipiert, wobei die Grundstruktur des Gebäudes beibehalten wurde. Die bestehende Balkenlage trägt die neuen Oberflächen und bautechnischen Schichten zur Erfüllung der Anforderungen bezüglich Schall- und Brandschutz. Das Dachgeschoss wurde komplett neu ausgebaut und mit mächtigen Lukarnen belichtet, wodurch es nun zusätzlichen Wohnraum für zwei kleine Wohnungen bietet.

#### Fit für die Zukunft

Die zum Hinterhof und der anliegenden Fussgängerzone ausgerichteten Balkone sind neue Elemente. In Form der filigranen Stahlkonstruktion wirken sie recht gut integriert, bieten zusätzliche Wohnqualität und beleben den städtischen Raum. Die Fassade trägt neu einen feinen Dämmputz, welcher die historische Gliederung mit Gesimsen und Lisenen nicht überdeckt. Durch die gute Dämmung der neuen Dachkonstruktion sowie der Bodenplatte und der Integration einer Lüftung mit Wärmerückgewinnung konnte der Minergie-Standard erreicht werden. Mit der Synergie unterschiedlichster Aspekte wie dem geschichtlichen Kontext, neuen bautechnischen und energetischen Anforderungen, sozialen Werten, Wirtschaftlichkeit und Ästhetik machen O. Rochat Architectes das Bestehende fit für die Zukunft.



Das 1987 erbaute Gebäude vor der Sanierung. (Foto: O. Rochat architectes)



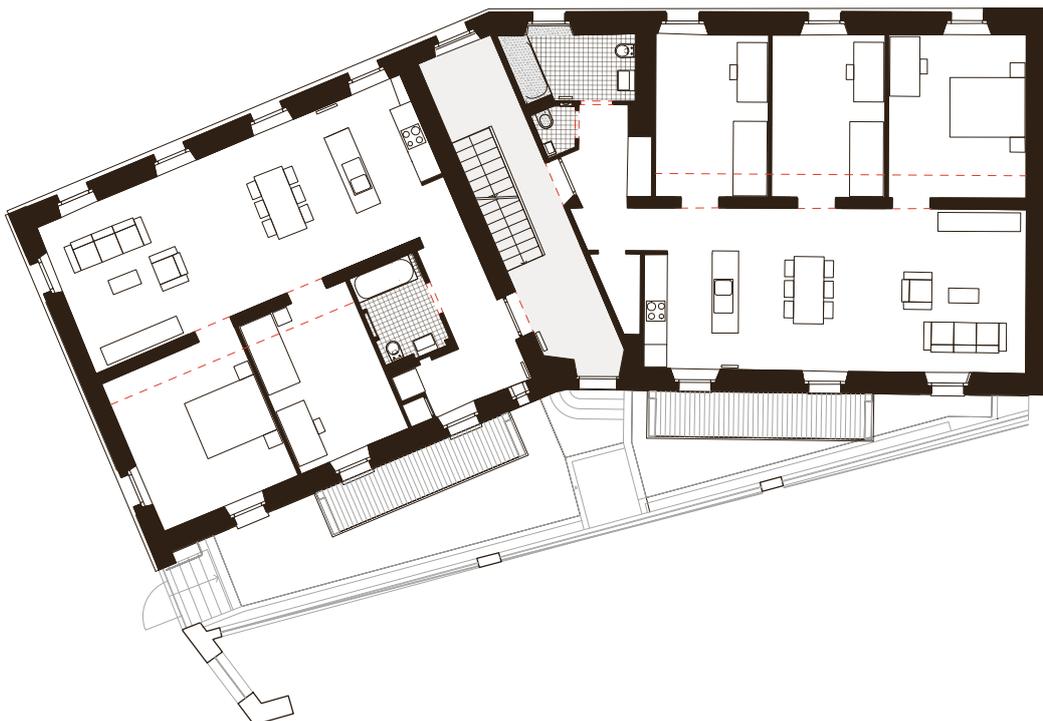
Der Charakter des Gebäudes ist auch nach der Sanierung unverkennbar. (Foto: Thomas Hensinger)



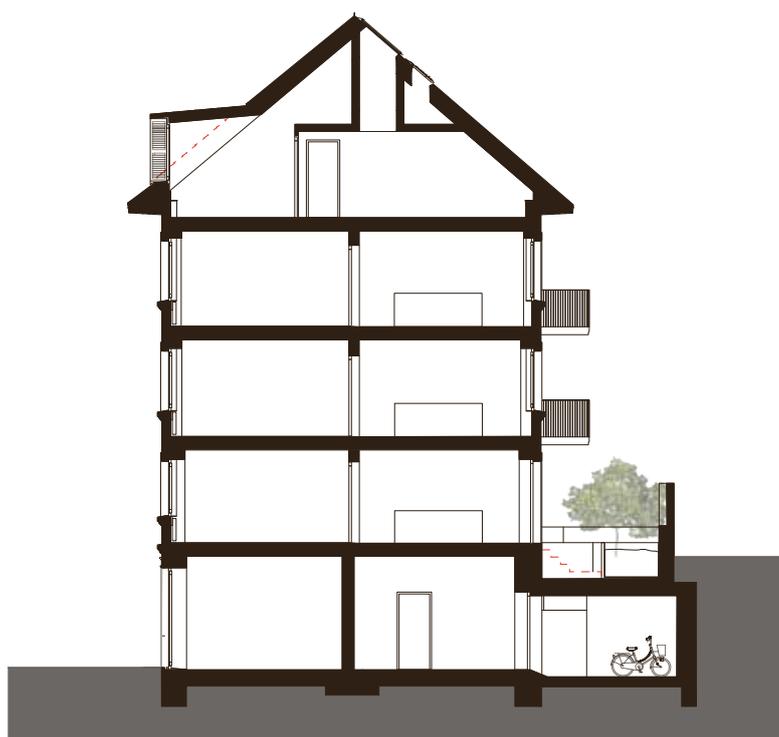
Die neuen Balkone zum Hinterhof sind auf die Quartierstruktur abgestimmt. (Foto: O. Rochat architectes)



*Die Balkone bieten zusätzlichen Wohnraum und beleben das Stadtbild. (Foto: Thomas Hensinger)*



*Grundriss  
2. Obergeschoss.  
(Plan: O. Rochat  
architectes)*



Querschnitt.  
(Plan: O. Rochat  
architectes)



Der Eingang zu den Wohnungen, die weiterhin gewisse Nutzungen wie das Waschen gemeinsam teilen.  
(Foto: O. Rochat architectes)



Die Innenräume wurden sanft den modernen Anforderungen angepasst. (Foto: Thomas Hensinger)



### 14.10 Chesa Gabriel Samedan

Im Verlauf seiner Lebensdauer erfährt ein Gebäude oft einschneidende Veränderungen. So erging es auch der «Chesa Gabriel» im kompakten historischen Dorfkern von Samedan. Das Gebäude wurde im 16. Jahrhundert als kleinbäuerliches Wohnhaus mit Stall erbaut und in der Folge kontinuierlich verändert. Mit der Aufstockung 1920 erfuhr es eine wesentliche Vergrößerung seines Volumens. Zwischen 1960 und 1970 wurden zahlreiche neue Trennwände, eine innere Treppe und Nassräume eingebaut, während die Böden, Wände und Decken neue Beläge und Oberflächen erhielten. Die historische Raumgliederung und die ursprünglichen Materialien waren deshalb kaum noch erkennbar.

#### Geschichte gründlich erforscht

Ein Glücksfall, dass das Haus im Jahr 2008 an eine Bauherrschaft überging, die das Potenzial der historischen Substanz mit einem Studienauftrag erkunden wollte. Basierend auf dem Wunsch, das Haus zukünftig für zwei Parteien zu nutzen, entwickelte das Architekturbüro Corinna Menn ein neues Konzept. Die Baugeschichte und Typologie der «Chesa Gabriel» wurde grundlegend analysiert – denn nur wer die Geschichte kennt, kann die Zukunft bewusst gestalten.

Aus unterschiedlichen Vorschlägen entschied sich die Bauherrschaft für ein Konzept, das auf den intakten Raumkernen aufbaute. Entsprechend der Nahtstelle der Aufstockung wurde das Haus in zwei

Wohnungen geteilt. In der unteren Wohnung wurden die kammerartigen Räume, die ein typisches Engadiner Haus auszeichnen und romanische Namen wie «Chambra», «Stüva» oder «Sulèr» tragen, beibehalten. Nach dem Abtragen der modernen Schichten kamen erstaunlich intakte Strukturen und Oberflächen zum Vorschein.

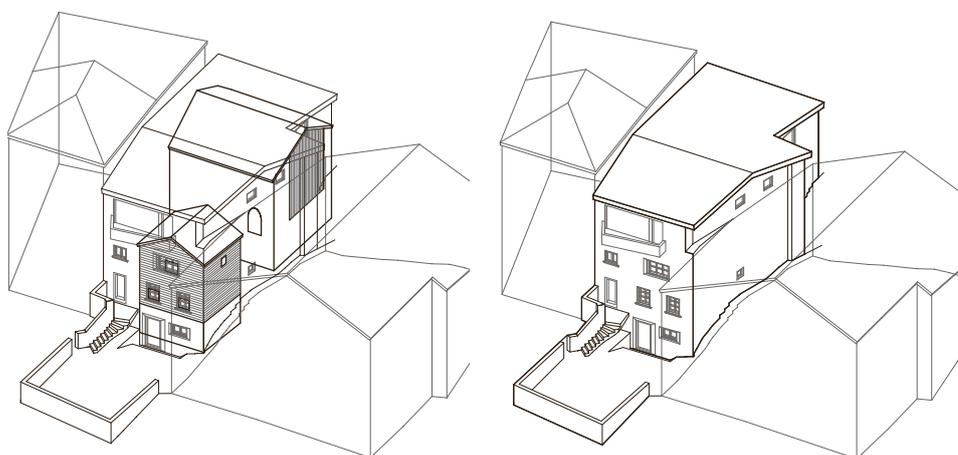
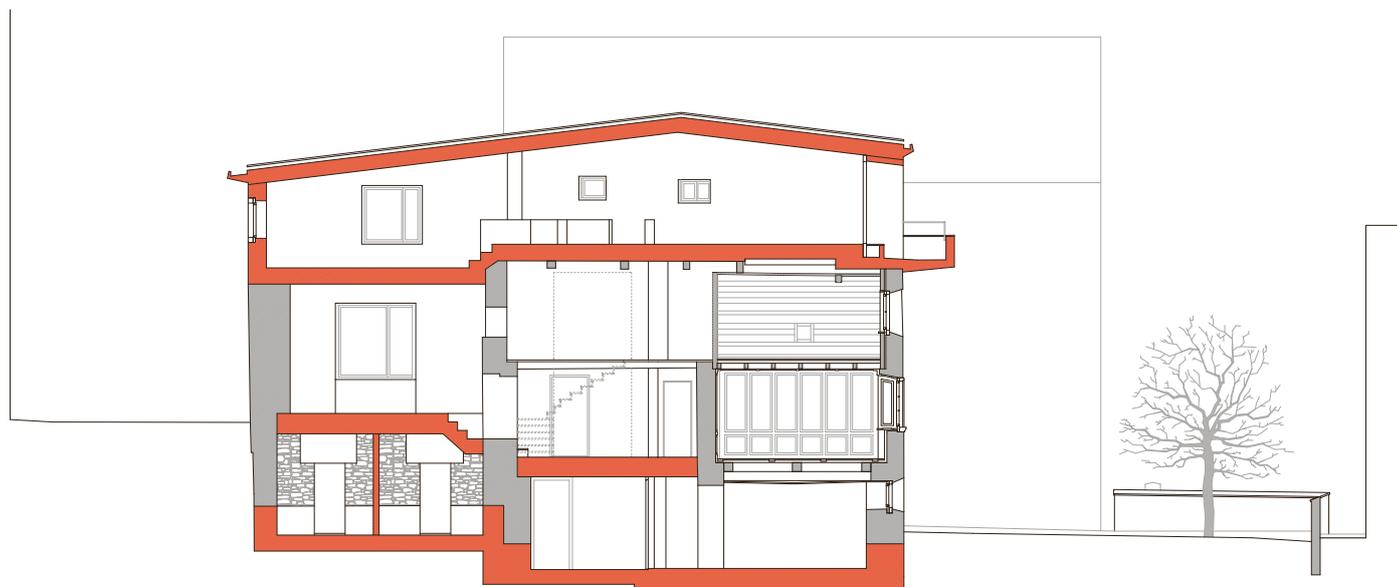
#### Zwei neue Einheiten

Wegen der Topographie liegt der Stall nördlich etwa einen Meter höher und grenzt an den Dorfplatz. Das Wohnhaus wurde über die gesamte Tiefe inklusiv Stall geöffnet. Der ehemalige Heustall wurde zum hohen, lichten Koch- und Essraum umgestaltet und bildet einen interessanten Kontrast zu den kleinteiligen, hölzernen Wohnkammern. Die Dachwohnung ist als Überlagerung der Aufstockung von 1920 als offenes Raumgefüge zwischen den Umfassungsmauern ausgebildet. Ein Kastanienparkett verbindet über den Niveausprung fließend das nördliche Schlafzimmer mit der südlichen Wohnküche und dem Balkon. Dieser wurde an der schmalen Fassade zum hofähnlichen Garten monolithisch als Element des 21. Jahrhunderts mit der Aussenwand verschliffen. In den unteren Geschossen ersetzen neue Fenster die alten im Stil des 19. Jahrhunderts, wobei die Fensterstöcke erhalten blieben. Ein einfacher gewaschener Kalkputz verschleift und verbindet die Oberfläche.

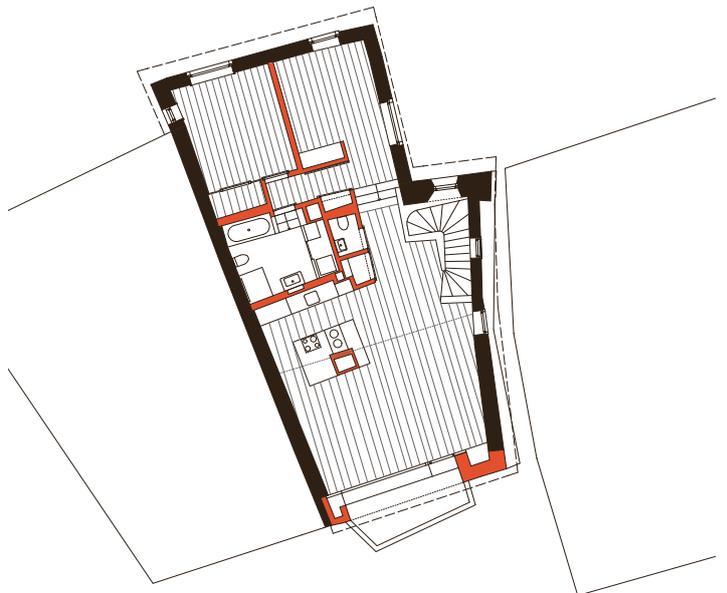
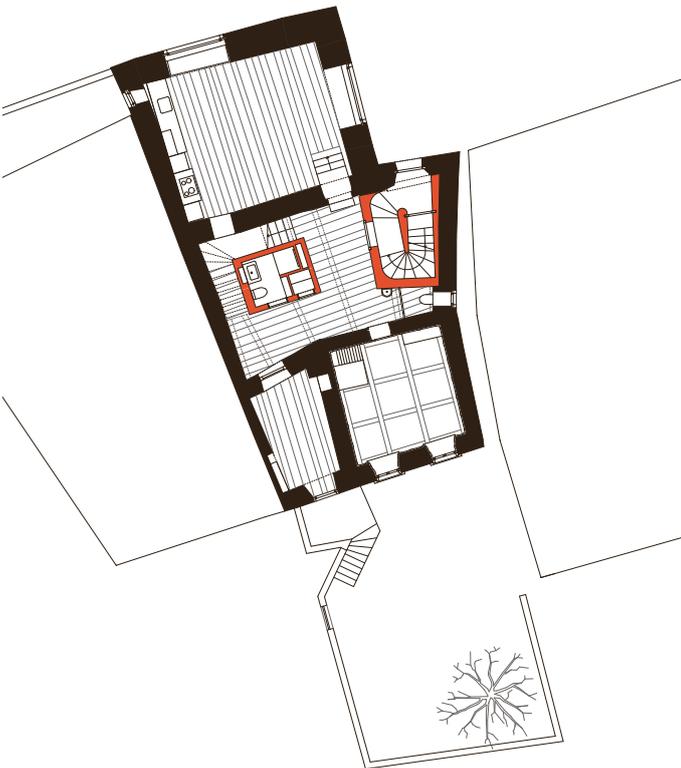
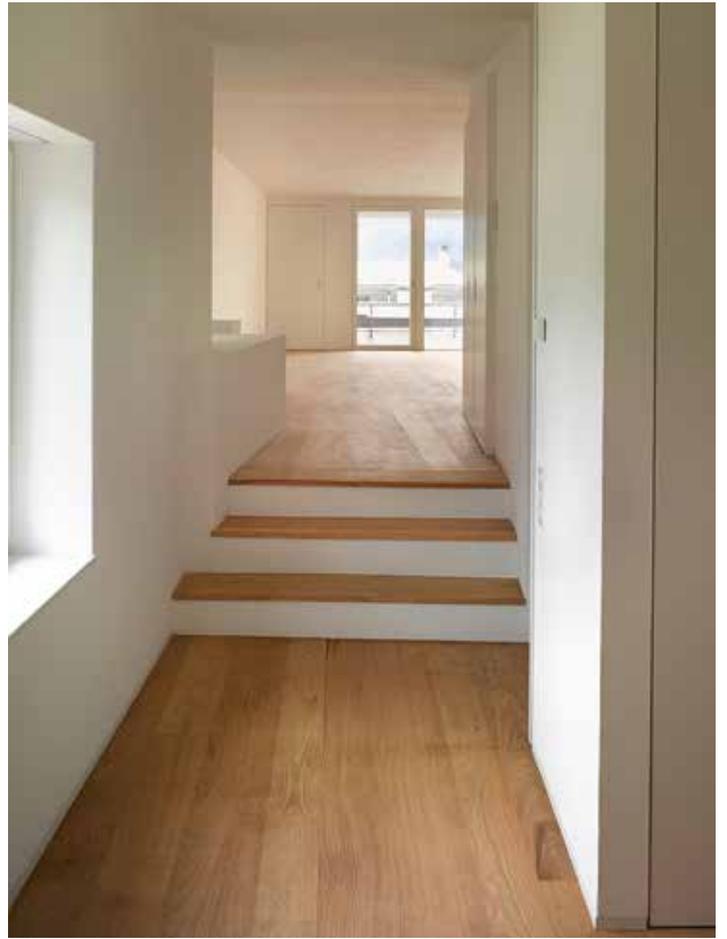
Zur Wärme- und Brauchwassererzeugung wurde eine Wasser-Wasser-Wärmepumpe installiert. Die Wärmeverteilung erfolgt der Zeitgeschichte und den Raumtypologien entsprechend in vielfältiger Form. Eine aus-temperaturabhängige Regelung sorgt dafür, dass die Räume via Radiatoren, Boden- und Wandheizung mit der nötigen Wärme versorgt werden.



*Auch nach der Sanierung passt die Chesa Gabriel ins Dorfbild von Samedan. Neu beherbergt das typische Engadiner Haus zwei Wohneinheiten. (Fotos: Franz Rindlisbacher)*



*Pläne: Corinna Menn GmbH*



Grundriss Erdgeschoss (links) und Dachgeschoss (rechts).



*Die zahlreichen Umbauten wurden teilweise rückgängig gemacht. Zum Vorschein kamen intakte Strukturen wie die Mauer rechts im Bild. (Fotos: Franz Rindlisbacher)*



### 14.11 Hofanlage Cavigliano

Die Akteure an diesem Objekt verstanden Weiterbauen als Weiterschreiben und Verweben der Geschichte eines Ortes mit Lebensgeschichten, mit aktuellen Bedürfnissen, Atmosphären und Träumen. Dem, was da ist, wollten sie auf den Grund gehen, die Herkunft entdecken und mit neuen Lebensgeschichten überlagern. Ein altes Haus hat nicht nur eine lange Geschichte, es erzählt sie auch – allerdings nur dem, der sie zu hören bereit ist.

#### Vielfältige Nutzungen

Die lombardisch geprägte Hofanlage in Cavigliano bestand ursprünglich nebst einem Wohngebäude aus einer Wirtschaftseinheit mit Viehställen, einem Misthaufen im Nebenhof und eigener Weinkellerei im Stalltrakt. Den ältesten Teil der Anlage bilden die beiden Gewölbekeller, deren Ursprünge bis ins 16. beziehungsweise 17. Jahrhundert zurückreichen. Im Laufe der Jahrhunderte erfuhr das Ensemble viele Umformungen und Erweiterungen. Mit dem Einzug einer dreiköpfigen Familie und deren Vision fand jüngst eine weitere Veränderung statt. Das Gehöft als ihr Zuhause soll mit einer Mietwohnung für Studierende der nahen Dimitri-Schule sowie einem «Bed & Breakfast» kombiniert werden. Die Architektin Salome Fravi und der gelernte Zimmermann Stefan Höhn zogen mit ihrer mobilen Werkstatt vor Ort und die Bauherrschaft war eingeladen, tatkräftig mitzuwirken. Eine Herausforderung war die Baustellenzufahrt durch die engen

Gassen im Dorfzentrum. Um auf Helikoptereinsätze zu verzichten, wurde die Baustelle logistisch per Handwagen beliefert. Die intensive Umbauzeit förderte die Integration und den Austausch mit der Dorfbevölkerung.

#### Weinfässer als neues Parkett

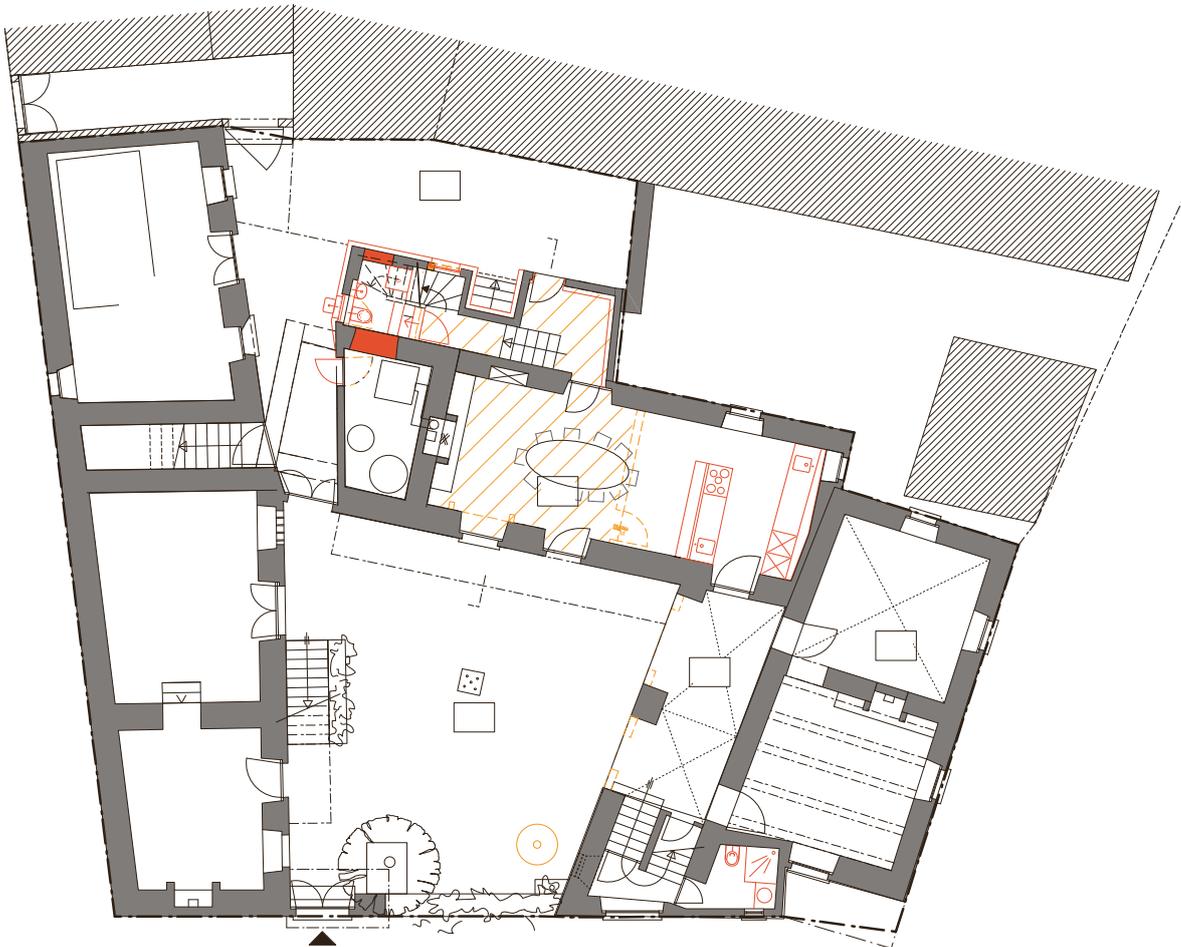
In einem ersten Schritt wurde die Gebäudehülle überall da, wo es sinnvoll und notwendig erschien, sorgfältig saniert und energetisch optimiert. Beim Erschliessungstrakt aus den 1970er-Jahren wurde das Dach ersetzt und die Fassade gedämmt. Durch das Ausflocken des gesamten Dachs mit Zellulosefasern liessen sich Wärmeverluste minimieren und der sommerliche Wärmeschutz der beiden Gebäudeflügel verbessern. Die historischen Bruchsteinmauern aus dem typischen Tessiner Gneis sind bis zu 80 cm stark. Bei der Sanierung versah man nur die Fensterlaibungen mit einem Dämmputz. Man arbeitete mit den natürlichen Ressourcen vor Ort und verwandelte Vorgefundenes ideenreich. So entstand aus dem Kastanien- und Eichenholz der alten Weinfässer ein Fischgratparkett mit einer aufgrund der Weinverfärbung einmaligen Tönung.

#### Einzigartiger Küchenboden

Der Boden in der Küche, ein «Cocciopesto», ist ein Werk der Bauherrin, welche diese zeitintensive Technik nach einem Kalkterrazzokurs selber realisierte. Auch hier zeigt sich die Leidenschaft aller Beteiligten für den sorgfältigen, haptischen Einsatz der Materialien. Mehrschichtig wurde der «Pesto» aus Kalk, aus dem Aushub gewonnenem Sand, aus Ziegelmehl und -schrot sowie aus grobem Marmorkies vom Valle Maggia verdichtet. Eingefärbt mit Eisenoxidpigment und poliert mit Leinöl bietet der «Cocciopesto» nun den Boden für Kochkünste und gemeinsames Essen. Im Gewölbekeller wiederum, wo einst Weinfässer lagerten, ist heute das Pelletlager untergebracht. Kombiniert mit der thermischen Solaranlage wärmt das neue Heizsystem die Räume und sorgt für Warmwasser.



Das Fischgratparkett besteht aus dem Holz alter Weinfässer.  
(Foto: Stefan Höhn)

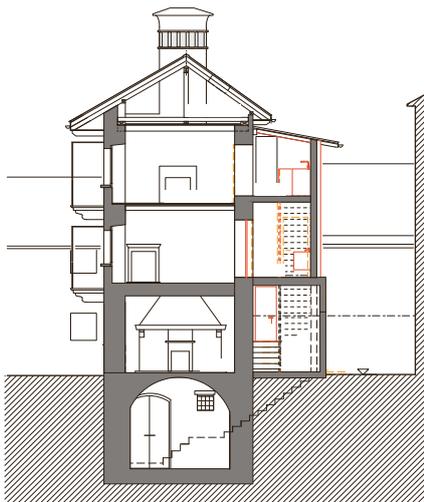


Grundriss Erdgeschoss. (Plan: Salome Fravi)





Links: Von der Bauherrin persönlich erstellt: der «Cocciopesto»-Boden. Die Technik wurde bereits von den alten Römern verwendet.



Unten: Aus alten Weinfässern entstand ein Fischgratparkett mit einer einmaligen Tönung. (Fotos: Stefan Höhn)





### 14.12 Schulanlage Hellmatt

Die in zwei Etappen (1967–69 sowie 1977/78) errichtete Schulanlage in Möriken nimmt wichtige Themen der Zeit auf und verbindet sie miteinander. So waren Anfang der 1950er-Jahre das Pavillon-Schulhaus und in den 1960er-Jahren das Atriumhaus gängige Architekturthemen. Gleiches gilt für sogenannte Teppichsiedlungen, Sichtmauerwerk und das geneigte Welleternitdach. Selten ist allerdings, dass alle diese Themen im Schulhausbau aufgenommen worden sind. Die Hellmatt gehört also zu einem seltenen Schulhaustypus, was 2013 zu ihrer Unterschutzstellung geführt hat.

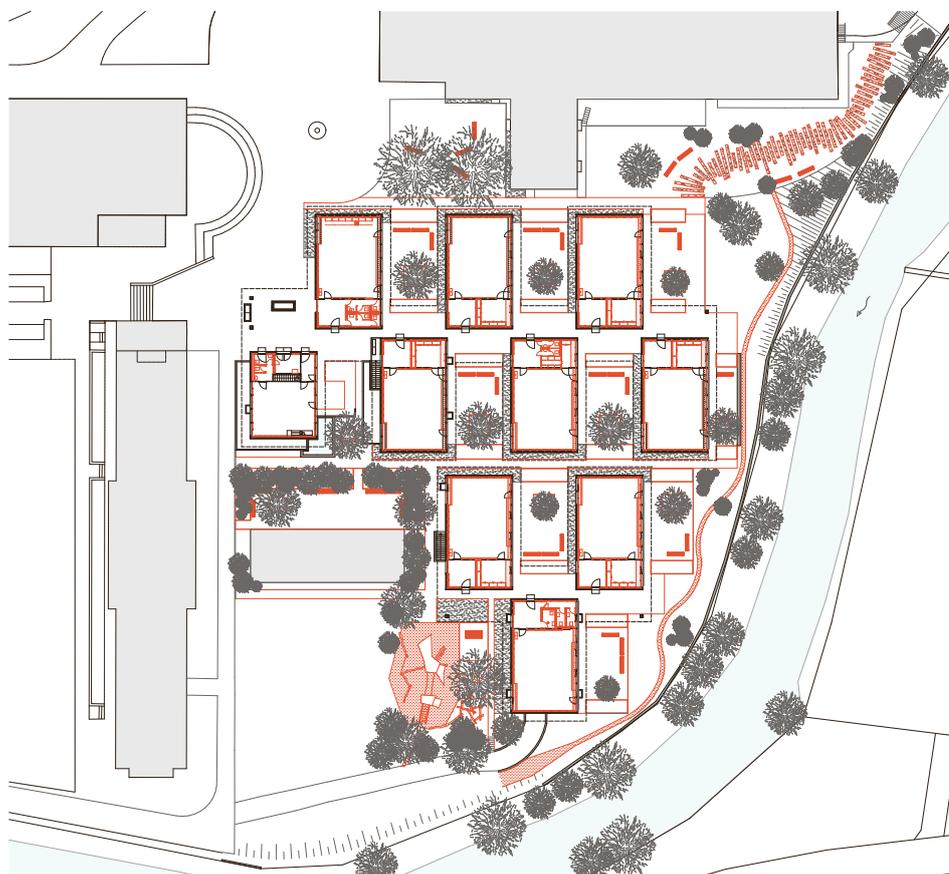
#### Material und Struktur erhalten

Philipp Husstein war der Architekt der ab Ende 2015 in die Wege geleiteten Sanierung. «Wir gingen dabei wie üblich vom Grossen ins Kleine und analysierten die Baugeschichte», erklärt er. «Bevor wir mit der eigentlichen Sanierungsplanung begannen, machten wir Sondierbohrungen – im übertragenen Sinn.» Sein Team untersuchte mit unterschiedlichen Konzepten Varianten, wie die Sanierung durchgeführt werden könnte. Das Credo dabei war der grösstmögliche Substanz- und Strukturert. Beim Vergleich der Varianten nutzten die Planer unterschiedliche technische Untersuchungen, um die passende Strategie zu entwickeln. Zum einen führten sie eine dynamische Klimasimulation über ein ganzes Jahr hinweg durch, welche die Behaglichkeit im Gebäude sowie die energeti-

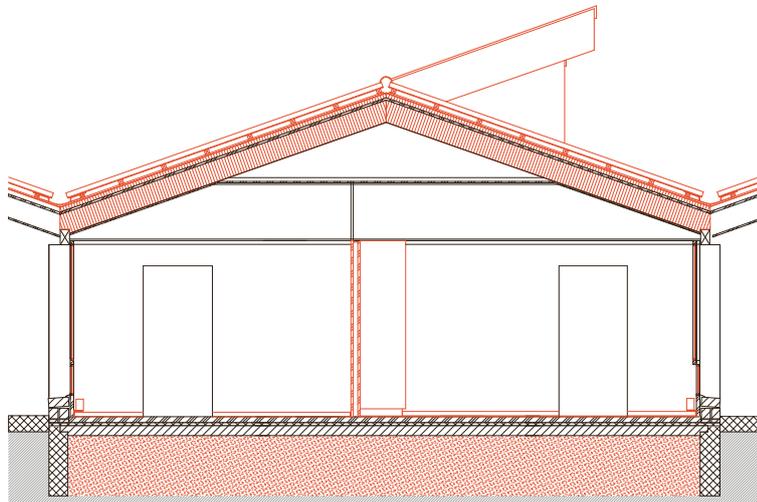
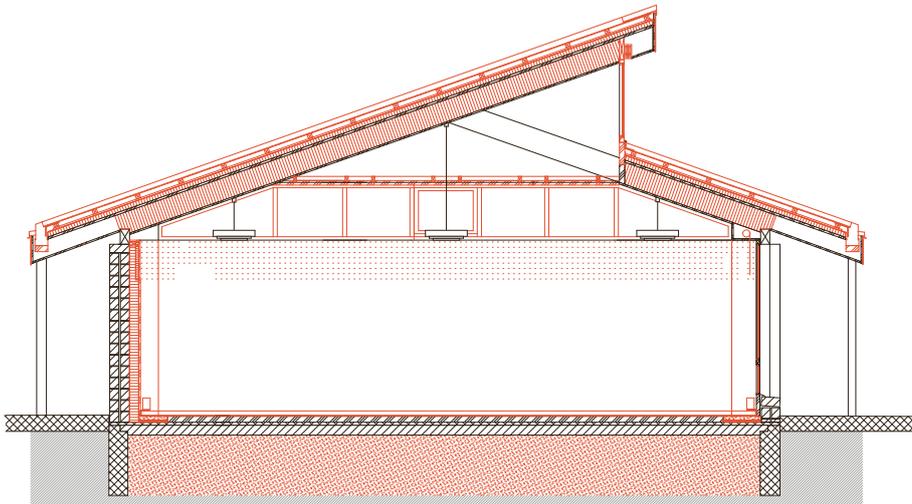
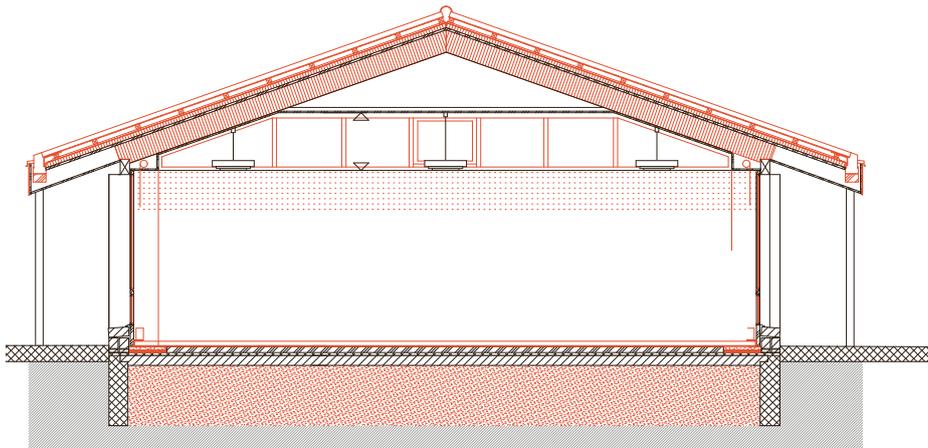
schen Massnahmen aufzeigte. Zum anderen erstellten die Architekten zusammen mit Spezialisten ein energetisches Konzept, in dem die Wirtschaftlichkeit der möglichen Massnahmen untersucht wurde.

#### Gewisse Eingriffe unumgänglich

Diese Gesamtbetrachtung ermöglichte es, den Variantenentscheid zu fällen. «Das Ganze dokumentierten wir in einem denkmalpflegerischen Konzept, mit Einbezug der Wirtschaftlichkeit der möglichen Massnahmen», führt Husstein aus. Am Ende konnten die Grundstruktur und die Aussensicht weitgehend erhalten werden. Obwohl die Verantwortlichen sehr daran interessiert waren, auch im Inneren möglichst viele Bauteile zu erhalten, mussten doch teilweise tiefgreifende Eingriffe getätigt werden. Sei es, weil die Bauteile ihre Lebensdauer erreicht hatten, sei es, weil heutige Ansprüche und Vorschriften einen Eingriff unumgänglich machten. So musste zum Beispiel die gesamte Wärmeverteilung neu geplant und installiert werden.



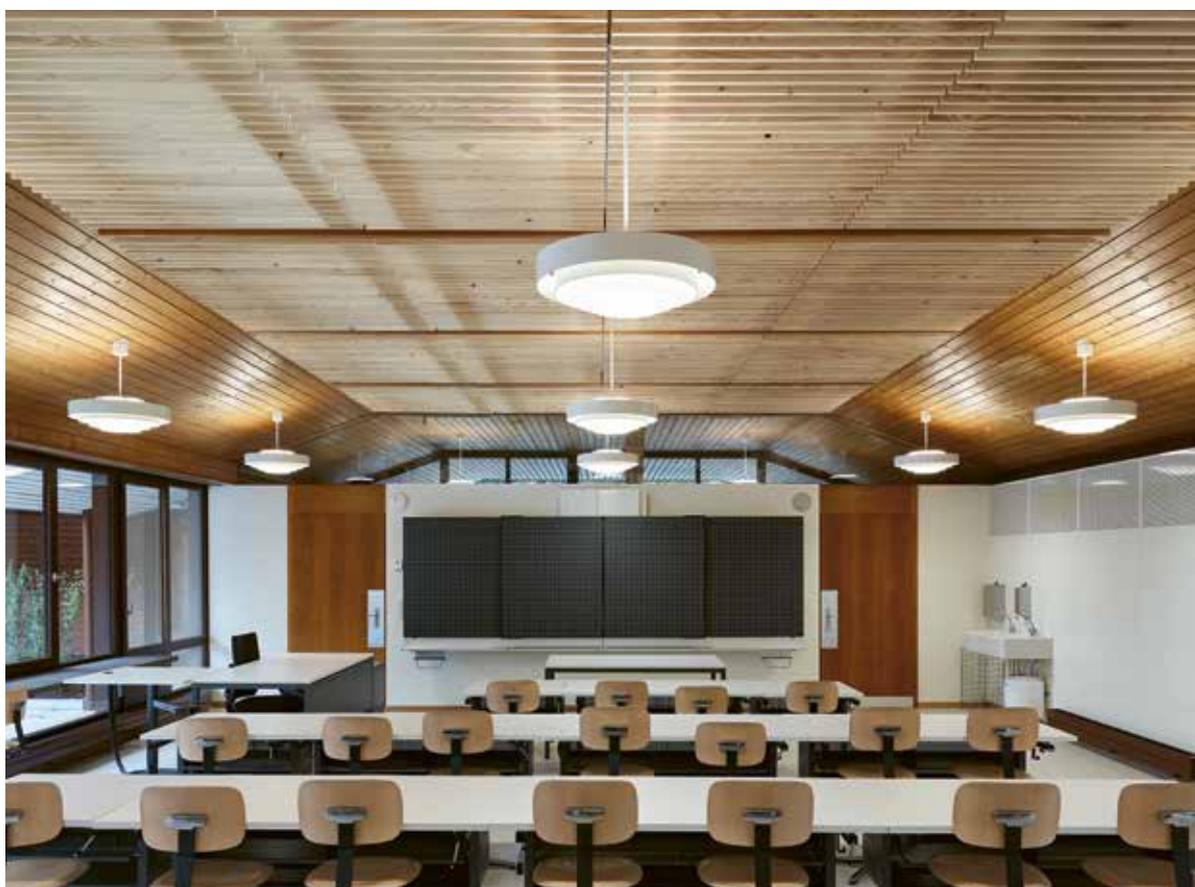
*(oben): Pavillon- und Atrium-Baustil sind typisch für die Bauzeit, bei Schulhäusern aber selten zu finden. (Foto: Goran Potkonjak)*



Schnitte durch  
einen Pavillon.  
(Pläne: Husstein &  
Partner AG)



*Gut zu erkennen:  
Die verschiedenen  
Pavillons der Schul-  
anlage Hellmatt.  
(Foto: Goran  
Potkonjak)*



*Zeitgemässer Unter-  
richtsraum in einem  
einzigartigen Zeit-  
zeugen. (Foto:  
Goran Potkonjak)*



# Anhang

## 15.1 Autoren

**Peter Schürch**, Architekt SIA, SWB; 1999 bis heute: Professur für Architektur an der Berner Fachhochschule/AHB; Studiengangleitung Nachhaltiges Bauen, EN Bau; seit 1990 Inhaber Halle 58 Architekten, Bern.

**Dieter Schnell**, Dieter Schnell, Dr. phil. hist., Architekturhistoriker. Seit 2001 am Fachbereich Architektur der Berner Fachhochschule, Professor für Kulturtheorie und Denkmalpflege, Leiter des MAS Denkmalpflege und Umnutzung. Seit 2003 Privatdozent für Kunstgeschichte an der Universität Bern.

**Martin Aeberhard**, Bachelor of Science Hochschule Luzern/FHZ in Gebäudetechnik mit Vertiefung HLKS, Master of Science in Mechanical Engineering ETH Lausanne, Mitarbeiter Engineering Enerconom AG.

**Alfred Breitschmid**, emeritierter Professor für Ökologie und Nachhaltigkeit Berner Fachhochschule Architektur, Bau und Holz BFH-AH.

**Klaus R. Eichenberger**, dipl. Bauing. ETH; Inhaber Semtec AG mit den Schwerpunkten (Projekt-)Management, Immobilienökonomie und konstruktiver Ingenieurbau; bis 2014 Forschungsprojekte und Lehraufträge an der Berner Fachhochschule/AHB allgemeines Management, Projektmanagement und Immobilienökonomie.

**Daniel Ernst**, MSc Erdwissenschaften; Projektleiter Bauschadstoffe und Geologie bei der CSD Ingenieure AG.

**Urs-Thomas Gerber**, Dipl. Ing. FH, MSc Architektur und Umwelt, EMBA in Management und Leadership; Lehrbeauftragter an der BFH; Geschäftsleiter Areale und Gebäude bei der CSD Ingenieure AG.

**Patrick Hertig**, B.Sc. Holztechnik FH, Projektleiter Energie, Bauphysik und Nachhaltigkeit bei der Gartenmann Engineering AG in Bern.

**Niklaus Hodel**, Dipl. Ing. ETH SIA, Partner Gartenmann Engineering AG, Bern, Zürich, Basel, Lausanne, Luzern; Dozent für Energie und Bauphysik an der Berner Fachhochschule/Architektur Holz und Bau.

**Philippe Lustenberger**, M.Sc. Urban Management, Universität Leipzig; BA Architektur Prozessmanagement, BFH Bern; Projektleiter Insel Gruppe AG, Direktion Medizin, Infrastrukturentwicklung, Bern

**Hansruedi Meyer**, Dipl. Bauing. ETH SIA SWB, WAM Planer und Ingenieure AG Bern. Lehrtätigkeit an der Berner Fachhochschule/AHB für Tragwerksentwurf und für Historische Tragwerke im MAS Denkmalpflege und Umnutzung. Seit 2017 selbständig als Berater.

**Heinz Mutzner**, Dipl. Kulturingenieur ETH, Dozent und Programmleiter CAS Kommunale Infrastruktur an der FHNW, Brugg-Windisch.

**Maurus Schifferli**, Dipl. Ing. Landschaftsarchitektur FH BSLA SIA, Geschäftsführer.

**Martin Stocker**, Dipl. Ing. FH, Partner und langjähriges Geschäftsleitungsmitglied Enerconom AG, 10 Jahre Dozent Gebäudetechnik an HTA-Bern (heute FH-Bern).

**Jürg Tschabold**, Architekt HTL, Brandschutzfachmann CFFA, langjährige Tätigkeit als Berater (Brandverhütungsdienst BVD – Sicherheitsinstitut SWISSI) mit Spezialisierung auf Brandschutzkonzepte und baulichen Brandschutz, Mitwirkung in Schulung und Kursen.

**Violanta von Gunten**, Dipl. Architektin FH; Halle 58 Architekten, Bern.

## 15.2 Quellen

- Minergie-P. Von Marco Ragonesi, Urs-Peter Menti, Adrian Tschui, Benno Zurfluh. Das Haus der 2000-Watt-Gesellschaft. 3. Auflage. Zürich, Faktor Verlag 2010
- Aus Bauschäden lernen. Von Jürgen Blaich. Zürich, HEV 2008
- Im Detail: Gebäudehüllen. Von Christian Schittich (Hrsg.). 2. erweiterte Auflage. München, Detail 2006
- Klima Skin. Von Gerhard Hausladen, Michael de Saldanha, Petra Liedl. München, Callwey Verlag 2006
- Klima Design. Von Gerhard Hausladen, Michael de Saldanha, Petra Liedl, Christina Sager. München, Callwey Verlag 2004

## 15.3 Weiterführende Infos

### Allgemeine Literatur

- Atlas Sanierung. Von Georg Giebeler, Harald Krause, Rainer Fisch. Instandhaltung, Umbau, Ergänzung. München, Detail 2008
- Energie Atlas – Nachhaltige Architektur. Von Manfred Hegger, Matthias Fuchs, Thomas Stark, Martin Zeumer. München, Detail 2007
- Im Detail: Bauen im Bestand. Von Christian Schittich (Hrsg.). Innovative Konzepte für neue Nutzungen. München, Detail 2003
- Element 29. Wärmeschutz im Hochbau. Von Thomas Frank, Jutta Glanzmann, Bruno Keller, Andreas Queisser, Marco Ragonesi. Zürich, Faktor Verlag 2020
- Element 30. Schallschutz im Hochbau. Von Jutta Glanzmann, Walter Lips, Rolf Meier, Werner Stalder. Zürich, Faktor Verlag 2011
- Energetische Sanierung von Altbauten. Von Josef Maier. Stuttgart, Fraunhofer IRB Verlag 2009

### Normen und Regelwerke

- Norm SIA 112/1, Nachhaltiges Bauen – Hochbau, 2017
- Norm SIA 180, Wärme- und Feuchteschutz im Hochbau, 2014
- Norm SIA 181, Schallschutz im Hochbau, 2006

Norm SIA 232/1, Geneigte Dächer, 2011

Norm SIA 232/2, Hinterlüftete Bekleidung von Aussenwänden, 2000

Norm SIA 243, Verputzte Aussenwärmedämmung, 2008

Norm SIA 271, Abdichtungen von Hochbauten, 2007

Norm SIA 279, Wärmedämmende Baustoffe, 2018

Norm SIA 331, Fenster und Fenstertüren, 2012

Norm SIA 380, Grundlagen für energetische Berechnungen von Gebäuden, 2015

Norm SIA 380/1, Heizwärmebedarf, 2016

Norm SIA 382/1, Lüftungs- und Klimaanlage – Allgemeine Grundlagen und Anforderungen, 2014

Norm SIA 382/2, Klimatisierte Gebäude – Leistungs- und Energiebedarf, 2011

Merkblatt SIA 2028, Klimadaten für Bauphysik, Energie- und Gebäudetechnik, 2010

Merkblatt SIA 2031, Energieausweis für Gebäude, 2016

Merkblatt SIA 2032, Graue Energie von Gebäuden, 2010

Merkblatt SIA 2040, SIA-Effizienzpfad Energie, 2017

### Internet

- [www.baufachinformation.de](http://www.baufachinformation.de)
- [www.detail.de](http://www.detail.de)
- [www.endk.ch](http://www.endk.ch)
- [www.faktor.ch](http://www.faktor.ch)
- [www.sia.ch](http://www.sia.ch)
- [www.vdf.ethz.ch](http://www.vdf.ethz.ch)

## 15.4 Stichwortverzeichnis

### Symbole

2-fach-Verglasung 50

3-fach-Verglasung 50

### A

Abdichtungen 57

Abwärmenutzung 95, 104

Alarmwert 62

Altlasten 75

Altlastenuntersuchung 75

Analyse 25

Anbauen 67

Anergienetz 138

Arbeiterwohnung 146

Arbeitsgesetz 83

Argon 50

Asbest 78

Ästhetische Qualität 10, 26

Aufstockung 69, 114, 130, 150

Ausbau Dachgeschoss 114, 138, 146

Ausgleich 13

Aussendämmung hinterlüftet 45

Aussenlärm 62

Aussenraum 107

### B

Baubewilligung 32

Bauernhaus 118, 142, 150

Baugenossenschaft 134

Baugesetzliche Vorgaben 28

Bauherrschaft 32

Bauökologische Kriterien 91

Baurechtliches Potenzial 6

Baustandards 36

Bauteiltrennung 81

Betrachtungszeitraum 38

Betrieb 14

Beurteilung Bausubstanz 6

Bio-Diesel 100

Biodiversität 14, 118

Blei 78

Blockheizkraftwerk 104

BNL 28

Bodenverbrauch 107

Brandabschlüsse 85

Brandschutz 83

### C

Cadmium 78

Chrom 78

CO<sub>2</sub>-Ausstoss 88

### D

Dacheindeckung 54

Dachlattung 54

Dämmperimeter 58

Dämmputz 45, 154

Dampfbremse 59

Dampfdiffusion 59

Dauerhaftigkeit 14

Denkmalpflege 21, 51, 118, 146, 158

Doppelte Nachhaltigkeitsrosette 15

Doppelverglasung 50

Dorfkern 142, 150

### E

Eigenstromverbrauch 104

Einbruchschutz 86

Einfachverglasung 50

Einregulierung 106

Einzelofen-Heizung 99

Elastomer 57

Elektroheizung 99

Endenergie 88

Energieeffizienz 91

Energiekonzepte 87

Energieträger 97

Energieverbrauch 29

Erdbebenbeständigkeit 122

Erdbebensicherheit 74

Erdgas 99

Erdsonden-Wärmepumpe 118

Erstellung 14

Erweiterungen 41

Estrichboden 57

### F

Fassaden 45

Fassadenerneuerung 49

Fenster 49

Fernwärme 100

Feuchteschutz 59

Feuchtigkeitssperre 59

Flachdach 55

Flexibilität 81

Förderung 44

Fundament 59

## G

Gartenstadt 138  
Gasheizkessel 99  
GEAK 44, 97  
Gestaltung 12  
Graue Energie 91

## H

Handlungsfähigkeit 13  
Handwerkerhaus 122  
Haustechnik 64  
Heimatschutz 21  
Heizöl 99  
Hinterlüftetes Kaltdach 56  
Hitzeinseln 107  
Hochhaus 134  
Hochstudhaus 134  
Hofanlage 154  
Holz 100  
Holzelemente 130  
Holzkonstruktion 55  
Holzschnitzelheizung 142

## I

ICOMOS 21  
Immissionsgrenzwert 62  
Immobilienportfoliostrategie 31  
Industrieareal 126  
Infrarot-Beschichtungen 50  
Infrastruktur 12  
Innendämmung 59  
ISOS 28

## K

Kellerdecke 58  
Kindertagesstätte 122  
Kommunikation 8, 31  
Kompaktdach 56  
Kondensierender Heizkessel 99  
Konterlattung 54  
Körperschallübertragung 64  
Krypton 50  
Kunststoffe 57

## L

Lärmschutz-Verordnung 61  
Lärmschutz-Verordnung (LSV) 61  
Lebensdauer 18, 28  
Lebenszyklus 38  
Lebenszykluskosten 13  
Loggia 114  
Luftdichtigkeitsschicht 54  
Luftschall 63

## M

Mansardendach 54  
Markfähigkeit 13  
Markt 36  
Material 79  
Mietvertrag 32  
Mineralfasern 78  
Minergie 44, 91, 97, 126, 146  
Minergie-A 91  
Minergie-Eco 91  
Minergie-P 41, 47, 91  
Mobilität 14  
Modulierender Heizkessel 99  
Mustervorschriften der Kantone im Energiebereich (MuKE) 41, 42, 97

## N

Nachhallzeit 65  
Nachhaltigkeitsrosette 15  
Nachtauskühlung 108, 130  
Neubauten 41  
Norm SIA 112/1 17  
Nutzbarkeit 12  
Nutzeranforderungen 38  
Nutzungsflexibilität 80

## O

Ökobilanz 88  
Ökologie 88  
Ökonomie 10, 88  
Ökostrom 102  
Ölheizkessel 99  
Optimierung 106  
Ortsbild 35

## P

Partizipation 13  
Pelletskessel 99  
Photovoltaikanlage 55, 102, 103, 118, 138  
Photovoltaik-Fassade 49, 134  
Planungsprozess 31  
Planungswert 62  
Polychlorierte Biphenyle 78  
Potenzial 30  
Primärenergie 88  
Primärsystem 18, 19

## Q

Quecksilber 78

**R**

Raumakustik 65  
Raumangebot 28  
Räumliche Überforderung 22  
Raumprogramm 28  
Regionalökonomie 35  
Reihenhaus 138  
Retentionfilterbecken 110

**S**

Schadstoffe 75  
Schallschutz 61  
Scheune 118  
Schulhaus 158  
Schwermetalle 78  
Sekundärsystem 18, 19  
SIA-Effizienzpfad Energie 42, 134  
Sicherheit 83  
Sickerleitung 59  
Sickerpackung 59  
Solidarität 12  
Soziale Kontakte 12  
Städtebau 108  
Standardlösungen 98  
Standard Nachhaltiges Bauen Schweiz (SNBS) 35  
Standort 13, 32  
Steildach 54  
Stoffkreisläufe 14  
Strategie 31  
Strommix 91  
Suffizienz 14  
Systemanforderung 44  
Systemtrennung 75, 80

**T**

Technischer Brandschutz 85  
Technische Überforderung 24  
Technisierungsgrad 94  
Tertiärsystem 18, 19  
Thermische Solaranlage 88, 102, 154  
Tragsicherheit 74  
Tragwerk 67  
Transformation 44  
Trennfuge 67  
Trittschall 63

**U**

Umbauen 72  
Umkehrdach 56  
Umnutzung 126, 142  
Umweltbelastungspunkte 91  
Umweltschutzgesetzgebung 61  
Unangemessenheit 24  
Unterfangung 68  
Unterkellern 70  
Unterkellerung 68  
Unterrichtsräume 65

**V**

Verbunddach 56  
Verdichtung 13  
Verglasungen 50  
VKF-Verordnung 85

**W**

Warmdach 54  
Wärmepumpe 99, 102  
Wassersperrschicht 57  
Wasser-Wasser-Wärmepumpe 150  
Wirtschaftlichkeit 35  
Wohlbefinden 13  
Wohnflächenbedarf 17  
Wohnungslüftung 126

**Z**

Zusammenarbeitsformen 32  
Zusammenschluss zum  
Eigenverbrauch (ZEV) 104

