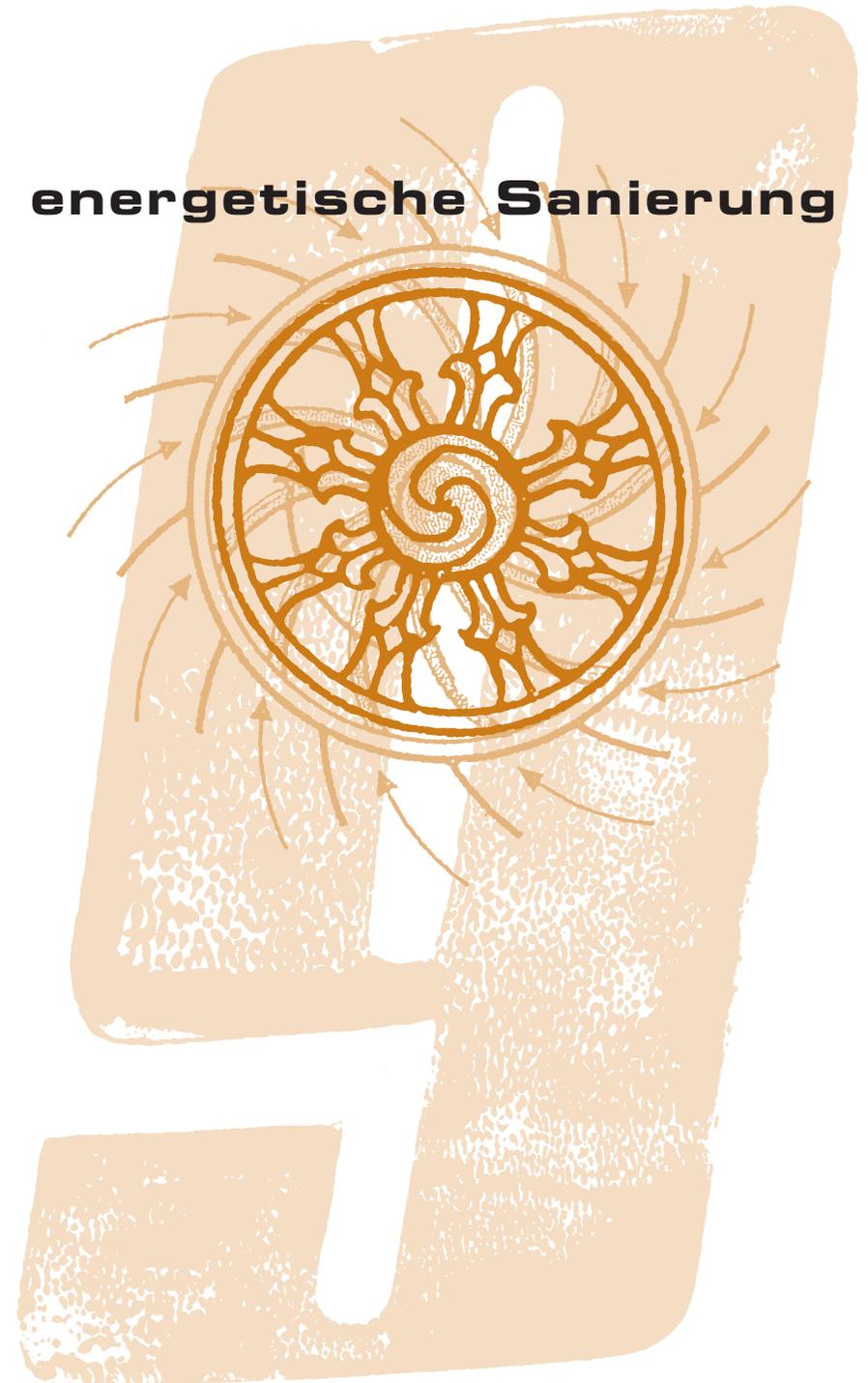


Erhaltung der Bausubstanz, energetische Sanierung

Energie im Unterricht, Module für Bauberufe: Modul 9

- 1 Einführung: Worum geht es ?**
- 2 Lernziele**
- 3 Vorschläge für den Unterricht**
- 4 Fachinformation**
 - **Lebenszyklen eines Gebäudes**
 - **Bedeutung der Erhaltung der Bausubstanz**
 - **Methoden für die Gebäudebewirtschaftung**
 - **Vorgehen bei der Erhaltung von Gebäuden**
- 5 Aufgaben, Lösungsvorschläge**
- 6 Weiterführende Literatur**
- 7 Bild- und Textnachweis**
- 8 Vorlagen**

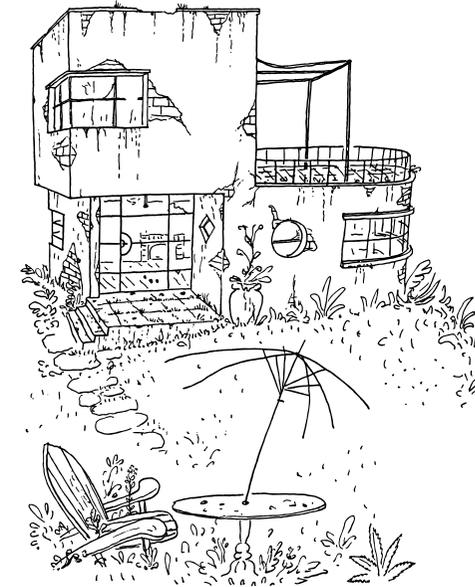




1 Einführung: Worum geht es ?

Ein Gebäude durchläuft von seiner Planung und Erstellung bis zum Abbruch bzw. Rückbau verschiedene Lebenszyklen:

- Planung
- Erstellung
- Inbetriebnahme
- Nutzung
- Überwachung, Reinigung, Unterhalt (Instandhaltung)
- Instandsetzung (Sanieren)
- Erneuerung (Renovieren)
- Umnutzung, Umbau
- Rückbau

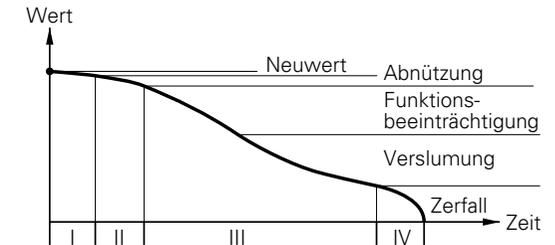


Quelle: Kontext 70 «Zahn der Zeit»
Architekturabteilung ETH Zürich



Der Lebenszyklus «**Instandhaltung**» erstreckt sich über die gesamte Nutzungszeit eines Gebäudes, von der Inbetriebnahme bis zum Rückbau. Eine fachgerechte Instandhaltung ist aus verschiedenen Überlegungen von Bedeutung:

- Volkswirtschaftlicher Gesichtspunkt: Um die äußerst wertvolle Gebäudeerhaltung zu gewährleisten, ist der bauliche Unterhalt rechtzeitig zu planen. Dies ermöglicht eine zeitlich und wirtschaftlich optimale Durchführung.
- Kulturelle Bedeutung: Zeittypische Bauten sollen erhalten bleiben und trotzdem veränderten Randbedingungen angepasst werden können.
- Ökologische Kriterien: Die Umweltbelastung durch das Bauen, Instandhalten und Nutzen von Gebäuden soll möglichst klein gehalten werden. Dies kann z.B. mit einer wärmetechnisch/energetischen Gebäudesanierung durch Senkung des Energieaufwandes erreicht werden.



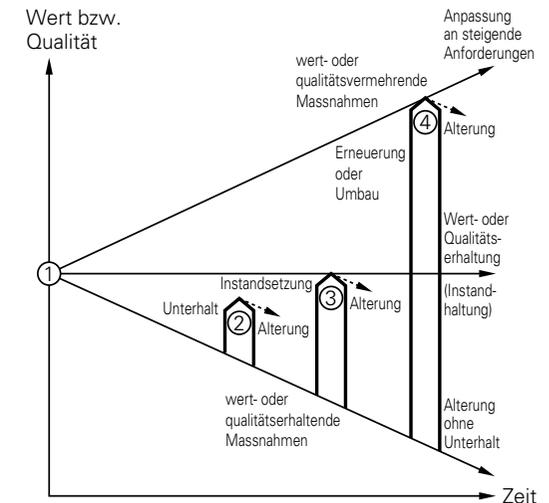
- I Neuwert
- II Abnutzung (beschleunigt durch Material-, Verarbeitungs- und Planungsfehler)
- III Verschleiss, zerstörte Schutzschichten (Anstriche, Verputz, Verkleidungen, Dachhaut, Anschlüsse, Fugen usw.)
- IV Rascher Zerfall, vor allem nach dem die Gebäudehülle undicht geworden ist

Quelle: IP BAU 1992 724.480 D
Entwertung eines Gebäudes ohne Unterhalt



Gebäude lassen sich auf unterschiedliche Art und Weise bewirtschaften:

- Ohne spezielle Methodik: Massnahmen werden dann getroffen, wenn Mängel und Schäden auftreten. Dabei besteht die Gefahr, dass Gebäude verslumen.
- Konkrete Unterhaltsstrategie: Die Instandhaltung von Gesamtkomplexen und Gebäudeteilen erfolgt grösstenteils, bevor grössere Schäden auftreten können.
- Sanierungsstrategie: Für grössere Liegenschaften bzw. einen umfangreichen Gebäudebestand werden von professionellen Liegenschaftsverwaltungen eigentliche Sanierungsstrategien (Objekt-Management, Facility-Management) angewendet.



- ① Ursprüngliche Qualität bzw. Neuwert eines Gebäudes.
- ② Durch Unterhalt wird der Alterungsprozess aufgefangen und verlangsamt; der Neuwert wird jedoch nicht mehr erreicht.
- ③ Instandsetzung bringt einen bereits gealterten Bau oder Bauteil wieder auf den Stand des Neuwertes; bei denkmalgeschützten Objekten sprechen wir von Restaurierung.
- ④ Steigende Anforderungen verlangen oft eine Verbesserung der Gebäudequalität über deren ursprünglichen Wert hinaus; wir sprechen von Umbau oder Erneuerung.

Quelle: IP BAU 1991 724.426 d
Bauerneuerung – Was tun ?



2 Lernziele



Die Lernenden erklären die verschiedenen Begriffe rund um den Lebenszyklus eines Gebäudes.

- Planung und Erstellung durch Architekten und Baufachleute.
- Inbetriebnahme, Nutzung: Pflege und Unterhalt gemäss Angabe der Planer beachten.
- Überwachung, Kontrolle: Ist-Zustand «laufend» kontrollieren und bei unbefriedigendem Zustand allfällige Massnahmen veranlassen.
- Instandhaltung: Reinigungs- und Unterhaltsmassnahmen, um die Gebäudequalität möglichst lange zu erhalten.
- Instandsetzung, Sanierung: Mängel beheben, um die Funktionstüchtigkeit zu gewährleisten.
- Erneuern, Renovieren: Bauteile an veränderte, mehrheitlich höhere Anforderungen anpassen.
- Umnutzung, Umbau: Veränderte Nutzungsbedürfnisse berücksichtigen oder zusätzlichen Raum schaffen durch An- und Aufbauten (Nachverdichtung).
- Rückbau: Statt wie früher Gebäude abzureissen, sollen sie künftig kontrolliert zurückgebaut werden, damit die einzelnen Baustoffe optimal wiederverwertet oder entsorgt werden können.
- Recycling: Baumaterial wird aufbereitet und fliesst als «Rohstoff» wieder in den Kreislauf der Baumaterialherstellung ein.
- Entsorgung: Baustoffe werden umweltgerecht verbrannt oder deponiert.

Die Lernenden zeigen die volkswirtschaftliche Bedeutung der Bausubstanzerhaltung auf.

- «Die Schweiz ist gebaut». Die vielen Liegenschaften stellen einen grossen Wert dar, der durch entsprechende Massnahmen (Instandhaltung, Umnutzung ...) erhalten werden soll.
- Das Erhalten der Bausubstanz ist auch ein kulturelles Anliegen; architektonisch wertvolle Bauten dokumentieren die jeweilige Baukultur.

Die Lernenden erläutern die Wichtigkeit der energetischen Sanierung im Rahmen der Bauwerkerhaltung.

- Durch wärmetechnische Massnahmen kann der Energieverbrauch für Heizung und Brauchwarmwasser erheblich reduziert werden:
 - Verbesserung des Wärmeschutzes bei Bauteilen (U-Werte)
 - Reduktion der Lüftungswärmeverluste (z.B. Lüftung mit WRG)
 - möglichst umweltfreundliche Heizung (Energieträger!)
 - Geräte mit möglichst hohem Wirkungsgrad
 - Sonnenkollektoren für die Erzeugung des Brauchwarmwassers
- Mit den oben aufgeführten, energetisch relevanten Massnahmen kann auch der Betriebsaufwand (Heiznebenkosten) deutlich reduziert werden.
- Ein kleinerer Energieverbrauch (z.B. Heizöl, Gas, Elektrizität) wirkt sich positiv auf die Umweltbelastung (z.B. Treibhauseffekt durch CO₂-Emissionen) aus.



3 Vorschläge für den Unterricht

Die Lernenden eruiieren bei einem älteren Gebäude das Wärmedämmvermögen der wesentlichen Bauteile und vergleichen dieses mit den heutigen Anforderungen. Sie ermitteln den Energieverbrauch für Heizung und Warmwasser (Durchschnittswert aus mehreren Heizperioden) und berechnen die Energiekennzahl. Anschliessend bieten sich verschiedene Möglichkeiten:

Die Lernenden zeigen den Nutzen einer wärmetechnischen Sanierung von einzelnen Bauteilen auf:

- Wärmedämmvermögen vor/nach der Sanierung
- Energieeinsparung/Ökologie
- Behaglichkeit

Die Lernenden führen Gespräche mit Liegenschaftsverwaltungen:

- Lassen sich über Strategien bei der Erhaltung der Bausubstanz informieren.
- Zeigen die gewonnenen Erkenntnisse auf.

Exkursion mit Stadtarchitekt, Vertretern der Denkmalpflege o.Ä. über:

- Grenzen und Möglichkeiten bei der Instandhaltung von architektonisch wertvollen Gebäuden.
- Spezielle Randbedingungen bei Bauwerken, deren Erhaltung wichtig ist.

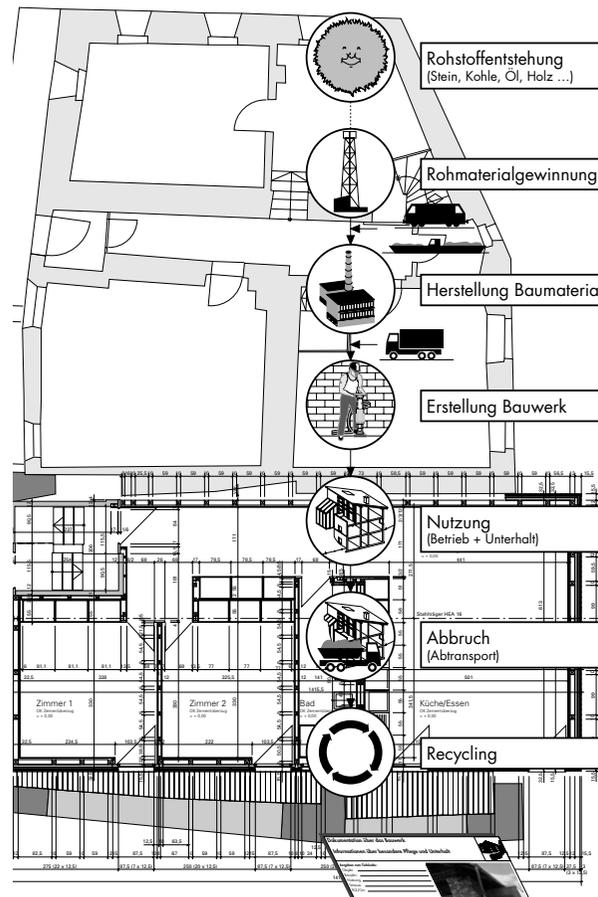
Objektbeispiel:		
Untersuchen Sie ein älteres Gebäude bezüglich Bauweise, Haustechnik und Energieverbrauch		
		
Angaben zum Gebäude:		
Objekt:	_____	Foto des Gebäudes
Baujahr:	_____	
Nutzung:	_____	
Strasse:	_____	
PLZ/Ort:	_____	
Energiebezugsfläche EBF (Bruttofläche):	_____ m ²	
Bauteile/Wärmedämmvermögen:		
Konstruktionsaufbau der wesentlichen Bauteile und Abschätzung oder Berechnung des Wärmedämmvermögens:	U Ist-Zustand [W/m ² K]	U Anforderung [W/m ² K]
Aussenwand:		
Dach:		
Fenster:		
Andere:		
Haustechnik/Energieverbrauch:		
Heizung/Energieträger:	_____	
Warmwasser/Energieträger:	_____	
Energieverbrauch für Heizung:	_____	MJ/a
Energieverbrauch für Warmwasser:	_____	MJ/a
Energieverbrauch für Heizung + Warmwasser:	_____	MJ/a
Energieverbrauch pro m ² Energiebezugsfläche EBF:	_____	MJ/m ² a



4 Fachinformation

4.1 Lebenszyklen eines Gebäudes

Ein Gebäude erfährt von der Planung/Erstellung bis zum Abbruch bzw. Rückbau verschiedene Lebenszyklen. Für diese Zyklen und Eingriffe während der Nutzungszeit werden verschiedene Bezeichnungen verwendet, man kann durchaus von einem «Begriffswirrwarr» sprechen. Im Folgenden werden gebräuchliche Begriffe zusammenfassend erklärt.



Planung und Erstellung

Für die Planung und Ausführung eines Bauwerkes gibt es verschiedene Methoden, so z.B. das vom SIA (Schweizerischer Ingenieur- und Architekten-Verein) und vom SBV (Schweizerischer Baumeisterverband) entwickelte «Bauen nach Smart», an dessen Anfang eine Zielvereinbarung zwischen Architekt und Bauherrschaft steht.

Inbetriebnahme, Nutzung

Das fertig gestellte Bauwerk wird der Bauherrschaft zur Nutzung übergeben. Bereits in dieser Phase können somit die Weichen für eine fachgerechte Instandhaltung gestellt werden. Der Architekt muss die Bauherrschaft mittels Bauwerk-Dokumentation über besondere Pflege und Unterhalt des Gebäudes informieren. Es gehört zur Aufgabe der Unternehmer, diese Informationen dem Planer bzw. der Bauherrschaft zur Verfügung zu stellen.

Überwachung, Kontrolle

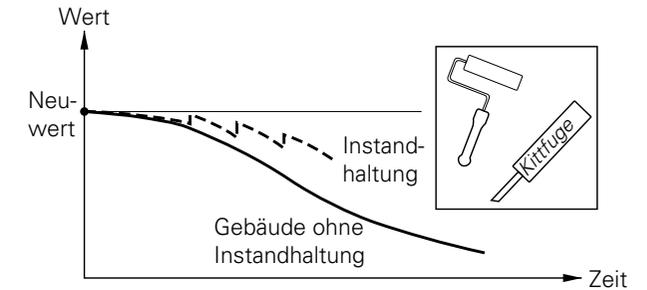
Aus der laufenden Überprüfung des Ist-Zustandes resultieren Entscheidungen für etwaige Unterhaltsarbeiten. Es können auch Kontroll- und Wartungsverträge mit Unternehmern abgeschlossen werden.



Reinigung, Unterhalt, Erhaltung, Instandhaltung, Wartung

Durch laufende Reinigung und Unterhaltmassnahmen soll dafür gesorgt werden, dass das Gebäude möglichst lange gut erhalten bleibt.

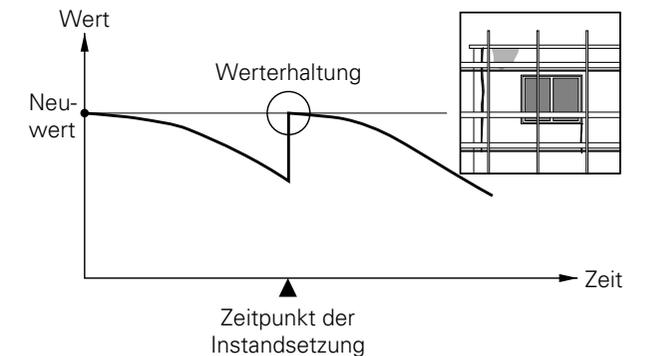
Ein entsprechender Unterhalt sorgt für einen längeren Bestand des Gebäudes/Bauteils und für einen längerfristig grösseren Nutzwert.



Instandsetzung, Sanierung

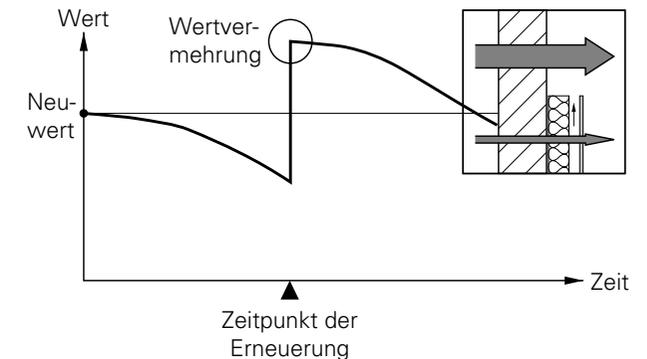
Unter Instandsetzung und Sanierung versteht man das Beheben von Mängeln und Schäden. Durch eine Sanierung kann ein Bauteil soweit verbessert werden, dass er den zur Bauzeit gestellten Standard erreicht oder evtl. gar höheren Anforderungen genügt.

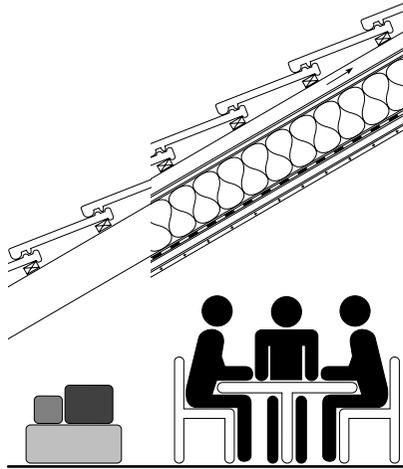
Das Wort Bauschadensanierung täuscht. Primär geht es nämlich um die Behebung desjenigen Mangels, der zum Folgeschaden geführt hat.



Erneuerung, Renovation

Im Gegensatz zu den Begriffen Instandsetzung und Sanierung besteht bei Erneuerungen und Renovationen keine eigentliche Differenz zwischen einem Ist- und Sollzustand oder gar ein Schaden, der zu beheben wäre. Vielmehr dienen Erneuerungs- oder Renovationsmassnahmen dazu, die Bausubstanz den veränderten Anforderungen anzupassen. Es wird damit gegenüber dem Ist-Zustand ein Mehrwert geschaffen, z.B. durch besseren Wärme- oder Schallschutz.





Umnutzung, Umbau

Von einer Umnutzung können ein ganzes Gebäude oder einzelne Gebäudeteile betroffen sein:

- ein bestehendes Industriegebäude soll zukünftig als Wohn- oder Bürogebäude genutzt werden
- der bestehende Estrich- oder Kellerraum wird ausgebaut und zukünftig bewohnt

Aus solchen Umnutzungen resultieren veränderte Anforderungen an die Bausubstanz, z.B. betreffend dem Wärmeschutz.

Durch entsprechende Umbauarbeiten wird ein Gebäude der veränderten Nutzung angepasst.

Rückbau (Abbruch)

Man spricht heute kaum mehr von Abbruch, sondern von Rückbau. Darunter versteht man die geordnete Demontage von Bauwerken mit entsorgungsgerechter Trennung der Bauteile und Materialien auf der Baustelle.

Bereits bei der Projektierung von Bauwerken soll der Entsorgungsfrage die nötige Beachtung geschenkt werden. Die Wahl der Baustoffe und das Bauverfahren haben wesentlichen Einfluss auf entstehende Abfälle bei späteren Unterhalts- oder Abbrucharbeiten bezüglich:

- Menge,
- Verwertbarkeit und
- Entsorgbarkeit.

Entsorgung, Recycling

Die Entsorgung ist als Gesamtheit aller Vorgänge definiert, die im Hinblick auf den korrekten Umgang mit Abfällen notwendig sind (Sammlung, Beförderung, Zwischenlagerung, Behandlung und Ablagerung auf einer Deponie). Bauabfälle umfassen alle Materialien, die auf einer Baustelle zu entsorgen sind, sei es bei Neubau-, Umbau- oder Abbrucharbeiten.

Für viele Materialien gibt es entsprechende Recycling-Konzepte, die es erlauben, die Materialien wieder in den Produktionskreislauf zurückzuführen. Einzelne Materialien können sogar direkt wiederverwendet werden.



Rückbau einer Flachbedachung mit Kunststoff-Folie (Sarnafil AG)



Beispiel der Abfalltrennung auf einer Baustelle (Sarnafil AG)



4.2 Bedeutung der Erhaltung der Bausubstanz

Volkswirtschaftliche Gesichtspunkte

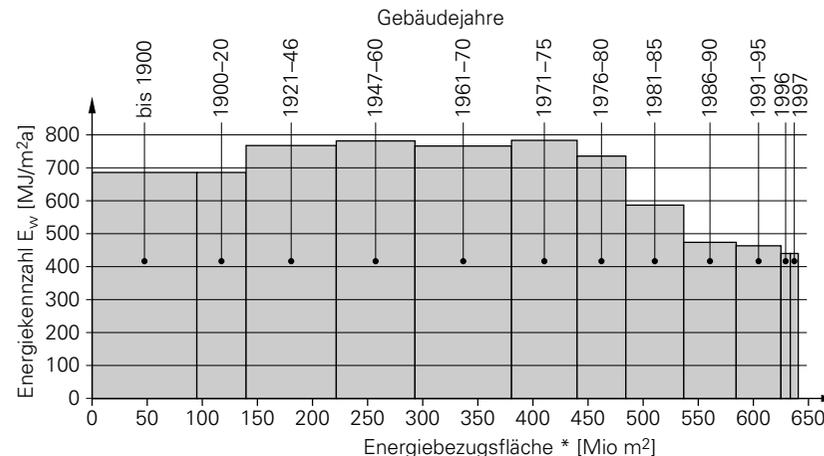
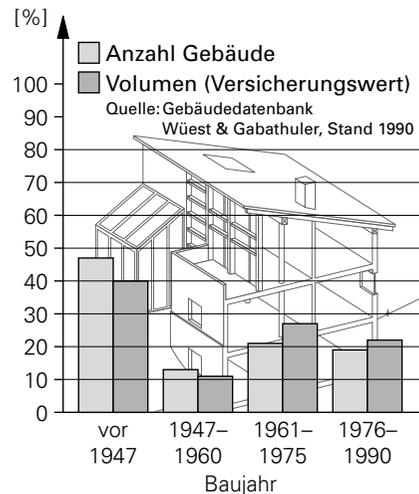
In der Schweiz verfügen wir über einen Gebäudepark von 2,2 Millionen Häusern. Dies entspricht einem (Versicherungs-)Wert von 1'200 Milliarden Franken. Eine wachsende Zahl von Gebäuden ist erneuerungsbedürftig.

Wir investieren in der Schweiz jährlich über 40 Milliarden Franken in den Hochbau, davon wird rund die Hälfte für Erneuerung und Ersatzneubau ausgegeben. Dieser Anteil wird noch steigen.

Die jährlich erstellten Neubauten machen nur etwa 1 % der Gebäudesubstanz aus und verursachen einen verhältnismässig kleinen Energieverbrauch. Es ist deshalb sehr wichtig, dass die bestehenden Gebäude wärmetechnisch/energetisch verbessert werden.

Energetische Randbedingungen

Der in der Schweiz für Heizung und Warmwasser erforderliche Energieaufwand entfällt hauptsächlich auf ältere Gebäude. Sie benötigen bedeutend mehr Energie als Bauten, die den heutigen Energievorschriften entsprechen.



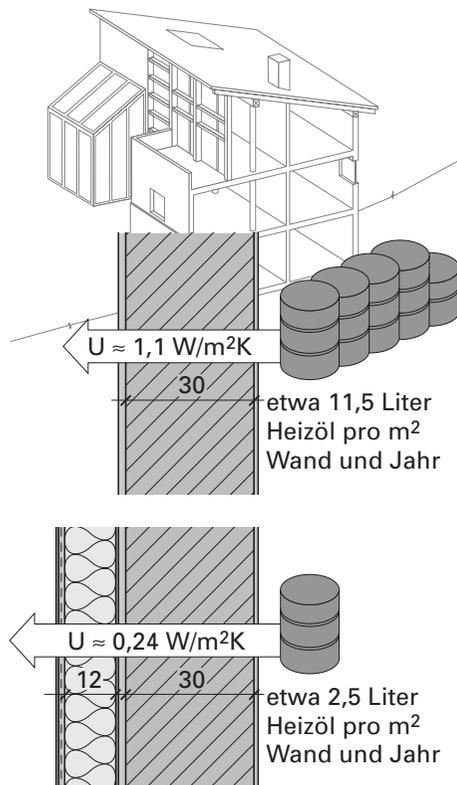
* Schätzung gestützt auf Gebäudebestand nach Bauperioden
(Quelle: Kantonale Gebäudeversicherungen, verarbeitet/berechnet durch Wüest&Partner)



Kulturelle Kriterien

Bei der Erneuerung von Bauten geht es nicht allein um einen bautechnischen Vorgang, sondern auch um kulturelle, architektonische und städtebauliche Aspekte. Heute werden andere Wohnungen, Büros und Werkstätten benötigt als vor fünfzig oder achtzig Jahren. Beim Umbau und der Erneuerung unserer Städte und Agglomerationen müssen wir darauf bedacht sein, möglichst wenig Landschaft zu verbrauchen. Das Nachverdichten sollte mit einer gleichzeitigen Verbesserung des bestehenden Siedlungsraumes verbunden sein und die Bauweise muss heutigen Qualitätsansprüchen genügen.

gabe: Die Bauherrschaft formuliert, welchen Stellenwert die Ökologie im Projekt einnehmen soll und welche Bereiche der Bauökologie ihr besonders wichtig sind. Je nach Haltung und Handlungsspielraum der Bauherrschaft wird die Gewichtung der ökologischen Aspekte unterschiedlich ausfallen. Bei wärmetechnischen Massnahmen wird wohl die Umwelt durch neue Baustoffe wie z.B. Wärmedämmschichten belastet; in der Regel wird diese Belastung durch Reduktion der Betriebsenergie jedoch innerhalb von wenigen Jahren «amortisiert».



Gebäudeerneuerung unter ökologischen Gesichtspunkten

Betreffend der Ökologie gilt es bei der Gebäudeerneuerung einerseits die Umweltbeeinträchtigung der bestehenden Bausubstanz zu beurteilen, z.B. durch die erforderliche Betriebsenergie für Heizung, Brauchwarmwasser, Beleuchtung, Geräte u.Ä. Unter Umständen führen auch die vorhandenen Materialien durch Emissionen zu einer Beeinträchtigung der Raumluft, der Bewohner und der Umwelt, z.B. im Fall von Formaldehyd, Asbest o.Ä. Andererseits wird die Umwelt durch die Bauerneuerung beeinflusst, sei es bei der Entsorgung von bestehenden oder durch Verwendung von neuen Baustoffen und Bauteilen. Die IP BAU-Publikation «Ökologische Bauerneuerung» geht detailliert auf dieses Thema ein und setzt die «Ökologische Absichtserklärung» an den Anfang der Bauauf-



4.3 Methoden für die Gebäudewirtschaftung

Für die Entwicklung einer Unterhalts- und Erneuerungsstrategie liefern die Gebäudewirtschaftungstheorien wichtige Grundlagendaten. Zusätzlich müssen aber noch die Kenntnisse der optimalen Erneuerungszeitpunkte einzelner Bauelemente oder ganzer Gebäude einfließen.

In der Praxis sind drei unterschiedliche «Methoden» zu erkennen:

Keine Methode

Bei kleinen Liegenschaften, z.B. private EFH, erfolgt keine vorausschauende Planung von Unterhalt und Erneuerung. Reagiert wird bei Bedarf, z.B. ausgelöst durch Bauschäden oder Umnutzungen. Bei Einzelgebäuden ist dies, bei fachkundiger Beurteilung, eine durchaus vertretbare Lösung, die aber auch zur Verslumung einer Liegenschaft führen kann.

Beurteilungsmethode für Einzelgebäude

Anhand von Checklisten und Arbeitshilfen soll die Zustandsbeurteilung systematisiert und die Erstellung von Sanierungskonzepten erleichtert werden. Auf dem Markt werden, abgeleitet von der Beratungstätigkeit der Bauplaner, etliche solcher Methoden angeboten. Das IP Bau hat in diesem Bereich wesentliche Grundlagenarbeit geliefert und versucht, die Zustandsbeurteilung und die Folgerungen daraus zu systematisieren (Unterhaltsbuch, Diagnose-Methode).

Sanierungsstrategie grosser Gebäudebestände

Im Vordergrund steht nicht die Aussagekraft über das Einzelgebäude, sondern der gültige Überblick über den ganzen Gebäudebestand. Von grosser Bedeutung ist die praktische Realisierbarkeit der Ersterhebung und der periodischen Datenaktualisierung. Für die Bearbeitung der grossen Datenmengen ist der EDV-Einsatz unerlässlich.

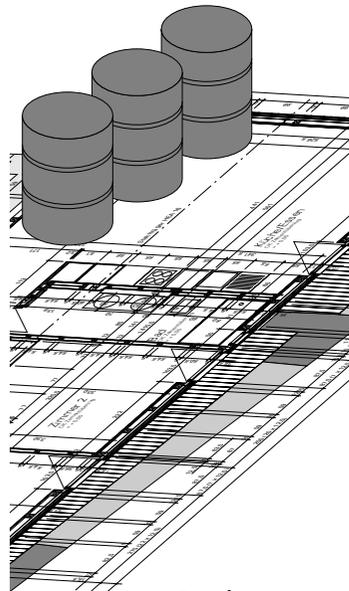


4.4 Vorgehen bei der Erhaltung von Gebäuden

Auch ohne spezielle Methoden der Gebäudebewirtschaftung liefert die Dokumentation über das Bauwerk, insbesondere betreffend besonderer Pflege und Unterhalt, wichtige Erkenntnisse über periodisch durchzuführende Kontrollen, Reinigungen und Unterhaltsarbeiten.

Bei Erneuerungen, Umnutzungen und Umbauten von grösserem Ausmass sind im Wesentlichen folgende Schritte erforderlich:

- Grobdiagnose
- Evtl. Feindiagnose
- Planung der Massnahmen
- Realisierung
- Überarbeiten bzw. anpassen der Dokumentation über Pflege und Unterhalt des Gebäudes



$$\text{Energiekennzahl} = \frac{\text{Betriebsenergie}}{\text{Energiebezugsfläche}}$$

Grobdiagnose

Die Grobdiagnose ermöglicht, dank standardisiertem Vorgehen, mit begrenztem Aufwand eine Einordnung des Zustandes von Liegenschaften und die Kostenermittlung für die Instandsetzung. Das IP BAU «Grobdiagnose, Zustandserfassung und Kosten-schätzung von Gebäuden» geht detailliert auf dieses Thema ein.

Unter dem Begriff Grobdiagnose oder Grobanalyse wird aber auch die **wärmetechnische Beurteilung** eines Gebäudes, im Rahmen von wärmetechnischen Sanierungen, verstanden:

Datenerfassung und Zustandsaufnahme

- Jahresenergieverbrauch
- Energiebezugsfläche
- Installierte Heizleistung
- Zustand (Bau- und Haustechnik)

Energiekennzahl

- Berechnung Ist-Zustand
- Vergleich mit statistisch erhobenen Mittelwerten bestehender, ähnlicher Gebäude
- Vergleich mit Sollwert für ein energietechnisch saniertes Gebäude
- Energiesparpotenzial abschätzen

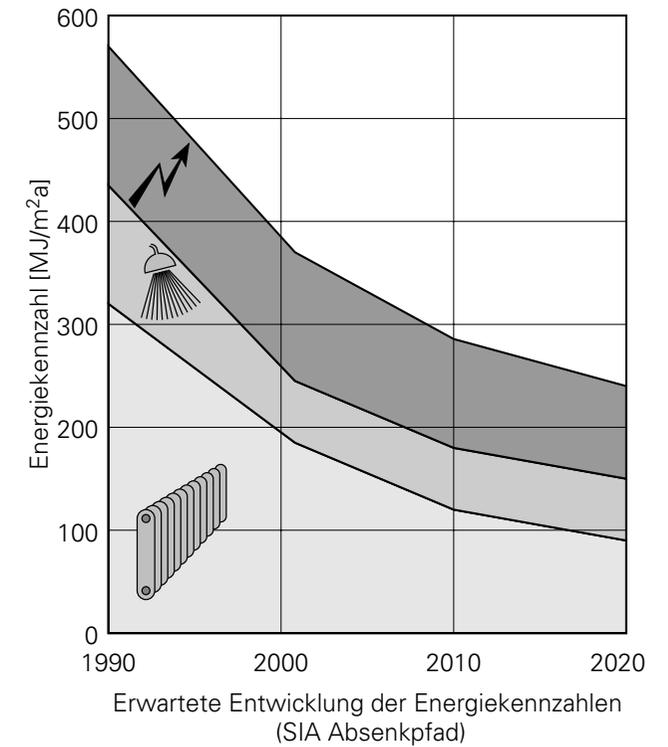
Überblick über Sanierungsmöglichkeiten

- Gebäudehülle
- Haustechnik

Im Handbuch «Planung und Projektierung wärmetechnischer Gebäudesanierungen (IP Bau, Bundesamt für Konjunkturfragen) wird die energetische Grobanalyse im Detail erläutert. Im Sinn einer Grobdiagnose zeigt der SIA-Absenkepfad für Hauptbauteile (U-Werte) und Bauten (Energiekennzahlen) auf, wie die Energieeffizienz von Gebäuden mittel- und langfristig verbessert werden soll.

Feindiagnose

Mittels der Feindiagnose wird das Bauwerk (Baukonstruktion und Haustechnik) detailliert untersucht. IP BAU «Feindiagnose im Hochbau» geht detailliert auf dieses Thema ein.





5. Aufgaben, Lösungsvorschläge

Lernauftrag 1: Untersuchung eines Gebäudes

Untersuchen Sie ein älteres Gebäude bezüglich Bauweise, Haustechnik und Energieverbrauch

Objektbeispiel:		
Angaben zum Gebäude:		<p>Foto des Gebäudes</p>
Objekt: _____		
Baujahr: _____		
Nutzung: _____		
Strasse: _____		
PLZ/Ort: _____		
Energiebezugsfläche EBF (Bruttofläche): _____ m ²		
Bauteile/Wärmedämmvermögen:		
Konstruktionsaufbau der wesentlichen Bauteile und Abschätzung oder Berechnung des Wärmedämmvermögens:	U Ist-Zustand [W/m ² K]	U Anforderung [W/m ² K]
Aussenwand:		
Dach:		
Fenster:		
Andere:		
Haustechnik/Energieverbrauch:		
Heizung/Energieträger: _____		
Warmwasser/Energieträger: _____		
Energieverbrauch für Heizung: _____ MJ/a		
Energieverbrauch für Warmwasser: _____ MJ/a		
Energieverbrauch für Heizung + Warmwasser: _____ MJ/a		
Energieverbrauch pro m ² Energiebezugsfläche EBF: _____ MJ/m ² a		



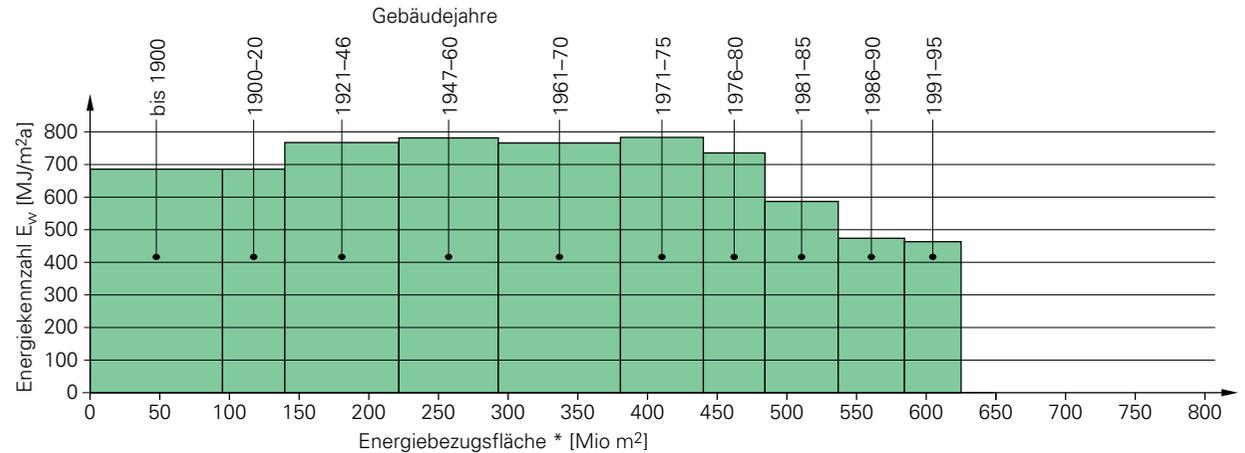
Lernauftrag 2: Energie/Energiekennzahl

In der folgenden Grafik sind die Energiebezugsflächen und Energiekennzahlen E_w (Heizung und Brauchwarmwasser) des Gebäudebestandes in der Schweiz dargestellt.

Vervollständigen Sie diese Grafik bis zum Jahr 2020 und interpretieren Sie die Resultate.

Randbedingungen:

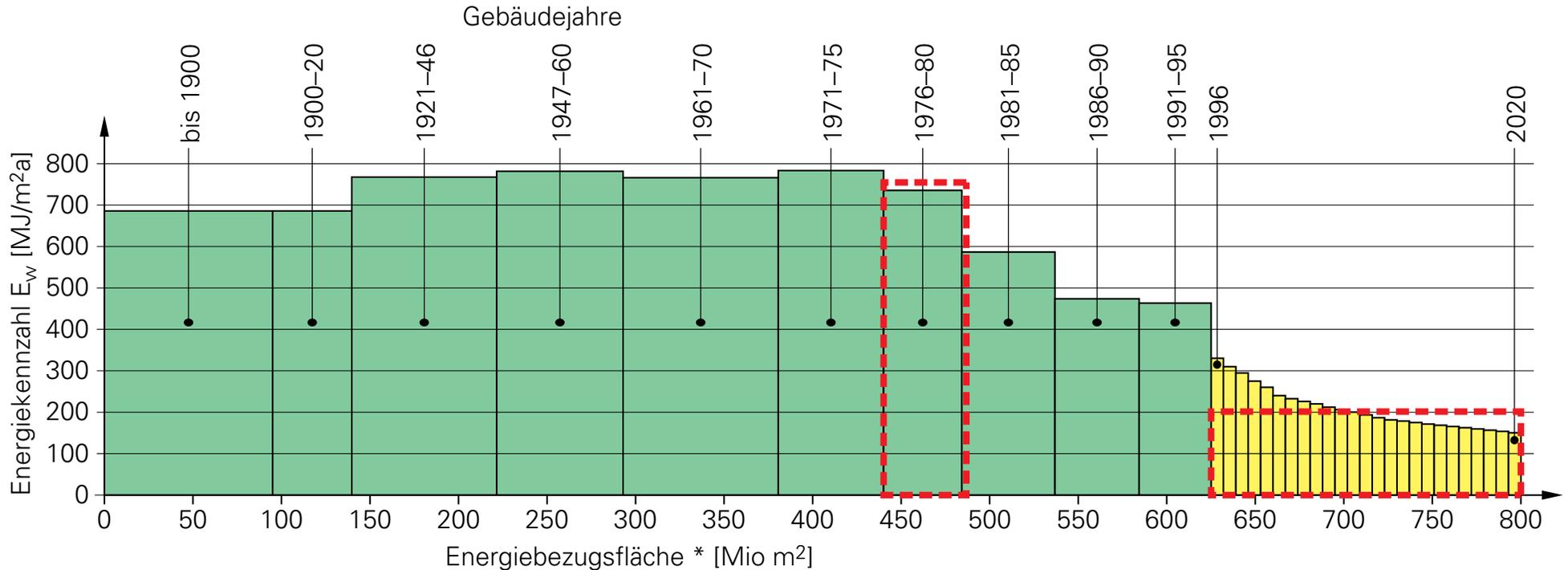
- Es werden jährlich 35'000 Wohneinheiten mit durchschnittlich je 200 m² Energiebezugsfläche erstellt.
- Der Energieverbrauch entwickelt sich entsprechend dem SIA Absenkpfad.



* Schätzung gestützt auf Gebäudebestand nach Bauperioden
(Quelle: Kantonale Gebäudeversicherungen, verarbeitet/berechnet durch Wüest&Partner)



Lösung Lernauftrag 2: Energie/Energiekennzahl



Baujahr	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
E_w gem. SIA-Absenkepfad	330	312	294	276	258	240	233	227	220	213	207	200	193	187	180	177	174	171	168	165	162	159	156	153	150

Der jährliche Energieverbrauch der innerhalb der 25 Jahre von 1996 bis 2020 erstellten Gebäude entspricht in etwa demselben Energieverbrauch der innerhalb von 5 Jahren zwischen 1976 bis 1980 erstellten Gebäude. Der Energieaufwand für Heizung und Brauchwarmwasser kann am wirksamsten durch wärmetechnisch/energetische Verbesserungen bei bestehenden Liegenschaften reduziert werden.



Fallbeispiel: MFH-Erneuerung

Am Beispiel eines Mehrfamilienhauses wird im Folgenden konkret aufgezeigt, welche Massnahmen getroffen wurden, um die Bausubstanz zu erhalten bzw. diese an neue Nutzungsanforderungen anzupassen.

Ist-Zustand

- Viele 1^{1/2}- und 2^{1/2}-Zimmerwohnungen, die schwierig zu vermieten sind (geringer Bedarf)
- Unattraktive Wohnungseinteilung mit kleiner Küche (ohne Oberschränke und Dampfabzug), nur einer Nasszelle und kleinem Balkon
- Ungenügende Elektroinstallationen, nicht EW-konforme Zusatzinstallationen durch Mieter
- Eher zu geringe Heizleistung (in Küche und Bad sind nur Vor- und Rücklaufleitungen vorhanden), führt insbesondere bei exponierten Wohnungen über dem Untergeschoss und unter dem Estrich zu unbehaglich tiefen Raumlufttemperaturen
- Unbefriedigender Wärmeschutz, führt zu unbehaglichen Wohnverhältnissen (Zugluft, kalte Oberflächen, Schimmelpilzbildung) und hohem Energieverbrauch ($E_h = 750 \text{ MJ/m}^2\text{a}$)
- Einzelne Risse und Putzschäden, ungenügende Wasserdichtigkeit der Dacheindeckung, kein Unterdach
- Grosser Aufwand für den Unterhalt der Liegenschaft
- Vorbehalt der Gebäudeversicherung betreffend Deckung bei Elementarschäden
- Unzufriedene Mieter und unbefriedigende Mieterstruktur mit entsprechend hoher Fluktuation



Mehrfamilienhaus mit Untergeschoss, 4 Wohngeschossen und Estrich unter Satteldach mit Ziegeleindeckung. Die Balkone werden durch die auskragende Stahlbetondecke gebildet; insbesondere bei einer zusätzlichen Aussenwärmedämmung gelten diese als gravierende wärmetechnische Schwachstelle.



Massnahmen zur Erhaltung der Bausubstanz

Mit folgenden Massnahmen wurde die Liegenschaft soweit erneuert, dass heute sowohl bezüglich des Wohnstandards als auch betreffend Wärmeschutz/Energie zeitgemässe Verhältnisse vorliegen:

- Aufheben von 1¹/₂- und 2¹/₂-Z.-Wohnungen; es werden vermehrt 4¹/₂- und 5¹/₂-Z.-Wohnungen mit grösseren Wohn-/Esszimmern angeboten
- Grössere Küchen mit zeitgemässer Ausstattung und teilweise zwei Nasszellen pro Wohnung
- Neue Elektroinstallationen mit Vorbereitung für ISDN-Anschluss
- Neue Balkone mit separatem Tragsystem
 - grosszügigere Balkone (sehr beliebt)
 - Vermeidung der wärmetechnischen Schwachstelle bei auskragender Balkonplatte
- Wärmetechnische Sanierung der Gebäudehülle
 - Aussenwände
($U_{\text{vorher}} 1,2 \text{ W/m}^2\text{K} \rightarrow U_{\text{neu}} 0,3 \text{ W/m}^2\text{K}$)
 - Decke gegen Estrich
($U_{\text{vorher}} 3,1 \text{ W/m}^2\text{K} \rightarrow U_{\text{neu}} 0,3 \text{ W/m}^2\text{K}$)
 - Boden über Untergeschoss
($U_{\text{vorher}} 2,0 \text{ W/m}^2\text{K} \rightarrow U_{\text{neu}} 0,4 \text{ W/m}^2\text{K}$)
- Fenster ($U_{\text{vorher}} 2,6 \text{ W/m}^2\text{K} \rightarrow U_{\text{neu}} 1,3 \text{ W/m}^2\text{K}$ und luftdicht → Vermeidung Zugluft/Lüftungswärmeverlust)
- Neue Eindeckung des Steildaches mit Unterdach
- Erneuerung der Heizung (Heizzentrale, Heizleitungen, Wärmeaustauscher je Haus, Radiatoren mit Thermostatventilen, teilweise neue Radiatoren)
- Autoeinstellhalle mit 40 Abstellplätzen und 80 Aussenplätze für die insgesamt 110 Wohnungen der Überbauung



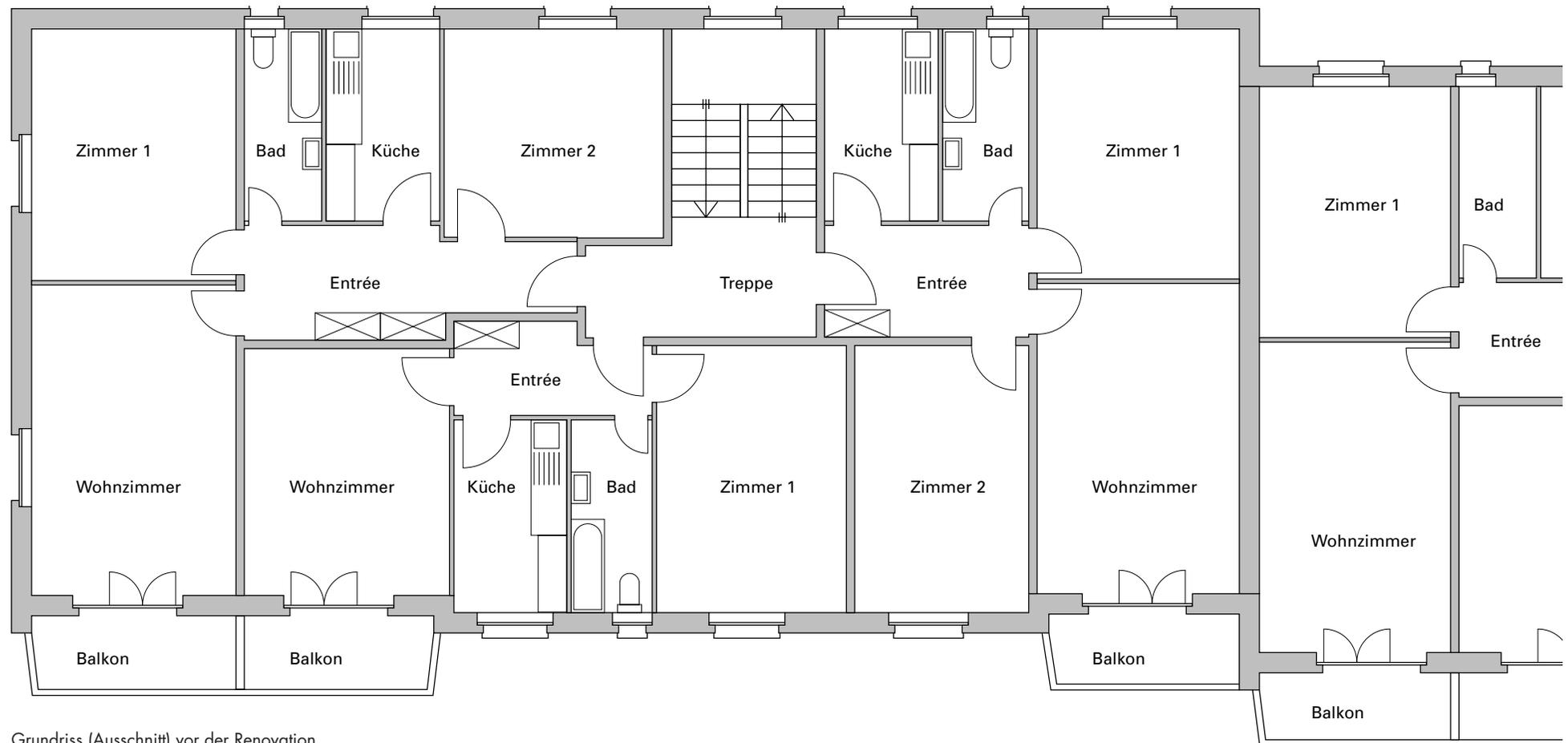
Abgesehen von den neuen Balkonen hat sich das Erscheinungsbild der sanierten Häuser nicht wesentlich verändert.

Die neuen, grosszügigen Balkone verfügen über eine eigenständige Tragstruktur, wodurch sie von der bestehenden Bausubstanz wärmetechnisch entkoppelt sind. Dieser Bauteilübergang konnte damit wärmetechnisch/energetisch optimal gelöst werden.

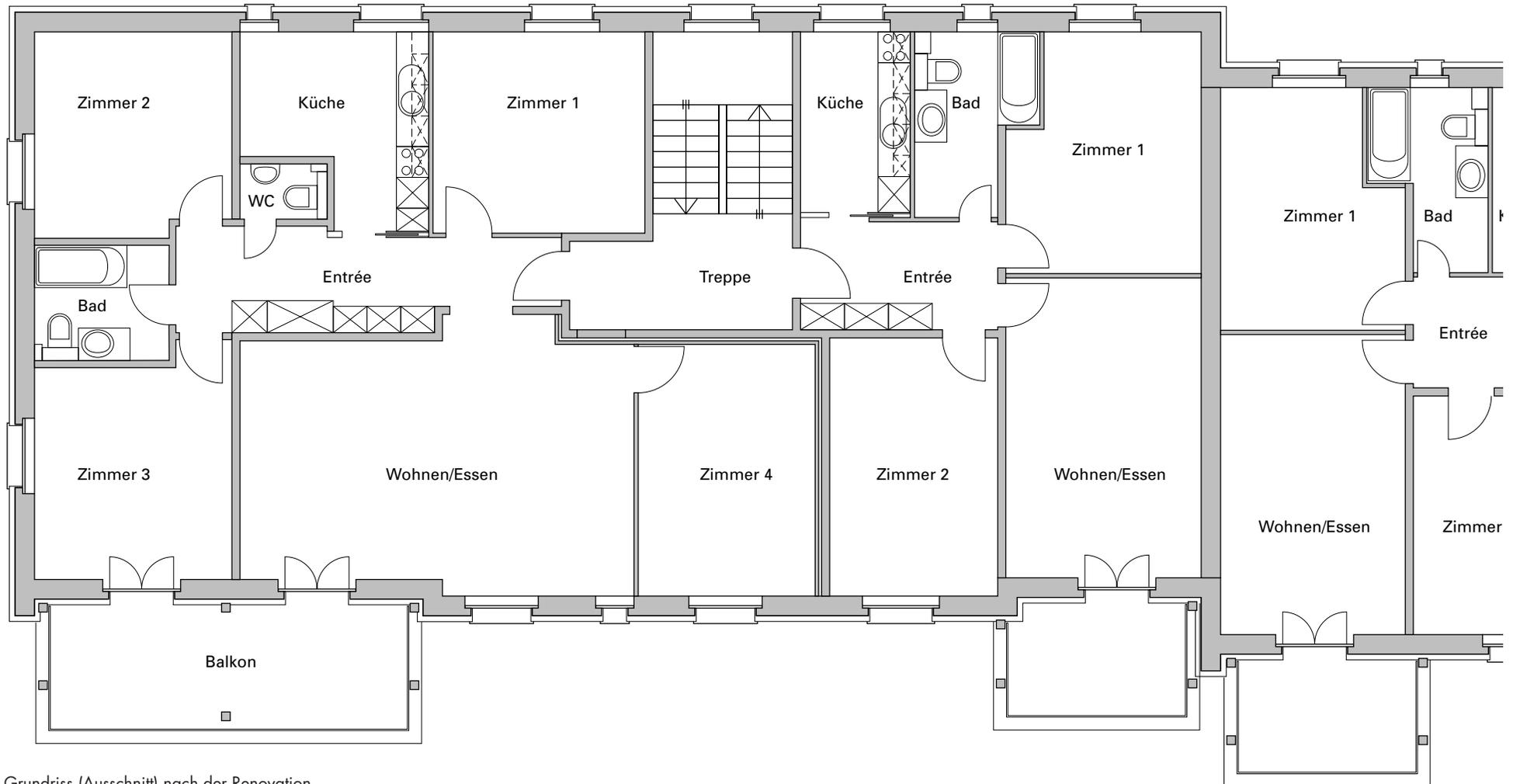
Mit der verputzten Aussenwärmedämmung, den neuen Fenstern und der neuen Dacheindeckung genügt nun die Gebäudehülle wieder für einige Jahre den nutzungs- und bautechnischen Anforderungen.

Verbesserung der Wohnqualität durch Umgestaltung der Wohnungen

- Zusammenlegen von Wohnungen (verändern der Wohnungsgrößen)
- Grössere Wohn-/Esszimmer und Küchen, zusätzliche Nasszellen
- Ersatz der bestehenden, schmalen Balkone durch separate Balkonkonstruktion



Grundriss (Ausschnitt) vor der Renovation



Grundriss (Ausschnitt) nach der Renovation



Einfluss von wärmetechnischen Massnahmen: Ist-Zustand und Sanierungen Varianten 1, 2 und 3

Variante/Massnahmen	Ist-Zustand	Sanierung Variante 1	Sanierung Variante 2	Sanierung Variante 3 (ausgeführte Variante)
Bemerkungen	<ul style="list-style-type: none"> - ungenügender Wärmeschutz - eher luftundichte Gebäudehülle bzw. Fenster 	<ul style="list-style-type: none"> - Fenster - Decke gegen Estrich - Boden über UG <p>Verbesserung des Wärmeschutzes</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Fenster - Aussenwände - Decke gegen Estrich - Boden über UG <p>Verbesserung des Wärmeschutzes</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Fenster - Aussenwände - Decke gegen Estrich - Boden über UG - Balkone <p>Verbesserung des Wärmeschutzes</p>
Energieflussdiagramm				
Bauteil U-Werte [W/m²K]				
- Aussenwände Nord, Ost, Süd	1,18	1,18	0,30	0,30
- Aussenwand West (Balkone)	1,18	1,18	0,30	0,30
- Fenster Nord, Ost, Süd	2,60	1,30	1,30	1,30
- Fenster West	2,60	1,30	1,30	1,30
- Decke gegen Estrich	3,13	0,30	0,30	0,30
- Boden über Untergeschoss	2,00	0,40	0,40	0,40
Transmissionsverlust Q_t [MJ/m²a]	637	300	152	146
Wärmebedarf Lüftung Q_l [MJ/m²a]	105	105	105	105
Nutzbare freie Wärme Q_g [MJ/m²a]	96	88	83	83
Heizenergiebedarf Q_n [MJ/m²a]	646	317	174	168
Grenzwert H_g [MJ/m²a]	306	306	306	306



6 Weiterführende Literatur

- Bauerneuerung: Architektur im Dialog, IP BAU, Bundesamt für Konjunkturfragen (1991)
- Bauerneuerung – Was tun?, Eine Übersicht für Eigentümer, Mieter und Planer, IP BAU, Bundesamt für Konjunkturfragen, 724.426 D (1991)
- Gebäudebewirtschaftung, Methoden des baulichen Unterhalts und der Erneuerung, IP BAU, Bundesamt für Konjunkturfragen, 724.480 D (1992)
- Gebäudeunterhalt, Handbuch für die Zustandsbeurteilung, IP BAU, Bundesamt für Konjunkturfragen, 724.427 D (1992)
- Grobdiagnose, Zustandserfassung und Kostenschätzung von Gebäuden, IP BAU, Bundesamt für Konjunkturfragen, 724.431 D (1993)
- Feindiagnose im Hochbau, IP BAU, Bundesamt für Konjunkturfragen, 724.432 D (1993)
- Ökologische Bauerneuerung, Methodischer Weg zur Umsetzung ökologischer Anliegen, IP BAU, Bundesamt für Konjunkturfragen, 724.481 D (1995)
- Handbuch Planung und Projektierung wärmetechnischer Gebäudesanierungen, Bundesamt für Konjunkturfragen (1983)
- Kontext 70, Zahn der Zeit, Material zu Formen baulicher Veränderung, Ronner H., Prof. ETH, Zürich (1990)

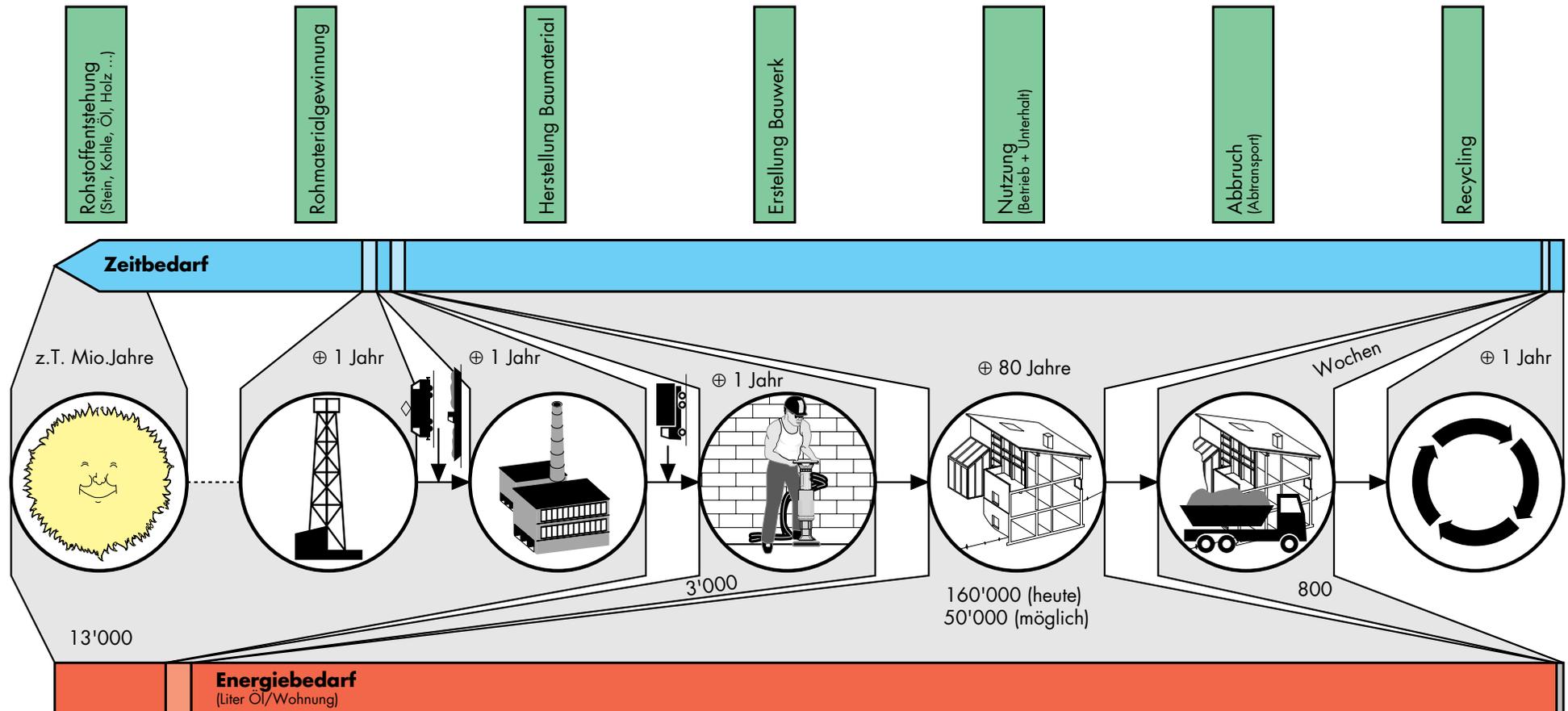


7 Bild- und Textnachweis

Siehe Bemerkungen im Inhalt.
Alle nicht mit Angaben versehenen Abbildungen
stammen vom Autor.

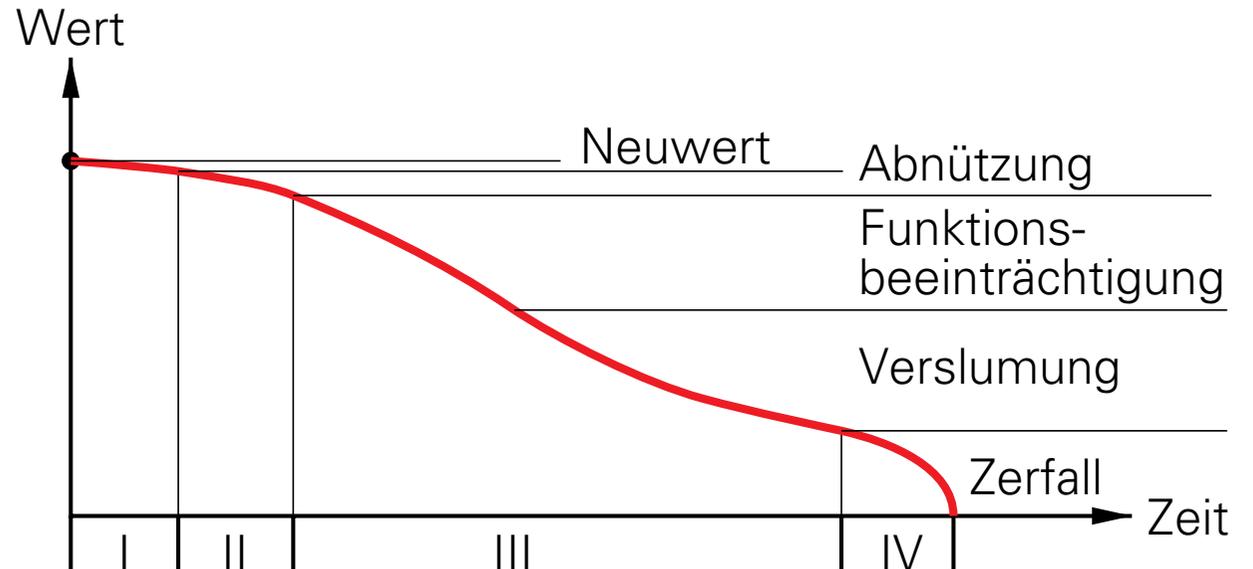
8 Vorlagen

«Lebenszyklus» von Bauten





Entwertung eines Gebäudes ohne Unterhalt



- I Neuwert
- II Abnutzung (beschleunigt durch Material-,
Verarbeitungs- und Planungsfehler)
- III Verschleiss, zerstörte Schutzschichten
(Anstriche, Verputz, Verkleidungen, Dachhaut,
Anschlüsse, Fugen usw.)
- IV Rascher Zerfall, vor allem nach dem die Gebäude-
hülle undicht geworden ist

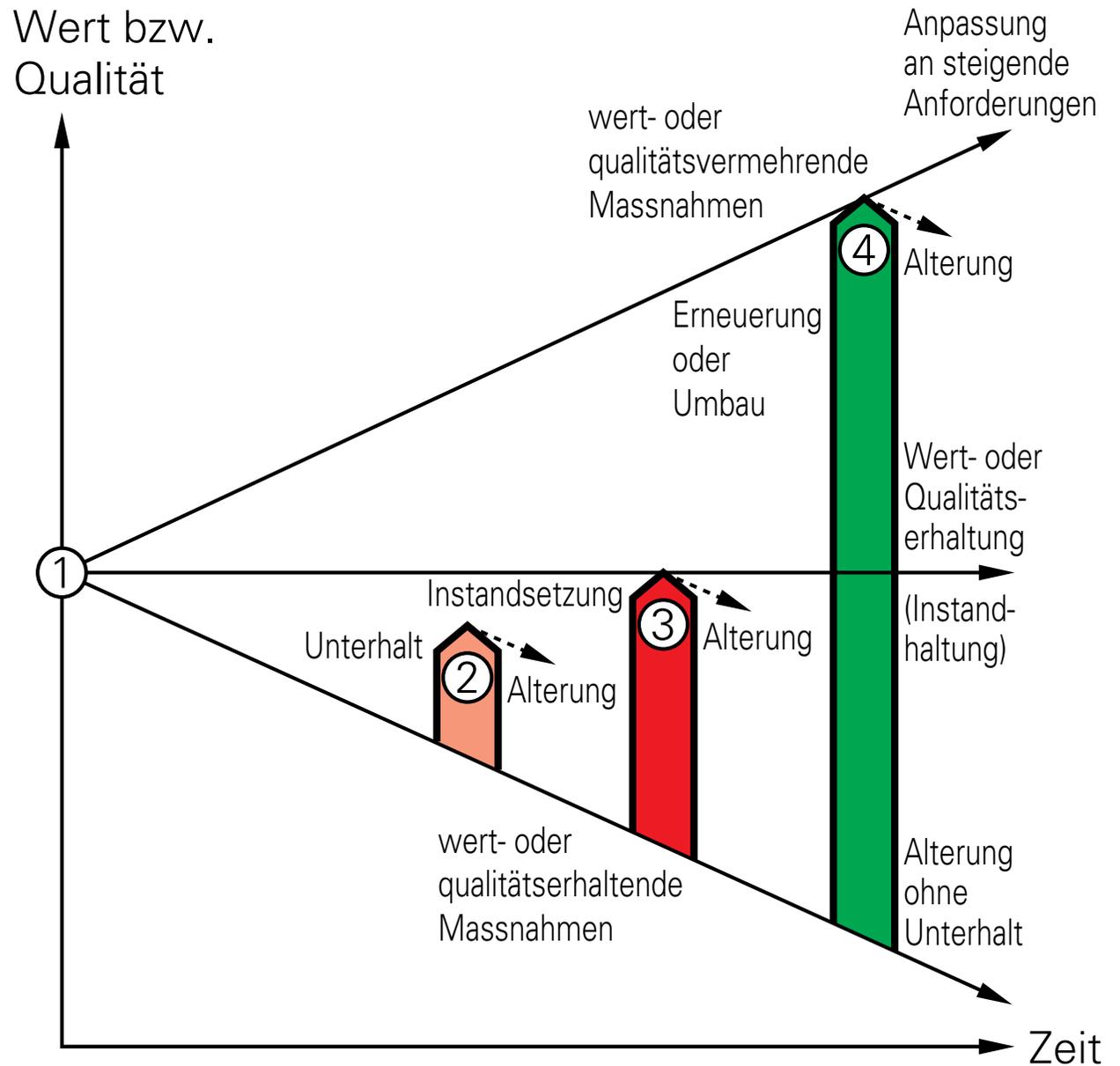
Quelle: IP BAU 1992 724.480 D

Entwertung eines Gebäudes ohne Unterhalt

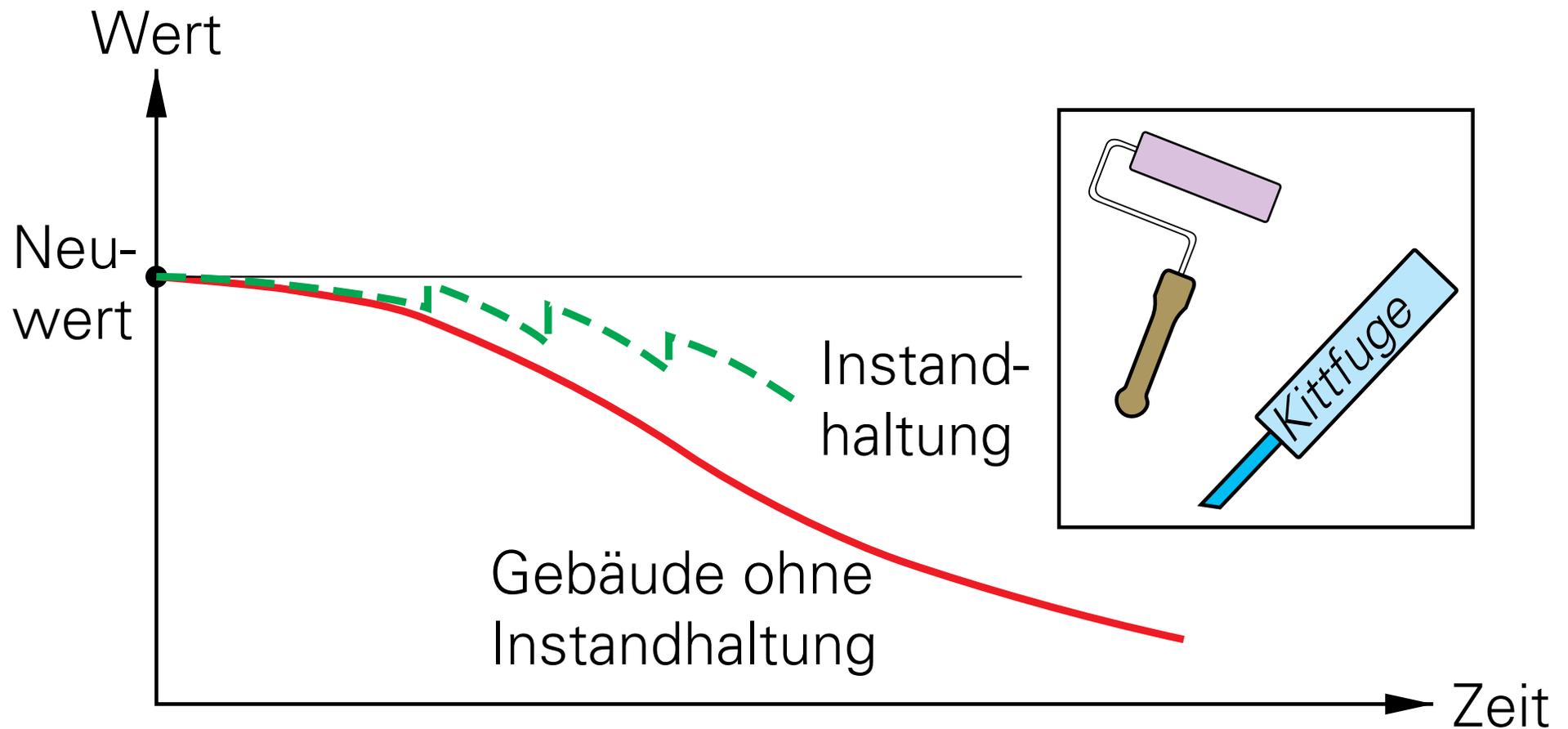
Qualitätsentwicklung bei Gebäuden, in Abhängigkeit der Massnahmen während der Nutzungszeit

- ① Ursprüngliche Qualität bzw. Neuwert eines Gebäudes.
- ② Durch Unterhalt wird der Alterungsprozess aufgefangen und verlangsamt; der Neuwert wird jedoch nicht mehr erreicht.
- ③ Instandsetzung bringt einen bereits gealterten Bau oder Bauteil wieder auf den Stand des Neuwertes; bei denkmalgeschützten Objekten sprechen wir von Restaurierung.
- ④ Steigende Anforderungen verlangen oft eine Verbesserung der Gebäudequalität über deren ursprünglichen Wert hinaus; wir sprechen von Umbau oder Erneuerung.

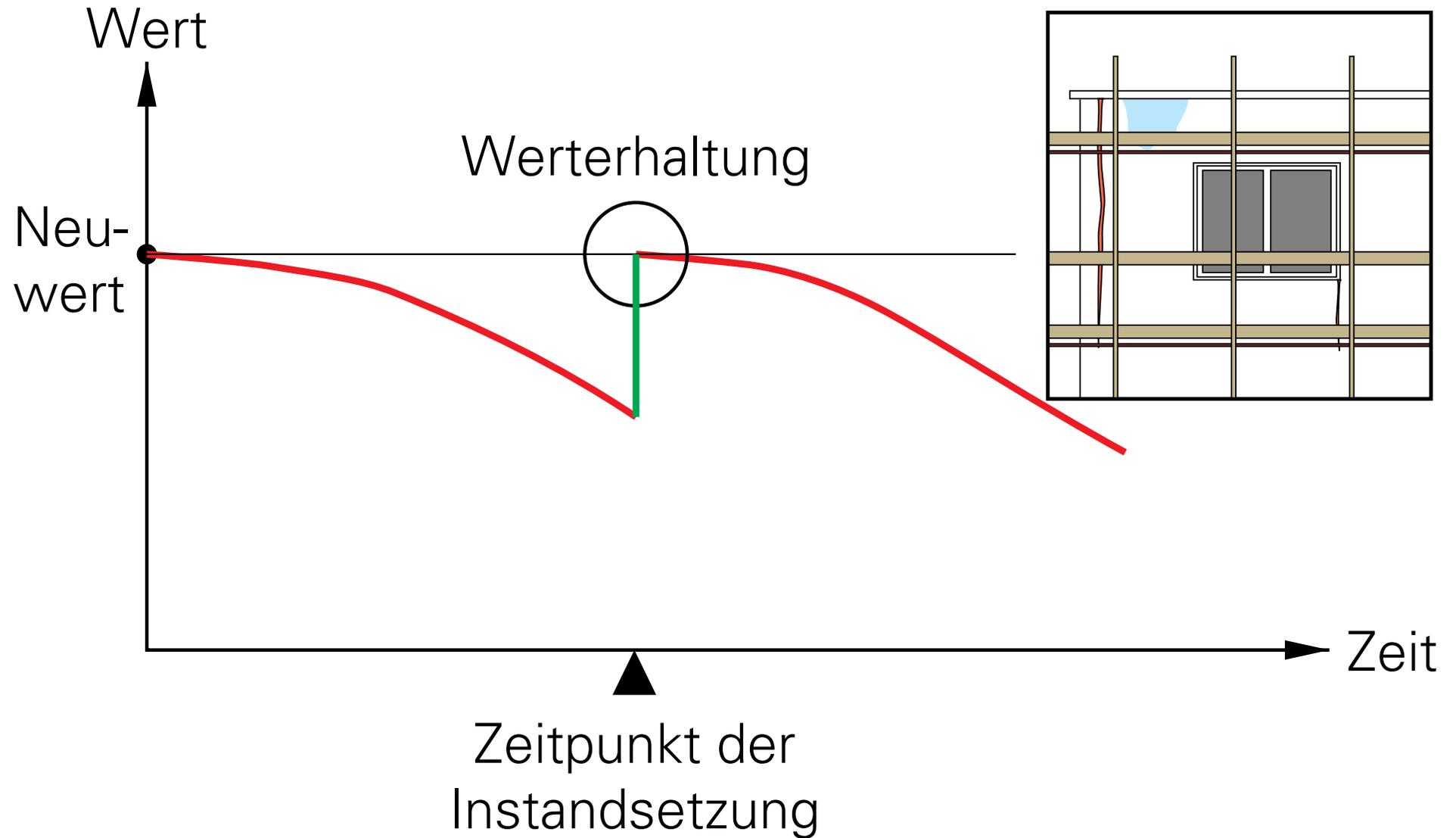
Quelle: IP BAU 1991 724.426 d
Bauerneuerung – Was tun ?



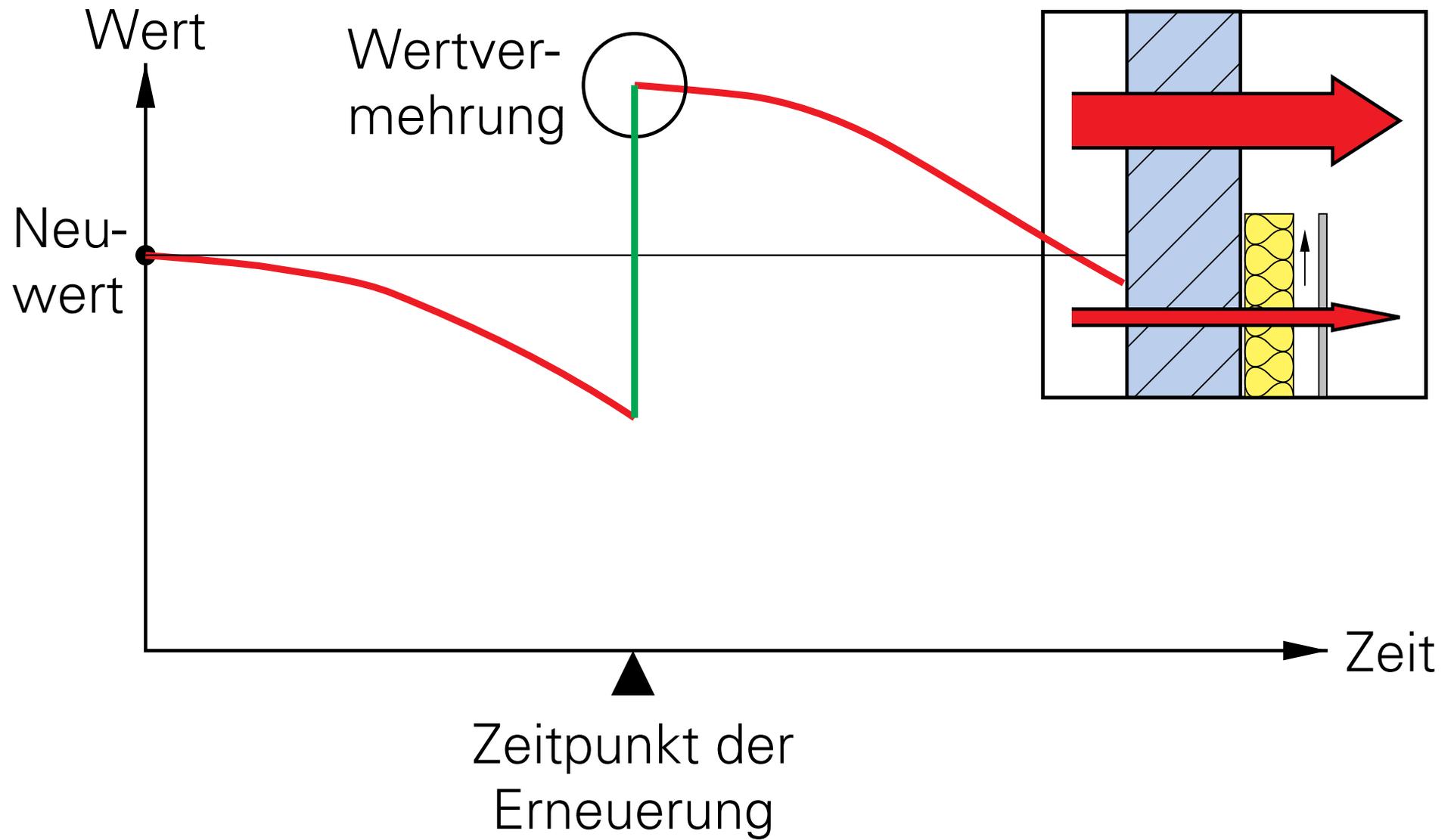
Erhaltung des Zustandes durch laufende Reinigung/Unterhalt (Instandhaltung)



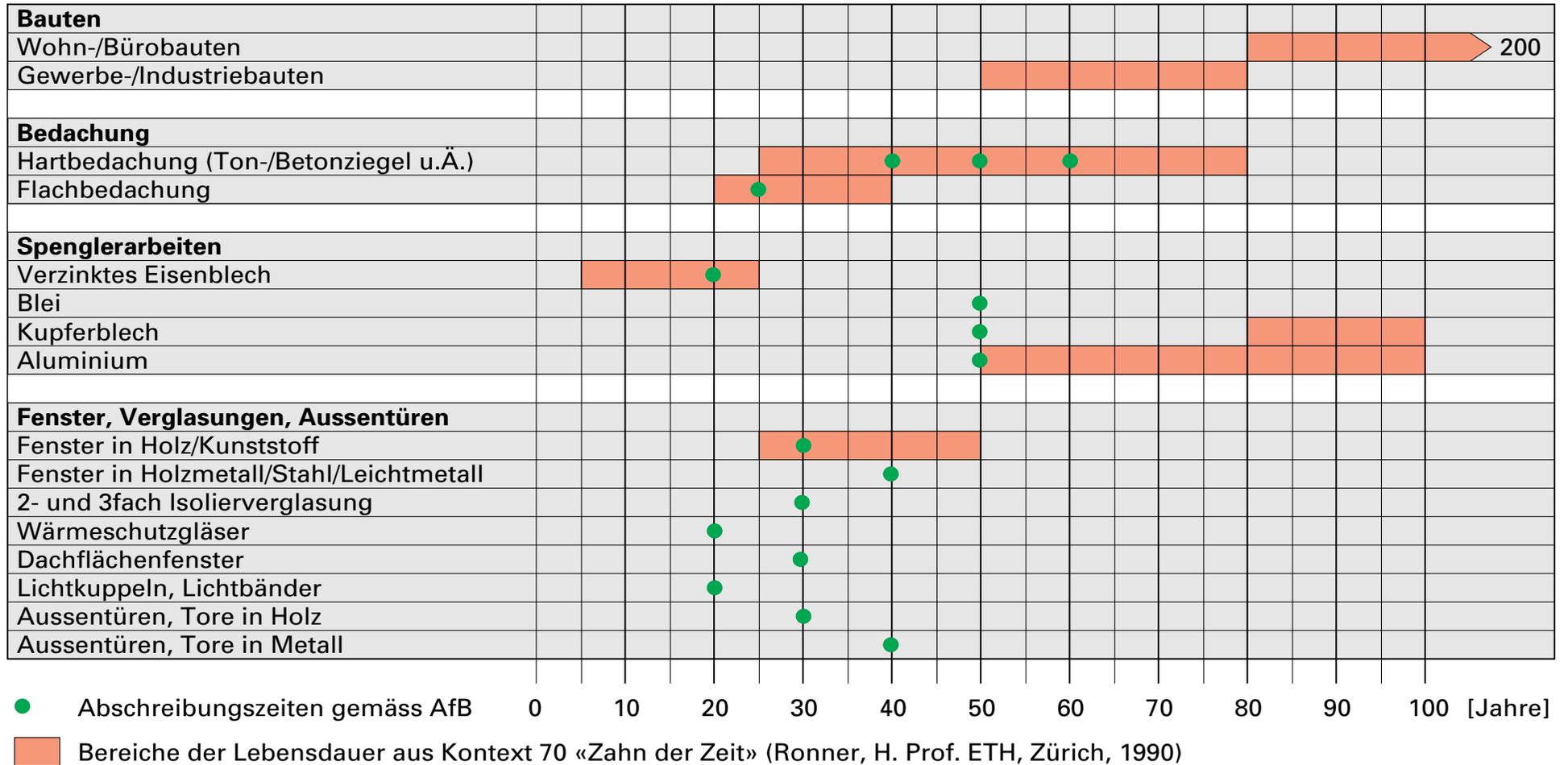
Wiederherstellen des Zustandes durch Sanierung



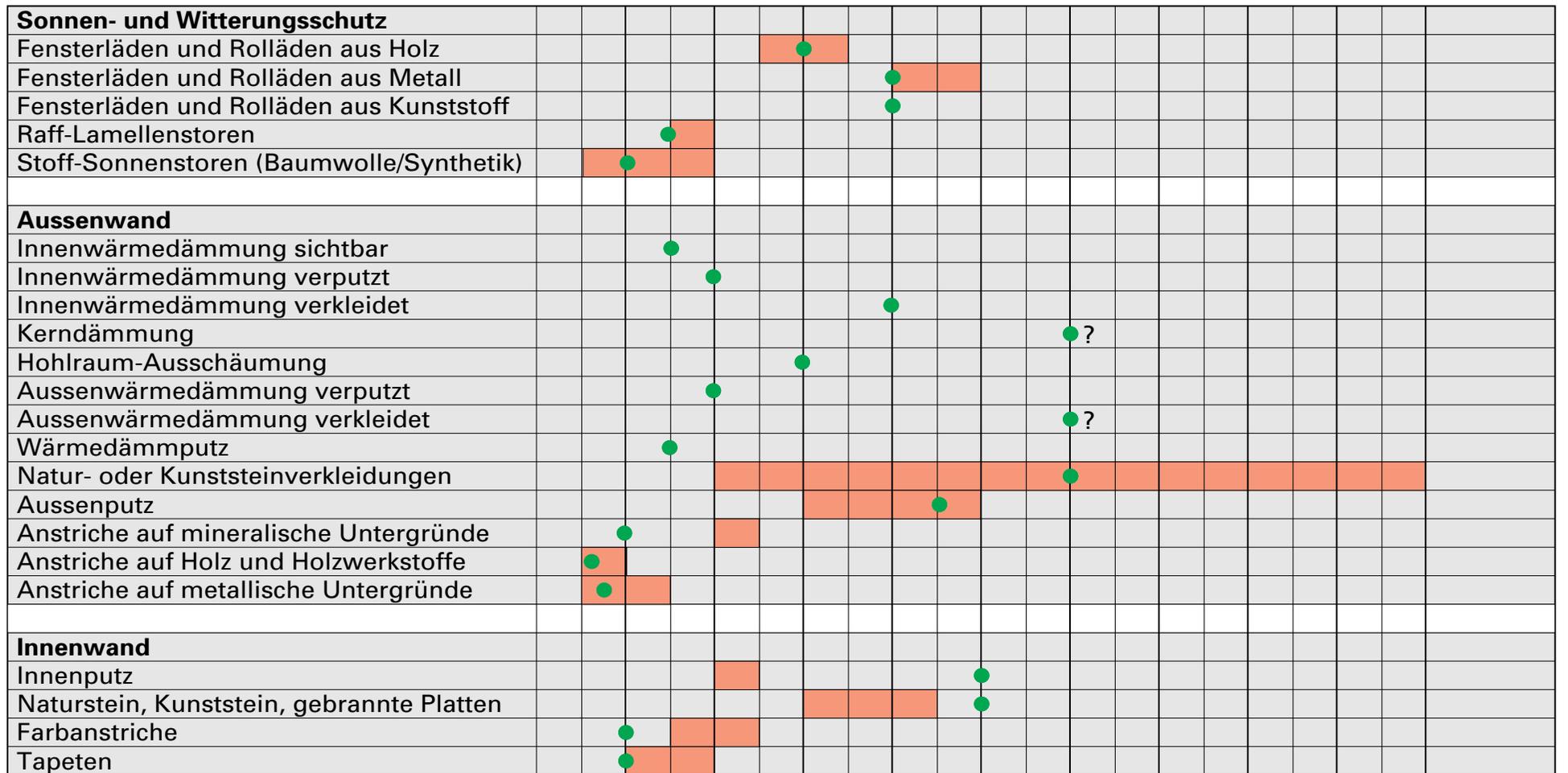
Anpassen des Gebäudes an neue Anforderungen durch Erneuerung



Abschreibungszeiten und Lebensdauerbereiche für Bauten/Bauteile



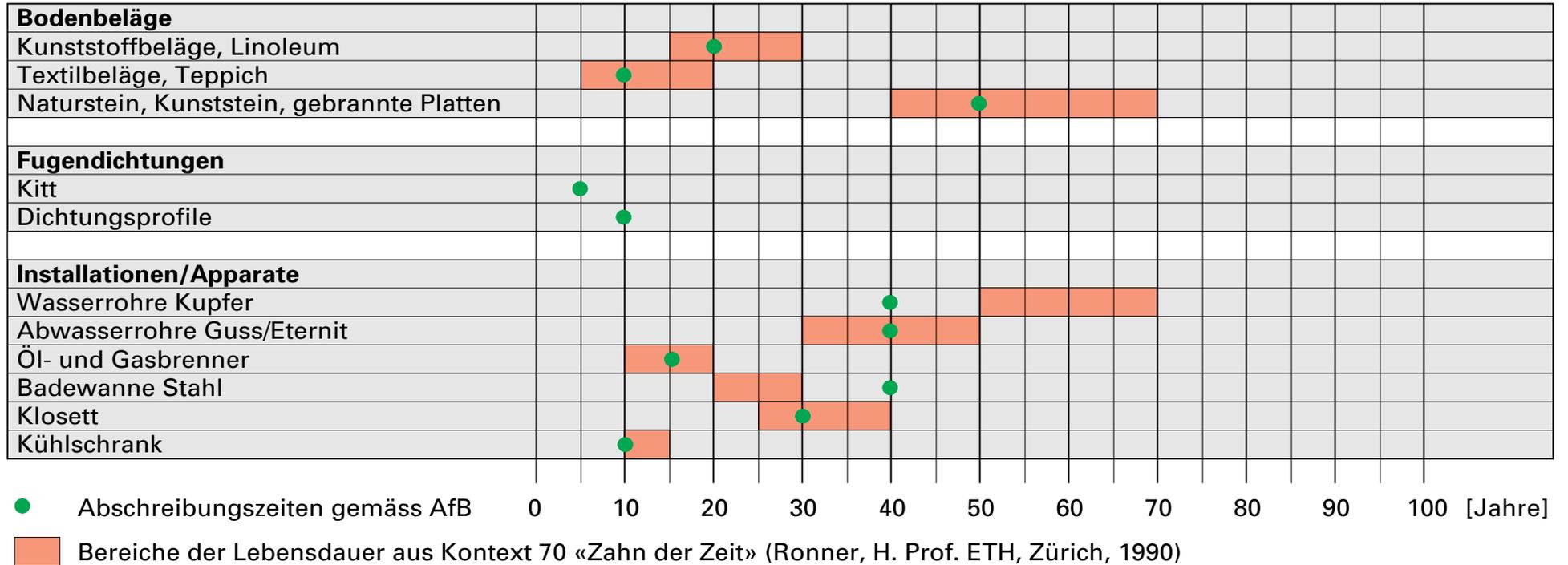
Abschreibungszeiten und Lebensdauerbereiche für Bauten/Bauteile



● Abschreibungszeiten gemäss AfB 0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100 [Jahre]

■ Bereiche der Lebensdauer aus Kontext 70 «Zahn der Zeit» (Ronner, H. Prof. ETH, Zürich, 1990)

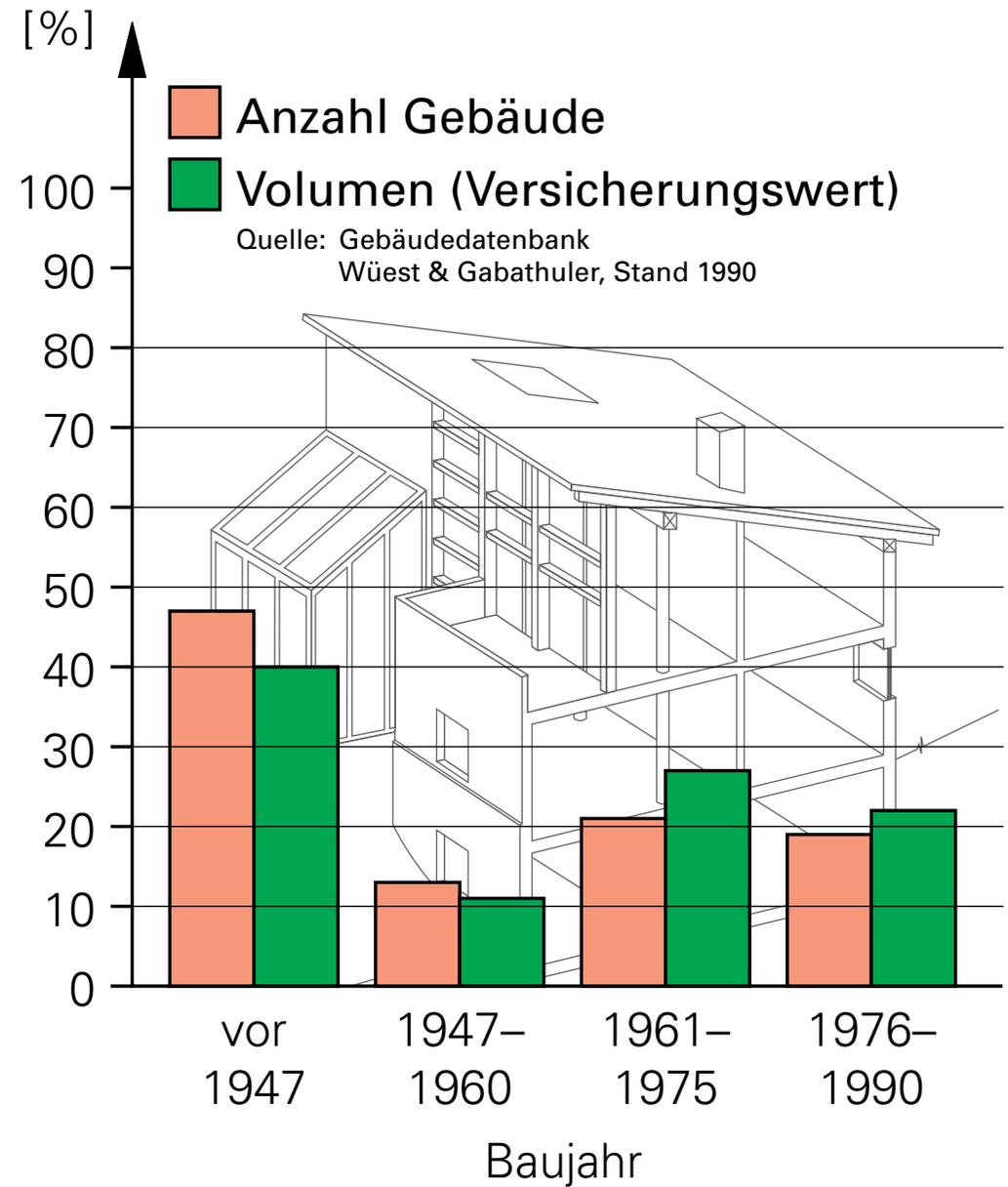
Abschreibungszeiten und Lebensdauerbereiche für Bauten/Bauteile



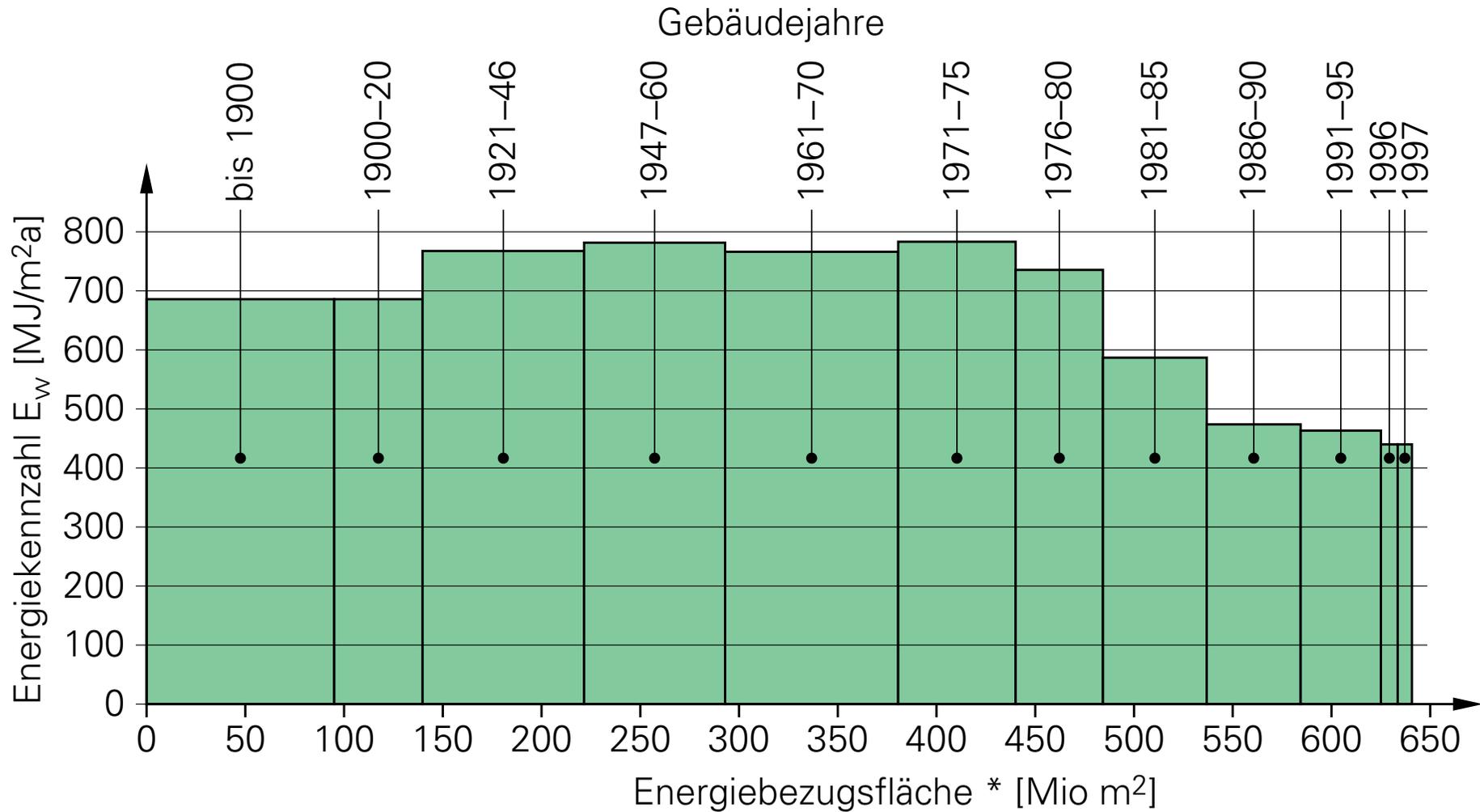
**Rückbau und kontrolliertes Recycling/Entsorgung
am Ende der Nutzungszeit**
(Fotos: Sarnafil AG)



Die vorhandene Bausubstanz als volkswirtschaftlich relevantes Kapital



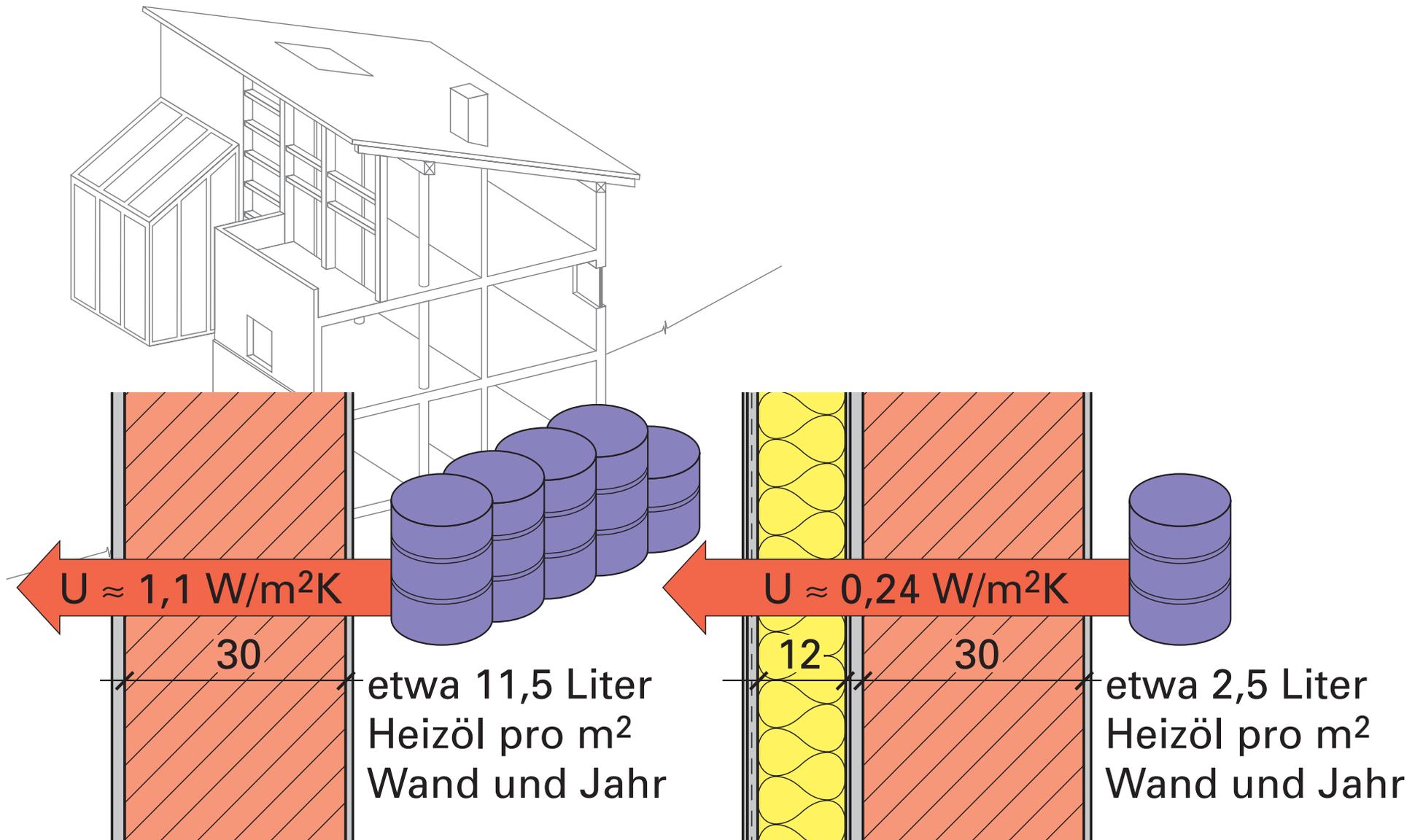
Die vorhandene Bausubstanz als energiepolitisch interessantes Volumen



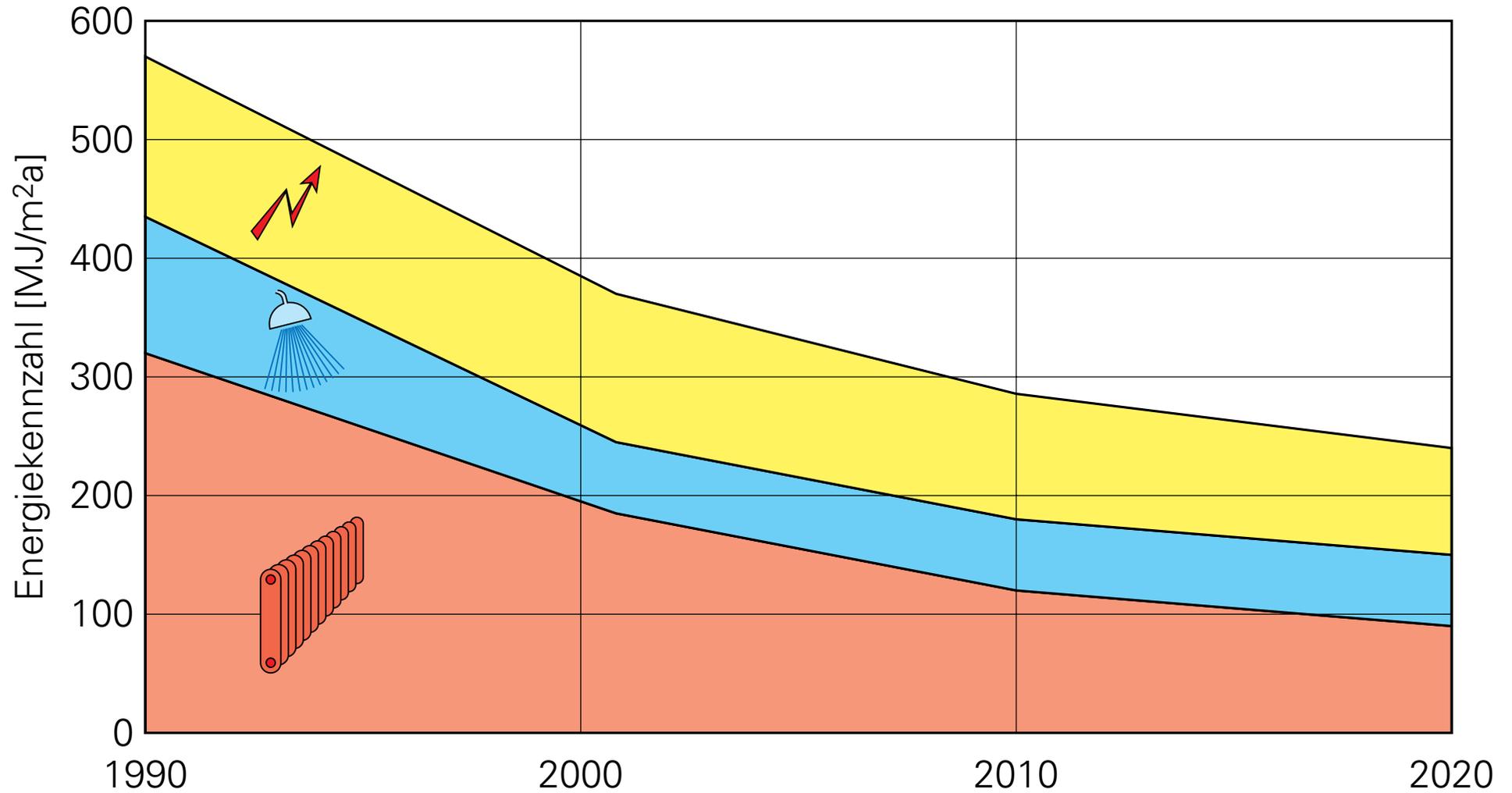
* Schätzung gestützt auf Gebäudebestand nach Bauperioden
(Quelle: Kantonale Gebäudeversicherungen, verarbeitet/berechnet durch Wüst&Partner)



Durch wärmetechnische Verbesserung der Gebäudehülle lässt sich der Energieverbrauch erheblich verkleinern.



Der SIA Absenkpfad zeigt bis zum Jahr 2020 die Entwicklung der Energiekennzahlen auf



Erwartete Entwicklung der Energiekennzahlen (SIA Absenkpfad)



Erwartete Entwicklung
bei einigen Hauptbauteilen:
Auswirkung auf Energiekenn-
zahlen (SIA Absenkpfad)

Hauptbauteile			1990	2000	2010	2020
Glas	U_G	[W/m ² K]	2,0	1,4	0,7	0,7
Rahmen	U_F	[W/m ² K]	1,9	1,6	1,0	1,0
Fenster	U_W	[W/m ² K]	1,9	1,5	0,8	0,8
Aussenwand	U_{AW}	[W/m ² K]	0,5	0,3	0,25	0,2
Dach	U_D	[W/m ² K]	0,4	0,3	0,2	0,2
Boden	U_B	[W/m ² K]	0,5	0,3	0,3	0,3
Luftwechsel *	n	[h ⁻¹]	0,6	0,5	0,4**	0,3**
Jahreswirkungsgrad Heizung		[-]	0,85	0,85	0,9	0,9
E Raumheizung	E_H	[MJ/m ² a]	330	220	130	90
Heizöl für Raumheizung	Heizöl	[Liter/m ² a]	9,0	5,7	3,5	2,5
E Warmwasser	E_{WW}	[MJ/m ² a]	120	60	60	50
E Elektrizität	E_{EI}	[MJ/m ² a]	120	100	90	80
E Total	E	[MJ/m ² a]	570	380	280	220

* Teilwärmerückgewinnung aus der Abluft (ab 2000)

** Partielle Wärmerückgewinnung