



*Matthias Schmid  
MSc., Dipl. Ing. FH/SIA, Bauphysik  
Prona AG Umwelt, Sicherheit  
Biel, Schweiz*

# **Bauphysikalische Anforderungen bei Sanierungen**

## **Die Anforderungen von Normen, Richtlinien und Nutzern**



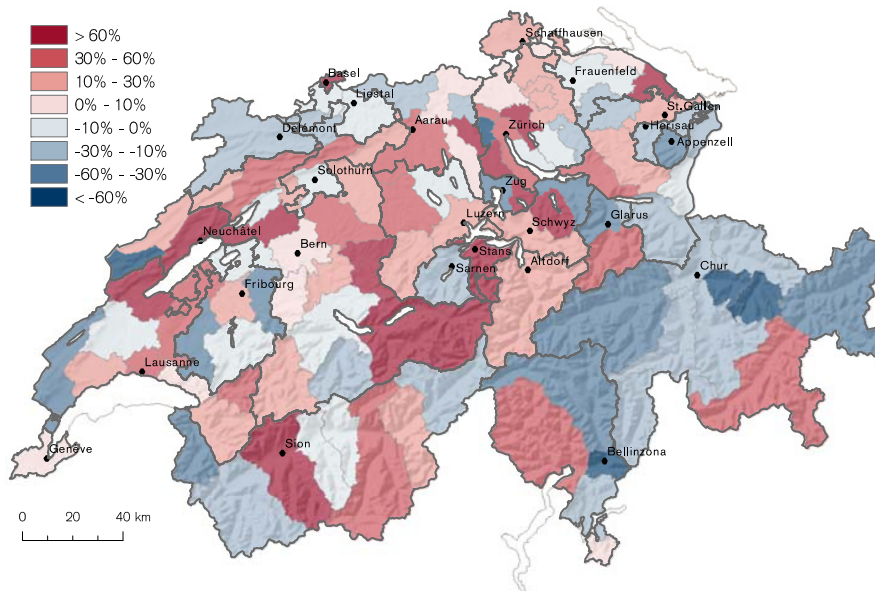
# Bauphysikalische Anforderungen bei Sanierungen

## Die Anforderungen von Normen, Richtlinien und Nutzern

### Einleitung

Die energetische Sanierung und Instandsetzung von Gebäuden gewinnt in der Schweiz zunehmend an Bedeutung (Grafik 1). Dabei ist nicht nur das Gebäudevolumen aus den Jahren 1960 bis 75 relevant, sondern auch die Gebäudesubstanz um 1900 und älter. Hierin fällt auch eine grosse Anzahl an Bauten, welche aus kulturhistorischen Überlegungen und Interesse als erhaltenswert, ja auch schützenswert eingestuft werden. Für diese Liegenschaften gelten immer spezielle und somit kompromissfähige Anforderungen.

**Umbaugesuche**, Abweichung des Volumens eingereicherter Baugesuche der letzten 6 Monate vom 10-jährigen Mittel nach Wirtschaftsregionen\*



### Umbauswerpunkte

Das Volumen eingereicherter Umbaugesuche der letzten sechs Monate liegt mit 23% ebenfalls markant über dem langjährigen Mittel. Umbauprojekte gewinnen flächendeckend an Bedeutung. Das grösste Projekt in diesem Bereich ist mit 110 Mio. CHF der geplante Umbau und die Aufstockung eines Gewerbe- und Lagergebäudes im Projekt Freilager Albisrieden in Zürich. Durch diesen Umbau entstehen knapp 200 Wohnungen. Insgesamt sollen auf dem Areal dereinst 1'000 neue Wohnungen gebaut werden. Weitere grössere Projekte entfallen auf Sanierungen von Mehrfamilienhäusern, Hotels, Kliniken und Schulen sowie Umbauten und Erweiterungen von Industrie- und Büroliegenschaften.

\* Die Wirtschaftsregionen sind durch Credit Suisse Economic Research in Anlehnung an die MS-Regionen (Mobilité Spatiale) des Bundesamtes für Statistik definiert worden. Grundlage für diese Abgrenzung bilden weniger politische Grenzen als vielmehr wirtschaftliche Phänomene, räumliche Strukturen und Mobilitätsmuster. Entsprechend können diese Wirtschaftsregionen auch kantonsübergreifend sein.

Abbildung 1: Umbaugesuche 1. Quartal 2012

Quelle: Baublatt, Credit Suisse Economic Research, Geostat

Bei der Sanierung eines Gebäudes wird im Allgemeinen angestrebt eine den heutigen Anforderungen entsprechenden Komfort zu gewährleisten. Hierbei sollte jedoch stets berücksichtigt werden, dass es sich bei dieser Baumassnahme nicht um einen Neubau handelt. Ein bedenkenloses Anpassen an die heutigen Bedürfnisse baukonstruktive, bauphysikalische und natürlich auch denkmalpflegerische Gesichtspunkte verletzen.

Eine zusätzliche Schwierigkeit der Sanierung liegt darin begründet, dass historische Gebäude eine Vielzahl von unbekanntem Parametern in sich bergen. Unbekannt sind oft nicht nur die Baustoffe, sondern zu weiten Teilen auch Konstruktionen. Aufgrund der Vielfältigkeit sowie mangelhaften Erfassung bzw. Erfassbarkeit bestehender Substanz in den Normen sind hierzu bauphysikalische Untersuchungen erforderlich. Diese gliedern sich in eine Bestands- und Schadensanalyse, wobei sie sich jeweils in Versuche sowie bauphysikalischen Berechnungen unterscheiden. Die bauphysikalischen Fragen können mittels der drei folgenden Hauptbereiche umrissen werden. Hierbei sind die verschiedenen Bauteile zu untersuchen.

### **Hygrisch-, thermische Aspekte**

1. Wärme- und Feuchteschutz der Aussenbauteile
  - a. Aussenwand
  - b. Fenster
  - c. Dach bzw. Decke zum nicht ausgebautem Dachraum
  - d. Bodenplatte bzw. Decke zum nicht beheizten Keller
2. Feuchtebelastung im Kellergeschoss
  - a. Kellerwand
  - b. Sockel
  - c. Kellerboden
3. Schlagregenschutz
  - a. Aussenwand
  - b. Fenster
  - c. Fugen und Abschlüsse

### **Energetische Aspekte**

4. Energetisches, klimatisches Verhalten der Räume
  - a. Aussenbauteile wie 1.
  - b. U. U. Innenbauteile

### **Schallschutztechnische Aspekte**

5. Schallschutz
  - a. Nutzungstrennwand
  - b. Nutzungstrenndecke
  - c. Treppe
  - d. Aussenbauteile

Der vorliegende Beitrag zeigt die bauphysikalischen Anforderungen von Normen, Richtlinien und Nutzern im Fall von Sanierungen auf.

## **Ausgangslage**

Bei der Sanierung von Bauten können die bauphysikalischen Anforderungen nicht immer vollständig umgesetzt werden. Die nötigen Massnahmen sind oft aus technischer wie auch ökonomischer Sicht nicht tragbar. Diese Situation führt nicht zwangsweise zu Bauschäden. Doch die Situation muss eingehender und öfters auch mit genaueren Methoden betrachtet bzw. geprüft werden.

Es ist wichtig, dass die Anforderungen bei Sanierungen als ganzes betrachtet werden. Partielle Verbesserungen können zu Verschlechterungen führen. So kann zum Beispiel der Einsatz von neuen, luftdichten Fenstern zu erhöhten Raumfeuchtebelastungen führen und somit zu einem erhöhten Schimmelrisiko beitragen.

## Wärme- und Feuchteschutz

### Nach Norm SIA

Als aktuelle Planungsgrundlage für den Wärme- und Feuchteschutz gilt die SIA Norm 180 „Wärme- und Feuchteschutz“ im Hochbau, Ausgabe 1999. Der Geltungsbereich dieser Norm ist wie folgt beschrieben (Zitat):

0.1.1 Die vorliegende Norm gilt für alle Gebäude, bei denen sich infolge des geforderten Raumklimas bauphysikalische Anforderungen an die Gebäudehülle ergeben. Sie betreffen den Wärmeschutz zur Vermeidung zu starker Erhöhung bzw. Absenkung der Raumtemperatur und die Beschränkung der Raumfeuchte, um Bauschäden zu verhindern.

Zudem findet sich für Erneuerungen bzw. Sanierungen folgender Hinweis:

0.1.3 Die vorliegende Norm gilt für Neubauten. Sie wird empfohlen für Erneuerungen bestehender Bauten, soweit die Massnahmen technisch möglich sind und der Aufwand wirtschaftlich tragbar ist.

0.1.4 Sie geht von einem Raumklima aus, das von der Mehrzahl der Benutzer als behaglich empfunden wird und für alle Benutzer hygienisch ist.

Die Norm SIA 180 ist in folgende Themenbereiche gegliedert:

- Thermische Behaglichkeit
- Lüftung
- Wärmeschutz im Winter
- Wärmeschutz im Sommer
- Feuchteschutz

### Anforderungen (Auswahl)

Die Wärmedämmung der Gebäudehülle muss überall genügend sein, um eine Einschränkung der Behaglichkeit, Kondensationsrisiken und Schimmelpilzbefall zu verhindern.

Unter normalen Benützungsbedingungen sind damit die Anforderungen an Behaglichkeit und Oberflächenkondensatfreiheit erfüllt. Die Kondensatfreiheit bei Wärmebrücken muss zusätzlich gewährleistet sein.

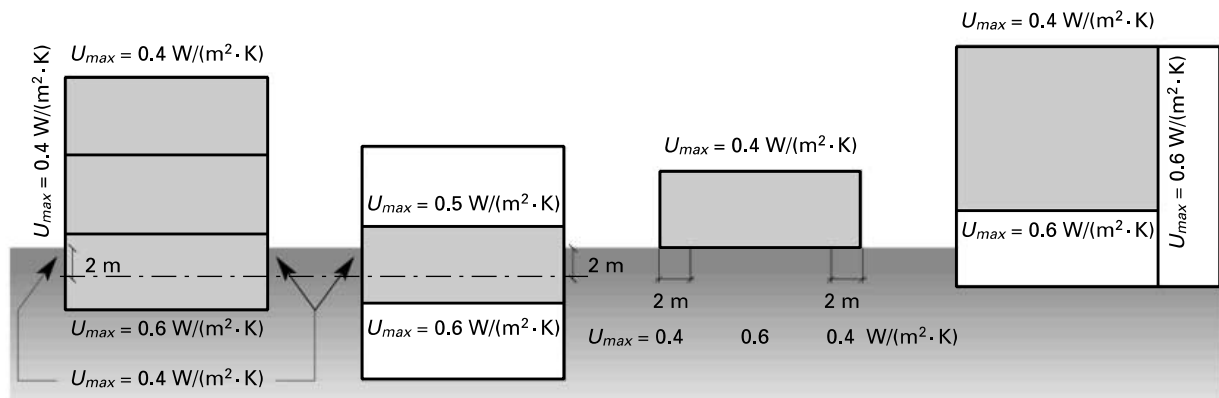
Maximale Wärmedurchgangskoeffizienten  $U_{\max}$  für Behaglichkeit und Feuchteschutz, in  $W/(m^2 \cdot K)$

Bauteil	Bauteil gegen	Aussenklima oder im Erdreich bis 2 m	unbeheizte Räume	mehr als 2 m im Erdreich <sup>2)</sup>
Steildach oder Flachdach		0.4 <sup>1)</sup>	0.5	0.6
vertikale Wand		0.4	0.6	0.6
Fenster, Fenstertüren, Türen		2.4 <sup>3)</sup>	2.4	–
Boden		0.4	0.6	0.6

1) unter Vorbehalt von Ziffer 5.1.5

2) Höhere Werte sind zulässig, wenn mittels Berechnung der Wärmeströme und Oberflächen-temperaturen nach Norm SN EN ISO 10211-1 belegt wird, dass die Behaglichkeit gesichert ist und keine Gefahr von Oberflächenkondensation und Schimmelbildung besteht.

3) unter Vorbehalt von Ziffer 2.3.2



beheizt

Für die Berechnung und Einhaltung des Heizwärmebedarfs eines Gebäudes gilt die Norm SIA 380/1 „Thermische Energie im Hochbau“ Ausgabe 2007. Der Geltungsbereich dieser Norm ist wie folgt beschrieben (Zitat):

0.1.2 Sie gilt für alle Gebäude, die auf 10°C oder mehr aktiv beheizt werden. Der Geltungsbereich der Anforderungen für Neubauten, neue Bauteile, Umbauten und Umnutzungen ist in Ziffer 2.1 definiert.

Unter dieser Ziffer sind folgende Hinweise zu finden:

2.1.3 Bei Umbauten und Umnutzungen sind entweder die Grenzwerte der Systemanforderungen für Umbauten oder die Einzelbauteilgrenzwerte einzuhalten. Für neue Bauteile sind dies die Einzelbauteilgrenzwerte für Neubauten; für vom Umbau oder von der Umnutzung betroffene Bauteile die Einzelbauteilgrenzwerte für Umbauten. Der Systemnachweis hat mindestens alle Räume zu umfassen, die Bauteile aufweisen, welche vom Umbau oder von der Umnutzung betroffen sind. Abweichungen aufgrund der technischen Realisierbarkeit und der wirtschaftlichen Tragbarkeit sowie wegen Anforderungen des Denkmalschutzes sind zu begründen.

2.1.5 Vorbehalten bleiben die Anforderungen an den Feuchteschutz sowie an den sommerlichen und winterlichen Wärmeschutz gemäss Norm SIA 180 und Merkblatt 2021.

**Anforderungen (Auswahl)**

Bei Umbauten und Umnutzungen gelten vom Umbau oder der Umnutzung betroffene Bauteile die Grenz- und Zielwerte gemäss Tabelle 2a:

Bauteil gegen Bauteil	Grenzwerte $U_{li}$ W/(m <sup>2</sup> ·K)		Zielwerte $U_{ta}$ 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 (Dach, Decke) Bauteile (Wand, Boden)	0,25	0,28	0,15	0,20
opake Bauteile mit Flächenheizungen	0,25	0,28	0,15	0,20
Fenster, Fenstertüren	1,3	1,6	0,90	1,1
Fenster mit direkt vorge- lagerten Heizkörpern	1,0	1,3	0,80	1,0
Türen	1,3	1,6	1,1	1,3
Tore (Türen grösser als 6 m <sup>2</sup> )	1,7	2,0	1,2	1,4
Storenkasten	0,50	0,50	0,30	0,30

**Bauakustik****Nach Norm SIA**

Auch im Bauakustikbereich liegt eine SIA-Norm zugrunde, die SIA 181 „Schallschutz im Hochbau“ Ausgabe 2006. Der Geltungsbereich dieser Norm wird wie folgt beschrieben (Zitat):

0.1.1 Die Norm SIA 181 gilt für den baulichen Schutz gegenüber externen und internen Lärmquellen sowie von externen und internen Quellen abgestrahltem Körperschall bezogen auf Nutzungseinheiten in Neu- und Umbauten (siehe Ziffer 0.1.8) für Aussenbauteile, Trennbauteile, Treppen, haustechnische Anlagen und feste Einrichtungen im Gebäude. Das gilt auch für Umnutzungen und bauakustisch relevante Nutzungsänderungen. Fragen der Verhältnismässigkeit von bauakustischen Anforderungen bei Umbauten (Statik, Denkmalschutz, technische und betriebliche Machbarkeit sowie wirtschaftliche Tragbarkeit) sind im Einzelfall zwischen den Beteiligten und falls erforderlich mit den Vollzugsbehörden zu regeln.

0.1.8 Beispiele für bauakustisch relevante Umbauten<sup>1</sup>:

- Ersatz von Fenstern oder Verglasungen;
- Ersatz weicher Bodenbeläge (Teppiche) durch Hartbeläge (Parkett, Laminat, Keramik, Stein);
- Ersatz haustechnischer Anlagen oder fester Einrichtungen im Gebäude;
- Ersatz von Sanitärinstallationen.

<sup>1</sup> Selbst wenn bei Altbauten Ausnahmegenehmigungen der Vollzugsbehörden vorliegen, darf zumindest infolge des Umbaus keine bauakustische Verschlechterung gegenüber dem Zustand vor den Umbaumassnahmen erfolgen.

Die Norm SIA 181 ist in folgende Themenbereiche gegliedert:

- Luftschall
- Trittschall
- Geräusche haustechnischer Anlagen
- Körperschall
- Nachhallzeit

### Anforderungen (Auswahl)

Es gelten folgende Anforderungswerte  $D_i$  für den Luftschall von innen bzw.  $L'$  für Trittschall für das Instandsetzen von Deckenkonstruktionen.

Lärmbelastungen	klein	mässig	stark	sehr stark
Lärmempfindlichkeit	Anforderungswerte $D_i$			
gering	42 dB	47 dB	52 dB	57 dB
mittel	47 dB	52 dB	57 dB	62 dB
hoch	52 dB	57 dB	62 dB	67 dB

Tabelle 1: Mindestanforderungen an den Schutz gegen Luftschall von innen

Lärmbelastungen	klein	mässig	stark	sehr stark
Lärmempfindlichkeit	Anforderungswerte $L'$			
gering	65 dB	60 dB	55 dB	50 dB
mittel	60 dB	55 dB	50 dB	45 dB
hoch	55 dB	50 dB	45 dB	40 dB

Tabelle 2: Mindestanforderungen für Umbauten an den Schutz gegen Trittschall

Für die erhöhten Anforderungen gelten für den Luftschall 3 dB mehr nach Tabelle 1, bei Trittschall um 3 dB weniger nach Tabelle 2. Da praktisch die gleichen Anforderungen für Neu- wie Umbauten gelten, liegt der Anspruch für eine schalltechnische Sanierung bestehender Deckenkonstruktionen in Holz relativ hoch.

## Anforderungen der SIA bei Sanierungen in der Übersicht

Aufgrund der Bemerkungen und Geltungsbereiche der SIA-Normen lässt sich ableiten, dass die von der Sanierung betroffenen Bauteile nur wenigen Ausnahmen unterliegen. Die Normen schreiben klar vor, dass dieselben Gesetzmässigkeiten für Neubauten wie Umbauten gelten. Nur im Bereich der Anforderungen gibt es teilweise Kompromissbereitschaft.



	Änderung gegenüber Neubauten
<b>SIA 180 Wärme- und Feuchteschutz</b>	
Thermische Behaglichkeit	--
Lüftung	Luftdurchlässigkeit 200%
Wärmeschutz im Winter	gemäss SIA 380/1
Wärmeschutz im Sommer	gemäss SIA 380/1
Feuchteschutz	--
<b>SIA 181 Schallschutz im Hochbau</b>	
Luftschall	--
Trittschall	+2dB
Geräusch haustechnischer Anlagen	--
Körperschall	--
Nachhallzeit	--
<b>SIA 380/1 Thermische Energie im Hochbau</b>	
Einzelanforderungen	opake Bauteile ca. 125%
Systemanforderung	125%

Was man jedoch ebenfalls aus den Zeilen entnehmen kann ist, dass die Frage der Verhältnismässigkeit infolge der Anforderung durchaus berechtigt sein kann. Diese Tatsache führt unweigerlich dazu, dass die Anforderungen u.U. in Zusammenarbeit mit Fachplanern und Bauherr angepasst werden müssen.

Die Folge einer solchen Anpassung bildet die sogenannte Nutzungsvereinbarung (siehe SIA 260). Hier werden die betroffenen Bauteile/Elemente definiert und beschrieben. Die Anforderungen werden gemeinsam festgelegt. Bekannt aus der Tragwerksplanung, lassen sich solche Nutzungsvereinbarungen auch gut für die Basis der Bauphysik gebrauchen.

Hier sind einige Punkte, welche in eine Nutzungsvereinbarung integriert werden können (Auswahl):

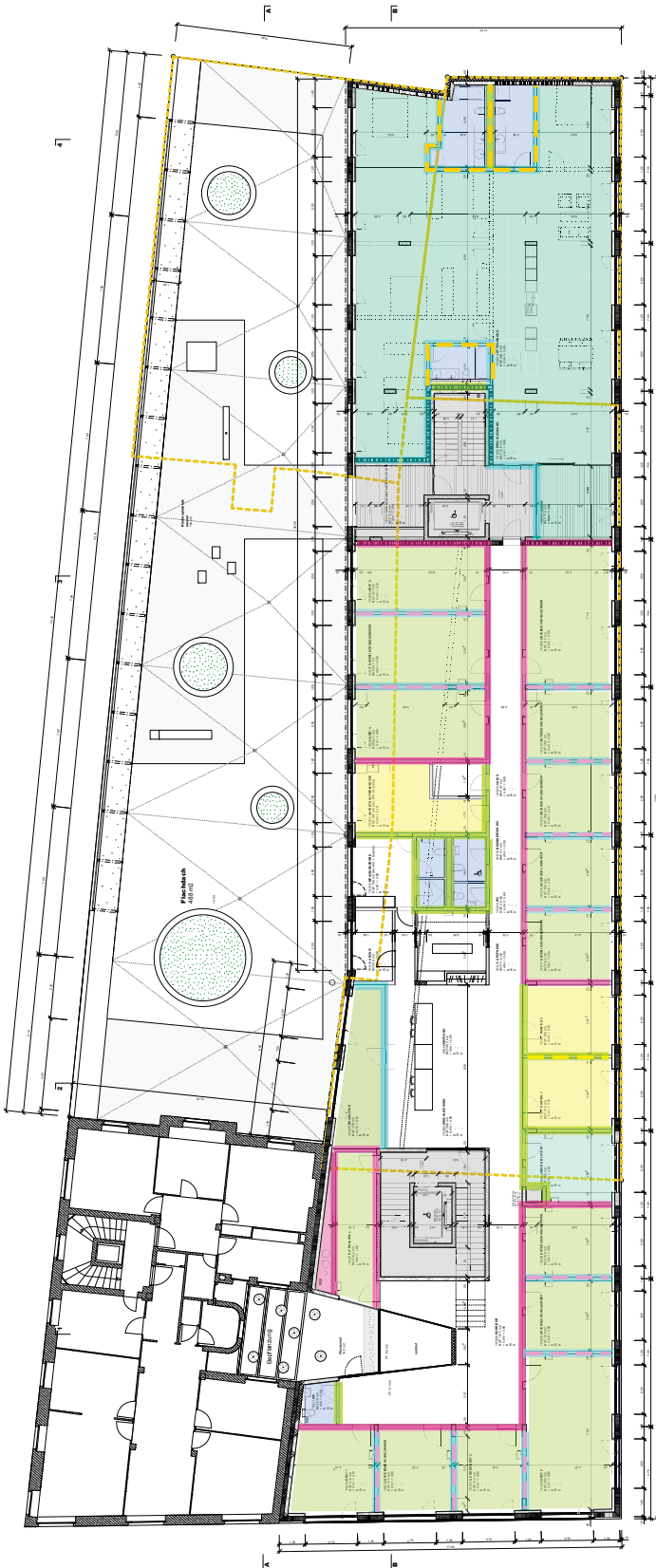
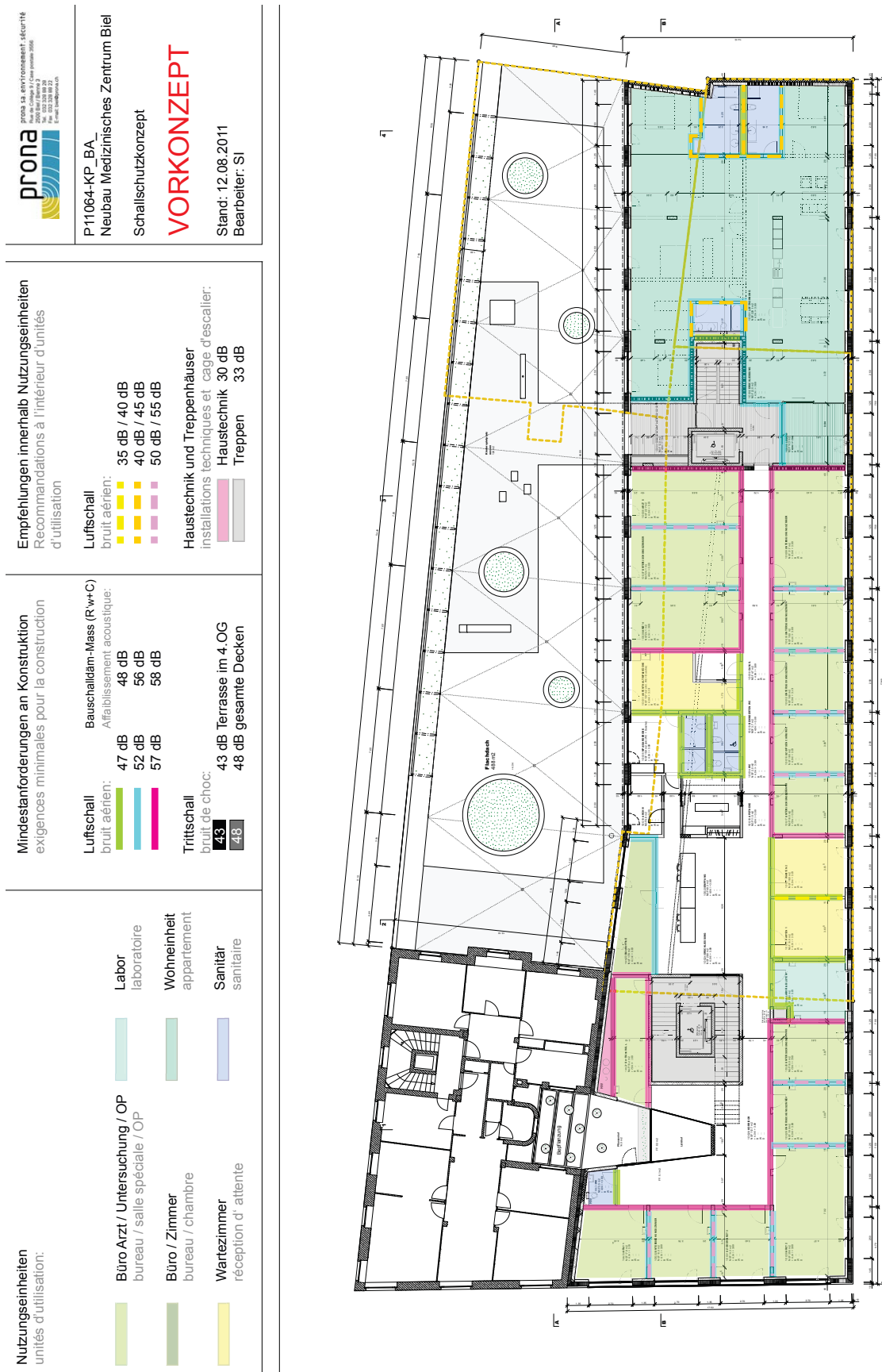
- Definition/Anforderung des Energiestandards (SIA 380/1, Minergie, Minergie-P, Minergie-A oder ein eigener Wert z.B.  $Q_{h80\%}$ )
- Definition/Anforderung des Wärmedämmperimeters
- Definition/Anforderung an die Behaglichkeit (Zugluft, Raumklima, sommerliches Klima)
- Definition/Anforderung der Lüftung
- Definition/Anforderung an den Luft- und Trittschallschutz (Mindest- und erhöhte Anforderungen)
- Definition/Anforderung der Nachhallzeit in Räumen (Büros, Mensa, etc.)
- usw.

Beispiel einer Nutzungsvereinbarung mit vorgesehenen Nutzungen und Schutzziele für die Akustik und den Schallschutz:

Nutzungseinheiten		Forderung	Bemerkung
Büro Arzt / Untersuchung	Büro Arzt Korridor Treppenhaus  Gemeinschaftsraum  Sanitär  Labor  Wohneinheit	Mindest-Schalldämmwerte Luftschall Trittschall	Nach SIA 181 D <sub>i,d</sub> = 52 dB L' <sub>d</sub> = 43 dB
Büro / Zimmer	Büro Arzt / Untersuchung  Korridor  Sanitär  Labor  Gemeinschaftsraum	Mindest-Schalldämmwerte Luftschall Trittschall	Nach SIA 181 D <sub>i,d</sub> = 52 dB L' <sub>d</sub> = 43 dB
Wartezimmer / Gemeinschaftsraum	Korridor  Wartezimmer / Gemeinschaftsraum  Büro Arzt / Untersuchung  Sanitär  Labor	Mindest-Schalldämmwerte Luftschall Trittschall	Nach SIA 181 D <sub>i,d</sub> = 47 dB L' <sub>d</sub> = 43 dB
Labor	Wartezimmer / Gemeinschaftsraum  Büro Arzt / Untersuchung  Korridor  Büro / Zimmer  Sanitär  Korridor	Mindest-Schalldämmwerte Luftschall Trittschall	Nach SIA 181 D <sub>i,d</sub> = 47 dB L' <sub>d</sub> = 43 dB
Wohneinheit	Treppenhaus	Mindest-Schalldämmwerte Luftschall Trittschall	Nach SIA 181 D <sub>i,d</sub> = 52 dB L' <sub>d</sub> = 43 dB
Türen und Verglasungen		Mindest-Schalldämmwerte Luftschall	R' <sub>w</sub> + ≥ 37 dB
Raumakustik in den Zimmern			Siehe Empfehlungen und Berechnungen im Anhang Akustikkonzept

Das Ziel ist es, dass solche Vereinbarungen auch in einen aktuellen Planstand zu übertragen und entsprechend zu dokumentieren (Stichwort Schallschutzkonzept) sind. Solche ausgearbeitete Konzepte fördern im positiven Sinne die Erwartungshaltung an den Bau bzw. die Leistungsfähigkeit der Bauteile.

Dazugehöriger Konzeptplan mit der Definition der Nutzungen und Anforderung an die Bauteile:



1. Obergeschoss

## Anforderung vs. Praxis

Die SIA-Normen geben einen klaren Kurs vor, welche Anforderungen wo erfüllt werden müssen. Dabei stellen sich aber Fragen nach der Umsetzung in der Praxis:

- a) Können die Anforderungen immer eingehalten werden?
- b) Wenn nein, warum können diese Anforderungen nicht eingehalten werden?
- c) Welche Rahmenbedingungen sind nötig, um die Anforderungen einhalten zu können?
- d) Wie sieht das Kosten-Nutzenverhältnis dieser Rahmenbedingungen aus?

Vorweg, diese Fragen lassen sich sicher nicht pauschal beantworten. Hier muss das betroffene Projekt jeweils genau analysiert und beurteilt werden. Eine umfangreiche Auslegung solcher Fragen findet man etwa im Bericht von Hofbauer und Mühling (17).

Weiter gibt es aber auch noch Aspekte, welche einen entscheidenden Einfluss auf die Machbarkeit in Anlehnung an Frage b) nehmen können:

- Denkmalpflegerische Aspekte
- Konstruktive Aspekte wie limitierte Aufbauhöhen oder etwa Materialverträglichkeit
- Ökonomische Aspekte (z.B. ist der Aufwand für 4cm Dämmung gerechtfertigt?)
- Nutzungsänderungen und Komfortanpassungen
- Material- und Klimadatenbasis zur Bestimmung der bauphysikalischen Kenngrößen

Dieser letzte Punkt stellt sich bei der Sanierung immer als problematisch. Die bestehende Bausubstanz ist oft im Detail nicht bekannt (Materialien, Abmessungen, etc), womit eine detaillierte bauphysikalische Analyse - wie sie meistens nötig ist - nicht stattfinden kann. Materialproben und Sondagen werden hierbei unverzichtbar. Unter Umständen müssen entsprechend der Grundlagenbasis und der Problemstellung auch die Nachweisverfahren angepasst werden. Die Normen geben dazu grundsätzlich drei unterschiedliche Stufen vor:

- Einfache Verfahren ohne Numerische Berechnungen mit einem limitierten Anwendungsbereich (geringe Flexibilität)
- Näherungsverfahren mit einfachen Berechnungen für normale Verhältnisse unter Bezug der europäischen Normen (mittlere Flexibilität)
- Detaillierte, komplexe Berechnungsverfahren basierend auf den europäischen Normen (grösste Flexibilität mit der Möglichkeit zur Optimierung eines Projektes)

## Fazit

Bei Sanierungen sind die bauphysikalischen Anforderungen gemäss Normen SIA 180, 181 und 380/1 einzuhalten. Abweichungen aufgrund der technischen Realisierbarkeit und der wirtschaftlichen Tragbarkeit sind für einzelne Bereiche möglich, doch in jedem Fall zu begründen. Entsprechend sind auch vorgängige Abklärungen mit den Behörden nötig. Als Option für solche Fälle sollte überprüft werden, ob auf der Seite der Nachweisverfahren noch Potenzial vorhanden ist.

Da die in den Normen gestellten Anforderungen meistens dem Neubaustandard entsprechen, ist es für Umbauten schwierig, diese vollumfänglich umzusetzen. Mögliche Gründe wurden bereits erwähnt. Sind die Anforderungen einmal klar definiert und festgehalten, sollten diese auch konsequent im Ablauf von Planung und Realisierung umgesetzt werden. Wichtig ist jedoch, dass die Anforderungen auch in Zusammenarbeit mit dem Bauherren in Einklang gebracht werden. Die Ansprüche können höher oder sogar tiefer sein als die gesetzlichen Anforderungen.

Um die Erwartungen einhalten zu können, ist im Planungsprozess eine entsprechende Qualitätssicherung konsequent umzusetzen. Als Folge davon, sind folgende Leistungen vorzusehen:

Phasen	Auftraggeber	Planer, Planerin Bauphysik, Energie, Akustik	Output Dokumente
<b>1. Strategische Planung</b>	Ziele betreffend Nutzung, Aufenthaltszonen, Innenklima und Behaglichkeit klären		Festlegung Behaglichkeitsbereich
<b>2. Vorstudien</b>	Leistungsziele festlegen	Bewertung prinzipieller Lösungsansätze zur Einhaltung der Leistungsziele	Entwurf Nutzungsvereinbarung (grob)
<b>3.1 Vorprojekt</b>	Genehmigung des Vorprojektes	<p><i>Wärme- und Feuchteschutz</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Konzept für sommerlichen Wärmeschutz (Wärmespeicherfähigkeit, Grösse und Anordnung der Fenster, Sonnenschutz)</li> <li>• Lüftungskonzept</li> <li>• Energetische Optimierung der Gebäudeform und der Fensteranordnung</li> <li>• Wärmedämm- und Luftdichtigkeitsperimeter festlegen, Wärmebrücken vermeiden</li> <li>• Wärmeversorgungskonzept</li> </ul> <p><i>Akustik und Schallschutz</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Festlegung der Raumnutzungen</li> <li>• Ermittlung des notwendigen Schallschutzes</li> <li>• Nachweisführung der Bauteile</li> </ul>	<p>Nutzungsvereinbarung</p> <p>Anhänge: Energiekonzept</p> <p>Wärme- und Feuchteschutzkonzept</p> <p>Schallschutzkonzept</p> <p>Akustikkonzept</p>
<b>3.2 Bauprojekt</b>	Genehmigung des Bauprojektes	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wandaufbau für Wärme- und Feuchte- und Schallschutz</li> <li>• Verminderung der Wärme- und Schallbrücken</li> <li>• Detailstudien Luftdichtung (Anschlussdetails)</li> <li>• Projektierung der Lüftung und Heizung</li> <li>• Projektierung der Wärmeversorgung</li> </ul>	NEM (Nachweis energetischer Massnahmen mit Wärme- und Feuchtenachweis der Bauteile)
<b>5.2 Realisierung, Ausführung</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einfacher Dichtigkeitstest</li> <li>• Bauaustrocknung beachten</li> <li>• Übereinstimmung mit Planungsgrundlagen prüfen: Aufbau und Material</li> <li>• Ausführungskontrolle</li> </ul>	Plankontrolle Qualitätskontrolle am Bau
<b>6.1 Bewirtschaftung, Betrieb</b>	Kontrolle, ob minimaler Aussenluftvolumenstrom und maximale Feuchtebelastung eingehalten	Messung am Bau (Luftdurchlässigkeit, Luft- und Trittschall)	Abnahmeprotokolle Nachweisführung

Sind die Anforderungen zusammen mit Nutzern definiert und festgelegt, kann ein vertraglich eindeutig geschuldeter Wärme-, Feuchte-, Schallschutz und Akustik, eine technisch fachkundige Planung sowie eine Überwachung der Bauausführung unter bauphysikalischen Aspekten ein funktionierendes Gebäude gewährleisten.

## Literatur

### Normen, Richtlinien und Merkblätter

- [1] Norm SIA 380/1 (2009), Thermische Energie im Hochbau
- [2] Norm SIA 180 (1999), Wärme- und Feuchtschutz im Hochbau
- [3] Norm SIA 181 (2006), Schallschutz im Hochbau
- [4] SIA- Dokumentation D 0166 (2001), Leitfaden zur Anwendung der Norm SIA 180
- [5] SIA- Dokumentation D 0107 (1993), Wärmebrückenkatalog 3; Altbaudetails: Zürich
- [6] Element 29 (1993), Wärmeschutz und Energie im Hochbau: Schweizerische Ziegelindustrie, Zürich
- [7] Bundesamt für Energie, Energie und Baudenkmal - Empfehlungen für die energetische Verbesserung von Baudenkmalern, [www.bfe.admin.ch](http://www.bfe.admin.ch)
- [8] Bundesamt für Energie, U-Wert-Berechnung und Bauteilekatalog Sanierungen, [www.bfe.admin.ch](http://www.bfe.admin.ch)
- [9] Gebäudehülle Schweiz, Sanierung einer Kompaktfassade, [www.gh-schweiz.ch](http://www.gh-schweiz.ch)

### Literatur und Vorträge

- [10] BUNDESAMT für Gesundheit (2009), Vorsicht Schimmel, Eine Wegleitung zu Feuchtigkeitsproblemen und Schimmel in Wohnräumen, Bern  
Inhalt: Gesundheitsprobleme bei Schimmel, Massnahmen und Sanierungsmöglichkeiten.
- [11] FFF, Optimales Lüften (2001)  
hilft Kondenswasser, Feuchtigkeitsschäden und Energieverluste zu vermeiden: Schweizerischer Fachverband Fenster- und Fassadenbranche, Zurzach
- [12] HEIMATSCHUTZ Basel (2011), Bauphysikgrundlagen zur Fensterkampagne „Fenster sind die Augen eines Hauses“, Prona AG im Auftrag von Heimatschutz Basel
- [13] HOFBAUER W., MÜHLING F. et al. (2009), Ökologische Sanierung eines denkmalgeschützten Gebäudes mit Passivhaustechnologien, Gebäudesanierung im Spannungsfeld zwischen Denkmalschutz und neusten Passivhaustechnologien, Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie, Berichte aus Energie- und Umweltforschung 25/2009 Wien
- [14] IFT Rosenheim: Holzbalkendecken in der Altbausanierung, 2008 Förderer DGfH und Holzabsatzfonds
- [15] KÜNZEL Helmut (2009), Bauphysik und Denkmalpflege, Fraunhofer IRB Verlag, ISBN 978-3-8167-8047-2
- [16] LISSNER Karin, RUG Wolfgang: Holzbausanierung, Grundlagen und Praxis der sicheren Ausführung, 2000 Springer-Verlag Berlin, ISBN 3-540-66875-6 S. 314 – 323
- [17] NEUMANN Hans-Rudolf et al. (2003), Fenster im Bestand; Grundlagen der Sanierung in Theorie und Praxis: expert Verlag, Renningen  
Inhalt: Basiswissen zur Baugeschichte, zu Entwurf, Fenstertypen und –materialien. Darüber hinaus wird detailliert auf verschiedene Konstruktionen und bauphysikalische Zusammenhänge eingegangen. Ein Kapitel behandelt zudem Fensterarbeiten im Bestand: Erhalt von alten Fenstern und Austausch bei der Modernisierung.
- [18] SCHMID M., WEBER H. (2008), Schalltechnische Instandsetzung und Ertüchtigung von Geschossdecken in Holz, Holzbautag 2008 Biel