

Energetische Sanierung Ganzheitliche Strategien für Gebäudehüllen



Stefanie Schwab, Lionel Riquet, G. Jaquerod, G. Rey, S. Citherlet, D. Favre, S. Dervey, G. Morand, J-L. Rime, R. Camponovo, P. Gallinelli
Kontaktperson: Stefanie Schwab, stefanie.schwab@web.de, www.heia-fr.ch

Zusammenfassung

Résumé

Abstract

Die energetische Sanierung von Wohnbauten ist ein wesentliches Ziel der *Energiestrategie 2050* des Bundes. Aufgrund der komplexen Aufgabenstellung, wirtschaftlichen Hemmnissen, dem Mangel an gut ausgebildeten Fachleuten und den häufig nicht kommunizierenden Teildisziplinen sind kohärente Sanierungen selten. Um schlüssige Sanierungskonzepte zu entwickeln, werden historische, architektonische, energetische, technische und ökonomische Kompetenzen benötigt. Die typologische Vielfalt im Gebäudebestand verlangt Lösungen, die die architektonischen und konstruktiven Eigenarten des Gebäudes berücksichtigen. Anhand ausgewählter Fallstudien typischer Mehrfamilienhäuser der Westschweiz werden die Möglichkeiten und Grenzen einer energetischen Sanierung der Gebäudehülle aufgezeigt und ein Hilfsmittel für zukünftige Gebäudesanierungen zur Verfügung gestellt. Die Studie richtet sich an Eigentümer und Gebäudeverwalter, Baufachleute, sowie die betroffenen Behörden.

The energy refurbishment of multi dwelling buildings is a key issue of the Swiss government's *2050 Energetic strategy*. eREN is focusing on the envelope of such buildings in Western Switzerland and is proposing a global approach of well-balanced solutions between energy efficiency, constructive feasibility, building physics, cost and preservation of the architectural heritage. Ten multi-dwelling buildings representing the most common constructive typologies have been selected and used as case studies. In every case a scenario could be elaborated that respects the above criteria and complies with the legal requirements of SIA 380/1 (2009) at a cost comparable to standard solutions such as perimeter insulation with render. This result was obtained thanks to an intense collaboration between the various specialists working on the project.

1. Ausgangslage

Die energetische Sanierung des Wohnungsbestands ist ein wesentliches Ziel der Energiestrategie 2050 des Bundes. Trotz der politischen Absichten, bleibt die Zahl der energetischen Sanierungen gering und daran scheint sich auch in Zukunft wenig zu ändern. Wesentliche Hindernisse sind die Baukosten und der niedrige Energiepreis. Aber auch technische Schwierigkeiten, baukulturelle Aspekte, die Verfügbarkeit qualifizierter Fachleute und nicht zuletzt die aktuelle Wohnungsnot entmutigen Hausbesitzer umfassende Sanierungsmaßnahmen in Angriff zu nehmen. Meist werden Bauteile ertüchtigt, wenn sie beschädigt sind. Einzelsanierungsmaßnahmen ohne ein Gesamtkonzept sind die Regel. Realisierte Gesamtsanierungen beschränken sich oft auf die Erneuerung der Haustechnik, den Austausch der Fenster und ein Wärmedämmverbundsystem. Diese energetisch vermutlich sinnvollen Maßnahmen sind oft in baukonstruktiver, baukultureller, bauphysikalischer und nachhaltiger Hinsicht fraglich.

Die typologische Vielfalt im Gebäudebestand verlangt Lösungen, die die architektonischen und konstruktiven Eigenarten des Gebäudes berücksichtigen. Jedes noch so gewöhnliche Gebäude trägt durch seine charakteristischen Baudetails wesentlich zum Stadtbild und zur Identität eines Ortes bei. Unüberlegte Sanierungsmaßnahmen an der Gebäudehülle führen allzu oft zu einem Qualitätsverlust und einer Trivialisierung des Stadtbildes. Da baukonstruktive Merkmale und Besonderheiten eines Gebäudes bei der energetischen Sanierung meist keine Rolle spielen, werden bauphysikalische Problematiken wie Wärmebrücken, Bauteilanschlüsse, Raumlüftung und Kondensatbildung häufig vernachlässigt. Die dadurch verursachten Schäden sind nur schwer zu reparieren und beeinträchtigen erheblich die gewünschte Energieeinsparung.

eREN basiert auf einem globalen und interdisziplinären Ansatz für die energetische Sanierung der Gebäudehülle und sucht ein Gleichgewicht zwischen Energieeffizienz, konstruktiven und bauphysikalischen Aspekten, Wirtschaftlichkeit, Nutzen und Verlusten, sowie baukulturellem Wert. Herkömmliche Lösungen, wie Wärmedämmverbundsysteme, die heute standardmäßig in der Schweiz eingesetzt werden und oft als die einzig technisch und ökonomisch vertretbare Lösung gelten, werden in Frage gestellt und Sanierungsstrategien gesucht, die das Erscheinungsbild wahren.

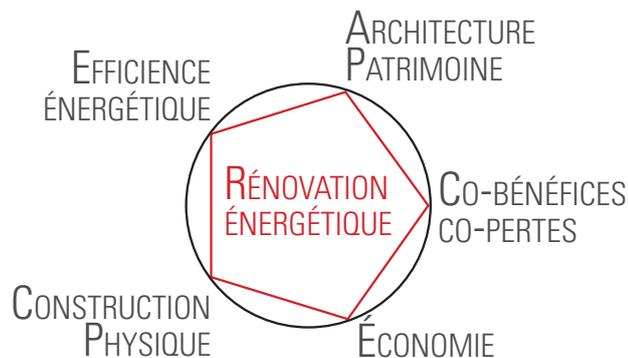


Abbildung 1 : eREN Kriterien

2. Vorgehen

Das Projekt berücksichtigt Mehrfamilienhäuser des 20. Jahrhunderts mit mehr als drei Wohnungen und mehr als drei Geschossen, die vor den ersten Energiegesetzen der 80er und 90er Jahre in der Westschweiz erbaut wurden. Diese Auswahl entspricht 80% des vor 1990 in den Kantonen Genf, Waadt, Freiburg und Wallis erbauten Gebäudebestands. Anhand von 193 Mehrfamilienhäusern in Genf, Waadt und Freiburg wurden mit dem Ziel wesentliche Mehrfamilienhaustypen der Westschweiz der verschiedenen Bauepochen zu definieren, architektonische und konstruktive Eigenschaften der Gebäudehülle analysiert.

Nachfolgende Gebäudeelemente wurden erfasst:

- Gebäudeform und Lage im gebauten Kontext
- Außenwandaufbau
- Deckenaufbauten (zu unbeheizten Räumen, Geschossdecken)
- Dach (Dachform und Dachaufbau)
- Dachanschluss und Sockeldetail
- Fenster (Fenster Typ, Fensterleibung, Sonnenschutz)
- Balkone (Position, Tragstruktur, Geländer)
- Dekorative Elemente

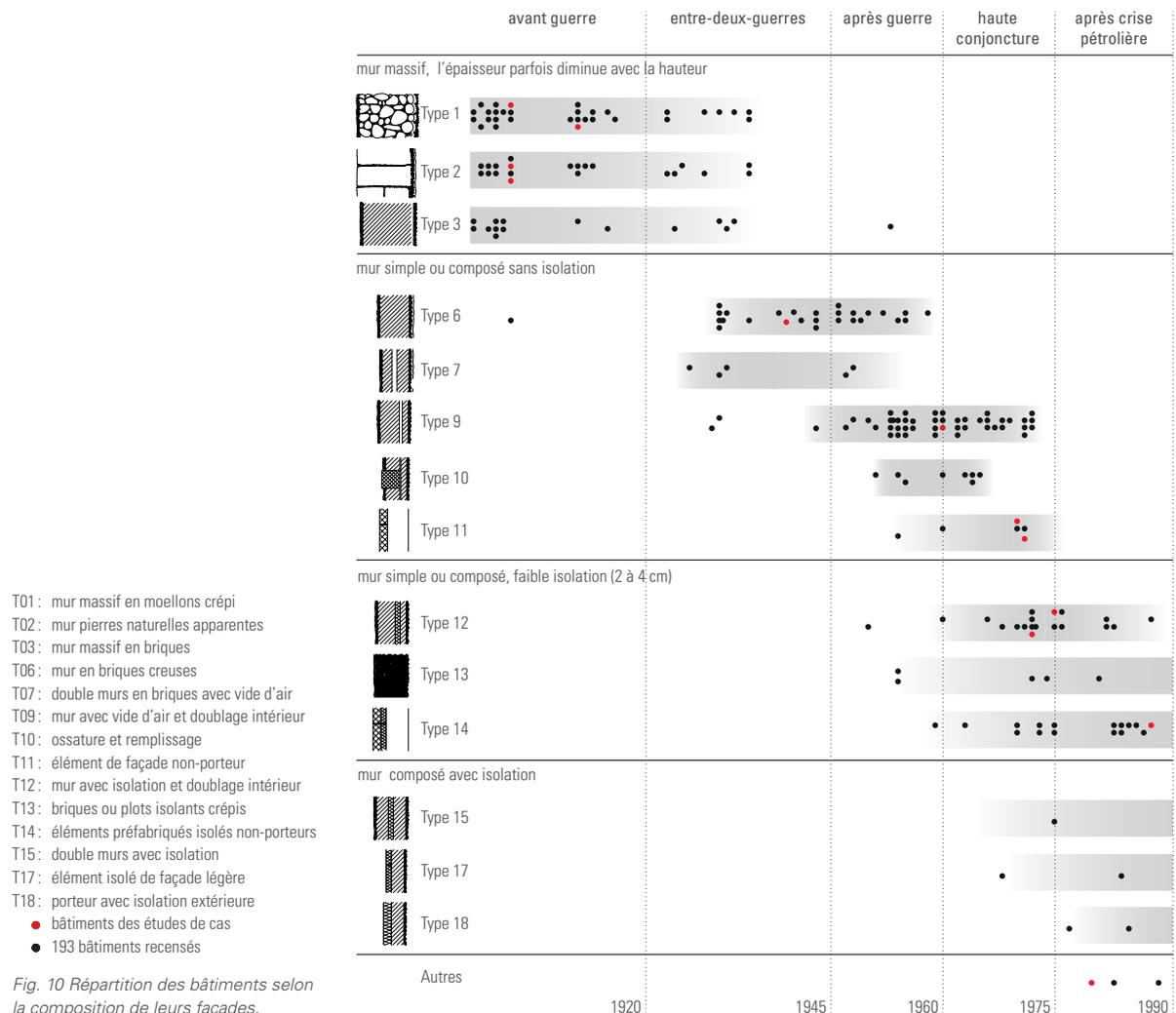


Abbildung 2: Analyseergebnis des Außenwandaufbaus

Fünf wesentliche Bauperioden wurden festgelegt:

- Vorkriegszeit (1900 – 1920)
- Zwischenkriegszeit (1921 – 1945)
- Nachkriegszeit (1946 – 1960)
- Hochkonjunktur (1960 – 1975)
- Nach der Ölkrise (1976 – 1990)

Die Analysen ergaben fünfzehn konstruktive Typologien, die die unterschiedlichen Bauweisen Westschweizer Mehrfamilienhäuser der gewählten Perioden abdecken. Nachfolgende zehn Typologien bilden die grosse Mehrheit davon. Sie wurden für eine detaillierte Fallstudie ausgewählt. Die Modelle 4, 5, 6, 13 und 15 wurden nicht weiter vertieft, da sie in der Westschweiz eher selten sind oder ein geringes Sanierungspotential besitzen.

Typ 1 (Vorkriegszeit): 4 bis 6-geschossig, in Reihe oder Ecksituation. Massive Bruchsteinwände (45-65cm) mit Natursteinverkleidung. Mansarddach. Holzbalkendecken. Fenster mit Natursteineinfassung und Holzläden. Balkone auf Steinkonsolen mit Metallgeländer. Die Straßenfassade weist reiche Verzierungen auf.

Typ 2 (Vorkriegszeit): entsprechend Typ 1. Die Außenwände aus Bruchstein oder Mauerwerk (45-65 cm) sind jedoch verputzt.

Typ 3 (Zwischenkriegszeit): 5 bis 7-geschossig, in Reihe oder Ecksituation. Massive verputzte Mauerwerkswände (35-45cm), im Sockelbereich mit Natur- oder Kunststein verkleidet. Ausgebautes Satteldach, Attikageschoss. Hohlsteindecken, manchmal Stahlbetondecken im Untergeschoss. Fenster mit Kunststeineinfassung und Rollläden. Horizontale Balkone (Loggien) mit massiver Brüstung.

Typ 7 (Nachkriegszeit): 5 bis 8-geschossig, freistehend. Tragende Außenwände aus verputztem Mauerwerk, Luftschicht, Vorsatzschale aus Mauerwerk oder Gips (20/6/6cm). Flachgeneigtes Satteldach mit Vordach. Loggien. Fenster mit Kunststeineinfassung und Rollläden.

Typ 8 (Hochkonjunktur): 6 und mehrgeschossig, freistehend. Tragende Stahlbetontrennwände und -decken. Stirnwände zum Teil aus Stahlbeton, Luftschicht (manchmal mit 2-4cm Dämmung) und innere Vorsatzschale. Längsfassaden aus nichttragenden Sandwichelementen und Glasflächen. Flachdach mit 2-4 cm Dämmung. Fenster mit Stahlbetonleibung und Rollläden. Durchgängige Stahlbetonloggien entlang der Längsfassade, durchgehende Betondecken und Brüstungen aus Stahlbetonfertigteilen. Häufig ungeheiztes Erdgeschoss.

Typ 9 (Hochkonjunktur): 6 und mehrgeschossig, freistehend. Tragende Außenwände aus Stahlbeton, Luftschicht (teilweise mit 2-4 cm Dämmung) und innere Vorsatzschale. Flachdach mit 2-4cm Korkdämmung. Fenster mit Stahlbetonleibung und Rollläden. Loggien oder Balkone mit durchlaufenden Betondecken. Häufig ungeheiztes Erdgeschoss.

Typ 10 (Nach der Ölkrise): 4 bis 5-geschossig, freistehend. Verputzte tragende Außenwände aus Mauerwerk oder Beton, Luftschicht mit 3-5cm Wärmedämmung, innere Vorsatzschale. Flachgeneigtes Satteldach mit geringer Wärmedämmung (Geschossdecke oder Zwischensparren). Stahlbetondecken. Fenster mit verputzten Leibungen und Rollläden. Balkone durch auskragende Stahlbetondecken. Brüstungen aus Fertigbetonteilen und Glaselementen.

Typ 11 (Nach der Ölkrise): 6 oder mehrgeschossig, zum Teil in Reihe (lange Wohnriegel). Tragende Stahlbetontrennwände und -decken, Fassaden aus nichttragenden Stahlbetonfertigteilelementen (zum Teil mit komplexen Formen) mit oder ohne Innendämmung. Flachdach mit geringer Dämmung. Leibungen aus Stahlbetonfertigteilelementen. Balkone mit auskragenden Balkondecken.

Typ 12 (Nach der Ölkrise): 5 und mehrgeschossig, in Reihe, häufig Teil langer Wohnriegel am Stadtrand. Innenliegende Betontragstruktur, Aluminiumvorhangfassade mit großen Glasanteilen, zum Teil emailliert, Lamellenjalousien. Flachdach mit geringer Wärmedämmung. Stahlbetondecken. Keine Balkone, zum Teil kleine Loggien hinter der Vorhangfassade.

Typ 14 (Nach der Ölkrise): 4 bis 8 geschossig, freistehend. Fertigteilbetonelemente mit 8 bis 10 cm Wärmedämmung befestigt an innenliegenden tragenden Stahlbetonwänden. Ausgebautes Satteldach. Lamellenjalousien oder Rollläden. Große Balkone auf auskragenden Stahlbetondecken mit Stahl-Glasgeländern.

Für die zehn häufigsten baukonstruktiven Typologien wurden nachfolgende Mehrfamilienhäuser (siehe Abbildungen unten) als repräsentative Fallstudie ausgewählt. Jeder Fall wurde einer umfassenden Bestandsanalyse unterzogen und darauf aufbauend eine globale Sanierungsstrategie entwickelt.



Abbildung 3: Fotografische Aufnahmen der zehn für eine Fallstudie gewählten Mehrfamilienhäuser.

2.1 Bestandsanalyse

Eine umfassende Bestandsanalyse in Form einer Gebäudedokumentation und einer detaillierten Bestandsaufnahme vor Ort war unerlässlich, um baukonstruktive Details bei der weiteren Sanierungsplanung entsprechend berücksichtigen zu können. Der Heizwärmebedarf wurde gemäß SIA 380/1 (2009) ermittelt und mit dem realen Verbrauch verglichen (Energieverbrauch laut Nutzerangaben). Abweichungen zwischen realem und errechnetem Heizwärmebedarf konnten durch Nutzereinflüsse, Luftwechselraten, U-Werte der Bauteile, usw. erklärt werden.

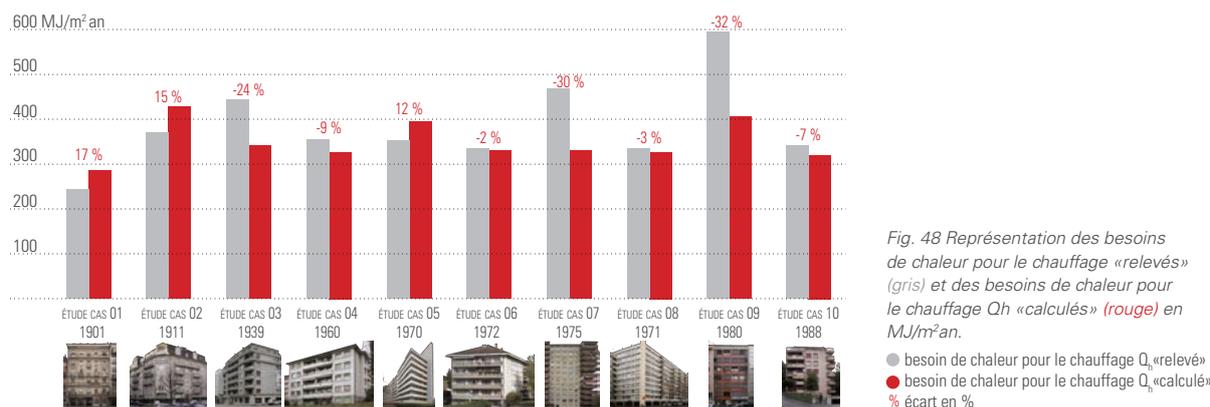


Abbildung 4: Heizwärmebedarf (grau: realer Verbrauch, rot: errechneter Verbrauch)

Ergänzende U-Wert-Messungen vor Ort wurden durchgeführt um wesentliche Bauteilaufbauten zu prüfen, wenn Sondierbohrungen vor Ort nicht möglich waren und konstruktive Details fehlten. Die folgende Grafik vergleicht das rechnerische Ergebnis mit den Ergebnissen der U-Wert Messungen vor Ort.

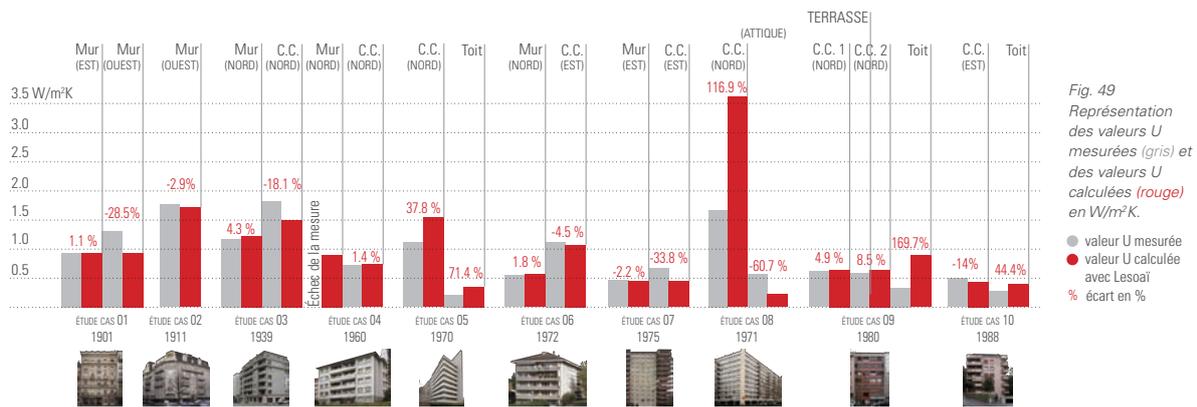


Fig. 49 Représentation des valeurs U mesurées (gris) et des valeurs U calculées (rouge) en W/m^2K .
 ● valeur U mesurée
 ● valeur U calculée avec Lesoaf
 % écart en %

Abbildung 5: U-Werte der Bauteile (grau: Messung vor Ort, rot: errechneter Wert)

2.2 Sanierungsszenarien

Für jede Fallstudie wurde eine energetische Sanierungsstrategie entwickelt, die den architektonischen und baukonstruktiven Merkmalen der jeweiligen Typologie gerecht wird, aber auch bauphysikalische und wirtschaftliche Aspekte miteinbezieht. Je nach Fall wurde eine der drei folgenden Strategien verfolgt:

Wesensmerkmale wahren

- Fallstudie 01: Kompensation Straßenfassade – Hoffassade
- Fallstudie 02: Bruchsteinaußenwände mit Innendämmung
- Fallstudie 03: Dämmputz und gezielte Maßnahmen
- Fallstudie 08: Außendämmung der rückversetzten Fassade und gezielte Maßnahmen
- Fallstudie 09: Sichtbetonfassade – Ersatz der inneren Vorsatzschale durch Innendämmung
- Fallstudie 11: Betonfertigteile mit Innendämmung

Wesensmerkmale rekonstruieren

- Fallstudie 07: Außendämmung und Nachbildung charakteristischer Details
- Fallstudie 12: Vorhangfassade – neue Fassade mit gleichem Erscheinungsbild

Neue Elemente oder ein neues Erscheinungsbild generieren

- Fallstudie 10: Außendämmung und neue Balkone
- Fallstudie 14: Schließen der Balkone und gezielte Maßnahmen

Um der gewählten globalen Strategie zu folgen und gleichzeitig den energetischen Zielsetzungen der SIA-Norm 380/1 (2009) zu genügen, wurden mehrere Szenarien pro Fall untersucht. Jedes Szenario wurde in thermischer und hygrometrischer Hinsicht geprüft. Um auch wirtschaftliche Aspekte miteinzubeziehen, wurden detaillierte Baukosten für jedes Szenario berechnet. Durch ein kontinuierliches Wechselspiel zwischen Architekten und Bauphysikern konnte für jede der zehn Fallstudien eine den definierten Kriterien entsprechende Lösung aufgezeigt werden.

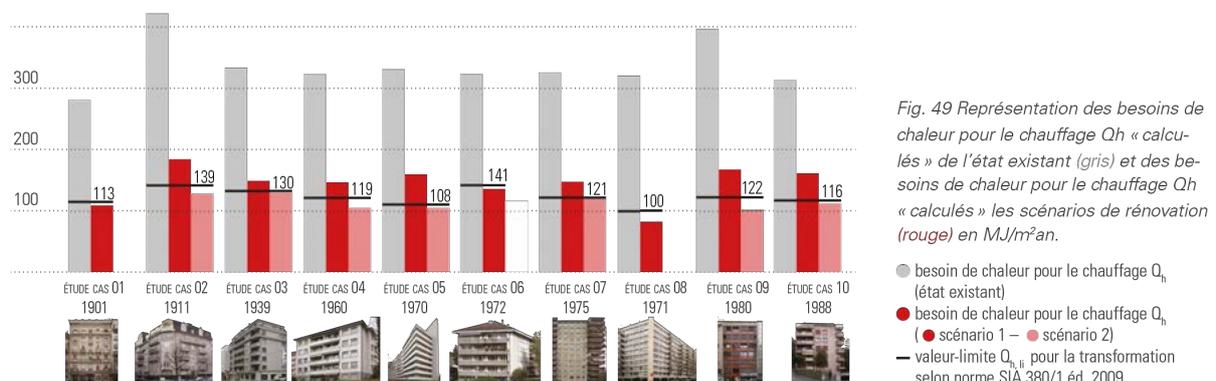


Fig. 49 Représentation des besoins de chaleur pour le chauffage Q_h « calculés » de l'état existant (gris) et des besoins de chaleur pour le chauffage Q_h « calculés » les scénarios de rénovation (rouge) en MJ/m^2an .

● besoin de chaleur pour le chauffage Q_h (état existant)
 ● besoin de chaleur pour le chauffage Q_h (● scénario 1 – ● scénario 2)
 — valeur-limite $Q_{h,li}$ pour la transformation selon norme SIA 380/1 éd. 2009

Abbildung 6: Heizwärmebedarf vor und nach der Sanierung (grau: Bestand, rot: Szenario 1 und 2)

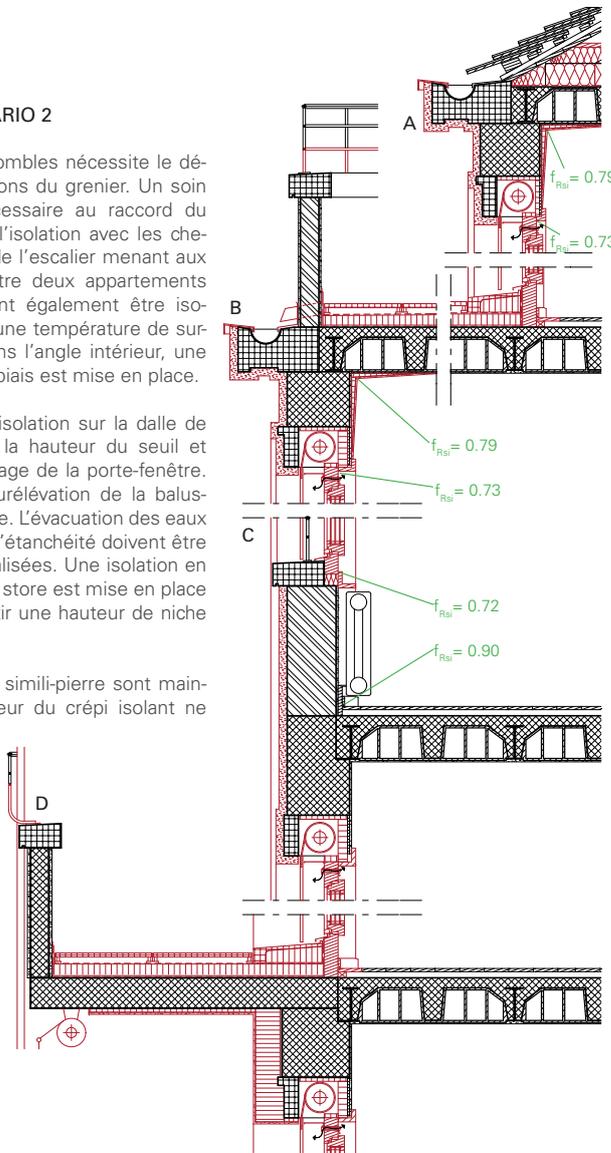
Für alle zehn Fallstudien konnten die normativen Anforderungen der SIA 380/1 (2009) erfüllt werden, wenn auch nicht immer im ersten Anlauf. Ein besonderes Augenmerk wurde auf baukonstruktive Details und die Minimierung von Wärmebrücken gelegt.

DÉTAILS – SCÉNARIO 2

A L'isolation des combles nécessite le démontage des cloisons du grenier. Un soin particulier est nécessaire au raccord du pare-vapeur et de l'isolation avec les chevrons. Les parois de l'escalier menant aux combles, situé entre deux appartements de l'attique, doivent également être isolées. Afin d'éviter une température de surface trop faible dans l'angle intérieur, une isolation taillée en biais est mise en place.

B L'épaisseur de l'isolation sur la dalle de terrasse influence la hauteur du seuil et la hauteur du passage de la porte-fenêtre. Dans ce cas, la surélévation de la balustrade est nécessaire. L'évacuation des eaux et la remontée de l'étanchéité doivent être soigneusement réalisées. Une isolation en fond de caisson de store est mise en place en veillant à garantir une hauteur de niche suffisante.

C Les tablettes en simili-pierre sont maintenues et l'épaisseur du crépi isolant ne doit pas dépasser la saillie de la tablette. Une isolation entre le cadre de la fenêtre et la maçonnerie évite une température de surface trop basse au raccord.



Raccord façade / dalle des combles

- .Panneau d'aggloméré 20 mm
- .Ossature, isolation laine minérale, $\lambda = 0.035 \text{ W/mK}$, 120 + 80 mm
- .Pare-vapeur
- .Dalle à hourdis T.C. 200 mm
- .Enduit plâtre 7 mm
- .Isolation d'angle en polyuréthane rigide, doublée d'un pare-vapeur, $\lambda = 0.03 \text{ W/mK}$, 30 x 100 cm, 20 à 3 mm

Dalle de terrasse

- .Dalles en ciment
- .Couche de support
- .Étanchéité
- .Isolation polyuréthane en pente, $\lambda = 0.029 \text{ W/mK}$, 25 à 50 mm
- .Barrière-vapeur
- .Dalle à hourdis T.C. 250 mm
- .Enduit plâtre 7 mm

Mur de façade

- .Crépi isolant minéral, $\lambda = 0.054 \text{ W/mK}$, 40 mm
- .Maçonnerie de plots de ciment creux 340 mm
- .Enduit plâtre 7 mm
- .Papier peint

Dalle de balcon

- .Dalles en ciment
- .Couche de support
- .Étanchéité
- .Isolation polyuréthane en pente, $\lambda = 0.029 \text{ W/mK}$, 20 à 50 mm
- .Carrelage existant ~12 mm
- .Dalle béton armé 160 mm
- .Isolation polystyrène expansé, $\lambda = 0.03 \text{ W/mK}$, 20 mm
- .Crépi extérieur

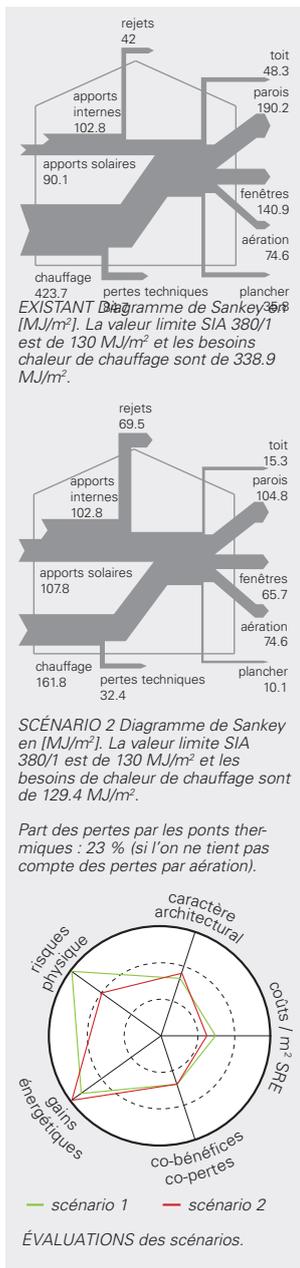
Mur de façade de loggia

- .Crépi extérieur
- .Isolation polystyrène expansé, $\lambda = 0.031 \text{ W/mK}$, 120 mm
- .Maçonnerie de plots de ciment creux 340 mm
- .Enduit plâtre 7 mm
- .Papier peint

Abbildung 7: Auszug aus dem Gebäudedatenblatt (Fassadendetail)

3. Resultate

Die gewählte Sanierungsstrategie, Detaillösungen sowie energetische und finanzielle Ergebnisse sind für jedes Gebäude in einem Gebäudedatenblatt zusammengefasst. Die Gebäudedatenblätter sind mit dem detaillierten Schlussbericht des Forschungsprojekts erhältlich. Ein Radardiagramm illustriert die Stärken und Schwächen der Szenarien im Bezug auf den Erhalt des Gebäudecharakters, Energieeffizienz, Baukosten, Bauphysik, Nutzen und Verluste.

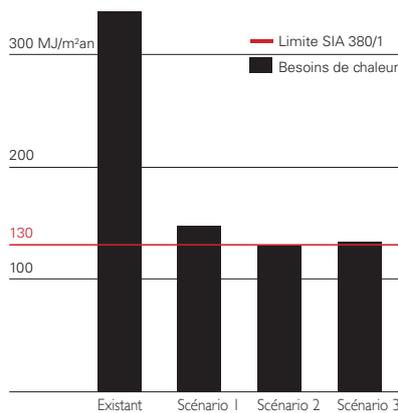


LES SCÉNARIOS

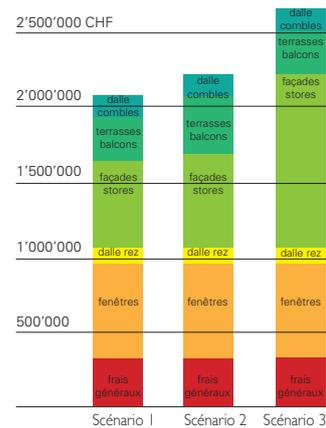
Scénario 1: il intègre le changement des fenêtres, un crépi isolant minéral, l'isolation par l'intérieur du rez-de-chaussée, l'isolation des balcons, des caissons de store, de la dalle des combles et de la dalle sur sous-sol. Il apporte un gain énergétique de 190 MJ/m², soit 56%, pour un investissement de 94% des coûts du scénario 2.

Scénario 2: une isolation extérieure de 120 mm des murs arrière des balcons et une isolation intérieure de 90 mm de la façade pignon complètent le scénario 1. Le scénario atteint la valeur limite SIA 380/1 avec un gain énergétique de 209 MJ/m², soit 62%.

Scénario 3: il reprend les mesures du scénario 1 en changeant le crépi isolant minéral par un crépi isolant aérogel. Il approche la valeur limite SIA 380/1 avec un besoin de chaleur de chauffage de 133 MJ/m², soit un gain énergétique de 61%, mais pour un investissement supérieur de 20% au scénario 2.



Graphique des besoins de chaleur de l'état existant et des différents scénarios.



4. Diskussion

Die Studie zeigt allerdings auch, dass die Kosten einer energetischen Sanierung der Gebäudehülle im Vergleich zu den zu erwartenden Einsparungen durch den gesenkten Energieverbrauch bei den aktuellen Energiekosten sehr hoch sind. Selbst wenn die energetische Sanierung häufig Teil einer Gesamtaufwertung des Gebäudes ist (aufgrund von Bauschäden, Überalterung, Aufwertung ungenutzter Potenziale), fehlen in vielen Fällen, in denen ein Gebäude regelmäßig unterhalten wurde oder die Möglichkeiten einer Mieterhöhung beschränkt sind, ökonomische Anreize. Die Verpflichtung, die strengen Auflagen der SIA-Norm 380/1 (2009) bei einer Gebäudesanierung einzuhalten, kann sogar den gegensätzlichen Effekt haben und Eigentümer entmutigen energetische Sanierungsmaßnahmen zu ergreifen, die bei vertretbaren Kosten erheblich zur Energieeinsparung beitragen, ohne jedoch den gesetzlichen Anforderungen gerecht zu werden. Mit der Revision der Norm in 2009 wurden die Anforderungen verschärft und der Trend zu immer strengeren Vorgaben scheint sich fortzusetzen, ohne die Eigenheiten des Gebäudebestands zu berücksichtigen.

In drei Fallstudien (02, 07, 09) wurden ca. 80% Energieeinsparung mit vertretbaren Kosten erreicht, währenddessen die letzten 20% einen großen finanziellen Aufwand darstellten.

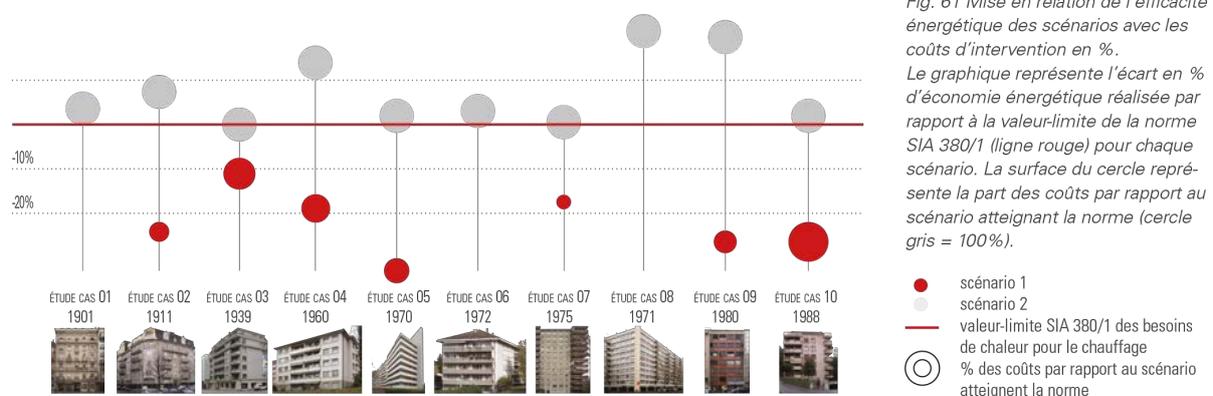


Abbildung 9: Baukosten im Bezug auf die Energieeffizienz der Szenarien

Eine Ursache für die niedrige Sanierungsrate kann demnach in den zu strengen Anforderungen an Bestandsgebäude gefunden werden. Eine gesetzliche Regelung, die die energetische Sanierung der Gebäudehülle kurz- oder längerfristig verpflichtend vorschreibt, würde sehr hohe Kosten bedeuten, die sehr viele Eigentümer (auch öffentliche) nicht aufbringen können. Man kommt nicht umhin festzustellen, dass es bei einer derart großen Aufgabe selbst an Auftragnehmern und qualifizierten Fachfirmen mangeln wird.

5. Ausblick

Diese Schlussfolgerungen scheinen gar negativ. Allerdings nur, wenn man nicht bereit ist einen Schritt weiter zu gehen. Lösungen, um dem Ziel ein Stück näher zu kommen, existieren durchaus:

- Die Gesetzgebung und Gebäudelabels, die bisher im Wesentlichen auf Neubauten ausgerichtet waren, müssen verstärkt die Besonderheiten der Sanierung des Gebäudebestands und seiner Grenzen berücksichtigen. (Die im Projekt eREN erarbeiteten Hilfsmittel bilden einen wichtigen Schritt in diese Richtung).
- Informationen, Anreize und Auflagen müssen auf einer langfristigen Sichtweise basieren, um der Lebensdauer der Gebäude gerecht zu werden. Der Einbezug von Spezialisten verschiedener Fachbereiche und die Berücksichtigung der Besonderheiten des schweizerischen politischen Systems sind notwendig um Fehlschläge zu vermeiden.
- Aus- und Weiterbildungsmöglichkeiten für Fachleute, Unternehmen, Lehrlinge und Studenten in diesem Bereich müssen verstärkt werden, um in Zukunft über ausreichend qualifizierte Fachleute für anspruchsvolle Sanierungen zu verfügen.

Der Einsatz lohnt sich. Und wie dem auch sei, haben wir eine Wahl?

6. Anhang

Literatur/Referenzen

Die Veröffentlichung basiert auf den Ergebnissen des Forschungsprojekts eRen der HES-SO und ist ein Auszug aus dem Forschungsbericht „Rénovation énergétique - Approche globale pour l’enveloppe du bâtiment, juin 2016.

- [1] Rénovation énergétique - Approche globale pour l’enveloppe du bâtiment, Stefanie Schwab, Lionel Riquet, Grégory Jaquerod, Guillaume Rey, Stéphane Citherlet, Didier Favre, Sébastien Dervev, Gilbert Morand, Jean-Luc Rime, Reto Camponovo, Peter Gallinelli, juin 2016, ISBN 978-2-9701005-2-2.