

Energie im Bauwesen: Bautechnik

von Marco Ragonesi, dipl. Arch. HTL, Luzern

Beispiele aus der Praxis

Mit Beispielen aus der Praxis wird im Folgenden aufgezeigt, wie durch einzelne Massnahmen oder umfassende Sanierungen ein Gebäude verändert werden kann betreffend:

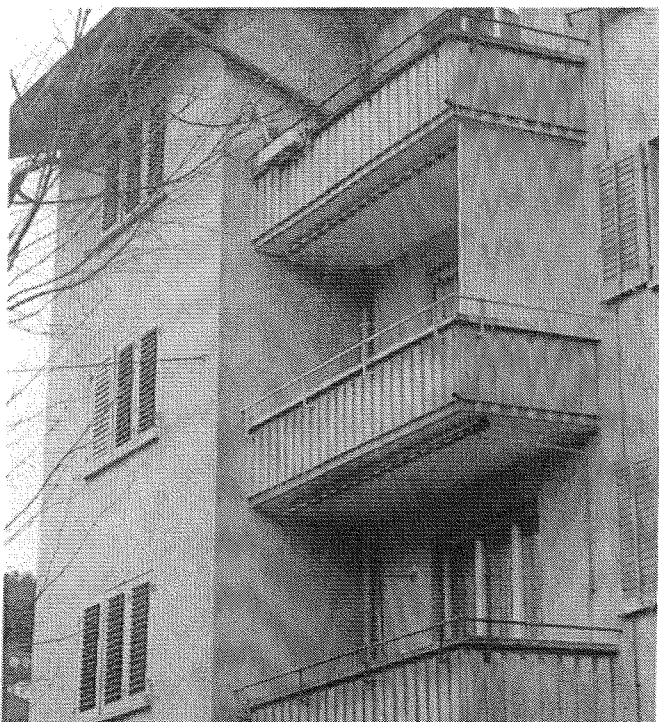
- Nutzung/Raumangebot/Wohnwert
- architektonisches Erscheinungsbild
- Wärmeschutz und Energieverbrauch

Sanierungsbeispiel - Mehrfamilienhäuser Würzenbachstrasse 22-36, Luzern

Diese Liegenschaft wurde in den Jahren 1945 bis 1953 erstellt und nun, nach einer Nutzungszeit von etwa 50 Jahren, den veränderten Randbedingungen angepasst.

Der vorhandene Zustand lässt sich wie folgt charakterisieren:

- Viele kleine Wohnungen, die schwierig zu vermieten sind (geringer Bedarf)
- Unattraktive Wohnungseinteilung mit kleiner Küche (ohne Oberschränke und Dampfzug), nur einer Nasszelle und kleinem Balkon
- Die 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 (Ziegeleindeckung ohne Unterdach)
- Grosser Aufwand für Unterhalt der Liegenschaft
- 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.

L'énergie dans le bâtiment: technique de la construction

par Marco Ragonesi, arch. dipl. ETS, Lucerne

Exemples tirés de la pratique

En prenant des exemples tirés de la pratique, on va montrer ci-après comment certaines mesures ou un assainissement complet peuvent modifier un bâtiment concernant les points suivants:

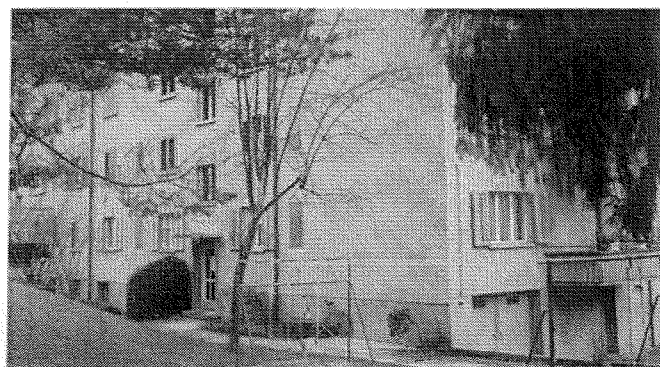
- Usage / programme de locaux / valeur résidentielle
- Allure architectonique
- Isolation thermique et consommation d'énergie

Exemple d'assainissement - bâtiment locatif de la Würzenbachstrasse 22-36, Lucerne

Cet immeuble a été réalisé au cours des années 1945 à 1953; après une cinquantaine d'années d'utilisation, il a maintenant été adapté aux conditions nouvellement en vigueur.

L'ancien état de l'immeuble peut se caractériser comme suit:

- Beaucoup de petits appartements difficiles à louer (faible besoin)
- Conception peu séduisante des appartements avec une petite cuisine (sans armoires supérieures et sans hotte de ventilation), une seule salle de bains avec WC et un petit balcon
- La puissance calorifique plutôt trop faible (la cuisine et la salle de bains ne sont chauffées que par les conduites d'aller et de retour) entraîne des températures ambiantes désagréablement basses, en particulier dans les appartements très exposés se trouvant directement sur le sous-sol ou sous les combles
- Une isolation thermique insatisfaisante entraîne des conditions d'habitation désagréables (courants d'air, surfaces froides, formation de moisissures) et une consommation élevée d'énergie ($E_{ch} = 750 \text{ MJ/m}^2\text{a}$)
- Différentes fissures et dommages de l'enduit, étanchéité à l'eau insuffisante de la couverture (couverture en tuiles sans sous-couverture)
- Dépenses importantes d'entretien de l'immeuble
- Locataires insatisfaits et structure insatisfaisante des locataires se traduisant par des fluctuations importantes au niveau de l'état des locataires



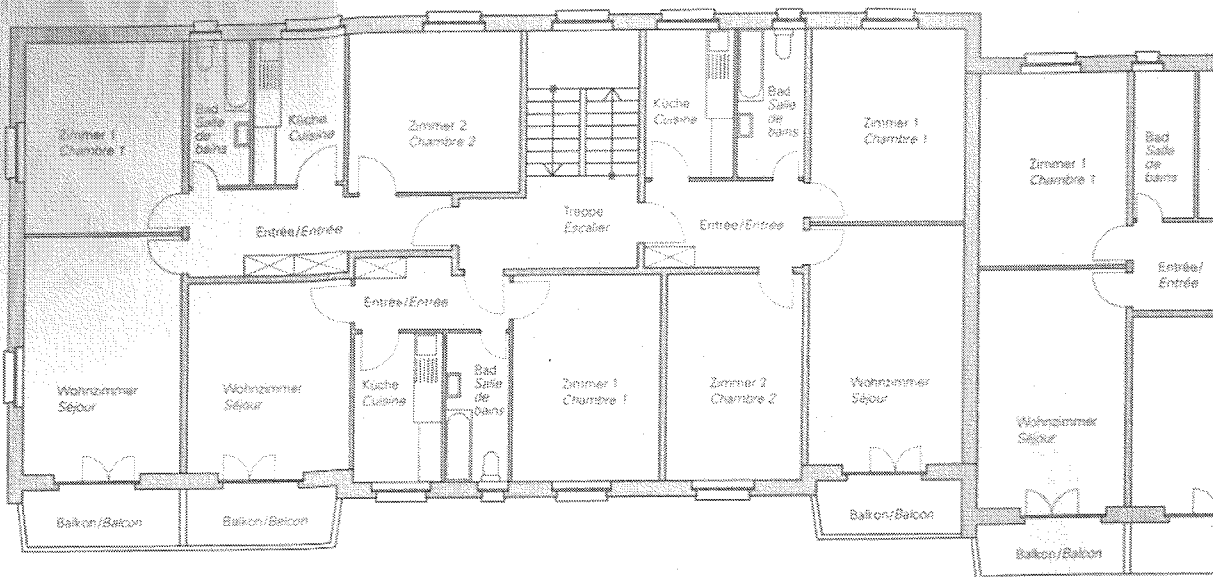
Immeuble locatif avec sous-sol, 4 étages et combles à toiture en selle avec couverture en tuiles. Les balcons sont constitués par l'encorbellement de la dalle en béton armé; tout spécialement en ce qui concerne une isolation thermique extérieure complémentaire, ces balcons représentent un point faible thermotechnique aggravant.

Mit folgenden Massnahmen wurde die Wohnqualität so weit erneuert, dass heute sowohl bezüglich des Wohnstandards als auch betreffend Wärmeschutz/energie sehr gute Verhältnisse vorliegen:

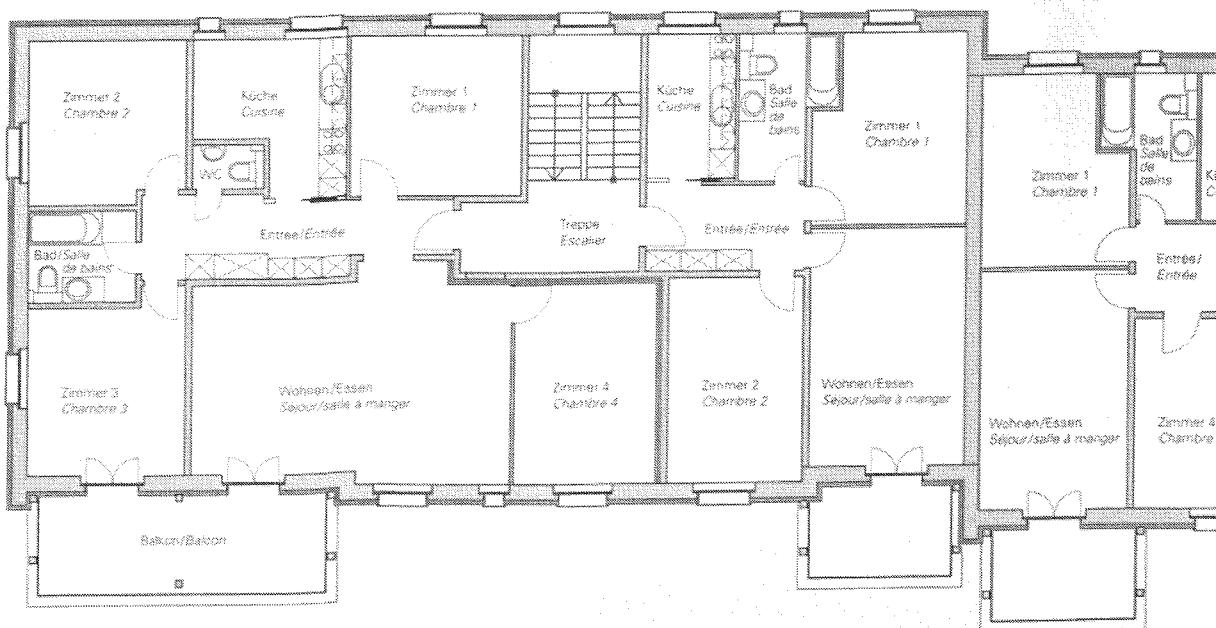
- Ausrichten von kleinen Wohnungen, es werden vermehrt 4 1/2- und 5 1/2-Zimmer-Wohnungen mit grösseren Wohnräumen angeboten
- Grössere Küchen und teilweise zwei Wohnungen für ISDN-Anschluss
- Neue Elektroinstallationen mit Vorbereitung, wodurch einerseits können und andererseits erreicht wurde
- Neue Balkone mit separaten Treppenhäusern, wodurch einerseits eine wärmebrückenfreie Konstruktion der Gebäudehülle
- Wärmetechnische Sanierung der Gebäudehülle
- Aussenwände ($U_{\text{alt}} 1,2 \text{ W/m}^2\text{K} \rightarrow U_{\text{neu}} 0,3 \text{ W/m}^2\text{K}$)
- Dache gegen Estrich ($U_{\text{alt}} 3,1 \text{ W/m}^2\text{K} \rightarrow U_{\text{neu}} 0,4 \text{ W/m}^2\text{K}$)
- Boden über Untergeschoss ($U_{\text{alt}} 2,0 \text{ W/m}^2\text{K} \rightarrow U_{\text{neu}} 0,4 \text{ W/m}^2\text{K}$)
- Fenster ($U_{\text{alt}} 2,6 \text{ W/m}^2\text{K} \rightarrow U_{\text{neu}} 1,3 \text{ W/m}^2\text{K}$)
- Unterdach
- Neue Eindeckung des Steildaches mit Öl/Gas, Heizleitungen
- Erneuerung der Heizung (Holzzentrale mit Heizwärme, Unterstation mit Boiler je Haus, Radiatoren mit Thermostatventilen, teilweise neue Radiatoren)
- Autoeinstellhalle mit 40 Abstellplätzen und 80 Aussenplätzen für die insgesamt 110 Wohnungen der Überbauung

L'immeuble a été rénové et modernisé en adoptant les mesures suivantes pour qu'il corresponde aujourd'hui aux exigences contemporaines aussi bien en ce qui concerne le standard résidentiel que le rapport isolation thermique/énergie:

- Suppression des petits appartements au profit d'appartements de 4 1/2 et 5 1/2 pièces avec une grande pièce de séjour
- Cuisines plus grandes et parfois deux salles d'eau par appartement
- Nouvelles installations électriques avec préparation pour raccordement ISDN
- Nouveaux balcons avec système porteur séparé, ce qui a permis d'une part de réaliser des balcons plus grands et d'autre part d'éviter tout pont thermique constructif
- Assainissement thermotechnique de l'enveloppe du bâtiment
- Murs extérieurs ($U_{\text{ancien}} 1,2 \text{ W/m}^2\text{K} \rightarrow U_{\text{nouveau}} 0,3 \text{ W/m}^2\text{K}$)
- Plafond contre combles ($U_{\text{ancien}} 3,1 \text{ W/m}^2\text{K} \rightarrow U_{\text{nouveau}} 0,3 \text{ W/m}^2\text{K}$)
- Sol sur sous-sol ($U_{\text{ancien}} 2,0 \text{ W/m}^2\text{K} \rightarrow U_{\text{nouveau}} 0,4 \text{ W/m}^2\text{K}$)
- Fenêtres ($U_{\text{ancien}} 2,6 \text{ W/m}^2\text{K} \rightarrow U_{\text{nouveau}} 1,3 \text{ W/m}^2\text{K}$)
- Nouvelle couverture du toit en selle avec sous-couverture
- Rénovation de l'installation de chauffage (chauffage central mazout/gaz), conduites de chauffage (réseau local), sous-station avec chauffe-eau pour chaque maison, radiateurs à vannes thermostatiques, parfois nouveaux radiateurs)
- Garage avec 40 places et 80 places extérieures pour les 110 appartements de l'ensemble locatif



Grundrissstypologie bestehend, mit 2- und 3-Zimmer-Wohnungen
Typologie en plan avant l'exécution des travaux de rénovation avec appartements de 2 et 3 pièces



Grundrissstypologie nachher, mit 3- und 5 1/2-Zimmer-Wohnungen und grösseren Balkonen
Typologie en plan après l'exécution des travaux de rénovation, avec appartements de 3 et 5 1/2 pièces ainsi que balcons plus grands

Verbesserung der Wohnqualität durch Umgestaltung der Wohnungen (Zusammenlegen von Wohnungen, grössere Wohn-/Esszimmer und Küchen, zusätzliche Nasszellen, Ersatz der bestehenden, schmalen Balkone durch separate Balkonkonstruktionen)

Amélioration de la qualité résidentielle par réaménagement des appartements (réunion d'appartements, cuisines et séjours/salles à manger plus spatieux, salles d'eau supplémentaires, remplacement des anciens balcons étroits par des balcons séparés agrandis)

Betreffend wärmetechnische Sanierung der Gebäudehülle standen verschiedene Szenarien zur Diskussion:

- Ersatz der Fenster und wärmetechnische Verbesserung der Bodenkonstruktion über dem Keller und der Decke gegen den Estrich. Das Risiko betreffend Schimmelpilzbildung nach einem Fensterersatz ohne wärmetechnische Verbesserung der Aussenwand wurde als zu gross beurteilt.
- Verbesserung des Wärmeschutzes der gesamten Gebäudehülle und Beibehalten der bestehenden Balkone. Neben einem erhöhten Bauschadenrisiko und energetischen Überlegungen haben insbesondere die noch kleiner werdenden Balkone gegen diese Variante gesprochen.
- Verbesserung des Wärmeschutzes der gesamten Gebäudehülle und neue Balkone

Mit der gewählten umfassenden Sanierung konnte der Heizenergiebedarf von bestehend 646 MJ/m²a um 74 % auf 168 MJ/m²a reduziert werden.

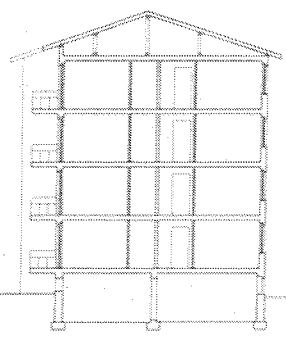
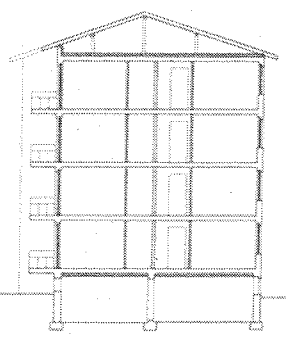
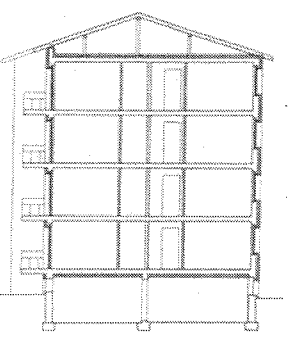
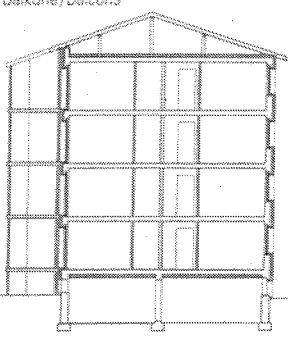
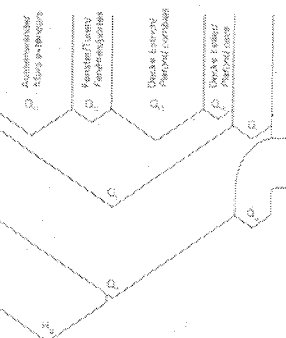
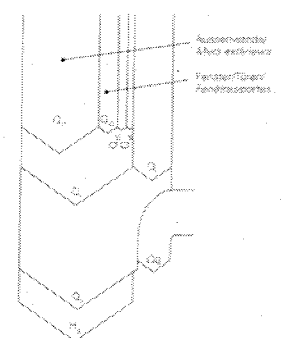
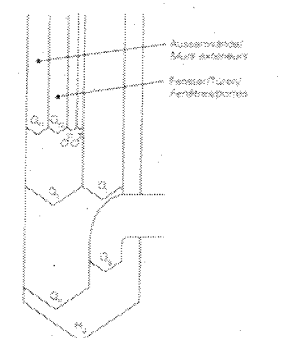
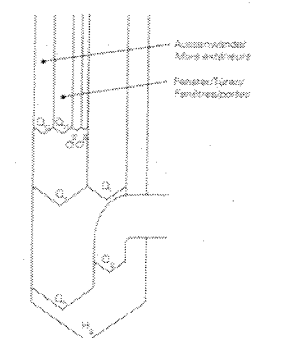
Weil dadurch der Grenzwert des Heizenergiebedarfs (306 MJ/m²a) um mehr als 40 % unterschritten wurde, konnte auf die verbrauchsabhängige Wärmekostenverteilung verzichtet werden.

Concernant l'assainissement thermotechnique de l'enveloppe du bâtiment, différents scénarios entraient en ligne de compte:

- Remplacement des fenêtres et amélioration thermotechnique du sol au-dessus du sous-sol et du plafond contre combles. Le risque inhérent à une formation de moisissures après un remplacement des fenêtres sans amélioration thermotechnique des murs extérieurs a été considéré comme démesuré.
- Amélioration de l'isolation thermique de toute l'enveloppe du bâtiment et conservation des balcons existants. Outre un risque accru de dommages ainsi que différentes réflexions d'ordre énergétique, la conservation des petits balcons a tout spécialement parlé en défaveur de cette variante.
- Amélioration de l'isolation thermique de toute l'enveloppe du bâtiment et aménagement de nouveaux balcons

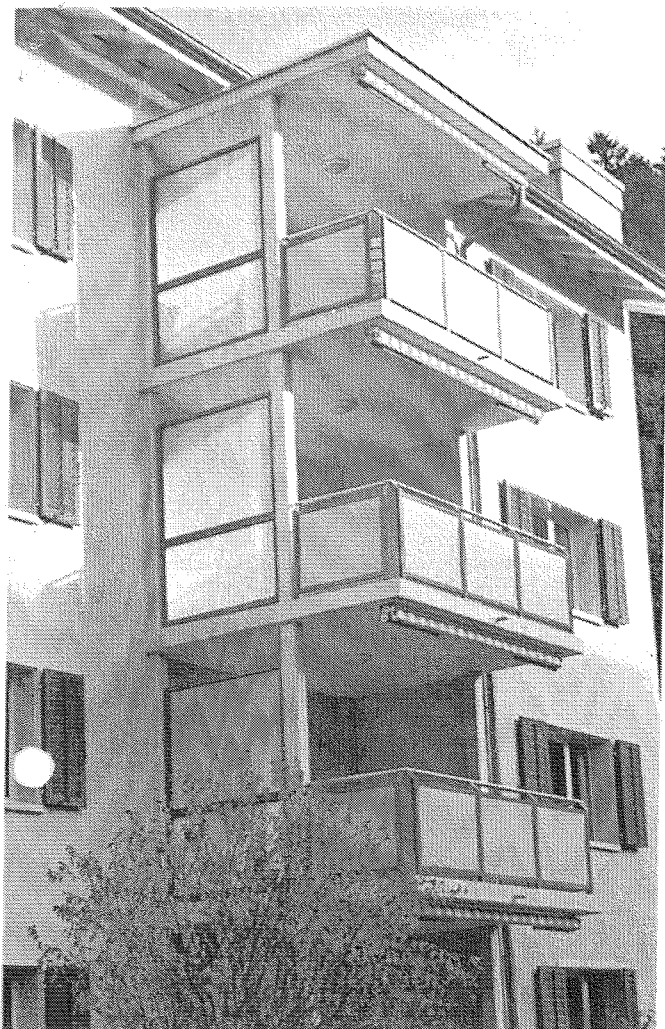
Avec l'assainissement complet finalement réalisé, il a été possible de réduire la demande d'énergie de chauffage de 74 % et de la faire ainsi passer de 646 MJ/m²a à 168 MJ/m²a.

Comme on est ainsi parvenu à plus de 40 % au-dessous de la valeur limite pour la demande d'énergie de chauffage (306 MJ/m²a), il a été possible de renoncer à un système de répartition des frais de chauffage en fonction de la consommation.

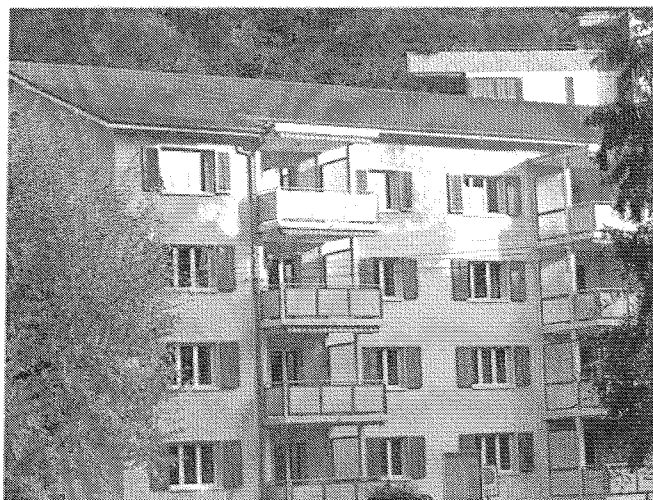
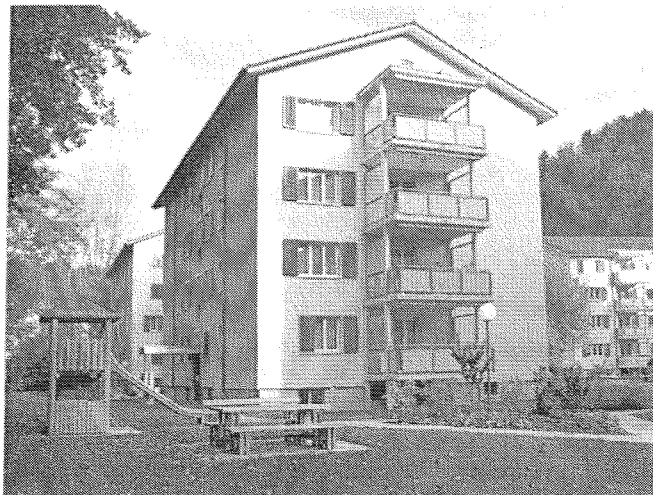
Ist-Zustand Etat effectif	Sanierung Variante 1 Variante d'assainissement 1	Sanierung Variante 2 Variante d'assainissement 2	Sanierung Variante 3 (ausgeführte Variante) Variante d'assainissement 3 (var. exécutée)
- Fenster/Fenêtres - Decke gegen Estrich/ Plafond contre combles - Boden über UG/Sol sur sous-sol	- Fenster/Fenêtres - Decke gegen Estrich/ Plafond contre combles - Boden über UG/Sol sur sous-sol	- Fenster/Fenêtres - Aussenwände/Murs extérieurs - Decke gegen Estrich/ Plafond contre combles - Boden über UG/Sol sur sous-sol	- Fenster/Fenêtres - Aussenwände/Murs extérieurs - Decke gegen Estrich/ Plafond contre combles - Boden über UG/Sol sur sous-sol - Balkone/Balcons
			
Verbesserung des Wärmeschutzes/ Amélioration de l'isolation thermique	Verbesserung des Wärmeschutzes/ Amélioration de l'isolation thermique	Verbesserung des Wärmeschutzes/ Amélioration de l'isolation thermique	Verbesserung des Wärmeschutzes/ Amélioration de l'isolation thermique
- ungenügender Wärmeschutz/ Isolation thermique insuffisante - eher luftundichte Gebäudehülle bzw. Fenster/ Enveloppe du bâtiment et fenêtres plutôt inétanches à l'air	- dichtere Gebäudehülle durch neue Fenster/ Enveloppe du bâtiment davantage étanche moyennant de nouvelles fenêtres - Reduktion der Luftwechselrate/ Réduction du taux de renouvellement d'air - Erhöhung der relativen Raumluftfeuchtigkeit/ Augmentation de l'humidité relative de l'air ambiant - grösseres Risiko betreffend Schimmelpilz- bildung/ Risque accru de formation de moisissures	- gravierende Wärmebrücken bei ausragenden Balkonplatten/ Ponts thermiques importants au droit des des dalles de balcon en porte-à-faux - lokal grosses Risiko betreffend Schimmelpilzbildung/ Risque important de formation localisée de moisissures	- umfassende wärmetechnische Sanierung/ Assainissement thermotechnique complet - Wärmebrücken werden reduziert/ Réduction des ponts thermiques - thermisch komfortable Wohnverhältnisse/ Conditions d'habitation thermiquement confortables - kleinstmögliches Schadenrisiko/ Risque de dommages réduit au minimum
			
Aussenwände/Murs extérieurs 1,18 W/m²K Fenster/Fenêtres 2,60 W/m²K Decke gegen Estrich/ Plafond contre combles 3,13 W/m²K Boden über Untergeschoss/ Sol sur sous-sol 2,00 W/m²K	Aussenwände/Murs extérieurs 1,18 W/m²K Fenster/Fenêtres 1,30 W/m²K Decke gegen Estrich/ Plafond contre combles 0,30 W/m²K Boden über Untergeschoss/ Sol sur sous-sol 0,40 W/m²K	Aussenwände/Murs extérieurs 0,30 W/m²K Fenster/Fenêtres 1,30 W/m²K Decke gegen Estrich/ Plafond contre combles 0,30 W/m²K Boden über Untergeschoss/ Sol sur sous-sol 0,40 W/m²K	Aussenwände/Murs extérieurs 0,30 W/m²K Fenster/Fenêtres 1,30 W/m²K Decke gegen Estrich/ Plafond contre combles 0,30 W/m²K Boden über Untergeschoss/ Sol sur sous-sol 0,40 W/m²K
Transmissionsverlust Q_t / Déperditions de chaleur par transmission Q_t 637 MJ/m²a Wärmebedarf Lüftung Q_v / Demande calorifique pour ventilation Q_v 105 MJ/m²a Nutzbare freie Wärme Q_g / Chaleur libre utile Q_g 96 MJ/m²a Heizenergiebedarf Q_{ch} / Demande d'énergie de chauffage Q_{ch} 646 MJ/m²a	Transmissionsverlust Q_t / Déperditions de chaleur par transmission Q_t 300 MJ/m²a Wärmebedarf Lüftung Q_v / Demande calorifique pour ventilation Q_v 105 MJ/m²a Nutzbare freie Wärme Q_g / Chaleur libre utile Q_g 88 MJ/m²a Heizenergiebedarf Q_{ch} / Demande d'énergie de chauffage Q_{ch} 317 MJ/m²a	Transmissionsverlust Q_t / Déperditions de chaleur par transmission Q_t 152 MJ/m²a Wärmebedarf Lüftung Q_v / Demande calorifique pour ventilation Q_v 105 MJ/m²a Nutzbare freie Wärme Q_g / Chaleur libre utile Q_g 83 MJ/m²a Heizenergiebedarf Q_{ch} / Demande d'énergie de chauffage Q_{ch} 174 MJ/m²a	Transmissionsverlust Q_t / Déperditions de chaleur par transmission Q_t 146 MJ/m²a Wärmebedarf Lüftung Q_v / Demande calorifique pour ventilation Q_v 105 MJ/m²a Nutzbare freie Wärme Q_g / Chaleur libre utile Q_g 83 MJ/m²a Heizenergiebedarf Q_{ch} / Demande d'énergie de chauffage Q_{ch} 168 MJ/m²a

Einfluss der wärmetechnischen Massnahmen auf den Heizenergiebedarf

Influence des mesures thermotechniques sur la demande d'énergie de chauffage



Nach einer umfassenden Sanierung bietet die Überbauung «Würzenbachstrasse 22-36, Luzern» in 110 Wohnungen einen qualitativ erheblich verbesserten Wohnstandard an, und dies bei erheblich geringerem Betriebsaufwand.



Après un assainissement complet, l'ensemble «Würzenbachstrasse 22-36, Lucerne» comporte maintenant 110 appartements offrant un standard résidentiel de qualité considérablement améliorée, et cela pour des dépenses d'exploitation très nettement abaissées.