



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für
Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK
Bundesamt für Energie BFE

GESAMTENERGIEEFFIZIENZ VON MINERGIE-P-WIRTSCHAFTSBAUTEN

OPTIMIERUNG DER GEBÄUDEHÜLLE VS. OPTIMIERUNG DER GESAMTENERGIEEFFIZIENZ

Jahresbericht 2008

Autor und Koautoren	Gadola Reto, Martin Ménard, Iwan Plüss, Urs-Peter Menti
beauftragte Institution	Hochschule Luzern – Technik & Architektur
Adresse	Technikumstrasse 21
Telefon, E-mail, Internetadresse	041 349 32 78, reto.gadola@hslu.ch , www.hslu.ch/zig
BFE Projekt-/Vertrag-Nummer	102773 / 153576
BFE-Projektleiter	Gadola Reto
Dauer des Projekts (von – bis)	Oktober 2008 bis Februar 2009
Datum	30. November 2008

ZUSAMMENFASSUNG

2003 hat *MINERGIE* mit dem Standard *MINERGIE-P* einen Wegweiser aufgestellt welcher, begünstigt durch die aktuelle Energie- und Klimadiskussion sowie die damit verbundenen Änderungen auf gesetzlicher Ebene, weit über den Wohnbau Akzeptanz findet. Das Kernkriterium bei *MINERGIE-P* ist die Anforderung 2 an die Gebäudehülle („Primäranforderung“). Parallel dazu laufen vor allem auf kantonaler und kommunaler Ebene Bestrebungen für die Realisierung der 2000-Watt-Gesellschaft. Die vorliegende Arbeit soll herausfinden, ob die Vorgaben von *MINERGIE-P* und der 2000-Watt-Gesellschaft jeweils zum gleichen Gebäude führen. Betrachtet wird die Primärenergie für Wärme, Kälte und Beleuchtung.

Mit Hilfe von Simulationen werden die Fragen geklärt. Zurzeit liegen erste Zwischenergebnisse vor, welche vor allem für den Simulationsteil noch auf ihre Robustheit und Sensivität hin zu überprüfen sind. Daher werden diese Ergebnisse erst im 2009 veröffentlicht. Als Zwischenergebnis bereits veröffentlicht werden können die Berechnungen nach Norm SIA 380/1:2009. Sie zeigen ein ausgeglichenes Bild, wobei die quadratische Gebäudegrundfläche erwartungsgemäss leicht im Vorteil liegt – da hier weder die Beleuchtung / Tageslichtnutzung noch der Kälteenergiebedarf berücksichtigt werden.

Projektziele

Die 2000-Watt-Gesellschaft fordert Gebäude mit einem tiefen Gesamtenergiebedarf auf Stufe Primärenergie. MINERGIE und MINERGIE-P fordern eine tiefe Energiekennzahl auf Stufe gewichtete Endenergie. Vor allem aber bei MINERGIE-P ist die auf der Norm SIA 380/1 basierende Primäranforderung an die Gebäudehülle (Heizwärmeverbrauch Q_h) meist das entscheidende Kriterium. Neben der passiven Solarnutzung und einer guten Lufdichtigkeit sind vor allem tiefe U-Werte der Gebäudehülle zur Erfüllung dieser Anforderung nötig.

Bis heute wurden vor allem Wohnbauten nach MINERGIE-P gebaut und zertifiziert. Heute und in Zukunft werden immer mehr auch Nicht-Wohnbauten (Wirtschaftsbauten) nach MINERGIE-P gebaut. Die bisherigen Erfahrungen zeigen nun, dass es unter bestimmten Voraussetzungen zu einem Konflikt zwischen der Erfüllung der Primäranforderung und einer hohen Gesamt-Primärenergieeffizienz kommen kann. Bei Gebäuden mit erhöhten internen Lasten (z.B. Bürobauten mit intensiver Nutzung) führt die Anforderung an die Gebäudehülle zu U-Werten, welche betreffend Gesamt-Primärenergieeffizienz nicht optimal sind, weil der Kühlbedarf gegenüber dem Heizbedarf viel stärkeres Gewicht bekommt. Man ist dann oft mit der Frage konfrontiert, ob es richtig ist, ein Gebäude mit letzter Konsequenz zu dämmen, wenn eigentlich aufgrund der internen Lasten kaum ein Heizwärmeverbrauch besteht.

Weiter privilegiert die Norm SIA 380/1 kompakte Bauten mit wenig Fenstern nach Norden zwecks Minimierung der Wärmeverluste. Eine solche Bauweise hat aber meist einen negativen Einfluss auf die Tageslichtnutzung. Dominiert nun bei Wirtschaftsbauten der Energiebedarf für die Beleuchtung gegenüber dem Heizwärmeverbrauch, stellt sich berechtigterweise die Frage, ob eine kompakte Bauweise mit wenig Fenstern nach Norden aus energetischer Sicht anzustreben ist. Die Suche nach einem optimalen Verhältnis von Raumtiefen und Fensteranteilen ist besonders wichtig.

Diese Erkenntnisse können nun dazu führen, dass ein gesamtenergetisch betreffend Heizen, Kühlen und Beleuchtung optimiertes Gebäude (2000-Watt-Gesellschaft) bei der Gebäudeform und Gebäudehülle deutlich von einem auf die Primäranforderung von MINERGIE-P optimierten Gebäude abweicht. Dies kann nicht im Sinne von MINERGIE-P sein und falls sich die oben aufgeführten Vermutungen bestätigen sind entsprechende Lösungen zu erarbeiten.

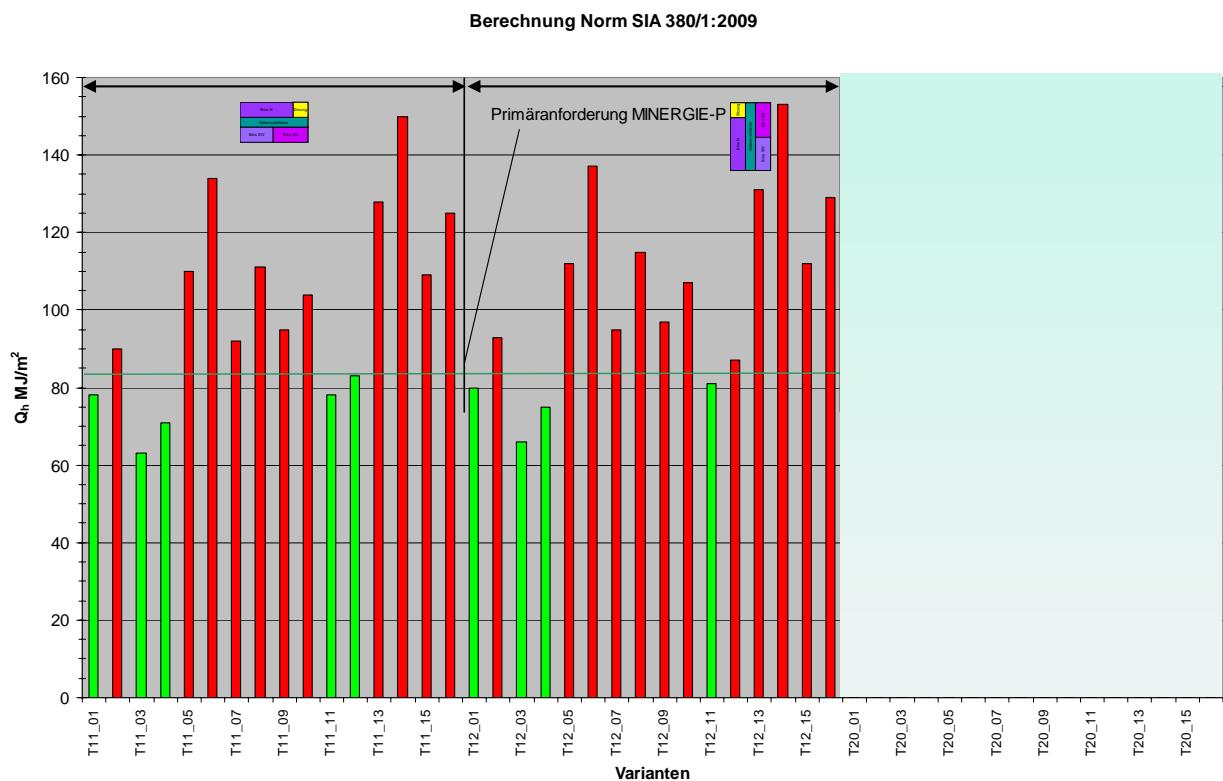
Solange diese Fragen nicht geklärt sind, werden möglicherweise suboptimale Gebäude gebaut, weil sie auf die Primäranforderung getrimmt werden und die Gesamtenergieeffizienz vernachlässigt wird. Dabei besteht die Gefahr, dass auf tiefe U-Werte getrimmte Gebäude in Verruf kommen, weil eine falsche Prioritätensetzung vorliegt.

Durchgeführte Arbeiten und erreichte Ergebnisse

Zu Beginn der Arbeit werden Gebäudetypen und Varianten definiert welche im Grundlagendokument [1] festgehalten sind. Die wichtigsten Punkte sind auch im Anhang dieses Berichtes angefügt. Mit den getroffenen Annahmen werden erste Berechnungen durchgeführt (Simulationen mit IDA-ICE und Berechnungen nach SIA 380/1:2009). Anschliessend werden nochmals kleinere Präzisierungen bei der Gebäudehülle vorgenommen, weil mit den ursprünglichen Annahmen 80% der Varianten die Primäranforderung nach MINERGIE-P erfüllt hätten. Durch Anpassungen bei den Wärmebrücken der Fenster, die Ergänzung mit den Verlusten via Treppenhaus ins unbeheizte UG und die Ausführung der Außenwand in Leichtbau statt Massivbau konnte dies korrigiert werden.

Die Resultate der Berechnungen nach SIA 380/1:2009 [2] sind in Fig. 1 dargestellt. Die Varianten sind im Anhang und im Grundlagendokument [1] beschrieben. Der Unterschied zwischen opakem U-Wert $U_w = 0.1 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ (Variante 1 bis 8) und $U_w = 0.2 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ (Variante 9 bis 16) ist sehr gering. Das hängt damit zusammen, dass hier die Bedeutung der opaken Wandfläche im Vergleich mit den Fensterflächen klein ist. Die Varianten mit einer Fensterfläche von 70% (ungerade Nummern) weisen durchwegs einen höheren Heizwärmeverbrauch Q_h aus als die Varianten mit 50% Fensterfläche (gerade Nummern). Dies hängt damit zusammen, dass im Norden jeweils der gleiche Fensterflächenanteil vorhanden ist wie im Süden. Der Verlust im Norden kann nicht durch entsprechende Solargewinne ausgeglichen werden. Das Drehen der Nordfassade beim Gebäudetyp T11 zur Westfassade (Gebäudetyp T12) hat vergleichsweise geringen Einfluss auf den Heizwärmeverbrauch Q_h . Vergleicht man die Varianten des quadratischen Gebäudes T20 mit den Varianten der Gebäude T11 und T12 schneidet T20 besser ab. Dies spiegelt sich auch wieder in der Gebäudekompattheit A_{th}/A_E , bei T11 und T12 liegt sie bei 1.02, bei T20 bei 0.99.

FIG. 1: Resultate der Berechnung nach Norm SIA 380/1:2009. Die Primäranforderung von MINERGIE-P ist im Diagramm ersichtlich. 14 der 48 Varianten erfüllen die Anforderung.



Die Berechnungen der Nutzenergie (heizen, kühlen, Beleuchtung) mit dem Simulationsprogramm IDA-ICE liegen ebenfalls vor. Die Resultate werden vor einer Veröffentlichung aber noch auf Robustheit und Sensitivität überprüft.

Bewertung 2008 und Ausblick 2009

Die ersten Resultate zeigen nicht ganz unerwartet die hohe Bedeutung des Elektrizitätsbedarfs für die Beleuchtung. Aus diesem Grund sind die für die Berechnungen getroffenen Annahmen bei der Beleuchtung auf ihre Robustheit und Sensitivität zu prüfen.

Anschliessend können die Berechnungsergebnisse definitiv ausgewertet werden und in die Analyse überführt werden. Je nach noch zu definierenden Zusatzarbeiten wird das Projekt Ende erstes oder zweites Quartal 2009 abgeschlossen.

Referenzen

- [1] **Gebäudedefinition Gesamtenergieeffizienz, Grundlagen für thermische Raumsimulation HSLU**
- [2] **SIA 380/1:2009, Termische Energie im Hochbau, Ausgabe 2007**
- [3] **SIA Merkblatt 2024, Standard-Nutzungsbedingungen für die Energie- und Gebäudetechnik, Ausgabe 2006**

Anhang

GEBÄUDEÜBERSICHT

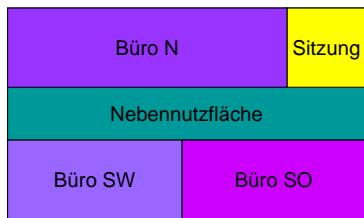


Fig. 2

Gebäude T11, einfacher Grundriss mit Gruppenbüros, Sitzungszimmer und Nebennutzflächen für Treppe, Lift und WC Anlagen. Gebäude mit einem Fensterband.



Fig. 3

Gebäude T12 entspricht dem Gebäude T11, wurde aber um 270° gedreht.

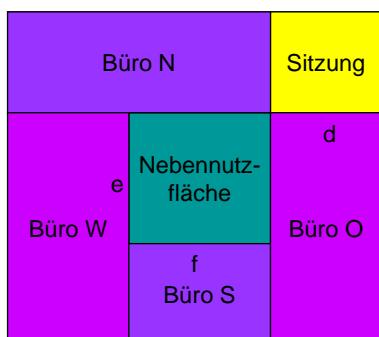


Fig. 4

Gebäude T20, einfacher Grundriss mit Gruppenbüros, Sitzungszimmer und Nebennutzflächen für Treppe, Lift und WC-Anlagen. Gebäude mit einem Fensterband. Die Kernzone hat kein Tageslicht.

Für alle Gebäudetypen gelten folgende Nutzungen:

Gruppenbüro: SIA Merkblatt 2024 [3] Nutzung 3.1

Sitzungszimmer: SIA Merkblatt 2024 [3] Nutzung 3.3

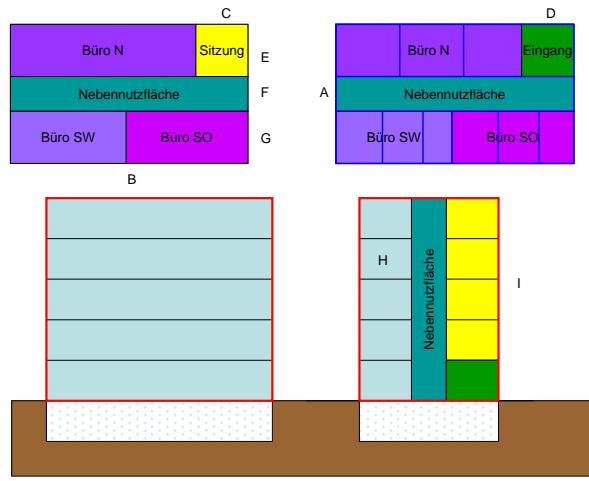
Eingang: SIA Merkblatt 2024 [3] Nutzung 3.4

Nebennutzfläche: SIA Merkblatt 2024 [3] Nutzung 12.2

Für die internen Lasten werden die Standardwerte eingesetzt, bei der Beleuchtung wird der tiefste Wert des angegebenen Bereichs ausgewählt.

GEBÄUDEGEOMETRIE UND NUTZUNG

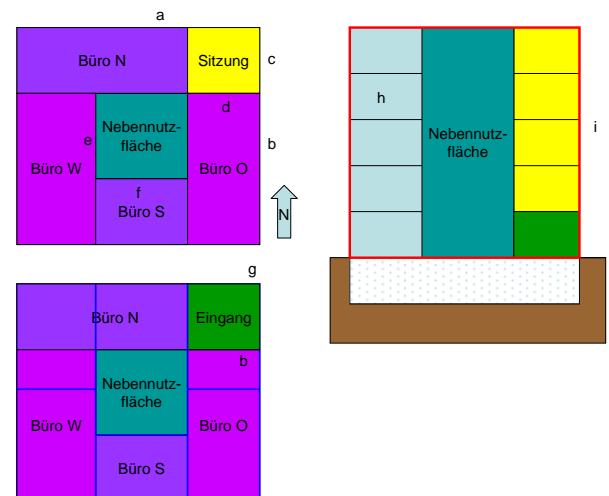
Fig. 5: Gebäudetyp T11 und T12 mit allen Geschoßgrundrisse. EG mit Zone „Eingang“, alle OG mit Zone „Sitzung“, das UG ist nicht beheizt und ganz im Erdreich.



A	15 m
B	28 m
C	6 m
D	6 m
E	6 m
F	3 m
G	6 m
H	3 m
I	15 m

(Lichte Nettomasse)

Fig. 6: Gebäudetyp T20 mit allen Geschoßgrundrisse. EG mit Zone „Eingang“, alle OG mit Zone „Sitzung“, das UG ist nicht beheizt und ganz im Erdreich.



a	21 m
b	21 m
c	6 m
d	6 m
e	9 m
f	9 m
g	6 m
h	3 m
i	15 m

(Lichte Nettomasse)

PARAMETER UND BERECHNUNGSVARIANTEN

Fig. 7: Bezeichnung und Werte der Parameter.

Bezeichnung	Kurz	Wert	Kurz	Wert
opaker U Wert	OU1	0.1 W/(m ² K)	OU2	0.2 W/(m ² K)
Glas U-Wert	FU1	0.5 W/(m ² K)	FU2	1.0 W/(m ² K)
Glas g-Wert	FG1	0.4 ($\tau = 0.35$)	FG2	0.6 ($\tau = 0.50$)
Fensteranteil	FA1	50% (Nettofläche)	FA2	70% (Nettofläche)

Fig. 8: Zusammenfassung der Kombinationen. Sie sind für alle Gebäudetypen gleich. Es werden bewusst auch Kombinationen gewählt, welche zurzeit in der Praxis nicht realisierbar sind (z.B. $U_g = 0.5\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$ und $g = 0.6$).

Gebäudetypen	Variante	opaker U-Wert	Glas U-Wert	Glas g-Wert	Fensterflächenanteil
T11 - T12 - T20	01	OU1	FU1	FG1	FA1
T11 - T12 - T20	02	OU1	FU1	FG1	FA2
T11 - T12 - T20	03	OU1	FU1	FG2	FA1
T11 - T12 - T20	04	OU1	FU1	FG2	FA2
T11 - T12 - T20	05	OU1	FU2	FG1	FA1
T11 - T12 - T20	06	OU1	FU2	FG1	FA2
T11 - T12 - T20	07	OU1	FU2	FG2	FA1
T11 - T12 - T20	08	OU1	FU2	FG2	FA2
T11 - T12 - T20	09	OU2	FU1	FG1	FA1
T11 - T12 - T20	10	OU2	FU1	FG1	FA2
T11 - T12 - T20	11	OU2	FU1	FG2	FA1
T11 - T12 - T20	12	OU2	FU1	FG2	FA2
T11 - T12 - T20	13	OU2	FU2	FG1	FA1
T11 - T12 - T20	14	OU2	FU2	FG1	FA2
T11 - T12 - T20	15	OU2	FU2	FG2	FA1
T11 - T12 - T20	16	OU2	FU2	FG2	FA2