

Erhebung Energieverbrauch an Schulen der Zentralschweiz

Die Vorgeschichte

Energieeffizienz und sparsamer Umgang mit Energie sind Themen, die stets auf allen Schulstufen im Unterricht behandelt und gelebt werden. Die Frage, wie viel Energie für die Bildung aufgewendet wird, konnten weder die Statistischen Ämter noch die Energiefachstellen der Kantone und des Bundes schlüssig beantworten. Aus unserer Sicht müsste man aber den eigenen Energieverbrauch kennen, wenn man sein Spar- und Effizienzpotenzial kennen will. Daher beschlossen die Verantwortlichen für Schularbeit von CKW, selbst eine Erhebung machen zu lassen. In der Folge wurde die Hochschule Luzern – Technik & Architektur – beauftragt, diese Erhebung durchzuführen.

Ziel

Kennzahlen erarbeiten, wie viel Strom, Wärme und Wasser an Schulen in der Zentralschweiz verbraucht wird. Aufgliederung nach den Schulstufen Primarschule, Sekundarstufen I und II, Gymnasien und Hochschulen.

Vorgehen

Rund hundert Schulen wurden angefragt, sich an der Erhebung zu beteiligen. Insgesamt wurden 90 Fragebögen versandt. 43 wurden retourniert, 40 konnten ausgewertet werden. Die Ergebnisse sind auf den nächsten Seiten abgebildet.

Zum Vergleich: Energiekennzahlen SIA

Der Elektrizitätsbedarf (pro Jahr) gemäss der SIA Norm 380/4 "Elektrische Energie im Hochbau" von 2006 für Schulzimmer (Nutzung gemäss SIA Merkblatt 2024) ist in Tabelle 6 dargestellt. Die Personenfläche beträgt für Schulzimmer $3 \text{ m}^2/\text{P}$ (netto).

	[kWh/m ²]	[kWh/Schüler]
Grenzwert Elektrizitätsbedarf Beleuchtung Schulzimmer	21	63
Zielwert Elektrizitätsbedarf Beleuchtung Schulzimmer	7	21
Grenzwert Elektrizitätsbedarf Lüftung Schulzimmer	7	20
Zielwert Elektrizitätsbedarf Lüftung Schulzimmer	2	5

Tabelle 6 Elektrizitätsbedarf gemäss SIA 380/4

Die Energiekennzahl für ein Schulhaus mit Turnhalle (Schulhaus zweigeschossig, 10 Schulzimmer à 60 m^2 , 5 Übungsräume à 40 m^2 ; Turnhalle eingeschossig; Gebäudehüllzahl 1.7) beträgt 28.75 kWh/m^2 . Die Gebäudehüllzahl ist das Verhältnis der thermischen Gebäudehülle zur Energiebezugsfläche und charakterisiert die Form und die Abmessung des Gebäudes.

Gemäss der SIA Norm 380/1 "Thermische Energie im Hochbau" von 2007 wird der in Tabelle 7 aufgelisteten Wärmeenergiebedarf (pro Jahr) für Schulhäuser angegeben. Die Zahlen sind für Neubauten und Schulhäuser mit einer Gebäudehüllzahl von 1.2 gültig. Die Personenfläche beträgt für Schulen $10 \text{ m}^2/\text{P}$. Der Zielwert beträgt 60% vom Grenzwert.

	[kWh/m ²]	[kWh/Schüler]
Grenzwert Wärmeenergiebedarf	66	664
Zielwert Wärmeenergiebedarf	40	398

Tabelle 7 Wärmeenergiebedarf gemäss SIA 380/1

Der Heizwärmebedarf (pro Jahr) für Schulhäuser nach Minergie und Minergie-P ist in Tabelle 8 aufgelistet. Die Zahlen beziehen sich auf die SIA Norm 380/1 von 2007. Sie sind für Neubauten und Schulhäuser mit einer Gebäudehüllzahl von 1.2 gültig. Die Personenfläche beträgt $10 \text{ m}^2/\text{P}$.

	[kWh/m ²]	[kWh/Schüler]
Grenzwert Heizwärmebedarf SIA 380/1 (100%)	59	594
Grenzwert Heizwärmebedarf Minergie (60%)	36	357
Grenzwert Heizwärmebedarf Minergie-P (40%)	24	238

Tabelle 8 Wärmeenergiebedarf Minergie-P

Ergebnisse der Erhebung

Ergebnisse in Kurzform:

Die durchschnittlichen jährlichen Verbrauchszahlen lauten:

- Strom 400 kWh/Schüler
- Wärme 1480 kWh/Schüler
- Wasser 4,8m³/Schüler

Hinweise:

- Die Zahlen in Klammern entsprechen der Anzahl der ausgewerteten Schulhäuser.
- Die Berufsschulen fallen durch tiefere Werte als bei Mittelschulen auf. Dies liegt darin begründet, dass Berufsschüler nur Teilpensen in der Schule sind, ein Arbeitsplatz daher mehrfach belegt ist.
- Schulen mit Internaten und Hallenbädern sind in diesen Aufstellungen nicht berücksichtigt.

Energieverbrauch nach Schulstufe

	Jährlicher Elektrizitätsverbrauch [kWh/Schüler]	Jährlicher Wärmeenergieverbrauch [kWh/Schüler]	Jährliche Wasserverbrauch [m ³ /Schüler]	Personenfläche [m ² /Schüler]
Kindergarten bis Oberstufe	410 (21)	1'760 (23)	5.3 (21)	24 (27)
Mittelschule	250 (2)	1'120 (2)	4.2 (2)	17 (2)
Berufsfachschule	140 (3)	280 (4)	0.9 (3)	5 (4)
Hochschule	750 (3)	1'120 (3)	5.2 (3)	30 (4)
Durchschnitt	400 (29)	1'480 (32)	4.8 (29)	22 (37)

Energieverbrauch nach Standort

	Jährlicher Elektrizitätsverbrauch [kWh/Schüler]	Jährlicher Wärmeenergieverbrauch [kWh/Schüler]	Jährliche Wasserverbrauch [m ³ /Schüler]	Personenfläche [m ² /Schüler]
Ländliche Gegend	400 (21)	1'580 (23)	5.0 (21)	23 (26)
Städtische Agglomeration	500 (4)	1'330 (5)	3.8 (4)	21 (7)
Stadt	310 (4)	1'080 (4)	4.6 (4)	16 (4)
Durchschnitt	400 (29)	1'480 (32)	4.8 (29)	22 (37)

Diskussion der Ergebnisse

Aus der Aufteilung des Energieverbrauchs nach Schulstufen kann man in Bezug auf den Elektrizitätsverbrauch folgende Aussagen machen:

- Ein Schüler der Stufe Kindergarten bis Oberstufe (410 kWh/Schüler) hat im Bezug auf alle Schulstufen einen durchschnittlichen Elektrizitätsverbrauch (400 kWh/Schüler).
- Ein Berufsschüler (140 kWh/Schüler) und ein Mittelschüler (250 kWh/Schüler) brauchen weniger Elektrizität als der Durchschnitt (400 kWh/Schüler).
- Ein Student an der Hochschule (750 kWh/Schüler) braucht deutlich mehr Elektrizität als der Durchschnitt (400 kWh/Schüler).
- Der Elektrizitätsverbrauch steht im direkten Zusammenhang mit der Fläche pro Person.

In Bezug auf den Wärmeenergieverbrauch lässt sich nach Schulstufen unterteilt folgende Aussage machen:

- Im Bezug auf den Durchschnitt (1'480 kWh/Schüler) braucht der Berufsschüler (280 kWh/Schüler) mit Abstand am wenigsten Wärmeenergie. Dieser weist auch die kleinste Fläche pro Schüler auf (5 m²).
- Ein Student an der Hochschule (1'120 kWh/Schüler) und der Mittelschüler (1'120 kWh/Schüler) brauchen geringfügig weniger Wärmeenergie als der Durchschnitt (1'480 kWh/Schüler). Die Fläche pro Hochschulestudent (30 m²) ist jedoch beinahe doppelt so gross, wie die pro Mittelschüler (17 m²).
- Am meisten Wärmeenergie benötigt ein Schüler der Stufe Kindergarten bis Oberstufe (1'760 kWh/Schüler) bei einer Fläche pro Schüler von 24 m².

Folgende Schlussfolgerungen können aus der Auswertung des Wasserverbrauchs unterteilt nach Schulstufen gemacht werden:

- Der hohe durchschnittliche Wasserverbrauch von 4.8 m³/Schüler (ohne Schulhäuser mit Schwimmbad und Internat) ist höchstwahrscheinlich auf das Duschen, insbesondere auf das abendliche Benutzen der Turnhallen und somit auch auf das Benutzen der Duschen durch Vereine, und auf das Bewässern von Aussenanlagen zurückzuführen.
- Der geringe Wasserverbrauch pro Berufsschüler (0.9 m³/Schüler) ist auf die kleine Fläche pro Schüler (5 m²) und das Fehlen von Turnhallen zurückzuführen.
- Der Wasserverbrauch pro Mittelschüler (4.2 m³/Schüler) liegt leicht unter dem Durchschnitt (4.8 m³/Schüler), der Wasserverbrauch pro Hochschulstudent (5.2 m³/Schüler) und pro Schüler der Stufe Kindergarten bis Oberstufe (5.3 m³/Schüler) liegt leicht darüber.

Aus den Ergebnissen der Auswertung nach Standort ist sichtbar, dass sich keine klaren Tendenzen des Energieverbrauchs ergeben und somit keine klaren Aussagen gemacht werden können. Der jährliche Elektrizitäts- und Wärmeenergieverbrauch steht im direkten Zusammenhang zur Fläche pro Schüler. Für die Auswertung aufgeteilt nach dem Jahr der letzten Sanierung, ist die vorhandene Datenmenge zu gering, um eine Aussage machen zu können.