

# FORSCHUNGSPROJEKT STROMVERBRAUCH IN SCHULEN

Schulen weisen nach der Sanierung oft einen deutlich höheren Strombedarf als vor der Sanierung auf.

**Autor:**  
DI Andreas Gremel

**A**uch völlig neu konzipierte Schulen klagen häufig über hohe Stromverbräuche bzw. -kosten. Zielwerte für den Stromverbrauch wie beim Wärmebereich (z.B. Bauordnung, NEH Standard, PH Standard) gibt es für die PlanerInnen bisher nicht. Dies waren die Ausgangspunkte für ein vom Land Tirol finanziertes Forschungsprojekt bei dem der Stromverbrauch von 12 neuen bzw. sanierten Volksschulen bzw. Neuen Mittelschulen genauer unter die Lupe genommen wurde. Aufgrund der unterschiedlichen Ausstattungsmerkmale (insbesondere bei Heizung, Warmwasser, Kühlung und Lüftung) und unterschiedlichen Nutzung (insbesondere Sporthalle) sind die spezifischen Gesamtverbräuche lt. Tarifzähler normalerweise nicht aussagekräftig bzw. nicht direkt vergleichbar. Es benötigt zumindest eine Unterscheidung bzw.

Bereinigung je nach Wärmeerzeugung für Heizung und Warmwasser, Ausstattung mit einer Klassenzimmerlüftung bzw. besonderen Nutzungszonen. Weiters ist ein Benchmark nur aufgrund des Tarifzählers bei Photovoltaikanlagen mit Eigenstromnutzung nicht möglich. Für vertiefte Benchmarks ist daher eine minimale Subzählerstruktur notwendig, die bisher in Schulen normalerweise nicht vorhanden ist.

**Die Aufteilung des Stromverbrauchs von 8 bis 18 kWh/m<sup>2</sup><sub>BGF,a</sub> in einer vollausgestatteten, sehr guten bis durchschnittlichen Schule setzt sich folgendermaßen zusammen: Werte in Klammer stellen sehr hohe gemessene Werte dar.**

- Heizung bzw. Wärmeverteilung: 0,4 – 1,4 (3,0) kWh/m<sup>2</sup>.a
- Zentrale Warmwasserbereitung im Sommer mit Strom: 0,8 – 1,6 (3,1) kWh/m<sup>2</sup>.a

- Sonstige Haustechnik (Lift, ...) 0,2 – 1,0 (2,0) kWh/m<sup>2</sup>.a
- Dachrinnenheizung, Begleitheizungen etc. 0,0 – 3,0 (6,0) kWh/m<sup>2</sup>.a
- Beleuchtung: 3 – 10 (16) kWh/m<sup>2</sup>.a
- Notbeleuchtung: 0,3 – 1,0 (2,5) kWh/m<sup>2</sup>.a
- EDV, Tafelsysteme, Beamer, Server: 1,7 – 3,3 (6,6) kWh/m<sup>2</sup>.a
- Kochen, Werken: 0,3 – 0,6 (0,8) kWh/m<sup>2</sup>.a
- Direktion, Lehrer, Gebäudebetreuung, Reinigung: 0,7 – 1,5 (2,7) kWh/m<sup>2</sup>.a

**Bereiche, die heute noch nicht zur Standardausrüstung gehören:**

- Klassenzimmerlüftung: 0,7 – 1,6 (3,8) kWh/m<sup>2</sup>.a
- Nachtkühlung mit Klassenzimmerlüftung: 0,2 – 0,5 (1,3)
- Vollkühlung über Grundwasser: 0,3 – 0,6 kWh/m<sup>2</sup>.a (1,5)

Um Schulen in Zukunft aussagekräftiger vergleichen zu können, wurde im Rahmen des Projekts ein Benchmarkbaukasten erarbeitet, der es ermöglicht, den an die Ausstattung und Nutzung angepassten Benchmarkwert zu ermitteln.

### Lastgangauswertung

Die Auswertung der Lastgänge ergab überraschend hohe Stromverbräuche bzw. elektrische Leistungen in den unter-



## WO LIEGT DER STROMVER- BRAUCH

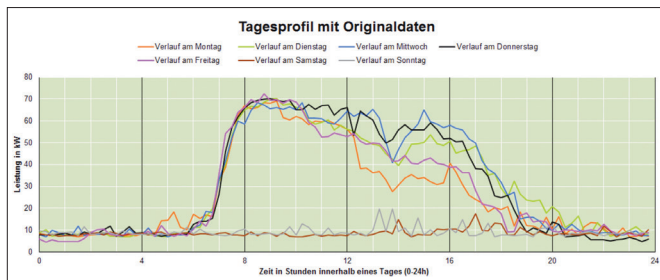
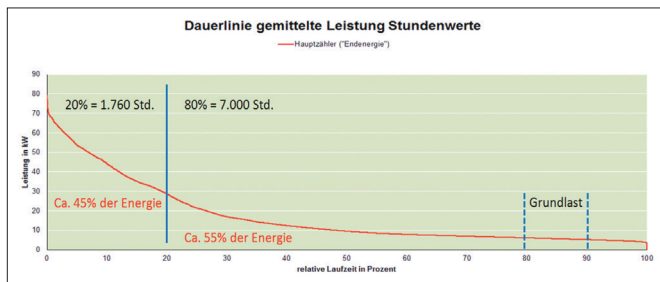
Der jährliche Stromverbrauch pro SchülerIn bzw. m<sup>2</sup><sub>BGF</sub> schwankt in den Schulen beträchtlich. Die Bandbreite bei den untersuchten 8 Neuen Mittelschulen (NMS) bzw. 4 Volksschulen (VS) lag zwischen folgenden Werten:

**VS:**  
11,3 bis 14,4 kWh/m<sup>2</sup><sub>BGF</sub> bzw. 183 bis 417 kWh/SchülerIn

**NMS:**  
7,8 bis 32,3 kWh/m<sup>2</sup><sub>BGF</sub> bzw. 224 bis 876 kWh/SchülerIn







Auswertung der Lastgänge

rechtsfreien Zeiten (Samstag, Sonntag, Ferien). Diese lagen teils nur geringfügig unter denen von Unterrichtstagen. Das zeigt sich auch darin, dass die Verbräuche in der unterrichtsfreien Zeit zwischen 48 % und 65 % des gesamten Stromverbrauchs der untersuchten Schulen ausmachten.

**Detailmessungen**

Detailmessungen wurden mit dem Messsystem von LineMetrics durchge-

führt. Hier konnten die Leistungen über Modbuszähler, Stromzähler mit Impulsausgang bzw. über Klappwandler online verfolgt und ausgewertet werden.

**Technische Einsparpotentiale!**

Mit dem Bau bzw. der Sanierung einer Schule werden die wesentlichen Stromverbräuche für die Zeit bis zur nächsten Renovierung festgelegt. Spätere Verbesserungen sind auch aufgrund der Struktur (Schulverbände) meist nur schwer möglich bzw. wirtschaftliche unrentabel. Entscheidend ist es daher, schon beim Neubau bzw. der Sanierung die technischen Voraussetzungen für einen effizienten Betrieb sicherzustellen.

**Wesentliche technische Einsparmöglichkeiten bei Neubau und Sanierung:**

1. Bei einer zentralen WW-Bereitung beträgt der Nutzungsgrad meist unter 10 %. Lösung: Ein Speicher ohne Zirkulation direkt bei den Nassräumen der Sportstätten (Einsparung bis 80 %, Speicherverluste bleiben erhalten), alle anderen Zapfstellen mit Durchlauferhitzern (keine Kleinspeicher) Einsparung ca. 70 – 95 %.
2. Klassenzimmerlüftung mit Luftqualitätsfühler und variabler Druckregelung (20 – 50 %)

**Detailmessung Warmwasserspeicher:**



3. LED-Beleuchtung (insbesondere in Sporthallen) (ca. 50 %)
4. Vermeidung von Standby bei Beleuchtungen in BUS-Systemen (z.B. KNX/DALI)
5. Zentrale bzw. gruppenweise LED-Notbeleuchtung (ca. 50 %)
6. Einfache Umschaltmöglichkeit zwischen Winter- und Sommerbetrieb bzw. Schulbetrieb und Ferienbetrieb, bei dem alle nicht notwendigen Verbraucher stromlos geschaltet werden
7. Begrenzung der Laufzeit von Heizungspumpen in der Nacht bzw. an Wochenenden bei gemäßigten Außentemperaturen (ca. 25 %)
8. Maßnahmen zur gesicherten (völligen) Abschaltung von EDV, Beamer, Tafeln etc.
9. Vermeidung von Dachrinnenheizungen bzw. Gullyheizungen



- Haustechnik (Heizung, Kühlung, Warmwasser, Lüftung)
- Beleuchtung
- EDV-Ausstattung inkl. Beamer, Tafeln etc.
- Sonstige Ausstattung (Schulküchen, Werkstätten etc.)

Den Leitfaden bzw. den Enderbericht finden sie unter Schulen auf [www.komfortlüftung.at](http://www.komfortlüftung.at)

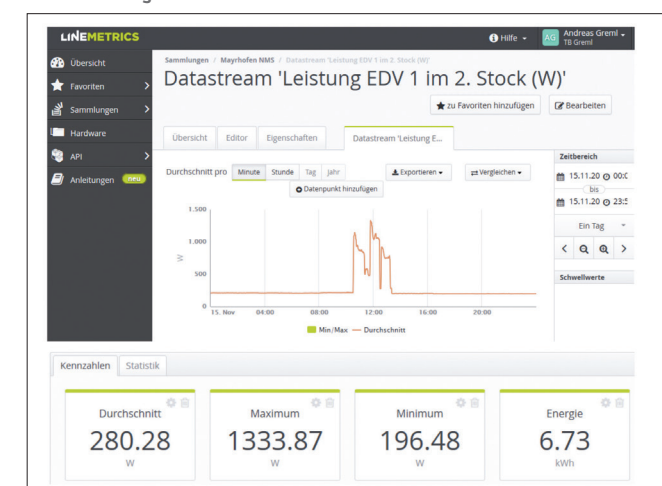
**Einsparpotentiale aufgrund des Nutzerverhaltens**

Die Einsparmöglichkeiten aufgrund des Nutzerverhaltens werden meist überschätzt. Wobei die Möglichkeiten des Hausmeisters den Stromverbrauch zu reduzieren meist größer sind als die der LehrerInnen und SchülerInnen.

**Leitfaden für die Abschätzung und Optimierung des Stromverbrauchs in Schulen**

Der Leitfaden für die Abschätzung und Optimierung unterteilt sich in folgende Bereiche:

**Detailmessung EDV-Raum:**



Detailmessungen wurden mit dem Messsystem von LineMetrics durchgeführt