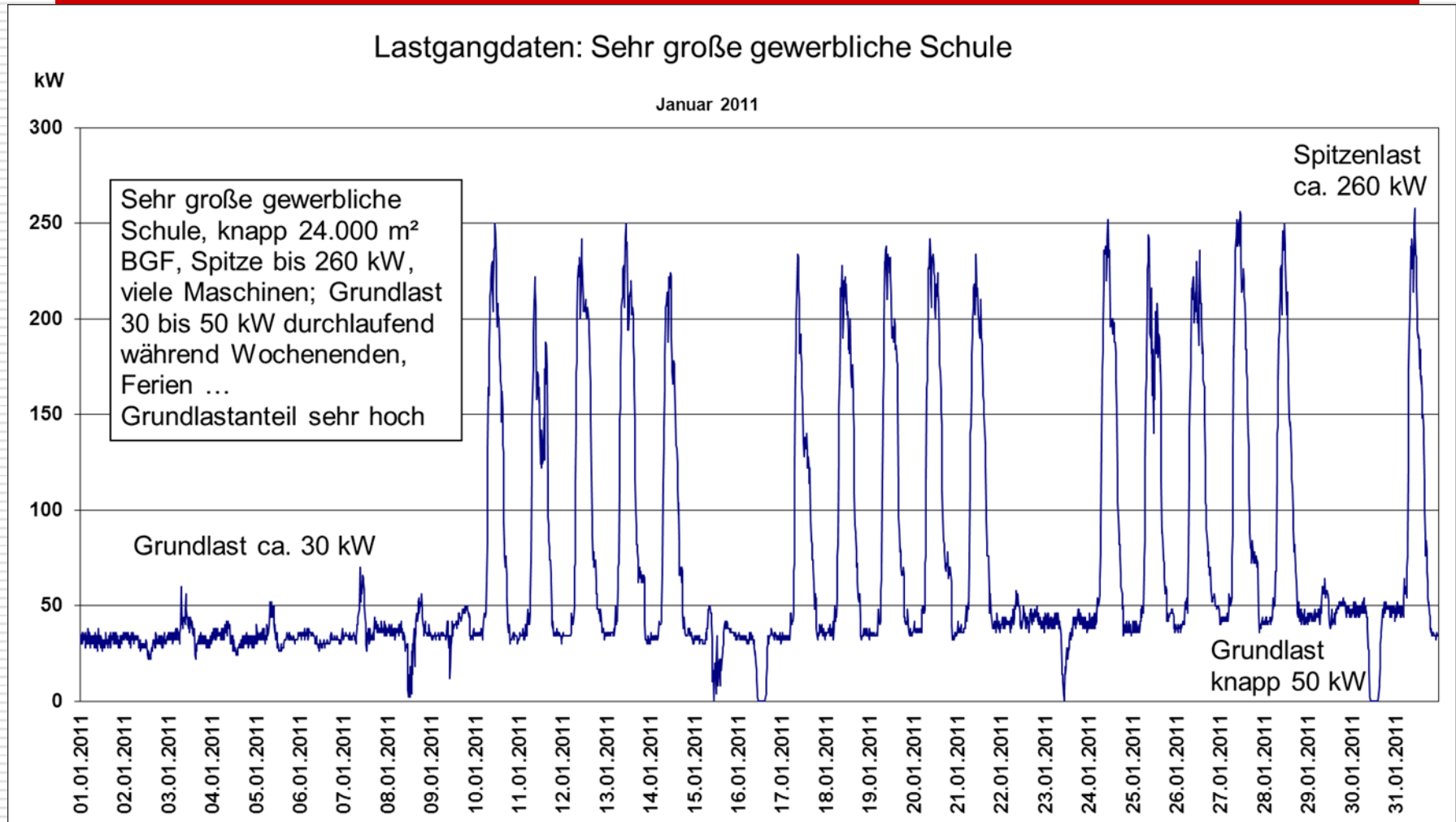


Stromsparkkonzepte für 5 Schulen auf Basis detaillierter Stromverbrauchsanalysen

**Entwicklung von elektrischen Kenndaten
abgeleitet aus der elektrischen Lastganglinie**

Ursula Rath
CONSISTE Tübingen

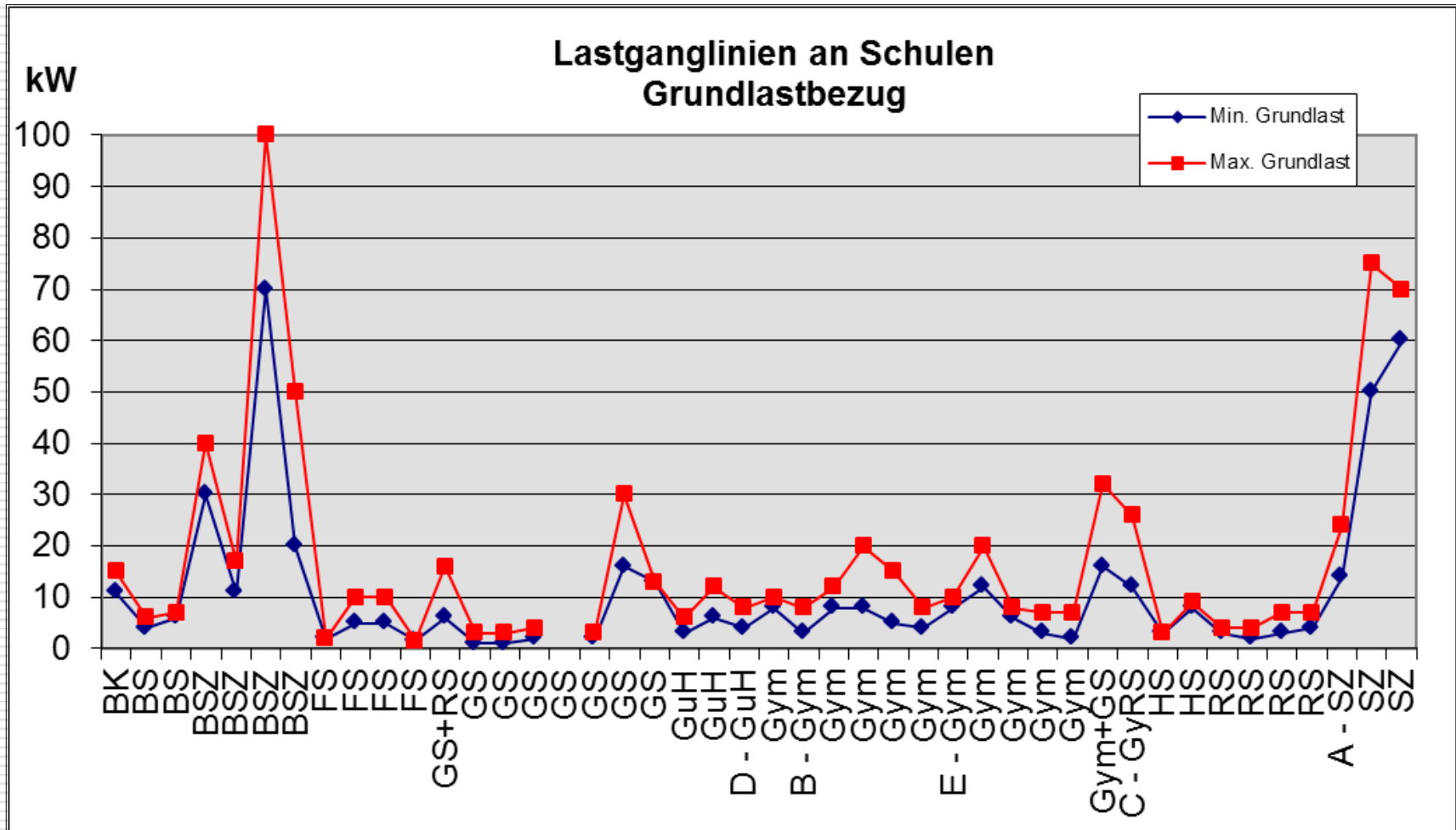
Lastganglinien an Schulen



Fragestellungen bzw. Eckdaten

- ☐ Singulärer oder häufig vorkommender Fall?
- ☐ Typischer Leistungsbereich?
- ☐ Hohe Last spezifisch für bestimmte Schultypen?
- ☐ Jeweils 20 Beispiele aus Tübinger und Aachener Raum; 4 weitere Objekte aus Tübingen nachrichtlich mitgeführt. Koop. mit inco Aachen
- ☐ 1 kW Leistungsparsparnis reduziert die jährlichen Kosten des Schulträgers um etwa 1.300 Euro (kalkuliert mit 6.500 Std. Leerlauf, knapp 2.300 Std. Nutzung und 20 ct/kWh).

Lastganglinien an Schulen



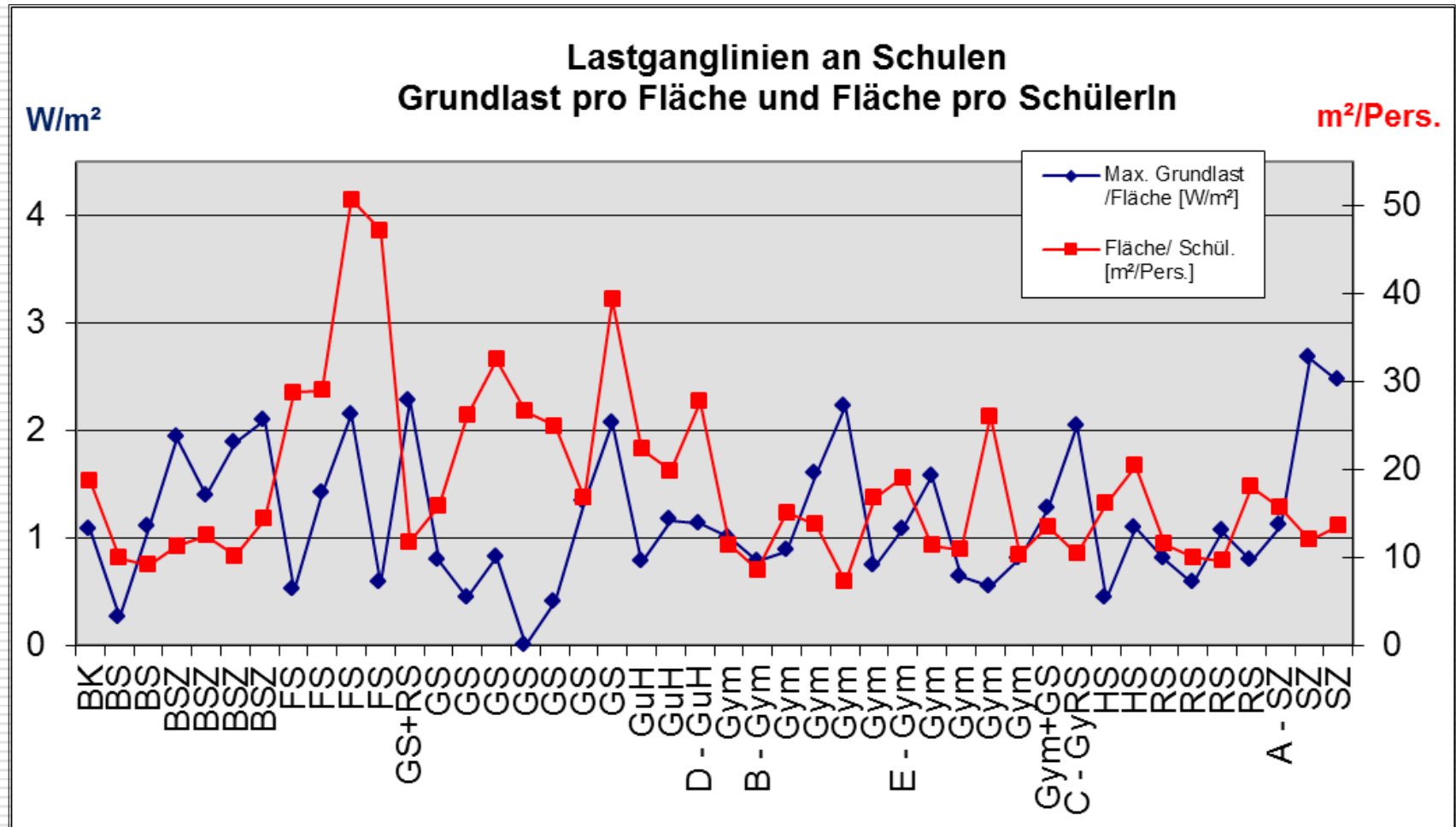
Verwendete Kürzel

- ☐ BK – Berufskolleg
- ☐ BS/BSZ – Berufsschule/-zentrum
- ☐ FS – Förderschule
- ☐ GS – Grundschule
- ☐ GuH – Grund- und Hauptschule
- ☐ Gym – Gymnasium
- ☐ GyRS – Gym + RS
- ☐ HS – Hauptschule
- ☐ RS – Realschule
- ☐ SZ – Schulzentrum

Lastganglinien an Schulen

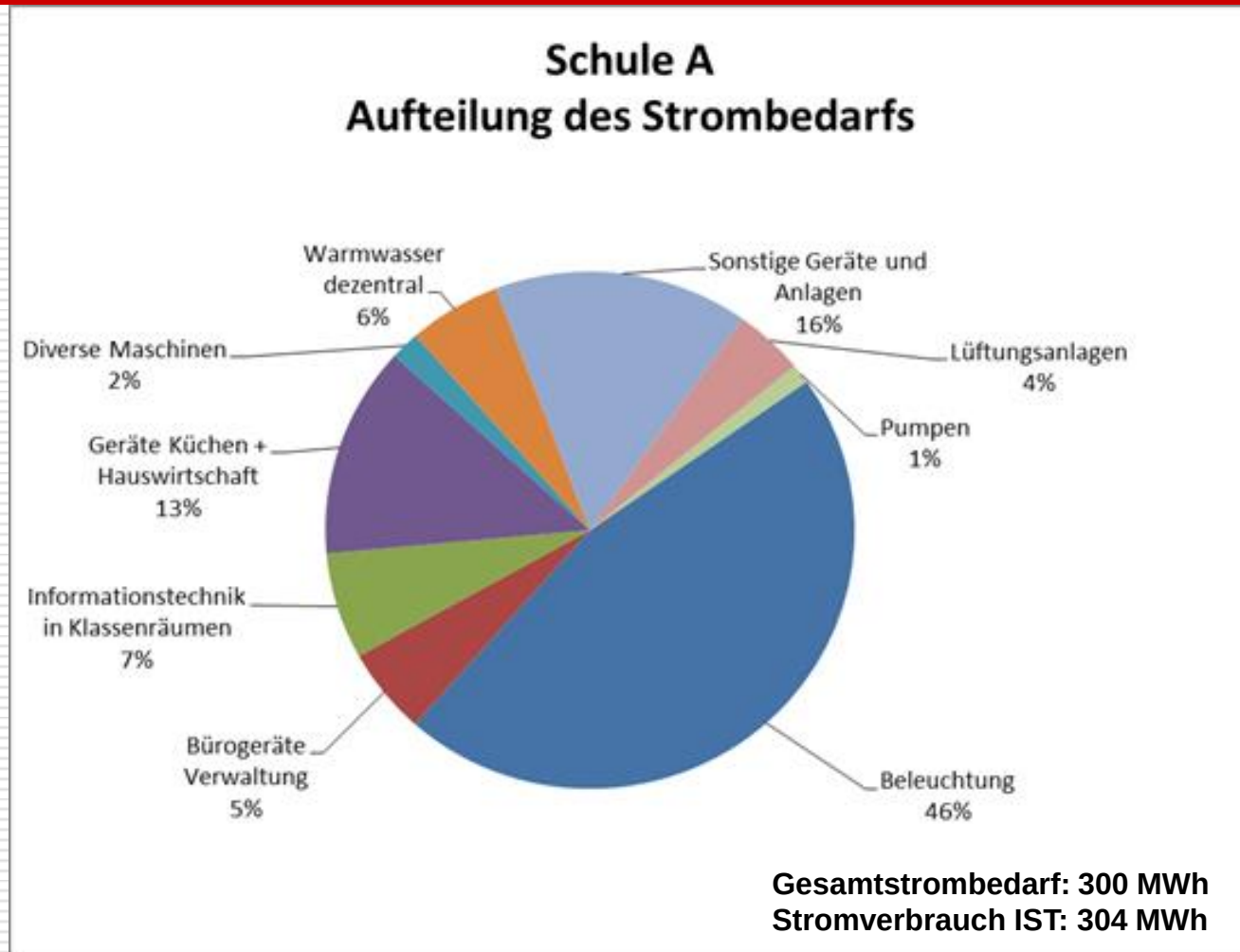
Schule	Schule [Nr., Kürzel]	Schul- typ	Nutz- fläche (BGF) [m²]	Mittl. Strom- bezug über 5 J. [kWh]	Zahl Schüler- Innen	Grund- last [kW] von...bis		Max. Spitzen- last [kW]
A	3, FH	SZ	21.647	303.996	1.380	14	24	180
B	4, W	Gym	10.259	125.158	1.201	3	8	75
C	9, DG	Gym + RS	12.760	308.423	1.230	12	26	160
D	15, HK	GS + RS	7.076	90.174	255	4	8	52
E	19, LM	Gym	9.243	222.844	485	8	10	140

Lastganglinien an Schulen

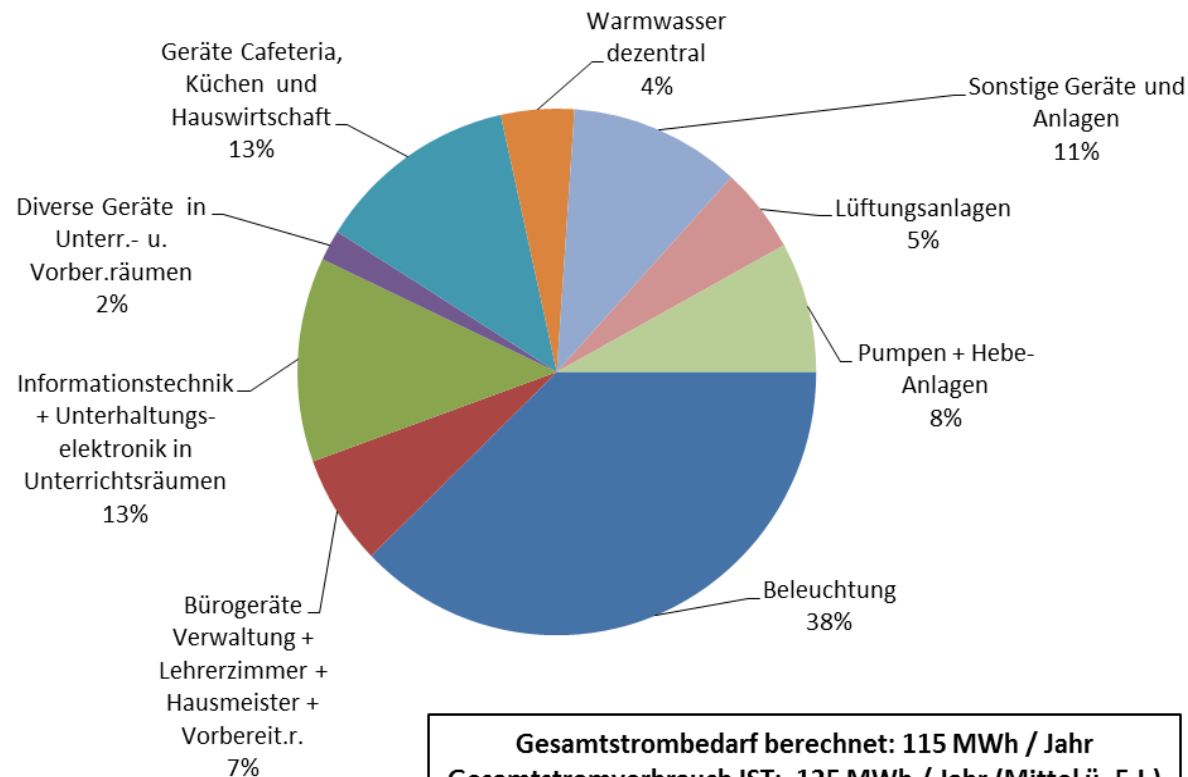


Herangehensweise bei Stromsparkonzepten

- ☐ Ausführliche Begehung und Erhebung der elektrischen Verbraucher/-gruppen
- ☐ Absprache bzgl. Nutzungszeiten mit Hausmeister, ggf. mit LehrerInnen
- ☐ Hochrechnung
- ☐ Abgleich der Berechnungsergebnisse m. Hausmeister
- ☐ Resultate der Hochrechnung meist 0 – 8% über/unter Durchschnittsverbrauch
- ☐ Ergebnis: Stromsparkonzept auf Basis der vorgefundenen Verbrauchsschwerpunkte

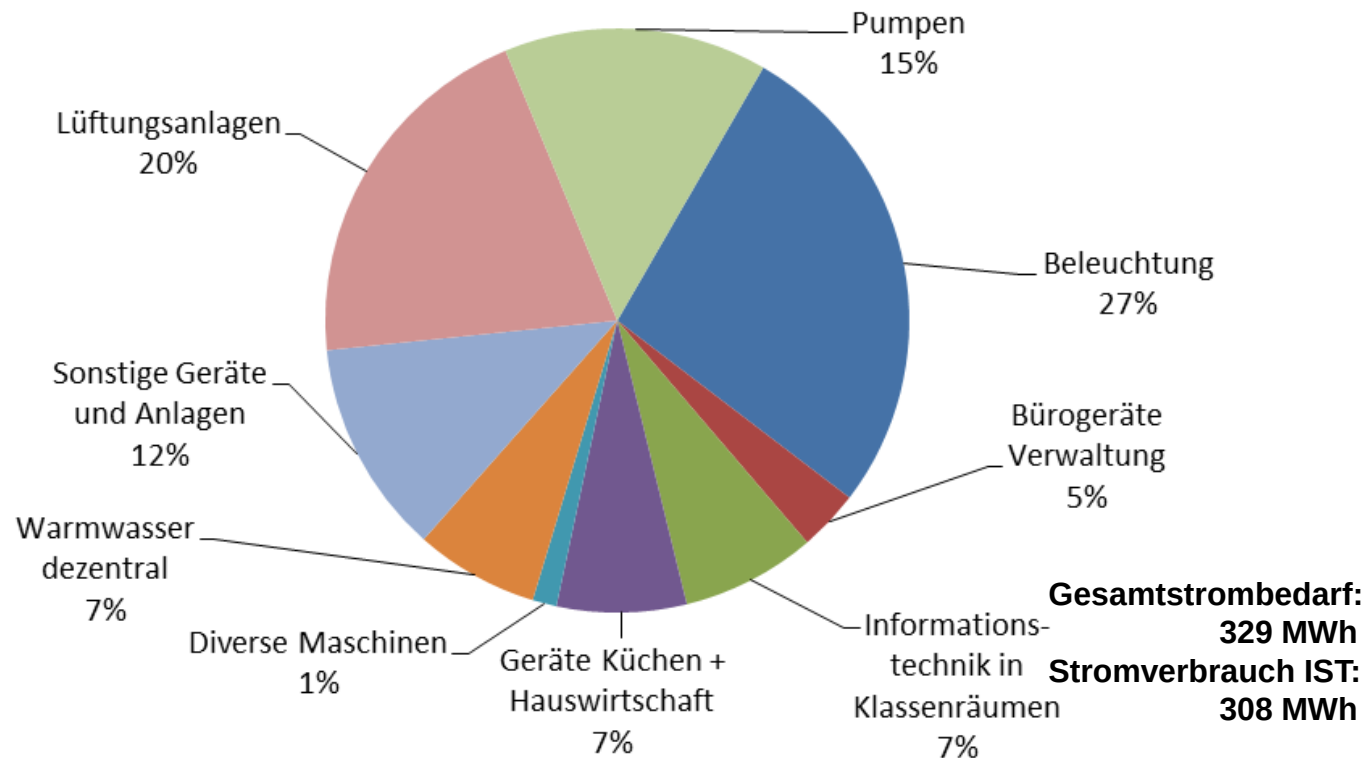


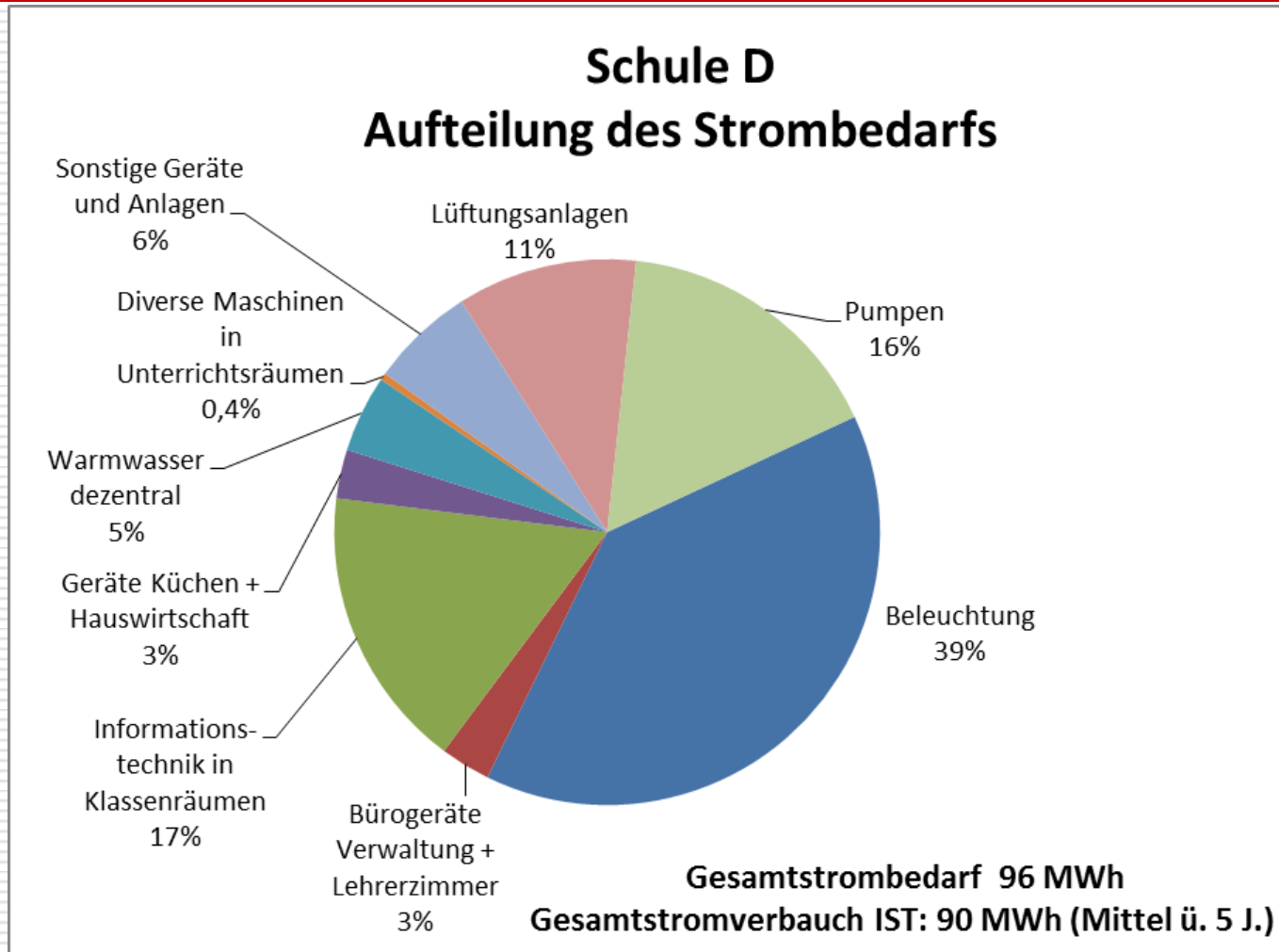
Schule B Aufteilung des Strombedarfs

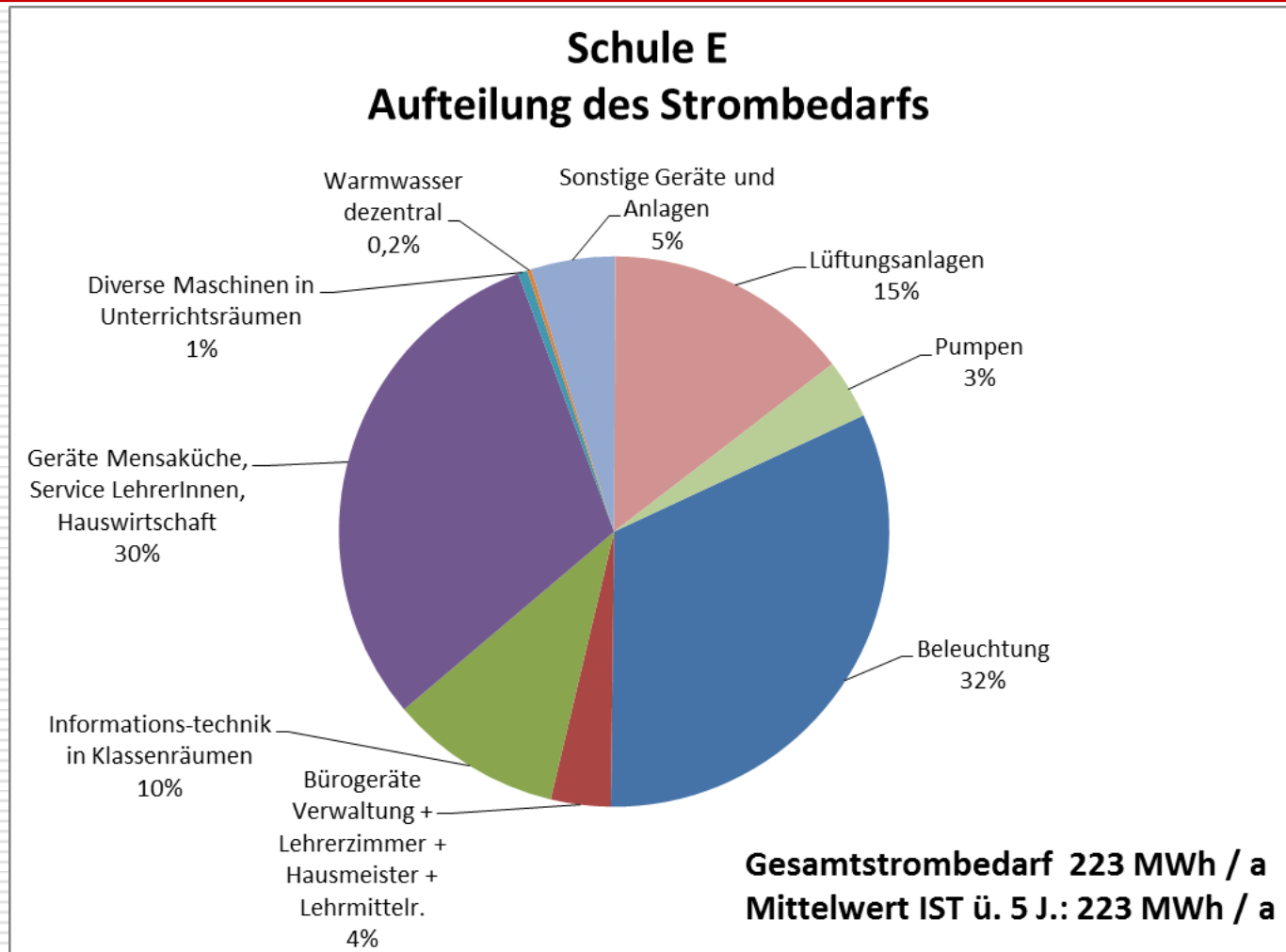


Gesamtstrombedarf berechnet: 115 MWh / Jahr
Gesamtstromverbrauch IST: 125 MWh / Jahr (Mittel ü. 5 J.)

Schule C Aufteilung des Strombedarfs







Lastganglinien an Schulen

**Schule D, 4 bis 8 kW Grundlast → ca. 40 MWh (6 kW x 6.500 h)
(90 MWh Jahresstromverbrauch)**

Geräte und Anlagen, die ggf. nachts / Wochenende / Ferien durchlaufen	An- zahl	Betriebs- dauer tägl.	Leist.- bezug je Gerät	Leist.- bezug Geräte- gruppe	Strom- bedarf pro Gerät	Strom- bedarf Geräte- gruppe
(geschätzt, gerundet)		[h]	[W]	[W]	[kWh/a]	[kWh/a]
Stand-by Verwaltung	24	10	10	240	57	1.360
Stand-by Unterricht	69	10	10	690	57	3.920
Telefonanlage	2	24	100	200	876	1.750
Brand-/Einbruchmelde.	2	24	200	400	1.752	3.500
Server	2	24	100	200	876	1.750
Schaltrelais / Switches	4	24	50	200	438	1.750
WLAN / Modem	4	24	10	40	88	350
Zu-/Abluft Umkleide-R.	7			5.240		10.230
Kühl-/Gefrierschränke	5	8	85	425	248	1.240
Warmwasserspeicher	14			28.000		4.380
Lüftungsanlagen	7			5.240		10.230
Pumpen	23			5.490		15.700
Summe				46.400		56.200

Schule	Schul- typ	Besonderheiten der Schulen
A	SZ	mehrere Ausgabe- und Lehrküchen, Küchenbetrieb überwiegend durch Caterer, wenig Technik, keine Sporthalle, Tiefgarage, Stadtteilbibliothek
B	Gym	Viele Sanierungsschritte bereits erfolgt, 1 Sport- und 1 Gymnastikhalle, Nutzung einer auswärtigen Sporthalle, keine Mensa, nur Cafeteria, Musikzug, offene Ganztagesbetreuung, viele AGs, Fernwärmebezug
C	Gym + RS	Mensa (betrieben durch Elternverein), 3-Feld-Sporthalle, Beleuchtung für Parkplatz + Schulhof + Radweg (2014 LED)
D	GS + RS	3-Feld-Sporthalle mit Gymnastikhalle, keine Mensa
E	Gym	Mensa (mit Versorgung anderer Gebäude), Mensabetrieb durch Caterer, Sporthalle mit Gymnastikhalle
		Sporthallen werden in der Regel abends und z.T. auch am Wochenende von Vereinen genutzt

Lastganglinien an Schulen

Schule	Fläche /Schül. [m²/P.]	Grundlast/ Schül. Max.Min. [W/Pers.]		Max. Grund- last/Fl. [W/m²]	Max. Spitzenlast / Schül. /Fläche [W/Pers.] [W/m²]		Strombezug / Schül. /Fläche [kWh/P.] [kWh/m²]		VDI 3807 Richtwert ... Mittelwert [kWh/m²]
A	15,7	17,4	10,1	1,1	130	8,3	220	14,0	8 ... 15
B	8,5	6,7	2,5	0,8	62	7,3	104	12,2	8 ... 10
C	10,4	21,1	9,8	2,0	130	12,5	251	24,2	7 ... 10
D	27,7	31,4	15,7	1,1	204	7,3	354	12,7	7 ... 11
E	19,1	20,6	16,5	1,1	289	15,1	459	24,1	8 ... 10
Grenz- werte	hoch > 20 tief < 10	hoch >20 tief < 10	hoch >15 tief < 5	hoch > 2 tief < 1	hoch > 150 tief < 100	hoch>15 tief < 8	hoch> 250 tief < 150	hoch > 25 tief < 15	

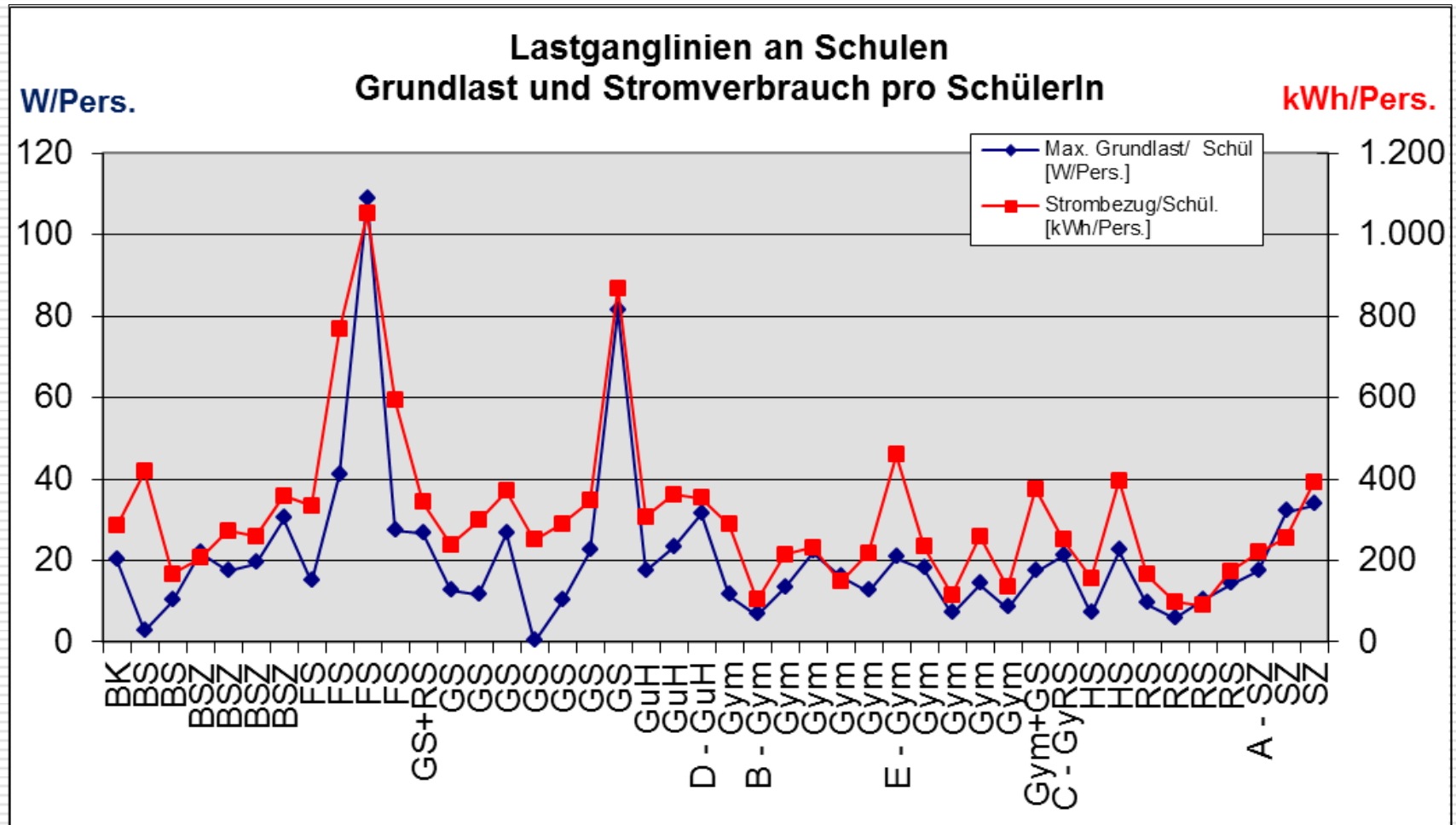
- ☐ VDI-Richtwert erreicht keine der Schulen, Mittelwert nur eine.
Zwei überschreiten diese Werte deutlich
- ☐ Sporthallen bei B, C, D, E vorhanden
- ☐ Mensa/Küchen bei A, C, E vorhanden

Lastganglinien an Schulen

Schule	Fläche /Schül. [m²/P.]	Grundlast/ Schül. Max.Min. [W/Pers.]		Max. Grund- last/Fl. [W/m²]	Max. Spitzenlast / Schül. /Fläche [W/Pers.] [W/m²]		Strombezug / Schül. /Fläche [kWh/P.] [kWh/m²]		VDI 3807 Richtwert ... Mittelwert [kWh/m²]
A	15,7	17,4	10,1	1,1	130	8,3	220	14,0	8 ... 15
B	8,5	6,7	2,5	0,8	62	7,3	104	12,2	8 ... 10
C	10,4	21,1	9,8	2,0	130	12,5	251	24,2	7 ... 10
D	27,7	31,4	15,7	1,1	204	7,3	354	12,7	7 ... 11
E	19,1	20,6	16,5	1,1	289	15,1	459	24,1	8 ... 10
Grenz- werte	hoch > 20 tief < 10	hoch >20 tief < 10	hoch >15 tief < 5	hoch > 2 tief < 1	hoch > 150 tief < 100	hoch>15 tief < 8	hoch> 250 tief < 150	hoch > 25 tief < 15	

- ☐ Fläche pro Schül. variiert mit Faktor > 3 (in Regelschulen!)
- ☐ Grundlast/Schül. Faktor 4,5, Grundl./Fläche Faktor 2,5
- ☐ Strombezug/Schül. fast Faktor 4,5, pro Fläche Faktor 2
- ☐ Spitzenlast/Schül. Faktor > 4,5, pro Fläche Faktor 2

Lastganglinien an Schulen



Résumé I

- Belegungsdichte beeinflusst Kennzahlen stark
- Strombezug pro Fläche nach VDI 3807 nur bedingt aussagefähig – hängt von Fläche/Schül. ab
- Interessant: Schule mit hoher Grundlast/Schül.
→ voraussichtlich hoher Stromverbr./Schül.
Bei Grundlast = 10 W/Schül. ist Stromverbrauch von 100 bis 200 kWh/Schül.*Jahr zu erwarten

Résumé II

- ☐ 10 bis 20 Watt Grundlast pro SchülerIn sind häufig aufzufinden, tiefe Werte bis 3 Watt sind möglich, bis zu 110 Watt (Förderschule) bzw. 80 Watt (Grundschule) kommen vor → → Objekte prüfen
- ☐ Strombezug pro SchülerIn häufig bei 150 bis 250 kWh/Pers.*a, 400 kWh/Pers.*a sind hoch
- ☐ Spezifische Zuordnung auf Schultyp mit der vorhandenen Stichprobe nur bedingt möglich, weitere Auswertungen sinnvoll
- ☐ Weitere Analysen hinsichtlich des Einflusses von Sporthallen und Mensen wären hilfreich

Résumé III

- Lastganglinie als Instrument, Ausreißer zu finden
- **Systematisierung der Grundlastverbraucher !!!!**
In welchem Leistungsbereich liegen die relevanten Geräte und Anlagen typischerweise?
- **Reduzierung Analyseaufwand f. Stromspar-konzepte durch Konzentration auf Grundlast-verbraucher als ersten Optimierungsschritt**

Erfahrungen anderer Projekte

- ☐ **8 Passivhaus-KiTa in Hannover [Plesser et al]:**
Passivhaus-Standard wird verfehlt, stromseitig u.a. wg. Grundlastverbrauchern wie Regeltechnik, Überwachung, Stand-by u.ä.
- ☐ **Monitoring Gebhard-Müller-Schule Biberach [Königsdorff et al]:**
Stromverbrauch außerhalb der Nutzungszeiten z.T. auf Transformatoren zurück zu führen, die schadlos ausgebaut werden konnten, zudem auf RLT – ebenfalls Grundlastverbraucher

Bericht zu LGL von 43 Schulen eingestellt unter ...

<http://www.enob.info/de/publikationen/publikation/details/analyse-von-lastganglinien-an-schulen/>

Aktuelle Studie wird in Kürze dort verfügbar sein

Danke für Ihr Interesse und Ihre Aufmerksamkeit!