



Quelle: IBUS Architekten und Ingenieure

Die erste Plusenergieschule Deutschlands in der Bewährungsprobe

Prof. Friedrich Sick, Sebastian Dietz,
Hochschule für Technik und Wirtschaft Berlin

Die erste Plusenergieschule Deutschlands in der Bewährungsprobe

- Die Grundschule Hohen Neuendorf
 - Das Energiekonzept
-

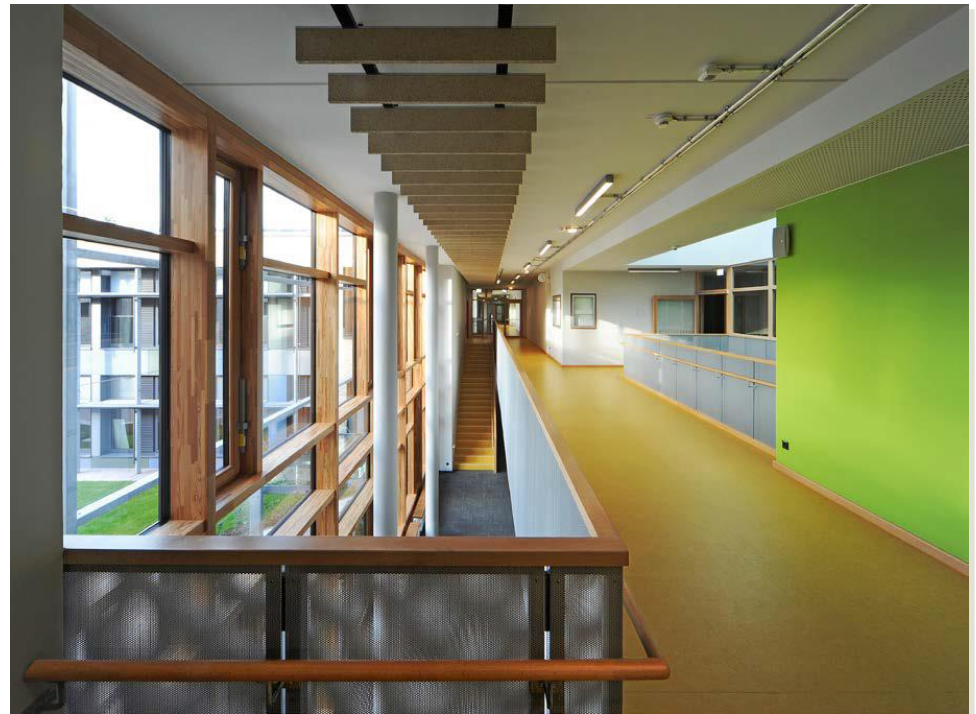
- | | | |
|---------------------------------|---|-----------|
| • Thermische Behaglichkeit | } | Nutzen |
| • Luftqualität | | |
| • Thermischer Energieverbrauch | } | Verbrauch |
| • Elektrischer Energieverbrauch | | |
| • Plusenergiebilanz | } | Bilanz |



Quelle: IBUS Architekten und Ingenieure



Quelle: IBUS Architekten und Ingenieure



Quelle: IBUS Architekten und Ingenieure



Quelle: IBUS Architekten und Ingenieure



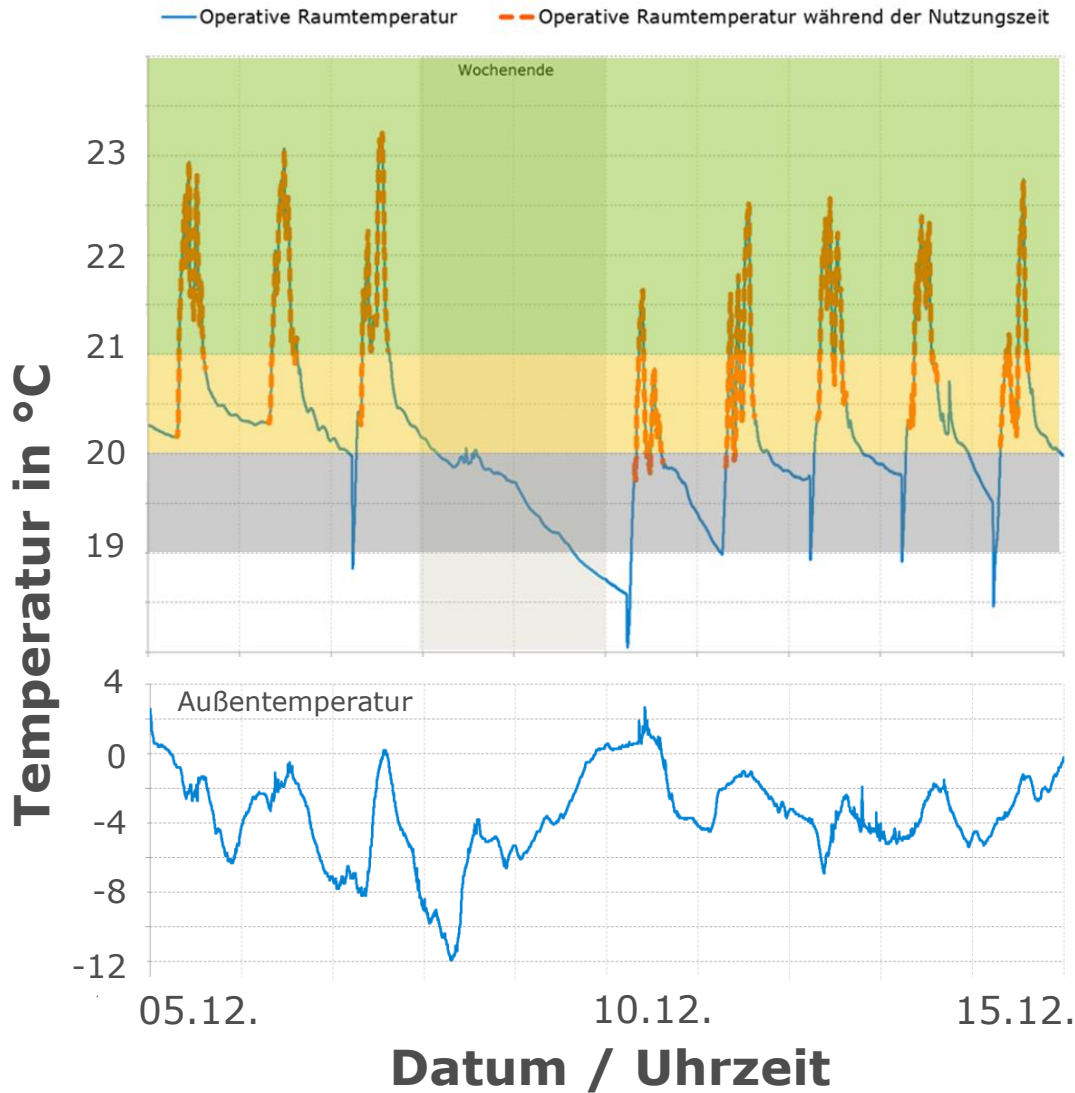


Quelle: IBUS Architekten und Ingenieure



- Gebäudehülle nach dem Passivhausstandard
- Gebäudestruktur mit viel Speichermasse für eine freie (Nacht-)Kühlung
- Tageslichtnutzung von mehreren Seiten
- Präsenzabhängige Beleuchtung
- Hybrides Lüftungskonzept
- Nachhaltige Energieerzeugung (Pellet-Heizkessel, PV)





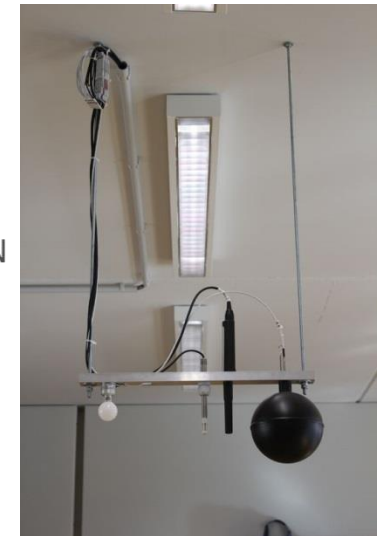
Kategorie I

Kategorie II

Kategorie III

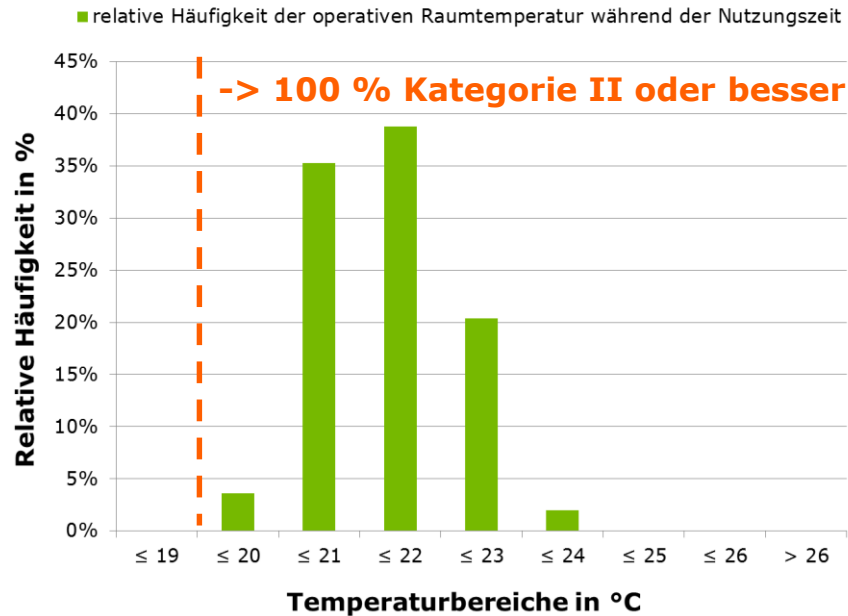
Kategorie IV

* Kategorien für das Raumklima gemäß DIN EN 15251

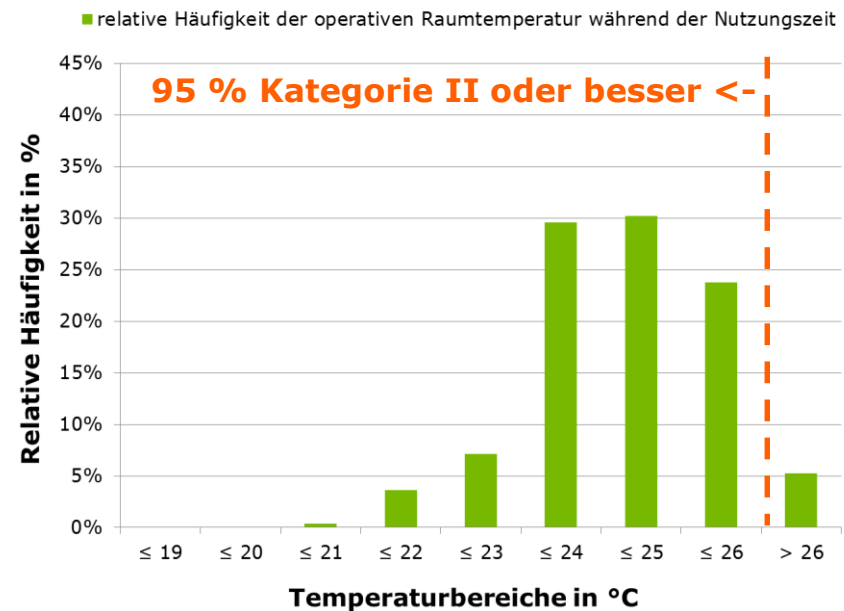


Zeitreihe für die operative Raumtemperatur im Heimathbereich II (oben) und die Außentemperatur (unten) für einen ausgewählte Zeitraum (05.12.2012 - 15.12.2012) im Winter.

Winterfall:

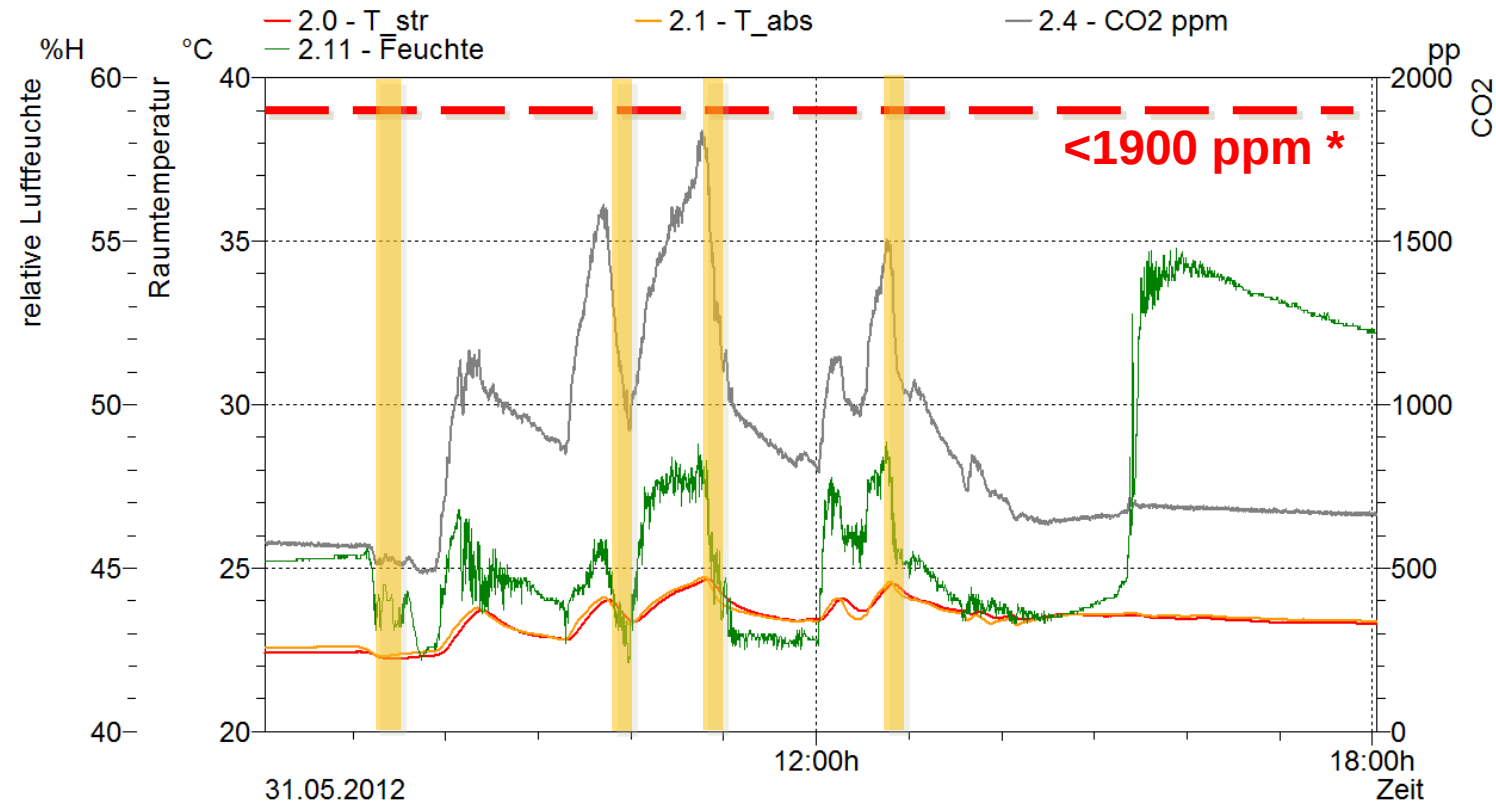


Sommerfall:



Häufigkeitsverteilung für die operative Raumtemperatur während der Nutzungszeiten für den Winterfall (links) und den Sommerfall (rechts).

- Die Raumtemperaturen in den Klassenräume entsprechen sehr guten Behaglichkeitskriterien
- Auch ohne ein aktives Kühlsystem wird ein behagliches Raumklima hergestellt

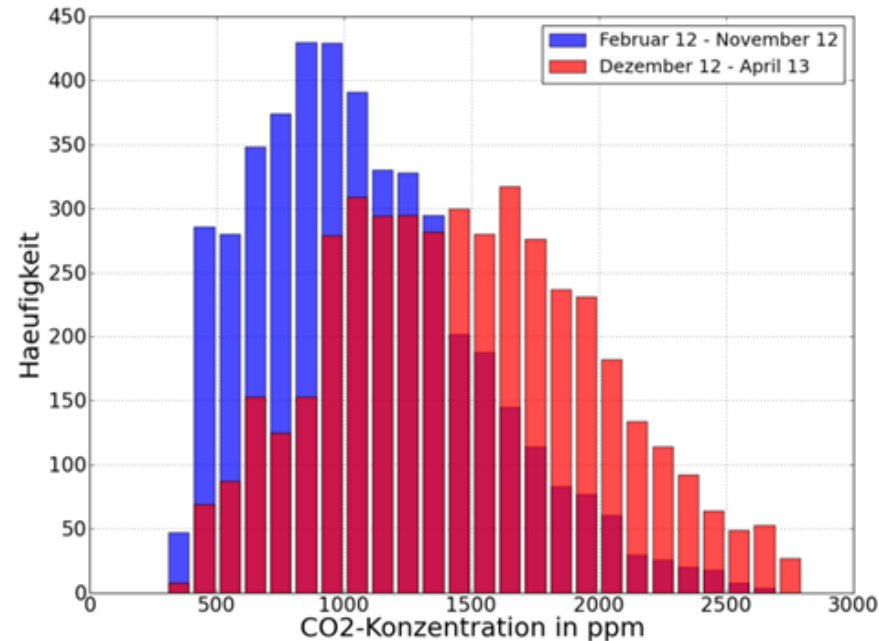


Lüftungsflügel in einem Klassenraum der GSHN

$T_{a \max} = 25,4^{\circ}\text{C}$; $T_{a \text{ mittel}} = 15,6^{\circ}\text{C}$

Öffnungszeiten der Lüftungsflügel

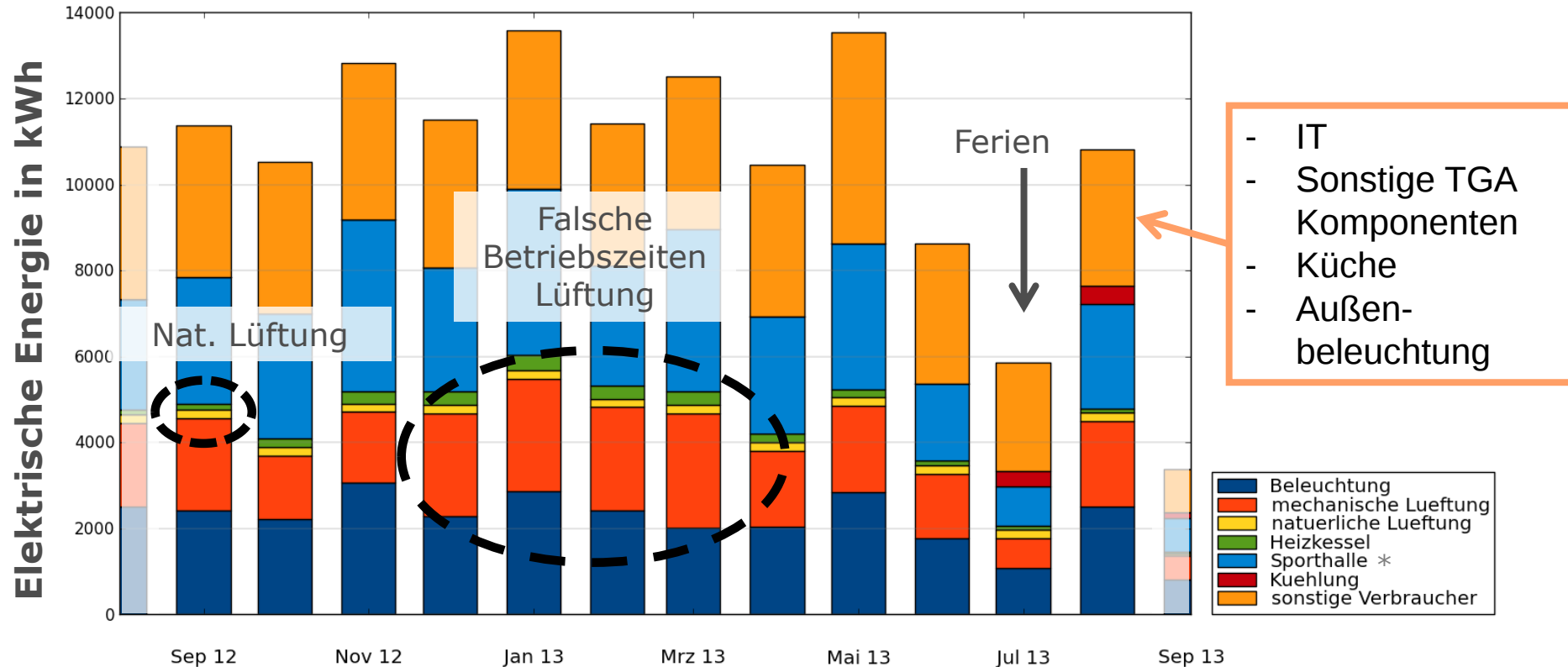
Exemplarischer Tagesverlauf der Raumtemperatur, der Raumluftfeuchte und der CO2 Konzentration für den Heimatbereich II (* Grenzwert für natürlich belüftete Räume [Raumklima und Schülerleistung; Fraunhofer IBP])



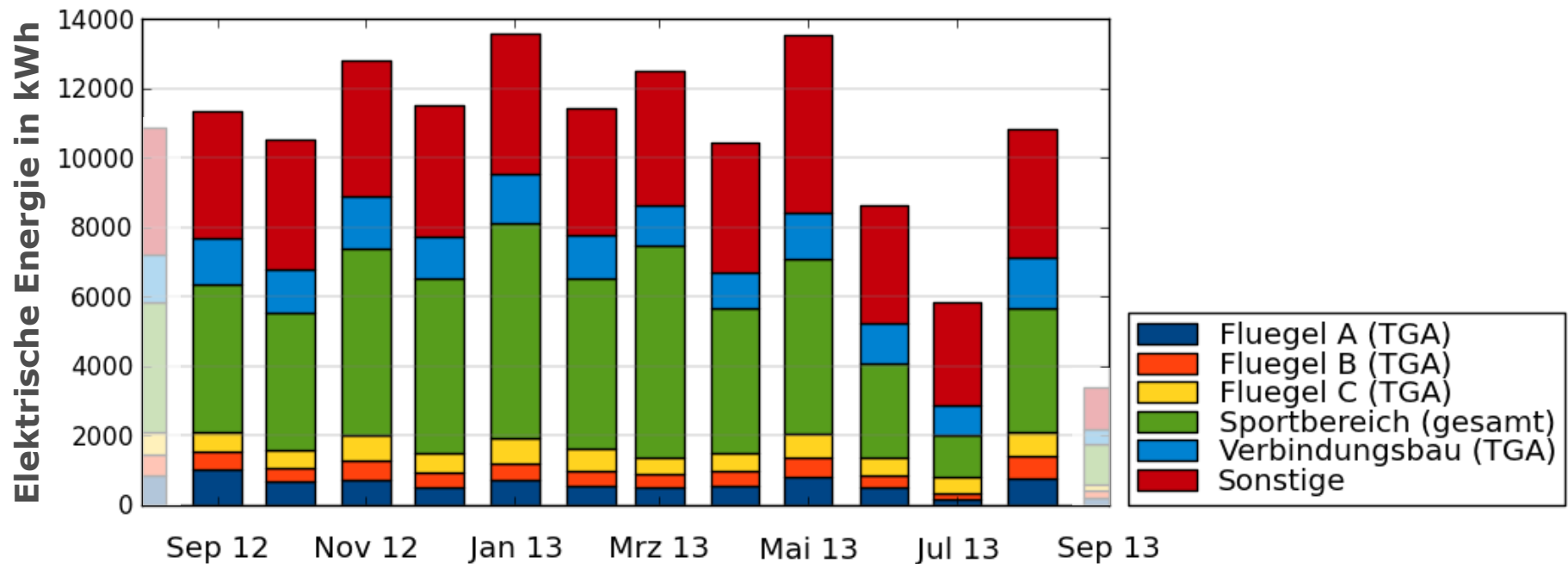
Häufigkeitsverteilung der CO₂-Konzentration für ausgewählte Zeiträume mit (blau) und ohne (rot) natürliche Belüftung für den Klassenraum 4.2. Im violetten Bereich liegen die Datenreihen übereinander.

- Auch über längere Betrachtungszeiträume erzielt das hybride Lüftungssystem gute Resultate
- Ohne natürliche Belüftung (rote Datenreihe) verschieben sich die CO₂-Konzentrationen in einen nicht akzeptablen Bereich.

! der Betrieb der Lüftungsflügel ist für eine gute Luftqualität unverzichtbar !



- Natürliche Lüftung verbraucht deutlich weniger Energie als die mechanische Lüftung (bei gleicher Lüftungsaufgabe)
- Es konnten mehrmals falsche Betriebszeiten für die Lüftungsanlage festgestellt werden (regelmäßige Kontrolle wichtig)!
- Einen großen Anteil am Stromverbrauch haben die Verbrauchergruppen Beleuchtung, Sporthalle und sonstige Verbraucher

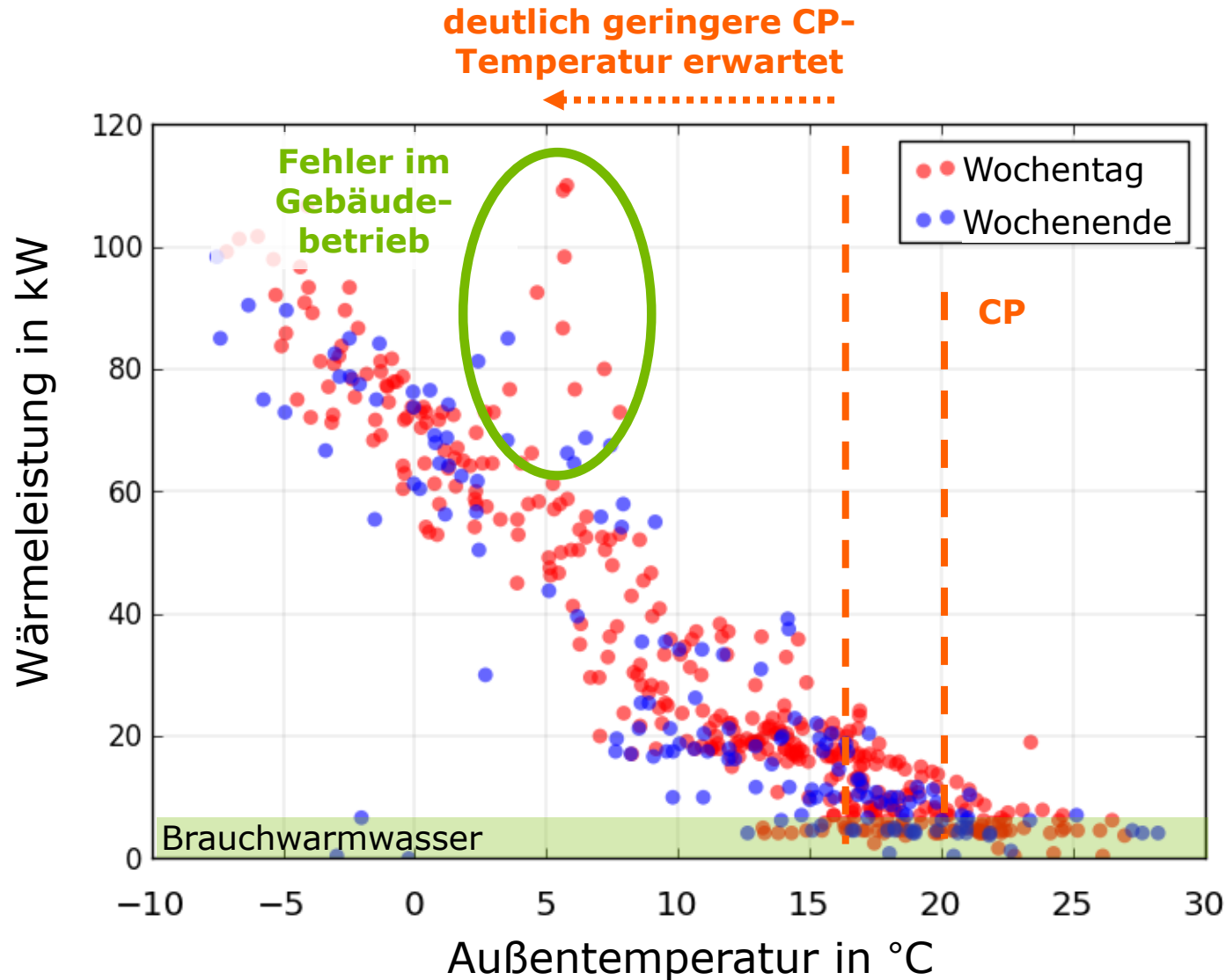


Monatlicher elektrischer Energieverbrauch unterteilt nach Gebäudezonen.

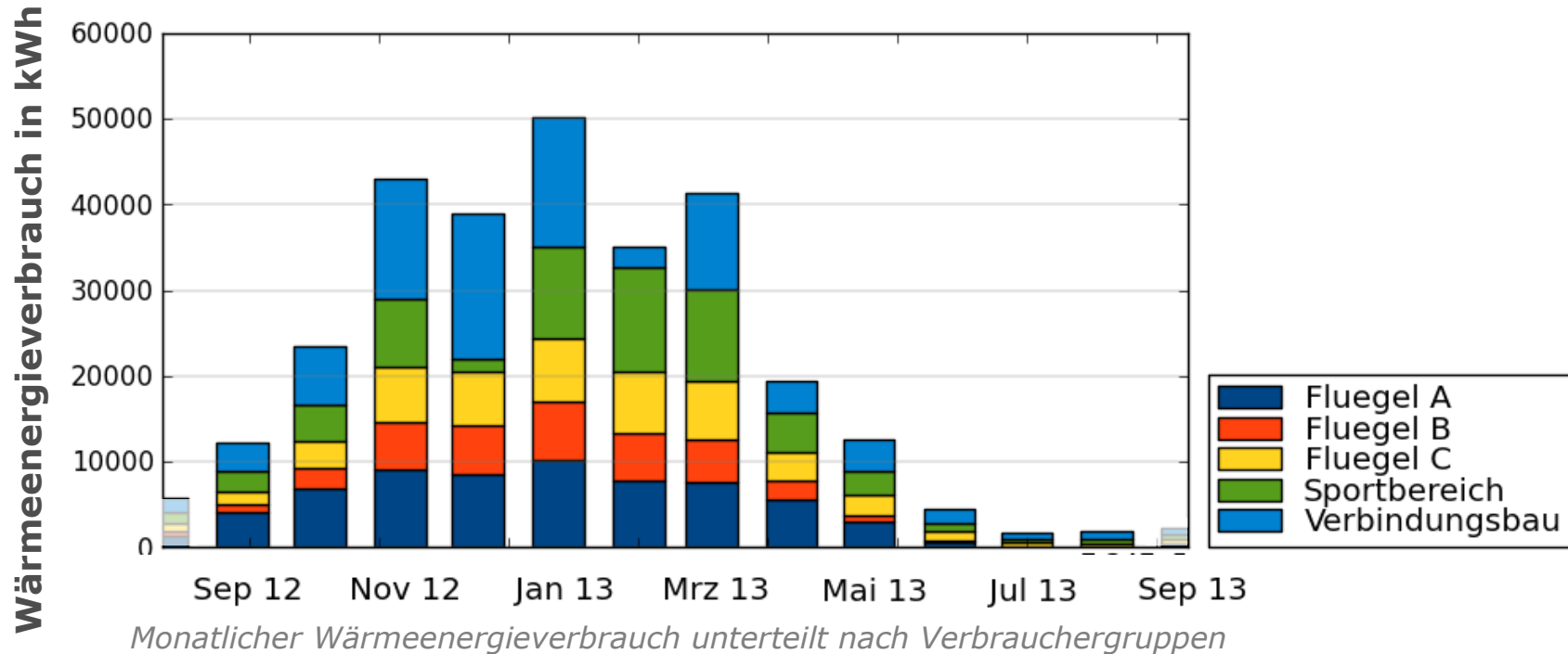
Anteil am Gesamtverbrauch im Messjahr:

Gebäudezone	Verbrauch		Anteil
	kWh	kWh/m ²	%
Flügel A	7688	7	6
Flügel B	5238	7	4
Flügel C	7160	9	5
Verbindungsbau	15051	8	11
Sporthalle	52438	26	39
Sonstiger Verbrauch	45468	7	34
Gesamt	133042	21	100

- Den größten Anteil am gesamten elektrischen Energieverbrauch hat der Sportbereich
- Die TGA der Unterrichtsbereiche verbraucht hingegen nur einen geringen Anteil



*Energiesignatur für den Wärmeverbrauch der GSHN
basierend auf täglichen Mittelwerten*

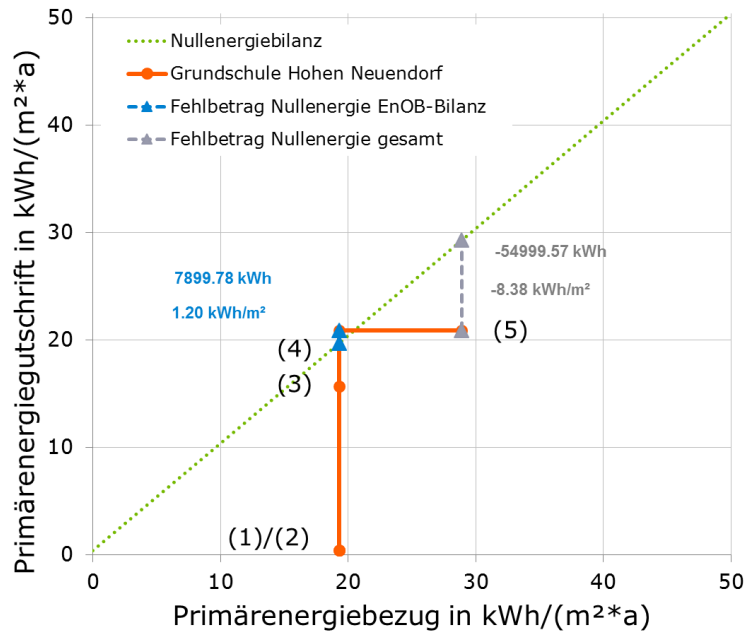


Anteil am Gesamtverbrauch im Messjahr:

Gebäudezone	Verbrauch		Anteil
	kWh	kWh/m ²	%
Flügel A	76196	71	22
Flügel B	42334	54	12
Flügel C	55583	73	16
Verbindungsbau	96606	52	28
Sporthalle	70827	36	21
Gesamt	341547	53	100

- Anteil der Gebäudezonen am Gesamtverbrauch deutlich homogener als beim elektrischen Energieverbrauch
- Größter spezifischer Verbrauch in Gebäudeflügel C (Hortnutzung)

Bedarfsrechnung:

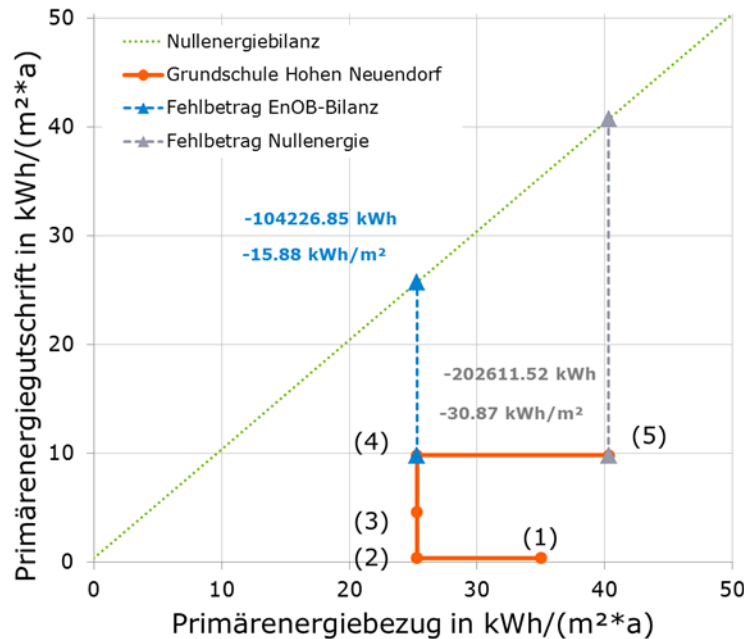


- (1) TGA Verbrauch, nicht erneuerbar (2) Eigenverbrauch PV
(3) Gutschrift Einspeisung PV (4) Gutschrift Einspeisung BHKW
(5) Geräteverbrauch außerhalb der DIN 18599

Primärenergiebilanz		
	Verbr. / Erz.	Verbr./Erz. Spez.
	kWh/a	kWh/m²a
Verbrauch TGA (NEA)	-126674.01	-19.30
Gutschrift Eigenverbrauch (NEA)	0.00	0.00
Gutschrift Einspeisung PV (NEA)	100193.79	15.27
Gutschrift Einspeisung BHKW (NEA)	34380.00	5.24
Zwischensumme:	7899.78	1.20
Verbraucher außerhalb der EnEV	-62899.36	-9.58
Endsumme:	-54999.57	-8.38

- Die Plusenergiebilanz wurde in der Planungsphase für die reine Schulnutzung auf der Grundlage eigenermittelter Kennzahlen berechnet
- Nur Verbraucher gemäß DIN18599 wurden bilanziert
- Problem: Der Gebäudebetrieb beinhaltet auch außerschulische Nutzungen (Hort, Sportvereine, sonstige Veranstaltungen)
- Eine Validierung der Kennwerte aus der Planungsphase ist daher schwierig

Variante 1: Mischnutzung (Ist)

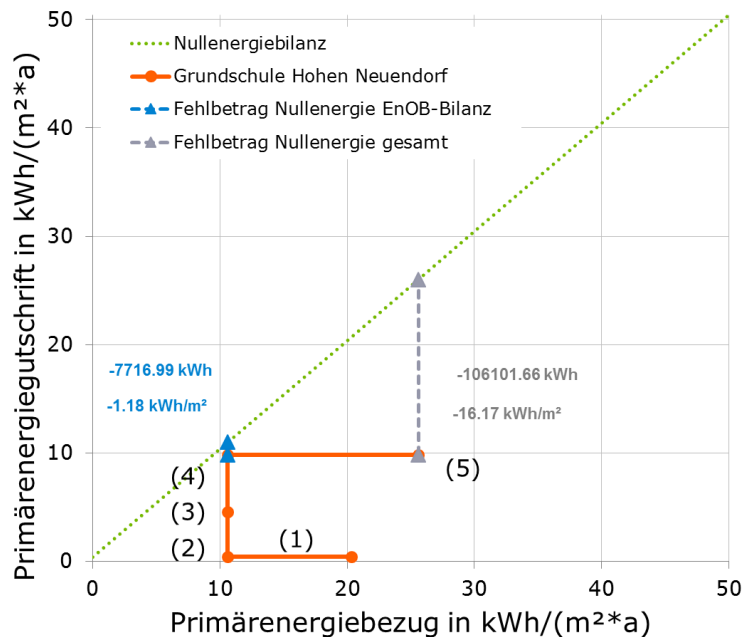


- (1) TGA Verbrauch, nicht erneuerbar
(2) Eigenverbrauch PV
(3) Gutschrift Einspeisung PV
(4) Gutschrift Einspeisung PV2
(5) Geräteverbrauch außerhalb der DIN 18599

Primärenergiebilanz		
	Verbr. / Erz.	Verbr./Erz. Spez.
	kWh/a	kWh/m²a
Verbrauch TGA (NEA)	-229891.96	-35.03
Gutschrift Eigenverbrauch (NEA)	63795.06	9.72
Gutschrift Einspeisung PV (NEA)	27490.05	4.19
Gutschrift Einspeisung BHKW (NEA)	34380.00	5.24
Zwischensumme:	-104226.85	-15.88
Verbraucher außerhalb der EnEV	-98384.67	-14.99
Endsumme:	-202611.52	-30.87

- Für den Vergleich mit Zielwerten wurden die prognostizierten Strommengen für das fehlenden BHKW berücksichtigt
- Heizenergieverbrauch ist klimabereinigt
- Die Primärenergiebilanz für die IST-Nutzung des Gebäudes ist von einer positiven Bilanz weit entfernt
- Insbesondere der hohe Stromverbrauch der Sporthalle verschlechtert die Bilanz
- Ursache: Die Sporthalle weist einen hohen Anteil außerschulische Nutzung auf

Variante 2: Sporthalle nur während den Schulzeiten bilanziert

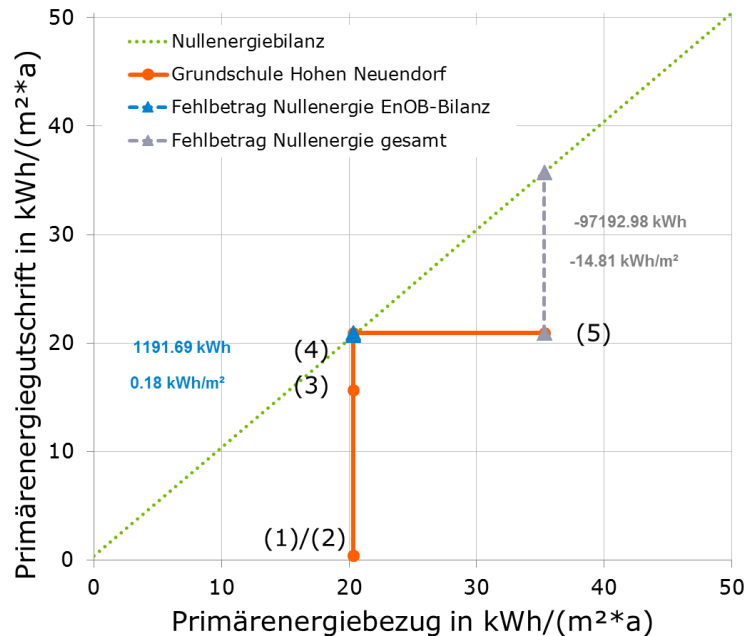


- (1) TGA Verbrauch, nicht erneuerbar
(2) Eigenverbrauch PV
(3) Gutschrift Einspeisung PV
(4) Gutschrift Einspeisung BHKW
(5) Geräteverbrauch außerhalb der DIN 18599

- Die Bilanz verbessert sich deutlich, wenn für die Sporthalle nur die Verbräuche während der Schulzeiten berücksichtigt werden
- Der Hort ist in dieser Bilanzierung nicht gesondert behandelt (erhöhter Energieverbrauch im Vergleich zur Schulnutzung)

Primärenergiebilanz		
	Verbr. / Erz. kWh/a	Verbr./Erz. Spez. kWh/m²a
Verbrauch TGA (NEA)	-133382.10	-20.32
Gutschrift Eigenverbrauch (NEA)	63795.06	9.72
Gutschrift Einspeisung PV (NEA)	27490.05	4.19
Gutschrift Einspeisung BHKW (NEA)	34380.00	5.24
Zwischensumme:	-7716.99	-1.18
Verbraucher außerhalb der EnEV	-98384.67	-14.99
Endsumme:	-106101.66	-16.17

Variante 3: Variante 2 + erzeugter PV Strom aus der Bedarfsrechnung



- (1) TGA Verbrauch, nicht erneuerbar
(2) Eigenverbrauch PV
(3) Gutschrift Einspeisung PV
(4) Gutschrift Einspeisung BHKW
(5) Geräteverbrauch außerhalb der DIN 18599

Primärenergiebilanz		
	Verbr. / Erz.	Verbr./Erz. Spez.
	kWh/a	kWh/m²a
Verbrauch TGA (NEA)	-133382.10	-20.32
Gutschrift Eigenverbrauch (NEA)	0.00	0.00
Gutschrift Einspeisung PV (NEA)	100193.79	15.27
Gutschrift Einspeisung BHKW (NEA)	34380.00	5.24
Zwischensumme:	1191.69	0.18
Verbraucher außerhalb der EnEV	-98384.67	-14.99
Endsumme:	-97192.98	-14.81

- Im Betrachtungszeitraum waren die PV Erträge wetterbedingt schlecht
- Setzt man für die Erzeugung die Planungswerte an (Klimabereinigung), kommt die GSHN für die Bilanzgrenzen der DIN 18599 bereits nach dem 1. Monitoringjahr in die Plusenergiebilanz
- Weitere Verbesserungen durch die Umsetzung von Optimierungsmaßnahmen möglich
- Eine positive Energiebilanz für den Gesamtverbrauch ist jedoch nicht zu erwarten

- Sehr gute thermische Behaglichkeit (auch im Sommer)
- Das hybride Lüftungskonzept sorgt im Betrachtungszeitraum für eine gute Luftqualität und benötigt dazu deutlich weniger elektrische Energie als eine rein mechanische Lüftung
- Der Betrieb der Lüftungsflügel ist für die Einhaltung der CO₂ – Grenzen unverzichtbar (schlechtes manuelles Lüftungsverhalten trotz CO₂-Ampel)
- Der Sportbereich hat einen sehr großen Anteil am Gesamtstromverbrauch (außerschulische Nutzung)
- Die Zielwerte der Planung für die Plusenergiebilanz werden fast erreicht
- Eine weitere Verbesserung ist durch die Umsetzung von effizienzsteigernden Maßnahmen zu erwarten (z.B. bessere Abstimmung von Lüft- und Heizzeiten)
- Monitoring ist zur Inbetriebnahme / Einregulierung und Sicherstellung des fehlerfreien Betriebes wichtig



Vielen Dank für Ihre
Aufmerksamkeit!

