

PLUSENERGIESCHULE ROSTOCK

KONGRESS „ZUKUNFTSRAUM SCHULE“

22. + 23. 11. 2011

STUTTGART

WORKSHOP „WEGE ZUR PLUSENERGIESCHULE“

PES HRO

PAST – PRESENT -FUTURE

Erweiterungsbau – 1. BA
Bauzustand 11.11.11



DDR-Typenbau Gymnasium
Baujahr 1955



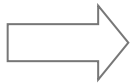
Planung
Grundschule und Atrium

Konzept

selektiver Rückbau Gebäudebestand

Verbindungsbauten und Hortgebäude

- teilweise schlechter Bauzustand
- Erhalt kostenintensiv
- Einbeziehung in das Gesamtkonzept schwer möglich
- Weiterverwendung Abbruchmaterial zur Geländemodellierung



Rückbau im Zuge der energetischen Erweiterung
mit hoch gedämmten Ergänzungsbauten

Vereinfachung der Gebäudeform

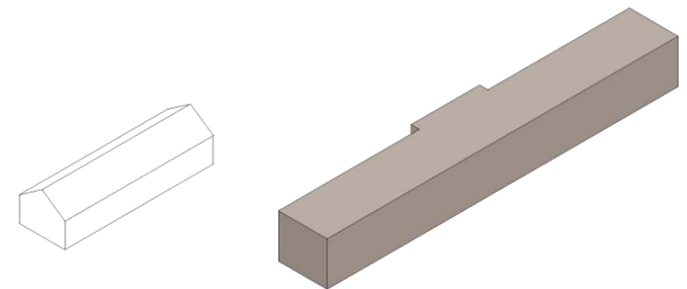
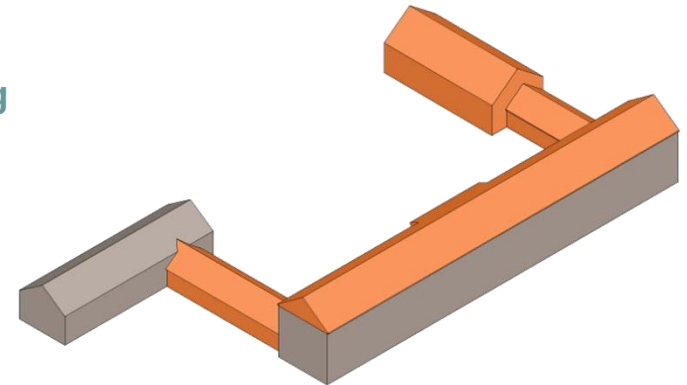
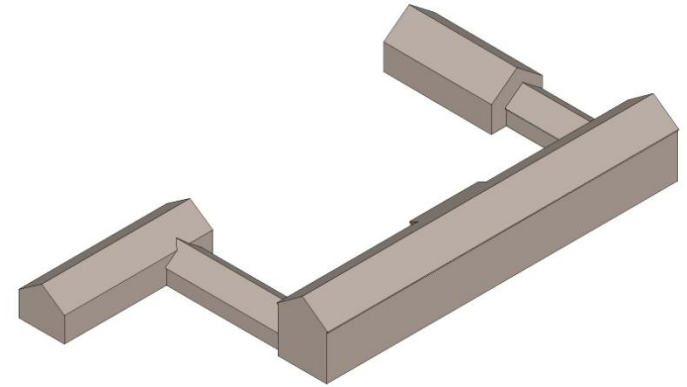
durch Reduzierung der Hüllflächen
zugunsten der Schaffung neuer Nutzflächen



Reduzierung der Sanierung des nutzbaren
Altbestandes auf das Wesentliche



und sinnvolle Erweiterung durch optimierte
neue Gebäudeteile der Ergänzungsbauten

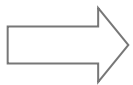


Konzept

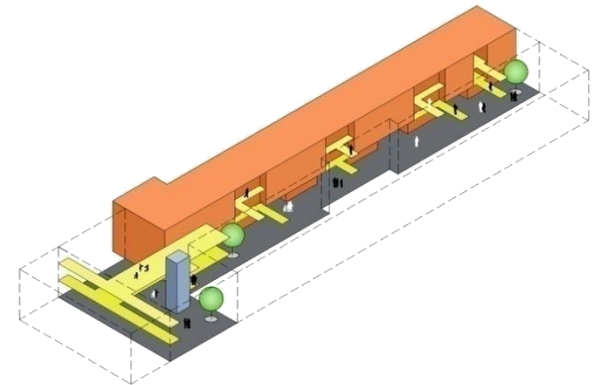
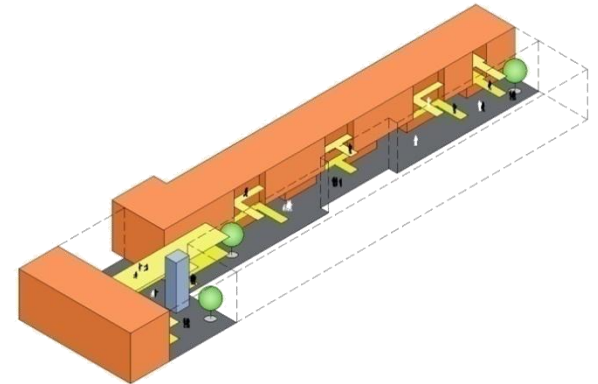
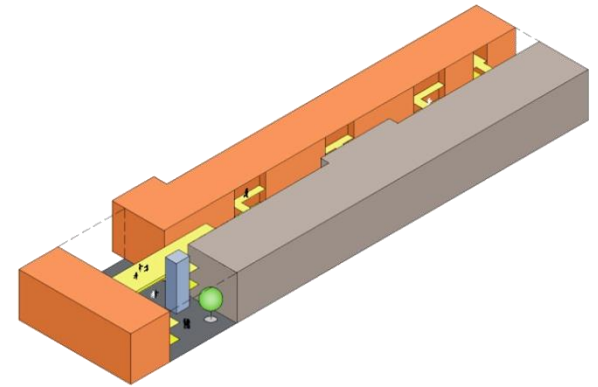
Energieoptimierung und multifunktionale Nutzungserweiterung

Zwischenklimazone Schulstraße und Marktplatz

- Verbesserung und Erweiterung der Nutzungsmöglichkeiten
- Schaffung zusätzlicher multifunktionaler Flächenangebote
- Neuordnung und Doppelnutzung
- klare und einfache Orientierung
- Reduzierung der Verkehrsflächen
- Pädagogisch wertvolle Ergänzung
- individuelle und soziale Erlebnisbereiche
- Möglichkeit der Identifikation des Einzelnen



Vielfalt neuer Möglichkeiten die pädagogischen Aufgaben in erhöhter Qualität zu realisieren



Konzept

Grundrisse EW-Bau

1. und 2. OG

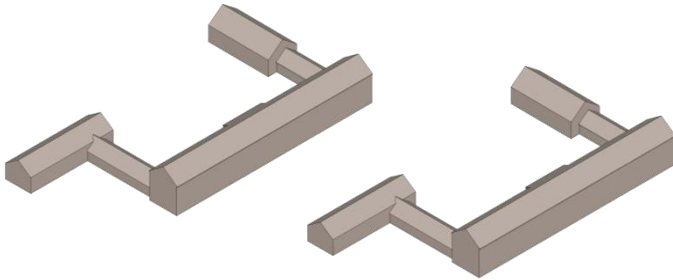


EG



Bestand

2 typengleiche Schulstandorte



$$A/V = 0,38$$

Außenfläche ca. 16.800m²

BRI Volumen ca. 44.000m³

BGF

7.800m²

Mathias Thesen Str.

3.900 m²

Bonhoeffer Str.

3.900 m²

NF

4.480m²

Mathias Thesen Str.

2.240 m²

Bonhoeffer Str.

2.240 m²

VF

2.280m²

Mathias Thesen Str.

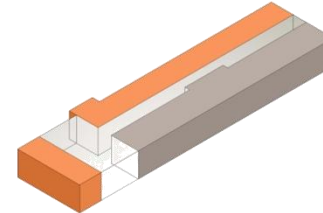
1.140 m²

Bonhoeffer Str.

1.140 m²

Planung

1 gemeinsames Schulzentrum



$$A/V = 0,21$$

Außenfläche ca. 7.300m²

BRI Volumen ca. 35.000m³

BGF

7.900m²

Hauptgebäude Bestand

3.120 m²

Erweiterungsbau Gymnasium

3.080 m²

Neubau Grundschule

1.700 m²

NF

5.220m²

Hauptgebäude Bestand

1.660 m²

Erweiterungsbau Gymnasium

2.500 m²

Neubau Grundschule

1.060 m²

VF

1.685m²

Hauptgebäude Bestand

1.040 m²

Erweiterungsbau Gymnasium

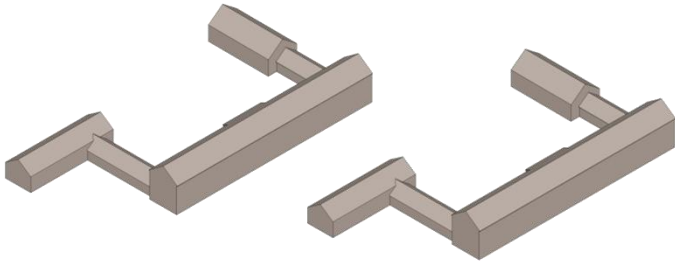
225 m²

Neubau Grundschule

420 m²

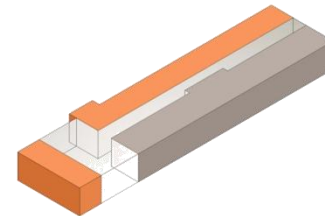
Bestand

2 typengleiche Schulstandorte



Planung

1 gemeinsames Schulzentrum



Endenergie Wärme

ca. 118,1 kWh/m²a

ca. 13,5 kWh/m²a



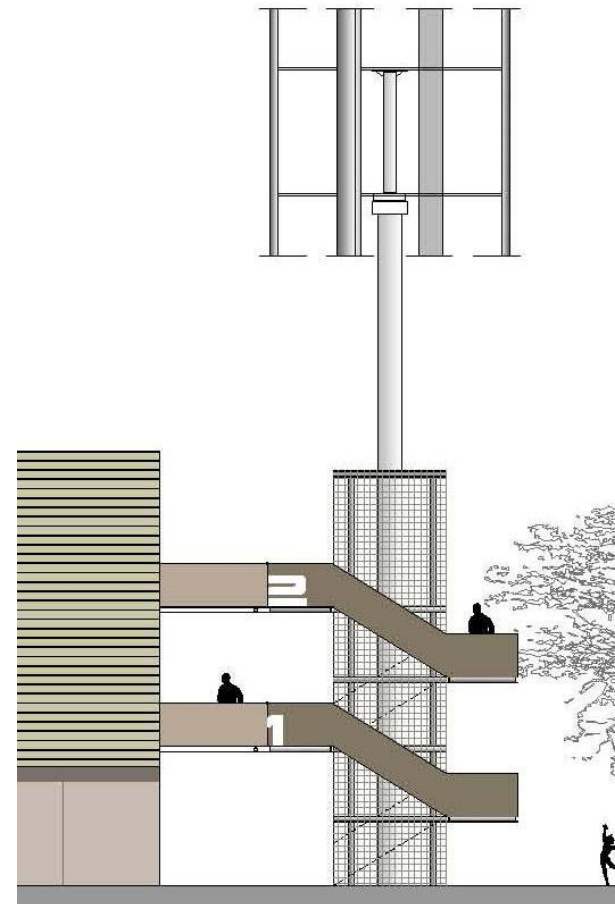
Reduzierung des Heizwärmebedarfs um $\geq 85\%$

ZIEL 1: ENERGIEVERBAUCH REDUZIEREN

Transmissionswärme	günstiges A/V -Verhältnis , hohe Wärmedämmung, VIP Bodenplatte Wärmebrücken reduzieren Klimapuffer - Atrium
Lüftungswärme	Luftdichtheit kontrollierte Lüftung: Zuluft in Klassenräume Klimapuffer - Schulstraße Wärmerückgewinnung
Gebäudetechnik	Niedertemperaturheizung Sockel 17°C Luft additive Decken-Strahlungsheizung >19°C Luft Anlage und Betrieb optimieren - Anwesenheit - Wetter
elt. Energie für Licht	Lichtleittechnik für Tageslicht Kunstlicht bedarfsgerecht steuern

ZIEL 2: ENERGIE ERNTEN - A

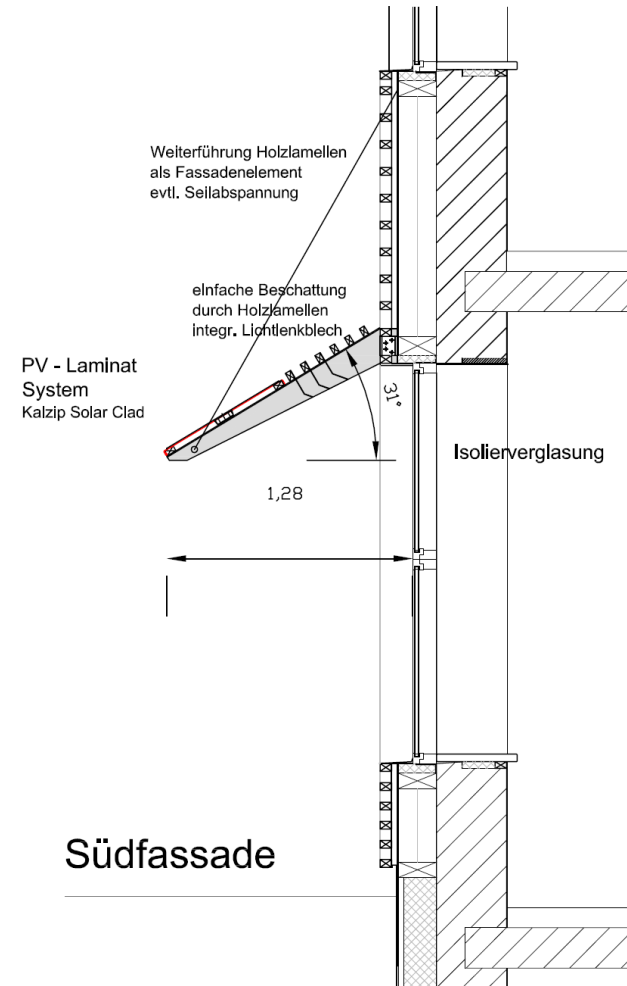
Windgeneratoren



ZIEL 2: ENERGIE ERNTEN - B

Photovoltaik

auch Sonnenschutzblenden



ZIEL 2: ENERGIE ERNTEN - C

Solarthermie - Röhrenkollektoren

ORC Organic Rankine Cycle

elt. Energie,

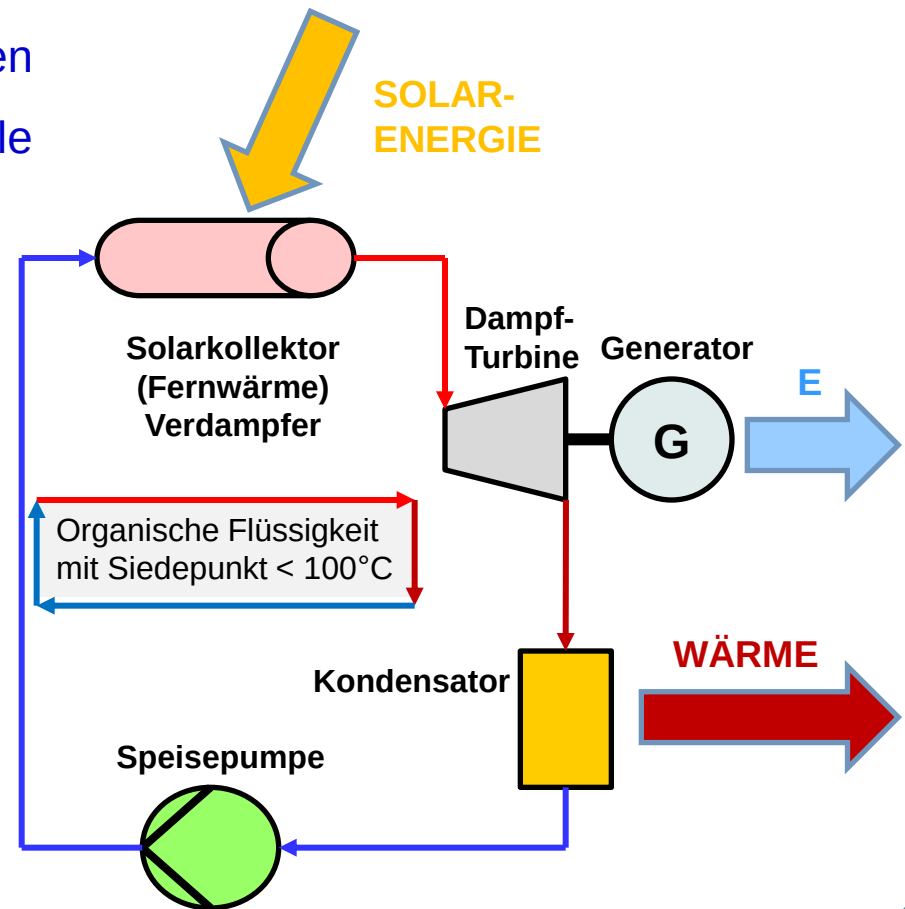
Wärme → Heizung

- Wirkungsgrad niedrig
- Anwendungszeitraum Sommer
- wenig WW Bedarf
- Verhältnis Primärenergiefaktoren

$$f_{th} = 0,25 \quad \mathbf{1}$$

$$f_{el} = 2,5 \quad \mathbf{10}$$

→ besser PhV



ZIEL 2: ENERGIE ERNTEN - D

Sonneneinstrahlung

Zwischenklimazone

Lufttemperatur
Atrium
ca. 10 K über
Außenluft



WEITERE ZIELE

Energie speichern

Mehrtages-Warmwasserspeicher, wenn Solarthermie

Fernwärme als virtueller Speicher

Behaglichkeit, hygienisch günstiges Lernumfeld

Informations- und Öffentlichkeitsarbeit

Nutzerschulung durch Erleben Demo-Bildschirm, Schüler-Monitoring

Ausbildung Studenten

Master-Arbeiten

Information Fachwelt

Demo-Bildschirm, WEB,

Kongresse, Veröffentlichungen

Geringe Erstellungs- und Betriebskosten, Doppelnutzungen

PROJEKTTEAMS

PLANUNG UND MONITORING

**BMW
PTJ**

**Förderer
Projektbetreuung DI Arch. Markus Kratz**

Hansestadt Rostock

**Schulam
KOE
Architekten**

**Amtsleiter Martin Meyer
Techn. Leiter Andreas Rieck
Prof. Martin Wollensak
Prof. Dr. Thomas Römhild
DI Rüdiger Köhler**

IGEL

K & S

Haustechnik

ISBB

Prof. Dr. Georg-W. Mainka

**agn
HS Wismar
Fraunhofer
HS Stuttgart
LAGUS, HUP**

**energum
KBauMV
ISE
IAF**

**Dr. Heiko Winkler
Dr. Gesa Haroske
DI Sebastian Herkel
Prof. Dr. Ursula Eicker
Dr. Gerhard Hauk,
Dr. Marcus-H. v. Stenglin**

ZIELE MONITORING – WAS?

- **Nachweis der primärenergetisch positiven Energiebilanz**
- **Sammeln von Erfahrungen bei der Erzeugung von Energie in und an Gebäuden**
- **Bestätigung: Innovative Bauverfahren zur Reduzierung von Transmissionsverlusten**
- **Neue Verfahren zur Optimierung der Heizungs- und Lüftungssteuerung**
- **Nachweis: Geringe Bau- und Lebenszykluskosten**
- **Nachweis eines hygienisch günstigen Lernumfeldes**
- **Lebendige Wissensvermittlung zum Thema „Energie im Gebäude“ an die Schüler, Lehrer und Studenten**
- **Leuchtturm-Projekt als potentieller Multiplikator für Bauschaffende**

AUFGABEN MONITORING –WIE?

- Erfassung der Energie-relevanten Daten
- Erfassung der Behaglichkeits-relevanten Daten
- Erfassung der notwendigen Daten zur Steuerungsoptimierung
- Kompatibilität zur Datenerfassung und Steuerung der GLT
Ausnutzung von Synergien
- Graphische Aufbereitung der Daten K&P, Monisoft
- Auswertung der Messdaten Graphiken, Statistik
- Bereitstellung der Ergebnisse für
 - mitarbeitende Forscher Datenleitung, Web
 - Schüler Schülermonitoring
 - Fachkollegen und Interessierte PräsentationsmonitoringWeb

ARTEN DES MONITORINGS

IM Intensivmonitoring

Möglichst kurze Zeit, aber mind. 1 Periode

Möglichst viele Sensoren

Maxima, unbekannte Effekte, Korrelationen

LM Langzeitmonitoring

Wenige relevante Sensoren über längere Zeit

Zeitmittelung von Kenngrößen, Vergleich mit anderen Projekten

KM Kurzzeitmonitoring

Zeitliche und örtliche punktuelle Untersuchungen für
Bauwerks- und Bauteils-Kenngrößen für die Auswertung des IM
Behaglichkeitswerte in ausgewählten Objekten
Befragungen im Vergleich zu Messwerten
Kalibrierungen der Sensoren

ARTEN BEI DER PES HRO – 1

1 LM LANGZEITMONITORING 5 Jahre

- Weitergabe der Haupt-Energie-relevanten Daten an EnOB-Partner (ISE, IBP, ...)

2 KM KURZZEITMONITORING je 3 mal

- U-Werte
- IR-Thermographie – Wärmebrücken
- Luftdichtheit – Blower Door, Tracer Gas
- Toxidität und Qualität der Luft
- Innenraumklima-Profil: Θ , Φ , v , CO_2 , E
- Bau- und Raumakustik, Installationsgeräusche
- Befragung, Auswertung und Bewertung

ARTEN BEI DER PES HRO – 2

3 IM INTENSIVMONITORING 2 Jahre nach Bezug

- Messen der Energieströme, Klimata und Zustände
- Messen des Außenklimas, Abgleich und Prognose DWD
- Auswerten der Messungen
- Aufzeigen von Interdependancen
- Vergleichen mit Simulationen
- Vergleich mit DIN V 18 599
- Optimierung der Steuerung GLT
- Bewertung: Energiekonzept
 Hygiene und Behaglichkeit
 Nachhaltigkeit

DATENERFASSUNG

AUFGABEN UND SENSORTYPEN

➤ Ermittlung und Bewertung der Primärenergie

Leistung: $Q = f_p * \int p * dt$ ($t_2 - t_1 = 1 \text{ a}$)
Strömung: $Q = \rho * c * \iint \mathbf{v} dA * \Delta\Theta dt$ $\mathbf{V}' = \mathbf{v} * A$
Transmission: $Q = \int U * A * \Delta\Theta \{ \Theta_e < \Theta_i \} dt$ **WB:** Θ_{si}

➤ Bewertung Hygiene und Komfort

Θ_i , Φ_i , AQ , CO_2 , Θ_{si} , E , v , Θ_{WGB}

Schall (Luft~, Tritt~, Installation, Akustik)

➤ Optimierung Steuerung, Minimierung Verbräuche

Außenklima, v , V' , $\Delta\Theta$, Q , E

X (Anwesenheit), $F\ddot{O}$ (Fensteröffnung-Reed),

➤ Interaktionen, wissenschaftliche Analyse

v , $F\ddot{O}$, CO_2 , Q , Θ_i u.a.

VERTEILUNG

AUFSCHALTPUNKTE GLT

Pos	Übersicht Datenpunkte GLT		
0	Sensoren und Steuerung GLT	Summe	973
1	Fernwärmestation, Klimapuffer		10
2	Grundschule		111
3	Gymnasium Bestand		301
4	Gymnasium Neubau		223
5	Regelung für 1 - 4		150
6	Zustandsanzeige/Störungsmeldung		141
7	Verbrauchsmessung		30
8	Wetterstation		7

TYPEN SENSOREN: MONITORING - GEBÄUDE

Typ					n zusätzlich zu GLT		
Nr	Sensoren	Σ	Symbol	Einheit	Kanäle	Σ Technik	Räume
						224	90
1	WMZ Wärmemengenzähler		Q	kWh	1	21	15
2	Volumenstrom, Luftgeschwindigkeit		V',v	m³/h, m/s	1	12	8
3	Oberflächentemperatur		Θ _s	°C	1	13	1
4	Lufttemperatur		Θ	°C,	1	24	16
5	Lufttemperatur + rel. Luftfeuchtigkeit		Θ, Φ	°C, %	2	-77	0
6	E-Zähler		p	kWh	1	56	50
7	Luftqualität		AQ	ppm	1	0	0
8	CO ₂ + Lufttemperatur		CO ₂	ppm	2	82	0
9	Beleuchtungsichte		E	Lux	1	4	0
10	Fensteröffnungen (REED-Kontakt-Satz)		FÖ	j / n	1	89	0
11	Anwesenheit		X	j / n	1	0	0

TYPEN SENSOREN: MONITORING -TECHNIK

Typ Nr >			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
		Σ	Q	V', v	Θs	Θ	Θ,Φ	Q	AQ	CO ₂	E	FÖ	X
Pos	Sensoren	Σ	90	15	8	1	16	0	50	0	0	0	0
1	Fernwärmestation	2	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
2	Heizungsverteilung	18	9	0	0	0	0	0	9	0	0	0	0
3	Lüftungsanlage (RLT)	28	0	8	0	16	0	4	0	0	0	0	0
4	Anlagen für WC/Küche/Chemieräume	17	0	0	0	0	0	0	17	0	0	0	0
5	Strom/Beleuchtung	13	0	0	0	0	0	0	13	0	0	0	0
6	Photovoltaik (PhV)	2	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0
7	Stromerzeugung aus Windkraft	2	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
8	Organic Rankine Cycle (ORC)	2	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
9	Solarthermie	2	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
10	Solarspeicher	4	2	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0

TYPEN SENSOREN: MONITORING - RÄUME

Pos Sensoren			Typ >	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
			Σ	Q	V', v	Θs	Θ	Θ,Φ	Q	LQ	CO ₂	E	FÖ	X
	Sensoren	Σ n	134	6	4	12	8	-77	6	0	82	4	89	0
11.S	Standard-Klassenraum in GLT enthalten	82	328	0	0	0	0	82	0	0	0	82	0	82
11.Z	Standard-Klassenraum Zusatzausstattung	82	82	0	0	0	0	-82	0	0	82	0	82	0
11.R	Referenzklassenräume (zus. zu 11.Z)	3	27	6	0	9	0	3	6	0	0	3	0	0
11.K	Klimapuffer unbeheizt		15	0	4	0	4	2	0	0	0	1	4	0
11.F	Flure		10	0	0	3	4	0	0	0	0	0	3	0

TYPEN SENSOREN: WETTERSTATION

Θ_e	°C	Außenlufttemperatur,	→ Θ_{TP} °C	Taupunktstemperatur
Φ_e	%	Relative Luftfeuchtigkeit,	→ p_D Pa	Wasserdampfdruck
p_a	hPa	Luftdruck Atmosphäre		
w	mm/d	Niederschlag		
R	j / n	Regenanzeige		
v	m/s	Windgeschwindigkeit		
β	°	Windrichtung		
$p_{g,IR}$	W/m ²	Globalstrahlung bis 2800 nm, horizontal		
$p_{g,v}$	W/m ²	4* Globalstrahlungen N,E,W,S (vertikal)		
$p_{g,PhV}$	W/m ²	Globalstrahlung PhV-Ebene,		
$p_{g,SOL}$	W/m ²	Globalstrahlung Solarthermieebene,		
E	Lux	Beleuchtungsstärke		

8 Sensoren GLT

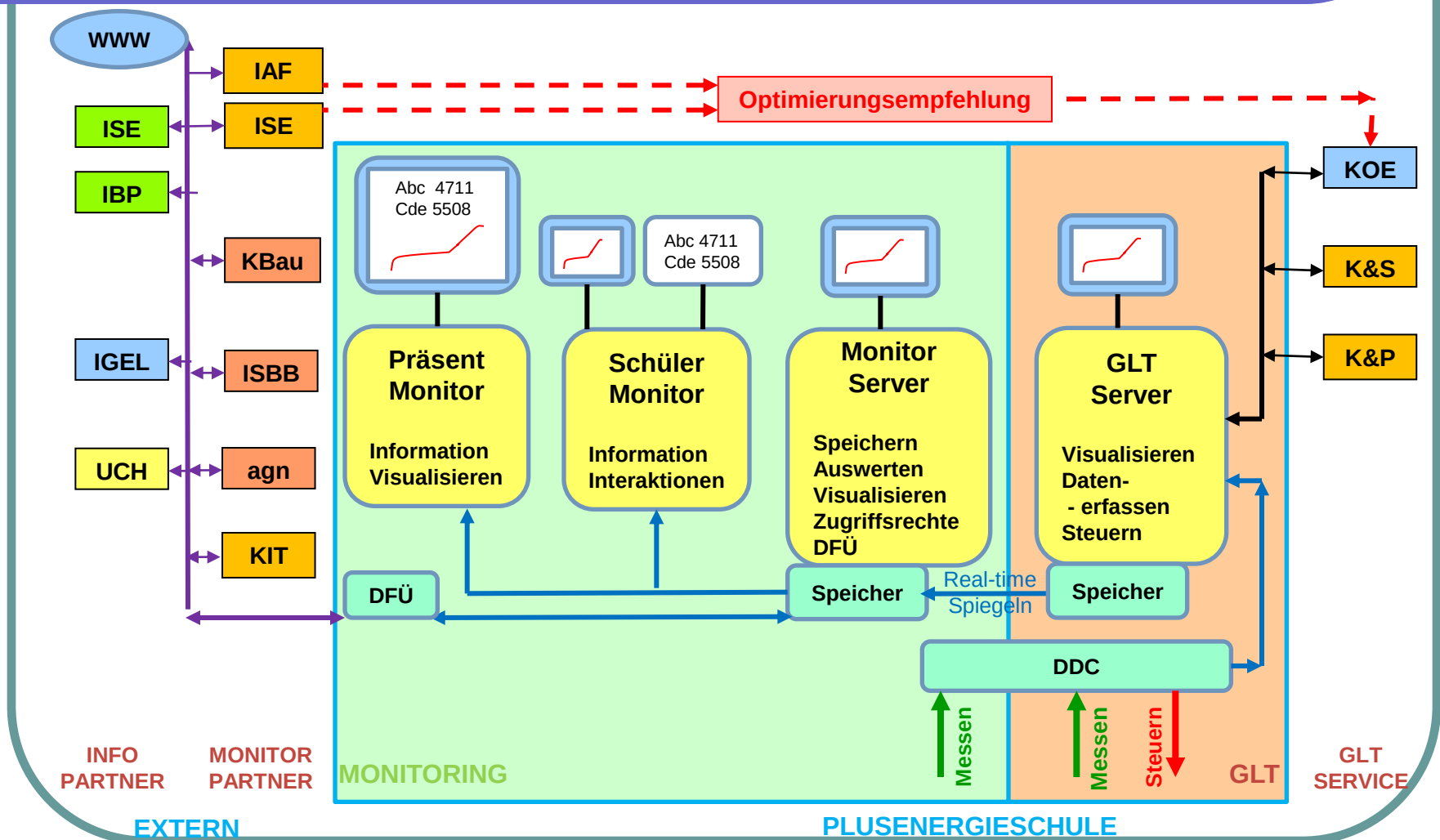
7 Sensoren Monitoring

Abstimmung mit Daten und Prognosen des DWD Warnemünde

AUFSCHALTPUNKTE GESAMT

Aufschaltpunkte GLT ohne Wetterstation	966
Monitoring Technik	90
Monitoring Räume	134
<u>Wetterstation gesamt</u>	<u>15</u>
Gesamt	1.205

DATENTRANSFER INTENSIV-MONITORING



AUSWERTUNG

So weit sind wir noch nicht

Wir bitten um Geduld

Bis zum nächsten Mal

Tschüß

ENDE

**Vielen Dank
für Ihre Aufmerksamkeit**

Fragen?

GEORG-WILHELM MAINKA

T: 0179 452 492 5

E: georg-wilhelm.mainka@uni-rostock.de