

# PLUS Energieschule Rostock, Reutershagen

Demonstrationsbauvorhaben  
zur energetischen Sanierung der Bausubstanz

Prof. Dipl.- Ing. Martin Wollensak

Architekt BDA/DGNB

Hochschule Wismar

Prorektor für Forschung

PrpPPp



Institut für  
Gebäude + Energie + Licht  
Planung

# Umsetzung energiepolitischer Ziele

Eine Bauaufgabe entsteht ...

## energieoptimiertes Bauen und Sanieren im Bestand

Bemühungen der Baubranche  
seit In-Kraft-Treten der EnEV

notwendige Investitionswelle zur Reduzierung des CO<sub>2</sub> – Ausstoßes  
um Wärmeverluste und Energiebedarf im Bestand zu senken

Forderung nach zusätzlichen Förderprogrammen  
über privaten und öffentlichen Wohnungsbau hinaus

Anregung öffentlicher und privater Investitionen  
positive Impulse für die Bauwirtschaft durch demonstrative Leuchtturm-Projekte

breit angelegte Schulbausanierung unter dem Aspekt der Energieeffizienz  
zusätzliche Senkung von Betriebskosten und Entlastung der öffentlichen Haushalte



**12 Stuttgarter Leitlinien für die energieeffiziente Schulsanierung**

*Symposium / Fraunhofer IBP / Projekträger Jülich PTJ / Prof. Gerd Hauser IBP / September 2005*

## Forschungsvorhaben

### „Energieeffiziente Schulsanierung“ (EnEff:Schule)

im Rahmen des Förderkonzeptes

### „Energieoptimiertes Bauen“ (EnOB)

Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi)



### Demonstrationsbauvorhaben PLUS Energieschule Rostock



Bauherr

Hansestadt Rostock

Förderung /  
Finanzierung

Bundeswirtschaftsministerium BMWi

Landesumweltministerium M-V / LFI

Projekträger Jülich PTJ

Fraunhofer ISE / ILEK

Hochschule Wismar / Universität Rostock

Hansestadt Rostock



**BMWi** • BEGLEIT-  
FORSCHUNG



**PTJ**  
Projekträger Jülich  
Partnership since 2005

**Fraunhofer ISE**

**Fraunhofer ILEK**

**Fraunhofer ISE**

**IREES**  
Institut für Ressourcenökonomie  
und Energieeffizienz

**EnEff:Schule**

**Energieeffiziente Schulen**



# Objektdaten

## Planungsbeteiligte

### Projekt

PLUS-Energieschule Rostock

### Bauherr

Hansestadt Rostock, Amt für Schule und Sport  
vertreten durch den Betrieb der Kommunalen  
Objektbewirtschaftung und-entwicklung der Hansestadt Rostock KOE

### Architekt

Institut für Gebäude + Energie + Licht Planung, Wismar

### Tragwerk

Ingenieurbüro für Baustatik Dipl.-Ing. Peter Schenk, Wismar

### Haustechnik

Ingenieurplanung GmbH, Rostock

### Energieberatung

Fraunhofer Institut für Solare Energiesysteme (ISE), Freiburg  
Fraunhofer Institut für Bauphysik (IBP) Abteilung Wärmetechnik, Stuttgart

### Monitoring

Kompetenzzentrum Bau, Mecklenburg Vorpommern

### Bauleitung

Institut für Gebäude + Energie + Licht Planung, Wismar

### Nutzer / Betreiber

Hansestadt Rostock, Amt für Schule und Sport  
Europaschule Gymnasium Reutershagen, Rostock

# Bestandsanalyse

Gebäudeart



Typenbau Bauzeit ca. 1960

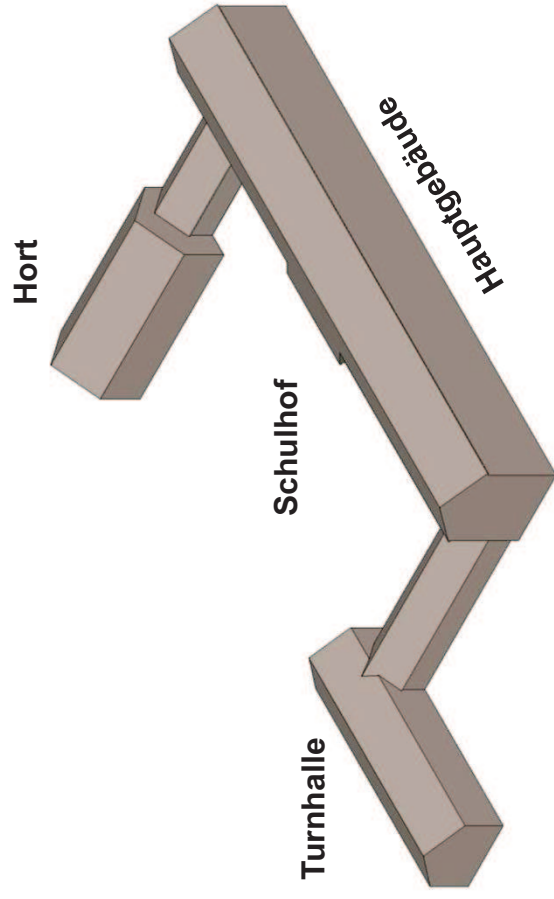
**Einbund-Schulgebäude** in Massivbauweise

**Hauptgebäude** 3-geschossig

**Nebengebäude** hofartig angeordnet

**Turnhalle** 1-geschossig

**Hortgebäude** 2-geschossig



## Bestandsanalyse

Standort / Lage

**verkehrsgünstige Lage**  
bevorzugter und innenstadtnaher Stadtteil

**sehr gut sichtbar** → **Leuchtturm** in der Schullandschaft  
am Rand der Wohnbebauung  
in direkter Nachbarschaft zur Stadtautobahn

**zukünftig gesicherter Gebäudebestand**  
gemäß Schulentwicklungsplanung

**zukünftig bessere Auslastung**  
durch Unterbringung einer Grundschule

**Orientierung des Hauptgebäudes nach Süden**  
hervorragende Möglichkeiten  
der Sonnenenergienutzung

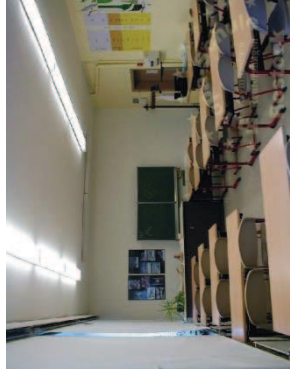


# Problemdarstellung

Gebäudebestand / Nutzung



hoher Erschließungsaufwand



Größe der Klassenräume entsprechen nicht den Schulbaurichtlinien

unpersönliches Erscheinungsbild



ungestaltete Freiflächen bieten keine Rückzugsmöglichkeiten

keine Möglichkeit der Identifikation

keine Aufenthaltsbereiche / Mehrzweckräume



keine individuellen und sozialen Erlebnisbereiche

**beeinträchtigte Nutzung gemäß neuem Schulkonzept und geltenden Schulbaurichtlinien**

## **Problemdarstellung**

Gebäudebestand / Energieverbrauch

unzureichende Dämmung der Außenhülle

ungünstiges A/V - Verhältnis

hohe Transmissionswärmeverluste

hohe Lüftungswärmeverluste

sommerliche Überhitzung

veraltete Heiztechnik

keine kontrollierte Lüftung

Lärmemission (neue Umgehungsstrasse)

Tageslicht einseitig



**hoher Jahresheizwärmebedarf - hoher Primärenergieverbrauch - kostenintensiv**



# Das PLUS Prinzip

Zielsetzung: ganzheitliche Planungsansatz

## **ganzheitlicher Planungsansatz / Doppelfunktion:**

**Energetische Sanierung- und Erweiterung bei gleichzeitiger Verbesserung der architektonischen Qualität und Schaffung zusätzlicher Nutzungsmöglichkeiten !**



### **Energieoptimierung**

Optimierung des Klima- und Energiekonzeptes unter Einbeziehung eines innovativen Lösungsansatzes



### **architektonische Verbesserung**

sinnvolle Gestaltung der neuen Außenhülle unter Einbeziehung der bestehenden Außenbauteile

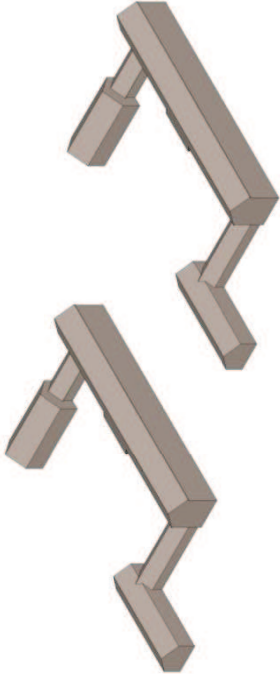


### **multifunktionale Nutzungserweiterung**

Verbesserung des A/V-Verhältnisses und Schaffung zusätzlicher Aufenthalts-, Kommunikations- und Bewegungsflächen

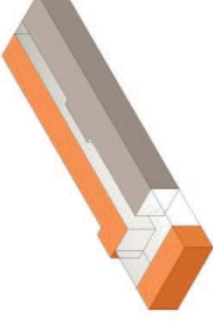
## Bestand

2 typengleiche Schulstandorte



## Planung

1 gemeinsames Schulzentrum



### BGF Bruttogrundfläche

<b>Bestand</b>	Gebäudebestand Mathias-Thesen-Str.17 3.900 m <sup>2</sup>	Gebäudebestand Bonhoeffer-Str.16 3.900 m <sup>2</sup>	<b>7.800 m<sup>2</sup></b>
<b>Planung</b>	Bestand Hauptgebäude 3.120 m <sup>2</sup>	Erweiterungsbau Gymnasium 3.085 m <sup>2</sup>	Erweiterungsbau Grundschule 1.725 m <sup>2</sup>
			<b>7.930 m<sup>2</sup></b>

### NF Nutzfläche

<b>Bestand</b>	Gebäudebestand Mathias-Thesen-Str.17 2.240 m <sup>2</sup>	Gebäudebestand Bonhoeffer-Str.16 2.240 m <sup>2</sup>	<b>4.480 m<sup>2</sup></b>
<b>Planung</b>	Bestand Hauptgebäude 1.660 m <sup>2</sup>	Erweiterungsbau Gymnasium 2.500 m <sup>2</sup>	Erweiterung Grundschule 1.060 m <sup>2</sup>
			<b>5.220 m<sup>2</sup></b>

### VF Verkehrsfläche

<b>Bestand</b>	Mathias-Thesen-Str.17 1.140 m <sup>2</sup>	Bonhoeffer-Str.16 1.140 m <sup>2</sup>	<b>2.280 m<sup>2</sup></b>
<b>Planung</b>	Bestand Hauptgeb. 1.040 m <sup>2</sup>	42	225
			<b>1.685 m<sup>2</sup></b>

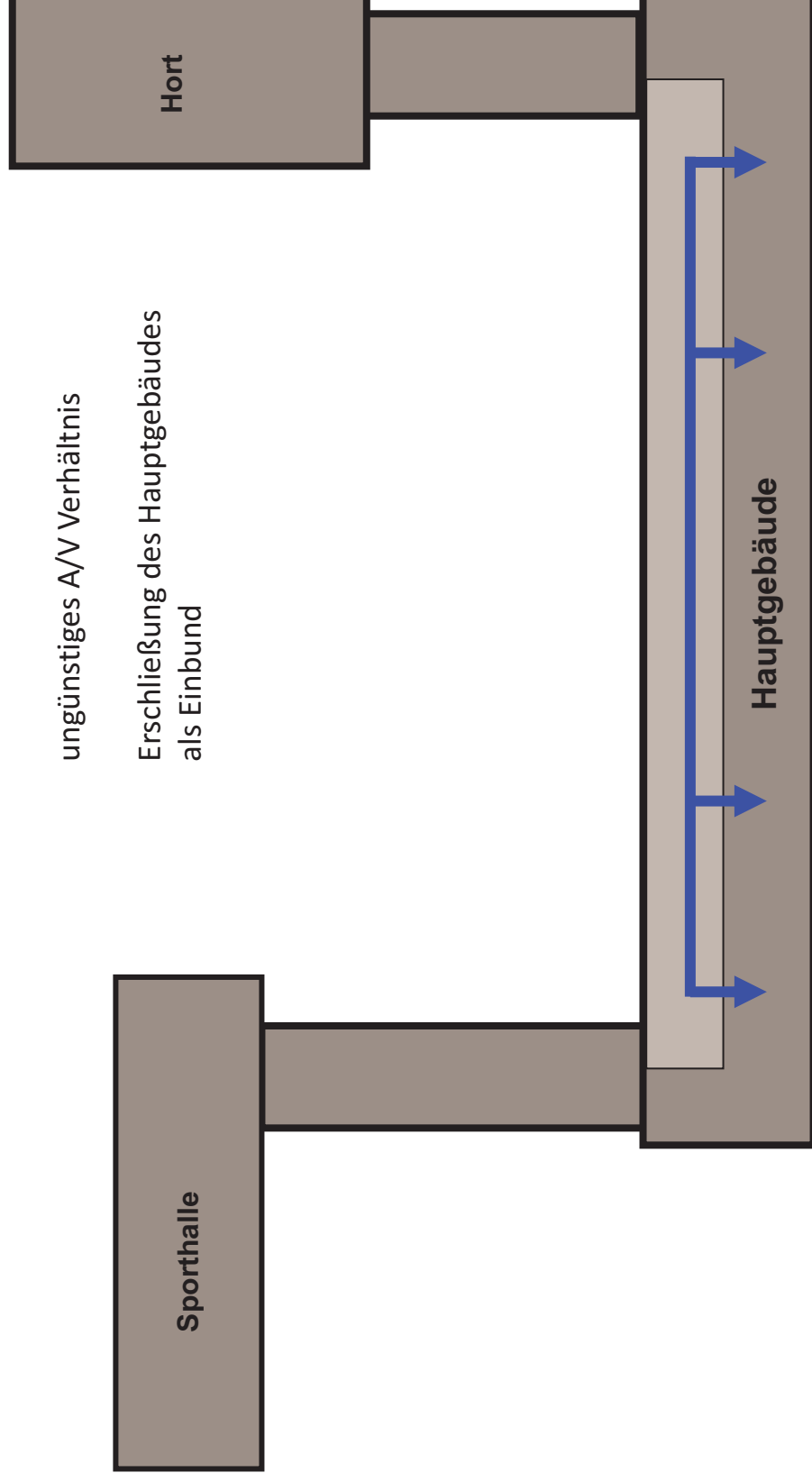
# Sanierungsprinzip

unsanierter Gebäudebestand

unzureichender Wärmeschutz der  
äußeren Hülle des Gebäudebestands

ungünstiges A/V Verhältnis

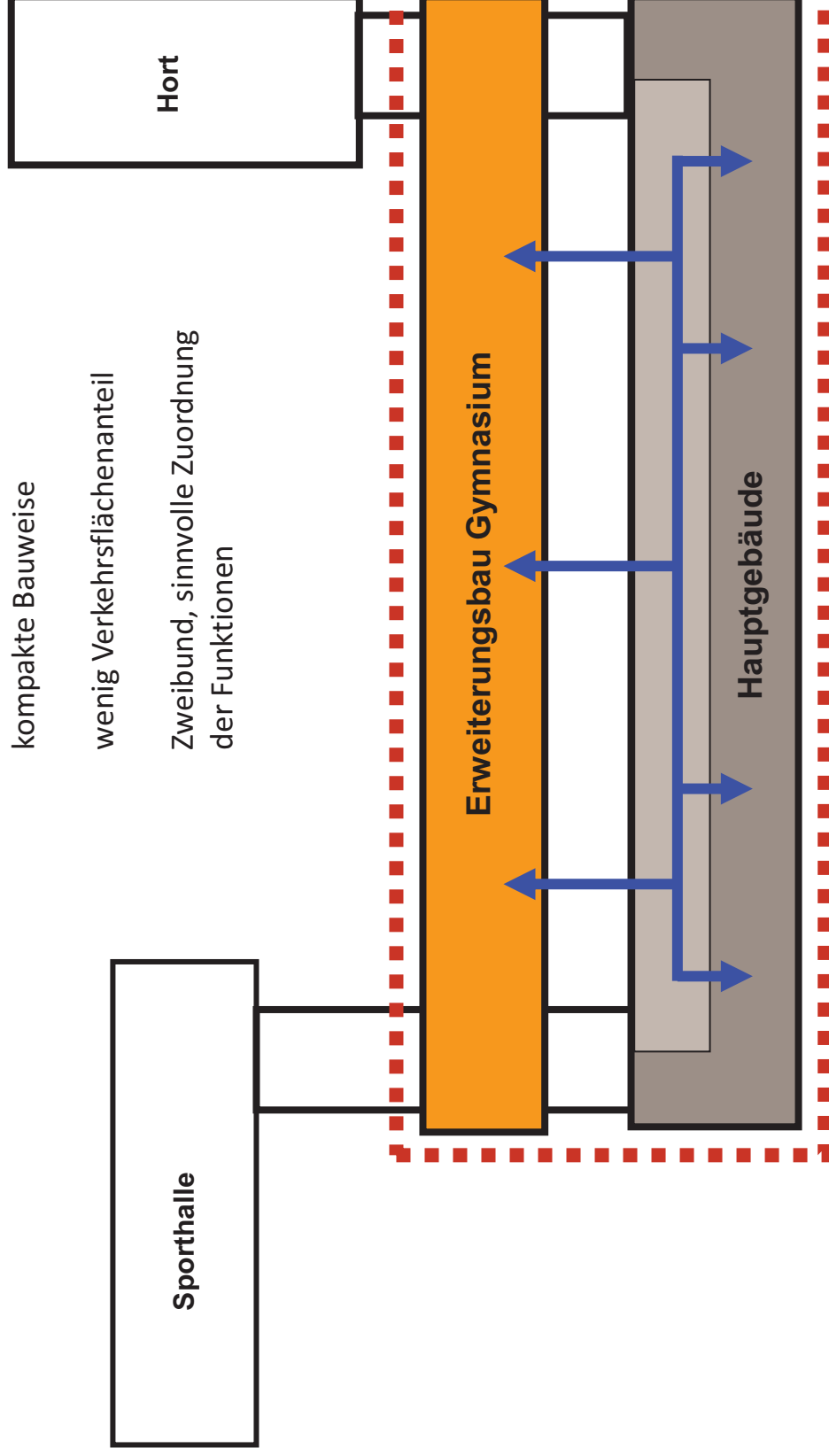
Erschließung des Hauptgebäudes  
als Einbund



# Sanierungsprinzip

Nutzungserweiterung

Nutzungsoptimierung  
durch Erweiterungsbau



kompakte Bauweise

wenig Verkehrsflächenanteil

Zweibund, sinnvolle Zuordnung  
der Funktionen

Sporthalle

Hort

Erweiterungsbau Gymnasium

Hauptgebäude

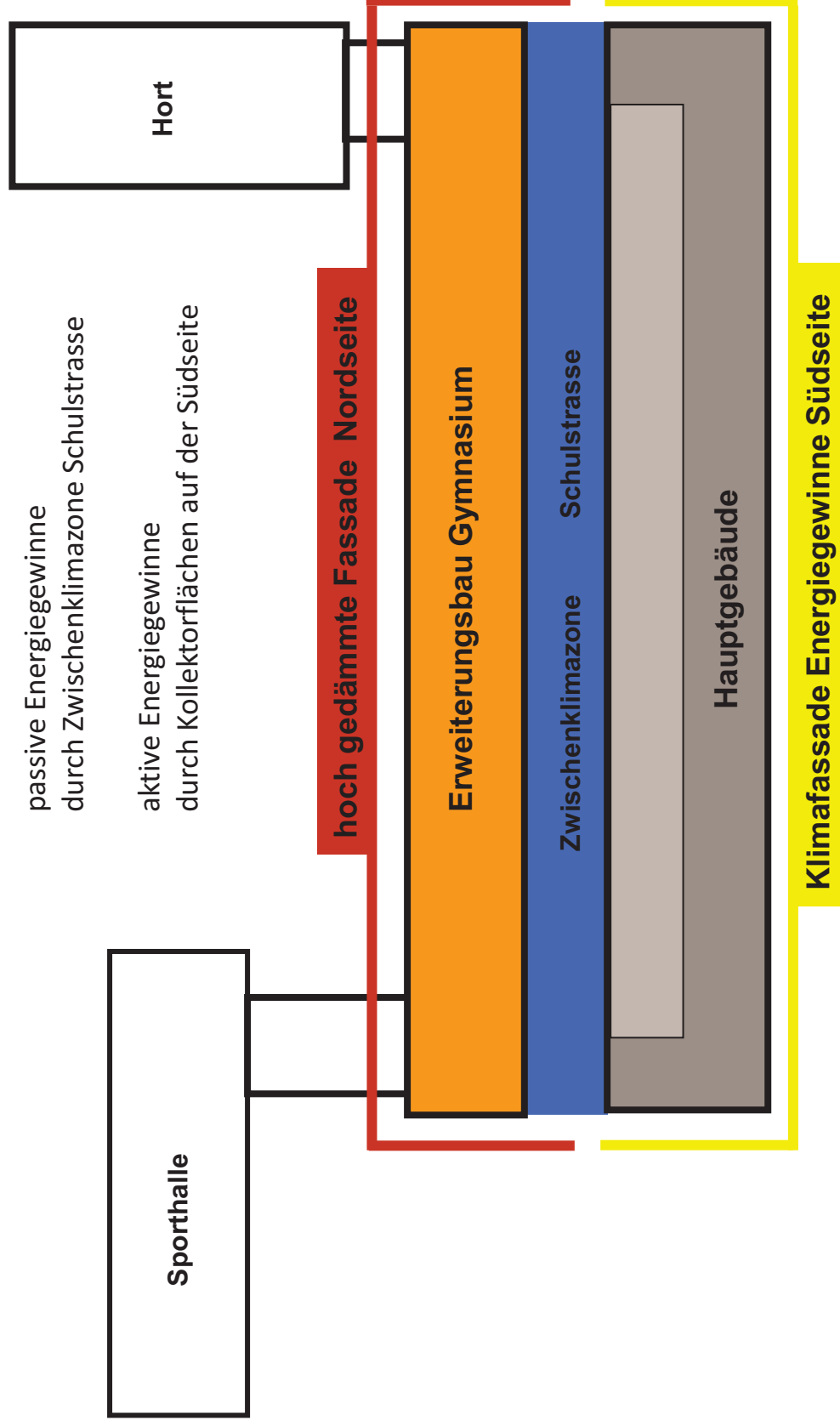
# Sanierungsprinzip

Energieoptimierung

optimierte Dämmung auf der Nordseite  
durch bauliche Ergänzung der Fachräume

passive Energiegewinne  
durch Zwischenklimazone Schulstrasse

aktive Energiegewinne  
durch Kollektorflächen auf der Südseite



# Wiederverwendung statt Sanierung

Prinzip „weniger ist mehr“

## Das PLUS dieses Planungsansatzes zählt 4-Fach

- neue Gebäude in zeitgemäßer Bauweise mit hochgedämmten Außenwänden  
gewährleisten geringen Wärmeverlust und Heizenergiebedarf
- die Potenziale des Bestands werden für den Neubau genutzt  
z.B. die vorhandene Erschließung
- neu entwickelte Nutzungsbereiche für den Schulbetrieb  
ermöglichen eine Vielzahl von Aktivitäten
- Bestand bleibt im Wesentlichen erhalten die zum Einsatz kommenden Bauprodukte  
sind unter den Aspekten des Lebenszyklus als nachhaltig und energieeffizient einzustufen

## **ein weiteres PLUS**

die Energiebilanz....

- **günstiges Außenfläche / Volumenverhältnis durch kompakte tiefe Baukörper:**
  - das große Volumen speichert die Wärme
  - geringe Außenfläche minimiert den Wärmeverlust
  - Primärenergiebedarf bleibt gering



- **durch günstige Primärenergiefaktoren und die Nutzung regenerativer Energiequellen**

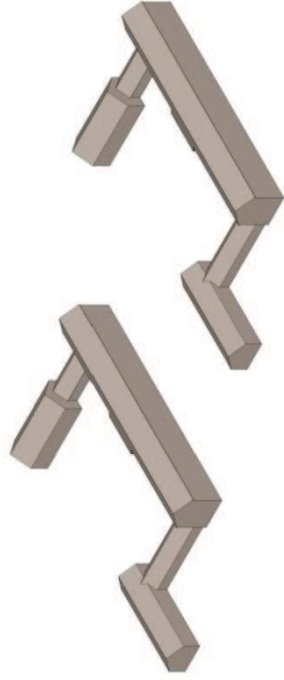
wird die Energiebilanz beispielhaft

## Kenndaten

Gegenüberstellung Bestand - Konzept

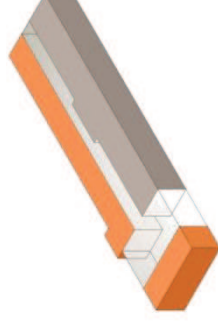
### Bestand

2 typengleiche Schulstandorte



### Planung

1 gemeinsames Schulzentrum



**Bruttogeschossfläche** / in m<sup>2</sup>  
**Nettogrundfläche** / in m<sup>2</sup>

5.258  
4.697

**Vor Sanierung**

9.136  
7.032

**Nach Sanierung**

**Energiebezugsfläche** / in m<sup>2</sup>  
**Bruttorauminhalt** / in m<sup>3</sup>

3.422  
22.000

6.325  
28.473

**U-Werte Gebäudehülle** / in W/m<sup>2</sup>K

Außenwand  
Fenster Holzrahmen  
Fenster Kunststoff  
Dach

1,06  
2,80  
1,70  
1,91

0,15  
0,80  
0,12

**Heizwärmebedarf** / in kWh/m<sup>2</sup>a

**Primärenergiebedarf** / in kWh/m<sup>2</sup>a

398,9  
420,30

36,81  
36,14



# Plus Energie Konzept

## Plus Energie Konzept

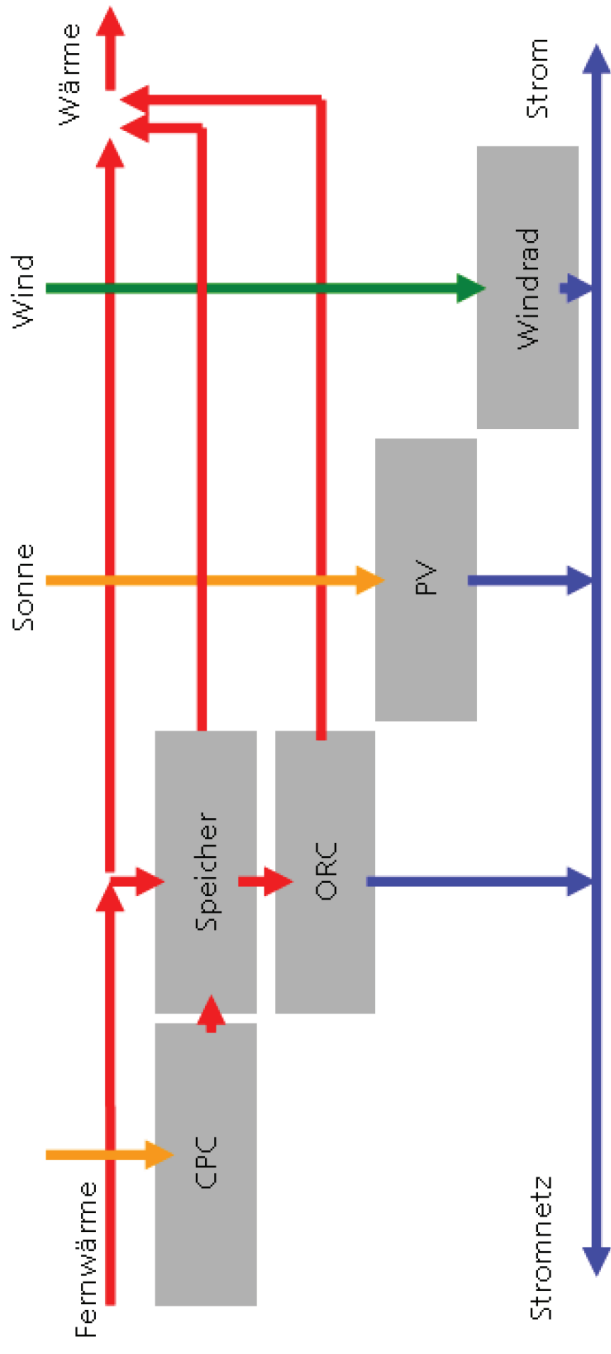


Bild 1.2.4.1 Versorgungsschema Schule Rostock nach Variante 5

## Energiebilanz

Tabelle 1.2.4.1 Bilanzierungsansatz für das Energieplusgebäude Schule Rostock beim Ausgleich der Energieversorgung unter Nutzung der erneuerbare Energien Wind, Fotovoltaik und Solarthermie für die ORC

Bedarf	Ausgeglichen durch	PE-Bilanz
Wärme	180,5 MWh/a	48,9 MWh
	Fernwärme (17 MWh thermisch solar berücksichtigt)	190,9 MWh
	+27,4 MWh ORC	12,0 MWh
		- 31,2 MWh
	Fotovoltaik	6,8 MWh
		- 17,7 MWh
Strom	53,9 MWh/a	18,0 MWh
	Wind	35,9 MWh
	Fotovoltaik	
Endenergie	261,8 MWh	190,9 MWh
	Wärme aus FW (KWK)	
	Erneuerbare Energie	72,7 MWh

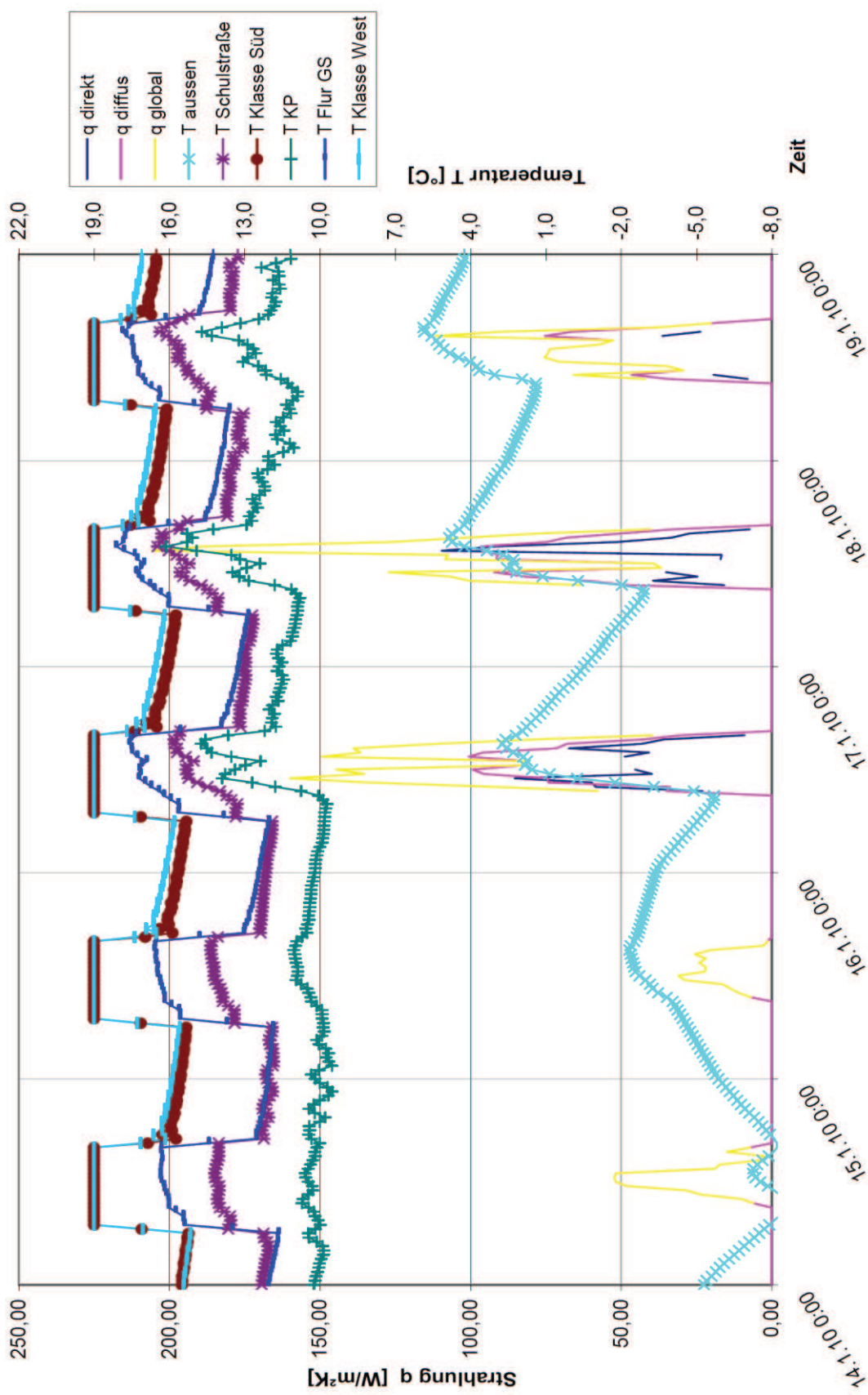
**Tabelle 1.2.4.2 Energiebilanzierung der einzelnen Versorgungssystem für eine ausgeglichene Energiebilanz; alle Varianten mit Fotovoltaik und Windenergie,  
 Primärenergiefaktor Strom = 2,6  
 Primärenergiefaktor Fernwärme = 0,256  
 beheizte Nutzfläche = 3981 m<sup>2</sup>**

Konzept	Technik				
	Variante 1 MWh	Variante 2 MWh	Variante 3 MWh	Variante 4 MWh	Variante 5 MWh
<b>Endenergie</b>					
Wärmebedarf gesamt	180,5	180,5	180,5	180,5	180,5
<b>Fernwärme gesamt</b>	<b>180,5</b>	<b>7,5</b>	<b>180,5</b>	<b>163,5</b>	<b>190,9</b>
Wärmepumpe (Wärme)		135,5			
PW für ORC					27,4
Solarthermie		37,5			17,0
2 Speicher		65,0			
7-Tagespeicher			41,0		
<b>Strom gesamt</b>	<b>53,9</b>	<b>88,9</b>	<b>53,9</b>	<b>53,9</b>	<b>53,9</b>
Wärmepumpe(Strom)		35,0			
Hilfsstrom	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Strom Beleuchtung/Lüftung	53,4	53,4	53,4	53,4	53,4
<b>PW+Strom Endenergie</b>	<b>234,4</b>	<b>96,4</b>	<b>234,4</b>	<b>217,4</b>	<b>244,8</b>
<b>Primärenergie</b>					
PE Wärme	46,2	1,9	46,2	41,9	48,9
PE-Strom	140,1	231,1	140,1	140,1	140,1
PE-Gutschrift ( bei 100% KWK anstelle 70 %)			-2,9		
<b>PE-gesamt</b>	<b>186,3</b>	<b>233,1</b>	<b>183,5</b>	<b>182,0</b>	<b>189,0</b>
<b>Energie -notwendiger Anteil erneuerbarer Energien zum Bilanzgleich (aus PE)</b>	<b>71,7</b>	<b>89,6</b>	<b>70,6</b>	<b>70,0</b>	<b>72,7</b>
Bedarf Endenergie PV/Wind für Wärme	17,8	0,7	16,7	16,1	18,8
Bedarf Endenergie PV/Wind für Strom	53,9	88,9	53,9	53,9	53,9
<b>Deckung Erneuerbare Energien</b>					
Deckung - ORC MWh				6,0	12,0
Deckung - Wind	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0
Deckung - PV MWh	53,7	71,6	52,6	46,0	42,7
Bedarf PV KWK( bei 950 kWh/kWp Ertrag)	56,5	75,4	55,3	48,4	44,9

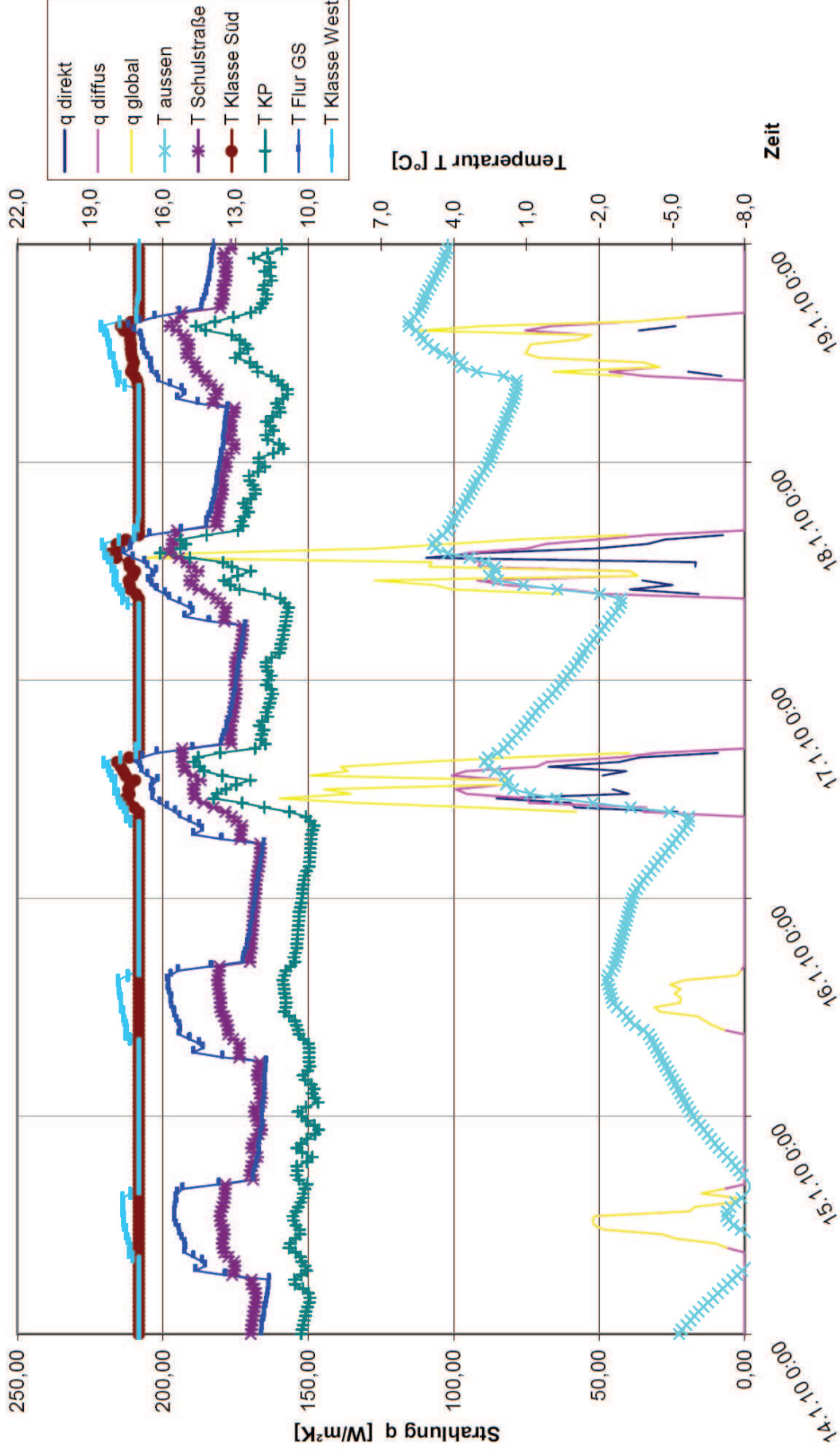
# Passive Sonnenenergienutzung

Tabelle 1: Einstellungen in den Simulationsrechnungen für die Konditionierung „Heizen“

Zone	Bezeichnung	Uhrzeit	Temp.	Bemerkung
1	Schulstraße	6.00 -16.00 Uhr indirekt beheizt		In der Zeit von 6.00 – 16.00 Uhr Zuströmung von Luft aus anliegenden Zonen 3 und 4 („Klassenzimmer Süd“ und „Klassenzimmer Nord“) beheizt (Annahmen 17°C bzw. 19°C)
2	WC	unbeheizt		indirekt beheizt über Schulstraße
3	Klassenraum Süd		17°C o.19°C	
4	Klassenraum Nord		17°C bzw. Nachtabschaltung	
5	Klassenraum West	06.00 – 16.00		Grundschule
6	Sonst. Aufenthaltsräume	18.00 – 06.00		Erdgeschoss Schülermitverwaltung
7	Büro / Lehrerzimmer			
8	Klimapuffer	unbeheizt, freie Temperatureinstellung		
9	Flur Grundschule	6.00 -16.00 Uhr indirekt beheizt		indirekt durch Überströmung der Abluft aus der Zone 5 „Klassenzimmer West“ beheizt
10	Mehrzweckraum	unbeheizt		Freie Temperatureinstellung

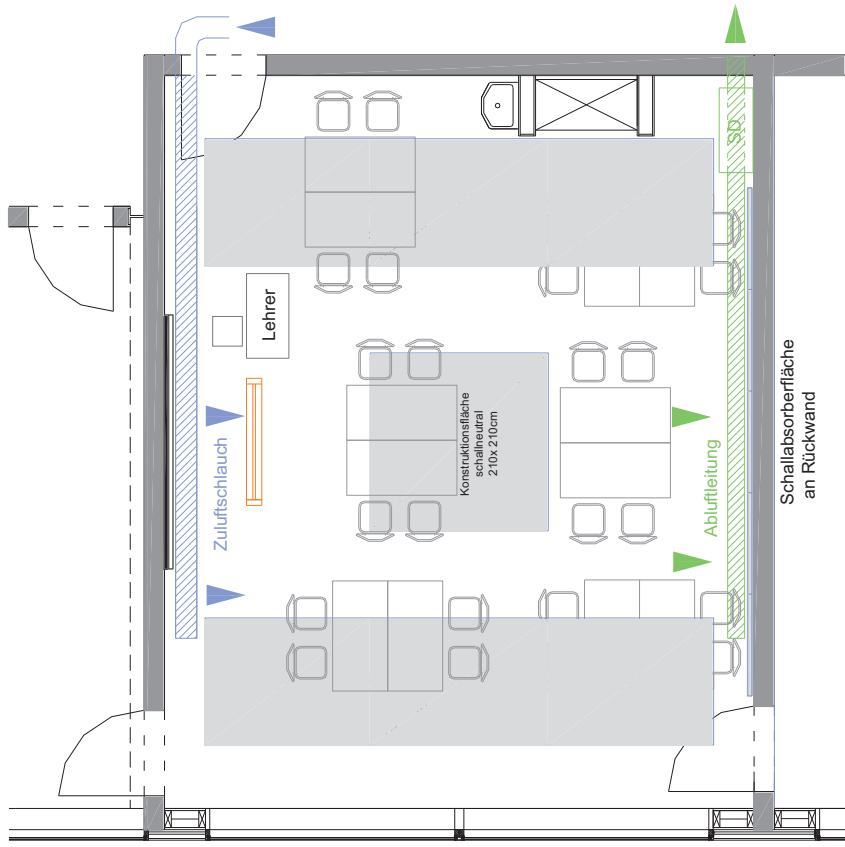
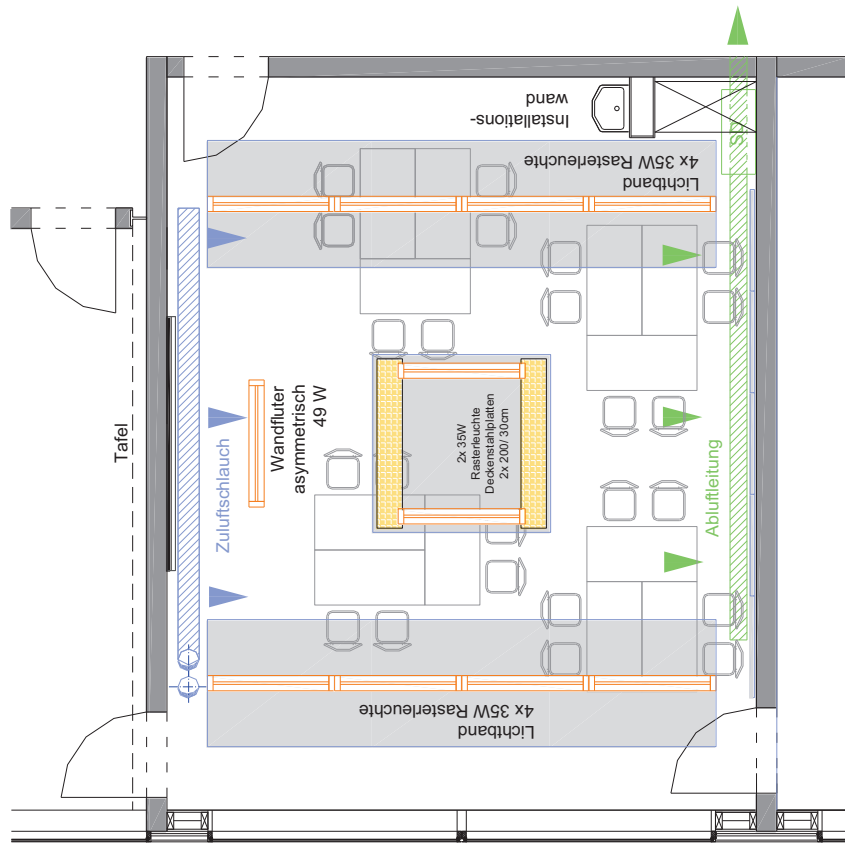


**Bild 1:** Verlauf der Innentemperaturen in der Schulstraße, dem Flur der Grundschule, im Klimapuffer sowie in den Klassenräumen Süd und West in einer kalten Winterperiode bei 19°C Innenlufttemperatur tagsüber und kompletter Abschaltung der Heizungsanlage in der Nacht



**Bild 2: Verlauf der Innentemperaturen in der Schulstraße, dem Flur der Grundschule, Klimapuffer sowie in den Klassenräumen Süd und West in einer kalten Winterperiode. Gewährleistung einer Innenlufttemperatur von 17°C tags und nachts**

# Beispielklassenraum





# Maßnahmen

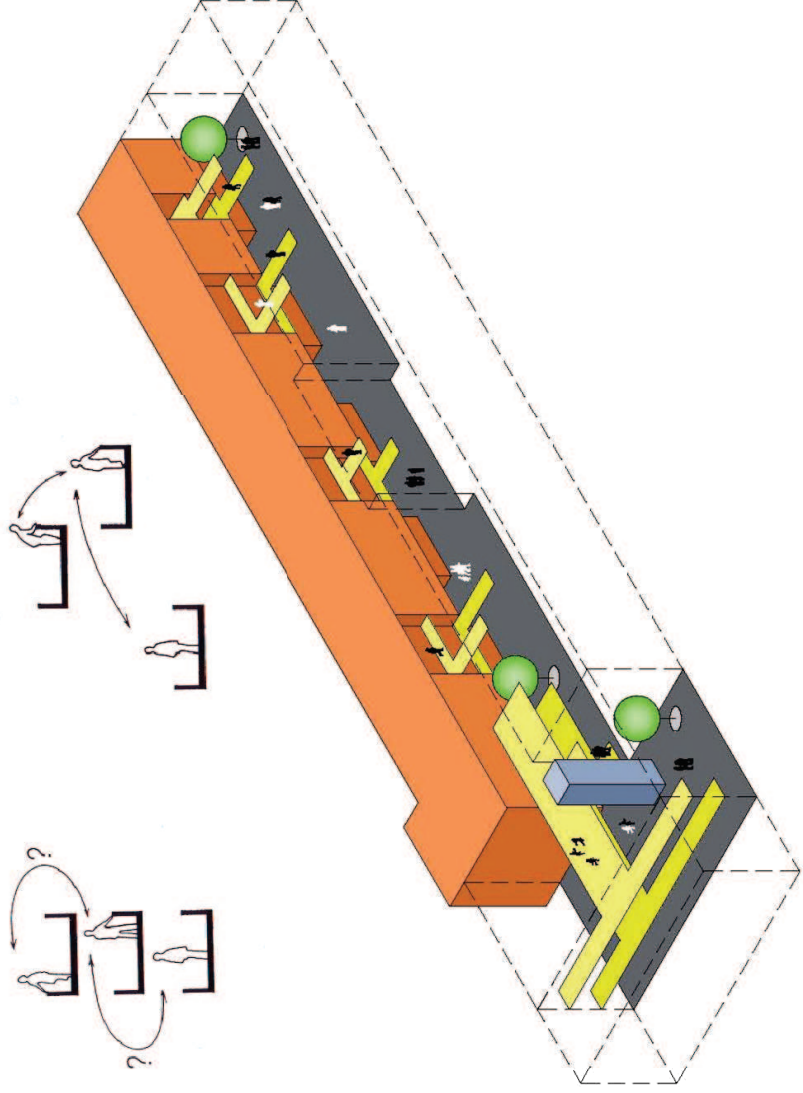
# Maßnahmenkatalog

PLUS Energie

<b>Zwischenklimazonen</b>	Marktplatz und Schulstraße
<b>Gebäudehülle</b>	opake und transparente Bauteile / hoch gedämmt
<b>Solarthermie</b>	CPC Vakuumröhrenkollektoren
<b>ORC (Organic Rankine Cycle)</b>	Stromgewinnung aus Wärme
<b>Lüftungskonzept</b>	kontrollierte Zu- und Abluft mit Wärmerückgewinnung
<b>Flächenheizung</b>	Niedertemperaturheizung, Sockelleistenheizung und Deckenstrahlplatten kombiniert
<b>VIP Dämmung</b>	Optimierung der vorh. Bodenplatte
<b>Tageslichtoptimierung</b>	Sonnenschutz und Lichtlenkung bedarfsgerechte Beleuchtungssteuerung
<b>Photovoltaik</b>	Sonnenschutz und Stromgewinnung
<b>Windkraftanlage</b>	Nutzung Windenergie zur Stromgewinnung
<b>Gebäudeautomation</b>	Regelungstechnik

# Der Speicher als PLUS

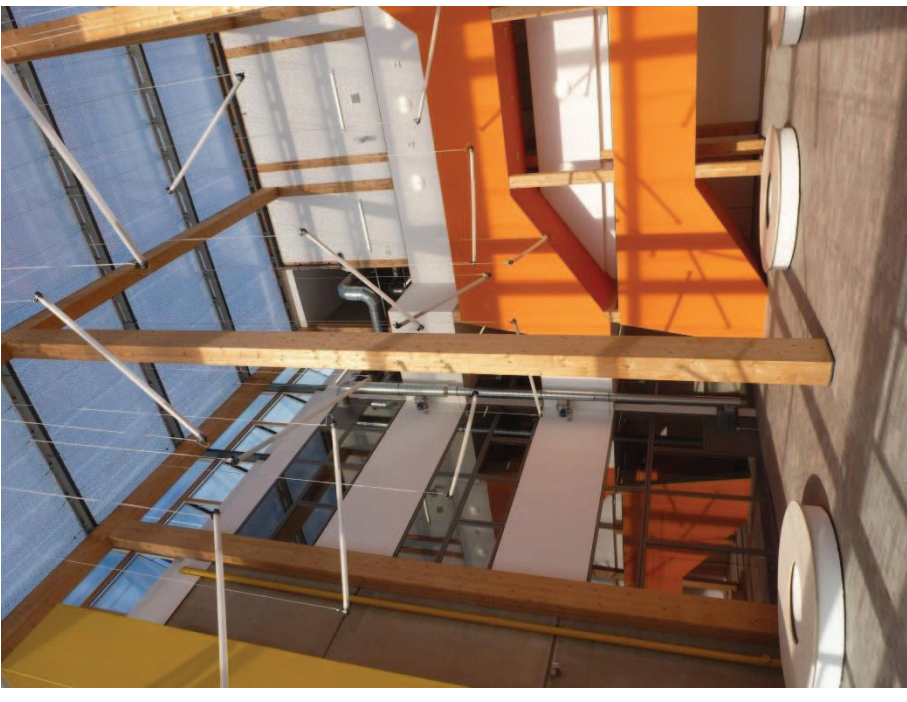
Schulstraße und Marktplatz  
Zwischenraum als Energieträger



## Zwischenklimazone

Schulstraße und Marktplatz

- „Marktplatz“ zur multifunktionalen Nutzung
- Bewegungsraum in geschütztem Zwischenklima
- flexible, bewegliche Möblierung
- Anpassung an Nutzerwünsche
- Möglichkeiten der Erweiterung und Mehrfachnutzung
- Erstellung einer homogenen, modellierten Bewegungslandschaft
- spannungsvolle Raumgestaltung



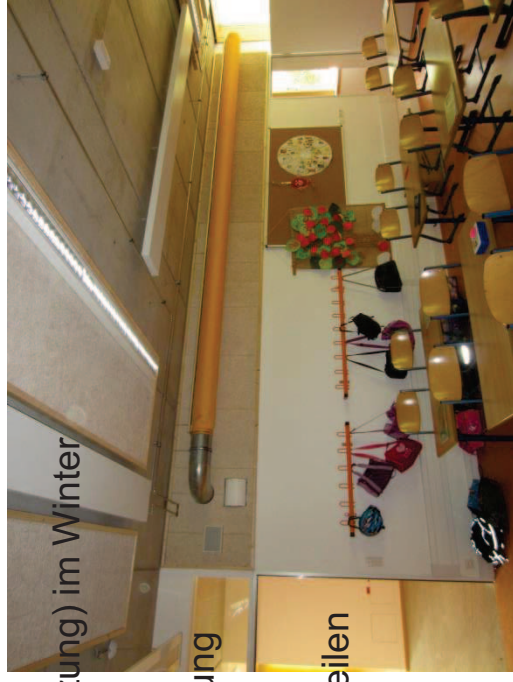
# Maßnahmen

Gliederung in Klimazonen

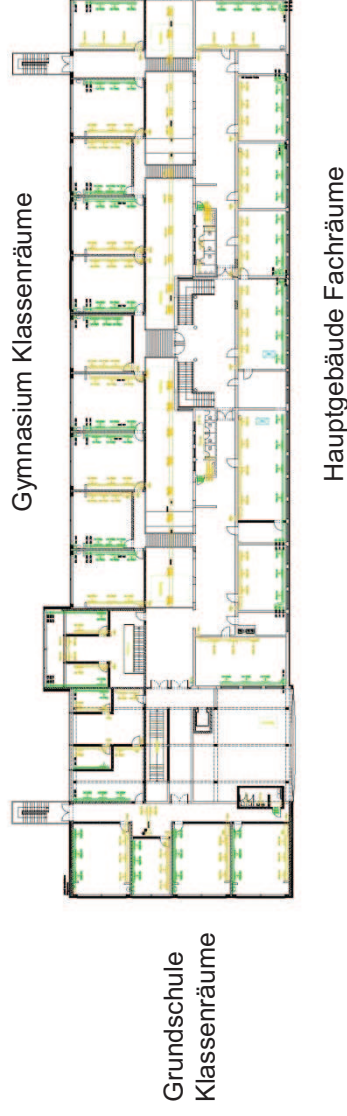


**zur optimalen Anpassung an die Bedürfnisse des Nutzers**

- unbeheizter „Marktplatz und Schulstraße mit großen solaren Wärmeeinträgen (passive Solarenergienutzung) im Winter natürliche Belüftung und Verschattung im Sommer
- Bauteilaktivierung durch deckenintegrierte Niedertemperaturheizung mit Schall absorbierender Wirkung
- Optimierung der Gebäudehülle mit hoch wärmedämmten Bauteilen



## Maßnahmen kontrollierte Lüftung



- Zuluft Anlage mit dezentraler Versorgung jedes einzelnen Klassenzimmers

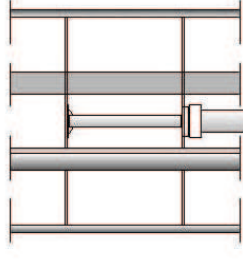
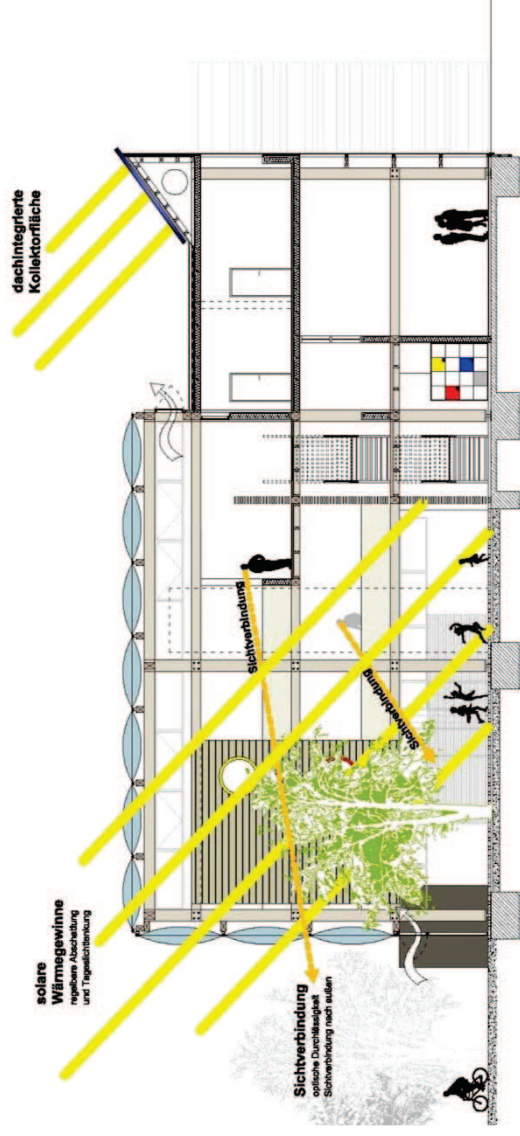
- mit Nutzung des Luftraums der Zwischenräume zur Sammlung der Abluft und Wärmerückgewinnung

- zentrale Ablufführung in der „Schulstraße“ unter Nutzung der vorhandenen Thermik

- verbesserte Ausnutzung der solaren Einträge

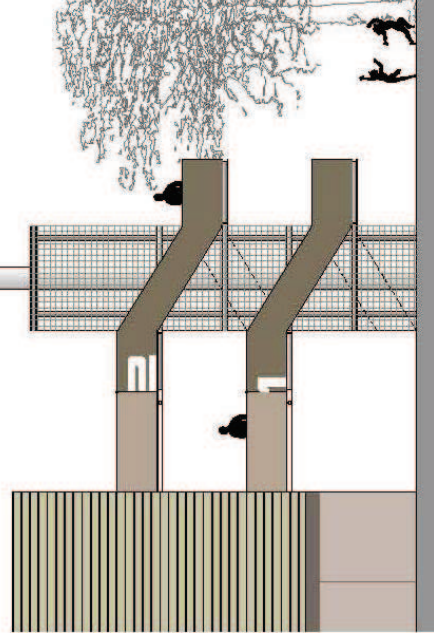


# Maßnahmen zur Energieerzeugung

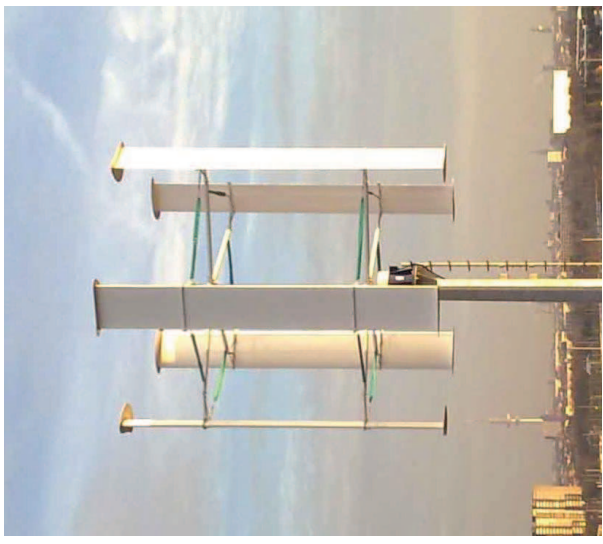
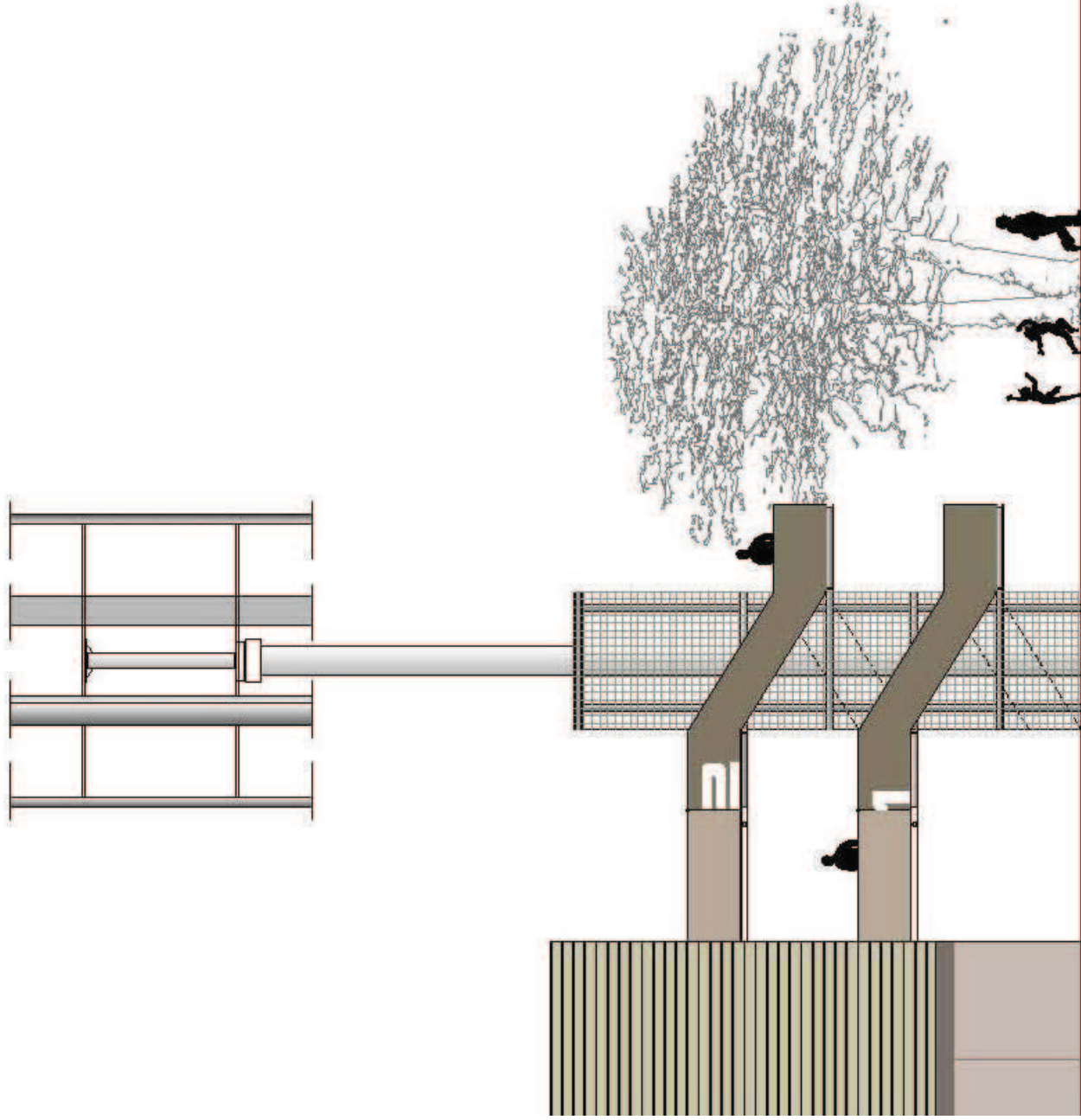


## Nutzung der neuen Hüllflächen für:

- Gebäude integrierte PV-Anlagen
- Doppelnutzung von Treppenhäusern als Mast für Gebäude integrierte Kleinwindanlagen mit Darrieus-Rotor



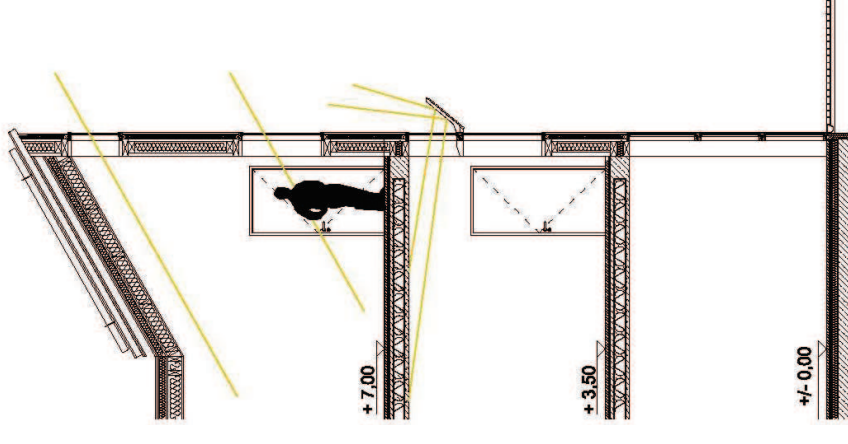
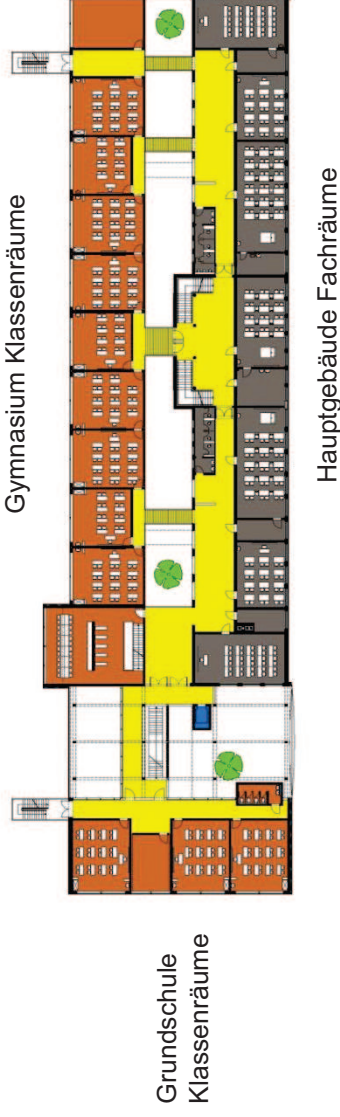
# Windrad Außentreppe





# Maßnahmen

## optimale Tageslichtausnutzung



## zur Reduzierung des Stromverbrauchs

- Orientierung der Klassenräume des Gymnasiums mit großen Öffnungen nach Norden zur Vermeidung der Überhitzung
- optimierter Sonnenschutz der Fachräume im Gebäudebestand nach Süden
- Orientierung der Klassenräume der Grundschule Nutzung überwiegend vormittags nach Westen
- zweiseitige Belichtung über die Zwischenklimazone





# **Der erlebbare PLUS**

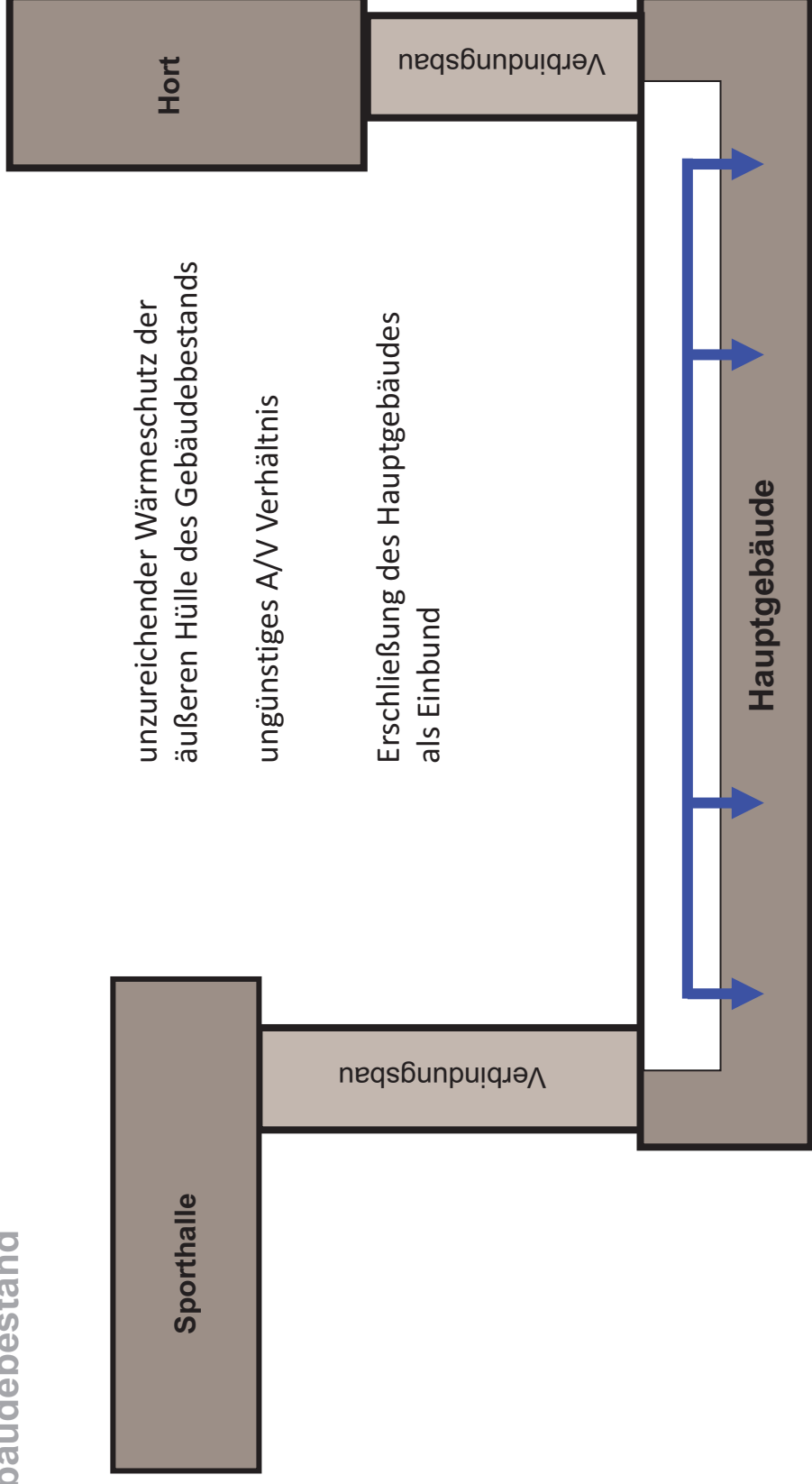
**ganzheitlicher Planungsansatz / Doppelfunktion:**

**mit neuen Raumangeboten und veränderten  
Rahmenbedingungen zur Gestaltung des Schulalltags**

**Das PLUS ist für die Schüler erlebbar und soll in den  
Unterricht miteinfließen.**

# Ausgangslage

## Gebäudebestand

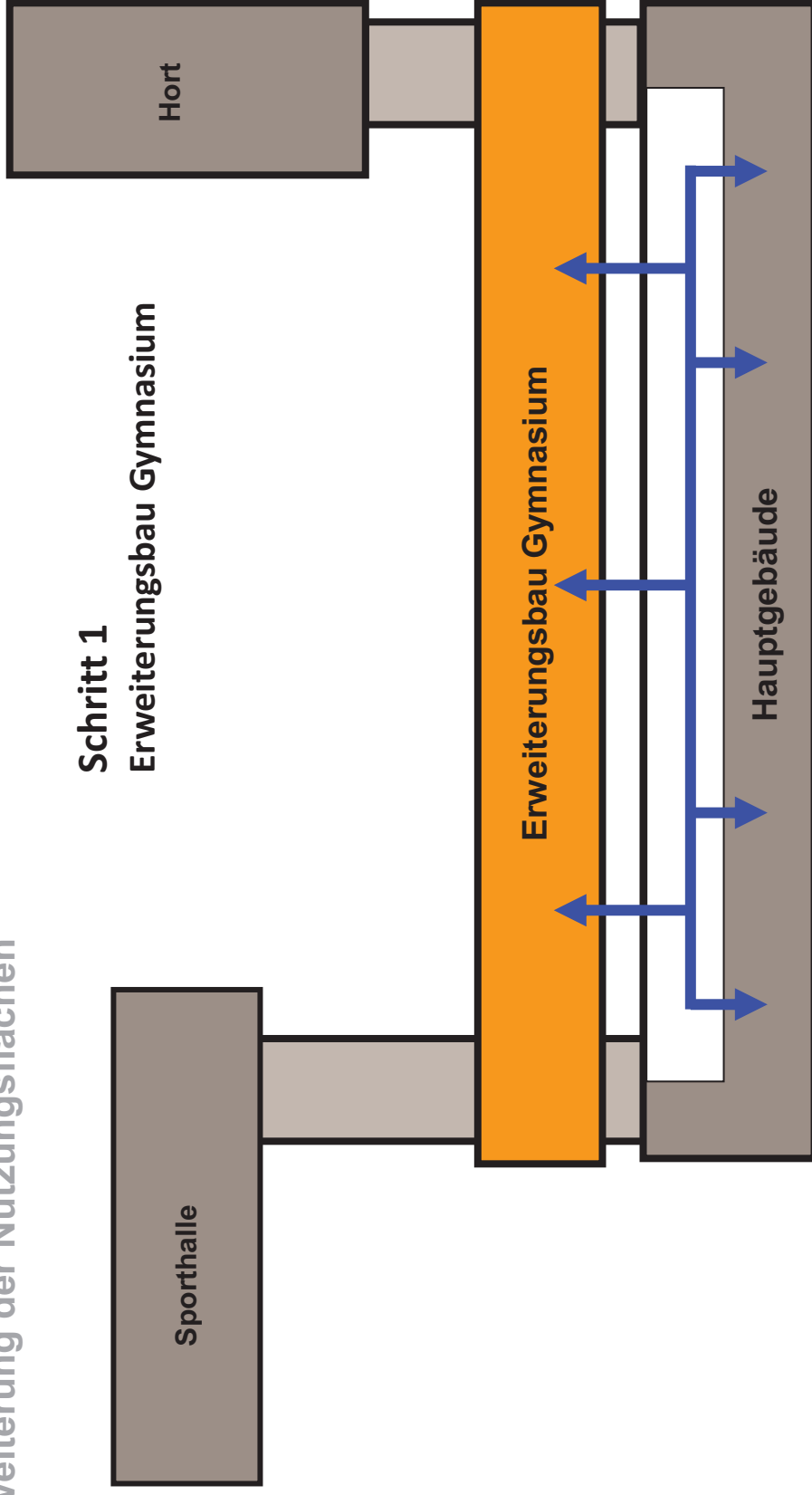


# Phase 1

## Erweiterung

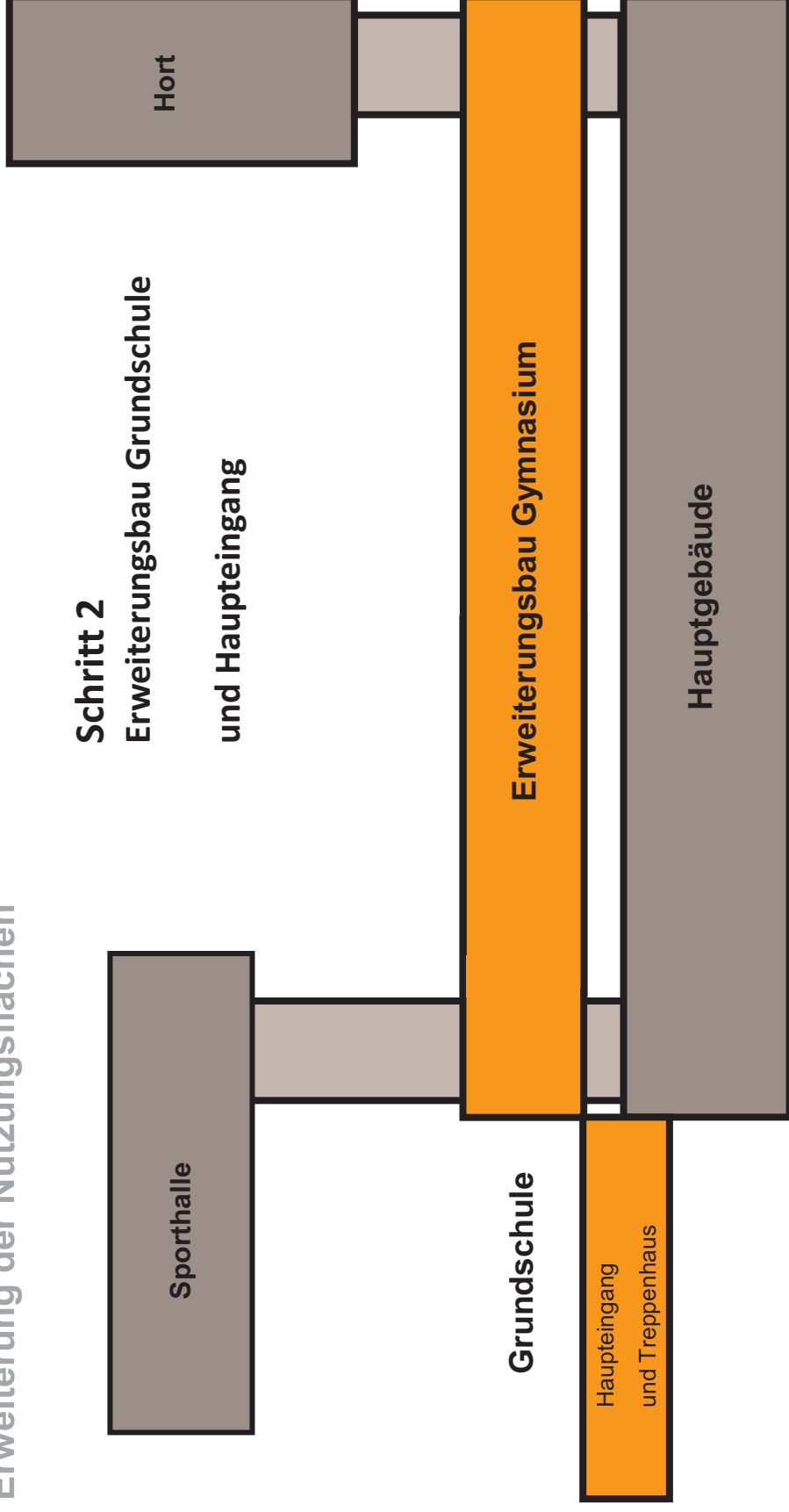
# Phase 1

Erweiterung der Nutzungsflächen



# Phase 1

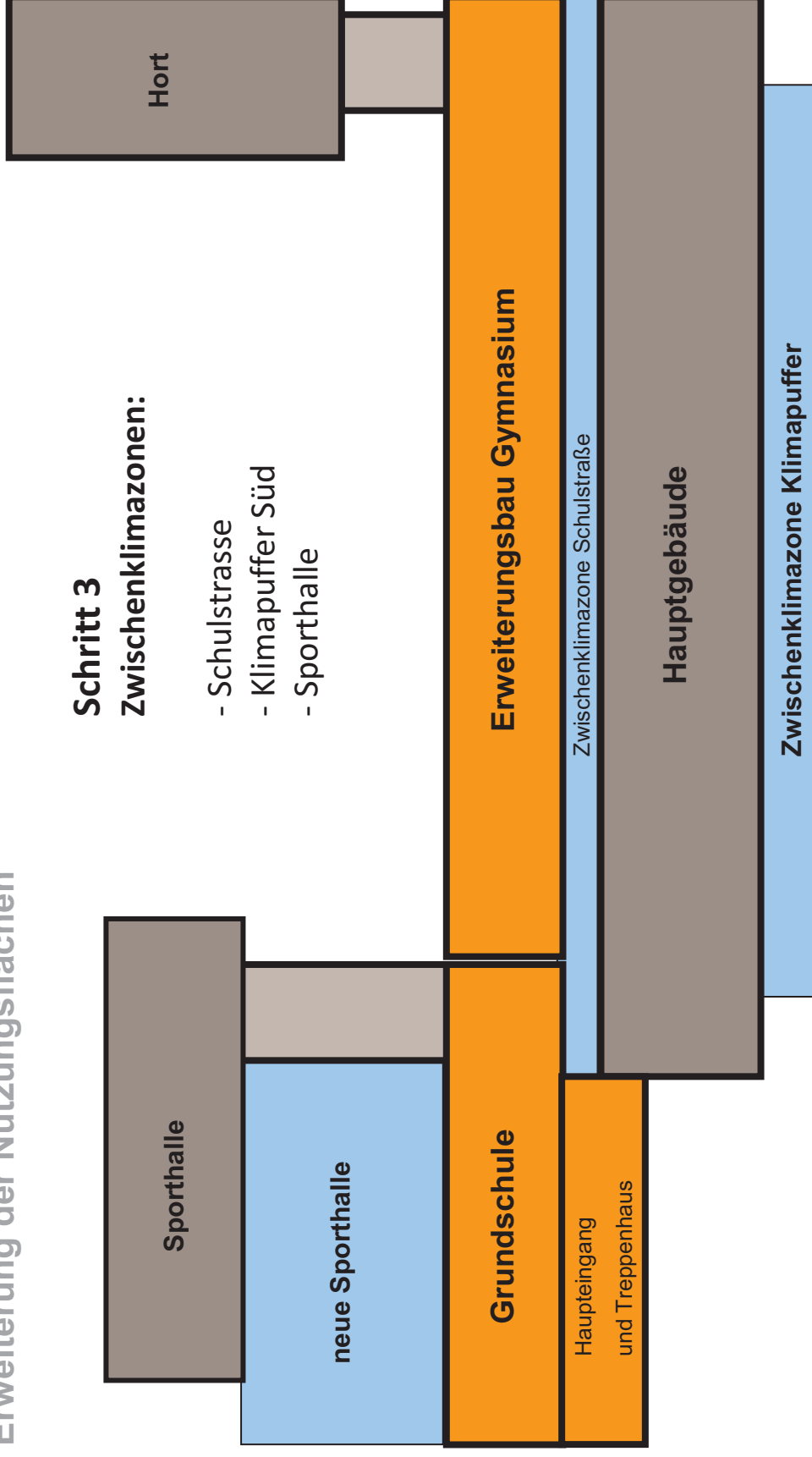
Erweiterung der Nutzungsflächen





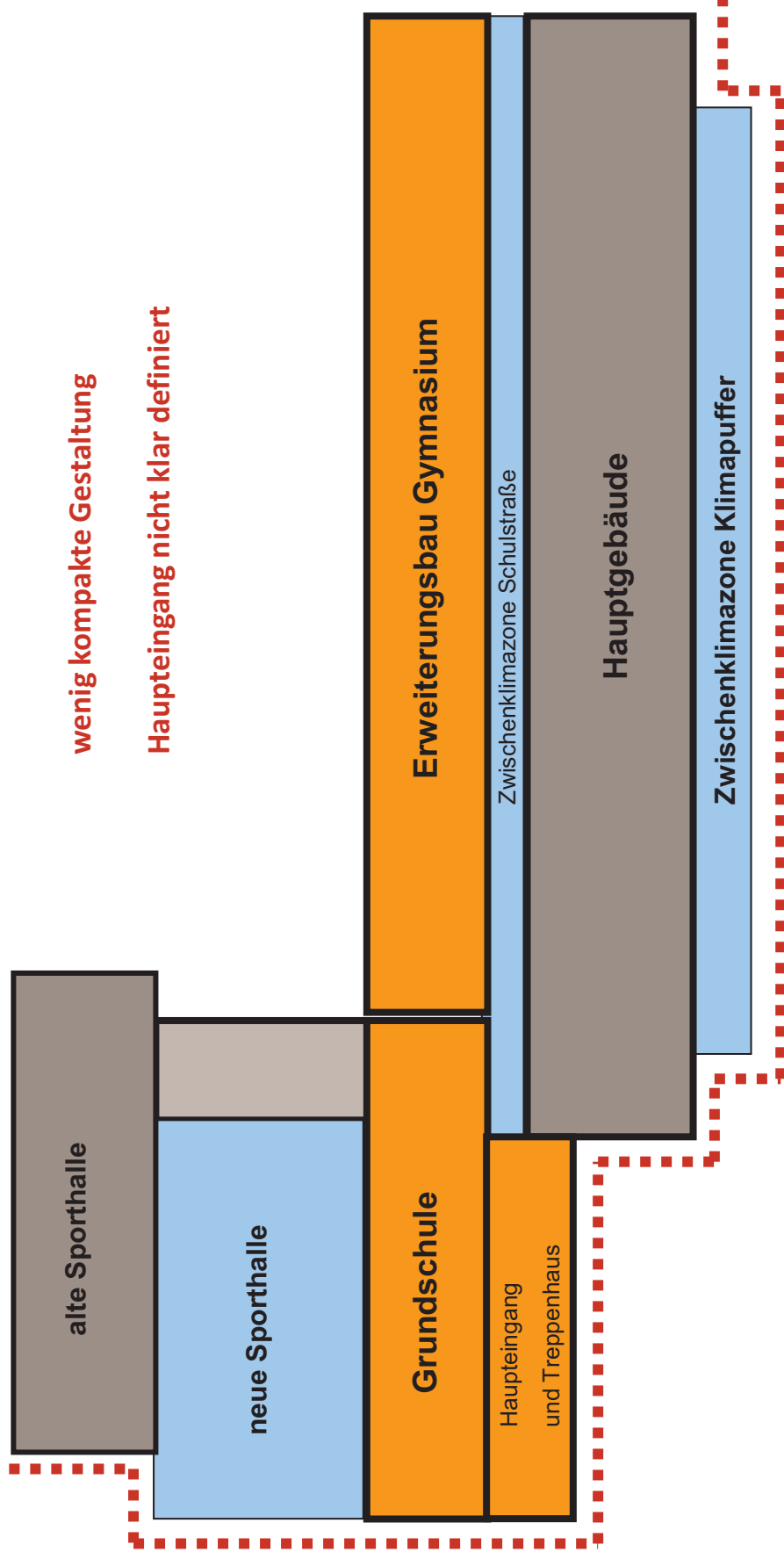
# Phase 1

Erweiterung der Nutzungsflächen



# Phase 1

Erweiterung der Nutzungsflächen



## **Phase 2**

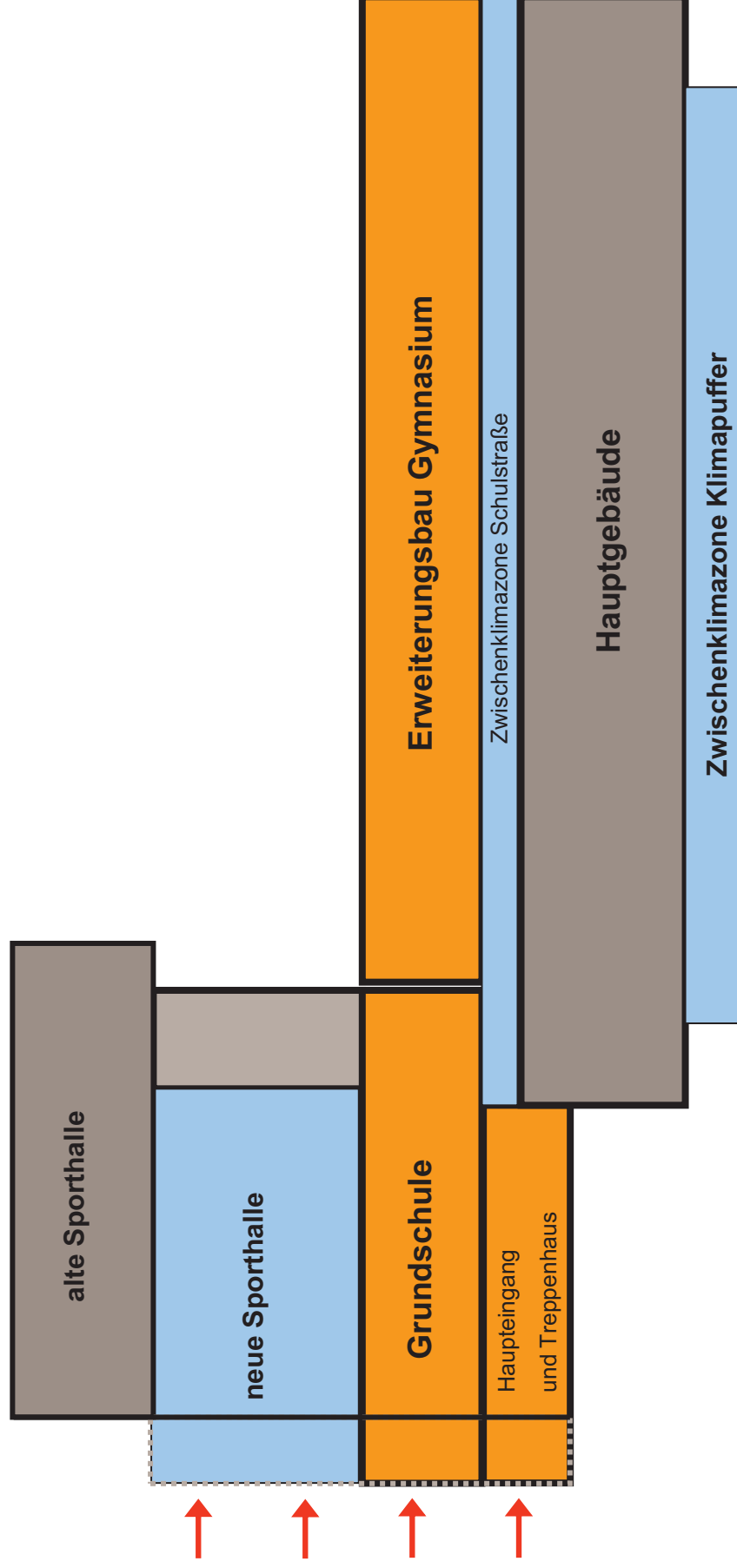
**Neuordnung / Meilensteinsitzung**

## Phase 2

Neuordnung

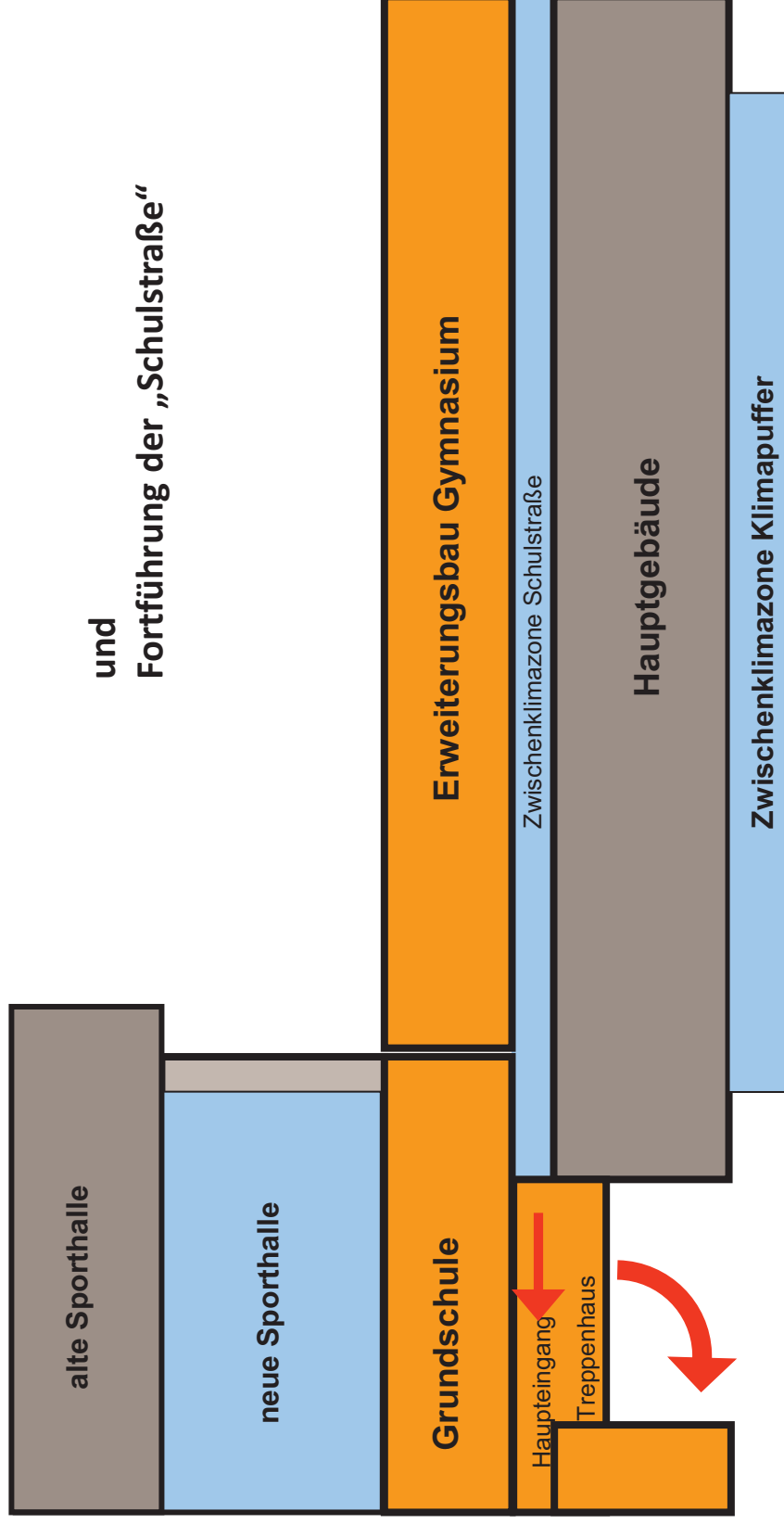
## Schritt 1

Einsparung von Verkehrsflächen



## Phase 2 Neuordnung

## Schritt 2 Neuordnung Eingangsbereich und Fortführung der „Schulstraße“

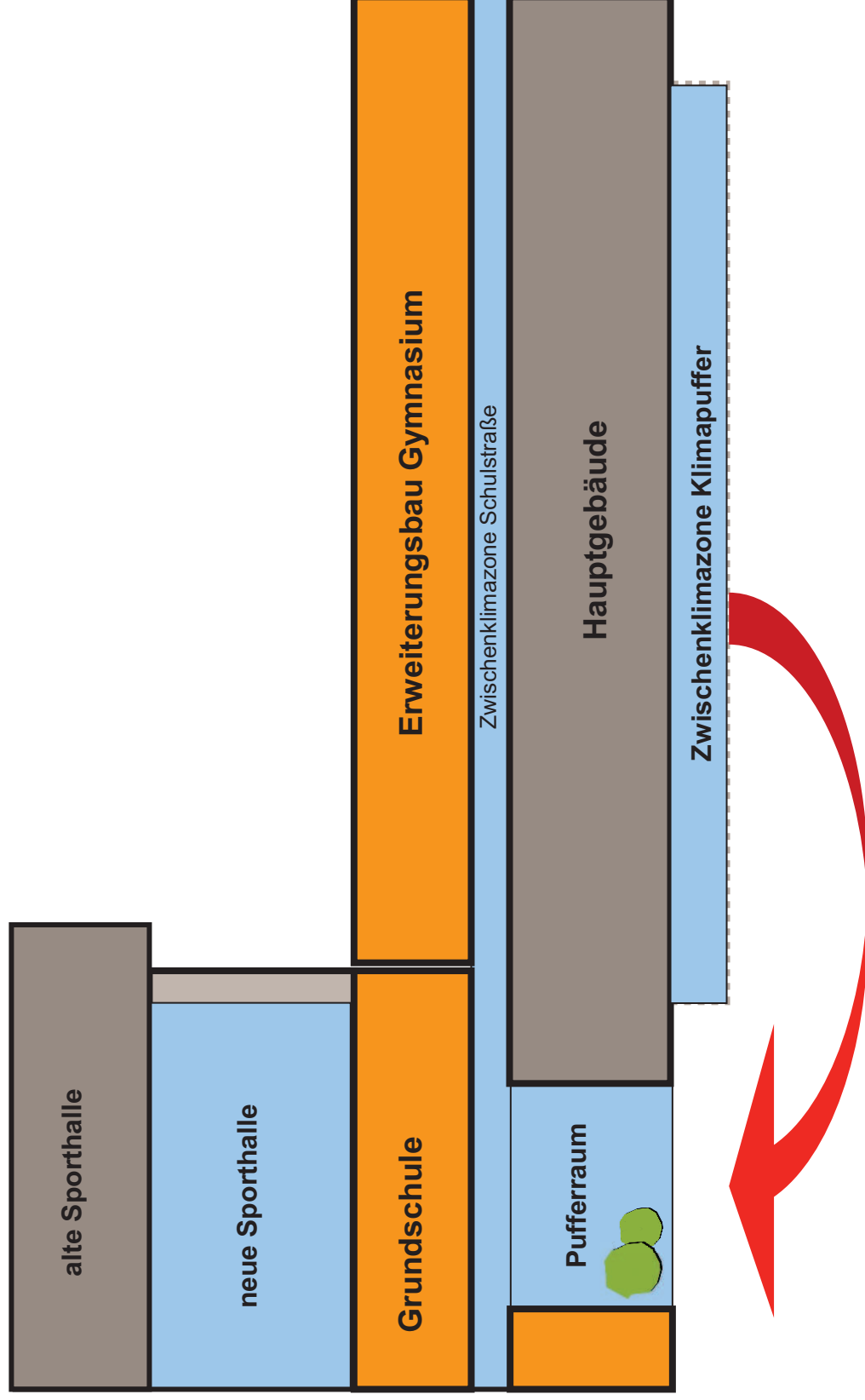


## Phase 2

Neuordnung

## Schritt 3

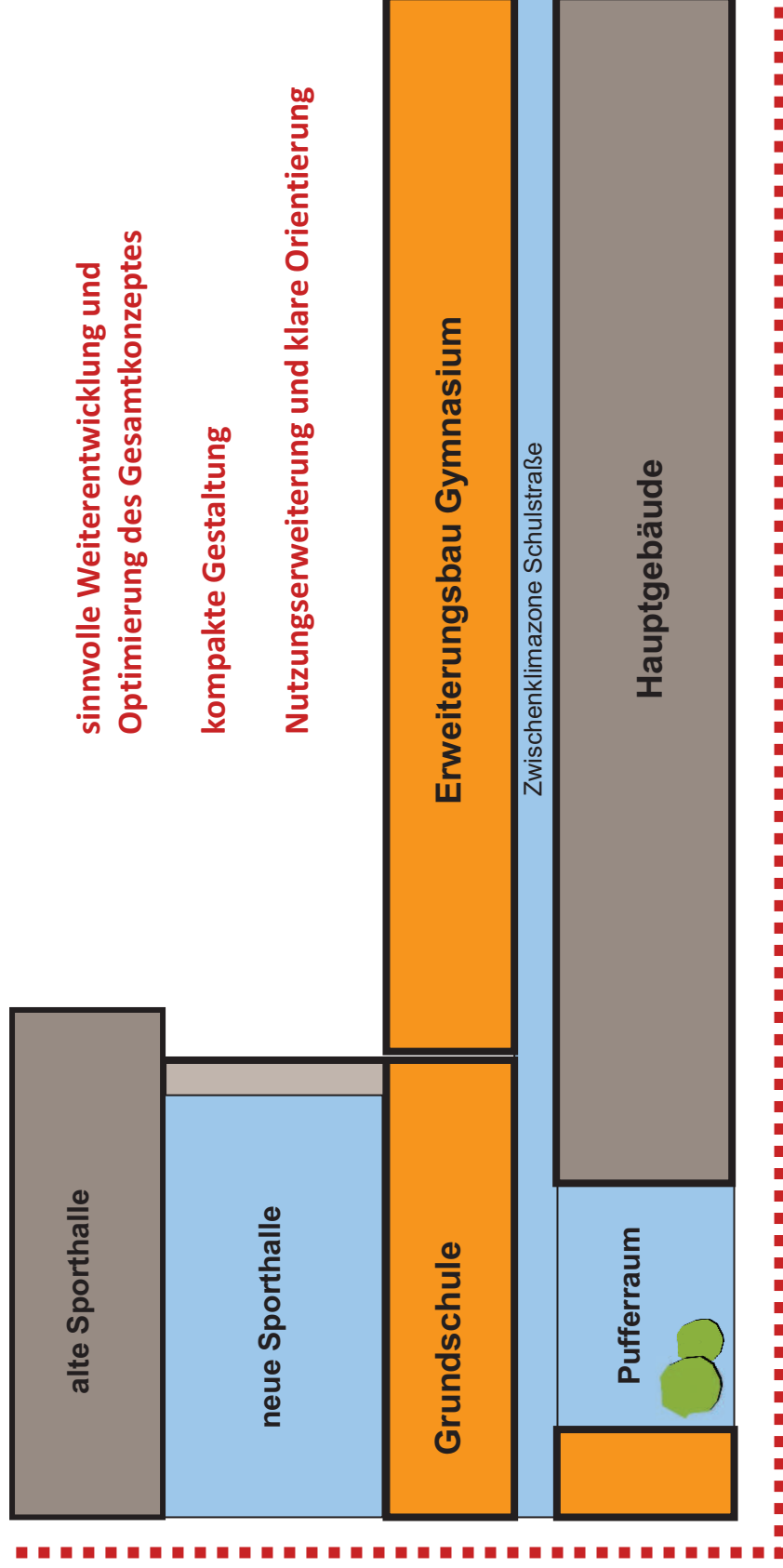
Verlagerung des Klimapuffers



# Phase 2

Neuordnung

Planungsstand  
gemäß 2. Meilensteinsetzung



## **Phase 3**

### Optimierung

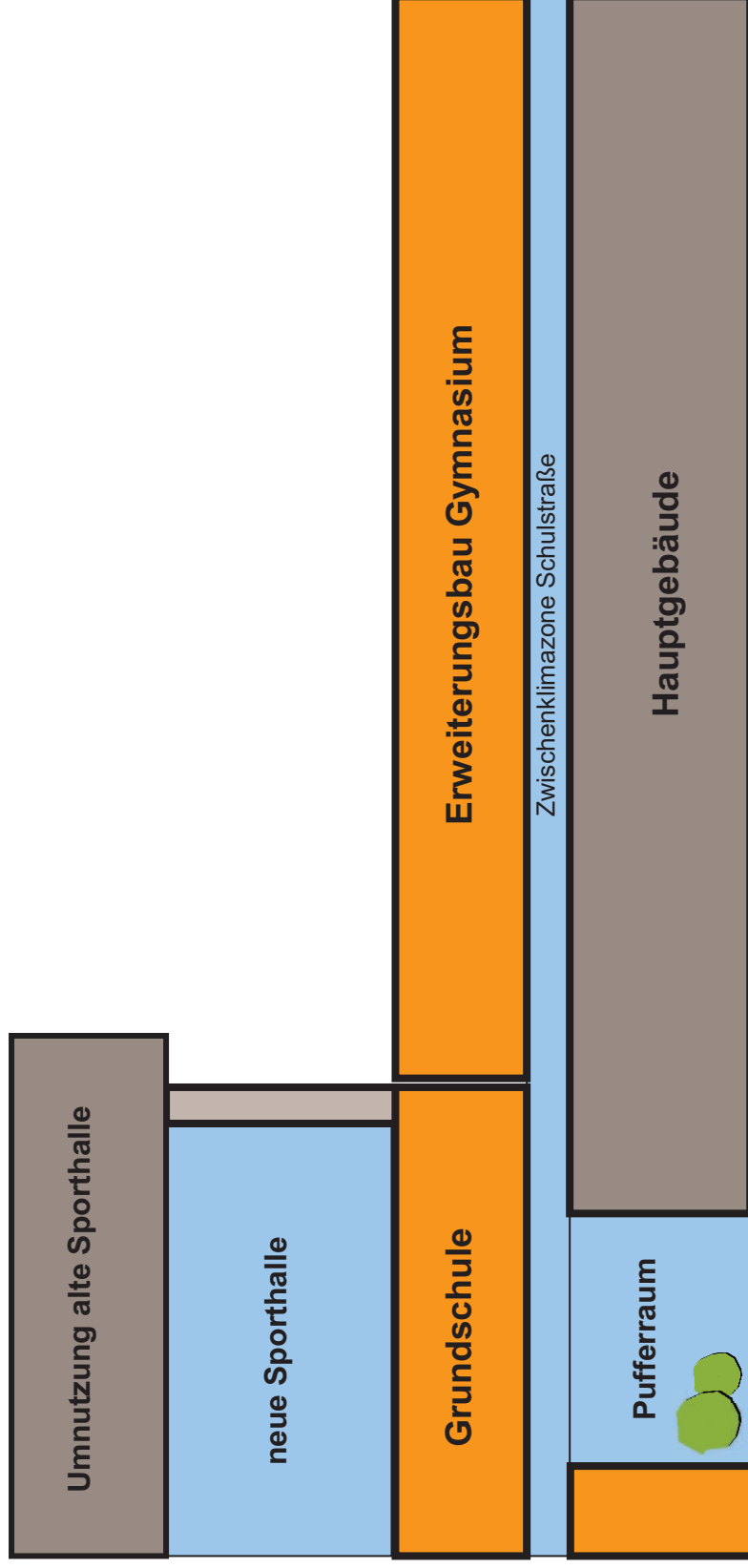


# Phase 3

Optimierung

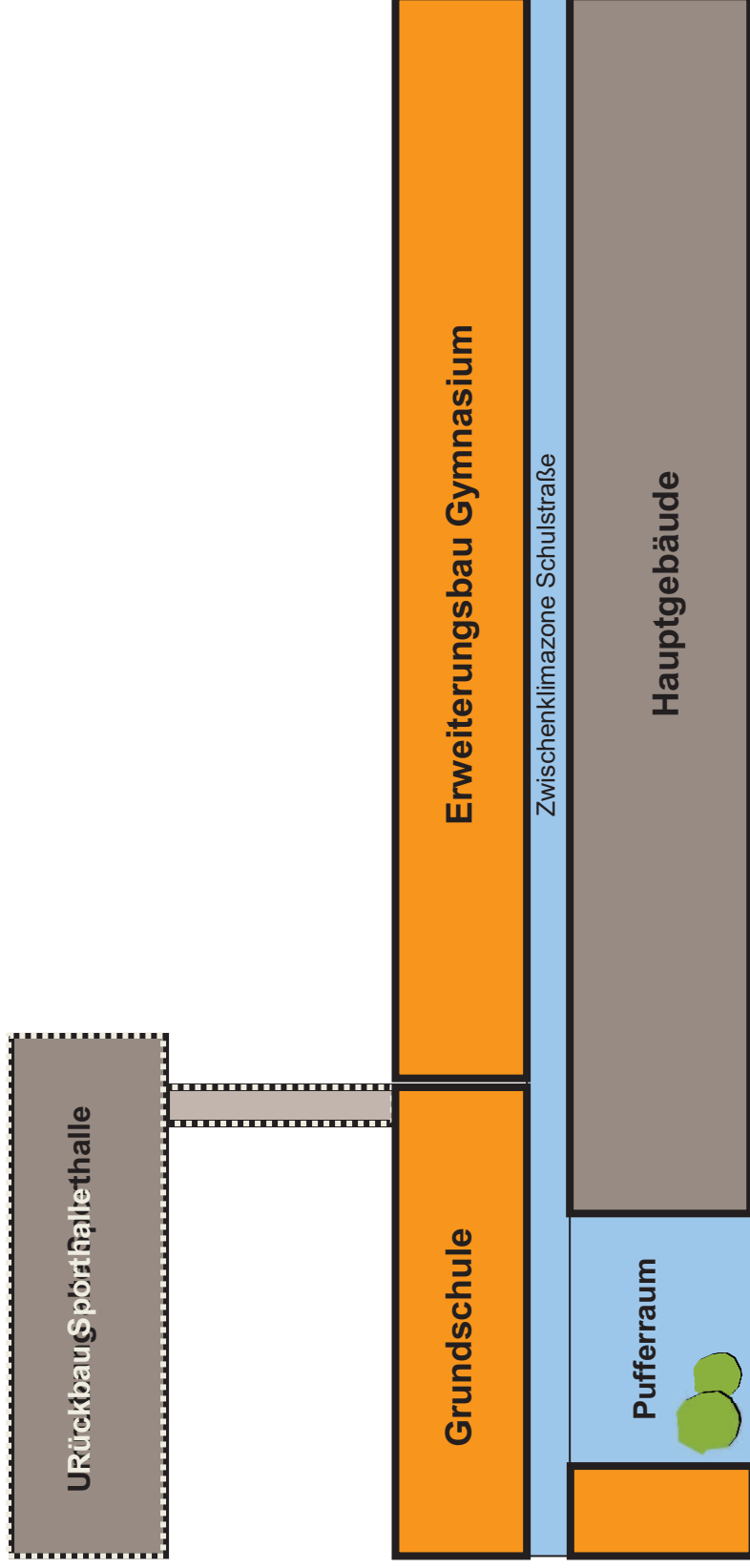
## Schritt 1

Verlagerung Neubau Sporthalle



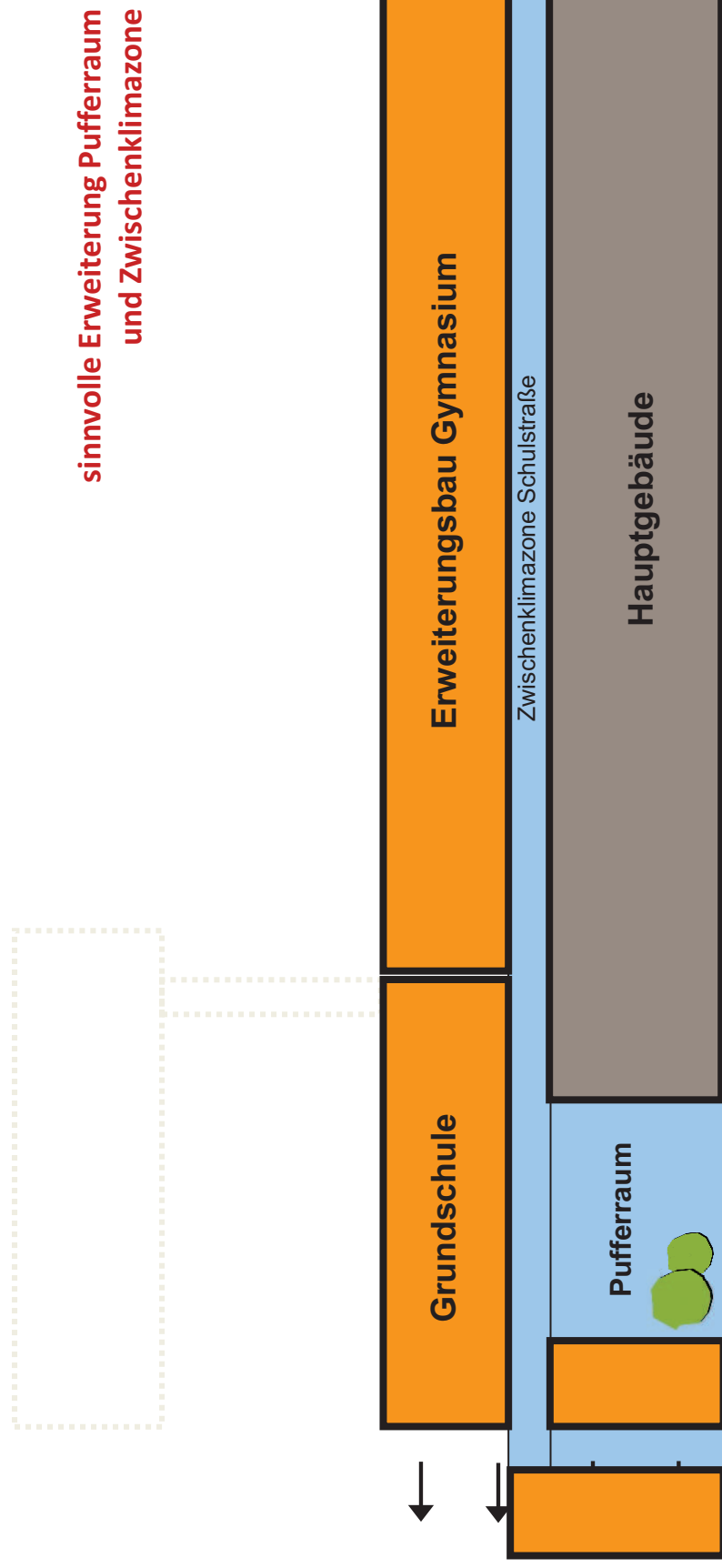
**Phase 3**  
Optimierung

**Schritt 2**  
Rückbau „alte“ Sporthalle



# Phase 3 Optimierung

## Schritt 3 Erweiterung Gesamtkonzept

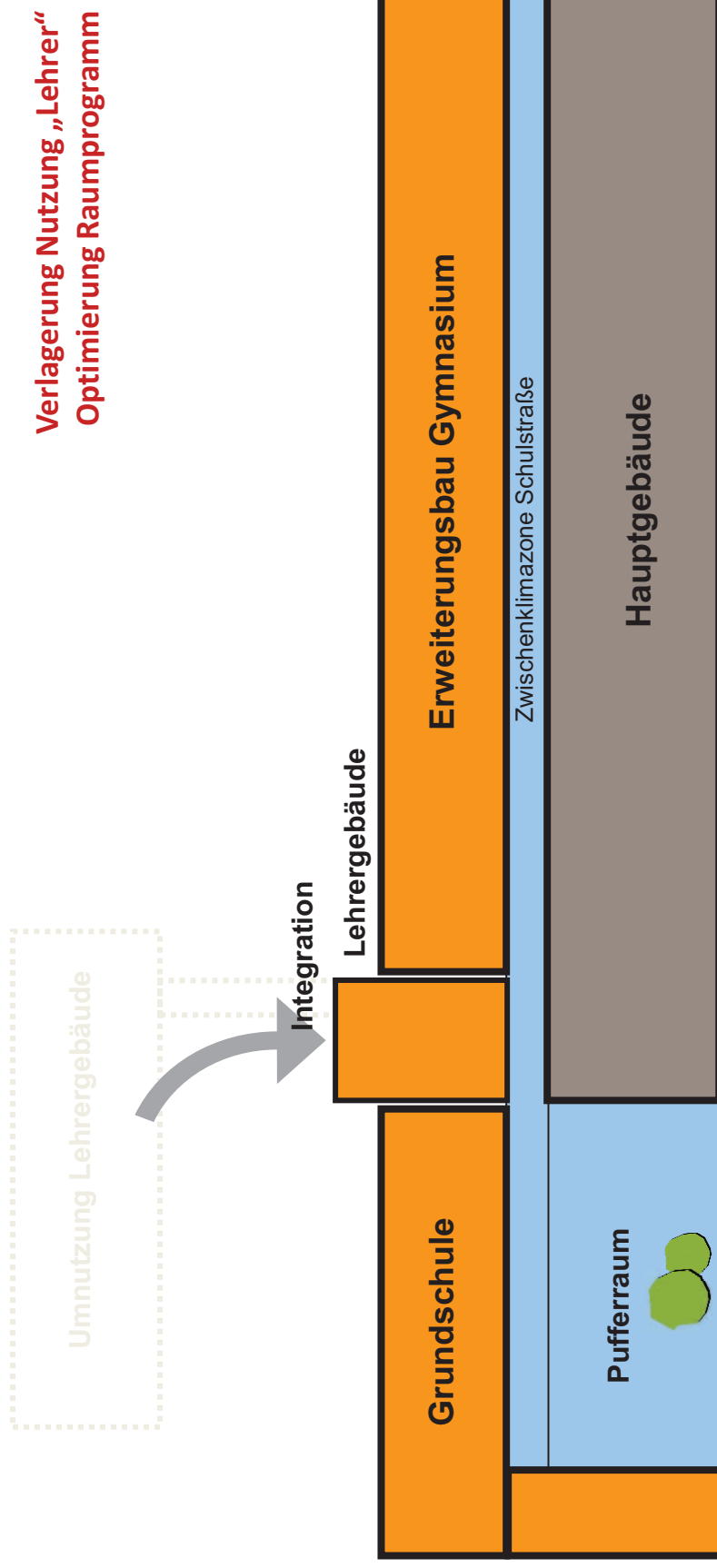


## Phase 3

Optimierung

## Schritt 4

Integration Lehrergebäude



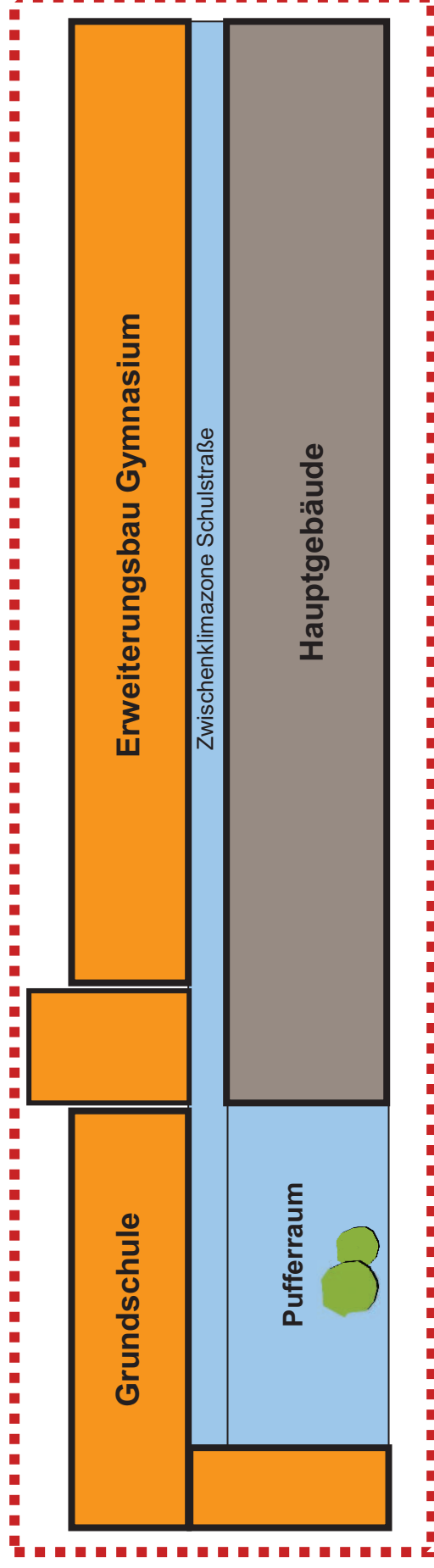
## Phase 3 Optimierung

**sinnvolle Weiterentwicklung und  
Optimierung des Gesamtkonzeptes**

**kompaktere Gestaltung**

**klare und einfacherer Orientierung**

**Reduzierung der Verkehrsflächen**



## **Phase 4**

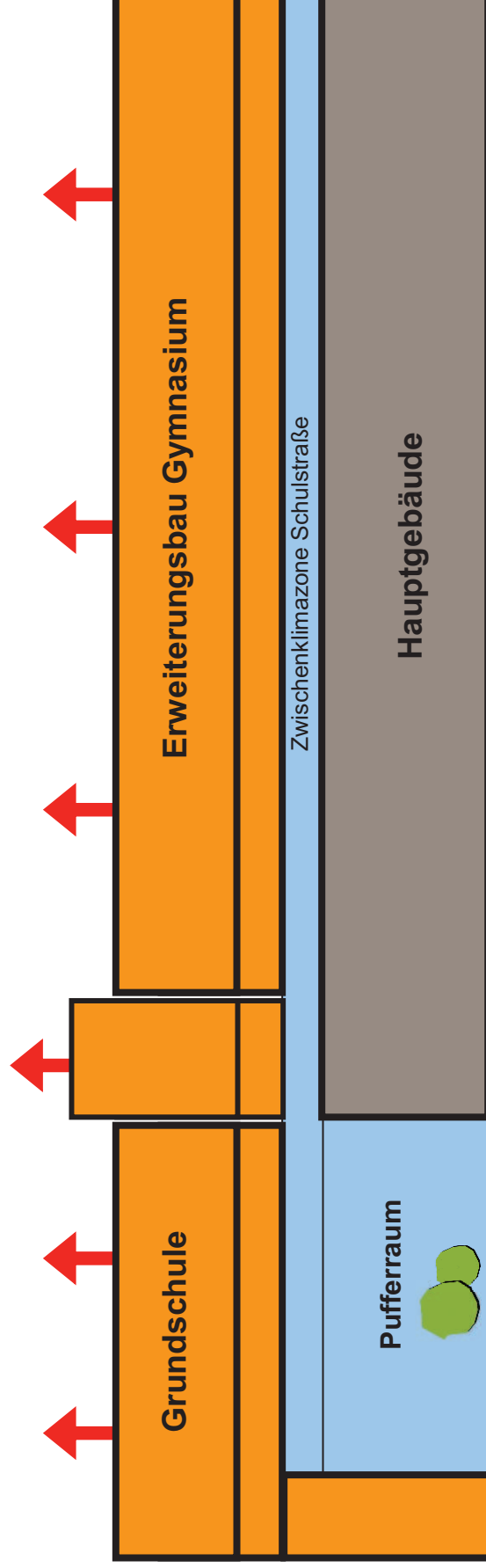
### **Erweiterung Zwischenklimazonen**

# Phase 4

Erweiterung Zwischenklimazonen

## Schritt 1

Verschiebung Erweiterungsbauten

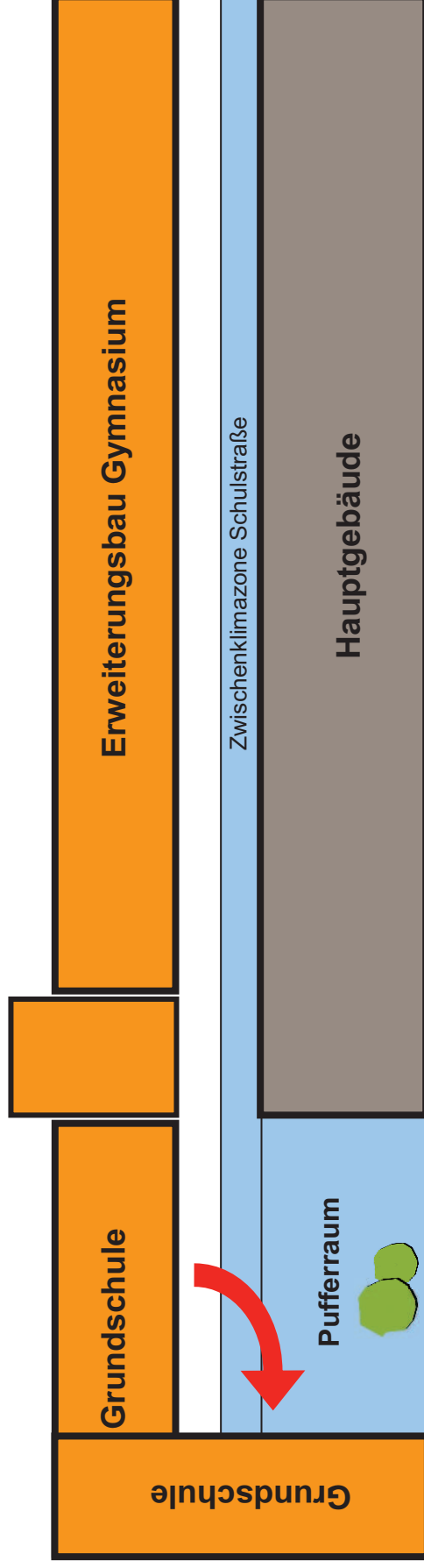


# Phase 4

Erweiterung Zwischenklimazonen

## Schritt 2

Neuordnung Grundschule





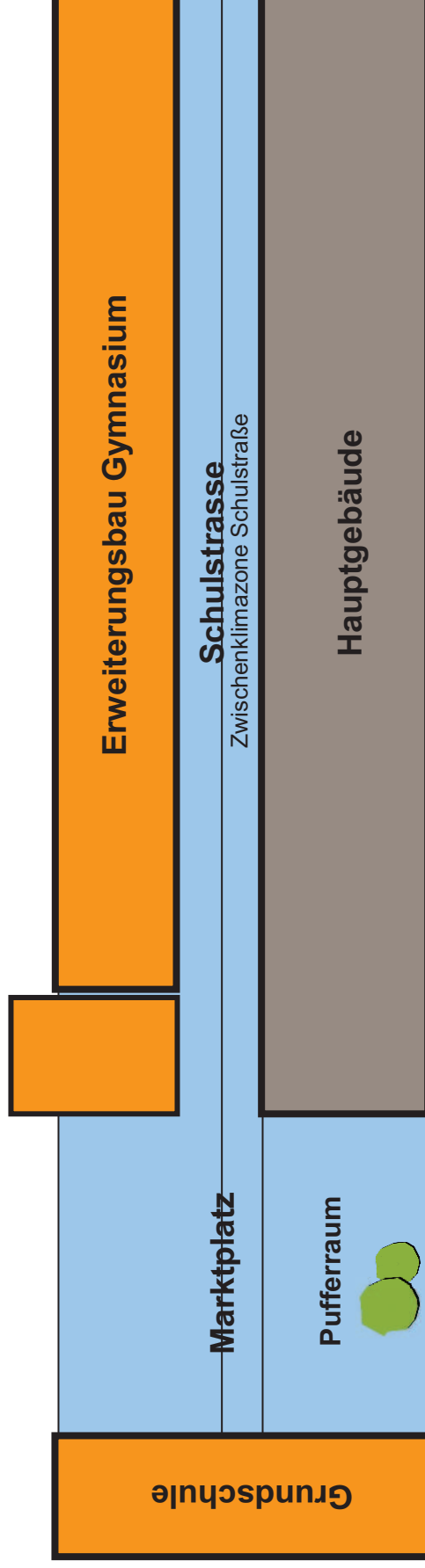
## Phase 4

Erweiterung Zwischenklimazonen

## Schritt 3

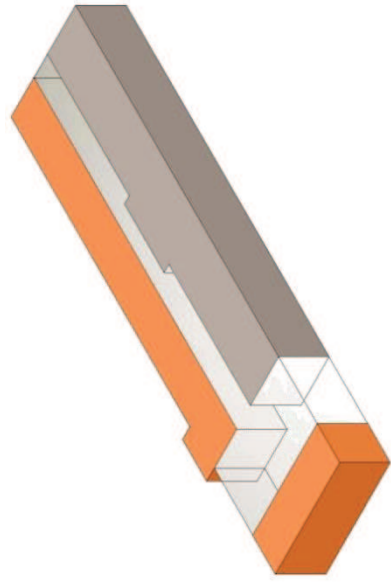
Erweiterung Klimazonen:

Schulstrasse  
und Marktplatz



**Ende der Bildschirmpräsentation**

Vielen Dank



Institut für  
**Gebäude + Energie + Licht**  
Planung