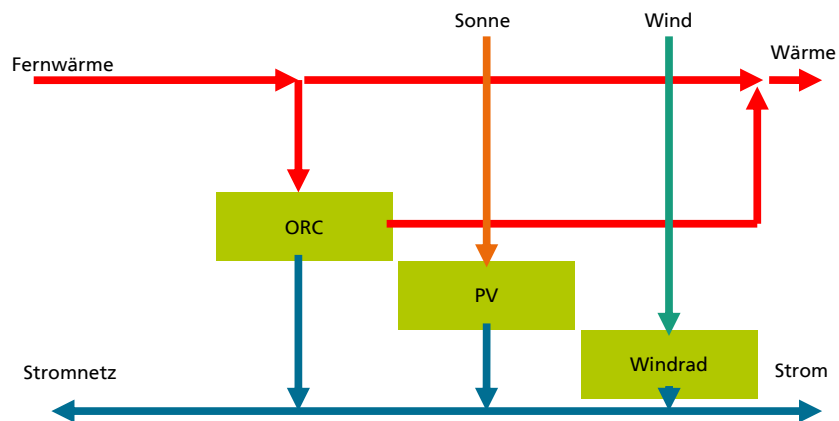


PlusEnergie-Schule Reutershagen, Rostock

Energiekonzept



Doreen Kalz und Sebastian Herkel
Fraunhofer-Institut für
Solare Energiesysteme ISE

Symposium Eneff-Schule
Hohen Neundorf, 15.06.2011

Bestand heute

Gymnasium Reutershagen

A/V = 0,38

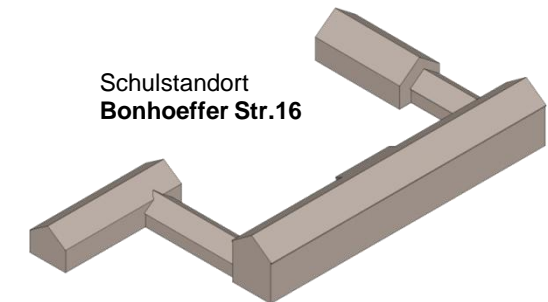
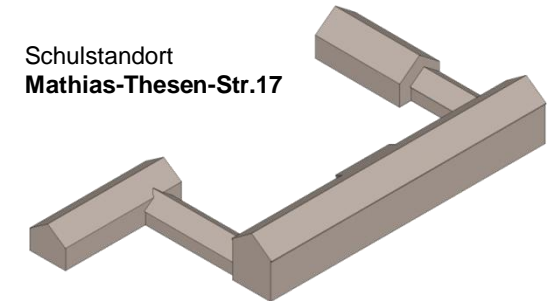
BGF Gesamt	2x	5.061m ²	10.122m ²
BGF ohne Sporthalle/ ohne Hort	2x	3.900m ²	7.800m ²

Versorgung

Fernwärme ca. 126,3 kWh/m ² a	2x	639 MWh/a	1.278 MWh/a
Strom ca. 7,1 kWh/m ² a	2x	36 MWh/a	72 MWh/a

Problemdarstellung

ungünstiges A/V – Verhältnis
hohe Transmissionswärmeverluste
hoher Erschließungsaufwand

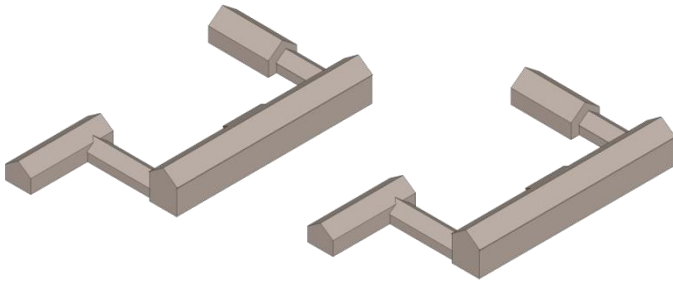


hoher Jahresheizwärmebedarf - hoher Primärenergieverbrauch - kostenintensiv

Lösungsansatz

Bestand

2 typengleiche Schulen



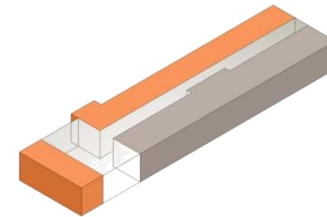
A/V = 0,38

Außenfläche ca. 16.800m²

BRI Volumen ca. 44.000m³

Planung

3 Schulen in einer Schule

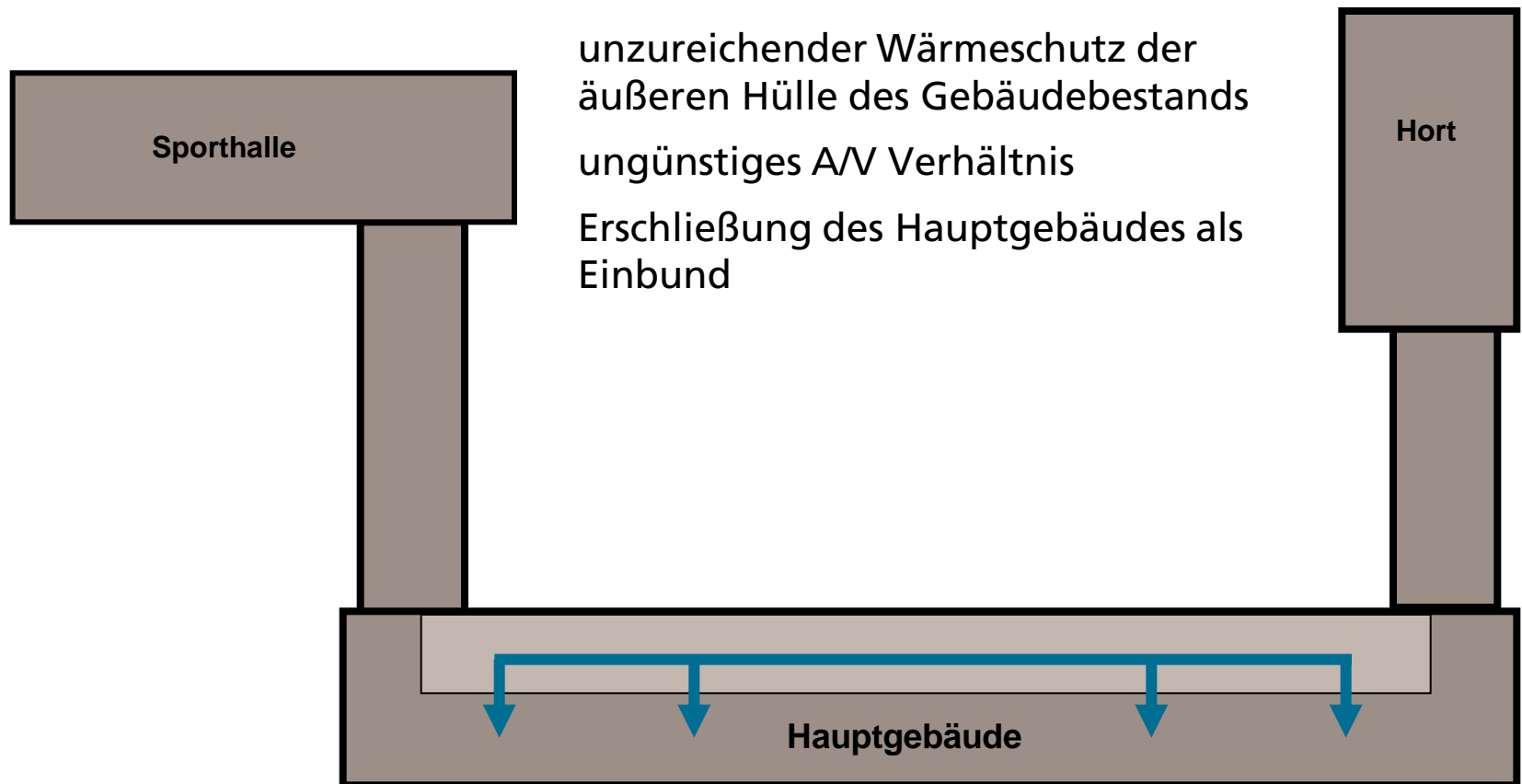


A/V = 0,21

Außenfläche ca. 7.300m²

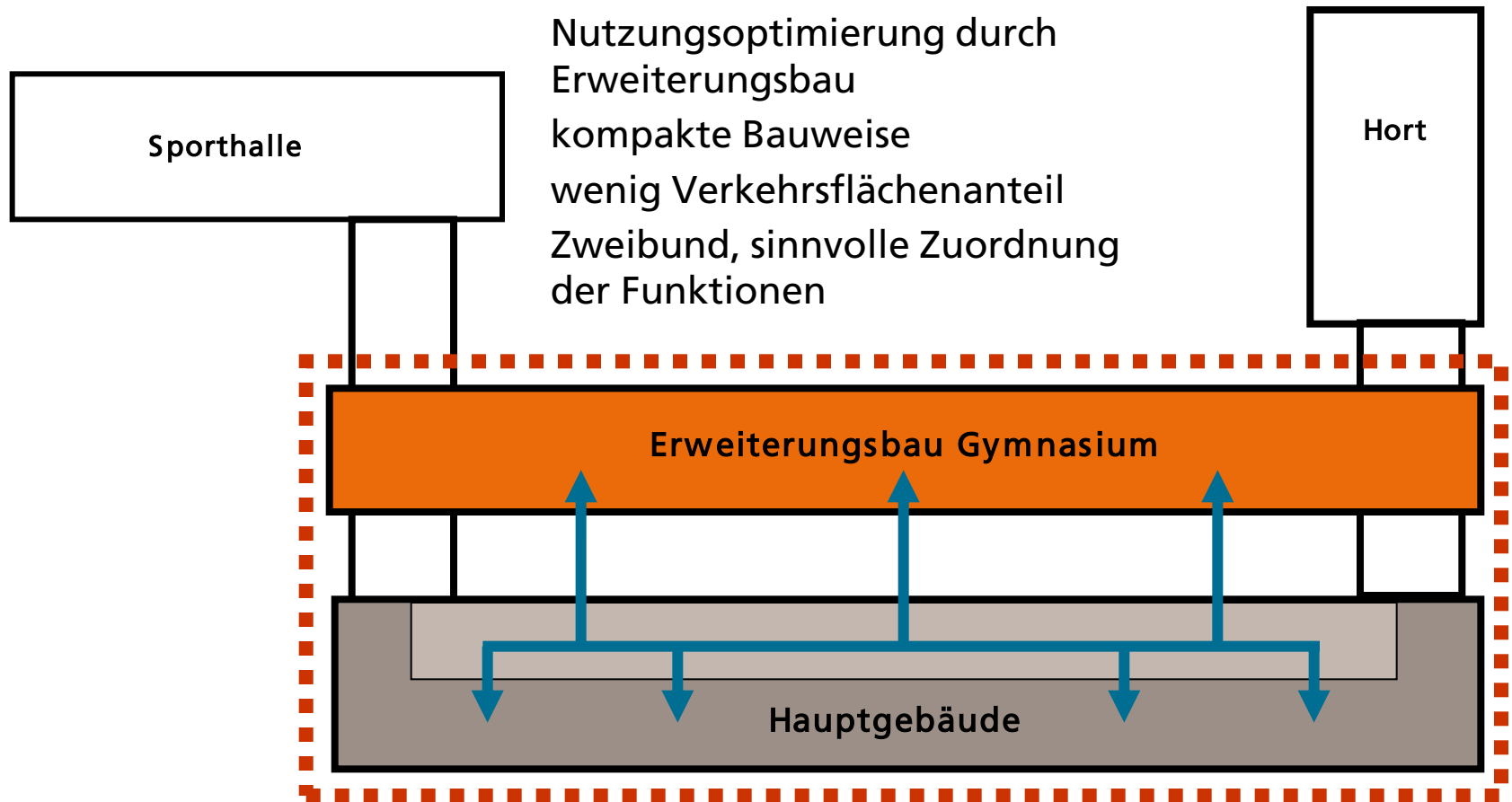
BRI Volumen ca. 35.000m³

Sanierungsprinzip unsanierter Gebäudebestand



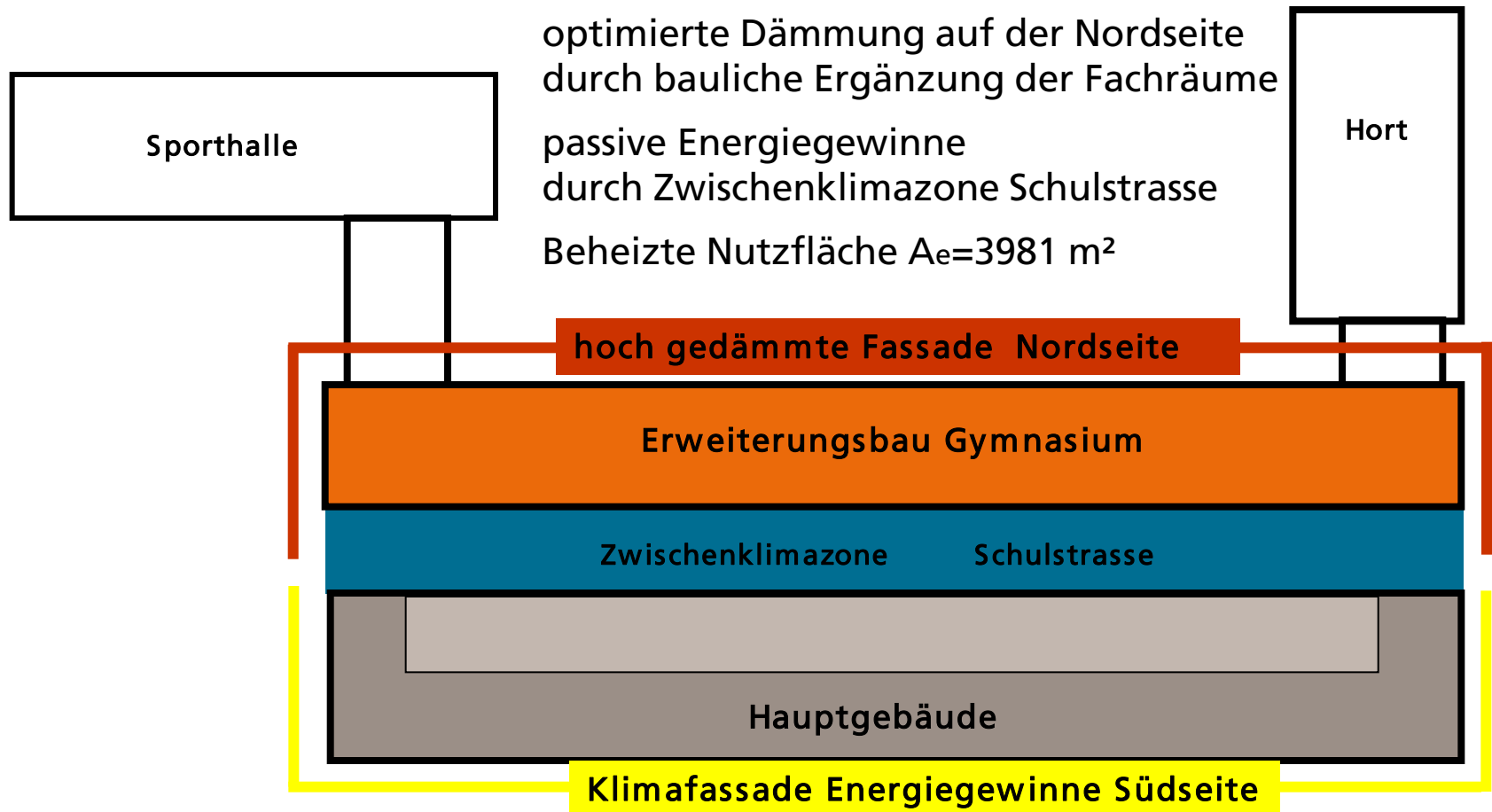
Sanierungsprinzip

Nutzungserweiterung



Sanierungsprinzip

Energieoptimierung



Randbedingungen

Wärmebedarf

- 218,8 MWh / 55 kWh/m²a Heizwärme, davon 18% Verteilverluste

Strombedarf

- Gesamt 63,1 MWh, davon
 - 36 MWh / 9,0 kWh/m²a Beleuchtung
 - 26 MWh / 6,6 kWh/m²a mech. Lüftung
 - 1 MWh / 0,3 kWh/m²a Hilfsenergie Heizpumpen und MSR

PE-Faktor nach DIN 18599, nicht erneuerbarer Anteil

- 0,26 kWh_{PE}/kWh_{End} Fernwärme
- 2,6 kWh_{PE}/kWh_{End} Strom

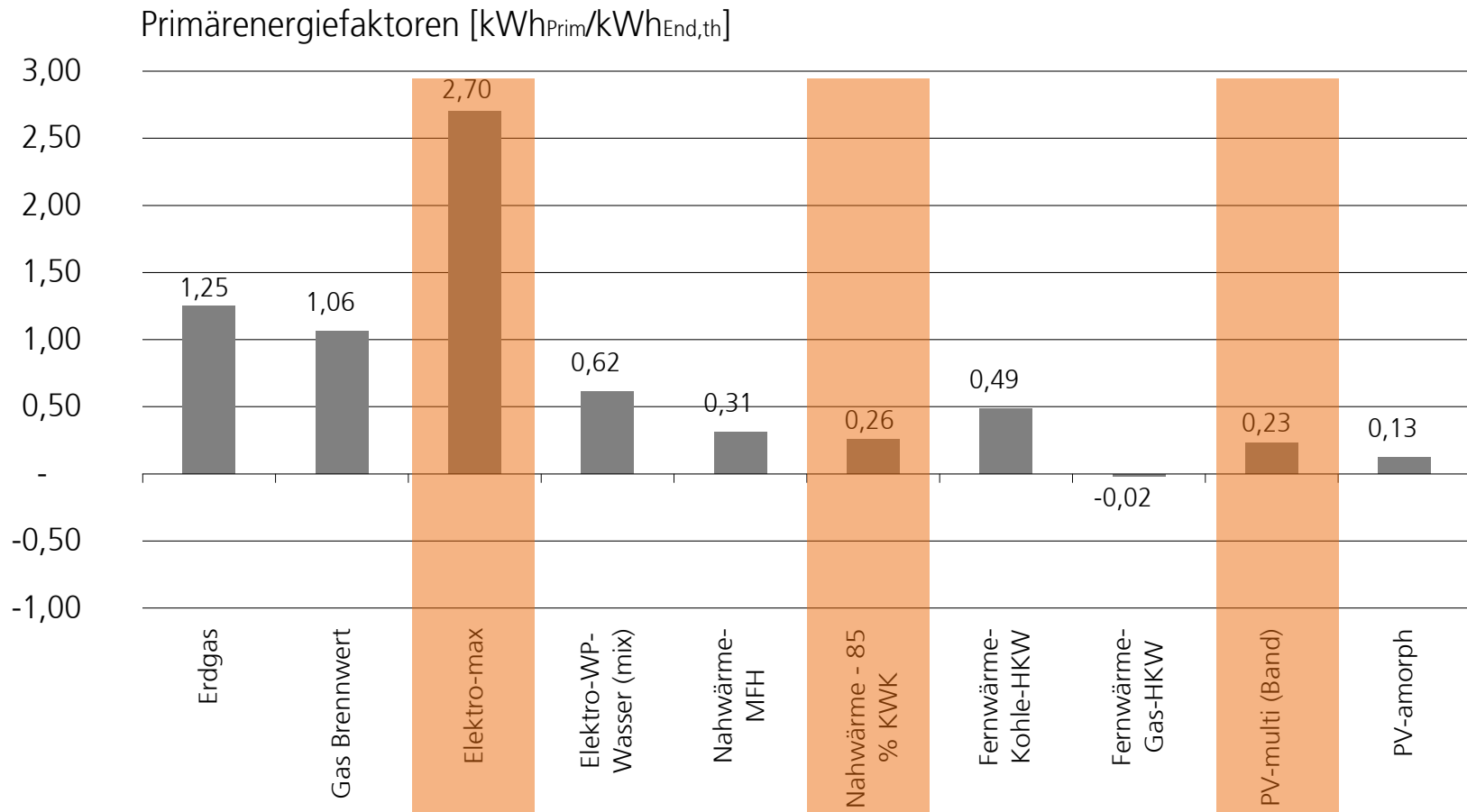
➤ Faktor 10 zwischen PE-Faktor Strom und Wärme!

Bilanzierungsansätze Plusenergie

Offene Fragen

- Wann ist plus plus? 1%, 10%, 100%, mehr als Bilanzausgleich
- Wie lange bleibt plus plus bei sich verändernden PE-Faktoren bei Netzbezug und Einspeisung ?
- Solare Wärmeeinspeisung in Fernwärme
 - PE-Gutschrift entsprechend aktuellem PE-Zertifikat der Fernwärme
 - Einspeisung von Strom aus KWK und Erneuerbaren
 - Strom aus KWK wird mit einem „Verdrängungs-Mix“ gutgeschrieben (nur Strom nicht-privilegierten Anlagen wird substituiert gem. FW 309), heißt das ein konstanter PE-Faktor bis zur Abschaltung des letzten fossilen Kraftwerks?
 - Strom aus PV wird nur bei Eigenverbrauch bilanziert (DIN 18599 V)
- Konzept nur bei Einbettung in ganzheitliche Energiewirtschaftliche Betrachtungen sinnvoll

Primärenergiefaktoren



Datenquelle: Gemis 4.42

Zertifikat

Hiermit wird bescheinigt, dass das

**Fernwärmenetz der Stadtwerke Rostock AG
Schmarler Damm, 18069 Rostock, Deutschland**

durch das


**Institut für Energietechnik der TU Dresden
Mommsenstraße 13, 01062 Dresden**

geprüft und folgendermaßen bewertet wurde.

Anteil der in Kraft-Wärme-Kopplung erzeugten Wärme 93,4%

Primärenergiefaktor 0,184

Technische Universität Dresden
Fakultät Maschinenwesen
Institut für Energietechnik
Mommsenstraße 13
01062 Dresden (Büro)
01069 Dresden (Post)


Prof. Dr.-Ing. habil. J. Zschernig

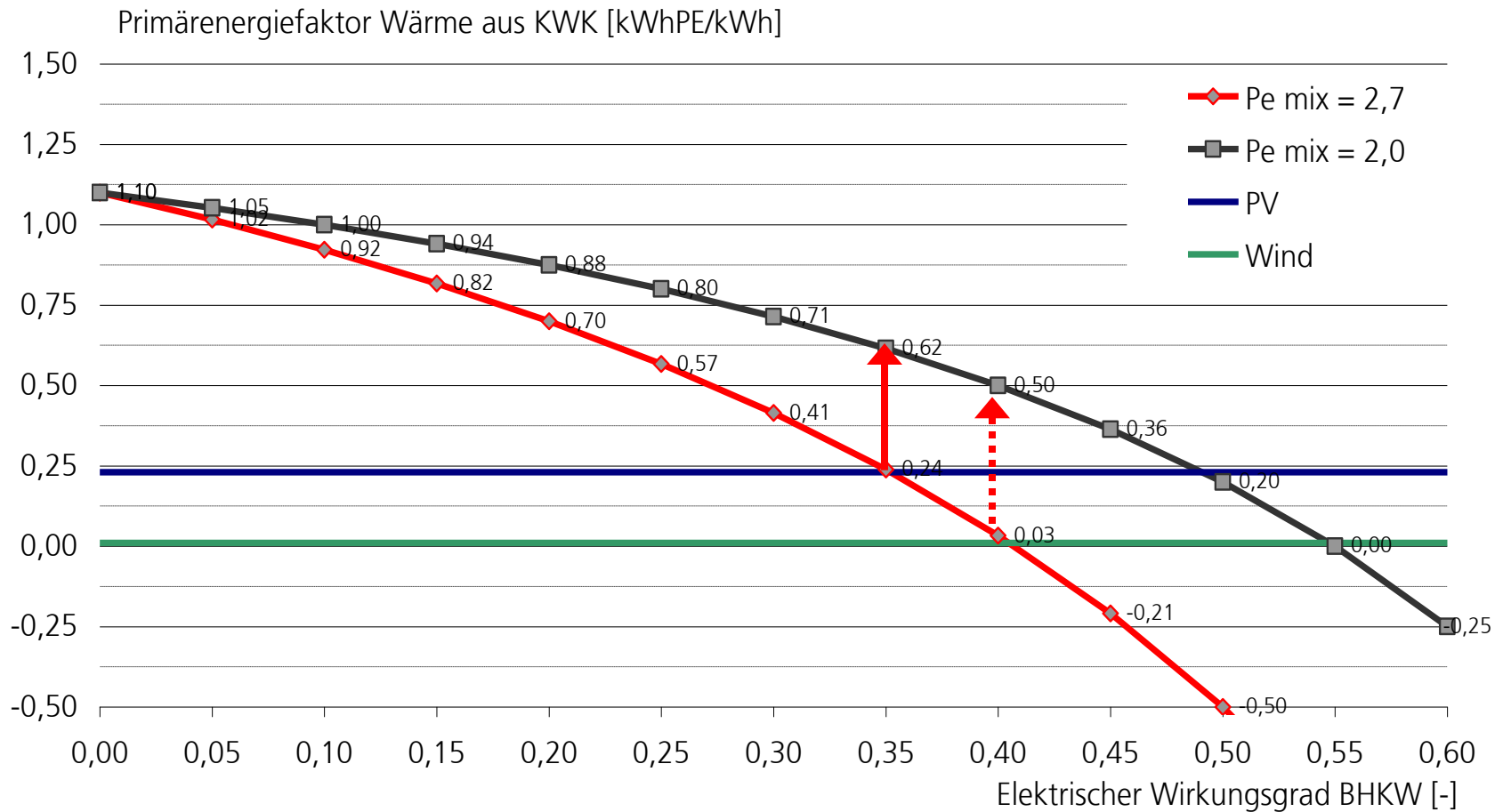
Unterschrift

Stempel

Dresden, 25.11.2002

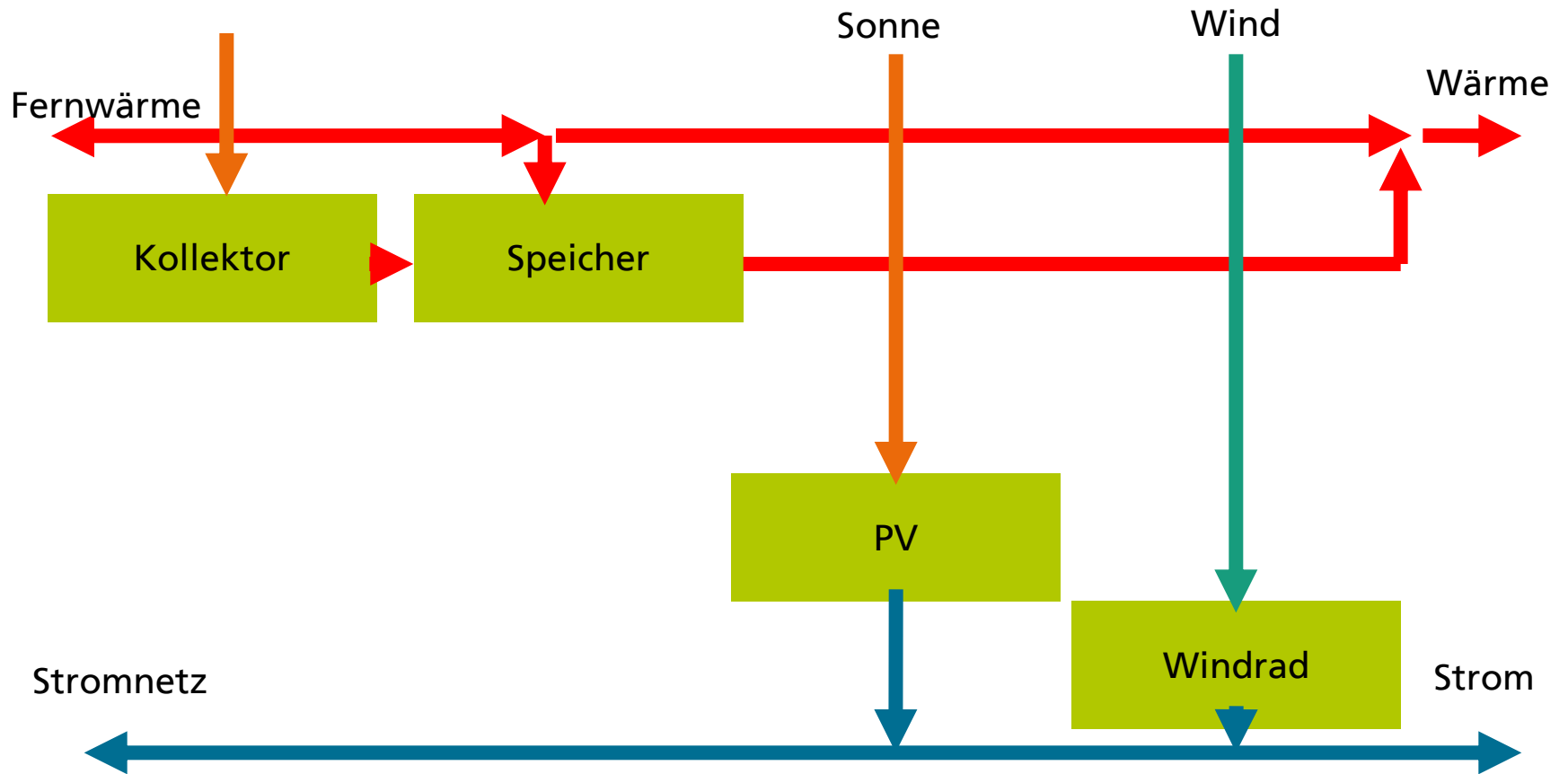
Ort, Datum

Primärenergiefaktoren KWK vs. el. Wirkungsgrad



Variante 0

Ausgeglichene Endenergiebilanz



Bilanzierungsansätze für Plusenergiegebäude

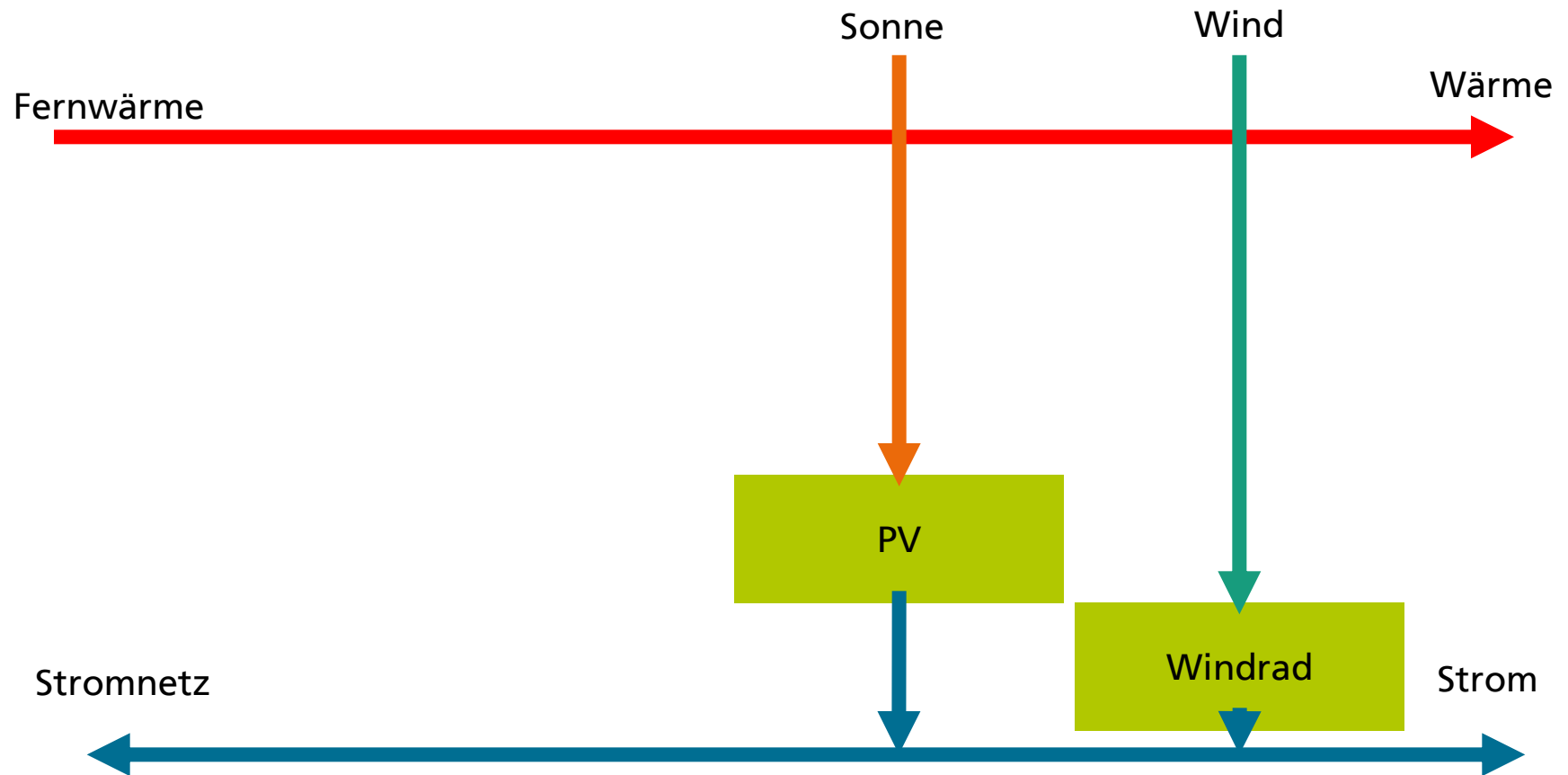
Ausgeglichene Endenergiebilanz

Ausgeglichene Endenergiebilanz, Bewertung nach DIN 18599

Bedarf		ausgeglichen durch		PE-Bilanz Netz
Wärme	218 MWh /a	Th. Solarenergie	281 MWh	0.06 MWh
		Speicherverluste	-63 MWh	
Strom	63 MWh /a	Windenergie	18 MWh	
		Fotovoltaik	45 MWh	
-----		-----		
Endenergie	281 MWh /a	ern. Energie	449 MWh	

Variante 1

Ausgleich durch lokale Stromproduktion



Bilanzierungsansätze für Plusenergiegebäude

Ausgleich durch lokale Stromproduktion

Ausgeglichene Endenergiebilanz, Bewertung nach DIN 18599

Bedarf		ausgeglichen durch		PE-Bilanz Netz
Wärme	218 MWh /a	Fernwärme	218 MWh	55 MWh
		Fotovoltaik	21 MWh	-55 MWh
Strom	63 MWh /a	Windenergie	18 MWh	0 MWh
		Fotovoltaik	45 MWh	0 MWh
-----		-----		
Endenergie	281 MWh /a	Wärme a. KWK	218 MWh	
		ern. Energie	84 MWh	

Bilanzierungsansätze für Plusenergiegebäude

Ausgleich durch lokale Stromproduktion: 2020

Ausgeglichene Endenergiebilanz, Bewertung nach DIN 18599

Bedarf		ausgeglichen durch		PE-Bilanz Netz
Wärme	218 MWh /a	Fernwärme	218 MWh	174 MWh
		Fotovoltaik	87 MWh	-174 MWh
Strom	63 MWh /a	Windenergie	18 MWh	0 MWh
		Fotovoltaik	45 MWh	0 MWh
-----		-----		
Endenergie	281 MWh /a	Wärme a. KWK	218 MWh	
		ern. Energie	150 MWh	

PE Strom 2,0

PE Fernwärme 0,8

Bilanzierungsansätze für Plusenergiegebäude

Ausgleich durch lokale Stromproduktion

Ausgeglichene Endenergiebilanz, Bewertung nach DIN 18599

Bedarf		ausgeglichen durch		PE-Bilanz Netz
Wärme	218 MWh /a	Fernwärme	218 MWh	174 MWh
		Fotovoltaik	93 MWh-174 MWh	
Strom	63 MWh /a	Windenergie	18 MWh	0 MWh
		Fotovoltaik	45 MWh	0 MWh

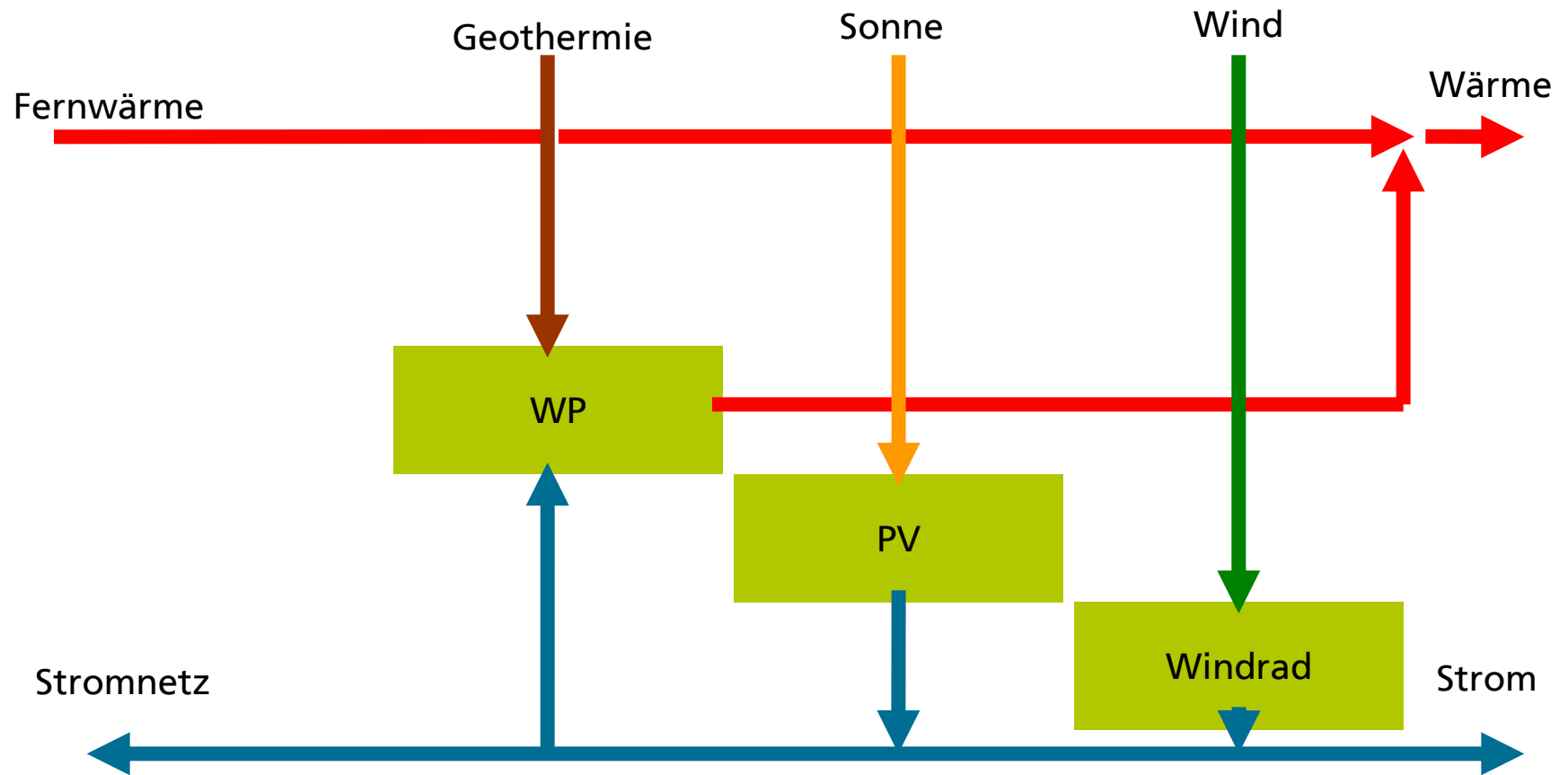
Endenergie	281 MWh /a	Wärme a. KWK	218 MWh	
		ern. Energie	156 MWh	

PE PV 0,13

PE Strom 2,0

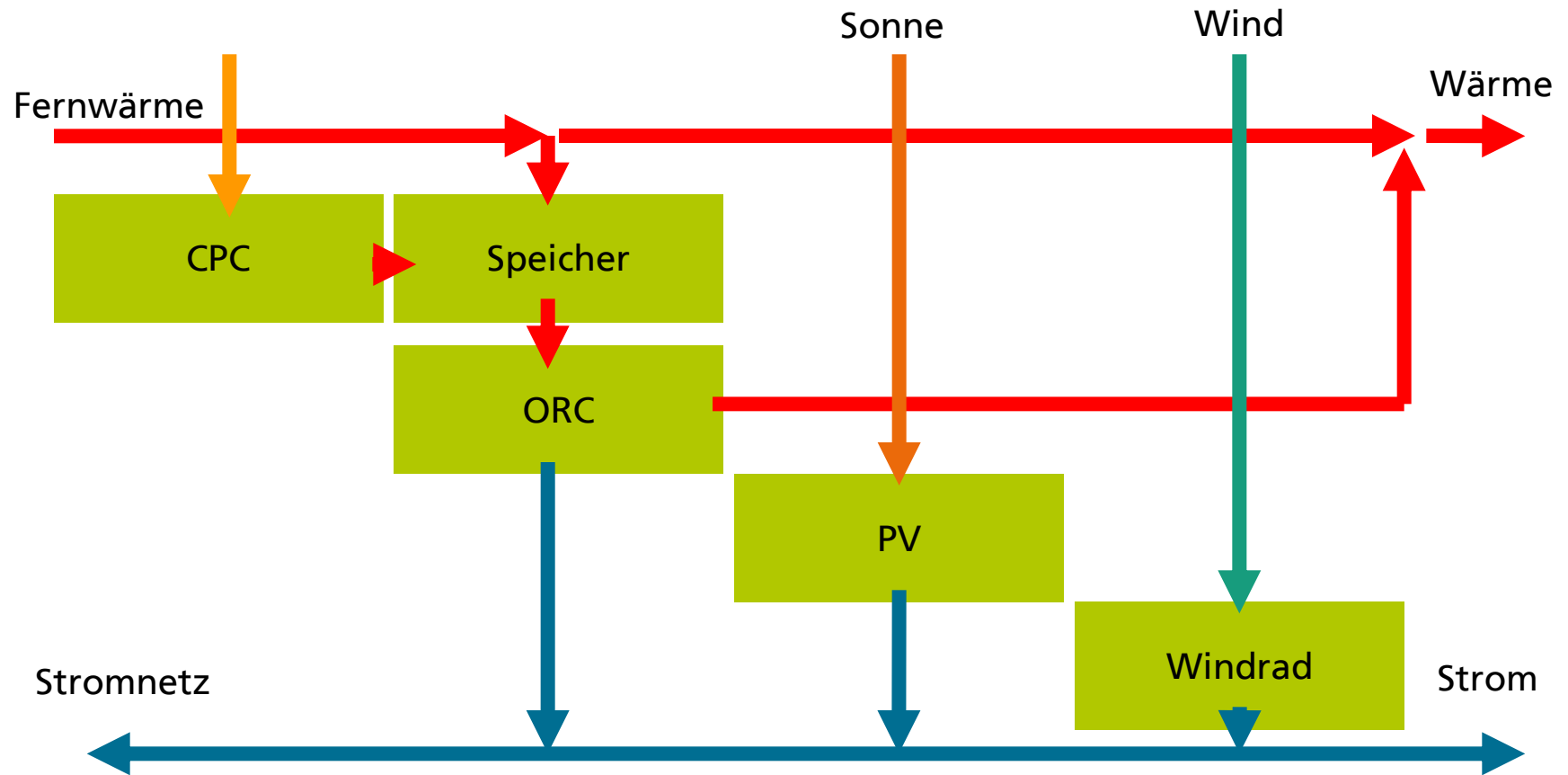
PE Fernwärme 0,8

Variante 2 „Wärmepumpe“

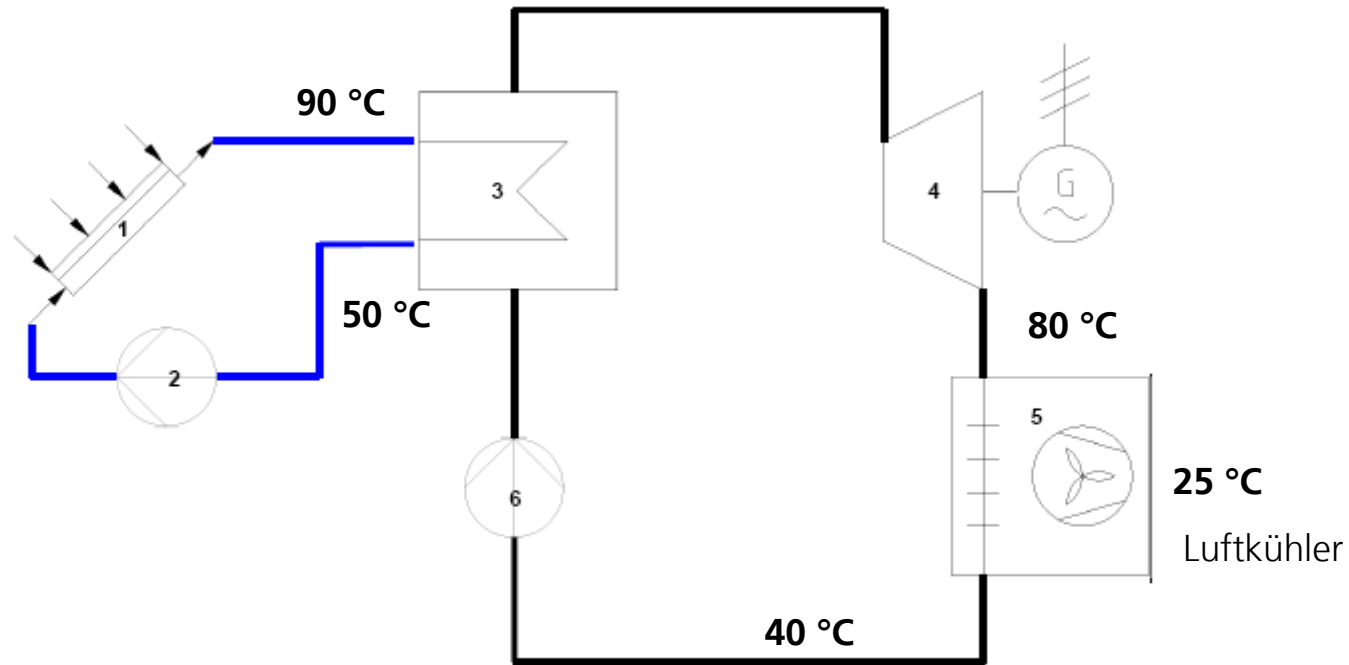


Variante

Fernwärme + Solarthermie + ORC + PV + Wind

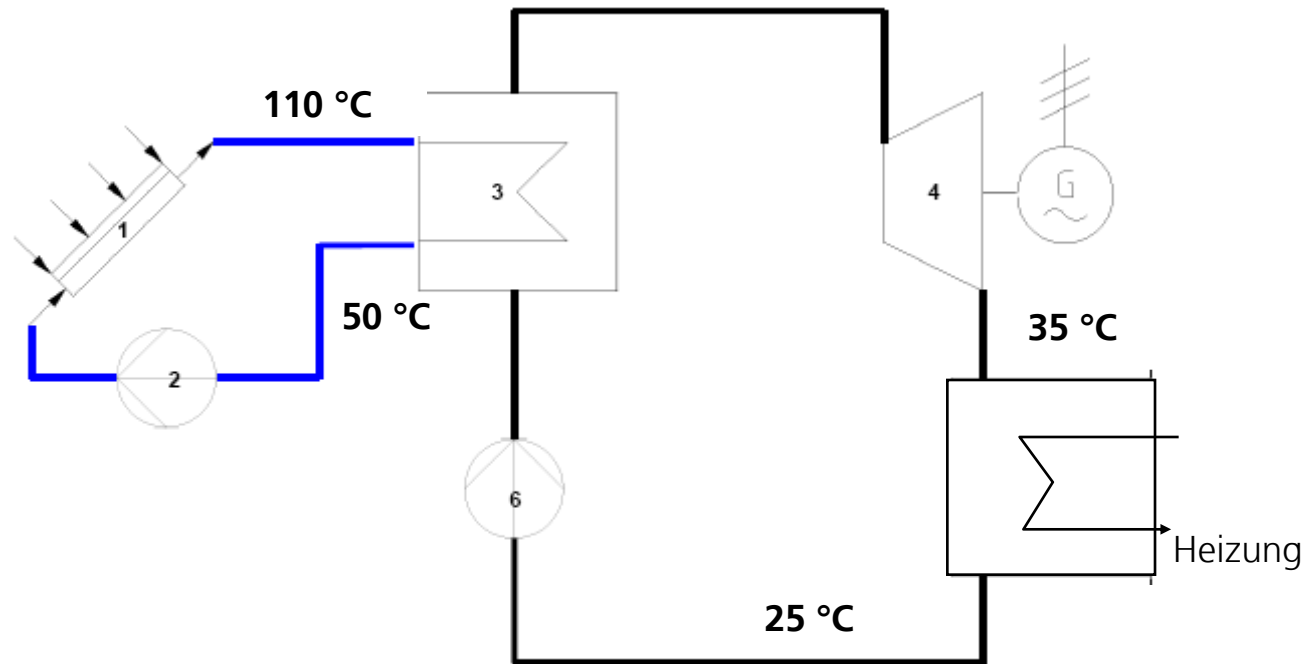


ORC Prozess



1 Kollektor, 2 Umwälzpumpe, 3 Erhitzer, 4 Expander, 5 Kondensator, 6 Speisepumpe

ORC Prozess



1 Kollektor, 2 Umwälzpumpe, 3 Erhitzer, 4 Expander, 5 Kondensator, 6 Speisepumpe

Bilanzierungsansätze für Plusenergiegebäude

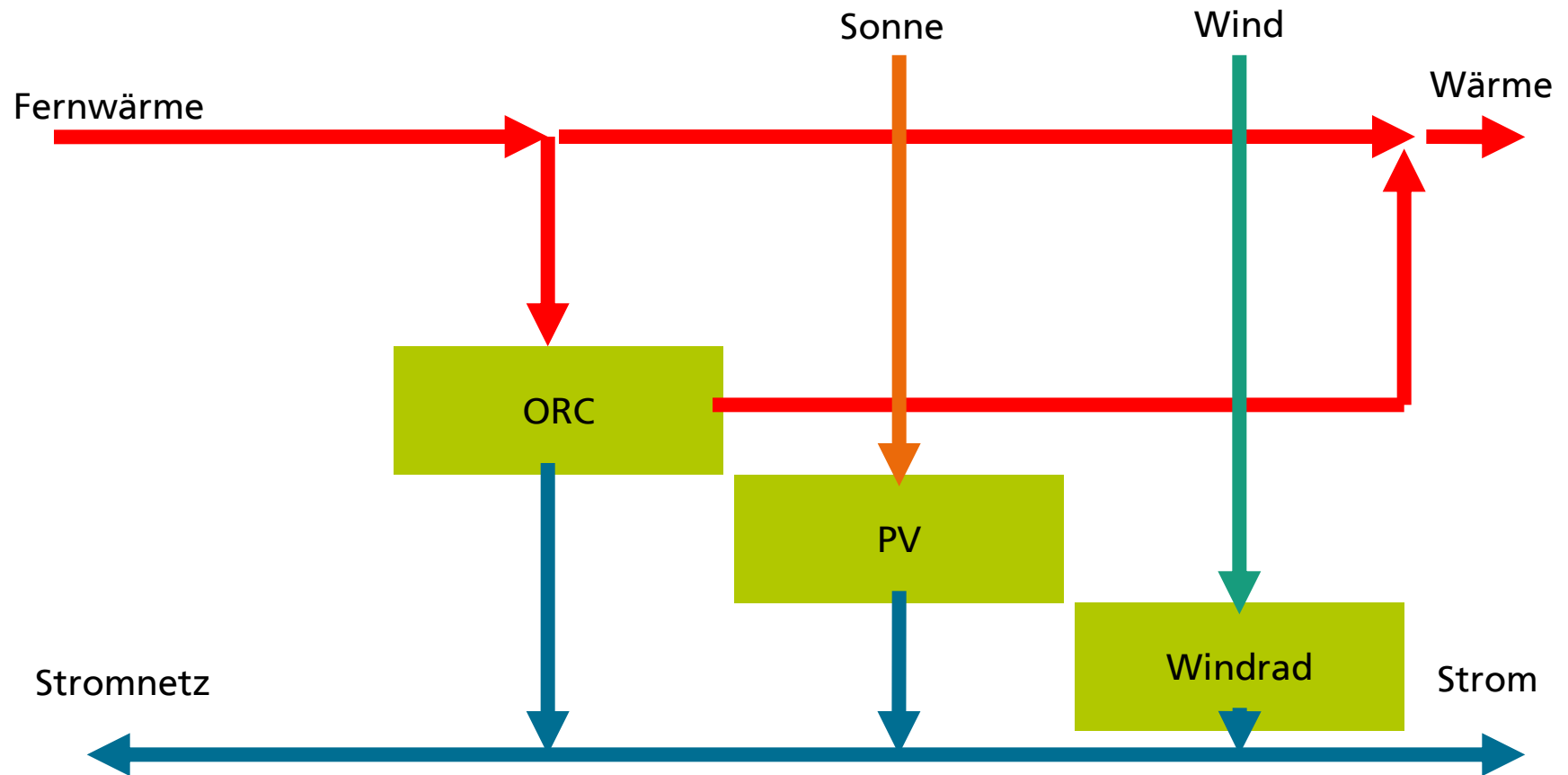
Fernwärme + Solarthermie + ORC + PV + Wind

Ausgeglichene Endenergiebilanz, Bewertung nach DIN 18599

Bedarf		ausgeglichen durch		PE-Bilanz Netz
Wärme	218 MWh /a	Fernwärme	218 MWh	55 MWh
		Fotovoltaik	21 MWh	-55 MWh
Strom	63 MWh /a	Windenergie	18 MWh	0 MWh
		Fotovoltaik	37 MWh	0 MWh
		ORC	8 MWh	
		Solarwärme	100 MWh	
		Fernwärme	5 MWh	1,28 MWh
		Fotovoltaik	0,5 MWh	-1,28 MWh
-----		-----		
Endenergie	281 MWh /a	Wärme a. KWK	223 MWh	
		ern. Energie	76,5 MWhel	
			100 MWhth	

Variante

Fernwärme + ORC + PV + Wind



Bilanzierungsansätze für Plusenergiegebäude

Fernwärme + ORC + PV + Wind

Ausgeglichene Endenergiebilanz, Bewertung nach DIN 18599

Bedarf		ausgeglichen durch		PE-Bilanz Netz
Wärme	218 MWh /a	Fernwärme	218 MWh	55 MWh
		Fotovoltaik	21 MWh	-55 MWh
Strom	63 MWh /a	Windenergie	18 MWh	0 MWh
		Fotovoltaik	40 MWh	0 MWh
		ORC	5 MWh	
		Fernwärme	5 MWh	1,28 MWh
		Fotovoltaik	0,5 MWh	-1,28 MWh
-----		-----		
Endenergie	281 MWh /a	Wärme a. KWK	223 MWh	
		ern. Energie	79,5 MWhel	

Fazit und Bewertung

- Eine statische Betrachtung von Primärenergiekennwerten reicht nicht aus
- Eine Wärmeversorgung auf Basis Fernwärme ist an diesem Standort energiewirtschaftlich und ökonomisch sinnvoll unter den derzeitigen Randbedingungen -> Standortbezogene Lösungen!
- Bilanzausgleich muss durch lokal erzeugten Strom erfolgen -> PV + Wind

Neue Ansätze:

- Wind: Prototyp
- Nutzung Fernwärme für ORC
- Temperaturkaskadierung bei der Fernwärmennutzung

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit.

