
PLUS Energie-Schule Reutershagen, Rostock

Energieversorgung



Sebastian Herkel, Christel Russ

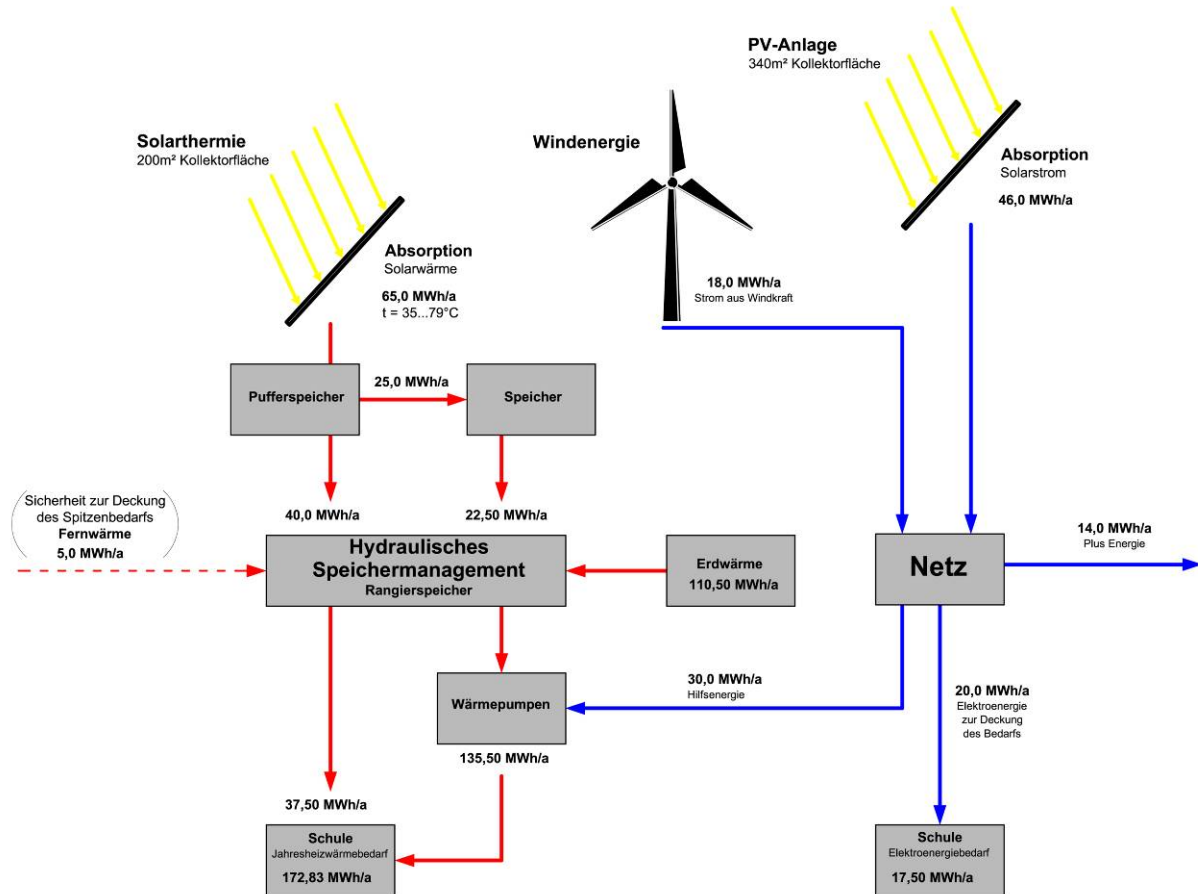
Fraunhofer-Institut für
Solare Energiesysteme ISE

Biberach, 21.04.2009

Endenergiebedarf

	spez. Endenergiebedarf	Endenergiebedarf
	kWh/(m²a)	MWh/a
Heizwärmebedarf	47.1	327
Beleuchtung	5.7	40
Lüftung	2.5	17
Hilfsenergie	0.2	1
Strom gesamt	8.4	58

So fing es an ...



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

Zschernig

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

Unterschrift

Technische Universität Dresden
Fakultät Maschinenwesen
Institut für Energietechnik
Mommsenstraße 13
01062 Dresden (Briefe)
01069 Dresden (Pakete)

Stempel

Dresden, 25.11.2002

Ort, Datum

Randbedingungen Gebäude

NGF EneEV= Energiebezugsfläche 6945 m²

PE-Faktor Fernwärme 0.26

PE-Strom-Mix 2.7

Ertrag PV (1 kW_{peak} = 8 m²) 950.0 kWh/a/kW_{peak}

Solarkollektor Ertrag 350.0 kWh/(m²a)

ORC (3,5 kW_{el.}) 0.07 eta el.

Randbedingungen

Wärmebedarf

327 MWh / 47 kWh/m²a

Heizwärme, davon 18% Verteilverluste

Strombedarf

39 MWh / 5,7 kWh/m²a

Beleuchtung

17 MWh / 2,5 kWh/m²a

mech. Lüftung

2 MWh / 0,2 kWh/m²a

Hilfsenergie Heizungsanlagen und MSR

PE-Faktor nach DIN 18599, nicht erneuerbarer Anteil

0,26 kWh_{PE}/kWh_{End}

Fernwärme

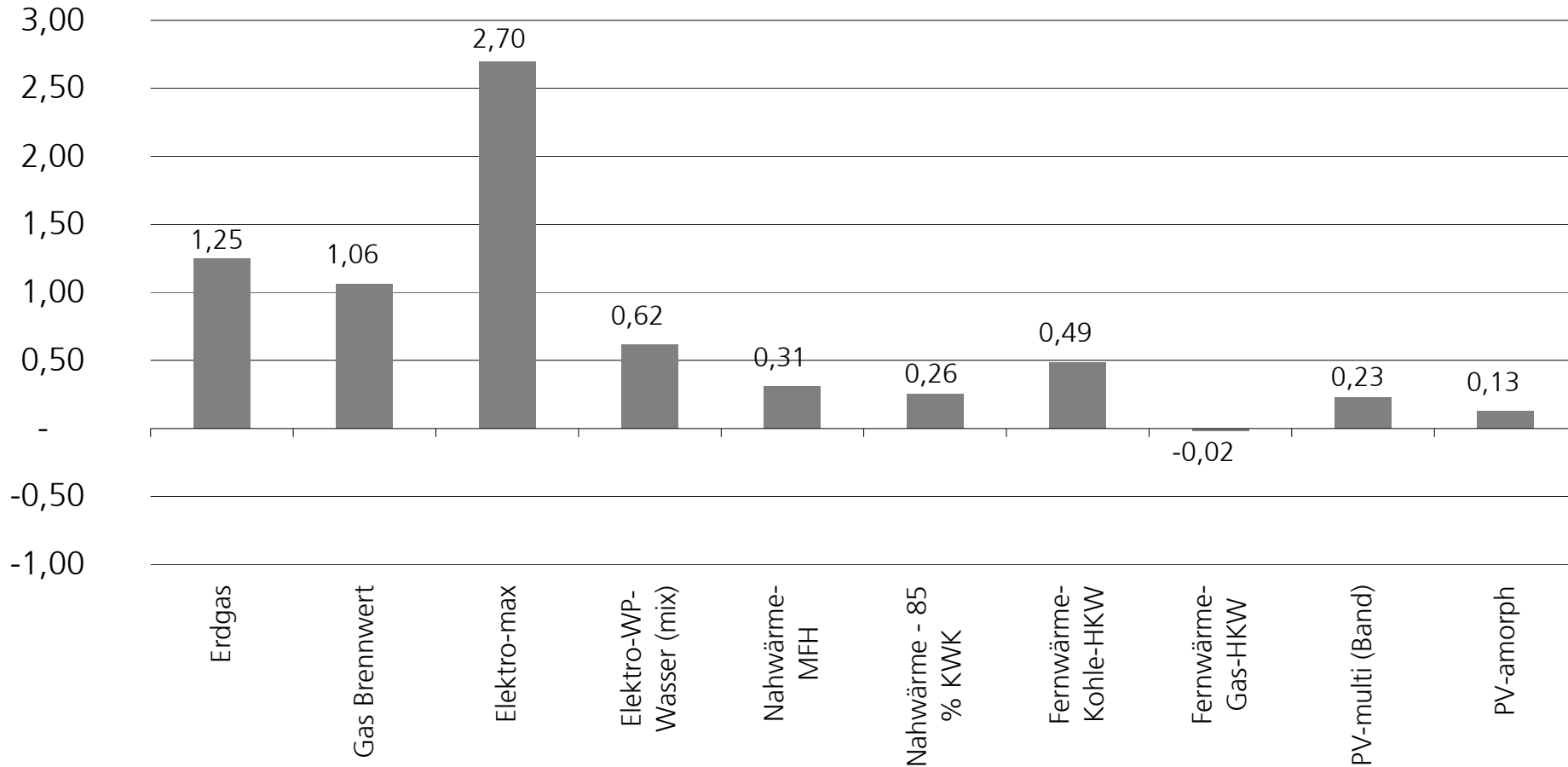
2,7 kWh_{PE}/kWh_{End}

Strom

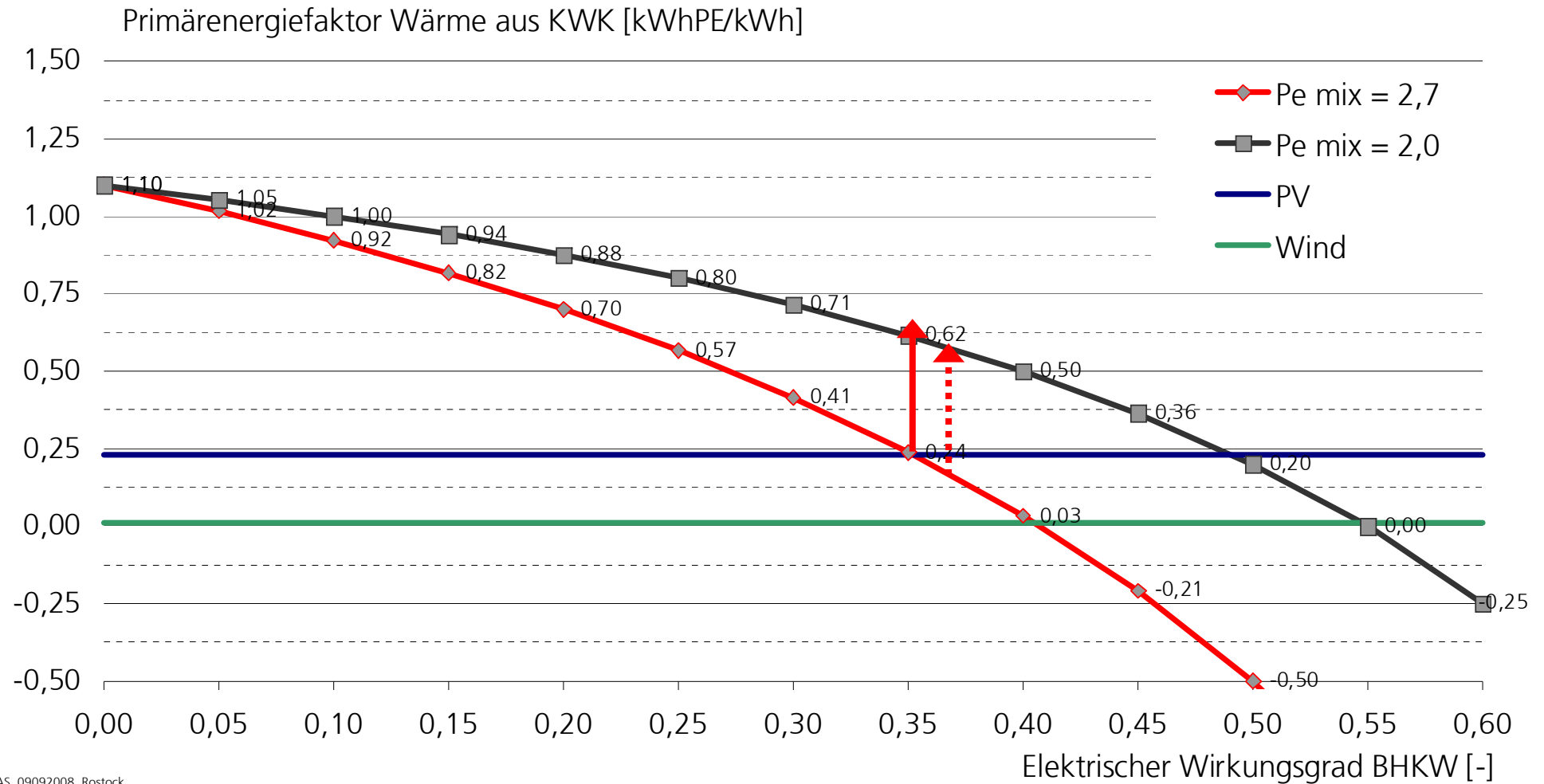
➤ Faktor 10 zwischen PE-Faktor Strom und Wärme!

Primärenergiefaktoren

Primärenergiefaktoren [$\text{kWh}_{\text{Prim}}/\text{kWh}_{\text{End,th}}$]



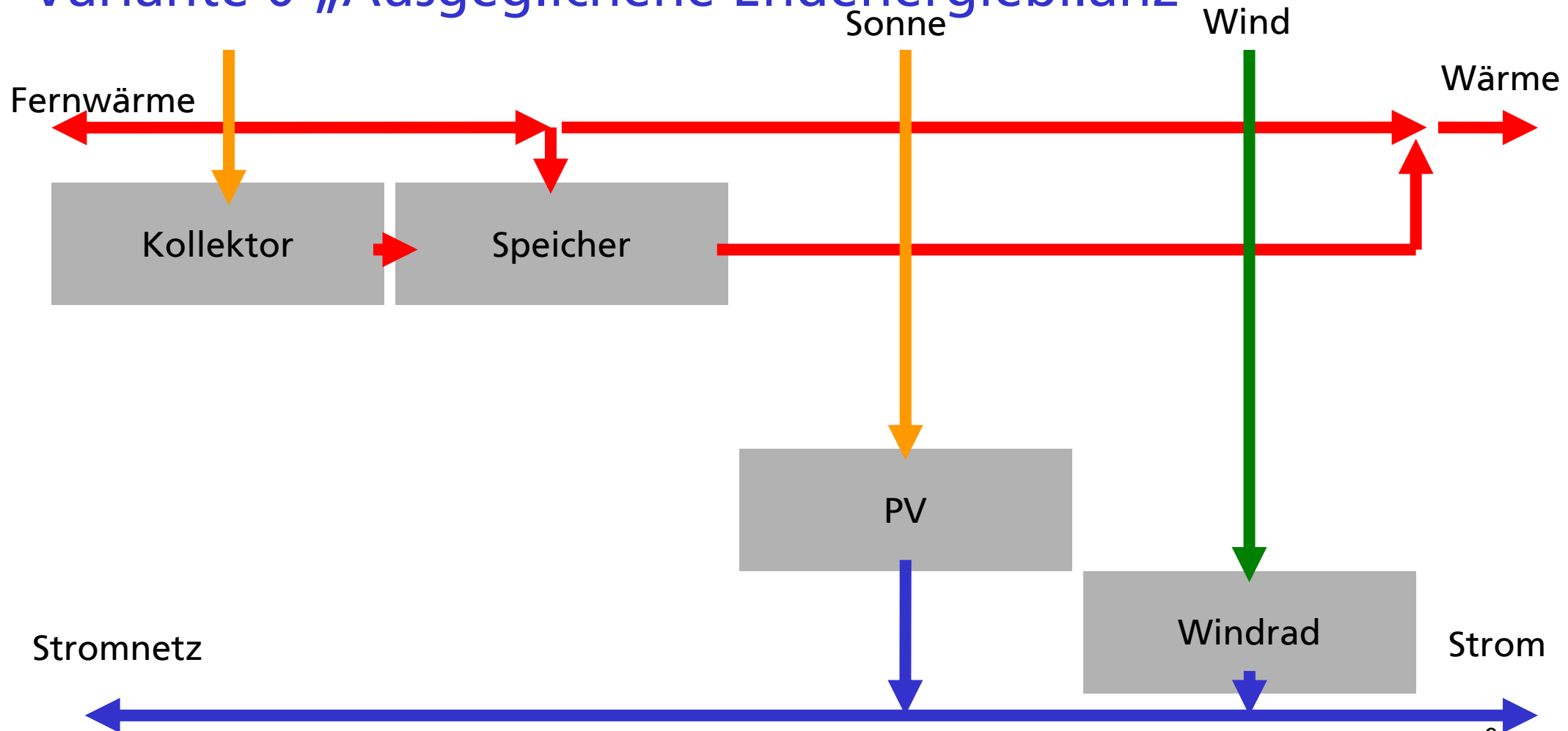
Primärenergiefaktoren vs. el. Wirkungsgrad



BAS, 09092008, Rostock

8

Variante 0 „Ausgeglichene Endenergiebilanz“



BAS, 09092008, Rostock

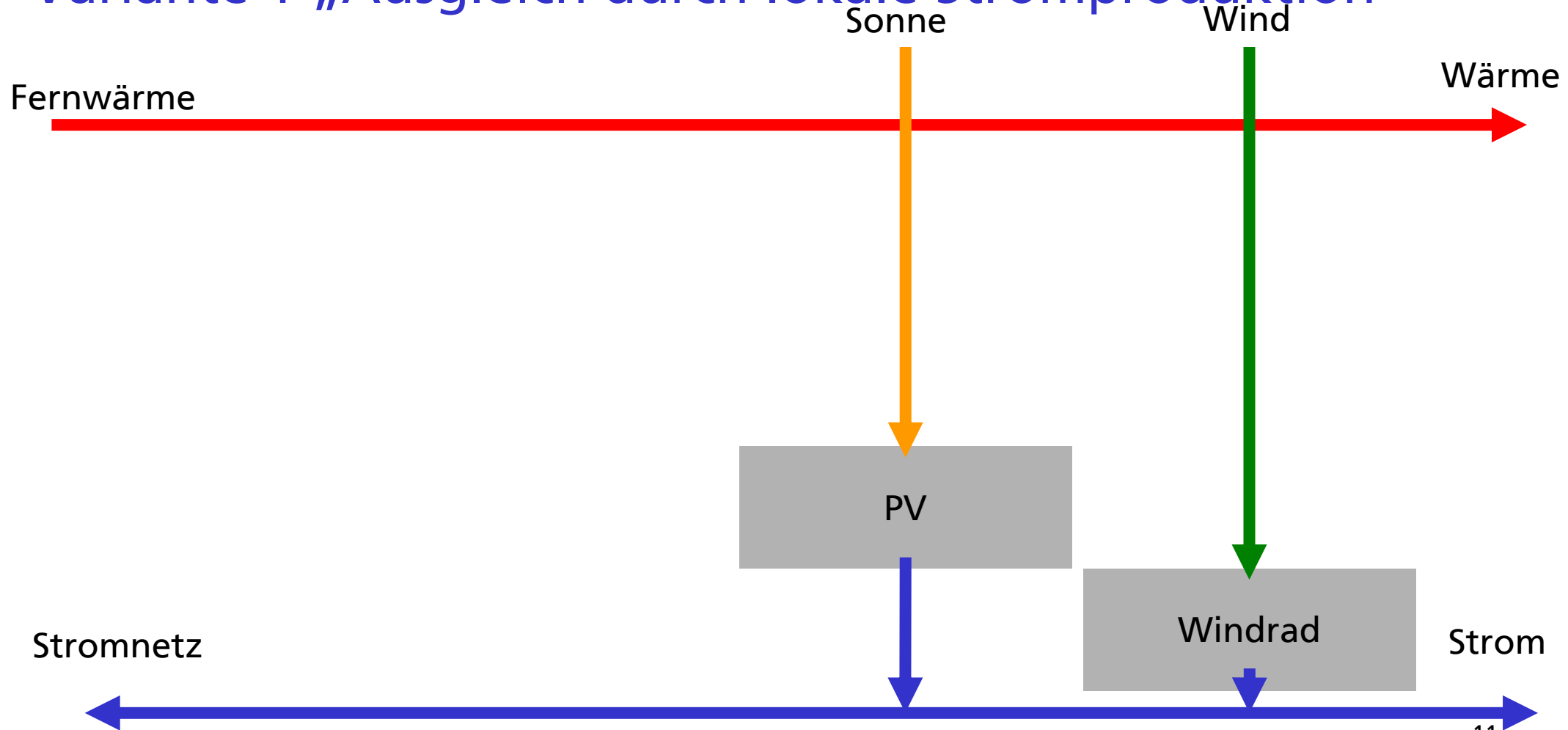
9

Bilanzierungsansätze für Plusenergiegebäude

Ausgeglichene Endenergiebilanz, Bewertung nach DIN 18599

Bedarf		ausgeglichen durch		PE-Bilanz Netz
Wärme	327 MWh /a	Th. Solarenergie	390 MWh	0.06 MWh
		Speicherverluste	-63 MWh	
Strom	59 MWh /a	Windenergie	18 MWh	
		Fotovoltaik	41 MWh	
-----		-----		
Endenergie	384 MWh /a	ern. Energie	449 MWh	

Variante 1 „Ausgleich durch lokale Stromproduktion“



BAS, 09092008, Rostock

11

Bilanzierungsansätze für Plusenergiegebäude

Ausgeglichene Endenergiebilanz, Bewertung nach DIN 18599

Bedarf		ausgeglichen durch		PE-Bilanz Netz
Wärme	327 MWh /a	Fernwärme	327 MWh	83 MWh
		Fotovoltaik	25 MWh	-83 MWh
Strom	59 MWh /a	Windenergie	18 MWh	0 MWh
		Fotovoltaik	41 MWh	0 MWh
-----		-----		
Endenergie	384 MWh /a	Wärme a. KWK	378 MWh	
		ern. Energie	132 MWh	

Bilanzierungsansätze für Plusenergiegebäude

Ausgeglichene Endenergiebilanz, Bewertung nach DIN 18599

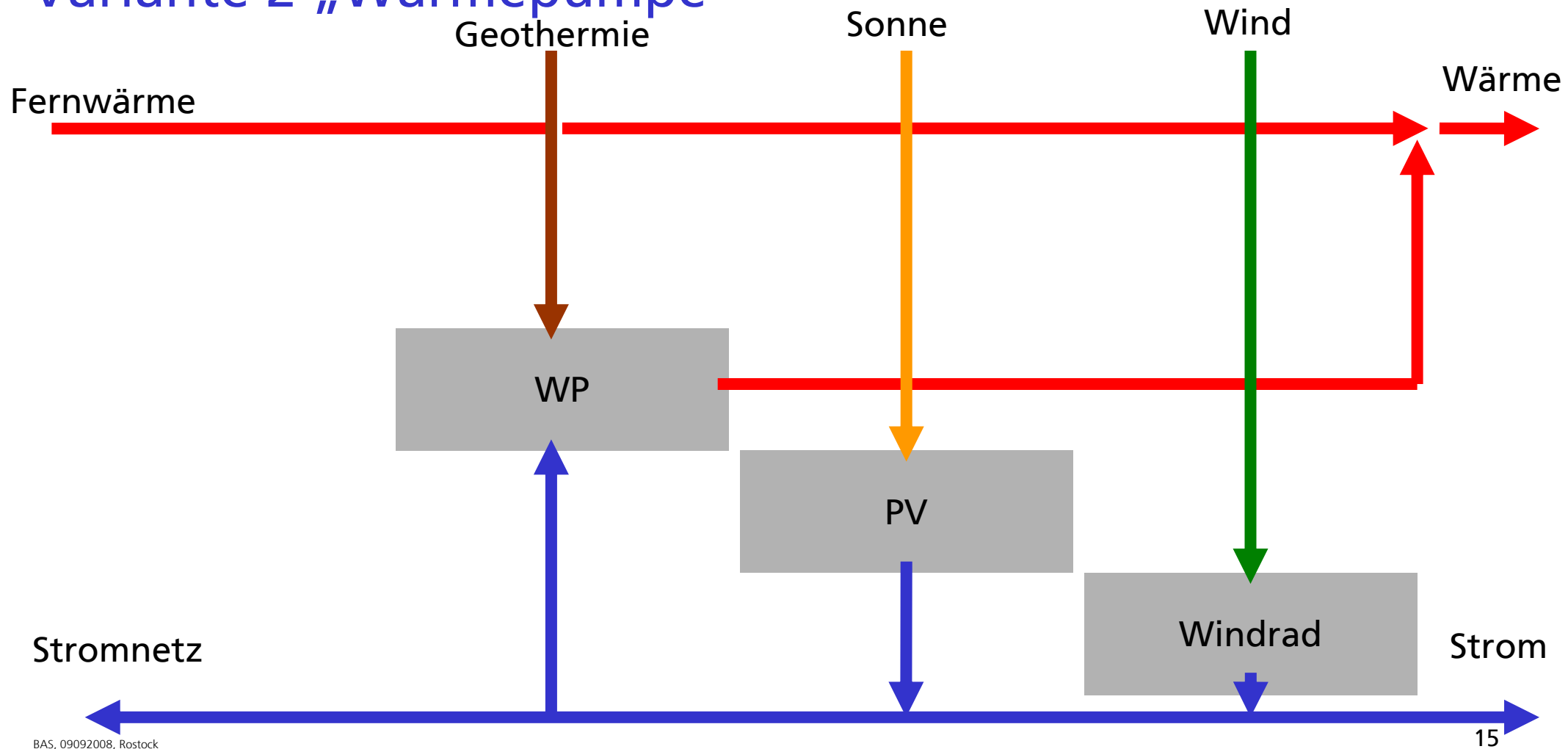
Bedarf		ausgeglichen durch		PE-Bilanz Netz
Wärme	327 MWh /a	Fernwärme	327 MWh	260 MWh
		Fotovoltaik	130 MWh	-260 MWh
Strom	59 MWh /a	Windenergie	18 MWh	0 MWh
		Fotovoltaik	41 MWh	0 MWh
-----		-----		
Endenergie	384 MWh /a	Wärme a. KWK	327 MWh	
		ern. Energie	189 MWh	
PE Strom 2,0				
PE Fernwärme 0,8				

Bilanzierungsansätze für Plusenergiegebäude

Ausgeglichene Endenergiebilanz, Bewertung nach DIN 18599

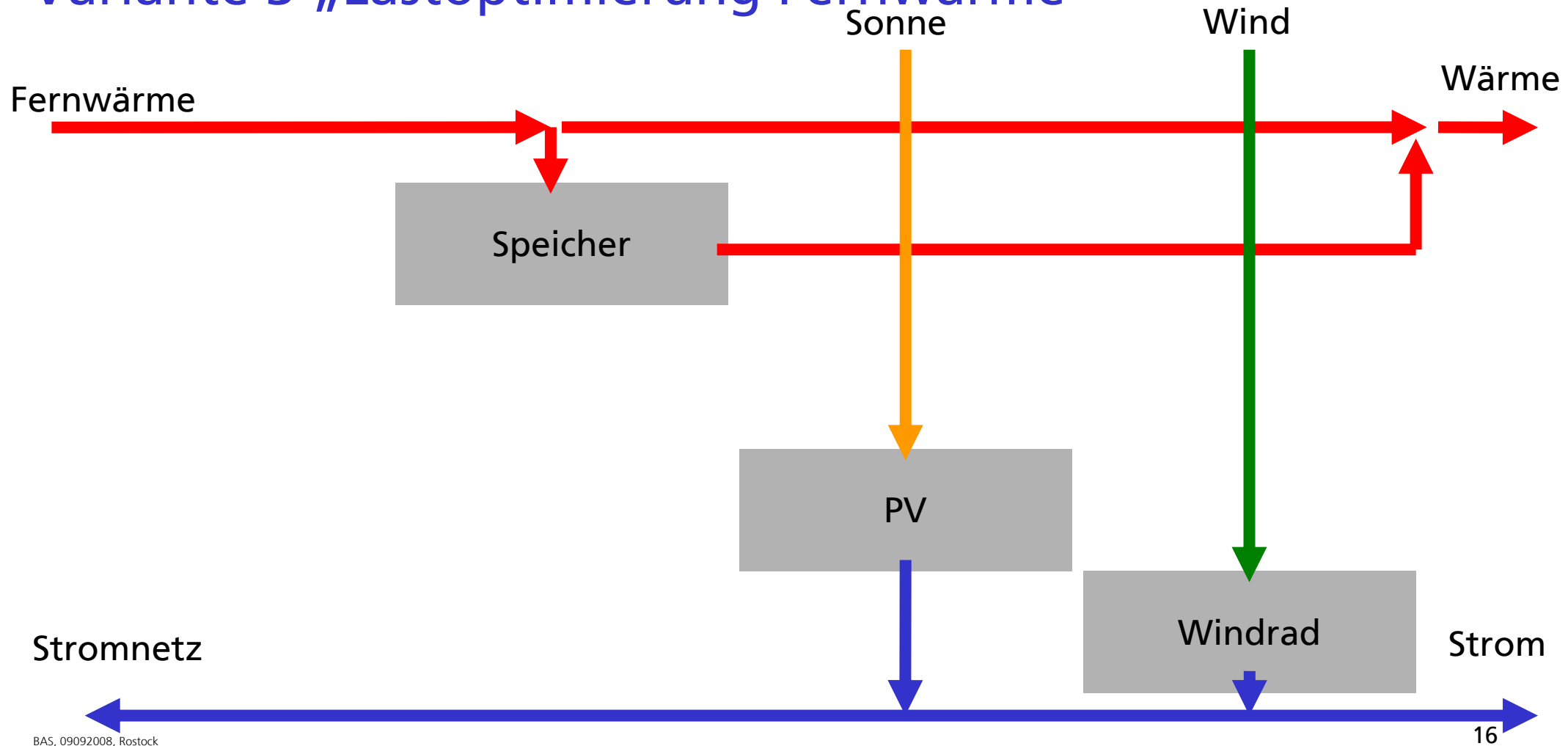
Bedarf		ausgeglichen durch		PE-Bilanz Netz
Wärme	327 MWh /a	Fernwärme	327 MWh	260 MWh
		Fotovoltaik	140 MWh	-260 MWh
Strom	59 MWh /a	Windenergie	18 MWh	0 MWh
		Fotovoltaik	44 MWh	0 MWh
-----		-----		
Endenergie	384 MWh /a	Wärme a. KWK	327 MWh	
		ern. Energie	202 MWh	
PE PV 0,13				
PE Strom 2,0				
PE Fernwärme 0,8				

Variante 2 „Wärmepumpe“



BAS, 09092008, Rostock

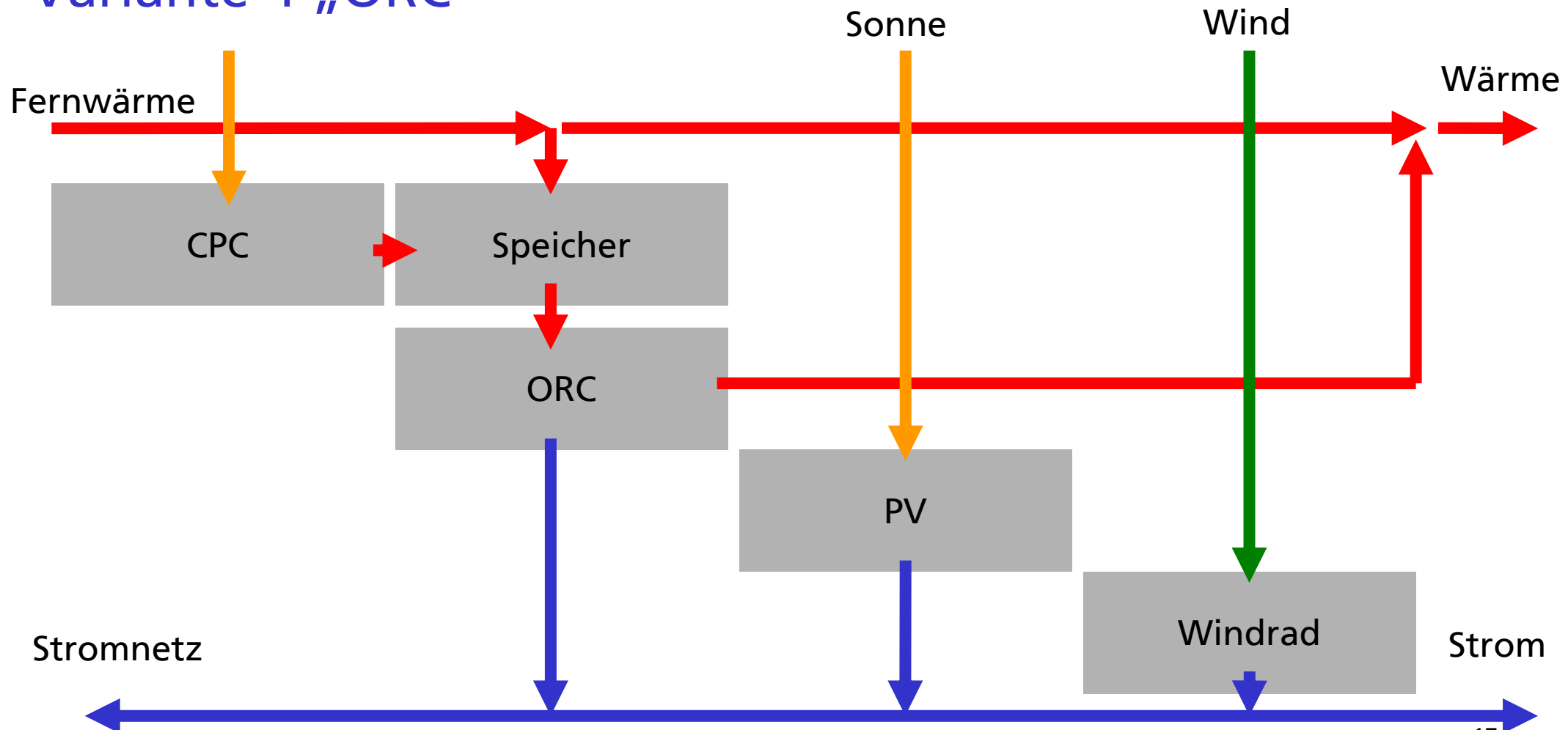
Variante 3 „Lastoptimierung Fernwärme“



BAS, 09092008, Rostock

16

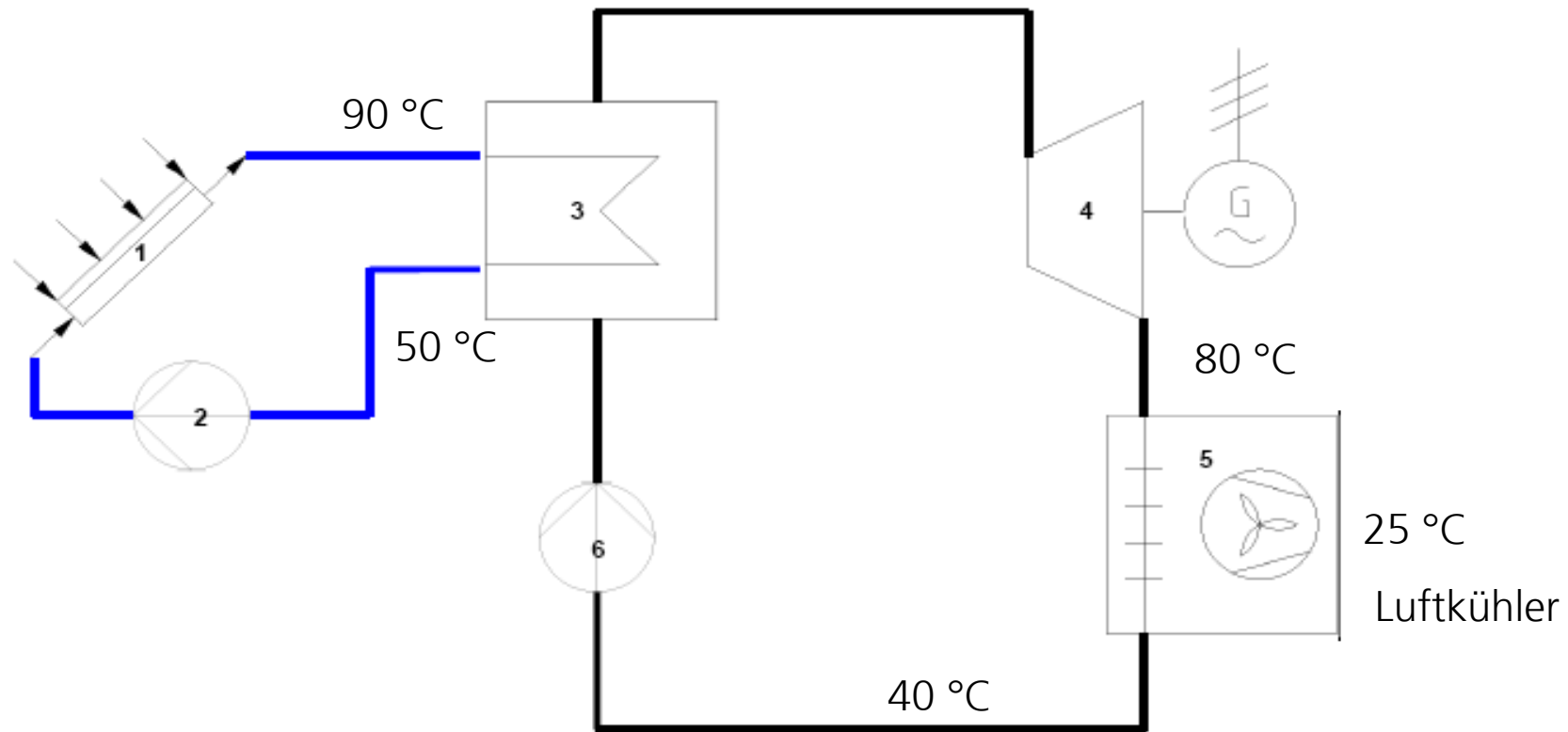
Variante 4 „ORC“



BAS_09092008, Rostock

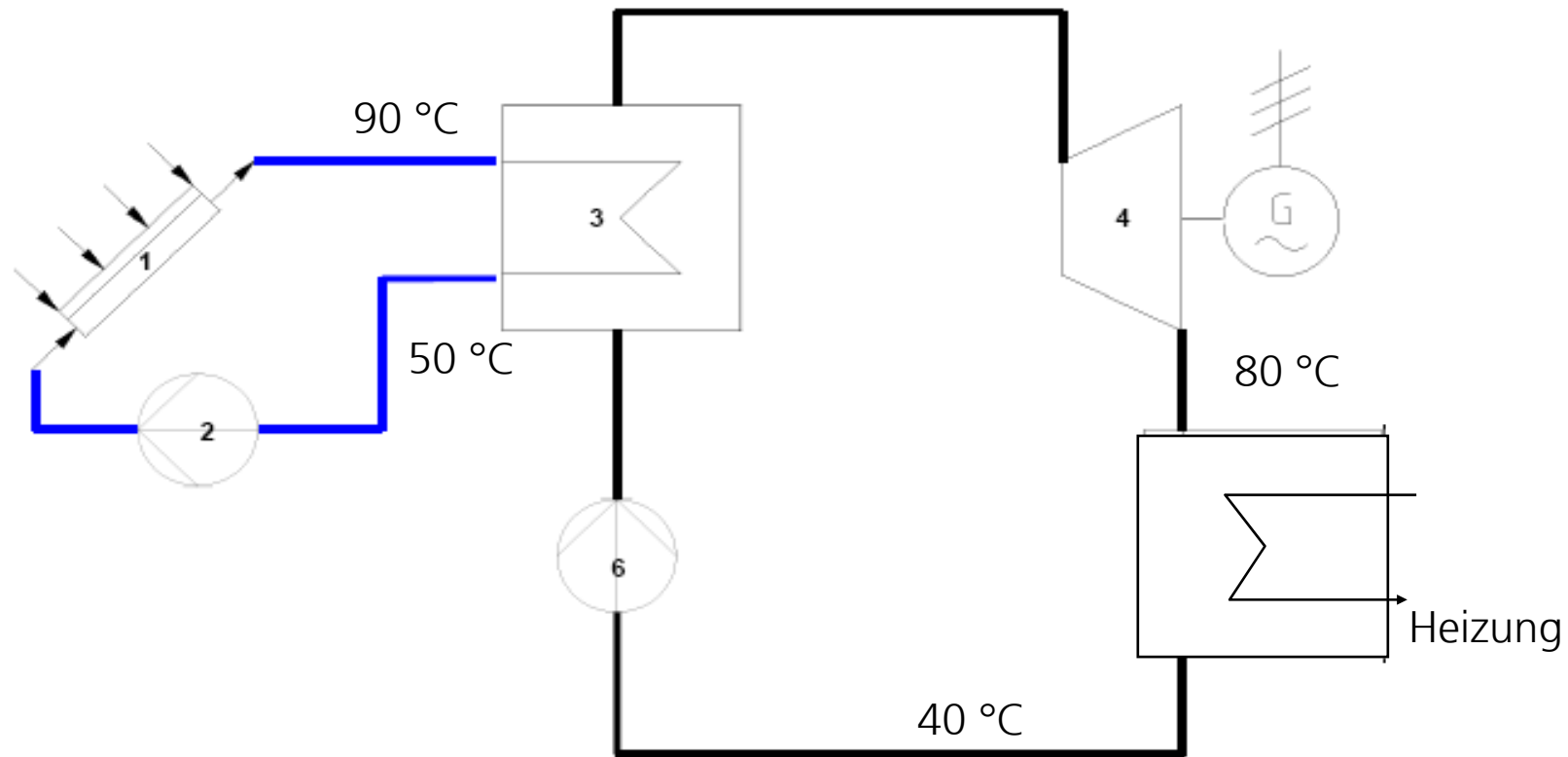
17

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

Ausgeglichene Endenergiebilanz, Bewertung nach DIN 18599

Bedarf		ausgeglichen durch		PE-Bilanz Netz
Wärme	327 MWh /a	Fernwärme	327 MWh	83 MWh
		Fotovoltaik	25 MWh	-83 MWh
Strom	59 MWh /a	Windenergie	18 MWh	0 MWh
		Fotovoltaik	38 MWh	0 MWh
		ORC	3 MWh	
		Fernwärme	18 MWh	3,24 MWh
		Fotovoltaik	1,2 MWh	-3,24 MWh
-----		-----		
Endenergie	482 MWh /a	Wärme aus KWK	345 MWh	
		erneuerb. Energie	56 MWh	

Varianten Versorgung

Konzept	Basis nur FW	Konzept gemäß Antrag mit therm Kollektor und WP	FW+ Lastmanagement FW	FW-Lastmanagement+ ORC 3,5 KW (bei 3600h/a Wärme aus FW)
alle Varianten mit Wind und PV	Variante 1 MWh	Variante 2 MWh	Variante3 MWh	Variante 4 MWh
Wärme gesamt	325.9	325.9	325.9	325.9
Fernwärme	325.9	152.9	325.9	308.9
Strom gesamt	58.4	93.4	58.4	58.4
PE Wärme	83.4	39.1	83.4	79.1
PE Strom	157.7	252.2	157.7	157.7
PE-Gutschrift LM	0.0	0.0	-5.2	0.0
PE-gesamt	241.1	291.3	235.9	236.8

Deckung Bedarf durch erneuerbare Energie

Basis PE-Faktoren Aktuell

Konzept	Basis nur FW + PV + Wind	Konzept gemäß Antrag mit therm Kollektor und WP	FW-Lastmanagement	FW-Lastmanagement+ ORC 3,5 KW (bei 3600h/a Wärme aus FW)
	Variante 1 MWh	Variante 2 MWh	Variante3 MWh	Variante 4 MWh
PE-gesamt	241.1	291.3	235.9	236.8
notwendiger PV/Wind- Anteil Endenergie aus PE	89.3	107.9	87.4	87.7
ORC	0.0	0.0	0.0	2.8
Wind	18.0	18.0	18.0	18.0
PV aus PE	71.3	89.9	69.4	66.9
PV kWp	75.1	94.6	73.0	70.4
PV m²	600.5	757.1	584.2	563.4

Deckung Bedarf durch erneuerbare Energie

Basis PE-Faktoren 2030

Konzept	Basis nur FW + PV + Wind	Konzept gemäß Antrag mit therm Kollektor und WP	FW-Lastmanagement	FW-Lastmanagement+ ORC 3,5 KW (bei 3600h/a Wärme aus FW)
	Variante 1 MWh	Variante 2 MWh	Variante3 MWh	Variante 4 MWh
PE-gesamt	377.5	309.1	372.3	363.9
notwendiger PV/Wind- Anteil Endenergie aus PE	188.8	154.6	186.1	182.0
ORC	0.0	0.0	0.0	2.8
Wind	18.0	18.0	18.0	18.0
PV aus PE	170.8	136.6	168.1	161.2
PV kWp	179.7	143.7	177.0	169.6
PV m²	1437.9	1149.9	1416.0	1357.1

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 / thermische Solarenergie für ORC
 - Teilbelegung mit kombinierten PV/TH Systemen
 - Dezentrales Lastmanagement FW zur Erhöhung der Laufzeiten HKW und KWK