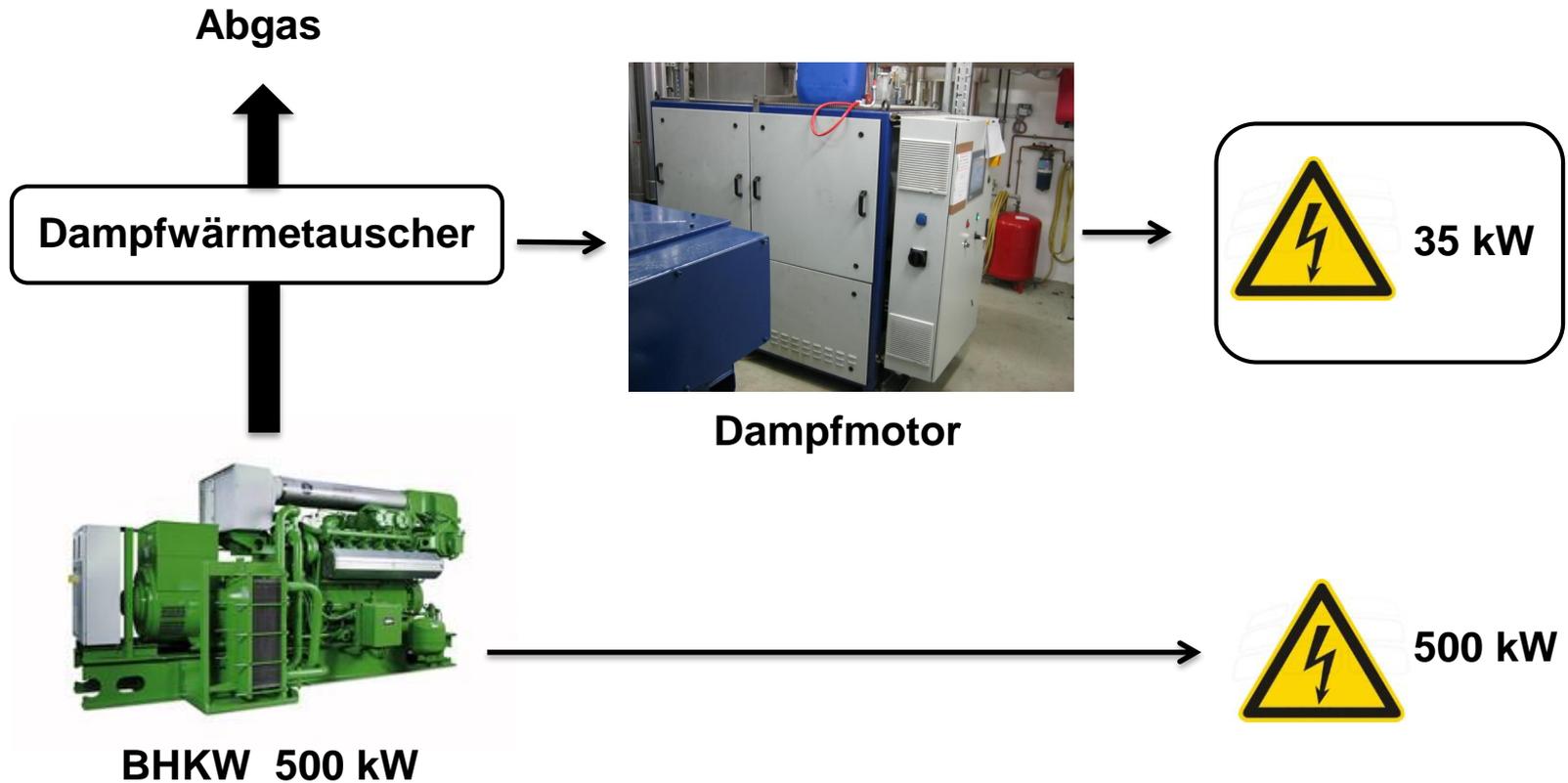


Abgasnachnutzung durch Dampfmotor



Dampfmotor



Erhöhung der Stromproduktion durch Nutzung der Motorabwärme

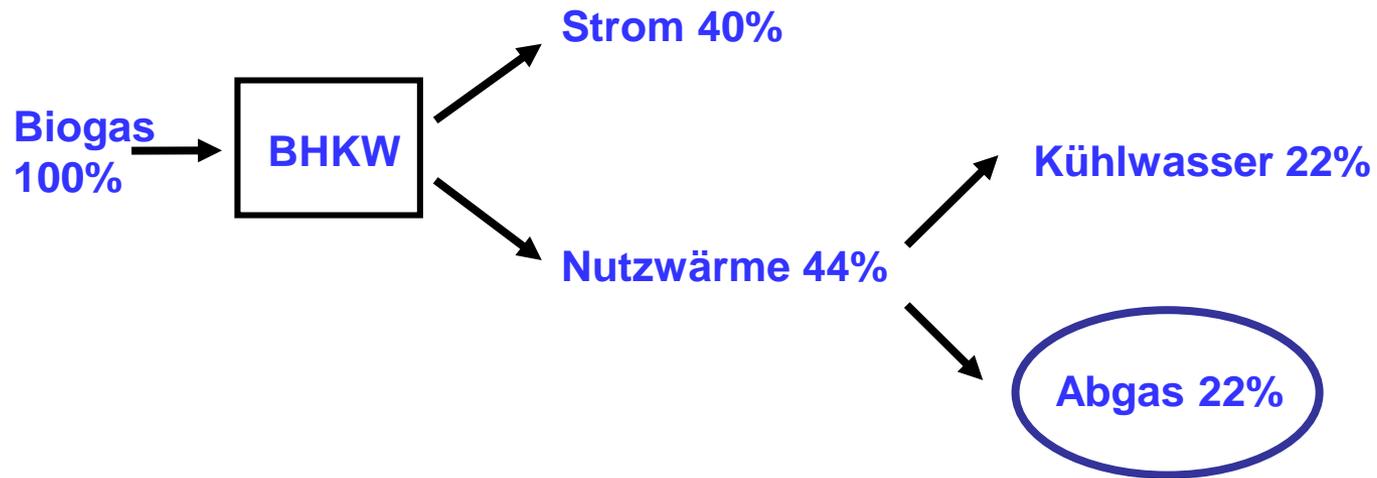
ORC-Technik (Organic Rankine Cycle)

Nutzung von Motor- und Abgaswärme zur
Niedertemperaturverdampfung eines organischen
Arbeitsmediums und Antrieb eines Expanders

CRC-Technik (Clausius Rankine Cycle)

Nutzung der Abgaswärme zur Verdampfung von Wasser
und Antrieb eines Expanders, hier Dampfmotor

Erhöhung der elektrischen Leistung durch Nutzung der Abgaswärme



Leistungsdaten Dampfmotoranlage

Leistungssteigerung der BHKW-Anlage	+ 6-8 %
Leistung max.	35 kW
Eigenstrombedarf	1 – 1,5 kW
Höchste BHKW-Leistung, dessen Abgasleistung noch voll genutzt werden kann	550 kW

Kosten, Ertrag und Stromgestehungskosten

Installationskosten 140000,- bis 160000,- Euro

Betriebskosten (geschätzt) 5000,- Euro/a

Ertrag (500 kW BHKW) 250000 kWh/a

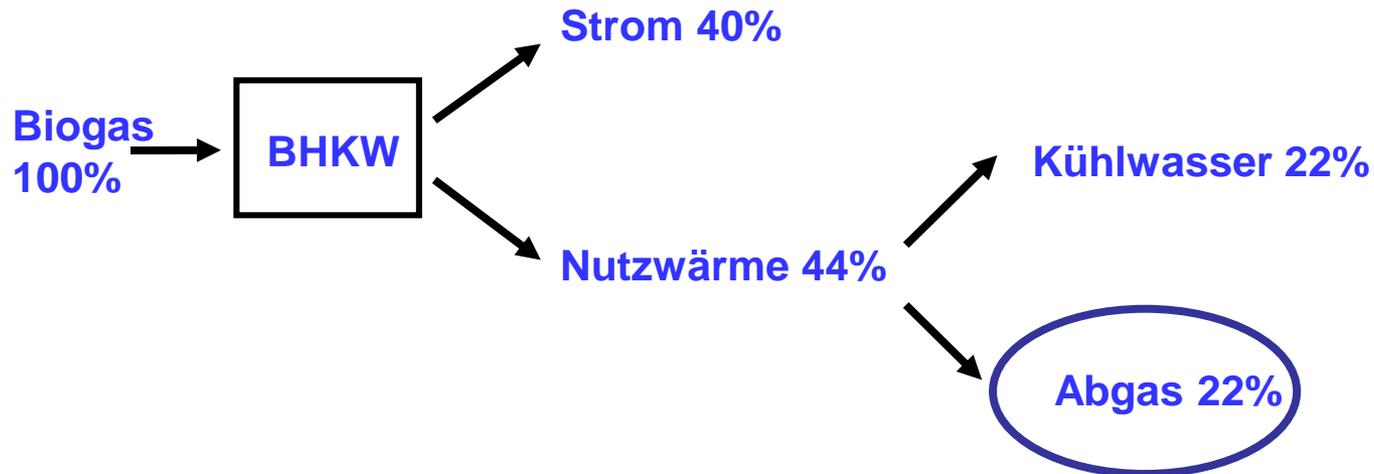
Stromgestehungskosten ca. 11 - 13 ct/kWh*

*Abschreibungszeitraum 8 J.; Zinsen 4 %

Erhöhung der elektrischen Leistung durch Nutzung der Abgaswärme

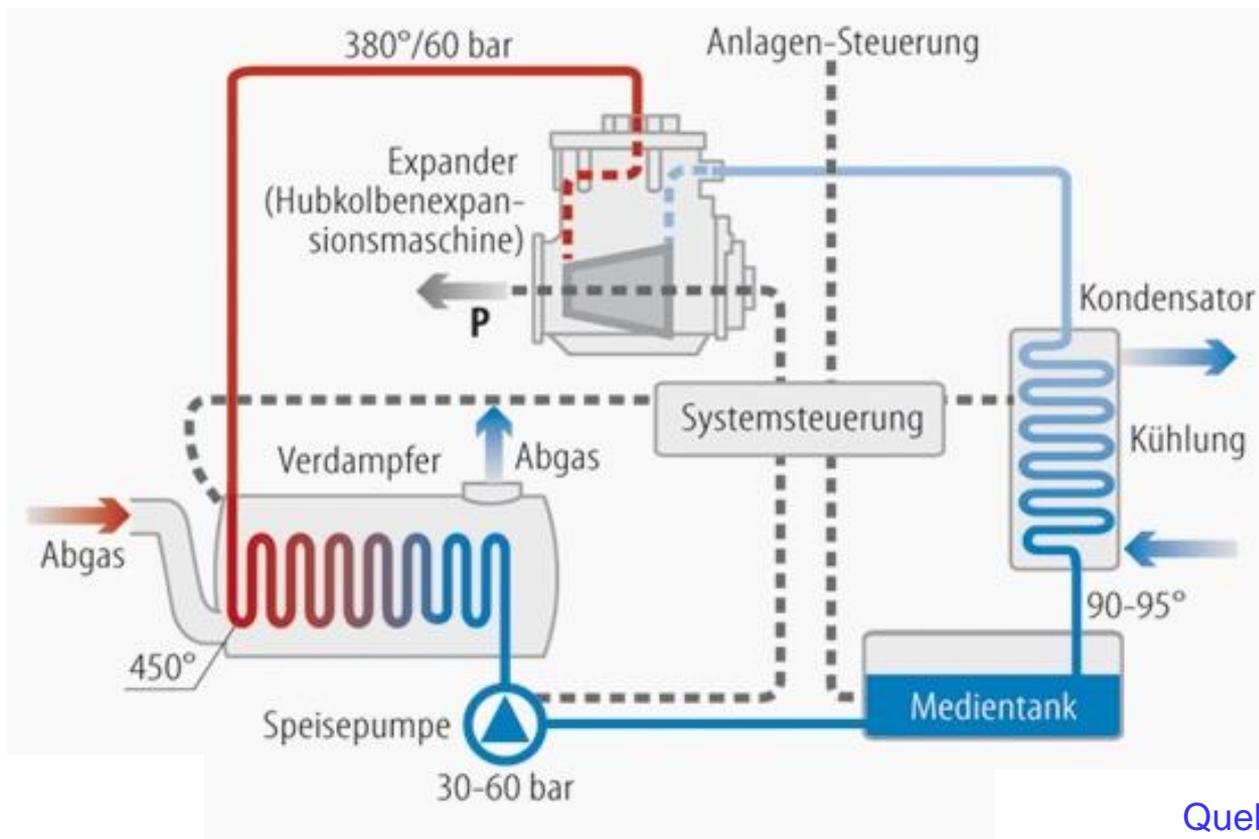
Bei modernen BHKW – Motoren werden ca. 40% der ursprünglich im Biogas enthaltenen Energie in elektrische Energie umgewandelt.

Aufgrund der Vorteilhaftigkeit der Elektroenergievergütung kann die Wirtschaftlichkeit verbessert werden, wenn aus dem Biogas möglichst viel Strom erzeugt wird.



Nutzung der Abgaswärme zur Dampferzeugung

Aufgrund der hohen Abgastemperatur von ca. 450° C kann Wasser in einem Dampferzeuger überhitzt und der Dampfdruck in einem nachgeschalteten Dampfmotor genutzt werden. Die Gesamtanlage wird als geschlossener Dampfkreisprozess mit Kondensator und Pumpe betrieben.



Quelle: Firma Voith

Voith Dampfmotoraggregat

Dampfmotor

Generator



Speisewasser-
tank

Speisewasserpumpe

Quelle: Voith

Energiebilanz BHKW mit Dampfmotor

Wärmenutzung

Motorwärme

BHKW $600 \text{ kW}_{\text{el}}$

Strom $600 \text{ kW}_{\text{el}}$

Abgas/ Dampf

$300 \text{ kW}_{\text{th}}$

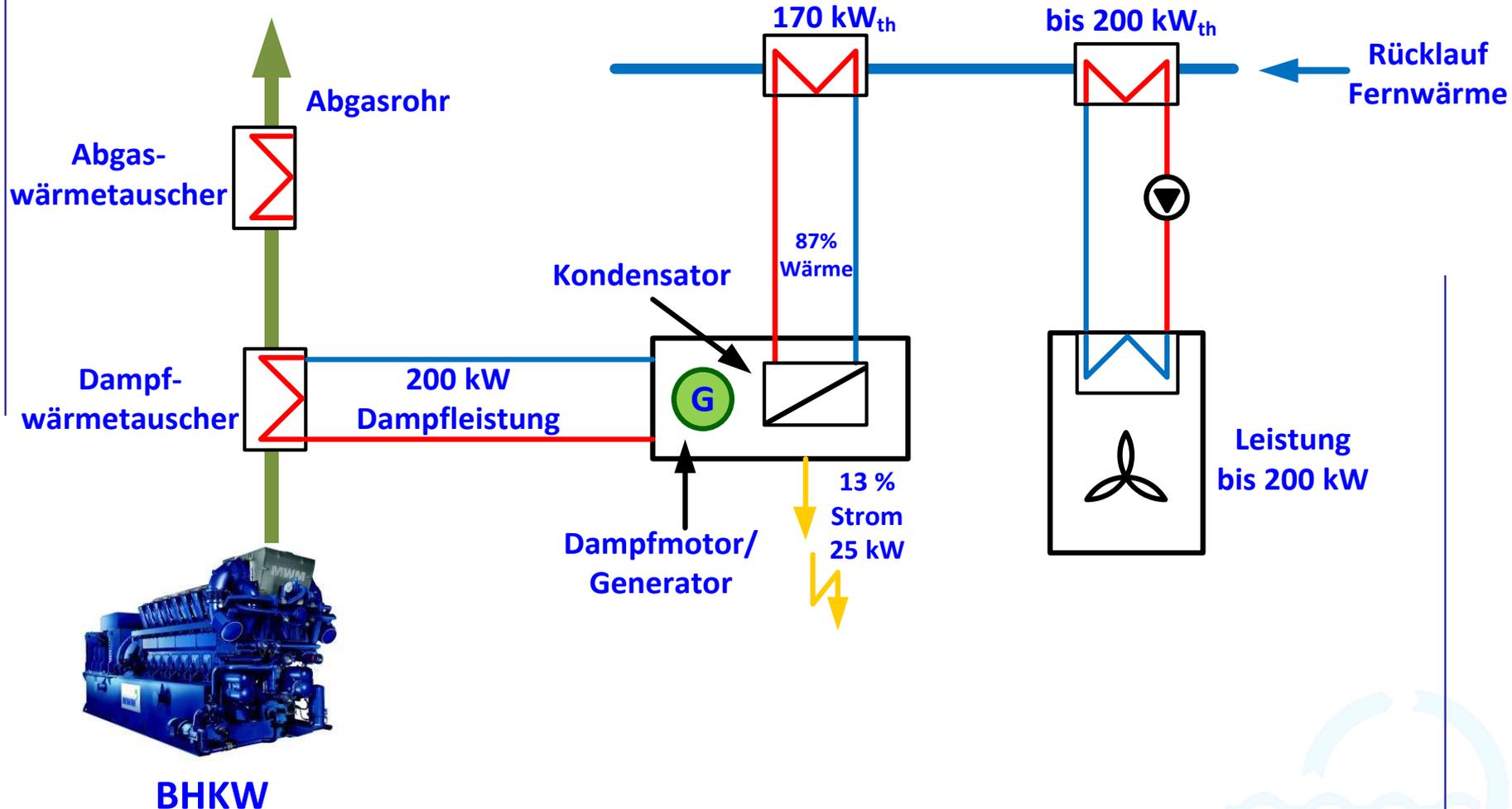


Wärme
 $260 \text{ kW}_{\text{th}}$

Dampfmotor

Nutzenergie $30 - 35 \text{ kW}_{\text{el}}$

Einbindung des Dampfmotors in die Heizungsanlage



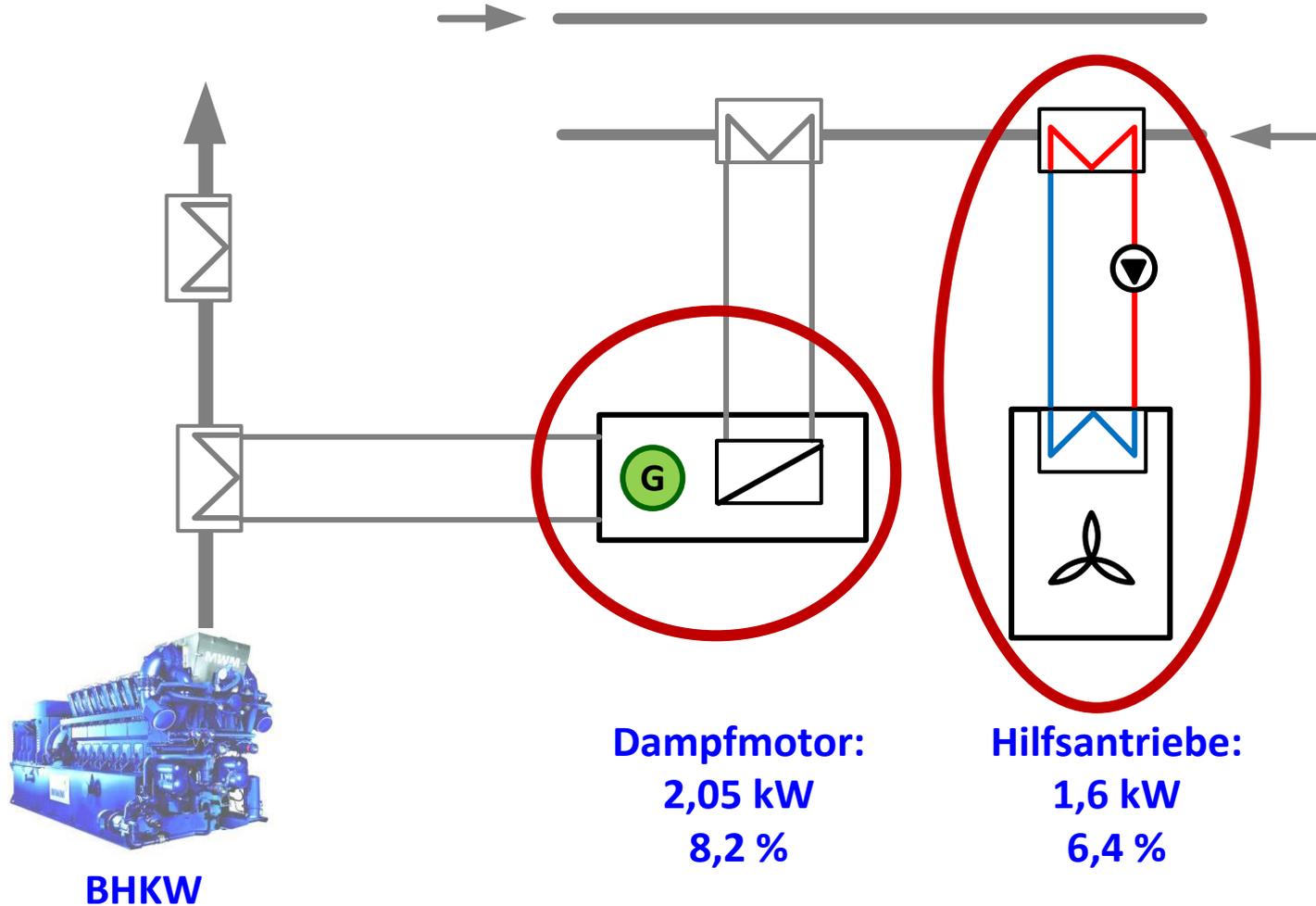
Eigenstrombedarf der Dampfmotoranlage

Der Eigenstrombedarf für die Elektromotoren im Dampfmotoraggregat sowie für die Rückkühlung mindern den Ertrag aus der Stromproduktion merklich.

Im Dampfmotoraggregat (Lieferumfang Voith) müssen Nebenaggregate wie die Speisewasserpumpe mit Elektroenergie versorgt werden.

Zudem muss für die Dampfkondensation Kühlleistung zur Verfügung gestellt werden. Die hier gewonnene Wärme kann ins Fernwärmenetz eingespeist werden. Steht aber keine ausreichende Wärmesenke zur Verfügung, muss vor dem Kondensationswärmetauscher des Dampfmotors der Rücklauf über einen Tischkühler gekühlt werden.

Eigenstrombedarf bezogen auf 25 kW Dampfmotorleistung



Investitionskosten Dampfmotoranlage

Dampfmotor und Dampferzeuger	105000,- Euro
Umbau Abgasanlage	5000,- Euro
Einbindung in die Heizanlage	8000,- Euro
Rückkühleinrichtung	12000,- Euro
Elektrotechnik, Verkabelung, Software	8000,- Euro
Einbindung in das Stromnetz	5000,- Euro
Sonstiges	3000,- Euro
Gesamtkosten	146000,- Euro