



Effizienz in Biomasseheizwerken

Herzlich Willkommen

20. März 2025

Effizienz von Biomasse-Feuerungen

Martin König, Head of Process Engineering

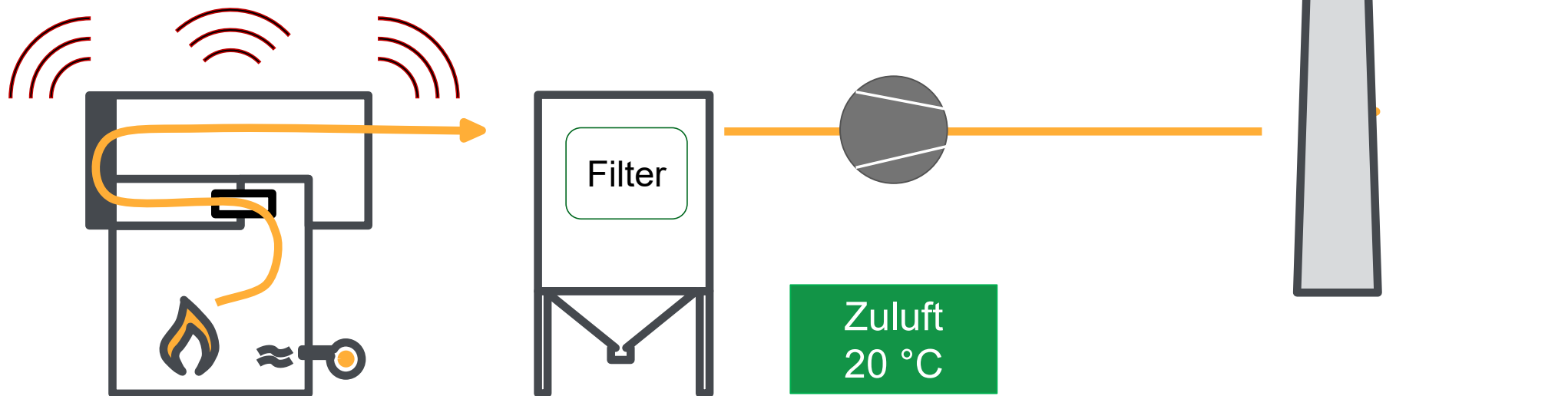
 **SCHMID**
energy solutions

- Wirkungsgrad von Feuerungen
- Effizienzsteigerung
 - Revolution adaptive
 - Standard-Setup von Biomasse-Anlagen
 - Effizienzsteigerung mit ECOs

Wirkungsgrad von Feuerungen

Verluste bei Feuerungen:

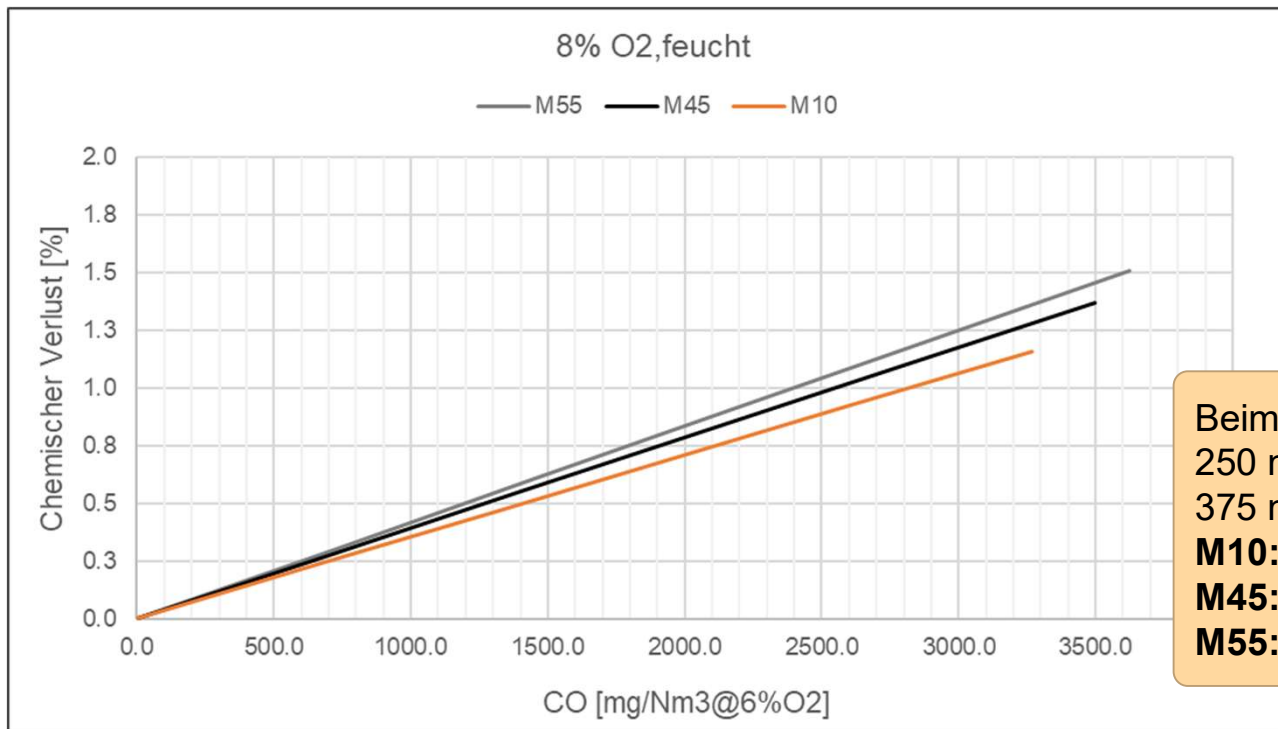
1. Abgasverluste
2. Wärmeverluste durch Strahlung/Konvektion
3. Chemische Verluste (unvollständige Verbrennung)



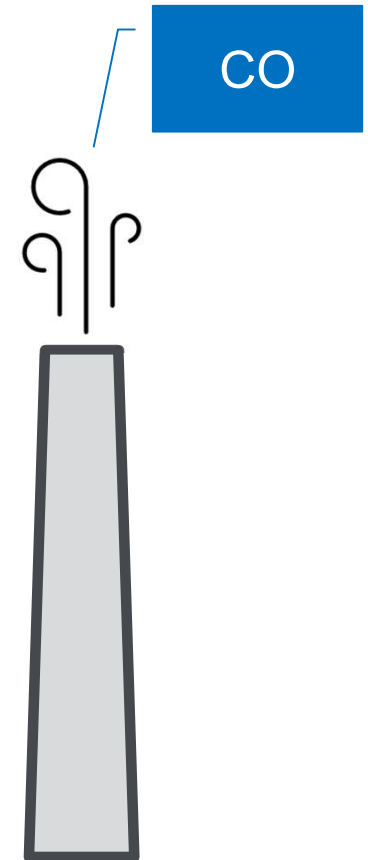
Wirkungsgrad von Feuerungen

Verluste bei Feuerungen:

3. Chemische Verluste (unvollständige Verbrennung)



Beim Einhalten der Grenzwerte:
250 mg/Nm₃@11 % O₂
375 mg/Nm₃@11 % O₂
M10: 0.12 %
M45: 0.14 %
M55: 0.15 %



Wirkungsgrad von Feuerungen

Verluste bei Feuerungen:

2. Wärmeverluste durch Strahlung/Konvektion

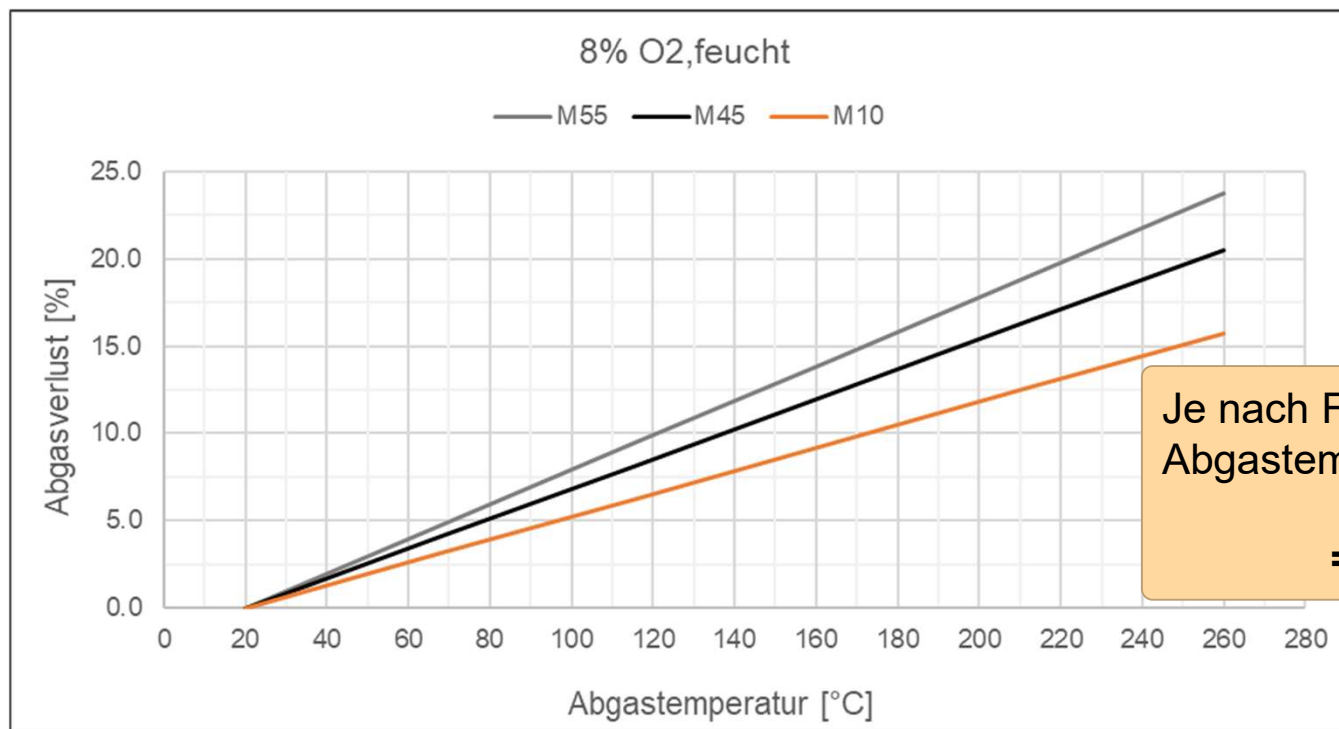


Nach QM-Holz	ca. 1.5%
Nach EN12953-11	je nach Kesselgrösse 2.5 – 0.54%
Schmid (TüV)	0.5 - 1%

Wirkungsgrad von Feuerungen

Verluste bei Feuerungen:

1. Abgasverluste [Abgastemperatur]

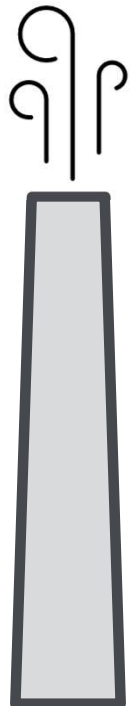


Je nach Feuchtigkeit und
Abgastemperatur von 180°C

= 10-16%

Abgas
180 °C

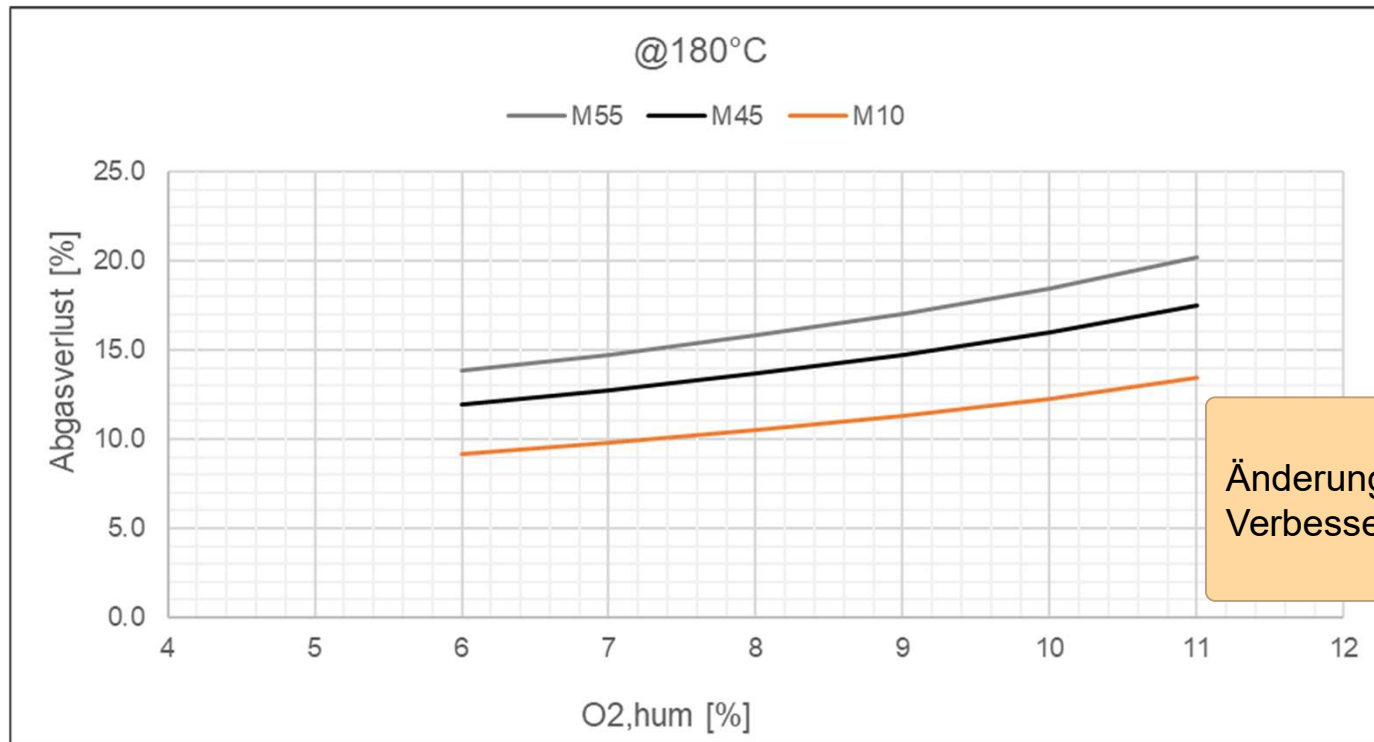
Zuluft
20 °C



Wirkungsgrad von Feuerungen

Verluste bei Feuerungen:

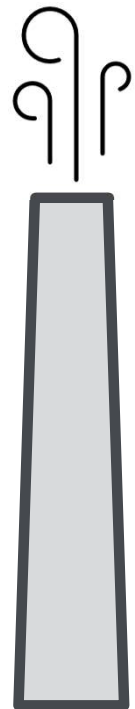
1. Abgasverluste [Restsauerstoff]



O₂ 8 %

Zuluft
O₂ 21 %

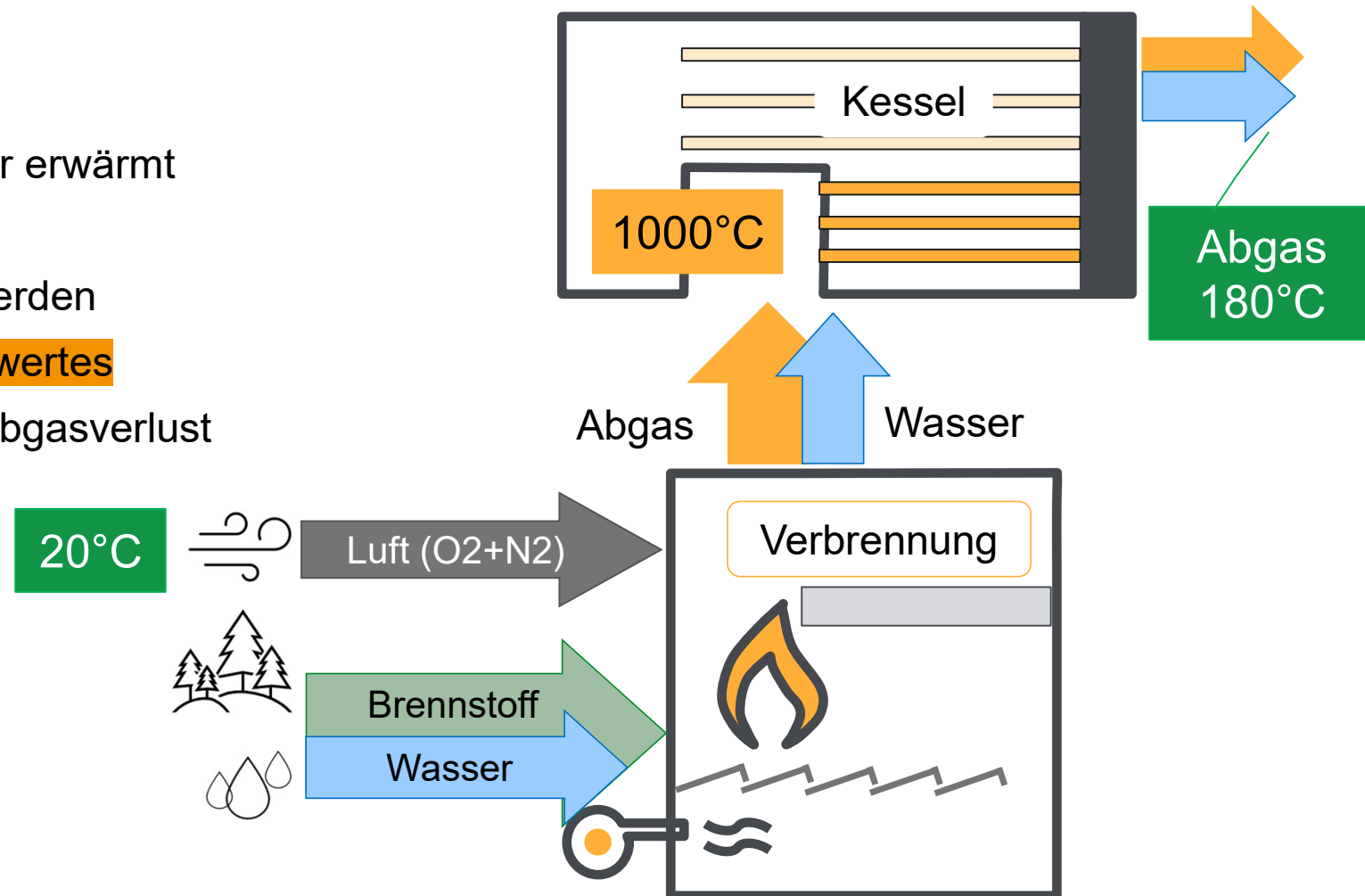
Änderung O₂ von 8% auf 6%
Verbesserung = **1.3...1.9%**



- Überschüssige Luft wird nur erwärmt

- Wasser muss Verdampft werden

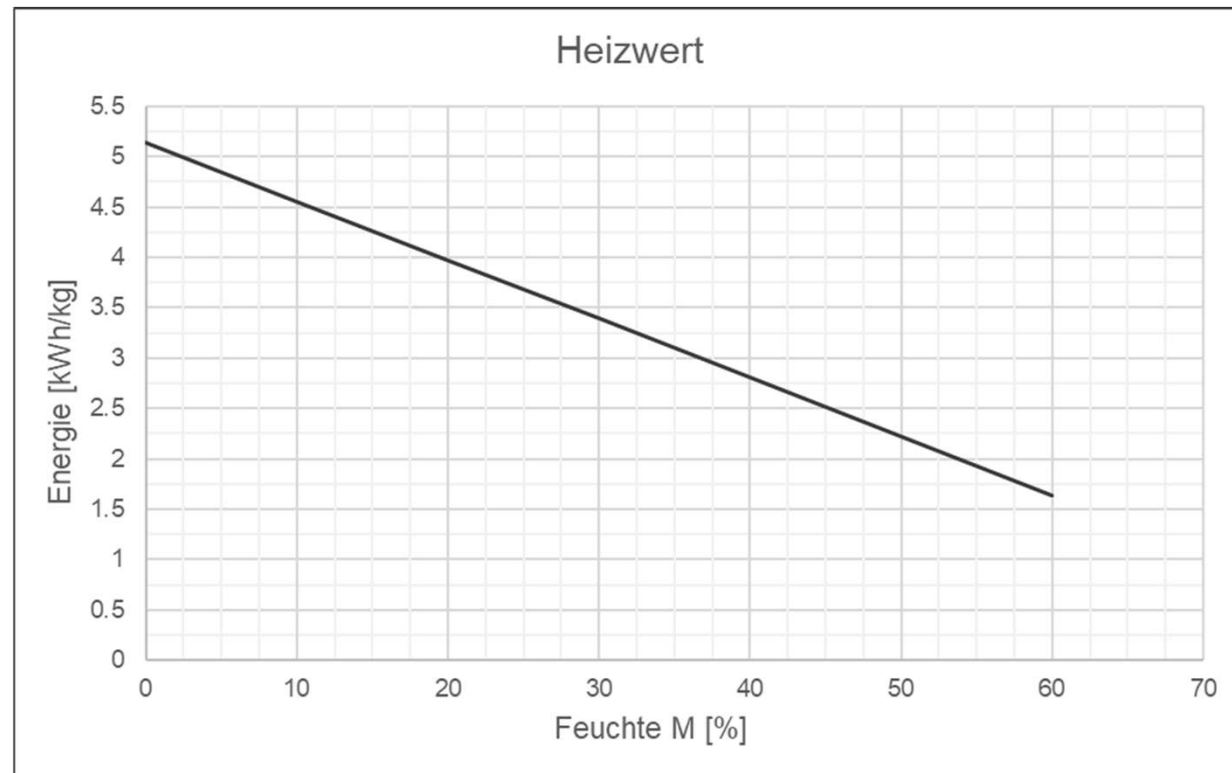
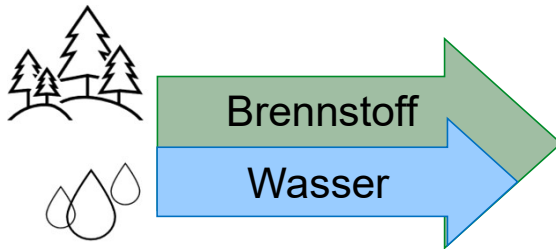
- Viel Wasserdampf erhöht Abgasverlust



Wirkungsgrad von Feuerungen

Weitere Einflussfaktoren des Wirkungsgrades:

- Wasser muss Verdampft werden → Senkung des Heizwerts



Effizienzsteigerung

Wie kann man die Effizienz von Biomasse-Anlagen steigern?

- **Senkung Strahlungsverluste**

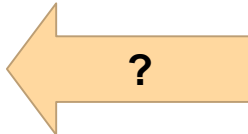
- Isolation O.K.

- **Senkung Chemische Verluste**

- Saubere und komplette Verbrennung auch bei wechselnder Brennstoffqualität
- Neue Regelung Revolution adaptive O.K.

- **Senkung Abgasverluste**

- Konstant tiefes O₂ (Revolution Adaptive)
- Tiefe Abgastemperaturen erreichen
- Wasserdampf im Abgas minimieren

O.K. ?

Revolution adaptive

Eine Feuerung, die mit **nur einem Parametersatz** auf **wechselnde Brennstofffeuchten** reagieren kann.



Revolution adaptive

- Erreichen und Nachfahren der **Sollleistung**
→ Nutzung eines Wärmezählers
- Betrieb mit konstantem und tiefem **Restsauerstoff** ($O_2 \approx 6\%$)
→ Regelung der Verbrennung nach O_2
- Regelung der **Abgasrückführung**
→ Ermittlung der Brennstofffeuchte über eine Abgasmessung
- möglichst konstantes **Glutbett** auf dem Rost
→ Überwachung mittels Lichtschranken über dem Rost

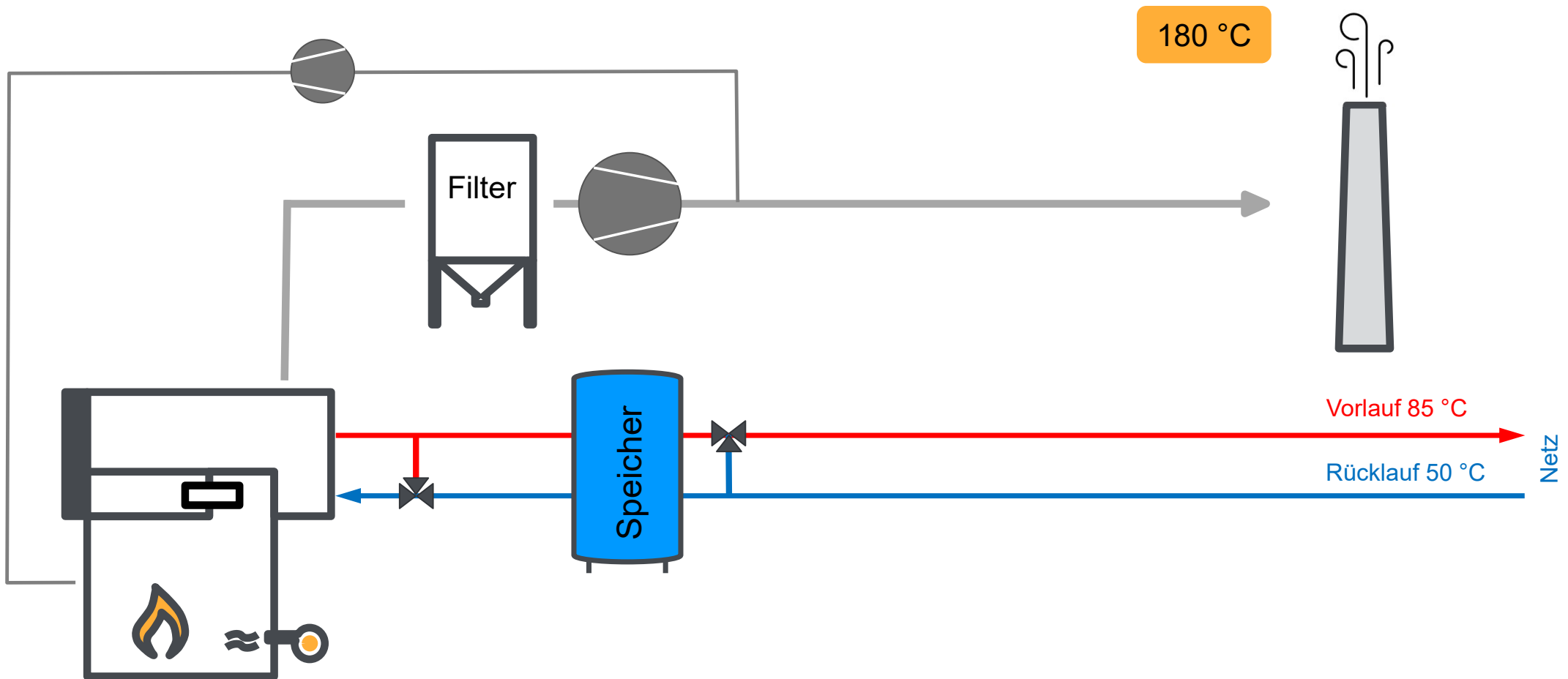


Waldhackschnitzel

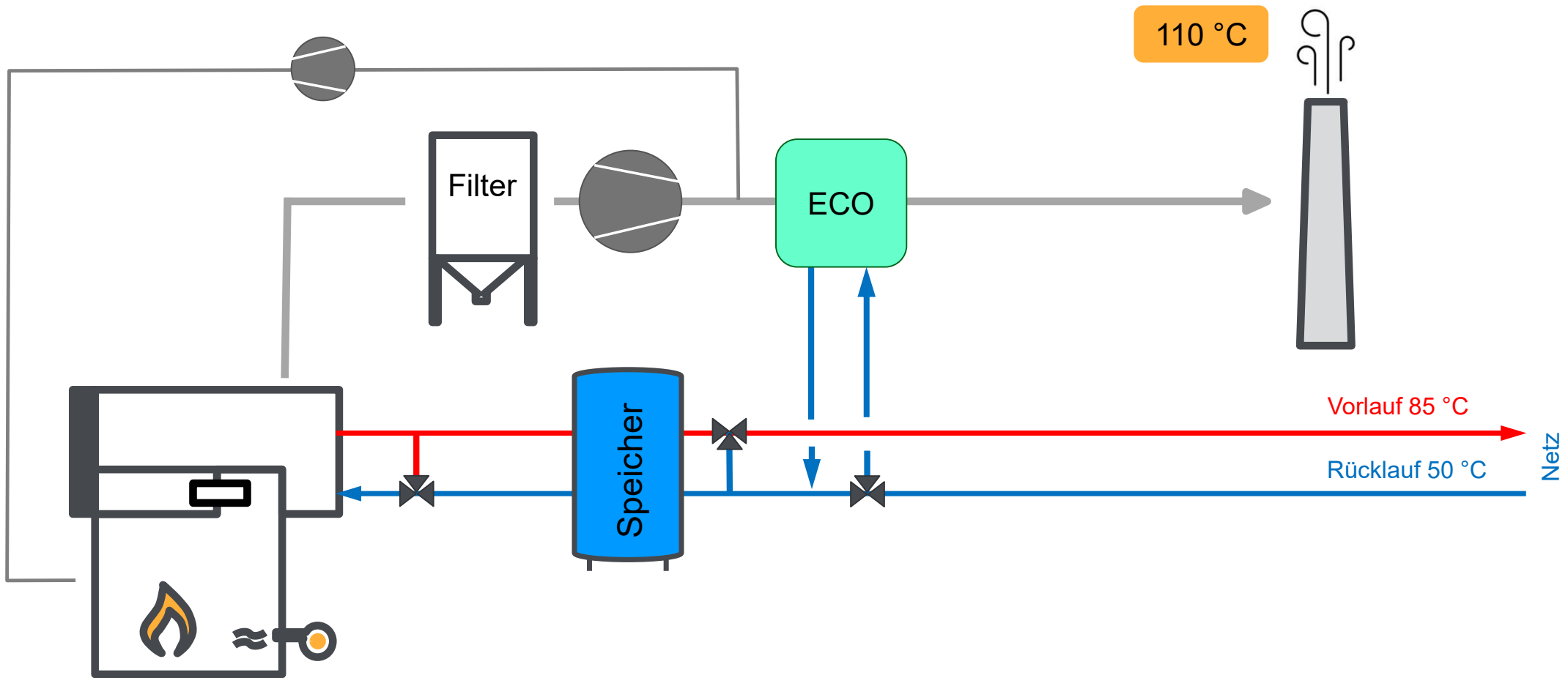


Altholz

Standard-Setup von Biomasse-Anlagen



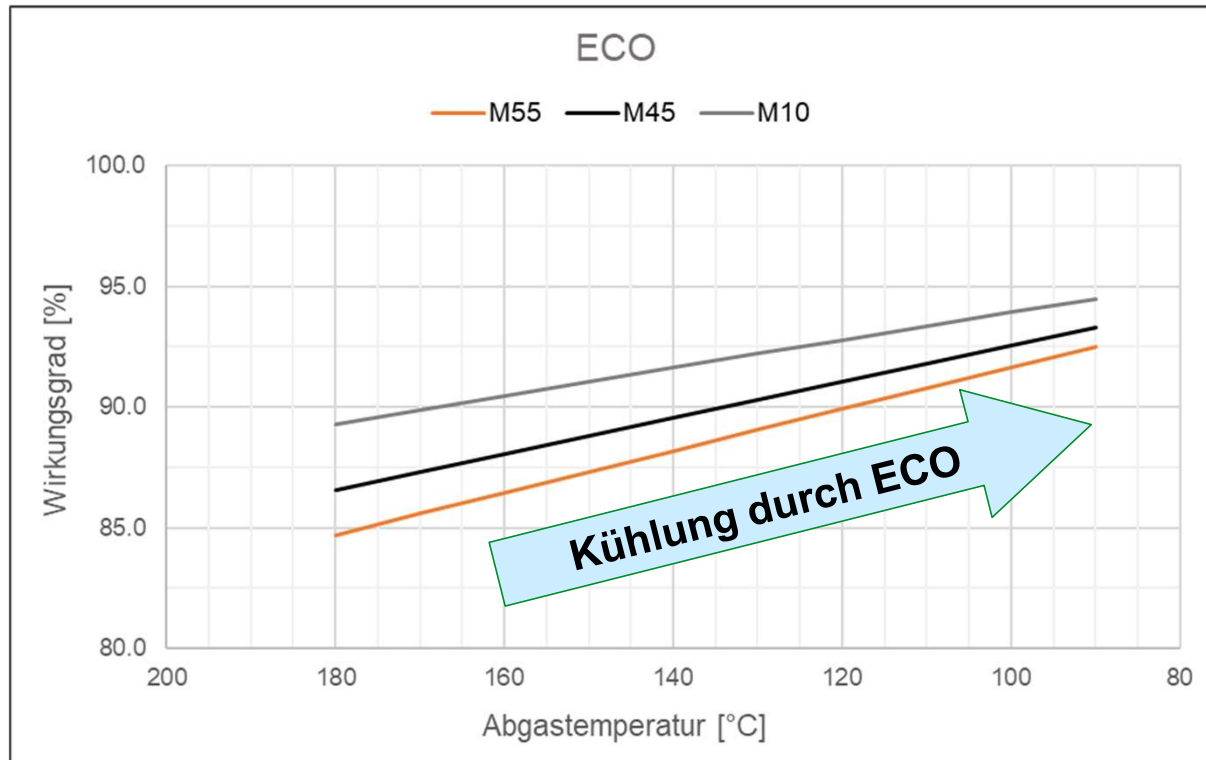
Standard-Setup von Biomasse-Anlagen



Effizienzsteigerung durch ECO

Mit einem Economiser können die Abgastemperaturen nach dem Filter weiter gesenkt werden. Dies verringert die Abgasverluste und erhöht den Wirkungsgrad.

- Berechnungsbeispiel: 6 % O₂,feucht, Strahlungsverlust 1.5 % (QM Holz):



Grenzen der Abgastemperatur:

- Rücklauftemperatur
- Hydraulische Einbindung
- Einschränkungen Temperatur für Korrosionsschutz (Brennstoffzusammensetzung, Betriebsweise)

Effizienzsteigerung

Wie kann man die Effizienz von Biomasse-Anlagen steigern?

- **Senkung Strahlungsverluste**

- Isolation O.K.

- **Senkung Chemische Verluste**

- Saubere und komplette Verbrennung auch bei wechselnder Brennstoffqualität
- Neue Regelung Revolution adaptive O.K.

- **Senkung Abgasverluste**

- Konstant tiefes O₂ (Revolution Adaptive)
- Tiefe Abgastemperaturen erreichen → ECO
- Wasserdampf im Abgas minimieren

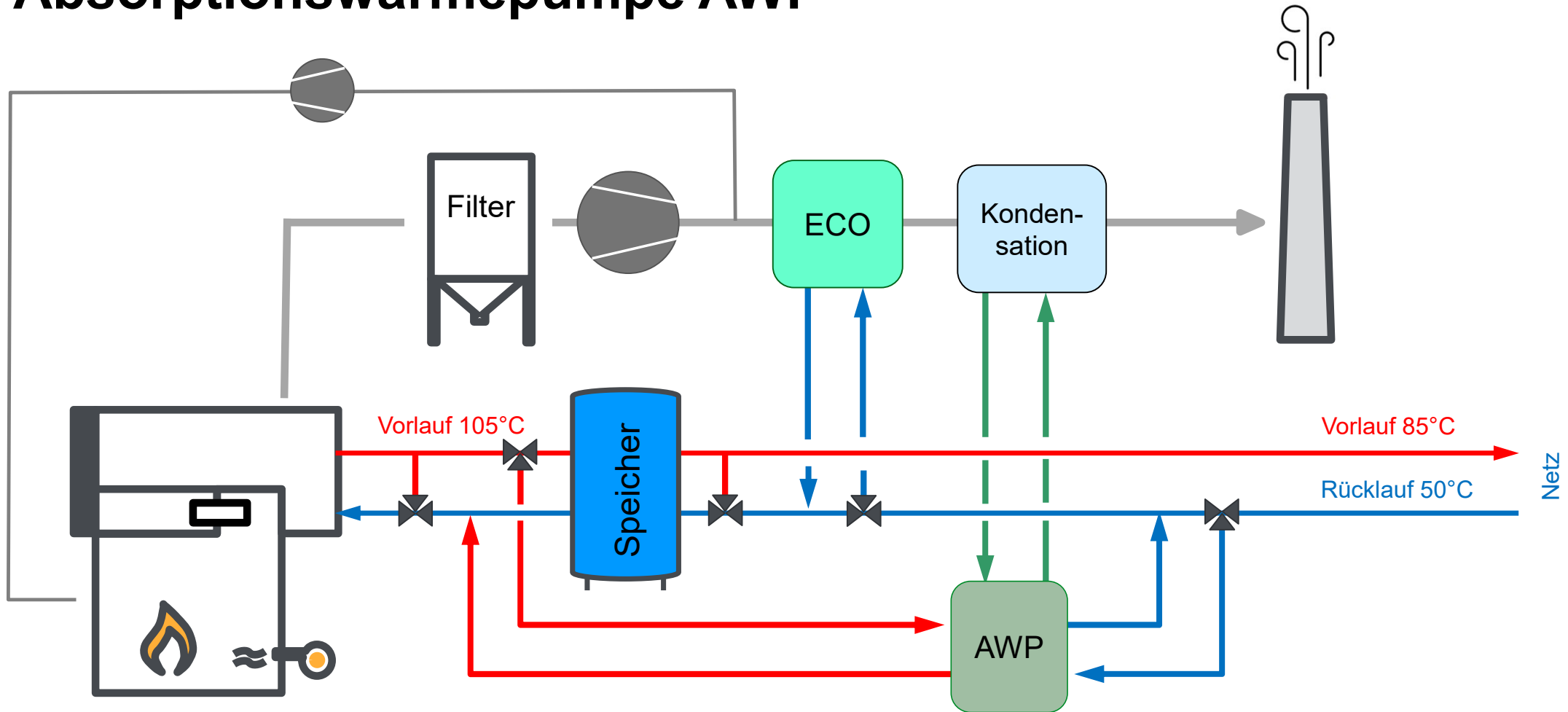
O.K.

O.K.

?

Nächster Vortrag

Biomasse-Anlagen mit ECO, Kondensation und Absorptionswärmepumpe AWP



Kondensationsanlagen in Kombination mit Biomasse-Feuerungen

Roger Stahel, CEO, SaveEnergy

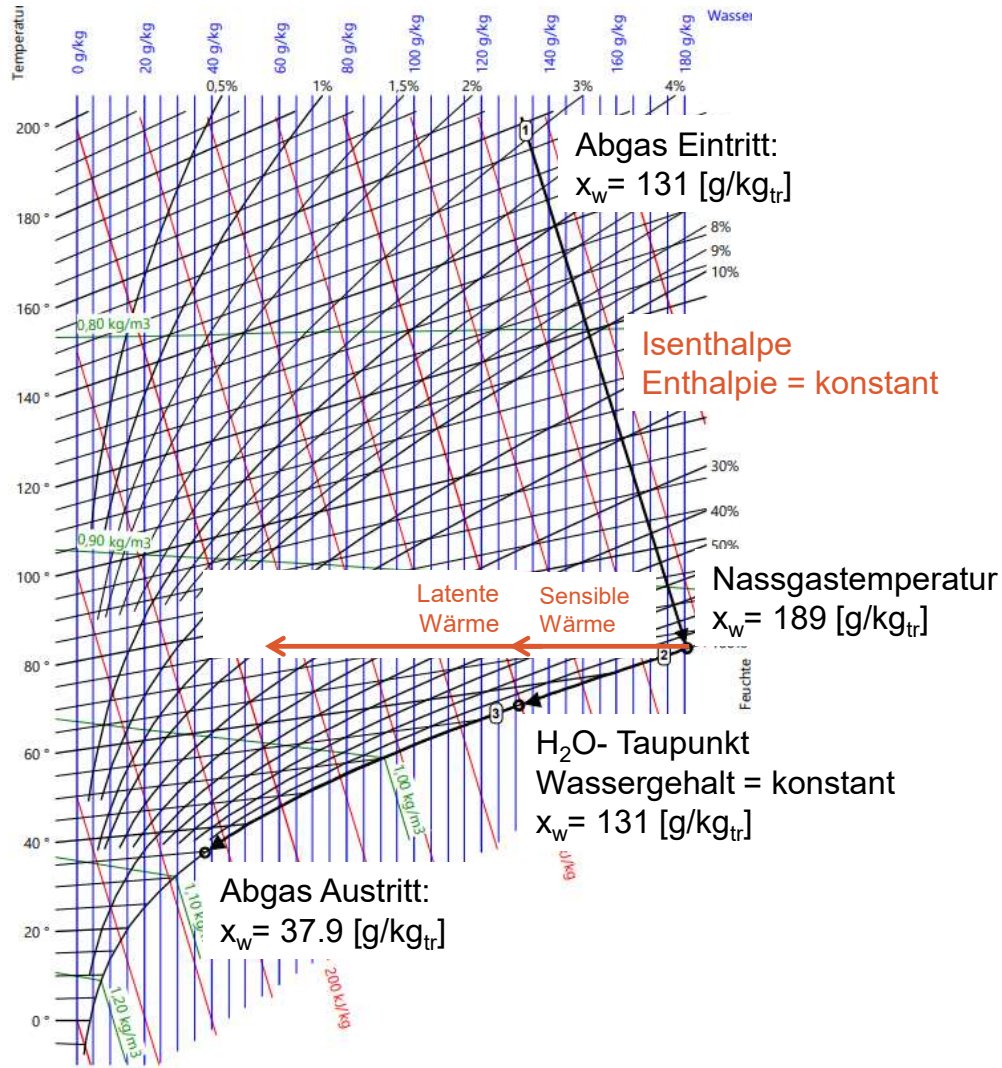


Inhalt



- Physikalischer Hintergrund der Abgaskondensation
- Aufbau und Technik von Abgaskondensationsanlagen
- Unterschied zwischen aktiver und passiver Abgaskondensation
- Herausforderungen der Abgaskondensation und Einschränkungen
- Verfügbares Wärmepotential im Abgas und Einflussfaktoren
- Mehrstufige Wärmeauskopplung
- Fallbeispiel, CH-Therwil
- Ausblick CO₂ Abscheidung

Physikalischer Hintergrund der Abgaskondensation



Abschätzung- Wärmepotential:

Sensible Wärme:

Abgas Eintritt → H₂O Taupunkt:

$\Delta T \text{ } 10^\circ\text{C} \rightarrow \sim 0.8 \% \text{ WRG}$

Latente Wärme:

H₂O Taupunkt → Abgas Eintritt:

$\Delta T \text{ } 10^\circ\text{C} \rightarrow \sim 8 \% \text{ WRG}$

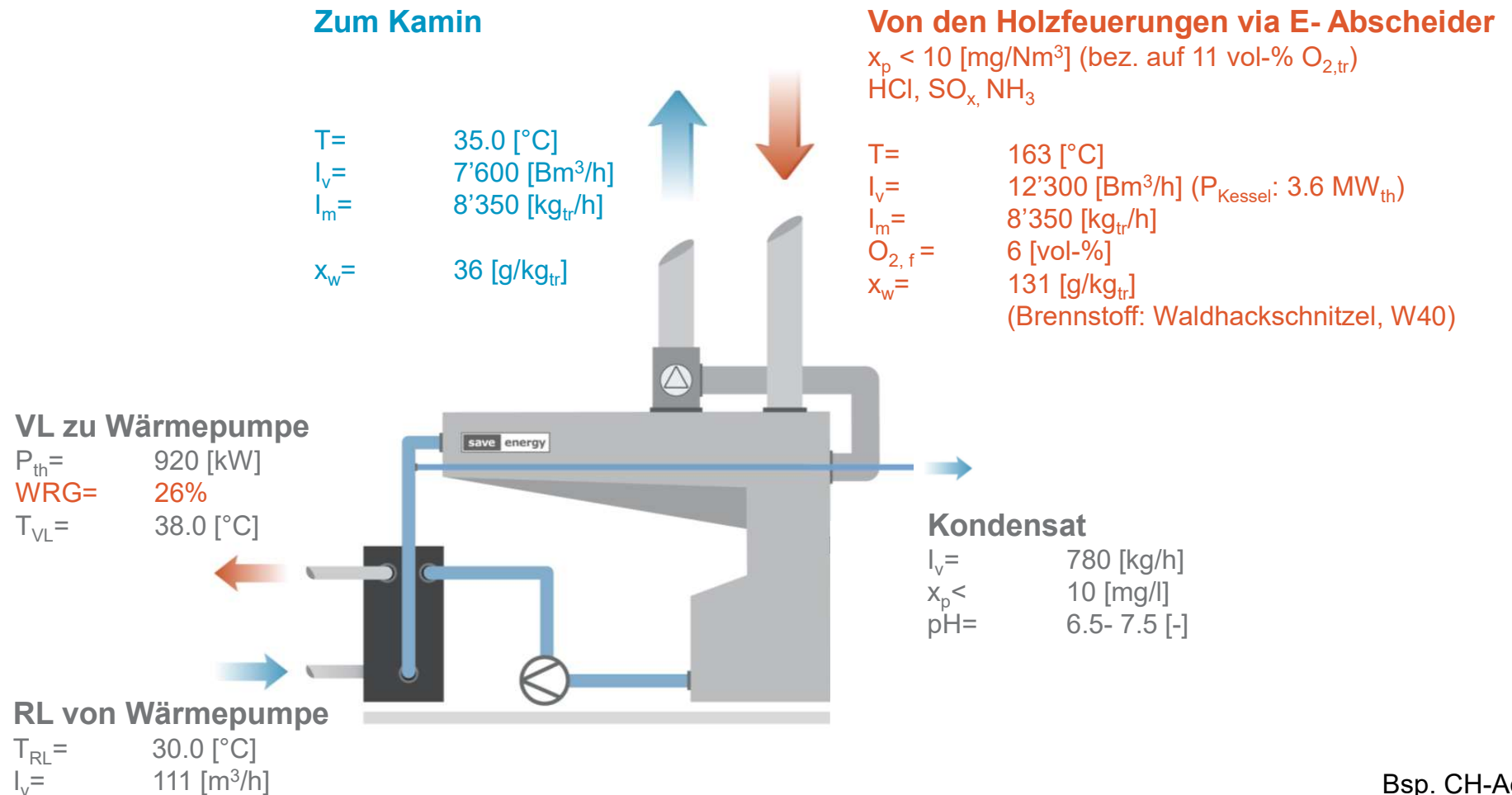
Bsp. CH-Aesch

O_{2,f}: 6 [vol-%] / Standort: 312 [m.ü.M.] /

Abgastemperatur: 163 [°C] / Heizwert Brennstoff: 18'500 [kJ/kg_{tr}] /

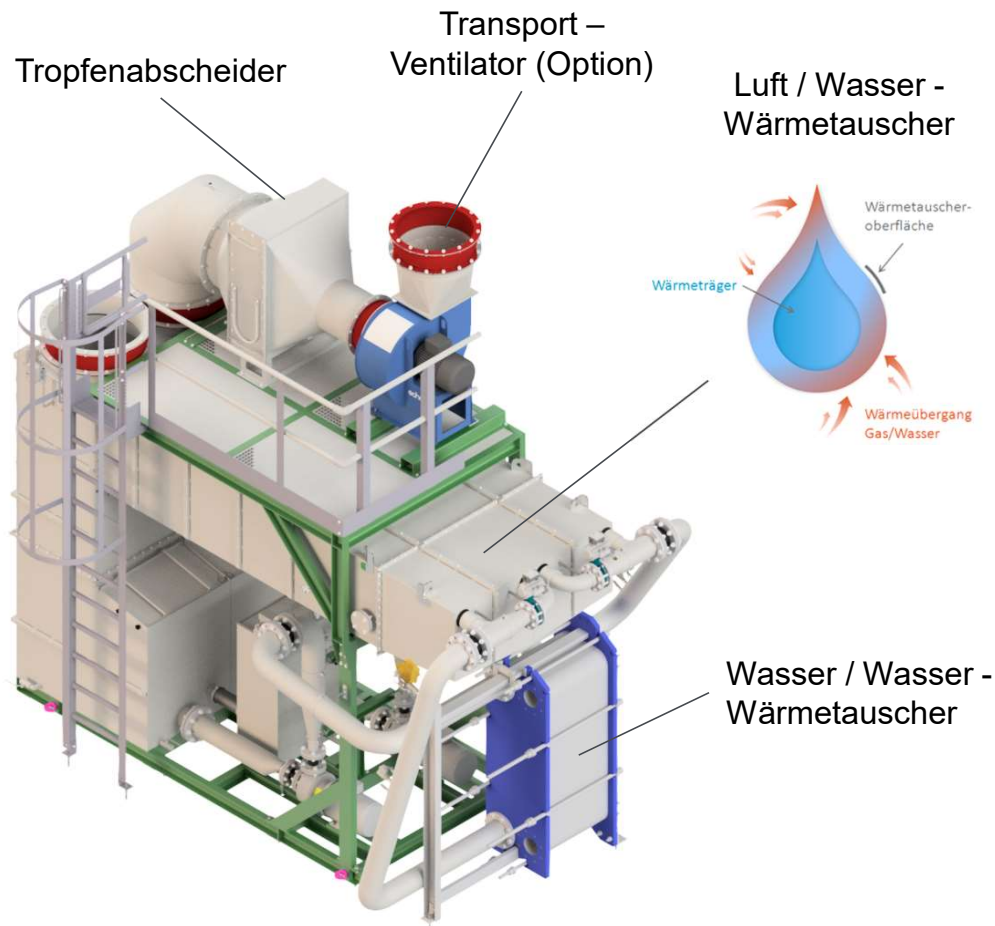
Wassergehalt Brennstoff: 40 [gew-%]

Physikalischer Hintergrund der Abgaskondensation



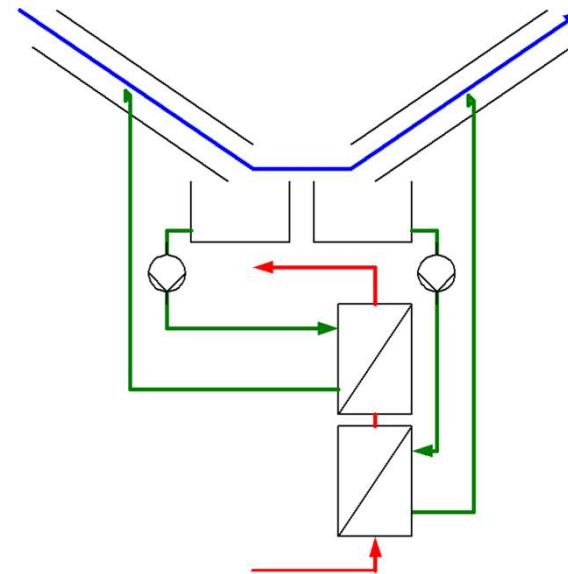
Bsp. CH-Aesch

Aufbau und Technik von Abgaskondensationsanlagen

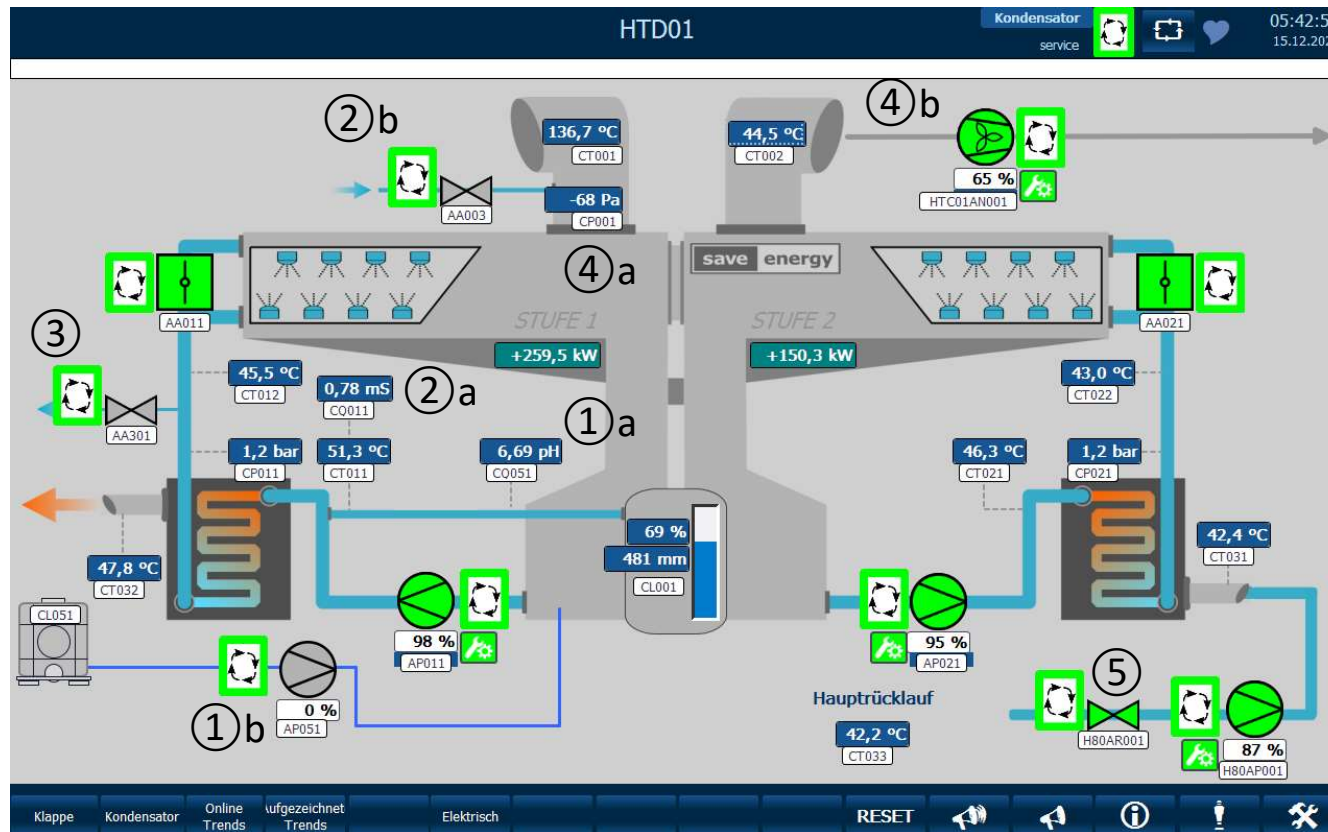


Prozessschritte bei der Abgaskondensation

1. Sättigen des Abgases
2. Kühlen des Abgases
3. Kondensieren des Wasserdampfs
4. **Auskoppeln der Abwärme aus dem Abgas**
5. Aufbereiten des Kondensats für die Einleitung
6. Abscheiden der Wassertropfen aus dem gesättigten, kühlen Abgas



Aufbau und Technik von Abgaskondensationsanlagen



Komponenten / Regelkreisläufe bei der Abgaskondensation

- ① a/b pH- Überwachung / Korrektur
- ② a/b Leitwertüberwachung / Frischwasserverdünnung (verhindern Aufsalzen)
- ③ Kondensatausleitung (nachgeschaltet zu Kühlung / Neutralisation)
- ④ a/b Transportventilator mit Unterdruckregelung (optional)
- ⑤ Regelung sekundärseitiges Netz (optional)

Bsp. CH, $P_{\text{Kessel}}: 2.4 \text{ MW}_{\text{th}}$

Unterschied zwischen aktiver und passiver Abgaskondensation



	Passive Abgaskondensation:	Aktive Abgaskondensation:
Funktionsweise	Nutzung der Netzurücklauf­temperatur zur Abkühlung der Abgase	Zusätzlicher Einsatz einer Wärmepumpe zur Abkühlung der Abgase
Netzurücklauf­temperatur	Effizient bei niedrigen Temperaturen (< 45 °C)	Funktioniert auch bei hohen Temperaturen (> 50 °C)
Energiebedarf	Kein zusätzlicher Energieaufwand	Benötigt Energie (Strom/Wärme)
Wirkungsgrad	Abhängig von der Netzurücklauf­temperatur	Stabil und höher

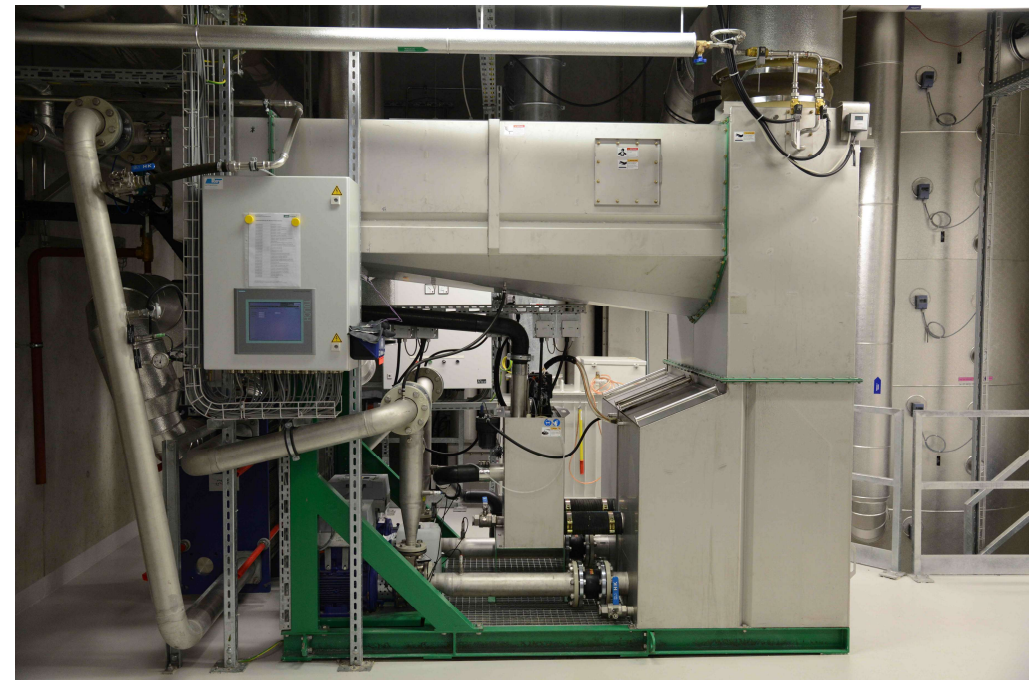
Herausforderungen bei der Abgaskondensation und Einschränkungen

Betriebsvoraussetzung für die passive Abgaskondensation

1. Wassergehalt des Brennstoffes, WG > 35- 40 [gew- %]
2. Rücklauftemperatur des Wärmebezügers, T < 45- 50 [°C]

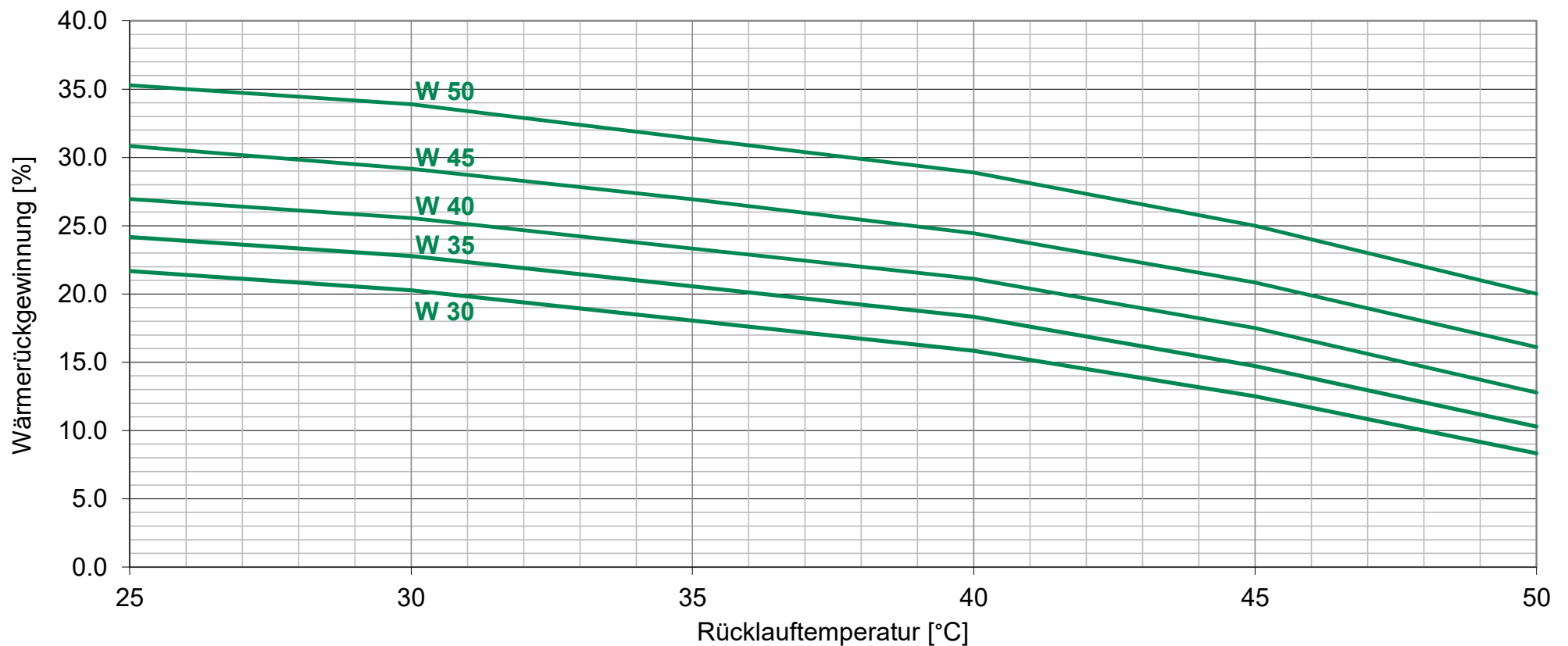
Massnahmen bei ungeeigneten Betriebsvoraussetzung für die passive Abgaskondensation

1. Schlechte Kondensationsbedingungen, aufgrund von
 1. Trockenem Brennstoff
→ Anpassen Brennstoff
 2. Hohen Netzurücklauftemperaturen
→ Optimieren Wärmebezüger
→ Aktive Abgaskondensation
2. Minderwertiger Brennstoff mit hohem
 1. Cl- Gehalt > 200 [mg/kg_{tr}]
→ Überwachen Aufsätzen und verdünnen Prozesswasser
→ beständigeere Materialwahl der Abgaskondensations-
anlage (Duplex, Titan,...)



Bsp. CH- Winterthur

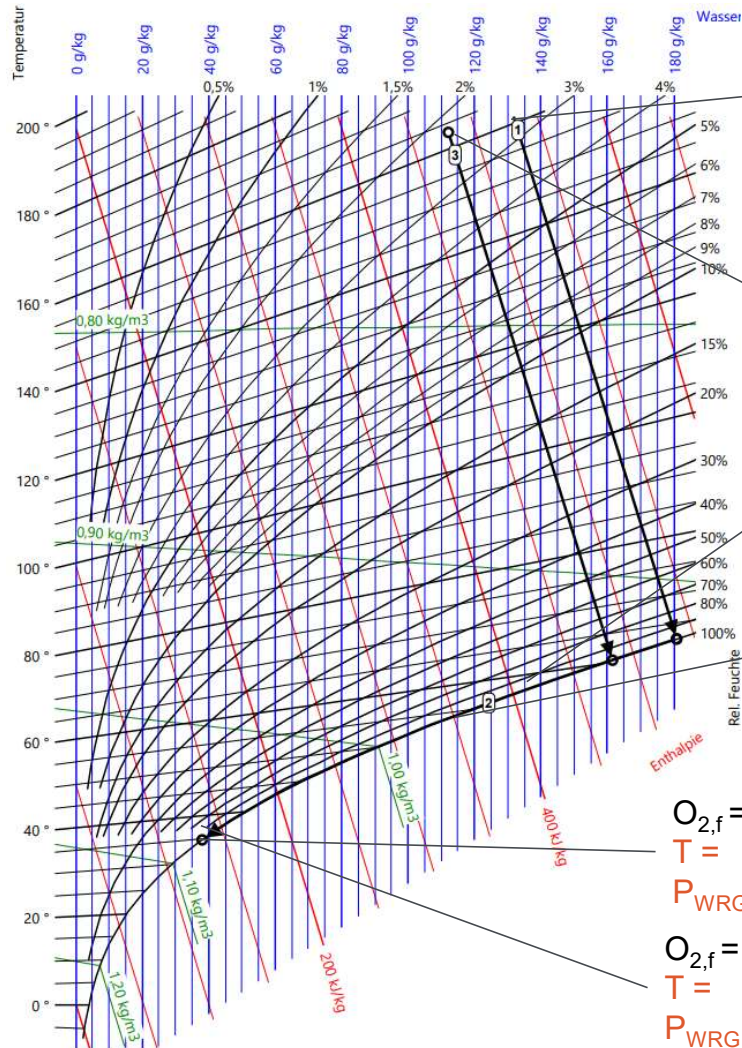
Verfügbares Wärmepotential im Abgas



O₂ Gehalt (feucht): 6 [vol-%] / Standort: 312 [m.ü.M.] / Abgastemperatur: 163 [°C] / Heizwert Brennstoff: 18'500 [kJ/kg_{tr}]

Bsp. CH- Aesch

Einflussfaktor O₂ Gehalt Abgas



$O_{2,f} = 6 \text{ [vol-\%]}$
 $I_v = 12'300 \text{ [Bm}^3\text{/h]} \text{ (} P_{\text{Kessel}} = 3.6 \text{ [MW}_{\text{th}}\text{)]}$
 $T = 163 \text{ [}^\circ\text{C]}$
 $x_w = 131 \text{ [g/kg}_{\text{tr}}\text{]} \text{ (W40)}$

$O_{2,f} = 8 \text{ [vol-\%]}$
 $I_v = 14'500 \text{ [Bm}^3\text{/h]} \text{ (} P_{\text{Kessel}} = 3.6 \text{ [MW}_{\text{th}}\text{)] (+18\%)}$
 $T = 163 \text{ [}^\circ\text{C]}$
 $x_w = 112 \text{ [g/kg}_{\text{tr}}\text{]} \text{ (W40)}$

$O_{2,f} = 6 \text{ [vol-\%]}$
 $T_{\text{H}_2\text{O-Taupkt}} = 57.6 \text{ [}^\circ\text{C]}$

$O_{2,f} = 8 \text{ [vol-\%]}$
 $T_{\text{H}_2\text{O-Taupkt}} = 54.7 \text{ [}^\circ\text{C]} \text{ (-3 [}^\circ\text{C])}$

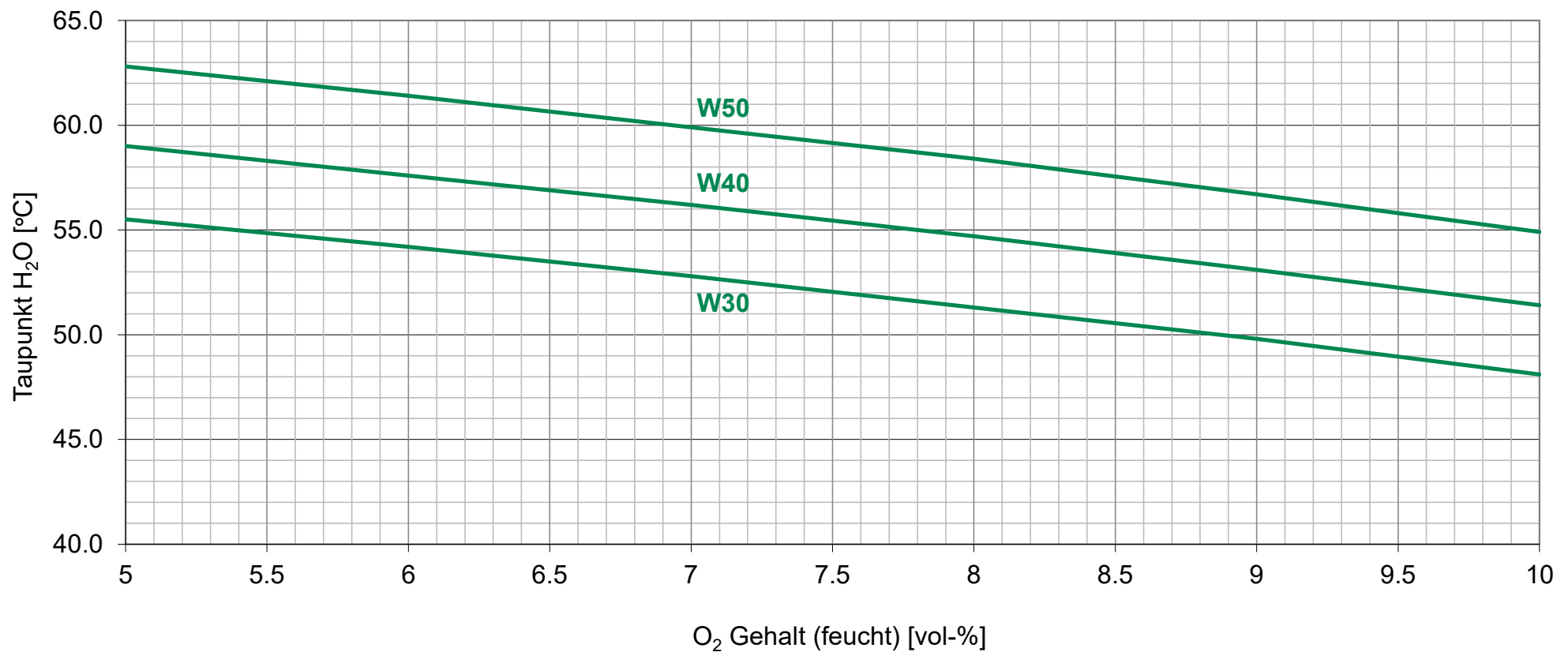
$O_{2,f} = 6 \text{ [vol-\%]}$
 $T = 35 \text{ [}^\circ\text{C]}$
 $P_{\text{WRG}} = 920 \text{ [kW]}$

$O_{2,f} = 8 \text{ [vol-\%]}$
 $T = 35 \text{ [}^\circ\text{C]}$
 $P_{\text{WRG}} = 960 \text{ [kW]} \text{ (+4\%)}$

Einflussfaktor O₂ Gehalt Abgas:

- ✓ Kleinere nachgeschaltete Komponenten durch geringeren Abgasvolumenstrom
- ✓ Bessere Betriebsbedingungen für die passive Abgaskondensation durch höheren H₂O- Taupunkt
- ✓ Höhere Effizienz bei der Verbrennung

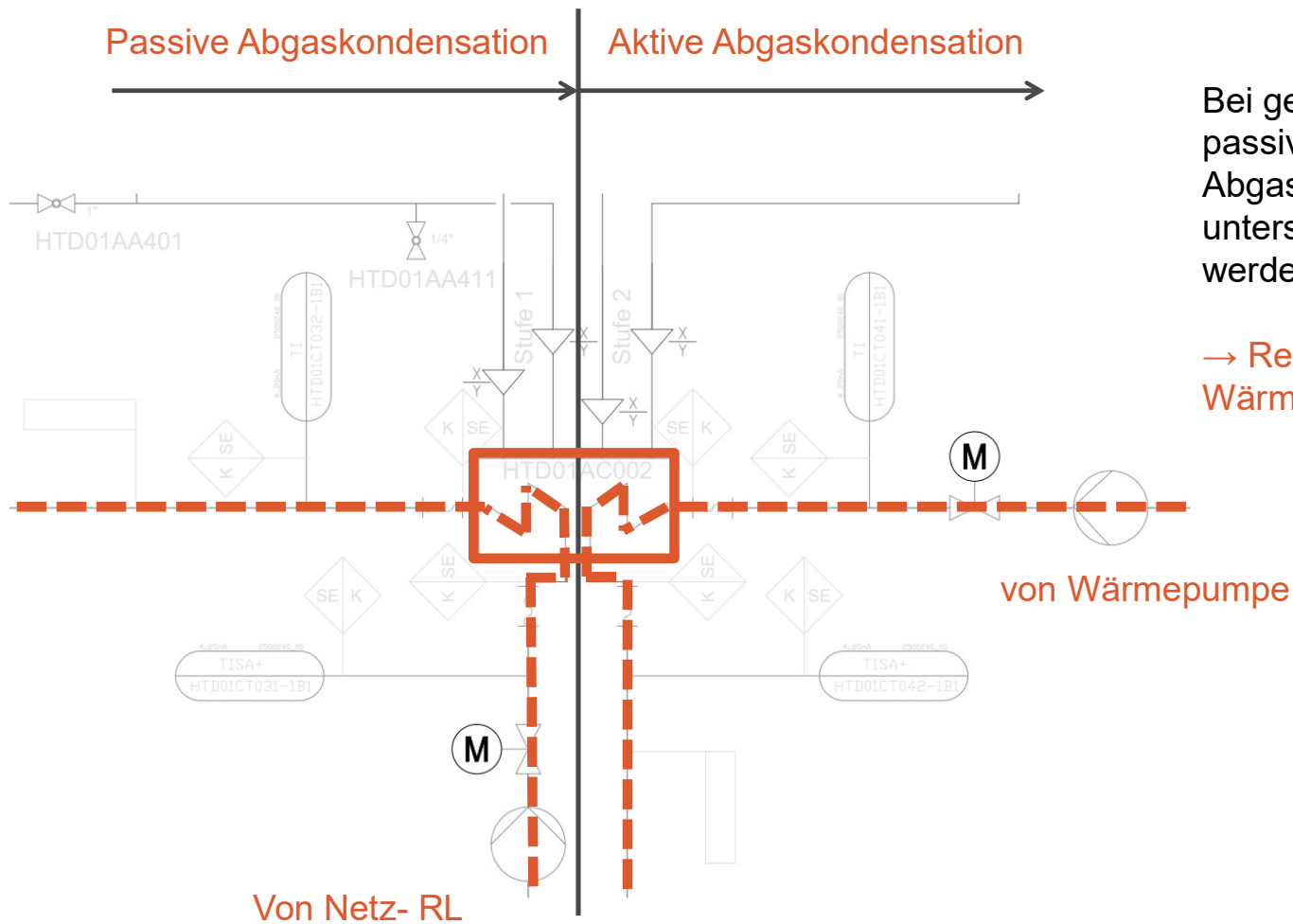
Einflussfaktor O₂ Gehalt Abgas



Standort: 312 [m.ü.M.] / Abgastemperatur: 163 [°C] / Heizwert Brennstoff: 18'500 [kJ/kg_{tr}]

Bsp. CH- Aesch

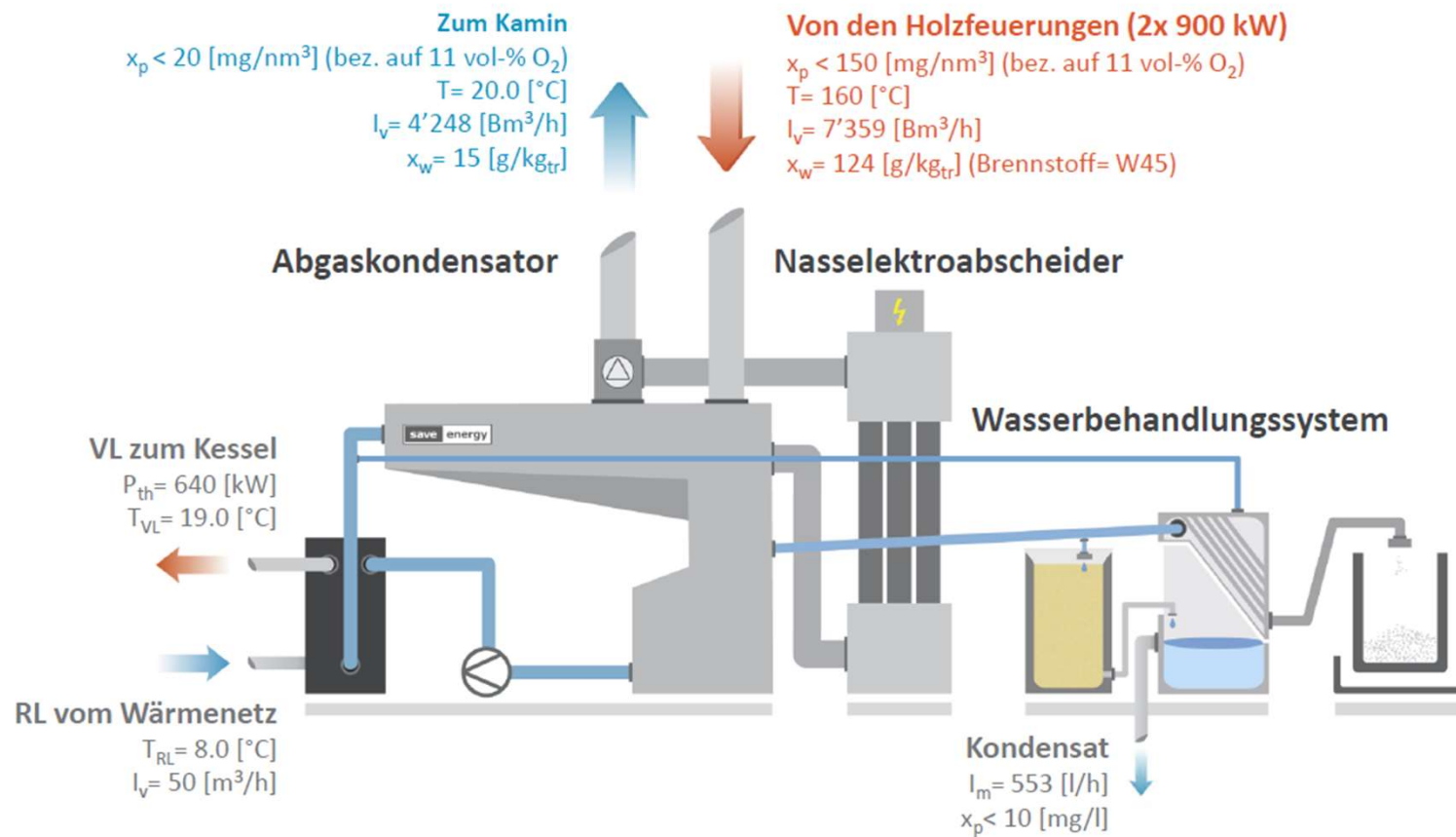
Mehrstufige Wärmeauskopplung



Bei geeigneten Betriebsvoraussetzung für die passive Abgaskondensation, die Abgaskondensationsanlage auf 2 unterschieden Temperaturniveaus betrieben werden.

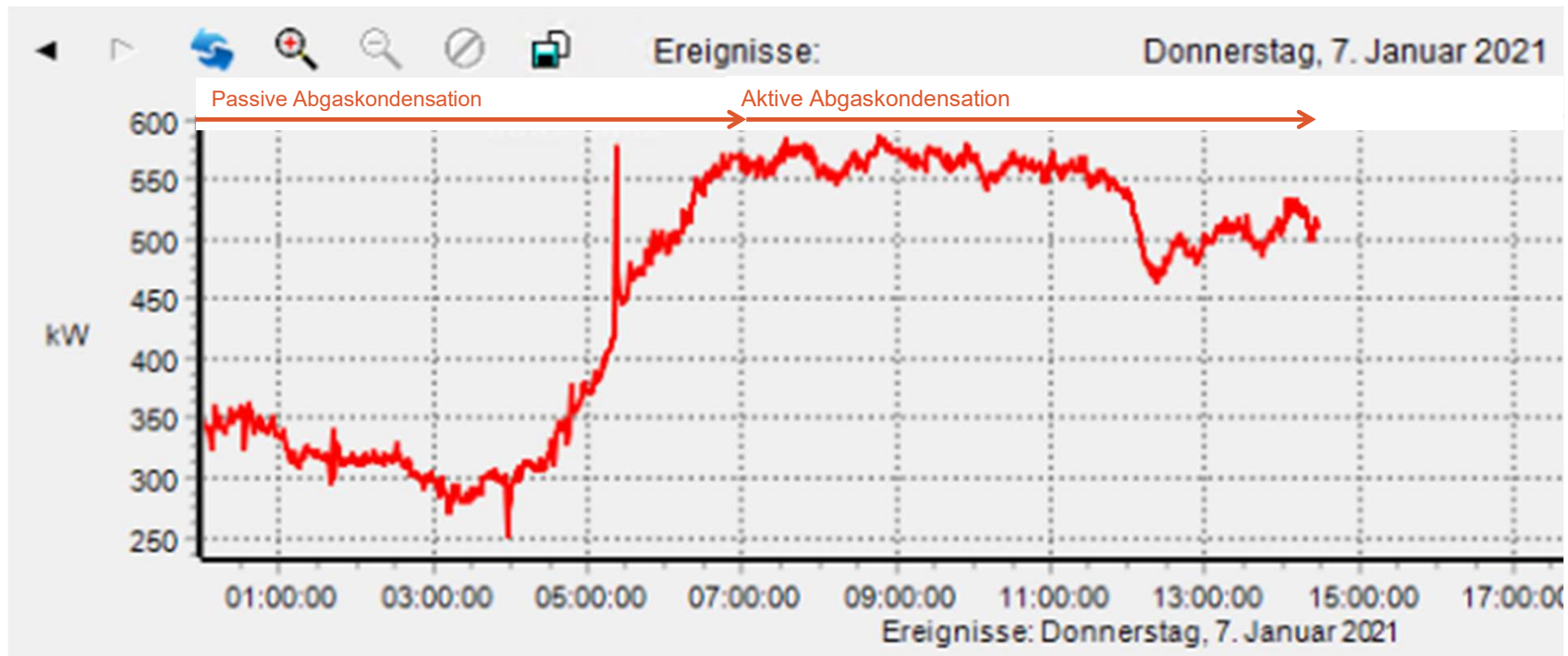
→ Reduktion von CAPEX und OPEX bei der Wärmepumpe

Fallbeispiel, CH-Therwil, 2x 0.9 [MW_{th}] + 0.6 [MW_{th}]



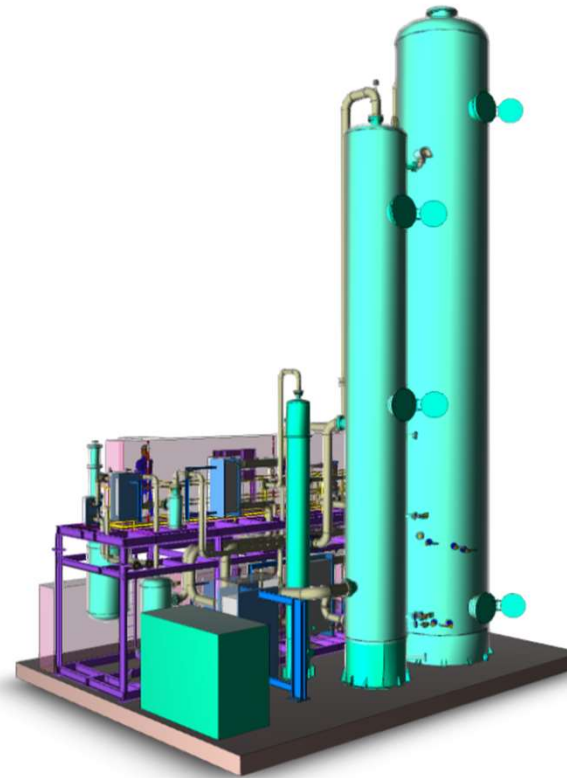
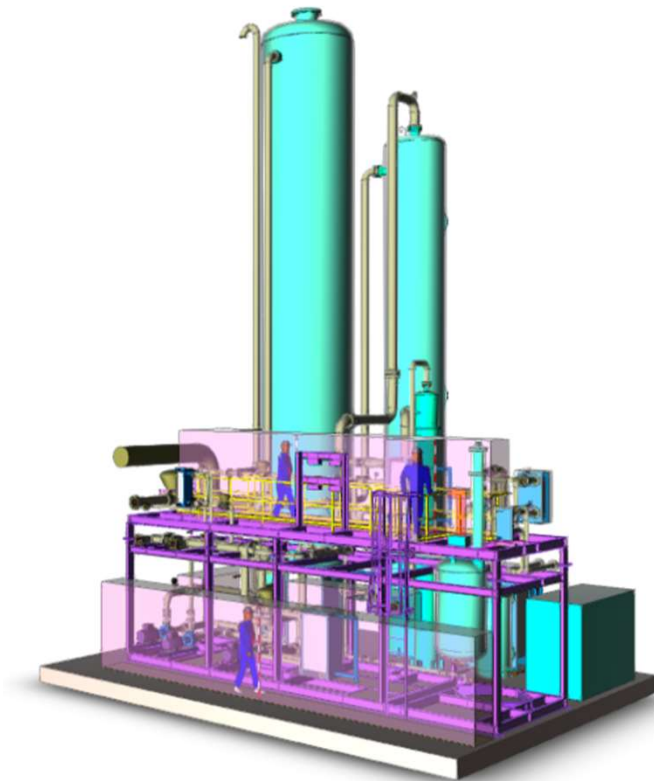
Bsp. CH- Therwil

Fallbeispiel, CH-Therwil, 2x 0.9 [MW_{th}] + 0.6 [MW_{th}]



Bsp. CH- Therwil

Ausblick CO₂ Abscheidung



Bsp. NL- Luttelgeest

Wärmepumpe in Kombination mit Kondensationsanlagen

Dr. Max Weidmann, Product Manager Process Heat
and Special Applications

 **SCHMID**
energy solutions

Inhalt

Warum eine Wärmepumpe einsetzen?

Aufbau und Technik von Wärmepumpen

a. Kompressionswärmepumpe vs. Absorptionswärmepumpe

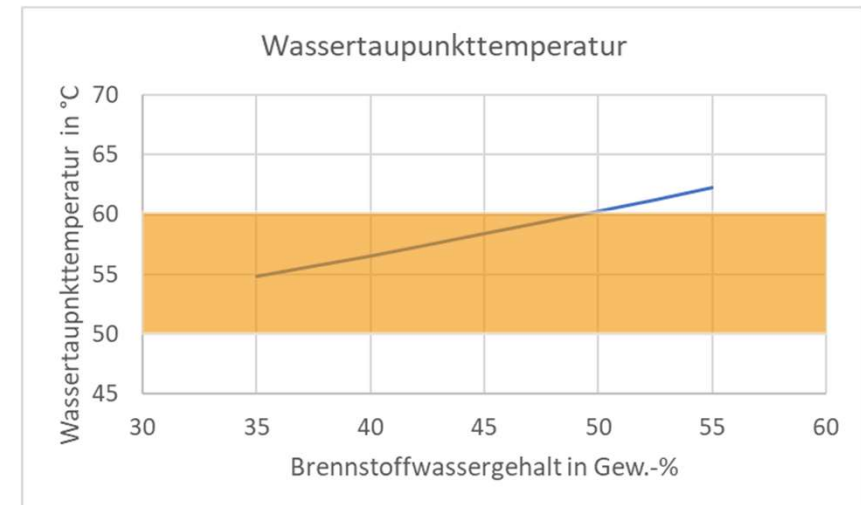
b. Einsatzspektren der beiden Wärmepumpentypen

Praktisches Beispiel

Blick in die Zukunft

Warum eine Wärmepumpe einsetzen?

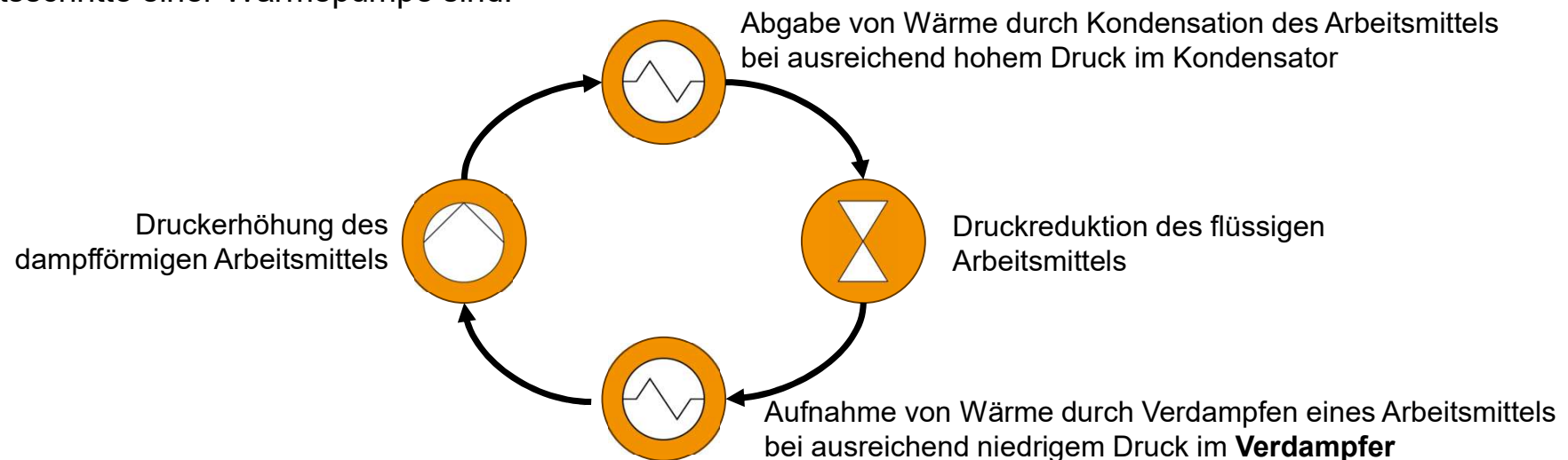
- Allgemein: Heben von Niedertemperaturwärme von einem **“unbrauchbaren”** Temperaturniveau auf ein **“brauchbares”** Temperaturniveau
 - Spezifisch für Heiz(kraft)werke: Einkopplung der Kondensationswärme aus dem Abgas zu einem grösstmöglichen Teil in das (Fern)Wärmenetz
 - Problem: Wassertaupunkttemperatur im Abgas in Biomasse-Heizwerken liegt im Normalfall zwischen 55 und 65 °C
 - → Temperatur des Wärmenetzrücklaufs liegt ebenfalls in diesem Bereich oder Worst Case darüber
 - geringe Ernte der Kondensationswärme
 - keine Ernte der Kondensationswärme
- bei Beaufschlagung einer Kondensationsanlage mit dem Wärmenetzrücklauf
- Lösung: Bereitstellung des notwendigen Kaltwassertemperaturniveaus für eine effektive Abgaskondensation durch eine Wärmepumpe



Aufbau und Technik von Wärmepumpen

Technik / Wirkprinzip:

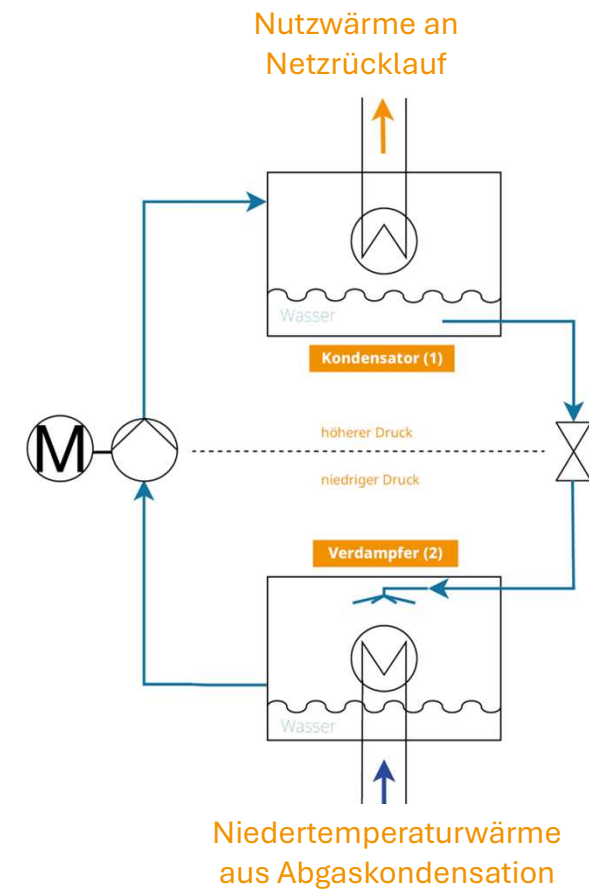
- Wärmepumpen nutzen die Abhängigkeit der Siede- bzw. Kondensationstemperatur eines Arbeitsmittels vom Umgebungsdruck (Dampfdruck abhängig vom Arbeitsmittel)
 - Niedriger Umgebungsdruck = niedrige Siedetemperatur
Wasser kocht z.B. auf Meereshöhe bei 100 °C, auf 3000 m bereits bei 90 °C (reduzierter Luftdruck)
- Wärmepumpen sind eine «Ansammlung» von Wärmetauschern mit zwischengeschalteten Elementen zur Druckerhöhung bzw. zur Drosselung
- Die Arbeitsschritte einer Wärmepumpe sind:



Aufbau und Technik von Wärmepumpen

a. Kompressions- vs. Absorptionswärmepumpe: Unterschiede im Prozess und im Aufbau

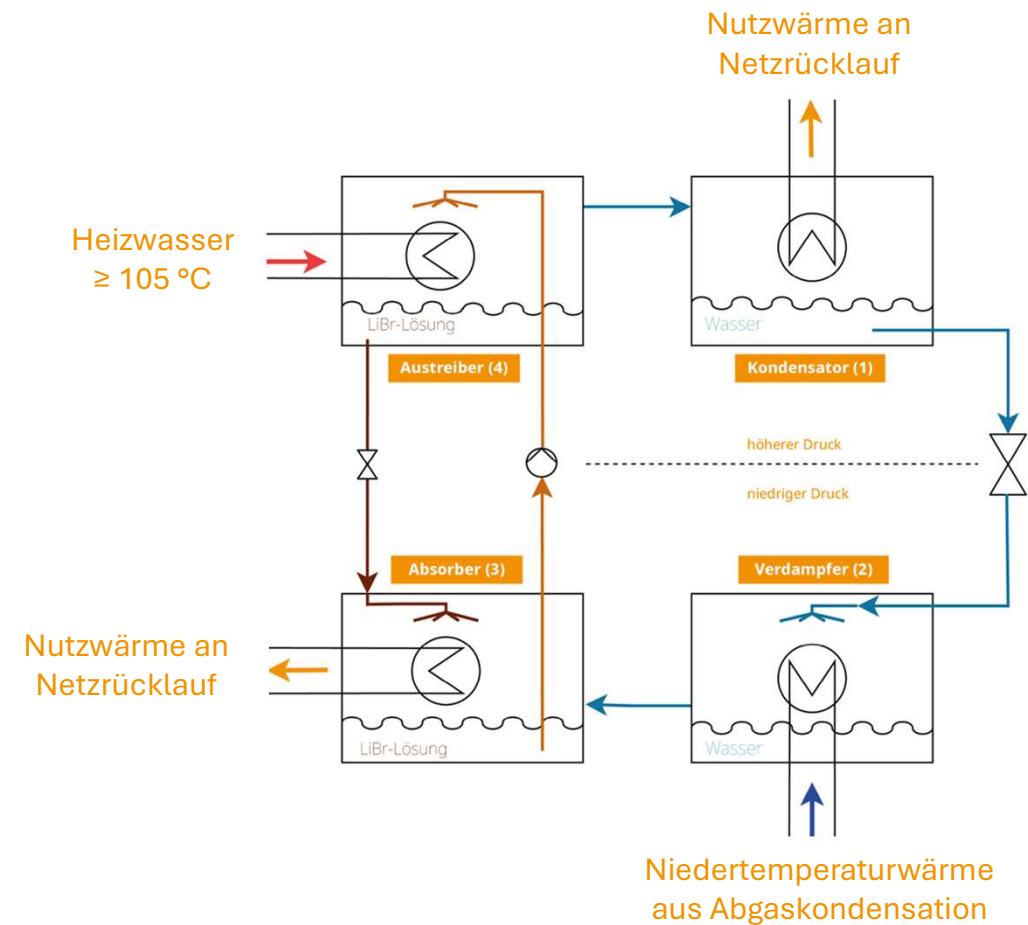
- Kompressionspumpen komprimieren das dampfförmige Arbeitsmittel
→ hohe Volumenarbeit für die Kompression des gasförmigen Arbeitsmittels notwendig
→ hohe elektrische Antriebsleistung erforderlich



Aufbau und Technik von Wärmepumpen

a. Kompressions- vs. Absorptionswärmepumpe: Unterschiede im Prozess und im Aufbau

- Absorptionswärmepumpen komprimieren das flüssige Arbeitsmittel:
 - kaum Volumenarbeit für die Kompression des flüssigen Arbeitsmittels notwendig
 - kaum elektrische Antriebsleistung erforderlich
- Ein Absorptions-/Desorptionskreislauf ersetzt den Kompressor.
- Der Antrieb erfolgt nicht elektrisch, sondern durch Wärme aus dem Heizwasser (Vorlauf des Biomasseheizkessels).
- Die zugeführte Antriebswärme wird zusammen mit der Niedertemperaturwärme aus dem Rauchgas komplett dem Netzzrücklauf als Nutzwärme zur Verfügung gestellt.
- Die ausgekoppelte Nutzwärme ist auf niedrigerem Temperaturniveau als der Vorlauf des Biomasseheizkessels. Dafür muss nun weniger Energie zur Erwärmung des Wärmenetzzrücklaufs aufgewendet werden.



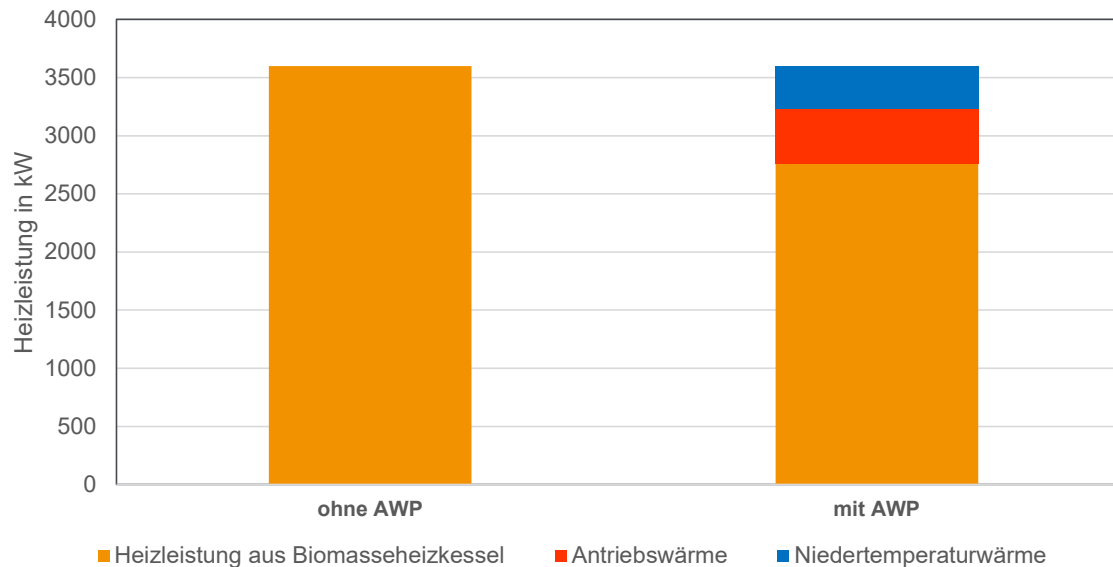
Aufbau und Technik von Wärmepumpen

a. Kompressions- vs. Absorptionswärmepumpe: Nachheizung

T Vorlauf Netz	85	[°C]	
T Rücklauf Netz	55	[°C]	
T Vorlauf AWP	55	[°C]	
Wärmeleistung Netz	3600	[kW]	entspricht 100%
Niedertemperaturwärme	0	[kW]	AWP Quelle
Antriebswärme	0	[kW]	AWP Antrieb
Heizleistung aus Biomasseheizkessel	3600	[kW]	

T Vorlauf Netz	85	[°C]	
T Rücklauf Netz	55	[°C]	
T Vorlauf AWP	62	[°C]	
Wärmeleistung Netz	3600	[kW]	entspricht 100%
Niedertemperaturwärme	363	[kW]	AWP Quelle
Antriebswärme	477	[kW]	AWP Antrieb
Heizleistung aus Biomasseheizkessel	2760	[kW]	

Zusammensetzung der Heizleistung



Aufbau und Technik von Wärmepumpen

a. Kompressions- vs. Absorptionswärmepumpe: Unterschiede im Prozess und im Aufbau

Gängige Arbeitsmittel in Wärmepumpen:

- Natürliche Kältemittel (z.T. brennbar, giftig): Propan, CO₂, Isobutan, Ammoniak
- Synthetische Kältemittel (z.T. hohes THG-Potential, giftige & langlebige Zerfallsprodukte): R1234ze, R410a, R134a
- Wasser (mit Lithium-Bromid-Salz)

Aufbau und Technik von Wärmepumpen

b. Einsatzspektren der beiden Wärmepumpentypen

Absorptionswärmepumpe

- ✓ kaum elektrische Antriebsleistung ($< 1\%$ der gehobenen Wärmemenge)
- ✓ Antriebsenergie geht nicht verloren → keine zusätzlichen Kosten
- ✓ Keine gefährlichen Arbeitsmittel (wässrige Salzlösung)
- ✓ Absorptionswärmepumpe läuft im Vakuum → bei Leckage nach aussen Verringerung der Wirksamkeit, aber kein Austritt des Arbeitsmittels
- ✓ Sehr gute Teillastfähigkeit bis ca. 10% vom Nennbetriebspunkt
- Betrieb des Biomasseheizkessels notwendig zum Betrieb der Absorptionswärmepumpe

Kompressionswärmepumpe

- ✓ Netzvorlauftemperatur kann gleich Vorlauftemperatur des Biomasseheizkessels sein
- ✓ Betrieb der Kompressionswärmepumpe unabhängig vom Biomasseheizkessel, teilweise Redundanz möglich
- ✓ Netzdienlicher Betrieb möglich
- Hohe elektrische Antriebsleistung (ca. 25% der gehobenen Wärmemenge) → hohe Stromkosten
- Ggf. umweltbelastende o. gefährliche Arbeitsmittel (z.T. hohes THG-Potential, giftig o. brennbar)
- Teillastfähigkeit bis ca. 20%

Aufbau und Technik von Wärmepumpen

b. Einsatzspektren der beiden Wärmepumpentypen

Der Einsatz einer **Kompressionswärmepumpe** bietet sich an:

- Wenn Niedertemperaturquellen ohne Betrieb des Biomasseheizkessels genutzt werden sollen, bei gleichzeitig max. Netzvorlauftemperatur von ca. 90 °C.
(z.B. Sommerbetrieb mit Aussenluftwärmetauscher, Seewasser, Flusswasser, ...).
- Wenn Strom günstig zur Verfügung steht.
- Wenn Vorlauftemperatur Wärmenetz = Vorlauftemperatur Biomasseheizkessel.

Der Einsatz einer **Absorptionswärmepumpe** bietet sich an:

- Wenn Biomasseheizkessel immer gleichzeitig in Betrieb ist wie die Niedertemperaturquelle.
- Wenn Betriebskosten minimiert werden sollen (reduzierter Bedarf an Brennstoff und Strom).
- Wenn Vorlauftemperatur Wärmenetz < Vorlauftemperatur Biomasseheizkessel.

Hybridsysteme:

- Wenn Sommerbetrieb über KWP und PV möglich, Winterbetrieb über AWP notwendig.
- Wenn Peak-Kaltwasserleistungen zusätzlich zur AWP realisiert werden sollen.

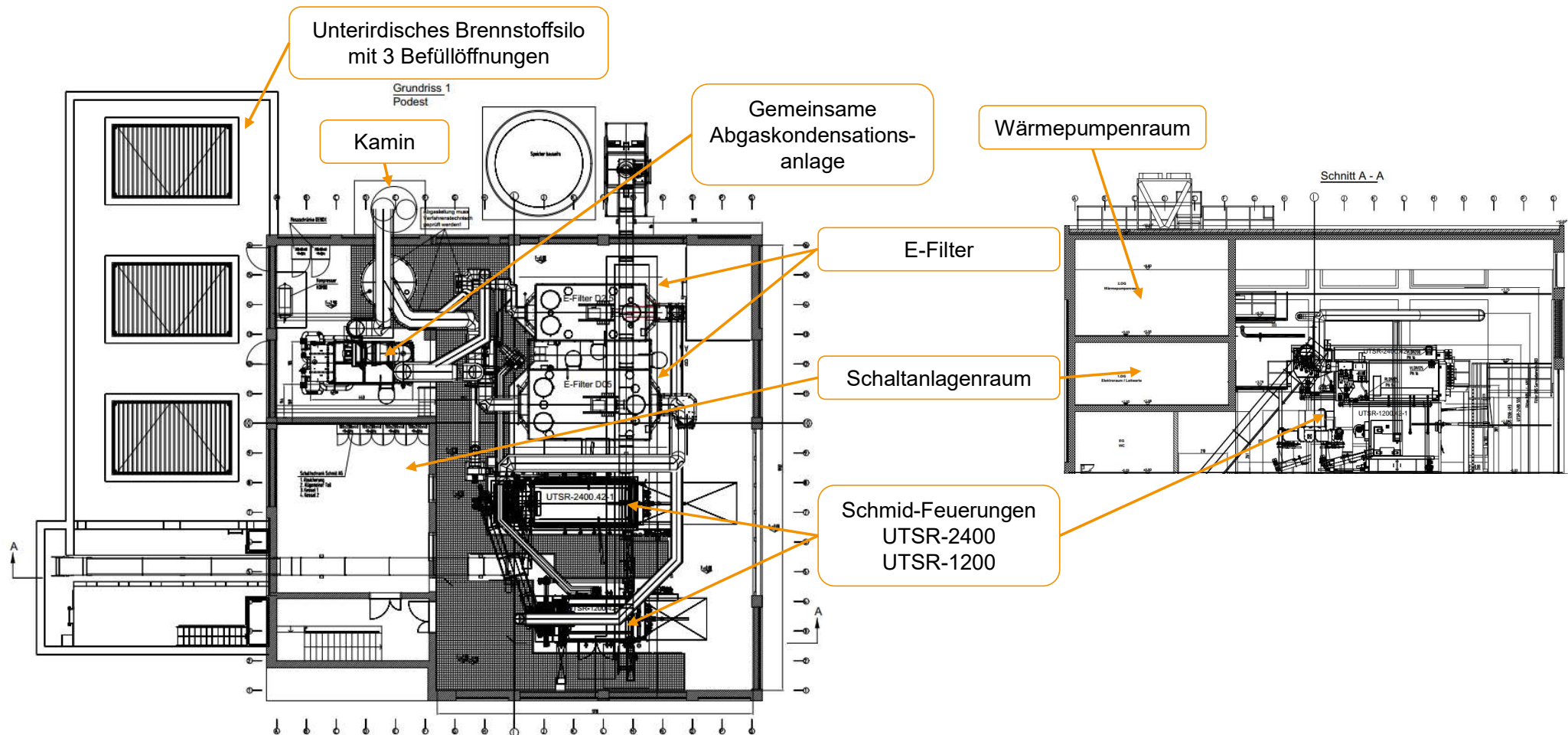
Praktisches Beispiel - Eckdaten

Anlage CH-Aesch: 3600 kW Gesamtwärmeleistung Schmid-Feuerungen

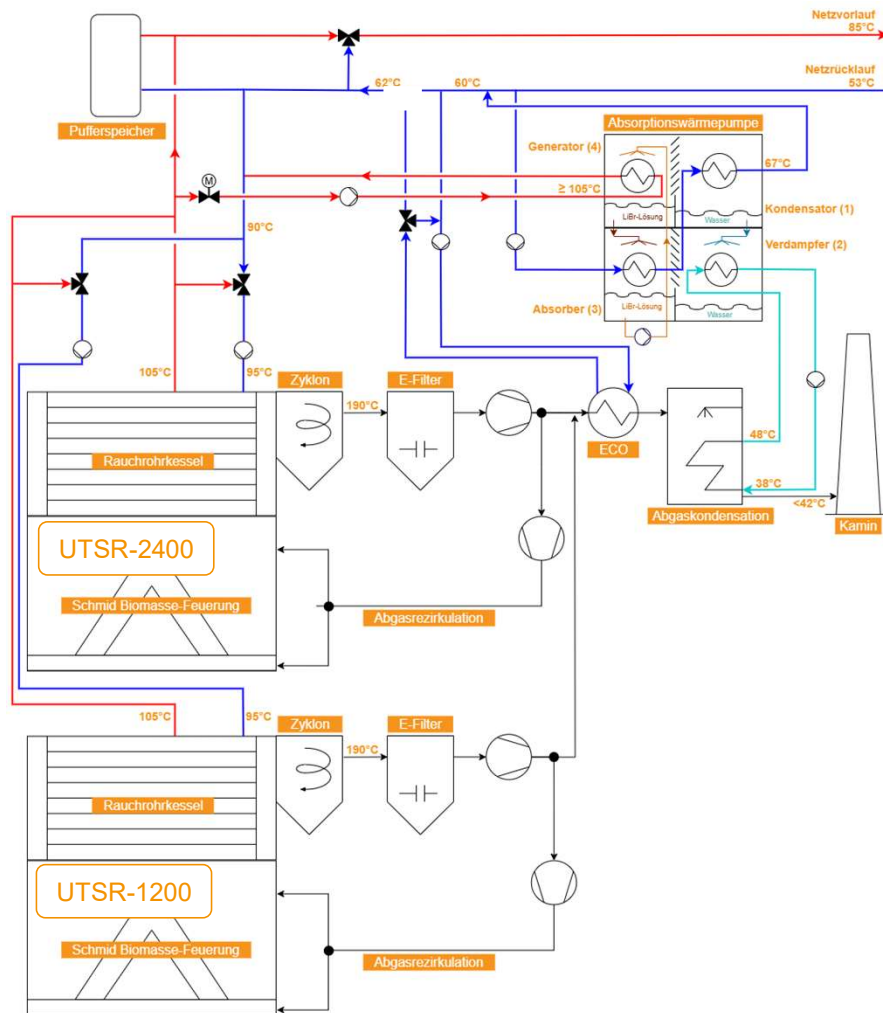
- 1x UTSR-1200 LowNOx-Brennkammern
- 1x UTSR-2400 LowNOx-Brennkammern
- Ausrüstung beider Schmid-Feuerungen mit der neuesten Feuerungsregelung Revolution adaptive für
 - optimale Verbrennungsführung bei wechselnden Brennstoffqualitäten
 - erhöhter Feuerungswirkungsgrad
 - niedrige Rest-O₂-Gehalte im Abgas für höhere Wassertaupunkttemperatur (=bessere Kondensationsbedingungen)
- Ausrüstung beider Schmid-Feuerungen für 105 °C Vorlauftemperatur nach Heizkessel
- Designwerte Wärmenetz:
 - Auslegungsdruck PS 6 bar
 - Vorlauftemperatur 85 °C
 - Rücklauftemperatur 53 °C
- Designwerte Brennstoff:
 - Waldhackschnitzel P63 und Landschaftspflegeholz P31..P63
 - Wassergehalt M30..M50

Praktisches Beispiel Anlagenlayout

Layout der Anlage



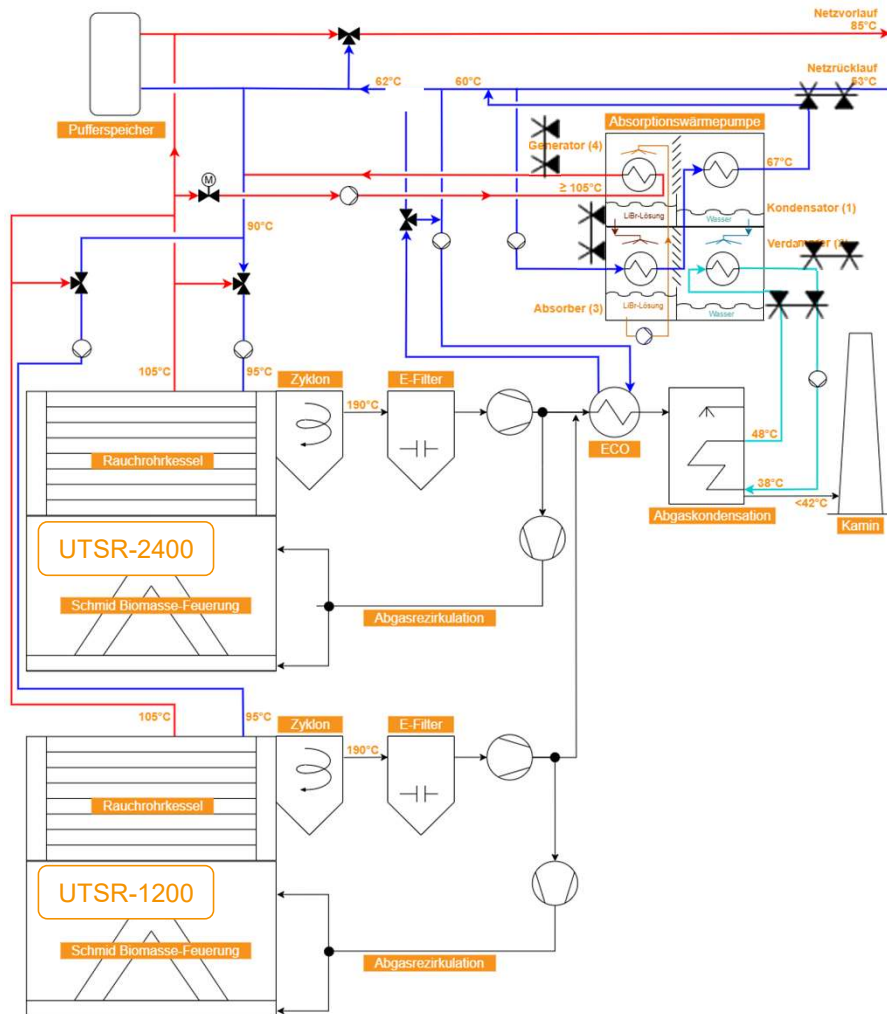
Praktisches Beispiel – Hydraulische Einbindung



Hydraulische Einbindung – Standard mit Eco und Option ohne Eco

- Schmid Standard bei Neuanlagen mit 105 °C Systemen
→ Eco + Abgaskondensationsanlage mit AWP
- Vorteile:
 - Kleinere Abgaskondensationsanlage
 - Kleinere Absorptionswärmepumpe
 - Weniger Antriebsleistung für die Absorptionswärmepumpe notwendig
- Option ohne Eco, wenn
 - Nasselektrofilter vorgesehen (nach Abgaskondensationsanlage)
 - Platzrestriktionen
 - Bei Retrofits, wenn eine Abgaskondensationsanlage bereits installiert

Praktisches Beispiel – Hydraulische Einbindung



Zusätzliche Schnittstellen zum Kunden (im Vergleich zum Lieferumfang ohne Wärmepumpe)

- Mechanisch / Rohrleitungstechnisch
 - Absorptionswärmepumpe:
 - Anschluss Rücklauf / Vorlauf Antrieb
 - Anschluss Rücklauf / Vorlauf Senke (Absorber & Kondensator)
 - Anschluss Rücklauf / Vorlauf Kaltwasser
 - Zusätzliche Pumpe Kaltwasser
 - Ggf. zusätzliche Pumpe Antrieb
 - Ggf. zusätzliche Pumpe Senke
- Elektrisch / Datenaustausch
 - Anschluss Versorgung Schaltschrank
 - Verkabelung von Schaltschrank Wärmepumpe auf Schaltschrank Schmid
 - Ggf. zusätzliche Wärmemengenmessungen
 - Netzurücklauf / -vorlauf
 - Kaltwasserrücklauf / -vorlauf
 - (Ecorücklauf / -vorlauf)

Praktisches Beispiel - Effizienzsteigerung

Gewählte Wärmepumpe: M3 (Leistungsbereich 490..830 kW)

Kessel Nennleistung kW	AGK (Quelle) Nennleistung kW	Netz Rücklauf °C	Netz Vorlauf °C	Netz Spreizung °C	Brennstoff Wassergehalt %	Eco Nennleistung kW	Antrieb AWP Leistung kW
1200	192.75	52.50	85.00	32.50	40.00	121.54	254.55
2400	385.50	52.50	85.00	32.50	40.00	243.08	509.10
3600	578					365	764

- 2-stufige Abgaskondensationsanlage (Eco + Kondensation)
- Zusätzliche Wärmeauskopplung + 25.9%
 - Abgaskondensationsanlage: 578 kW
 - Economizer: 365 kW
- Wirkungsgradsteigerung (bez. auf den Heizwert)
 - Basis: Schmid-Feuerung ohne nachgeschaltete Wärmetauscher: ca. 86.5%
 - Mit Revolution adaptive: ca. 87.8% +1.3%
 - Mit Eco (Abgastemperatur am Kamin 120 °C): ca. 92.0% +6.5%
 - Mit aktiver Abgaskondensation und AWP: ca. 109.6% +23.1%

Wie beurteilen Sie den Mehrwert von

- «Off-the-shelf»-Lösungen für Pumpenmodule ?
 - Kaltwasserkreislauf,
 - Antriebskreislauf,
 - Kessel,
 - Wärmenetz
- Verteilern (Ventilgruppen)

Was brauchen Sie noch, um Wärmepumpen / Absorptionswärmepumpen in Ihren Projekten einzuplanen?

Wo sehen Sie noch ungenutzte Potentiale?

Kombinierte Systeme

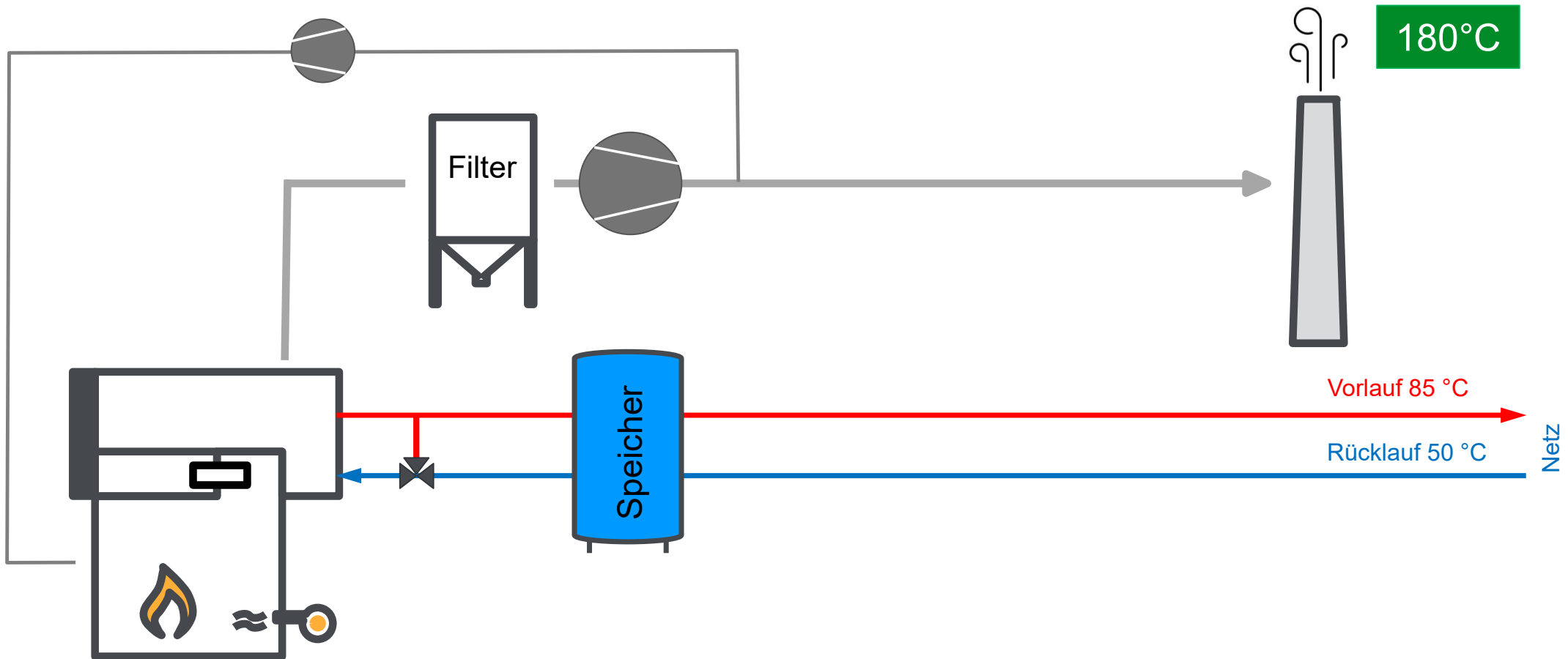
Martin König, Head of Process Engineering

 **SCHMID**
energy solutions

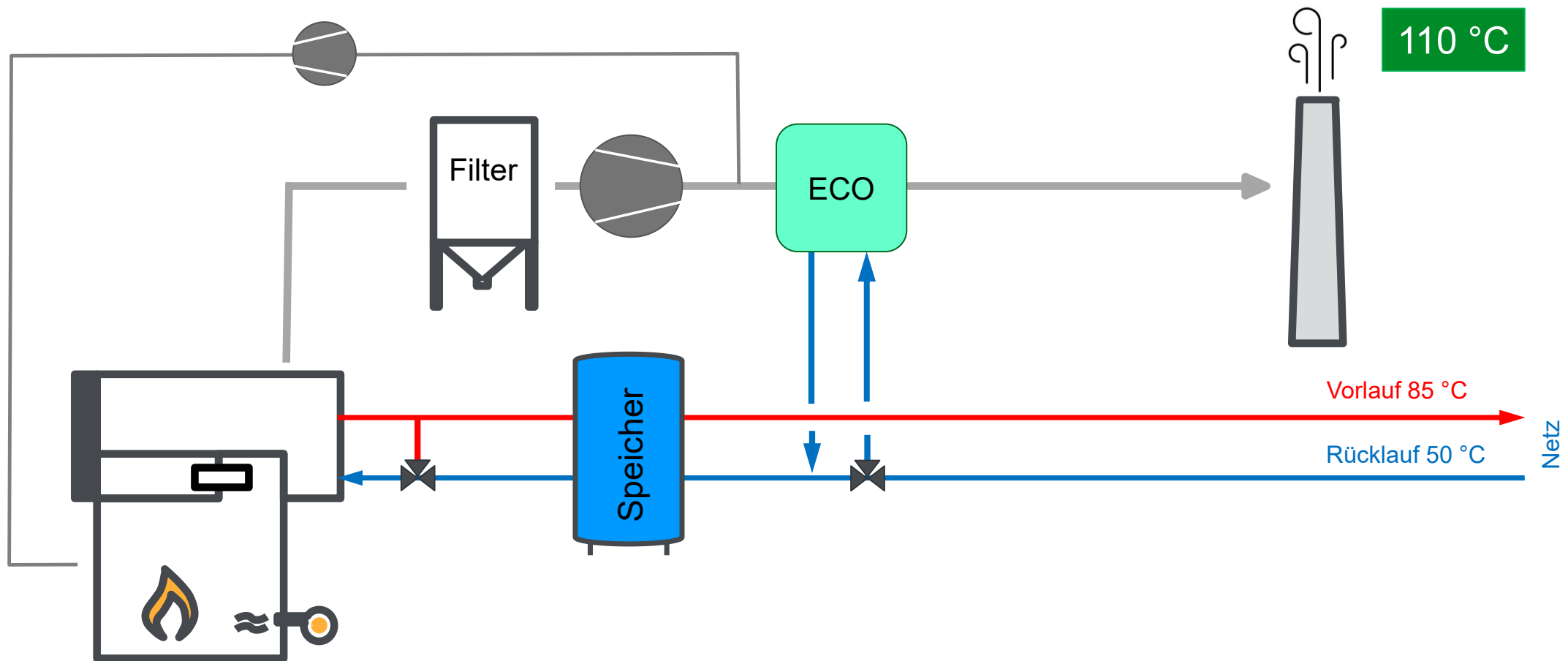
Inhalt

- Anlagen-Setup von Kombinierten Systemen
- Leistung und Wirkungsgradsteigerung
- Fazit

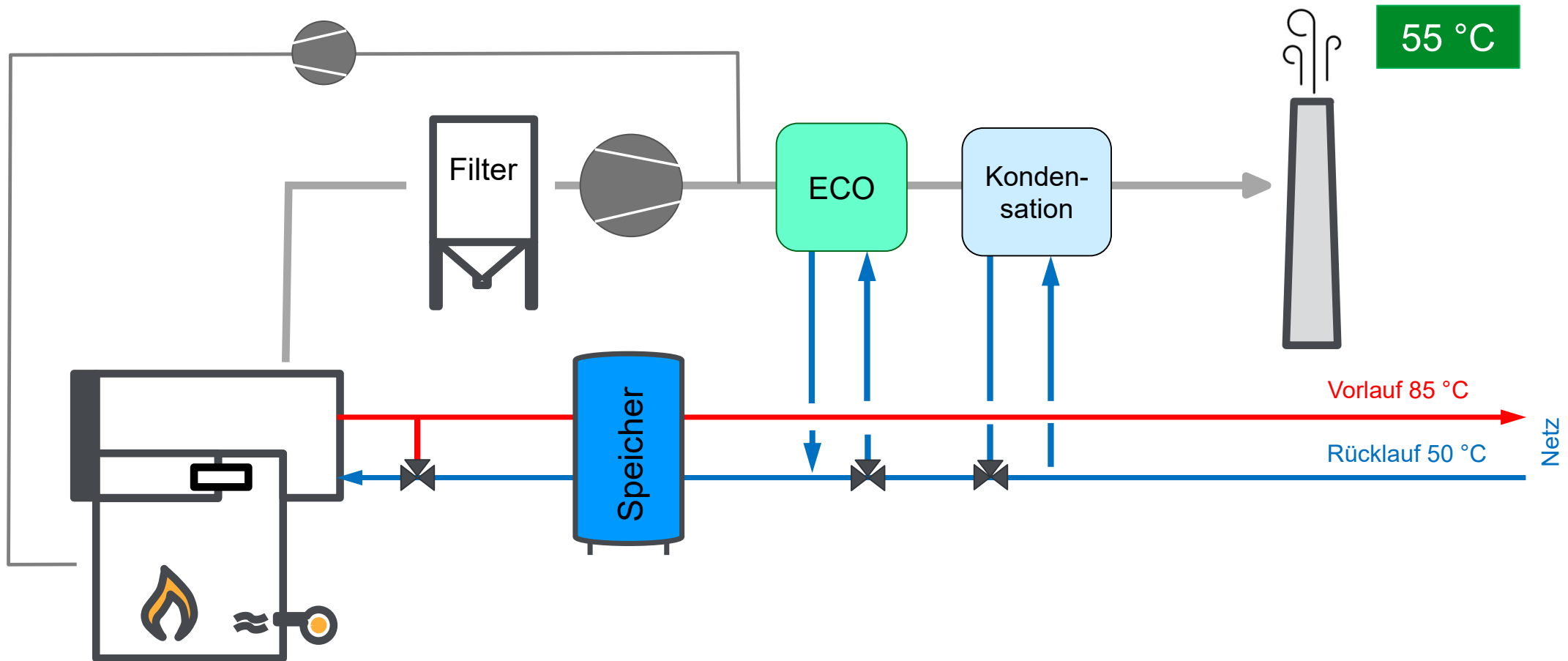
Biomasse-Anlagen Standard-Setup



Biomasse-Anlagen mit ECO

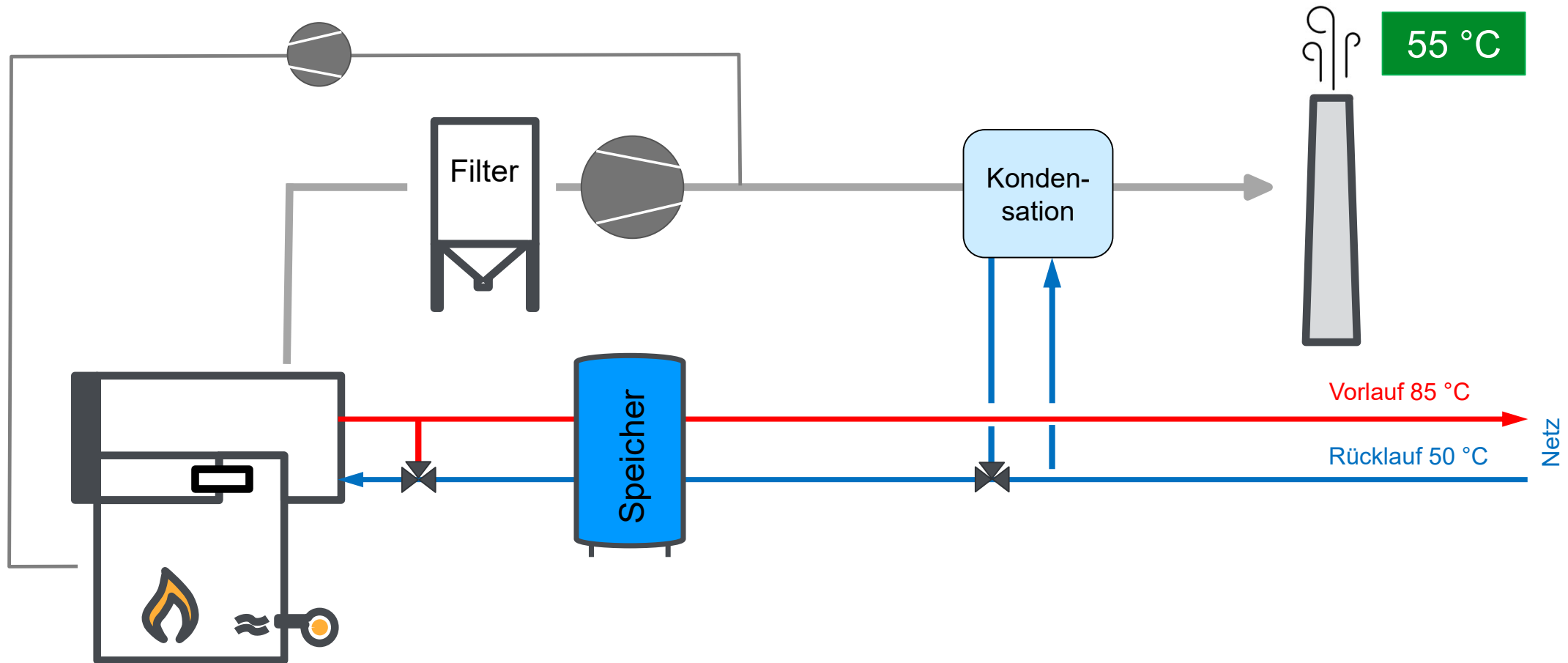


Biomasse-Anlagen mit ECO und Kondensation

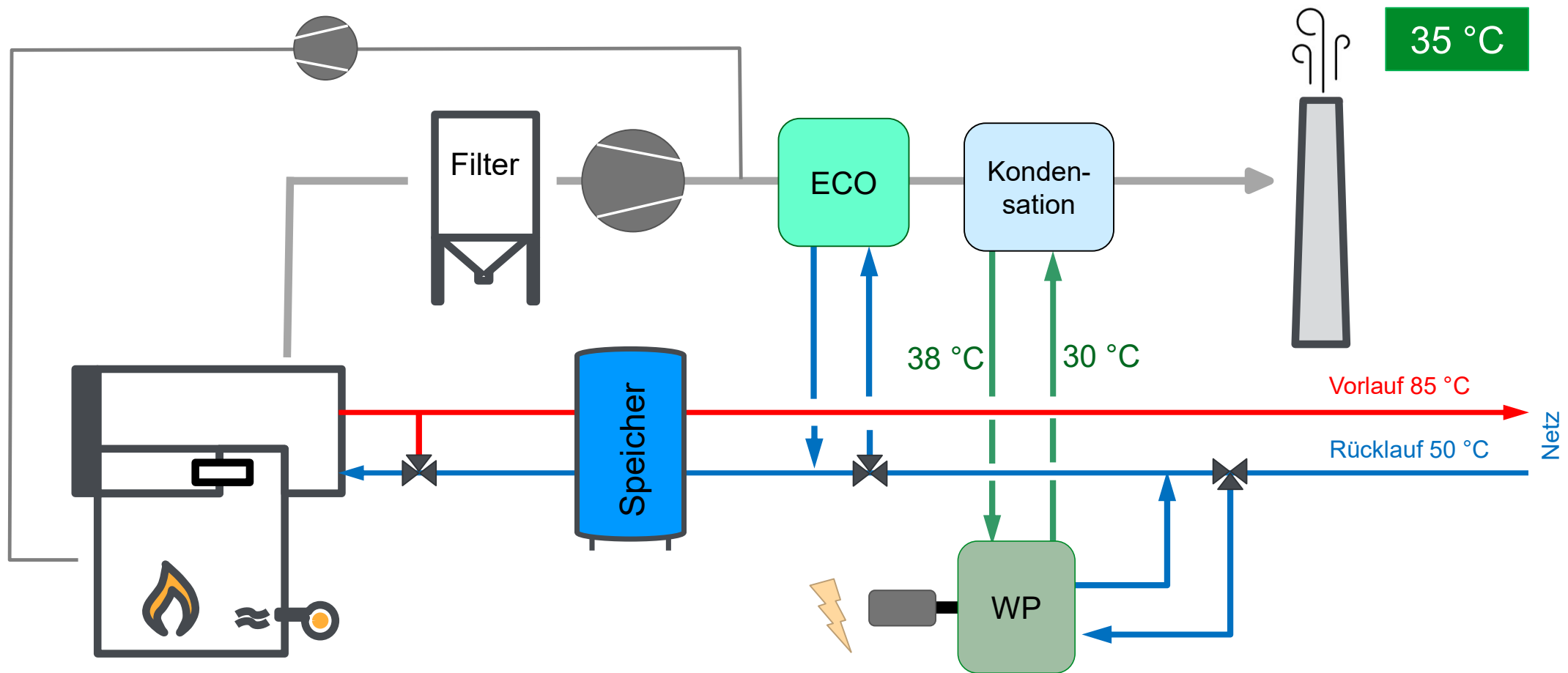


Biomasse-Anlagen mit Kondensation

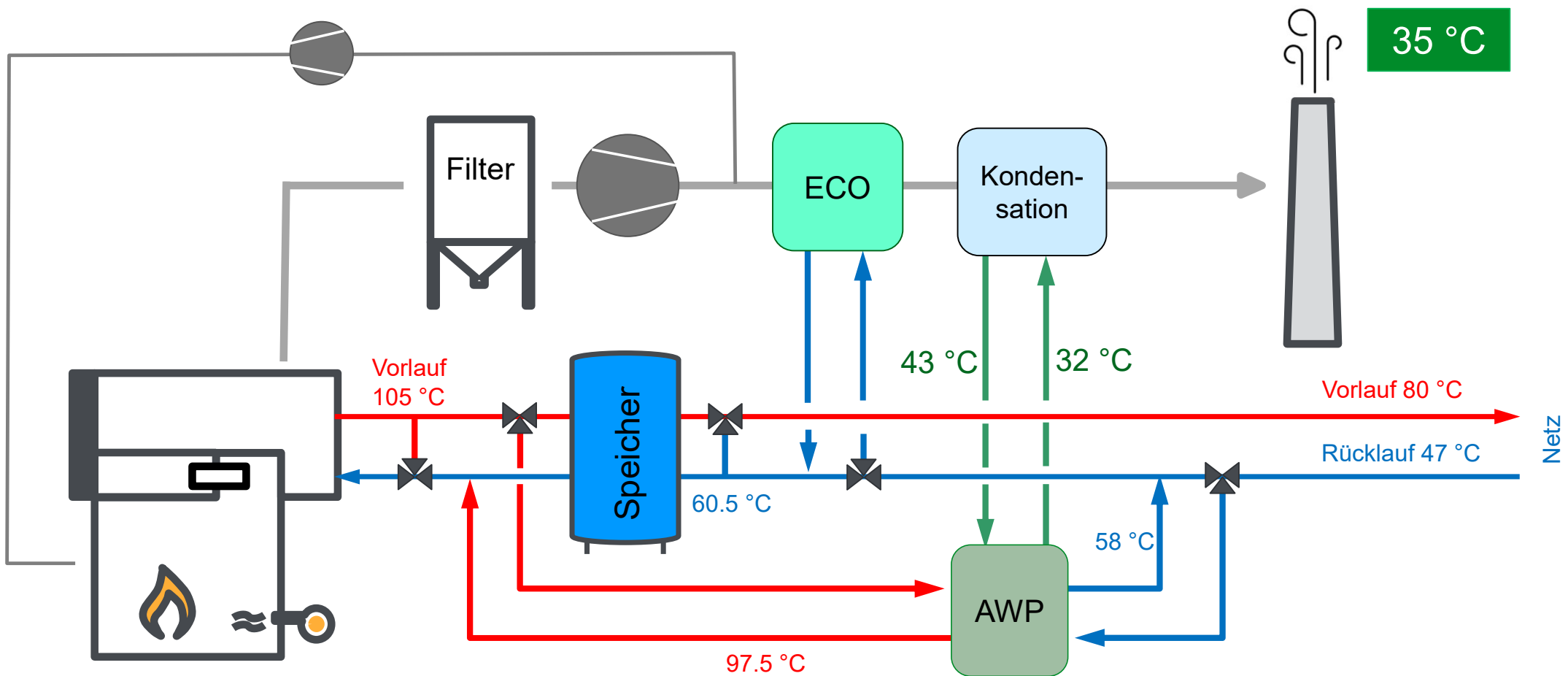
(Anteil ECO wird von Kondensationsanlage gemacht)



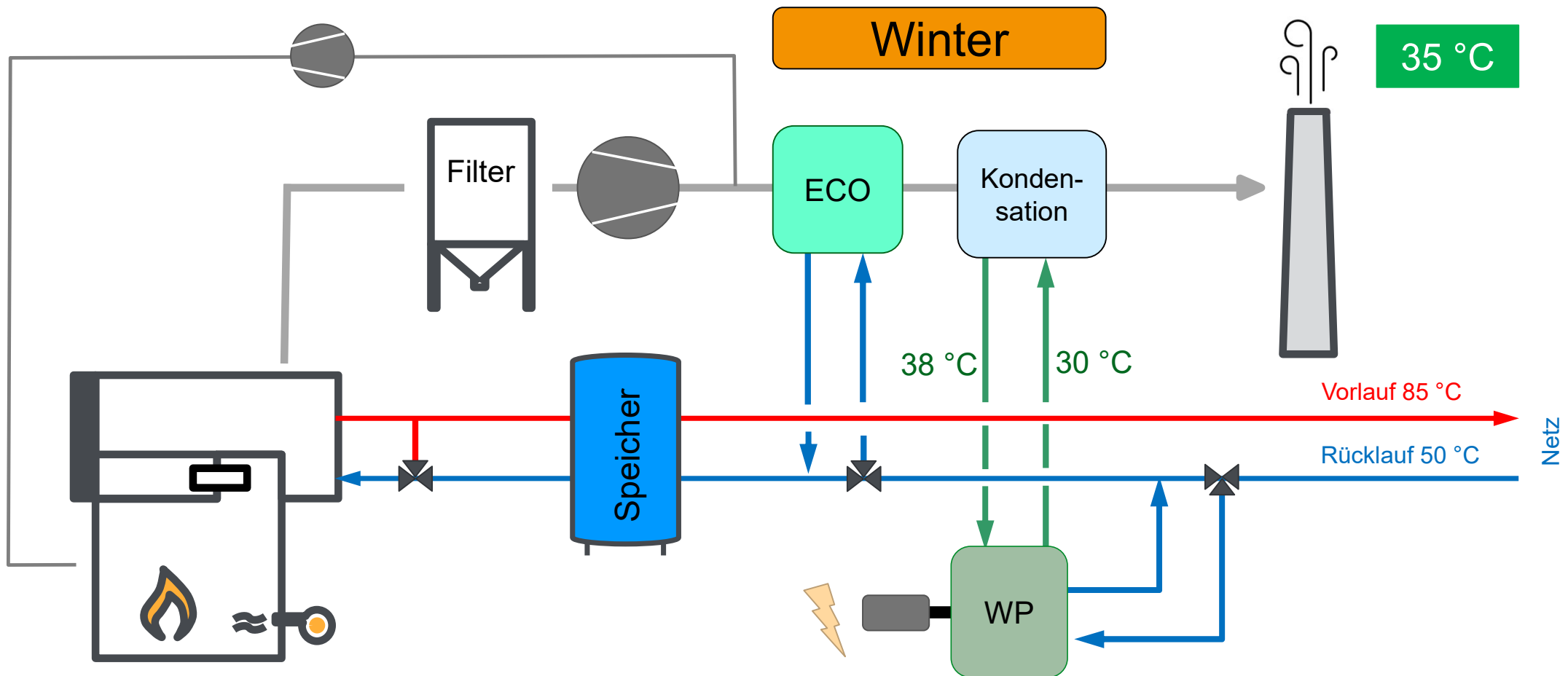
Biomasse-Anlagen mit ECO, Kondensation und Kompressionswärmepumpe WP



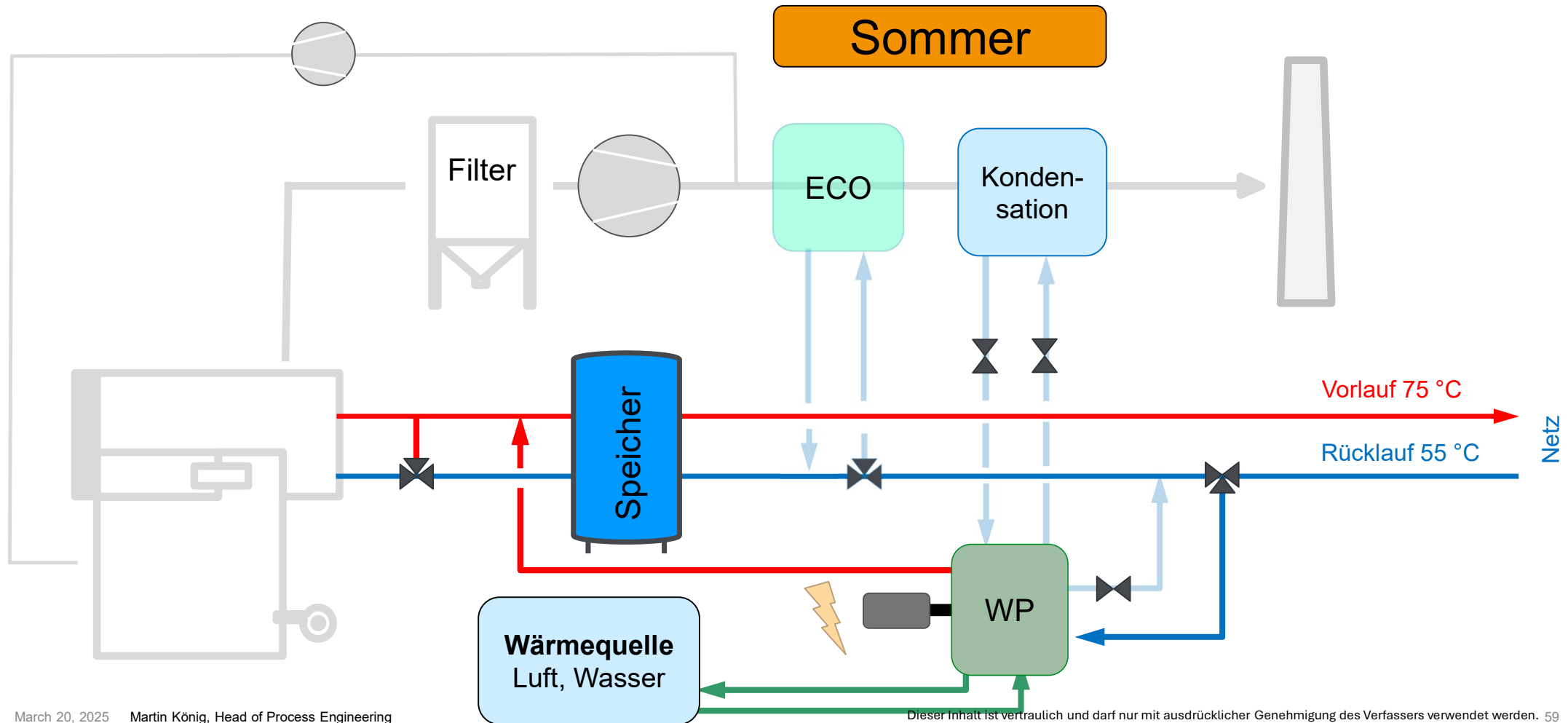
Biomasse-Anlagen mit ECO, Kondensation und Absorptionswärmepumpe AWP



Biomasse-Anlagen mit bivalentem Betrieb durch Kompressionswärmepumpe WP



Biomasse-Anlagen mit bivalentem Betrieb durch Kompressionswärmepumpe WP



Effizienzsteigerung

Wie kann man die Effizienz von Biomasse-Anlagen steigern?

- **Senkung Strahlungsverluste**

- Isolation O.K.

- **Senkung Chemische Verluste**

- Saubere und komplette Verbrennung auch bei wechselnder Brennstoffqualität
- Neue Regelung Revolution adaptive O.K.

- **Senkung Abgasverluste**

- Konstant tiefes O_2 (Revolution Adaptive) O.K.
- Tiefe Abgastemperaturen erreichen → ECO O.K.
- Wasserdampf im Abgas minimieren → Kondensation

O.K.

Unter Einsatz einer WP/ AWP kann mehr kondensiert und tiefere Abgastemperaturen erreicht werden

Effizienzsteigerung durch kombinierte Systeme

Effizienz in Abhängigkeit der Abgastemperatur

Beispiel: 1 MW Kessel, 600 m ü.M., 6 % O₂

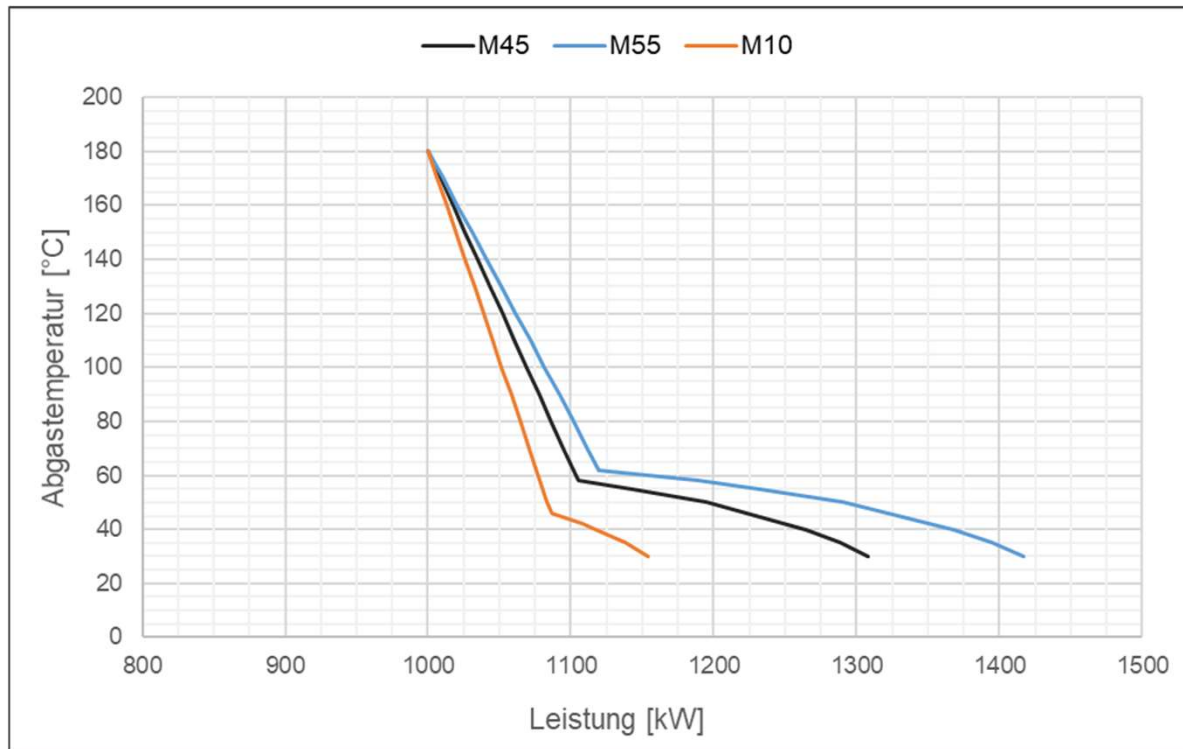
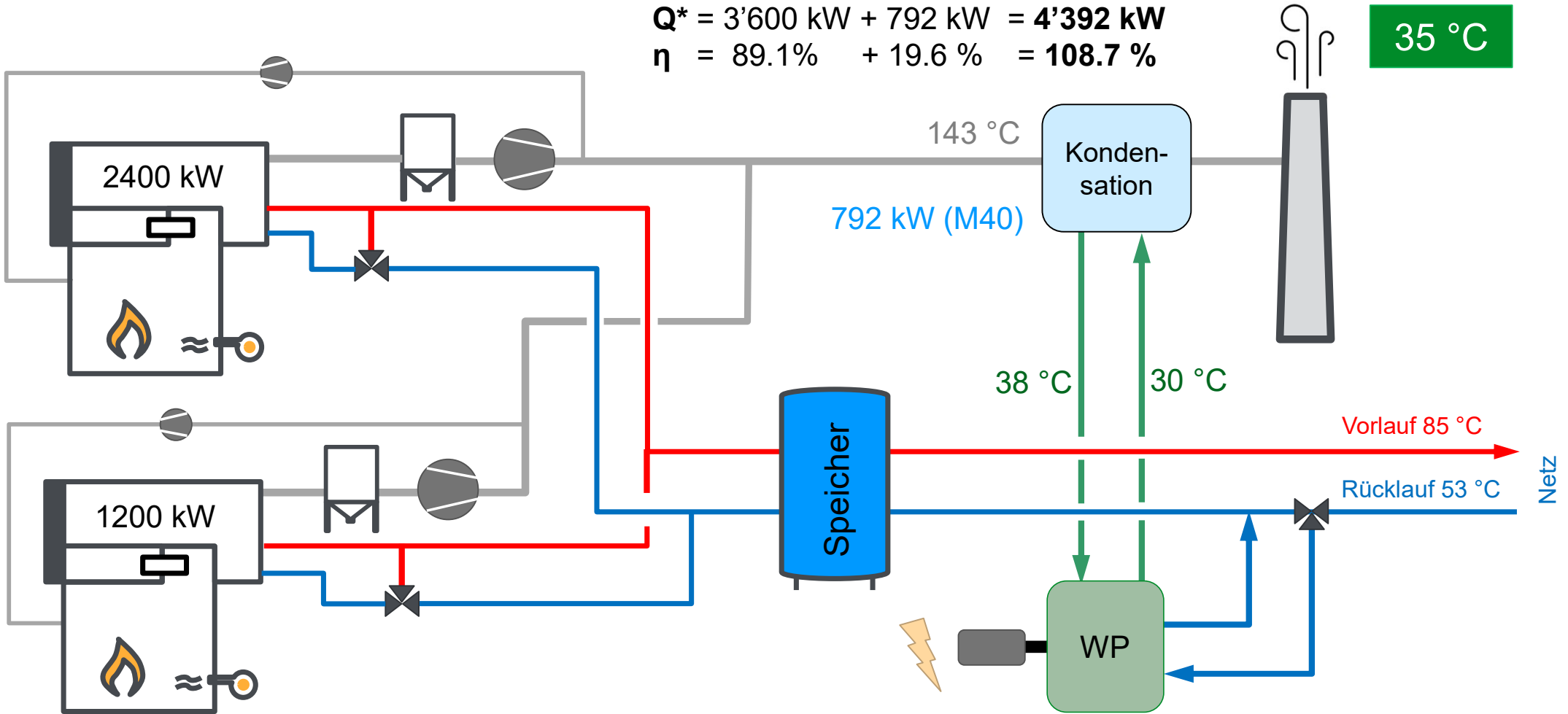


Tabelle: Werte mit M45

Abgastemperatur	Leistung	Wirkungsgradsteigerung
180 °C	1'000 kW	(Wirkungsgrad= 86.6 %)
130 °C	1'043 kW	+3 %
110 °C	1'061 kW	+5.2 %
90 °C	1'078 kW	+6.7 %
58 °C (Taupunkt)	1'105 kW	+9.1 %
50 °C	1'195 kW	+16.9 %
40 °C	1'265 kW	+22.9 %
30 °C	1'308 kW	+26.7 %
30 °C (M55)	1'417 kW	+35.3 %
30 °C (M10)	1'154 kW	+13.8 %

Beispiel Anlage Aesch

$$\begin{aligned} Q^* &= 3'600 \text{ kW} + 792 \text{ kW} = \mathbf{4'392 \text{ kW}} \\ \eta &= 89.1\% + 19.6 \% = \mathbf{108.7 \%} \end{aligned}$$



Fazit

Wichtigste Punkte:

- **Tiefe Abgastemperaturen erhöhen den Wirkungsgrad der Anlage.**
- **Durch eine Kondensation kann ein Teil der Energie für die Verdampfung des Wassers aus dem Brennstoff zurückgewonnen werden.**
- **Tiefer Restsauerstoff erhöht den Wirkungsgrad des Kessels und der Kondensationsanlage**
- **Durch die Kombination von Holzkessel, aktiver Kondensation und AWP/WP können Wirkungsgrade der Gesamtanlage auf bis zu +26.7% gesteigert werden.**

Wirtschaftlichkeit von kombinierten Systemen

Dr. Max Weidmann, Product Manager Process Heat and
Special Applications

 **SCHMID**
energy solutions

Wirtschaftlichkeitsrechnung während der Projektentwicklung

- Wirtschaftlichkeitsbetrachtung durch Schmid während der Projektentwicklung möglich
- Basis: VDI Richtlinie 2067 (Annuitätenmethode)

- Ergebnisse:

- Berechnung des jährlichen Zusatzertrags
- Berechnung der Amortisationszeit
- Berechnung des durchschnittlichen Gewinns / Rendite pro Jahr über die geplante Anlagenlaufzeit

ICS 91.140.01	VDI-RICHTLINIEN		September 2012
VEREIN DEUTSCHER INGENIEURE	Wirtschaftlichkeit gebäudetechnischer Anlagen Grundlagen und Kostenberechnung		VDI 2067
	Economic efficiency of building installations Fundamentals and economic calculation		Blatt 1 / Part 1 Ausg. deutsch/englisch Issue German/English

- Für ein aussagekräftiges Ergebnis sind aussagekräftige Ausgangswerte notwendig!
 - Kunden- und standortspezifische Parameter werden abgefragt mit der Bitte um Angabe, soweit dem Kunden möglich.

Wirtschaftlichkeitsrechnung – Eingaben und Einflussparameter auf die Amortisationszeit

- Eingabeparameter für die Wirtschaftlichkeitsbetrachtung und Haupteinflussparameter auf die Amortisationszeit

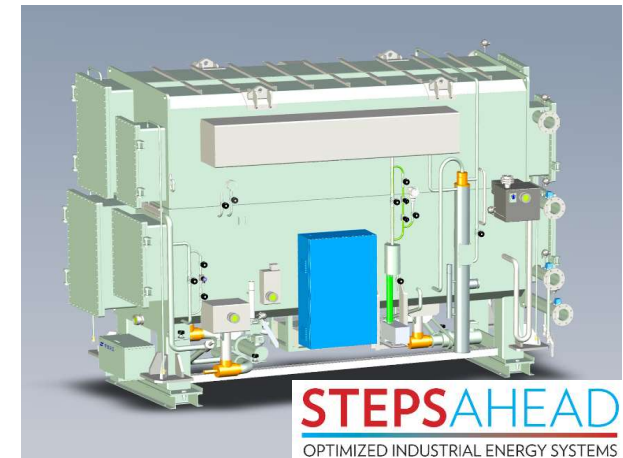
Parameter | Amortisationszeit

- **Brennstoffwassergehalt**
- **Einkaufskosten Brennstoff**
- **Anzahl der Vollbetriebsstunden pro Jahr**
- **Verkaufspreis Heizwärme**
- **Investkosten: Kompressionswärmepumpe, Abgaskondensationsanlage, zusätzliche Kosten für Gebäude, wasserhydraulische Installation, Elektroarbeiten**
- Einkaufskosten Strom
- Personalkosten (Anlagenwart)
- Zinssatz bei Finanzierung



Wirtschaftlichkeitsrechnung – Eingaben und Einflussparameter auf die Amortisationszeit

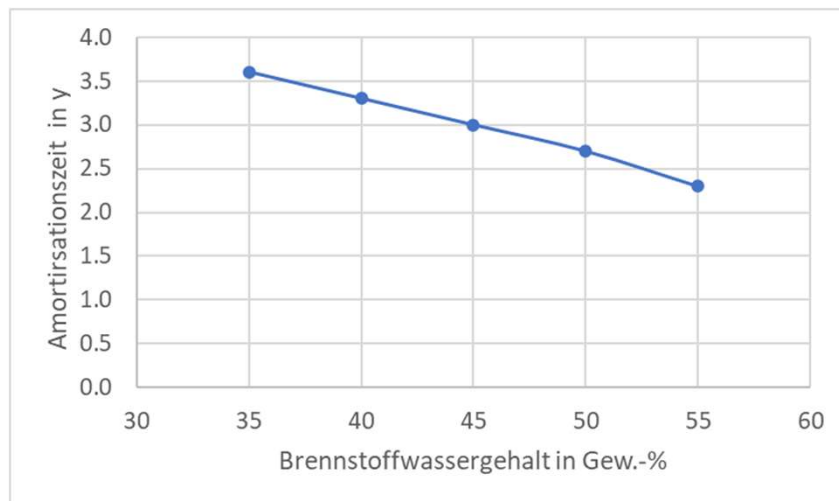
- Anlagen- und Netzparameter für die folgenden Betrachtungen (es wird jeweils nur 1 Parameter variiert):
 - Wärmenetz-Rücklauf / -Vorlauf: 53 °C / 85 °C
 - Brennstoffwassergehalt: M40
 - Einkaufskosten Brennstoff: 0.06 CHF/kWh
 - Verkaufspreis Heizwärme: 0.10 CHF/kWh
 - Vollbetriebsstunden pro Jahr: 4 000 h
 - Investitionskosten:
 - Absorptionswärmepumpe M3: 415 000 CHF
 - Abgaskondensationsanlage mit ECO: 450 000 CHF
 - zusätzliche Kosten für Gebäude, wasserhydraulische Installation, Elektroarbeiten 215 000 CHF
 - GESAMT 1 080 000 CHF
 - Personalkosten: 90 CHF/h
 - Einkaufskosten Strom: 0.30 CHF/kWh
 - Zinssatz der Finanzierung: 3.0%



save energy

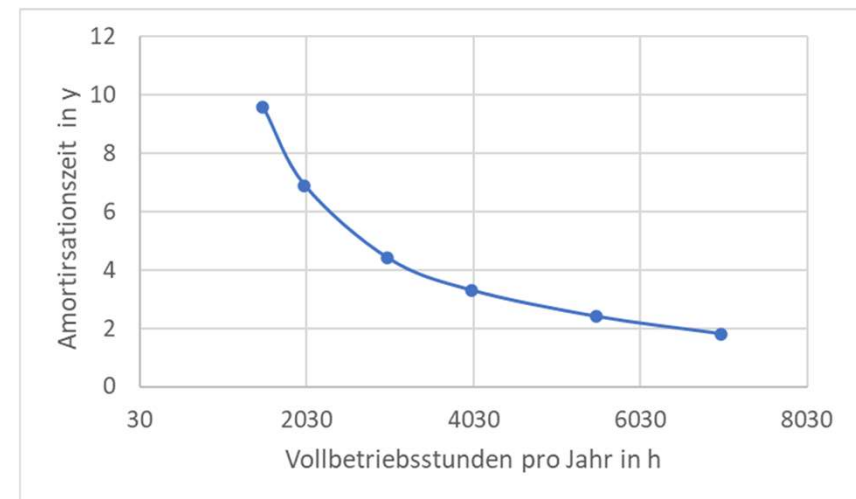
Brennstoffwassergehalt

- Einfluss auf den Kondensationsbeginn (siehe auch Vortrag Wärmepumpen in Kombination mit Kondensationsanlagen)
- Änderung des Wassergehalts im Abgas und somit des potentiellen Energieinhalts



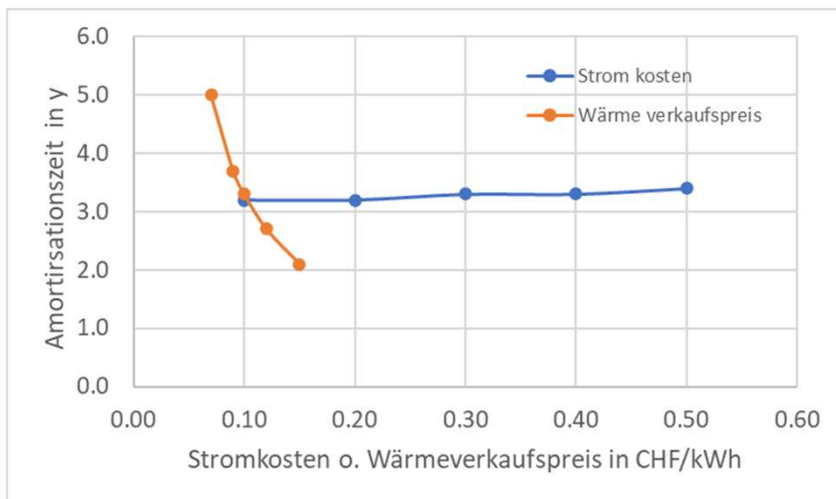
Anzahl der Vollbetriebsstunden pro Jahr

- Hohe Auslastung erhöht die Erträge aus dem Verkauf der Heizwärme



Stromkosten und Wärmeverkaufspreis

- Wenig Relevanz der Stromkosten aufgrund des geringen elektrischen Verbrauchs
- Grosser Einfluss des Wärmeverkaufspreis



Produkte und Partner - Kondensationsanlagen

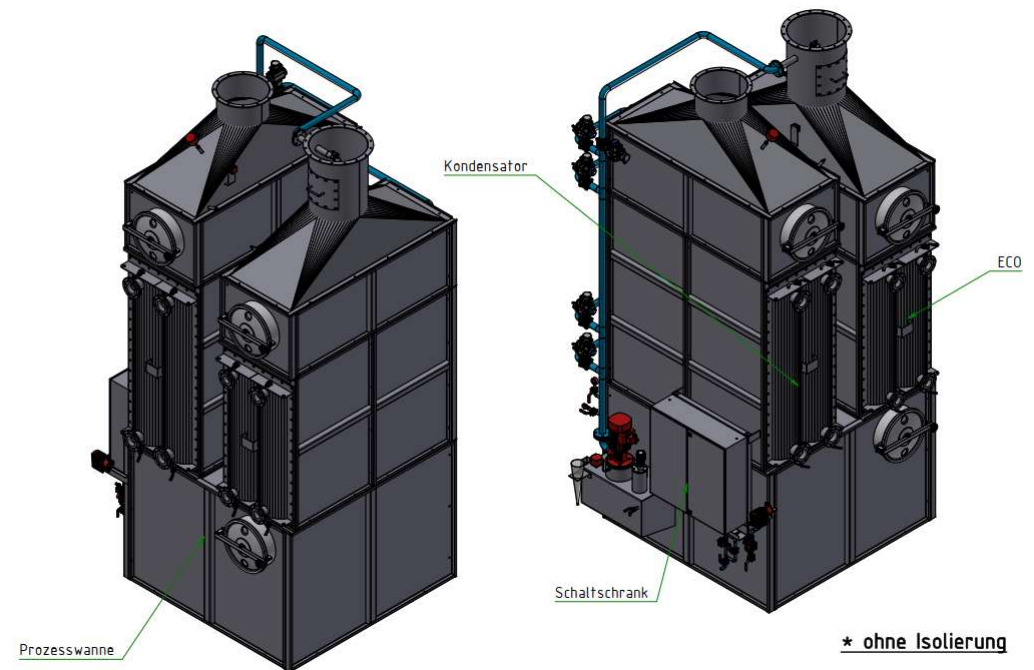
- **IS Save Energy (CH)**
 - Kondensation mittels regenerativem Wärmeübertrager (Wassertröpfchen)
 - Geringe Grädigkeiten zwischen Abgas und Kaltwasser möglich (≤ 3 K)
 - Etabliertes System zur Kondensatbehandlung (Sedimentation und Neutralisation)
 - Grosser Erfahrungsschatz auch mit Abgasen aus schwierigen Brennstoffen (z.B. hoher HCl- oder SO₂-Gehalt)
 - System kombinierbar mit eigenen Nass- oder Trockenelektrofiltern



Produkte und Partner - Kondensationsanlagen

- **Heger Edelstahl (AT)**

- Kondensation an Rohrbündelwärmetauschern
- Etabliertes System zur Kondensatbehandlung (Sedimentation und Neutralisation)
- Grosser Erfahrungsschatz auch mit Abgasen aus schwierigen Brennstoffen (z.B. hoher HCl- oder SO₂-Gehalt)
- Hoher Vorfertigungsgrad



Produkte und Partner - Wärmepumpen

- **Absorptionswärmepumpen** mit Fa. StepsAhead (AT)

- Partnerschaft seit Februar 2024
- Entwicklung eines Standard-Produktportfolios an 105 °C Absorptionswärmepumpen für die Schmid-Kessel von UTSR-1200 bis UTSR-8000 für einen Bereich Brennstoffwassergehalt M35..M55



→ Kurze Angebotsbearbeitung, schnelle Auslegung

- Adressierung von Projekten mit Parametern ausserhalb des Standardportfolios durch eine projektspezifische Auslegung
- Langjährige Erfahrung von StepsAhead im Kraft- und Heizwerkbereich
- Anwendungsfälle Heizwerke:

Wagrain, 2020
Heat recovery 850 kW



Strass, 2021
Heat recovery 500 kW



Seekirchen, 2022
Heat recovery 500 kW



Gerlos, 2023
Heat recovery 740 kW



Produkte und Partner - Wärmepumpen

- **Kompressionswärmepumpen**

- Partnerschaften mit zwei etablierten Wärmepumpen Herstellern
 - Natürliche Kältemittel R290 und R600a: Skadec
 - Low-GWP Kältemittel: Ochsner Energietechnik
- Systemintegration von industriellen Kompressionswärmepumpen in Biomassenheizwerke
- Standardisierte Einbindungskonzepte
 - bivalente Wärmeerzeugung
 - aktive Abgaskondensation
- Anwendungen ausserhalb des Standards sowie Wärmepumpen ohne Kombination mit Biomassefeuerungen möglich

Schmid steht bei der Entwicklung kombinierter Systeme, auch in frühen Projektphasen, gerne zur Verfügung.



The background image shows a complex industrial machine, possibly a press or a welding station. It features a prominent yellow frame and several large, vertical silver pipes or cylinders. The machine is equipped with various mechanical components, including what looks like a control panel with a screen and buttons. The overall scene is industrial and technical.

Herzlichen Dank