



# Factsheet

## ANWENDUNG ABSORPTIONSWÄRMEPUMPE BEI RAUCHGASKONDENSATION BIOMASSEWÄRMENETZ

### Kurzfassung

Die Nutzung von Absorptionswärmepumpen (AWP) zur Rauchgaskondensation bietet eine hocheffiziente Möglichkeit, den Brennstoffnutzungsgrad von Biomasse-Nahwärmeheizwerken signifikant zu steigern. Während herkömmliche Wärmetauscher primär die fühlbare Wärme des Abgasstroms zurückgewinnen, ermöglichen AWP zusätzlich die Nutzung der latenten Kondensationswärme des Wasserdampfes im Rauchgas. Dadurch kann der Gesamtwirkungsgrad typischer Heizwerke um 20–30 % erhöht werden.

Im Gegensatz zu stromgetriebenen Kompressionswärmepumpen arbeiten AWP mit thermischer Energie als Antrieb und verursachen dadurch nahezu keinen zusätzlichen Stromverbrauch. Damit stellen sie eine technisch ausgereifte und ökologisch vorteilhafte Lösung dar, um die steigende Nachfrage nach erneuerbaren Energieträgern effizient zu bedienen, CO<sub>2</sub>-Emissionen zu reduzieren und die Wirtschaftlichkeit bestehender Biomasseanlagen deutlich zu verbessern.

### Hintergrund & Herausforderung

Eine zentrale Herausforderung von Biomasse-Nahwärmenetzen ist die Steigerung der Energieeffizienz bestehender Heizwerke. Insbesondere der im Rauchgas enthaltene Energieanteil stellt ein bislang oft ungenutztes Potenzial dar: Über den Schornstein entweicht neben fühlbarer Wärme auch ein erheblicher Anteil latenter Kondensationsenergie.

In nordeuropäischen Ländern wurde dieses Potenzial bereits vielfach erschlossen – meist durch den Einsatz von Wärmetauschern und Rauchgaswäschern. Motiviert durch längere Heizperioden und strengere Energieeffizienzanforderungen konnten dort deutliche Effizienzgewinne erzielt werden.

Für Österreich gewinnt die Thematik durch die zunehmende Bedeutung von Biomasse als Energieträger und die begrenzte Verfügbarkeit nachhaltiger Holzressourcen an Relevanz. Vor diesem Hintergrund wurde die Förderlandschaft angepasst: Seit dem 1. Juli 2024 werden Investitionen in Biomasse-Nahwärmeanlagen verstärkt unterstützt, sofern Effizienzsteigerungen nachgewiesen werden (Vgl. KPC, Umweltförderung, [www.umweltfoerderung.at/Betriebe/WKV](http://www.umweltfoerderung.at/Betriebe/WKV)).

**Absorptionswärmepumpen bieten hier einen entscheidenden Vorteil:** Sie nutzen Wärme als Antriebsenergie, anstatt zusätzlichen Strombedarf zu erzeugen, und können dadurch den Brennstoffnutzungsgrad eines Biomasse-Heizwerks erheblich steigern. Der Strombedarf beschränkt sich nahezu ausschließlich auf den Betrieb von Umwälzpumpen und liegt bei unter 1 % der erzeugten Nutzwärme. Abhängig vom Wassergehalt des Brennstoffs kann mit dieser Technologie entweder die Heizwerksleistung deutlich erhöht oder der erforderliche Brennstoffeinsatz reduziert werden. Im Ergebnis verbessert sich die Energieeffizienz des Gesamtsystems erheblich und der Beitrag zu einer nachhaltigen Wärmewende wird gestärkt.

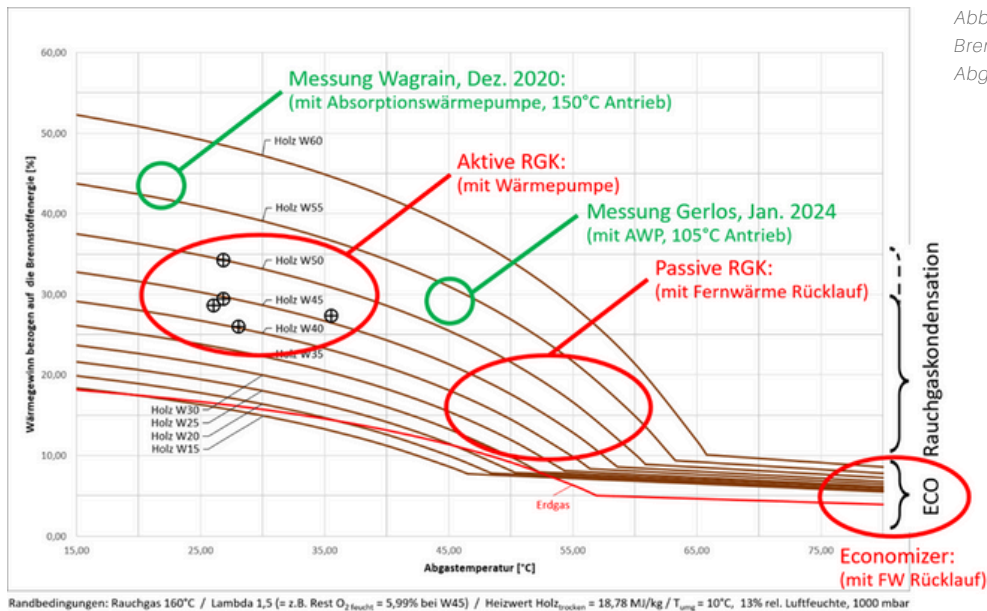


Abb. 1: Wärmegewinn bezogen auf die Brennstoffenergie im in Abhängigkeit der Abgastemperatur

Eine der Möglichkeiten die Energieeffizienz von einem bestehenden Kraftwerk zu steigern ist die Nutzung der Abwärmen des Kraftwerks. Vor allem im Rauchgasstrom, der durch den Kamin in die Atmosphäre gelangt ist ein großes Abwärme Potenzial vorhanden.

Im Norden Europas sind bestehende Kraftwerke bereits diesbezüglich oft energietechnisch optimiert worden. Eine Motivation hierfür ist die geografische Lage und somit auch den klimatischen Bedingungen geschuldet, da die Heizperiode intensiver und länger ist. Um die Energie, die im Rauchgasstrom enthalten ist, zu nutzen werden oft Wärmetauscher und Wäscher eingesetzt, um die Energie zu sammeln und ins Fernwärmenetz einspeisen zu können. Hierbei verbirgt sich ein sehr großes energietechnisches Potenzial in der Nutzung der latenten Energie des Rauchgasstroms.

## Technischer Diskurs Anwendung Absorptionswärmepumpe für Rauchgaskondensation

Die Integration von Absorptionswärmepumpen (AWP) in Biomasse-Nahwärmenetze ermöglicht eine effiziente Nutzung der im Rauchgas enthaltenen Abwärme. Während konventionelle Rauchgaskondensation die fühlbare Wärme über Wärmetauscher zurückführt, erschließt die AWP zusätzlich die latente Kondensationsenergie des Wasserdampfs im Abgas. Dadurch steigt die nutzbare Wärmeausbeute deutlich an.

Die AWP wird zwischen Heizkessel, Rauchgasstrecke und Fernwärmenetz eingebunden. Als Antriebsenergie dient Heißwasser oder Dampf aus dem Biomassekessel. Die Niedertemperaturquelle ist der Rauchgasstrom (typisch 20–40 °C), während die Wärmeabgabe auf Fernwärmeniveau (50–90 °C) erfolgt. Entscheidend für die Wahl des Systems sind:

- **Antriebstemperatur:** 150 °C oder 105 °C, abhängig von der Kesselleistung und der Fernwärme-Rücklaufemperatur.
- **Leistungsbereich:** bei Kesseln < 10 MW ist der Betrieb mit 105 °C Antriebstemperatur üblich, da kein Dampfkesselwärter erforderlich ist.
- **Hydraulische Einbindung:** die Vorwärmung des Fernwärmerücklaufs erhöht die Effizienz des Gesamtsystems.

## Leistungskennzahlen

Die Leistungsziffer (COP) einer Lithium-Bromid-Absorptionswärmepumpe beträgt in der Regel rund 1,7 (170 %). Ein Beispiel:

**1 MW Antriebswärme auf höherem Temperaturniveau**  
**+0,7 MW Wärme aus der Niedertemperaturquelle (Kondensation)**  
**=1,7 MW gelieferte nutzbare Wärme (Fernwärme)**

Damit wird die bereitgestellte Wärme um rund 70 % gegenüber der eingesetzten Antriebswärme gesteigert.

## Funktionsprinzip

Das Funktionsprinzip basiert auf einem geschlossenen Kreislauf aus Lithiumbromid (Absorptionsmittel) und Wasser (Kältemittel). Der Wasserdampf aus der Niedertemperaturquelle wird im Absorber gebunden und durch Zufuhr von Antriebswärme wieder freigesetzt. Die dabei entstehende Verdampfungs- und Kondensationsenergie wird auf das Fernwärmesystem übertragen.

### Die Vorteile:

- hohe Effizienzsteigerung (20–30 % höherer Brennstoffnutzungsgrad),
- minimale Stromaufnahme (< 1 % der erzeugten Wärme),
- reduzierter Brennstoffeinsatz und damit verbesserte Wirtschaftlichkeit,
- geringere CO<sub>2</sub>-Emissionen durch optimale Nutzung der Ressource Biomasse.

Damit eignen sich Absorptionswärmepumpen insbesondere für Bestandsheizwerke, die aufgerüstet werden sollen, um aktuelle Effizienz- und Förderanforderungen zu erfüllen.

Funktionsprinzip der LithiumBromid-Absorptions-Wärmepumpe ist in Abb. 2 dargestellt.

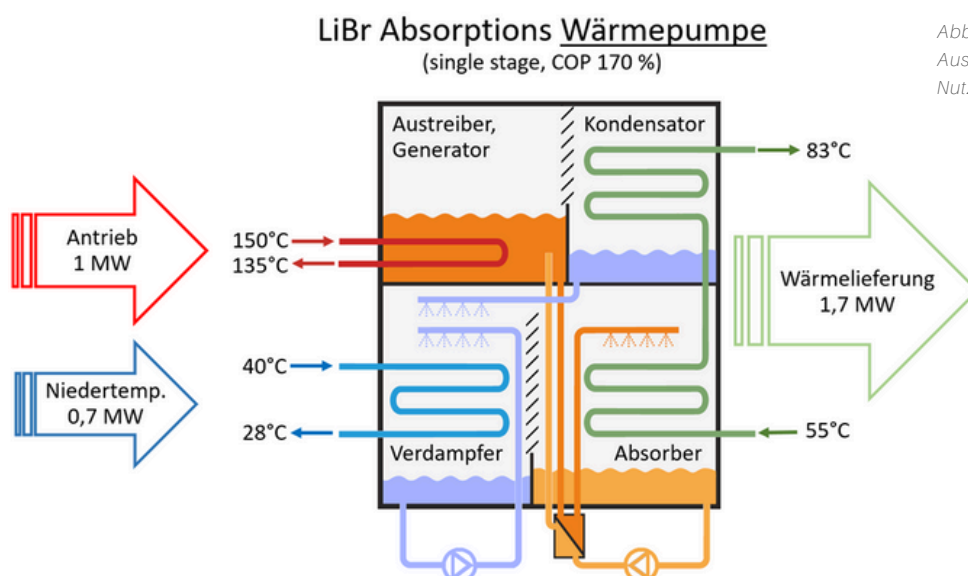


Abb. 2: Schematische Darstellung zur Auslegung der Absorptionswärmepumpe zur Nutzung der Wärme aus dem Rauchgas

# Anwendungsfall und Referenzsystem

## Fallstudie: Heizwerk Montafon

Für das Heizwerk Montafon wurde ein Umbaukonzept entwickelt, das den Einsatz einer Absorptionswärmepumpe (AWP) vorsieht. Durch die Einbindung einer AWP mit Antriebstemperatur von 150 °C kann die Effizienz der Wärmebereitstellung deutlich gesteigert werden.

- **Einbindung:** AWP mit Antriebstemperatur von 150 °C.
- **Gesamtwirkungsgrad:** rund 115 % (bezogen auf den unteren Heizwert).
- **Technische Eckdaten:**
  - Wärmeleistung: 5.726 kW
  - Antriebsleistung: 3.366 kW
  - COP: 1,7

Ein wesentlicher Vorteil des Konzepts ist die Erhöhung der Nutzwärmebereitstellung ohne zusätzlichen Strombedarf. Ähnliche Konzepte wurden bereits an anderen Standorten wie Wagrain, Straß, Lofer und Seekirchen erfolgreich umgesetzt und dienen als Referenz für die Machbarkeit.

Die hydraulische Abbildung zeigt die Einbindung einer Absorptionswärmepumpe mit einer Antriebstemperatur von 150°C in ein typisches Nahwärme-Heizwerk mit 2 Kesseln (4 + 4 MW) mit einer Fernwärmeleistung von 11,2 MW. Der Gesamtwirkungsgrad liegt bei 115% (bezogen auf den unteren Heizwert).

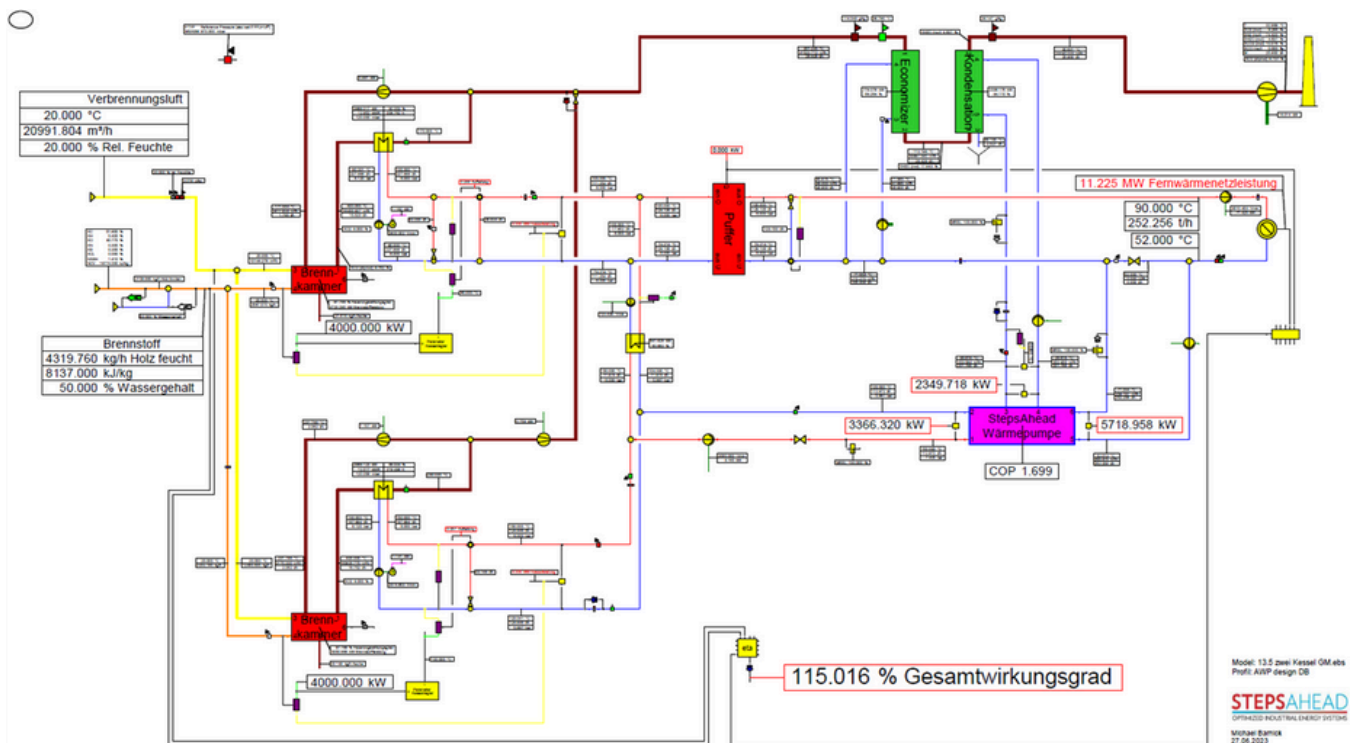


Abb. 3: Schematische Darstellung der hydraulischen Einbindung einer Absorptionswärmepumpe zur Nutzung der Wärme aus dem Rauchgas

Model: 13.5 zwei Kessel GM ebs  
Prof. AWP design DB  
**STEPSAHEAD**  
OPTIMIZED INDUSTRIAL ENERGY SYSTEMS  
Michael Barmack  
27.06.2023

## Technische Daten LiBr-Absorptionswärmetauscher

<b>Fernwärme (Vorwärmung des Rücklaufs)</b>	Wärmeleistung	kW	5726
	Min. Wärmeleistung	kW	573
	Temperatur (Eintritt -> Austritt)	°C	52->71,5
	Massenstrom	t/h	253
	Max. Druckverlust	kPa	98
	Anschluss	DN (mm)	200
<b>Wärmequelle Rauchgaskondensation</b>	Temperatur (Eintritt -> Austritt)	°C	36,2->26,2
	Massenstrom	t/h	203
	Max. Druckverlust	kPa	80
	Anschluss	DN (mm)	200
<b>Antriebswasser (vom Heißwasserkessel)</b>	Antriebsleistung	kW	3366
	Temperatur (Eintritt -> Austritt)	°C	150->125
	Massenstrom	t/h	115,8
	Anschluss	DN (mm)	150
	COP		1,7
	Abmaße LxBxH	mm	6700x2540x3070
	Betriebsgewicht	t	29,3
	Elektroanschluss		400VAC 19,7A

Ähnliche Anlagen stehen in Wagrain, Straß, Lofer und Seekirchen.

### Fallstudie: Heizwerk Heid

Für das Heizwerk Montafon wurde ein Umbaukonzept entwickelt, das den Einsatz einer Absorptionswärmepumpe (AWP) vorsieht. Durch die Einbindung einer AWP mit Antriebstemperatur von 150 °C kann die Effizienz der Wärmebereitstellung deutlich gesteigert werden.

- **Einbindung:** AWP mit Antriebstemperatur von 105°C.
- **Vorteil:** geringere regulatorische Anforderungen (keine Einstufung nach Druckgeräterichtlinie).
- **Technische Eckdaten:**
  - Wärmeleistung: 1.760 kW
  - Antriebsleistung: 996kW
  - COP: 1,7

Hier ist die Antriebstemperatur 105°C. Die Wärmerückgewinnungsrate ist geringer. Dafür fällt die Anlage nicht in eine Kategorie der Druckgeräterichtlinie.

<b>Fernwärme (Vorwärmung des Rücklaufs)</b>	Wärmeleistung	kW	1760
	Min. Wärmeleistung	kW	176
	Temperatur (Eintritt -> Austritt)	°C	55->62,2
	Massenstrom	t/h	211
	Max. Druckverlust	kPa	70
	Anschluss	DN (mm)	200
<b>Wärmequelle Rauchgaskondensation</b>	Temperatur (Eintritt -> Austritt)	°C	40,2->37,0
	Massenstrom	t/h	200
	Max. Druckverlust	kPa	70
	Anschluss	DN (mm)	100
<b>Antriebswasser (vom Heißwasserkessel)</b>	Antriebsleistung	kW	996
	Temperatur (Eintritt -> Austritt)	°C	105->99,4
	Massenstrom	t/h	150
	Anschluss	DN (mm)	200
	COP		1,77
	Abmaße LxBxH	mm	5300x2200x3000
	Betriebsgewicht	t	13,8
	Elektroanschluss		400VAC 17,6A

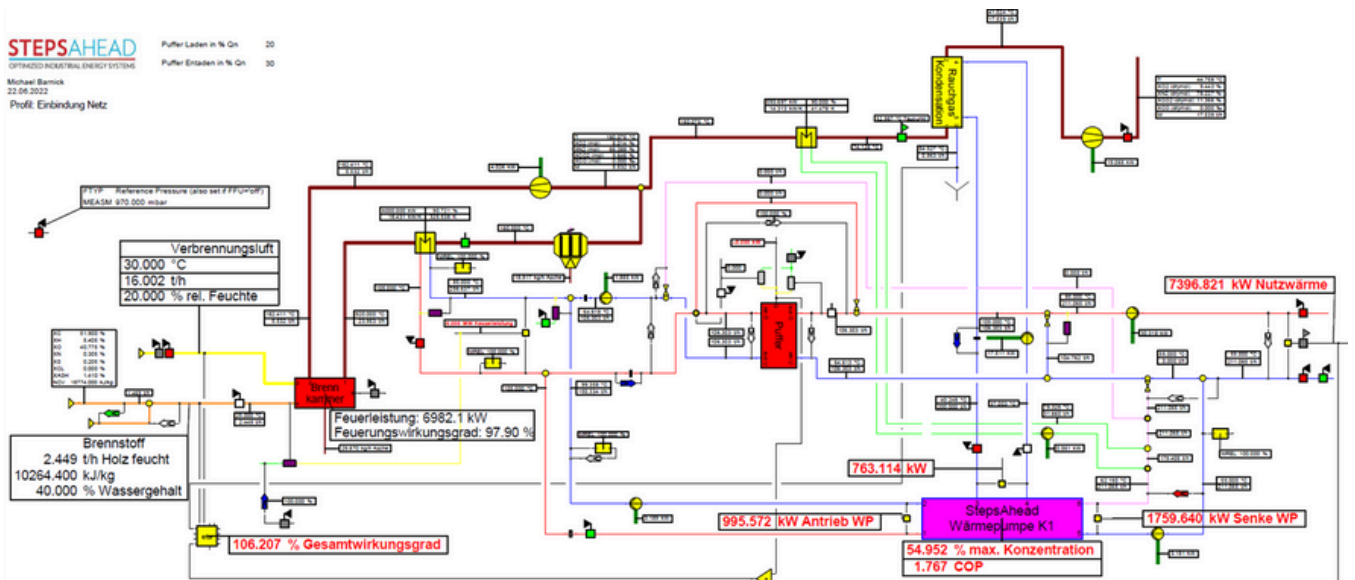


Abb. 4: Schematische Darstellung der hydraulischen Einbindung einer Absorptionswärmepumpe zur Nutzung der Wärme aus dem Rauchgas

Hier ist die Antriebstemperatur  $105^{\circ}\text{C}$ . Die Wärmerückgewinnungsrate ist geringer. Dafür fällt die Anlage nicht in eine Kategorie der Druckgeräterichtlinie.

## Ökonomischer Diskurs

Die Implementierung einer Absorptionswärmepumpe (AWP) in ein Biomasse-Nahwärmeheizwerk erfordert zusätzliche Investitionskosten für Anlage, Einbindung und ggf. Anpassungen am Hydrauliksystem. Diese Mehrkosten werden jedoch durch die deutliche Steigerung des Brennstoffnutzungsgrades kompensiert:

- 20–30 % Effizienzsteigerung bedeuten weniger Brennstoffbedarf pro erzeugter Wärmeeinheit.
- In bestehenden Anlagen können Brennstoffkosten um bis zu 15–25 % gesenkt werden.
- Die Betriebskosten einer AWP sind aufgrund des geringen Stromverbrauchs ( $< 1\%$  der gelieferten Wärme) sehr niedrig.

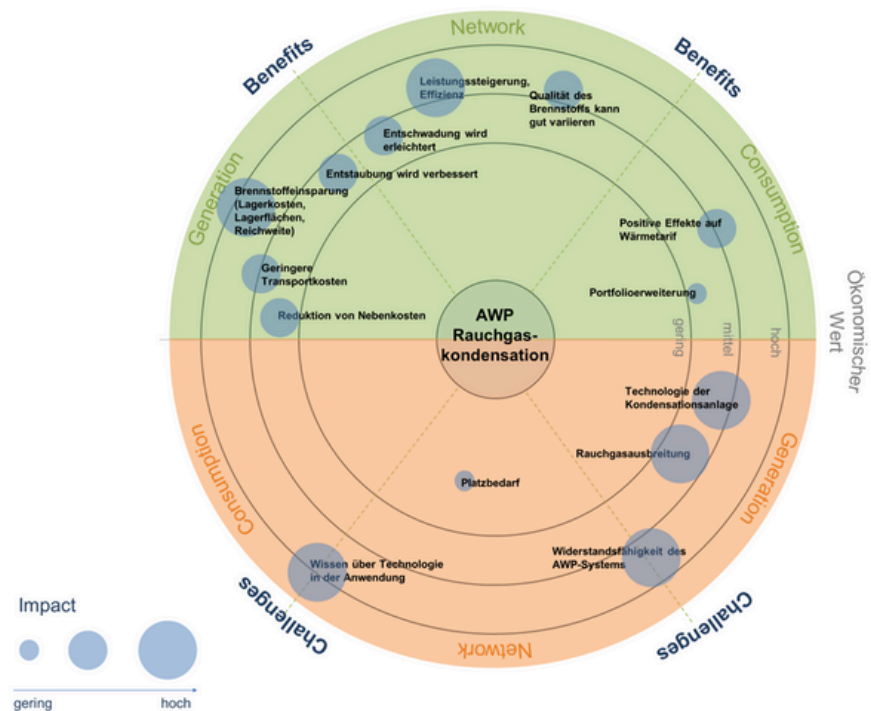
Förderprogramme wie die Umweltförderung des Bundes (seit 1.7.2024 mit erhöhter Unterstützung bei nachgewiesener Effizienzsteigerung) verbessern zusätzlich die Wirtschaftlichkeit und verkürzen die Amortisationszeit. Je nach Anlagengröße und Brennstoffpreisentwicklung liegt die typische Amortisationsdauer bei 5–8 Jahren.

Zur Bewertung wurde ein Business Radar erstellt, das die wesentlichen Chancen und Herausforderungen systematisch darstellt.

Die Radar-Analyse bestätigt die im Factsheet beschriebenen Effizienzgewinne und zeigt zusätzliche Mehrwerte:

- Leistungssteigerung und Effizienz: Die Steigerung des Brennstoffnutzungsgrades um 20–30 % ist der zentrale Vorteil mit hohem ökonomischem Wert und großem Impact.
- Brennstoff- und Lagerkosteneinsparungen: Durch den geringeren Brennstoffeinsatz sinken auch Lagerflächenbedarf und Transportkosten.
- Verbesserte Entschwadung und Entstaubung: Durch die Abkühlung des Rauchgases werden weitere Nebeneffekte realisiert, die auch zu einer verbesserten Luftqualität beitragen.
- Wirtschaftlicher Spielraum: Positive Effekte auf Wärmetarife und die Möglichkeit einer Portfolioerweiterung stärken die Position der Betreiber im Wettbewerb.

Abb. 5: Ergebnisübersicht Business-Radar AWP zur Nutzung der Wärme aus dem Rauchgas



Neben den Chancen wurden auch relevante Hemmnisse identifiziert:

- Technologische Anforderungen: Die Integration der Kondensations- und AWP-Technologie erfordert Know-how und Investitionsbereitschaft.
- Platzbedarf: Der zusätzliche Flächenbedarf kann bei Bestandsanlagen eine Einschränkung sein.
- Systemresilienz: Die Widerstandsfähigkeit des AWP-Systems gegenüber Brennstoffschwankungen und variablen Rücklauftemperaturen muss berücksichtigt werden.
- Wissensstand: In der Praxis besteht noch Aufklärungsbedarf über die Technologie und ihre Anwendung.

Insgesamt zeigt das Business Radar, dass die Nutzenpotenziale klar überwiegen. Die größten Effekte entstehen durch Effizienzsteigerung, Brennstoffeinsparung und Nebenkostensenkung. Die Herausforderungen sind lösbar, sofern technologische Expertise, geeignete Förderinstrumente und strategische Planung kombiniert werden. Damit stellt die Rauchgaskondensation mittels AWP eine zukunftsweisende Investition dar, die sowohl ökologische als auch ökonomische Vorteile für die Betreiber von Biomasse-Nahwärmenetzen generiert.

## Schlussfolgerungen & Ausblick

Absorptionswärmepumpen (AWP) zur Rauchgaskondensation bieten eine technisch ausgereifte und wirtschaftlich attraktive Möglichkeit, den Brennstoffnutzungsgrad von Biomasse-Nahwärmanlagen deutlich zu erhöhen. Sie erschließen nicht nur die fühlbare, sondern auch die latente Wärme des Abgasstroms und steigern so die Gesamteffizienz um 20–30 %.

Die Vorteile liegen auf mehreren Ebenen:

Ökologisch	Ökonomisch	Technisch
reduzierter Brennstoffverbrauch, geringere CO <sub>2</sub> -Emissionen und ressourcenschonendere Nutzung von Biomasse.	signifikante Brennstoffkostensenkung, kurze Amortisationszeiten durch Förderprogramme.	bewährte, robuste Technologie mit minimalem Strombedarf und einfacher Integration in bestehende Heizwerke.



Fallstudien belegen, dass AWP in unterschiedlichen Anlagengrößen und Konfigurationen erfolgreich eingesetzt werden können. Damit sind sie ein zukunftsweisendes Element zur Effizienzsteigerung in Biomasse-Nahwärmenetzen und leisten einen entscheidenden Beitrag zur Umsetzung der Wärmewende. Auch wenn eine Nachrüstung einer AWP nicht für alle österreichischen Biomasseheizwerken technisch geeignet ist, wird hier ein signifikantes Marktpotenzial sichtbar.