	FAQ 17: Wie soll ein Abgaswärmetauscher eingebunden werden?		FAQ 17
	Erste Veröffentlichung: 30. September 2009	Letzte Bearbeitung: 21. Februar 2012	
	Die Literatur- und Download-Hinweise sind in einem separaten Dokument erhältlich. Unter www.qmholzheizwerke.ch , www.qmholzheizwerke.de oder www.qmholzheizwerke.at können die Dokumente teilweise kostenlos heruntergeladen werden.		

Abgaswärmetauscher werden sowohl heizwasser- wie abgasseitig oft falsch eingebunden, weil die Randbedingungen zu wenig beachtet werden. Wie soll ein Abgaswärmetauscher bei den gegebenen Randbedingungen eingebunden werden?

Vorbemerkung: Hier wird «Abgaswärmetauscher» als Überbegriff für alle Bauarten verwendet. Nicht kondensierende Abgaswärmetauscher werden oft auch Economizer oder Eco genannt. In der Praxis wird der Begriff «Wärmetauscher» am häufigsten verwendet; aber auch «Wärmeaustauscher» und «Wärmeübertrager» sind übliche Begriffe, die physikalisch zutreffender sind.

Um diese Frage zu beantworten, müssen zunächst einmal die **Randbedingungen** bekannt sein:

- Bauart des/der Partikelabscheider(s)
- Abwärmennutzung ohne oder mit Abgaskondensation?
- Wie hoch ist die minimale Abgas-Eintrittstemperatur am Partikelabscheider? Wie schnell muss diese erreicht werden?
- Wie hoch ist die maximale Abgas-Eintrittstemperatur am Partikelabscheider, die bei Volllast nicht überschritten werden darf?
- Wie hoch ist die Kesseleintrittstemperatur?
- Wie hoch ist die Hauptrücklauftemperatur?
- Wie hoch ist die tiefste Rücklauftemperatur einer einzelnen Gruppe, die genutzt werden kann? Welche Leistung kann dabei genutzt werden?
- Nutzung der Abgase von einem oder von mehreren Kesseln? Nutzung einzeln oder gemeinsam?

Dann muss der für diese Aufgabe am besten geeignete **Abgaswärmetauscher** ausgewählt werden:

- Abgaswärmetauscher für Abgastemperaturen > 90...120°C (muss kein Chromstahl sein); der Abgaswärmetauscher muss trocken bleiben, d. h. ein kondensierender Betrieb muss sicher vermieden werden
- Abgaswärmetauscher aus korrosionsfestem Material (Chromstahl, Glas), d. h. ein kondensierender Betrieb ist möglich, wenn die Abfuhr und Neutralisation des Kondensats gewährleistet ist und Krustenbildung sicher verhindert wird (siehe weiter unten)
- Zweistufiger Abgaswärmetauscher für nicht kondensierenden (Stufe 1) und kondensierenden Betrieb (Stufe 2)

Damit ein **nicht kondensierender Abgaswärmetauscher** sicher trocken bleibt, sind entsprechende Vorkehrungen notwendig:

- Abgasseitiger Bypass
- Hydraulische Einbindung so, dass beim Anfahren heizwasserseitig eine minimale Eintrittstemperatur gewährleistet ist (so ist ein abgasseitiger Bypass nicht notwendig)

Bei einem **kondensierenden Abgaswärmetauscher** müssen die Wärmeaustauschflächen abgasseitig stets nass bleiben (Befeuchtung durch einen sogenannten «Quench»). Nur so können unerwünschte Ablagerungen verhindert werden, welche sich in Zonen aufbauen können, die zwischen nass und trocken wechseln.

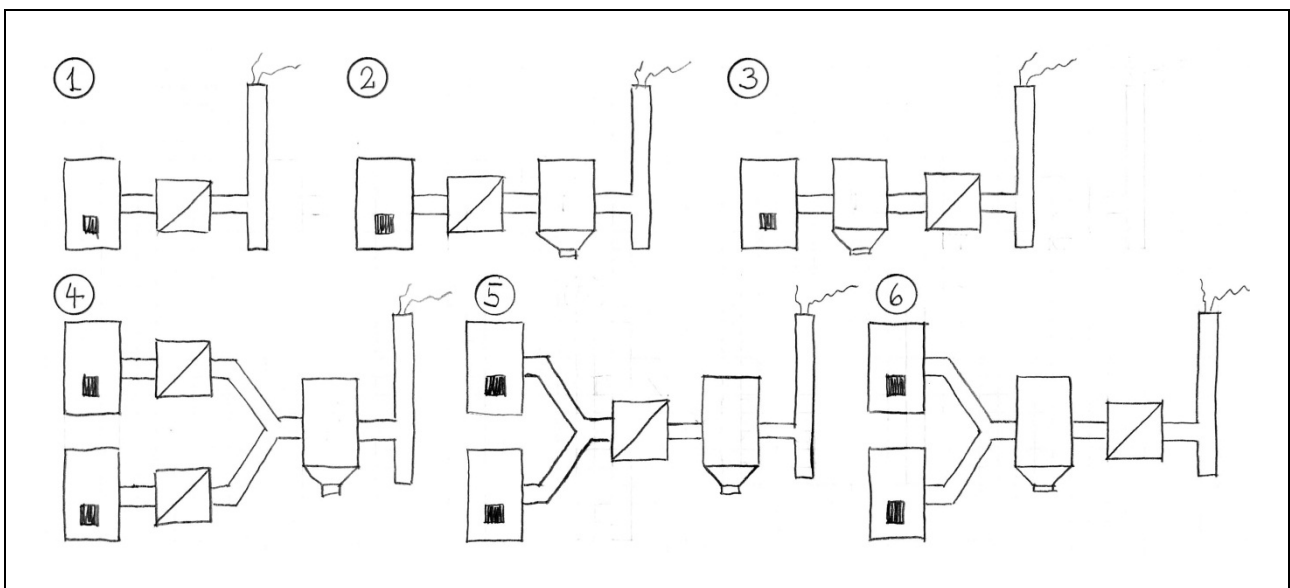
Ausserdem sind möglicherweise noch weitere Massnahmen notwendig, um eine **Überhitzung des Heizwassers bei zu wenig Leistungsabfuhr** zu verhindern:

- Abgasseitiger Bypass
- Hydraulische Einbindung so, dass der Abgaswärmetauscher immer durchflossen ist und die Leistung immer abgeführt werden kann (so ist ein abgasseitiger Bypass nicht notwendig)

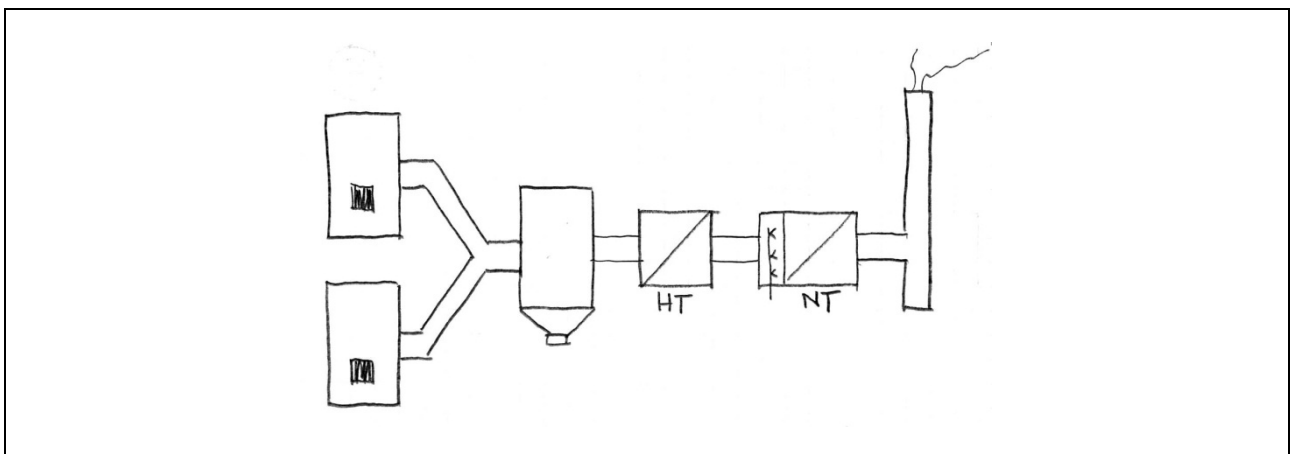
Für die **abgasseitige Einbindung** ergeben sich verschiedene Varianten (FAQ 17 Abbildung 1):

- **Variante 1:** Im Abgasrohr eines kleineren Kessels ohne Partikelabscheider
- **Variante 2:** Im Abgasrohr des Kessels vor dem Partikelabscheider (Bedingung: Abgas-Bypass offen bis Betriebstemperatur erreicht ist)
- **Variante 3:** Im Abgasrohr nach dem Partikelabscheider
- **Variante 4:** In den Abgasrohren mehrerer Kessel vor dem Partikelabscheider (Bedingung: Abgas-Bypass offen bis Betriebstemperatur erreicht ist)
- **Variante 5:** Im gemeinsamen Abgasrohr mehrerer Kessel vor dem Partikelabscheider (nicht empfohlen)
- **Variante 6:** Im gemeinsamen Abgasrohr mehrerer Kessel nach dem Partikelabscheider

Der Abgaswärmetausch kann auch zweistufig erfolgen. FAQ 17 Abbildung 2 zeigt die abgasseitige Einbindung an einem Beispiel.



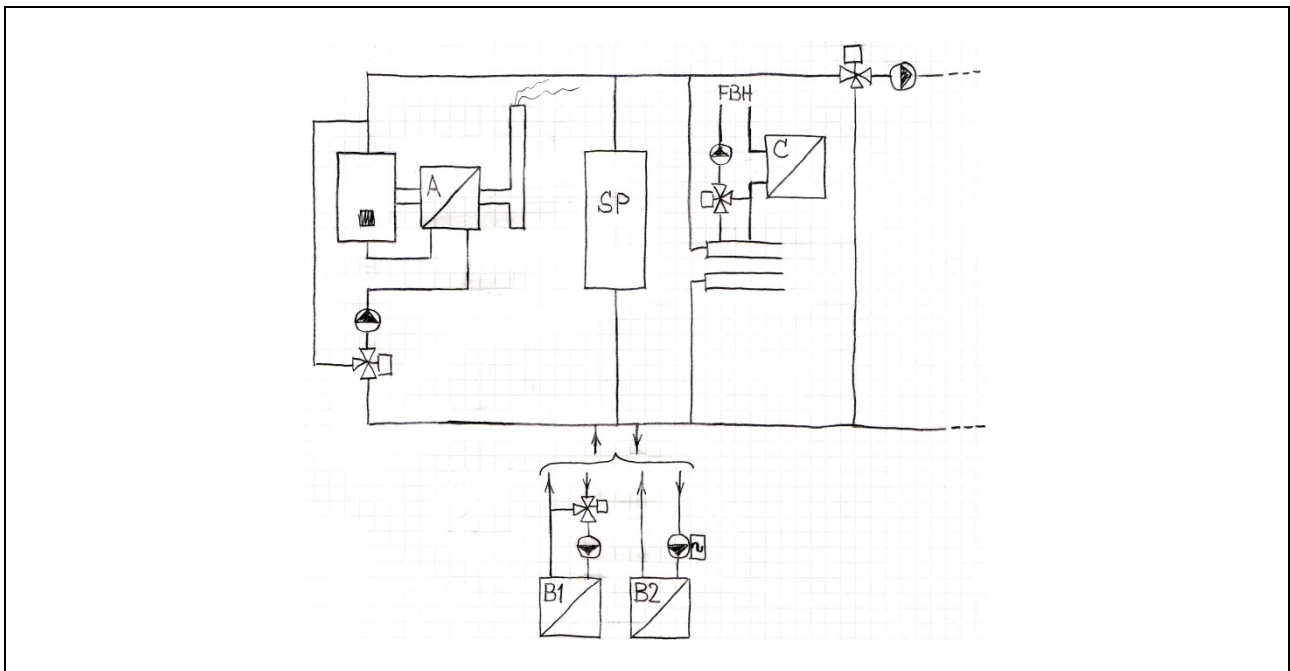
FAQ 17 Abbildung 1: Varianten zur abgasseitigen Einbindung



FAQ 17 Abbildung 2: Abgasseitige Einbindung eines zweistufigen Abgaswärmetauschers

Nun kann überlegt werden, wie die **heizwasserseitige Einbindung** des Abgaswärmetauschers erfolgen kann (Anschlüsse gemäss FAQ 17 Abbildung 3):

- **Anschluss A:** Direkt im Rücklauf des Kesselkreises beim Kesseleintritt für Abwärmenutzung ohne Abgaskondensation. Speziell geeignet für nicht kondensierende Abgaswärmetauscher (Bedingung: der Wärmetauscher bleibt sicher trocken).
- **Anschluss B1:** Im Hauptrücklauf mit Abgaswärmetauscher-Eintritt vor dem Speicher bzw. Bypass und Abgaswärmetauscher-Austritt nach dem Speicher bzw. Bypass (wie in den Standardschaltungen Teil II **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**). Diese Schaltung ist speziell geeignet für einen gemeinsamen nicht kondensierenden Abgaswärmetauscher mehrerer Kessel. Durch die Beimischschaltung wird eine minimale Eintrittstemperatur gewährleistet. Wenn beim Anfahren die Leistungsabfuhr nicht gewährleistet ist, muss ein abgasseitiger Bypass vorgesehen werden.
- **Anschluss B2:** Im Hauptrücklauf mit Abgaswärmetauscher-Eintritt vor dem Speicher bzw. Bypass und Abgaswärmetauscher-Austritt nach dem Speicher bzw. Bypass (wie B1). Diese Schaltung ist speziell geeignet für einen gemeinsamen Abgaswärmetauscher mit kondensierendem Betrieb für mehrere Kessel. Bedingung für den kondensierenden Betrieb ist jedoch, dass der Hauptrücklauf $\leq 45^\circ\text{C}$ bleibt. Wenn beim Anfahren die Leistungsabfuhr nicht gewährleistet ist, muss ein abgasseitiger Bypass vorgesehen werden.
- **Anschluss C:** Im Rücklauf einer einzelnen Gruppe mit möglichst tiefer Rücklauftemperatur. Speziell für nachgeschaltete Kondensationswärmetauscher geeignet, wenn die Niedertemperaturgruppe eine genügende Leistungsabgabe erlaubt. Manchmal ist auch ein Anschluss an einem Niedertemperaturverteiler möglich, an dem mehrere Niedertemperaturgruppen angehängt sind. Wenn die Leistungsabfuhr nicht jederzeit gewährleistet ist, muss ein abgasseitiger Bypass vorgesehen werden.
- **Kombination** einer Anschlussvariante ohne Kondensation (Anschluss A oder B1) und einer mit Kondensation (Anschluss B2 oder C), die in Serie in den Abgasstrom eingebunden werden.



FAQ 17 Abbildung 3: Anschlussmöglichkeiten zur heizwasserseitigen Einbindung

FAQ 17 Tabelle 1 zeigt, welche abgasseitigen Einbindungsarten mit welchen heizwasserseitigen Einbindungsarten in Verbindung mit Elektroabscheidern unter welchen Randbedingungen sinnvoll kombiniert werden können.

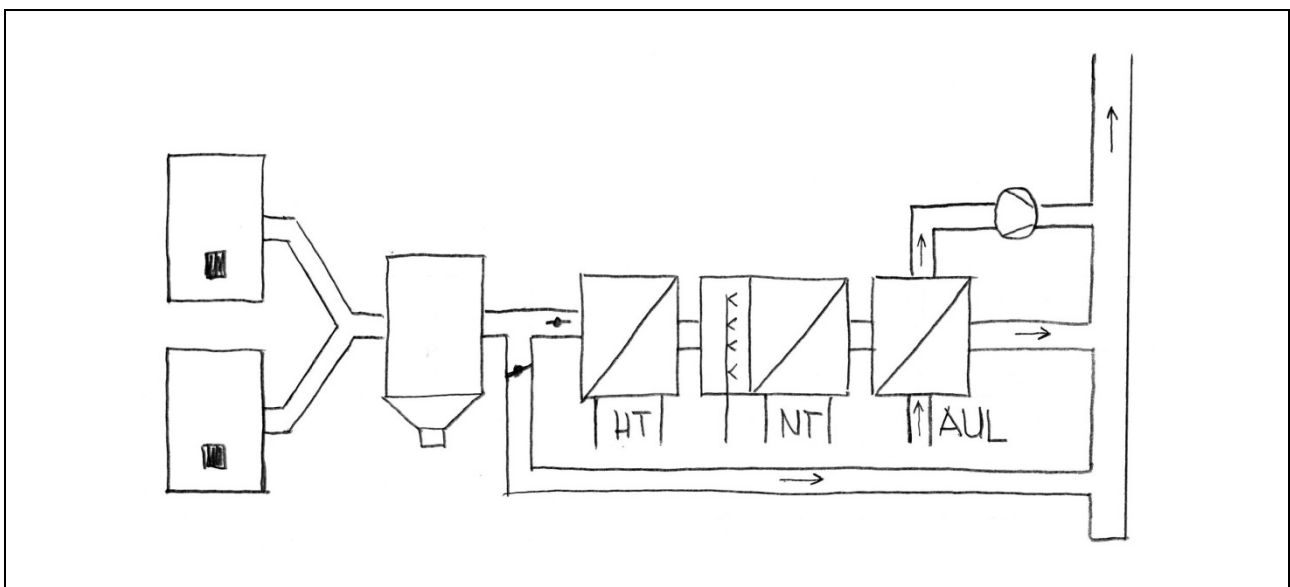
Hydr. Einbindung (FAQ 17 Abbildung 3) → Anlageart, abgasseitige Einbindung (FAQ 17 Abbildung 1) ↓	(A) Hydraulische Einbindung beim Kessel-eintritt	(B1) Hydraulische Einbindung im Hauptrücklauf	(B2) oder (C) Hydraulische Einbindung an einem Ort mit sehr tiefer Rücklauftemperatur < 45°C	Kombination (A) mit (B2) oder (C): Hydraulische Einbindung beim Kesseleintritt und an einem Ort mit sehr tiefer Rücklauftemperatur < 45°C
(1) Einkesselanlage kleinerer Leistung ohne Elektroabscheider, Abgaswärmetauscher im Abgasrohr des Kessels	Abgaswärmetauscher für Betrieb > 90°C (muss nicht aus Chromstahl sein)	Nicht empfohlen, da zu aufwendig	Möglich, wenn genügend Abwärmeleistung vorhanden ist: Einstufiger Abgaswärmetauscher für kondensierenden Betrieb < 45°C	Nicht empfohlen, da zu aufwendig
(2) Einkesselanlage mit Elektroabscheider, Abgaswärmetauscher im Abgasrohr des Kessels	Nur möglich, wenn schnell eine genügend hohe Eintrittstemperatur am Elektroabscheider gewährleistet werden kann (Abgas-Bypass zum Anfahren)	Nicht möglich: Minimale Betriebstemperatur Elektroabscheider nicht gewährleistet	Nicht möglich: Minimale Betriebstemperatur Elektroabscheider nicht gewährleistet	Nicht möglich: Minimale Betriebstemperatur Elektroabscheider nicht gewährleistet
(3) Einkesselanlage mit Elektroabscheider, Abgaswärmetauscher im Abgasrohr nach dem Elektroabscheider	Abgaswärmetauscher für Betrieb > 90°C (muss nicht aus Chromstahl sein)	Abgaswärmetauscher für Betrieb > 90°C (muss nicht aus Chromstahl sein)	Möglich, wenn genügend Abwärmeleistung vorhanden ist: Einstufiger Abgaswärmetauscher für kondensierenden Betrieb < 45°C	Zweistufiger Abgaswärmetauscher für kondensierenden Betrieb < 45°C → FAQ 17 Abbildung 2 mit nur einem Kessel
(4) Mehrkesselanlage mit Elektroabscheider, Abgaswärmetauscher im Abgasrohr jedes Kessels	Nur möglich, wenn schnell eine genügend hohe Eintrittstemperatur am Elektroabscheider gewährleistet werden kann (Abgas-Bypass zum Anfahren)	Nicht möglich: Minimale Betriebstemperatur Elektroabscheider nicht gewährleistet	Nicht möglich: Minimale Betriebstemperatur Elektroabscheider nicht gewährleistet	Nicht möglich: Minimale Betriebstemperatur Elektroabscheider nicht gewährleistet
(5) Mehrkesselanlage mit Elektroabscheider, Abgaswärmetauscher im gemeinsamen Abgasrohr vor dem Elektroabscheider	---	Nicht möglich: Minimale Betriebstemperatur Elektroabscheider nicht gewährleistet	Nicht möglich: Minimale Betriebstemperatur Elektroabscheider nicht gewährleistet	Nicht möglich: Minimale Betriebstemperatur Elektroabscheider nicht gewährleistet
(6) Mehrkesselanlage mit Elektroabscheider, Abgaswärmetauscher im gemeinsamen Abgasrohr nach dem Elektroabscheider	---	Abgaswärmetauscher für Betrieb > 90°C (muss nicht aus Chromstahl sein)	Möglich, wenn genügend Abwärmeleistung vorhanden ist: Einstufiger Abgaswärmetauscher für kondensierenden Betrieb < 45°C	Zweistufiger Abgaswärmetauscher für kondensierenden Betrieb < 45°C → FAQ 17 Abbildung 2

FAQ 17 Tabelle 1: Hydraulische und abgasseitige Einbindung von Abgaswärmetauschern in Verbindung mit Elektroabscheidern

Die im Abgas enthaltenen Reststäube und schädlichen Gase sieht man normalerweise nicht, und diese führen deshalb auch nicht zu Reklamationen. Eine Wasserdampf-Fahne besteht zwar nur aus Wasser, ist aber gut sichtbar und führt deshalb umso mehr zu Reklamationen. Durch eine sogenannte Entschwadung kann der Wassergehalt des Abgases so weit herabgesetzt, dass über dem Kamin nichts mehr zu sehen ist. Dazu wird nach dem Abgaswärmetauscher noch ein zusätzlicher **Entschwadungs-Luftvorwärmer** eingesetzt (FAQ 17 Abbildung 4). Dieser erwärmt einen Aussenluftstrom, der den Abgasen beigemischt wird. Damit wird der Taupunkt des Abgas-Aussenluft-Gemisches so weit herabgesetzt, dass keine Wasserdampffahne mehr zu sehen ist.

Einziges Ziel der Entschwadung ist die Erhöhung der Akzeptanz der Holzheizungsanlage bei den Nachbarn («keine Rauchfahne = saubere Anlage»). Die Entschwadung reduziert keine Schadstoffe und sie bringt auch energetisch nichts, ausser mehr Hilfsenergieverbrauch wegen des zusätzlichen Ventilators. Hinzu kommt noch, dass diese Anlagen bei wechselnder Brennstoffqualität relativ stör anfällig sind.

Wenn Entschwadung unumgänglich gefordert wird, sollte wenigstens eine möglichst optimale Methode gewählt werden. Bei hohen Rücklauftemperaturen kann der Einsatz einer Wärmepumpe, welche die Abgase auf unter 45°C abkühlt, geprüft werden.



FAQ 17 Abbildung 4: Kombination von Hochtemperatur-, Niedertemperatur- und Entschwadungs-Wärmetauscher