

**Als das Qualitätssicherungssystem «QM Holzheizwerke» konzipiert wurde, waren Partikelabscheider noch kaum ein Thema. Hinweise und Forderungen dazu sind deshalb in den bisher erschienenen Publikationen nur wenige zu finden. In Neuauflagen wird die Frage «Was ist beim Einbau von Partikelabscheidern zu beachten?» soweit als möglich ergänzt werden.**

**Vorbemerkung:** Hier wird «Feinstaubabscheider» als Überbegriff für alle Bauarten verwendet und als Unterbegriffe beispielsweise «Gewebefilter» und «Elektroabscheider» (Abscheidung durch Filtration ist nur für den Gewebefilter zutreffend).

Die Luftreinhalteverordnung (LRV) sieht für Neuanlagen folgende **Grenzwerte** vor:

- 70...500 kW:                50 mg/m<sup>3</sup> / 13% O<sub>2</sub> (gilt erst ab 2012, bis dahin gilt noch 150 mg/m<sup>3</sup> / 13% O<sub>2</sub>)
- 500...1'000 kW:            20 mg/m<sup>3</sup> / 13% O<sub>2</sub>
- 1'000...10'000 kW:        20 mg/m<sup>3</sup> / 11% O<sub>2</sub>

Bei bestehenden Anlagen beträgt die Sanierungsfrist 10 Jahre, solange der alte Grenzwert eingehalten wird, sonst nur 5 Jahre.

Folgende **Trocken-Partikelabscheider** werden bei Holzheizungsanlagen eingesetzt:

- **Platten-Elektroabscheider**, die mit Klopfleinrichtungen periodisch abgereinigt werden, sind heute als etablierte Technik ab 200 kW verfügbar. Der Raumbedarf ist hoch, die Höhe entspricht etwa dem vorgeschalteten Kessel. Eine Taupunktunterschreitung der Abgase muss sicher verhindert werden, solange die Hochspannung eingeschaltet ist. Zur Verminderung des Risikos von Kurzschlüssen sind die Isolatoren noch zusätzlich aus dem Gasstrom zurückversetzt und oft auch noch elektrisch beheizt. Trotz dieser Massnahmen darf die Hochspannung erst eingeschaltet werden, wenn die Abgastemperatur 120...130°C erreicht hat. Unter diesem vom Hersteller des Elektroabscheiders vorgegebenen Grenzwert ist der Elektroabscheider unwirksam. Beim Anfahren und bei Minimallastbetrieb ist deshalb möglichst schnell ein stationärer Betrieb sicherzustellen.
- **Rohr-Elektroabscheider** sind für Holzheizungsanlagen im Bereich 100...1'000 kW geeignet. Hier erfolgt die Abreinigung durch mechanische Bürsten. Im Vergleich zum Platten-Elektroabscheider ist der Raumbedarf deutlich reduziert, es gelten aber die gleichen Forderungen bezüglich Taupunktunterschreitung wie beim Platten-Elektroabscheider.
- **Gewebefilter** gibt es von 200 kW an aufwärts als Schlauch-Gewebefilter oder als Patronen-Gewebefilter. Nachteilig ist der grosse Druckabfall. Die Abreinigung der Gewebefilterschläuche erfolgt mittels periodischen Druckluftstössen. Damit der Gewebefilter unter keinen Umständen nass wird, ist eine minimale Abgastemperatur von 120...140°C erforderlich. Solange diese Forderung nicht erfüllt ist, müssen die Abgase über einen Bypass umgeleitet werden. Gewebefilter sind nur für sehr trockene Brennstoffe und Bandlastbetrieb geeignet (z. B. Altholzverbrennung oder Holzverarbeitende Betriebe).
- **Metallgewebefilter** gibt es im Bereich 100 bis 540 kW (Stand bei der Markteinführung 2008). Die periodische Abreinigung der Metallgewebefilterpatronen erfolgt mit Druckluftstössen. Nachteilig ist der hohe Druckabfall, es ist aber kein Bypass notwendig und der Filter ist gegen Glutpartikel unempfindlich. Eine elektrische Filterheizung verhindert Kondenswasserbildung (hoher Bedarf an elektrischer Energie bei Schwachlastbetrieb).
- **Zyklone und Multizyklone** erzielen für Partikel über 5 Mikrometer eine Abscheidewirkung von über 50% und ermöglichen in der Regel die Einhaltung des Grenzwertes für kleinere Holzheizungsanlagen von 150 mg/m<sup>3</sup>. Bei grösseren Anlagen werden Zyklone bzw. Multizyklone vor allem als Vorabscheider zur Verringerung der Staubfracht im Rohgas eingesetzt.

**Nass-Partikelabscheider** werden sinnvollerweise in Kombination mit Abgaskondensation eingesetzt. Das Benetzen von Feinstaubpartikeln ist aber schwierig. Der Abscheidegrad ist abhängig von der Reinheit des Waschwassers und dem Anteil Wasserdampf, welcher aus dem Abgasstrom auskondensiert wird. Der Abscheidegrad steigt mit tieferer Rücklauftemperatur (höherer Anteil Kondenswasser). Die Dampfschwadenbildung wird reduziert, je tiefer die Abgase abgekühlt und damit getrocknet werden. Damit der Wasserdampf im Abgas auskondensiert ist eine maximale Rücklauftemperatur < 45°C erforderlich (bei trockenem Brennstoff

noch tiefer). Das Waschwasser muss vor dem erneuten Eindüsen gereinigt werden. Dafür sind Filter, Abscheidebecken und Neutralisation erforderlich. Es gibt zwei Bauarten:

- **Wäscher** (Wäscherturm) gibt es im Bereich 70...500 kW. Technisch ausgereifte Lösungen mit Reingasgehalt 50 mg/m<sup>3</sup> (bei 13 % O<sub>2</sub>) sind bisher nicht Stand der Technik.
- **Nass-Elektroabscheider** sind erst ab etwa 1'500 kW verfügbar. Die Abreinigung erfolgt durch einen Flüssigkeitsfilm.

Aus den unterschiedlichen Eigenschaften und Einsatzbereichen der beschriebenen Bauarten ergeben sich die **Empfehlungen zur Systemwahl** gemäss FAQ 18 Tabelle 1.

Leistungsbereich	70...500 kW	500...1'000 kW	1000...10'000 kW
Grenzwert	50 mg/m <sup>3</sup> / 13% O <sub>2</sub>	20 mg/m <sup>3</sup> / 13% O <sub>2</sub>	20 mg/m <sup>3</sup> / 11% O <sub>2</sub>
Bandlastbetrieb, z. B. Altholzverbrennung oder Holzverarbeitende Betriebe	Rohr-Elektroabscheider ++ Platten-Elektroabscheider ++ Metallgewebefilter ++ Wäscher ++	Rohr-Elektroabscheider ++ Platten-Elektroabscheider ++ Gewebefilter ++ Wäscher ++ (nicht gesichert)	Platten-Elektroabscheider ++ Gewebefilter ++ Nass-Elektroabscheider ++
Geringer Anteil an Schwachlastbetrieb, z. B. bivalente Holzheizungsanlagen	Rohr-Elektroabscheider + Platten-Elektroabscheider + Metallgewebefilter + Wäscher ++	Rohr-Elektroabscheider + Platten-Elektroabscheider + Wäscher ++ (nicht gesichert)	Platten-Elektroabscheider + Nass-Elektroabscheider ++
Hoher Anteil an Schwachlastbetrieb, z. B. monovalente Holzheizungsanlagen	Wäscher +	Wäscher + (nicht gesichert)	Nass-Elektroabscheider +
++ gut geeignet; + geeignet			

FAQ 18 Tabelle 1: Empfehlungen zur Systemwahl der Partikelabscheider

Im Zusammenhang mit der Systemwahl gilt es noch zahlreiche **weitere Punkte** zu beachten:

- Bei Anlagen mit 2 Holzkesseln sollte überlegt werden, ob die preisgünstigere Lösung mit 1 Partikelabscheider und 1 Kamin wirklich sinnvoll ist. Jeder Kessel mit eigenem Partikelabscheider und eigenem Kamin ist zwar teurer, ergibt aber Vorteile durch klare Kessellinien (keine gegenseitige abgasseitige Beeinflussung, optimaler Kaminquerschnitt usw.)
- Vorabscheidung unverbrannter Grobpartikel grösser 5 Mikrometer mit Zyklon oder Multizyklon ist sowohl bei Trocken- wie bei Nass-Feinstaubabschneidungsverfahren sinnvoll. Bei Anlagen mit Elektroabscheider ergibt sich eine Verringerung der Staubfracht, weil unverbrannte Grobpartikel grösser 5 Mikrometer nur unzureichend abgeschieden werden, und bei Nass-Feinstaubabschneidungsverfahren können die Aufwendungen für die Schlammbewirtschaftung und die Entsorgungskosten reduziert werden.
- Beim Platten- und Rohr-Elektroabscheider sowie beim Gewebefilter geht es vor allem darum, die vom Hersteller vorgeschriebene Minimaltemperatur beim Anfahren möglichst schnell zu erreichen und im Minimallastbetrieb eine Unterschreitung sicher zu vermeiden. Als Erstes ist deshalb immer mit dem Hersteller abzuklären, welche Minimaltemperatur bei welcher Brennstoffqualität eingehalten werden muss.
- Ob Abgaswärmetauscher für Abgastemperaturen > 120°C vor dem Elektroabscheider bzw. Gewebefilter eingebaut werden sollen ist fraglich. Abgaswärmetauscher für tiefere Abgastemperaturen sind in jedem Falle nach dem Elektroabscheider anzuordnen (siehe FAQ 17: Wie soll ein Abgaswärmetauscher eingebunden werden?).
- Auch die maximal zulässige Abgastemperatur am Eintritt zum Partikelabscheider muss beachtet werden: Wenn diese bei Schwachlast mit allen Mitteln hoch gehalten werden muss, kann die Abgastemperatur bei Vollast schnell einmal zu hoch werden.
- Wichtig ist, dass in einem kondensierenden Abgaswärmetauscher abgasseitig die Wärmeaustauschflächen stets nass sein müssen. Nur so können unerwünschte Ablagerungen verhindert werden, welche sich in Zonen aufbauen können, die zwischen nass und trocken wechseln.
- Der sinnvolle Einsatz von Nass-Feinstaubabschneidungsverfahren besteht in der Kombination mit Abgaskondensation. Der Abscheidegrad wird durch den Kondenswasseranteil erhöht und der Fremdwasserbedarf auf ein Minimum beschränkt. Damit der Wasserdampf im Abgas auskondensiert, ist eine maximale Rücklaufumtemperatur < 45°C erforderlich (bei trockenem Brennstoff noch tiefer). Der Partikelabschneidegrad einer Abgaskondensationsanlage beträgt bereits ohne Wäscher oder Nass-Elektroabscheider 40...50%.

- Im Betriebsoptimierungskonzept muss immer unmissverständlich festgelegt werden, dass bei der automatischen Datenaufzeichnung «Partikelabscheider in Funktion» (d. h. Hochspannung eingeschaltet bzw. Bypass geschlossen bzw. Eindüsung Waschwasser eingeschaltet) aufgezeichnet wird und nicht etwa bloss ein Freigabesignal.
- Im Rahmen von QM Holzheizwerke sollte zusätzlich eine Mindestverfügbarkeit der Feinstaubabscheidung verlangt und bei Meilenstein 5 auch deren Einhaltung kontrolliert werden.
- Bei den zukünftigen offiziellen Emissionsmessungen wird bei Trocken-Feinstaubabscheideverfahren der Abreinigungsintervall mitgemessen.