

ABGASFILTER IM FELDTEST

Partikelabscheider für Klein-Holzfeuerungen

Im Aktionsplan gegen Feinstaub legt der Bund auch einen Schwerpunkt bei der Holzverbrennung. Für die Holzfeuerungsbranche wird damit die Reduktion der Partikelemissionen ein zentrales Thema. Das Ökozentrum Langenbruck hat im Kanton Graubünden erste Erfahrungen gesammelt und ausgewertet.

TEXT: CHRISTIAN GAEGAUF

Im Rahmen seiner Aktionen zur Senkung der Feinstaubkonzentration in der Luft unterstützte der Kanton Graubünden die Installation eines neuartigen Elektro-Partikelabscheiders (PAB-Elektrofilter) für Klein-Holzfeuerungsanlagen der Firma Rüegg Cheminée AG in Zumikon. Der Kanton wollte mit dieser Kampagne Erfahrungen sammeln, wie sich Partikelabscheider unter Praxisbedingungen im Feld bewähren. Die Fachstelle Energie des Bündner Amtes für Natur und Umwelt wählte fünf Holzfeuerungen für einen Feldversuch aus: einen Zimmerofen, einen Tavetscher Specksteinofen (Speicherofen), einen Schnitzelkessel (15 kW) und zwei Pelletskessel (15 kW und 25 kW).

Messkampagne

Das Ökozentrum Langenbruck erhielt vom Kanton Graubünden den Auftrag, den Partikelabscheider auf seine Wirksamkeit im Alltagsbetrieb zu untersuchen. Dazu wurden an allen Holzfeuerungen mit PAB-Elektrofilter der Gesamtstaub im Roh- und Reingas sowie an einigen Feuerungen zusätzlich die Feinstaubkonzentration und Partikelgrößenverteilung analysiert. Die Staubmessungen im Roh- und Reingas erfolgten bei den Zimmeröfen gleichzeitig, bei den Schnitzel- und Pelletskesseln hingegen sequenziell bei ein- bzw. ausgeschaltetem PAB-Elektrofilter.

Mit der verwendeten Feinstaubanalytik konnten die Partikelkonzentrationen zwischen 10 und 330 nm (nm: Nanometer) bestimmt werden. Diese Größen sind für Verbrennungspartikel typisch. Derart feine Partikel können von den Nasenschleimhäuten und Bronchien nicht zurückgehalten werden. Sie gelangen deshalb über den menschlichen Atemtrakt in den Körper und werden in den Lungenbläschen deponiert.

Für die Messungen wurde der vom jeweiligen Betreiber benutzte Brennstoff (Stückholz, Schnitzel und Pellets) eingesetzt. Der Lastzustand der automatischen Feuerungen war während den Messzyklen vom Wärmebedarf der Liegenschaft abhängig. Entsprechend erfolgten die Abgasmessungen bei unterschiedlichen Lastzuständen der Heizkessel. Die Ofenfeuerungen wurden mit aufeinander folgenden Holzchargen befeuert. (Siehe Abb. 1.)

Bei Staub eine Abscheidewirkung bis 60%

Auffallend war die grosse Bandbreite der Staubwerte im Rohgas der Anlagen. In der Grafik 2 ist die prozentuelle Minderung des Staubauswurfes gegenüber dem Staubgehalt im Rohgas durch Ausschalten des Elektrofilters dargestellt. Die Pelletskessel weisen eine sehr geringe Staubkonzentration im Rohgas auf und liegen damit deutlich unter den Reingaswerten der Schnitzel- und Ofenfeuerungen. Bei elektrischen Durchschlägen reduziert die Steuerung des Partikelabscheiders die Spannung. Dies erklärt den geringen Abscheidegrad von 18% bei einem Messzyklus am Zimmerofen.

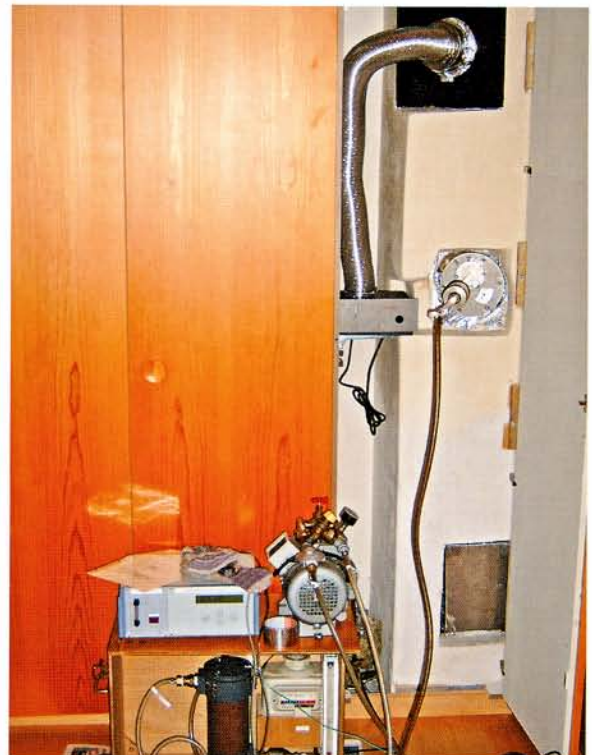
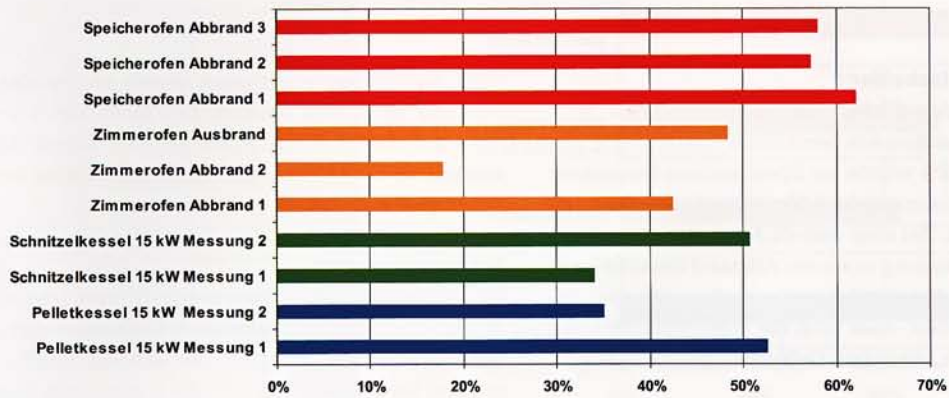


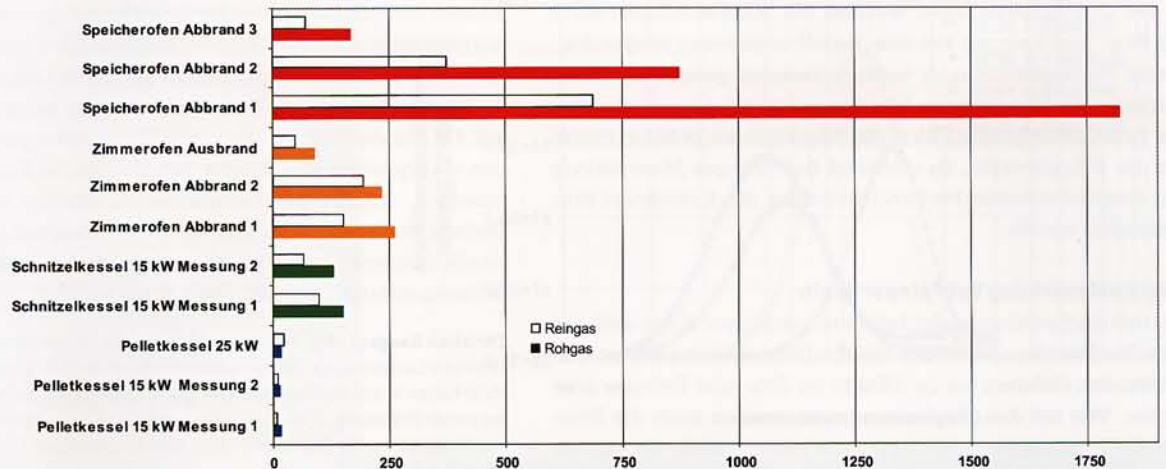
Abb. 1: Messaufbau der Staub- und Partikelanalytik in der Feldmesskampagne.

Staubreduktion



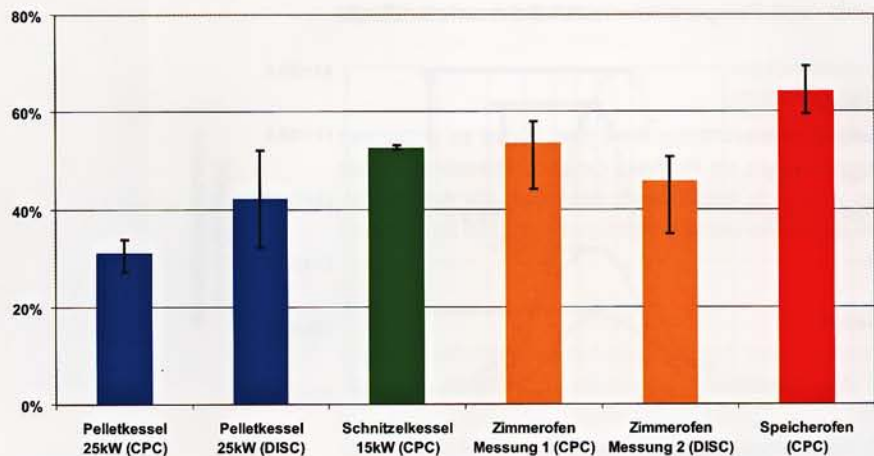
Grafik 2: Gemessene Reduktion des Gesamtstaubes durch den Elektro-Partikelabscheider in den verschiedenen Holzfeuerungsanlagen.

Staubgehalt in Roh- und Reingas



Grafik 3: Gesamtstaubwerte im Roh- und Reingas.

Reduktion Feinpartikel



Grafik 4: Reduktion der Feinpartikel mit Durchmessern bis 300 nm als Mittelwert. Der Bereich zwischen maximalem und minimalem Abscheidegrad wird ebenfalls dargestellt. Gemessen wurde mit zwei unterschiedlichen Messgeräten (CPC und DISC).

Die Kaminlänge ist entscheidend

Die Staubreduktion des Elektro-Partikelabscheiders wird durch die Länge des Kaminrohrs beeinflusst. Die höchste Abscheidewirkung von 62% wurde im Speicherofen gemessen: Dort war die Staubentnahme zirka 4 Meter nach dem Partikelabscheider positioniert. Bei allen andern Anlagen lag der Messpunkt für die Staubmessung in einem Abstand zwischen zirka 1 und 2 Meter vom Abscheider entfernt. Es kann aber davon ausgegangen werden, dass sich die Abscheidewirkung dieser Anlagen in einer ähnlichen Grössenordnung bewegt.

Abgeschiedene Partikelmasse

Bei einer Gegenüberstellung der Staubwerte im Roh- und Reingas zeigte sich, dass der Partikelabscheider bei den hohen Staubemissionswerten der Ofenfeuerungen absolut gesehen eine grosse Partikelmasse reduziert. Bei den kleinen Staubgehalten im Rohgas der Pelletkessel ist auch die im Abscheider reduzierte Partikelmasse gering. (Siehe Grafik 3.)

Bei den Kesselanlagen wurden die Staubemissionswerte für Roh- und Reingas bei aus- beziehungsweise eingeschaltetem Partikelabscheider zeitlich versetzt gemessen. Diese sequenzielle Messung der Staubwerte ist der Grund, dass bei der Pelletkesselanlage 25 kW die Reinstaubwerte höher liegen als die Rohgaswerte, da während der Reingas-Messperiode bei eingeschaltetem Partikelabscheider ein Kesselstart mitgemessen wurde.

Abscheidewirkung bei Feinpartikeln

Bei den Verbrennungspartikeln interessiert vor allem auch die Abscheidewirkung des PAB-Elektrofilters für Feinpartikel. Dazu wurden Grössen bis zu 330 nm im Roh- und Reingas analysiert. Wie bei den Staubmessungen wurden auch die Feinpartikelmessungen zeitlich versetzt mit ein- und ausgeschaltetem Partikelabscheider durchgeführt. (Siehe Grafik 4.)

Betrachtet man nun die Abscheidewirkung des PAB-Elektrofilters auf die Staub- und Feinpartikelemissionen, so lässt sich ein Gleichlauf von Staub- und Feinpartikelminderung im Abgas feststellen. Somit reduziert der PAB-Elektrofilter die Gesamtstaub- und Feinpartikelemissionen deutlich. (Siehe Grafik 5.)

Partikelgrösse

Die Partikelgrössenverteilung lässt den Trend zu grösseren Partikeldurchmessern im Reingas deutlich erkennen. In der Grafik 6 ist weiter zu entnehmen, dass sich die Abscheidewirkung zu grösseren Partikeldurchmessern (150 bis 300 nm) hin erhöht.

Betriebsdauer

Die Betriebsdauer des Abscheiders hat einen Einfluss auf die Reduktion der Partikel. Im Dauerbetrieb erreicht der PAB-Elektrofilter beim Speicherofen einen Abscheidegrad von 59%. Nach einer Einschaltdauer des PAB von 3 Minuten liegt der Abscheidegrad nur noch bei 33%. Dieser EIN-/AUS-Betrieb des Abscheiders, der für die Messungen notwendig ist, entspricht allerdings nicht der Praxis. Bei einem kontinuierli-

chen Betrieb kann mit einer gleich bleibenden Abscheidewirkung gerechnet werden. Die Messungen am Partikelabscheider des Speicherofens zeigten einen Abscheidewirkungsgrad bis zu 76% bei einer Betriebsdauer von über 15 Minuten (siehe Grafik 7).

Schlussfolgerung

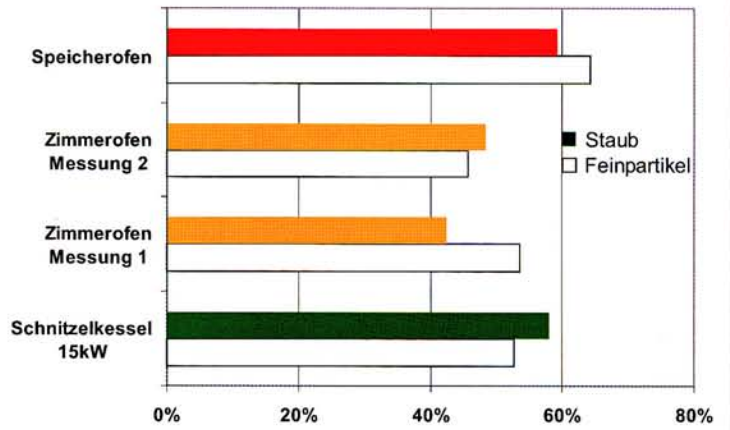
Die Feldmessungen zeigen bei den untersuchten Anlagen mit Elektro-Partikelabscheider eine Reduktion des Gesamtstaubes zwischen 34% und 62%. Der wirksamste Staubabscheidegrad im Bereich von 57% bis 62% wurde beim Speicherofen ermittelt. Interessant ist, dass bei einer hohen Beladung der gleiche prozentuale Anteil an Staub zurückgehalten wird wie bei einer geringen Beladung.

Die Feinpartikelmessungen am Speicherofen in Chur zeigen eine Feinpartikelreduktion zwischen 58% und 76%. Die Abscheidewirkung des Elektro-Partikelabscheiders nimmt zu, je grösser die Partikel sind (150 bis 300 nm). Die Feinpartikel weisen nach dem Abscheider einen leicht grösseren Partikeldurchmesser auf. Der Elektro-Partikelabscheider reduziert Gesamtstaub und Feinpartikel in ähnlicher Grössenordnung.

Die Kaminlänge nach dem Abscheider hat einen Einfluss auf die Staubreduktion. Die ionisierten Staubpartikel benötigen eine gewisse Wegstrecke, um sich an der Kaminwand abzusetzen. Erfolgt die Gesamtstaubmessung in adäquater Distanz nach dem Abscheider, ist zu erwarten, dass die Filterabscheidewirkung bei allen Anlagen in einer ähnlichen Grössenordnung liegt wie beim Speicherofen.

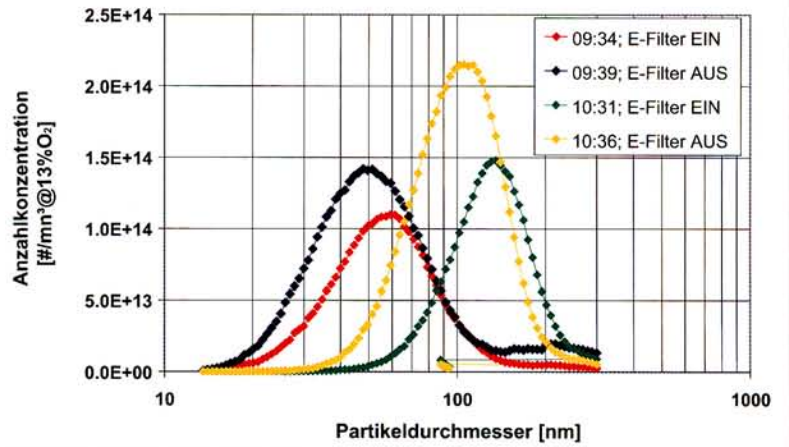
Christian Gaegauf dipl. Ingenieur ETH/SIA, ist Projektleiter beim Ökozentrum Langenbruck, Stiftungsratsmitglied der SATS und langjähriger Mitarbeiter in der Fachgruppe Energie & Umwelt mit Schwerpunkt Biomasseverbrennung. Zudem Vorstandsmitglied des nationalen Kompetenznetzwerkes für Gebäudetechnik und erneuerbare Energie BRENET.

Reduktion Staub und Feinpartikel



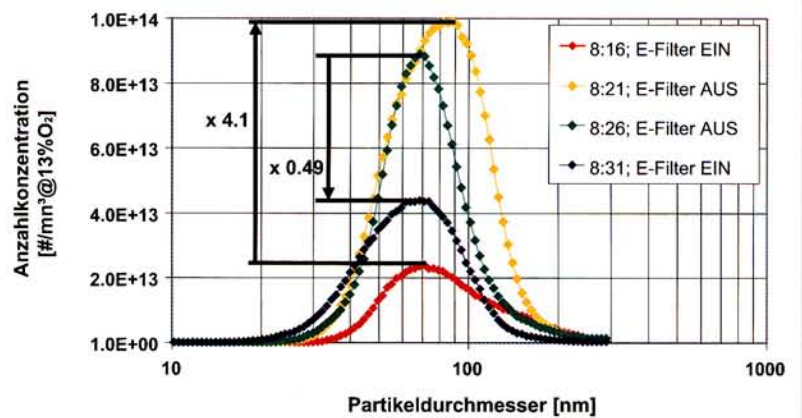
Grafik 5: Staub- und Feinpartikelreduktion durch den Elektro-Partikelabscheider.

Zimmerofen mit E-Filter



Grafik 6: Partikelverteilung bei ein- und ausgeschaltetem Elektro-Partikelabscheider des Zimmerofens.

Speicherofen mit E-Filter



Grafik 7: Partikelverteilung im Abgas des Speicherofens in Elektrofilter-Betriebsphasen mit hoher Abscheidewirkung.