

Einfluss des Schornsteins bzw. eines Staubabscheiders auf Partikelanzahl und ultrafeine Partikel

**29. Fachgespräch Arbeitskreis Holzfeuerung
10. Juni 2026 in Straubing**

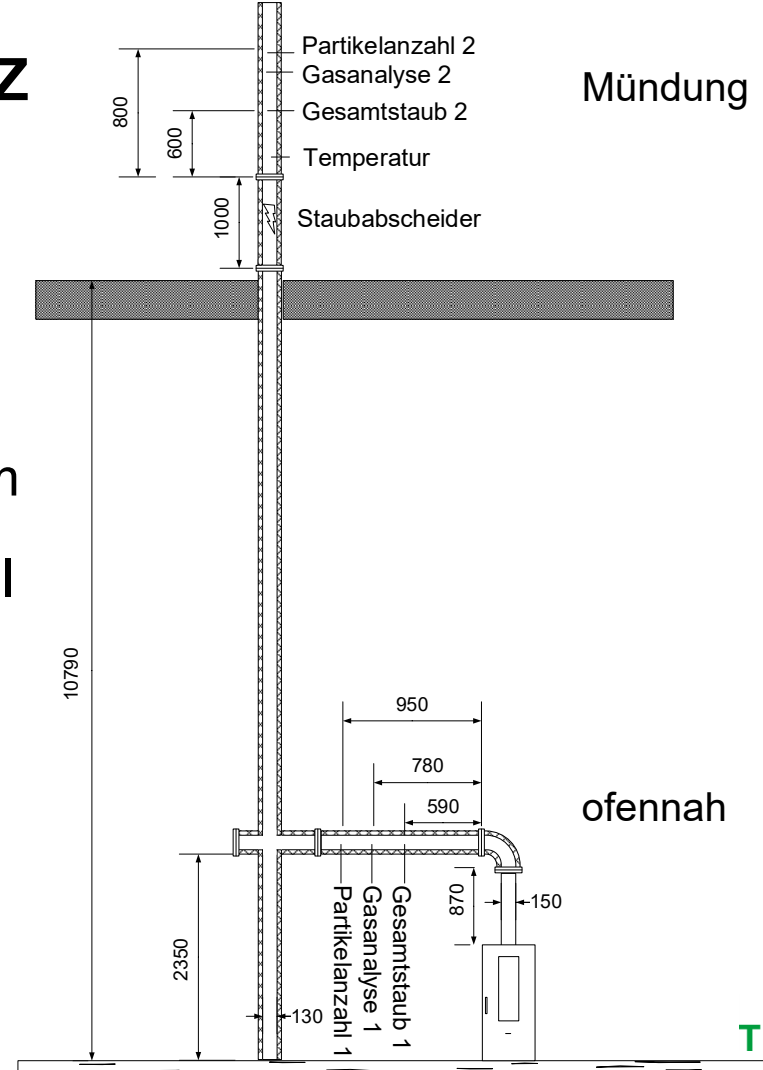
Claudia Schön (TFZ), Mirjam Müller (DBFZ)

Inhalt

- Versuchsaufbau und Versuchsbedingungen
- Vergleich ordnungsgemäßer Betrieb versus offene Primärluft
- Effekt des Schornsteins
- Effekt eines elektrostatischen Staubabscheiders
- Zusammenfassung und offene Fragen

Skizze zum Versuchsaufbau am TFZ

- Schornsteinhöhe gesamt: 12,99 m
- Gesamtstaub nach VDI 2066
- Abstand Partikelanzahl (PN)-Messungen ofennah-Mündung: 10,57 m
- PN jeweils mit CPC ($> 23 \text{ nm}$) und ELPI ($> 9 \text{ nm}$) ermittelt nach 100-facher Verdünnung mittels eDiluter
- Abscheider von OekoSolve vor Mündung (aus- oder eingeschaltet)



Bilder vom Versuchsaufbau im Oktober 2025 am TFZ



Messstrecke zwischen Abgasstutzen und Einmündung in Schornstein nicht isoliert!

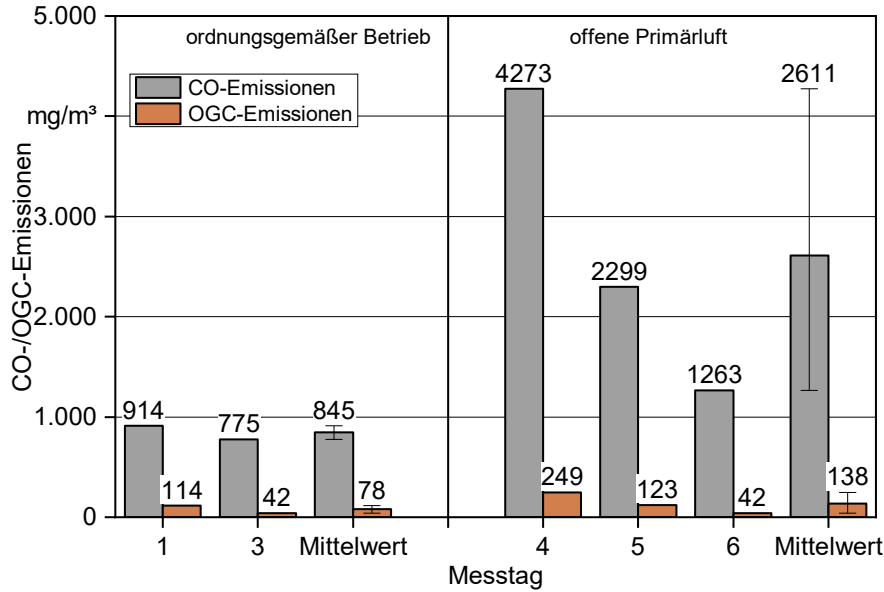
Ausgewählte Versuchsbedingungen

- Ordnungsgemäßer Betrieb nach Herstellerangaben (2 Abbrände) versus mit offener Primärluft (unsachgemäßer Betrieb, 1 Abbrand)

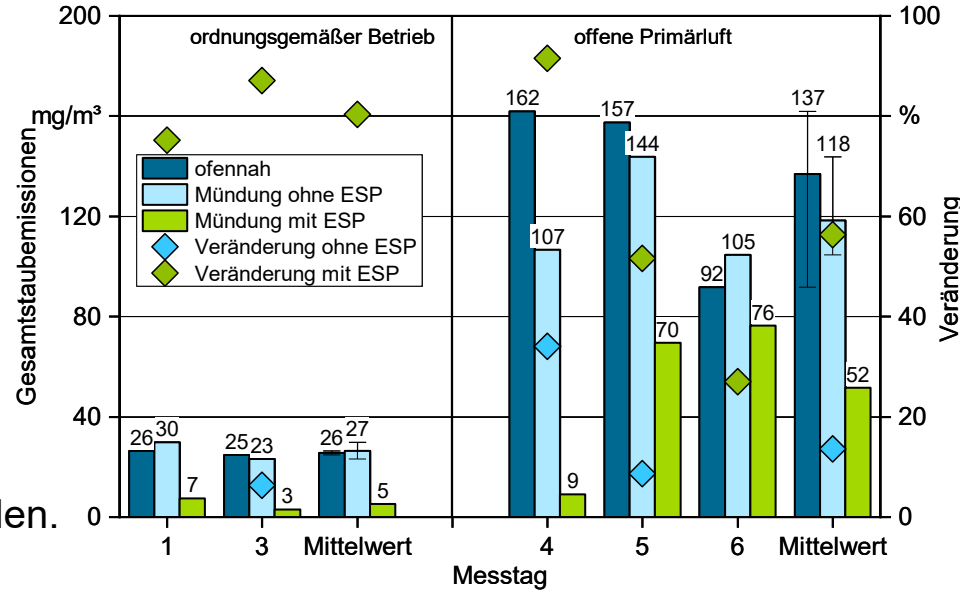


- Komplette Abbrände bewertet, Messungen bei Flamme aus beendet, da nur das im Feld zu sehen wäre und kein CO₂-Kriterium
- Alle Ergebnisse auf 13 % O₂ bezogen, bei STP

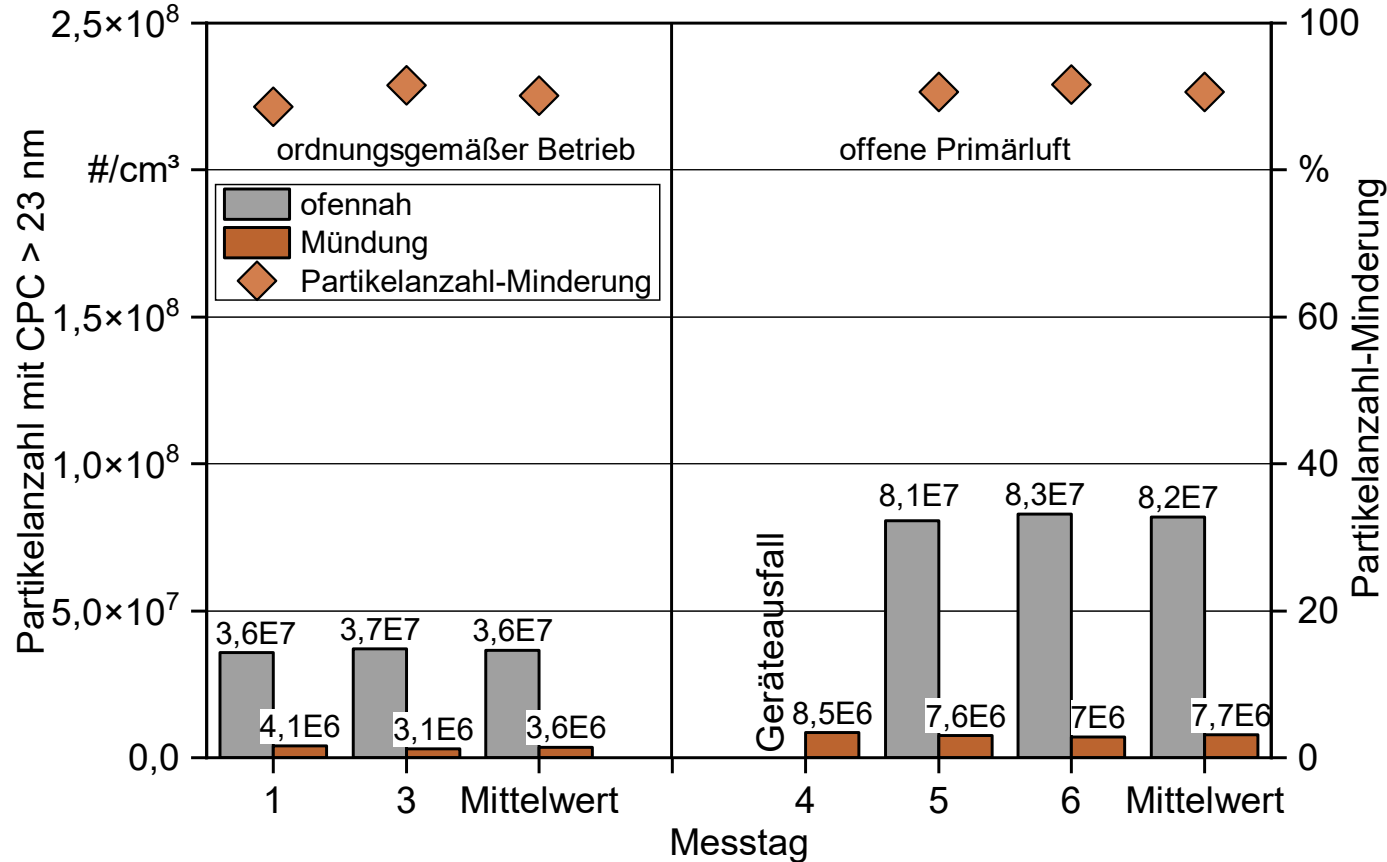
Gasförmige Emissionen und Gesamtstaubemissionen



- Deutlich höhere Emissionen bei offener Primärluft.
- Gesamtstaubänderung ohne ESP verschieden.
- Bessere Abscheidung durch ESP bei guter Verbrennung.



Partikelanzahl mit CPC ohne aktivem ESP

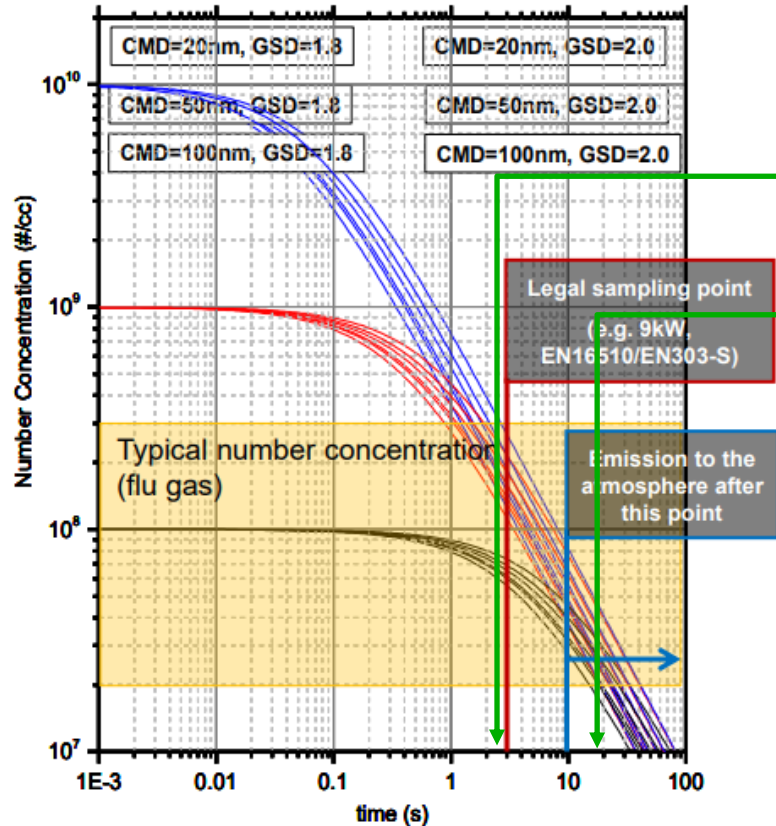


Minderung der Partikelanzahl um ca. 92 % mit CPC (> 23 nm) aufgrund des Schornsteins.

Deutlich höhere Partikelanzahl bei offener Primärluft.

Geräteabweichung nicht berücksichtigt!

Einfluss der Verweilzeit auf die Partikelanzahl



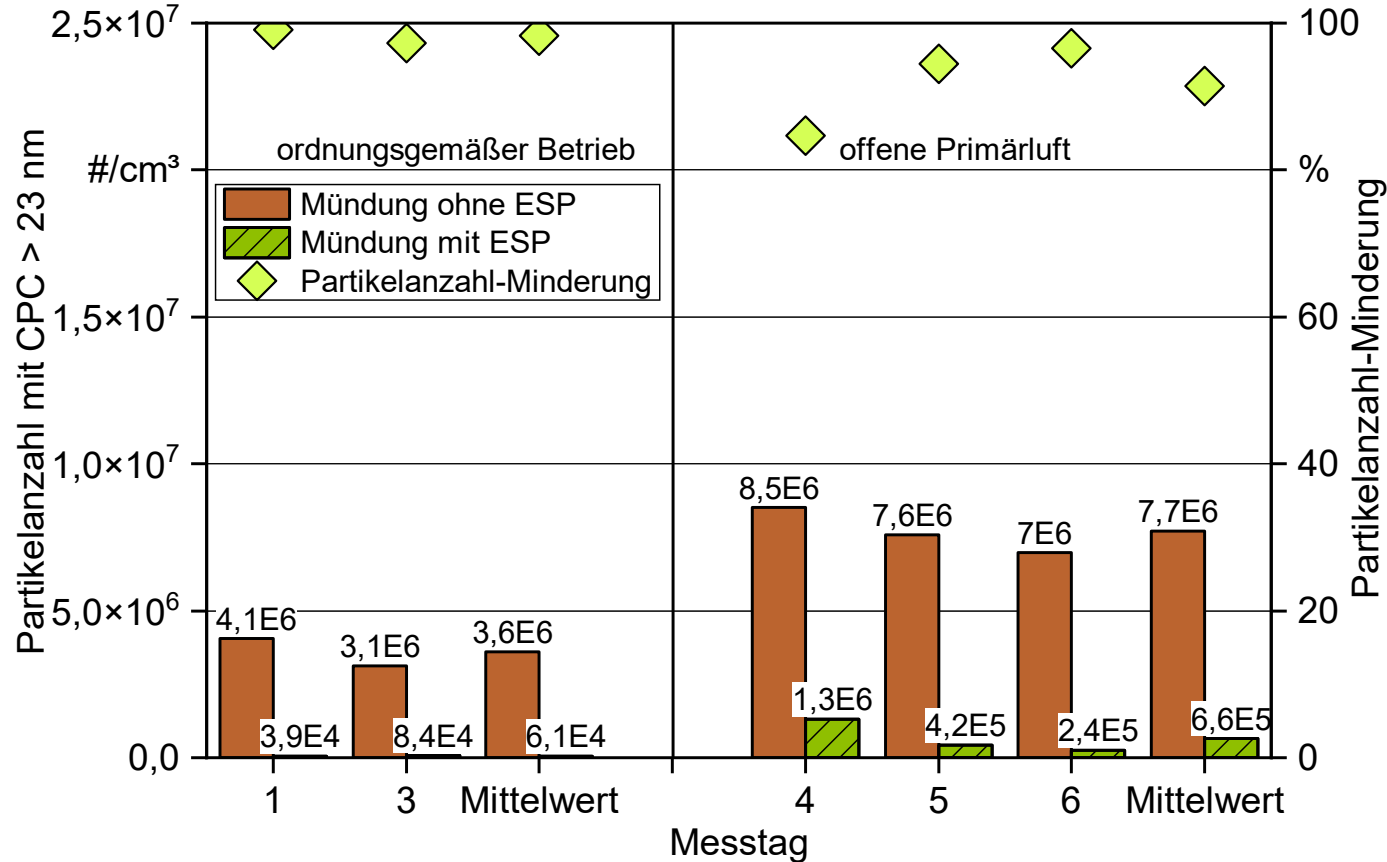
Information zum Ort der Bestimmung der Partikelanzahl zwingend notwendig!

Verweilzeit bis 1. Messstelle (ofennah) von ca. 2-3 Sekunden

Verweilzeit bis 2. Messstelle (Mündung) von ca. 17 Sekunden

Ort bzw. Zeitpunkt entscheidend für Messergebnis bei Partikelanzahl!

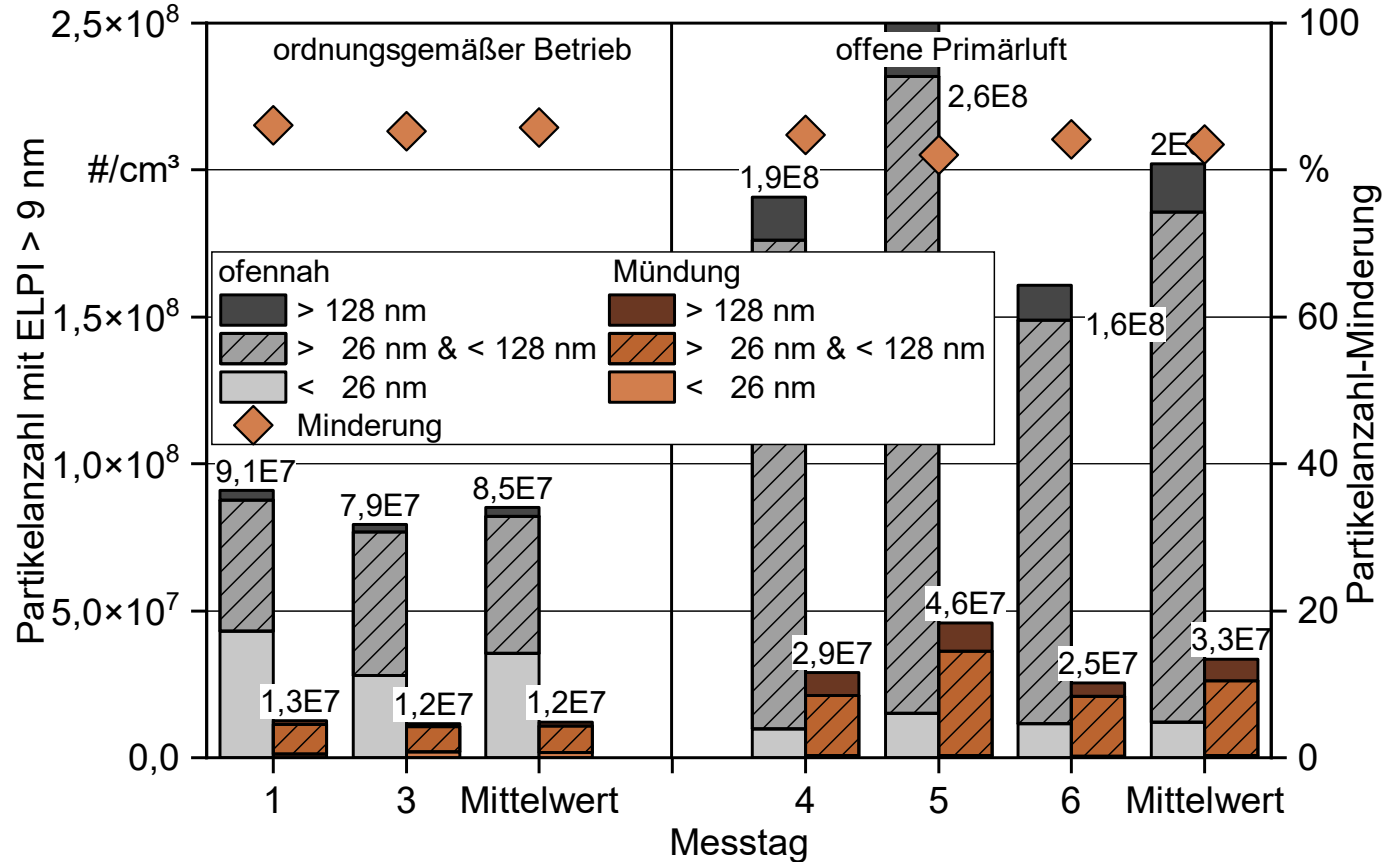
Partikelanzahl mit CPC mit aktivem ESP – nur an Mündung



Minderung der Partikelanzahl um zusätzliche 92 % mit CPC (> 23 nm) aufgrund des ESPs.

Gesamtminde rung liegt bei 99,4 % beim Vergleich von ofennah zu Mündung mit aktivem ESP!

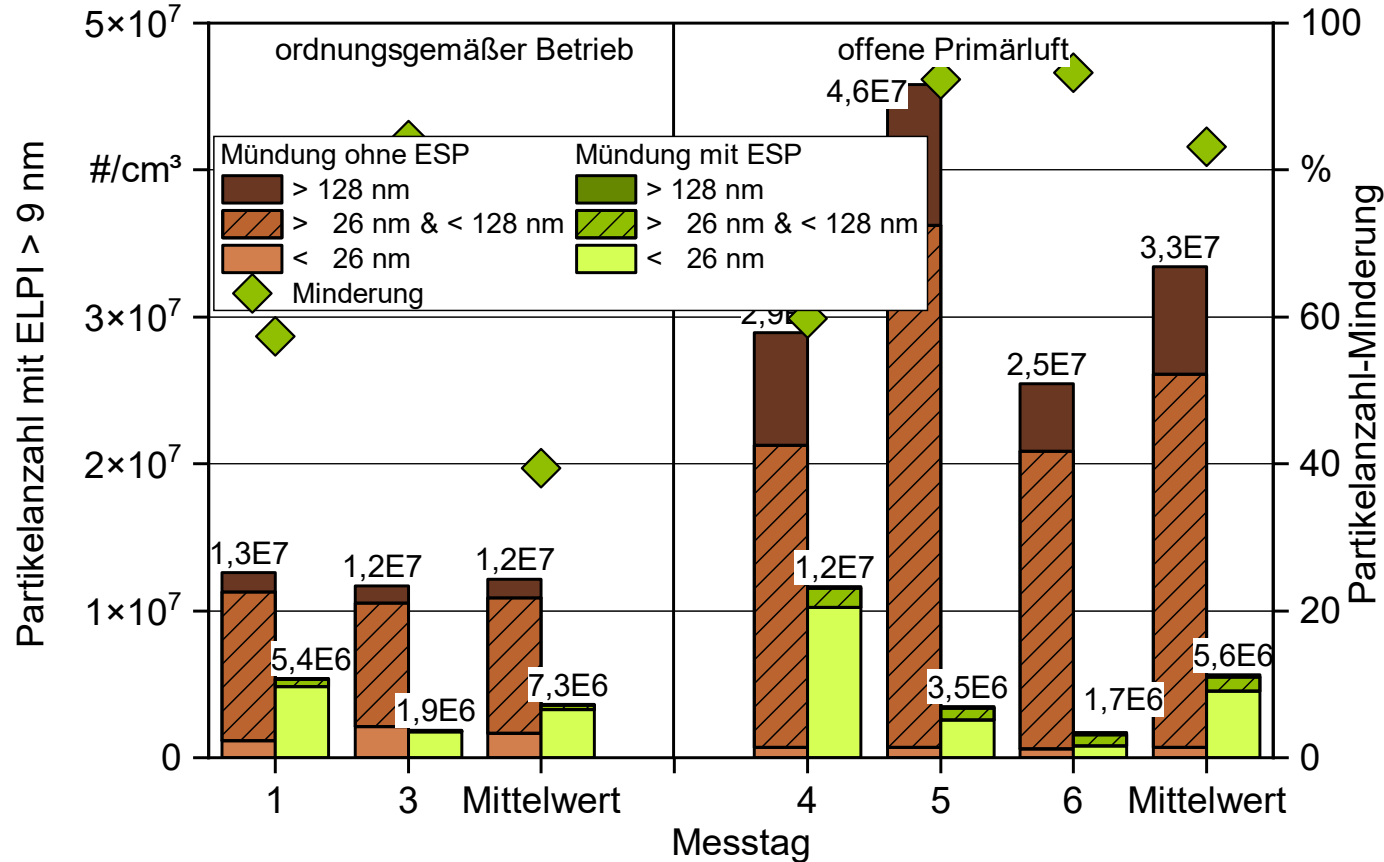
Partikelanzahl mit ELPI ohne aktivem ESP



Minderung der Partikelanzahl um ca. 84 % mit ELPI (> 9 nm) aufgrund des Schornsteins.

Deutlich höhere Partikelanzahl bei offener Primärluft.

Partikelanzahl mit ELPI mit aktivem ESP – nur an Mündung

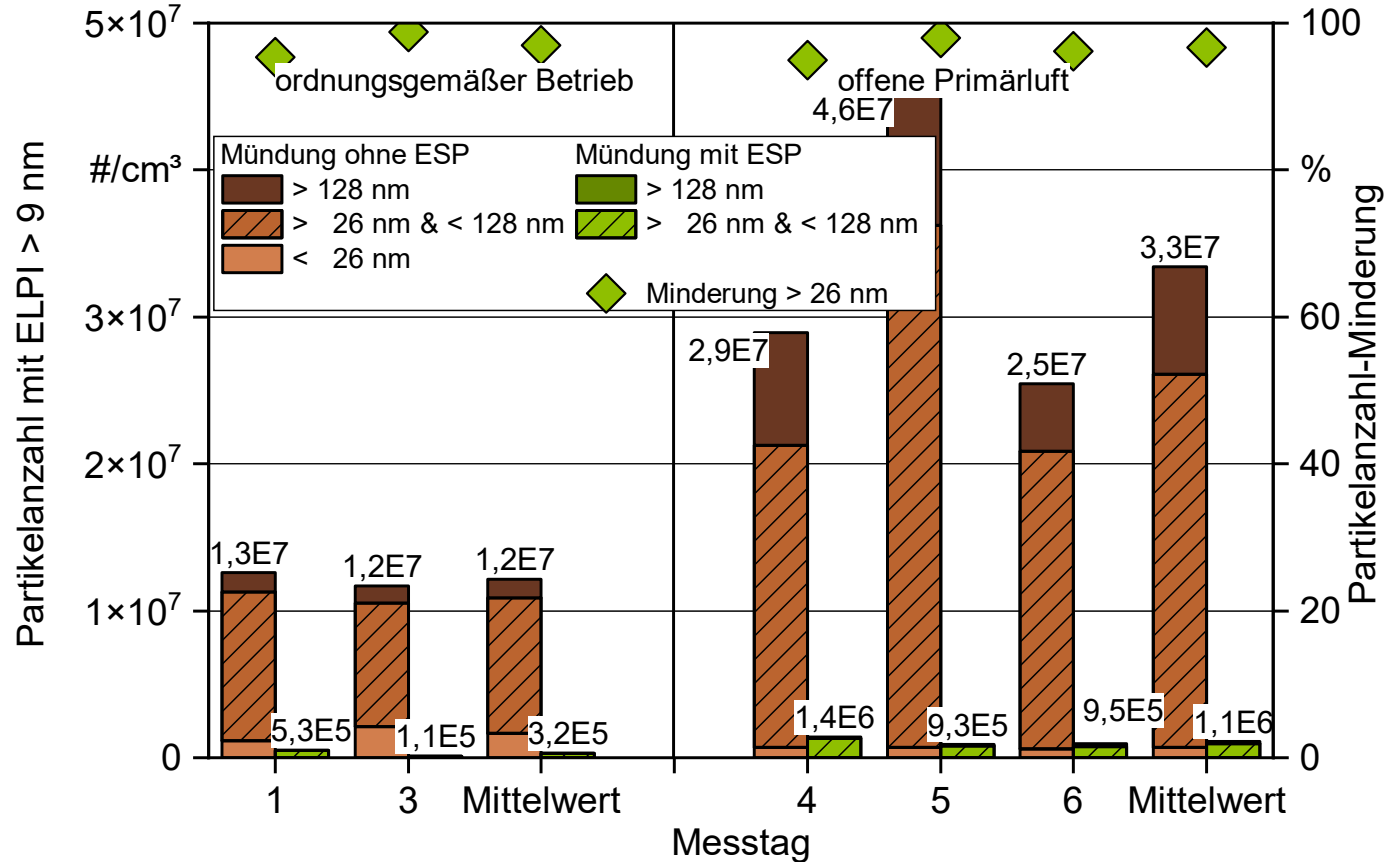


Minderung der Partikelanzahl um zusätzliche 73 % mit ELPI (> 9 nm) aufgrund des ESPs.

Anstieg Partikel < 26 nm beobachtet

Gesamtminde rung liegt bei 96 % beim Vergleich von offennah zu Mündung mit aktivem ESP!

Partikelanzahl mit ELPI mit aktivem ESP – nur an Mündung > 26nm



Bei Annahme, dass Partikel < 26 nm verdampfen, steigt PN-Minderung durch ESP auf 97 %.

Gesamtminde rung liegt bei 99,5 % beim Vergleich von ofennah zu Mündung mit aktivem ESP!

Zusammenfassung

- Offene Primärluft → deutlich höhere Emissionen, deutlich mehr ultrafeine Partikel ($< 100 \text{ nm}$) in Ofennähe und an Mündung
- Deutliche Reduktion der ultrafeinen Partikel aufgrund des Schornsteins mit ausreichender Verweilzeit um ca. 92 % (CPC) bis 84 % (ELPI) bei Kaminofen → Messposition der zählenden Messgeräte entscheidend über Größenordnung der Partikelanzahl, auch Messprinzip entscheidend!
- ESP reduziert Partikelanzahl nochmals deutlich, jedoch wurde eine Erhöhung der Partikelanzahl $< 26 \text{ nm}$ beobachtet (nur mit ELPI beobachtet, nicht mit CPC!) → Achtung: Messprinzip und Physik beachten! Diese ultrafeinen Partikel würden vermutlich bei einer deutlich stärkeren Verdünnung verdampfen!

Offene Fragen/Forschungsbedarf

- Kann gleicher Effekt der Anzahlminderung über die Verweilzeit in einem Schornstein bei Zentralheizungsanlagen beobachtet werden (Pelletkessel und Hackschnitzelkessel)?
- Welchen Effekt könnte die Einbauposition eines ESPs auf die Partikelanzahl an der Mündung haben?
- Wie würde die Partikelanzahl mittels CPC ausfallen, wenn der Cut-Off bei 10 nm liegen würde? → Gäbe es hier vergleichbare Werte oder aufgrund des Catalytic Strippers mit CPC geringere Partikelanzahl als beim ELPI?
- Abgleich der Messgeräte untereinander zwingend notwendig an beiden Messpositionen, muss mit in Messprogramm eingeplant werden.

Vielen Dank für die Aufmerksamkeit!



Claudia Schön
Abteilung Biogene Festbrennstoffe
Technologie- und Förderzentrum
Im Kompetenzzentrum für Nachwachsende Rohstoffe (TFZ)

Schulgasse 18
94315 Straubing
Tel.: +49 9421 300-152
Fax: +49 9421 300-211

Claudia.schoen@tfz.bayern.de
www.tfz.bayern.de

Projektseite:

<https://www.tfz.bayern.de/biogenefestbrennstoffe/projekte/349952/index.php>

UBA-FKZ: 3721522050