

www.holzenergie-symposium.ch

13. Holzenergie-Symposium

Leitung: Prof. Dr. Thomas Nussbaumer
Verenum Zürich und Hochschule Luzern

Patronat: Bundesamt für Energie

Ort: ETH Zürich

Datum: Zürich, 12. September 2014



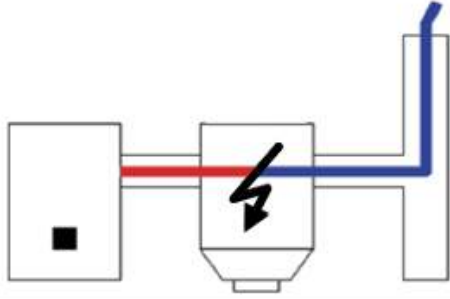
**HOCHSCHULE
LUZERN**

Technik & Architektur



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Bundesamt für Energie

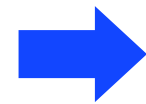
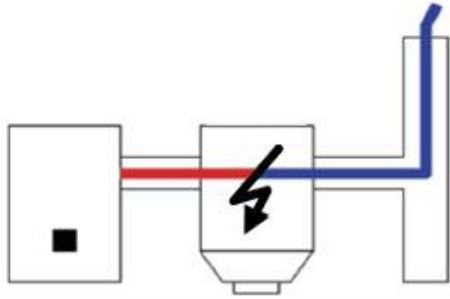


Betriebsüberwachung von automatischen Holzfeuerungen mit Elektroabscheider

Adrian Lauber

Thomas Nussbaumer

Verenum Zürich



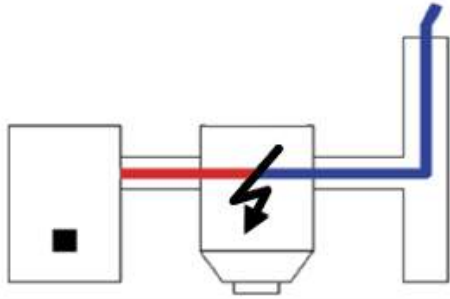
1. Ausgangslage und Zielsetzung
2. Vorgehen
3. Methoden zur Anlagenüberwachung
4. Resultate
5. Schlussfolgerungen

Ausgangslage

1. Um den Staubgrenzwert der Luftreinhalte-Verordnung (LRV) einzuhalten, verfügen in der Schweiz heute die meisten Holzfeuerungen ab 500 kW über einen Elektroabscheider.
2. Zum Betrieb von Elektroabscheidern im wärmegeführten Ein-/Aus-Betrieb dieser Anlagen liegen erst wenige Erfahrungen vor.
3. Eine einheitliche Methode zur Überwachung und Kontrolle fehlt.

Zielsetzung

1. Die **Ist-Situation zum Praxisbetrieb** erfassen und die Einflüsse der Betriebsart auf die Verfügbarkeit und Wirksamkeit der Elektroabscheider aufzeigen.
2. Entwurf und Test einer **Methode zur Anlagenüberwachung**.



1. Ausgangslage und Zielsetzung
- ➔ 2. **Vorgehen**
3. Methoden zur Anlagenüberwachung
4. Resultate
5. Schlussfolgerungen

Vorgehen

1. Auswahl von 7 Anlagen nach dem Stand der Technik ab Baujahr 2008

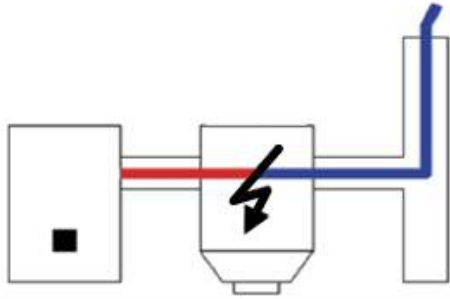
- 3 Platten-Elektroabscheider: Beth und Scheuch
- 4 Röhren-Elektroabscheider: APF und Meisterfilter
- Holzfeuerungen: Mawera, Müller und Schmid
- Kesselleistung von 450 kW bis 3.5 MW



2. Erfassung der Ist-Situation und Test der Überwachungsmethode

- Erfassung von Betriebsdaten
aus den Anlagesteuerungen (SPS)
- Datenaufzeichnung von 30 s-Mittelwerten
Dezember 2012 bis Juli 2014
- Punktuelle gravimetrische Staubmessungen
als Referenzwerte





1. Ausgangslage und Zielsetzung

2. Vorgehen

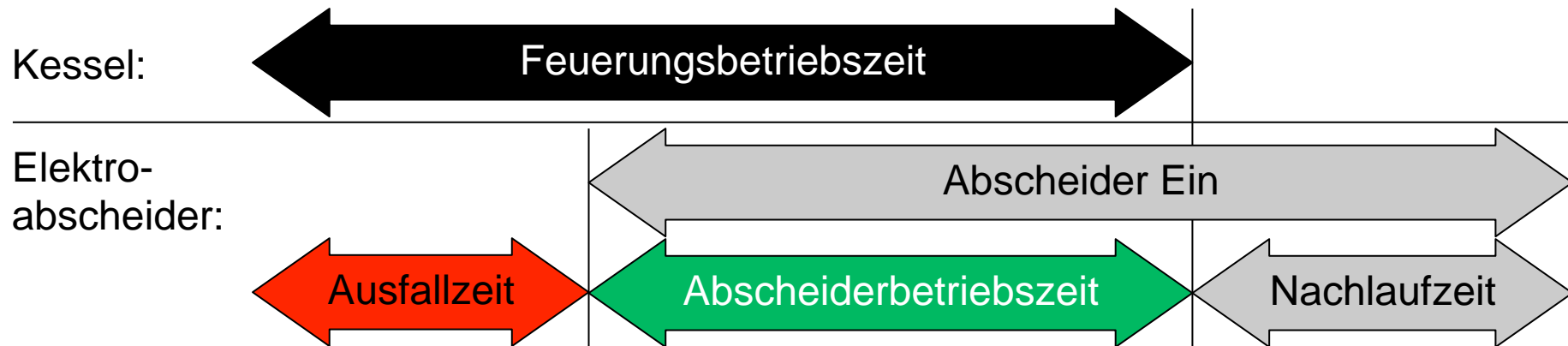
 3. **Methoden zur Anlagenüberwachung**

4. Resultate

5. Schlussfolgerungen

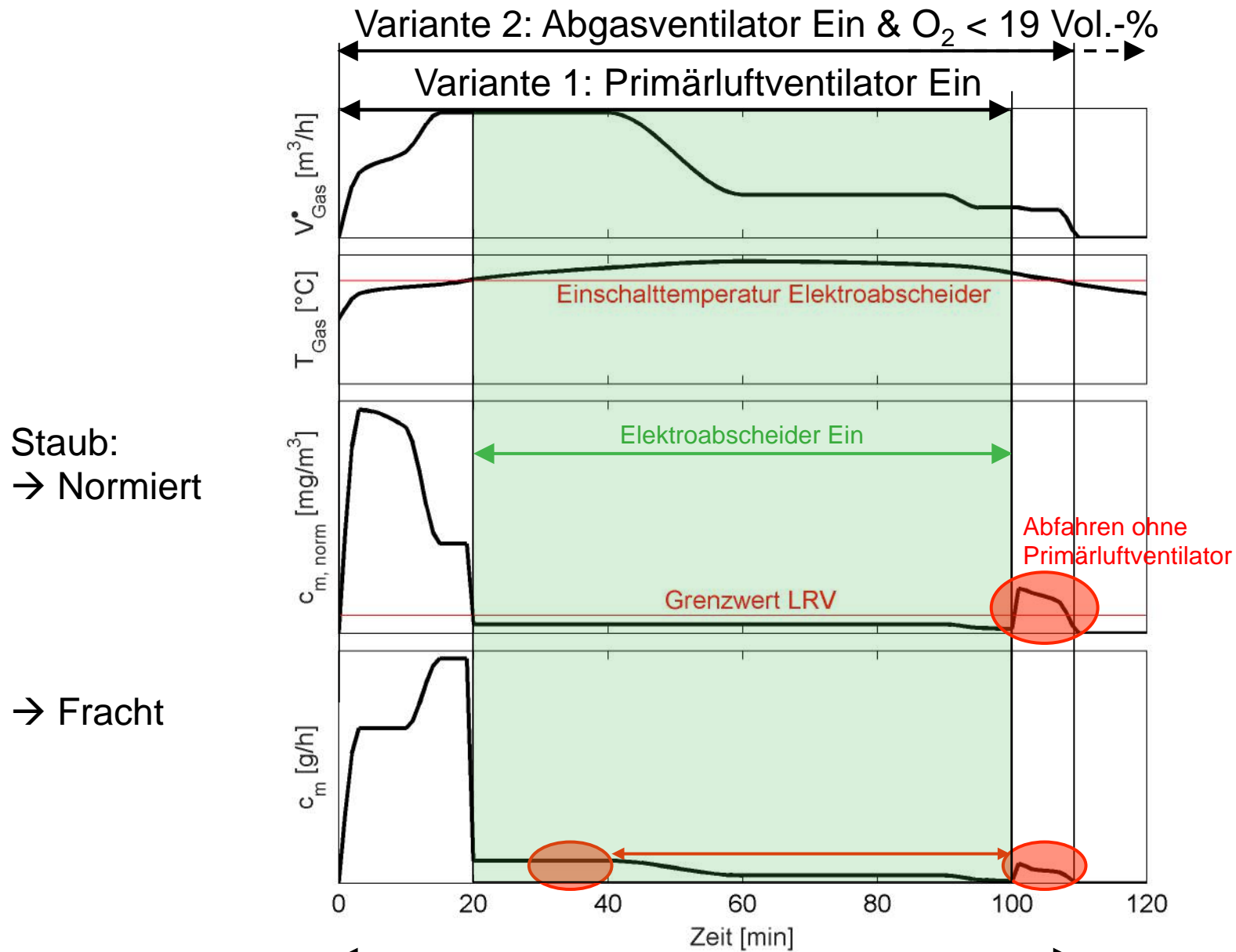
Methode – Verfügbarkeit

$$\begin{aligned} \text{Verfügbarkeit} &= \frac{\text{Feuerungsbetriebszeit} - \text{Ausfallzeit Abscheider}}{\text{Feuerungsbetriebszeit}} \\ &= \frac{\text{Abscheiderbetriebszeit}}{\text{Feuerungsbetriebszeit}} \end{aligned}$$



→ Im Sinne der LRV, eine Mindestverfügbarkeit kann aus der LRV jedoch nicht abgeleitet werden!

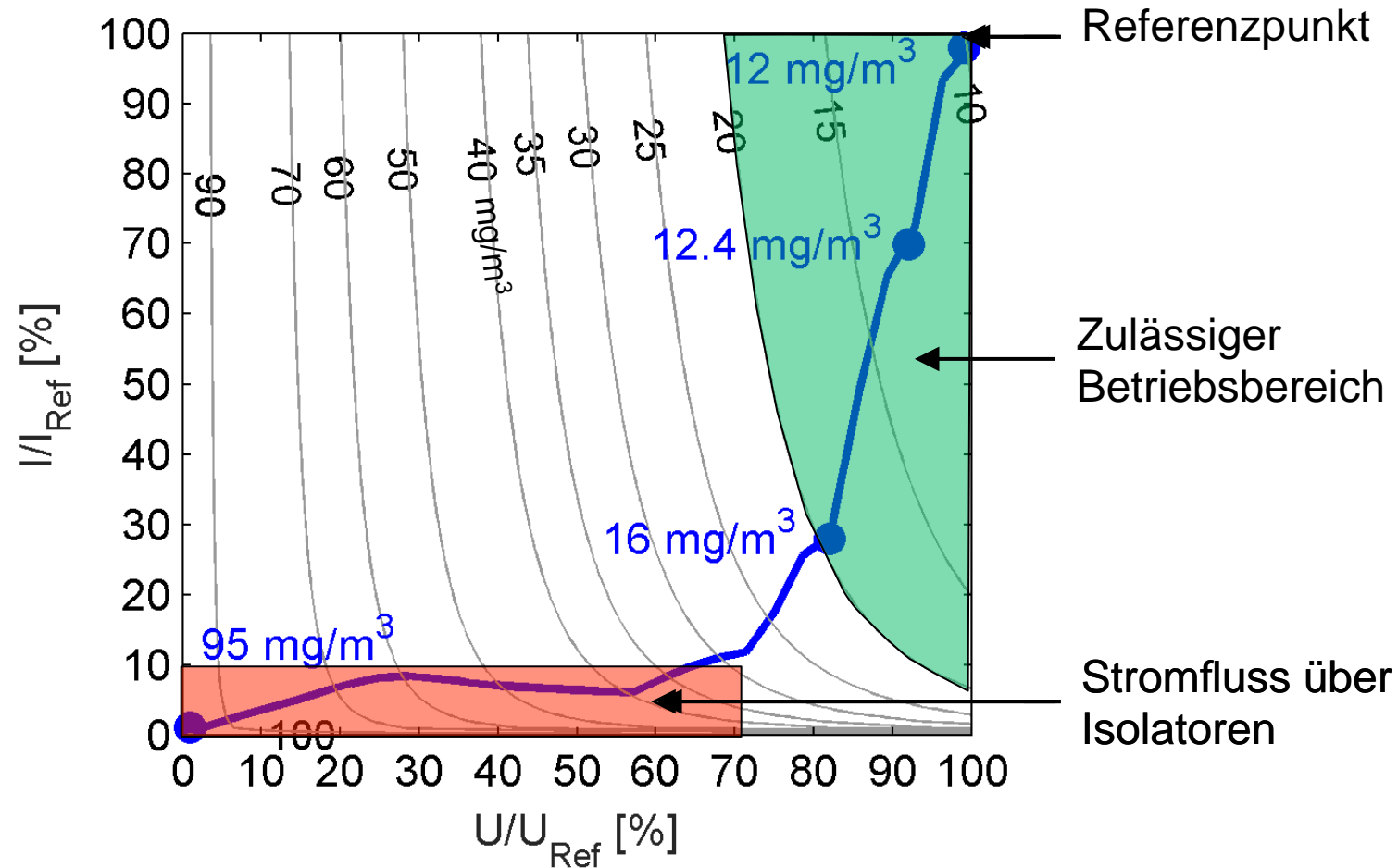
Methode – Beispiel für den Feuerungsbetrieb



Methode – Definition für den Feuerungsbetrieb

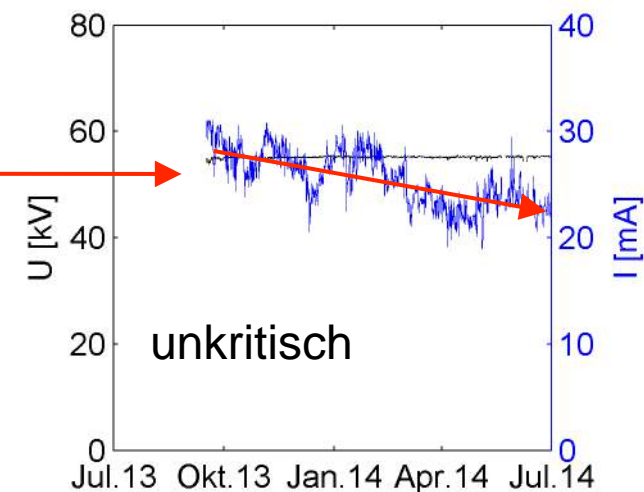
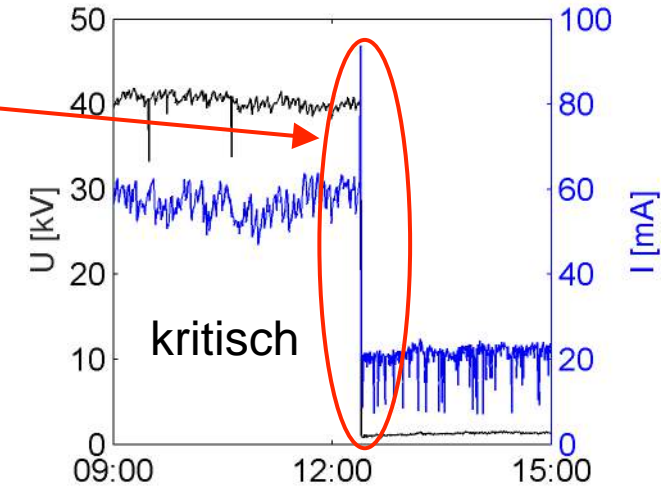
Variante	Kriterien	Eignung
1	<ul style="list-style-type: none">Primärluftventilator Ein	Für Anlagen mit einer Nachlaufzeit des Abgasventilators von maximal 15 Minuten gegenüber dem Primärluftventilator
2	<ul style="list-style-type: none">Abgasventilator Ein und$O_2 < \text{Schwellenwert}$ (z.B. 18 oder 19 Vol.-%)	Als alleinige Bewertung ungeeignet, da – O_2 -Messung oft unzuverlässig – Abfahren und Glutbettunterhalt ohne Primärluft wird bevorteilt
1 und 2	<ul style="list-style-type: none">Auswertung nach Variante 1 und 2Beide Verfügbarkeiten müssen erfüllen	Für Anlagen mit einer Nachlaufzeit des Abgasventilators von mehr als 15 Minuten gegenüber dem Primärluftventilator

Methode – Betriebspunkte im Abscheiderbetrieb

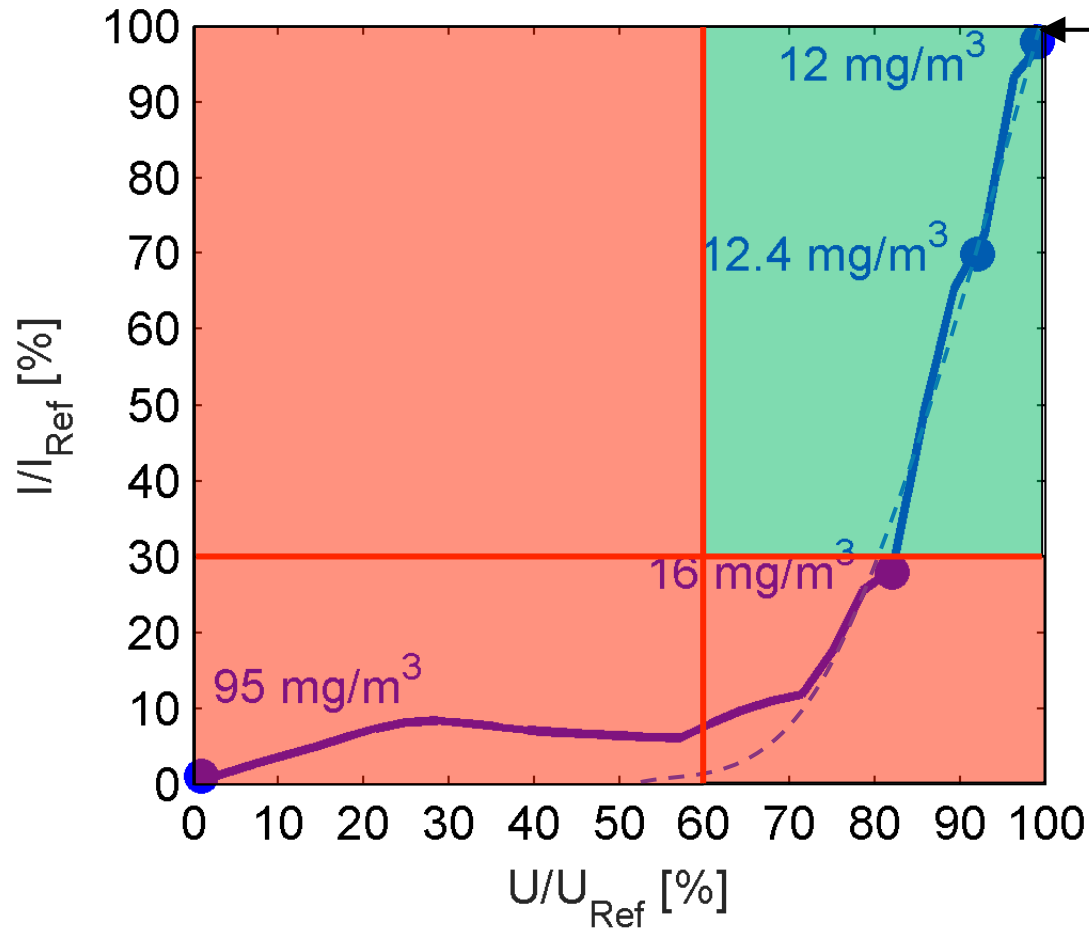


Methode – Störungen im Abscheiderbetrieb

	Ursache
Spannungsabfall	<ul style="list-style-type: none"> • Staubbunker überfüllt (Brückenbildung) • Leitfähige Isolatoren (Kondensation, Verschmutzung) • Bruch Sprühelektrode / Reinigungsbürste • Defekt Hochspannungszuleitung / Isolator
Stromabfall	<ul style="list-style-type: none"> • Verschmutzung Sprühelektrode • Unterdrückung des Sprühstroms durch Staubaumladung



Methode – Definition für den Abscheiderbetrieb

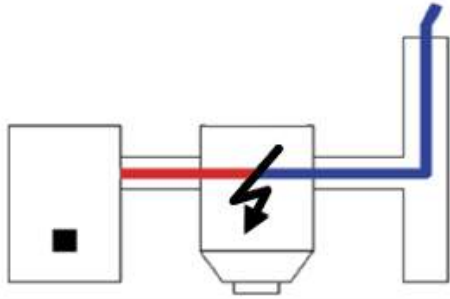


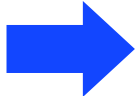
Schwellenwerte:

- Spannung: 60 %
- Strom: 30 %

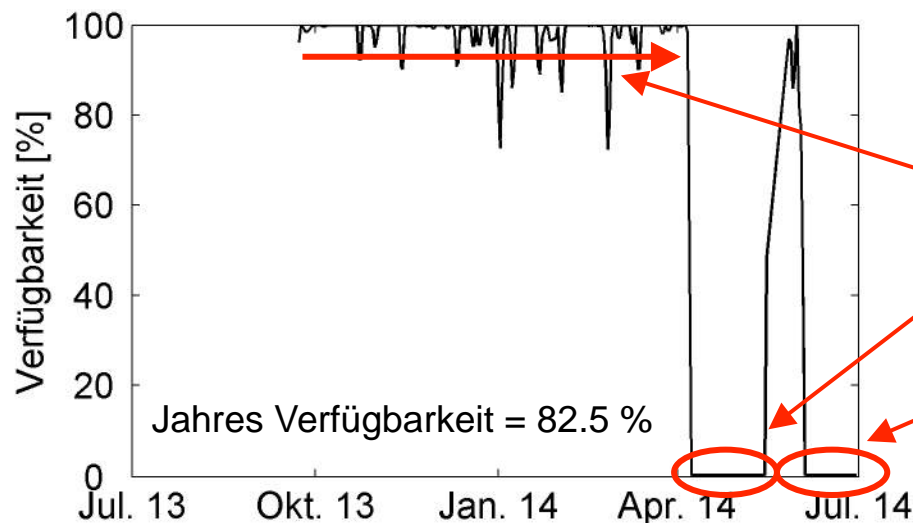
Zusatzbedingungen:

- Zeitgleicher Feuerungsbetrieb
- Umgehungsleitung geschlossen



1. Ausgangslage und Zielsetzung
2. Vorgehen
3. Methoden zur Anlagenüberwachung
-  4. **Resultate**
5. Schlussfolgerungen

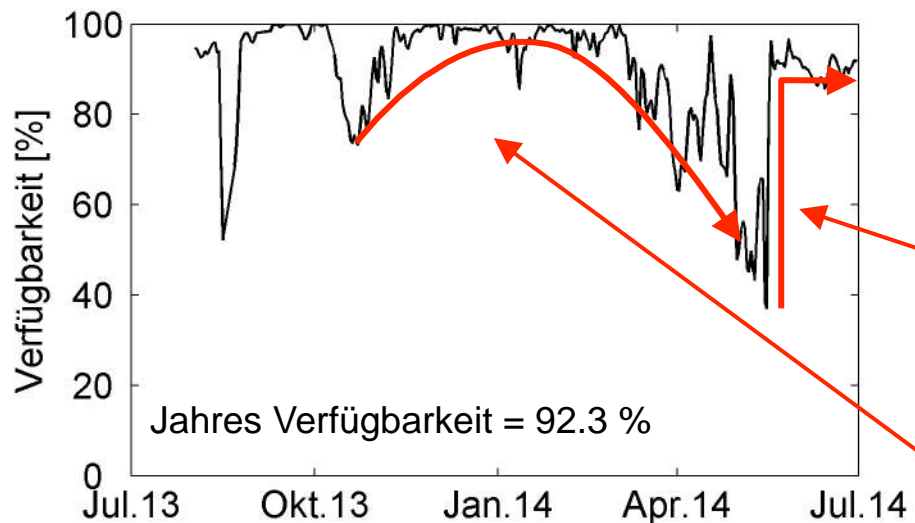
Resultate – Saisonaler Verlauf der Verfügbarkeit



Konstant hohe Verfügbarkeit

Störung im Austrag (37 Tage)

Abschaltung aufgrund von Störungen durch Kondensation (26 Tage)

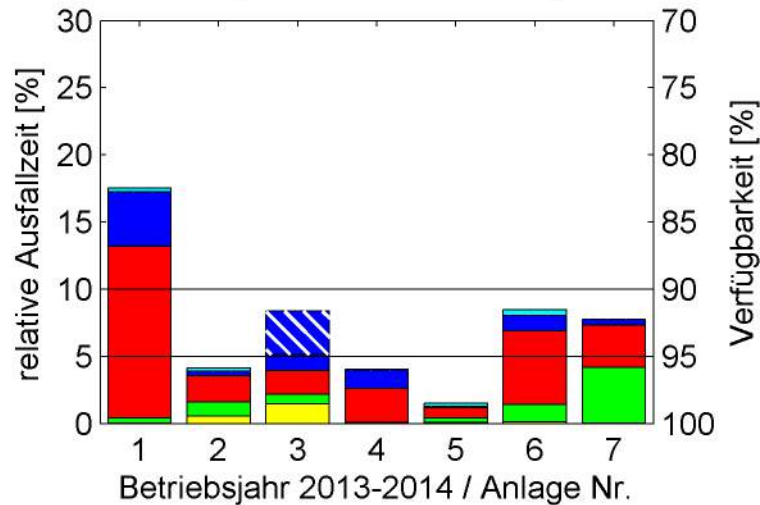
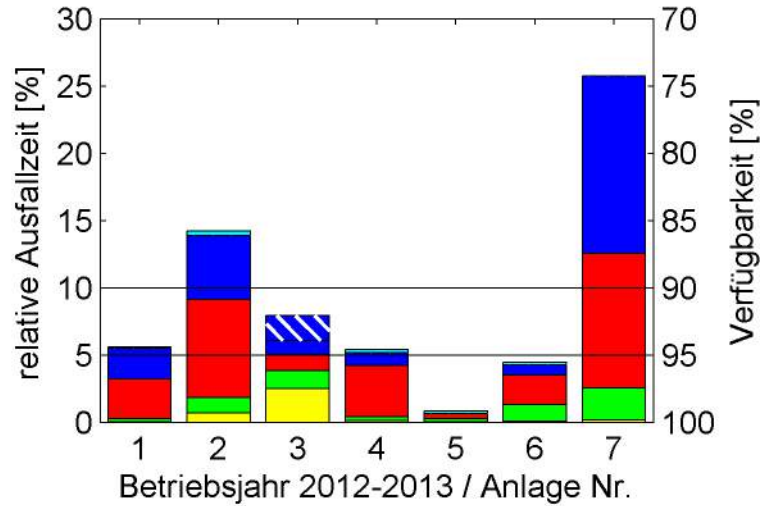


Verfügbarkeitssprung durch höhere Abgastemperatur des kleinen Kessels an einem gemeinsamen Abscheider

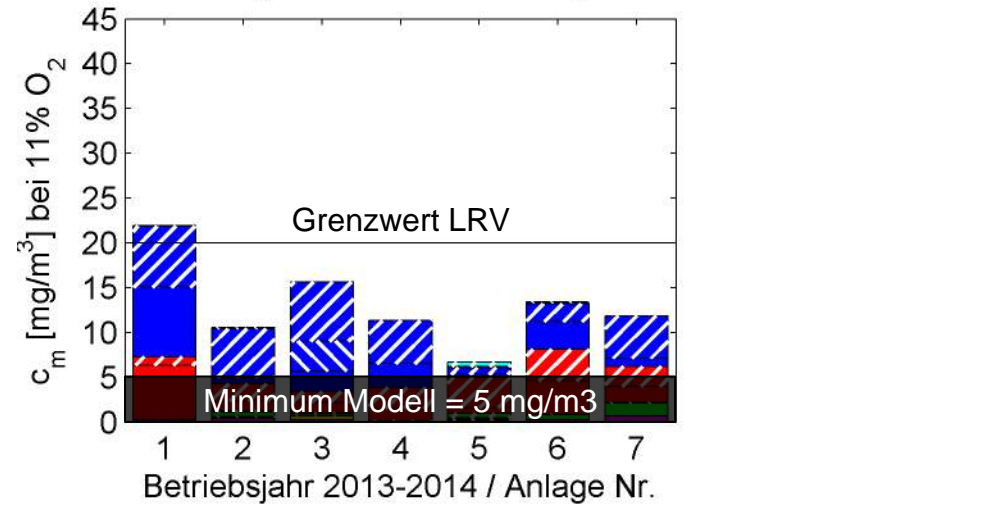
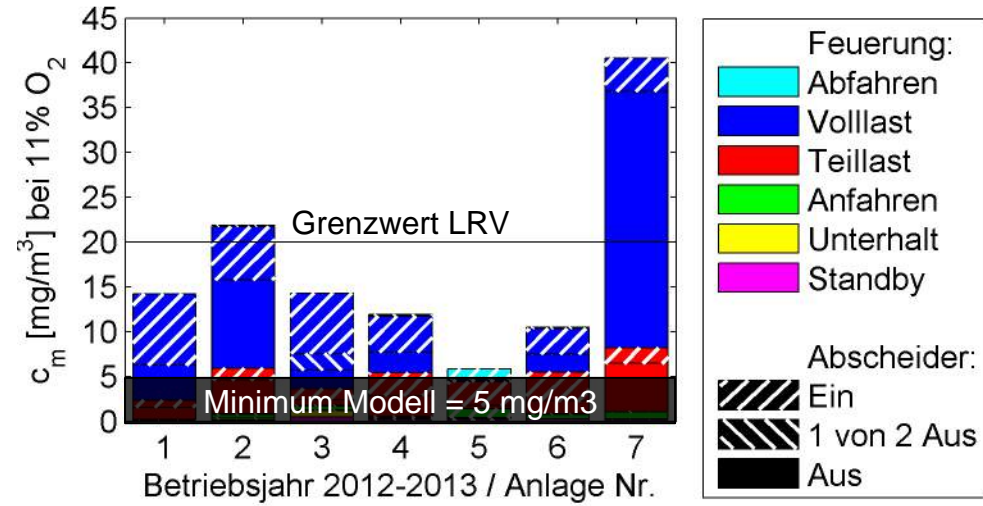
Saisonaler Verlauf durch Heizlast

Resultate – Einfluss der Betriebsphasen

Verfügbarkeit



Gewichtete Staubkonzentration

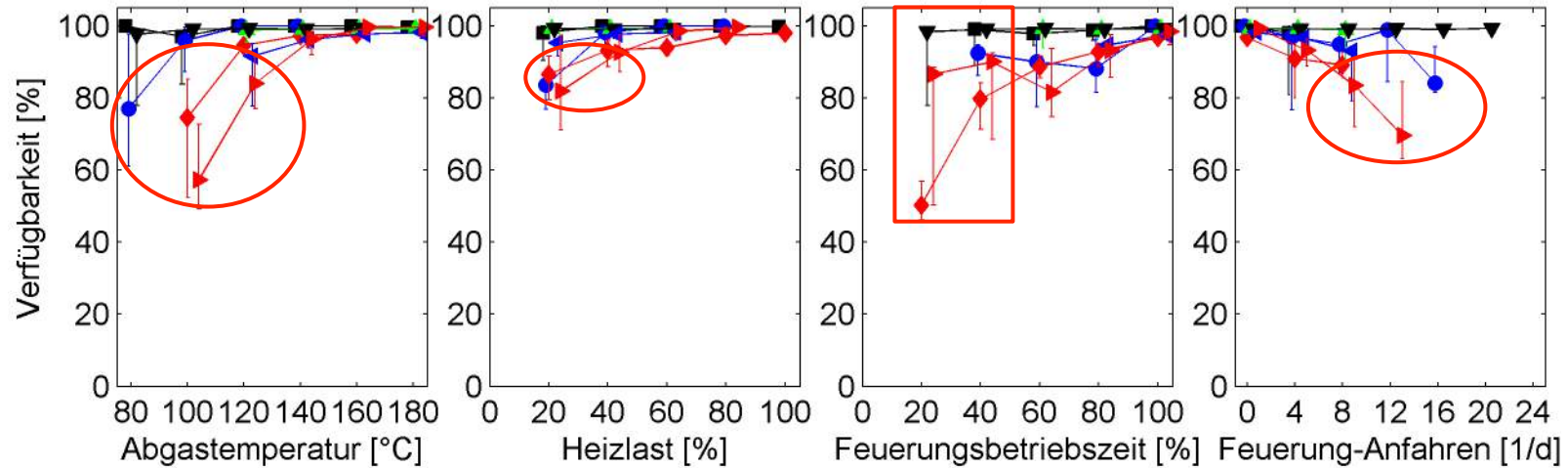


- Feuerung:
- Abfahren
 - Volllast
 - Teillast
 - Anfahren
 - Unterhalt
 - Standby
- Abscheider:
- Ein
 - 1 von 2 Aus
 - Aus

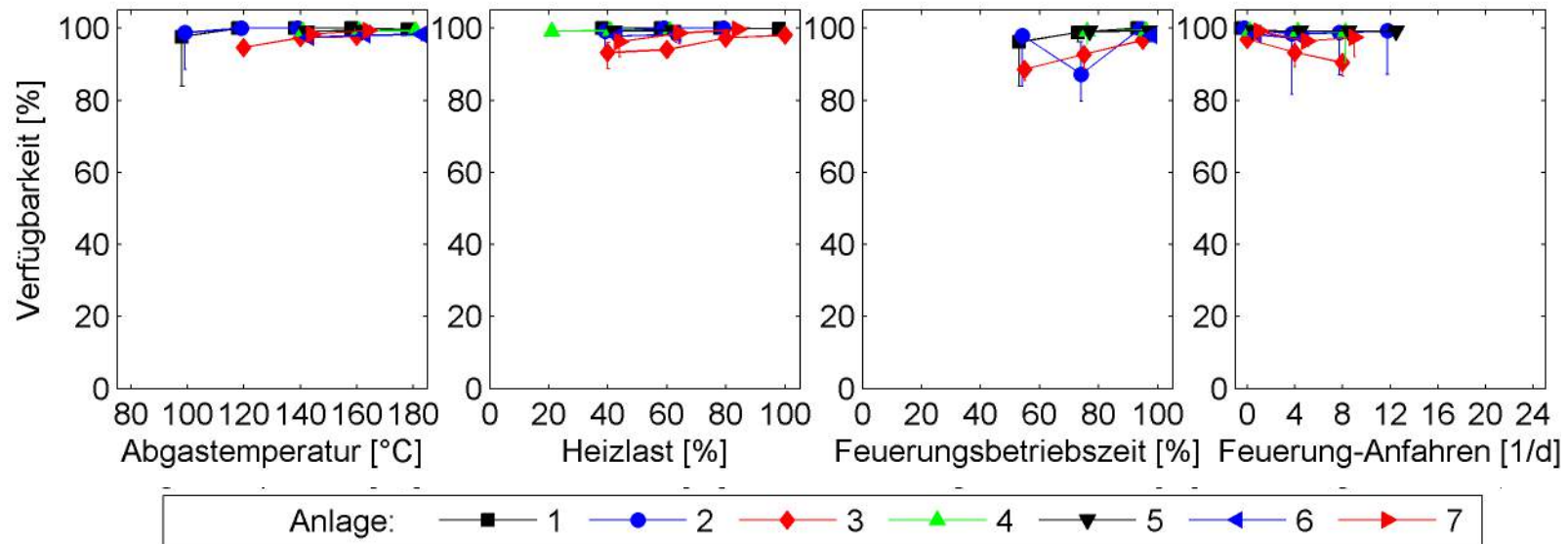
Methode: [Good & Nussbaumer 2008]

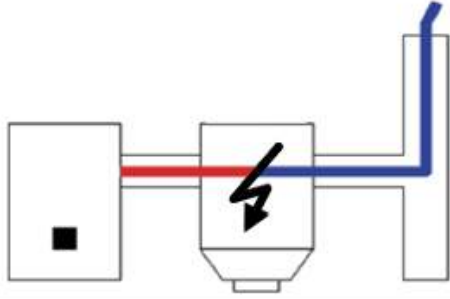
Resultate – Einfluss Heizlast


Alle Tagesmittelwerte



Minimale Heizlast und Feuerungsbetriebszeit nach QM-Holzheizwerke





1. Ausgangslage und Zielsetzung
2. Vorgehen
3. Methoden zur Anlagenüberwachung
4. Resultate
-  5. Schlussfolgerungen

Schlussfolgerungen – 1. Methode

Die Verfügbarkeit ist eine geeignete Kenngrösse zur Anlagenüberwachung.

Die Methode:

- gibt klare Definitionen für den Feuerungs- und Abscheiderbetrieb vor,
- erlaubt eine gleichwertige Bewertung unterschiedlicher Systeme,
- ist einfach umsetzbar,
- ist technologieunabhängig (neue Konzepte werden nicht eingeschränkt).

Wir gehen davon aus, dass die Überwachung der Verfügbarkeit **einen grossen Nutzen in der Praxis** erzielt.

Die Methode wird deshalb von den Industriepartnern und dem BAFU unterstützt.

Schlussfolgerung – 2. Stand der Technik

- Heutige Anlagen erreichen über 90 % Verfügbarkeit, wenn **Störungen** rasch behoben werden.
- Eine sichere Störungserkennung und umgehende Reparatur ist deshalb wichtig.
- Die Verfügbarkeit kann optimiert werden mit:
 - ausreichender **Wärmedämmung** von Elektroabscheider und Leitungen,
 - **minimaler Heizlast** gemäss QM Holzheizwerke,
 - **minimaler Einschaltverzögerung** des Elektroabscheiders,
 - begrenzter **Anzahl Anfahrvorgängen** bei Anlagen mit Einschaltverzögerung.

Bei Ausschöpfung des **Optimierungspotenzials** ist eine Verfügbarkeit von 95 % erreichbar, jedoch für bestehende Anlagen nur vereinzelt einhaltbar.



Verdankung

Auftraggeber:	Bundesamt für Energie (BfE)
Projekt-Begleitung:	Bundesamt für Umwelt (BAFU)
Mitarbeit Betriebsanalyse:	Andres Jenni, Ardens GmbH
Mitarbeit Elektroabscheider:	APF GmbH BETH Filter GmbH Meisterfilter AG Scheuch GmbH
Mitarbeit Holzfeuerungen:	Mawera GmbH Müller AG Schmid AG

7 Anlagenbetreiber für die Verfügbarkeit der Anlagen