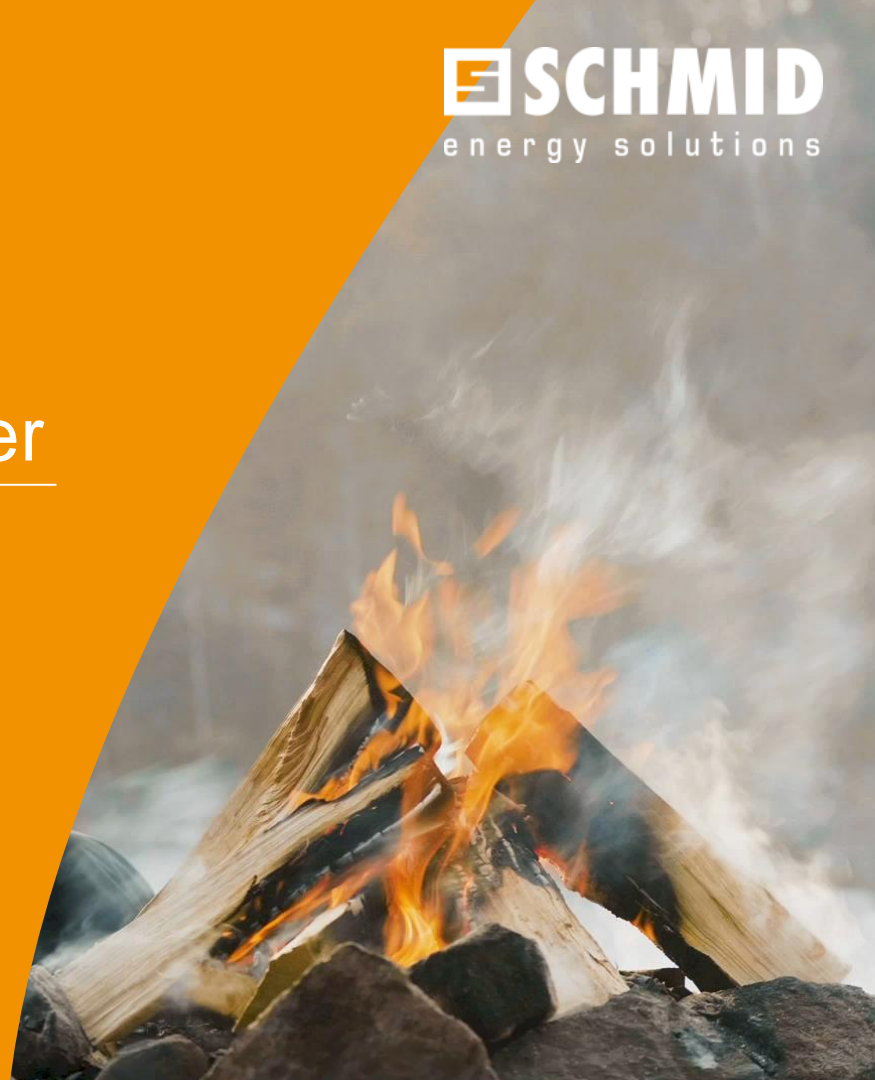


Zusammenspiel Brennstoff, Kessel und Filter

Beat Müller – Leiter technischer Support

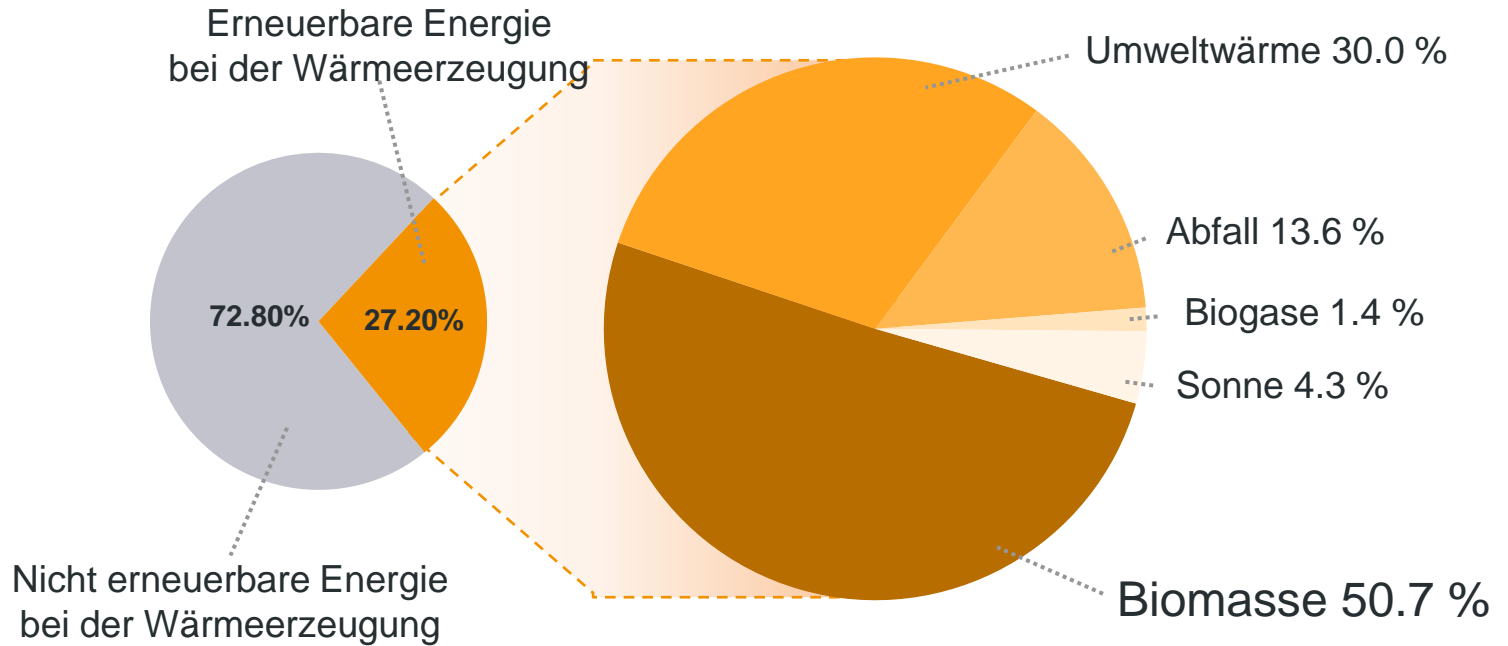
Einfluss der Holzqualität auf die
Lufthygiene bei Holzfeuerungen

20. Oktober 2023 / Basel

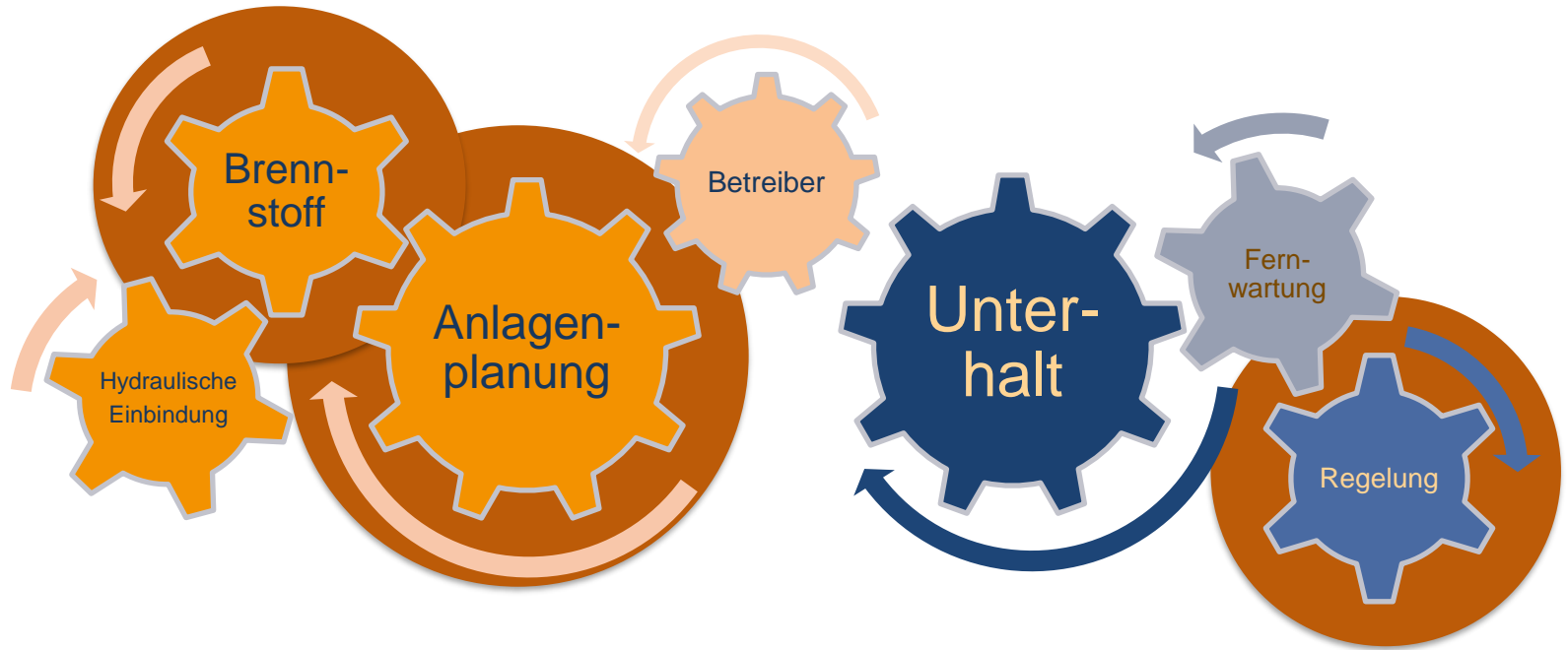


Schweizerischer Endenergieverbrauch 2020 mit den erneuerbaren Anteilen

(Statistik Bundesamt für Energie BFE, 2021)



BAUSTEINE EINES OPTIMALEN BETRIEBS



Brennstoffe

- Trocken gelagert M10
- keine kontinuierliche Verbrennung
- geringer Rindenanteil
- => geringe N Gehalt

STÜCKHOLZ

Okt 2023 | Zusammenspiel Brennstoff, Kessel und Filter

Brennstoffe

- Trocken M10
- Hohe Energiedichte
- geringer Rindenanteil
- oft Tannenholz
- => geringe N Gehalt

PELLETS

Okt 2023 | Zusammenspiel Brennstoff, Kessel und Filter

Brennstoffe

- Feuchte M15- M60
- unterschiedliche Energiedichte
- oft nur Kronenmaterial
- oft je nach Fuhre variierende Zusammensetzung

HACKSCHNITZEL

Okt 2023 | Zusammenspiel Brennstoff, Kessel und Filter

Brennstoffe

- Feuchte M10 bis M50
- Energiedichte eher gering
- hoher Laub / Nadel / Rinde - Anteil
- => hoher N Gehalt
- oft sehr sperrig und mit Überlängen

STRAUCHSCHNITT

Okt 2023 | Zusammenspiel Brennstoff, Kessel und Filter

Brennstoffe

- Feuchte M15- M60
- geringe Energiedichte
- oft mit Fremdstoffen versetzt (Steine / Sand)
- hoher N Gehalt

RINDE

Okt 2023 | Zusammenspiel Brennstoff, Kessel und Filter

Brennstoffe

- Feuchte M10
- geringe Energiedichte
- oft sehr kompakt (Sägemehl/ CNC Staub)
- => geringe Luftdurchlässigkeit
- Staubig (ATEX)
- N Gehalt variierend

RESTHOLZ

Okt 2023 | Zusammenspiel Brennstoff, Kessel und Filter

Brennstoffe

- Feuchte M10 (je nach Lagerung auch feuchter)
- meist Tannenholz (Einwegpalette / Bauholz)
- N Gehalt oft hoch (Farben / Leime)
- Kontaminiert mit Schrauben/ Nägel
- Aluminium und Schwermetalle

ALTHOLZ

Okt 2023 | Zusammenspiel Brennstoff, Kessel und Filter

Brennstoffe

- Feuchte M10 bis M60
- geringe bis sehr hohe Energiedichte (Öle)
- Beschaffenheit unbestimmt
- kann sehr korrosiv sein (Traubenkerne)
- N Gehalt variierend

SONDERBRENNSTOFFE

Okt 2023 | Zusammenspiel Brennstoff, Kessel und Filter

- Trocken gelagert M10
 - keine kontinuierliche Verbrennung
 - geringer Rindenanteil
- => geringe N Gehalt

STÜCKHOLZ

- Trocken M10
 - Hohe Energiedichte
 - geringer Rindenanteil
 - oft Tannenholz
- => geringe N Gehalt

PELLETS

- Feuchte M15- M60
- unterschiedliche Energiedichte
- oft nur Kronenmaterial
- oft je nach Fuhre variierende Zusammensetzung

HACKSCHNITZEL

- Feuchte M10 bis M50
- Energiedichte eher gering
- hoher Laub / Nadel / Rinde – Anteil
=> hoher N Gehalt
- oft sehr sperrig und mit Überlängen

STRAUCHSCHNITT

- Feuchte M15- M60
- geringe Energiedichte
- oft mit Fremdstoffen versetzt (Steine / Sand)
- hoher N Gehalt

RINDE

- Feuchte M10
- geringe Energiedichte
- oft sehr kompakt (Sägemehl/ CNC Staub)
- => geringe Luftdurchlässigkeit
- Staubig (ATEX)
- N Gehalt variierend

RESTHOLZ

- Feuchte M10 (je nach Lagerung auch feuchter)
- meist Tannenholz (Einwegpaletten / Bauholz)
- N Gehalt oft hoch (Farben / Leime)
- Kontaminiert mit Schrauben/ Nägel
- Aluminium und Schwermetalle

ALTHOLZ

- Feuchte M10 bis M60
- geringe bis sehr hohe Energiedichte (Öle)
- Beschaffenheit unbestimmt
- kann sehr korrosiv sein (Traubenkerne)
- N Gehalt variierend

SONDERBRENNSTOFFE

Auswirkung chemische Bestandteile

Element:		Auswirkung
Stickstoff	N	NO _x -, HCN- und N ₂ O-Emissionen
Chlor	Cl	Emission von HCl und Korrosionen
Schwefel	S	SO _x -Emissionen und Korrosionen
Kalium	K	Ascheerweichung und Hochtemperaturkorrosion
Kalzium	Ca	Ascheerweichungsverhalten, Einbindung von Schadstoffen in Asche
Magnesium	Mg	
Schwermetalle		Ascheverwertung: Schwermetallemissionen wirken zum Teil als Katalysatoren



Steine/ Nägel

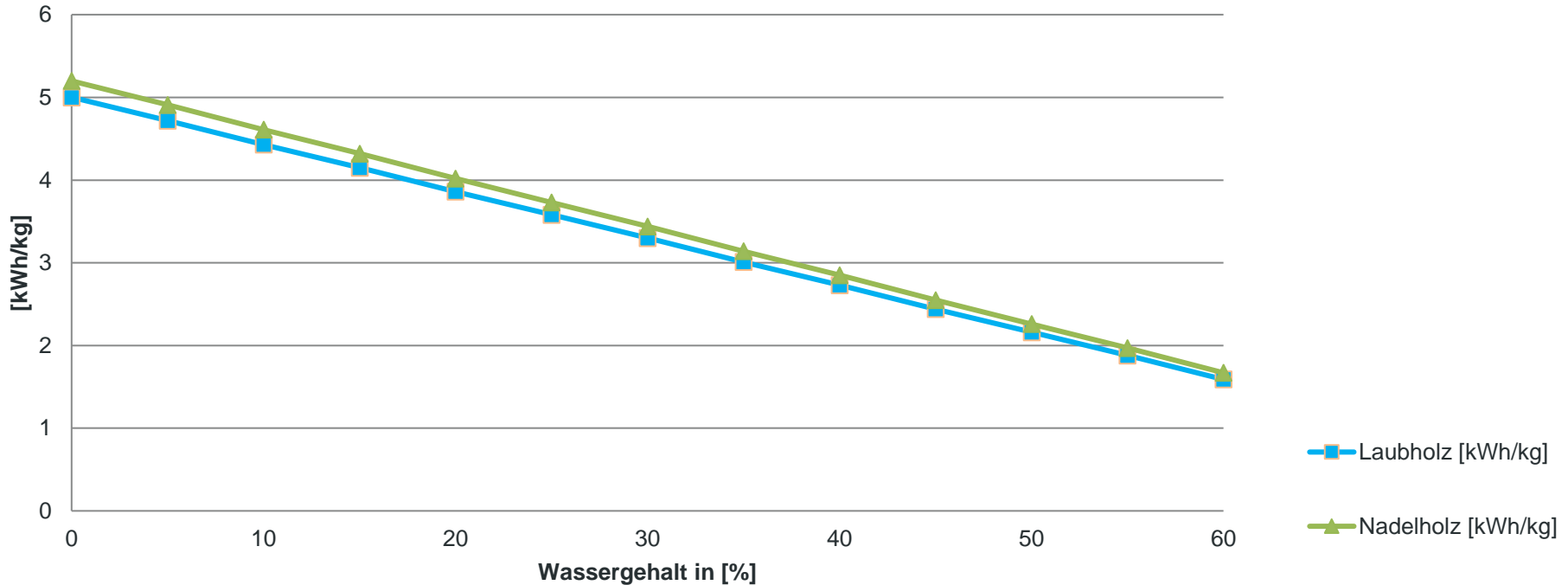
Kontamination vom Brennstoff



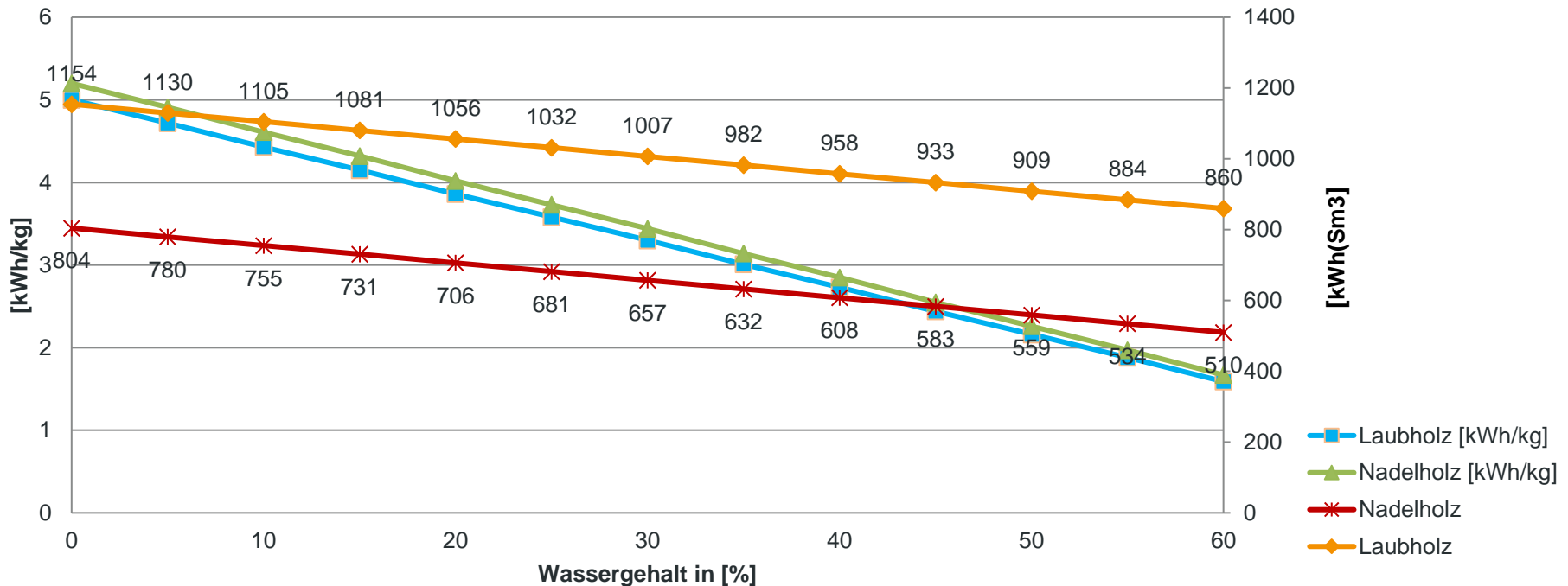
Aluminium im Unterrost

Aluminium an einem Roststab

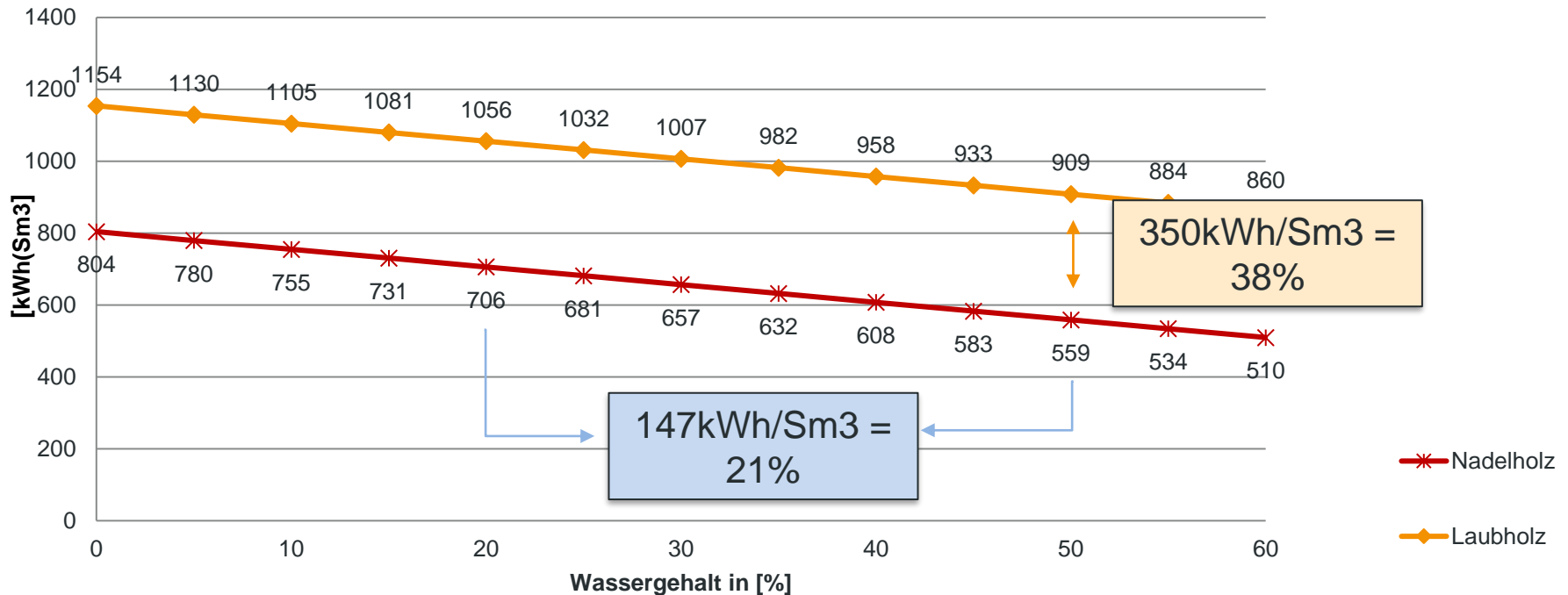
Heizwert Laubholz vs. Nadelholz in Abhängigkeit der Feuchte



Heizwert Laubholz vs. Nadelholz bezogen auf das Volumen



Heizwert Laubholz vs. Nadelholz bezogen auf das Volumen



Feuchtemessung

Die Ergebnisse verschiedener Sensoren waren ernüchternd. Eine Messung im Brennstoff kommt in Folge unterschiedlicher Stückigkeit der Brennstoffe nicht in Frage, unabhängig vom Hersteller des Sensors oder des Messverfahrens

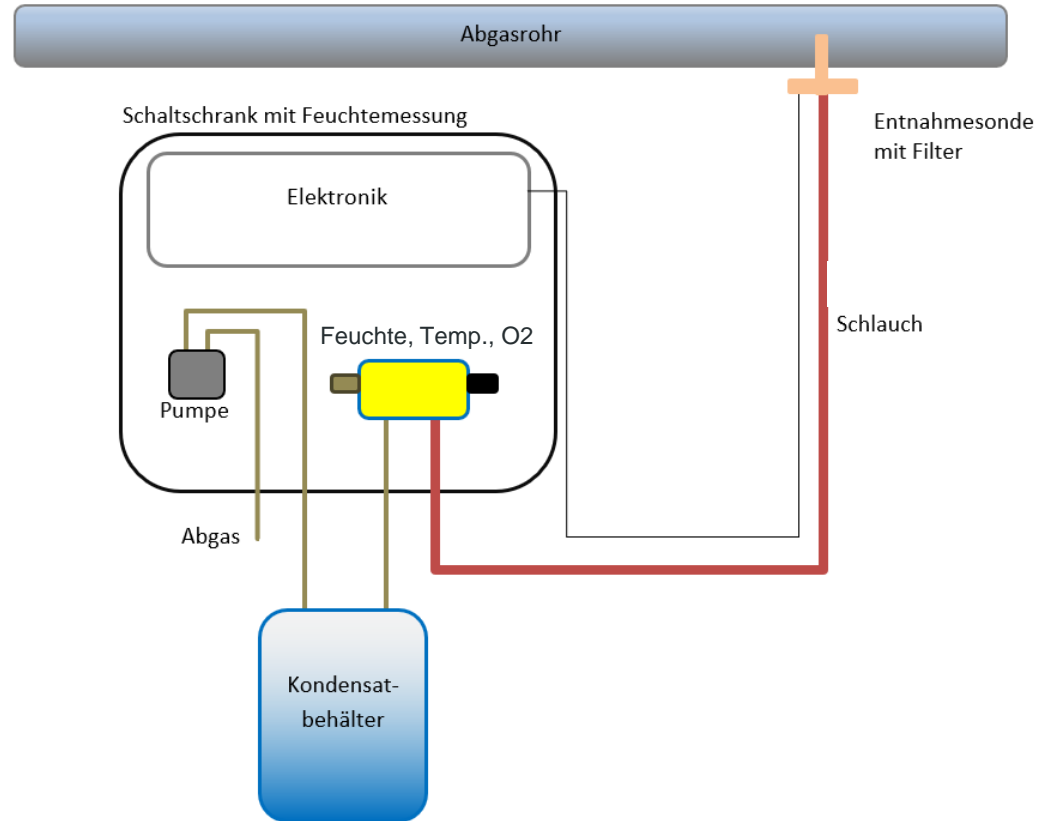
Die Messung im Abgas ist unabhängig von der Beschaffenheit des Brennstoffes, daher ist diese Variante viel zielführender.



Messdaten

- Messung O₂
- Abgasfeuchtigkeit
- Temperatur Messkammer
- Umgebungstemperatur
- Luftfeuchtigkeit

Die Steuerung berechnet die Holzfeuchte



Befall durch Mikroorganismen



Gestockte Buche = Pilzbefall

Je nach Lagerung und Alter
=> unterschiedlicher Energieinhalt



EN ISO 17225-1	Feinanteil	Hauptanteil	Grobanteil	Maximalwerte	
Neu	Separat definiert in mm	min. 60 % in mm	max. 10 % in mm	Querschnitt in cm ²	Länge in mm
P31S	< 3.15	3.15 - 31.5	> 45*	4	<= 150
P31	< 3.15	3.15 - 31.5	> 45*	4	<= 200
P45S	< 3.15	3.15 - 45	> 63	6	<= 200
P45	< 3.15	3.15 - 45	> 63	6	<= 350
P63	< 3.15	3.15 - 63	> 100	6	<= 350
P100	< 3.15	3.15 - 100	> 150	6	<= 350

* Grobanteil max 6 %

CEN 14961	Feinanteil	Hauptanteil	Überlängen	Maximalwerte	
Bisher	max. 5 % in mm	min. 80 % in mm	max. 1 % in mm	Querschnitt Diagonale in mm	Länge in mm
P45	< 1	8 - 45	> 63	25	125
P63	< 1	8 - 63	> 100	30	200
P100	< 1	11.2 - 100	> 200	35	250

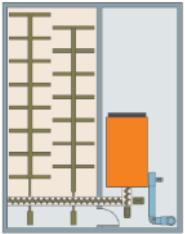
Merkmale

Veränderungen der Brennstofffeuchte, des Heizwertes und der Zusammensetzung während dem laufenden Betrieb der Feuerungsanlage beeinflussen die Feuerungseinstellungen.

Während des Sommerbetriebs wird der Einsatz von Brennstoff mit einer Brennstofffeuchte $\leq M35$ zur Begünstigung der Mindestbetriebsdauer der Feuerungsanlage empfohlen.

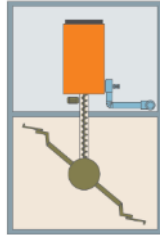
Reduktion der Anfahrzeit und entsprechenden Emissionen und Dampffahne am Kamin.

Schubboden- austragung



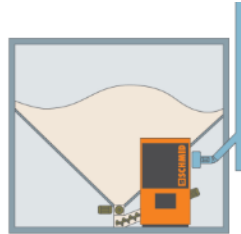
- Leistungsbereich:
bis 2 MW
- für Holzhackschnitzel
- unterschiedliche Qualität

Gelenkarm- austragung



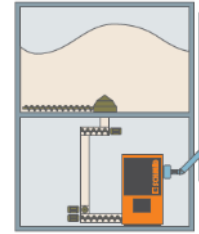
- Leistungsbereich:
bis 900 kW
- für Qualischnitzel und
Pellets

Mittelschnecken- austragung



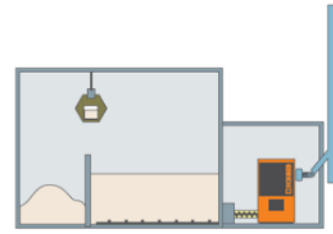
- Leistungsbereich:
bis 900 kW
- für Pellets

Rund- austragung

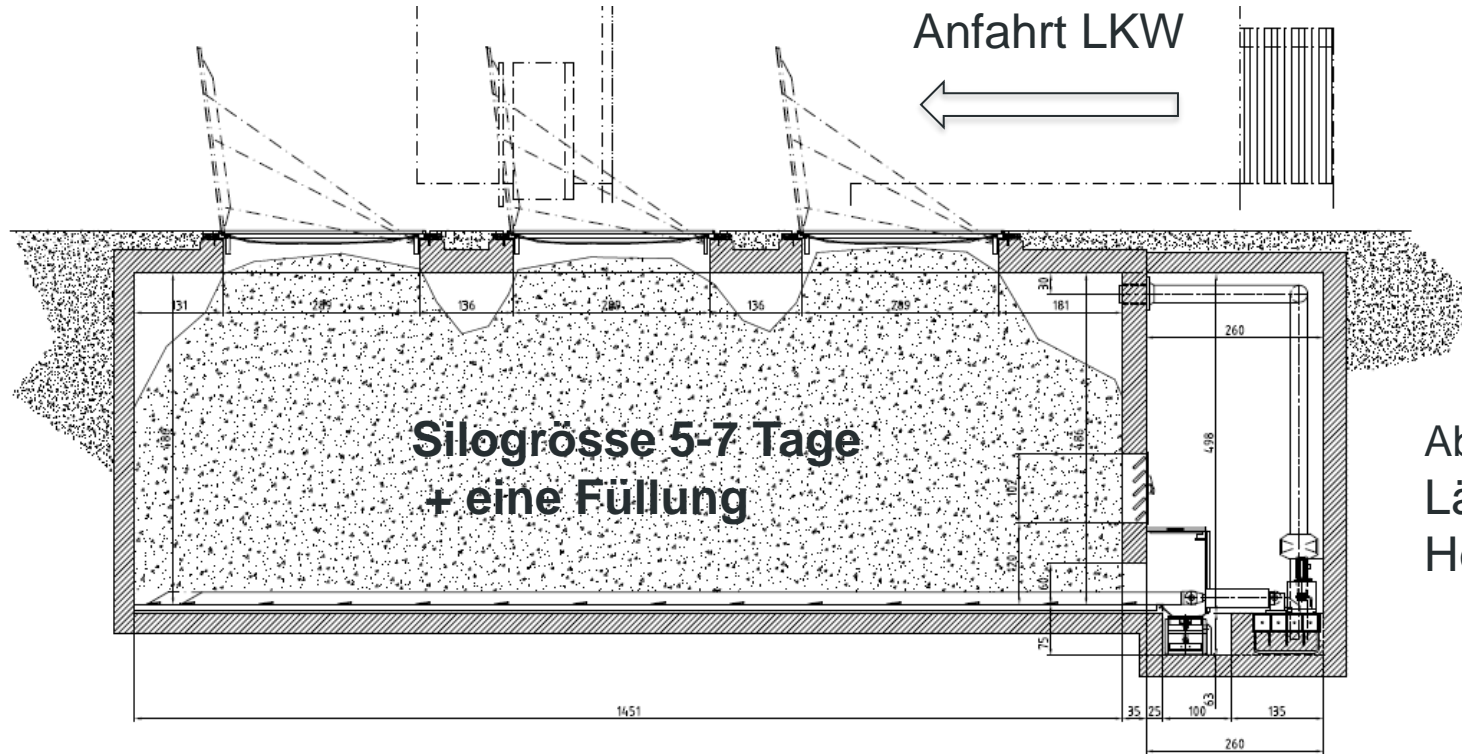


- Leistungsbereich:
bis 2 MW
- für Holzhackschnitzel
und Restholz

Brennstoff- kran



- Leistungsbereich:
ab 2 MW
- für sämtliche Brennstoff-
kombinationen

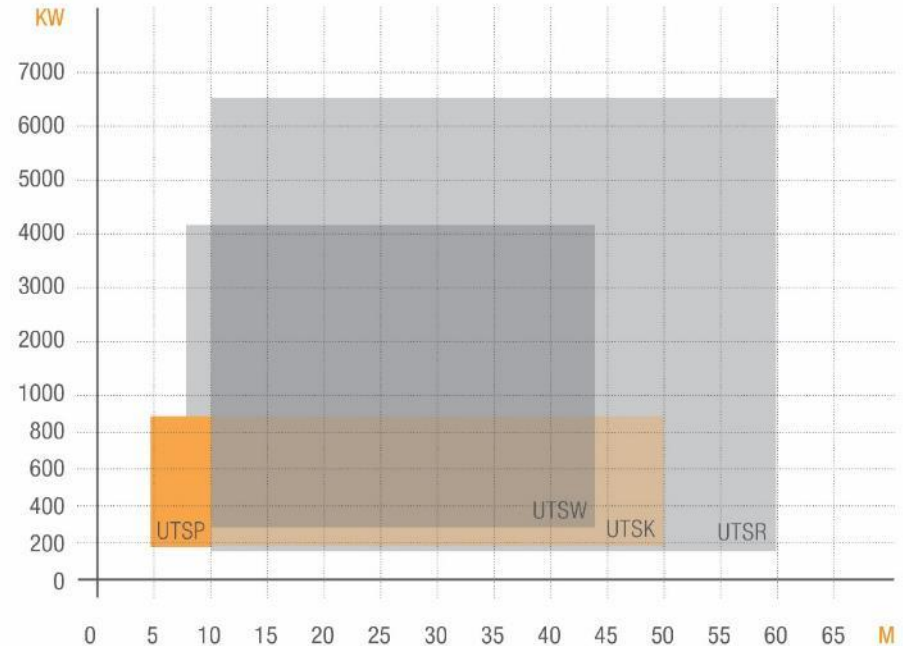


WAHL DER KESSELLEISTUNG

Entscheidend für den effizienten und wartungsarmen Betrieb der Feuerungsanlage ist die richtige Dimensionierung. Bei der Planung ist ein kontinuierlicher Betrieb anzustreben.

Einkesselanlagen mit Sommerbetrieb sollen eine ausreichend hohe Mindestbetriebsdauer aufweisen.

Andernfalls wird die Planung von Mehrkesselanlagen empfohlen, ebenfalls unter Berücksichtigung der Mindestbetriebsdauer.



QM-Holz; FAQ 12

Voraussetzung für emissionsarmen Betrieb

Schwachlastbetrieb

Minimale mittlere Tagesheizlast bei Schwachlastbetrieb
gemäss Q-Leitfaden Tabelle 20

Feuerungsart →	Rostfeuerung					Unterschubfeuerung		
	mit autom. Zündung		mit Glutbettunterhalt			mit autom. Zündung		mit Glutbettunterhalt
Ohne/mit Speicher Empfehlungen ↓	w ≤ 35%	w > 35% w ≤ 45%	w ≤ 35%	w > 35% w ≤ 50%	w > 50%	w ≤ 35%	w > 35% w ≤ 45%	w ≤ 50%
Ohne Speicher	20%	25%	20%	25%	40%	15%	20%	20%
Mit Speicher	15%	20%	15%	20%	30%	10%	15%	15%

Wichtiger Hinweis: Je nach Holzkeselhersteller können die Werte etwas abweichen. Massgebend sind immer die Werte und Empfehlungen des Holzkeselherstellers.

→ Minimale mittlere Tagesheizlast im Schwachlastbetrieb = 20 %

→ Minimale mittlere Tagesheizlast im Schwachlastbetrieb = $450 \text{ kW} * \frac{20\%}{100\%} = 90 \text{ kW}$

Quelle: QM Holzheizwerke

Beispiel:

- Rostfeuerung mit automatischer Zündung
- Brennstoff mit 35 % - 45 % Wassergehalt
- Bivalente Anlagen mit Speicher
- Leistungsbedarf mit Schwachlastbetrieb 100 kW
- Kesselnennleistung 450 kW

BRENNSTOFFZUFUHR

Die Brennstoffzufuhr wird sowohl beim Schneckentransport wie auch bei den Einschubsystemen dosiert und kontinuierlich der aktuell geforderten Verbrennungstemperatur angepasst.

Dadurch wird in jedem Lastzustand die geforderte Leistung erzeugt.

AUTOMATISCHE ZÜNDUNG

Durch den Einsatz eines Zündgebläse /-brenners können automatische Folgeschaltungen bei Mehrkesselanlagen realisiert werden.

Auf den Betrieb im Glutbettunterhalt kann dadurch verzichtet werden.

Zündung funktioniert optimal bis zu einer Brennstofffeuchte von $\leq M35$.

REGELUNG

Um von der Leistungsstärke der Produktlinie Industrial Systems vollumfänglich zu profitieren, empfehlen wir die steuerungstechnische Einbindung der

- Kesselpumpe inkl. Rücklaufhochhaltung zur Rücklaufanhebung und der konstanten Regulierung der Vorlauftemperatur
- automatischen Zündung
- Kaskadenschaltung
- Speicherberwirtschaftung

in die Kesselsteuerung PersonalTouch der Schmid AG / Hersteller der Feuerung.

Dadurch erhalten Sie, in Kombination mit unserer Fernwartung, das Maximum an Effizienz, Verfügbarkeit und das kontinuierliche Einhalten der geforderten Emissionen.

SPEICHER

Der Energiespeicher deckt Spitzenlasten ab, begünstigt das Regelverhalten der Feuerungsanlage und ermöglicht das Erreichen der Mindestbetriebsdauer sowie der Filterverfügbarkeit. Als Faustformel empfehlen wir mindestens 25...30 Liter pro kW installierte Leistung des grössten Kessels.

Speichergösse in $m^3 = \frac{0,86 \left[m^3 * \frac{K}{kWh} \right] * Nennleistung [kW] * 1 [h]}{\Delta t_{Netz} [K]}$

Lastspitzen werden durch den Speicher abgedeckt. Dadurch können die Kessel kleiner ausgelegt werden, und die Anzahl der Ein- und Ausschaltungen der Feuerungen wird reduziert. Die so erhöhte Laufzeit ermöglicht das Erreichen der Filterverfügbarkeit.

Anlagen mit Sommerbetrieb oder Ausbaureserven werden vorzugsweise als Mehrkesselanlagen konzipiert

**QM-Holz;
FAQ 21**

**Gemäss
LRV 18 bis
500kW (ab
2022 alle):**

25l/kW

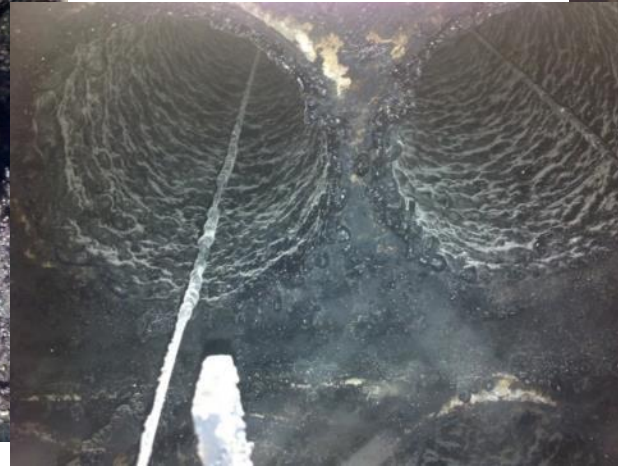
Asche

Die Aschenentsorgung wird von jedem Entsorger unterschiedlich gehandhabt. Es ist deshalb wichtig bei der Planung die Bedürfnisse und Wünsche des Entsorgers einfließen zu lassen.

Deponie in deiner Nähe: www.abfall.ch

FILTERVERFÜGBARKEIT

Problematik: Filter braucht eine Betriebstemperatur von mind. 85- 110°C (Kondensationsgefahr)



FERNZUGRIFF

Der Fernzugriff über PC, Tablet oder Smartphone ermöglicht Ihnen die komfortable Überwachung und Steuerung Ihrer Anlage aus der Ferne. Profitieren Sie auch von der optionalen Feuerraumkamera zur visuellen Kontrolle des Feuerraumes.

Die Fernzugriffslösung ermöglicht Ihnen ausserdem den Zugang zur ganzen Leistungspalette des After Sales vom Hersteller.

Revision

- Die Anlage ist kalt und gereinigt.
- Die Anlage wird auf Verschleiss kontrolliert und wo nötig repariert.
- Kontrolle der Sicherheitseinrichtungen (Rückbrand, Sicherheitstemperaturbegrenzer...)

Emissionswartung

- Die Anlage ist in Betrieb.
- Die Emissionen und Effizienz wird kontrolliert und wenn Nötig die Parameter dem Brennstoff angepasst.
- Begleiten der Emissionsmessung
- Kontrolle auf versteckte Defekte

Fernwartung

- Kontrolle des Laufverhaltens
- Kontrolle der Filterverfügbarkeit
- Vorerkennung von Abweichungen
- Schnelle Hilfestellung bei Problemen

Störungsbehebung

- 24h / 7 Hotline
- Meist werden die Störungen innerhalb von 24h behoben, oder wurden besichtigt.
- Schweizweit 3 Servicestandort (Matzendorf, Moudon, Oey) plus Hauptsitz (Eschlikon)



FRAGEN



ANTWORTEN