



## Rapporto sullo stato della tecnica 2018

### Requisiti di igiene dell'aria per gli impianti di combustione a legna con potenza superiore a 70 kW<sub>FWL</sub>

Il presente rapporto sullo stato della tecnica ha quale obiettivo la definizione degli standard di qualità per la progettazione, la realizzazione e l'utilizzo degli impianti di combustione a legna che presentano un obbligo di risanamento oppure impianti nuovi. Gli impianti di combustione a legna, in particolare le reti di distribuzione del calore, sono progetti a lungo termine con un elevato investimento e con corrispondenti alte esigenze. La determinazione della domanda di calore è particolarmente impegnativa perché soggetta a forti fluttuazioni.

Gli obiettivi del presente rapporto sullo stato della tecnica sono la riduzione delle emissioni di polveri fini, nonché del fumo e degli odori eccessivi che ne derivano. Inoltre si mira ad informare in forma sintetica gli operatori degli impianti, i progettisti e i fornitori, in merito ai requisiti precauzionali dell'Ordinanza contro l'inquinamento atmosferico (OIA, del 1° giugno 2018) e al Piano d'intervento per l'igiene dell'aria del Cantone dei Grigioni 2016 (MPL). A medio termine, devono essere mantenuti in esercizio solo gli impianti di combustione di buona qualità dal punto di vista dell'igiene dell'aria.

#### 1 Fabbisogno termico

I sondaggi di "QM Holzheizwerke" (vedi glossario) mostrano che in particolar modo gli impianti di riscaldamento a legna più vecchi sono spesso sovradimensionati.

Le ragioni sono principalmente:

- elevati margini di sicurezza per il calcolo del fabbisogno termico secondo la norma SIA;
- progettazione dell'impianto per picchi di carico che si verificano raramente;
- volume di accumulo di calore assente o insufficiente;
- realizzazione di sistemi monovalenti meno costosi, piuttosto che bivalenti o multi-caldaia con ripartizione della potenza complessiva, p. es.  $\frac{2}{3}$  e  $\frac{1}{3}$  di potenza;
- riserva nel dimensionamento per un ampliamento successivo (p. es. espansione della rete di calore);
- edifici risanati energeticamente a posteriori.

Il sovradimensionamento porta ad un funzionamento indesiderato a basso carico. Continui spegnimenti e accensioni dell'impianto, portano alla formazione di composti nocivi per la salute come IPA e VOC (vedi glossario) e di conseguenza a fumi e odori eccessivi, soprattutto in presenza di cippato con un alto contenuto d'acqua.

Durante il funzionamento a basso carico viene mantenuta una fiamma relativamente piccola, oppure con continui spegnimenti e accensioni si verifica un'alternanza tra fiamma piccola e brace. Di conseguenza, la camera di combustione e i gas di scarico si raffreddano o non raggiungono la temperatura di funzionamento stazionaria richiesta, con la conseguente formazione di fumi e odori eccessivi. Nel caso di filtri elettrici e a tessuto, l'efficacia si raggiunge solo al di sopra di una determinata temperatura di funzionamento. Pertanto, questi sistemi di filtraggio rimangono inefficaci a temperature di funzionamento troppo basse e i fumi di scarico non ancora filtrati vengono espulsi senza trattamento attraverso il bypass.

Per evitare questi problemi, è assolutamente necessaria una progettazione della potenza commisurata al consumo (ev. sistemi bivalenti o a multi-caldaia) e una corrispondente gestione intelligente del volume di accumulo.

## 2 Requisiti minimi per la progettazione e il funzionamento

### 2.1 Combustibile

La qualità del combustibile è prescritta dal produttore della caldaia. Nel caso della combustione di legna da ardere e cippato, i seguenti fattori devono essere definiti nella fase di progettazione: umidità, dimensioni, come pure le sezioni piccole e ulteriori limitazioni di funzionamento a basso carico. Questi requisiti di qualità per il combustibile devono essere rigorosamente rispettati dal gestore dell'impianto

Fondamentalmente (secondo F1.5 paragrafi 2 e 3, F3.1 paragrafo 4 MPL):

- il cippato triturato con contenuto di acqua M superiore al 35% (corrispondente al contenuto di umidità del legno u/atro superiore al 55%) può essere utilizzato solo soddisfacendo entrambe le condizioni seguenti:
  - impianti con potenza superiore a 500 kW<sub>FWL</sub> con nastro trasportatore di alimentazione o tecnologia comparabile;
  - utilizzo minimo per giorno di riscaldamento di almeno 18 ore e funzionamento continuo superiore al 50% del pieno carico.
- a basso carico (p. es. durante il funzionamento estivo) per impianti monovalenti a caldaia singola, è necessario utilizzare legna con un contenuto massimo di acqua M del 20%, ~umidità del legno u 25% (adeguata secondo Qualischnitzel®). Inoltre, l'impianto dovrebbe essere regolato secondo la qualità stagionale del combustibile.

### 2.2 Tempi di funzionamento, volume di accumulo e combustibile

Il volume di accumulo deve essere dimensionato sufficientemente grande. Va fatto notare che, in pratica, l'intera capacità dell'accumulo non può mai essere utilizzata come tampone (differenza di temperatura  $\Delta_T$  tra mandata e ritorno).

In base alla potenza dell'impianto è necessario progettare un corrispondente volume di accumulo.

Di regola, è consentita solo un'accensione a freddo per giorno di riscaldamento (F1.1 MPL).

#### a) Impianti con caricamento manuale della legna da ardere

- per impianti a legna da ardere deve essere possibile una combustione senza fumo dopo 15 minuti dall'accensione;
- il volume di accumulo non deve essere inferiore a 55 litri per kW di potenza termica nominale.

#### b) Impianti a cippato triturato

Per impianti a cippato triturato dovrebbe aver luogo una sola accensione per giorno di riscaldamento. Con una qualità ottimale della combustione nella fase di avvio e di spegnimento, il numero di accensioni può essere aumentato a 2-5 per giorno di riscaldamento. Inoltre valgono le seguenti condizioni:

- con un funzionamento modulabile, è necessario garantire che il sistema di filtraggio sia efficace anche al carico minimo definito e non sia disattivato dalla bassa temperatura dei gas di scarico rispettivamente convogliato verso il bypass;

- il volume di accumulo deve essere in grado di assorbire almeno la piena capacità di carico di un'ora di funzionamento senza trasferimento di calore alla rete di riscaldamento;
- per ogni giorno di riscaldamento è necessario dimostrare un funzionamento continuo superiore al carico minimo per una durata di almeno 8 ore (fino a 500 kW<sub>FWL</sub>) o 12 ore (oltre i 500 kW<sub>FWL</sub>) (solitamente il 30% del carico totale), in cui sono soddisfatti i limiti OIAI specificati nell'allegato 3;
- la durata massima di funzionamento con mantenimento della brace non deve superare le 4 ore per ogni giorno di riscaldamento.

Per soddisfare tali requisiti, l'UNA raccomanda un volume di accumulo di almeno 30 litri per kW di potenza termica nominale come valore indicativo per gli impianti a cippato triturato, ossia 5 litri per kW in più rispetto (allegato 3 cfr. 523 OIAI).

*Esempio di calcolo secondo "QM Holzheizwerke":*

*impianto con potenza pari a 1'000 kW<sub>FWL</sub>, temperatura dei fumi di scarico in uscita dalla caldaia 85 °C, temperatura di ritorno max. 55 °C, per un'ora di funzionamento a pieno carico con stoccaggio del calore risulta:*

*volume minimo dell'accumulo = 0,86 x 1'000 kW x 1,0 h / (85 - 55 °C) = 29 m<sup>3</sup>.*

*Attenzione: le reti di teleriscaldamento o i consumatori con temperature di mandata elevate richiedono volumi di accumulo maggiori o caldaie supplementari decentralizzate.*

Per gli impianti a più caldaie, si applicano i calcoli speciali di accumulo secondo "QM Holzheizwerke". Di regola è determinante la potenza nominale della caldaia più grande.

### **c) Impianti a pellet**

Per impianti a pellet deve essere garantito un tempo di funzionamento minimo di un'ora per ogni accensione.

La durata massima di funzionamento con mantenimento della brace non deve superare le 4 ore per ogni giorno di riscaldamento.

Per soddisfare tali requisiti, l'UNA raccomanda un volume di accumulo di almeno 20-25 litri per kW<sub>FWL</sub>. Fa eccezione un impianto che ha meno di 500 accensioni per anno solare (scheda 11/1 SFIH).

## **3 Risanamenti**

Se non è possibile raggiungere un funzionamento a basse emissioni per un impianto di combustione a legna esistente, è necessario prendere in considerazione le seguenti misure di riduzione delle emissioni:

- sostituzione del combustibile, p. es. pre-essiccazione del cippato e riduzione delle sezioni piccole;
- acquisto del cippato conformemente a quanto consigliato da Qualischnitzel® ed eseguire un controllo al momento della consegna;
- limitazione del tempo di funzionamento, p. es. nessun funzionamento estivo o a basso carico;
- ammodernamento del volume di accumulo con un dimensionamento sufficientemente grande;
- ammodernamento con un sistema bivalente aggiuntivo, un piccolo impianto a legna o un impianto solare per i bassi carichi o i carichi di punta (sistema a più caldaie);
- innalzamento del camino in presenza di fumo e odori eccessivi;
- utilizzo di altre fonti di calore.

Nel caso di risanamento di impianti a legna esistenti, è necessario eseguire un esame globale della situazione. È fondamentale controllare e determinare che tutti gli scenari energetici per la riduzione del consumo di calore siano stati analizzati. In base a questa nuova situazione di richiesta di calore, devono essere selezionati il tipo e la potenza dell'impianto.

L'ammodernamento di un vecchio impianto a legna, con unicamente l'installazione di un sistema di filtraggio, non è efficace in termini di riduzione delle polveri fini. In questo caso è consigliato un risanamento totale con l'introduzione di un controllo dei consumi e una gestione dell'accumulo.

## **4 Filtri per polveri fini**

### **4.1 Impianti a legna esistenti 70 - 500 kW<sub>FWL</sub> senza separatore di polveri fini**

Se viene determinato che il valore limite di polveri fini sull'intero intervallo di funzionamento non è garantito mediante il monitoraggio continuo del filtro e del bypass, la misurazione periodica delle emissioni è completata da cicli di misurazione più brevi o deve essere installato un dispositivo di misurazione continua delle polveri.

Per gli impianti a cippato con potenza superiore a 150 kW<sub>FWL</sub> e per gli impianti a pellet con potenza superiore a 250 kW<sub>FWL</sub> senza separatore di polveri fini, il ciclo biennale per le misurazioni periodiche delle emissioni viene ridotto e il monitoraggio viene organizzato mediante misurazioni annuali delle emissioni (art. 15 cv. 3 LCPAmb e F3.2 MPL).

### **4.2 Progettazione di nuovi impianti a cippato 70 - 500 kW<sub>FWL</sub>**

In condizioni di funzionamento definite (laboratorio, banco prova), i requisiti cautelativi OIAt sono solitamente rispettati. Tuttavia nella pratica, la qualità della combustione dipende in larga misura dalla qualità variabile del combustibile (umidità del legno, pezzatura e sezioni piccole) e dal funzionamento dell'impianto. Si parte quindi dal presupposto che il valore limite di 50 mg/m<sup>3</sup> per le polveri fini non possa essere soddisfatto per l'intera durata di funzionamento senza l'impiego di un sistema di separazione del particolato. I nuovi impianti dovrebbero quindi sempre essere progettati e costruiti con un sistema di separazione delle polveri fini.

### **4.3 Impianti automatici 500 kW - 5 MW<sub>FWL</sub>**

Per impianti con potenza superiore a 500 kW<sub>FWL</sub> è necessaria l'impiego di un sistema di filtraggio per polveri fini in modo da rispettare il valore limite di 20 mg/m<sup>3</sup>. Per impianti con potenza superiore a 5 MW<sub>FWL</sub> viene effettuata una valutazione caso per caso (cfr. 3.4 MPL).

### **4.4 Impianti a pellet**

Secondo lo stato della tecnica, per impianti a pellet con potenza fino a 150 kW<sub>FWL</sub> è solitamente possibile rispettare il valore limite per le polveri fini senza un sistema di separazione. L'UNA consiglia l'installazione di un separatore di polveri fini con potenze superiori a 200 kW<sub>FWL</sub>.

Per impianti a pellet oltre i 250 kW<sub>FWL</sub> senza separatore di polveri fini, si applica una cadenza annuale di misurazione delle emissioni (art. 15 cv. 3 LCPAmb e F3.2 MPL).

## **5 Rapporto tra operatività del filtro e tempo di funzionamento della caldaia**

### **5.1 Combustione a regime**

Il tempo di funzionamento della caldaia "combustione a regime" è il periodo durante il quale il contenuto di O<sub>2</sub> nei gas di scarico è inferiore al 18% e il ventilatore di alimentazione della combustione o dei gas di scarico è in funzione.

### **5.2 Operatività del filtro**

L'operatività del filtro è definita nella FAQ 38 ("QM Holzheizwerke").

Semplificando, questo include: il tempo in cui non avviene alcuna operazione di bypass, i filtri elettrici si trovano in modalità alta tensione, generalmente la temperatura minima di funzionamento nel filtro non viene superata e le polveri fini vengono separate in modo efficace.

Il tempo di funzionamento del sistema di filtraggio dovrebbe raggiungere almeno il 90% ( $\pm 5\%$ ) del tempo di funzionamento annuale per "combustione a regime". Il monitoraggio avviene attraverso delle registrazioni secondo la FAQ 38 ("QM Holzheizwerke"). Per impianti esistenti con potenza superiore a 500 kW<sub>FWL</sub> si veda l'allegato 1.

### 5.3 Partenza a freddo

Sull'arco delle 24 ore dovrebbe avvenire al massimo una partenza a freddo.

I sistemi di estrazione delle polveri fini devono funzionare in modo corretto entro un periodo di tempo definito dopo il segnale di avviamento.

Dopo un avvio a freddo o a caldo, i filtri elettrici e a tessuto dovrebbero essere operativi in base alla tabella seguente:

Potenza dell'impianto	Partenza a freddo	Partenza a caldo
fino a 500 kW <sub>FWL</sub>	15 - 30 min.	15 min.
da 500 a 1000 kW <sub>FWL</sub>	30 - 60 min.	30 min.
da 1 a 3 MW <sub>FWL</sub>	45 - 90 min.	45 min.

(scheda 11/1 SFIH: Empfehlungen für messpflichtige Anlagen)

### 5.4 Registrazione dell'operatività del filtro

Per gli impianti nuovi e risanati (art. 2 cv. 4 OIAt) realizzati a partire dal 1° gennaio 2008, l'operatività del filtro durante il funzionamento deve essere registrata a fini di valutazione e deve essere chiaramente leggibile in occasione della misurazione delle emissioni. Per gli impianti costruiti tra il 2008 e il dicembre 2016, sarà concesso un periodo transitorio fino al 1° ottobre 2022 per l'adeguamento.

### 5.5 Considerazioni sulla concentrazioni di polveri nei gas di scarico

La concentrazione di particelle solide nei fumi di scarico non ancora filtrati non deve superare 150 mg/m<sup>3</sup> in qualsiasi condizione di funzionamento.

Per controllare i fumi di scarico non ancora filtrati, rispettivamente il grado di rimozione del particolato attraverso il sistema di separazione delle polveri fini, si raccomanda l'installazione di un ugello di misurazione aggiuntivo a monte del separatore.

Per le misurazioni delle emissioni dei fumi di scarico filtrati, l'installazione di un ugello di misurazione EMPA dopo il separatore di polveri fini è obbligatoria nella zona di sovrappressione. Le raccomandazioni di misura dell'UFAM definiscono le sezioni di ingresso e uscita senza modifiche trasversali e direzionali prima e dopo il punto di misurazione, nonché le specifiche per l'ugello EMPA.

## 6 Sistema scarico fumi (camino)

L'altezza minima al di sopra del tetto del sistema di scarico fumi (camino) deve essere conforme ai requisiti della direttiva sui camini dell'UFAM.

## 7 Glossario

Bypass	aggiramento del filtro per polveri fini
Contenuto d'acqua	contenuto d'acqua <b>M</b> (Moisture Content, finora contrassegnato con W)
	M finora W      u [atro.]
	legna completamente asciutto      0 %,      0 %
	legna da ardere essiccata 2 anni      15 - 20 %      18 - 25 %
	legna da ardere essiccata 1 anno      20 - 30 %      25 - 43 %
	cippato di legna tonda stagionata      25 - 40 %      33 - 67 %
	cippato di legna triturrata da bosco      40 - 55 %      67 - 122 %
	scarti di legna da carpenteria      13 - 20 %      15 - 25 %
	scarti di legna da segheria      25 - 60 %      67 - 150 %
Equipaggiamento di misurazione EMPA	equipaggiamento normalizzato di misurazione secondo le prescrizioni EMPA
Fumi di scarico	fumi all'uscita della camera di combustione, senza post-trattamento non ancora filtrati
Fumi di scarico filtrati	fumi trattati con filtro per gas di scarico / sistema di separazione per polveri fini
FWL	potenza termica, se non dichiarato sulla targhetta identificativa, il FWL risulta dalla moltiplicazione tra la potenza nominale e la perdita del sistema (fattore 1.15 per impianti a legno in pezzi e cippato, fattore 1.1 per impianti a pellet)
IPA (anche PAK)	idrocarburi policiclici aromatici, formati tra l'altro a causa della combustione incompleta (temperatura della fiamma troppo bassa), sono dannosi per la salute, tossici e cancerogeni
MPL	Piano d'intervento per l'igiene dell'aria del Cantone dei Grigioni, emendamento 2016
Particolato / polveri fini	polvere sospesa, polvere fine inalata p. es. PM 10
QM Holzheizwerke	standard di qualità assicurato dal gruppo di lavoro per la gestione della qualità (esperti per gli standard di qualità)
Qualischnitzel®	cippato normato, asciutto e selezionato con contenuto d'acqua < 20% (umidità del legno ca. < 25%), sezioni piccole < 1%, nessuna sezione troppo grande; adatto per impianti di riscaldamento a carico parziale e funzionamento estivo
Separatore ciclonico	separatore per particelle grossolane tramite forza centrifuga
UFAM	Ufficio federale dell'ambiente
Umidità del legno	umidità del legno u [atro.], denominazione obsoleta, vedi anche contenuto d'acqua M
Ventilatore di alimentazione della combustione	garantisce la sovrappressione e la quantità di aria nella camera di combustione
VLE	valori limite d'emissione secondo l'Ordinanza contro l'inquinamento atmosferico
VOC	composti organici volatili, formati tra l'altro a causa della combustione incompleta, sono tossici e cancerogeni

## 8 Fonti e ulteriori informazioni

- Ordinanza contro l'inquinamento atmosferico OIA, del 16° dicembre 1985 (OIA; RS 814.318.142.1)
- Legge d'introduzione alla legge federale sulla protezione dell'ambiente del 2° dicembre 2001 (Legge cantonale sulla protezione dell'ambiente, LCPAmb CSC 820.100)
- Piano d'intervento per l'igiene dell'aria del Cantone dei Grigioni MPL, emendamento 2016 (MPL, ANU-409-02d)

UFAM direttiva sui caminetti e raccomandazioni per le misure	<a href="http://www.bafu.admin.ch">www.bafu.admin.ch</a>
Cercl'Air	<a href="http://www.cerclair.ch">www.cerclair.ch</a>
Energia legno Svizzera	<a href="http://www.energia-legno.ch">www.energia-legno.ch</a>
QM Holzheizwerke	<a href="http://www.qmholzheizwerke.ch">www.qmholzheizwerke.ch</a>
SFIH - Holzfeuerungen Schweiz	<a href="http://www.sfi-holzfeuerungen.ch">www.sfi-holzfeuerungen.ch</a>

### Informazioni uff. cantonale:

Ufficio per la natura e l'ambiente, Gürtelstrasse 89, 7001 Coira  
sezione aria, rumori e radiazioni  
impianti a combustione e motori a combustione stazionari  
Hans Michel 081 257 29 94

## Allegato

### Registrazione dell'operatività dei filtri elettrici per le polveri fini

(in caso di scostamenti rispetto ai requisiti della FAQ 38 ("QM Holzheizwerke"))

La relazione tra il tempo di funzionamento "combustione a regime" e l'efficacia del sistema di filtri per polveri fini "modalità alta tensione attivata", "bypass attivato" e "malfunzionamento del filtro" devono essere registrate in modo continuo, inoltre devono essere leggibili in modo semplice e senza ambiguità durante i controlli periodici o controlli a campione delle emissioni.

### Stati di funzionamento da registrare

- Come tempo di funzionamento "combustione a regime" vale il periodo in cui è attivato il ventilatore di alimentazione della combustione, rispettivamente il ventilatore dei gas di scarico e in cui la percentuale di ossigeno O<sub>2</sub> è minore del 18%, provocando così un tiraggio d'aria assistito meccanicamente attraverso l'impianto e l'emissione dei gas attraverso il camino.
- Il tempo di funzionamento effettivo del sistema di filtrazione elettrostatica delle polveri fini è il periodo in cui il sistema di filtraggio è in modalità alta tensione e la temperatura minima di funzionamento nel filtro viene mantenuta.
- Il numero di comandi di commutazione: "combustione a regime / non a regime", "modalità alta tensione attivata / disattivata", "bypass attivato / disattivato" devono essere registrati in aggiunta al tempo di funzionamento.
- La durata dei malfunzionamenti del filtro deve essere registrata.

### Registrazione

I parametri: tempo di funzionamento del ventilatore di alimentazione della combustione, efficacia del filtro e tempo di funzionamento del bypass devono essere registrati in ore.

Il numero di comandi di commutazione: “combustione a regime / non a regime”, “modalità alta tensione attivata / disattivata”, “bypass attivato / disattivato” devono essere registrati come singoli comandi.

Mensilmente (solitamente alla fine del mese) e annualmente alla fine della stagione di riscaldamento (fine giugno), i totali di questi orari di funzionamento e comandi di commutazione devono essere memorizzati o letti manualmente dall'operatore responsabile dell'impianto e riportati in un giornale (l'UNA mette a disposizione schede prestampate).

Se il produttore ha una tecnica di registrazione diversa da quella della FAQ 38 ("QM Holzheizwerke") , le specifiche devono essere sottoposte all'UNA prima dell'installazione per le valutazioni del caso. L'accettazione da parte dell'UNA è legata al rispetto dell'Ordinanza contro l'inquinamento atmosferico.

### **Istruzione dell'operatore responsabile dell'impianto**

Durante la messa in servizio / consegna del sistema di filtraggio, devono essere fornite istruzioni per la lettura degli stati di funzionamento.

L'operatore responsabile dell'impianto deve inoltre essere istruito a utilizzare, rispettivamente essere in grado di leggere l'apparecchio di registrazione.

L'operatore responsabile dell'impianto deve confermare questa istruzione e la sua capacità di utilizzare l'apparecchiatura, rispettivamente leggere le informazioni, al fornitore.

### **Monitoraggio dell'efficienza del filtro**

In occasione dei controlli periodici o a campione delle emissioni, i valori registrati devono essere chiaramente visibili. I valori attuali devono essere allegati o integrati direttamente nel rapporto di misurazione.

Per il controllo di plausibilità, se necessario, i livelli intermedi mensili dall'ultimo controllo devono essere messi a disposizione per eventuali valutazioni.