



Vollzug der Luftreinhalte-Verordnung (LRV) stationäre Verbrennungsmotoren

Stationäre Verbrennungsmotoren (SVM) werden beim Vollzug der Luftreinhalte-Verordnung (LRV) aufgrund der Nutzung, Leistung und des Treibstoffes unterschieden:

1. Notstromanlagen (NSA) mit weniger als 50 Betriebsstunden / Jahr ohne Abwärmenutzung.
 2. Blockheizkraftwerke (BHKW) zur Abwärmenutzung und Produktion von elektrischem Strom.
- Vorgängig dem Einbau ist dem ANU das Formular Emissionserklärung einzureichen.
[> www.anu.gr.ch](http://www.anu.gr.ch) > Stationäre Verbrennungsmotoren > F-409-02d

1. Notstromanlagen (NSA)

- a) Bis 100 kW_{el.}, die maximal 50 Stunden pro Jahr für Testläufe oder Noteinsätze betrieben werden, besteht im Kanton Graubünden keine Abgasmesspflicht. Noteinsätze bei Netzausfall sind zu deklarieren und dem ANU jährlich mit der Betriebsstundenzahl zu melden.
- b) Ab 100 kW_{el.} **mit DRPF**: Wartung durch Fachfirma mindestens alle sechs Jahre. Der Wartungsrapport ist unaufgefordert dem ANU einzusenden. Die Betriebsstunden sind dem ANU jährlich zu melden.
- c) Ab 100 kW_{el.} **ohne DRPF**: Jährliche Wartung durch Fachfirma. Der Wartungsrapport ist unaufgefordert dem ANU einzusenden. Ab 300 kW_{el.} alle sechs Jahre eine amtliche Messung²⁾.
- d) NSA an Standort ohne Netzanschluss (z. B. Alpbetrieb, Steinbruch etc.), Beurteilung im Einzelfall.

Das ANU behält sich vor, die Betriebsstunden sowie die Wirksamkeit eingebauter Dieselrusspartikelfilter mit Stichkontrollen zu überprüfen.

Emissionsgrenzwerte (gemäss Art. 4 LRV i.V.m. Cercl'Air Empfehlung Nr. 32/2016)

Schadstoffe	20–100 kW _{el.} *	über 100 kW _{el.} *		Gesetzliche Grundlage
		mit DRPF	ohne DRPF	
Dieselruss	mg/m ³	- 1)	- 1) / 52)	Anh. 2 Ziff. 827 LRV / MPL
Russzahl (RZ)	RZ	1 1)	0 1)	BAFU Messempfehlung
Kohlenmonoxid (CO)	mg/m ³	650	650	Art. 4 LRV / C'A Nr. 32
Stickoxide (NOx)	mg/m ³	2000	1800	Art. 4 LRV / C'A Nr. 32
Mindestkaminhöhe				
BAFU Kaminempfehlung		Ziff. 3	Ziff. 3	Ziff. 4 (Brennstoff HEL)

Dieselruss: ist krebsfördernd (Anhang 1 Ziff. 82 LRV). Der LRV-Grenzwert beträgt 5 mg/m³ bei einem Massenstrom von 25 g/h oder mehr. Dieser Wert wird ab ca. 375 kVA (300 kW_{el.} resp. 800 kW_{FWL}) erreicht.

Gemäss Ziff. 6.3.3. IG3 Massnahmenplan Luft, Graubünden 2016, wird beim Dieselruss, gestützt auf das Minimierungsgebot, der LRV-Grenzwert ab 100 kW_{el.} unabhängig vom Massenstrom angewendet.

Gemäss Anhang 2 Ziff. 827 LRV dürfen die staubförmigen Emissionen von Notstrommotoren nicht mehr als 50 mg/m³ betragen. Bei Dieselmotoren besteht der Staub unmittelbar am Motorabgang zu über 90 % aus Dieselruss. Bei einer Staubkonzentration von weniger als 5,5 mg/m³ gilt somit auch der Dieselrussgrenzwert als eingehalten.

Kamin: Bei Notstrommotoren bis 100 kW_{el.} ist die BAFU-Kaminempfehlung gemäss Ziff. 3 „Kaminhöhen für kleinere Feuerungsanlagen, Brennstoff HEL“ anzuwenden (vgl. Anhang S. 4).

Bei Notstrommotoren über 100 kW_{el.} ist die Kaminhöhe gemäss BAFU-Kamin-Empfehlung Ziff. 4 „Kaminhöhen für grössere Feuerungsanlagen, Brennstoff HEL“ festzulegen (vgl. Anhang S. 4).

In der Abgasleitung ist nach dem Schalldämpfer gut zugänglich ein EMPA-Norm-Messstutzen mit einem Durchmesser von 125 mm vorzusehen. Bei einem Rohrdurchmesser von weniger als 125 mm ist ein Messstutzen mit einem 2-Zoll Gewinde und einer maximalen Länge von 200 mm ausreichend.

2. Blockheizkraftwerke (BHKW)

Stationäre Verbrennungsmotoren, die mit fossilen Brennstoffen an einem Standort mit Netzanschluss pro Jahr mehr als 50 Stunden betrieben werden, müssen die anfallende Abwärme ausnützen können (Art. 6 Energiegesetz, EnG; SR 730.0).

BHKW unterstehen der periodischen Emissionsmesspflicht gemäss Anhang 2 Ziff. 826 Abs. 1 LRV.

2.1 Leistungsklassen

BHKW werden gemäss LRV nach Feuerungswärmeleistung (FWL) in drei Leistungsklassen eingestuft:

- bis 100 kW_{FWL}
- über 100 kW_{FWL}
- über 1000 kW_{FWL}

Die Einheit kW_{FWL} umfasst die elektrische Leistung (kW_{el}), die thermische Leistung (kW_{th}) sowie den Anlagenverlust; somit den gesamten zugeführten Energie-Input pro Zeiteinheit.

Kontrollen und Emissionsmessungen (Graubünden)

Messung	BHKW Wandtherme	BHKW bis 100 kW _{FWL}	BHKW über 100 kW _{FWL}
Abnahme	bis 70 kW _{FWL} Messung FEUKO	Amtl. VDI-Messung ANU	Amtl. VDI-Messung ANU
Periodisch	Messung FEUKO alle 2 Jahre	jährliche Servicemessung ¹⁾ Amtl. Messung ANU Gas-, Bio- / Holzgas 2 Jahre ARA-Klärgas 3 Jahre	jährliche Servicemessung ¹⁾ Amtl. VDI-Messung, Gas-, Bio- / Holzgas 2 Jahre ARA-Klärgas 3 Jahre

2.2 Vorsorgliche Emissionsbegrenzungen

a) Erfassung und Ableitung der Abgase

Die Abgase sind vollständig zu erfassen und in der Regel durch Abgasleitungen über Dach zu führen. Es gelten die Kaminempfehlungen BAFU 2018 i.V.m. Cercl'Air Empfehlung Nr. 32.

Bei BHKW bis 100 kW_{el} ist die BAFU-Kaminempfehlung gemäss Ziff. 3 „Kaminhöhen für kleinere Feuerungsanlagen, Brennstoff HEL“ anzuwenden (vgl. Anhang S. 4).

Bei BHKW über 100 kW_{el} ist die Kaminhöhe gemäss BAFU-Kamin-Empfehlung Ziff. 4 „Kaminhöhen für grössere Feuerungsanlagen, Brennstoff HEL“ festzulegen (vgl. Anhang S. 4).

b) Messstutzen

In der Abgasleitung ist nach dem Katalysator und Schalldämpfer gut zugänglich ein EMPA-Norm-Messstutzen mit einem Durchmesser von 125 mm vorzusehen. Bei einem Rohrdurchmesser von weniger als 125 mm ist ein Messstutzen mit einem 2-Zoll-Gewinde und einer maximalen Länge von 200 mm ausreichend.

c) Minderungstechnik für NO_x und Dieselruss

- Zur Einhaltung des LRV-Grenzwertes für NO_x bei Motoren über 100 kW_{FWL} empfiehlt das ANU diese Anlagen von Anfang an mit 3-Wege-Katalysator auszurüsten.
- Gemäss Ziff. 6.3.3. IG3 Massnahmenplan Luft, Graubünden 2016, gestützt auf das Minimierungsgebot, wird beim Dieselruss der LRV-Grenzwert ab 100 kW_{el} unabhängig vom Massenstrom angewendet.
- Gemäss Anhang 2 Ziff. 827 LRV dürfen die staubförmigen Emissionen von BHKW nicht mehr als 10 mg/m³ betragen. Bei Dieselruss verursachenden Motoren besteht der Staub unmittelbar am Motorabgang zu über 90 % aus Dieselruss. Bei einer Staubkonzentration von weniger als 5,5 mg/m³ gilt somit auch der Dieselrussgrenzwert als eingehalten.
- Zur Einhaltung des LRV-Grenzwertes für Dieselruss bei BHKW Anlagen, welche mit Diesel (inkl. Zündstrahl) oder Öko-Heizöl und dergleichen betrieben werden, empfiehlt das ANU von Anfang an den Einbau eines DRPF.

d) Emissionskonzentrationen

- Es gelten die vorsorglichen Emissionsgrenzwerte nach Anhang 2 Ziff. 82 und 83 LRV, gemäss nachstehender Tabelle „2.3 Emissionsgrenzwerte“.

2.3 Emissionsgrenzwerte (gemäss Anhang 2 Ziff. 82 und Anhang 1 Ziff. 8 LRV)

Grenzwerte in mg/m ³ Brennstoff	NO _x		CO		Feststoffe		Dieselruss		Ammoniak
	<100 kW	>100 kW	<100 kW	>100 kW	<100 kW	>100 kW	<100 kW	>100 kW	
Erdgas (lit. a)	250	150	650	300	10	10			30 ⁴⁾
Flüssiggas (lit. b)	250	150	650	300	10	10			30 ⁴⁾
ARA-Faulgas (lit. d)	400	250	1300	650	10	10			30 ⁴⁾
Bio- und Holzgas (lit. d)	400	250	1300	650	10	10	5 ³⁾	5 ³⁾	30 ⁴⁾
Flüssige Brennstoffe	400	250	650	300	10	10	5 ³⁾	5 ³⁾	30 ⁴⁾

Alle Grenzwerte beziehen sich auf einen Sauerstoffgehalt von 5 % vol O₂ im Abgas

Brennstoffe nach Anh. 5 Ziff. 41, LRV

a) Erdgas, Erdölgas oder Stadtgas, das in der öffentlichen Gasversorgung eingespeist wird;

b) Flüssiggas, bestehend aus Propan oder Butan;

d) dem Erdgas oder Stadtgas ähnliche Gase wie Klärgase, Biogase aus der Landwirtschaft und Holzgase;

Anh. 5 Ziff. 11 Abs. 2 naturbelassenes Pflanzenöl sowie Pflanzenölmethylester PME sind Heizöl HEL Öko gleichgestellt;

³⁾ *Der Emissionsgrenzwert gilt unabhängig vom Massenstrom (Ziff. 6.3.3 / IG3 MPL Luft GR).*

⁴⁾ *Wird ein BHKW mit einer Entstickungsanlage betrieben, so dürfen die Emissionen von Ammoniak und Ammoniumverbindungen, angegeben als Ammoniak, 30 mg/m³ nicht überschreiten.*

3. Sanierungsfristen

Gemäss LRV Übergangsbestimmung zur Änderung vom 14. Oktober 2015 gilt für stationäre Verbrennungsmotoren (SVM), die gemäss der LRV-Änderung vom 14. Oktober 2015 sanierungspflichtig werden, aber die bisherigen Grenzwerte einhalten, eine Sanierungsfrist von sechs bis zehn Jahren. Vorbehalten bleiben die Bestimmungen von Art. 10 Abs. 2 lit. a und c LRV.

Auskunft: Abteilung technischer und betrieblicher Umweltschutz
Feuerungen | stationäre Verbrennungsmotoren
Hans Michel
081 257 29 94

¹⁾ *Servicemessung; das ANU anerkennt die Messresultate von Servicemessungen unter folgenden Voraussetzungen:*

- Abgasmessgeräte müssen METAS zugelassen sein sowie jährlich gewartet und geeicht werden.*
- NO- und NO₂-Konzentrationen sind bei nicht zertifizierten Brennstoffen (Biogas, Klärgas, Holzgas) mit Einzelsensoren zu messen und als Summe NO_x auszuweisen.*
- Messdauer mindestens 15 Minuten, Abtastrate 3 Sekunden oder kürzer, Mittelwertbildung, Ausgabe Messresultat in mg/m³ bez. 5 % O₂ bezogen auf einen Sauerstoffgehalt von 5 % im Abgas.*
- Übermittlung der Messresultate und Zählerstand Betriebsstunden umgehend per E-Mail an das ANU.*

²⁾ *Vereinfachte Messung oder Messung nach VDI-Richtlinien*

- Ist der Anlagenbetreiber mit der Messgenauigkeit einer Messcomputermessung (MC-Messung), Service-messung durch die Fachfirma oder Stichkontrollen durch das ANU als Grundlage zur Festlegung einer Sanierungsmassnahme oder Sanierungsfrist nicht einverstanden, kann er auf eigene Kosten eine amtliche VDI-Messung durch das ANU verlangen (Art. 2 Umweltschutzgesetz, USG; SR 814.01).*

Anhang Mindestkaminhöhen

(gemäss Kamin-Empfehlungen BAFU 2018 i.V.m. Cercl'Air Empfehlung Nr. 32 und Art. 5 KUSV, BR 820.110)

Allgemeine Anforderungen

2.1 Abgasaustritt an der Mündung

Die Abgase müssen an der Kaminmündung ungehindert nach oben austreten können. Kaminhüte und Aufsätze, welche dies verhindern, sind in der Regel nicht zulässig; Ausnahmen müssen begründet sein.

2.2 Kaminquerschnitt

Der Kaminquerschnitt muss den Regeln der Technik entsprechen und darf nicht zu gross gewählt werden. Soweit dies technisch möglich ist, muss die Austrittsgeschwindigkeit der Abgase oder Abluft an der Kaminmündung mindestens 6 m/s betragen.

2.3 Anordnung der Kamine

Die Kamine sind möglichst wie folgt anzuordnen:

> auf Satteldächern: am First oder in unmittelbarer Nähe des Firstes;

> auf Flachdächern: im Bereich der Gebäudeschmalseite;

> bei abgestuften Gebäuden: am höheren Gebäudeteil

Notstrommotoren und BHKW bis 100 kW_{el}.

3.2 Mindesthöhe

¹ Die Kaminmündung muss überragen:

a) den höchsten Gebäudeteil (z. B. Dachfirst) um mindestens 0,5 m;

b) Flachdächer um mindestens 1,5 m, begehbarer Flachdächer um mindestens 2 m ab Dachrand.

² Bei Motoren bis 40 kW_{FWL} kann von den Anforderungen nach Absatz 1 abgewichen werden. Die Kaminmündung muss die Dachfläche im rechten Winkel jedoch um mindestens 1 m überragen.

⁴ Kamine sind so anzuordnen, dass die Abgase im Bereich von Dachfenstern, Zuluftöffnungen und dergleichen zu keinen übermässigen Immissionen führen. An Standorten mit viel Schnee und auf Flachdächern mit hohen Dachumrandungen oder hohen Notüberläufen für das Regenwasser können höhere Kamine erforderlich sein.

Notstrommotoren und BHKW über 100 kW_{el}.

4.2 Mindesthöhe

¹ Die Kaminmündung muss überragen:

a) den höchsten Gebäudeteil (z.B. Dachfirst) um mindestens 1 m;

b) die Gebäudehöhe H nach Abb. 1 um das 0,2-fache der Gebäudebreite, höchstens jedoch um 5 m;

c) das Immissionsniveau (Ziff. 6) um den Betrag nach Tab. 3.

² Für die Mindesthöhe massgebend ist diejenige Bestimmung von Absatz 1, welche die höchste Kaminhöhe über Dach erfordert.

Tabelle 3 > Erforderliche Kaminhöhe über Immissionsniveau für grössere Feuerungsanlagen

Feuerungsanlagen betrieben mit				Erforderliche Kaminhöhe über Immissionsniveau
Gas	Heizöl EL	Holzbrennstoffe	Kohle	
Feuerungswärmeleistung in kW				
351–700	351–500	71–150	über 70	1 m
701–1000	501–700	151–250		2 m
1001–2000	701–1000	251–500	über 100	3 m
2001–4 000	1001–2000	501–1 000		4 m
4 001–6 000	2001–3 000	1 001–2 000	über 150	5 m
> 6 000	>3 000	> 2 000		6 m

Tabelle 6 > Kreisradius zur Festlegung des Einwirkungsbereichs von grösseren Feuerungsanlagen (Ziff. 4.2)

Feuerungsanlagen betrieben mit				Kreisradius des Einwirkungsbereichs
Gas	Heizöl EL	Holzbrennstoffe	Kohle	
Feuerungswärmeleistung in kW				
351–700	351–500	71–150	über 70	15 m
701–1000	501–700	151–250		20 m
1001–2000	701–1000	251–500	über 100	30 m
2001–4 000	1001–2000	501–1 000		40 m
4 001–6 000	2001–3 000	1 001–2 000	über 150	50 m
> 6 000	>3 000	> 2 000		60 m