

# Verbrennungsmotoranlagen für Pflanzenöl mit einer Feuerungswärmeleistung von weniger als 1 MW

Lücke in der Emissionsüberwachung ?



Baden-Württemberg

<b>TITEL</b>	Verbrennungsmotoranlagen für Pflanzenöl mit einer Feuerungswärmeleistung von < 1 MW
<b>BEARBEITUNG</b>	<b>LUBW</b> Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg  Postfach 100163, 76231 Karlsruhe Hertzstraße 173, 76187 Karlsruhe Referat 31 – Umwelttechnologie  Bearbeiter: Dr. Bernd-Michael Kemper Telefon: (0721) 5600-2298 Telefax: (0721) 5600-2339 E-Mail: bernd-m.kemper@lubw.bwl.de Internet: <a href="http://www.lubw.baden-wuerttemberg.de">www.lubw.baden-wuerttemberg.de</a>
<b>STAND</b>	Oktober 2006, rev. 19.01.07

# Inhaltsverzeichnis

1.	ZUSAMMENFASSUNG	5
2.	RECHTLICHE ANFORDERUNGEN	5
2.1.	Bundes-Immissionsschutzgesetz	5
2.2.	Genehmigungserfordernis nach der 4. BimSchV	5
2.3.	Immissionswerte	6
2.4.	Gesetz für den Vorrang Erneuerbarer Energien (EEG)	6
3.	BRENNSTOFFEIGENSCHAFTEN	7
4.	ANLAGENTECHNIK	8
5.	EMISSIONEN	9
5.1.	Emissionen von Stickstoffoxiden	9
5.2.	Emissionen von Partikeln	9
5.3.	Anforderung der Euro-Normen	10
6.	IMMISSIONEN – ABLEITBEDINGUNGEN	11
6.1.	Ermittlung der Kaminhöhe	11
6.2.	Immissionsberechnungen	12
7.	ABGASREINIGUNG	13
7.1.	Partikelfilter	13
7.2.	Oxidationskatalysatoren	13
7.3.	SCR-Katalysator	13
8.	DATEN IN BADEN-WÜRTTEMBERG	14
9.	EMPFEHLUNGEN FÜR DAS VERWALTUNGSHANDELN	14
10.	LITERATUR	15



# **1 Zusammenfassung**

- Pflanzenölmotoren bis 1 MW unterliegen keiner speziellen gesetzlichen Überwachung bzw. Emissionsbeschränkung.
- Sie sind daher gegenüber Feststofffeuerungen für Biomasse (Holzfeuerungen > 15 kW) privilegiert.
- Hohe Emissionen von Stickstoffoxiden können zu Immissionsproblemen führen, i.d.R. sind die Kaminhöhen zu gering.
- Technische Maßnahmen (katalytische NOx-Minderung, Rußfilter) sind insbesondere bei kleinen Anlagen schwer durchsetzbar.
- Zur Vermeidung von Geruchsbelästigungen und zur Minderung organischer, vor allem krebserzeugender Stoffe sollten Oxidationskatalysatoren eingesetzt werden.

# **2 Rechtliche Anforderungen**

## **2.1 BUNDES-IMMISSIONSSCHUTZGESETZ**

Nach § 22 BlmSchG sind nicht genehmigungsbedürftige Anlagen so zu errichten und zu betreiben, dass

- schädliche Umwelteinwirkungen verhindert werden, die nach dem Stand der Technik vermeidbar sind und
- nach dem Stand der Technik unvermeidbare schädliche Umwelteinwirkungen auf ein Mindestmaß beschränkt werden.

## **2.2 GENEHMIGUNGSERFORDERNIS NACH DER 4. BIMSCHV**

Genehmigungsbedürftig nach der Nr. 1.4a/b Spalte 2 der 4. BlmSchV sind:

Verbrennungsmotoranlagen zum Antrieb von Arbeitsmaschinen für den Einsatz von Heizöl EL, Dieselkraftstoff, Methanol, Ethanol, naturbelassenen Pflanzenölen, Pflanzenölmethylestern oder gasförmigen Brennstoffen (insbesondere Koksofengas, Grubengas, Stahlgas, Raffineriegas, Synthesegas, Erdölgas aus der Tertiärförderung von Erdöl, Klärgas, Biogas, naturbelassenem Erdgas, Flüssiggas, Gasen der öffentlichen Gasversorgung, Wasserstoff) mit einer Feuerungswärmeleistung von 1 Megawatt bis weniger als 50 Megawatt.

Für Verbrennungsmotoranlagen < 1 MW gibt es keine Anforderungen zur Vorsorge gegen schädliche Umwelteinwirkungen, sie werden auch nicht in der 1. BlmSchV genannt.

Dennoch ist im Baurechtsverfahren dafür zu sorgen, dass zumindest die allgemeinen Anforderungen nach § 22 BlmSchG eingehalten werden.

## 2.3 IMMISSIONSWERTE

Unabhängig von der Art der Anlage oder Tätigkeit müssen nach der Verordnung über Immissionswerte für Schadstoffe in der Luft (22. BImSchV) folgende Immissionswerte eingehalten werden:

Tabelle 1: Immissionsgrenzwerte für Stickstoffdioxid ( $\text{NO}_2$ ) nach § 3 der 22. BImSchV

Mittelungszeit	Grenzwert bis 2009	Grenzwert ab 2010
≤ 1 Stunde	200 µg/m³ als 98-Perzentil 200 µg/m³ (Toleranzmarge 80/10 µg/m³)	200 µg/m³ bei 18 Überschreitungen/Jahr
1 Jahr	40 µg/m³ (Toleranzmarge 16 / 2 µg/m³)	40 µg/m³ 30 µg/m³ ( $\text{NO}_x$ , Schutz der Vegetation)
3 aufeinander folgende Stunden	400 µg/m³ (Alarmwert)	

Tabelle 2: Immissionsgrenzwerte für Partikel nach § 4 der 22. BImSchV

Mittelungszeit	Grenzwert ab 2010
1 Tag	50 µg/m³ bei 35 Überschreitungen/Jahr
1 Jahr	40 µg/m³

## 2.4 GESETZ FÜR DEN VORRANG ERNEUERBARER ENERGIEN (EEG)

Strom, der in Anlagen gewonnen wird, die ausschließlich Biomasse einsetzen, wird nach § 8 EEG durch Vergütungen gefördert (Tabelle 3).

Tabelle 3: Vergütung für Strom aus Biomasse

Leistung (elektrisch)	Vergütung	Zusätzlich für Pflanzen / Gülle
≤ 150 kW	11,5 ct / kWh	6 ct / kWh
150 bis ≤ 500 kW	9,9 ct / kWh	6 ct / kWh
500 kW bis ≤ 5 MW	8,9 ct / kWh	4 ct / kWh
> 5 MW	8,4 ct / kWh	

Bei Einsatz von Kraft-Wärme-Kopplung gibt es zusätzliche Vergütungen von 2 ct / kWh.

In den Richtlinien zum EEG gibt es Anforderungen an die Verfeuerung fester Biomasse, aber keine Anforderungen an die Verbrennung flüssiger Biomasse.

### 3 Brennstoffeigenschaften

Wie aus Tabelle 4 hervorgeht, unterscheiden sich Rapsöl und Dieselkraftstoff vor allem bei der Viskosität und dem Flammpunkt. Dies wirkt sich auf die Kraftstoffförderung, Verdüsung und Verbrennung im Zylinder aus und erfordert motorische Anpassungen.

Tabelle 4: Anforderungen der DIN 51605-Vornorm an Rapsöl, typische Werte und Eigenschaften von Dieselkraftstoff zum Vergleich

Kenngroße	Einheit	Anforderungen E DIN 51 605	Typ. Werte für Rapsöl	Typ. Werte für Dieselkraftstoff
Dichte (15°C)	[kg/dm <sup>3</sup> ]	900 – 930	920	0,840
Flammpunkt	[°C]	> 270	270	68
Kin. Viskosität (40 °C)	[mm <sup>2</sup> /s]	≤ 36	35	2 – 2,5 (max. 4,5)
Heizwert H <sub>u</sub>	[kJ/kg]	≥ 36.000	37.300	42.700
Koksrückstand n.C.	[%]	≤ 0,4	0,30	
Schwefelgehalt	[mg/kg]	≤ 10	< 1	350 / 50 / 10
Gesamtverschmutzung	[mg/kg]	≤ 24	< 10	
P-Gehalt	[mg/kg]	≤ 12	< 1	
Erdalkaligehalt (Ca+Mg)	[mg/kg]	≤ 20	< 0,5	
Oxidasche	[%]	≤ 0,01	< 0,001	
Iodzahl	[g I/100g]	95 – 125	116	
Cetanzahl (Zündwilligkeit)	-	≥ 39	54	53 – ca. 70
Säurezahl	[mg KOH/g]	≤ 2,0	0,2	
Oxidationsstabilität 110°C	[h]	≥ 6	> 8	

Pflanzenöl ist oxidationsempfindlich (Oxidation führt zur Zunahme der Viskosität und damit zu möglicher Verstopfung von Düsen und Leitungen).

Zur Vermeidung der Oxidation sollten daher folgende Bedingungen vermieden werden:

- Lagerung bei zu warmer Temperatur
- Metallteile aus Kupfer (katalytische Wirkung)
- Einwirkung von Licht und Sauerstoff

Der Übertritt von Rapsöl in das Motoröl erfordert kürzere Ölwechselintervalle (wenige hundert Betriebstunden).

Die DIN 51605-Vornorm enthält Mindestanforderungen an Rapsöl (s. Tabelle 4). Wenn diese Anforderungen nicht eingehalten werden, sind vielfältige Probleme beim Betrieb des Motors möglich (Tabelle 5).

Tabelle 5: Folgen mangelhafter Kraftstoffqualität von Pflanzenöl

Parameter	Folgen
Gesamtverschmutzung	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Kraftstofffilter verschmutzt</li> <li>■ Schäden an Einspritzanlage</li> <li>■ Ablagerungen im Brennraum und Kolbenboden</li> </ul>
Säurezahl	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Korrosion, Verschleiß und Rückstandsbildung im Motor</li> <li>■ Gefahr für Motoröl (Eindickung)</li> </ul>
Oxidationsstabilität	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Schäden an Einspritzdüsen und Kolben</li> <li>■ Gefahr für Motoröl (Eindickung)</li> </ul>
Phosphor	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Schäden an den Einspritzdüsen</li> <li>■ Verkokungen im Brennraumbereich</li> <li>■ Verstopfungen der Kraftstofffilter</li> </ul>
Aschegehalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ verstärkte Abrasionen im Einspritzsystem</li> </ul>
Wassergehalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Wachstum von Mikroorganismen</li> <li>■ Herabsetzung der Zündfähigkeit</li> <li>■ Verstopfung im Filter</li> <li>■ Schäden am Einspritzsystem</li> </ul>

Für den Einsatz in Verbrennungsmotoren wird in der letzten Zeit auch Palmöl (bzw. –fett) diskutiert. Palmfett ist besitzt weniger Doppelbindungen als Rapsöl und ist bei Normaltemperatur fest. Die Viskosität ist im Vergleich zu Rapsöl höher, außerdem ist es stabiler gegen Oxidation.

Palmöl wird aus Malaysia und Indonesien importiert. Wie alle in großem Maßstab angebauten landwirtschaftlichen Produkte verursachen auch Palmen-Farmen ökologische Probleme. Die zum Ölpalmenanbau nötigen großen Flächen werden oft unter Zerstörung von Urwäldern angelegt.

## 4 Anlagentechnik

Für Pflanzenölmotoren kommen wie bei konventionellen Dieselmotoren direkt und indirekt einspritzende Verfahren zur Anwendung.

Bei **Vor- und Wirbelkammerverfahren** wird der Kraftstoff in der Nebenkammer teiloxidiert und strömt dann in die Hauptkammer, wo das Gemisch mit der Luft stark verwirbelt wird und weiter verbrennt. Diese Technik ist bei Pflanzenölmotoren gut anwendbar.

Die höhere Viskosität des Pflanzenöls erfordert bei **direkt einspritzenden Verfahren** einen besonders gestalteten Brennraum, z.B. durch Brennmulden im Kolben. Direkteinspritzer besitzen einen höheren Wirkungsgrad und geringere Partikelemissionen als Motoren mit Kammerverfahren. In den letzten Jahren beschäftigt sich die Forschung und Entwicklung hauptsächlich mit diesem Motorentyp.

Der elektrische Wirkungsgrad von Verbrennungsmotoren liegt bei ca. 30 %, in Einzelfällen können bis zu 40 % Wirkungsgrad erreicht werden. Durch die Nutzung der Abwärme (**Kraft-Wärme-Kopplung**) kann der Gesamtwirkungsgrad eines Blockheizwerks auf 80 – 90 % gesteigert werden.

## 5 Emissionen

### 5.1 EMISSIONEN VON STICKSTOFFOXIDEN

Durch die hohen Verbrennungsmotoren und den Luftüberschuss kommt es bei den Pflanzenölmotoren wie bei den Dieselmotoren zu hohen Emissionen von Stickstoffoxiden. Diese werden bei den hohen Temperaturen überwiegend als Stickstoffmonoxid (NO) emittiert, das sich in der Atmosphäre zu dem toxischeren Stickstoffdioxid (NO<sub>2</sub>) umsetzt:

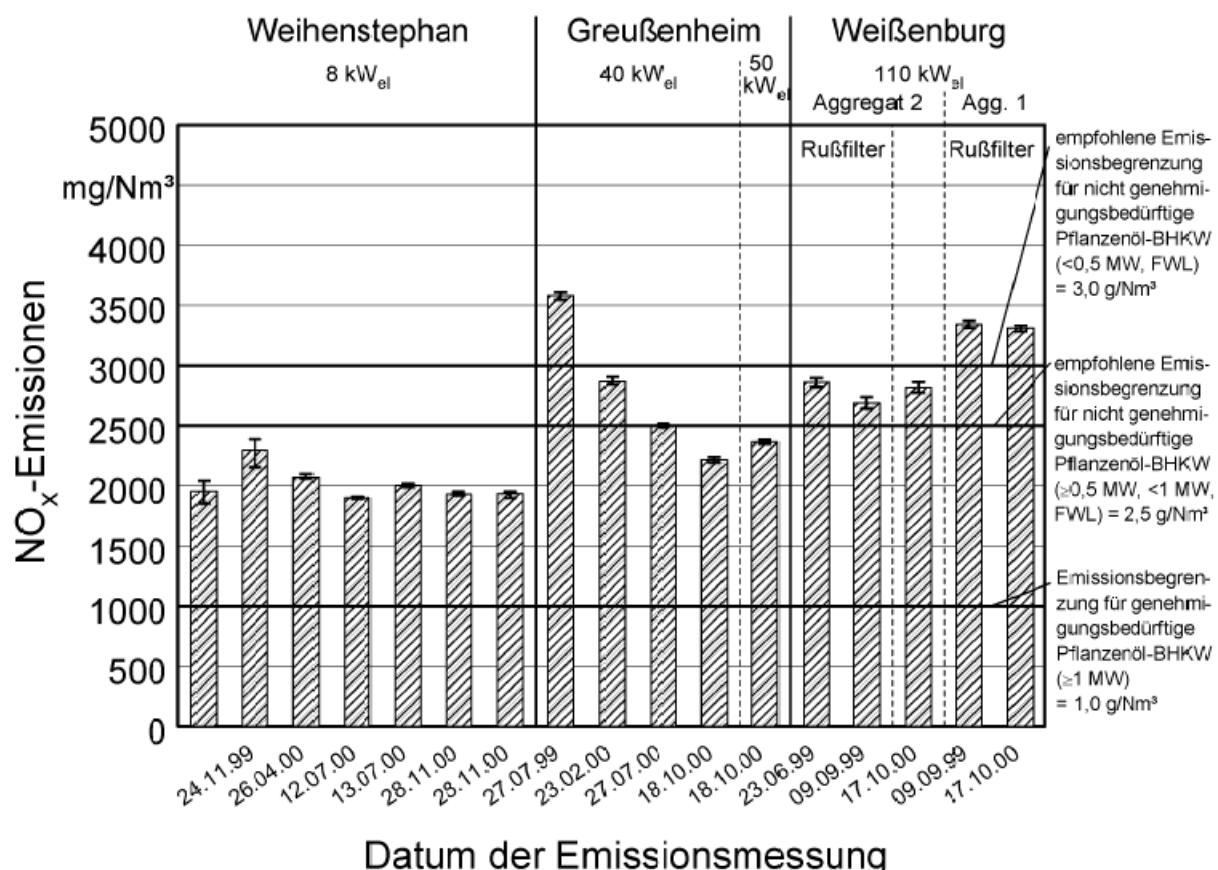


Abb. 1: Stickstoffoxid-Emissionen verschiedener Pflanzenölmotoren (bez. auf 5 % O<sub>2</sub>)

### 5.2 EMISSIONEN VON PARTIKELN

Versucht man, durch motortechnische Maßnahmen die Emissionen von Stickstoffoxiden zu senken, verschlechtern sich die Ausbrandbedingungen und die Emissionen von Partikeln nehmen zu. Durch den Einsatz von Oxidationskatalysatoren findet auch eine gewisse Minderung der Partikel-

emissionen statt. In Abb. 2 sind Messergebnisse von Vorkammermotoren dargestellt. Moderne Motoren mit Direkteinspritzung emittieren weniger Partikel, die Emissionen liegen nur noch wenig über 20 mg/m<sup>3</sup>.

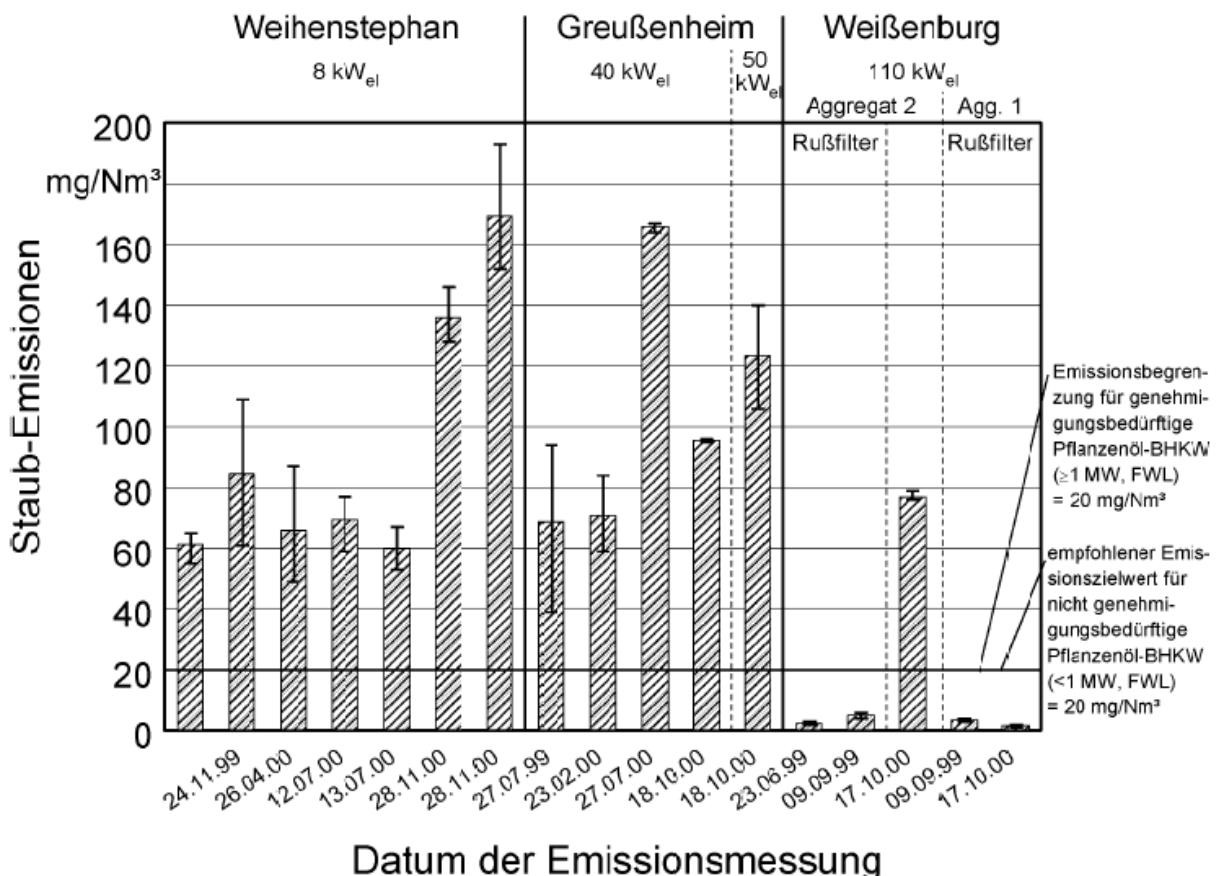


Abb. 2: Partikel-Emissionen verschiedener Pflanzenölmotoren (bez. auf 5 % O<sub>2</sub>)

### 5.3 ANFORDERUNG DER EURO-NORMEN

Zum Vergleich mit den Emissionen der schweren Nutzfahrzeuge im Straßenverkehr sind in Tabelle 6 die Anforderungen der Euro-Normen in Konzentrationen ungerechnet dargestellt. Blockheizwerke werden immer in der Nähe der Volllast betrieben, es ergibt sich dabei ein je nach Wirkungsgrad ein Abgasvolumenstrom von etwa 2 - 3 m<sup>3</sup>/kWh bei 5 % O<sub>2</sub>. Nutzfahrzeuge werden bei komplexen Fahrzyklen mit geringerer Last gemessen, bei Vollast liegen die Werte vermutlich höher:

Tabelle 6: Anforderungen der Euro-Normen für Lkw und Busse, umgerechnet in Konzentrationen:

Euro-Norm	NO <sub>x</sub> [g/kWh]	NOx [g/m <sup>3</sup> ]	CO [g/kWh]	CO [g/m <sup>3</sup> ]	Part. [g/kWh]	Part. [mg/m <sup>3</sup> ]
Euro 2 (1995)	7,0	2,3 – 3,5	4	1,3 – 2	0,15	50 - 75
Euro 3 (2000)	5	1,7 – 1,5	2,1	0,7 - 1	0,1	35 - 50
Euro 4 (2005)	3,5	1,2 – 1,8	1,5	0,5 – 0,8	0,02	7- 10
Euro 5 (2008)	2	0,5 – 0,7	1,5	0,5 – 0,8	0,02	7- 10

## **6 Immissionen – Ableitbedingungen**

### **6.1 ERMITTLEMENT DER KAMINHÖHE**

Für die Ermittlung der Kaminhöhen gibt es verschiedene Vorschriften, die für verschiedene Anlagenarten gelten.

Als Maß für die Immissionsrelevanz und damit zur Klärung der Frage, ob weiter gehende Anforderungen zu treffen sind, kann der Faktor Q/S dienen (s. Hansmann, Kommentar TA Luft). Dabei ist Q der Emissionsmassenstrom und S der S-Wert aus Anhang 7 der TA Luft.

Bei einem Faktor  $Q/S < 1$  dürften die Anforderungen der Feuerungsverordnung zur Vermeidung von Immissionsbelastungen ausreichen. Bei  $Q/S > 10$  sollten weiter gehende Anforderungen geprüft werden. Für den Bereich dazwischen kann die VDI 2280 als Erkenntnisquelle herangezogen werden.

#### **Feuerungsverordnung Baden-Württemberg (FeuVO).**

Die Kaminhöhen für kleinere Anlagen sind in § 9 FeuVO geregelt. Demnach müssen die Mündungen von Schornsteinen und Abgasleitungen den First um mindestens 40 cm überragen oder von der Dachfläche mindestens 1 m entfernt sein. Es können weitergehende Anforderungen gestellt werden, wenn Gefahren oder unzumutbare Belästigungen zu befürchten sind.

#### **VDI 3781 Blatt 4 - Ausbreitung luftfremder Stoffe in der Atmosphäre - Bestimmung der Schornsteinhöhe für kleinere Feuerungsanlagen (Weißdruck 1980)**

Neben den allgemeinen Anforderungen wie in der FeuVO wird auch der Einwirkungsbereich berücksichtigt. Die Höhe über Erdboden der Fensteroberkante des höchsten zu schützenden Raumes im Einwirkungsbereich (10 bis 50 m um die Kaminmündung) gilt als Bezugsniveau.

Die Höhe des Kamins muss dabei mindestens 1 m über Bezugsniveau liegen, bei einer Feuerungswärmeleistung von 4 GJ/h (1,1 MW) 4 m über Bezugsniveau, dazwischen wird interpoliert.

#### **Berechnung nach 5.5.3 TA Luft bzw. VDI 3781 Blatt 2 (unebenes Gelände)**

Für eine beispielhafte Anlage (Tabelle 7) ergeben sich mit der Kaminhöhenermittlung nach Nr. 5.5.3 TA Luft Kaminhöhen von über 20 bis nahezu 40 m:

Tabelle 7: Bestimmung der Kaminhöhe nach Nr. 5.5.3 TA Luft

Feuerungswärmeleistung	ca. 950 kW	ca. 500 kW
Abgastemperatur	160°C (bei Notstromaggregaten bis 400 °C)	
Abgasvolumenstrom	ca. 1200 m³/h	ca. 600 m³/h
Wärmestrom [MW]	0,07	0,035
Kamindurchmesser	20 cm	14 cm
NOx-Konzentration	3 g/m³	3 g/m³
Massenstrom	ca. 3,6 kg/h	ca. 1,8 kg/h
Resultierende Kaminhöhe:	<b>30 m (22 m)</b>	<b>21 m (17 m)</b>
zzgl. Höhe der Bebauung	ca. 8 m (1. Obergeschoss)	

### VDI 2280 - Ableitbedingungen für organische Lösemittel (Gründruck 12/2003)

Die VDI-Richtlinie 2280 fordert als Mindestbedingung für die Ableitung organischer Lösemittel bei nicht genehmigungsbedürftigen Anlagen:

- 3 m über den First eines Giebeldaches
- 5 m über Flach- oder Sheddächer
- 5 m über Firsthöhe der Wohnhäuser in 50 m Umkreis
- aber mindestens 10 m über dem Erdboden

Sie gilt streng genommen nur für die Ableitung organischer Lösemittel, kann aber als Erkenntnisquelle dienen, da sie den Bereich zwischen den geringen Anforderungen der FeuVO und den hohen Anforderungen der TA Luft abdeckt.

## 6.2 IMMISSIONSBERECHNUNGEN

Die Ermittlung von Immissionskenngrößen ist für nicht genehmigungsbedürftige Anlagen nicht vorgeschrieben. Als Maß für die Immissionsrelevanz kann der Hinweis diesen, dass nach Nr. 4.6.1.1b TA Luft für genehmigungsbedürftige Anlagen eine Immissionsprognose zu erstellen wäre, wenn die Emissionen nicht nach Nr. 5.5 TA Luft (s. Tabelle 7) abgeleitet werden und der Massenstrom an Stickstoffoxiden (als NO<sub>2</sub>) 2 kg/h übersteigt.

In Tabelle 8 sind die Ergebnisse von Modellrechnungen (AUSTAL2000) mit einer 950 kW-Anlage (s. Tabelle 7) bei einer angenommenen Kaminhöhe von 10 m dargestellt:

Tabelle 8: Ergebnisse von Immissionsberechnungen

	Zusatzbelastung	Immissionsmaximum
Jahresmittelwert	5 – 10 µg/m³	ca. 150 – 200 m in Hauptwindrichtung
Stundenmittelwert (18 Über-schreitungen)	100 – 150 µg/m³	ca. 200 m in HWR

Die Berechnungen wurden für nahezu freies Gelände durchgeführt. Ist ein Gebäudeeinfluss im Nahbereich zu berücksichtigen, sind höhere Immissionsbelastungen zu erwarten, die den Alarmwert von 400 µg/m<sup>3</sup> nach Tabelle 1 überschreiten können. Die Berechnungen mit AUSTAL2000 sind für solche Szenarien nicht mehr anwendbar, es müssen dann andere Berechnungsverfahren (z.B. MISKAM) angewendet werden.

In Bereichen, bei denen z.B. durch den Verkehr bereits relevante Vorbelastungen vorliegen, kann die Errichtung von Pflanzenölmotoranlagen zu Überschreitungen der Immissionsgrenzwerte nach der 22. BImSchV führen. Die Zusatzbelastungen aus Tabelle 8 liegen über den (für genehmigungsbedürftige Anlagen geltenden) Bagatellgrenzen von 3 µg/m<sup>3</sup> nach Tabelle 6 nach Nr. 4.4.3 TA Luft.

## 7 Abgasreinigung

### 7.1 PARTIKELFILTER

Wie bei den Dieselmotoren können bei Pflanzenölmotoren Partikelfilter zur Abgasreinigung eingesetzt werden. Damit lassen sich Emissionsbegrenzungen von 20 mg/m<sup>3</sup> einhalten. Problematisch sind die Mineralgehalte z.B. im Rapsöl, die bei einigen Pilotanlagen zu Verstopfung des Filters geführt haben..

### 7.2 OXIDATIONSKATALYSATOREN

Durch katalytische Oxidation werden unverbrannte Abgaskomponenten gemindert, insbesondere kann durch die Minderung der Stoffe, die zu den pflanzenöltypischen Gerüchen führen, Belästigungen in der Nachbarschaft durch Gerüche vorgebeugt werden. Mit der Minderung aller organischen Stoffe werden auch die Emissionen krebserzeugender Stoffe (z.B. Formaldehyd) reduziert. Daher sind Oxidationskatalysatoren bei Pflanzenölmotoranlagen unbedingt zu empfehlen.

Andererseits oxidieren Katalysatoren das im Motor gebildete Stickstoffmonoxid NO zu dem wesentlich toxischeren Stickstoffdioxid NO<sub>2</sub>. Die Umwandlung findet zwar auch in der Atmosphäre statt; ein höherer Anteil an direkten NO<sub>2</sub>-Emissionen kann zu höheren Immissionen im Umkreis der Anlage führen.

### 7.3 SCR-KATALYSATOR

Zur Minderung der Emissionen von Stickstoffoxiden ist bei TA-Luft-Anlagen die katalytische Reduktion Stand der Technik. Bei kleineren Anlagen ist ein Einsatz ab einer Leistung von 500 kW (FWL) vertretbar. Die Alternative zur Vermeidung von Immissionsbelastungen wären Kaminhöhen entspr. Nr. 5.3.3. TA Luft.

## 8 Daten in Baden-Württemberg

Aktuelle Messergebnisse zu Pflanzenölmotor-Anlagen liegen derzeit nicht vor. Messergebnisse von 9 Betreibern von genehmigungsbedürftigen Dieselöl-Verbrennungsmotoranlagen sind vorhanden, die NOx-Emissionen liegen zwischen 1,7 und 2,5 g/m<sup>3</sup>. Diese Anlagen besitzen keine Einrichtungen zur Minderung der Emissionen von Stickstoffoxiden bzw. Partikeln.

## 9 Empfehlungen für das Verwaltungshandeln

Da Pflanzenölmotoren mit einer Feuerungswärmeleistung von kleiner als 1 MW i.d.R. im Bauverfahren genehmigt werden, ist eine Festsetzung der Grenzwerte nach der TA Luft rechtlich schwer durchzusetzen.

Allerdings kann gefordert werden, dass Anlagen dem Stand der Technik entsprechen (Betreiberpflichten nach § 22 BImSchG, s. Kapitel 2.1). Als Kriterium für die Einhaltung des Standes der Technik kann die Einhaltung der Anforderung in der nachfolgenden Tabelle angesehen werden:

Tabelle 9: Anforderungen der TA Luft bzw. Empfehlungen des LfU Bayern

Schadstoff	Anforderungen (bez. auf einen O <sub>2</sub> -Gehalt von 5 %)		
	FWL ≥ 1 MW <sup>(1)</sup>	500 - < 1000 kW <sup>(2)</sup>	< 500 kW <sup>(2)</sup>
Kohlenmonoxid	≤ 0,30 g/m <sup>3</sup>	≤ 0,65 g/m <sup>3</sup>	
NO <sub>x</sub> als NO <sub>2</sub>	≤ 1,0 g/m <sup>3</sup> <sup>(3)</sup> ≤ 0,5 g/m <sup>3</sup> ( $\geq$ 3 MW)	≤ 2,5 mg/m <sup>3</sup> <sup>(4)</sup> oder DeNOx	≤ 3,0 g/m <sup>3</sup> <sup>(4)</sup>
Staub	≤ 20 mg/m <sup>3</sup>	Zielwert 20 mg/m <sup>3</sup> (ggf. Rußfilter)	
Formaldehyd	≤ 60 mg/m <sup>3</sup>		
Gerüche / Org. C	Oxidationskatalysator <sup>(2)</sup>		

<sup>(1)</sup> TA Luft 2002 (Nr. 5.4.1.4)

<sup>(3)</sup> Katalysator oder mot. Maßnahmen

<sup>(2)</sup> Empfehlungen des LfU Bayern

<sup>(4)</sup> motorische Maßnahmen analog Euro II

Neben dem Nachweis über die Einhaltung der Empfehlungen nach Tabelle 9 sollten in die baurechtliche Genehmigung folgende Anforderungen aufgenommen werden:

### Anforderung an die Anlage:

- Einbau eines Betriebsstundenzählers
- Einbau eines Oxidationskatalysators zur Beseitigung von Gerüchen
- Sofern kein Partikelfilter oder eine Anlage zur Reduktion von Stickstoffoxiden vorgesehen ist, sollte zumindest der Platz für eine Nachrüstung eingeplant werden

### Anforderungen an den Betrieb:

- Wartung nach Angaben des Motorherstellers oder –umrüsters, mindestens 1 x jährlich
- Regelmäßiger Motoröl- und Düsenwechsel
- Einsatz von Rapsöl nur mit Qualität nach DIN E 51 605 (für andere Pflanzenöle gelten analog die Schadstoffgehalte), Überwachung der Ölqualität bei jeder Lieferung
- Führen eines Betriebstagebuches (Datum, Betriebsstunden, Auffälligkeiten, durchgeführte Arbeiten, Betriebsparameter)

### Überwachung:

Um den Nachweis zu erbringen, dass die errichtete Anlage dem Stand der Technik entspricht, können Abnahmemessungen gefordert werden. Sinnvollerweise sollte dies durch Messstellen nach § 26 / 28 BImSchG erfolgen, die die geforderten Parameter qualifiziert messen können (insbes. Partikel).

Eine regelmäßige Überwachung nach §28 BImSchG dürfte schwer durchzusetzen sein. Im Rahmen der jährlichen Wartung können jedoch Messungen von CO, NOx und O<sub>2</sub>, evtl. auch der Abgasströmung durch die Motorservice-Fachfirma gefordert werden. Als Argumentationshilfe kann hierbei der Vergleich mit der Abgasuntersuchung bei Straßenfahrzeugen unter Hinweis auf die wesentlich höheren Laufzeiten der Blockheizwerke (über 8.000 Stunden / Jahr) herangezogen werden.

## 10 Literatur

VDI 2280 - Ableitbedingungen für organische Lösemittel (Gründruck 12/2003)

VDI 3781 Blatt 2 - Ausbreitung luftfremder Stoffe in der Atmosphäre - Schornsteinhöhen unter Berücksichtigung unebener Geländeform (Weißdruck 1981)

VDI 3781 Blatt 4 - Ausbreitung luftfremder Stoffe in der Atmosphäre - Bestimmung der Schornsteinhöhe für kleinere Feuerungsanlagen (Weißdruck 1980)

Verordnung des Innenministeriums über Anforderungen an Feuerungsanlagen, Wärme- und Brennstoffversorgungsanlagen - FeuVO – Feuerungsverordnung (Baden-Württemberg) vom 24. November 1995 (GBI. 1995 S. 806;:: 28.06.2005 S. 609)

<http://www.bayern.de/lfu/luft/raps-bhkw/index.html>

Pflanzenölbetriebene Blockheizkraftwerke - Leitfaden (Hrsg.: StMUGV, Materialien 170)

Pflanzenölbetriebene Blockheizkraftwerke - Teil 1 (Hrsg.: StMUGV, Materialien 171) (2,2 MB)

Pflanzenölbetriebene Blockheizkraftwerke - Teil 2 (Hrsg.: StMUGV, Materialien 172) (1,4 MB)

Pflanzenölbetriebene Blockheizkraftwerke - Abschlussbericht (Hrsg.: StMUGV, Materialien 175)

(Berichte unter [www.bayern.de/lfu/luft/veroeffentlich/umweltforsch](http://www.bayern.de/lfu/luft/veroeffentlich/umweltforsch))

Verfahren zur Abgasreinigung für pflanzenölbetriebene BHKW – Untersuchung von Abgaspartikel-filtersystemen (Hrsg.: StMUGV, [www.stmugv.bayern.de](http://www.stmugv.bayern.de) bzw. [www.bestellen.bayern.de](http://www.bestellen.bayern.de))

