



# Entsorgung von organischen Verbindungen über die Kamine der Schweizer Zementindustrie

Datum: 25.07.2018

## Zusammenfassung

In der Luftreinhalteverordnung Version 2016 hat die Schweiz neu einen Grenzwert für die Emission von organischen Verbindungen von  $80 \text{ mg/m}^3$  definiert und begründet dies mit der Verwendung von belasteten Böden bzw. kontaminiertem Erdreich. Im Gegensatz dazu haben alle Europäischen Länder (EU-Recht) einen Grenzwert von  $10 \text{ mg/m}^3$  und lassen Ausnahmen nur zu, wenn höhere Emissionen aus organischen Verbindungen der natürlichen Rohmaterialien (Kalkstein, Mergel, Ton, ...) stammen.

Die Schweizer Regelung wird dargestellt und die Folgen dieser Regelung aufgezeigt.

# Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung .....	1
1. Einleitung .....	3
2. Die neuen Regelungen .....	3
2.1 Änderungen in der LRV .....	3
2.1.1 Vorgeschriebene kontinuierliche Messung für die Zementindustrie .....	3
2.1.2 Emissionsgrenzwert für flüchtige organische Verbindungen.....	3
2.1.3 Emissionsgrenzwerte für krebserzeugende Verbindungen .....	4
2.2 Änderung der Verordnung über die Vermeidung und die Entsorgung von Abfällen (VVA) .....	4
2.3 Vergleich mit den Regelungen in Deutschland und in Europa.....	5
2.2.1 Grenzwert in Deutschland.....	6
2.2.2 Europa .....	6
2.2.3 Der wesentliche Unterschied der Schweizer Regelung .....	6
3. Die Sonderregelung der Schweiz.....	7
3.1 Kommentar des BAFU.....	7
3.2 Argumente gegen diese Sonderregelung .....	8
3.2.1 Flüchtige organische Verbindungen aus der Sekundärverbrennung .....	8
3.2.2 Argument „belastete Böden“ .....	8
3.2.3 Sekundärfeuerung .....	9
3.2.4 Beispiel Reifenverbrennung.....	9
4. Die Folgen dieser neuen Regelung.....	11
4.1 Benzol-Emissionen.....	11
4.2 Dioxin-Emissionen.....	12
4. Forderungen .....	13

# 1. Einleitung

In diesem Bericht werden die entsprechenden Vorschriften der LRV aufgeführt, erläutert und verglichen mit den entsprechenden EU-Vorschriften und den Vorschriften aus Deutschland. Zwar gelten in Deutschland auch die Vorschriften der EU, aber das Land hat ergänzende oder verschärfte Vorschriften erlassen.

In zwei Fällen werden die Folgen dieser „zementindustriefreundlichen“ Änderungen der Luftreinhalteverordnung aufgezeigt.

## 2. Die neuen Regelungen

### 2.1 Änderungen in der LRV

In der neuen Luftreinhalteverordnung (LRV)<sup>1</sup> wurden im Anhang 2 für die Zementwerke der Schweiz einige neue Bestimmungen eingeführt.

#### 2.1.1 Vorgeschriebene kontinuierliche Messung für die Zementindustrie

In Anhang 2 der LRV (Ziffer 119 - Überwachung) wird für die Zementwerke folgendes neu festgelegt:

- 1 Kontinuierlich zu messen und aufzuzeichnen ist der Gehalt von:
  - a) Stickoxiden
  - b) Schwefeloxiden
  - c) Gasförmigen organischen Stoffen**
  - d) Staub
- 2 Wer Abfälle, die organische Verbindungen enthalten, als Rohmaterial in der Zementherstellung einsetzt, muss zusätzlich zu Absatz 1
  - a) den Gehalt von **Benzol** im Abgas kontinuierlich messen und aufzeichnen
  - b) jährlich kontrollieren, ob insbesondere die Emissionsgrenzwerte für Benzo(a)pyren und Dibenz(a,h)anthracen eingehalten sind.

#### 2.1.2 Emissionsgrenzwert für flüchtige organische Verbindungen

Nach Anhang 2 der LRV gilt neu:

114 Gasförmige organische Stoffe

- 1 Die Emissionsbegrenzungen nach Anhang 1 Ziffer 7 gelten nicht (Anmerkung: Organische gas-, dampf- oder partikelförmige Stoffe)
- 2 Die Emissionen von gasförmigen organischen Stoffen werden als Gesamtkohlenstoff angegeben und dürfen  $80 \text{ mg/m}^3$  nicht überschreiten.

---

<sup>1</sup> Schweizer Luftreinhalte-Verordnung (LRV) vom 16. Dezember 1985 (Stand am 1. Januar 2016)

### 2.1.3 Emissionsgrenzwerte für krebserzeugende Verbindungen

Die Bestimmungen im Anhang 1 der LRV über die Emissionen von krebserzeugenden Verbindungen bleiben unverändert. Neu ist nur die Bestimmung in Anhang 2, dass beim Einsatz von Abfällen die Verbindung Benzol kontinuierlich gemessen werden muss (vgl. 2.2.1).

8      Krebserzeugende Stoffe

82     Emissionsbegrenzung

Die Emissionen von krebserzeugenden Stoffen sind unabhängig vom Risiko der durch sie verursachten krebserzeugenden Belastung so weit zu begrenzen, als dies technisch und betrieblich möglich und wirtschaftlich tragbar ist.

83     Tabelle von krebserzeugenden Stoffen:

Benzol: 5 mg/m<sup>3</sup>

Benzo(a)pyren und Dibenz(a,h)anthracen: 0.1 mg/m<sup>3</sup>.

### 2.1.4 Emissionsgrenzwert für „Dioxine und Furane“

In Anhang 2, Ziffer 118 wurde endlich auch in der Schweiz ein Grenzwert für Dioxine und Furane definiert.

118    Dioxine und Furane

Die Emissionen von polychlorierten Dibenzop-dioxinen (Dioxine) und Dibenzofuranen (Furane), angegeben als Summenwert der Toxizitätsäquivalente nach EN 1948-1, dürfen 0.1 ng/m<sup>3</sup> nicht überschreiten.

## 2.2 Änderung der Verordnung über die Vermeidung und die Entsorgung von Abfällen (VVA)

Die Schweiz erlaubt die Verwendung von Rohmaterialersatzstoffen mit organischen oder chlororganischen Verbindungen, wenn gewisse Grenzwerte eingehalten werden. Die Schweizer Verordnung über die Vermeidung und die Entsorgung von Abfällen (VVA)<sup>2</sup> legt für die Verwendung von Abfällen und Rohmehlkorrekturstoffen folgendes fest:

Abfälle dürfen als Rohmaterial bei der Herstellung von Zementklinker verwendet werden, wenn sie die nachfolgenden Grenzwerte (Gesamtgehalte) nicht überschreiten und der hergestellte Zementklinker die Anforderungen nach Ziffer 1.4 einhält.

---

<sup>2</sup> Schweizer Verordnung über die Vermeidung und die Entsorgung von Abfällen (Abfallverordnung, VVEA, Stand 2018)

Stoff	Grenzwert in mg/kg Trockensubstanz
Leichtflüchtige Chlorkohlenwasserstoffe (LCKW)*	10
Polychlorierte Biphenyle (PCB)**	10
Aliphatische Kohlenwasserstoffe C5–C10***	100
Aliphatische Kohlenwasserstoffe C10–C40	5'000
Monocyclische aromatische Kohlenwasserstoffe (BTEX)****	10
Benzol	1
Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK)*****	250
Benzo[a]pyren	3
Gesamter organischer Kohlenstoff (TOC)	50'000

- \*  $\Sigma 7$  LCKW: Dichlormethan, Trichlormethan, Tetrachlormethan, cis-1,2-Dichlorethylen, 1,1,1-Trichlorethan, Trichlorethylen (Tri), Perchlorethylen (Per)
- \*\*  $\Sigma 6$  Kongenere  $\times 4.3$  (IUPAC\_Nr.): 28, 52, 101, 138, 153, 180<sup>3</sup>
- \*\*\*  $\Sigma C5$ - bis  $C10$ -KW: Fläche FID-Chromatogramm zwischen n-Pentan und n-Decan, multipliziert mit dem Response Faktor von n-Hexan, minus  $\Sigma BTEX$
- \*\*\*\*  $\Sigma BTEX$ : Benzol, Toluol, Ethylbenzol, o-Xylol, m-Xylol, p-Xylol
- \*\*\*\*\*  $\Sigma 16$  EPA-PAK: Naphthalin, Acenaphthylen, 1,2-Dihydroacenaphthylen, Fluoren, Phenanthren, Anthracen, Fluoranthren, Pyren, Benz[a]anthracen, Chrysen, Benzo[a]pyren, Benzo[b]fluoranthren, Benzo[k]fluoranthren, Dibenz[a,h]anthracen, Benzo[g,h,i]perylen, Indeno[1,2,3-c,d]pyren

### 2.3 Vergleich mit den Regelungen in Deutschland und in Europa

Ein wesentlicher Unterschied der neuen LRV-2016 mit Deutschland und Europa besteht einmal in der Höhe des Grenzwertes für flüchtige organische Verbindungen und in der Pflicht Benzol kontinuierlich zu messen, wenn bestimmte Abfälle eingesetzt werden.

<sup>3</sup> Bei der Bestimmung der PCBs werden nur die 6 Indikator-PCBs gemessen anstatt alle möglichen Kongenere (209 Kongenere) und dann multipliziert mit einem Faktor. In der Schweiz ist dieser Faktor mit dem 4.3 festgelegt.

### 2.2.1 Grenzwert in Deutschland

Die Emission von flüchtigen organischen Verbindungen ist in der 17. BImSchV<sup>4</sup> geregelt. Der Emissionsgrenzwert, angegeben als Gesamtkohlenwasserstoff, liegt bei 10 mg/m<sup>3</sup>. Allerdings ist eine Zusatzbedingung zu beachten.

Die zuständige Behörde kann auf Antrag des Betreibers Ausnahmen für ... Gesamtkohlenstoff genehmigen, sofern diese Ausnahmen auf Grund der Zusammensetzung der natürlichen Rohstoffe erforderlich sind und ausgeschlossen werden kann, dass durch den Einsatz von Abfällen ... zusätzliche Emissionen an Gesamtkohlenstoff ... entstehen.

### 2.2.2 Europa

Besondere Vorschriften<sup>5</sup> gelten in Europa für Zementöfen, in denen Abfälle mitverbrannt werden. Der Grenzwert liegt ebenfalls bei 10 mg/m<sup>3</sup> und es gilt eine analoge Ausnahmeregelung.

### 2.2.3 Der wesentliche Unterschied der Schweizer Regelung

In Deutschland und in der EU ist ein Grenzwert von 10 mg/m<sup>3</sup> definiert. Dieser Grenzwert mit der entsprechenden Zusatzbestimmung ist übrigens schon in den ersten Verordnungen in Deutschland und der EU<sup>6</sup> zu finden. In diesen Regelungen ist klar definiert, dass Ausnahmen nur dann gestattet werden dürfen, wenn der Grund der hohen Emissionen die Zusammensetzung der natürlichen Rohstoffe (Kalkstein, Mergel, ...) ist. In der Regel können etwa zwei Drittel der Zementwerke in Deutschland und wohl auch in der EU diesen Grenzwert von 10 mg/m<sup>3</sup> nicht einhalten und müssen eine Ausnahmeregelung gemäss Zusatzbestimmungen beantragen.

In letzter Zeit hat diese Zusatzbestimmung in Deutschland zu einigen Kontroversen geführt, weil nachgewiesen wurde<sup>7</sup>, dass die flüchtigen organischen Verbindungen, unter gewissen Voraussetzungen, nicht nur aus den natürlichen Rohmaterialien, sondern auch aus der Sekundärverbrennung stammen können.

---

<sup>4</sup> Siebzehnte Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsgesetzes (Verordnung über die Verbrennung und die Mitverbrennung von Abfällen – 17. BImSchV)

<sup>5</sup> Richtlinie 2010/75/EU des Europäischen Parlaments und des Rates über Industrieemissionen (Integrierte Vermeidung und Verminderung der Umweltverschmutzung – „IED/IE-Richtlinie“) vom 24. November 2010, zuletzt geändert durch Berichtigung vom 19. Juni 2012, in Kraft getreten am 6. Januar 2011

<sup>6</sup> Richtlinie 2000/76/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 4. Dezember 2000 über die Verbrennung von Abfällen

<sup>7</sup> Harald Schönberger, Josef Waltisberg; Einfluss der Mitverbrennung von Abfällen in deutschen Zementwerken auf die Abgasemission; Energie aus Abfall (Band 11), TK Verlag Karl Thomé-Kozmiensky, 2014; ISBN 978-3-944310-06-0

Im Gegensatz zu allen anderen Europäischen Ländern hat die Schweiz in der neuen LRV ein Grenzwert von 80 mg/m<sup>3</sup> definiert, der weit höher ist als in allen anderen Europäischen Ländern und macht keine Vorschriften, dass betreffend der Herkunft der Emissionen der flüchtigen organischen Verbindungen. Sie können also auch aus der Sekundärverbrennung des Ofens stammen.

Im Weiteren dürfen nach der Schweizer Verordnung über die Vermeidung und die Entsorgung von Abfällen (VVA) Rohmaterialersatzstoffe eingesetzt werden, welche organische Verbindungen enthalten. Auch Deutschland erlaubt die Verwendung von Rohmehlersatzstoffen, so zum Beispiel im Werk der Dyckerhoff AG in Göllheim<sup>8</sup>. Es wird dort aber verfügt, dass Aufgrund ihres Gehalts an organischen Schadstoffen die alternativen Rohstoffe Giessereisand und Papierschlamm über die Sekundärfeuerung zugeführt werden müssen.

Dies ist ein wesentlicher Unterschied zur Schweiz. Hier werden Giessereisande, mindestens in einem Werk, direkt dem Rohmaterial zugefügt. Auch andere Ersatzrohmaterialien, wie etwa kontaminierte Erden, Sammelgut aus der Strassenreinigung, etc., werden direkt dem Rohmaterial zugemischt.

### **3. Die Sonderregelung der Schweiz**

Man fragt sich natürlich, warum die Schweiz viel diese „zementindustriefreundlichen“ Bestimmungen einführt. Hier die Argumente der Behörden und die Gegenargumente.

#### **3.1 Kommentar des BAFU<sup>9</sup>**

Neu wird in Anhang 2 LRV ein Emissionsgrenzwert von 80 mg/m<sup>3</sup> eingeführt. Dieser Grenzwert ist so gewählt, dass in allen Schweizer Zementwerken belastete Böden bzw. kontaminiertes Erdreich als Rohmaterialersatz eingesetzt werden kann. Das bedingt zwar geringere Mehremissionen in die Luft, dieser Entsorgungsweg ist aber unter einer gesamtheitlichen Ressourcenbetrachtung gewünscht und in gewissen Fällen beispielsweise einer Deponierung oder anderweitigen Behandlung vorzuziehen. ... ..

Sofern Abfälle mit organischen Verbindungen als Rohmaterial eingesetzt werden (beispielsweise belastete Böden, vgl. auch Erläuterungen zu Ziffer 114), müssen zudem Benzol, Dioxine und Furane kontinuierlich bzw. semikontinuierlich über-

---

<sup>8</sup> Noch zu definieren

<sup>9</sup> Erläuterungen zur Totalrevision der Technischen Verordnung über Abfälle TVA Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation (UVEC) – Bundesamt für Umweltschutz (BAFU); Referenz/Aktenzeichen N185-0625

wacht werden. Zum heutigen Zeitpunkt setzen alle Zementwerke in der Schweiz solches Material ein. Die dauernde Überwachung dieser Verbindungen stellt sicher, dass es auch beim Einsatz von mit organischen Stoffen belasteten Böden nicht zu übermässigen und – im Falle von Benzol, Dioxinen und Furanen – krebserzeugenden Emissionen kommt. ... ..

Die Einhaltung der in Anhang 1 LRV geregelten Grenzwerte für polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe Benzo(a)pyren und Dibenzo(a,h)anthracen – es handelt sich ebenfalls um kanzerogene Verbindungen – muss jährlich nachgewiesen werden. Dies führt zu keinem nennenswerten Mehraufwand, da die Messungen im Rahmen der bei Zementwerken jährlich stattfindenden Überprüfung der LRV-Vorschriften erfolgen kann.

## **3.2 Argumente gegen diese Sonderregelung**

### **3.2.1 Flüchtige organische Verbindungen aus der Sekundärverbrennung**

Das BAFU argumentiert für die Definition des Grenzwertes bei  $80 \text{ mg/m}^3$  mit dem Einsatz von belasteten Böden bzw. kontaminiertes Erdreich als Rohmaterialersatz. Vergessen wird aber, dass auch aus der Sekundärverbrennung solche Verbindungen emittiert werden können.

Im Gegensatz dazu darf in Deutschland und in der EU der Grenzwert von  $10 \text{ mg/m}^3$  durch die Behörden nicht angehoben werden, wenn die flüchtigen organischen Emissionen aus der Verbrennung von Abfällen stammen, unabhängig ob diese „Abfallemission“ aus der Sekundärverbrennung oder aus den Rohmaterialersatzstoffen stammt.

### **3.2.2 Argument „belastete Böden“**

Die Schweizer Zementwerke setzen nicht nur belastete Böden bzw. kontaminiertes Erdreich als Rohmaterialersatz ein, sondern auch andere Stoffe, welche organische Emissionen verursachen können, so etwa Korrekturstoffe für die Komponenten Eisen, Aluminium und Silizium. Bei Untersuchungen mit dem Austreibungsversuch<sup>10</sup> von solchen Ersatzstoffen, welche Zementwerke im In- und Ausland verwenden wollten oder verwendet haben, wurden neben aliphatischen Verbindungen auch folgende Verbindungen gefunden:

- Kontaminierte Erden:
  - Sehr unterschiedlich; meist Strukturen aus Ölen oder Benzinen
  - Es wurden auch zum Teil kritische (chlorierte) Strukturen gefunden.
  - In einer Altlast (Boden) wurden Cyanverbindungen nachgewiesen

---

<sup>10</sup> Josef Waltisberg, Laborversuch zur Bestimmung der Emissionen von organischen Substanzen aus Zementrohstoffen, ZKG International 11/1998

- Sammelgut aus der Strassenreinigung, teilweise auch von Entleerungen der Strassen-Gullys: BETX<sup>11</sup>.
- Sande aus Giessereien: (Nichtchlorierte) Furane
- Eisenkorrekturkomponenten aus der chemischen Industrie: Mono- und Dichlorbenzol
- Kalkhydrat (Abfall): Acetylen und BETX
- Flugaschen: Chlorierte und nichtchlorierte Benzol- und Phenolstrukturen
- Materialien aus der chemischen Industrie: unter anderem BETX, PAK<sup>12</sup>, PCB<sup>13</sup>, etc.
- Verbrauchte Potliner (Gefässauskleidung Aluminiumherstellung): Cyanverbindungen
- ... ..

Organische Verbindungen in den Ersatzrohmaterialien sind meistens nur adsorbiert und nicht, wie bei den natürlichen Rohmaterialien im Gitter eingebunden. Wenn sie in den Ofen gelangen, verdampfen im obersten Teil des Wärmetauschers und werden emittiert. Sie gelangen also nicht in eine Zone wo sie oxidiert werden. Vorausgesetzt im Rohmaterial sind kritische Substanzen vorhanden, z.B. PCBs, kommt es im diesem kritischen Temperaturbereich zur Bildung von Dioxinen, wobei der sich der in diesem Bereich gebildete Kreislauf von organischen

### 3.2.3 Sekundärfeuerung

Ein weiteres Problem ist die Sekundärverbrennung von Abfällen, insbesondere von stückigen Abfällen wie Reifen, etc. Man stellt in Zementwerken oft fest, dass die Sekundärverbrennung nur ungenügend kontrolliert wird. In vielen Zementwerken fehlt zum Beispiel die Messung von Kohlenmonoxid oder sie wird nicht beachtet, denn in den entsprechenden Verordnungen fehlt ein Grenzwert für diesen Schadstoff.

### 3.2.4 Beispiel Reifenverbrennung

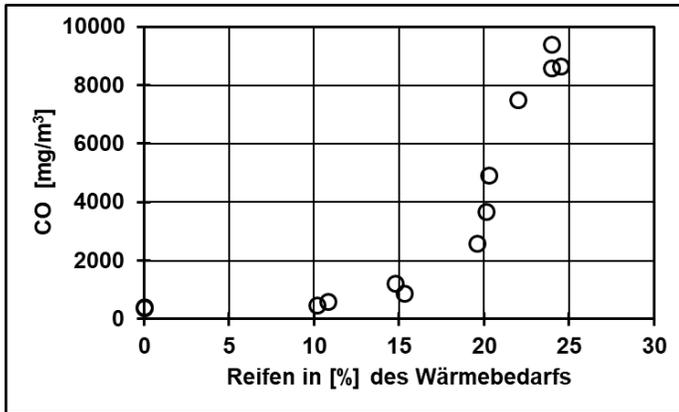
Ein Reifen verbrennt im Ofensystem lokal unter reduzierenden Bedingungen, also mit Luftmangel und es entstehen neben Kohlenmonoxid auch unverbrannte organische Verbindungen. Diese Verbindungen müssen nach der Verbrennungszone des Reifens oxidiert werden. Werden nun zu viele Reifen aufgegeben bzw. ist die nachfolgende Oxidationszone zu kurz, dann können sowohl das Kohlenmonoxid, wie auch die die organischen Verbindungen nicht mehr vollständig oxidiert werden und es kommt zu entsprechenden Emissionen.

---

<sup>11</sup> BETX = Benzol, Ethylbenzol, Toluol, Xylol  
<sup>12</sup> PAK = Polyaromatische Kohlenwasserstoffe  
<sup>13</sup> PCB = Polychlorierte Biphenyle

Mitte der 80er Jahre wurden in einem Zementwerk ganze Reifen im Ofeneinlauf des Drehofens aufgegeben. Eine Untersuchung zeigte, dass die Kohlenmonoxid-Emission bis etwa 15 % des Wärmebedarfs nur leicht erhöhte und zwar von etwa 400 auf etwa 800 mg/m<sup>3</sup>. Erhöhte man diese Menge über diese Grenze, so erfolgte ein sehr starker Anstieg. Bei etwa 20% des Wärmebedarfs wurden etwa 10 % der Reifen als Kohlenmonoxid am Kamin emittiert.

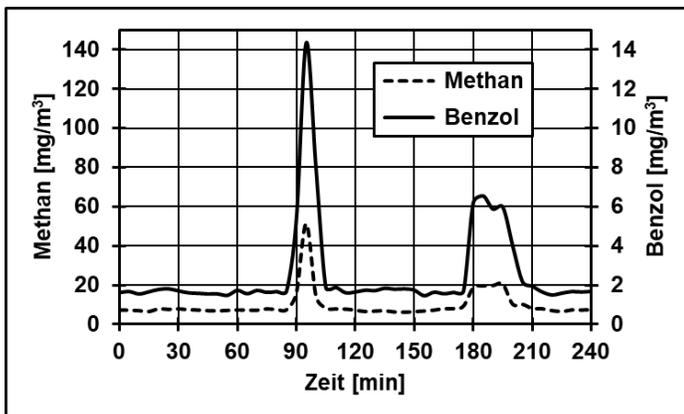
**FIGUR 01:** CO-Emissionen in Abhängigkeit von der Reifenaufgabe



Etwas später, als man die Möglichkeit hatte mit einem speziellen Massenspektrometer Benzol und andere organische Verbindungen kontinuierlich zu messen, wurden in einem anderen Zementwerk für kurze Intervalle zu viele Reifen aufgegeben.

Es zeigte sich, neben Kohlenmonoxid (CO), vor allem ein starker Anstieg der Komponenten Methan und Benzol. Andere aliphatische Verbindungen stiegen ebenfalls an, allerdings in viel geringerem Ausmass.

**FIGUR 02:** Benzol-Entwicklung bei zu grosser Reifenaufgabe



## 4. Die Folgen dieser neuen Regelung

### 4.1 Benzol-Emissionen

In den Jura-Cement-Fabriken in Wildegg wurden 2016 und 2017 hohe Emissionen an flüchtigen organischen Verbindungen und vor allem hohe Emissionen der krebserzeugenden Verbindung Benzol gemessen, wie die nachfolgende Tabelle zeigt.

**TABELLE 01:** Auswertung der Emissionen 2016 und 2017

Ausgewertete Emissionsdaten	Ab Mai 2016		2017	
	Gesamt-C <sup>14</sup>	Benzol	Gesamt-C	Benzol
Anzahl Überschreitungen des Grenzwertes (Tagesmittelwert)	35	39	113	172
Überschreitung des 2-fachen Grenzwertes (Stundenmittelwerte)	0	94	0	687
Überschreitung des 1.2fachen Grenzwertes (Stundenmittelwerte)	1.77 [%]	10.7 [%]	0 [%]	32.7 [%]

Reifen und andere Brennstoffe werden in dieser Fabrik in einer speziellen Brennkammer verbrannt. Diese Brennstoffe werden in dieser Kammer unter Luftmangel verbrannt und es entstehen neben Kohlenmonoxid (CO) und auch organischen Verbindungen, so auch das krebserzeugende Benzol (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>). Das entstandene Gas wird aus der Vorbrennkammer ins Ofensystem geleitet und die organischen Verbindungen werden dort zum grössten Teil oxidiert.

Etwas 2001 wurde der Einfluss dieser Brennkammer untersucht. Nach meinen Erinnerungen wurde damals eine Erhöhung zwischen etwa 0.3 bis 0.5 mg/m<sup>3</sup> gemessen (Unterschied = Emission mit und ohne Brennkammer).

Wie diese Brennkammer heute betrieben wird, entzieht sich meinen Kenntnissen. Es ist aber wahrscheinlich, dass grosser Mengen Kohlenmonoxid (CO) und organische Verbindungen, so auch Benzol, aus diesem Systembereich emittiert werden und es kann angenommen werden, dass diese Brennkammer „überfüttert“ wird. Das heisst, es wird zu viel Brennstoff aufgegeben.

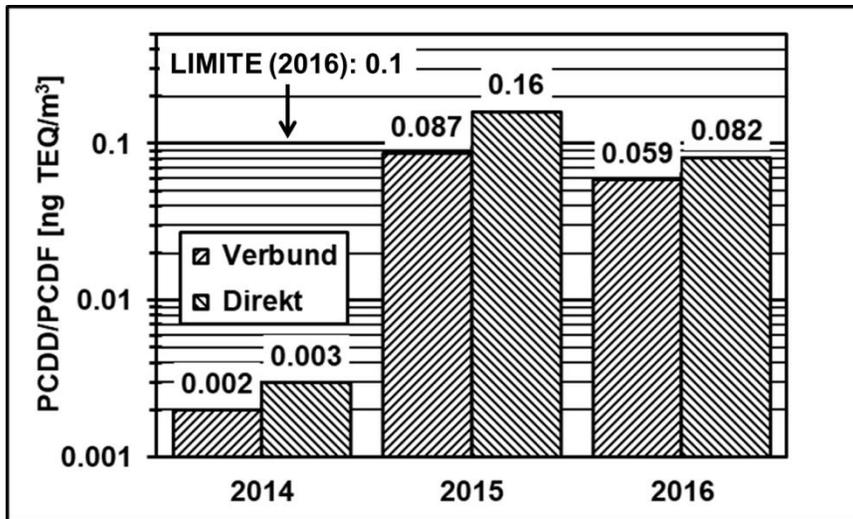
---

<sup>14</sup> In der Literatur auch als TOC (Total Organic Carbon) der VOC (Volatile Organic Compounds) genannt

## 4.2 Dioxin-Emissionen

2015 weisen die zwei Zementwerke in Wildegg und Untervaz hohe Dioxin-Werte<sup>15</sup> auf, die über dem 2016 eingeführten Grenzwert lagen.

**FIGUR 03:** Dioxin-Messungen in einem Schweizer Zementwerk  
Verbund = Betrieb mit laufender Mühle  
Direkt = Betrieb mit gestoppte Mühle



Das Werk der Holcim in Untervaz hatte in der Vergangenheit recht tiefe Dioxin-Werte im Bereich unter 0.01 [ngTEQ/m<sup>3</sup>]. Im Jahr 2015 steigen diese Werte drastisch an und überstiegen im Jahr 2015 sogar den 2016 eingeführten Grenzwert. Schon einmal, vor 1995, traten in diesem Werk hohe Dioxin-Werte im Bereich zwischen ca. 0.2 und 0.3 [ng TEQ/m<sup>3</sup><sub>N</sub>] auf. Die Ursache war damals eine Beimischung eines kritischen Materials zum Rohmaterial (Rohmehlersatzstoffe). Das Problem wurde damals gefunden und sofort mit einer provisorischen Einrichtung eliminiert. Später wurde sogar ein spezieller „Dioxin-Bypass“ gebaut um solche Probleme nicht mehr entstehen zu lassen. Die ganzen Probleme wurden damals auch mit dem Umweltamt des Kantons eingehend besprochen.

Nach den Erfahrungen des Autors aus verschiedenen Zementwerken mit Vorwärmern, werden hohe PCDD/PCDFs ausschliesslich durch alternative Komponenten des Rohmaterials, sogenannten Rohmehlersatzstoffen, verursacht. Dies wird auch in diesem Fall vermutet, kann aber allein aus den vorliegenden Emissionswerten nicht schlüssig abgeleitet werden.

<sup>15</sup> Polychlorierte Dibenzodioxine und Dibenzofurane (PCDD/PCDF)

## 4. Forderungen

1. Die Schweiz darf, genau wie das Europäische Ausland, keine Emissionen von flüchtigen organischen Verbindungen, die  $10 \text{ mg/m}^3$  übersteigen. Hat ein Zementwerk höhere Emissionen, so kann ein höherer Grenzwert genehmigt werden, aber nur für den Fall, dass die Emissionen aus den natürlichen Rohmaterialien (Kalkstein, Mergel) stammen.
2. Die Beurteilung der Abfälle hat nicht über eine Eingangskontrolle zu erfolgen. Rohmehlersatzstoffe mit organischen Verbindungen dürfen nicht über den Rohmaterialweg verwendet werden.
3. Die Sekundärverbrennungen müssen über die Kohlenmonoxid-Emissionen kontrolliert werden. Diese Emissionen sind kontinuierlich aufzuzeichnen und auszuwerten.
4. Benzol-Emissionen sind gemäss LRV Ziffer 82 „so weit zu begrenzen, als dies technisch und betrieblich möglich und wirtschaftlich tragbar ist.“  
Das heisst dass man auf einen Brennstoff oder einen Rohmehlersatzstoff zu verzichten hat, wenn die Gefahr besteht, dass krebserzeugende Substanzen emittiert werden.



**Josef Waltisberg**  
dipl. Ing. ETH  
Eichhaldenweg 23  
CH-5113 Holderbank / Switzerland  
josef@waltisberg.com