



# **Änderung der Luftreinhalteverordnung (LRV) für Schadstoff-Emissionen der Schweizer Zementindustrie**

**Josef Waltisberg, Dipl. Ing. ETH**

**Dokument: JW-21-13.3-LRV**

**Homepage: 209-2021 <sup>1</sup>**

Datum: 25.11.2021

## **Zusammenfassung**

Die heute gültigen Bestimmungen für die Schadstoffemissionen in der Luftreinhalteverordnung von 2016 wurden durch den Autor kritisiert. In der Luftreinhalteverordnung 2022 wurden diese kritischen Bestimmungen abgeändert. So wurde für Stickoxide der Grenzwert auf  $200 \text{ mg/m}^3$  gesenkt und auch die Bestimmung der Emission von flüchtigen organischen Stoffen in der Weise geändert, dass nur noch geringe Emissionen aus den eingesetzten Abfällen entstehen dürfen.

Die Auswertungen der Tagesmittelwerte der Schweizer Zementwerke zeigt deutlich, dass diese Änderungen nötig waren. Der branchenspezifische Jahresmittelwert bei den Stickoxiden und den flüchtigen organischen Stoffen ist doppelt so hoch wie in der Deutschen Zementindustrie.

Die Änderung der Luftreinhalteverordnung ist eigentlich im Grossen und Ganzen erfreulich. Den Schweizer Zementwerken wurde nicht die ordentliche Sanierungsfrist von 5 Jahren (LRV, Art.10), sondern eine Sanierungsfrist von 10 Jahren eingeräumt. Damit bleiben die Grenzwerte der Luftreinhalteverordnung, welche für Zementwerke seit 2016 unverändert sind, de facto noch 10 Jahre in Kraft. Dies hat nun zur Folge, dass zum Beispiel noch 10 Jahre flüchtige organische Stoffe aus Abfällen aus Zementwerken emittiert werden dürfen. Das verbieten die Europäischen Regelungen.

Ein Lichtblick ist einzig das Werk der Jura Cement in Wildegg, welche im Frühjahr 2022 eine RTO-Anlage einbaut und seine Emissionen drastisch senkt.

---

<sup>1</sup> Homepage «waltisberg.com»

## 1. Einleitung

Am 20. Oktober 2021 hat das Bundesamt für Umwelt BAFU die Änderungen der Luftreinhalteverordnung (LRV) bekanntgegeben [01]. In der LRV 2022 werden für Zementwerke die Emissionen von Stickoxiden (NO<sub>x</sub>) von heute 500 [mg/m<sup>3</sup>] auf 200 [mg/m<sup>3</sup>] gesenkt, zudem wurde auch der Grenzwert von gasförmigen organischen Stoffen neu definiert und die Zementwerke verpflichtet Ammoniak kontinuierlich zu messen. Die Forderung Kohlenmonoxid (CO) ebenfalls mit einem Grenzwert zu belegen oder mindestens diese Verbindung kontinuierlich zu messen, wurde nicht berücksichtigt. Damit entfällt eine wichtige Messgrösse um die Herkunft der gasförmigen organischen Verbindungen zu identifizieren. Diese organischen Verbindungen stammen, wie Untersuchungen von mir mit anderen Autoren [10, 11, 12] gezeigt hat, teilweise aus der Verbrennung von Abfällen. Es sei erwähnt, dass solche Emissionen nur in der Schweiz erlaubt sind. Europäische Regelungen [17] verbieten solche Emissionen aus Abfällen.

**Die Änderung der Luftreinhalteverordnung ist eigentlich im Grossen und Ganzen erfreulich, aber mit der Übergangsbestimmung bleiben die Grenzwerte der Luftreinhalteverordnung, welche für Zementwerke seit 2016 unverändert sind, de facto noch 10 Jahre in Kraft.**

*Übergangsbestimmungen zur Änderung vom XX.YY 2021  
Für Zementöfen und Kalkklinkeröfen, die gemäss der Änderung vom XX.YY 2021 sanierungspflichtig werden, aber die vorsorglichen Emissionsbegrenzungen nach den bisherigen Bestimmungen erfüllen, gewährt die Behörde abweichend von Artikel 10 Sanierungsfristen von zehn Jahren; vorbehalten bleiben die Bestimmungen von Artikel 10 Absatz 2 Buchstaben a und c.*

Besonders bemerkenswert ist, dass nicht die ordentliche Sanierungsfrist von 5 Jahren (LRV, Artr.10) gewährt wurde, sondern eine doppelt so lange von 10 Jahren.

## 2. SCR-Verfahren – Stand der Technik?

Am 29. September 2016 reichte Nationalrat Philipp Hadorn die Motion «Reduktion von Stickoxiden» [03] ein. Darin fordert er den Grenzwert für Stickoxide bei Zementwerken ab dem 1. Januar 2019 auf maximal  $200 \text{ mg/m}^3$  festzulegen. Der Bundesrat beantragte die Ablehnung der Motion Hadorn [04]. In seiner Begründung beruft er sich damals unter anderem auf die Schlussfolgerungen der Europäischen Kommission zu den besten verfügbaren Techniken in der Zementherstellung von 2013 [04]. Darin werden SCR-Verfahren noch nicht als «Stand der Technik» bezeichnet.

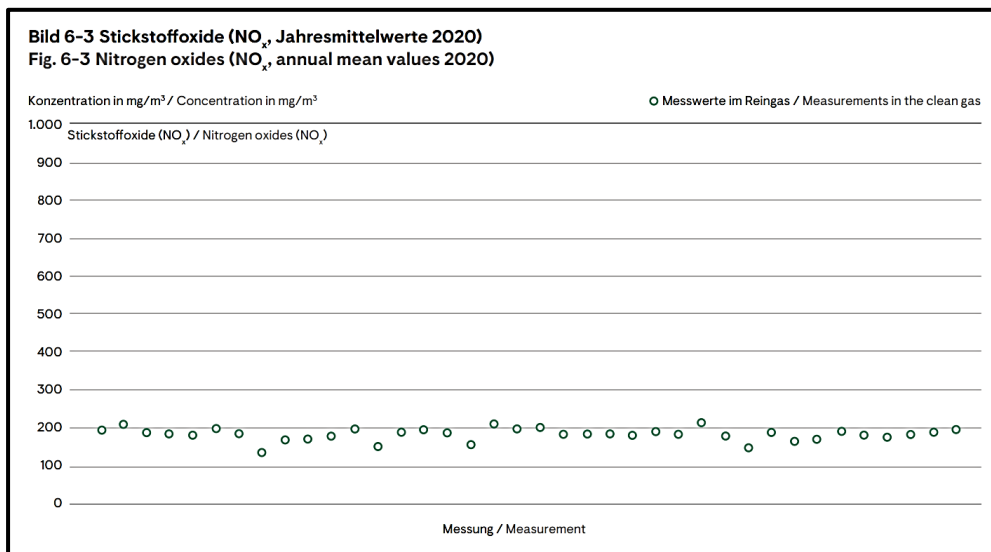
Diese Schlussfolgerungen der Europäischen Kommission ist heute, acht Jahre später, überholt. Dieses Papier ist veraltet und die Aussagen entsprechen nicht mehr dem heutigen Stand der Technik. In Deutschland sind zwanzig SCR-Anlagen installiert. In den Umweltdaten der Deutschen Zementindustrie [06] wird folgende Aussage 2020 gemacht:

*Im Jahr 2020 wurden in der deutschen Zementindustrie 38 Ofenanlagen betrieben. An 20 dieser Anlagen, darunter auch zwei Vorcalcineranlagen, wird das SCR-Verfahren (selektive katalytische Reduktion) zur NO<sub>x</sub>-Minderung angewendet. Darunter sind die High-Dust- und Low-Dust-Variante des SCR-Verfahrens vertreten als auch an zwei Ofenanlagen das DeCONO<sub>x</sub>-Verfahren (Kombination RTO und SCR) und in einem Fall eine Lösung mit katalytischen Filterschläuchen.*

In den Werken, welche das SCR-Verfahren installiert haben, wurde das SNCR-Verfahren (Selektive nicht-katalytische Reduktion) nicht abgebaut. Es dient in einigen Werken als Stand-by-Anlage bei einem Ausfall der SCR-Anlage oder bei anderen Werken ist es mit der SCR-Anlage kombiniert. 17 Ofenanlagen verwenden noch heute das SNCR-Verfahren.

Die SCR-Anlagen sind also heute Stand der Technik und ein NO<sub>x</sub>-Grenzwert von  $200 \text{ mg/m}^3$  kann eingehalten werden. Die kontinuierlich gemessenen Jahresmittelwerte in Deutschen Zementwerken [06] zeigen dies deutlich. Die mittlere Emission der Schweizer Zementwerke [07] lag 2020 bei  $365 \text{ mg/m}^3$ , also rund doppelt so hoch.

## **FIGUR 01:** Jahresmittelwerte der Stickoxid-Emissionen in Deutschland [06]



### **3. Die Branchenvereinbarung NOx**

Die cemsuisse will, wie bereits seit Jahren, ihre NO<sub>x</sub>-Emissionen über eine Branchenregelung [15] reduzieren und schreibt dazu [14]:

*Erfolgversprechend wären weiter – wie derzeit noch erfolgreich praktiziert – Branchenvereinbarungen zwischen den Aufsichtsbehörden und der Industrie. Die NO<sub>x</sub>-Branchenvereinbarung der Kantone und des Bundes mit der Zementindustrie ist ein gutes Beispiel dafür. Damit lässt sich umwelt- und wirtschaftsverträglich ein effizienter Absenkpfad für die Emissionsfracht beschliessen.*

In der letzten Branchenvereinbarung, gültig vom 1. Januar 2017 bis zum 31. Dezember 2021, werden folgende Jahresmittelwerte festgelegt, welche nicht überschritten werden dürfen [15]:

- *Branchenspezifischen Jahresmittelwerte:*
  - *ab 1.1.2016: 500 mg/m<sup>3</sup>*
  - *ab 1.1.2019: 480 mg/m<sup>3</sup>*
  - *ab 1.1.2020: 450 mg/m<sup>3</sup>*
- *Werkspezifischen Jahresmittelwerte:*
  - *ab 1.1.2016: 450 mg/m<sup>3</sup>*
  - *ab 1.1.2019: 430 mg/m<sup>3</sup>*
  - *ab 1.1.2020: 400 mg/m<sup>3</sup>*

Meine Auswertung der Tagesmittelwerte aller sechs Schweizer Zementwerke [16] hat gezeigt, dass die werks- und branchenspezifischen Jahresmittelwerte eingehalten werden. Doch ist das ein grosser Erfolg?

Vom 1.1.2016 bis zum 31.12.2021 (Vertragsende) müssen die branchenspezifischen Anforderungen von 500 auf 450 mg/m<sup>3</sup> gesenkt werden, also um ganze 50 mg/m<sup>3</sup> oder 10% verglichen mit dem Ausgangswert und das in vier Jahren (bis 31.12.2019). Der branchenspezifische Jahresmittelwert liegt 2020, nach eigener Auswertung, bei 365 mg/m<sup>3</sup> und ist somit doppelt so hoch wie der Wert in Deutschland.

In Deutschland wurde 2013 der Grenzwert auf 200 [mg/m<sup>3</sup>] gesenkt und trat am 01.01.2019 in Kraft. Dies ist eine Absenkung um 300 [mg/m<sup>3</sup>] oder 72.5% in 6 Jahren! Die Jahresmittelwerte der Deutschen Zementwerke sind in der Figur 01 dargestellt. Die Werte liegen, mit wenigen Ausnahmen, unter 200 mg/m<sup>3</sup>. Der höchste Wert bei 214 mg/m<sup>3</sup>. Da in Deutschland die Grenzwerte auf Tagesmittelwerte definiert sind, haben noch einige Zementwerke Mühe, diesen Grenzwert einzuhalten. Doch dies wird sicher in den kommenden Jahren nicht mehr der Fall sein. Wichtiger ist aber, dass in Deutschland 2020 ein branchenspezifischer Jahresmittelwert von 183 mg/m<sup>3</sup> erreicht wurde.

#### **4. Das Problem der organischen Verbindungen**

Nationalrat Hadorn schreibt in seiner Motion [03], dass eine Absenkung des Stickoxidgrenzwertes deshalb wichtig sei, weil Zementwerke zunehmend Abfälle wie Altöl, Pneus, Plastik, Lösungsmittel sowie verschmutztes Aushubmaterial verbrennen würden und sich zu eigentlichen Abfallentsorgungsanlagen gewandelt hätten. Im Gegensatz zu Kehrichtverbrennungsanlagen (KVA) müssten Zementwerke jedoch einen deutlich weniger strengen Stickoxidgrenzwert einhalten.

Ich bin mit Nationalrat Hadorn nicht ganz einig, denn die Verbrennung von Abfällen hat keinen sehr grossen Einfluss auf die Stickoxid-Emissionen, ausser man verbrennt Abfälle mit einer gestuften Verbrennung. Das Problem ist die Emission von organischen Verbindungen aus der Verbrennung von Abfällen. In Deutschland kann die Behörde nach der 17. BImSchV [08] den Grenzwert von 10 mg/m<sup>3</sup> erhöhen, allerdings ist eine solche Erhöhung nicht gestattet, wenn die zusätzlichen Emissionen aus der Verbrennung von Abfällen entstehen.

*Die zuständige Behörde kann auf Antrag des Betreibers Ausnahmen für Schwefeldioxid und Gesamtkohlenstoff genehmigen, sofern diese Ausnahmen auf Grund der Zusammensetzung der natürlichen Rohstoffe erforderlich sind und ausgeschlossen werden kann, dass durch den Einsatz von Abfällen oder Stoffen nach § 1 Absatz 1 zusätzliche Emissionen an Gesamtkohlenstoff und Schwefeldioxid entstehen.*

Das BAFU hat wohl auch die Problematik der gasförmigen organischen Emissionen aus Abfällen erkannt und ändert die Ziffer 114 des Anhangs 2 der Luftreinhalteverordnung [01] wie folgt:

<sup>3</sup> Die Behörde legt unter Berücksichtigung der Zusammensetzung der natürlichen Rohstoffe einen werkspezifischen Grenzwert für den Gesamtkohlenstoff unter folgenden Vorgaben fest:

a. die Emissionen von gasförmigen organischen Stoffen aus der Verwertung von Abfällen nach Ziffer 111 Absatz 2 dürfen 10 mg/m<sup>3</sup> betragen;

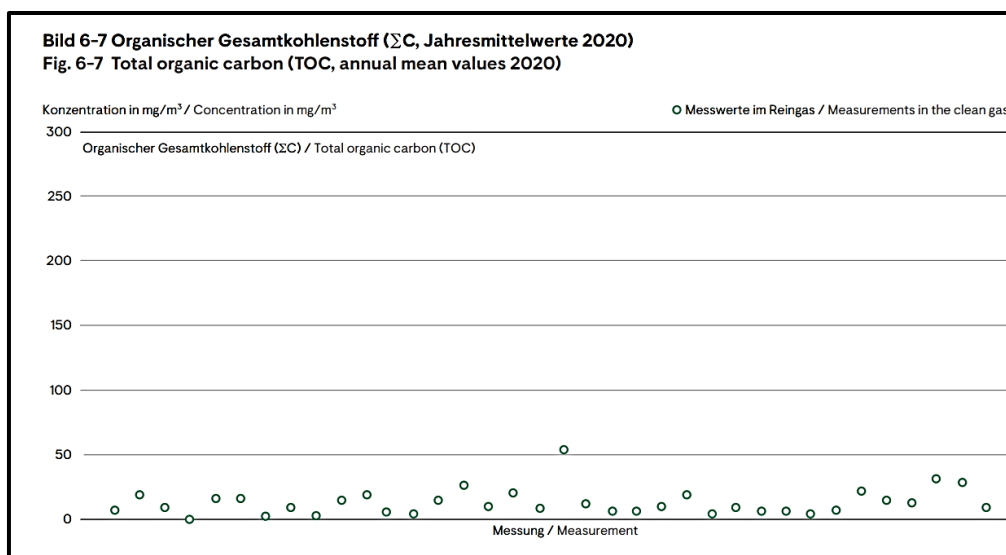
b. der Grenzwert darf insgesamt 50 mg/m<sup>3</sup> nicht überschreiten.

<sup>4</sup> Das BAFU erlässt Empfehlungen über geeignete Verfahren zur Ermittlung der Emissionen von gasförmigen organischen Stoffen aus natürlichen Rohstoffen.

Das Problem der Ziffer 114 ist die Festlegung der werkspezifischen Emissionen aus den Rohstoffen. Der Autor selbst hat in den 90er Jahren einen sogenannten «Austreibungsversuch [13]» entwickelt und zwischen 1993 und 2010 etwa 2000 Proben mit untersucht, wobei etwa 2/3 der Proben abfallbasiert Materialien waren. Er kennt die Schwierigkeiten bzw. auch deren Umsetzung der Versuchsergebnisse auf den Zementprozess.

Die ECRA schreibt [05], dass für die Festlegung einer Ausnahme vom Grenzwert in Deutschland in der Regel Laboruntersuchungen durchgeführt werden, bei denen das rohstoffbedingte Emissionsniveau ermittelt wird. Auf Grundlage dessen werden Emissionsgrenzwerte festgelegt, die bis zu 100 mg/m<sup>3</sup> oder in Einzelfällen bis zu 200 mg/m<sup>3</sup> betragen können. Vergleicht man die Festlegung von solch hohen Grenzwerten, die eher die Regel als die Ausnahme sind, mit den gemessenen Emissionen (Figur 02), so ist zu bezweifeln, dass dies ein gangbarer Weg ist. Entweder kann mit dem Laborversuch das Emissionsniveau nicht richtig festgestellt werden oder man definiert auf Grund der Ergebnisse viel zu hohe Grenzwerte.

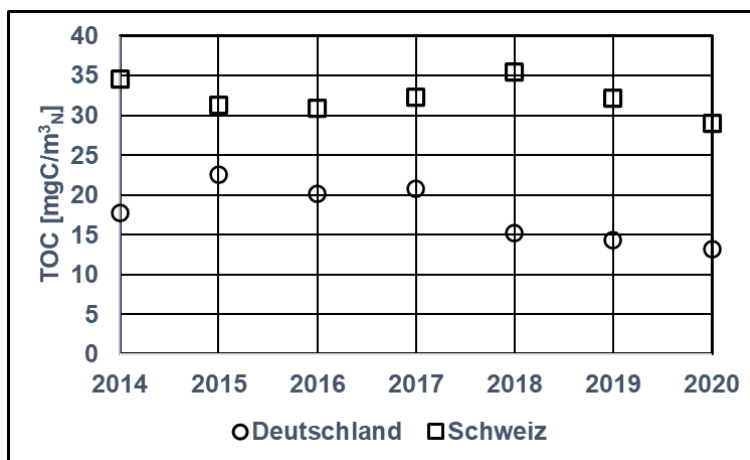
**FIGUR 02:** Jahresmittelwerte Emission von gasförmigen organischen Stoffen



Die Schweiz hat in der Luftreinhalteverordnung von 2016 den Grenzwert für gasförmige organische Verbindungen von Zementwerken auf 80 mg/m<sup>3</sup> festgelegt und zwar unabhängig woher diese Verbindungen stammen. Sie dürfen also auch aus der Verbrennung von Abfällen stammen. Noch gefährlicher sind organische Bestandteile in den Rohmaterialien. Sie verdampfen bei der Aufheizung des Rohmaterials, werden nicht verbrannt (oxidiert) und emittiert.

Die nachfolgende Figur 03 zeigt die unterschiedlichen Emissionen in Deutschland und in der Schweiz.

**FIGUR 03:** Emission von flüchtigen organischen Verbindungen  
Arithmetischer Mittelwert berechnet aus den Jahresmittelwerten der einzelnen Werke



Es sei daran erinnert, dass in den letzten Jahren (2014 bis 2020) die Tagesemissionen der Zementwerke durch mich ausgewertet wurden. Dabei wurden teilweise hohe Werte von gasförmigen organischen Emissionen festgestellt, welche nicht ausschliesslich auf Emissionen aus dem Rohmaterial zurückzuführen waren. In verschiedenen Schweizer Zementwerken war zudem der Grenzwert der krebserzeugenden Substanz Benzol teilweise nicht eingehalten. Zudem wurde in einem Werk sogar der Grenzwert für Dioxine und Furane («Sevesogift»)<sup>2</sup> deutlich überschritten.

Es sei daran erinnert, dass gemäss Luftreinhalteverordnung für Emissionen von krebserzeugenden Substanzen nicht nur ein Grenzwert, sondern auch ein Minderungsgebot definiert ist:

#### 82 Emissionsbegrenzung

<sup>1</sup> 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.

<sup>2</sup> Polychlorinated Dibenzo-p-Dioxins and Dibenzofurans (PCDD/PCDF)

Das SNCR-Verfahren, welches die Schweizer Zementwerke bei dieser Übergangsfrist wahrscheinlich noch lange verwenden, reduziert weder Kohlenmonoxid (CO), noch gasförmige organische Verbindungen oder Dioxine und Furane. Hingegen zeigten Messungen, dass bei Stickoxid-Reduktionen mit Katalysatoren, also mit dem SCR-Verfahren, auch gasförmige organische Verbindungen sowie auch Benzol und Dioxine und Furane zu 40 bis 70 [%] reduziert werden. Kohlenmonoxid wird hingegen nur mit RTO-Verfahren (Regenerativ Thermische Oxidation) reduziert, so auch mit dem DeCONOX-Verfahren, das eine Kombination von RTO und SCR ist.

## 5. Mehrkosten einer SCR-Anlage

ECRA [05] argumentiert mit den Mehrkosten von solchen SCR-Anlagen.

*Aktuell werden die spezifischen Gesamtkosten für das SNCR-Verfahren bei bis zu 1 Euro/t Klinker liegen, die für das SCR-Verfahren bei über 2 Euro/t Klinker. Dies bedeutet, dass bei der Notwendigkeit zu Installation einer SCR-Anlage bei der angenommenen Klinkerproduktion von 1 Mio. t/a Mehrkosten von 1 Mio. pro Jahr resultieren.*

Man muss aber die Mehrkosten in Relation zu den Einnahmen für den Zement setzen. Aus einer Tonne Klinker werden in Deutschland 1.44 Tonne Zement<sup>3</sup> hergestellt. Mit einem Durchschnittspreis von 130 Euro/t Silozement (gemäss CEMEX Deutschland) ergibt dies 187 Euro/t Klinker. Die Mehrkosten belaufen sich also, bezogen auf den Zementverkauf, auf rund 0.5% oder auf 0.6 bis 0.7 Euro/t Zement. Zusätzlich muss man auch in Betracht ziehen, dass die Aufwendungen für das SNCR-Verfahren, das in 37 von 38 Anlagen in Deutschland installiert wurde, bei der Hälfte der Kosten liegt.

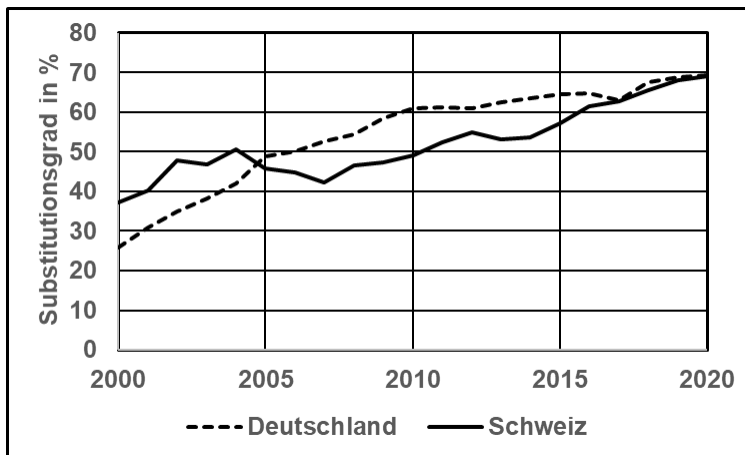
Zu bemerken ist natürlich, dass durch Substitution der Kohle durch Abfälle auch Einnahmen durch Entsorgungsgebühren generiert werden. Dadurch kann der Einbau solcher Verfahren zur Reduktion von Schadstoffen durchaus begründet werden. Die ECRA bzw. der VDZ spricht auch in diesem Bericht nicht von diesen Einnahmen, sondern berechnet nur die Aufwendungen. In der folgenden Figur 04 ist die Entwicklung der Substitutionsrate in Deutschland und der Schweiz dargestellt.

---

<sup>3</sup> Produktion 2020 gemäss Umweltdaten der Deutschen Zementindustrie 2020 [06]: 24.709 Mio. t Klinker: 35.485 Mio. t Zement



**FIGUR 04:** Substitutionsgrad [06 und 07]  
 (Zahlen der cemsuisse vor 2041 wurden aus einem Diagramm abgelesen)



#### Meinung der cemsuisse

Das BAFU kommt auf Mehrkosten von weniger als 1%, bestätigt also die obige Rechnung. Cemsuisse findet diese Rechnung «deplatziert» und schreibt [14]:

*In Anbetracht der herausfordernden wirtschaftlichen Situation, in welcher sich die Schweizer Zementunternehmen – nicht erst seit der Corona-Krise – befinden, sind gewisse Aussagen im erläuternden Bericht völlig deplatziert.*

Frage: Jura Cement Wildegg befindet sich im gleichen Umfeld wie die anderen Zementwerke in der Schweiz. Dieses Werk baut 2022 eine RTO-Anlage [09], muss also investieren und hat Mehrkosten.

**Wieso kann Jura Wildegg dies verkraften und die anderen Werke nicht?**

## **6. Abänderung der Beurteilung von Emissionen**

Nach Artikel 15 der Luftreinhalteverordnung gelten bei kontinuierlichen Messungen die Emissionsgrenzwerte als eingehalten, wenn innerhalb eines Kalenderjahres:

- a. keiner der Tagesmittelwerte den Emissionsgrenzwert überschreitet;
- b. 97 Prozent aller Stundenmittelwerte das 1,2-fache des Grenzwertes nicht überschreiten und
- c. keiner der Stundenmittelwerte das Zweifache des Grenzwertes überschreitet.

Die cemsuisse wollte nun diese Bestimmung für Zementwerke abändern und schlug eine Einführung eines Absatzes 3 in Ziffer 119 in Anhang 2 (Beurteilung der Emissionen) für Zementwerke vor [14]:

*Für den Vergleich mit den Emissionsgrenzwerten werden die kontinuierlich gemessenen Emissionen über eine Betriebsperiode von einem Jahr (eventualiter: Monat) gemittelt.*

Diese Änderung wurde nicht in die Luftreinhalteverordnung 2022 aufgenommen. Bei Annahme dieses Vorschlages hätte die Schweizer Zementindustrie verschiedene Probleme verdecken können. Das muss den Verantwortlichen der Schweizer Zementindustrie doch auch bewusst gewesen sein.

Mit dieser neuen Bestimmung hätten man den Zementwerken und nur den Zementwerken erlaubt, kurzfristig hohe Schadstoffe in die Luft zu emittieren, nämlich alle Stoffe welche kontinuierlich gemessen werden müssen und dies sind: Staub, Stickoxide, Ammoniak, Schwefeloxide, gasförmige organische Stoffe und Benzol. Gerade die Auswertungen der Tagesmittelwerte [16] und teilweise die Resultate der Stundenmittelwerte haben gezeigt, dass Überschreitungen in einem Zeitraum von einer Stunde oder einem Tag stattfanden und zwar auch von sehr problematischen Stoffen wie etwa dem krebserzeugenden Benzol.

## **7. Lichtblick bei Jura Wildegg**

Wenigstens eine der Schweizer Zementfabriken, nämlich Jura Cement in Wildegg, scheint die Verzögerung des Einbaus geeigneter Reduktionsverfahren nicht mitmachen zu wollen und baut eine RTO-Anlage ein, welche nach persönlichen Informationen, ab etwa Frühling 2022 arbeiten soll. Diese Anlage wird die heutigen Emissionen des Werkes drastisch senken und zwar die Emissionen von Ammoniak, flüchtigen organischen Verbindungen (inklusive des krebserzeugenden Benzols) sowie Dioxine und Furane und andere gefährliche organische Verbindungen.

## **8. Schlussbemerkungen**

- Der Bundesrat will der Zementindustrie auch weiterhin nicht weh tun. Für den Autor ist klar: Die Zementindustrie spart durch die neue Luftreinhalteverordnung viel Geld, weil sie Investitionen auf Jahre hinaus aufschieben kann.
- Wem nützt diese Änderungen der Grenzwerte der Luftreinhalteverordnung für Zementwerke, welche erst in 10 Jahren in Kraft treten?  
Natürlich der Zementindustrie, aber sicher nicht den Anwohnern. Sie dürfen sich noch weitere Jahre mit Schadstoffen «beregnet» lassen, welche teilweise aus der Verbrennung von Abfällen stammen.

- Jura Wildegg senkt seine Emissionen durch Einbau einer RTO-Anlage 2022 drastisch. Müssen dann die anderen Zementwerke nicht nachziehen? Können die Werke sich noch 10 Jahre auf die Übergangsbestimmungen und die heutigen Grenzwerte berufen?

Adresse des Autors:

Josef Waltisberg

Eichhaldenweg 23

5113 Holderbank/Schweiz

Mail: [josef@Waltisberg.com](mailto:josef@Waltisberg.com)

Homepage: [waltisberg.com](http://waltisberg.com)

## Literatur:

- [01] Schweizerische Eidgenossenschaft  
Luftreinhalte-Verordnung (LRV) Änderung vom ...  
SR 814.318.142.1
  
- [02] Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK, Bundesamt für Umwelt BAFU  
Erläuterungen zur Änderung der Luftreinhalte-Verordnung (LRV) - Verordnungspaket Umwelt Herbst 2021; 20. Oktober 2021  
BAFU-D-47633401/391
  
- [03] Philipp Hadorn  
Motion 16.3827: Reduktion von Stickoxiden, eingereicht am 29. September 2016  
[parlament.ch/de/ratsbetrieb/suche-curia-vista/geschaeft?AffairId=20163827](http://parlament.ch/de/ratsbetrieb/suche-curia-vista/geschaeft?AffairId=20163827)
  
- [04] 2013/163/EU: Durchführungsbeschluss vom 26 März 2013 der Kommission über Schlussfolgerungen zu den besten verfügbaren Techniken (BVT) [...] in Bezug auf die Herstellung von Zement, Kalk und Magnesiumoxid  
ABl. L 100 vom 9.4.2013, S.1
  
- [05] ECRA im Auftrag des BAFU und von cemsuisse, 2019  
Einschätzung des Stands der Technik bezüglich Emissionsreduktionen in der Zementindustrie in der Schweiz und in den Nachbarländern  
Technischer Bericht A-2019/1789  
(ECRA = European Cement Research Academy; ein Institut des Vereins Deutscher Zementwerke VDZ)
  
- [06] Verein Deutscher Zementwerke  
Umweltdaten der Deutschen Zementindustrie xxxx  
[vdz-online.de/wissensportal/publikationen/umweltdaten-der-deutschen-zementindustrie-xxxx](http://vdz-online.de/wissensportal/publikationen/umweltdaten-der-deutschen-zementindustrie-xxxx) (xxxx = Jahr)
  
- [07] cemsuisse – Kennzahlen 2021  
Die Werte beziehen sich auf das Jahr 2020  
[cemsuisse.ch/kennzahlen/](http://cemsuisse.ch/kennzahlen/)
  
- [08] Deutschland; Siebzehnte Verordnung zur Durchführung des Bundesimmissionsschutzgesetzes (Verordnung über die Verbrennung und die Mitverbrennung von Abfällen - 17. BImSchV) 17. BImSchV

- [09] Dürr AG  
Neuartiges Betriebskonzept zur Abluftreinigung in der Zementindustrie  
Regenerativ-thermische Oxidation von Dürr für die Zementindustrie  
11.01.2021  
[durr.com/de/media/news/news-detail/view/neuartiges-betriebskonzept-zur-abluftreinigung-in-der-zementindustrie-79679](http://durr.com/de/media/news/news-detail/view/neuartiges-betriebskonzept-zur-abluftreinigung-in-der-zementindustrie-79679)
- [10] Barbara Zeschmar-Lahl, Harald Schönberger, Josef Waltisberg  
Abfallmitverbrennung in Zementwerken  
Sachverständigengutachten; Deutsches Bundesumweltamt, Texte 202/2020  
oder «[waltisberg.com](http://waltisberg.com)» Nr. 307-2021
- [11] Josef Waltisberg, Roland Weber  
Disposal of waste-based fuels and raw materials in cement plants in Germany and Switzerland -- What can be learned for global coincineration practice and policy?  
Emerging Contaminants 6, 2020, 93-102  
oder «[waltisberg.com](http://waltisberg.com)» Nr.205e-2020
- [12] Harald Schönberger, Josef Waltisberg  
Einfluss der Mitverbrennung von Abfällen in deutschen Zementwerken auf die Abgasemission  
Energie aus Abfall Band 11, TK Verlag, ISBN 978-3-944310-06-0  
oder «[waltisberg.com](http://waltisberg.com)» Nr.301-2014
- [13] Josef Waltisberg  
Laborversuch zur Bestimmung der Emission von organischen Substanzen aus Zementrohstoffen  
ZKG International 11/1998, Seiten 593-599  
oder «[waltisberg.com](http://waltisberg.com)» Nr. 501.1-1998
- [14] Cemsuisse  
Stellungnahme zum Verordnungspaket Umwelt Frühling 2021: Luftreinhalte-Verordnung  
[cemsuisse.ch > uploads > 2020/08 > 2020\\_08\\_06\\_Stellungnahme-cemsuisswe-LRV.pdf](http://cemsuisse.ch/uploads/2020/08/2020_08_06_Stellungnahme-cemsuisswe-LRV.pdf)
- [15] Bundesamt für Umwelt BAFU  
NOx-Branchenvereinbarung mit der Zementindustrie für die Periode vom 1. Januar 2017 bis zum 31. Dezember 2021  
[Bafu.admin.ch > bafu > Luft > fachinfo-daten](http://Bafu.admin.ch/bafu/Luft/fachinfo-daten)
- [16] Josef Waltisberg  
Die Schadstoffemissionen der Schweizer Zementwerke in den Jahren 2014 bis 2021 und der Vergleich mit den Emissionswerten deutscher Zementwerke  
Bericht: JW-21-11.2  
«[Waltisberg.com](http://Waltisberg.com)» Nr. 309-2021

- [17] Directive 2010/75/EU of the European Parliament and of the Council of 24 November 2010 on industrial emissions (integrated pollution prevention and control)  
[eur-lex.europa.eu](#) > LexUriServ > LexUriServ > PDF