

# Innenraumluft in Saunaanlagen

 Bundesministerium  
Klimaschutz, Umwelt,  
Energie, Mobilität,  
Innovation und Technologie

**Peter Tappler**  
Arbeitskreis Innenraumluft am BMK - Allgemein beeideter und gerichtlich zertifizierter  
Sachverständiger, IBO Innenraumanalytik OG



## Chronologie der Ereignisse

## Neue Erkenntnisse seit 2010

## Umgang mit Saunen in Österreich, Auswirkungen auf Deutschland

## Neue Fragestellungen



## Formaldehyd in Saunaanlagen

Peter Tappler

Allgemein beideter und gerichtlich zertifizierter Sachverständiger  
für Schadstoffe in Innenräumen

Arbeitskreis Innenraumluft am österreichischen Bundesministerium für Land- und  
Forstwirtschaft, Umwelt & Wasserwirtschaft (BMLFUW)

# Saunen

Die Sauna ist in der Regel mit Gesundheit, Wohlbefinden und ein bisschen mit Erotik konnotiert

Es existieren zahlreiche Studien, die positive gesundheitliche Effekte belegen

Saunakammern sind spezielle „Innenräume“, die nicht nach Schema beurteilt werden sollten

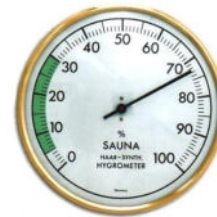




# Was charakterisiert Saunen?

Kurze Aufenthaltszeiten, meist keine Kinder

Erhöhte Temperaturen,  
niedrige relative  
Luftfeuchten



Hohes Holzflächen/  
Volumsverhältnis

Meist hoher Luftwechsel ( $6 \text{ h}^{-1}$ )



# Chronologie der Ereignisse

Aus einer Saunaanlage, die mit Plattenwerkstoffen ausgeführt war, wurden 2009 formaldehydtypische gesundheitliche Beschwerden berichtet.

Schadstoffmessungen: Formaldehydkonzentration der Raumluft der Saunakammer unerwartet hoch ( $\gg 0,1 \text{ mg/m}^3$ )

Erste Vermutung: Formaldehyd stammt aus der Verleimung der Platten

→ Kärntner Landesregierung wurde aktiv: Anzeige

# Gesetzliche und normative Vorgaben

## Bäderhygienegesetz 2012 (BGBl. II Nr. 321/2012 idF BGBl. II Nr. 15/2014)

*§ 61. (5) Für den Innenausbau von Holzkabinen sind harzarme, nicht schiefernde Hölzer (massive Hölzer, Holzlagenwerkstoffe und thermisch behandeltes Holz) **mit möglichst geringer Formaldehydabgabe** zu verwenden. Auflagerabstände und Holzicken der Sitz- und Liegebänke, Auftritte und Schutzverkleidungen müssen so gestaltet sein, dass sie den betriebsüblichen Belastungen standhalten können.*

*Andere in der Kabine verwendete Materialien müssen hitze- und korrosionsbeständig sein und dürfen in betriebsüblichen Temperaturbereichen **keine negativen Auswirkungen auf die Benutzer** haben.*

## **ÖNORM 6201-1 (2016)** Anforderungen an öffentliche und gewerbliche Saunaanlagen, Infrarot-Kabinen, Dampf- und sonstige Wärmekammern - Teil 1: Sauna, Sauna in Kombination mit Infrarot-Wärmequellen und Saunakammer mit geregelter Luftfeuchte

In Saunakammern dürfen nur Holzarten und Holzlagen-Werkstoffe eingesetzt werden, die einen maximalen Gasanalysewert von 0,4 mg/(m<sup>2</sup> · h) Formaldehyd aufweisen, wobei die diesbezügliche Prüfung bei 90° C durchzuführen ist.

Es ist der Richtwert von 0,1 mg/m<sup>3</sup> Formaldehyd (WHO-Richtwert für Innenräume, Halbstunden-Mittelwert) unter Betriebsbedingungen einzuhalten.

Zulässige Holzarten ohne weiterer Prüfung: Espe, Hemlock, Fichte, Linde, Tanne, Zirbe

## Wie ging es weiter?

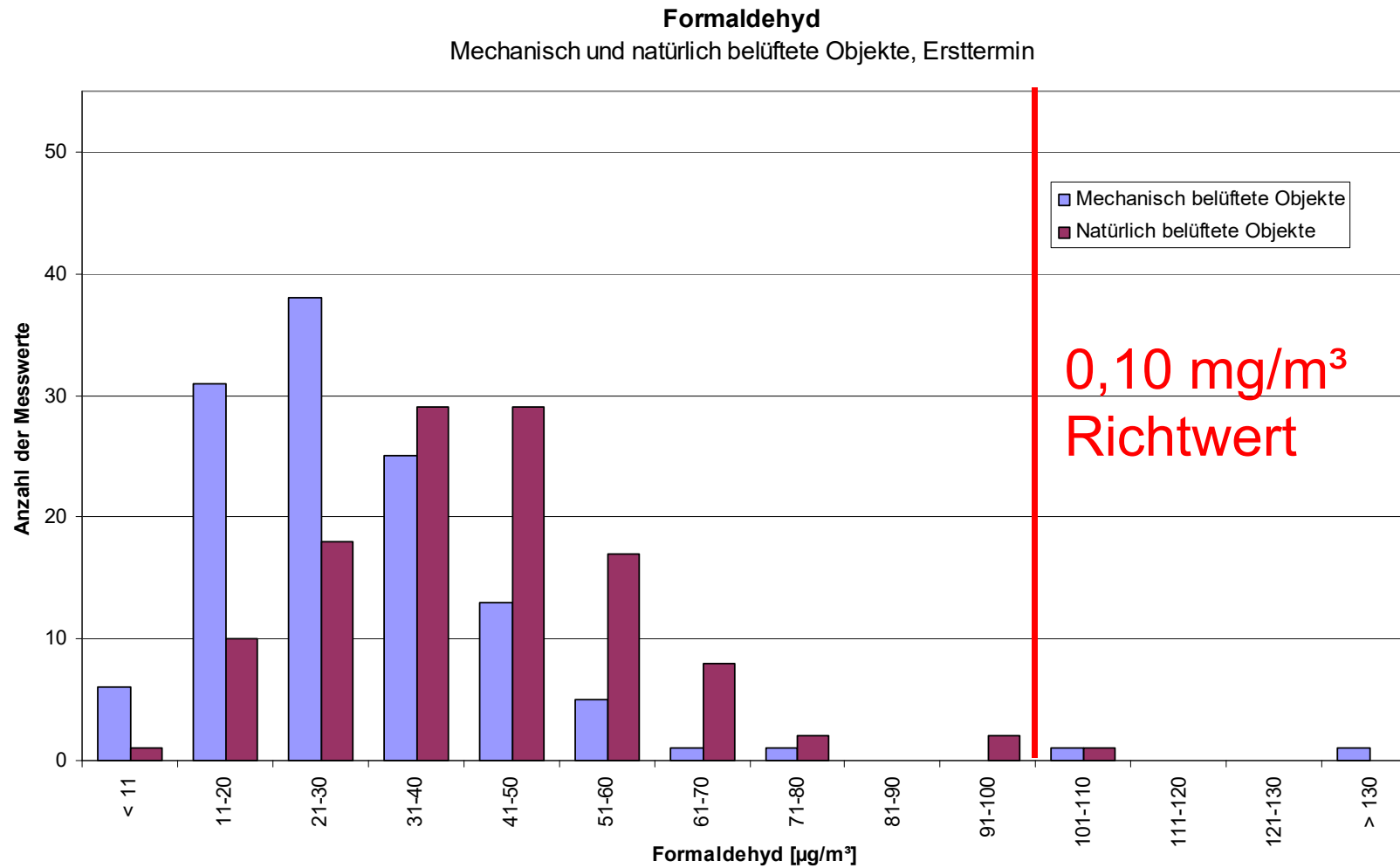
Schnelle und professionelle Reaktion des Umweltministeriums und des österreichischen Saunaforums: Messungen in Saunen und Pilotstudie über Materialemissionen

Als Referenz gemessene Saunen aus Rohholz hatten zum Teil ebenfalls stark erhöhte Formaldehydkonzentrationen, in Folge weitere Messungen

Infrarotkabinen und „Biosaunen“ waren praktisch nicht betroffen

Saunanormen (ÖNORM M 6219er-Reihe) wurden angepasst

# Formaldehyd im Neubau (2014)



Tappler et al. (2014): Lüftung 3.0. Bewohnergesundheit und Raumluftqualität in neu errichteten, energie-effizienten Wohnhäusern.



# Emissionen aus Holz Trocknung

Abspaltung von Formaldehyd aus Holz aus der  
Holztrocknung schon länger bekannt

## **FORMALDEHYDE EMISSION FROM SOLID WOOD – WILL IT BECOME AN ISSUE ?**

Stephen Young

*TimberTest Laboratories*

### **SUMMARY**

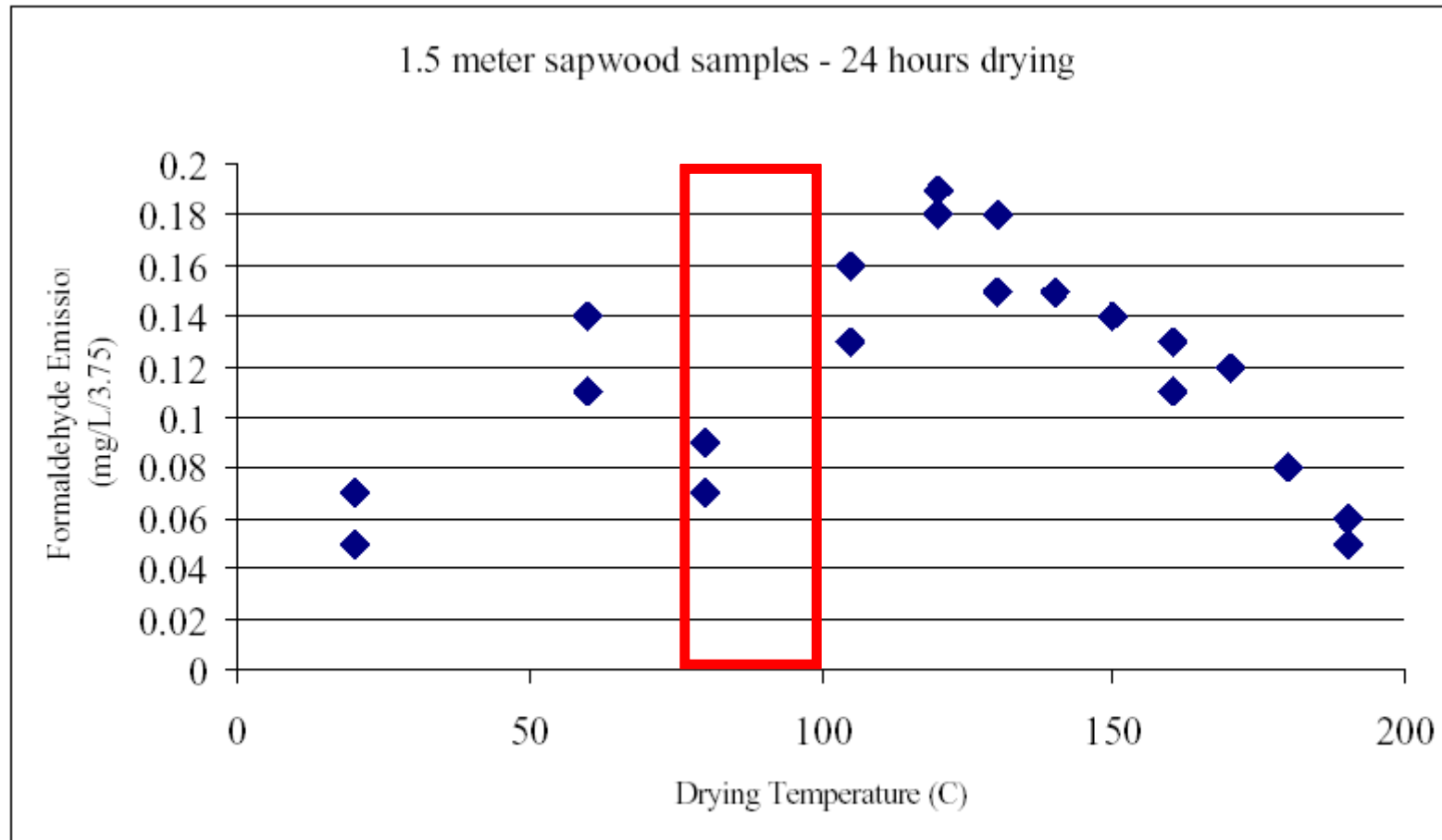
The formaldehyde emission from wood of seven tree species was compared with *Pinus radiata* (radiata). It was found that there was little difference between wood from radiata trees grown in different areas of New Zealand nor was there much difference between trees within an area.

Air-dried and oven dried radiata released similar levels of formaldehyde to wood from seven other tree species tested. Emissions after air-drying from all species tested were less than a third of the Japanese low emission limit for wood products. Sixteen days after high

Young S. (2004): Formaldehyde Emission from Solid Wood – Will it  
become an Issue? Timber Test Laboratories

# Maximum der Abgabe bei $t > 100^{\circ}\text{C}$

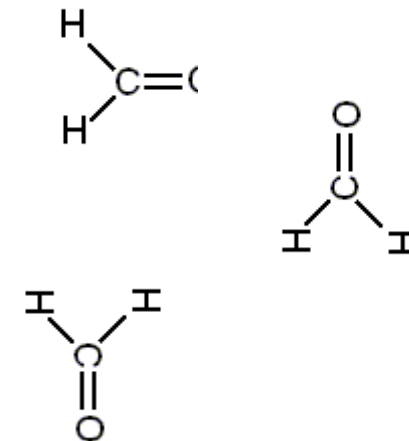
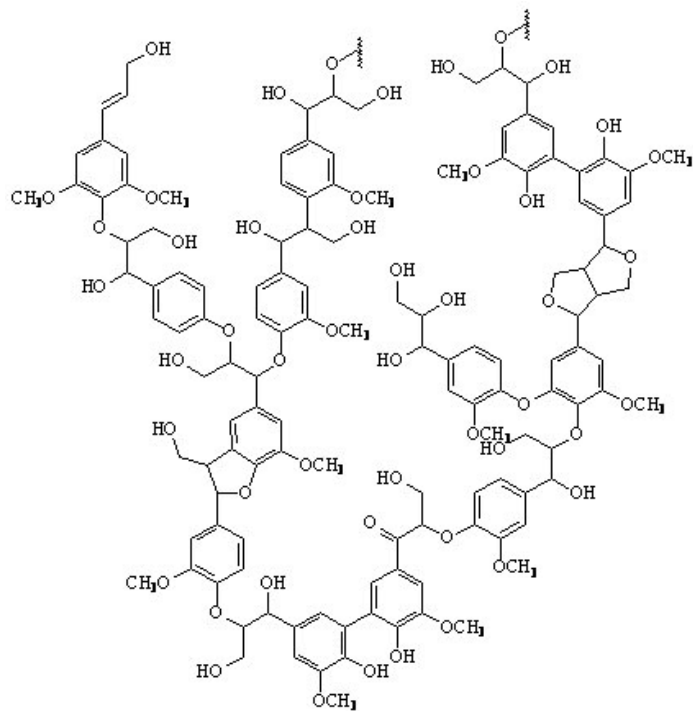
 Bundesministerium  
Klimaschutz, Umwelt,  
Energie, Mobilität,  
Innovation und Technologie



Young S. (2004): Formaldehyde Emission from Solid Wood – Will it become an Issue? Timber Test Laboratories

# Quellen in Holzwerkstoffen und Holz

Bei Holz Trocknung werden Lignin, Hemicellulose und Polysaccharide zu Formaldehyd zerlegt



## Was wissen wir seit damals?

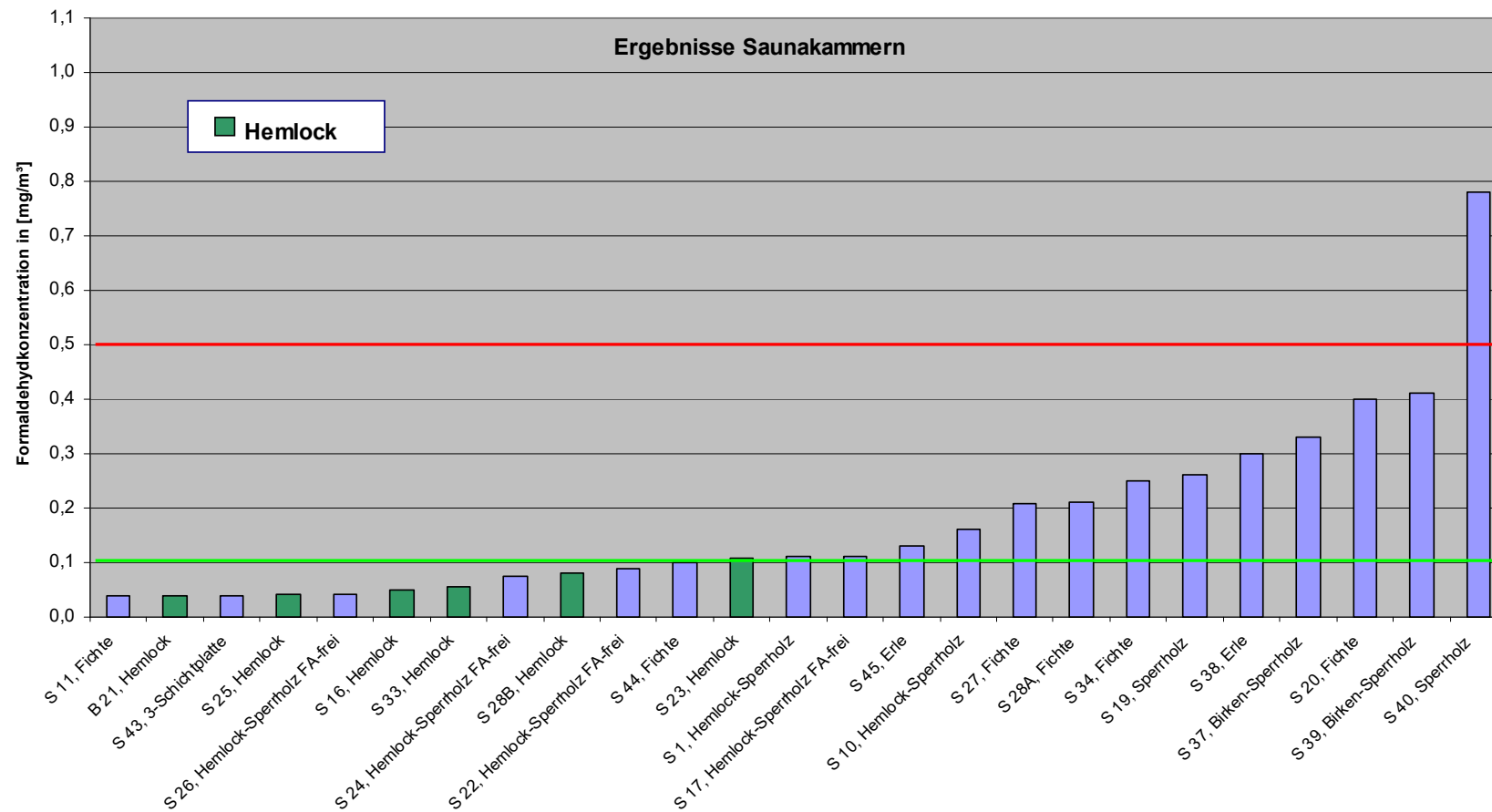
Hauptquelle an Formaldehyd in Saunen sind Formaldehyd abspaltende Leime aus Holzwerkstoffen und unbehandeltes Holz

Infrarotkabinen sind nur dann Problem, wenn Holz deutlich stärker als die Raumluft erhitzt wird (selten)

Leime und (sekundär) die Holzart sind wichtig für die Höhe der Emission

Neue Saunen mit formaldehydfrei verleimten Plattenwerkstoffen bzw. üblichen Saunahölzern und hohem Luftwechsel hatten relativ niedrige Formaldehyd-Konzentrationen (durchwegs unter bzw. im Bereich von  $0,1 \text{ mg/m}^3$ )

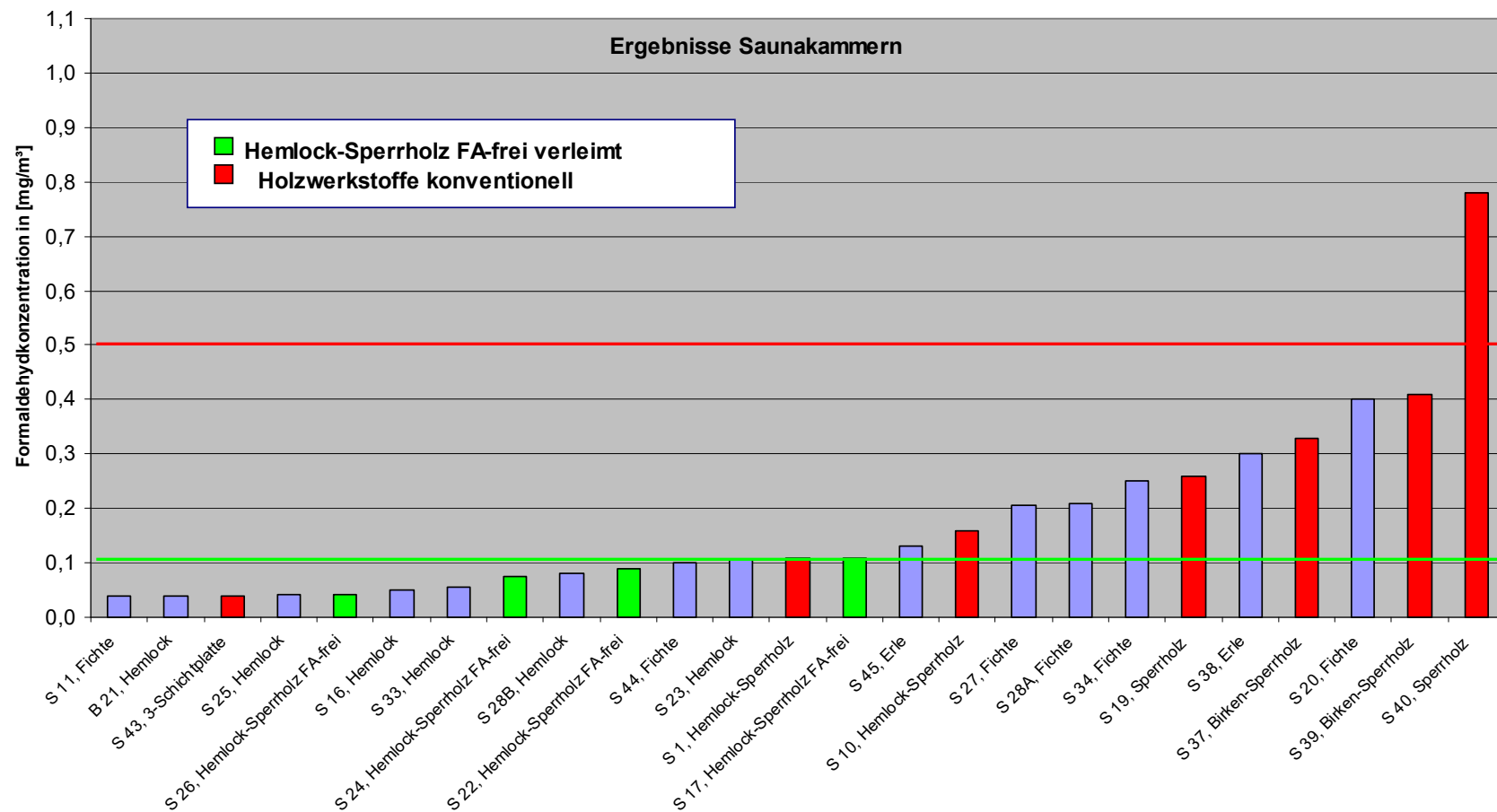
# FA-Konzentrationen Hemlock



Tappler et al. (2010): Untersuchung von Innenraumluft und von Materialien in Saunen. Herleitung von Richtwerten für Formaldehyd. Erstellt im Auftrag des BMLFUW

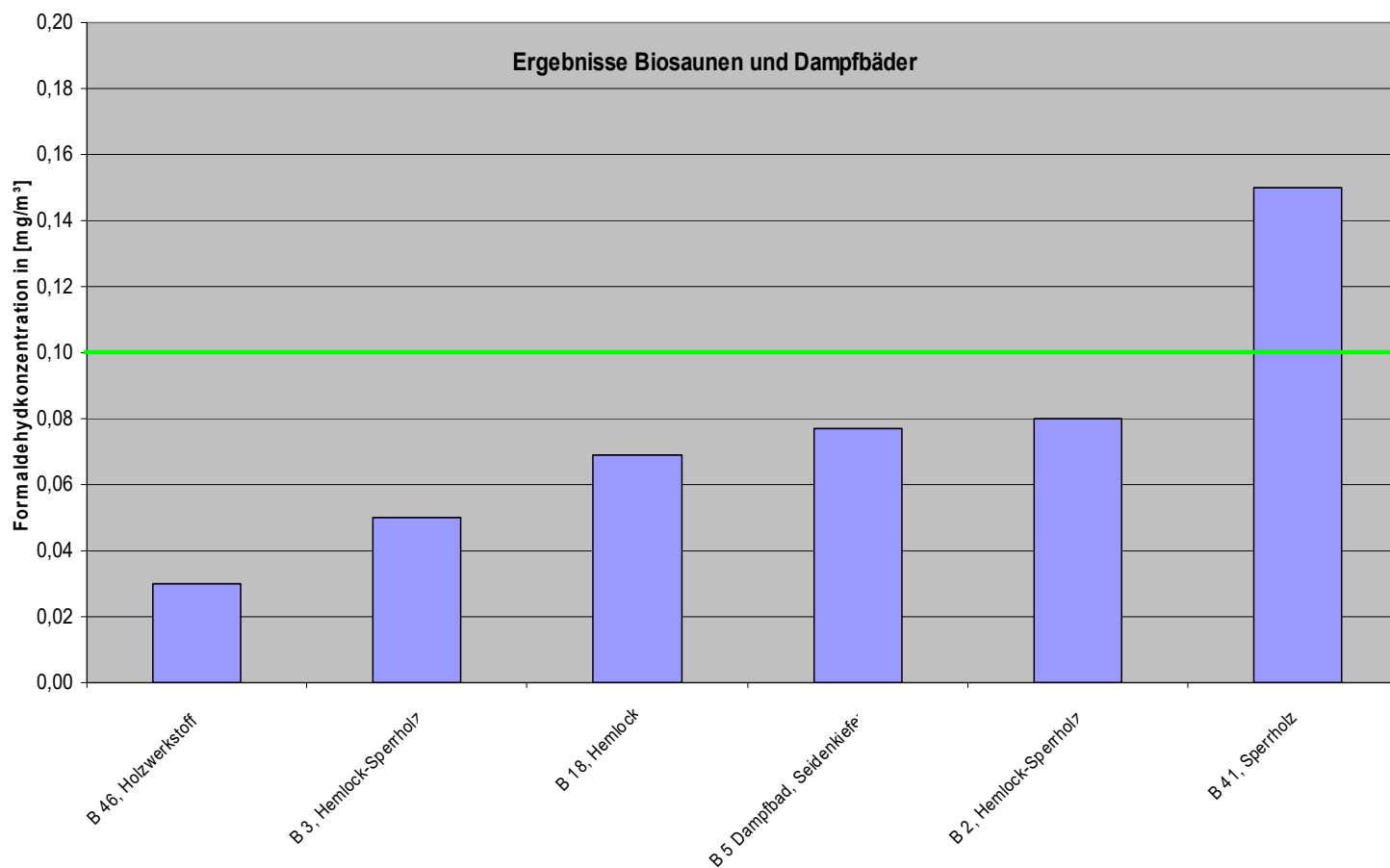


# FA-konzentrationen Finnische Saunen



Tappler et al. (2010): Untersuchung von Innenraumluft und von Materialien in Saunen. Herleitung von Richtwerten für Formaldehyd. Erstellt im Auftrag des BMLFUW

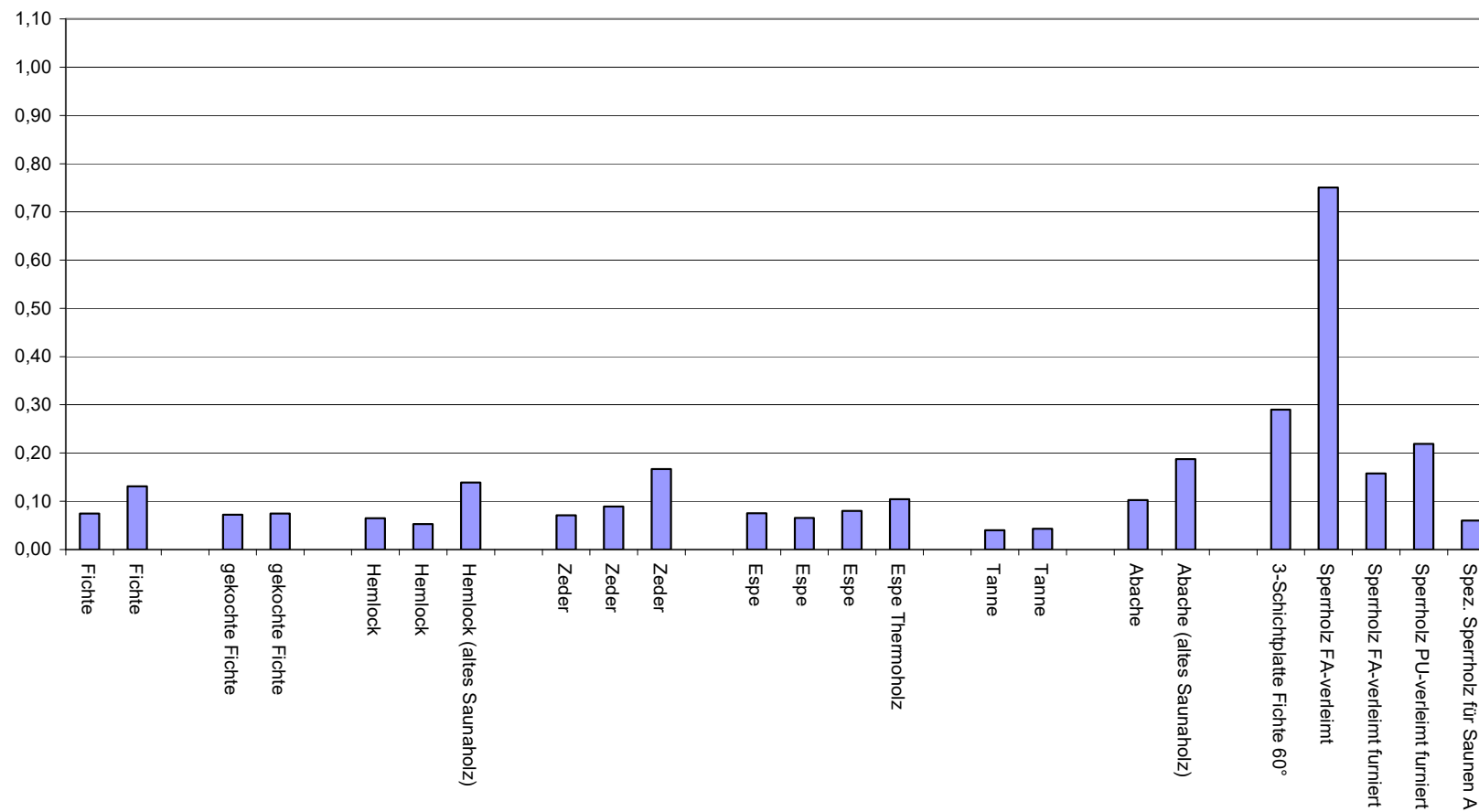
# Innenraumkonzentration „Biosaunen“



Tappler et al. (2010): Untersuchung von Innenraumluft und von Materialien in Saunen. Herleitung von Richtwerten für Formaldehyd. Erstellt im Auftrag des BMLFUW

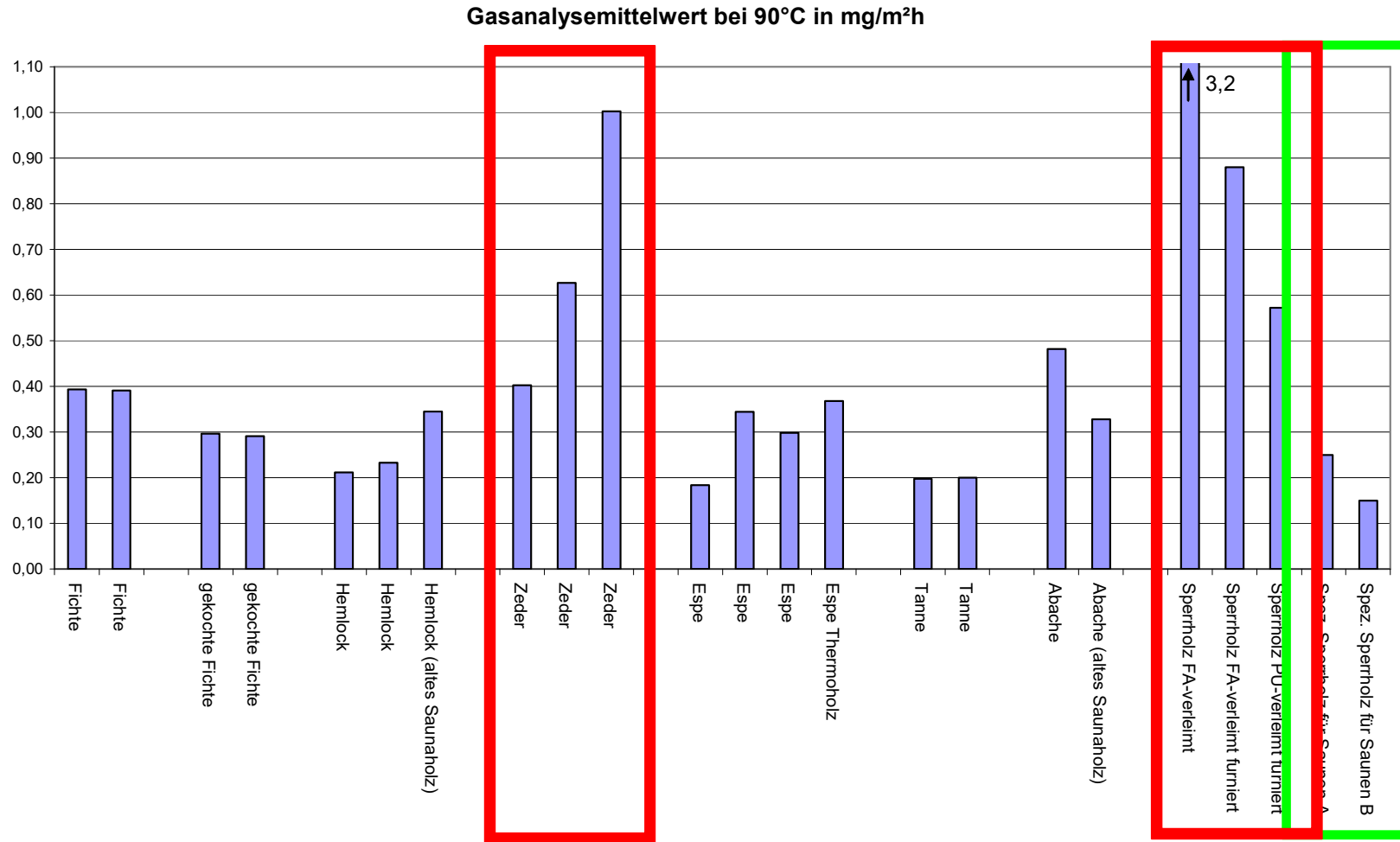
# Gasanalysewerte (60°C)

Gasanalysemittelwert bei 60°C in mg/m<sup>2</sup>h



Tappler et al. (2010): Untersuchung von Innenraumluft und von Materialien in Saunen. Herleitung von Richtwerten für Formaldehyd. Erstellt im Auftrag des BMLFUW

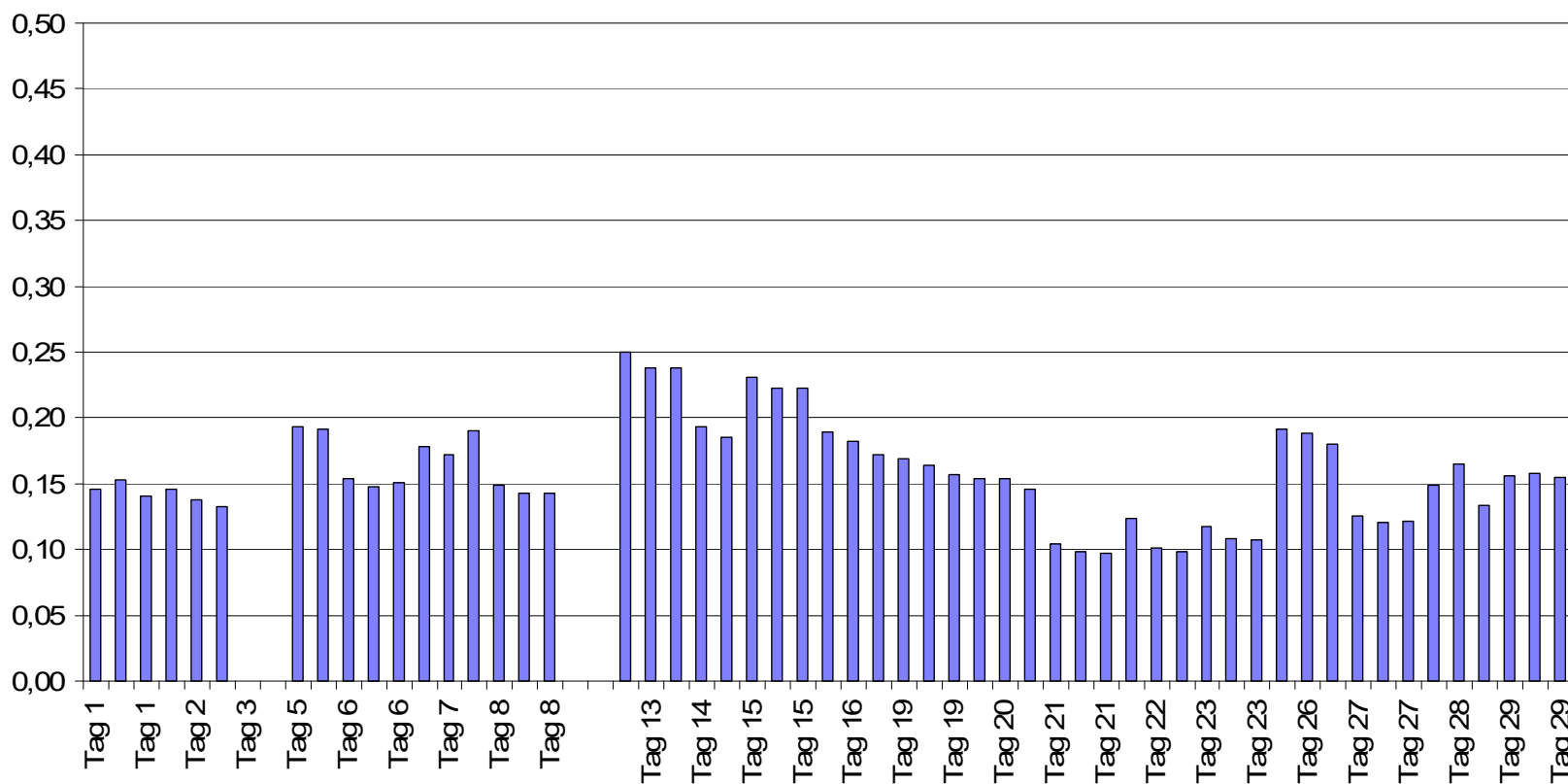
# Gasanalysewerte (90°C)



*Tappler et al. (2010): Untersuchung von Innenraumluft und von Materialien in Saunen. Herleitung von Richtwerten für Formaldehyd. Erstellt im Auftrag des BMLFUW*

# Ausheizen des Formaldehyds?

**Emission an Formaldehyd [mg/m<sup>2</sup>h]  
Hemlock bei 90°C mit trockener Luft**

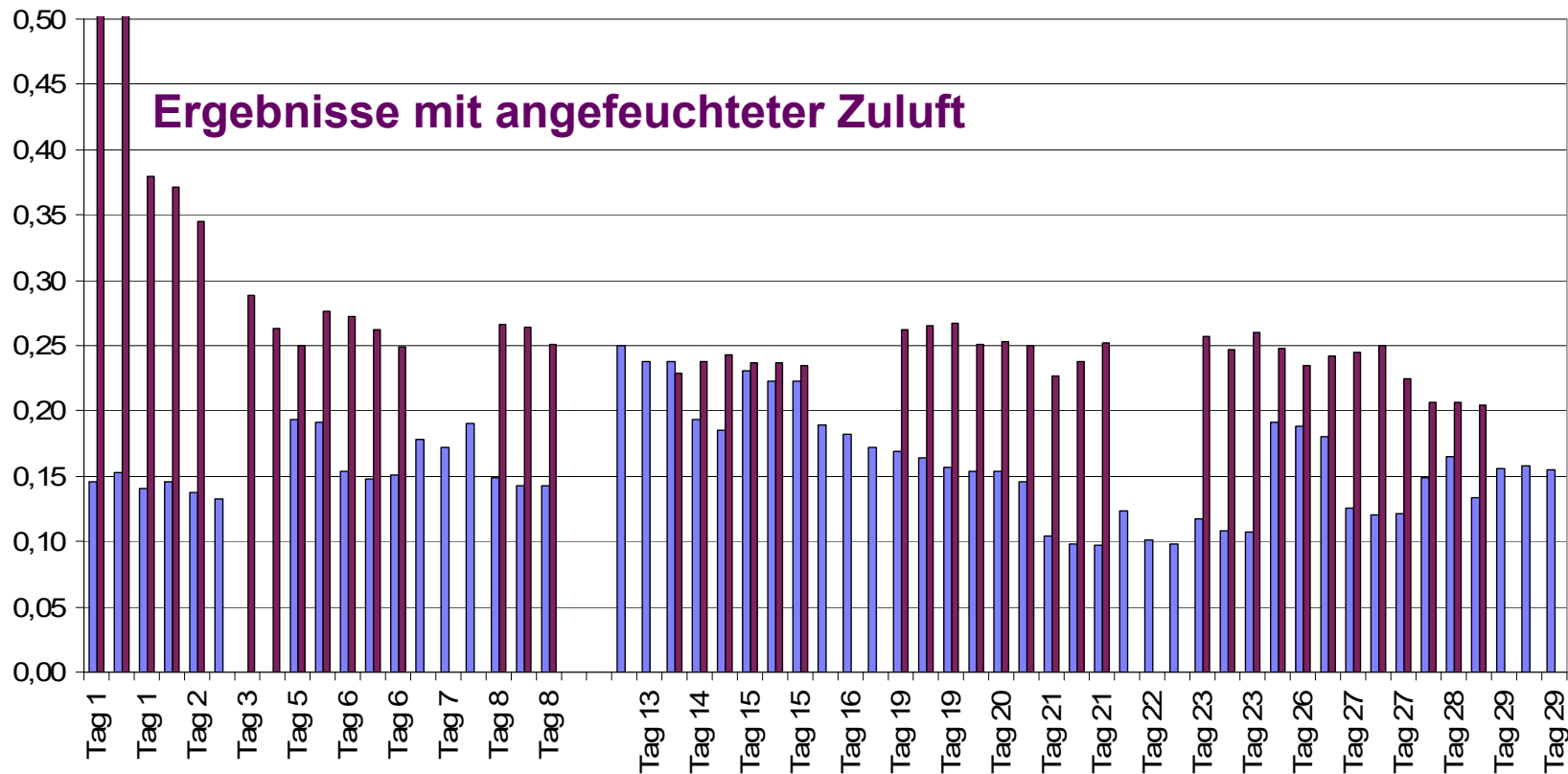


*Tappler et al. (2010): Untersuchung von Innenraumluft und von Materialien in Saunen. Herleitung von Richtwerten für Formaldehyd. Erstellt im Auftrag des BMLFUW*



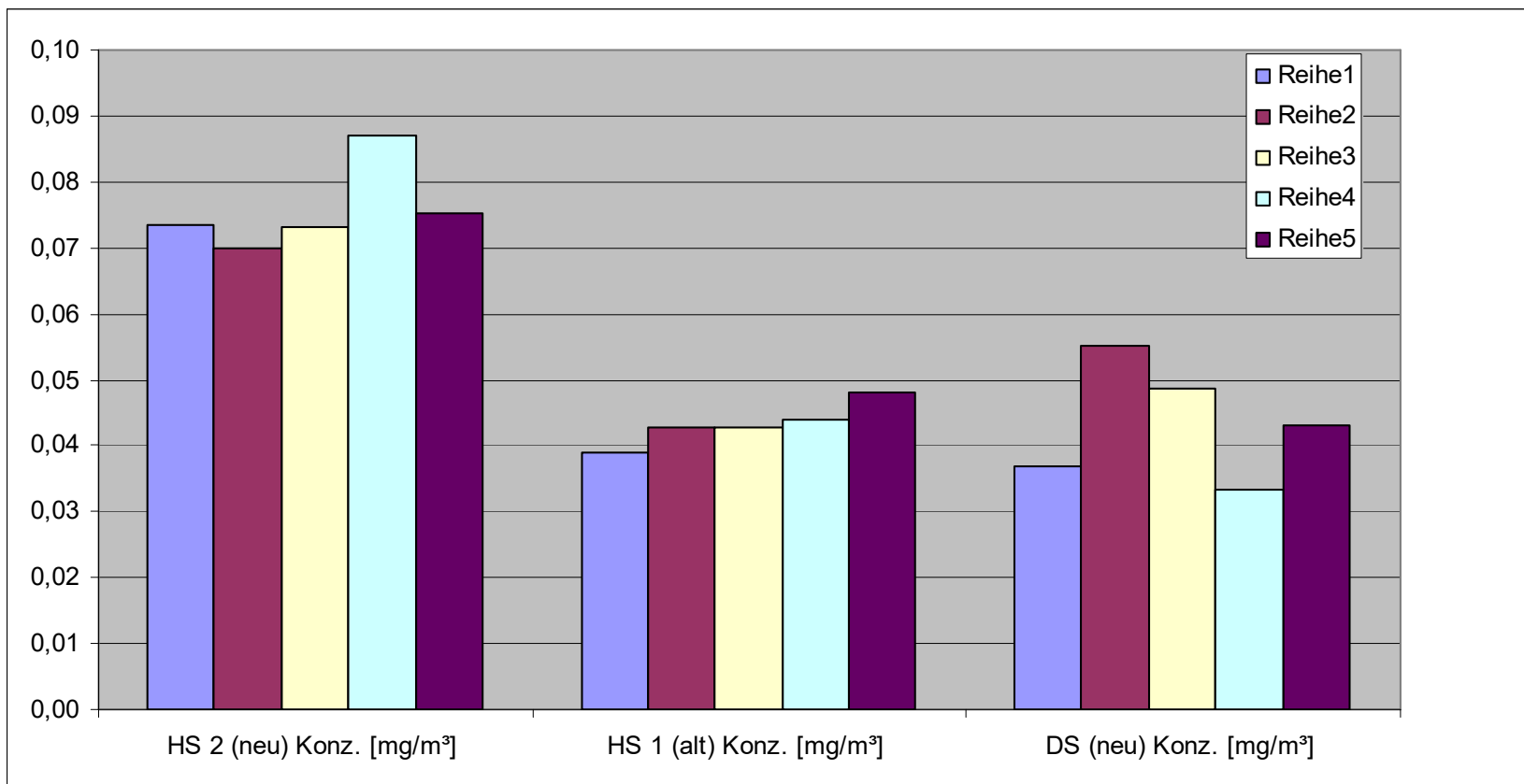
# Einfluss der Luftfeuchte

**Emission an Formaldehyd [mg/m<sup>2</sup>h]  
Hemlock bei 90°C mit feuchter und trockener Luft**



Tappler et al. (2010): Untersuchung von Innenraumluft und von Materialien in Saunen. Herleitung von Richtwerten für Formaldehyd. Erstellt im Auftrag des BMLFUW

# Verlauf neue Saunakabinen



Messungen von Formaldehyd und LW (teilweise) alle 2 Wochen in Wiener Sauna (Hemlock)

# Messung Formaldehyd in Saunen

Derzeit keine Norm zur Messung, aber Empfehlung des Arbeitskreis-Innenraumlufte im Umweltministerium (BMK)

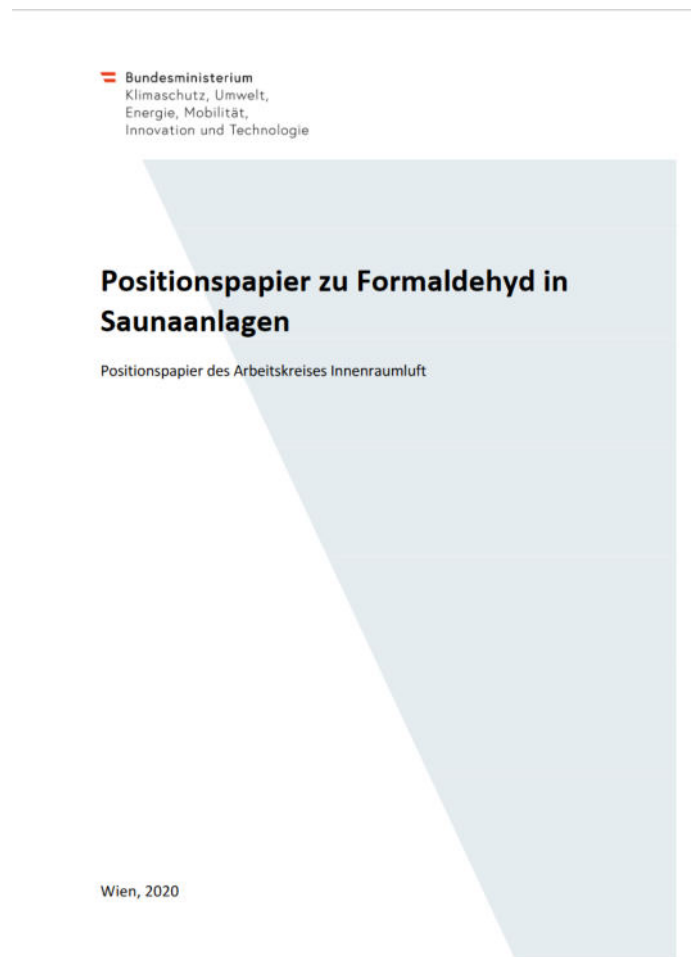
3-4-malige, konsekutive Probenahme in Kammer direkt in gekühlte Frittenwaschflasche (evtl. auch DNPH-Kartusche in Bodennähe – temperaturstabil), Acetylacetonmethode

Messung erfolgt unter „worst-case“-Bedingungen: Betreten der Kammer nur bei Probenwechsel und einmaligem Aufguss nach 10 Minuten

Messung Luftvolumen im Vorraum

Berechnung der  $\text{mg/m}^3$  bei Saunakammer-Innentemperatur und Bewertung danach

## Positionspapier des BMK 2020



### Festlegung zur Messung von Formaldehyd in Saunaanlagen

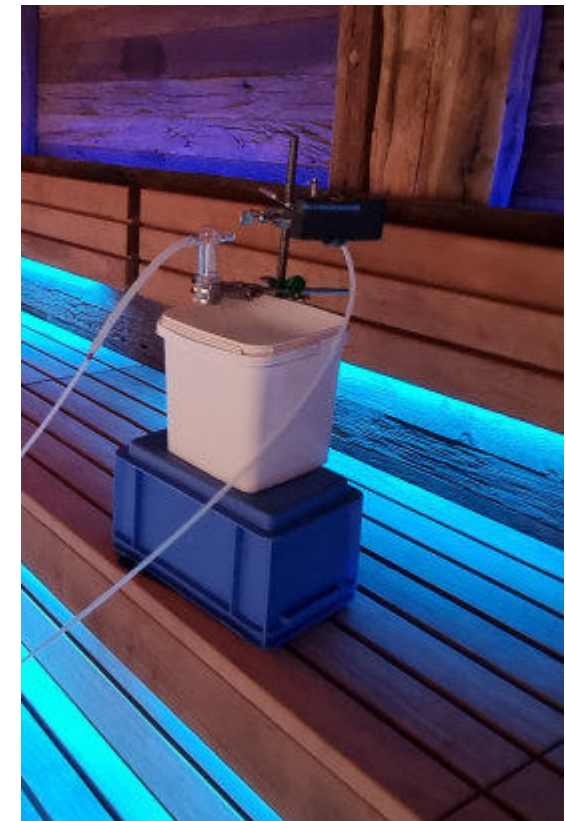
Bezug online:

[https://www.bmk.gv.at/themen/klima\\_umwelt/luft/innenraum/arbeitskreis.html](https://www.bmk.gv.at/themen/klima_umwelt/luft/innenraum/arbeitskreis.html)

Publiziert vom Arbeitskreis Innenraumlufth im BMK (damals BMLFUW) im Jahr 2010, aktualisiert 2020

# Messtechnik

 **Bundesministerium**  
Klimaschutz, Umwelt,  
Energie, Mobilität,  
Innovation und Technologie





# Beurteilung Formaldehyd in Saunen

Toxikologische Bewertung durch Institut für Umwelthygiene/  
MedUni Wien (Hutter, Moshhammer, Wallner, Kundi)

Beurteilung:

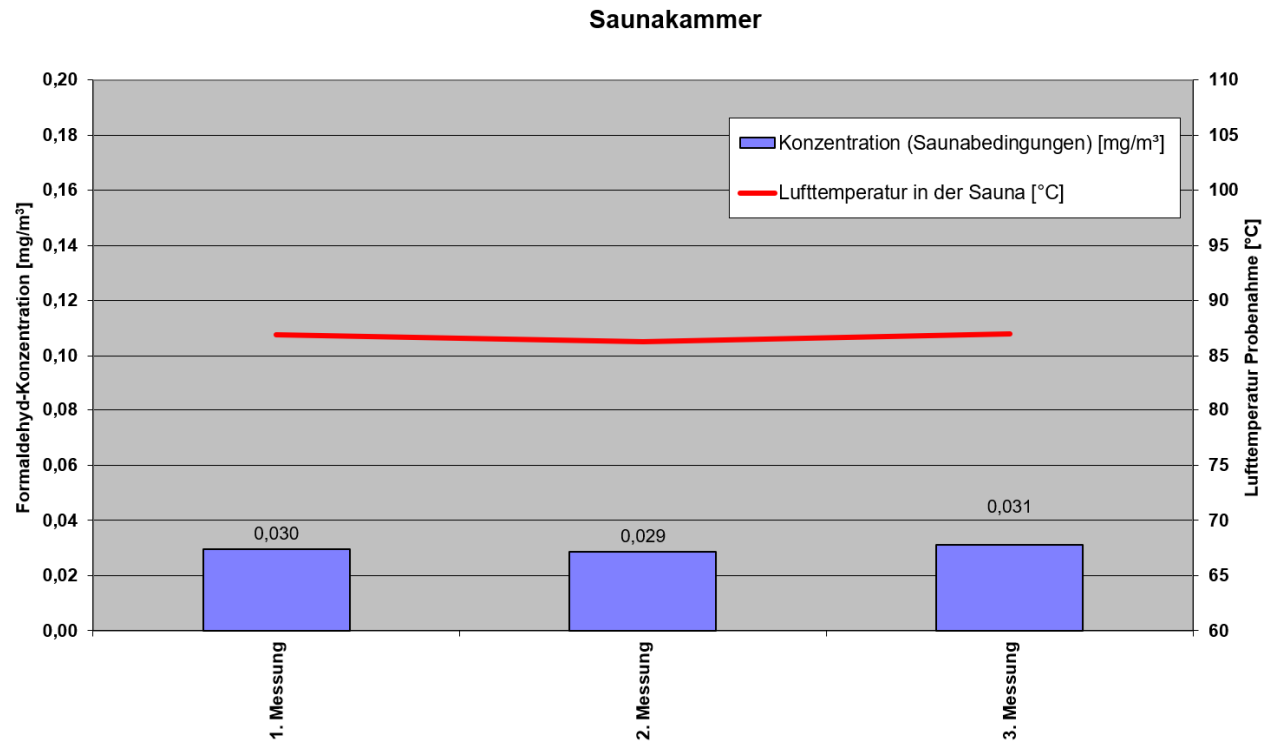
Zielwert:  $\leq 0,1 \text{ mg/m}^3$  als arithmetischer Mittelwert

Interventionswert: kein Einzelwert  $> 0,3 \text{ mg/m}^3$  (MAK-Wert)

Liegen Werte im Zwischenbereich, wird empfohlen, eine  
Hinweistafel zu installieren:

*„Frisches natürliches Holz und Holzwerkstoffe können bei Erhitzen  
Stoffe abgeben, die bei empfindlichen Menschen Reizungen der  
Schleimhaut auslösen können. Empfindliche Personen sollten daher  
die Saunakammer nicht benützen oder den Aufenthalt zeitlich stark  
einschränken“*

# Ergebnisse



Beurteilung:

Zielwert:  $\leq 0,1 \text{ mg/m}^3 = < 0,149 \text{ mg/m}^3$

# ppm versus mg/m<sup>3</sup>

Temperatur [°C]	0	20	85	90	93
Molvolumen [mg/kmol]	22,41	24,05	29,39	29,80	30,04
1 mg/m <sup>3</sup> = ? ppm	0,75	0,80	0,98	0,99	1,00
1 ppm = ? mg/m <sup>3</sup>	1,34	1,25	1,02	1,01	1,00

# Methodenkritik Luftmessungen

Vergleich Acetylaceton- mit DNPH-Methode zeigte vergleichbare Ergebnisse sowohl bei Saunamessungen als auch bei Materialuntersuchungen

Problem des Luftwechsels bei Saunamessungen – laut ÖNORM M 6219-1 mindestens  $6 \text{ h}^{-1}$ , Prüfung ist aufwändig und eventuell nicht repräsentativ

Das Ergebnis der Immissionstestung ist stark von Temperatur und Luftwechsel abhängig

## Relevanz für Deutschland

Für Deutschland ist eine ähnliche Situation wie in Österreich anzunehmen

Problem des Luftwechsels bei Saunamessungen – laut ÖNORM M 6219 mindestens  $6 \text{ h}^{-1}$ , Prüfung ist aufwändig und eventuell nicht repräsentativ

Ergebnis der Immissionsuntersuchung ist stark von Temperatur und Luftwechsel abhängig



# Beurteilung Materialien

Materialien: nach ÖNORM M 6219  
Messung in Anlehnung an EN ISO 12460  
(Gasanalyse) bei 90°C (EN 717-2)  
Grenze in Österreich: keine Überschreitung von 0,4 mg/m<sup>2</sup>\*Stunde



Problem der Prüfung repräsentativer  
Holzproben bei Materialuntersuchungen

Gasanalyse-Apparatur muss mit Silikonöl betrieben werden

Einzelergebnisse der Materialprüfungen stark schwankend

# Temperaturverteilung in Saunen

	<b>Höhe über Fußboden in cm</b>	<b>Temperatur in °C</b>	<b>Relative Feuchte in %</b>
<b>Decke</b>	<b>235</b>	<b>100</b>	<b>2 - 5</b>
<b>Über der 3. Bank</b>	<b>150</b>	<b>80</b>	<b>3 - 10</b>
<b>3. Bank</b>	<b>135</b>	<b>70</b>	<b>5 - 15</b>
<b>2. Bank</b>	<b>90</b>	<b>60</b>	<b>8 - 23</b>
<b>1. Bank</b>	<b>45</b>	<b>k.A.</b>	<b>k.A.</b>
<b>Fußboden</b>	<b>0</b>	<b>40</b>	<b>k.A.</b>

## Was wissen wir heute?

Hauptquelle an Formaldehyd in Saunen sind Formaldehyd abspaltende Leime (Phenol-FA-Leime, Weißleim) aus Holzwerkstoffen und unbehandeltes Holz

Infrarotkabinen und Warmluftkammern sind nur dann Problem, wenn Holz deutlich stärker als die Raumluft erhitzt wird (selten) und/oder wenn Holzwerkstoffe eingesetzt

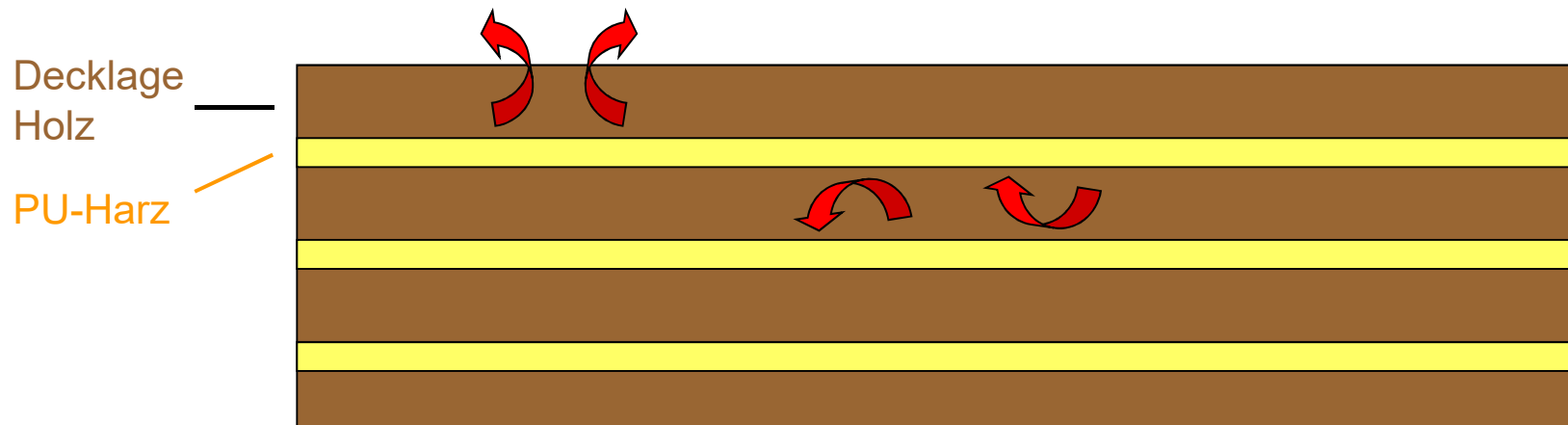
Holzart ist nicht ganz unwichtig für die Höhe der Emission

Die Verwendung von Hemlock (Tanne), Linde, Espe und Fichte bietet hohe Sicherheit vor erhöhten Formaldehydkonzentrationen (Luftwechsel  $> 6 \text{ h}^{-1}$ )

# Saunaplatten

Mit PU-Harz verklebte Plattenwerkstoffe geben weniger Formaldehyd ab als erhitztes Rohholz

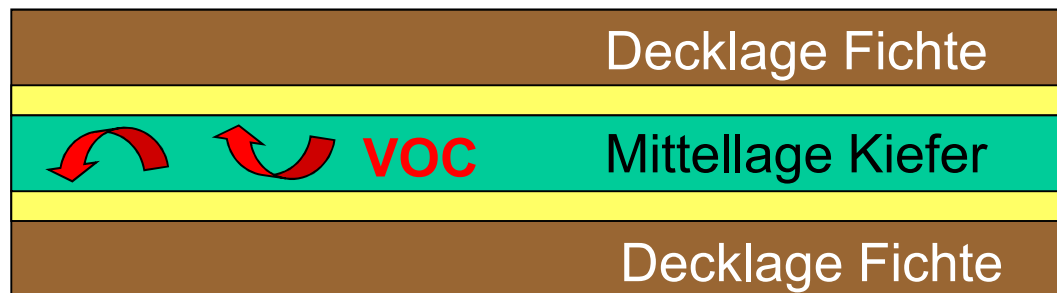
Sperrschichten senken Emission!



# Ähnlicher Effekt bei VOCs

Mit PU-Harz verklebtes Brettsperrholz gibt deutlich weniger Terpene ab als herkömmlich (MUF) verleimte Werkstoffe.

Sperrschichten senken signifikant Emission an Terpenkohlenwasserstoffen aus Mittellage



# Projekt PineXlam (TU-Wien)

Bei Kombination Innenseite Fichte, Flächenverleimung mit PU und höheren Trocknungstemperaturen ist die Terpen-Emission bei Kiefer als Mittellage deutlich geringer

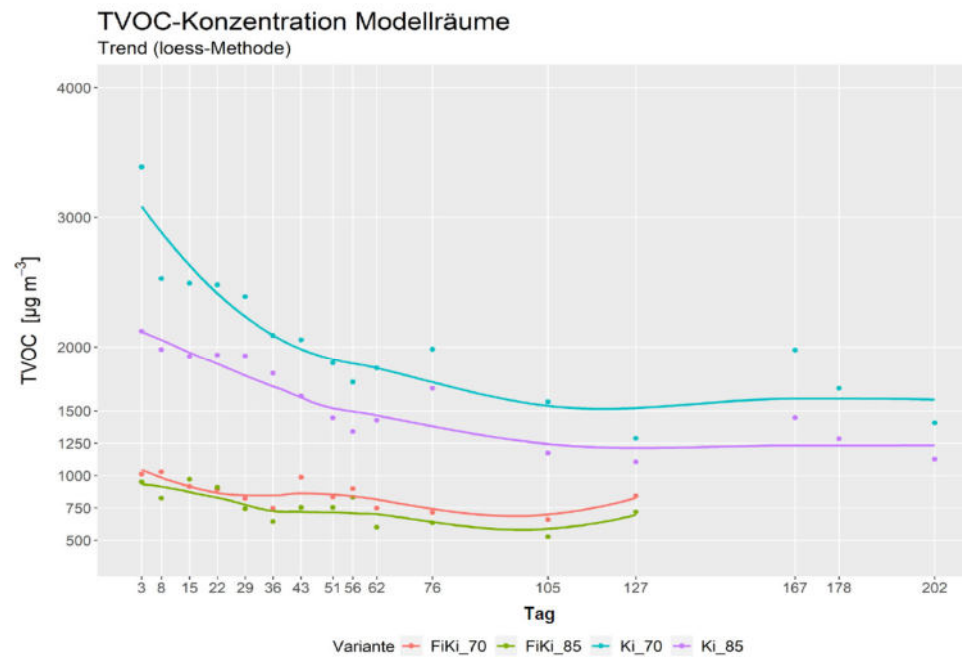
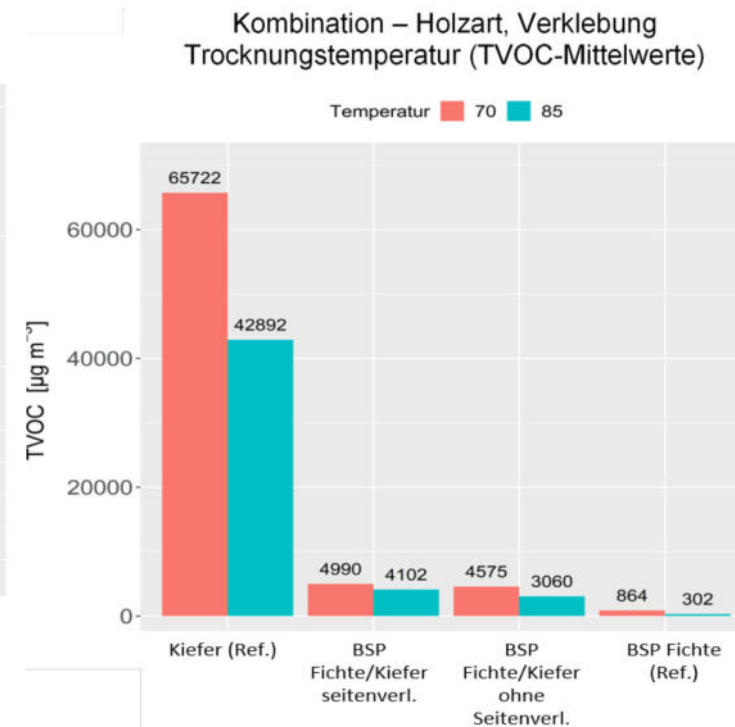


Abb. 4: Verlauf der VOC-Emissionen in den 4 Modellräumen im Langzeitversuch



Rieder-Gradinger C. et al. (2019): Projekt PinXlam. Projekt D166061-0001. <http://hdl.handle.net/20.500.12708/39920>

# Reaktionsprodukte & Vernebeln

Reaktionsprodukte durch Beschichtungen: entsprechen gefärbte Materialien den Vorgaben der ÖNORM M 6219-1?

Wien, am 27. September 2022

## Authentische Interpretation ÖNORM M 6219-1

Die in der ÖNORM M 6219-1 enthaltene Anforderung „Beschichtungen und Lackierungen sind nicht zulässig“ wird beibehalten und auch in der geplanten Überarbeitung nicht abgeändert werden.





# Deutschland?

Ähnliche Gegebenheiten, vereinzelt erhöhte Werte,  
systematische Untersuchungen nicht bekannt.....

<b>Deutsche Gesellschaft für das Badewesen e.V.</b>	Arbeitskreis: <b>Richtlinien für den Bau von gewerblich genutzten Schwitzräumen im Deutschen Sauna-Bund e.V.</b>	<b>Deutscher Sauna-Bund e.V.</b>
<b>Richtlinien für den Bau von gewerblich genutzten Schwitzräumen</b>  Teil 1: Richtlinien für den Bau von gewerblich genutzten Saunaräumen		

Zusammengesetzte Holzquerschnitte sind erlaubt. Es dürfen nur Klebstoffe verwendet werden, die keine gesundheitsschädlichen Auswirkungen durch Emissionen (4.11) haben. Entsprechende Nachweise müssen vorliegen.

# Deutschland?

Ähnliche Gegebenheiten, vereinzelt erhöhte Werte,  
systematische Untersuchungen nicht bekannt.....

Vermutlich werden auch spezielle Saunaplatten eingesetzt

Arbeitsplatzbelastung

## Saunaaufgüsse: Thermische Reaktionsprodukte und (Formaldehyd-)Exposition

*W. Wegscheider, B. Heinrich, A. Albrecht, H. Assenmacher, D. Fendler, H. Kübler, G. Naujoks, B. Scheibner*

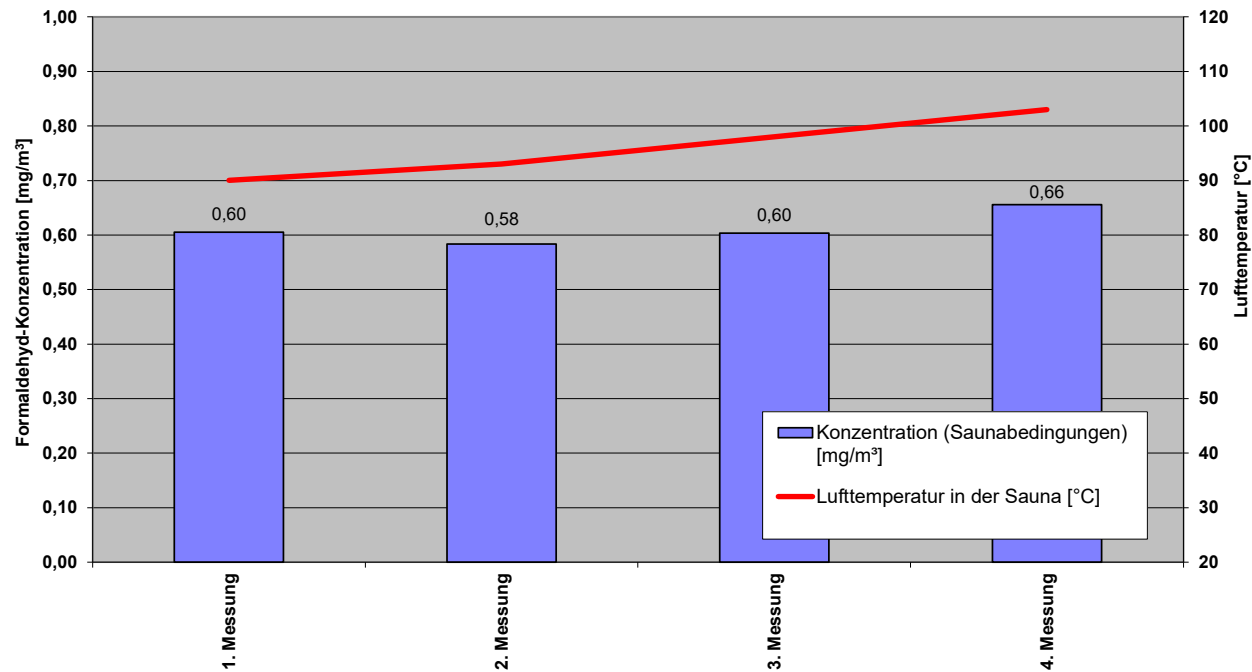
**Zusammenfassung** Saunaaufgüsse mit aromatisierten Aufgusswässern werden in vielen gewerblichen Saunabetrieben angeboten. Laboruntersuchungen stellten Zersetzungs- und Oxidationsprodukte der für die Aufgüsse eingesetzten Aromen bei Temperaturen ab 200 °C fest. Formaldehyd wurde als wesentlicher, arbeitsplatzbezogener Stoff identifiziert. Arbeitsplatzmessungen zeigten, dass Formaldehyd als Grundbelastung in den Saunaräumen durch die verbauten Materialien vorhanden ist und zusätzlich durch die Aufgüsse im Kontakt mit den heißen Oberflächen des Saunaofens entsteht. Wurden einschlägige Anwendungsempfehlungen der Hersteller und der Deutschen Gesellschaft für das Badewesen beachtet, konnten der Arbeitsplatzgrenzwert und der Kurzzeitwert für Formaldehyd eingehalten werden. Überdosierungen und schnelle Aufgüsse sowie Ofenkonstruktionen, bei denen das Aufgusswasser sehr heiße Oberflächen bis 450 °C erreichen konnte, führten zu höheren Formaldehydkonzentrationen.

**Pouring of blended water on hot stones in saunas: thermal reaction products and (formaldehyde) exposure**

durchgeführt. Dazu werden konzentrierte Saunaaufgussmittel, überwiegend ätherische Öle, in der Regel gelöst in Ethanol und/oder 2-Propanol, mit Wasser zum Aufgusswasser verdünnt. Dieses wird im Saunaraum unter Anwesenheit der Saunagäste vom Personal auf heißen Steinen verteilt. Die Steine werden von Heizgeräten erhitzt und erreichen an der Oberfläche Temperaturen von 100 bis 250 °C. Das Aufgusswasser verdampft beim Auftreffen auf die oben liegenden Steine zum großen Teil, gelangt aber teilweise auf tiefer liegende, heißere Oberflächen – je nach Ofenkonstruktion bis zu 450 °C. Die hohen Temperaturen bewirken bei den organischen Bestandteilen des Aufgusswassers pyrolytische und oxidative Prozesse. Es entstehen u. a. diverse Aldehyde und Aceton, die in die Saunaluft gelangen. Die Freisetzung von Formaldehyd spielt wegen der Einstufung nach der Verordnung (EG) Nr. 1272/2008 [1] als Humankarzinogen (K1B), dem Verdacht auf mutagene Wirkung (M2) und wegen seiner hautsensibilisierenden Wirkung (H3) eine besondere Rolle bei der Beurteilung der

# Ergebnisse Sauna in Deutschland

**Zeitlicher Verlauf der Formaldehydkonzentration in der Saunakammer**



Beurteilung:

$0,6 \text{ mg/m}^3 \gg 0,1 \text{ mg/m}^3$  ( $0,149 \text{ mg/m}^3$ )

# Erkenntnisse aus 14 Jahren

Nur mit PU-Harz verklebte Plattenwerkstoffe geben weniger Formaldehyd ab als erhitztes Rohholz (keine andere Verleimung bisher emissionsarm!)

Eine zeitliche Abnahme der Konzentration über längere Zeiträume besteht vermutlich nicht, es gibt vermutlich eine leichte Zunahme bei Holzemission (Leim ?)

Überprüfung, ob ausreichender Luftwechsels vorhanden ist, ist bei Prüfungen vor Ort praktisch nicht möglich

Private Saunaanlagen zeigen zum Teil extrem hohe Emissionen (bis 2 mg/m<sup>3</sup>)

# Zusammenfassung

Österreichisches Saunabaugewerbe (Saunaforum) und Holzindustrie haben schnell und professionell reagiert

Durch Verwendung spezieller Holzwerkstoffe und gängiger Saunahölzer sind bei höherem Luftwechsel akzeptable, niedrige Konzentrationen möglich

Spezielle, gering emittierende Saunahölzer haben sich mittlerweile am Markt durchgesetzt

Beschichtungen sind offenes Thema

Problem private Billig-Saunen



# Innenraumtag 2023 des BMK

# EINLADUNG

arbeitskreis  
innenraumluft

## 14. INNENRAUMTAG

des Arbeitskreises  
Innenraumluft im  
Bundesministerium für Klimaschutz

## "ALLERGENE IN INNENRÄUMEN"



Hausstaubmilbe,  
Katzen und Co



Sporen & Pollen  
Wie gefährlich?



Chemikalien  
Worauf achten?

Das sind nur einige der interessanten Themenbereiche des 14. Innenraumtages des BMK, der als Präsenzveranstaltung stattfindet. Ausgewiesene Experten informieren über den aktuellen Stand des Wissens. Unser Team freut sich auf Ihr Erscheinen.

**16. November 2023**

**Wien 3, Radetzkystraße 2**

**Start 10:00 h**

**ANMELDUNG**

Die Teilnahme ist kostenfrei  
[office@innenraumanalytik.at](mailto:office@innenraumanalytik.at)



**16. November 2023**

**Wien 3, Radetzkystraße 2**

**Start 10:00 h**

**ANMELDUNG**

Die Teilnahme ist kostenfrei  
[office@innenraumanalytik.at](mailto:office@innenraumanalytik.at)

# Bei Fragen und Anliegen

p.tappler@innenraumanalytik.at  
+43(0)664-3008093

