

Zertifiziert ISO 9001:2008

# SCHULHAUS HOFMATT, HORW TESTSANIERUNG UND GESAMTSANIERUNG VORSCHLAG WEITERES VORGEHEN

## INHALTSVERZEICHNIS

<b>1</b>	<b>BISHER AUSGEFÜHRTE ARBEITEN</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>ERGEBNISSE DER MESSUNGEN ESSRAUM KADER</b>	<b>2</b>
<b>3</b>	<b>GENERELLE VORGABEN</b>	<b>3</b>
3.1	SANIERUNGSZIEL	3
3.2	TERMINE	3
3.3	SANIERUNG DER BÖDEN: SCHADSTOFFE ENTFERNEN ODER BELASSEN?	4
3.4	ABDICHTUNG DER BÖDEN: EPOXIDHARZ ODER VALUTECT-FOLIE?	4
3.5	ANGABEN ZUR ABDICHTUNG DER WÄNDE UND DECKEN	5
<b>4</b>	<b>SANIERUNGSMASSNAHMEN PRO RAUM</b>	<b>6</b>
4.1	AUSGANGSZUSTAND SCHADSTOFFBELASTUNG	6
4.2	ABDICHTUNG DER BÖDEN	6
4.3	MASSNAHMEN WÄNDE UND DECKEN	7
4.4	SANIERUNGSPROGRAMM	8
<b>5</b>	<b>NAPHTHALIN-BELASTUNG DER MÖBEL / EINBAUTEN</b>	<b>8</b>
<b>6</b>	<b>RAUMKLIMATISCHE AUSWIRKUNGEN</b>	<b>9</b>

**ANHANG:** SANIERUNGSPROGRAMM PRO RAUM

Luzern, 27. Januar 2021 / rev. 25. Februar 2021

Gemeinde Horw

## 1 BISHER AUSGEFÜHRTE ARBEITEN

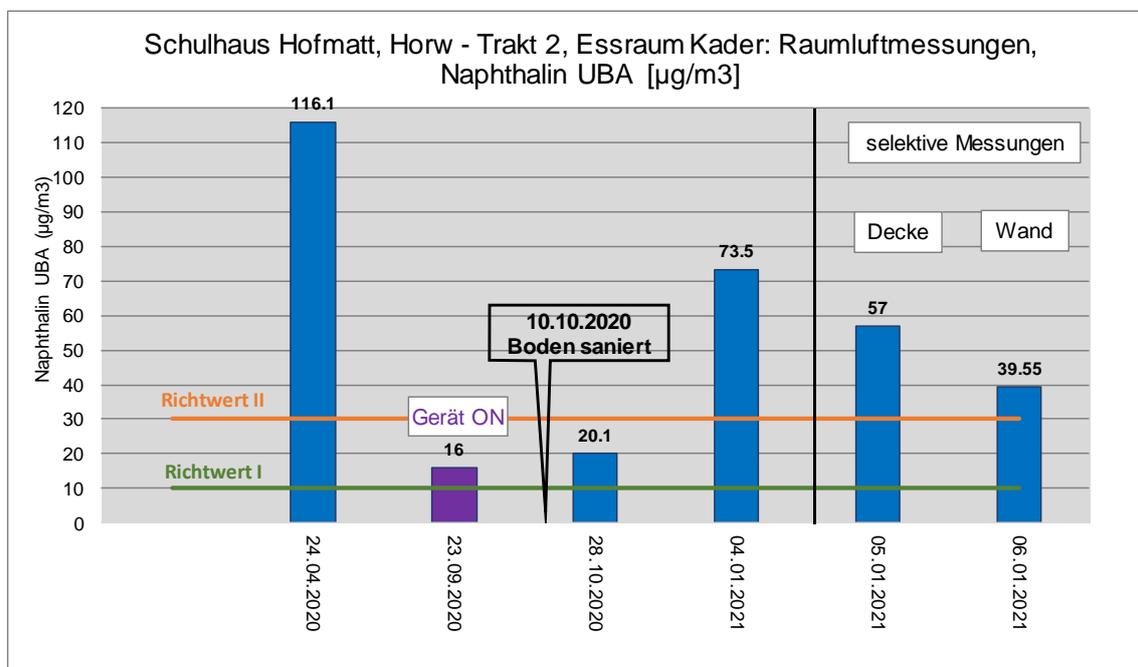
Um herauszufinden, wie die Sanierung der Schadstoffbelastung vorgenommen werden muss, wurde der Raum Trakt 2 UG Essraum Kader saniert. Die Schadstoffe wurden belassen, der Boden auf dem Unterlagsboden mit einer Epoxidharzschicht abgedichtet, und die Randbereiche versiegelt.

## 2 ERGEBNISSE DER MESSUNGEN ESSRAUM KADER

Zur Überprüfung der Ergebnisse wurden folgende Messungen ausgeführt:

- Belastung Raumluf (2x)
- Selektive Messungen Wand und Decke

### Ergebnisse



Die Messung vom 23.9.2020 war offenbar korrekt. Die Abdichtung der Türöffnung ist grundsätzlich auch mit normaler Plastikfolie möglich, da vor allem die Luftzirkulation verhindert werden muss. Spezialfolie ist noch etwas perfekter, was dann bei der 2. Messung eingesetzt worden ist.

### Erkenntnisse daraus

- Raumlufbelastung: diese ist bis Januar 2021 wieder auf hohe Werte angestiegen, nachdem kurz nach der Sanierung die Belastung relativ tief war. Diesen Effekt haben wir auch in einem anderen Fall angetroffen (Emmen, Schulhaus Hübeli).
- Die Naphthalin-Belastung breitet sich von den Schadstoffquellen auch in die Bausubstanz aus, so dass diese auch belastet ist und Schadstoffe in die Raumluf abgeben kann.
- Die Gründe für den Anstieg der Werte im Raum können nicht genau erklärt werden. Möglicherweise werden durch den Wegfall der grössten Schadstoffquelle (Boden) von den weiteren Schadstoffquellen (Sekundärbelastung der Wände) mit Verzögerung und mehr und mehr Schadstoffe "nachgeliefert". Es dauert eine Weile, bis dieser Prozess in Gang kommt, da die Ausbreitung in der

Bausubstanz langsam vor sich geht. Möglicherweise hat auch die Raumheizung einen Einfluss (mit Raumheizung vermehrte Luftzirkulation im Raum, dadurch mehr Schadstofftransport).

- Die Raumlufbelastung wird in den kommenden Monaten nicht wieder abnehmen.
- Die selektiven Messungen zeigen, dass sowohl die Wände als die Decke erhebliche Schadstoffmengen abgeben. Von der Decke stammt dabei mehr. Die Wände liefern aber doch auch recht viel.

### Fazit

Ziel: Mit der Sanierung sollte eine Raumlufbelastung von unter  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$  erreicht werden.

- Dies ist vorliegend nur mit Abdichtung der Decke und sehr wahrscheinlich auch der Wände möglich.
- Im Emmen konnte in einem Raum mit ähnlicher Belastung nur mit der Abdichtung der Decke (+ Schadstoffe entfernt / Abdichtung Boden) die  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$  erreicht werden.
- Vorliegend ist die von Decke und Wänden stammende Belastung aber erheblich höher, so dass wahrscheinlich nur mit Abdichtung beider Teile das Ziel erreicht werden kann.

## 3 GENERELLE VORGABEN

### 3.1 SANIERUNGSZIEL

Es werden folgende Vorgaben gesetzt:

Zielsetzung:

Mit der Sanierung sollte eine Raumlufbelastung von unter  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (Richtwert I) erreicht werden.

Geringe Abweichungen nach oben sind tolerierbar, da die Werte über das Jahr hinweg nach oben oder unten schwanken, und der Richtwert als ungefähre Grösse zu verstehen ist. Dies aus folgenden Gründen:

- Auch bei Werten wenig über  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , im "Vorsorgebereich", treten keine gesundheitlichen Auswirkungen auf.
- Geruchlich sind keine Beeinträchtigungen zu erwarten.
- Zudem werden die Messungen standardmässig im ungelüfteten Zustand erhoben. Wenn regelmässig gelüftet wird, liegen die Werte um rund 30% tiefer.
- Es handelt sich um Richtlinien, nicht um strikte Grenzwerte.

### 3.2 TERMINE

- Die Sanierung soll in einem Schritt in den Sommerferien 2021 ablaufen. Art und Umfang, so dass möglichst keine Nachbesserungen notwendig sind.

### 3.3 SANIERUNG DER BÖDEN: SCHADSTOFFE ENTFERNEN ODER BELASSEN?

Schadstoffe belassen (Abdichtung auf UB) oder entfernen und Abdichtung auf Betonboden?

#### Vor- und Nachteile

Schadstoffe belassen	Schadstoffe entfernen
langfristig keine Verbesserung der generellen Belastung.	Nach Jahren / Jahrzehnten vermindert sich die verbleibende Belastung
günstiger	teurer (+ ca. Fr. 100.- / m <sup>2</sup> Schadstoffentfernung + ca. Fr. 80.-/m <sup>2</sup> neuer Unterlagsboden))
Zeit eingespart (kurzes Zeitfenster für Arbeiten)	Dauert länger, Immissionen
Kommunikation schwieriger	Kommunikation einfach
	Geht einfacher wenn ohnehin andere Sanierungsarbeiten geplant sind (Trakt 2)

Es wurde entschieden, die Schadstoffe zu belassen, und die Quelle abzudichten.

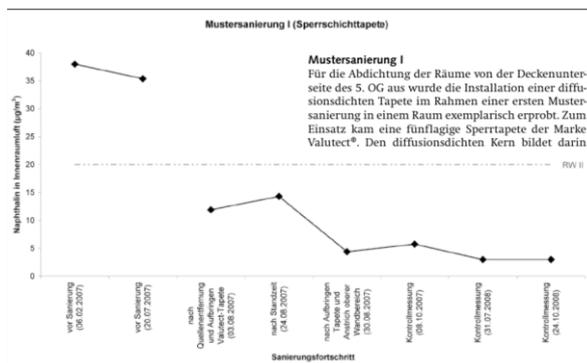
### 3.4 ABDICHTUNG DER BÖDEN: EPOXIDHARZ ODER VALUTECT-FOLIE?

Grundsätzlich sind beide Varianten möglich.

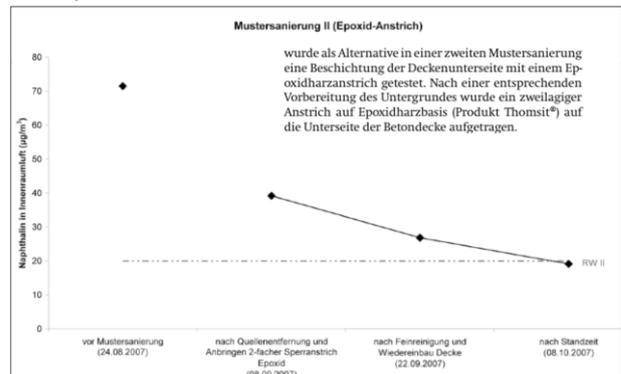
Die Abdichtung mit Valutect Folie gilt als wirksamer. Epoxidharz ist gemäss Literaturangaben etwas weniger wirksam. Genaueres ist jedoch nicht bekannt.

Literaturangabe (Anwendung an Wänden/Decke):

#### Folie



#### Epoxidharz



Im Testraum UG Kader war der Effekt aber nach der Sanierung gut. Die selektiven Messungen zeigen, dass die Belastung von den Wänden / Decke nicht viel tiefer ist als in der Raumluft. Es kann gefolgert werden, dass vom Boden her nicht viel kommt.

→ Fazit: Expoxidharz ist anwendbar

Entscheid: die Abdichtung der Böden wird mit Expoid-Harz ausgeführt.

### Technische Angaben

Produkt: UZIN PE 460 oder gleichartiges Produkt eines anderen Herstellers

- muss mindestens 2-schichtig vorgenommen werden (2 Arbeitsgänge)
- jede Schichtdicke stark (bei Uzin 460 je wie vorgeschrieben, 200 - 600 g/m<sup>2</sup>, besser am oberen Wert)
- Am Rand: der Randbereich muss dicht sein, mit Expoxid-Harz an die Wand anschliessend. Den Randstreifen des Unterlagsbodens wenn notwendig mit einer Füllmasse schliessen, so dass das Expoxid-Harz dicht an die Wand anschliesst.

Aus Produktdatenblatt Uzin PE 460:

3. Als Sperrschicht ist in aller Regel ein zweimaliger Auftrag erforderlich. Diesen direkt nach der Begehbarkeit der ersten Schicht, spätestens nach 48 h, aufbringen. Zur optischen Unterscheidung der zweiten Schicht ca. 1% UZIN Epoxi-Farbtöner beimischen (C).

Auf jeden Fall muss sicher gestellt werden, dass die Expoxid-Schicht überall vollständig deckt. Bereiche mit geringer Schichtstärke sind zu vermeiden, da mit abnehmender Stärke die Gasdichtheit nachlässt.

### 3.5 ANGABEN ZUR ABDICHTUNG DER WÄNDE UND DECKEN

Wir empfehlen den nachfolgend beschriebenen Aufbau. Diesen haben wir erfolgreich in 3 anderen Projekten so anwenden lassen.

Auftrag von zwei wie Farbe aufzutragenden Produkte:

- 2-Komponenten Epox Primer (z.B. Bosaqua 2K Primer oder Boscapox, Bosshard u. CO AG (mind. 2 Schichten, wird am besten gespritzt)
- Dann eine normale "Dispersion" (z.B. Bosshard MicroSil Ultra) mit Bosshard TopAir Additiv (reduziert Luftschadstoffe katalytisch, d.h. ohne dass das Produkt verbraucht wird)

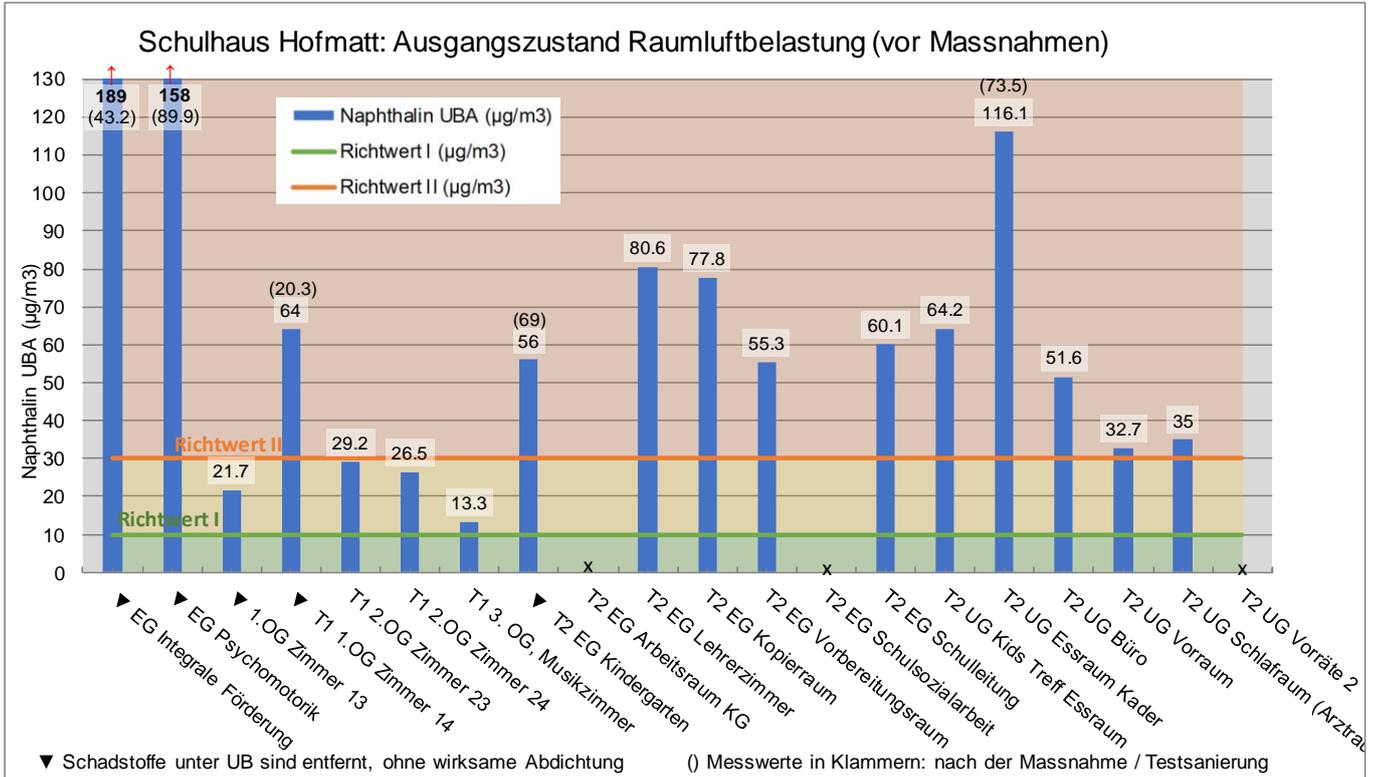
Alternative bei sehr saugkräftigen Untergründen oder Risse, Spalten, versetzte Bauteile etc. (dies müsste mit einem Fachmann überprüft werden ob machbar):

- Auftrag einer Expoxidharz-Schicht, wie jene am Boden (UZIN PE 460)

## 4 SANIERUNGSMASSNAHMEN PRO RAUM

### 4.1 AUSGANGSZUSTAND SCHADSTOFFBELASTUNG

Für die Beurteilung, ob auch Wände und Decken abzudichten sind, wird vom Ausgangszustand der Belastung ausgegangen:



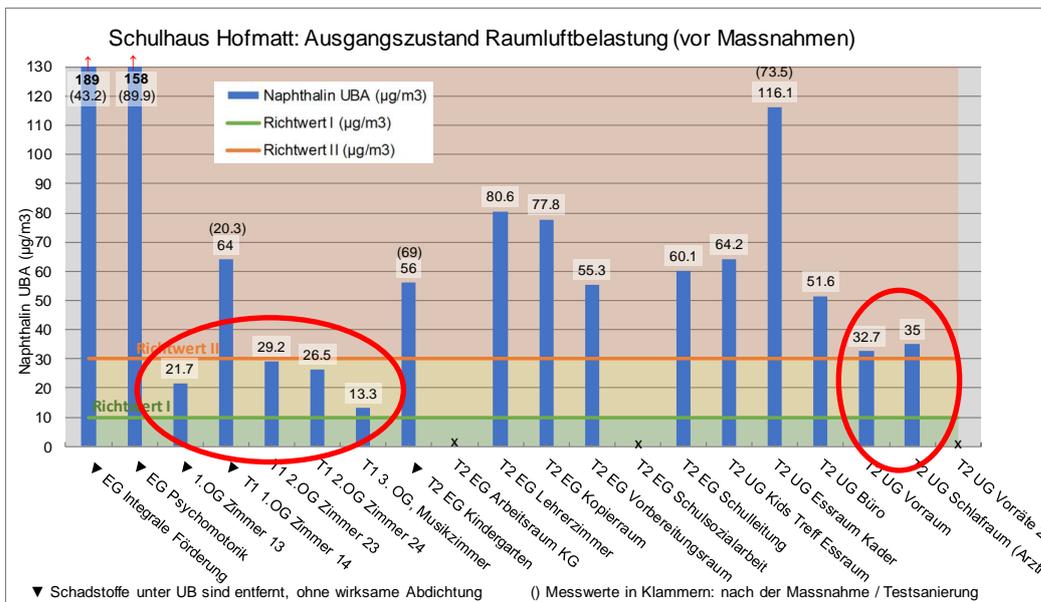
### 4.2 ABDICHTUNG DER BÖDEN

Die Böden werden durchwegs mit einer Expoxidharz-Schicht (auf dem Unterlagsboden) abgedichtet. Vorgaben gemäss Kapitel 3.4.

### 4.3 MASSNAHMEN WÄNDE UND DECKEN

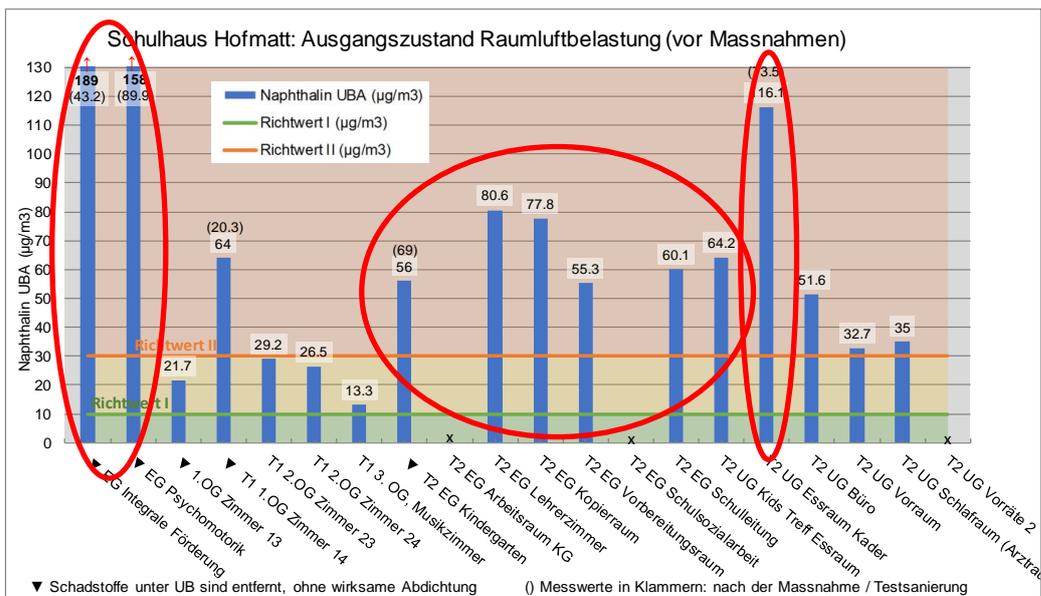
Es ist der Entscheid zu fällen, ob Decken und evtl. zusätzlich Wände abzudichten sind, um das Sanierungsziel zu erreichen.

#### Räume mit eher tiefen Werten



Bei tiefen Werten kann auf eine Abdichtung der Wände/Decken verzichtet werden. Es bestehen gute Aussichten, das Sanierungsziel von  $< 10 \mu\text{g}/\text{m}^3$  zu erreichen.

#### Räume mit hohen Werten



Bei Räumen mit hohen Werten müssen sowohl Decke als auch Wände abgedichtet werden.

#### 4.4 SANIERUNGSPROGRAMM

→ Sanierungsprogramm pro Raum: siehe Tabelle im Anhang

in der Übersicht wie folgt:

Trakt 1	
EG, Psychomotorik:	Trotz entfernter Schadstoffquelle immer noch sehr hohe Werte. Decke und Wände abdichten. (ca. Fr. 30.-/m <sup>2</sup> , + Aufwand Entfernen / Montage Deckenkonstruktion) Wandbeläge aus Holz oder Kunststoff nicht wieder verwenden
EG, Integrale Förderung	
1. OG, 2 Räume	nur Boden
2. OG, 2 Räume	nur Boden
Trakt 2	
EG, Kindergarten	Boden und Wände abdichten, da Werte hoch. Decke muss nicht abgedichtet werden, da kein Schadstoffquelle oberhalb.
EG, alle 5 weiteren Räume	Boden und Wände abdichten, da Werte hoch.
UG Kids Treff, UG Essraum Kader, UG Büro	Boden, Decke und auch Wände abdichten
UG Vorraum, UG Schlafräum UG Vorräte 2	nur Boden abdichten

Schadstoffquelle ist entfernt (ohne wirksame Abdichtung)

## 5 NAPHTHALIN-BELASTUNG DER MÖBEL / EINBAUTEN

Holzwerkstoffe nehmen Naphthalin aus der Raumluft auf und geben dieses wieder über einen langen Zeitraum ab. Je nach Art der Oberfläche / des Holzwerkstoffs kann dies unterschiedlich sein.

Im Schulhaus Hübeli Emmen hatten die Möbel einen derart grossen Einfluss, dass das Sanierungsziel nicht erreicht wird, wenn die Möbel belassen werden. Dies haben selektive Messungen gezeigt. Aktuell werden Tests ausgeführt, wieviel Naphthalin die Standard-Möbel eines Schulzimmers abgeben.

In einem Schulhaus in der Gemeinde Kriens kann bei einer ursprünglichen Belastung der Raumluft von 40 µg/m<sup>3</sup>, ohne Abdichtung der Decke und mit den gleichen Möbel wieder drin, das Sanierungsziel wahrscheinlich nach einer weiteren Wartefrist erreicht werden (Sanierung im Herbst 2020, aktuell bei 14 µg/m<sup>3</sup> (Standardbedingungen, d.h. ungelüftet).

Beurteilung Schulhaus Hofmatt:

- Trakt 2 EG: die Räume werden ohnehin baulich saniert, und die Möbel ersetzt
- Trakt 1, 1. und 2. OG: die Messwerte sind relativ tief, Möbel haben wahrscheinlich nur einen geringen Einfluss
- Trakt 1 Psychomotorik und Integrale Förderung: die Schränke aus Holzwerkstoffen können ein Problem sein, da die Belastung relativ hoch ist, und die Möbel recht gross.

→ es wird ein Test ausgeführt: einige Tablare / Schranktüren demontieren, und für diese eine separate Messung ausführen. Je nach Menge die demontiert werden kann, in einem kleinen unbelasteten Raum platzieren und messen, oder in einer Messkammer.

## 6 RAUMKLIMATISCHE AUSWIRKUNGEN

Durch die Abdichtung von Wänden und Decke wird der Feuchtigkeitshaushalt in den Räumen beeinflusst. Die Wände werden keine Feuchtigkeit mehr aufnehmen oder abgeben können.

Wir empfehlen, durch eine Fachperson (Büro für Bauphysik) abklären zu lassen, ob sich daraus keine negativen Folgen ergeben.

Luzern, 25. Februar 2021

**HOLINGER AG**

Philip Küttel

[philip.kuettel@holinger.com](mailto:philip.kuettel@holinger.com) 041 368 99 30

**Horw, Schulhaus Hofmatt**  
**Sanierungsprogramm Naphthalinbelastung, pro Raum**

Stand 25.2.2021 / Ph. Küttel

violett markiert: Schadstoffe sind entfernt

Boden: abdichten mit Epoxidharz, Randbereich/Randstreifen UB auch, Schadstoffe nicht entfernen

Decken / Wände: Spezialanstrich auf Epoxid-Basis, + Anstrich mit Additiv zur Schadstoffelimination

Trakt	Raumbezeichnung (gemäss vorh. Plänen)	Messwerte N. Ausgangs-Zust. [µg/m <sup>3</sup> ]	Boden abdichten	Decke abdichten	Wand abdichten	Begründung / Bemerkung
Trakt 1	EG Integrale Förderung	189 (43.2*)	x	x	x	Messwerte waren sehr hoch
Trakt 1	EG Psychomotorik	158 (89.9*)	x	x	x	Messwerte hoch
Trakt 1	1.OG Zimmer 13	- (21.7*)	x	-	-	Messwerte tief
Trakt 1	1.OG Zimmer 14	64 (20.3*)	x	-	-	Messwerte tief
Trakt 1	2.OG Zimmer 23	29.2	x	-	-	Messwerte tief
Trakt 1	2.OG Zimmer 24	26.5	x	-	-	Messwerte tief
Trakt 1	3. OG, Musikzimmer, rechts	13.3	-	-	-	keine Massn. notwendig
Trakt 2	EG Kindergarten	56 (69*)	x	-	x	Messwerte hoch, OG keine Bel.
Trakt 2	EG Arbeitsraum Kindergarten		x	-	x	analog KG
Trakt 2	EG Lehrerzimmer	80.6	x	-	x	Messwerte hoch, OG keine Bel.
Trakt 2	EG Kopierraum	77.8	x	-	x	Messwerte hoch, OG keine Bel.
Trakt 2	EG Vorbereitungsraum	55.3	x	-	x	Messwerte hoch, OG keine Bel.
Trakt 2	EG Schulsozialarbeit		x	-	x	Messwerte hoch, OG keine Bel.
Trakt 2	EG Schulleitung	60.1	x	-	x	Messwerte hoch, OG keine Bel.
Trakt 2	UG Kids Treff Essraum	64.2	x	x	x	Messwerte hoch, OG keine Bel.
Trakt 2	<b>UG Essraum Kader</b>	116.1 (73.5*)	x	x	x	Messwerte hoch
Trakt 2	UG Büro	51.6	x	x	x	Messwerte hoch
Trakt 2	UG Vorraum	32.7	x	-	-	Messw. eher tief, nur Durchgang
Trakt 2	UG Schlafräum (Arztraum)	35	x	-	-	
Trakt 2	UG Vorräte 2		x	-	-	von Vorraum durchgezogen
Trakt 2	UG Küche		-	-	-	Messung mit Lüftung on 18 [µg/m <sup>3</sup> ], kein dauernder Aufenth.
Trakt 2	Singsaal	5.1	-	-	-	Belastung < 10 µg/m <sup>3</sup>
Trakt 2	Foyer		-	-	-	nur Durchgang, aktuell kein Geruch
Trakt 3	WC Herren		-	-	-	kein dauernder Aufenthalt, kein Ger.
Trakt 2	WC Damen		-	-	-	

\* Messwert nach Entfernen der Schadstoffquelle bzw. Boden abgedichtet (UG Essraum Kader)