

# **Abschlussbericht Projekt „Luftwechsel in Schweizer Schulen“**

**Messungen von Kohlendioxid, Raumlufttemperatur und –feuchte, Formaldehyd, Stickstoffdioxid und Radon in 100 Klassenräumen**

**Beurteilung von Feuchteschäden, Gerüchen, Asbestverdacht und Lärm von 100 Klassenräumen**

**Befragung der Lehrpersonen bezüglich Lärm, Klima, Geruch und Lüftungsverhalten aus 100 Klassenräumen**

## **Impressum**

**Projektbezeichnung** Luftwechsel in Schweizer Schulen

**Auftraggeber** Eidgenössisches Departement des Innern EDI; Bundesamt für Gesundheit BAG; Direktionsbereich Verbraucherschutz; Fachstelle Wohngifte; Stationsstrasse 15; CH-3003 Bern

**Auftragnehmer**

CSD INGENIEURE AG; Hessstrasse 27d; CH-3097 Liebefeld

**CSD INGENIEURE**   
VON GRUND AUF DURCHDACHT

Ganz Klima GmbH; Werkstrasse 4; CH-8630 Rüti ZH

Ganz Klima GmbH

Werkstr. 4, Postfach 339, CH-8630 Rüti ZH  
T +41 (0)55 260 23 80, F +41 (0)55 260 23 81  
Mobile +41 (0)76 54 54 188  
[ganz@ganzklima.ch](mailto:ganz@ganzklima.ch)  
[www.ganzklima.ch](http://www.ganzklima.ch)  
PC 90-162000-5 CHE-110.343.531 MWST

GANZ KLIMA



Raumluft  
Beratung  
Messung  
Begleitung

**Autoren**

*Roland Ganz; Ganz Klima GmbH* (insbesondere Teil Kohlendioxid, Raumlufttemperatur und -feuchte, Formaldehyd, Feuchteprobleme und Geruch)

*Annamaria Zollinger; CSD Ingenieure AG* (insbesondere Teil Stickstoffdioxid, Lärm, Asbest und Radon)

**Ausstellldatum** 12. Mai 2015 rev20150713

## **Inhaltsverzeichnis**

<b>1</b>	<b>Zusammenfassung</b>	<b>8</b>
<b>2</b>	<b>Präambel</b>	<b>10</b>
<b>3</b>	<b>Ausgangslage</b>	<b>10</b>
<b>4</b>	<b>Aufgabe</b>	<b>11</b>
<b>5</b>	<b>Vorgehen</b>	<b>12</b>
<b>5.1</b>	<b>Objektakquisition</b>	<b>12</b>
5.1.1	Methodik	12
5.1.2	Regionale Verteilung	12
5.1.3	Objekte	13
<b>5.2</b>	<b>Fragekatalog</b>	<b>14</b>
5.2.1	Hauswart	14
5.2.2	Lehrperson	14
5.2.3	Kohlendioxid, Formaldehyd, Feuchteprobleme, Geruch	14
5.2.4	Stickstoffdioxid, Lärm, Asbest, Radon	14
<b>5.3</b>	<b>Messungen</b>	<b>14</b>
5.3.1	Kohlendioxid	14
5.3.2	Raumlufttemperatur und –feuchte	14
5.3.3	Formaldehyd	14
5.3.4	Feuchteprobleme	15
5.3.5	Geruch	15
5.3.6	Stickstoffdioxid	15
5.3.7	Lärm	16
5.3.8	Asbest	16
5.3.9	Radon	17
<b>5.4</b>	<b>Datenaufbereitung</b>	<b>17</b>
<b>5.5</b>	<b>Gruppenbildung</b>	<b>18</b>
<b>6</b>	<b>Resultate</b>	<b>19</b>
<b>6.1</b>	<b>Kohlendioxid</b>	<b>19</b>
<b>6.2</b>	<b>Raumlufttemperatur und –feuchte</b>	<b>20</b>

<b>6.3</b>	<b>Formaldehyd</b>	<b>21</b>
<b>6.4</b>	<b>Feuchteprobleme</b>	<b>22</b>
<b>6.5</b>	<b>Geruch</b>	<b>23</b>
<b>6.6</b>	<b>Stickstoffdioxid</b>	<b>24</b>
<b>6.7</b>	<b>Lärm</b>	<b>25</b>
<b>6.8</b>	<b>Asbest</b>	<b>27</b>
<b>6.9</b>	<b>Radon</b>	<b>28</b>
<b>6.10</b>	<b>Lehrerbefragung</b>	<b>30</b>
6.10.1	Belegung	30
6.10.2	Lärm	30
6.10.3	Klima	31
6.10.4	Lüftungsverhalten	33
6.10.5	Geruch	34
<b>7</b>	<b>Interpretation</b>	<b>35</b>
<b>7.1</b>	<b>Einzelparameter</b>	<b>35</b>
7.1.1	Kohlendioxid	35
7.1.2	Raumlufttemperatur und –feuchte	40
7.1.3	Formaldehyd	42
7.1.4	Feuchteprobleme	44
7.1.5	Geruch	46
7.1.6	Stickoxide	46
7.1.7	Lärm	47
7.1.8	Asbest	49
7.1.9	Radon	50
<b>7.2</b>	<b>Gruppenvergleich</b>	<b>55</b>
7.2.1	Kohlendioxid	55
7.2.2	Raumlufttemperatur und –feuchte	62
7.2.3	Formaldehyd	67
7.2.4	Feuchteprobleme	72
7.2.5	Geruch	73
7.2.6	Stickoxide	75
7.2.7	Lärm	77
7.2.8	Radon	81
<b>7.3</b>	<b>Detailfragen</b>	<b>83</b>
7.3.1	Möglichkeiten der Fensterlüftung	83
7.3.2	Einfluss der Lüftungsart auf die CO <sub>2</sub> -Konzentration	88
7.3.3	Lärmklagen und Fensterlüftung	90
7.3.4	Weitere Abhängigkeit der CO <sub>2</sub> -Konzentration	91

7.3.5	Vergleich mit anderen Studien	94
7.3.6	Diskussion Formaldehyd	95
7.3.7	Diskussion Stickstoffdioxid	95
7.3.8	Diskussion Lärm	96
7.3.9	Diskussion Asbest	96
7.3.10	Diskussion Radon	97
<b>8</b>	<b>Schlussfolgerungen</b>	<b>98</b>
<b>8.1</b>	<b>Kohlendioxid (<math>\text{CO}_2</math>) im Klassenraum</b>	<b>98</b>
8.1.1	Übersicht	98
8.1.2	Wurde im Klassenraum die Raumluftklasse RAL3 ( $\text{CO}_2$ -Pegel 1000-1400 ppm) während den Schullektionen eingehalten?	98
8.1.3	Wie hoch ist der Anteil an Schullektionen, während der ein mittlerer $\text{CO}_2$ -Pegel schlechter als RAL3 festgestellt wurde?	98
8.1.4	Wie hoch ist jeweils der Zeitanteil der Schullektionen, während der eine $\text{CO}_2$ -Konzentration von 1'400 ppm und eine von 2'000 ppm überschritten wurde?	99
8.1.5	Gibt es signifikante Unterschiede beim Gruppenvergleich?	100
<b>8.2</b>	<b>Klima</b>	<b>100</b>
8.2.1	Welche Raumtemperaturen und Raumluftfeuchtigkeiten wurden vorgefunden?	100
8.2.2	Gibt es signifikante Unterschiede beim Gruppenvergleich?	101
<b>8.3</b>	<b>Formaldehyd</b>	<b>101</b>
8.3.1	Wurde der Richtwert des BAG für Formaldehyd eingehalten?	101
8.3.2	Muss damit gerechnet werden, dass der Richtwert im Sommer unter warm-feuchten Bedingungen überschritten wird?	101
8.3.3	Gibt es signifikante Unterschiede beim Gruppenvergleich?	101
<b>8.4</b>	<b>Feuchteprobleme</b>	<b>102</b>
8.4.1	Wurden Hinweise auf Feuchtigkeitsprobleme der Kategorien 1 oder sogar 2 vorgefunden?	102
8.4.2	Wie oft?	102
8.4.3	Gibt es signifikante Unterschiede beim Gruppenvergleich?	102
<b>8.5</b>	<b>Geruch</b>	<b>102</b>
8.5.1	Gibt es signifikante Unterschiede beim Gruppenvergleich?	102
<b>8.6</b>	<b>Stickoxide</b>	<b>102</b>
8.6.1	Gibt es signifikante Unterschiede beim Gruppenvergleich?	102
<b>8.7</b>	<b>Lärm</b>	<b>103</b>
8.7.1	Gibt es signifikante Unterschiede beim Gruppenvergleich?	103
<b>8.8</b>	<b>Asbest</b>	<b>103</b>

8.8.1	Wurden Materialien vorgefunden, welche, falls sich ein Asbestverdacht bestätigt, dringlich saniert werden sollten?	103
8.8.2	Wie oft?	103
8.8.3	Gibt es signifikante Unterschiede beim Gruppenvergleich?	103
<b>8.9</b>	<b>Radon</b>	<b>103</b>
8.9.1	Gibt es signifikante Unterschiede beim Gruppenvergleich?	103
<b>8.10</b>	<b>Lüftung</b>	<b>104</b>
8.10.1	Ist beim betreffenden Schulhaus gemäss Norm SIA 382/1 eine reine Fensterlüftung möglich oder eher nicht empfohlen?	104
<b>9</b>	<b>Anhang</b>	<b>105</b>
<b>9.1</b>	<b>Material und Methoden</b>	<b>105</b>
9.1.1	Kohlendioxid	105
9.1.2	Raumlufittemperatur und –feuchte	105
9.1.3	Formaldehyd	105
9.1.4	Feuchteprobleme	106
9.1.5	Geruch	106
9.1.6	Stickoxide	107
9.1.7	Lärm	107
9.1.8	Asbest	109
9.1.9	Radon	109
<b>9.2</b>	<b>Messdaten</b>	<b>110</b>
9.2.1	Kohlendioxid	110
9.2.2	Raumlufittemperatur	114
9.2.3	Raumlufitfeuchte	118
9.2.4	Formaldehyd	122
9.2.5	Stickstoffdioxid	124
9.2.6	Lärm	128
9.2.7	Radon	129
9.2.8	Asbest	130
<b>9.3</b>	<b>Fragebogen</b>	<b>150</b>
9.3.1	Hauswart	150
9.3.2	Lehrperson	151
9.3.3	Kohlendioxid, Formaldehyd, Feuchteprobleme, Geruch	154
9.3.4	Stickstoffdioxid, Lärm, Asbest	159
<b>9.4</b>	<b>Informationen</b>	<b>161</b>
9.4.1	Lärm	161
<b>10</b>	<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>163</b>

<b>10.1</b>	<b>Glossar</b>	<b>164</b>
<b>10.2</b>	<b>Abbildungsverzeichnis</b>	<b>165</b>
<b>10.3</b>	<b>Tabellenverzeichnis</b>	<b>168</b>

# 1 Zusammenfassung

Aufgrund der Vermutung, dass die Raumluftqualität in Schulräumen oft nicht den Normen oder Richtwerten entspricht und dass sich diese Problematik bei luftdichten Gebäudehüllen verschärft hat, wurden die Firmen CSD Ingenieure AG und Ganz Klima GmbH beauftragt, eine gezielte Untersuchung der Raumluftqualität und der Lüftungssituation in Klassenräumen von Schweizer Schulhäusern durchzuführen.

Im Rahmen dieser Untersuchungen wurden Raumluftmessungen und Erhebungen zum Lüftungsverhalten in 100 Schulzimmern in drei Kantonen in der Schweiz durchgeführt. Dabei wurden die Messresultate der drei Gruppen, Altbauden dicht (Fenster mit Dichtung), Altbauden undicht (Fenster ohne Dichtung) und Neubauten, sowie Klassenräume, die mit einer raumlufttechnischen Anlage ausgerüstet sind mit solchen, die natürlich belüftet werden, verglichen.

Die Resultate zeigen einerseits, dass zwischen den untersuchten Parametern Unterschiede in der Einhaltung der geltenden Normen vorhanden sind, was Hinweise darauf gibt, welche Schadstoffe prioritär angegangen werden könnten. Andererseits zeichnen sich zwischen den definierten Gebäudetypen Unterschiede ab:

- Die festgestellten CO<sub>2</sub>-Konzentrationen genügen nur in Einzelfällen den Anforderungen der entsprechenden Normen. In einem Fünftel der effektiv belegten Zeit werden CO<sub>2</sub>-Konzentrationen von mehr als 2000 ppm gemessen. Mechanisch belüftete Räume schneiden dabei besser ab als Klassenzimmer mit reiner Fensterlüftung. Zudem ist ein Unterschied zwischen dichten und undichten Altbauden nachweisbar, undichte Altbauden weisen weniger Überschreitungen auf.
- Der Formaldehyd-Richtwert wird unter den angetroffenen Klimabedingungen in den allermeisten der untersuchten Klassenräume eingehalten. Tiefe Formaldehydkonzentrationen werden in Klassenräumen mit laufender RLT-Anlage festgestellt. Zudem wird zwischen dichten und undichten Altbau ein signifikanter Unterschied festgestellt, die Konzentrationen in undichten Altbauden sind etwas tiefer als in dichten. Formaldehydemissionen sind stark von den klimatischen Bedingungen abhängig. Im Sommer bei warmen und zugleich feuchten Klimabedingungen sind die höchsten Konzentrationen zu erwarten. Werden die nachgewiesenen Messwerte auf Sommerbedingungen umgerechnet, so könnte sich der Anteil an Richtwertüberschreitungen im ungelüfteten Raum stark erhöhen. Aufgrund der Unsicherheiten bezüglich Anwendbarkeit des mathematischen Modells sowie der Lüftungseffizienz unter realen Bedingungen besteht hier weiterer Abklärungsbedarf.

- In diversen Räumen liegen Asbestverdachtsfälle vor. Bei 14 Objekten wird mindestens ein Bauteil der Dringlichkeit I zugeordnet. Falls sich der Verdacht durch eine Materialanalyse bestätigen sollte, wird in diesen Fällen eine Sanierung innerhalb eines Jahres empfohlen.
- Die Stickstoffdioxidkonzentrationen sind in der Aussenluft ausnahmslos höher als in der Innenraumluft. Das Verhältnis Innenraum- zu Aussenluftkonzentration ist bei Klassenräumen mit mechanischer Lüftung sowie in undichten Altbauten am höchsten. Dies ist auf den verstärkten Einfluss der Aussen- auf die Innenraumluft zurückzuführen.
- Alle nachgewiesenen Radonkonzentrationen liegen unterhalb des Richtwerts. Allerdings werden teilweise in Obergeschossen Konzentration deutlich über  $100 \text{ Bq/m}^3$  festgestellt. In diesen Fällen wird eine Überprüfung der Radonkonzentration in den untersten genutzten Räumen empfohlen.
- Feuchteprobleme werden nur sporadisch vorgefunden. Nur in einem Fall kann aus Sicht der Gesundheitsvorsorge ein Handlungsbedarf abgeleitet werden.
- Raumlufttemperaturen und –feuchten liegen mehrheitlich innerhalb der Vorgaben der entsprechenden SIA-Normen.
- In neun Klassenzimmern wird der Geruch im ungelüfteten Klassenzimmer vom Probennehmer als störend beurteilt. Dabei decken sich die Beurteilungen von Lehrperson und Probennehmer kaum.
- Bei 12 von 100 Objekten kann aufgrund einer Aggregation der Stickstoffdioxidkonzentrationen und den Lärm-Werten gemäss SIA-Norm eine Fensterlüftung nicht empfohlen werden.

Anhand der vorliegenden Resultate kann ein prioritärer Handlungsbedarf in Bezug auf die Durchlüftung ( $\text{CO}_2$ -Pegel), die Formaldehydkonzentration und Asbestverdachtsfälle abgeleitet werden.

## **2 Präambel**

Die vorliegenden Resultate geben Hinweise, bei welchen Objekten und Gebäudetypen sich bezüglich der erhobenen Parameter Probleme stellen. Die Messresultate gelten für das jeweilige Schulzimmer und sind nicht vorbehaltlos für die ganze Schulanlage repräsentativ. Der vorliegende Bericht beinhaltet keinen Massnahmenkatalog. Dazu müsste jedes Objekt separat betrachtet und adäquate Massnahmen müssten geplant werden. Ein solche Betrachtung wäre in einem folgenden Schritt zu erarbeiten.

## **3 Ausgangslage**

Verschiedene Untersuchungen aus dem Ausland und einige punktuelle Messungen in der Schweiz weisen darauf hin, dass die Raumluftqualität in Schulräumen auf Grund der dichten Personenbelegung und mangelhafter Lüftung oft schlecht ist. Es wird vermutet, dass sich die Problematik bei luftdichten Gebäudehüllen verschärft hat. Es stellt sich auch die Frage, inwieweit die Vorgaben der SIA-Normen in Klassenräumen eingehalten werden und welcher Handlungsbedarf besteht.

Zur Beantwortung dieser Frage möchte das Bundesamt für Gesundheit eine gezielte Untersuchung der Raumluftqualität und Lüftung in Klassenräumen von Schweizer Schulhäusern durchführen. Dabei sollen drei Gruppen von Messobjekten, nämlich Altbauten sowie Neubauten mit manueller oder mechanischer Lüftung miteinander verglichen werden.

## 4 Aufgabe

Zur Beantwortung der Frage, inwieweit Normen und Richtlinien zur Raumluftqualität in Klassenräumen eingehalten werden und welcher Handlungsbedarf besteht, sollen gezielte Messungen der Raumluftqualität und Lüftung in Klassenräumen von Schweizer Schulhäusern durchgeführt werden. Folgende Fragen sollen beantwortet werden:

- Wurde im Klassenraum die Raumluftklasse RAL3 ( $\text{CO}_2$ -Pegel 1'000-1'400 ppm) während den Schullektionen eingehalten? Wie hoch ist der Anteil an Schullektionen, während der ein mittlerer  $\text{CO}_2$ -Pegel schlechter als RAL3 festgestellt wurde? Wie hoch ist jeweils der Zeitanteil der Schullektionen, während der eine  $\text{CO}_2$ -Konzentration von 1'400 ppm und eine von 2'000 ppm überschritten wurde?
- Wurde der Richtwert des BAG für Formaldehyd eingehalten? Muss damit gerechnet werden, dass der Richtwert im Sommer unter warm/feuchten Bedingungen überschritten wird?
- Wurden Materialien vorgefunden, welche, falls sich ein Asbestverdacht bestätigt, dringlich saniert werden sollten? Wie oft?
- Wurden Hinweise auf Feuchtigkeitsprobleme der Kategorien 1 oder sogar 2 vorgefunden? Wie oft?
- Welche Raumtemperaturen und Raumluftfeuchtigkeiten wurden vorgefunden?
- Gibt es signifikante Unterschiede beim Gruppenvergleich von Gebäuden mit unterschiedlicher Ausgangslage für die Lüftungssituation (undichte Altbauten, dichte Neubauten und Sanierungen, mechanisch gelüftete Gebäude)
  - in Bezug auf  $\text{CO}_2$ -Konzentration, Formaldehyd und Gerüche
  - in Bezug auf die weiteren erhobenen Parameter NO<sub>2</sub>, Raumtemperatur/ Raumluftfeuchtigkeit, Asbestverdacht, Anzeichen für Feuchtigkeitsprobleme, und Lärm
- Ist beim betreffenden Schulhaus gemäss Norm SIA 382/1 eine reine Fensterlüftung möglich oder eher nicht empfohlen?"

## 5 Vorgehen

### 5.1 Objektakquisition

#### 5.1.1 Methodik

Damit die Raumluftmessungen und die Erhebungen zum Lüftungsverhalten in 100 Schulzimmern in drei Kantonen in der Schweiz durchgeführt werden konnten, wurde wie folgt vorgegangen:

Die Angaben der Kontaktpersonen in den Schulhäusern wurden vom BAG zur Verfügung gestellt. Aus organisatorischen Gründen wurden (während der Heizperioden 2013/2014 und 2014/2015) jede Woche in der Regel bei fünf Objekten Messungen durchgeführt. Dazu wurden die 100 Objekte in Gruppen (à je 5 Objekte) eingeteilt. Innerhalb dieser Gruppen wurde ein Zeitplan aufgestellt, wann bei welchem Objekt gemessen wird. Rund zwei Wochen vor der geplanten Messung wurde die jeweilige Kontaktperson per Telefon angerufen, um den Messtermin anzumelden. In der Regel wurde ein Teil der Messungen am Mittwochnachmittag durchgeführt und der zweite Teil der Messungen am darauf folgenden Samstag.

#### 5.1.2 Regionale Verteilung

Von den 100 Objekten befinden sich 45 im Kanton Bern, 28 im Kanton Graubünden und 27 im Kanton Waadt (Abb. 5-1).

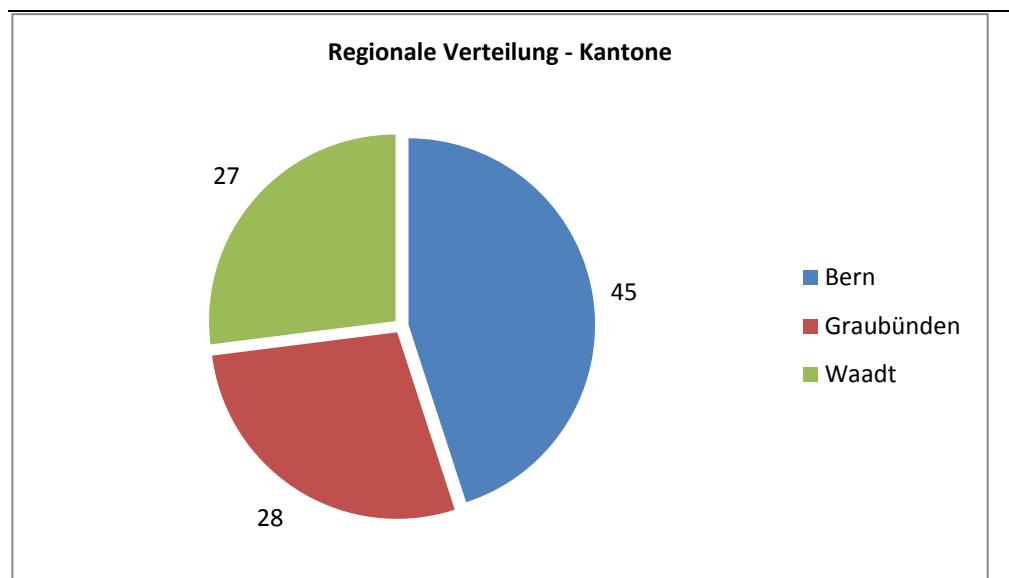


Abb. 5-1: Regionale Verteilung der Untersuchungsobjekte nach Kantonen.

32 der 100 Objekte liegen in ländlicher Umgebung, 43 in der Agglomeration und 25 in städtischer Umgebung (Abb. 5-2).

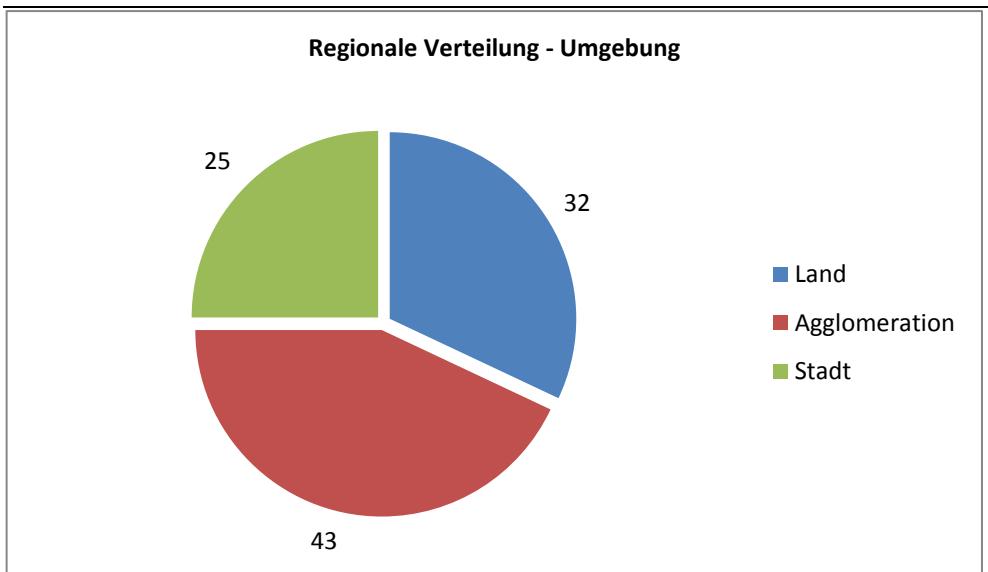


Abb. 5-2: Regionale Verteilung der Untersuchungsobjekte bezüglich Umgebung.

### 5.1.3 Objekte

In 64 der 100 Fälle fand 1 Messung pro Schulhaus resp. pro Gebäude statt. In 15 Fällen fanden 2 Messungen und in 2 Fällen 3 Messungen pro Schulhaus resp. pro Gebäude statt (Abb. 5-3).

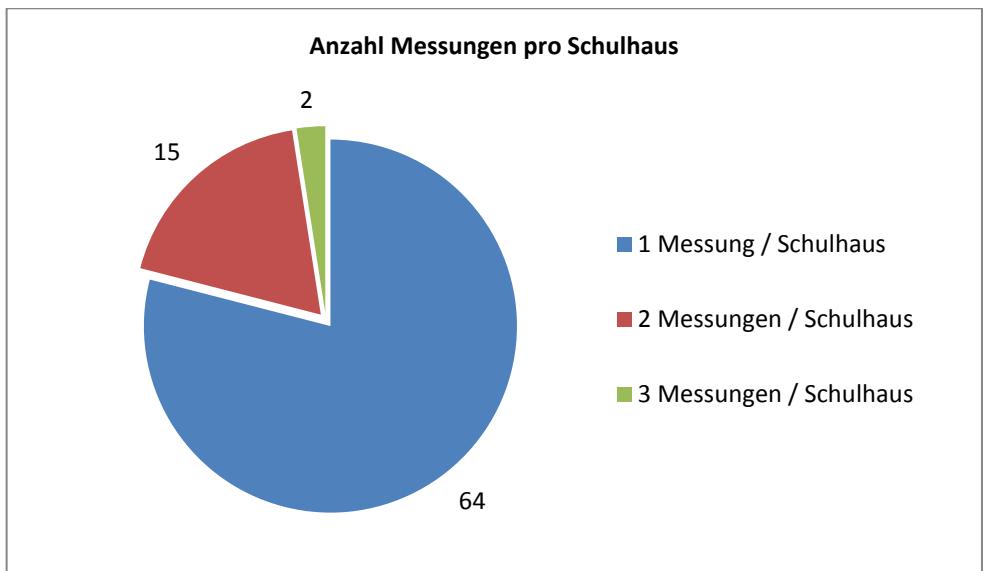


Abb. 5-3: Darstellung der Anzahl Messungen pro Schulhaus.

## **5.2 Fragekatalog**

### **5.2.1 Hauswart**

Der für den Bau verantwortlichen Person vor Ort (in der Regel Hauswart) wurde vor den Messungen ein Fragebogen zugesandt. Die darin enthaltenen Fragen bezogen sich auf den Bautyp, allfällige durchgeführte Sanierungen sowie die Umgebung des Schulhauses (Muster siehe Anhang Seite 150).

### **5.2.2 Lehrperson**

Während der Klimamessungen (Montag bis Donnerstag) wurde von der Lehrperson ein Belegungsprotokoll mit Angaben zur Belegung und ungewöhnlichen Vorkommnissen geführt. Zusätzlich wurden Fragen zu den Themen Lärm, Klima, Lüftungsverhalten und Geruch beantwortet (Muster siehe Anhang Seite 151).

### **5.2.3 Kohlendioxid, Formaldehyd, Feuchteprobleme, Geruch**

Während der Formaldehydmessungen wurde vom Probennehmer umfassende Raumdaten zur Raumgeometrie, potentiellen Formaldehydquellen und Anzeichen von Schimmel/Feuchteschäden erhoben (Muster siehe Anhang Seite 154).

### **5.2.4 Stickstoffdioxid, Lärm, Asbest, Radon**

Beim Platzieren der Stickstoffdioxid-Passivsammler und der Radondosimeter wurde vom Probennehmer potentielle Asbestfundstellen dokumentiert (Muster siehe Anhang Seite 159).

## **5.3 Messungen**

### **5.3.1 Kohlendioxid**

Die Kohlendioxidkonzentration wurde jeweils von Montagmorgen bis Donnerstagabend kontinuierlich erfasst und aufgezeichnet. Die Schulräume waren während dieser Zeit wie üblich belegt. Zudem wurden die Lehrpersonen darauf hingewiesen, den Raum wie üblich zu nutzen und zu lüften.

### **5.3.2 Raumlufttemperatur und -feuchte**

Zusammen mit der Kohlendioxidkonzentration wurden auch die Raumlufttemperatur und die relative Raumluftfeuchte kontinuierlich erfasst und aufgezeichnet.

### **5.3.3 Formaldehyd**

Die Formaldehydmessung erfolgte unter den Bedingungen, welche die Lehrperson am Morgen bei Eintritt in den Schulraum antrifft. Mit Ausnahme

von Schulräumen, die mit einer RLT-Anlage ausgestattet sind, wurde dazu der Raum letztmals am Abend vor der Messung gelüftet. Anschliessend blieben Fenster und Türen bis nach der Messung geschlossen. Um den Betrieb nicht zu stören wurden alle Formaldehydmessungen an schulfreien Samstagen durchgeführt. In Räumen mit RLT-Anlage wurde unter denjenigen Bedingungen gemessen, die dem üblichen Zustand am Morgen früh entsprach.

#### **5.3.4 Feuchteprobleme**

Das untersuchte Schulzimmer, der angrenzende Korridor und die nächstliegenden WC-Anlagen wurden gemäss BAG-Wegleitung (BAG, 2009) auf Feuchtigkeitsprobleme hin begutachtet und beurteilt.

#### **5.3.5 Geruch**

Bei Eintritt in das seit mindestens acht Stunden geschlossene Schulzimmer wurde der Raumgeruch durch den Probennehmer beurteilt. Dabei wurde der Geruch in Anlehnung an die VDA-Empfehlung (VDA 270, 1992) mittels sechsstufiger Notenskala klassifiziert<sup>1</sup>. Zudem wurde der Geruchscharakter dokumentiert.

#### **5.3.6 Stickstoffdioxid**

Zur Messung der Stickstoffdioxidkonzentration wurden Passivsammler mit Klebeband und/oder Kabelbindern montiert. Dabei wurde auf die Wahl eines repräsentativen Messortes geachtet. Im Aussenbereich heisst das konkret, dass der Passivsammler, wenn möglich, an der Aussenwand, unmittelbar vor dem Klassenzimmer, ausserhalb der Storen platziert wurde (Abb. 5-4). Dabei wurde ebenfalls auf die Minimierung von Witterungseinflüssen wie z.B. Wind geachtet. Im Innenraum galt es Fenster- und Türennähe zu vermeiden. Die Expositionszeit für die Messungen beträgt innen und aussen 14 Tage.

---

<sup>1</sup> 6=Nicht wahrnehmbar; 5=Wahrnehmbar, nicht störend; 4=Deutlich wahrnehmbar, aber noch nicht störend; 3=Störend; 2=Stark störend; 1=unerträglich



a)

b)

**Abb. 5-4: Exemplarische Beispiele von platzierten Passivsammlern für Stickstoffdioxidmessungen.**  
a) Aussenmessung b) Innenmessung

### 5.3.7 Lärm

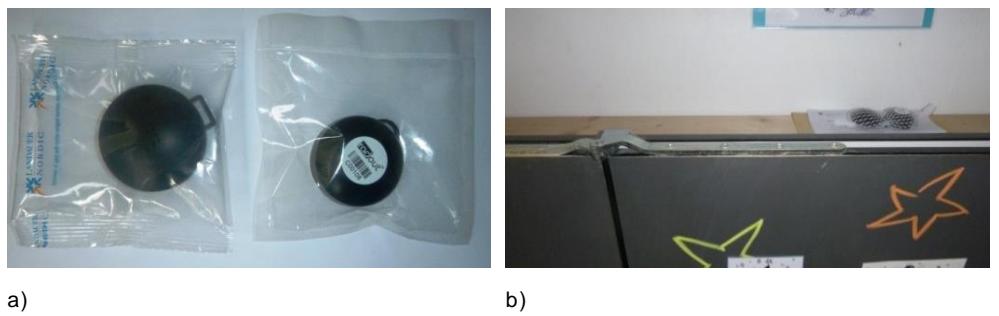
Als Grundlage für die Abklärung der Lärmbelastung an der Fassade diente eine Liste, die das BAFU erarbeitete. Diese Liste basiert unter anderem auf der Lärmdatenbank „sonBASE“ und enthält für jedes Objekt Angaben zu den Empfindlichkeitsstufen, den maximalen Werten (exponierteste Fassade) sowie den Durchschnittswerten der Lärmbelastung (gemittelt über alle Fassaden). Diese Angaben wurden für die Abschätzungen beigezogen, ob Immissonsgrenzwerte überschritten sind oder nicht. Es wurden nur die Lärmimissionen durch den Straßenverkehr betrachtet.

### 5.3.8 Asbest

Das untersuchte Schulzimmer, der angrenzende Korridor und die nächstliegende WC-Anlage wurden auf asbestverdächtige Materialien hin untersucht. Die Untersuchung fand im Rahmen einer visuellen Begutachtung statt und beschränkte sich auf die Innenräume an sich und auf fest eingebautes Mōbiliar. Das Erkennen von asbestverdächtigen Materialien basiert auf spezifischem Fachwissen und wurde von zertifizierten Asbest-Experten durchgeführt. Zu beachten ist dabei, dass keine Proben entnommen wurden und daher ausschliesslich von Verdachtsfällen die Rede ist. Ausdrücklich ausgenommen sind all jene möglichen Quellen von Asbestapplikationen, die nach heutigem Stand der Technik nicht zu den auf Asbestgehalt untersuchten Materialien gehören und allfällig erst in der Zukunft in den Untersuchungsperimeter aufgenommen würden. Die detaillierte Systematik der Aufnahme ist dem Anhang (Seite 109) zu entnehmen.

### 5.3.9 Radon

Die Radonmessungen wurden in der Regel während jeweils 12 Wochen durchgeführt. Bei der Platzierung im Schulzimmer wurde darauf geachtet, dass Minimalabstände von einem Meter zu Fenster und Türen eingehalten wurden und dass die Dosimeter an einem freien Platz (nicht in einem Schrank) aufgestellt wurden (Abb. 5-5).



**Abb. 5-5: Exemplarische Beispiele von platzierten Radondosimeter für die Radonmessung**

- Radondosimeter Landauer Nordic (links) und RadOut (rechts).
- platzierte Radondosimeter im Schulzimmer hinter der Wandtafel (SH36).

## 5.4 Datenaufbereitung

Die 2-Minutenwerte der kontinuierlichen CO<sub>2</sub>-, Temperatur- und Feuchtemessungen wurden in einem Datenfile statistisch aufbereitet. Die verschiedenen Perzentilwerte während der Belegung des Raums wurden zusammen mit den Resultaten der Formaldehyd-, Stickstoffdioxid- und Radonmessungen, den Beurteilungen des Geruchs, Schimmels, Lärms und Asbests sowie den Antworten aus den Fragebogen in einer Datenbank (MS EXCEL 2010) elektronisch erfasst. Diese Datenbank wurde im Anschluss einer umfassenden Datenanalyse, -bereinigung und Logikprüfung unterzogen. Unter anderem wurden von allen Klimamessungen Verlaufsgrafiken angefertigt und diese stichprobenartig mit Teilresultaten aus der Datenbank auf Übereinstimmung geprüft. Logikfehler wurden analysiert und bereinigt. Das gesamte Prozedere der Datenbereinigung wurde protokolliert.

## 5.5 Gruppenbildung

Für die Interpretation der Resultate wurden folgende Gruppen gebildet und miteinander verglichen:

Ver-gleich	Gruppe	Definition	An-zahl	Bemerkung
1	NEUBAU	Baujahr jün-ger als 1999	10	SIA 180 als Grundlage: Zwischen 1970 und 1999 mussten Gebäude mit Fensterlüftung eine gewisse Undichtigkeit aufweisen, die bei fehlender Benutzerlüftung für einen Grundluftwechsel sorgen sollte. 1999 wurde die überarbeitete SIA 180-Norm publiziert, die eine grundsätzlich dichte Gebäudehülle verlangte.
1	ALTBAU DICHT	Fenster wei-sen Dichtung auf, Baujahr älter als 2000	67	Der natürliche Luftwechsel hängt ohne Fensterlüftung von der Gebäudehülle ab. Es wird davon aus-gegangen, dass dabei Gebäude ohne Dichtung in den Fensterflügeln besonders undicht sind.
1	ALTBAU UNICHT	Fenster wei-sen keine Dichtung auf	23	
Total Gebäudetypenvergleich		100		
2	RLT	Räume wer-den über RLT-Anlage versorgt	6	
2	FL	Räume wer-den über Fenster ge-lüftet	94	
Total Lüftungsartenvergleich		100		

Tab. 5-1: Aufteilung und Definition der Gruppen.

## 6 Resultate

### 6.1 Kohlendioxid

In Abb. 6-2 sind die statistisch ausgewerteten Daten der 2-Minutenwerte aller CO<sub>2</sub>-Messungen in den 3 berücksichtigten Kantonen dargestellt. Das 50% Perzentil wird als Mass der durchschnittlichen CO<sub>2</sub>-Konzentration während der effektiv belegten Zeit interpretiert, das 95% Perzentil als Mass der Maximalkonzentration.

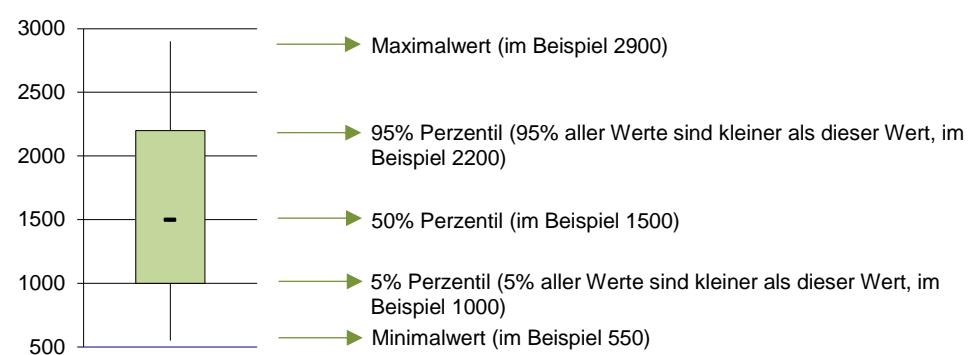


Abb. 6-1: Interpretationshilfe für statistische Auswertungen (Boxplots)

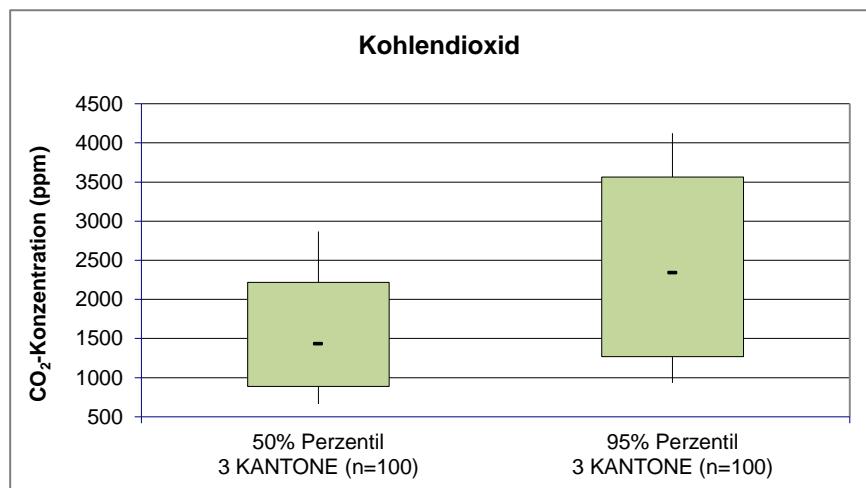


Abb. 6-2: Statistische Auswertung aller Kohlendioxidverläufe während der effektiven Belegungszeit.  
Die Box entspricht dem 5% bzw. 95% Perzentil, die Strichenden dem Minimal- bzw. Maximalwert und der Querstrich dem 50% Perzentil. Die Auswertung des 50% Perzentils gibt Auskunft über die mittlere CO<sub>2</sub>-Konzentration während der Belegung, die Auswertung des 95% Perzentils gilt als Mass für die Maximalkonzentrationen während der Belegung der Räume.

90% der durchschnittlichen CO<sub>2</sub>-Konzentrationen liegen zwischen 888 und 2217 ppm. Das 50% Perzentil liegt bei 1439 ppm. Die Maximalkonzentrationen liegen zu 90% zwischen 1267 und 3562 ppm, das 50% Perzentil liegt

bei 2339 ppm (Abb. 6-2 und Tab. 6-1). Im Anhang sind die statistischen Einzelauswertungen der 100 untersuchten Räume zusammengestellt (Tab. 9-3).

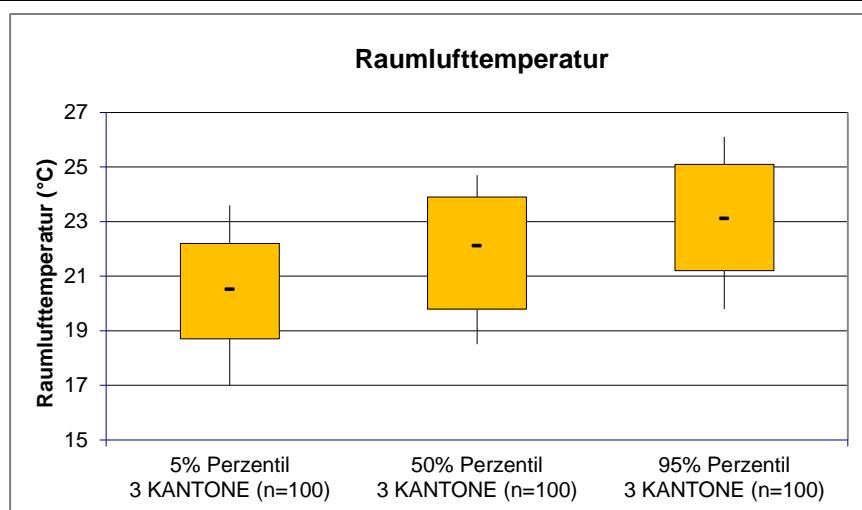
	Kohlendioxid				
	Min	5%	50%	95%	Max
<b>50% Perzentil</b>	663	888	1439	2217	2867
<b>95% Perzentil</b>	934	1267	2339	3562	4124

**Tab. 6-1: Zusammenstellung der statistischen CO<sub>2</sub>-Werte aus 3 Kantonen während der effektiven Belegungszeit**

Spaltenbeschriftung → Min: Minimum; 5%: 5% Perzentil; 50%: 50% Perzentil; 95%: 95% Perzentil; Max: Maximum; Zeilenbeschriftung → 50% Perzentil: Daten aus 4-tägigem Verlauf während effektiver Belegungszeit (Mass für Durchschnitt); 95% Perzentil: Daten aus 4-tägigem Verlauf während effektiver Belegungszeit (Mass für Maximum)

## 6.2 Raumlufttemperatur und –feuchte

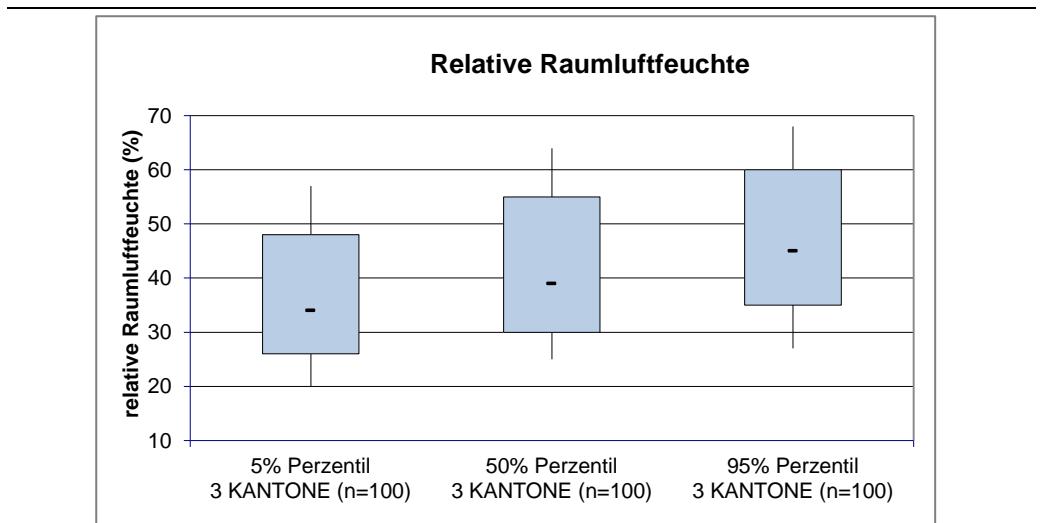
Für die Raumlufttemperatur und –feuchte werden das 50% Perzentil als Mass der durchschnittlich vorherrschenden Werte, das 5% und 95% Perzentil als Mass für die Minimal- resp. Maximalwerte interpretiert. Während der effektiven Belegungszeit liegen die durchschnittlichen Raumlufttemperaturen zwischen 19.8 und 23.9 °C (5% resp. 95% Perzentil) bei einem Maximal- und Minimalwert von 24.7 resp. 18.5 °C und einem Median von 22.1 °C (Abb. 6-3). Weitere Werte sind in Tab. 6-2 zusammengestellt.



**Abb. 6-3: Statistische Auswertung aller Raumlufttemperaturverläufe während der effektiven Belegungszeit.**

Die Box entspricht dem 5% bzw. 95% Perzentil, die Strichenden dem Minimal- bzw. Maximalwert und der Querstrich dem 50% Perzentil. Die Auswertung des 50% Perzentils gibt Auskunft über die mittlere Raumlufttemperatur während der Belegung, die Auswertung des 95% Perzentils resp. 5% Perzentils gilt als Mass für die Maximal- resp. Minimaltemperatur während der Belegung der Räume.

Die durchschnittlichen relativen Raumluftfeuchten liegen 30 und 55 % (5% resp. 95% Perzentil). Der durchschnittliche Median liegt bei 39 % und die Maximal- und Minimalwerte bei 64 resp. 24 % (weitere Werte siehe Tab. 6-2).



**Abb. 6-4: Statistische Auswertung aller Raumluftrfeuchteverläufe (3 Kantone) während der effektiven Belegungszeit.**

Die Box entspricht dem 5% bzw. 95% Perzentil, die Strichenden dem Minimal- bzw. Maximalwert und der Querstrich dem 50% Perzentil. Die Auswertung des 50% Perzentils gibt Auskunft über die mittlere Raumluftfeuchte während der Belegung, die Auswertung des 95% Perzentils resp. 5% Perzentils gilt als Mass für die Maximal- resp. Minimalfeuchte während der Belegung der Räume.

	Raumlufttemperatur					Relative Raumluftrfeuchte				
	Min	5%	50%	95%	Max	Min	5%	50%	95%	Max
<b>5% Perzentil</b>	17.0	18.7	20.5	22.2	23.6	20	26	34	48	57
<b>50% Perzentil</b>	18.5	19.8	22.1	23.9	24.7	25	30	39	55	64
<b>95% Perzentil</b>	19.8	21.2	23.1	25.1	26.1	27	35	45	60	68

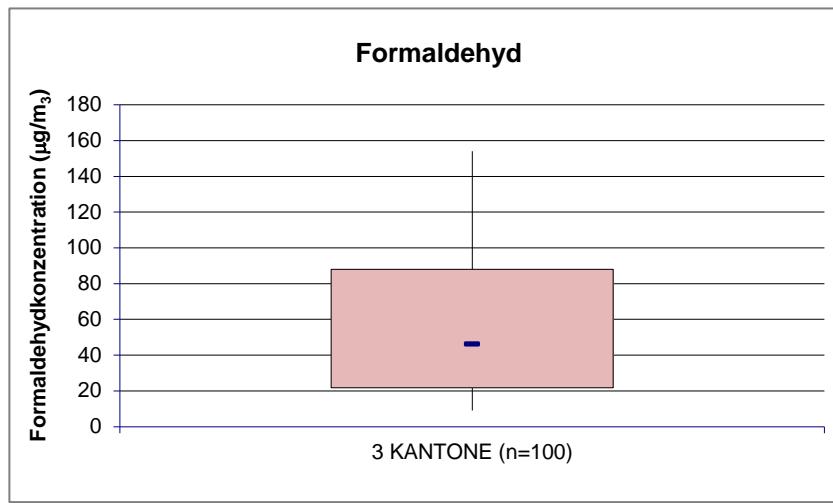
**Tab. 6-2: Zusammenstellung der statistischen Werte aus 3 Kantonen von Raumlufttemperatur und – feuchte während der effektiven Belegungszeit**

Spaltenbeschriftung → Min: Minimum; 5%: 5% Perzentil; 50%: 50% Perzentil; 95%: 95% Perzentil; Max: Maximum

Zeilenbeschriftung → 5% Perzentil: Daten aus 4-tägigem Verlauf während effektiver Belegungszeit (Mass für Minimum); 50% Perzentil: Daten aus 4-tägigem Verlauf während effektiver Belegungszeit (Mass für Durchschnitt); 95% Perzentil: Daten aus 4-tägigem Verlauf während effektiver Belegungszeit (Mass für Maximum)

### 6.3 Formaldehyd

Der Median der unter Messbedingungen nachgewiesenen Formaldehydkonzentrationen liegt bei  $46 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (Abb. 6-5). Zwischen 22 und  $88 \mu\text{g}/\text{m}^3$  liegen 90% der Werte. Der Maximalwert liegt bei  $154 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Der arithmetische Mittelwert liegt bei  $51 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .



**Abb. 6-5: Statistische Auswertung aller unter Messbedingungen nachgewiesener Formaldehydkonzentrationen (3 Kantone).**

Die Box entspricht dem 5% bzw. 95% Perzentil, die Strichenden dem Minimal- bzw. Maximalwert und der Querstrich dem 50% Perzentil.

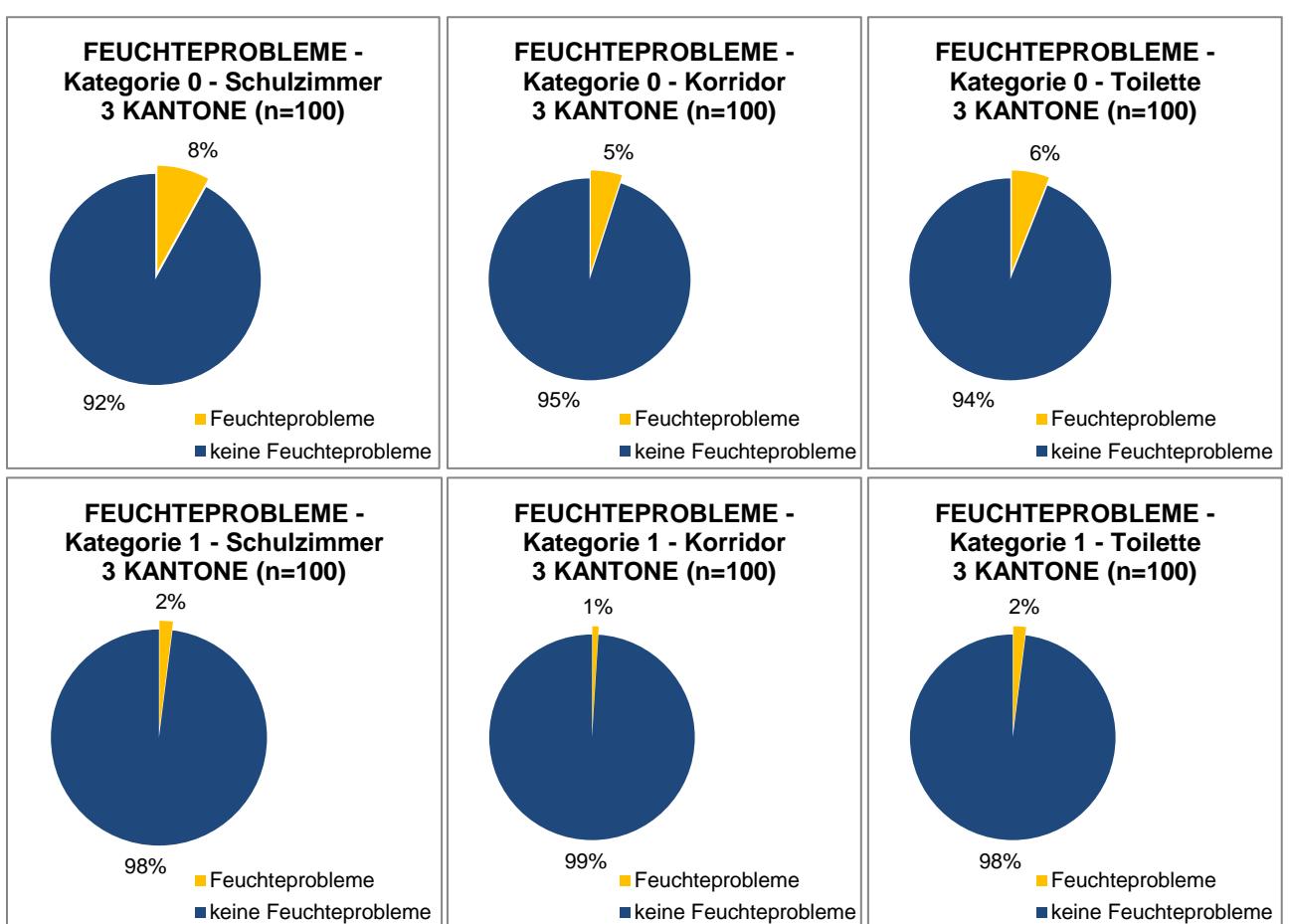
	Formaldehyd				
	Min	5%	50%	95%	Max
Messbedingungen	9	22	46	88	154

**Tab. 6-3: Zusammenstellung der unter Messbedingungen nachgewiesenen Formaldehydkonzentrationen aus 3 Kantonen**

Spaltenbeschriftung → Min: Minimum; 5%: 5% Perzentil; 50%: 50% Perzentil; 95%: 95% Perzentil; Max: Maximum

## 6.4 Feuchteprobleme

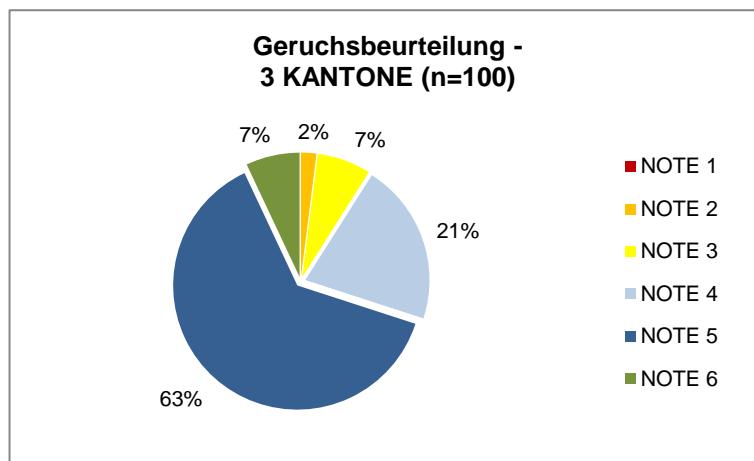
In den untersuchten Schulzimmern, angrenzenden Korridoren und Toiletten liegen Hinweise auf Feuchteprobleme der Kategorie 0 und 1 vor (Abb. 6-6). Hinweise auf Kategorie 2 liegen nicht vor. In 8 Schulzimmern, 5 Korridoren und 6 Toiletten werden Hinweise auf einen kleineren Feuchteschaden und/oder Schimmelpilzbefall gefunden (Kategorie 0). Feuchteprobleme mit mittlerer Ausprägung (Kategorie 1) werden in 2 Schulzimmern, 1 angrenzenden Korridor und 2 Toiletten identifiziert.



**Abb. 6-6:** Beurteilung identifizierter Feuchteprobleme in Schulzimmern, angrenzenden Korridoren und Toiletten aus 3 Kantonen.

## 6.5 Geruch

Die am Messtag bei Eintritt in das Schulzimmer beurteilten Gerüche liegen zu 70 % bei nicht wahrnehmbar (Note 6) oder wahrnehmbar, aber nicht störend (Note 5). 21 % weisen einen deutlichen, aber nicht störenden Raumgeruch auf. In 9 Räumen wird der Geruch als störend (7) oder als stark störend (2) beurteilt (Abb. 6-7).

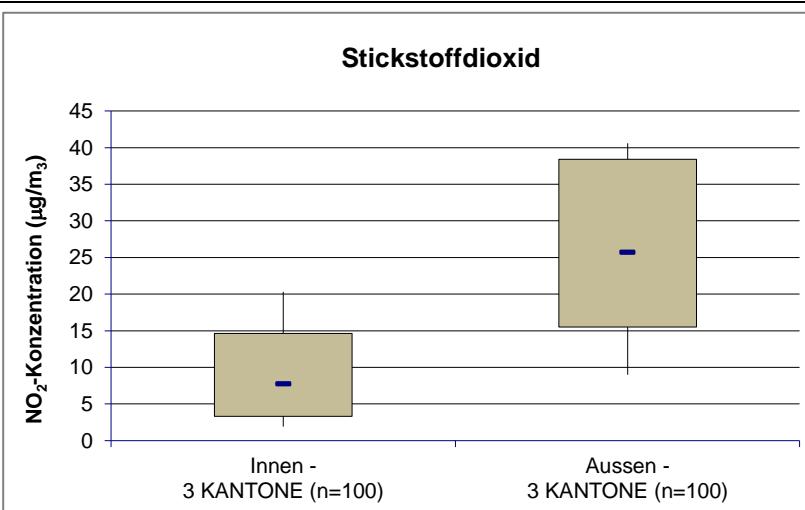


**Abb. 6-7: Beurteilung des Raumgeruchs bei Eintritt in den ungelüfteten und unbelegten Raum**  
6=Nicht wahrnehmbar; 5=Wahrnehmbar, nicht störend; 4=Deutlich wahrnehmbar, aber noch nicht störend;  
3=Störend; 2=Stark störend; 1=unerträglich

## 6.6 Stickstoffdioxid

Die Konzentration (14-Tagesmessung) an Stickstoffdioxid in der Aussenluft weist einen Median von  $26 \mu\text{g}/\text{m}^3$  auf, das 95% und 5% Perzentil liegt bei 38 resp.  $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , der Maximal- und Minimalwert bei 41 resp.  $9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

In der Innenraumluft liegen folgende Werte vor: Median bei  $8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , 95% und 5% Perzentil bei 20 resp.  $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , Maximal- und Minimalwert bei 15 resp.  $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (Abb. 6-8 und Tab. 6-4).



**Abb. 6-8: Statistische Auswertung aller nachgewiesener Stickstoffdioxidkonzentrationen in der Aussen- und Innenraumluft (3 Kantone).**

Die Box entspricht dem 5% bzw. 95% Perzentil, die Strichenden dem Minimal- bzw. Maximalwert und der Querstrich dem 50% Perzentil.

	Stickstoffdioxid				
	Min	5%	50%	95%	Max
Innenraumluft	1.9	3.3	7.8	14.6	20.3
Aussenluft	9	15.5	25.7	38.4	40.6

Tab. 6-4: Zusammenstellung der während 14 Tagen durchschnittlichen Stickstoffdioxidkonzentrationen in der Innenraum- und Aussenluft aus 3 Kantonen

Spaltenbeschriftung → Min: Minimum; 5%: 5% Perzentil; 50%: 50% Perzentil; 95%: 95% Perzentil; Max: Maximum

## 6.7 Lärm

Der Median der ermittelten maximalen Lärm-Werte liegt bei 51.8 dB(A) (Abb. 6-9, Tab. 6-5). Das 95% und 5% Perzentil liegt bei 63.4 resp. 40.8 dB(A), der Maximal- und Minimalwert bei 65.9 resp. 29.1 dB(A).

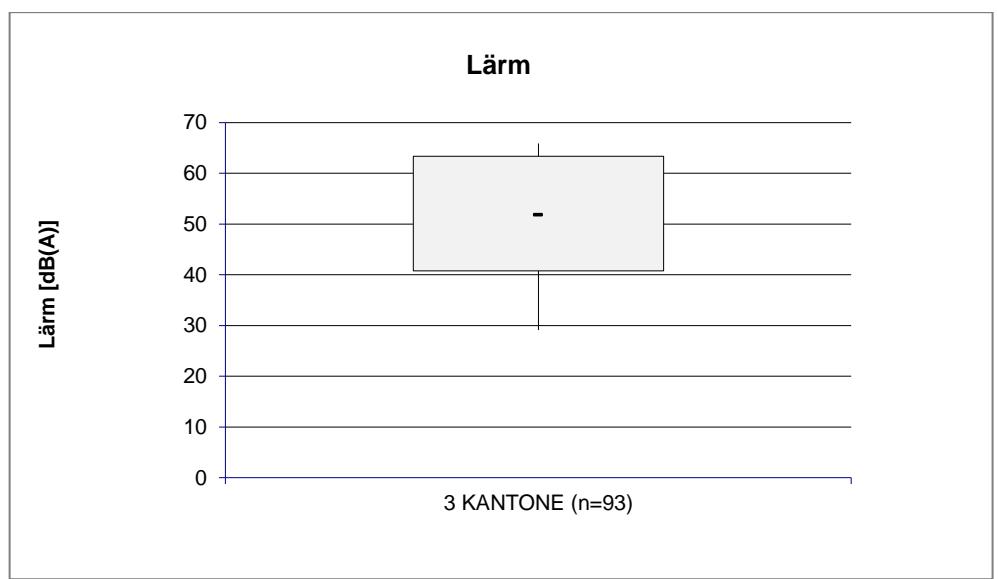


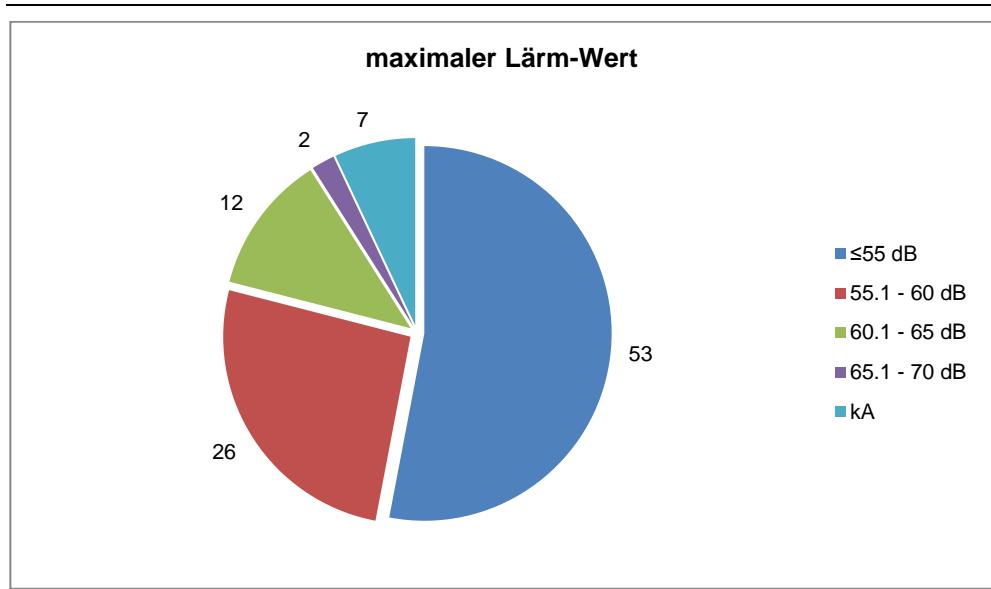
Abb. 6-9: Statistische Auswertung ermittelten maximalen Lärm-Werten (3 Kantone).

Die Box entspricht dem 5% bzw. 95% Perzentil, die Strichenden dem Minimal- bzw. Maximalwert und der Querstrich dem 50% Perzentil.

	maximale Lärm-Werte				
	Min	5%	50%	95%	Max
Alle Objekte (n=93)	29.1	40.8	51.8	63.4	65.9

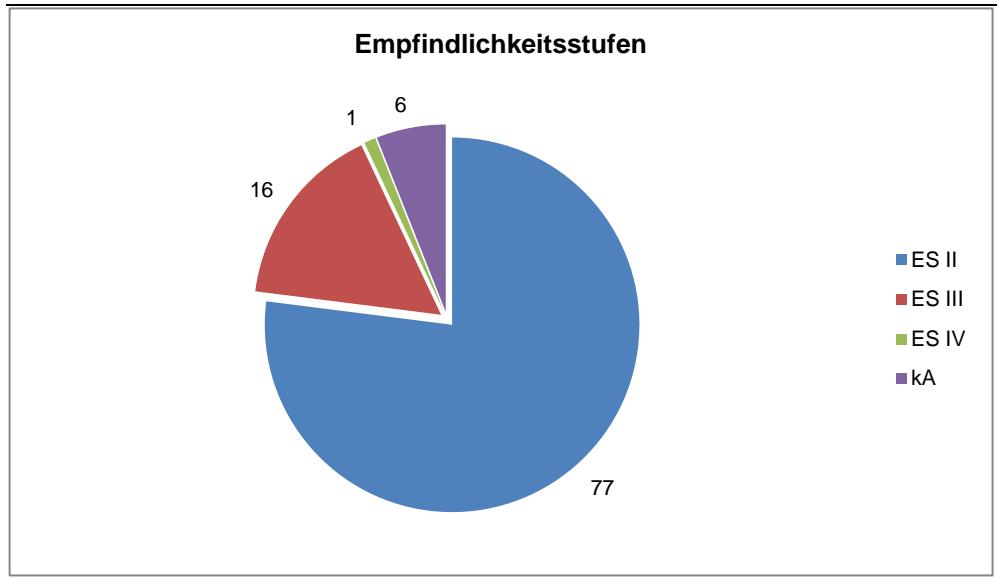
**Tab. 6-5: Zusammenstellung der maximalen Lärm-Werten (alle 3 Kantone).**  
Spaltenbeschriftung → Min: Minimum; 5%: 5% Perzentil; 50%: 50% Perzentil; 95%: 95% Perzentil; Max: Maximum

Bei 93 von 100 untersuchten Objekten konnte ein Lärmbelastungswert an der Fassade ermittelt werden. Bei 7 Objekten konnte kein Wert ermittelt werden weil keine Werte in der sonBASE-Datenbank enthalten sind. Bei 53 Objekten liegt der maximale Lärm-Wert unter 55 dB(A). Bei 26 Objekten liegt er zwischen 55.1 und 60 dB(A), bei 12 Objekten zwischen 60.1 und 65 dB(A) und bei zwei Objekten zwischen 65.1 und 70 dB(A) (Abb. 6-10).



**Abb. 6-10: Anzahl Objekte pro Lärm-Kategorie**  
Ein Objekt wird anhand seines maximalen Lärm-Wertes einer Kategorie zugewiesen.

Bei 94 von 100 untersuchten Objekten konnte eine Empfindlichkeitsstufe ermittelt werden. Davon sind 77 Objekte der Empfindlichkeitsstufe II (ES II), 16 Objekte der Empfindlichkeitsstufe III und 1 Objekt der Empfindlichkeitsstufe IV zugewiesen. Bei 6 Objekten konnte keine Empfindlichkeitsstufe ermittelt werden (Abb. 6-11).



**Abb. 6-11: Anteil Schulhäuser in Empfindlichkeitsstufe II, III und IV.**  
ES II – ES IV = Empfindlichkeitsstufe II – IV. kA = keine Angaben

## 6.8 Asbest

Von den 100 untersuchten Objekten liegt in 75 Objekten ein Verdacht auf mindestens ein Asbestvorkommen vor. Bei 14 Objekten wurden Bauteile der Dringlichkeit I (FACH, 2008) zugeordnet (Tab. 6-6).

Dringlichkeitsstufe nach FACH	Anzahl erhabene Objekte	Anzahl Verdachtsmomente
Dringlichkeit I	14	22
Dringlichkeit II	31	50
Dringlichkeit III	73	281
Ohne Verdachtsmomente	25	

**Tab. 6-6: Übersicht Anzahl Objekte mit Asbestverdacht und Anzahl Verdachtsmomente.**

Bei Produkten mit Verdacht auf festgebundener Asbest handelt es sich meist um Kleber von Wandplatten (122 Verdachtsfälle), Kleber von Bodenplatten (117 Verdachtsfälle), Kleber von PVC Bodenbelägen und PVC Bodenbeläge an sich (je 24 Verdachtsfälle), Akustikdeckenplatten (20 Verdachtsfälle), Kleber von Linoleumbodenbelägen (17 Verdachtsfälle) sowie den Kitt von Holzfenstern (14 Verdachtsfälle). Verdacht auf schwachgebundenen Asbest wurde vor allem bei Akustikdeckenplatten aufgenommen (20 Verdachtsfälle) (Tab. 6-7).

Bauteile mit Verdachtsmoment	Asbest-bindung	Sanierungs-dringlichkeit	Anzahl erhobene Verdachtsgemomente
Abwasserrohre	FG	II	1
Akustikdeckenplatten	SG	I	20
Boiler: Kartonisolierung	SG	II	1
Boiler: Durchlauferhitzer	SG	II	1
CV Bodenbelag	FG	II	2
Deckenputz	SG	I	2
Elektrotableau	FG	II	1
Kitt Holzfenster (innen)	FG	II	14
Kitt Holztür (innen)	FG	II	2
Kitt Metallfenster (innen)	FG	II	1
Kleber Bodenplatten	FG	III	117
Kleber CV Bodenbelag	SG	II	2
Kleber Linoleum	FG	III	17
Kleber PVC Bodenbelag	FG	III	24
Kleber Simsplatten	FG	III	2
Kleber Wandplatten	FG	III (1 x II)	122
PVC Bodenbelag	FG	II	24

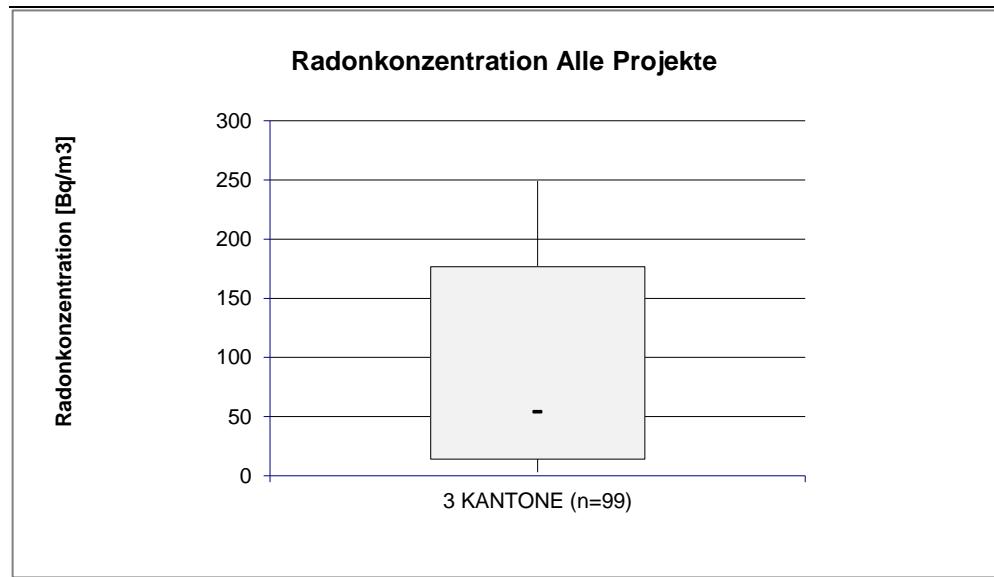
Tab. 6-7 Zusammenstellung aller vorgefundenen Bauteile mit Asbestverdacht.

FG = festgebundener Asbest, SG = schwachgebundener Asbest. Die Dringlichkeit wurde gemäss FACH (FACH, 2008) abgeschätzt.

## 6.9 Radon

Bei 99 von 100 untersuchten Objekten konnte ein Radonwert gemessen werden. Eines der gesetzten Radondosimeter ist verlorengegangen (SH100). Da bereits die reguläre Messung zu einem sehr späten Zeitpunkt stattfand, wurde aus Termingründen auf eine Nachmessung verzichtet.

Der Median der gemessenen Radonkonzentrationen liegt bei 54 Bq/m<sup>3</sup> (Abb. 6-12, Tab. 6-8). 90% der Werte liegen zwischen 14 und 177 Bq/m<sup>3</sup>. Der Maximalwert liegt bei 249 Bq/m<sup>3</sup> (SH45).



**Abb. 6-12: Statistische Auswertung aller gemessener Radonkonzentrationen (3 Kantone).**  
Die Box entspricht dem 5% bzw. 95% Perzentil, die Strichenden dem Minimal- bzw. Maximalwert und der Querstrich dem 50% Perzentil.

	Radon				
	Min	5%	50%	95%	Max
Alle Objekte (n=99)	3	14	54	177	249

**Tab. 6-8 Zusammenstellung der Radonkonzentrationen aus 3 Kantonen**  
Spaltenbeschriftung → Min: Minimum; 5%: 5% Perzentil; 50%: 50% Perzentil; 95%: 95% Perzentil; Max: Maximum

## 6.10 Lehrerbefragung

### 6.10.1 Belegung

Die Klassenzimmer waren an den vier Morgen durchschnittlich mit 20 (Median) Personen belegt, an den Nachmittag (Ausnahme Mittwoch Nachmittag) durchschnittlich mit 12 bis 16 Personen (Abb. 6-13).

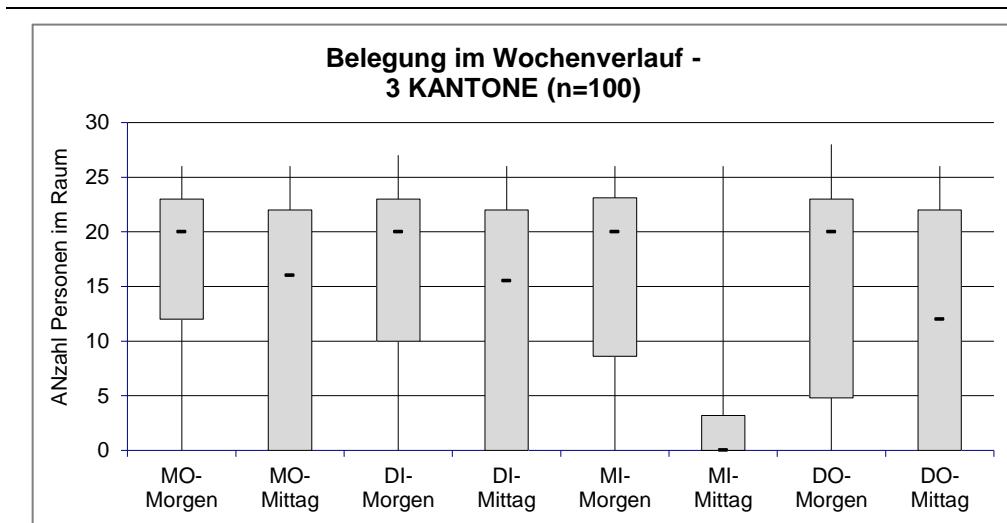


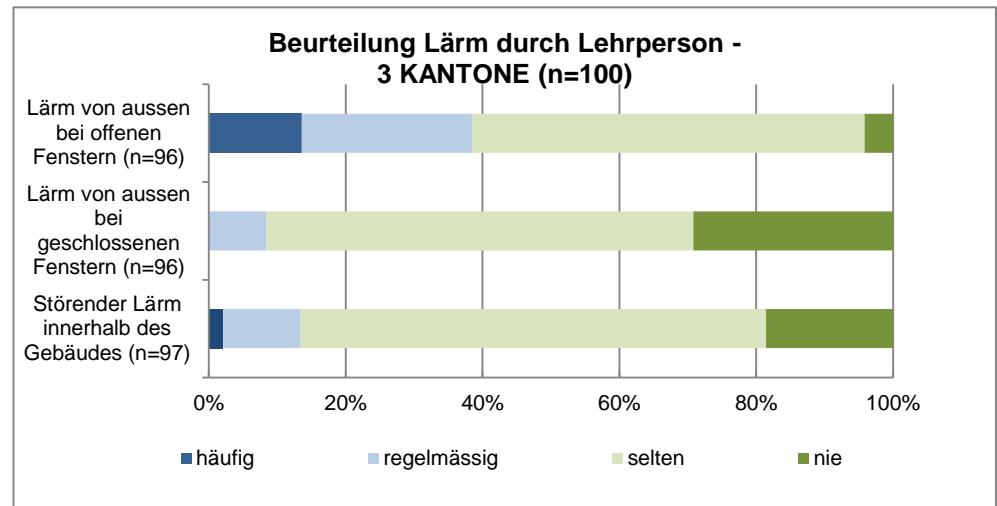
Abb. 6-13: Statistische Auswertung der Belegung nach Angaben aus Belegungsprotokoll.  
Die Box entspricht dem 10% bzw. 90% Perzentil, die Strichenden dem Minimal- bzw. Maximalwert und der Querstrich dem 50% Perzentil.

### 6.10.2 Lärm

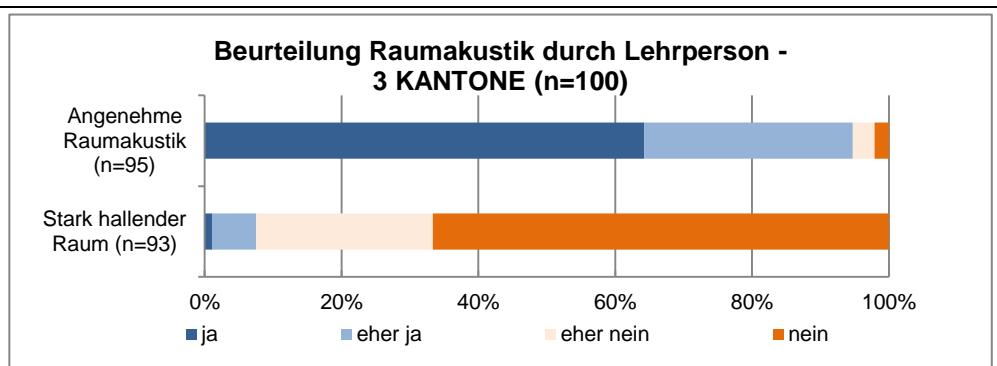
Bei Lärm von aussen bei offenen Fenstern fühlen sich 14% häufig, 25% regelmässig, 57% selten und 4% nie gestört (Abb. 6-14). Bei geschlossenen Fenstern sind es 8% die regelmässig, 63% die selten und 29% die nie gestört werden. Bei Lärm innerhalb des Gebäudes werden 2% häufig, 11% regelmässig, 68% selten und 19% nie gestört.

Die Raumakustik wird von 64% als angenehm, von 31% als eher angenehm, von 3% als eher nicht angenehm und von 2% als nicht angenehm beurteilt (Abb. 6-15).

Auf die Frage, ob der Raum stark hallend sei, antworten 1% mit ja, 6% mit eher ja, 26% mit eher nein und 67% mit nein (Abb. 6-15).



**Abb. 6-14: Auswertung der Befragung der Lehrpersonen bezüglich Lärm.**  
Die Anzahl Lehrpersonen, welche die jeweilige Frage auch wirklich beantwortet haben, ist nach der Frage aufgeführt.



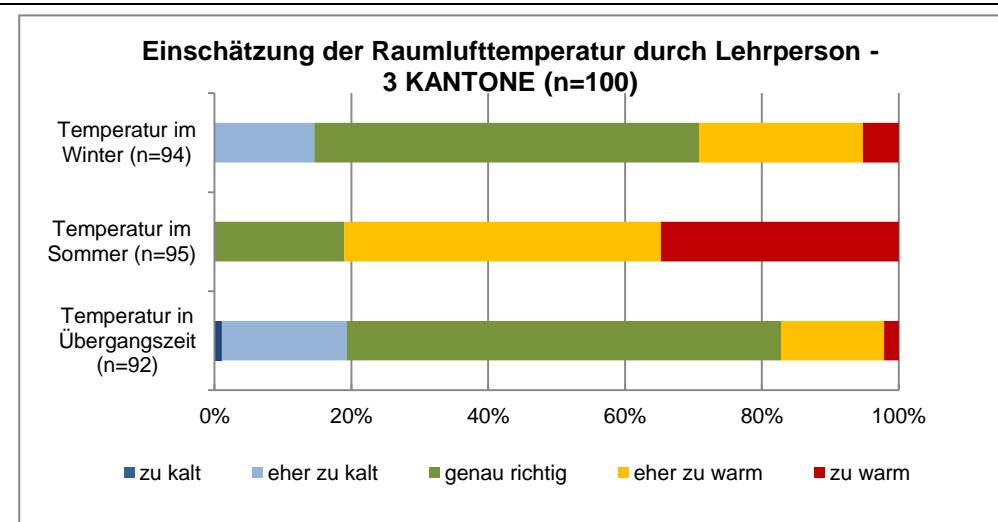
**Abb. 6-15: Auswertung der Befragung der Lehrpersonen bezüglich Raumakustik.**  
Die Anzahl Lehrpersonen, welche die jeweilige Frage auch wirklich beantwortet haben, ist nach der Frage aufgeführt.

### 6.10.3 Klima

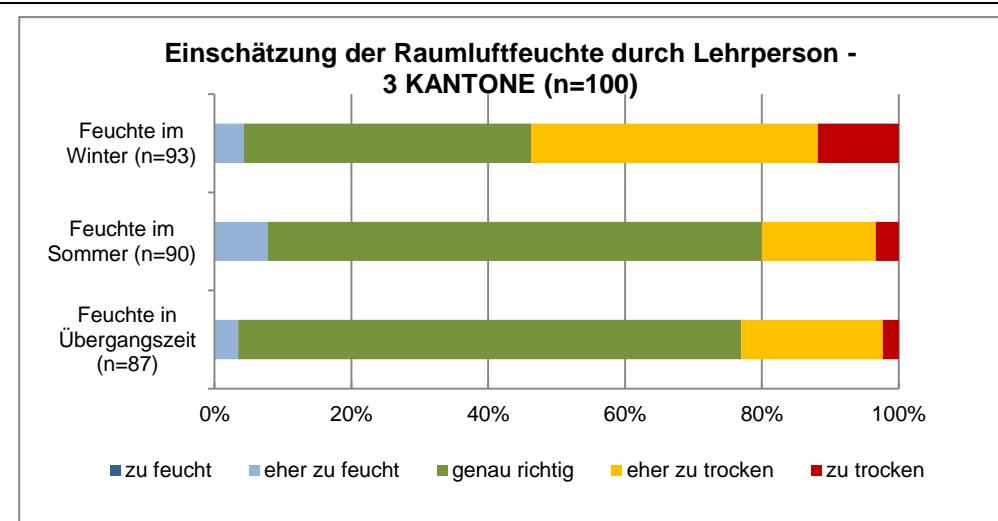
Die Lehrpersonen beantworteten die Frage nach dem Klima wie folgt (Abb. 6-16 und Abb. 6-17):

- Raumlufptemperatur im Winter: 0% zu kalt, 15% eher zu kalt, 57% genau richtig; 24% eher zu warm und 5% zu warm.
- Raumlufptemperatur im Sommer: 0% zu kalt, 0% eher zu kalt, 19% genau richtig; 46% eher zu warm und 35% zu warm.
- Raumlufptemperatur in der Übergangszeit: 1% zu kalt, 18% eher zu kalt, 64% genau richtig; 15% eher zu warm und 2% zu warm.
- Raumlufteuchte im Winter: 0% zu feucht, 4% eher zu feucht, 42% genau richtig; 42% eher zu trocken und 12% zu trocken.

- Raumluftfeuchte im Sommer: 0% zu feucht, 8% eher zu feucht, 72% genau richtig; 17% eher zu trocken und 3% zu trocken.
- Raumluftfeuchte in der Übergangszeit: 0% zu feucht, 3% eher zu feucht, 74% genau richtig; 21% eher zu trocken und 2% zu trocken.

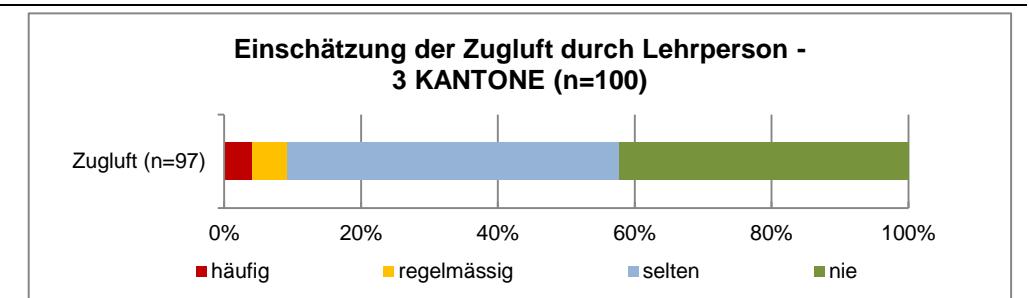


**Abb. 6-16: Auswertung der Befragung der Lehrpersonen bezüglich Raumlufttemperatur.**  
Die Anzahl Lehrpersonen, welche die jeweilige Frage auch wirklich beantwortet haben, ist nach der Frage aufgeführt.



**Abb. 6-17: Auswertung der Befragung der Lehrpersonen bezüglich Raumluftfeuchte.**  
Die Anzahl Lehrpersonen, welche die jeweilige Frage auch wirklich beantwortet haben, ist nach der Frage aufgeführt.

Zugluft wird von 4% häufig, von 5% regelmässig, von 48% selten und 42% nie wahrgenommen (Abb. 6-18).

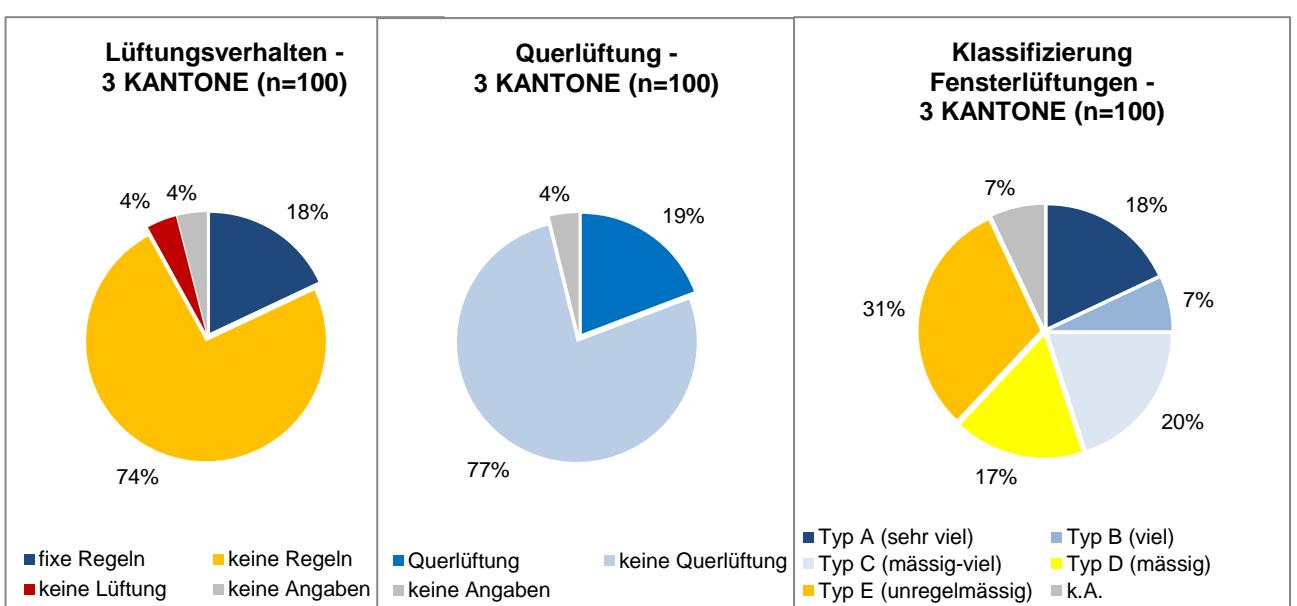


**Abb. 6-18: Auswertung der Befragung der Lehrpersonen bezüglich Zugluft.**  
Die Anzahl Lehrpersonen, welche die jeweilige Frage auch wirklich beantwortet haben, ist nach der Frage aufgeführt.

#### 6.10.4 Lüftungsverhalten

Die Befragung in Bezug auf das Lüftungsverhalten im Klassenzimmer brachte folgendes Resultat (Abb. 6-19):

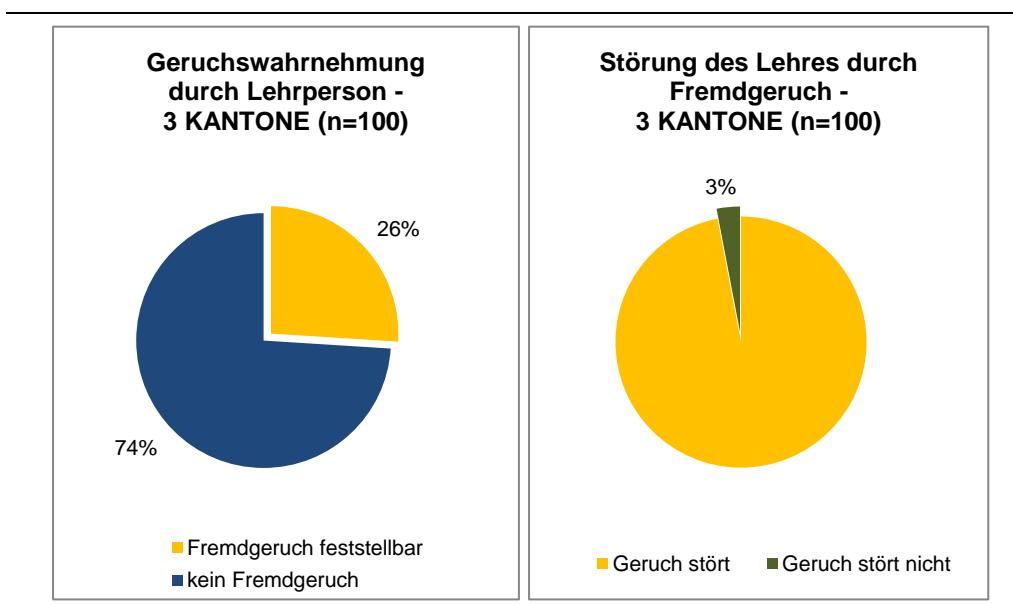
- 74% der Lehrpersonen lüften ohne fixe Regeln, 18% befolgen Regeln und 4% lüften nie (betrifft ausschliesslich Klassenzimmer mit einer RLT-Anlage).
- 19% der Lehrpersonen wenden eine Querlüftung an.
- 45% der Lehrpersonen lüften mässig-viel bis sehr viel. 48% der Lehrpersonen lüften mässig bis unregelmässig.



**Abb. 6-19: Auswertung der Befragung der Lehrpersonen bezüglich Lüftungsverhalten.**

### 6.10.5 Geruch

74% der befragten Lehrpersonen geben an, in ihrem Klassenraum keinen Fremdgeruch festzustellen, 26 % nehmen einen solchen wahr. Wenn ein Fremdgeruch vorhanden ist, wird er von 97 % als störend befunden (Abb. 6-20).



**Abb. 6-20: Auswertung der Befragung der Lehrpersonen bezüglich Geruch.**  
97 Lehrpersonen beantworteten diese Frage.

## 7 Interpretation

### 7.1 Einzelparameter

#### 7.1.1 Kohlendioxid

Die Raumluftqualität in einem genutzten Gebäude soll gemäss (SIA 180, 2014) so sein, dass sie keine Belästigung und keine Gesundheitsgefahr für die Benutzer darstellt. „Insbesondere darf die Konzentration der Schadstoffe ... die Richtwerte in Räumen mit Belegung nicht überschreiten.“ Als Richtwert für die CO<sub>2</sub>-Konzentration wird 1'000 bis 2'000 ppm genannt. Wenn eine RLT-Anlage vorhanden ist, wird die Raumluftqualität gemäss (SIA 382/1, 2014) in vier Klassen eingeteilt (Tab. 7-1).

Kategorie	CO <sub>2</sub> -Pegel [ppm]	Beschreibung
RAL 1	Keine Angaben	hohe Raumluftqualität spezielle Raumluftqualität (z.B. Labor- und Produktionsräume)
RAL 2	<1000	mittlere Raumluftqualität (Räume mit speziellen Anforderungen an Gerüche)
RAL 3	1000 – 1400	mäßige Raumluftqualität (Typische Wohn- und Büroräume)
RAL 4	>1400	niedrige Raumluftqualität (Lagerräume, Korridore, Räume, in denen geraucht wird)

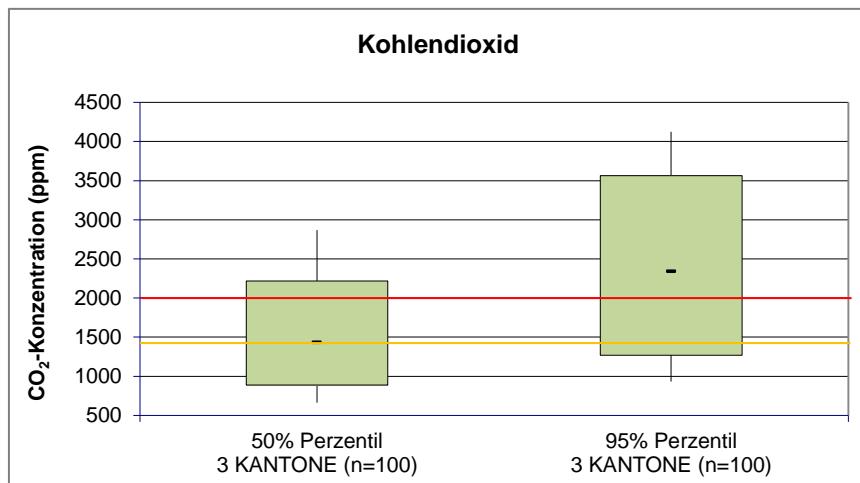
Tab. 7-1: Klassifizierung der CO<sub>2</sub>-Pegel nach SIA 382/1:2014

Ausgehend von den zwei genannten SIA-Normen und der Beurteilung des Bundesamt für Gesundheit werden die CO<sub>2</sub>-Konzentrationen in den untersuchten Schulzimmern nach (Tab. 7-2) bewertet:

CO <sub>2</sub> -Konzentration (ppm)	Beurteilung für Klassenzimmer
<1000	hervorragend
1001-1400	gut
1401-2000	ungenügend
>2000	inakzeptabel

Tab. 7-2: Beurteilung der CO<sub>2</sub>-Konzentrationen in Schulräumen

In Abb. 7-1 sind die Übergänge von einer guten zu einer ungenügenden (orange Linie) sowie von einer ungenügenden zu einer inakzeptablen Kohlendioxidkonzentration (rote Linie) den festgestellten Konzentrationen in den untersuchten Schulräumen gegenübergestellt. Dabei gilt die Auswertung des 50% Perzentils als Mass für die durchschnittlich während der Belegung vorherrschenden Konzentrationen und des 95% Perzentils als Mass für die vorherrschenden Maximalkonzentrationen. Etwas mehr als die Hälfte der Schulräume weisen durchschnittliche CO<sub>2</sub>-Konzentrationen von mehr als 1400 ppm auf. Die Maximalkonzentrationen liegen bei mehr als der Hälfte der Schulräume über 2000 ppm.



**Abb. 7-1: Statistische Auswertung aller Kohlendioxidverläufe (3 Kantone) während der effektiven Belegungszeit zusammen mit Abgrenzung zu ungenügender (orange Linie) und inakzeptabler Konzentration (rote Linie).**

Die Box entspricht dem 5% bzw. 95% Perzentil, die Strichenden dem Minimal- bzw. Maximalwert und der Querstrich dem 50% Perzentil. Die Auswertung des 50% Perzentils gibt Auskunft über die mittlere CO<sub>2</sub>-Konzentration während der Belegung, die Auswertung des 95% Perzentils gilt als Mass für die Maximalkonzentrationen während der Belegung der Räume.

In obiger Grafik wird die Zeitdauer, wie lange eine hohe CO<sub>2</sub>-Konzentration in den Schulräumen vorliegen, nicht abgebildet. Dazu werden in Abb. 7-2 die Zeitanteile aller 100 Schulräume dargestellt, in denen sie in der entsprechenden Beurteilungsklasse nachgewiesen werden. In 20% der belegten Zeit werden CO<sub>2</sub>-Konzentrationen in einem inakzeptablen Bereich nachgewiesen, in 28% der Zeit liegen die Konzentrationen in einem ungenügenden Bereich. Gut oder hervorragende CO<sub>2</sub>-Konzentration werden zeitlich gesehen in 51% nachgewiesen, wobei wirklich hervorragende CO<sub>2</sub>-Konzentrationen in 27% der Zeit vorliegen.

Über alle Schulräume geben detailliert Abb. 7-3 und Abb. 7-4 Auskunft und in Tab. 7-3 sind die gleichen Resultate tabellarisch zusammengestellt. In 46 Schulräumen liegt die CO<sub>2</sub>-Konzentration während mehr als 50% der Zeit unter 1400 ppm (Beurteilungsklasse hervorragend bis gut). In 10 Schulräu-

men liegt sie während mehr als 90% der Zeit unter 1400 ppm. Umgekehrt werden in 9 Schulräumen CO<sub>2</sub>-Konzentrationen während mehr als 50% der Zeit über 2000 ppm (Beurteilungsklasse inakzeptabel) nachgewiesen.

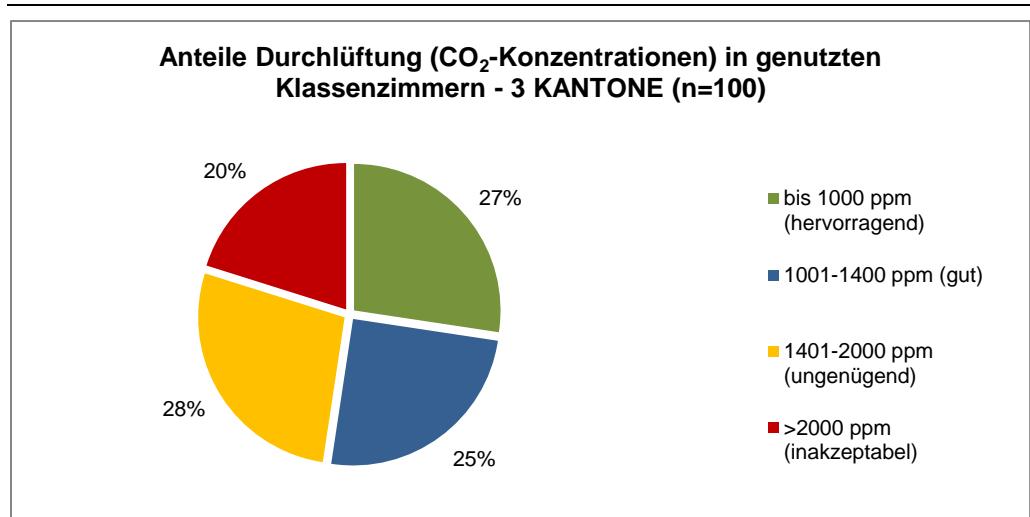


Abb. 7-2: Zusammengefasste Zeitanteile während der effektiven Belegungszeit in allen 100 untersuchten Schulräumen, in denen CO<sub>2</sub>-Konzentrationen in den entsprechenden Beurteilungsklassen nachgewiesen werden.

	>5%	>10%	>20%	>30%	>40%	>50%	>60%	>70%	>80%	>90%	>95%
Anzahl Beurteilungsklasse inakzeptabel	76	65	40	28	18	9	6	2	1	1	0
Anzahl Beurteilungsklasse hervorragend bis gut	99	98	90	77	63	46	32	22	15	10	7

Tab. 7-3: Zusammenstellung der Anteile an Schulräumen, in denen die CO<sub>2</sub>-Konzentration in der entsprechenden Beurteilungsklasse den entsprechenden Zeitanteilen (%) entspricht.  
Diese Zusammenstellung entspricht den beiden untenstehenden Abbildungen (Abb. 7-3 und Abb. 7-4).

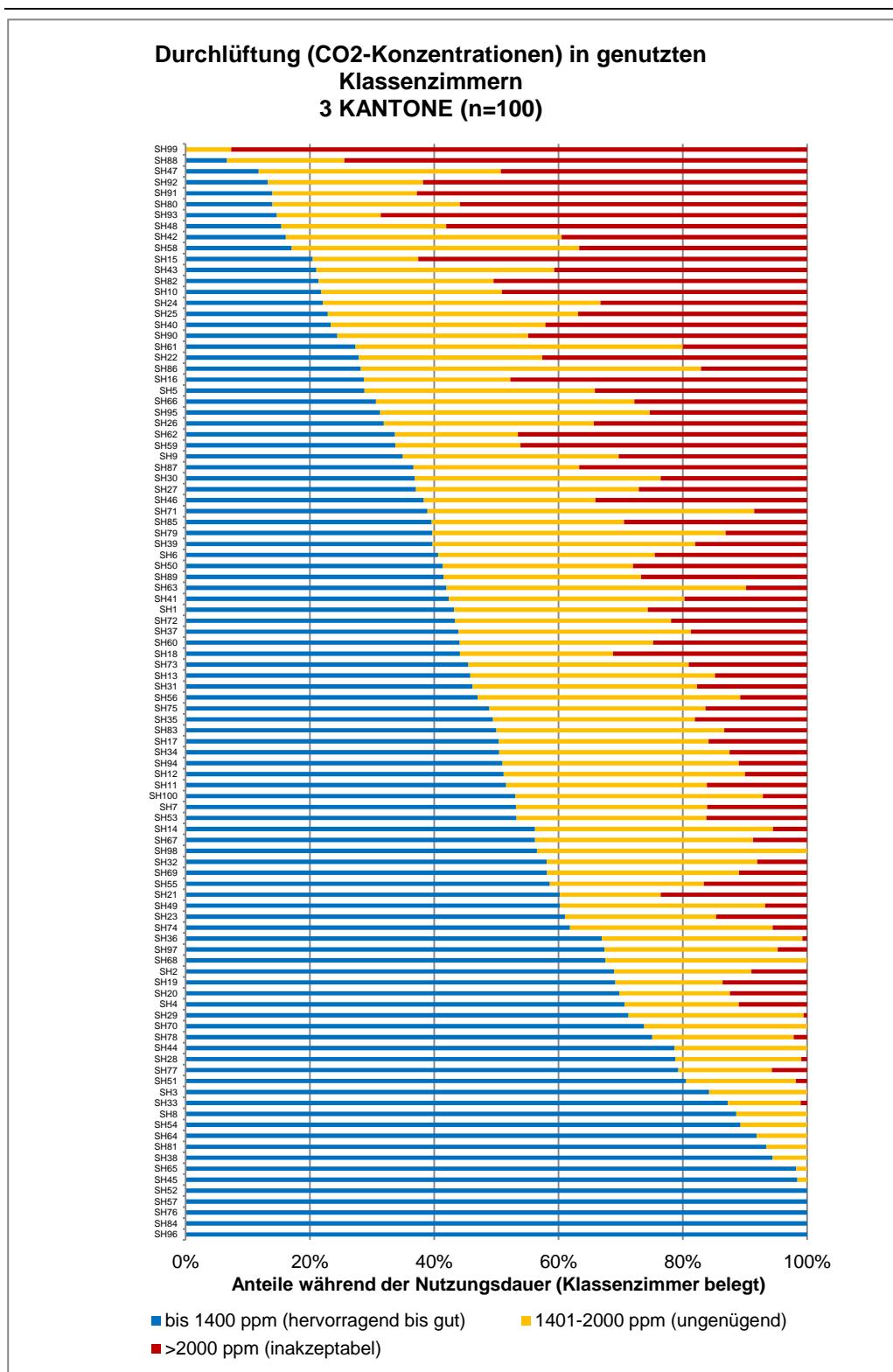


Abb. 7-3: Zeitanteile während der effektiven Belegungszeit in allen 100 untersuchten Schulräumen, in denen CO<sub>2</sub>-Konzentrationen in den entsprechenden Beurteilungsklassen nachgewiesen werden (sortiert nach hervorragend bis gut).

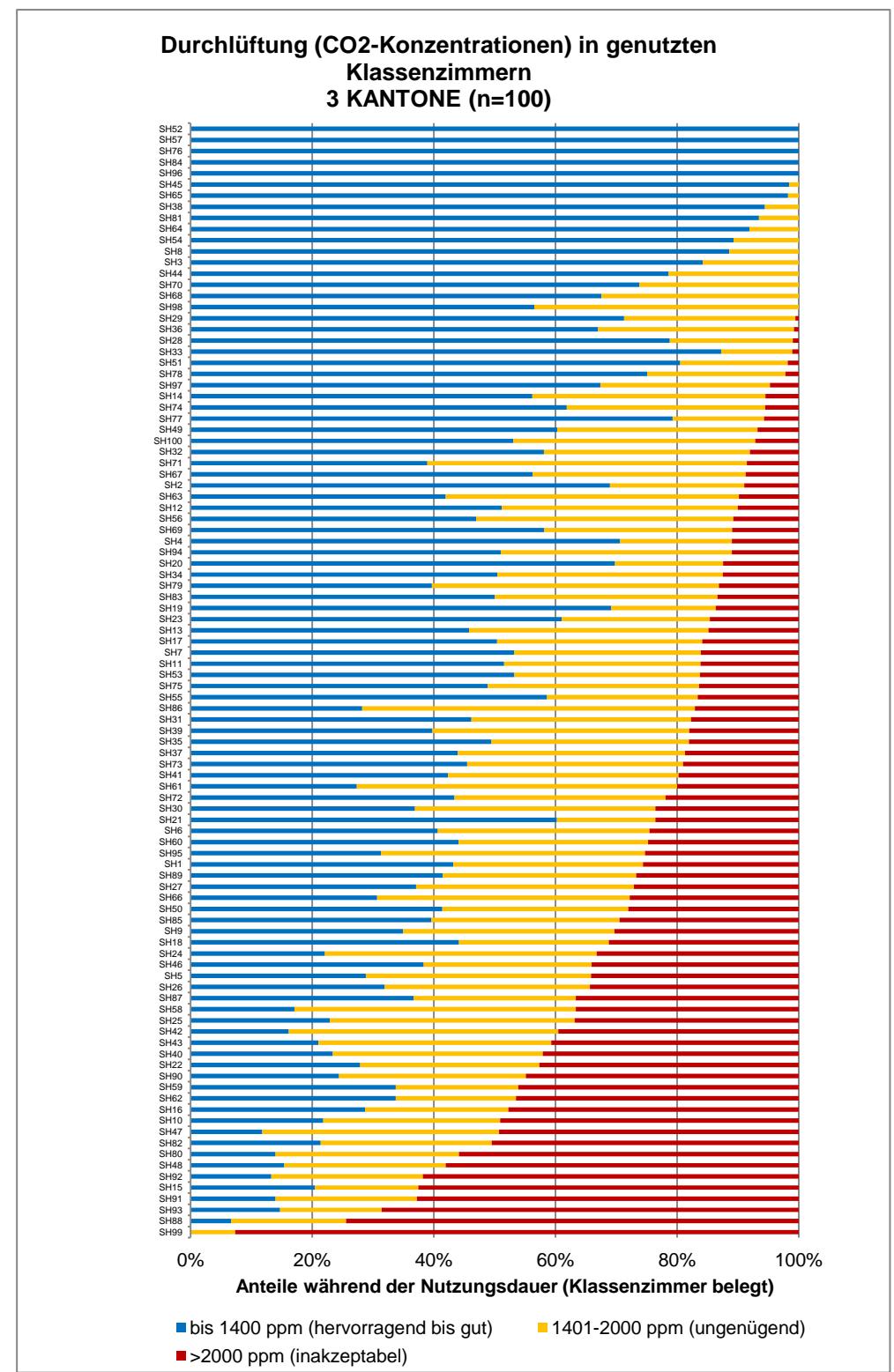


Abb. 7-4: Zeitanteile während der effektiven Belegungszeit in allen 100 untersuchten Schulräumen, in denen CO<sub>2</sub>-Konzentrationen in den entsprechenden Beurteilungsklassen nachgewiesen werden (sortiert nach inakzeptabel).

### 7.1.2 Raumlufttemperatur und -feuchte

Der zulässige Bereich der empfundenen Temperatur soll gemäss SIA-Norm (SIA 180, 2014) je nach Aussenlufttemperatur im Bereich zwischen minimal 20.5 und maximal 26.5 °C liegen (Abb. 7-5). Die obere und untere Temperaturgrenze im Innenraum ist abhängig von der Aussenlufttemperatur (gleitender Mittelwert über 48 Stunden). Im Winter werden weniger hohe Raumtemperaturen toleriert als im Sommer. Bis 12 °C liegt die obere Grenze bei 24.5 °C. Die Aussenlufttemperaturen (gleitender Mittelwert über 48 Stunden) liegen bei allen 100 Messungen unterhalb von 12 °C.

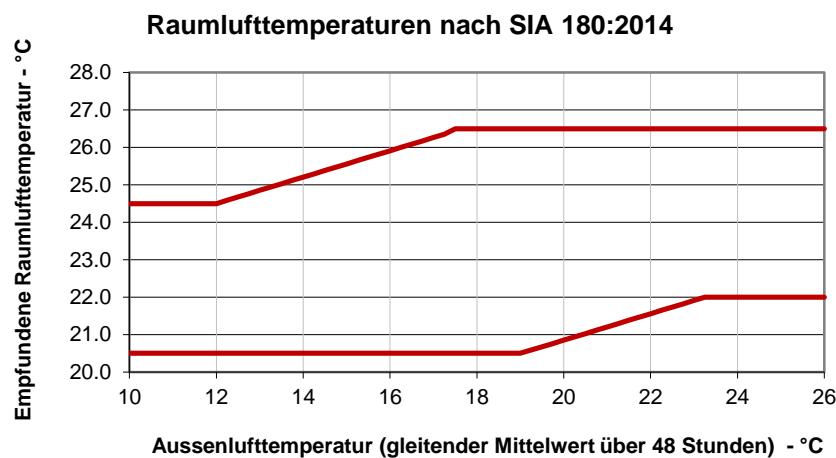


Abb. 7-5: Bereich der Raumlufttemperatur in Abhängigkeit der Aussenlufttemperatur gemäss SIA 180:2014

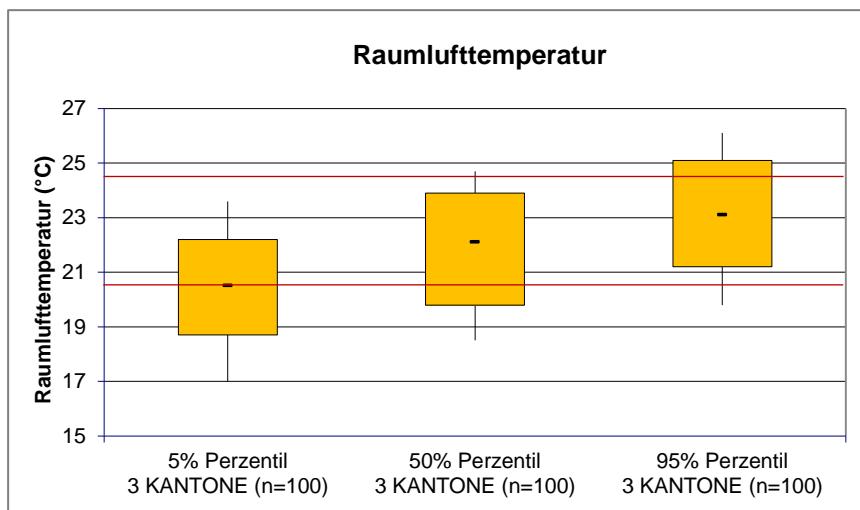


Abb. 7-6: Statistische Auswertung aller Raumlufttemperaturverläufe (3 Kantone) während der effektiven Belegungszeit zusammen mit oberer und unterer Temperaturgrenze nach SIA 180:2014.

Die Box entspricht dem 5% bzw. 95% Perzentil, die Strichenden dem Minimal- bzw. Maximalwert und der Querstrich dem 50% Perzentil. Die Auswertung des 50% Perzentils gibt Auskunft über die mittlere Raumlufttemperatur während der Belegung, die Auswertung des 95% Perzentils resp. 5% Perzentils gilt als Mass für die Maximal- resp. Minimaltemperatur während der Belegung der Räume.

Insgesamt werden im Vergleich zur Vorgabe SIA 180:2014 eher zu tiefe Raumlufttemperaturen während der effektiven Belegung als zu hohe festgestellt (Abb. 7-6). Bei den 50% Perzentilen liegen 7 Räumen unterhalb von 20.5 °C und 1 Raum oberhalb von 24.5 °C (Tab. 7-4). In einem Raum (SH31) liegt die gemessene Maximaltemperatur unterhalb von 20.5 °C.

	MIN	5%	10%	25%	50%	75%	90%	95%	MAX
ANZAHL unterhalb 20.5°C	78	47	35	17	7	5	3	2	1
ANZAHL oberhalb 20.5°C	22	53	65	83	93	95	97	98	99
ANZAHL unterhalb 24.5°C	100	100	100	100	99	96	90	79	75
ANZAHL oberhalb 24.5°C	0	0	0	0	1	4	10	21	25

Tab. 7-4: Anzahl Räume, die den vorgegebenen Bedingungen in den einzelnen Kategorien (Perzentilwerte) entsprechen.

Blau eingefärbt: Anzahl Räume, deren Raumlufttemperaturen in den entsprechenden Kategorien unterhalb von 20.5 °C liegen; rot eingefärbt: Anzahl Räume, deren Raumlufttemperaturen oberhalb von 24.5 °C liegen; Box: Anzahl Unter- und Überschreitungen bezogen auf das 50% Perzentil.

Bezüglich Untergrenze Feuchte sind normative Empfehlungen in den beiden SIA-Normen (SIA 382/1, 2014) und (SIA 180, 2014) zu finden. Wenn eine Lüftungsanlage (ohne Befeuchtung) installiert ist, darf gemäss SIA 382/1:2014 die untere Grenze der absoluten Raumluftfeuchte<sup>2</sup> (5 g/kg) während maximal 10% der Nutzungszeit eines mittleren Jahres unterschritten werden. Gemäss SIA180:2014 darf in beheizten oder mechanisch belüfteten Räumen in Höhenlagen<sup>3</sup> bis 800 m die relative Raumluftfeuchte eine Grenze von 30% während maximal 10% der jährlichen Nutzungszeit unterschreiten.

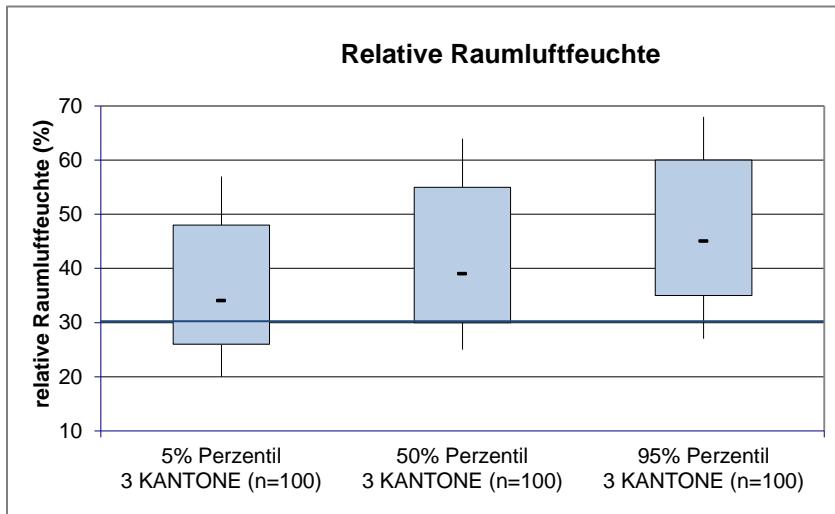
Bezogen auf das 50% Perzentil liegt die relative Raumluftfeuchte in 4 von 100 untersuchten Schulzimmern unterhalb von 30%<sup>4</sup> (Abb. 7-7, Tab. 7-5). In diesen 4 Räumen (SH38, SH57, SH65, SH96<sup>5</sup>) liegen die 50% Perzentilen der Raumlufttemperaturen mit 23.2 bis 24.7 °C deutlich über dem Median aller 100 untersuchten Räumen von 22.1 °C. Die tieferen Raumluftfeuchten lassen sich mit den höheren Raumlufttemperaturen zumindest teilweise erklären.

<sup>2</sup> Entspricht einer relativen Raumluftfeuchte von 30 % bei 21 °C

<sup>3</sup> Alle untersuchten Schulzimmer liegen unterhalb von 800 m.

<sup>4</sup> In diesem Projekt wurde die Umrechnung auf absolute Raumluftfeuchten nicht durchgeführt.

<sup>5</sup> 2 davon werden mechanisch belüftet.



**Abb. 7-7: Statistische Auswertung aller Raumlufthefeverläufe (3 Kantone) während der effektiven Belegungszeit zusammen mit unterer Feuchtegrenze.**

Die Box entspricht dem 5% bzw. 95% Perzentil, die Strichenden dem Minimal- bzw. Maximalwert und der Querstrich dem 50% Perzentil. Die Auswertung des 50% Perzentils gibt Auskunft über die mittlere Raumluftfeuchtigkeit während der Belegung, die Auswertung des 95% Perzentils resp. 5% Perzentils gilt als Maß für die Maximal- resp. Minimalfeuchtigkeit während der Belegung der Räume.

	MIN	5%	10%	25%	50%	75%	90%	95%	MAX
ANZAHL unter 30%	39	26	20	11	4	3	3	3	0
ANZAHL über 30%	61	74	80	89	96	97	97	97	100

**Tab. 7-5: Anzahl Räume, die den vorgegebenen Bedingungen in den einzelnen Kategorien (Perzentilwerte) entsprechen.**

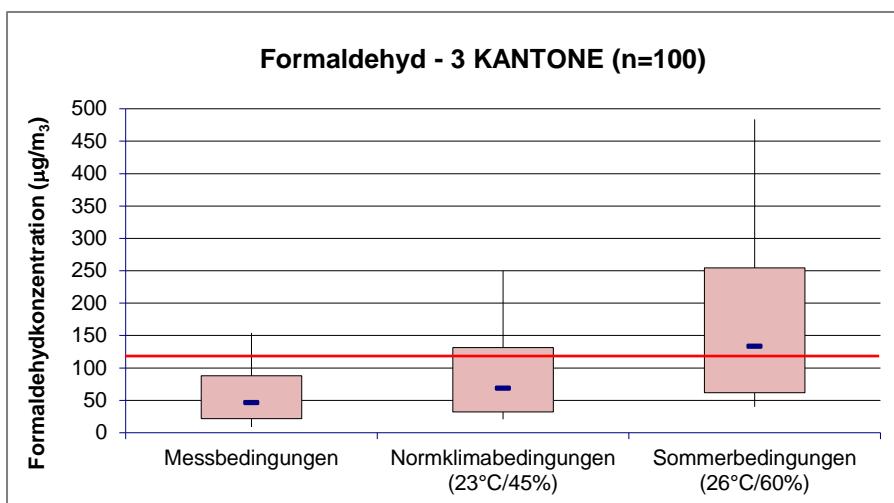
Blau eingefärbt: Anzahl Räume, deren Raumluftfeuchten in den entsprechenden Kategorien unterhalb von 30% liegen; Box: Anzahl Unter- und Überschreitungen bezogen auf das 50% Perzentil.

### 7.1.3 Formaldehyd

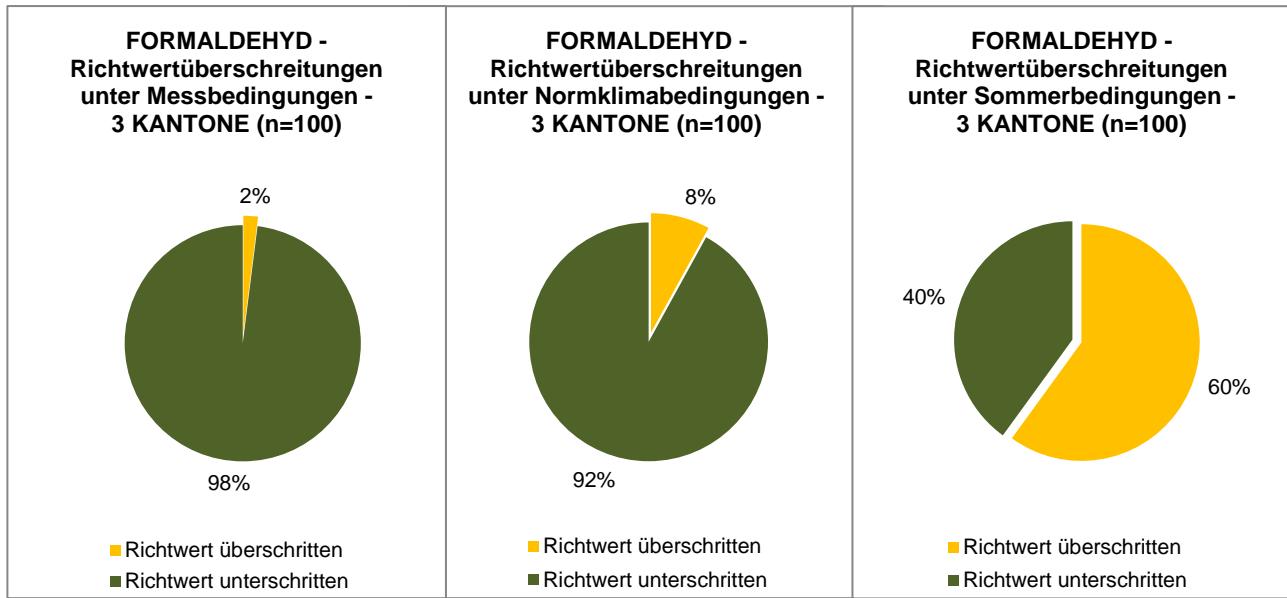
Das Bundesamt für Gesundheit (BAG, 2010) empfiehlt für Formaldehyd einen Richtwert von 0.1 ppm (entspricht 120 µg/m<sup>3</sup> bei 20°C). Dieser Richtwert ist als Schwelle zu einer Gesundheitsgefährdung zu verstehen. Ist er überschritten, sollen umgehend Massnahmen zur Senkung der Belastung getroffen werden. Die unter den angetroffenen Klimabedingungen nachgewiesenen Formaldehydkonzentrationen liegen mit Ausnahme von 2 Schulzimmern alle unterhalb des Richtwerts.

Formaldehydemissionsraten sind unter anderem abhängig von der Temperatur und von der Luftfeuchte. Im Merkblatt der DGfH (Marutzki, 1993) wird die Umrechnung von Formaldehydkonzentrationen unter Messbedingungen auf Bezugsbedingungen (23 °C; 45 %rF) mittels der umgeformten Andersen-Formel empfohlen. Mit der Umrechnung auf das Normklima wird die über ein Jahr zu erwartende durchschnittliche Formaldehydkonzentration geschätzt.

Die Sommerbedingungen<sup>6</sup> entsprechen dagegen Extremwerten. Für Spanplatten stimmt die Berechnung gut mit der realen Situation überein. Andere Holzwerkstoffe mit einer Formaldehyd-Harz-Verleimung können auf Klimaveränderungen verschieden reagieren. In diesem Fall sind die Berechnungen als grobe Orientierung anzusehen.



**Abb. 7-8: Statistische Auswertung aller unter Messbedingungen nachgewiesener Formaldehydkonzentrationen (3 Kantone) sowie die auf Normklima- und Sommerbedingungen umgerechneten Werte zusammen mit Richtwert.**  
Die Box entspricht dem 5% bzw. 95% Perzentil, die Strichenden dem Minimal- bzw. Maximalwert und der Querstrich dem 50% Perzentil.



**Abb. 7-9: Anzahl Schulzimmer mit Richtwertüberschreitungen unter angetroffenen Messbedingungen, berechneten Normklimabedingungen (23°C/45%) und Sommerbedingungen (26°C/60%).**

<sup>6</sup> Beruhend auf Auslegungskriterien der SIA 382/1: 2007

Werden die Formaldehydkonzentrationen auf das Normklima (23°C/45%) umgerechnet, so erhöht sich der Anteil an Richtwertüberschreitungen im ungelüfteten Zustand auf 8 Schulzimmer. Unter Sommerbedingungen (Annahme 26°C/60%) würde der Anteil auf 60 Schulzimmer steigen (Abb. 7-8 und Abb. 7-9).

#### 7.1.4 Feuchteprobleme

Gemäss BAG-Wegleitung (BAG, 2009) werden Feuchteprobleme anhand im Raum vorhandener sichtbarer Schadenstellen und/oder anhand des Raumgeruchs in drei Klassen eingeteilt (siehe dazu Anhang Seite 106 Tab. 9-1).

In den 100 untersuchten Schulzimmern werden in 8 Zimmern Feuchteprobleme der Kategorie 0 und in 2 Zimmern der Kategorie 1 festgestellt (Tab. 7-6). Bei der Kategorie 0 handelt es sich in 4 Fällen um kleinere sichtbare Wasserschäden sowie 4 nicht eruierbare sichtbare Schäden. Bei der Kategorie 1 wurde in einem Fall Oberflächenkondensation festgestellt, im anderen Fall ein Wasserschaden.

Kategorie	Schulzimmer	Korridor	WC
0	8	5	6
1	2	1	2
2	0	0	0

Tab. 7-6: Anzahl von identifizierten Feuchteproblemen pro Kategorie.  
Entspricht der Grafik Abb. 6-6 auf Seite 23.

Im Korridor liegen 5 identifizierte Feuchteprobleme der Kategorie 0 und 1 der Kategorie 1 vor. In einem Fall kann die Ursache nicht eruiert werden, in allen andern Fällen liegen Wasserschäden vor. 6 Feuchteprobleme der Kategorie 0 und 2 der Kategorie 1 werden in den WC-Anlagen angetroffen. Bei der Kategorie 0 handelt es sich um 4 kleinere Wasserschäden, um eine Oberflächenkondensation und um einen nicht eruierbaren Fall. Kategorie 1 wird in einem Wasserschaden- und einem nicht eruierbaren Fall angetroffen. Kategorie 2 wird in keinem der untersuchten Räume festgestellt.

Die Frage stellt sich, ob in den Objekten mit Kategorie 1 ein Handlungsbedarf notwendig ist. Betroffen sind 3 unterschiedliche Objekte. In einem Pavillon werden Wasserschäden sowohl im Klassenzimmer als auch im Korridor und WC angetroffen. Bezuglich Objektschutz kann ein Handlungsbedarf abgeleitet werden, bezüglich Gesundheitsvorsorge kaum, da weder über einen Geruch geklagt noch ein Schimmelpilzbefall vorliegt. Auch ist nicht klar, wann es zu den Verfärbungen kommt. Im zweiten Objekt liegt ein Wasserschaden im WC vor. Auch hier liegt kein Schimmelpilzbefall und die bei der

Verfärbung könnte es sich um ein länger zurückliegendes Einzelergebnis handeln. Deshalb kann kein Handlungsbedarf abgeleitet werden (mit Ausnahme des Objektschutzes). Beim dritten Objekt handelt es sich um ein älteres Schulgebäude, welches 2000 saniert wurde. Es ist in die Gruppe ALTBAU DICHT eingeteilt. Im Schulzimmer ist Oberflächenkondensation mit sichtbarer Schimmelpilzbildung in einer Ecke der Außenwand (hinter Lagermaterial) vorhanden. Gesundheitliche Beschwerden sind zwar keine vorhanden, doch wird sowohl von der Lehrperson als auch vom Probennehmer ein störender Geruch (feucht) wahrgenommen. Das 50% Perzentil der relativen Luftfeuchte liegt in diesem Raum (während der belegten Zeit) bei 58 % bei einer Raumlufttemperatur von 22.1 °C. Der Zeitanteil der CO<sub>2</sub>-Konzentration in der Beurteilungsklasse inakzeptabel liegt bei 45%. Als Grund für die Schimmelpilzbildung ist deshalb eine Kombination von ungenügender Lüftung, einer daraus resultierenden hohen Raumluftfeuchte und mangelnder Dämmung (kalte Innenoberfläche) wahrscheinlich. Hier wird aufgrund des beanstandeten Geruchs ein Handlungsbedarf abgeleitet.

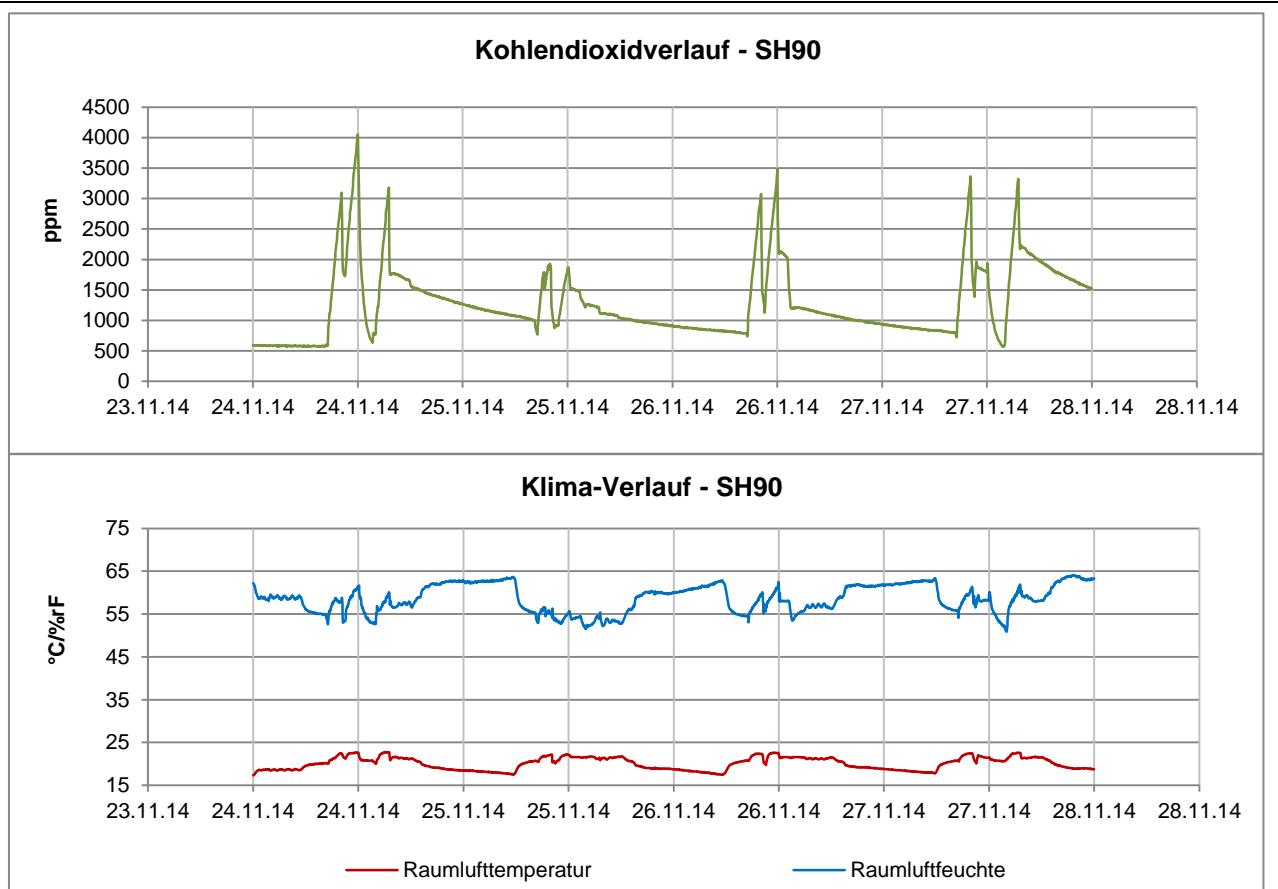


Abb. 7-10: Verlauf der CO<sub>2</sub>-Konzentration, Raumlufttemperatur und -feuchte im Schulzimmer mit festgestelltem Schimmelpilzbefall der Kategorie 1.

### 7.1.5 Geruch

Der am Morgen im ungelüfteten Zustand bei Eintritt in das Schulzimmer vorliegende Geruch wurde durch den Probennehmer beurteilt und benotet (siehe dazu auch Abb. 6-7 auf Seite 24). In 7 Schulräumen wird der Geruch als störend (Note 3) und in 2 Schulzimmer als stark störend (Note 2) bewertet.

Objekt	Geruchsnote	Subjektiver Geruchscharakter
SH10	2	muffig-chemisch
SH94	2	chemisch stechend
SH21	3	chemisch KS
SH27	3	chemisch seltsam
SH40	3	KS übel
SH48	3	Kunststoff
SH79	3	undefiniert
SH90	3	muffig-feucht
SH99	3	eigenartig

Tab. 7-7: Subjektiver Geruchscharakter bei den 9 Schulzimmern mit störendem bis stark störendem Geruch.

In 6 der 9 Fälle wird der Geruch als chemisch und/oder nach Kunststoffen beschrieben. In den anderen Fällen ist er eigenartig, undefiniert oder muffig-feucht. Ein typischer Teer-Geruch<sup>7</sup> wird in keinem der 100 untersuchten Schulräume festgestellt.

### 7.1.6 Stickoxide

Die Stickstoffdioxidkonzentrationen im **Aussenraum** liegen ausnahmslos höher als die entsprechenden Werte im Innenraum (Abb. 9-5).

Die gesetzliche Grundlage für Immissionsgrenzwerte von Stickstoffdioxiden in der Aussenluft bildet die Luftreinhalte-Verordnung. Der festgehaltene Immissionsgrenzwert für Stickstoffdioxid in der Aussenluft liegt bei  $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$  als Jahresmittelwert (LRV, 2010). Um eine Einschätzung zu machen, ob eine Fensterlüftung möglich oder nicht möglich bzw. nicht empfohlen ist, wurde nach SIA 382/1, Kapitel 4.2.2.6 (SIA 382/1, 2014) vorgegangen. Um die Qualität der Aussenluft zu beurteilen, wurden die gemessenen Stickstoffdioxidkonzentrationen in der Aussenluft beigezogen. Von diesen Messwerten liegen 19 über  $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Gemäss SIA 382/1:2014 (SIA 382/1, 2014) darf für die Empfehlung einer Fensterlüftung die Stickstoffdioxidkonzentration im Jahresdurchschnitt jedoch nicht über  $45 \mu\text{g}/\text{m}^3$  liegen. Bzw.

<sup>7</sup> Früher verwendete Teeröle können die Raumluft nachhaltig mit flüchtigen PAKs (polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe) belasten.

der Immissionsgrenzwert von  $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$  nicht um mehr als 50% überschritten sein. Da die höchste gemessene Stickstoffdioxidkonzentration im Außenraum bei  $40.6 \mu\text{g}/\text{m}^3$  liegt (SH40), wird dieser Wert bei keinem Objekt überschritten. In zwei Gemeinden liegen jedoch alle Außenmessungen höher als der Jahresmittelwert. Die tiefsten gemessenen Stickstoffdioxidkonzentration im Außenraum liegen bei  $9.0 \mu\text{g}/\text{m}^3$  und wurde SH4 gemessen (Abb. 9-5 und Kap. 6.6).

Die höchste Stickstoffdioxidkonzentration im **Innenraum** wurde, wie bereits im Außenraum, bei SH40 gemessen und beträgt  $20.3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Somit wird in keinem Fall der vom Umweltbundesamt (Umweltbundesamt, 2014) vorgeschlagene, 7-Tages-Richtwert von  $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$  überschritten (Abb. 9-5).

### 7.1.7 Lärm

Die gesetzliche Grundlage zur Beurteilung der Lärmbelastung von Gebäuden bildet das Umweltschutzgesetz USG (USG, 2015) und weiterführend die Lärmschutz-Verordnung LSV (LSV, 2015). Die Belastungsgrenzwerte für Straßenverkehrslärm sind im Anhang 3 der LSV festgehalten. Gemäss Artikel 14 ff. des Raumplanungsgesetzes RPG (RPG, 2014), gilt für Zonen, in denen keine störenden Betriebe zugelassen sind, namentlich in Wohnzonen sowie Zonen für öffentliche Bauten und Anlagen, die Lärmempfindlichkeitsstufe II (Artikel 43 LSV). Für Straßenverkehr- und Eisenbahnlärm in Schulen liegt der Immissionsgrenzwert in der ES II am Tag bei  $60 \text{ dB(A)}$  und der Alarmwert am Tag bei  $70 \text{ dB(A)}$ . Immissionsgrenzwerte legen die Schwelle fest, ab welchen das Wohlbefinden der Betroffenen als erheblich störend gelten. Alarmwerte sind ein Kriterium für die Dringlichkeit der Sanierungen und den Einbau von Schallschutzfenstern (Tab. 7-8).

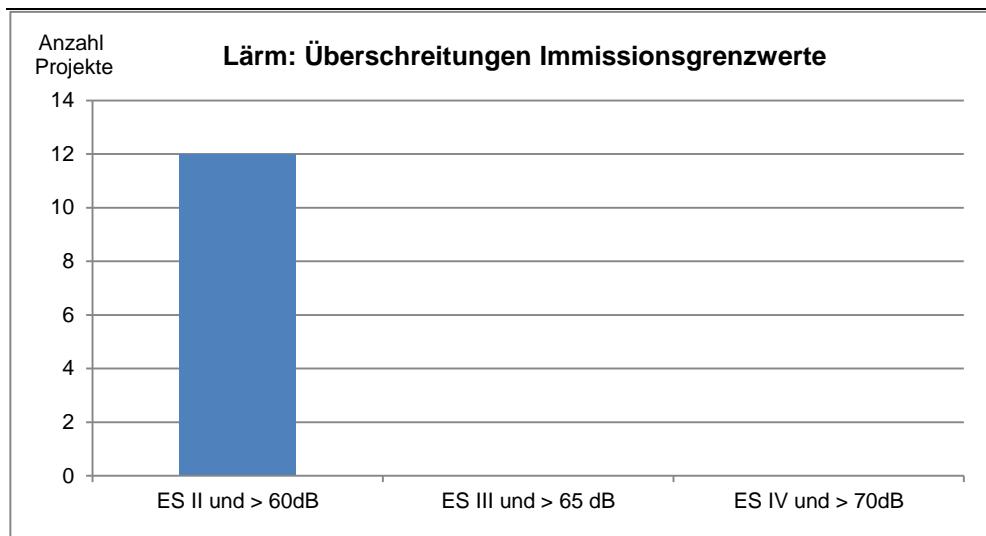
Die Weltgesundheitsorganisation WHO empfiehlt ebenfalls Lärm-Schwellenwerte getrennt für die Tages- und Nachtstunden. Eine Unterteilung nach Empfindlichkeitsstufen wird jedoch nicht vorgenommen. Für den Tag ist gemäss WHO generell ein Schwellenwert von  $55 \text{ dB(A)}$  (WHO, "Guidelines for Community Noise", 1999). Empfohlen (Tab. 7-8)..

Grundlage	Empfindlichkeitsstufe	Immissionsgrenzwert Lr in dB(A), Tag	Schwellenwert Leq in dB(A), Tag
WHO	generell	-	55
LSV	II	60	-
LSV	III	65	-
LSV	IV	70	-

Tab. 7-8: Belastungsgrenzwerte Lärm gemäss LSV und Schwellenwert Lärm gemäss WHO

Für die Beurteilung, ob ein Außenlärm schädlich oder lästig ist, wird gemäss Lärmschutzverordnung (LSV, 2015) die Empfindlichkeitsstufe (zuläs-

sige Vorbelastung bei entsprechender Nutzung) berücksichtigt. Werden die Schulhäuser so beurteilt, liegt bei 12 Objekten (welche alle der Empfindlichkeitsstufe II zugewiesen sind) eine Überschreitung des Immissionsgrenzwertes vor. Bei den Objekten, die der Empfindlichkeitsstufe III bzw. IV zugewiesen sind, liegen keine Überschreitungen der entsprechenden Immissionsgrenzwerte vor (Abb. 7-11).



**Abb. 7-11: Anzahl Objekte, die den entsprechenden Immissionsgrenzwert überschreiten.**

ES II und > 60 dB(A): Objekte sind der Empfindlichkeitsstufe II zugewiesen und haben einen maximalen Lärm-Wert, der grösser als 60 dB(A) ist. ES III und > 65 dB(A): Objekte sind der Empfindlichkeitsstufe III zugewiesen und haben einen maximalen Lärm-Wert, der grösser als 65 dB(A) ist. ES IV und > 70 dB(A), Objekte sind der Empfindlichkeitsstufe IV zugewiesen und haben einen maximalen Lärm-Wert, der grösser als 70 dB(A) ist.

Wenn aber vor dem Hintergrund, dass die Lärmbelastung bei Schulhäusern überall in gleicher Masse unerwünscht ist, die Empfindlichkeitsstufen für die Beurteilung nicht berücksichtigt werden, dann zeigt sich, dass bei 14 Objekten ein Lärm-Wert von mehr als 60 dB(A) ermittelt wurde. Denn bei zwei Objekten (SH57 und SH84) der Empfindlichkeitsstufe III wurde ein maximaler Lärm-Wert von mehr als 60 dB(A) ermittelt (Tab. 7-9). Der ermittelte maximale Lärm-Wert beim Objekt, das der Empfindlichkeitsstufe IV zugewiesen ist, liegt unter 60 dB(A). Zudem zeigt sich, dass bei insgesamt 40 Objekten der von der WHO (WHO, "Guidelines for Community Noise", 1999) empfohlene Schwellenwert von 55 dB(A) überschritten ist (Abb. 6-10).

Objektnummer	maximaler Lärmwert	mittlerer Lärmwert	Anzahl Fassadenpunkte	Empfindlichkeitsstufe
SH7	61.9	46.8	90	ES II
SH8	65.7	53.1	308	ES II
SH13	65.9	56	84	ES II
SH14	64.0	48	46	ES II
SH28	62.6	54.9	48	ES II
SH34	63.1	50.4	108	ES II
SH39	62.3	55.7	102	ES II
SH42	61.1	49.5	36	ES II
SH47	62.8	49.7	105	ES II
<b>SH57</b>	<b>64.7</b>	<b>48.7</b>	<b>188</b>	<b>ES III</b>
SH70	60.3	54.7	56	ES II
SH77	63.0	51.4	72	ES II
SH78	63.8	53.6	99	ES II
<b>SH84</b>	<b>62.8</b>	<b>54.4</b>	<b>40</b>	<b>ES III</b>

Tab. 7-9: Zusammenstellung aller Lärm-Max-Werte, die grösser sind als 60 dB(A).

Maximaler Lärm-Wert (L<sub>r</sub> in dB(A)): Als resultierende Lärmbelastung am Gebäude wird der Fassadenpunkt mit dem höchsten Immissionswert (Beurteilungspegel L<sub>r</sub>) pro Gebäude verwendet.

Mittlerer Lärmwert (L<sub>r</sub> in dB(A)): Mittelwert der Lärmelastung aller Fassadenpunkte pro Gebäude.

Fassadenpunkte: Anzahl Fassadenpunkte pro Gebäude, bei diesen auch ein Immissionswert ermittelt/berechnet wurde.

Empfindlichkeitsstufe (ES): Damit die Lärmelastung beurteilt werden kann, muss jedem Gebäude eine so genannte nutzungsabhängige Empfindlichkeitsstufe (ES) zugeordnet werden.

Blau gekennzeichnet: Werte, die keinen Grenzwert gemäss LSV überschreiten aber > 60dB sind.

### 7.1.8 Asbest

Von den 14 Objekten mit Verdachtsmomenten der Dringlichkeit I, haben 5 mindestens je eine Renovationsmaßnahme im Schulhaus nach 1990 erfahren (Tab. 7-10). Die Angaben zu den Renovationszeitpunkten wurden vom BAG zur Verfügung gestellt. Teilweise konnten die Hauswarte diese Angaben noch präzisieren, was anhand des Fragekataloges Hauswart (siehe Kapitel 5.2.1) aufgenommen wurde. Die Verdachte blieben trotz diesem Wissen bestehen weil es keine Hinweise darauf gibt, dass bei der Renovation auch die verdächtigen Materialien saniert worden sind.

Objekt Nr.	Bau-jahr	Renovati-onsjahr 1	Renovati-onsjahr 2	Renovati-onsjahr 3	Renovati-onsjahr 4	Renovati-onsjahr 5	Asbestverdacht mit Sanie-rungsdringlich-keit I
SH26	1966						1
SH27	1966						1
SH28	1950						1
SH36	1910						1
SH39	1896						1
SH40	1959						1
SH46	1897	1950	1962	1975	1983	2008	1
SH54	1981	2013					1
SH55	1981	2013					1
SH77	1826	2005					1
SH78	1963	2011					1
SH87	1967						1
SH89	1904						1
SH92	1987						1

Tab. 7-10: Zusammenstellung aller Objekte mit Asbestverdacht, der Sanierungsdringlichkeit I.  
Die blau hinterlegten Objekte haben nach 1990 mindestens eine Sanierung erfahren.

Bei den 22 Verdachtsmomenten mit Sanierungsdringlichkeit I handelt es sich in 20 Fällen um Akustikdeckenplatten und in zwei Fällen um Deckenputz. Erfahrungsgemäss bestätigt sich der Verdacht bei den Akustikdeckenplatten nach einer Laboranalyse bei ca. 5 – 50% (Gueniat, 2015), (Becker, 2015).

### 7.1.9 Radon

In der Schweiz beträgt der aktuelle gesetzliche Grenzwert für eine obligatorische Sanierung 1'000 Bq/m<sup>3</sup>, der Richtwert 400 Bq/m<sup>3</sup> und bei Sanierungen, Renovationen sowie in Neubauten ist ein möglichst tiefes Niveau anzustreben. (StSV, 2014). Voraussichtlich wird der neue gesetzliche Grenzwert für Wohn- und Aufenthaltsräume bei 300 Bq/m<sup>3</sup> liegen (Tab. 7-11).

Wert	Konzentration	Quellenangabe
WHO Empfehlung Referenzwert	100 Bq/m <sup>3</sup>	Handbook on Indoor Radon (WHO, "WHO Handbook on Indoor Radon", 2009)
WHO Empfehlung Grenzwert	300 Bq/m <sup>3</sup>	Handbook on Indoor Radon (WHO, "WHO Handbook on Indoor Radon", 2009)
Grenzwert Wohn- und Aufenthaltsräume (über	1000 Bq/m <sup>3</sup>	StSV vom 22. Juni 1994 (StSV, 2014)

Wert ein Jahr gemittelt)	Konzentration	Quellenangabe
Richtwert Neu- und Umbauten sowie Sanierungen	400 Bq/m <sup>3</sup>	StSV vom 22. Juni 1994 (StSV, 2014)
Grenzwert Wohn- und Aufenthaltsräume (über ein Jahr gemittelt)	300 Bq/m <sup>3</sup>	Entwurf revidierte StSV

Tab. 7-11: Grenz- und Richtwerte für Radon

Von den 100 durchgeführten Messungen sind 95 valide, 4 (SH47, SH93, SH97 und SH99) sind nicht valide (zu kurze Messdauer) und ein Dosimeter (SH100) ist verloren gegangen. Für die Auswertungen wurden jedoch alle 99 Messwerte berücksichtigt. Dabei ist zu beachten, dass die vier nicht validierten Messwerte nur orientierend sind und eigentlich nicht mit dem Richt- und Grenzwert der Strahlenschutzverordnung verglichen werden sollten.

Bei den Radonkonzentrationen sind in den 6 Gruppen (Etagen UG – OG4) bezüglich Median-Werten nur kleine Unterschiede erkennbar. Im EG liegen mehr Messwerte über 100 Bq/m<sup>3</sup> als in den anderen Etagen.

Die gemessenen Radonkonzentrationen weisen folgende Medianwerte auf: Untergeschoß (UG): 182 Bq/m<sup>3</sup>, Erdgeschoß (EG): 50 Bq/m<sup>3</sup>, 1. Obergeschoß (OG1): 54 Bq/m<sup>3</sup>, 2. Obergeschoß (OG2): 64 Bq/m<sup>3</sup>, 3. Obergeschoß (OG3): 80.5 Bq/m<sup>3</sup> und 4. Obergeschoß (OG4): 45 Bq/m<sup>3</sup>. (Weitere Werte siehe Abb. 7-12 und Tab. 7-12).

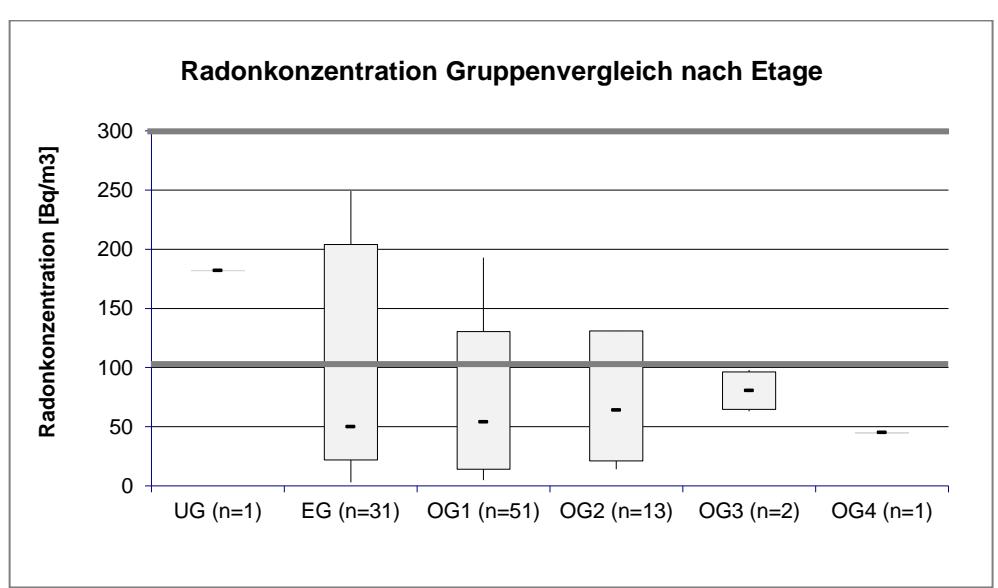


Abb. 7-12: Statistische Auswertung aller gemessener Radonkonzentrationen für alle Etagen. Die Box entspricht dem 5% bzw. 95% Perzentil, die Strichenden dem Minimal- bzw. Maximalwert und der Querstrich dem 50% Perzentil.

	Radonkonzentrationen				
	Min	5%	50%	95%	Max
UG (n=1=)	182	182	182	182	182
EG (n=31)	3	22	50	204	249
OG1 (n=51)	5	14	54	130.5	193
OG2 (n=13)	14	21.2	64	131	131
OG3 (n=2)	63	64.8	80.5	96.3	98
OG4 (n=1)	45	45	45	45	45

Tab. 7-12: Zusammenstellung der Radonkonzentrationen für alle Gebäudegruppen.

Spaltenbeschriftung → Min: Minimum; 5%: 5% Perzentil; 50%: 50% Perzentil; 95%: 95% Perzentil; Max: Maximum

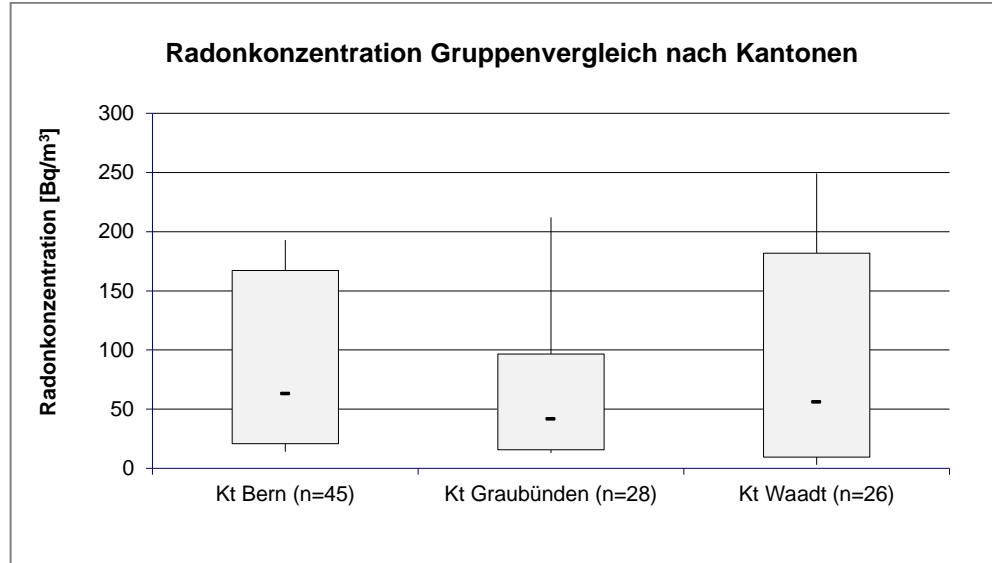
Bei keinem Objekt wird der vom BAG angestrebte Grenzwert von 300 Bq/m<sup>3</sup> überschritten. Bei 16 Objekten liegen jedoch Radonkonzentrationen vor, die grösser als 100 Bq/m<sup>3</sup> sind und nicht im Untergeschoss gemessen wurden (Tab. 7-13).

	Überschreitungen Radongrenzwert	
	Anzahl Objekte > 100 Bq/m <sup>3</sup>	Anzahl Objekte > 300 Bq/m <sup>3</sup>
UG (n=1)	1	0
EG (n=31)	6	0
OG1 (n=51)	8	0
OG2 (n=13)	2	0
OG3 (n=2)	0	0
OG4 (n=1)	0	0

Tab. 7-13: Zusammenstellung der Anzahl Objekte, die einen Radongrenz- bzw. Referenzwert überschreiten.

Hervorgehoben sind diejenigen Objekte, bei denen ein Wert von > 100 Bq/m<sup>3</sup> vorliegt, welcher nicht im UG gemessen wurde.

Die gemessenen Radonkonzentrationen weisen in den untersuchten Kantonen folgende Medianwerte auf: Kanton Bern (BE): 63 Bq/m<sup>3</sup>, Kanton Graubünden (GB): 41.5 Bq/m<sup>3</sup>, Kanton Waadt (VD): 56 Bq/m<sup>3</sup>. Das 95% Perzentil liegt im Kanton BE bei 167.2 Bq/m<sup>3</sup>, im Kanton GB bei 96.6 Bq/m<sup>3</sup> und im Kanton VD bei 181.6 Bq/m<sup>3</sup>. (Weitere Werte siehe Abb. 7-13 und Tab. 7-14).



**Abb. 7-13: Statistische Auswertung aller gemessener Radonkonzentrationen pro Kanton.**  
Die Box entspricht dem 5% bzw. 95% Perzentil, die Strichenden dem Minimal- bzw. Maximalwert und der Querstrich dem 50% Perzentil.

	Radonkonzentrationen				
	Min	5%	50%	95%	Max
<b>BE (n=45)</b>	14	21	63	167.2	193
<b>GB (n=28)</b>	13	15.8	41.5	96.6	212
<b>VD (n=26)</b>	3	9.5	56	181.6	249

**Tab. 7-14: Zusammenstellung der Radonkonzentrationen pro Kanton.**  
Spaltenbeschriftung → Min: Minimum; 5%: 5% Perzentil; 50%: 50% Perzentil; 95%: 95% Perzentil; Max: Maximum

Der Vergleich der Radonkonzentrationen pro Kanton zeigt, dass keine erhöhten Radonwerte gemessen wurden, auch nicht in Kantonen mit einem hohen Anteil an grossem Radon-Risiko, Z.B. Kanton Graubünden (Abb. 7-14). Die höchsten Werte wurden im Kanton VD gemessen und der höchste Median wurde im Kanton BE ermittelt.

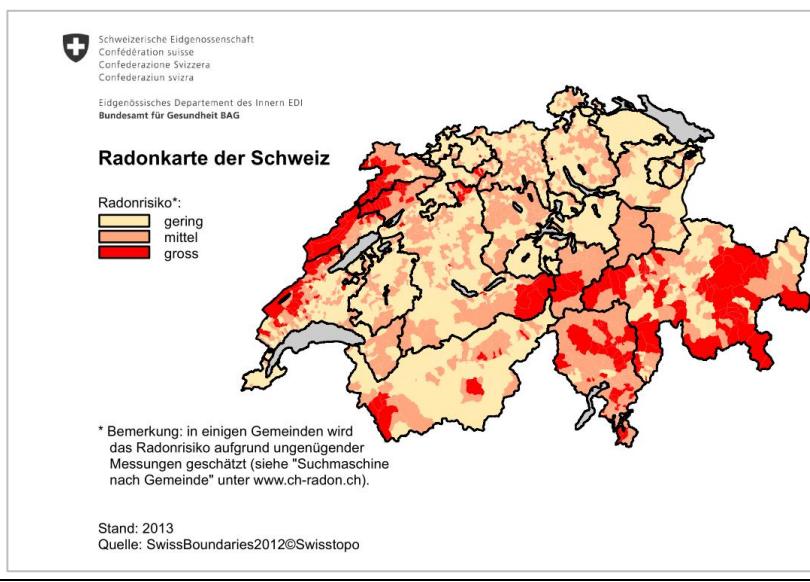


Abb. 7-14: Radonkarte der Schweiz (BAG, 2013).

Anhand der Gegenüberstellung der Zeitanteile mit CO<sub>2</sub>-Konzentrationen über 2000 ppm während der effektiv belegten Zeit und der Radonkonzentration kann kein Einfluss auf die Radonkonzentration durch den Luftwechsel festgestellt werden (Abb. 7-15).

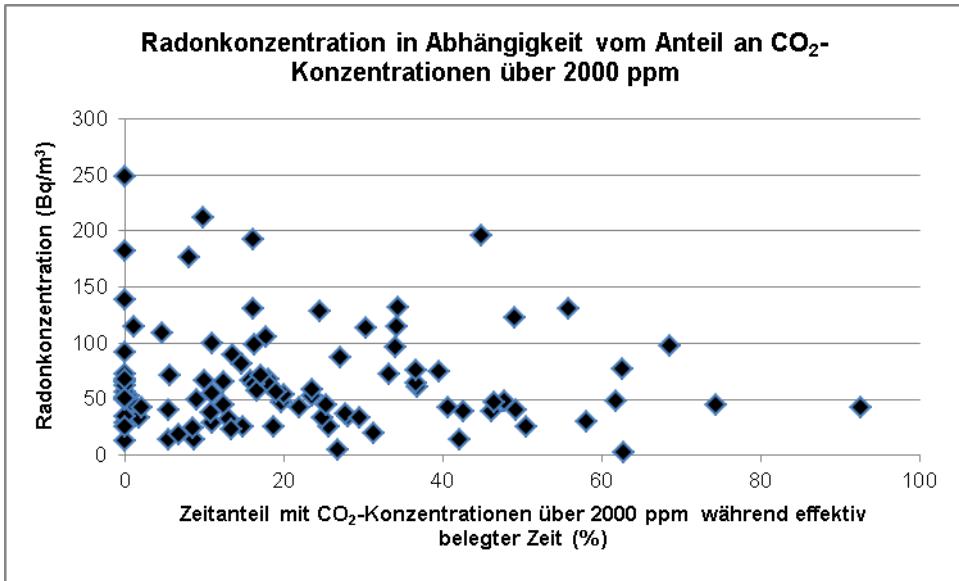


Abb. 7-15: Radonkonzentration in Abhängigkeit vom Anteil CO<sub>2</sub>-Konzentration über 2000 ppm.

## 7.2 Gruppenvergleich

### 7.2.1 Kohlendioxid

Werden die Gruppen NEUBAU, ALTBAU DICHT und ALTBAU UNDICHT bezüglich der Perzentilwerte miteinander verglichen (Abb. 7-16 und Tab. 7-15), sind die Unterschiede in Bezug auf den Median durchschnittlicher Konzentrationen (50% Perzentil) während der effektiven Belegung gering (1389 bis 1543 ppm). Die Mediane der Maximalkonzentrationen (95% Perzentil) liegen zwischen 2281 ppm (ALTBAU UNDICHT) und 2653 ppm (NEUBAU). In der Gruppe ALTBAU DICHT ist die Streuung (Box → 90% der Werte liegen innerhalb dieses Bereichs) sowohl bei den durchschnittlichen Konzentrationen als auch bei den Maximalwerten am höchsten. Alle 50% Perzentilen der Maximalwerte während der belegten Zeit liegen mit über 2000 ppm in der Beurteilungsklasse inakzeptabel. Die 50% Perzentilen der durchschnittlichen Konzentrationen liegen mit 1389 bis 1543 ppm im Bereich der Grenze zur Beurteilungsklasse ungenügend.

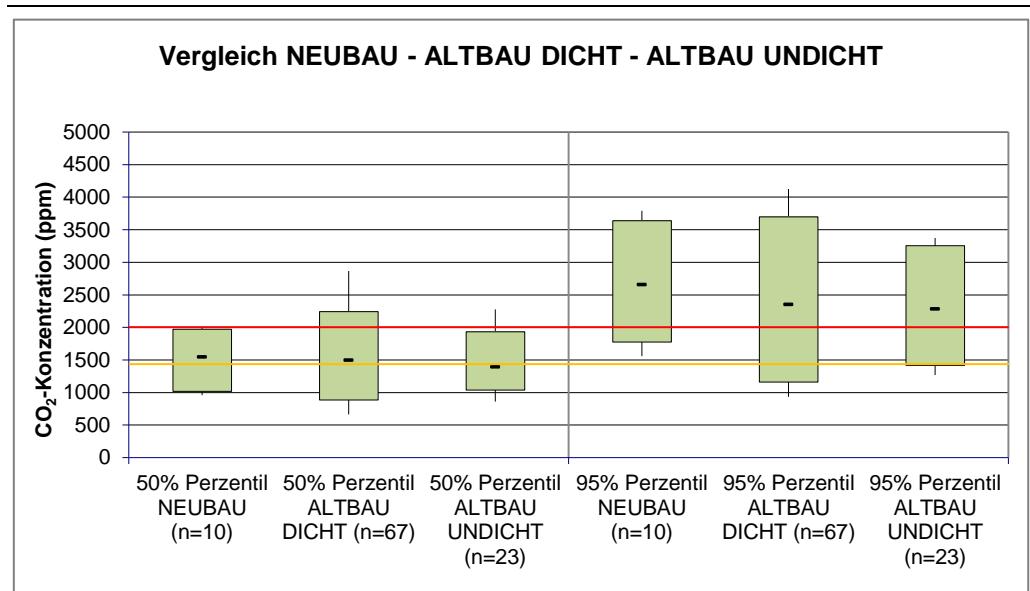


Abb. 7-16: Statistische Auswertung der Kohlendioxidverläufe im Gruppenvergleich - NEUBAU ALTBAU DICHT - ALTBAU UNDICHT während der effektiven Belegungszeit zusammen mit Abgrenzung zu ungenügender (orange Linie) und inakzeptabler Konzentration (rote Linie).

Die Box entspricht dem 5% bzw. 95% Perzentil, die Strichenden dem Minimal- bzw. Maximalwert und der Querstrich dem 50% Perzentil. Die Auswertung des 50% Perzentils gibt Auskunft über die mittlere  $\text{CO}_2$ -Konzentration während der Belegung, die Auswertung des 95% Perzentils gilt als Maß für die Maximalkonzentrationen während der Belegung der Räume.

<b>NEUBAU (n=10)</b>	<b>Min</b>	<b>5%</b>	<b>50%</b>	<b>95%</b>	<b>Max</b>
<b>50% Perzentil [ppm]</b>	960	1018	1543	1972	2012
<b>95% Perzentil [ppm]</b>	1559	1773	2653	3639	3793
<b>ALTBAU DICHT (n=67)</b>	<b>Min</b>	<b>5%</b>	<b>50%</b>	<b>95%</b>	<b>Max</b>
<b>50% Perzentil [ppm]</b>	663	885	1491	2244	2867
<b>95% Perzentil [ppm]</b>	934	1161	2350	3698	4124
<b>ALTBAU UNDICHT (n=23)</b>	<b>Min</b>	<b>5%</b>	<b>50%</b>	<b>95%</b>	<b>Max</b>
<b>50% Perzentil [ppm]</b>	862	1036	1389	1931	2276
<b>95% Perzentil [ppm]</b>	1270	1416	2281	3257	3371

Tab. 7-15: Zusammenstellung der statistischen CO<sub>2</sub>-Werte in den Gruppen NEUBAU, ALTBAU DICHT und ALTBAU UNDICHT während der effektiven Belegungszeit

Spaltenbeschriftung → Min: Minimum; 5%: 5% Perzentil; 50%: 50% Perzentil; 95%: 95% Perzentil; Max: Maximum

Zeilenbeschriftung → 50% Perzentil: Daten aus 4-tägigem Verlauf während effektiver Belegungszeit (Mass für Durchschnitt); 95% Perzentil: Daten aus 4-tägigem Verlauf während effektiver Belegungszeit (Mass für Maximum)

Werden die Zeitanteile in den drei Gruppen NEUBAU, ALTBAU DICHT und ALTBAU UNDICHT verglichen, in denen die CO<sub>2</sub>-Konzentrationen in der jeweiligen Beurteilungsklasse liegen, werden die Unterschiede verdeutlicht (Abb. 7-17). Beim NEUBAU liegen 26 % der belegten Zeit in einem inakzeptablen Konzentrationsbereich (grösser 2000 ppm), im ALTBAU DICHT sind es 22% und im ALTBAU UNDICHT 17%. Umgekehrt liegen die Bereiche hervorragend bis gut (kleiner 1400 ppm) im NEUBAU bei 46%, im ALTBAU DICHT bei 50% und im ALTBAU UNDICHT bei 55%. Die Anteile in der Beurteilungsklasse ungenügend (1401 bis 2000 ppm) liegen bei allen 3 Gruppen bei 28%.

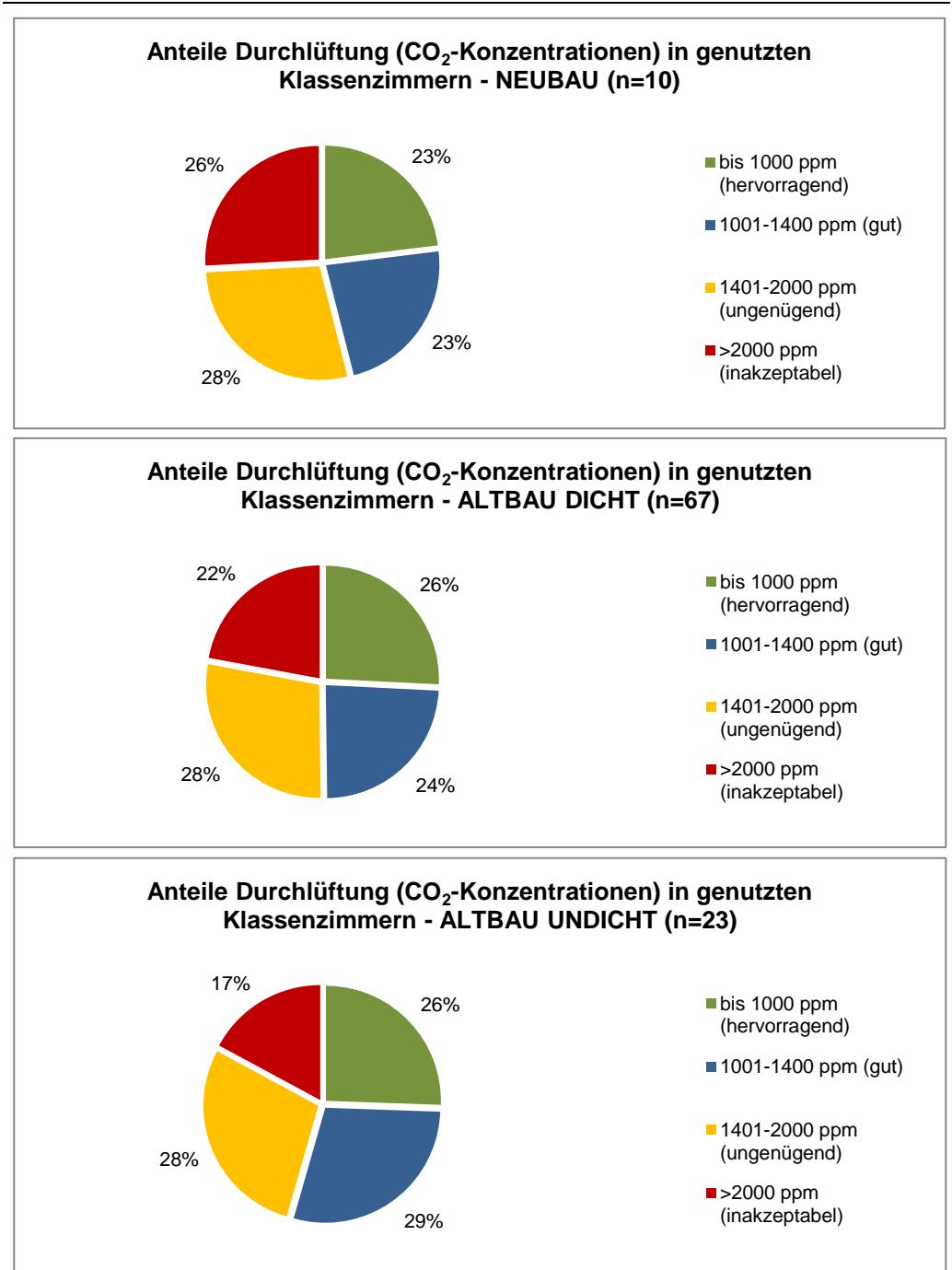
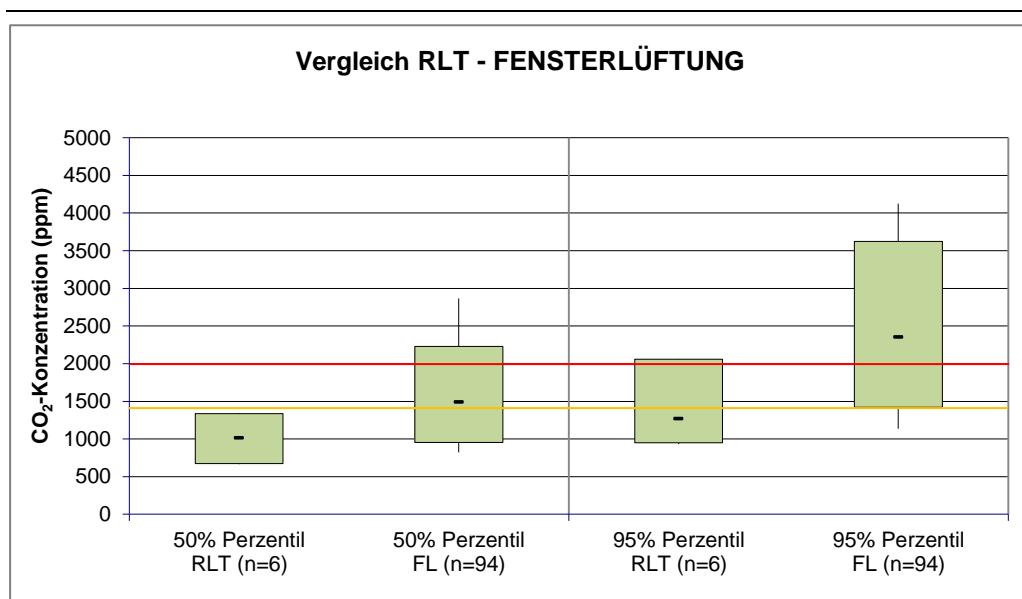


Abb. 7-17: Zusammengefasste Zeitanteile während der effektiven Belegungszeit in den untersuchten Schulräumen der 3 Gruppen NEUBAU, ALTBAU DICHT und ALTBAU UNDICHT, in denen CO<sub>2</sub>-Konzentrationen in den entsprechenden Beurteilungsklassen nachgewiesen werden.

Deutlich grösser als beim Vergleich der Gruppen Baualter ist der direkte Vergleich zwischen der Gruppe RLT (Schulzimmer, die mit einer raumlufttechnischen Anlage ausgerüstet sind) und der Gruppe FL (Schulräume, die ausschliesslich durch die Fenster gelüftet werden). Es wird allerdings darauf hingewiesen, dass die Gruppe RLT aus nur 6 Messungen besteht. Die durchschnittlichen Konzentrationen während der effektiv belegten Zeit liegen in den Räumen mit RLT-Anlagen bei 1014 ppm, also unterhalb der Grenze von gut zu ungenügend, in der Gruppe mit Fensterlüftung bei 1487 ppm, etwas über der Grenze von gut zu ungenügend (Abb. 7-16 und Tab. 7-16). Das 50% Perzentil der Maximalkonzentrationen in den Schulräumen liegt in der Gruppe RLT bei 1269 ppm, in der Gruppe FL bei 2349 ppm. Dementsprechend liegt der Zeitanteil, in dem die CO<sub>2</sub>-Konzentration in der Beurteilungsklasse inakzeptabel liegt, in der Gruppe RLT bei 2%, in der Gruppe FL bei 23%. 83% der Zeit werden in der Gruppe RLT CO<sub>2</sub>-Konzentrationen in den Beurteilungsklasse hervorragend und gut nachgewiesen, in der Gruppe FL sind es nur deren 48% (Abb. 7-19).



**Abb. 7-18: Statistische Auswertung der Kohlendioxidverläufe im Gruppenvergleich RLT – FL während der effektiven Belegungszeit zusammen mit Abgrenzung zu ungenügender (orange Linie) und inakzeptabler Konzentration (rote Linie).**

Die Box entspricht dem 5% bzw. 95% Perzentil, die Strichenden dem Minimal- bzw. Maximalwert und der Querstrich dem 50% Perzentil. Die Auswertung des 50% Perzentils gibt Auskunft über die mittlere CO<sub>2</sub>-Konzentration während der Belegung, die Auswertung des 95% Perzentils gilt als Mass für die Maximalkonzentrationen während der Belegung der Räume.

<b>RLT (n=6)</b>	<b>Min</b>	<b>5%</b>	<b>50%</b>	<b>95%</b>	<b>Max</b>
<b>50% Perzentil [ppm]</b>	663	672	1014	1338	1340
<b>95% Perzentil [ppm]</b>	934	949	1269	2058	2065
<b>FL (n=94)</b>	<b>Min</b>	<b>5%</b>	<b>50%</b>	<b>95%</b>	<b>Max</b>
<b>50% Perzentil [ppm]</b>	823	952	1487	2229	2867
<b>95% Perzentil [ppm]</b>	1137	1423	2349	3625	4124

Tab. 7-16: Zusammenstellung der statistischen CO<sub>2</sub>-Werte in den Gruppen RLT und FL während der effektiven Belegungszeit

Spaltenbeschriftung → Min: Minimum; 5%: 5% Perzentil; 50%: 50% Perzentil; 95%: 95% Perzentil; Max: Maximum

Zeilenbeschriftung → 50% Perzentil: Daten aus 4-tägigem Verlauf während effektiver Belegungszeit (Mass für Durchschnitt); 95% Perzentil: Daten aus 4-tägigem Verlauf während effektiver Belegungszeit (Mass für Maximum)

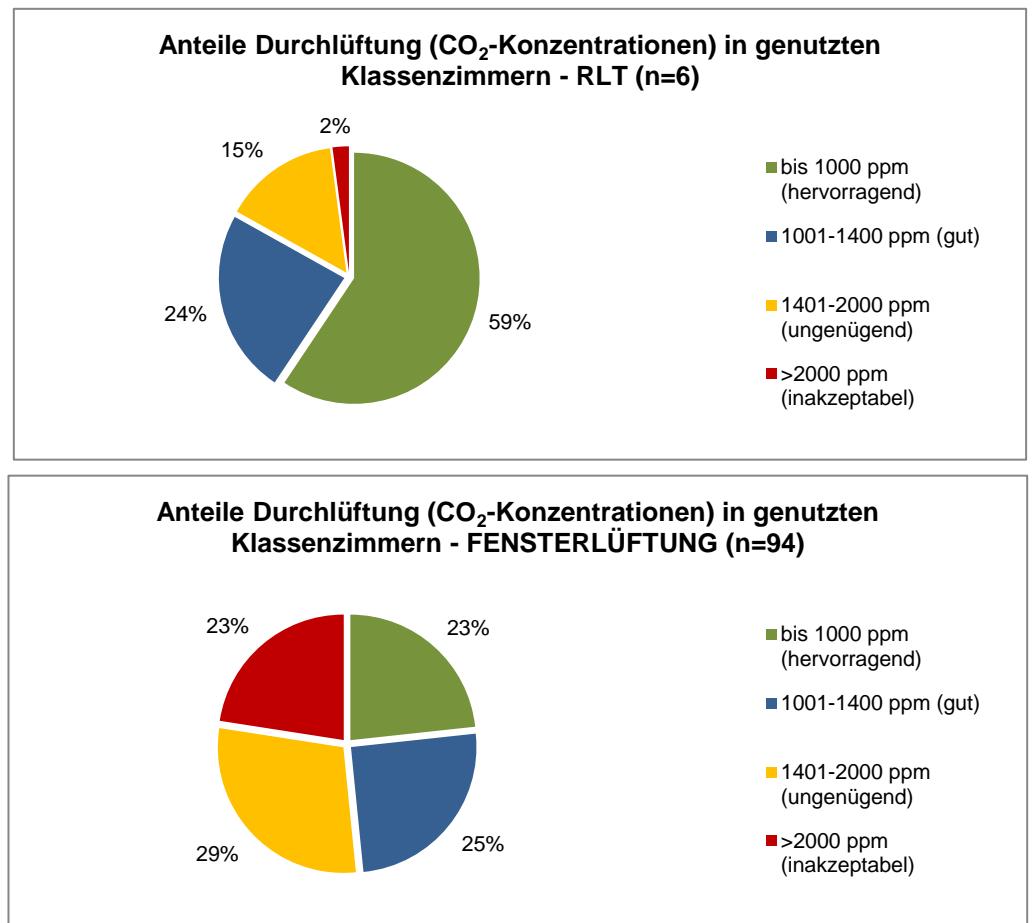


Abb. 7-19: Zusammengefasste Zeitanteile während der effektiven Belegungszeit in den untersuchten Schulräumen der 2 Gruppen RLT und FL, in denen CO<sub>2</sub>-Konzentrationen in den entsprechenden Beurteilungsklassen nachgewiesen werden.

Interessant ist auch der Vergleich, wie sich die Gruppen in Bezug auf die Anzahl von Schulzimmer mit einer bestimmten CO<sub>2</sub>-Konzentration unterscheiden. Dazu wird in Tab. 7-18 der prozentuelle Anteil an Schulräumen dargestellt, in denen ein bestimmter Zeitanteil in der entsprechenden Beurteilungsklasse (inakzeptabel und hervorragend bis gut) liegt.

In der Gruppe NEUBAU ist der Anteil an Schulzimmern, in denen die CO<sub>2</sub>-Konzentration mehr als 50% der effektiv belegten Zeit über 2000 ppm (= inakzeptabel) liegt, bei 10%. In der Gruppe ALTBAU DICHT ist er ebenfalls bei 10%, in Gruppe ALTBAU UNDICHT bei 4%, in der Gruppe RLT bei 0% und in der Gruppe FL wiederum bei 10%.

Der Anteil an Schulzimmern, in denen die CO<sub>2</sub>-Konzentration mehr als 50% der effektiv belegten Zeit unter 1400 ppm liegt (= hervorragend bis gut), liegt in der Gruppe NEUBAU bei 50%, in der Gruppe ALTBAU DICHT bei 42%, in der Gruppe ALTBAU UNDICHT bei 57%, in der Gruppe RLT bei 100% und in der Gruppe FL bei 43%.

Zur Prüfung, ob sich der Anteil an CO<sub>2</sub>-Werten über 2000 ppm in ALTBAU UNDICHT statistisch von ALTBAU DICHT unterscheidet, wurde ein Signifikanztest (Tab. 7-24) durchgeführt. Die Mittelwerte bezüglich des Anteils CO<sub>2</sub>-Konzentration über 2000 ppm der Gruppen ALTBAU DICHT<sup>8</sup> und ALTBAU UNDICHT unterscheiden sich nicht signifikant (bezüglich dem Signifikanzniveau 5%).

	Anteil CO <sub>2</sub> -Konz. >2000 ppm ALTBAU DICHT [%]	Anteil CO <sub>2</sub> -Konz. >2000 ppm ALTBAU UNDICHT [%]
Mittelwert	17.17391304	23.47968905
Varianz	303.0592885	432.3940584
Beobachtungen	23	63
Hypothetische Differenz der Mittelwerte	0	
Freiheitsgrade (df)	46	
t-Statistik	-1.408610393	
P(T<=t) einseitig (<0.05 = signifikant)	0.082837039	
Kritischer t-Wert bei einseitigem t-Test	1.678660414	
P(T<=t) zweiseitig (<0.05 = signifikant)	0.165674077	
Kritischer t-Wert bei zweiseitigem t-Test	2.012895599	

Tab. 7-17: Resultat des Signifikanztests

Annahmen: einseitig (getestet auf Abnahme des Werts); unterschiedliche Varianzen

<sup>8</sup> Ohne Objekte mit RLT-Anlage

NEUBAU (n=10)	>5%	>10%	>20%	>30%	>40%	>50%	>60%	>70%	>80%	>90%	>95%
Anzahl Beurteilungsklasse inakzeptabel	9	7	5	5	4	1	0	0	0	0	0
Prozent inakzeptabel	90	70	50	50	40	10	0	0	0	0	0
Anzahl Beurteilungsklasse hervorragend bis gut	10	10	9	6	5	5	3	1	1	1	0
Prozent hervorragend bis gut	100	100	90	60	50	50	30	10	10	10	0
ALTBAU DICHT (n=67)	>5%	>10%	>20%	>30%	>40%	>50%	>60%	>70%	>80%	>90%	>95%
Anzahl Beurteilungsklasse inakzeptabel	50	45	29	17	11	7	5	2	1	1	0
Prozent inakzeptabel	75	67	43	25	16	10	7	3	1	1	0
Anzahl Beurteilungsklasse hervorragend bis gut	66	65	58	53	42	28	21	15	10	7	6
Prozent hervorragend bis gut	99	97	87	79	63	42	31	22	15	10	9
ALTBAU UNDICHT (n=23)	>5%	>10%	>20%	>30%	>40%	>50%	>60%	>70%	>80%	>90%	>95%
Anzahl Beurteilungsklasse inakzeptabel	17	13	6	6	3	1	1	0	0	0	0
Prozent inakzeptabel	74	57	26	26	13	4	4	0	0	0	0
Anzahl Beurteilungsklasse hervorragend bis gut	23	23	23	18	16	13	8	6	4	2	1
Prozent hervorragend bis gut	100	100	100	78	70	57	35	26	17	9	4
RLT (n=6)	>5%	>10%	>20%	>30%	>40%	>50%	>60%	>70%	>80%	>90%	>95%
Anzahl Beurteilungsklasse inakzeptabel	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Prozent inakzeptabel	33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Anzahl Beurteilungsklasse hervorragend bis gut	6	6	6	6	6	6	4	4	4	3	3
Prozent hervorragend bis gut	100	100	100	100	100	100	67	67	67	50	50
FL (n=94)	>5%	>10%	>20%	>30%	>40%	>50%	>60%	>70%	>80%	>90%	>95%
Anzahl Beurteilungsklasse inakzeptabel	74	65	40	28	18	9	6	2	1	1	0
Prozent inakzeptabel	79	69	43	30	19	10	6	2	1	1	0
Anzahl Beurteilungsklasse hervorragend bis gut	93	92	84	71	57	40	28	18	11	7	4
Prozent hervorragend bis gut	99	98	89	76	61	43	30	19	12	7	4

Tab. 7-18: Zusammenstellung der Anteile an Schulräumen, in denen die CO<sub>2</sub>-Konzentration in der entsprechenden Beurteilungsklasse den Zeitanteilen (%) entspricht, aufgeschlüsselt nach Gruppen. Rote Markierung: Prozentsatz mit inakzeptabler Beurteilung, blau: Prozentsatz mit hervorragender bis guter Beurteilung.

### 7.2.2 Raumlufttemperatur und -feuchte

Im Gruppenvergleich NEUBAU – ALTBAU DICHT – ALTBAU UNDICHT liegen bezüglich Raumlufttemperatur alle Mediane innerhalb der Vorgabe nach (SIA 180, 2014). Die 95% Perzentilen der Maximaltemperaturen (dargestellt durch die 95% Perzentilen der 2-Minuten Messdaten aus den jeweiligen Schulzimmern) liegen in den Gruppen NEUBAU mit 25.5°C und ALTBAU DICHT mit 25.4°C über der Grenze, in der Gruppe ALTBAU UNDICHT mit 24.6°C im Bereich dieser oberen Temperaturgrenze (Abb. 7-20). Die 5% Perzentilen der Minimaltemperaturen (dargestellt durch die 5% Perzentilen der 2-Minuten Messdaten aus den jeweiligen Schulzimmern) liegen alle mit 18.5 bis 18.7°C unterhalb der unteren Temperaturgrenze.

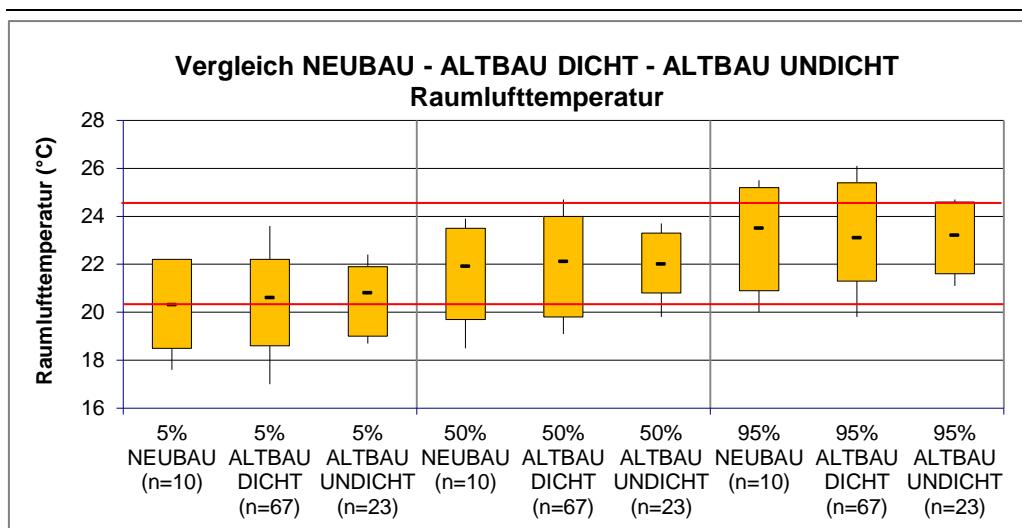


Abb. 7-20: Statistische Auswertung aller Raumlufttemperaturverläufe in den 3 Gruppen NEUBAU – ALTBAU DICHT – ALTBAU UNDICHT während der effektiven Belegungszeit zusammen mit oberer und unterer Temperaturgrenze nach SIA 180:2014.

Die Box entspricht dem 5% bzw. 95% Perzentil, die Strichenden dem Minimal- bzw. Maximalwert und der Querstrich dem 50% Perzentil. Die Auswertung des 50% Perzentils gibt Auskunft über die mittlere Raumlufttemperatur während der Belegung, die Auswertung des 95% Perzentils resp. 5% Perzentils gilt als Maß für die Maximal- resp. Minimaltemperatur während der Belegung der Räume.

Wie bei den CO<sub>2</sub>-Konzentrationen ist der direkte Vergleich, wie hoch der Anteil an Schulzimmern mit Temperaturüber- und unterschreitungen ist, interessant (Tab. 7-19). In der Gruppe NEUBAU liegt der Anteil an Schulzimmern, in denen der jeweilige Median unterhalb von 20.5°C liegt, bei 10%. In der Gruppe ALTBAU DICHT sind es 7%, in der Gruppe ALTBAU UNDICHT 4%. Der Anteil Schulzimmer mit Temperaturüberschreitungen (ebenfalls auf den Median bezogen) liegt in Gruppe NEUBAU und ALTBAU UNDICHT bei 0%, in der Gruppe ALTBAU DICHT bei 1%.

NEUBAU (n=10)	MIN	5%	10%	25%	50%	75%	90%	95%	MAX
ANZAHL unterhalb 20.5°C	8	7	4	1	1	1	1	1	0
Prozent unter 20.5°C	80	70	40	10	10	10	10	10	0
ANZAHL oberhalb 20.5°C	2	3	6	9	9	9	9	9	10
Prozent über 20.5°C	20	30	60	90	90	90	90	90	100
ANZAHL unterhalb 24.5°C	10	10	10	10	10	10	8	8	7
Prozent unter 24.5°C	100	100	100	100	100	100	80	80	70
ANZAHL oberhalb 24.5°C	0	0	0	0	0	0	2	2	3
Prozent über 24.5°C	0	0	0	0	0	0	20	20	30
ALTBAU DICHT (n=67)	MIN	5%	10%	25%	50%	75%	90%	95%	MAX
ANZAHL unterhalb 20.5°C	54	31	24	13	5	3	2	1	1
Prozent unter 20.5°C	81	46	36	19	7	4	3	1	1
ANZAHL oberhalb 20.5°C	13	36	43	54	62	64	65	66	66
Prozent über 20.5°C	19	54	64	81	93	96	97	99	99
ANZAHL unterhalb 24.5°C	67	67	67	67	66	63	59	50	48
Prozent unter 24.5°C	100	100	100	100	99	94	88	75	72
ANZAHL oberhalb 24.5°C	0	0	0	0	1	4	8	17	19
Prozent über 24.5°C	0	0	0	0	1	6	12	25	28
ALTBAU UNDICHT (n=23)	MIN	5%	10%	25%	50%	75%	90%	95%	MAX
ANZAHL unterhalb 20.5°C	16	9	7	3	1	1	0	0	0
Prozent unter 20.5°C	70	39	30	13	4	4	0	0	0
ANZAHL oberhalb 20.5°C	7	14	16	20	22	22	23	23	23
Prozent über 20.5°C	30	61	70	87	96	96	100	100	100
ANZAHL unterhalb 24.5°C	23	23	23	23	23	23	21	20	20
Prozent unter 24.5°C	100	100	100	100	100	100	100	91	87
ANZAHL oberhalb 24.5°C	0	0	0	0	0	0	0	2	3
Prozent über 24.5°C	0	0	0	0	0	0	0	9	13

Tab. 7-19: Anzahl Räume in den 3 Gruppen NEUBAU – ALTBAU DICHT – ALTBAU UNDICHT, die den vorgegebenen Bedingungen in den einzelnen Kategorien (Perzentilwerte) entsprechen.

Blau eingefärbt: Prozentsatz der Räume, deren Raumlufttemperaturen in den entsprechenden Kategorien unterhalb von 20.5 °C liegen; rot eingefärbt: Prozentsatz der Räume, deren Raumlufttemperaturen oberhalb von 24.5 °C liegen; Box: Anzahl Unter- und Überschreitungen bezogen auf das 50% Perzentil.

Der direkte Vergleich der Räume mit einer raumlufttechnischen Anlage (RLT) mit den Räume die ausschliesslich über die Fenster gelüftet werden (FL) zeigt bezüglich Raumlufttemperatur deutlichere Unterschiede (Abb. 7-23). Die Mediane der Minimaltemperaturen liegen bei der Gruppe RLT bei 22.5°C gegenüber 20.5°C bei der Gruppe FL, die Mediane der mittleren Raumlufttemperaturen liegen bei 23.7°C (RLT) gegenüber 22.1°C (FL) und die Mediane der Maximaltemperaturen bei 24.6°C (RLT) gegenüber 23.1°C (FL).

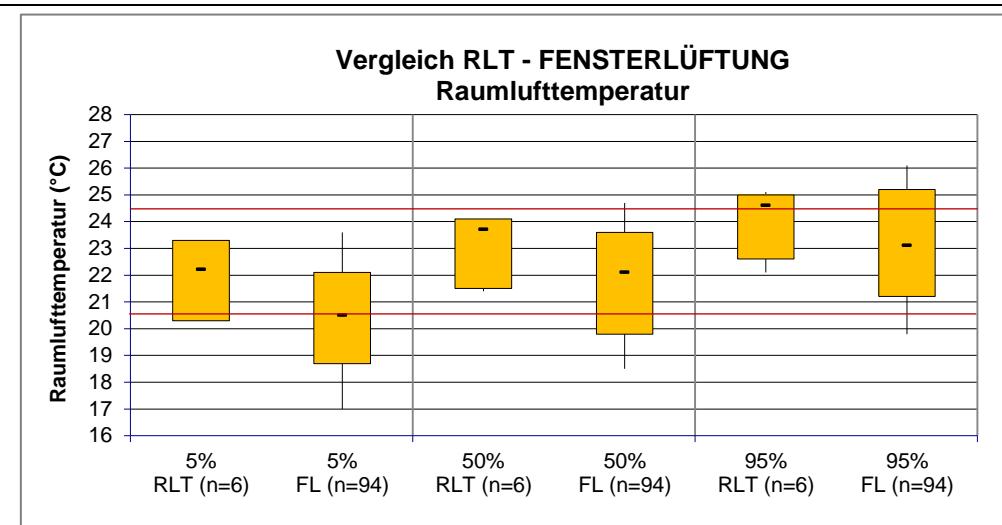


Abb. 7-21: Statistische Auswertung aller Raumtemperaturverläufe in den Gruppen RLT - FL während der effektiven Belegungszeit zusammen mit oberer und unterer Grenze nach SIA 180:2014.

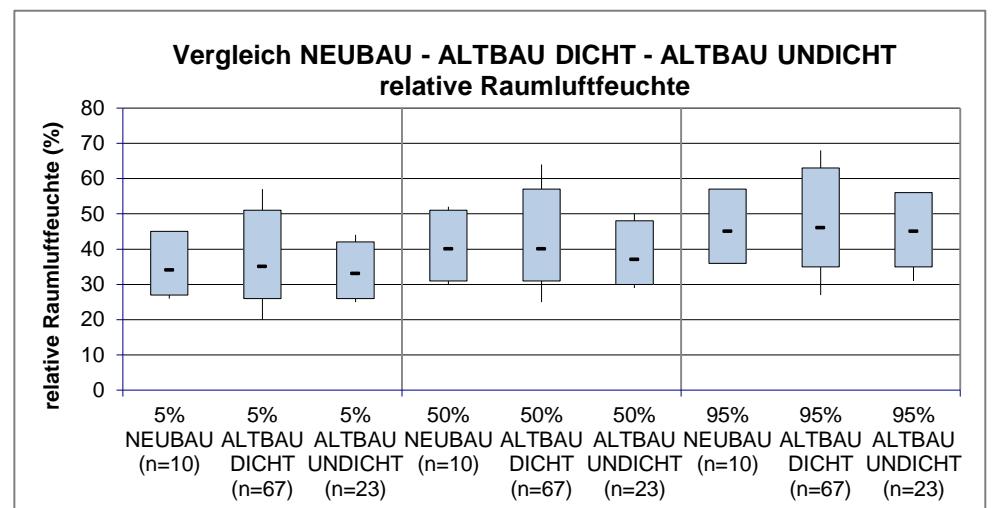
Die Box entspricht dem 5% bzw. 95% Perzentil, die Strichenden dem Minimal- bzw. Maximalwert und der Querstrich dem 50% Perzentil. Die Auswertung des 50% Perzentils gibt Auskunft über die mittlere Raumlufttemperatur während der Belegung, die Auswertung des 95% Perzentils resp. 5% Perzentils gilt als Mass für die Maximal- resp. Minimaltemperatur während der Belegung der Räume.

RLT (n=6)	MIN	5%	10%	25%	50%	75%	90%	95%	MAX
ANZAHL unterhalb 20.5°C	2	2	0	0	0	0	0	0	0
Prozent unter 20.5°C	33	33	0	0	0	0	0	0	0
ANZAHL oberhalb 20.5°C	4	4	6	6	6	6	6	6	6
Prozent über 20.5°C	67	67	100	100	100	100	100	100	100
ANZAHL unterhalb 24.5°C	6	6	6	6	6	5	4	2	1
Prozent unter 24.5°C	100	100	100	100	100	83	67	33	17
ANZAHL oberhalb 24.5°C	0	0	0	0	0	1	2	4	5
Prozent über 24.5°C	0	0	0	0	0	17	33	67	83
FL (n=94)	MIN	5%	10%	25%	50%	75%	90%	95%	MAX
ANZAHL unterhalb 20.5°C	76	45	35	17	7	5	3	2	1
Prozent unter 20.5°C	81	48	37	18	7	5	3	2	1
ANZAHL oberhalb 20.5°C	18	49	59	77	87	89	91	92	93
Prozent über 20.5°C	19	52	63	82	93	95	97	98	99
ANZAHL unterhalb 24.5°C	94	94	94	94	93	91	86	77	74
Prozent unter 24.5°C	100	100	100	100	99	97	91	82	79
ANZAHL oberhalb 24.5°C	0	0	0	0	1	3	8	17	20
Prozent über 24.5°C	0	0	0	0	1	3	9	18	21

Tab. 7-20: Anzahl Räume in den 2 Gruppen RLT - FL, die den vorgegebenen Bedingungen in den einzelnen Kategorien (Perzentilwerte) entsprechen.

Blau eingefärbt: Prozentsatz der Räume, deren Raumlufttemperaturen in den entsprechenden Kategorien unterhalb von 20.5 °C liegen; rot eingefärbt: Prozentsatz der Räume, deren Raumlufttemperaturen oberhalb von 24.5 °C liegen; Box: Anzahl Unter- und Überschreitungen bezogen auf das 50% Perzentil.

Der Prozentsatz an Schulzimmern, in denen Temperaturüber- resp. unterschreitungen vorkommen, unterscheidet sich ebenfalls wesentlich zwischen den beiden Gruppen RLT und FL. In Tab. 7-20 wird ersichtlich, dass die Räume mit RLT-Anlagen vermehrt Temperaturüberschreitungen und die Gruppe FL vermehrt Temperaturunterschreitungen aufweisen (gelbe Markierungen).



**Abb. 7-22: Statistische Auswertung aller Raumluftfeuchteverläufe 3 Gruppen NEUBAU – ALTBAU DICHT – ALTBAU UNDICHT während der effektiven Belegungszeit zusammen mit unterer Feuchtegrenze.**

Die Box entspricht dem 5% bzw. 95% Perzentil, die Strichenden dem Minimal- bzw. Maximalwert und der Querstrich dem 50% Perzentil. Die Auswertung des 50% Perzentils gibt Auskunft über die mittlere Raumluftfeuchte während der Belegung, die Auswertung des 95% Perzentils resp. 5% Perzentils gilt als Maß für die Maximal- resp. Minimalfeuchte während der Belegung der Räume.

Bezüglich relativer Raumluftfeuchte sind in den 3 Gruppen NEUBAU, ALTBAU DICHT und ALTBAU UNDICHT wie bereits bei der Raumlufttemperatur nur kleine Unterschiede erkennbar (Abb. 7-22). Die Streuung ist in der Gruppe ALTBAU DICHT etwas höher, was sich allerdings mit der höheren Anzahl an Objekten erklären lässt.

Wird jedes einzelne Schulzimmer betrachtet, so sind in der Gruppe ALTBAU DICHT und ALTBAU UNDICHT je 4 Schulzimmer, deren Mediane unterhalb von 30% relativer Feuchte liegen (Tab. 7-21).

Anders verhält es sich beim Vergleich der zwei Gruppen RLT und FL (Abb. 7-23). Hier liegen die Mediane der Minimalfeuchten bei 26% (RLT) resp. 35% (FL), die Mediane der mittleren Feuchten bei 31% (RLT) und 40% (FL), die Mediane der Maximalfeuchten bei 36% (RLT) und 46% (FL). Da die Mediane der mittleren Raumlufttemperaturen ebenfalls höher liegen (1.6°C) lässt sich ein Teil der Feuchteunterschiede mit dem Temperatureffekt erklären.

NEUBAU (n=19)	MIN	5%	10%	25%	50%	75%	90%	95%	MAX
ANZAHL unter 30%	4	2	2	1	0	0	0	0	0
Prozent unter 30%	40	20	20	10	0	0	0	0	0
ANZAHL über 30%	6	8	8	9	10	10	10	10	10
Prozent über 30%	60	80	80	90	100	100	100	100	100
ALTBAU DICHT (n=67)	MIN	5%	10%	25%	50%	75%	90%	95%	MAX
ANZAHL unter 30%	27	20	14	7	3	3	3	3	0
Prozent unter 30%	40	30	21	10	4	4	4	4	0
ANZAHL über 30%	40	47	53	60	64	64	64	64	67
Prozent über 30%	60	70	79	90	96	96	96	96	100
ALTBAU UNDICHT (n=23)	MIN	5%	10%	25%	50%	75%	90%	95%	MAX
ANZAHL unter 30%	8	4	4	3	1	0	0	0	0
Prozent unter 30%	35	17	17	13	4	0	0	0	0
ANZAHL über 30%	15	19	19	20	22	23	23	23	23
Prozent über 30%	65	83	83	87	96	100	100	100	100

Tab. 7-21: Anzahl Räume 3 Gruppen NEUBAU – ALTBAU DICHT – ALTBAU UNDICHT, die den vorgegebenen Bedingungen in den einzelnen Kategorien (Perzentilwerte) entsprechen.  
Blau eingefärbt: Anzahl Räume, deren Raumluftfeuchten in den entsprechenden Kategorien unterhalb von 30% liegen; Box: Anzahl Unter- und Überschreitungen bezogen auf das 50% Perzentil.

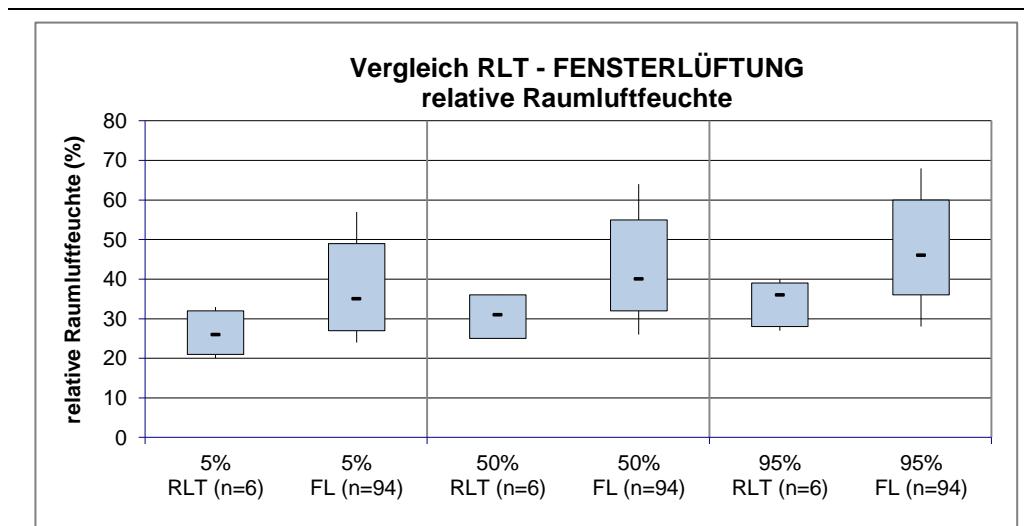


Abb. 7-23: Statistische Auswertung aller Raumluftfeuchteverläufe in den 2 Gruppen RLT - FL während der effektiven Belegungszeit zusammen mit unterer Feuchtegrenze.  
Die Box entspricht dem 5% bzw. 95% Perzentil, die Strichenden dem Minimal- bzw. Maximalwert und der Querstrich dem 50% Perzentil. Die Auswertung des 50% Perzentils gibt Auskunft über die mittlere Raumluftfeuchte während der Belegung, die Auswertung des 95% Perzentils resp. 5% Perzentils gilt als Maß für die Maximal- resp. Minimalfeuchte während der Belegung der Räume.

Der Unterschied wird auch deutlich über den Prozentsatz an Schulräumen, in denen die Hälfte der Werte unterhalb von 30% liegt, veranschaulicht: bei der Gruppe RLT liegt dieser Anteil bei 33%, bei der Gruppe FL bei 2% (Tab. 7-22). Allerdings muss nochmals darauf hingewiesen werden, dass es sich bei der Gruppe RLT um nur 6 Schulräume handelt.

RLT (n=6)	MIN	5%	10%	25%	50%	75%	90%	95%	MAX
ANZAHL unter 30%	5	4	4	4	2	2	2	2	0
Prozent unter 30%	83	67	67	67	33	33	33	33	0
FL (n=94)	MIN	5%	10%	25%	50%	75%	90%	95%	MAX
ANZAHL unter 30%	34	22	16	7	2	1	1	1	0
Prozent unter 30%	36	23	17	7	2	1	1	1	0
ANZAHL über 30%	60	72	78	87	92	93	93	93	94
Prozent über 30%	64	77	83	93	98	99	99	99	100

Tab. 7-22: Anzahl Räume in den 2 Gruppen RLT - FL, die den vorgegebenen Bedingungen in den einzelnen Kategorien (Perzentilwerte) entsprechen.

Blau eingefärbt: Anzahl Räume, deren Raumluftfeuchten in den entsprechenden Kategorien unterhalb von 30% liegen; Box: Anzahl Unter- und Überschreitungen bezogen auf das 50% Perzentil.

### 7.2.3 Formaldehyd

In Bezug auf die Gruppen NEUBAU, ALTBAU DICHT und ALTBAU UNDICHT werden Unterschiede in der Formaldehydkonzentration festgestellt. Um die ausgeprägten Temperatur- und Feuchteeinflüsse auszugleichen, werden für den Vergleich die auf das Normklima (23°C/45%) umgerechneten Konzentrationen verwendet.

Der Median der Formaldehydkonzentrationen unter berechneten Normklimabedingungen liegt in der Gruppe NEUBAU bei 61 µg/m<sup>3</sup>, in der Gruppe ALTBAU DICHT bei 72 µg/m<sup>3</sup> und in der Gruppe ALTBAU UNDICHT bei 58 µg/m<sup>3</sup> (Abb. 7-24 und Tab. 7-23). Das 95% Perzentil liegt bei 119 µg/m<sup>3</sup> (NEUBAU), 137 µg/m<sup>3</sup> (ALTBAU DICHT), und 108 µg/m<sup>3</sup> (ALTBAU UNDICHT). Dementsprechend kommt es zu Richtwertüberschreitungen (120 µg/m<sup>3</sup>): in der Gruppe NEUBAU in 10%,<sup>9</sup> in der Gruppe ALTBAU DICHT 9% und in der Gruppe ALTBAU UNDICHT 4% (Abb. 7-25). Die arithmetischen Mittelwerte liegen in diesen Gruppen bei 67 µg/m<sup>3</sup> (NEUBAU), 81 µg/m<sup>3</sup> (ALTBAU DICHT), und 61 µg/m<sup>3</sup> (ALTBAU UNDICHT).

<sup>9</sup> Da diese Gruppe nur 10 Objekte umfasst, ist der direkte Vergleich mit den anderen Gruppen nur bedingt möglich.

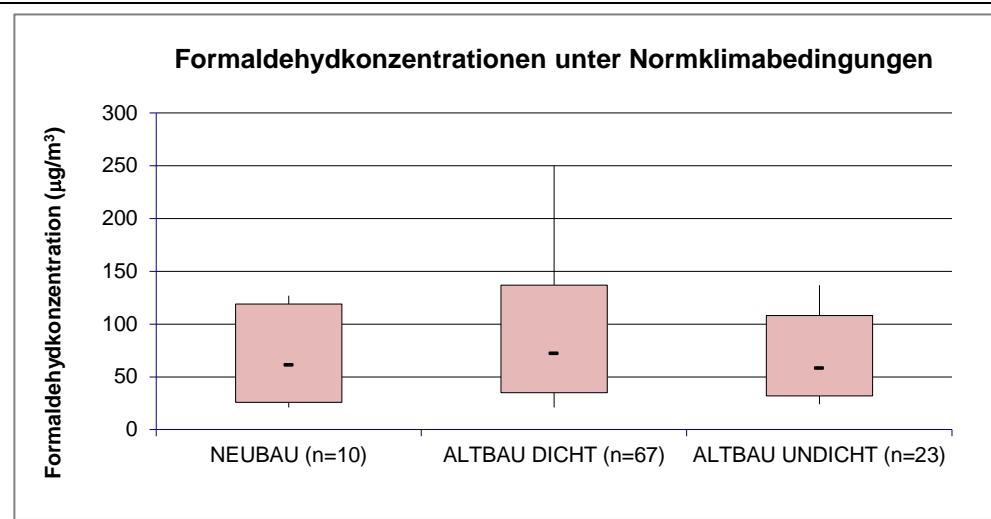


Abb. 7-24: Statistische Auswertung aller unter Messbedingungen nachgewiesener Formaldehydkonzentrationen (3 Kantone) sowie die auf Normklima- und Sommerbedingungen umgerechneten Werte zusammen mit Richtwert.

Die Box entspricht dem 5% bzw. 95% Perzentil, die Strichenden dem Minimal- bzw. Maximalwert und der Querstrich dem 50% Perzentil.

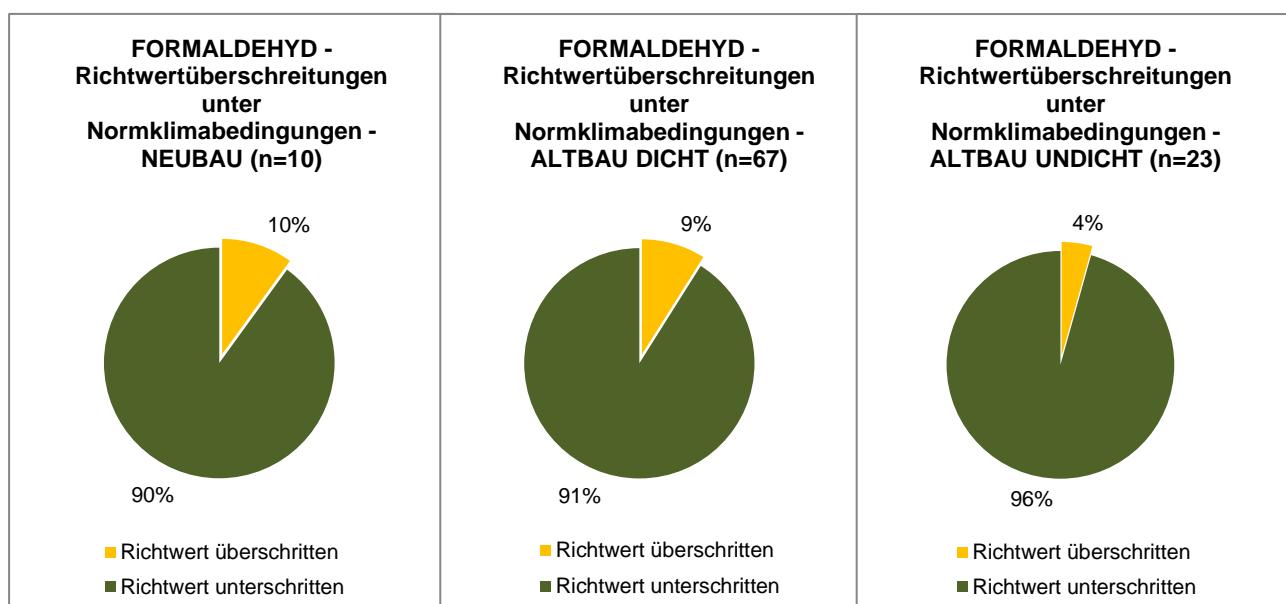


Abb. 7-25: Anzahl Schulzimmer mit Richtwertüberschreitungen unter berechneten Normklimabedingungen in den Gruppen NEUBAU – ALTBAU DICHT und ALTBAU UNDICHT

In den beiden Gruppen NEUBAU und ALTBAU DICHT befinden sich die 6 untersuchten Objekte mit realisierter RLT-Anlage. Der Betrieb einer solchen Anlage hat einen entscheidenden Einfluss auf die Höhe der Formaldehydkonzentration. Für den Vergleich der Gruppen ist deshalb auch interessant, nur die Daten von Objekten ohne zusätzliche Lüftung zu vergleichen. In zwei Objekten lief die RLT-Anlage während der Messung (je ein Objekt in der Gruppe NEUBAU und ALTBAU DICHT). Die restlichen Anlagen liefern

nicht, da sie über die Präsenz ( $\text{CO}_2$ -Fühler) gesteuert werden und deshalb ohne Belegung nicht in Betrieb sind. Die Mittelwerte der Objekte ohne laufende RLT-Anlage liegen bei  $73 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (NEUBAU),  $82 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (ALTBAU DICHT), und  $61 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (ALTBAU UNDICHT)

	Median [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	95% Perzen- til [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	Mittelwert [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	Mittelwert ohne RLT <sup>10</sup> [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	Prozentsatz Richtwert- überschreitungen [%]
NEUBAU (n=10)	61	119	67	73	10
ALTBAU DICHT (n=67)	72	137	81	82	9
ALTBAU UNDICHT (n=23)	58	108	61	61	4

Tab. 7-23: Zusammenstellung wichtiger Eckdaten bezüglich der Formaldehydkonzentration unter Normklimabedingungen in den Gruppen NEUBAU – ALTBAU DICHT und ALTBAU UNDICHT

Ausgehend von der Vermutung, dass in undichten Altgebäuden die Gebäudehülle aufgrund der fehlenden Fensterdichtungen die Formaldehydkonzentration deshalb tiefer sein sollte, ist die Frage relevant, ob sich die Mittelwerte signifikant unterscheiden. Dazu wurde ein Signifikanztest (Tab. 7-24) durchgeführt mit dem Resultat: die Mittelwerte bezüglich der Formaldehydkonzentration der Gruppen ALTBAU DICHT<sup>11</sup> und ALTBAU UNDICHT unterscheiden sich signifikant (bezüglich dem Signifikanzniveau 5%).

	$\text{CH}_2\text{O}$ -Konzentration ALTBAU DICHT [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	$\text{CH}_2\text{O}$ -Konzentration ALTBAU UNDICHT [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]
Mittelwert	82.12121212	61.30434783
Varianz	1472.200466	693.4031621
Beobachtungen	66	23
Hypothetische Differenz der Mittelwerte	0	
Freiheitsgrade (df)	56	
t-Statistik	2.87425884	
$P(T \leq t)$ einseitig ( $<0.05 =$ signifikant)	0.002857118	
Kritischer t-Wert bei einseitigem t-Test	1.672522303	
$P(T \leq t)$ zweiseitig ( $<0.05 =$ signifikant)	0.005714236	
Kritischer t-Wert bei zweiseitigem t-Test	2.003240719	

Tab. 7-24: Resultat des Signifikanztests

<sup>10</sup> In zwei Objekten war während der Formaldehydmessung die RLT-Anlage in Betrieb (=tiefe Formaldehydwerte von  $21 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), ein Objekt in Gruppe NEUBAU (SH14), ein Objekt in Gruppe ALTBAU DICHT (SH76)

<sup>11</sup> Ohne Objekt mit laufender RLT-Anlage während Formaldehydmessung.

Annahmen: einseitig (getestet auf Abnahme des Werts); unterschiedliche Varianzen

Der signifikante Unterschied zwischen ALTBAU DICHT und ALTBAU UNDICHT kann durch eine unterschiedliche Ausstattung (Möblierung und/oder innere Oberflächen) herrühren. Tatsächlich sind Unterschiede in der Anzahl beobachteter potentieller Formaldehydquellen zwischen den Gruppen ersichtlich (Tab. 7-25). Im ALTBAU UNDICHT werden vermehrt offene Spanplatten mit einer Gesamtfläche von mehr als  $2 \text{ m}^2$  festgestellt. Im ALTBAU UNDICHT sind vermehrt Fensterbänke über den Radiatoren aus Spanplatten oder Holzwerkstoffen vorhanden. Allerdings ist nur ein Viertel davon offen, d.h. nicht mit Folie oder Furnier belegt.

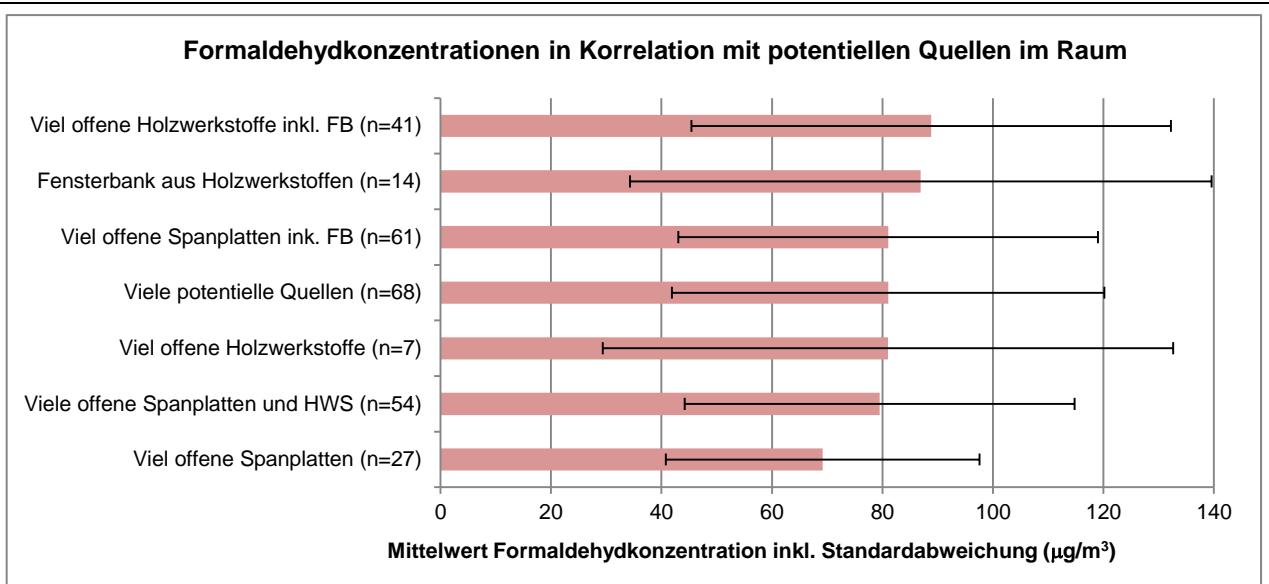
Gruppen (ohne RLT)	FB aus Span/HW S	FB aus offener Span/HW S	Offene Span (bis $2\text{m}^2$ )	Offene Span ( $>2\text{m}^2$ )	Offene HWS (bis $2\text{m}^2$ )	Offene HWS ( $>2\text{m}^2$ )
NEUBAU (n=9)	44%	22%	100%	0	22%	44%
ALTBAU DICHT (n=66)	33%	8%	57%	42%	20%	14%
ALTBAU UNDICHT (n=23)	22%	22%	30%	70%	26%	13%

Tab. 7-25: Zusammenstellung Anteile potentieller Formaldehydquellen in den Gruppen NEUBAU –

ALTBAU DICHT und ALTBAU UNDICHT

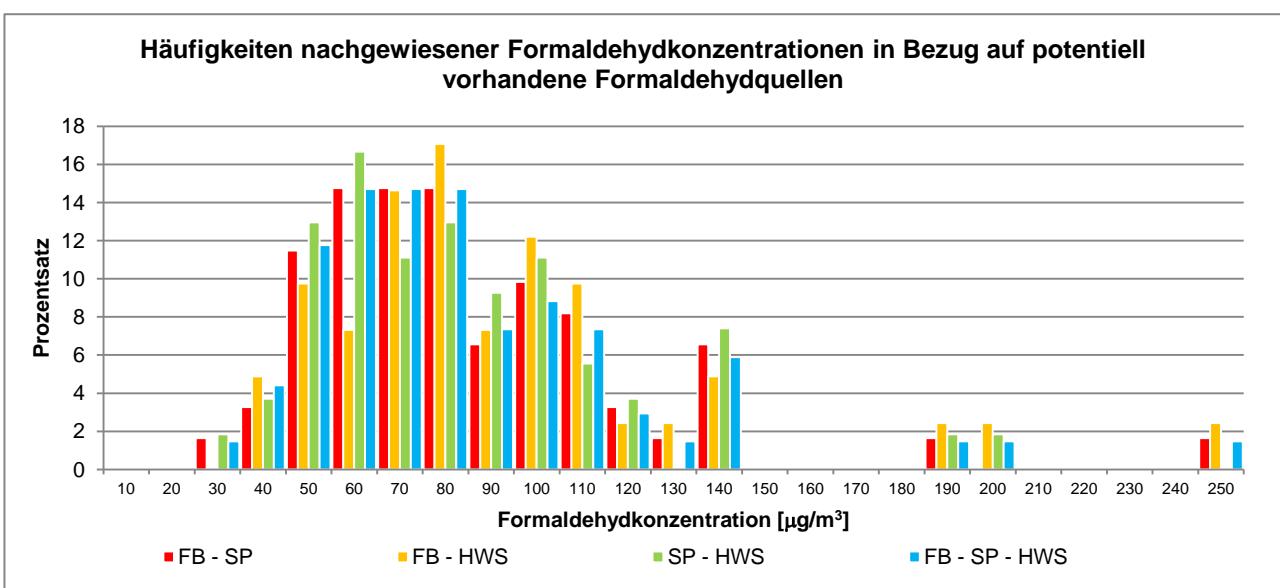
FB: Fensterbank; Span: Spanplatte; HWS: Holzwerkstoffe

Es stellt sich die Frage, ob sich die oben dargestellte unterschiedliche Möblierung auf die Formaldehydkonzentration auswirkt und sich dadurch der Unterschied erklären lässt. Wird der Mittelwert der Formaldehydkonzentration aus denjenigen Objekten berechnet, die ausschliesslich viele offene Spanplatten aufweisen (wird vermehrt in der Gruppe ALTBAU UNDICHT angetroffen), so ist er tatsächlich tiefer verglichen mit beispielsweise viel offenen Holzwerkstoffen. Allerdings ist die Standardabweichung bei allen Gruppen hoch (Abb. 7-26). Da in den Räumen meist eine Kombination von verschiedenen Materialien, die als potentielle Formaldehydquellen in Frage kommen, vorhanden ist, werden in Abb. 7-26 auch verschiedene Kombinationsgruppen (z.B. Fensterbank aus HWS zusammen mit offenen Spanplatten) auf die Auswirkung des Mittelwerts untersucht. Die Mittelwerte liegen je nach Kombination zwischen 80 und  $89 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Auffällig ist auch, dass die Häufigkeitsverteilung dieser verschiedenen Kombinationen in Bezug auf die im Raum vorherrschenden Formaldehydkonzentration keine grossen Unterschiede aufweisen (Abb. 7-27). Es gibt keine Kombination, die eine Tendenz zu ausschliesslich höheren Werten aufweist. Daraus kann geschlossen werden, dass sich allein auf die unterschiedliche Materialisierung im Raum keine eindeutigen Unterschiede in der daraus resultierenden Formaldehydkonzentration erklären lassen.



**Abb. 7-26:** In den Räumen angetroffene potentielle Formaldehydquellen in verschiedenen Zusammensetzungen mit resultierendem Mittelwert der Formaldehydkonzentration und Standardabweichung

FB: Fensterbank; HWS: Holzwerkstoff; viel: mehr als  $2 \text{ m}^2$  offene Fläche; die Auswahl erfolgte ausschließlich (z.B. viel offene HWS → ohne FB und ohne viel offene Spanplatte)



**Abb. 7-27:** Häufigkeitsverteilung auf Normklimabedingungen normalisierter Formaldehydkonzentrationen in verschiedenen Materialisierungsgruppen

FB-SP: ausschließlich Fensterbank aus HWS oder Spanplatten mit viel offenen Spanplatten; FB-HWS: ausschließlich Fensterbank aus HWS oder Spanplatten mit viel offenen Holzwerkstoffen; SP-HWS: ausschließlich viel offene Spanplatten und Holzwerkstoffe; FB-SP-HWS: Fensterbank aus HWS oder Spanplatten mit viel offenen Spanplatten und Holzwerkstoffen.

#### 7.2.4 Feuchteprobleme

In den beiden Gruppen NEUBAU und RLT werden keine Feuchteprobleme (weder im Schulzimmer noch Korridor und WC) festgestellt. Unterschiede sind zwischen den beiden Gruppen ALTBAU DICHT und ALTBAU UNDICHT vorhanden. Da die Anzahl von identifizierten Feuchteproblemen insgesamt klein ist (8 Schulzimmer mit Kategorie 0, 2 Schulzimmer mit Kategorie 1), dürfen die in Abb. 7-28 und Abb. 7-29 nicht überbewertet werden. Es handelt sich dabei bei jedem identifizierten Problem um ein Einzelfall, der sich kaum generalisieren lässt. Bei den beiden Schulzimmern mit Feuchteproblemen der Kategorie 1 handelt es sich in einem Fall um ein saniertes Schulgebäude mit offensichtlichen Mängeln bezüglich Lüftungsverhalten und Aussendämmung (siehe dazu Details auf Seite 45). Im 2. Fall handelt es sich um ein älteres Pavillon, das Undichtigkeiten im Dach aufweist.

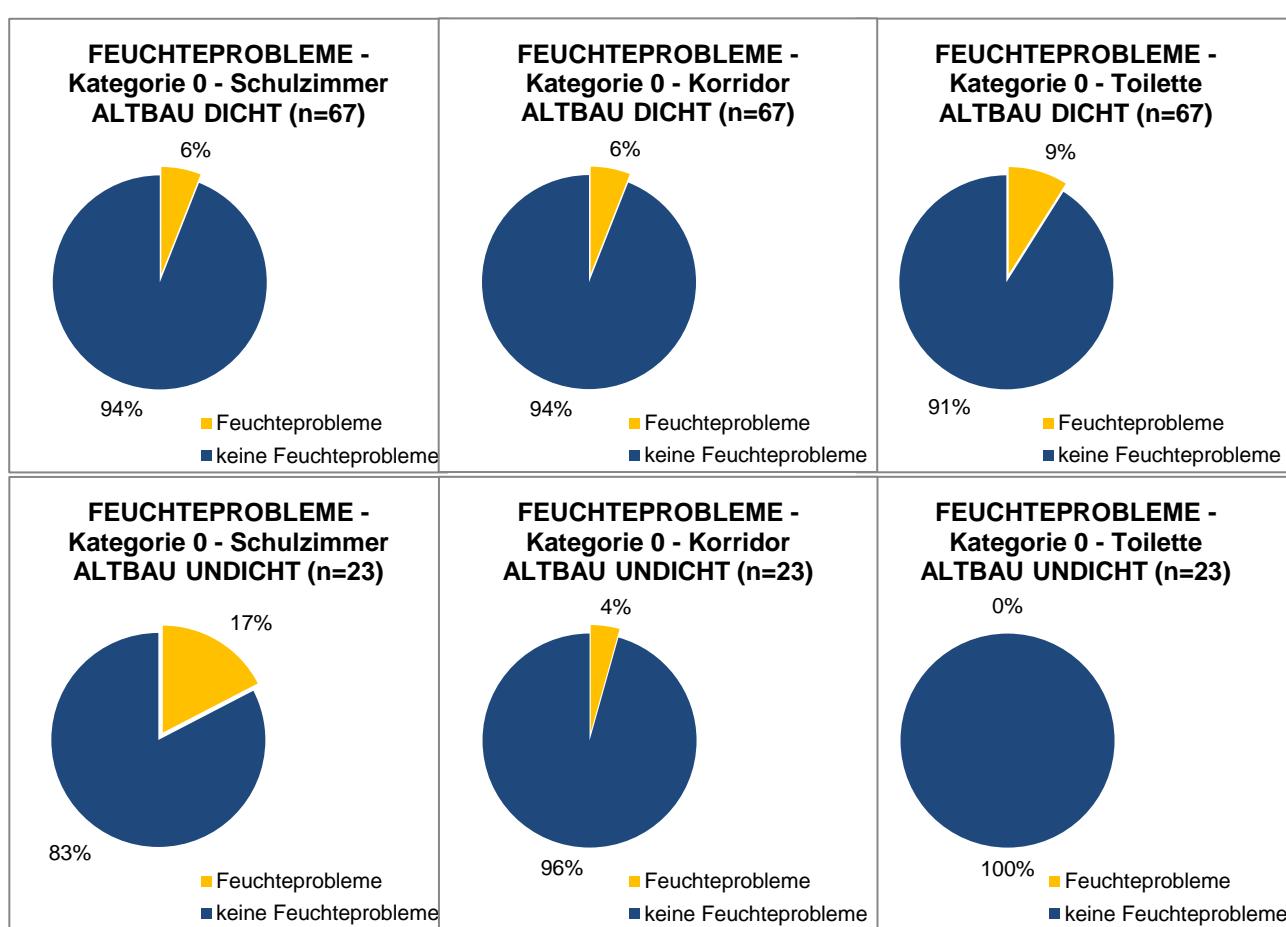


Abb. 7-28: Direkter Vergleich der Gruppen ALTBAU DICHT und ALTBAU UNDICHT in Bezug auf Feuchteprobleme der Kategorie 0.

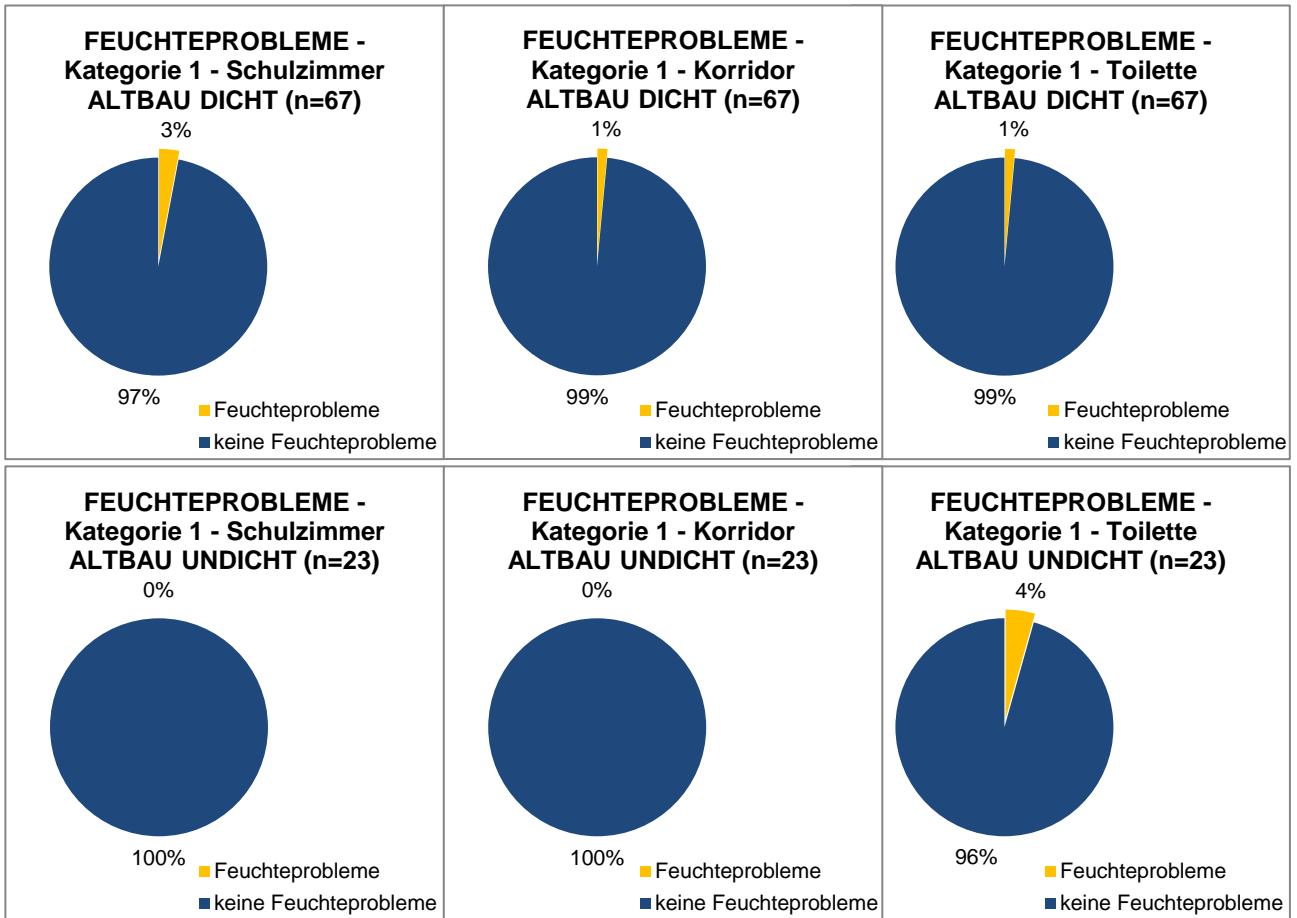


Abb. 7-29: Direkter Vergleich der Gruppen ALTBAU DICHT und ALTBAU UNDICHT in Bezug auf Feuchteprobleme der Kategorie 1.

### 7.2.5 Geruch

Der Geruch bei Eintritt in das ungeöffnete Klassenzimmer weist im Gruppenvergleich Unterschiede auf (Abb. 7-24). In den beiden Gruppen NEU-BAU und RLT werden vom Probennehmer keine störenden Gerüche festgestellt. Die Anteile in den beiden Gruppen ALTBAU DICHT mit 12% und ALTBAU UNDICHT mit 5% unterscheiden sich. Die Aussagen der Lehrpersonen bezüglich störenden Gerüchen unterscheiden sich zudem von der des Probennehmers. Bei den Aussagen der Lehrpersonen werden im NEU-BAU am häufigsten störende Gerüche beklagt.

Vergleichsgruppe	Gruppe	Anteile störende Gerüche		Geruchscharakter	
		Probennehmer	Lehrperson	Probennehmer	Lehrperson
Gebäudetyp	NEUBAU	0%	40%	-	3 feucht-muffig-abgestanden 1 Chemie
	ALTBAU DICHT	12%	18%	4 Chemie 2 Feucht-muffig 2 undefiniert	4 feucht-muffig-abgestanden 4 Chemie 4 Diverses
	ALTBAU UNDICHT	5%	17%	1 Chemie	1 feucht-muffig-abgestanden 1 Chemie 2 Diverses
Lüftungsart	RLT	0%	17%	-	1 Chemie
	FL	10%	20%	5 Chemie 2 Feucht-muffig 2 undefiniert	8 feucht-muffig-abgestanden 5 Chemie 6 Diverses

Tab. 7-26: Anteile Klassenzimmer mit störenden Gerüchen im Gruppenvergleich, beurteilt jeweils vom Probennehmer und von Lehrperson.

### 7.2.6 Stickoxide

Bezüglich Stickstoffdioxidkonzentration in der Aussenluft sind in den 3 Gruppen NEUBAU, ALTBAU DICHT und ALTBAU UNDICHT nur kleine Unterschiede erkennbar.

Die Mediane der Stickstoffdioxidkonzentrationen in der Aussenluft liegen in der Gruppe NEUBAU bei  $25.3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , in der Gruppe ALTBAU DICHT bei  $25.3 \mu\text{g}/\text{m}^3$  und in der Gruppe ALTBAU UNDICHT bei  $26.9 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (Abb. 7-30). Das 95% Perzentil liegt bei  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (NEUBAU),  $36.3 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (ALTBAU DICHT), und  $39.1 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (ALTBAU UNDICHT). Dementsprechend gibt es an allen Standorten Messwerte, die über  $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$  liegen, aber an keinem liegen sie über  $45 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

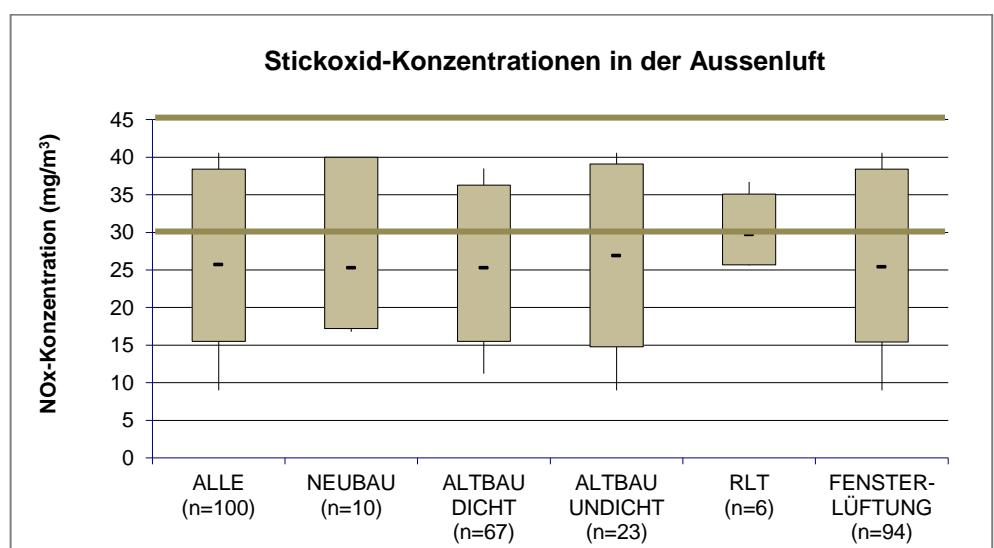
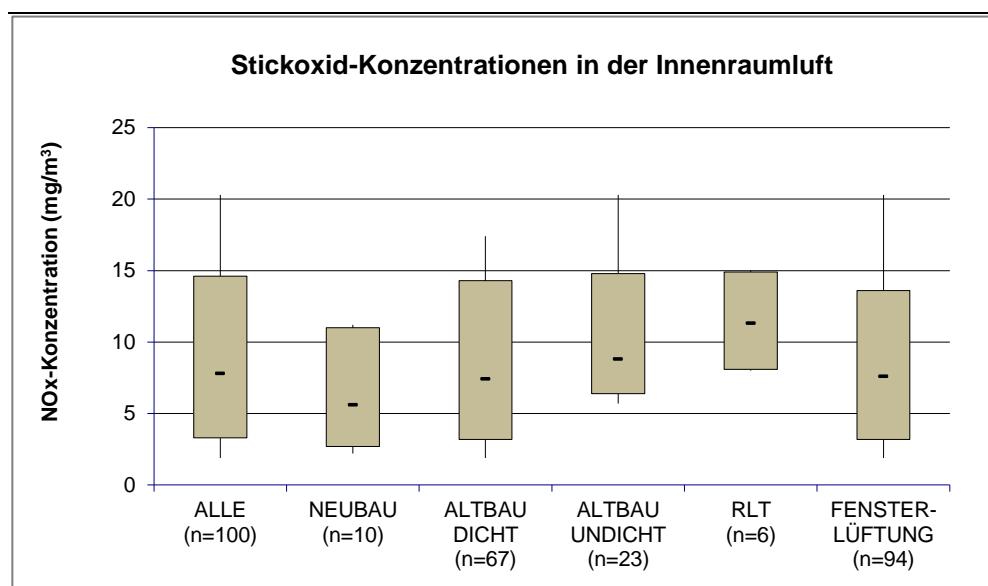


Abb. 7-30: Statistische Auswertung aller nachgewiesener Stickstoffdioxidkonzentrationen in der Aussenluft für alle Gebäudegruppen.

Die Box entspricht dem 5% bzw. 95% Perzentil, die Strichenden dem Minimal- bzw. Maximalwert und der Querstrich dem 50% Perzentil.

In Bezug auf die Gruppen NEUBAU, ALTBAU DICHT und ALTBAU UNDICHT werden Unterschiede bezüglich der Stickstoffdioxidkonzentration in der Innenraumluft festgestellt.

Die Mediane der Stickstoffdioxidkonzentrationen in der Innenraumluft liegen in der Gruppe NEUBAU bei  $5.6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , in der Gruppe ALTBAU DICHT bei  $7.4 \mu\text{g}/\text{m}^3$  und in der Gruppe ALTBAU UNDICHT bei  $8.8 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (Abb. 7-31). Das 95% Perzentil liegt bei  $11 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (NEUBAU),  $14.3 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (ALTBAU DICHT), und  $14.8 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (ALTBAU UNDICHT). Dementsprechend wird der 7-Tages-Richtwert von  $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$  bei keinem Objekt überschritten.



**Abb. 7-31: Statistische Auswertung aller nachgewiesener Stickstoffdioxidkonzentrationen in der Innenraumluft für alle Gebäudegruppen.**

Die Box entspricht dem 5% bzw. 95% Perzentil, die Strichenden dem Minimal- bzw. Maximalwert und der Querstrich dem 50% Perzentil.

In Bezug auf die Gruppen NEUBAU, ALTBAU DICHT und ALTBAU UNDICHT werden Unterschiede bezüglich dem Vergleich der Stickstoffdioxidkonzentration in der Innenraumluft zur Aussenluft festgestellt. Das Verhältnis Innenluftkonzentration zu Aussenluftkonzentration nimmt in folgender Reihenfolge zu: NEUBAU, ALTBAU DICHT, ALTBAU UNDICHT.

Die Mediane des Vergleichs der Stickstoffdioxidkonzentration in der Innenraumluft zur Aussenluft liegt in der Gruppe NEUBAU bei  $0.24 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , in der Gruppe ALTBAU DICHT bei  $0.29 \mu\text{g}/\text{m}^3$  und in der Gruppe ALTBAU UNDICHT bei  $0.34 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (Abb. 7-32). Das 95% Perzentil liegt bei  $0.34 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (NEUBAU),  $0.58 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (ALTBAU DICHT), und  $0.658 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (ALTBAU UNDICHT).

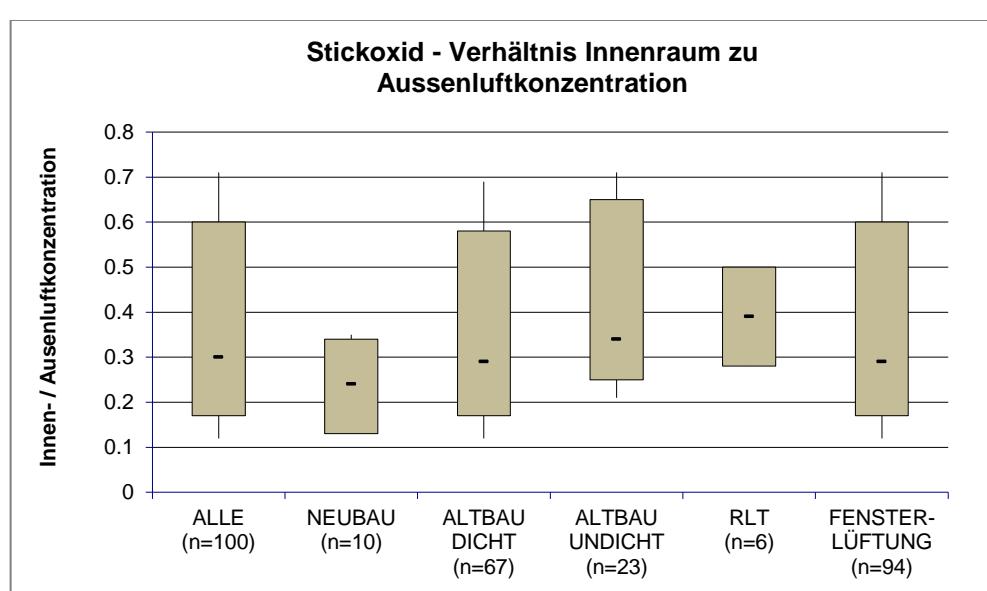
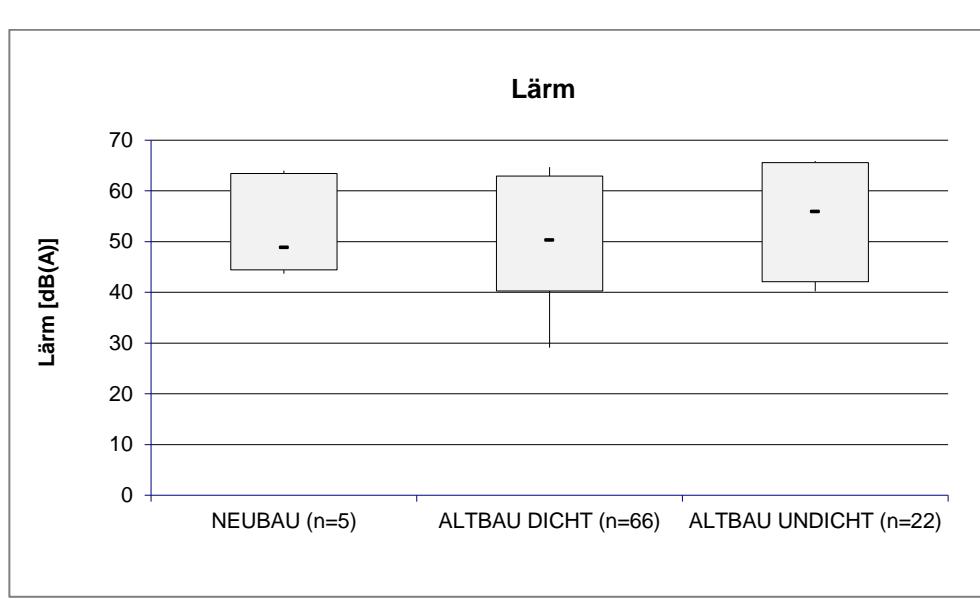


Abb. 7-32: Statistische Auswertung aller Verhältnisse Innen- zu Aussenluftkonzentration der nachgewiesenen Stickstoffdioxidkonzentrationen für alle Gebäudegruppen.

Die Box entspricht dem 5% bzw. 95% Perzentil, die Strichenden dem Minimal- bzw. Maximalwert und der Querstrich dem 50% Perzentil.

### 7.2.7 Lärm

Bezüglich maximalen Lärm-Werten sind in den 3 Gruppen NEUBAU, ALTBAU DICHT und ALTBAU UNDICHT nur kleine Unterschiede erkennbar. Der Median sowie das 95%-Perzentil sind bei der Gruppe ALTBAU UNDICHT am höchsten. Die ermittelten maximalen Lärm-Werte weisen folgende Medianwerte auf: bei den NEUBAUTEN liegt er bei 48.8 dB(A), bei den ALTBAUTEN DICHT liegt er bei 50.3 dB(A) und bei den ALTBAUTEN UNDICHT bei 55.9 dB(A). Das 95% und 5% Perzentil liegt bei den NEUBAUTEN bei 63.4 resp. 44.4 dB(A), bei den ALTBAUTEN DICHT bei 63.0 resp. 40.3 dB(A) und bei den ALTBAUTEN UNDICHT bei 65.5 resp. 42.1 dB(A) (Abb. 7-33 und Tab. 7-27).



**Abb. 7-33: Statistische Auswertung aller ermittelten maximalen Lärm-Werten für alle Gebäudegruppen.**

Die Box entspricht dem 5% bzw. 95% Perzentil, die Strichenden dem Minimal- bzw. Maximalwert und der Querstrich dem 50% Perzentil.

	maximale Lärm-Werte				
	Min	5%	50%	95%	Max
NEUBAU (n=5)	43.7	44.4	48.8	63.4	64.0
ALTBAU DICHT (n=66)	29.1	40.3	50.3	63.0	64.7
ALTBAU UNDICHT (n=22)	40.2	42.1	55.9	65.5	65.9

**Tab. 7-27: Zusammenstellung der maximalen Lärmwerte pro Gebäudegruppe.**

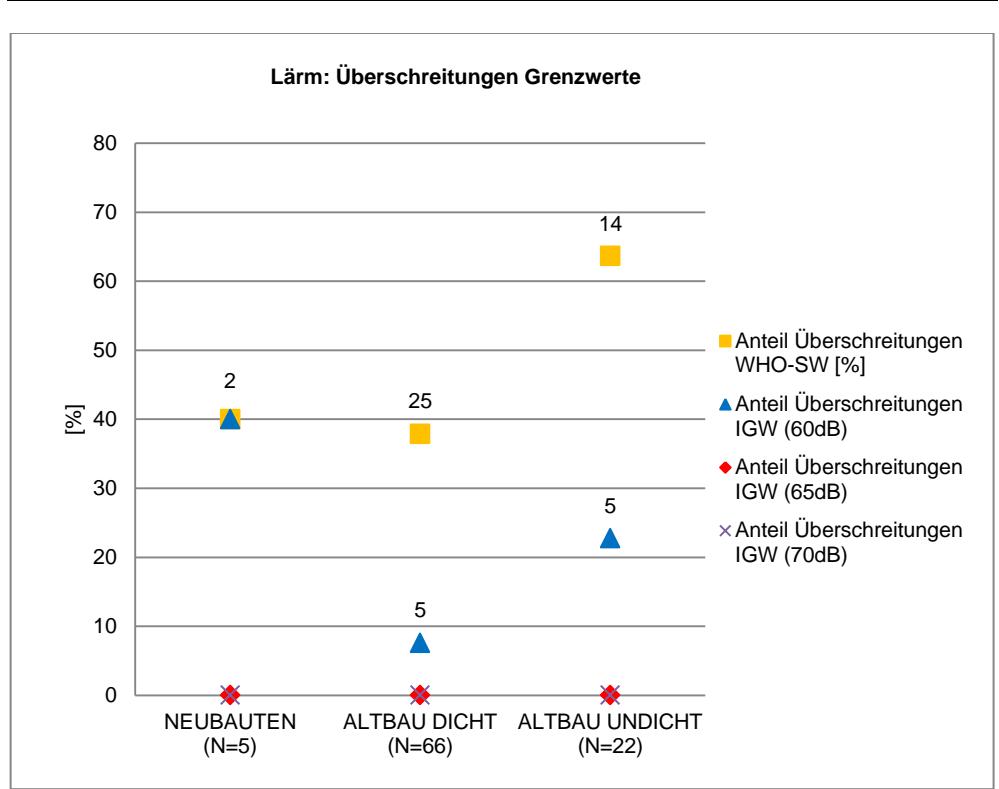
Spaltenbeschriftung → Min: Minimum; 5%: 5% Perzentil; 50%: 50% Perzentil; 95%: 95% Perzentil; Max: Maximum

Im vorliegenden Gruppenvergleich wurde überdies analysiert, wie viele Objekte einer Gruppe, gemäss zugewiesener Empfindlichkeitsstufe, den Immissionsgrenzwert überschreiten. Zudem wurde analysiert, wie viele Objekte einer Gruppe den von der WHO empfohlenen Schwellenwert von 55 dB(A) überschreiten.

Abb. 7-34 zeigt folgendes auf: Anteil Überschreitungen WHO-SW entspricht der Anzahl bzw. dem Anteil Objekte einer Gruppe, die den von der WHO empfohlenen Schwellenwert von 55 dB(A) überschreiten. Anteil Überschreitungen IGW 60dB(A), 65dB(A) bzw. 70dB(A) zeigt an wie viele Objekte einer Gruppe, gemäss zugewiesener Empfindlichkeitsstufe, den entsprechenden Immissionsgrenzwert überschreiten.

Bei den NEUBAUTEN ( $n=10$ ) standen bei 5 Objekten Lärmdaten zur Verfügung. Bei den ALTBAUTEN DICHT ( $n=67$ ) standen bei 66 und bei den ALTBAUTEN UNDICHT ( $n=23$ ) bei 22 Objekten Lärmdaten zur Verfügung.

Bei den NEUBAUTEN überschreiten 2 von 5 (d.h. 40%) analysierten Objekten den WHO Schwellenwert von 55 dB(A) sowie den Immissionsgrenzwert (ES II) von 60 dB(A). Bei den DICHTEN ALTBAUTEN überschreiten 25 von 66 (d.h. 38%) analysierten Objekten den WHO Schwellenwert von 55 dB(A) und 5 von 66 (d.h. 8%) analysierten Objekten den Immissionsgrenzwert (ES II) von 60 dB(A). Bei den UNDICHTEN ALTBAUTEN überschreiten 14 von 22 (d.h. 64%) analysierten Objekten den WHO Schwellenwert von 55 dB(A) und 5 von 22 (d.h. 23%) analysierten Objekten den Immissionsgrenzwert (ES II) von 60 dB(A) (Abb. 7-34).



**Abb. 7-34: Gruppenvergleich der Lärmüberschreitungen.**  
Die Zahlen in der Grafik entsprechen der Anzahl Objekte

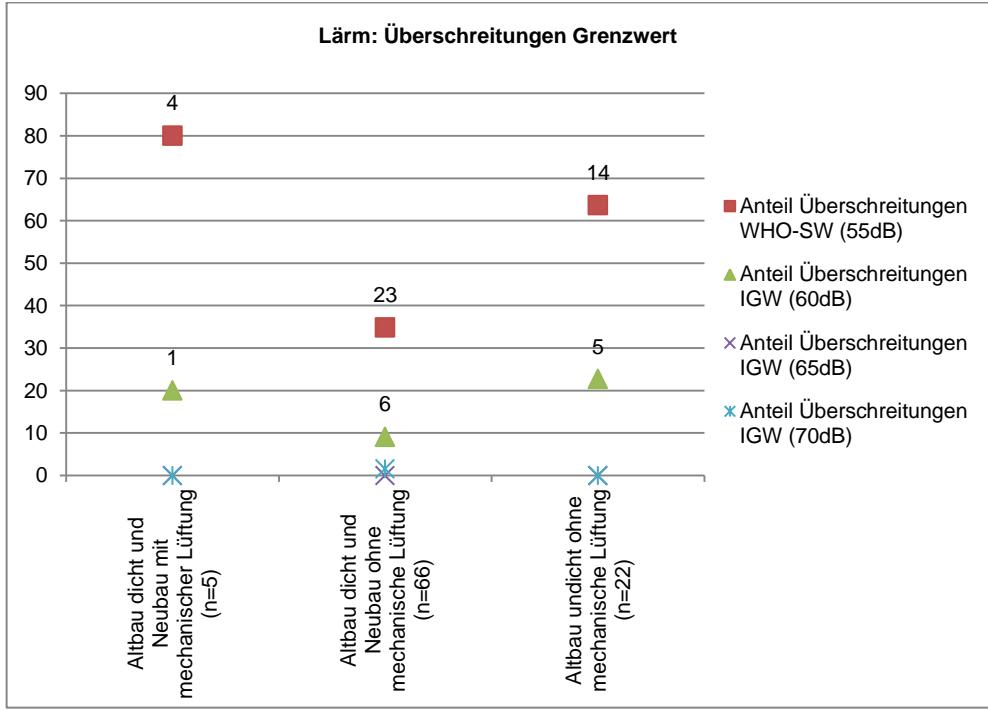
In Fällen von hohen Aussenlärmbelastungen ist eine kontrollierte Zuluft / Abluftanlage (mechanische Lüftung) vorteilhaft, welche das Lüften durch Öffnen der Fenster weitgehend überflüssig macht.

Das Problem des Aussenlärms nimmt ab, je neuer und dichter die Bausubstanz ist und je weniger über die Fenster gelüftet und/oder gekühlt werden muss (in der Reihenfolge von a) bis c), d.h. a=DICHTE ALTBAUTEN und NEUBAUTEN mit mechanischer Lüftung, b= DICHTE ALTBAUTEN und NEUBAUTEN ohne mechanische Lüftung, c)=ALTBAUTEN ohne mechanische Lüftung). Folglich interessiert zusätzlich zum durchgeföhrten Gruppenvergleich mit den konventionellen Gruppen „NEUBAUTEN“, „ALTBAU DICHT“ und „ALTBAU UNDICHT“ (Abb. 7-34) der Gruppenvergleich mit den oben neu skizzierten Gruppen (Abb. 7-35).

Abb. 7-35 zeigt folgendes auf: Anteil Überschreitungen WHO-SW zeigt an, wie viele Objekte einer Gruppe den von der WHO empfohlenen Schwellenwert von 55 dB(A) überschreiten. Anteil Überschreitungen IGW 60dB(A), 65dB(A) bzw. 70dB(A) zeigt an wie viele Objekte einer Gruppe, gemäss zugewiesener Empfindlichkeitsstufe, den entsprechenden Immissionsgrenzwert überschreiten.

Bei den DICHTEN ALTBAUTEN und NEUBAUTEN mit mechanischer Lüftung (n=10) standen bei 5 Objekten Lärmdaten zur Verfügung. Bei den DICHTEN ALTBAUTEN und NEUBAUTEN ohne mechanische Lüftung (n=67) standen bei 66 und bei den ALTBAUTEN UNDICHT ohne mechanische Lüftung (n=23) bei 22 Objekten Lärmdaten zur Verfügung.

Bei den DICHTEN ALTBAUTEN und NEUBAUTEN mit mechanischer Lüftung überschreiten 4 von 5 (d.h. 80%) analysierten Objekten den WHO Schwellenwert von 55 dB(A) und 1 von 5 (d.h. 20%) analysierten Objekten den Immissionsgrenzwert von 60 dB(A). Bei den DICHTEN ALTBAUTEN und NEUBAUTEN ohne mechanische Lüftung überschreiten 23 von 66 (d.h. 35%) der analysierten Objekte den WHO Schwellenwert von 55 dB(A) und 6 von 66 (d.h. 9%) der analysierten Objekte den Immissionsgrenzwert von 60 dB(A). Bei den ALTBAUTEN UNDICHT ohne mechanische Lüftung überschreiten 14 von 22 (d.h. 64%) analysierten Objekten den WHO Schwellenwert von 55 dB(A) und 5 von 22 (d.h. 23%) analysierten Objekten den Immissionsgrenzwert von 60 dB(A) (Abb. 7-35).



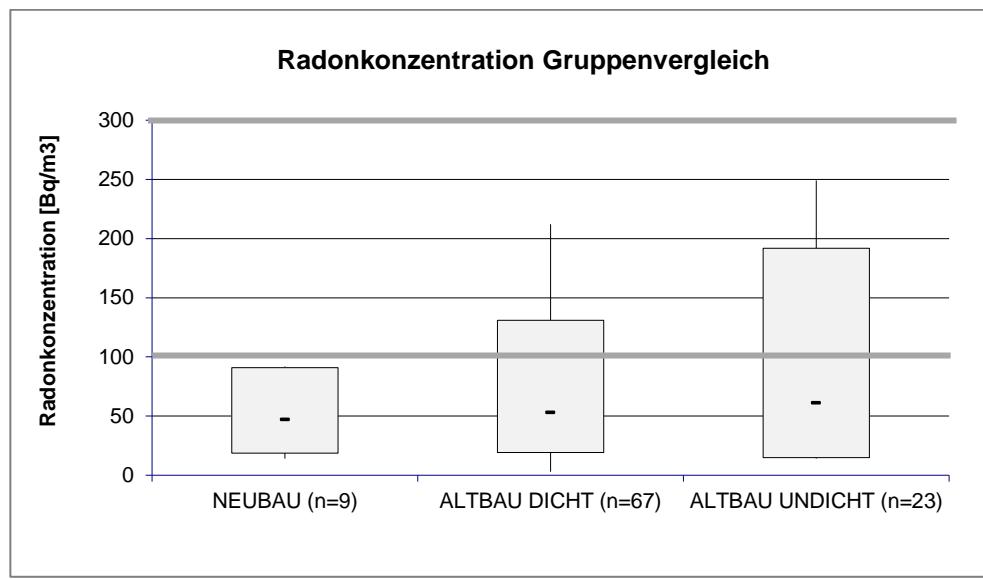
**Abb. 7-35: Gruppenvergleich der Lärmüberschreitung mit angepassten Gruppen.**  
Die Zahlen in der Grafik entsprechen der Anzahl Objekte

### 7.2.8 Radon

In Bezug auf die Gruppen NEUBAUTEN, ALTBAUTEN DICHT UND ALTBAUTEN UNDICHST werden Unterschiede in der Radonkonzentration festgestellt. Sowohl der Median als auch das 95%-Perzentil und der Anteil der Überschreitungen nehmen in folgender Reihenfolge zu: NEUBAU, ALTBAU DICHT, ALTBAU UNDICHST (Abb. 7-36, Tab. 7-28 und Tab. 7-29).

Die gemessenen Radonkonzentrationen weisen folgende Medianwerte auf: bei den NEUBAUTEN liegt er bei  $47 \text{ Bq/m}^3$ , bei den ALTBAUTEN DICHT liegt er bei  $53 \mu\text{g/m}^3$  und bei den ALTBAUTEN UNDICHST bei  $61 \text{ Bq/m}^3$ . Das 95% und 5% Perzentil liegt bei den NEUBAUTEN bei  $90.8$  resp.  $18.8 \text{ Bq/m}^3$ , bei den ALTBAUTEN DICHT bei  $131$  resp.  $19.3 \text{ Bq/m}^3$  und bei den ALTBAUTEN UNDICHST bei  $191.9$  resp.  $14.9 \text{ Bq/m}^3$  (Abb. 7-36 und Tab. 7-28).

Von den 67 Objekten, die der Gruppe ALTBAU DICHT zugewiesen sind, liegen mit 11 Objekten die meisten Radonwerte vor, die über  $100 \text{ Bq/m}^3$  liegen. Werden die Anteile verglichen, so liegen bei der Gruppe ALTBAU UNDICHST mit 21% die meisten Radonwerte vor, die über  $100 \text{ Bq/m}^3$  liegen (Tab. 7-26).



**Abb. 7-36: Statistische Auswertung aller gemessener Radonkonzentrationen für alle Gebäudegruppen.**

Die Box entspricht dem 5% bzw. 95% Perzentil, die Strichenden dem Minimal- bzw. Maximalwert und der Querstrich dem 50% Perzentil.

	Radonkonzentrationen				
	Min	5%	50%	95%	Max
NEUBAU (n=9)	14	18.8	47	90.8	92
ALTBAU DICHT (n=67)	3	19.3	53	131	212
ALTBAU UNDICHT (n=23)	14	14.9	61	191.9	249

**Tab. 7-28: Zusammenstellung der Radonkonzentrationen für alle Gebäudegruppen.**

Spaltenbeschriftung → Min: Minimum; 5%: 5% Perzentil; 50%: 50% Perzentil; 95%: 95% Perzentil; Max: Maximum

	Radonkonzentrationen	
	Anzahl Überschreitung (> 100 Bq/m³)	Anteil [%] Überschreitung (> 100 Bq/m³)
NEUBAU (n=9)	0	0
ALTBAU DICHT (n=67)	11	16
ALTBAU UNDICHT (n=23)	5	21

**Tab. 7-29: Zusammenstellung der Anzahl / Anteil Radonkonzentrationen > 100 Bq/m³ für alle Gebäudegruppen.**

## 7.3 Detailfragen

### 7.3.1 Möglichkeiten der Fensterlüftung

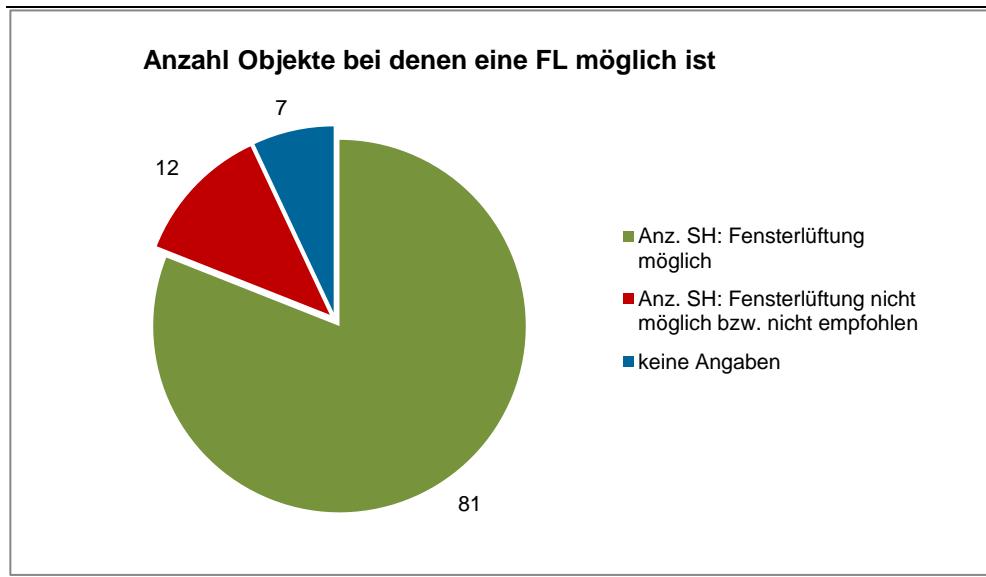
Zur Abschätzung, ob in einem Schulzimmer eine Fensterlüftung empfohlen werden kann, wird gemäss SIA 382/1 (SIA 382/1, 2014) die Luftqualität und der Lärmpegel vor dem Schulzimmer beurteilt. Ist einer dieser Werte zu hoch, dann ist eine Fensterlüftung nicht empfohlen. Gemäss SIA 382/1:2014 darf für die Empfehlung einer Fensterlüftung die Stickstoffdioxidkonzentration im Jahresdurchschnitt nicht über  $45 \mu\text{g}/\text{m}^3$  liegen. bzw. der Immissionsgrenzwert von  $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$  nicht um mehr als 50% überschritten sein.

Da keine der gemessenen Stickstoffdioxidkonzentrationen über  $45 \mu\text{g}/\text{m}^3$  liegt und somit der Immissionsgrenzwert von  $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$  an keinem Standort um mehr als 50% überschritten ist (Abb. 9-5), sind nur die Lärmdaten ausschlaggebend für die Abschätzung der Empfehlung einer Fensterlüftung.

Bei 12 Objekten ist der, der entsprechenden Empfindlichkeitsstufe zugewiesene, Lärm-Immissionsgrenzwert (Tag) überschritten und eine Fensterlüftung ist folglich nicht empfohlen (Abb. 7-37). Bei 7 Objekten liegen entweder keine Daten zum Lärm oder zu der Empfindlichkeitsstufe vor (siehe Abschnitt 6.7). Hier konnte keine Abschätzung vorgenommen werden.

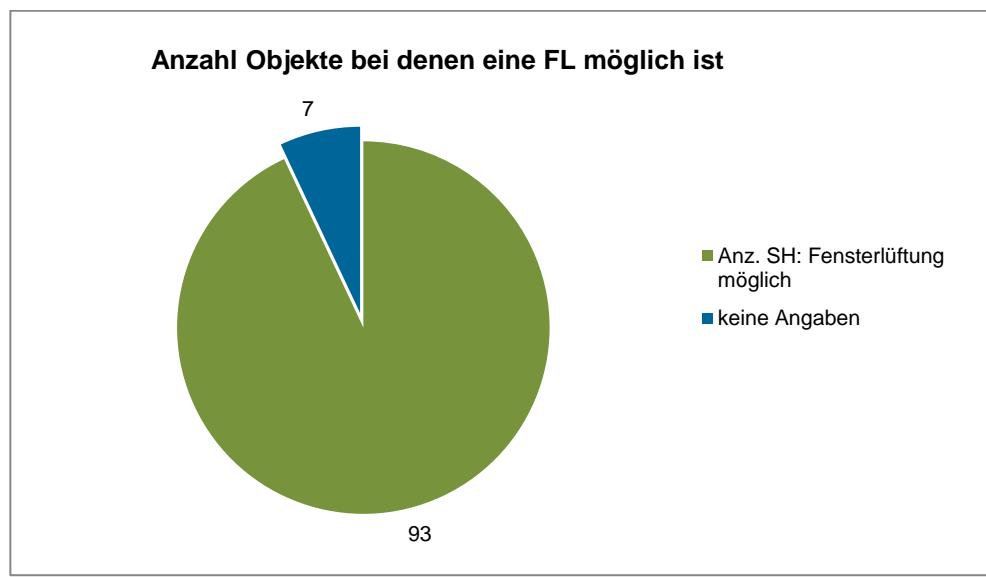
Wird für die Berechnung nicht der maximale Lärm-Wert zugezogen sondern der Lärm-Mittelwert, dann ist eine Fensterlüftung in allen Fällen möglich (ausgenommen sind ebenfalls diejenigen Fälle, bei denen die Daten zum Lärm oder zu der Empfindlichkeitsstufe fehlen), (Abb. 7-38).

Wird für die Berechnung der maximale Lärm-Wert zugezogen und wird mit dem von der WHO empfohlenen Schwellenwert von  $55 \text{ dB(A)}$  gerechnet, ist die Fensterlüftung bei 40 Objekten nicht empfohlen. Bei 7 Objekten liegen keine Lärmdaten vor. Hier konnte keine Abschätzung vorgenommen werden (Abb. 7-39).



**Abb. 7-37: Anteil Objekte, bei denen gemäss SIA 382/1 eine Fensterlüftung möglich bzw. empfohlen ist.**

Folgende Daten wurden für die Abschätzung hinzugezogen: maximaler Lärm-Wert, Immissionsgrenzwerte gemäss LSV und 14-Tages-NO<sub>2</sub>. Anzahl Objekte: 100.



**Abb. 7-38: Anteil Objekte, bei denen gemäss SIA 382/1 eine Fensterlüftung möglich bzw. empfohlen ist.**

Folgende Daten wurden für die Abschätzung hinzugezogen: Lärm-Mittelwert, Immissionsgrenzwerte gemäss LSV und 14-Tages-NO<sub>2</sub>. Anzahl Objekte = 100.

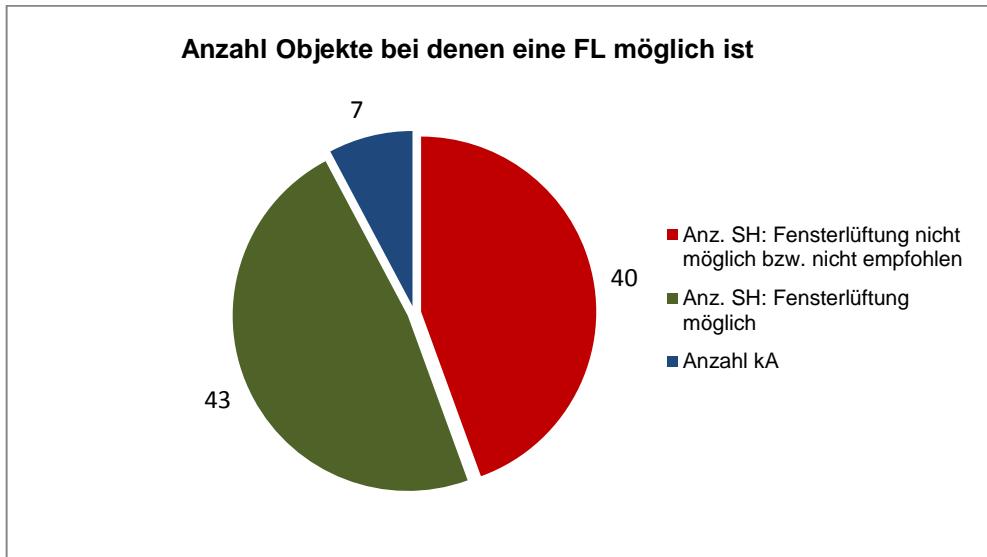


Abb. 7-39: Anteil Objekte, bei denen gemäss SIA 382/1 eine Fensterlüftung möglich bzw. empfohlen ist.

Folgende Daten wurden für die Abschätzung hinzugezogen: maximaler Lärm-Wert, empfohlener Schwellenwert WHO (55dB) und 14-Tages-NO<sub>2</sub>. Anzahl Objekte = 100.

### 7.3.1.1 Diskussion Luftbelastung

#### Ausgangslage

In der vorliegenden Studie wurden 14-Tages-Mittelwerte mit einem Jahresmittelwert verglichen. Weil Stickstoffdioxidkonzentrationen in der Aussenluft im Winter oft höher sind als im Sommer (Hazekamp-von Arx, 2004) dürfen diese 14-Tages-Mittelwerte nicht vorbehaltlos mit den Jahresmittelwerten verglichen werden. Da die vorliegenden Messwerte Winterwerte sind, kann grundsätzlich davon ausgegangen werden, dass die entsprechenden Jahresmittelwerte tiefer liegen und somit der Immissionsgrenzwert von 30 µg/m<sup>3</sup> an keinem Standort um mehr als 50% überschritten ist (siehe Abschnitt 7.1.6). Diese Einschätzung bzw. Vermutung wird grundsätzlich auch vom Bundesamt für Umwelt geteilt (BAFU, "Einschätzung Vergleichbarkeit der gemessenen 14-Tagesmittelwerte mit Jahresmittelwert", Hugo Amacker, 2015).

#### Einfluss Wetterlage

Neben den jahreszeitlichen Schwankungen haben der Standort, die Sonnenscheindauer, der Niederschlag und speziell auch Inversionslagen einen wesentlichen Einfluss auf die Stickstoffdioxidkonzentration (NABEL, 2011). Zur Unterstützung der Vermutung, dass die gemessenen Stickstoffdioxidkonzentrationen tendenziell Höchstwerte, über ein Jahr gesehen, sind, wurde jeder gemessenen Konzentration die Sonnenscheindauer und die Nie-

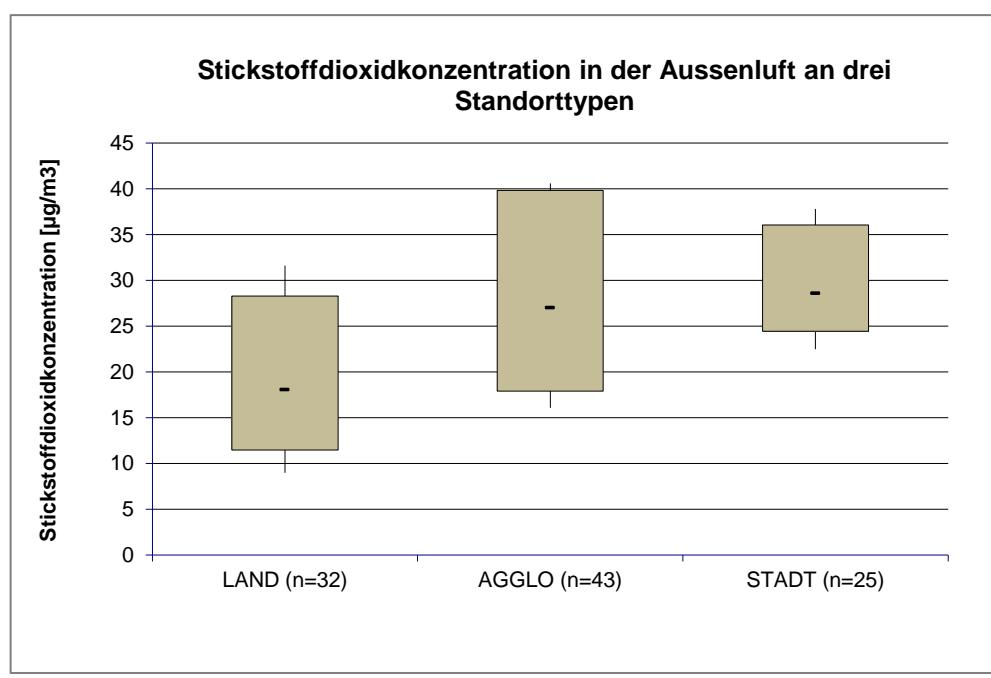
derschlagsmenge im exakt gleichen Zeitintervall der entsprechenden Region gegenüber gestellt (Tab. 9-7).

Anhand dieser Gegenüberstellung kann gezeigt werden, dass die Wetterdaten diese Vermutung teilweise, aber nicht immer, stützen: Bei den höchsten gemessenen Werten: SH42; 40.0  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  und SH40; 40.6  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (Tab. 9-7) hat es während der 14-tägigen Messperiode kaum geregnet (je 0.8 mm) und es war gleichzeitig sehr sonnig (je über 4000 Sonnenminuten). Durch den fehlenden Regen konnte das Stickstoffdioxid nicht ausgewaschen werden und durch die vielen Sonnenminuten wurde die Bildung von Stickstoffdioxid begünstigt. In diesen Fällen kann davon ausgegangen werden, dass die gemessenen Werte nahe an den Jahreshöchstwerten liegen und der Jahresmittelwert folglich jeweils unter den 40.0  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  bzw. 40.6  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  liegen müsste. Es gibt aber auch Fälle, in denen die zusätzlich erhobenen Wetterdaten die Abschätzung, dass der Jahresmittelwert unter dem Immissionsgrenzwert liegen wird, weniger klar untermauern. So liegt die Stickstoffdioxidkonzentration bei SH36 bei 39.2  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  und bei SH37 bei 38.5  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (Tab. 9-7), es wurde jedoch relativ viel Niederschlag registriert (je 23.5 mm) und deutlich weniger Sonnenminuten (je 2447 min) als bei den Fällen SH40 und SH42. Folglich liegen bei SH36 und SH37 die gemessenen Werte vermutlich etwas unter den Jahreshöchstwerten und es gestaltet sich schwieriger, eine Abschätzung zur Höhe des Jahresmittelwertes zu machen.

### **Einfluss Standort**

Um weitere Hinweise zur Unterstützung der Vermutung zu erlangen wurden die Stickstoffdioxidkonzentrationen an den drei Standorten „Land“, „Agglomeration“ und „Stadt“ (Zuweisungen gemäss Fragekatalog Hauswart, Kapitel 5.2.1) miteinander verglichen. In Abb. 7-40 sind die statistisch ausgewerteten Stickstoffdioxidkonzentrationen in der Aussenluft an drei Standorttypen dargestellt.

Die Konzentration (14-Tagesmessung) an Stickstoffdioxid in der Aussenluft weist am Standorttyp „Land“ einen Median von 18.1  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  auf. Am Standorttyp „Agglomeration“ liegt er bei 27.0  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  und am Standorttyp „Stadt“ bei 28.6  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . (weitere Werte siehe Abb. 7-40 und Tab. 7-27).



**Abb. 7-40: Vergleich der Stickstoffdioxidkonzentrationen in der Aussenluft an drei Standorten.**  
Die Box entspricht dem 5% bzw. 95% Perzentil, die Strichenden dem Minimal- bzw. Maximalwert und der Querstrich dem 50% Perzentil.

	Stickstoffdioxidkonzentration				
	Min	5%	50%	95%	Max
LAND	9.0	11.5	18.1	28.3	31.6
AGGLO	16.1	17.9	27.0	39.8	40.6
STADT	22.5	24.5	28.6	36.1	37.8

**Tab. 7-30: Zusammenstellung der statistischen Stickstoffdioxid-Werte an 3 Standorttypen.**  
Spaltenbeschriftung → Min: Minimum; 5%: 5% Perzentil; 50%: 50% Perzentil; 95%: 95% Perzentil; Max: Maximum  
Zeilenbeschriftung → Standorttyp gemäss Angaben Hauswart.

Hiermit kann gezeigt werden, dass die vorliegenden Messungen im Grossen und Ganzen den typischen Stickstoffdioxid-Messwerten in der Schweiz entsprechen. D.h. in städtischen, verkehrsreichen Gebieten sowie in verkehrsreichen Agglomerationen sind die Stickstoffdioxidkonzentrationen am höchsten. Je ländlicher ein Standort ist, umso tiefer sind die Stickstoffdioxidkonzentrationen im Jahresmittel (NABEL, 2011).

#### Vergleich mit Werten an typischen Standorten in der Schweiz

Die aktuellen (2013 und 2014) Stickstoffdioxid-Jahresmittelwerte vom NABEL (NABEL S.-H. T., 2015) liegen an typischen Standorten in der Schweiz

durchwegs unter  $45 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (Maximum ist beim Bollwerk, Bern mit  $43.0 \mu\text{g}/\text{m}^3$  im Jahr 2013 bzw.  $38.7 \mu\text{g}/\text{m}^3$  im Jahr 2014). Da die gemessenen Werte im Grossen und Ganzen den typischen Messwerten in der Schweiz entsprechen, kann gefolgert werden, dass auch die Jahresmittelwerte bei den untersuchten Objekten durchwegs unter  $45 \mu\text{g}/\text{m}^3$  liegen.

### **Schlussfolgerung**

Auf Grund der oben beschriebenen Sachverhalte wird davon ausgegangen, dass die Jahresmittelwerte bei allen untersuchten Objekten unter  $45 \mu\text{g}/\text{m}^3$  liegen und somit der Immissionsgrenzwert von  $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$  an keinem Standort um mehr als 50% überschritten ist.

#### **7.3.1.2 Diskussion Lärmbelastung**

In der vorliegenden Beurteilung wurde einzig die Lärmbelastung durch Strassenlärm beurteilt. Der betrachtete maximale Lärm-Wert entspricht der exponiertesten Stelle an der Fassade des Gebäudes. Dieser Wert ist jedoch nicht für alle Räume im jeweiligen Gebäude repräsentativ. Fensterlüftungen sollten daher jeweils individuell abgeklärt werden.

#### **7.3.2 Einfluss der Lüftungsart auf die CO<sub>2</sub>-Konzentration**

Die Lehrpersonen wurden auch zu ihrem persönlichen Lüftungsverhalten im Klassenzimmer befragt. Unter anderem wurde gefragt, ob die Fensterlüftung nach fixen Regeln erfolgt und ob der Klassenraum jeweils quergelüftet wird. Die Frage stellt sich, ob das Lüftungsverhalten einen direkten Einfluss auf die Durchlüftung des Klassenzimmers hat.

In Abb. 7-41 sind die Anteile an CO<sub>2</sub>-Konzentrationen in den vier Beurteilungsklassen für die Gruppen „keine Lüftungsregeln (n=82)“ und „Lüftung nach Regeln (n=18)“ einander gegenübergestellt. Die Unterschiede sind gering, der Anteil von CO<sub>2</sub>-Konzentration in der Beurteilungsklasse inakzeptabel ( $>2000 \text{ ppm}$ ) ist in der Gruppe „Lüftung nach Regeln (n=18)“ etwas höher.

Klarere Unterschiede werden zwischen den beiden Gruppen „keine Querlüftung (n=80) und „Querlüftung (n=20) festgestellt. Während in den Räumen ohne Querlüftung der Anteil an CO<sub>2</sub>-Konzentration in der Beurteilungsklasse inakzeptabel bei 23% liegt, wird in der Gruppe „Querlüftung“ mit 15% ein deutlich tieferer Anteil nachgewiesen (Abb. 7-42). In der Folge steigt in dieser Gruppe der Anteil an CO<sub>2</sub>-Konzentrationen unter  $1400 \text{ ppm}$  (Beurteilungsklassen hervorragend und gut) auf 58% (im Gegensatz zur Gruppe „keine Querlüftung“ von 48%).

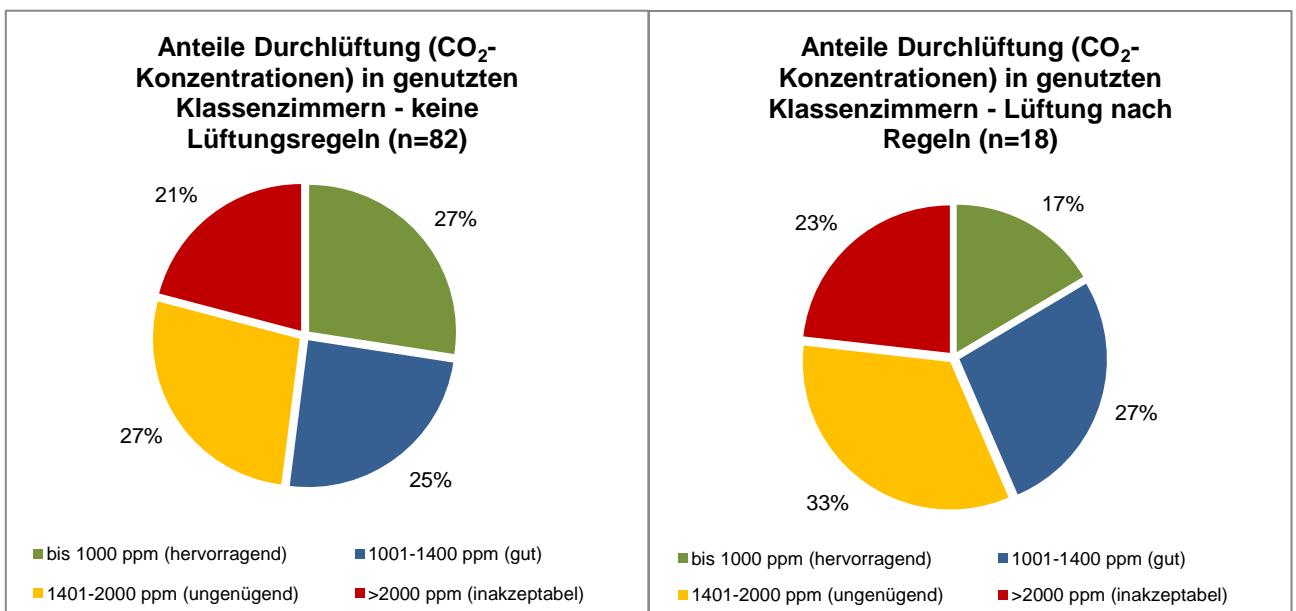


Abb. 7-41: Zusammengefasste Zeitanteile während der effektiven Belegungszeit in den untersuchten Schulräumen, in denen  $\text{CO}_2$ -Konzentrationen in den entsprechenden Beurteilungsklassen nachgewiesen werden, aufgeschlüsselt nach Klassenzimmern, die nach Regeln und Klassenzimmer, die nicht nach Regeln gelüftet werden.

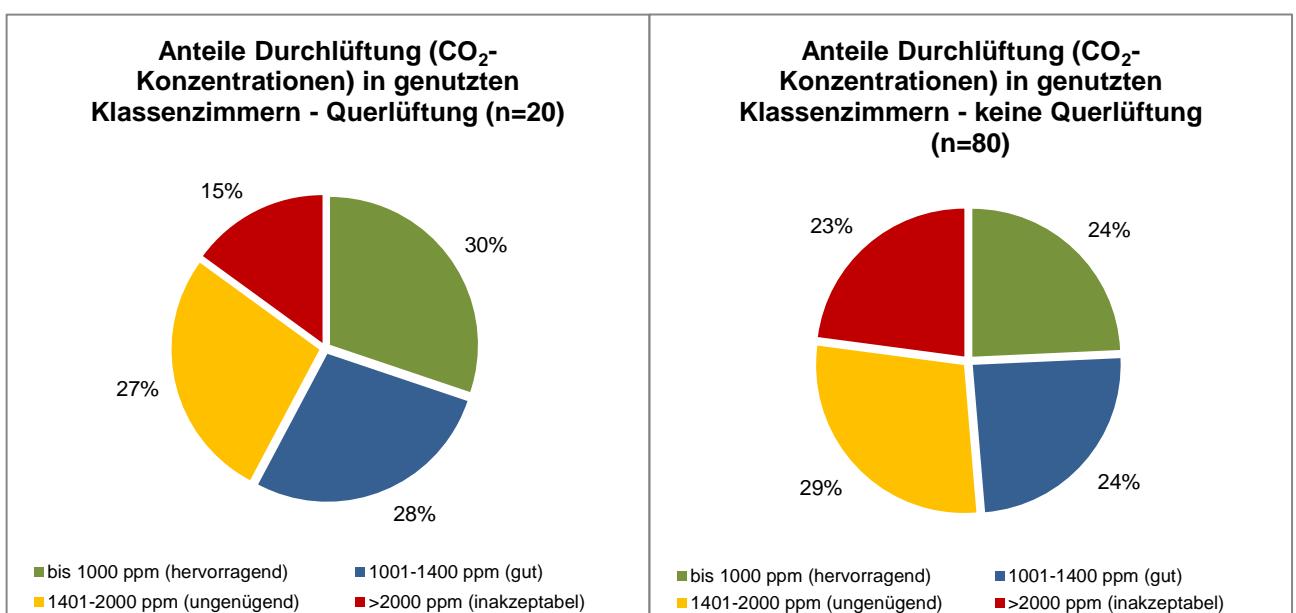


Abb. 7-42: Zusammengefasste Zeitanteile während der effektiven Belegungszeit in den untersuchten Schulräumen, in denen  $\text{CO}_2$ -Konzentrationen in den entsprechenden Beurteilungsklassen nachgewiesen werden, aufgeschlüsselt nach Klassenzimmern, die quergelüftet und Klassenzimmer, die nicht quergelüftet werden.

### 7.3.3 Lärmklagen und Fensterlüftung

In 12 Objekten wird aufgrund der maximalen Lärmbelastung eine Fensterlüftung nicht empfohlen. Die Frage stellt sich hier, ob es in diesen Klassenzimmern im Vergleich zu Klassenräumen, in denen eine Fensterlüftung empfohlen werden kann, es vermehrt zu Lärmklagen kommt und ob dies Einfluss auf die Durchlüftung hat.

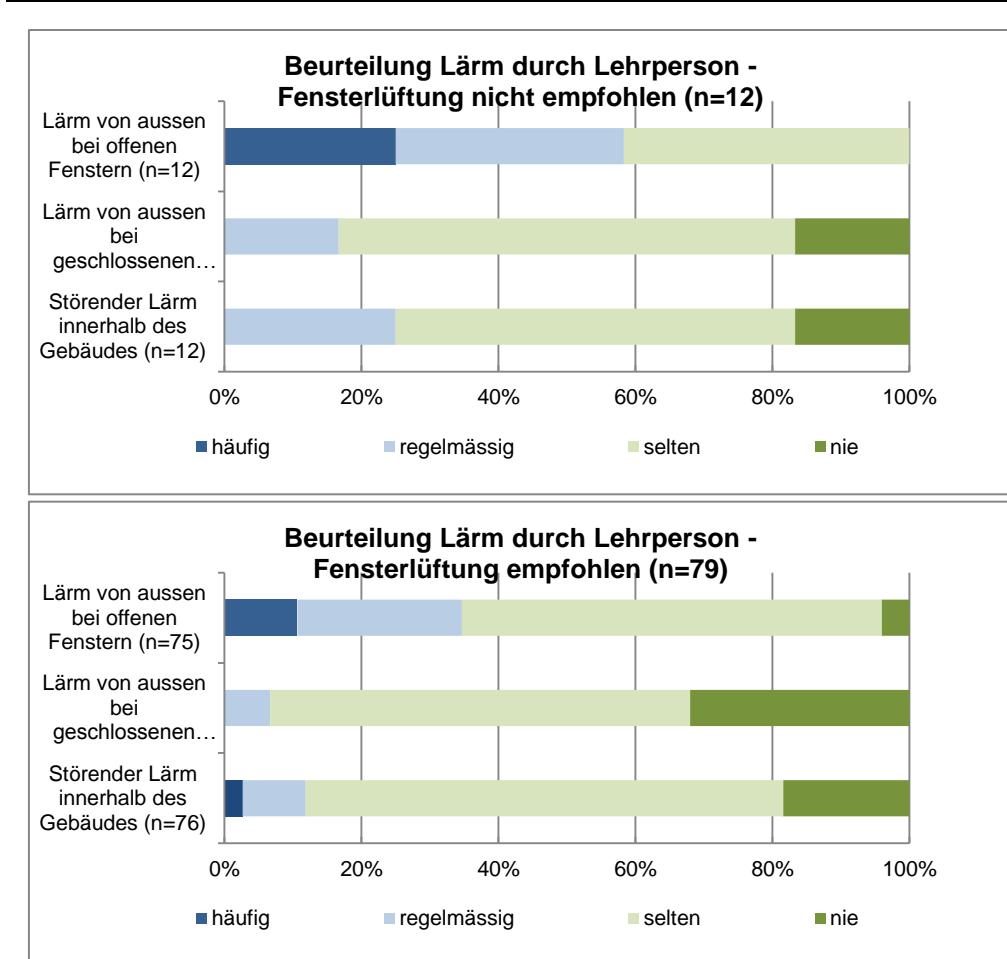


Abb. 7-43: Antworten der Lehrpersonen bezüglich Lärm, aufgeschlüsselt in Klassenräume, in welchen eine Fensterlüftung aufgrund der maximalen Lärmbelastung empfohlen wird und Klassenräume, in welchen eine Fensterlüftung nicht empfohlen wird.

In Abb. 7-43 sind die Antworten der Lehrpersonen in den zwei Gruppen zusammenge stellt. In der Gruppe „FL nicht empfohlen“ klagen 58% über störenden Lärm von aussen (häufig oder regelmässig). In der Vergleichsgruppe „FL empfohlen“ sind es 35% die klagen.

Wird deshalb weniger gelüftet? In Abb. 7-44 sind die Zeitanteile, in denen die CO<sub>2</sub>-Konzentration in der entsprechenden Beurteilungskategorie liegen, für die beiden Gruppen dargestellt. Zwischen den beiden Gruppen sind kla-

re Unterschiede erkennbar, allerdings nicht in der erwarteten Richtung. Der Anteil von CO<sub>2</sub>-Konzentrationen im inakzeptablen Bereich ist in Klassenzimmern, in welchen eine Fensterlüftung empfohlen wird, höher als wenn eine Fensterlüftung nicht empfohlen wird. Lärm von aussen scheint sich nicht auf die Lüftungsgewohnheiten auszuwirken.

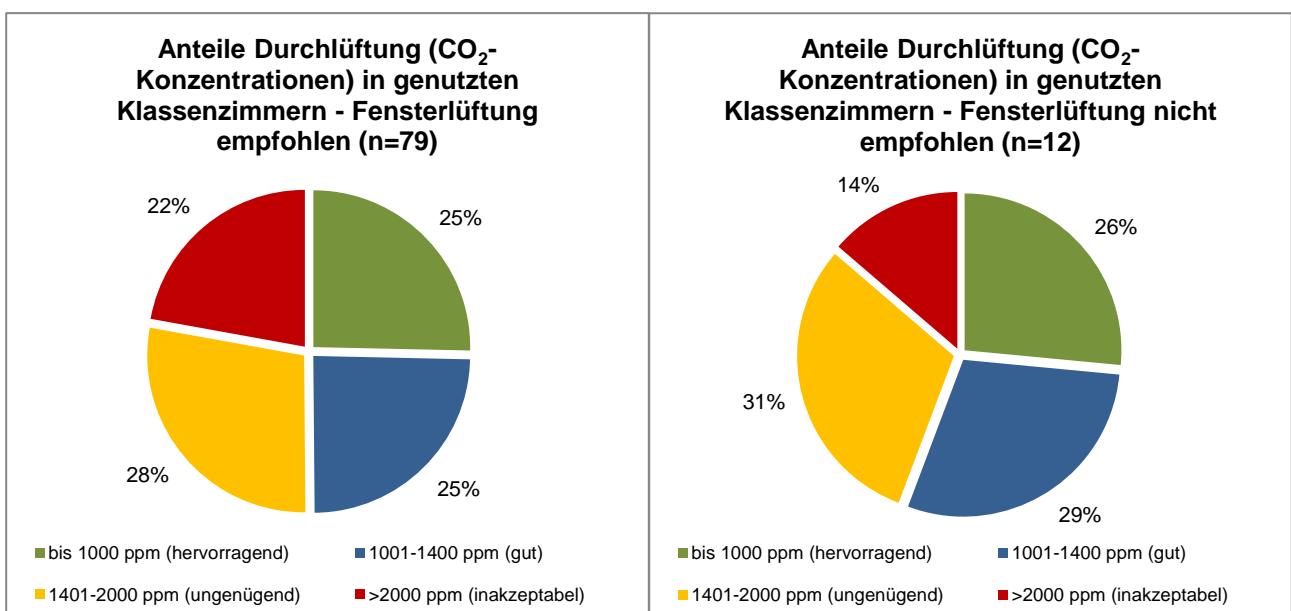


Abb. 7-44: Zusammengefasste Zeitanteile während der effektiven Belegungszeit in den untersuchten Schulräumen, in denen CO<sub>2</sub>-Konzentrationen in den entsprechenden Beurteilungsklassen nachgewiesen werden, aufgeschlüsselt nach Klassenzimmern, in welchen eine Fensterlüftung empfohlen wird und Klassenzimmern, in welchen eine Fensterlüftung nicht empfohlen wird.

### 7.3.4 Weitere Abhängigkeit der CO<sub>2</sub>-Konzentration

Grundsätzlich kann davon ausgegangen werden, dass bei steigenden Außentemperaturen vermehrt gelüftet wird. In dieser Untersuchung wurde als maximale Außentemperatur 15°C angestrebt<sup>12</sup>. In Abb. 7-45 ist der Anteil an CO<sub>2</sub>-Konzentrationen in Relation zur maximal herrschenden Außentemperatur in der entsprechenden Messwoche dargestellt. Bis etwa 12°C Außentemperatur ist kein Zusammenhang erkennbar. Bei höheren Außentemperaturen könnte eine Tendenz zu einem tieferen Anteil vorliegen. Die Zusammenstellung stimmt gut mit der Abhängigkeit nachgewiesener durchschnittlicher CO<sub>2</sub>-Konzentrationen von der Außentemperatur einer deutschen Studie (UBA, 2008) überein.

<sup>12</sup> Jeweils drei Tage vor Messbeginn wurde anhand der Prognose von Meteo Schweiz entschieden, ob die Messungen temperaturkonform durchgeführt werden können. In einem Fall lagen die Maximaltemperaturen trotzdem über 15°C.

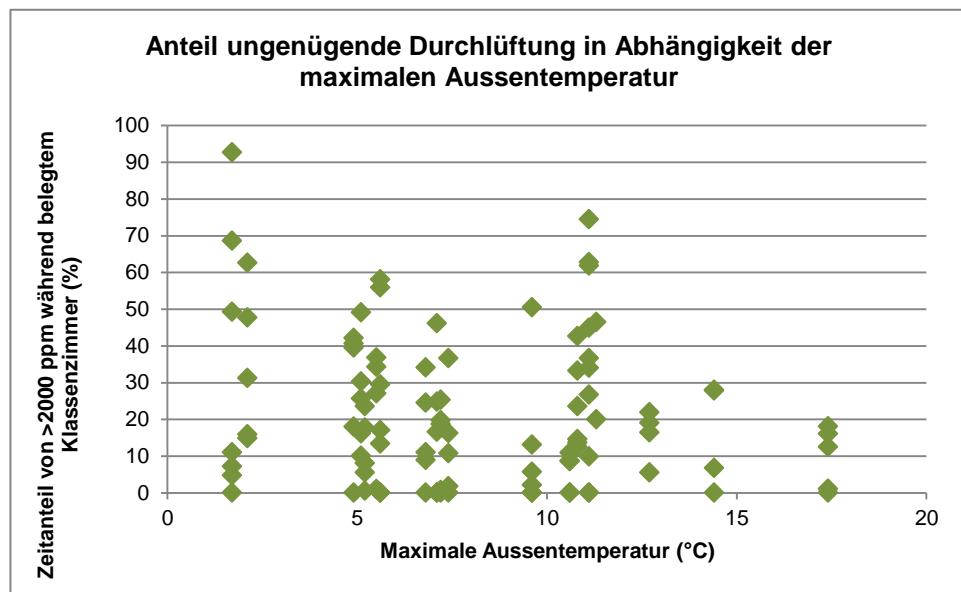


Abb. 7-45: Zeitanteil, in dem die CO<sub>2</sub>-Konzentration während der effektiv belegten Zeit 2000 ppm übersteigt, in Abhängigkeit der maximalen Aussentemperaturen.

Neben Fensterlüftungen wirkt sich auch die Belegung auf die CO<sub>2</sub>-Konzentration aus. In Abb. 7-46 (oberes Diagramm) ist der Anteil, in dem die CO<sub>2</sub>-Konzentration bei Werten über 2000 ppm liegt, in Abhängigkeit zur Fensterlüftung und Belegung dargestellt. Je häufiger gelüftet wird (als Anteil 10-Minutenwerte mit Fensterlüftung) und je weniger Personen sich im Raum aufhalten (als Personen pro Raumvolumen), desto tiefer ist der Anteil an CO<sub>2</sub>-Konzentrationen im inakzeptablen Bereich.

Das gleiche Bild ergibt sich, wenn der Anteil an hohen CO<sub>2</sub>-Konzentrationen in Abhängigkeit zum Innen-Aussenverhältnis der Stickstoffdioxidkonzentrationen dargestellt wird (Abb. 7-46 unten). Da die Quellen für Stickstoffdioxid fast ausschliesslich in der Aussenluft anzutreffen sind und deshalb in der Aussenluft höhere NO<sub>2</sub>-Konzentrationen nachweisbar sind als in der Innenraumluft, gleicht sich die Innenraumkonzentration an NO<sub>2</sub> bei guter Durchlüftung den Aussenluftwerten an.

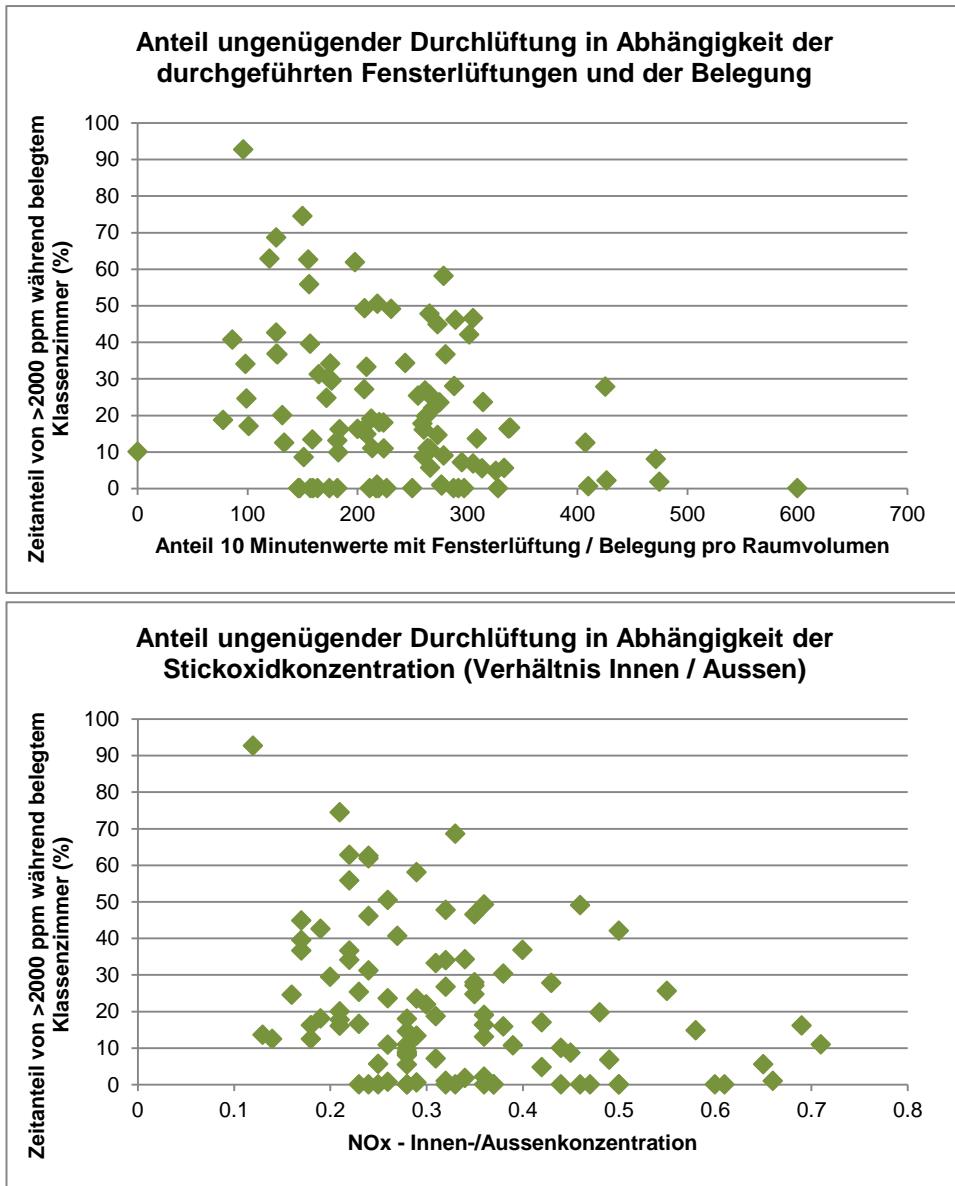
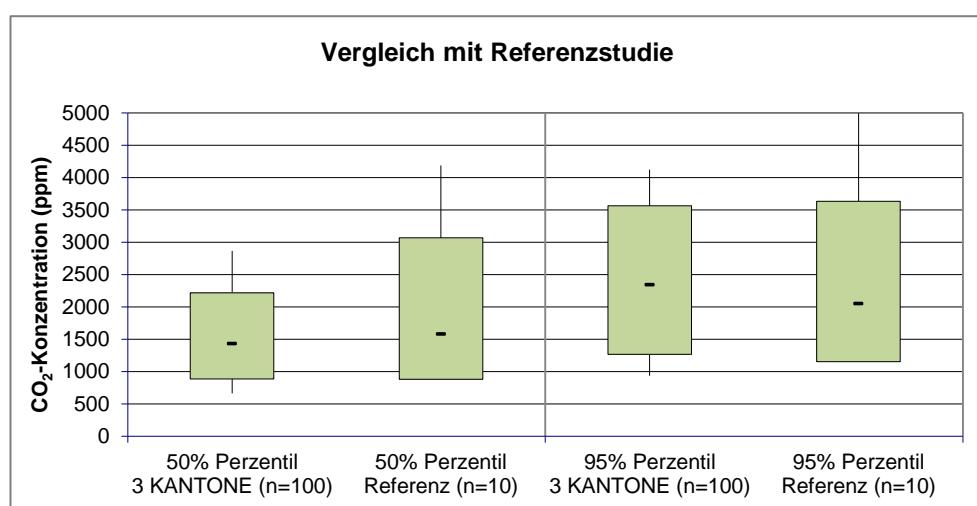


Abb. 7-46: Zeitanteil, in dem die  $\text{CO}_2$ -Konzentration während der effektiv belegten Zeit 2000 ppm übersteigt, in Abhängigkeit der Belegung und Lüftungen<sup>13</sup> (oben) sowie der Stickstoffdioxidkonzentration (als Verhältnis von innen zu Aussen).

<sup>13</sup> Quotient Anteil 10-Minutenwerte mit Fensterlüftung durch Belegung pro Raumvolumen

### 7.3.5 Vergleich mit anderen Studien

Die Frage, inwieweit die in dieser Untersuchung erhaltenen Resultate mit denen aus anderen Ländern korrelieren oder abweichen, wird in Abb. 7-47 und Tab. 8-1 beantwortet. Die Daten verschiedener Studien aus Deutschland sind in (UBA, 2008) zusammengefasst. In der Studie aus Erfurt, werden Daten aus 10 Schulen (insgesamt 251 Schulstunden) statistisch ausgewertet. Das 50% Perzentile der Mediane weist dabei mit 1576 ppm einen etwas höheren Wert auf als in dieser Untersuchung mit 1429 ppm. Dafür streuen die Daten mehr. Der Median der 95% Perzentilen liegt in der deutschen Studie etwas tiefer (2046 pp) gegenüber dieser Untersuchung mit 2339 ppm. Hier streuen die Werte in etwa gleich viel.



**Abb. 7-47: Statistische Auswertung aller Kohlendioxidverläufe (3 Kantone) während der effektiven Belegungszeit im Vergleich zu den Resultaten einer Studie aus Deutschland (UBA, 2008).**  
Die Box entspricht dem 5% bzw. 95% Perzentil, die Strichenden dem Minimal- bzw. Maximalwert und der Querstrich dem 50% Perzentil. Die Auswertung des 50% Perzentils gibt Auskunft über die mittlere CO<sub>2</sub>-Konzentration während der Belegung, die Auswertung des 95% Perzentils gilt als Mass für die Maximalkonzentrationen während der Belegung der Räume. Die Daten der Referenzstudie stammen aus 10 Erfurter Schulen, in denen insgesamt 251 Schulstunden untersucht wurden.

Interessant ist der Vergleich der Zeitanteile, in denen die CO<sub>2</sub>-Konzentration höher als 1000 ppm resp. höher als 2000 ppm liegt. Für den Zeitanteil über 1000 ppm wird in vier verschiedenen Studien ein Wert zwischen 79 und 86% angegeben. Beim höchsten Wert wurde allerdings nur während der Pausen gelüftet. In dieser Untersuchung liegt der Wert mit 73% etwas tiefer. Für den Anteil, in dem die CO<sub>2</sub>-Konzentration über 2000 ppm liegt, werden Werte zwischen 17 und 32% genannt. Der Wert der vorliegenden Untersuchung liegt mit 20% im direkten Vergleich dazwischen. Warum die Werte dieser Messreihen etwas tiefer ausfallen als die Daten aus Deutschland, müsste im Detail von Studie zu Studie abgeklärt werden. Denkbare Gründe sind Unterschiede in der Dauer der Lektionen, in vorgegebenen Lüftungsbedingungen, in der Belegungsdichte, etc.

Untersuchung (Ort)	Messdauer/-bedingungen	Zeitanteil über 1000 ppm [%]	Zeitanteil über 2000 ppm [%]
Bayern (n=90)	1 Tag nur belegte Zeit	82	30
Berlin (n=39)	1 Tag nur belegte Zeit	80	17
Erfurt (n=220)	1 Stunde nur belegte Zeit ohne Fensterlüftung	86	32
Baden-Württemberg (n=19)	1 Tag nur belegte Zeit	79	23
Schweiz (3 Kantone)	4 Tage nur belegte Zeit	73	20

Tab. 7-31: Zusammenstellung von Resultaten verschiedener deutscher Untersuchungen nach (UBA, 2008) zusammen mit den Werten dieser Untersuchung.  
Die Anzahl (n) steht für die untersuchten Klassenzimmer

### 7.3.6 Diskussion Formaldehyd

Formaldehydkonzentrationen sind sehr von den klimatischen Bedingungen abhängig. Im Sommer bei hohen Raumlufttemperaturen und -feuchten sind die höchsten Konzentrationen zu erwarten. Sie können erfahrungsgemäss bis zu einem Faktor 3 höher liegen als im Winter. Umrechnungen auf verschiedene Klimazustände basieren auf einem mathematischen Modell, dass bei der Umrechnung von Extremen (Winter- zu Sommerbedingungen) an seine Grenzen stösst. Zudem ist der Einfluss der Fensterlüftung auf die Formaldehydkonzentration von verschiedensten Einflüssen abhängig (unter anderem Temperaturgefälle, Wind, offenbarer Fensteranteil, Querlüftung etc.). Zur Klärung wie hoch die Konzentrationen unter sommerlichen Bedingungen und unter üblichen Nutzungsbedingungen steigen, ist weiterer Abklärungsbedarf nötig. Grundsätzlich kann aber ausgesagt werden, dass bei einer Sanierung potentielle Formaldehydquellen abgeklärt und gegebenenfalls saniert werden sollen.

### 7.3.7 Diskussion Stickstoffdioxid

Aus dem Resultat, dass das Verhältnis Innenluftkonzentration zu Außenluftkonzentration in folgender Reihenfolge zunimmt: NEUBAU, ALTBAU DICHT, ALTBAU UNDICHT, kann abgeleitet werden, dass je dichter ein Gebäude, umso tiefer ist die Stickstoffdioxidkonzentration im Innenraum. Gemäss vorliegenden Resultaten bringen raumlufttechnische Anlagen bezüglich Stickstoffdioxidkonzentration im Innenraum keinen Vorteil gegenüber der reinen Fensterlüftung. Da die Anzahl der Objekte mit raumlufttechnischen Anlagen sehr klein ist (n=6) müssten für eine Verifizierung dieser Aussage zusätzliche Messungen durchgeführt werden.

Für die Abschätzung der reinen Fensterlüftung wurden die gemessenen 14-Tages-Stickstoffdioxidkonzentrationen nicht beigezogen weil kein gemessener Wert über  $45 \mu\text{g}/\text{m}^3$  liegt. Für eine exaktere Abschätzung wären die Jahresmittelwerte der Stickstoffdioxidkonzentrationen und / oder die pm10-Werte beizuziehen.

### 7.3.8 Diskussion Lärm

Die beigezogenen Lärm-Werte und die Einteilungen zu den Empfindlichkeitsstufen sind keine gemessenen Daten. Sie wurden vom BAFU berechnet bzw. aus dem Bauzonendatensatz aufgrund der Nutzung abgeleitet und sind mit der entsprechenden Unsicherheit zu interpretieren.

Bei der Gruppe „ALTBAUTEN UNDICHT ohne mechanische Lüftung“ ist das Problem der hohen Lärm-Werte am brisantesten, weil davon ausgegangen werden muss, dass der Lärm durch die Fassade ins Klassenzimmer dringen kann, und dass zusätzlich die Fenster regelmässig geöffnet werden. Bei dieser Gruppe könnten in einem ersten Schritt Überlegungen bezüglich Schalldämmung der Fenster gemacht werden. Bei der Gruppe „dichte Altbauten und NEUBAUTEN ohne mechanische Lüftung“ ist das Problem der hohen Lärm-Werte etwas weniger brisant. Zwar muss auch in diesen Fällen davon ausgegangen werden, dass die Fenster regelmäßig geöffnet werden, hingegen wird der Lärm kaum durch die Fassade ins Klassenzimmer dringen. Bei beiden Gruppen könnte der Einbau einer mechanischen Lüftung eine Verbesserung der Lärmbelastung herbeiführen. Bei der Gruppe „dichte Altbauten und NEUBAUTEN mit mechanischer Lüftung“ ist das Problem der hohen Lärm-Werte insofern kaum relevant, als dass hier davon ausgegangen werden kann, dass die Fenster in der Regel nicht oder nur selten geöffnet werden und dass kaum Lärm durch die Fassade ins Klassenzimmer dringen wird.

Grundsätzlich wird als erster Schritt empfohlen, die genaue Situation des Schulzimmers im betreffenden Gebäude detailliert abzuklären. Dazu zählen auch Aspekte wie „welche Lärmarten werden als störend wahrgenommen?“ und „ist es bei geschlossenen Fenstern tatsächlich ruhig im Schulzimmer?“. Weiter könnte im Zuge einer energetischen Sanierung auch eine Sanierung bezüglich Lärdichtigkeit in Betracht gezogen werden. Aus Sicht der Lärmbelastung kann eine mechanische Lüftung sinnvoll sein. Bei einer abschliessenden Interpretation wäre weiter zu berücksichtigen, wie schalldicht die Fenster bei den 14 Objekten mit maximalem Lärm-Wert  $> 60 \text{ dB}$  ausgeführt wurden und ob eine wirksame mechanische Lüftungsanlage eingebaut ist.

### 7.3.9 Diskussion Asbest

Objekte, bei denen kein Asbestverdacht aufgenommen wurde, darf nicht automatisch als asbestfrei angesehen werden. Bei den Bauteilen mit Asbestverdacht wird als nächster Schritt die Beprobung der Verdachtsmomente

empfohlen. Grundsätzlich ist festzuhalten, dass der Untersuchungsraum mit jeweils nur einem Schulzimmer inkl. angrenzendem Korridor und WC sehr begrenzt war. Für eine Gesamteinschätzung wird ein Gebäudescreening oder besser ein Gebäudecheck empfohlen.

### 7.3.10 Diskussion Radon

Die Vergleiche der Radonwerte pro Gebäudetyp bzw. pro Kanton sind mit Vorsicht zu genießen. Denn die Radonkonzentrationen wurden auf unterschiedlichen Etagen gemessen und sind nur bedingt miteinander vergleichbar. Um ein konkreteres Bild der Situation zu erlangen, sollte die Radonkonzentration bei allen Objekten in der gleichen Etage gemessen werden. Zudem ist eine generelle Aussage der Radonkonzentration in den meisten Etagen auf Grund der kleinen Stichprobe (z.B. fand im UG nur eine Messung statt) sehr schwierig zu treffen.

Überall dort, wo die Messung nicht in der untersten bewohnten Etage stattgefunden hat und der Wert über  $100 \text{ Bq/m}^3$  liegt, wird empfohlen in der kommenden Heizperiode eine Nachmessung in der untersten Etage mit Schulbetrieb (also auch Werk- und EDV-Räume) des Objektes durchzuführen. Dies wird insbesondere für die beiden Objekte SH11 und SH80 empfohlen. Bei diesen wurde die Radonmessung auf der 2. Etage durchgeführt und die Radonkonzentrationen liegen beides Mal bei  $131 \text{ Bq/m}^3$ . Aber auch die Objekte SH7 und SH32 weisen Werte auf, die zu überprüfen sind. In diesen Fällen wurde die Messung in der 1. Etage durchgeführt und die Radonkonzentration liegt bei  $193 \text{ Bq/m}^3$  resp.  $176 \text{ Bq/m}^3$ . Bei den sechs Objekten im Erdgeschoss ist zu prüfen, ob dies tatsächlich die jeweils unterste Etage mit Schulbetrieb des Gebäudes ist.

## 8 Schlussfolgerungen

### 8.1 Kohlendioxid ( $\text{CO}_2$ ) im Klassenraum

#### 8.1.1 Übersicht

Die festgestellten  $\text{CO}_2$ -Konzentrationen genügen nur in Einzelfällen den Anforderungen der entsprechenden Normen (SIA 180, 2014) und (SIA 382/1, 2014). Es werden  $\text{CO}_2$ -Konzentrationen (Maximalwerte) bis über 4800 ppm nachgewiesen, wobei in 10 Klassenräumen die Maximalwerte über 4000 ppm und in insgesamt 33 Räumen über 3000 ppm liegen. Wird als Mass für die Maximalkonzentration nur das 95% Perzentil berücksichtigt, so liegen diese in einem Schulzimmer über 4000 ppm, in 18 Räumen über 3000 ppm.

#### 8.1.2 Wurde im Klassenraum die Raumluftklasse RAL3 ( $\text{CO}_2$ -Pegel 1000-1400 ppm) während den Schullektionen eingehalten?

In 5 von 100 untersuchten Schulzimmer wird der in der SIA 382/1:2014 geforderte  $\text{CO}_2$ -Pegel von 1400 ppm eingehalten (Abb. 8-1).

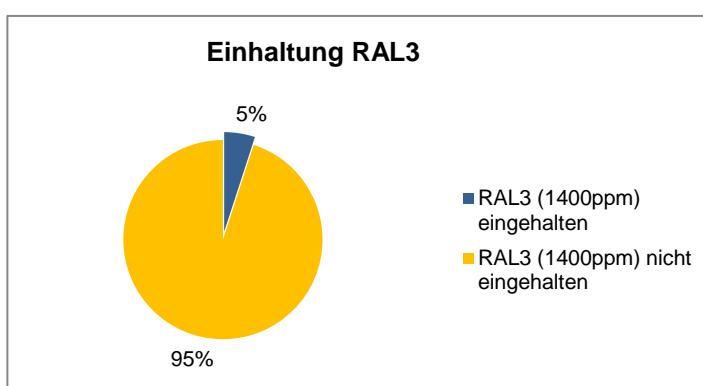


Abb. 8-1: Anteil Klassenräume, die  $\text{CO}_2$ -Pegel 1400 ppm gemäss SIA 382/1:2014 (RAL3) einhalten.

#### 8.1.3 Wie hoch ist der Anteil an Schullektionen, während der ein mittlerer $\text{CO}_2$ -Pegel schlechter als RAL3 festgestellt wurde?

Da nicht einzelne Stunden, sondern vielmehr vier ganze Tage untersucht und aufgezeichnet wurden, lässt sich die Frage, wie hoch der Anteil an Schullektionen ist, während der ein mittlerer  $\text{CO}_2$ -Pegel schlechter als RAL3 festgestellt wurde, nur indirekt beantworten. Dazu wird das 50% Perzentil aller Messdaten während der effektiv belegten Zeit dieser vier Tage als Mass für Durchschnittskonzentration definiert. In 53 von 100 Schulzimmern liegt dieser Durchschnittswert über 1400 ppm (Abb. 8-2, Abb. 8-3).

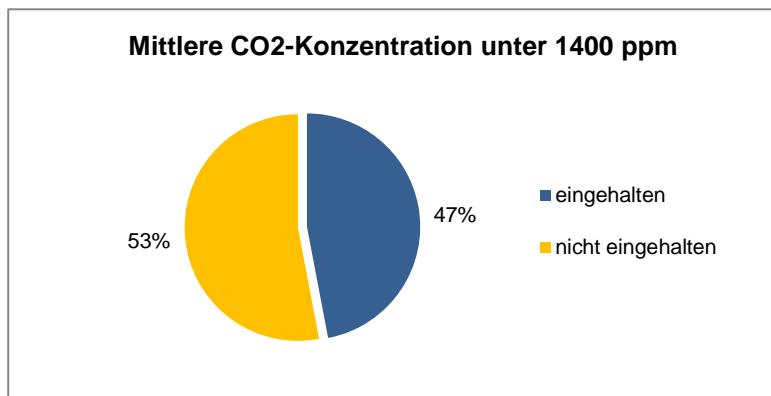


Abb. 8-2: Anteil Klassenräume, in denen die mittleren CO<sub>2</sub>-Konzentrationen gemäss obiger Definition unterhalb 1400 ppm liegen.

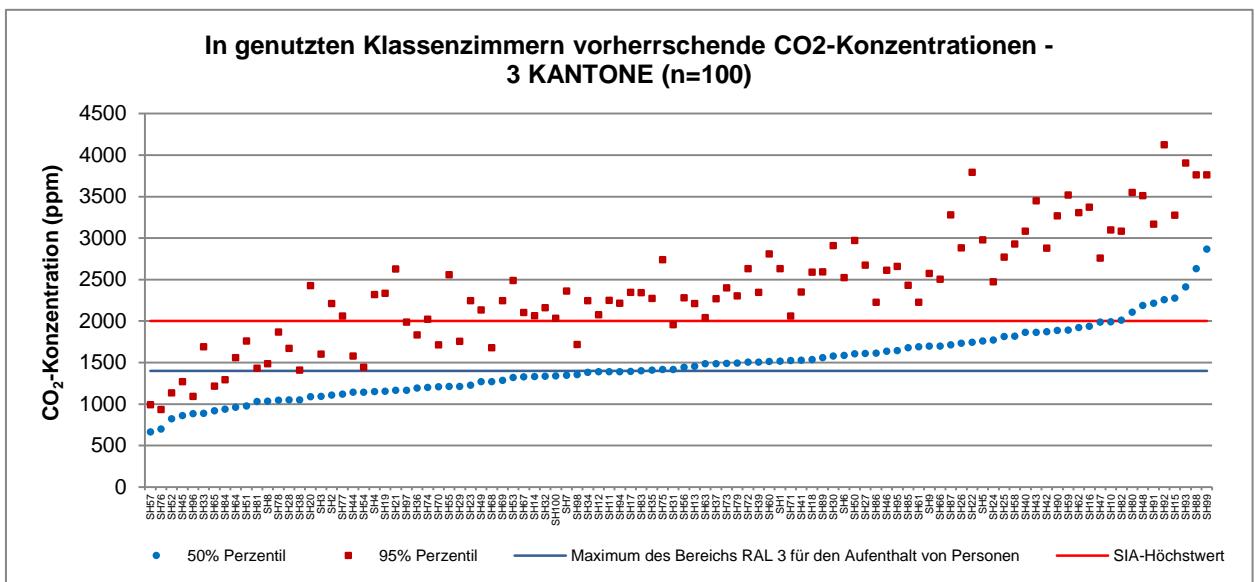


Abb. 8-3: Vorherrschende CO<sub>2</sub>-Konzentrationen in allen 100 untersuchten Klassenzimmern, dargestellt als geordnete 50% Perzentilen (blau) sowie den 95% Perzentilen, zusammen mit der Grenze RAL3 (1400 ppm) und Richtwert SIA 180:2014 (2000 ppm).

Das 50% Perzentil wird als Mass der Durchschnittskonzentration und das 95% Perzentil als Mass für die Maximalkonzentration betrachtet.

#### 8.1.4 Wie hoch ist jeweils der Zeitanteil der Schullektionen, während der eine CO<sub>2</sub>-Konzentration von 1'400 ppm und eine von 2'000 ppm überschritten wurde?

Über alle untersuchten Klassenzimmern gesehen liegt der Anteil während der effektive belegten Zeit, in dem die CO<sub>2</sub>-Konzentrationen höher als 1400 ppm liegen (RAL3), bei 48 %. Bezogen auf 2000 ppm sind es 20%.

Bezogen auf einzelne Schulräume kann die Frage detaillierter beantwortet werden. Hier kann interessieren, bei wie vielen Räumen der Anteil an CO<sub>2</sub>-Konzentrationen (z.B. grösser als 2000 ppm) über einem gewissen Prozent-

satz liegen. So werden in 9 Schulräumen in mehr als der Hälfte der belegten Zeit CO<sub>2</sub>-Konzentrationen über 2000 ppm gemessen. Wird der Zeitanteil auf 20% reduziert, werden bei 40 Schulzimmern CO<sub>2</sub>-Konzentrationen über 2000 ppm festgestellt.

#### **8.1.5 Gibt es signifikante Unterschiede beim Gruppenvergleich?**

Im direkten Vergleich der Daten aus den Gruppen NEUBAU – ALTBAU DICHT und ALTBAU UNDICHT sowie RLT – FL sind Unterschiede erkennbar. Die grösste Unterschiede werden zwischen Räumen mit einer raumlufttechnischen Anlage (RLT) und Räumen, die ausschliesslich über die Fenster gelüftet werden (FL), beobachtet. Innerhalb der Vergleichsgruppe Gebäudetyp weist die Gruppe ALTBAU UNDICHT gegenüber ALTBAU DICHT und NEUBAU bessere Werte auf. Der Anteil an CO<sub>2</sub>-Werten über 2'000 ppm unterscheidet sich allerdings nicht signifikant zwischen den beiden Gruppen ALTBAU DICHT un ALTBAU UNDICHT.

	Vergleichsgruppe Lüftungsart		Vergleichsgruppe Gebäudetyp		
	RLT	FL	NEUBAU	ALTBAU DICHT	ALTBAU UNDICHT
Zeitanteil mit CO <sub>2</sub> -Konzentrationen über 2000 ppm	2%	23%	26%	22%	17%
Zeitanteil mit CO <sub>2</sub> -Konzentration bis 1400 ppm	83%	48%	46%	50%	55%
Anzahl Räume mit >50% der Zeit über 2000 ppm	0%	10%	10%	10%	4%
Anzahl Räume mit >50% der Zeit bis max. 1400 ppm	100%	43%	50%	42%	57%

**Tab. 8-1: Zusammenstellung wichtiger Eckdaten bezüglich CO<sub>2</sub>-Konzentrationen in Klassenzimmern.** Die besten Werte innerhalb der Vergleichsgruppe sind mit blau, die schletesten mit rot markiert. Die Zeitanteile beziehen sich ausschliesslich auf die effektiv belegte Zeit.

## **8.2 Klima**

### **8.2.1 Welche Raumtemperaturen und Raumlufteuchtigkeiten wurden vorgefunden?**

Das 50% Perzentil der Raumlufptemperatur während der Schulstunden liegt bei 22.1 °C, das 50% Perzentil der Raumlufteuchte bei 39%. Bezuglich der durch die SIA 180:2014 vorgegebenen unteren und oberen Temperaturgrenzen werden eher zu tiefe als zu hohe Temperaturen gemessen. In 7 Klassenzimmern werden durchschnittliche Temperaturen unterhalb von 20.5 °C (bezogen auf den Median) nachgewiesen, in einem Raum über 24.5 °C. Die durchschnittliche relative Raumlufteuchte unterschreitet in 4 Schul-

zimmern 30%. Ein Teil dieser tieferen Werte ist mit den in diesen Räumen höheren Raumlufttemperatur zu erklären.

### **8.2.2 Gibt es signifikante Unterschiede beim Gruppenvergleich?**

Grössere Unterschiede in Raumlufttemperatur und Raumluftfeuchte sind zwischen Räumen, die mit einer RLT-Anlage ausgerüstet sind, und Räumen, die natürlich belüftet werden, vorhanden. In der Gruppe RLT liegt der Median der Raumlufttemperatur 1.6 °C (23.7 vs. 22.1°C) höher als in der Gruppe FL. In Bezug auf die relative Raumluftfeuchte liegt der Median 9% (31 vs. 40%) tiefer. Allerdings muss beim Vergleich mit der Gruppe RLT berücksichtigt werden, dass die Anzahl von lediglich 6 Räumen die Aussagekraft einschränkt.

## **8.3 Formaldehyd**

### **8.3.1 Wurde der Richtwert des BAG für Formaldehyd eingehalten?**

Der Richtwert des Bundesamts für Gesundheit von 120 µg/m<sup>3</sup> wurde unter den angetroffenen Klimabedingungen in 98% der untersuchten Klassenräume eingehalten.

### **8.3.2 Muss damit gerechnet werden, dass der Richtwert im Sommer unter warm/feuchten Bedingungen überschritten wird?**

Formaldehydkonzentrationen sind aufgrund ihres Emissionscharakters (chemische Reaktion) sehr von den Klimabedingungen abhängig. Werden die unter den angetroffenen Klimabedingungen nachgewiesenen Konzentrationen auf ein Normklima umgerechnet (23°C und 45% relative Feuchte), so liegt der Anteil an Richtwertüberschreitungen bei 8%. Wird die Konzentration auf sommerliche Bedingungen umgerechnet (26°C und 60% relative Feuchte), könnte sich der Anteil an Richtwertüberschreitungen auf 60% erhöhen. Dies allerdings nur im ungelüfteten Zustand.

### **8.3.3 Gibt es signifikante Unterschiede beim Gruppenvergleich?**

In der Gruppe ALTBAU UNDICHT liegt der Anteil<sup>14</sup> an Klassenräumen, in denen der Richtwert überschritten wird, mit 4% deutlich tiefer als in den beiden anderen Gruppen NEUBAU (10%) und ALTBAU DICHT (9%). Der Unterschied im Mittelwert ist bezüglich des Signifikanzniveaus 5% signifikant. In den zwei Räumen, in denen während der Formaldehydmessungen die RLT-Anlage in Betrieb war, werden die tiefsten Formaldehydkonzentrationen nachgewiesen (21 µg/m<sup>3</sup>).

---

<sup>14</sup> Bezogen auf die normalisierten Konzentrationen (Berechnung der Formaldehydkonzentrationen von Mess- auf Normklimabedingungen).

## **8.4 Feuchteprobleme**

### **8.4.1 Wurden Hinweise auf Feuchtigkeitsprobleme der Kategorien 1 oder sogar 2 vorgefunden?**

Feuchteprobleme werden in der Kategorie 0 und 1 vorgefunden. Kategorie 2 wird in keinem der untersuchten Räume festgestellt.

### **8.4.2 Wie oft?**

In 8 Klassenräumen werden Feuchteprobleme der Kategorie 0 und in 2 Klassenräumen der Kategorie 1 festgestellt. In den Korridoren und WC liegt die Anzahl identifizierter Probleme tiefer (Korridor) resp. gleich hoch (Kategorie 1 WC). Dabei wird in einem Schulzimmer Handlungsbedarf bezüglich Gesundheitsvorsorge abgeleitet.

### **8.4.3 Gibt es signifikante Unterschiede beim Gruppenvergleich?**

Die Anzahl von identifizierten Feuchteproblemen ist klein, weshalb ein detaillierter Gruppenvergleich keinen grossen Sinn ergibt. Dennoch kann ausgesagt werden, dass in den beiden Gruppen NEUBAU und RLT keine Feuchteprobleme (weder im Schulzimmer noch Korridor und WC) festgestellt werden.

## **8.5 Geruch**

### **8.5.1 Gibt es signifikante Unterschiede beim Gruppenvergleich?**

Bei der Bewertung des Geruchs durch den Probennehmer werden in den Gruppen NEUBAU und RLT keine störenden Gerüche festgestellt. Bei diesen beiden Gruppen ist die Anzahl mit 10 resp. 6 Klassenzimmern allerdings gering. Dichte und undichte Altbauten unterschieden sich in der Häufigkeit störender Gerüche. In dichten Altbauten wird der Geruch häufiger als störend beurteilt (12% vs. 5%). Die Aussagen der Lehrpersonen bezüglich störenden Fremdgerüchen decken sich dabei kaum mit der Beurteilung des Probennehmers.

## **8.6 Stickoxide**

### **8.6.1 Gibt es signifikante Unterschiede beim Gruppenvergleich?**

Bezüglich Stickstoffdioxidkonzentration in der Aussenluft sind in den 3 Gruppen NEUBAU, ALTBAU DICHT und ALTBAU UNDICHT nur kleine Unterschiede erkennbar. Unterschiede werden bezüglich der Stickstoffdioxidkonzentration in der Innenraumluft sowie beim Vergleich der Stickstoffdioxidkonzentration in der Innenraumluft zur Aussenluft festgestellt:

Der Median der Innenraumluft sowie das Verhältnis Innenluftkonzentration zu Aussenluftkonzentration nimmt in folgender Reihenfolge zu: NEUBAU, ALTBAU DICHT, ALTBAU UNDICHT.

## 8.7 Lärm

### 8.7.1 Gibt es signifikante Unterschiede beim Gruppenvergleich?

Bezüglich maximalen Lärm-Werten sind beim Gruppenvergleich nur kleine Unterschiede erkennbar. Der Median sowie das 95%-Perzentil sind bei der Gruppe ALTBAU UNDICHT etwas höher als bei den anderen Gruppen.

## 8.8 Asbest

### 8.8.1 Wurden Materialien vorgefunden, welche, falls sich ein Asbestverdacht bestätigt, dringlich saniert werden sollten?

Es wurden Akustikdeckenplatten und Deckenputz gefunden, die, falls sich der Asbestverdacht bestätigt, dringend saniert werden sollten.

### 8.8.2 Wie oft?

In 75 von 100 untersuchten Objekten wurden Bauteile vorgefunden, bei welchen ein Verdacht auf Asbestvorkommen besteht. Bei 14 Objekten wurde mindestens eines dieser Bauteile der Dringlichkeit I (Sanierung innerhalb eines Jahres, falls sich der Verdacht durch eine Materialanalyse bestätigen sollte) zugeordnet.

### 8.8.3 Gibt es signifikante Unterschiede beim Gruppenvergleich?

Bezüglich Asbest wurde kein Gruppenvergleich vorgenommen weil sich dieser Vergleich in diesem Fall nicht anbietet.

## 8.9 Radon

### 8.9.1 Gibt es signifikante Unterschiede beim Gruppenvergleich?

Beim Gruppenvergleich werden Unterschiede in der Radonkonzentration festgestellt. Sowohl der Median, das 95%-Perzentil als auch der Anteil der Überschreitungen nehmen in folgender Reihenfolge zu: NEUBAU, ALTBAU DICHT, ALTBAU UNDICHT. Allerdings muss bei diesem Vergleich berücksichtigt werden, dass die Radonkonzentrationen in unterschiedlichen Etagen gemessen wurden.

## **8.10 Lüftung**

### **8.10.1 Ist beim betreffenden Schulhaus gemäss Norm SIA 382/1 eine reine Fensterlüftung möglich oder eher nicht empfohlen?**

Bei 81 von 100 Objekten ist eine Fensterlüftung empfohlen. Bei 12 der 100 Objekten ist eine Fensterlüftung nicht empfohlen und bei 7 der 100 Objekte liegen entweder keine Daten zum Lärm oder zu der Empfindlichkeitsstufe vor und eine Abschätzung, ob eine Fensterlüftung empfohlen ist, konnte nicht vorgenommen werden.

## **9 Anhang**

### **9.1 Material und Methoden**

#### **9.1.1 Kohlendioxid**

Die Messung von Kohlendioxid ( $\text{CO}_2$ ) erfolgte passiv nach dem 2-Kanal-Infrarot Absorptionsprinzip mit einer Genauigkeit von  $\pm 50 \text{ ppm} + 2\%$  vom Messwert. Die Geräte wurden vor Messbeginn 2013 und Messbeginn 2014 mit Prüfgas ( $\text{CO}_2$  2'700 ppm und  $\text{N}_2$  0 ppm) kalibriert.

Die Daten wurden jeweils von Samstag bis Freitag in 2-Minuten-Abständen kontinuierlich aufgezeichnet. Davon wurden vier Tage (Montag 0:00 bis Donnerstag 23:58) in die Auswertung miteinbezogen.

Zur Ermittlung der belegten Zeit wurde eine Excelroutine angewendet. Dazu wurde für jeden 2-Minutenwert der Belegungsstatus über den  $\text{CO}_2$ -Anstieg definiert (Anstieg  $\text{CO}_2$  von mehr als 20 ppm pro 10 Minuten = belegt). Der dadurch entstehende Fehler wurde durch den Vergleich mit der manuellen Auswertung jeder einzelnen Schullektion in 5 Klassenzimmern (SH1, SH38, SH41, SH54, SH92) abgeschätzt. Der Unterschied bezüglich Mittelwert liegt zwischen 95 und 102%. Bei der Berechnung des Zeitanteils, in dem die  $\text{CO}_2$ -Konzentrationen über 1400 ppm liegen, wird ein Fehler von ca. 10% abgeschätzt.

#### **9.1.2 Raumlufttemperatur und -feuchte**

Die Temperaturmessung erfolgte über einen NTC-Sensor (Thermistor), die Feuchte wurde kapazitiv gemessen. Temperaturmessungen erfolgten bei einer Genauigkeit von  $< \pm 0.1\text{K}$ , Feuchtemessungen bei einer von  $< \pm 2\%$ .

#### **9.1.3 Formaldehyd**

Die Probenahme auf Aldehyde erfolgte auf Dinitrophenylhydrazin (DNPH). Im Labor (Interlabor Belp AG in Belp) wurde das Probenröhrchen eluiert und mittels Hochdruckflüssigkeitschromatograph analysiert. Die Probenahmen und Analysen wurde nach den Schweizer Normenreihen SN EN ISO 16000 und 16017 durchgeführt.

Zur Abschätzung des Fehlers wurden in 10 Schulräumen Doppelproben analysiert und die Wiederholstandardabweichung ermittelt. Sie liegt bei 4.7%.

Die Berechnung auf andere Klimazustände wurde nach der umgeformten Andersen-Formel gemäss (Marutzki, 1993) durchgeführt.

#### 9.1.4 Feuchteprobleme

Feuchteprobleme wurden im Schulzimmer, im angrenzenden Korridor sowie im nächstliegenden WC gemäss BAG-Wegleitung (BAG, 2009) identifiziert und beurteilt (Tab. 9-1).

Kategorie	Ausmass	Beurteilung	Beispiele
0	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Max. 10 x10 cm</li> <li>▪ Nur 1 Raum</li> <li>▪ Nur 1 Stelle</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ gesundheitlich und bauphysikalisch in Ordnung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Fugen (Bad, Fenster etc.)</li> <li>▪ Stockflecken ohne Hinweise auf Wasserschaden</li> </ul>
1	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Max. 0.5 m<sup>2</sup> (vereinzelter Bewuchs)</li> <li>▪ Max. 10 x10 cm (dichter Bewuchs)</li> <li>▪ Nur 1 Raum</li> <li>▪ Nur 1 Stelle</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ im Sinne der Gesundheitsvorsorge inakzeptabel</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Über Sockelleiste</li> <li>▪ Aussenwandecke</li> <li>▪ Bauteilanschluss</li> </ul>
2	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ &gt; 0.5 m<sup>2</sup> (vereinzelter Bewuchs)</li> <li>▪ &gt; 10 x10 cm (dichter Bewuchs)</li> <li>▪ Tiefere Schichten betroffen</li> <li>▪ Mehrere Räume</li> <li>▪ mehrere Stellen</li> <li>▪ deutlicher Schimmelgeruch ohne sichtbaren Bewuchs</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ im Sinne der Gesundheitsvorsorge inakzeptabel</li> <li>▪ bauphysikalisch häufig problematisch</li> </ul>	

Tab. 9-1: Beurteilungsmatrix für Feuchteprobleme

Im Gegensatz zu Wohnungen werden in dieser Untersuchung die Schulräume, der Korridor und das angrenzende WC voneinander isoliert beurteilt. Sind also im Schulraum und im WC Schadenstellen sichtbar, führt dies nicht automatisch zur Kategorie 2.

#### 9.1.5 Geruch

Der Geruch wurde bei Eintritt in das ungelüftete und verschlossene Klassenzimmer nach einer 6-stufigen Notenskala (Tab. 9-2) durch den Probennehmer beurteilt. Zusätzlich zur Benotung wurde bei störenden Gerüchen der Charakter (chemisch, abgestanden etc.) dokumentiert.

Note	Definition Geruchswahrnehmung
6	Nicht wahrnehmbar
5	Wahrnehmbar, nicht störend
4	Deutlich wahrnehmbar, aber noch nicht störend
3	Störend
2	Stark störend
1	unerträglich

Tab. 9-2: Benotungsschlüssel der Geruchswahrnehmung

#### 9.1.6 Stickoxide

Zur Messung der Stickstoffdioxidkonzentrationen wurden Passivsammler (passam, 2014) verwendet. Der passam Passivsammler absorbiert Stickstoffdioxid durch molekulare Diffusion (Palmes, 1979). Nach Abschluss der Messung wird die Konzentration des absorbierten Stickstoffdioxid spektroskopisch anhand der Saltzmann Methode SP01 ermittelt. Das mit der Analyse betraute Labor, passam ag, ist nach EN ISO/IEC 17025 akkreditiert.

Die Nachweisgrenze liegt bei  $0.4\mu\text{g}/\text{m}^3$  für eine Expositionszeit von 14 Tagen. Die erweiterte Messunsicherheit nach dem Leitfaden (JCGM, 2008) beträgt 20.3 % für alle Resultate. Temperaturschwankungen haben einen bescheidenen Einfluss auf die Messung, solange die Temperatur zwischen  $0^\circ\text{C}$  und  $45^\circ\text{C}$  beträgt (Hangartner, 1998). Mit starkem Wind wären höhere Ergebnisse zu erwarten. Bis zu  $2\text{m/sec}$  am Messpunkt ist der Windeinfluss jedoch kein Störfaktor (Hangartner, 1998). In der Schweiz liegen 80% der Windgeschwindigkeiten an Gebäudeaussenkanten unter  $1\text{m/sec}$  (passam, 2014). Dementsprechend sind mit der gewählten Methode der Probenahme keine Verfälschungen durch Wind zu erwarten.

Die Messungen fanden zwischen dem 13. Oktober 2013 und dem 18. März 2014 sowie zwischen dem 12. November 2014 und dem 28. Januar 2015 statt. Es wurde eine Aussentemperatur von weniger als  $15^\circ\text{C}$  für die Messungen angestrebt.

Um eine Einschätzung zu machen, ob eine Fensterlüftung möglich oder nicht möglich bzw. nicht empfohlen ist, wurde nach sia 382/1, Kapitel 4.2.2.6 (SIA 382/1, 2014) vorgegangen. Um die Qualität der Aussenluft zu beurteilen, wurden die gemessenen Stickstoffdioxidkonzentrationen in der Aussenluft beigezogen.

#### 9.1.7 Lärm

Für die Beurteilung, ob bei einem Objekt die gesetzlichen Grenzwerte nach LSV eingehalten sind, müssen die Lärmdaten (Immissionswerte) sowie die Empfindlichkeitsstufe am Standort bekannt sein.

Das BAFU hat auf der Grundlage der GIS-Lärmdatenbank sonBASE (BAFU, "sonBASE: GIS-Lärmdatenbank", 2014) die Lärmbelastung für alle 100 Objekte herausgelesen und uns diese Daten freundlicherweise zur Verfügung gestellt (siehe 9.4.1 „Informationen zu sonBASE“). Für die Beurteilung werden entlang jedes Objektes so genannte Fassadenpunkte verteilt. Als resultierende Lärmbelastung am Objekt wird der Fassadenpunkt mit dem höchsten Immissionswert (Jahresdurchschnittswert) pro Gebäude verwendet. Teilweise sind für ein Schulhaus keine Daten vorhanden. Der Grund dafür ist meistens weil das entsprechende Gebäude in sonBASE fehlt.



Abb. 9-1: Darstellung der Fassadenpunkte pro Objekt.

Abb. 9-1 stellt folgendes dar: Für die Beurteilung werden entlang jedes Objektes so genannte Fassadenpunkte verteilt. Als resultierende Lärmbelastung am Gebäude wird der Fassadenpunkt mit dem höchsten Immissionswert pro Objekt verwendet (BAFU, "Lärmbelastung durch Strassenverkehr in der Schweiz. Zweite nationale Lärmberechnung, Stand 2012", 2014).

Die Empfindlichkeitsstufen (ES) wurden vom BAFU aus dem Bauzonendatensatz aufgrund der Nutzung abgeleitet, weil es zur Zeit kein flächendeckenden Datensatz für die Empfindlichkeitsstufen gibt. Der Bauzonendatensatz basiert auf den kantonalen verfügbaren Geodaten zu den Bauzonen.

Die kantonalen Zonentypen wurden den Hauptnutzungen innerhalb der Bauzonen zugeordnet. Deshalb gibt es Schulareale, die sich auf einen Bauzonentyp befinden, bei dem die ES III zugewiesen wurde. Es ist zu beachten, dass die Zuordnung der ES auf Schulareale nicht immer der verfügbaren, kantonalen ES entsprechen bzw. von diesen abweichen können.

Um eine Einschätzung zu machen, ob eine Fensterlüftung möglich oder nicht möglich bzw. nicht empfohlen ist, wurde nach SIA 382/1, Kapitel 4.2.2.6 (SIA 382/1, 2014) vorgegangen. Für die Beurteilung des Außenlärms wurden die Daten der sonBASE-Abfrage und die Angaben zu den Empfindlichkeitsstufen beigezogen.

### **9.1.8 Asbest**

Die gesundheitsschädigenden Wirkungen von Asbest führten im Jahr 1975 zum Spritzasbestverbot und 1990 zu einem generellen Asbestverbot in der Schweiz. Ein Grossteil der Produkte stellt im eingebauten Zustand keine unmittelbare Gefahr dar. Bei der Bearbeitung von asbesthaltigen Materialien ist jedoch gemäss den publizierten SUVA Merkblättern vorzugehen und meistens eine anerkannte Sanierungsfirma beizuziehen.

Die gesetzliche Grundlage bildet die Richtlinie für Asbest (EKAS, 2008). Bei der Beurteilung der Dringlichkeit von Massnahmen (FACH, 2008) wird u.a. auch die Exposition berücksichtigt. Dabei ist die Risikoakzeptanz für sensible Bereiche wie regelmässige Raumnutzung durch Kinder, Jugendliche und Sportler klein.

Folgende Systematik wurde bei der Aufnahme der Verdachtsmomente verfolgt:

- Sockelleisten und Sockelplatten wurden nicht aufgenommen. Erfahrungsgemäss sind diese Bauteile bezüglich Asbestgehalt den angrenzenden Bodenbelägen zuzuordnen.
- Falls das Frauen- und das Männer-WC nebeneinander standen und somit gleich weit entfernt vom untersuchten Schulzimmer waren, so wurden beide WC's untersucht. Jedes Bauteil mit Verdacht auf Asbest wurde der Kategorie „WC“ zugeteilt und es wurde keine weitere Unterscheidung bezüglich Damen- oder Herren-WC vorgenommen. Es ist dadurch möglich, dass ein Bauteil mit Verdacht auf Asbest nur im Damen- oder nur im Herren-WC vorkommt.
- Rein visuell konnte nicht in jedem Fall zwischen einem Linoleumboden, PVC-Bodenbelag und CV-Bodenbelag unterschieden werden. In diesen Fällen wurde jeweils der bezüglich Asbestgehalt und – bindung risikoreichere Bodentyp angegeben:  
Bsp 1: Falls nicht klar war, ob es sich um einen Linoleum- oder einen PVC-Bodenbelag handelt, wurde ein PVC-Bodenbelag angenommen da Linoleum als asbestfrei gilt (der Kleber kann in beiden Fällen asbesthaltig sein).  
Bsp. 2: Falls nicht klar war, ob es sich um einen PVC- oder einen CV-Bodenbelag handelt, wurde ein CV-Belag angenommen da die Asbestfasern im CV-Belag schwachgebunden sind.
- Pavatexplatten – falls eindeutig als solche erkennbar – wurden als nicht asbesthaltig eingestuft

### **9.1.9 Radon**

In zwei Messgruppen waren die Messdauer verkürzt. Bei den Objekten SH45, SH48, SH80, SH83, SH 84, SH85 und SH86 wurde nur während elf

Wochen und bei den Objekten SH47, SH93, SH94, SH97, SH98, SH99 und SH100 wurde nur während vier Wochen gemessen. Dabei sind die Werte von SH47, SH93, SH97 und SH99 nicht valide und sind als Hinweis auf eine mögliche Konzentration zu verstehen.

Die verwendeten Radondosimeter Landauer-Nordic (Landauer Nordic, 2014) und RadOut (RadOut, 2012) sind passive Messgeräte. Luft diffundiert in das Dosimeter und beim Radonzerfall hinterlässt das dabei freigesetzte alpha-Teilchen eine Spur auf dem Testmedium. Nach einer 12-wöchigen Expositionszeit werden die erfassten Spuren ausgezählt und dabei auf die Radonkonzentration geschlossen.

In vorliegender Studie wurden Landauer-Nordic (Landauer Nordic, 2014) und RadOut (RadOut, 2012) Radondosimeter versetzt. Die Auswertung der RadOut Dosimeter ist nicht Bestandteil des Projektes, sondern erfolgt durch das Centre hospitalier universitaire vaudois (vaudois, 2014). Die Messdaten der Landauer Nordic Dosimeter werden vom BAG zur Verfügung gestellt und im vorliegenden Bericht ausgewertet.

## 9.2 Messdaten

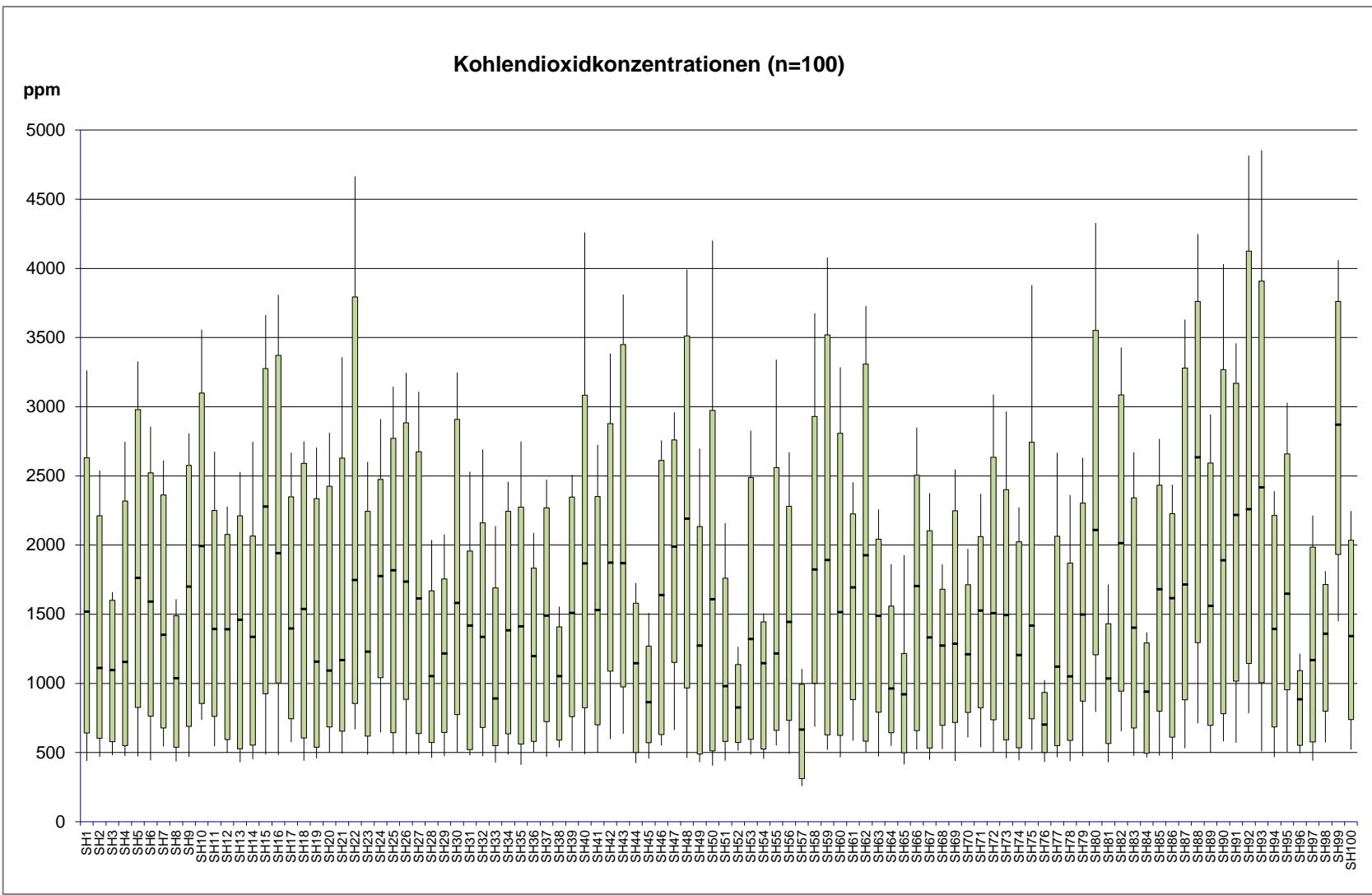
### 9.2.1 Kohlendioxid

Objekt-nummer	Minimum	5% Perzentil	10% Perzentil	25% Perzentil	50% Perzentil	75% Perzentil	90% Perzentil	95% Perzentil	Maximum
	[ppm]	[ppm]	[ppm]	[ppm]	[ppm]	[ppm]	[ppm]	[ppm]	[ppm]
SH1	439	641	803	1112	1517	2016	2381	2631	3262
SH2	469	604	695	886	1108	1526	1960	2211	2540
SH3	481	579	661	844	1094	1291	1500	1601	1660
SH4	474	551	706	932	1152	1500	2063	2319	2746
SH5	473	826	986	1318	1759	2165	2724	2979	3328
SH6	444	764	864	1142	1588	1996	2332	2523	2856
SH7	544	677	775	991	1349	1722	2233	2363	2611
SH8	437	539	574	727	1034	1260	1414	1488	1609
SH9	468	690	795	1115	1697	2063	2350	2575	2807
SH10	737	854	987	1438	1990	2504	2957	3098	3558
SH11	546	762	886	1198	1391	1796	2183	2250	2675
SH12	499	594	705	1004	1389	1735	1989	2076	2278
SH13	430	528	622	961	1457	1823	2112	2212	2528
SH14	452	555	808	1026	1333	1584	1777	2065	2746
SH15	485	926	1060	1583	2276	2839	3170	3276	3663
SH16	483	1004	1081	1353	1938	2537	3033	3371	3809
SH17	575	744	858	1183	1395	1788	2180	2348	2669
SH18	442	606	801	1043	1535	2105	2421	2591	2750
SH19	459	538	620	843	1154	1594	2151	2335	2704
SH20	499	685	722	893	1089	1565	2099	2426	2812
SH21	493	655	721	884	1166	1945	2406	2629	3358
SH22	668	855	944	1317	1745	2412	3084	3793	4666
SH23	485	619	759	958	1226	1699	2090	2245	2603

Objekt- nummer	Minimum	5% Perzentil	10% Perzentil	25% Perzentil	50% Perzentil	75% Perzentil	90% Perzentil	95% Perzentil	Maximum
	[ppm]	[ppm]	[ppm]	[ppm]	[ppm]	[ppm]	[ppm]	[ppm]	[ppm]
SH24	646	1042	1163	1463	1773	2094	2321	2474	2910
SH25	492	644	896	1453	1815	2166	2535	2771	3145
SH26	487	885	965	1222	1734	2260	2663	2883	3245
SH27	485	638	822	1257	1611	2036	2443	2674	3108
SH28	462	574	619	747	1050	1381	1570	1670	2037
SH29	475	645	729	955	1214	1443	1594	1755	2076
SH30	500	775	890	1223	1579	1966	2518	2909	3248
SH31	515	851	944	1144	1436	1785	2188	2290	2530
SH32	474	682	812	1072	1334	1650	1960	2160	2692
SH33	428	550	613	750	888	1169	1481	1690	2137
SH34	485	635	715	994	1382	1813	2060	2245	2457
SH35	412	561	645	1117	1409	1874	2154	2274	2749
SH36	504	580	649	898	1194	1483	1748	1834	2089
SH37	471	724	862	1132	1488	1868	2175	2269	2473
SH38	536	590	621	763	1050	1195	1357	1408	1555
SH39	512	760	885	1223	1507	1871	2174	2347	2506
SH40	490	825	1033	1424	1864	2376	2816	3084	4259
SH41	499	701	828	1024	1528	1924	2192	2350	2724
SH42	598	1089	1273	1561	1871	2208	2610	2879	3385
SH43	635	974	1131	1498	1866	2621	3171	3450	3810
SH44	425	501	600	905	1144	1377	1499	1580	1726
SH45	457	571	635	721	862	1029	1184	1270	1509
SH46	553	631	804	1137	1636	2160	2492	2612	2757
SH47	662	1152	1357	1648	1986	2340	2596	2761	2960
SH48	463	968	1211	1638	2189	2802	3286	3512	3992
SH49	431	490	524	923	1270	1614	1881	2134	2698
SH50	405	513	702	1036	1605	2082	2582	2973	4201
SH51	442	581	644	796	977	1318	1589	1761	2159
SH52	514	574	621	705	823	939	1097	1137	1264
SH53	486	596	637	742	1319	1757	2258	2488	2827
SH54	455	526	585	843	1144	1334	1402	1445	1505
SH55	552	661	723	881	1213	1755	2256	2560	3340
SH56	492	733	887	1081	1442	1752	2038	2281	2670
SH57	257	313	449	532	663	897	980	994	1104
SH58	687	1001	1198	1553	1820	2273	2786	2929	3676
SH59	520	628	840	1257	1890	2567	3174	3519	4079
SH60	466	624	780	996	1513	1997	2600	2808	3286
SH61	587	884	1032	1338	1692	1937	2154	2226	2454
SH62	503	583	671	1042	1923	2649	3050	3309	3727
SH63	473	792	943	1222	1485	1814	1986	2043	2258
SH64	548	643	670	762	960	1149	1368	1559	1861
SH65	416	499	548	751	918	1062	1150	1216	1926
SH66	521	659	837	1283	1700	2039	2371	2505	2849
SH67	447	533	743	1012	1329	1637	1946	2103	2375
SH68	526	696	797	997	1270	1471	1622	1680	1861
SH69	439	717	812	1004	1284	1631	2043	2248	2547
SH70	609	791	825	1016	1207	1406	1620	1714	1973
SH71	538	824	945	1243	1524	1772	1983	2062	2369
SH72	502	737	833	1151	1505	1948	2358	2634	3090
SH73	459	593	729	947	1491	1895	2175	2400	2966
SH74	443	535	557	665	1202	1591	1895	2023	2273

Objekt-nummer	Minimum	5% Perzentil	10% Perzentil	25% Perzentil	50% Perzentil	75% Perzentil	90% Perzentil	95% Perzentil	Maximum
	[ppm]	[ppm]	[ppm]	[ppm]	[ppm]	[ppm]	[ppm]	[ppm]	[ppm]
SH75	517	744	847	1073	1415	1784	2390	2742	3879
SH76	433	500	522	604	700	824	883	934	1025
SH77	467	550	580	795	1118	1328	1759	2063	2666
SH78	438	589	637	770	1048	1400	1735	1870	2360
SH79	474	872	1022	1221	1495	1770	2129	2303	2630
SH80	794	1207	1285	1664	2106	2950	3374	3552	4329
SH81	431	566	613	817	1032	1211	1346	1431	1716
SH82	655	945	1118	1514	2012	2467	2896	3085	3428
SH83	478	678	864	1124	1400	1716	2068	2342	2671
SH84	464	496	527	749	937	1100	1214	1292	1369
SH85	478	799	889	1181	1678	2067	2334	2432	2768
SH86	451	612	911	1327	1614	1877	2087	2228	2436
SH87	532	882	1047	1232	1713	2401	2981	3280	3630
SH88	712	1295	1536	1971	2631	3151	3592	3761	4248
SH89	498	696	773	1132	1558	2034	2383	2593	2945
SH90	581	780	1030	1417	1888	2631	3068	3269	4031
SH91	572	1017	1227	1754	2215	2579	2995	3169	3459
SH92	784	1145	1294	1740	2256	2957	3624	4124	4816
SH93	509	1006	1208	1803	2414	3158	3625	3907	4853
SH94	467	685	773	1008	1391	1804	2040	2214	2389
SH95	505	954	1106	1304	1645	2006	2355	2660	3029
SH96	495	553	615	762	883	962	1029	1092	1215
SH97	442	576	643	859	1166	1481	1823	1986	2214
SH98	574	800	927	1136	1357	1517	1672	1716	1812
SH99	1448	1933	2088	2429	2867	3282	3590	3761	4060
SH100	522	738	857	1028	1340	1681	1920	2035	2247

Tab. 9-3: Perzentilwerte nachgewiesener CO<sub>2</sub>-Konzentrationen während der effektiven Belegungszeit.



**Abb. 9-2: Statistische Auswertung aller Kohlendioxidverläufe (3 Kantone) während der effektiven Belegungszeit.**

Die Box entspricht dem 5% bzw. 95% Perzentil, die Strichenden dem Minimal- bzw. Maximalwert und der Querstrich dem 50% Perzentil.

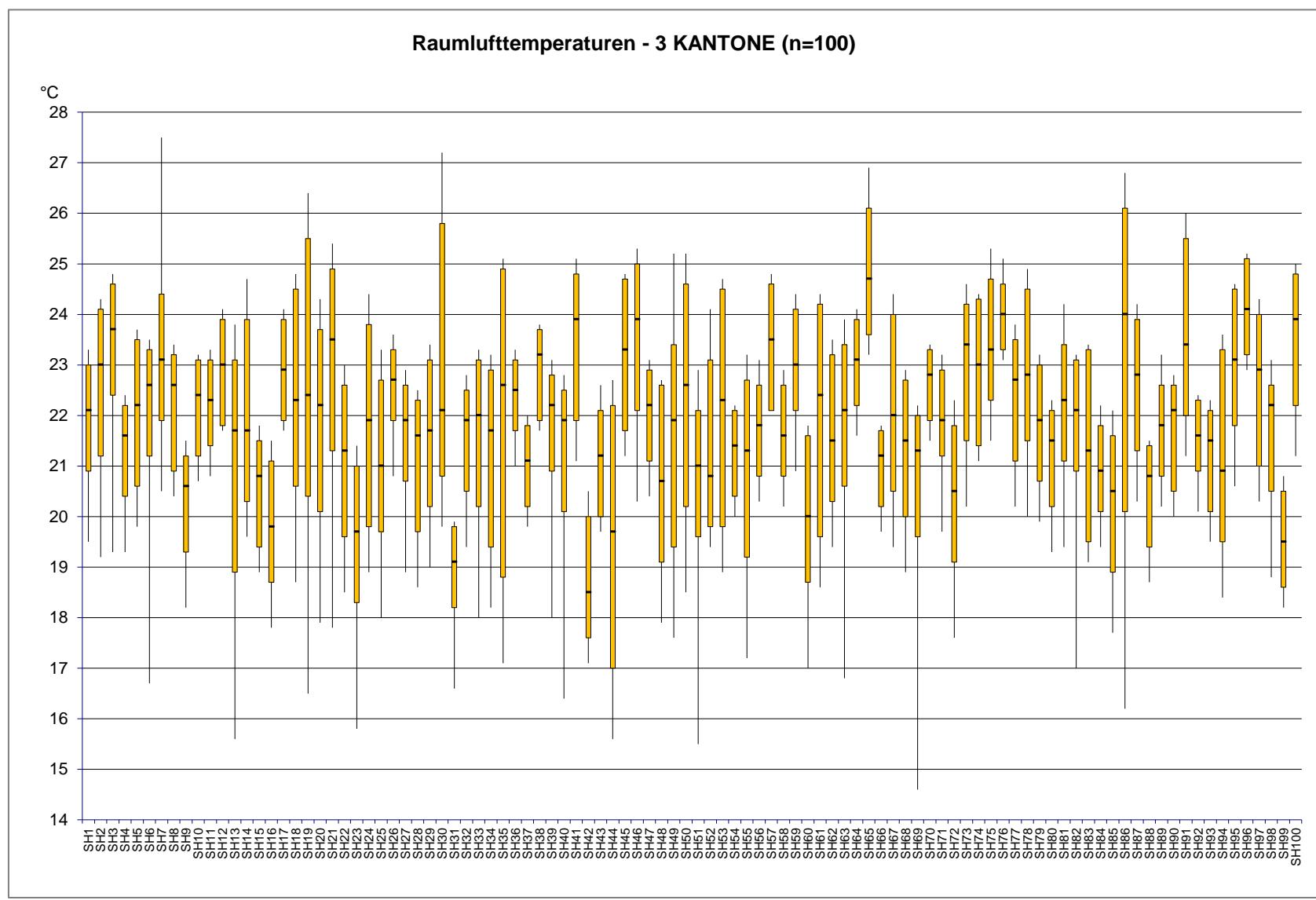
## 9.2.2 Raumlufttemperatur

Objekt-nummer	Minimum	5% Perzentil	10% Perzentil	25% Perzentil	50% Perzentil	75% Perzentil	90% Perzentil	95% Perzentil	Maximum
	[°C]	[°C]	[°C]	[°C]	[°C]	[°C]	[°C]	[°C]	[°C]
SH1	19.5	20.9	21.1	21.6	22.1	22.6	22.9	23	23.3
SH2	19.2	21.2	21.9	22.3	23	23.7	23.9	24.1	24.3
SH3	19.3	22.4	22.8	23.3	23.7	24.1	24.4	24.6	24.8
SH4	19.3	20.4	20.6	21	21.6	21.9	22.1	22.2	22.4
SH5	19.8	20.6	21.1	21.8	22.2	22.9	23.4	23.5	23.7
SH6	16.7	21.2	21.6	22	22.6	23.1	23.2	23.3	23.5
SH7	20.5	21.9	22.2	22.7	23.1	23.3	24	24.4	27.5
SH8	20.4	20.9	21.7	22	22.6	23	23.2	23.2	23.4
SH9	18.2	19.3	19.5	20.1	20.6	20.9	21	21.2	21.5
SH10	20.7	21.2	21.4	22	22.4	22.7	23	23.1	23.2
SH11	20.8	21.4	21.6	21.9	22.3	22.7	23	23.1	23.3
SH12	21.7	21.8	21.8	22.4	23	23.4	23.7	23.9	24.1
SH13	15.6	18.9	20.2	20.8	21.7	22.3	22.6	23.1	23.8
SH14	19.6	20.3	20.5	21	21.7	22.2	22.8	23.9	24.7
SH15	18.9	19.4	20.1	20.4	20.8	21	21.3	21.5	21.8
SH16	17.8	18.7	18.9	19.3	19.8	20.4	21	21.1	21.5
SH17	21.7	21.9	22.2	22.6	22.9	23.3	23.8	23.9	24.1
SH18	18.7	20.6	21.2	21.7	22.3	22.8	24	24.5	24.8
SH19	16.5	20.4	20.8	21.5	22.4	24.4	25.2	25.5	26.4
SH20	17.9	20.1	20.4	21.1	22.2	22.9	23.5	23.7	24.3
SH21	17.8	21.3	21.7	22.5	23.5	24.1	24.6	24.9	25.4
SH22	18.5	19.6	20	20.5	21.3	22	22.4	22.6	23
SH23	15.8	18.3	18.6	19.2	19.7	20.2	20.7	21	21.4
SH24	18.9	19.8	20.4	21.1	21.9	22.7	23.3	23.8	24.4
SH25	18	19.7	20	20.5	21	21.6	22.1	22.7	23.3
SH26	20.8	21.9	22.1	22.4	22.7	23	23.1	23.3	23.6
SH27	18.9	20.7	20.9	21.4	21.9	22.3	22.5	22.6	22.9
SH28	18.6	19.7	20.3	21.1	21.6	22	22.2	22.3	22.5
SH29	19	20.2	20.6	21.1	21.7	22.3	22.9	23.1	23.4
SH30	19.8	20.8	21.2	21.7	22.1	23.1	25.4	25.8	27.2
SH31	16.6	18.2	18.5	18.7	19.1	19.4	19.7	19.8	19.9
SH32	19.4	20.5	20.8	21.3	21.9	22.2	22.4	22.5	22.8
SH33	18	20.2	20.7	21.5	22	22.5	22.9	23.1	23.3
SH34	18.2	19.4	19.8	21.1	21.7	22.2	22.5	22.9	23.2
SH35	17.1	18.8	20.4	21.4	22.6	23.5	24.2	24.9	25.1
SH36	21	21.7	21.8	22.1	22.5	22.7	23	23.1	23.3
SH37	19.8	20.2	20.5	20.8	21.1	21.3	21.7	21.8	22
SH38	21.7	21.9	22.3	22.9	23.2	23.5	23.7	23.7	23.8
SH39	18	20.9	21.1	21.7	22.2	22.6	22.8	22.8	23.1
SH40	16.4	20.1	20.6	21.4	21.9	22.1	22.3	22.5	22.8
SH41	21.1	21.9	22.4	23.2	23.9	24.4	24.7	24.8	25.1
SH42	17.1	17.6	17.7	18.1	18.5	19	19.8	20	20.5
SH43	19.7	20	20.3	20.8	21.2	21.6	22	22.1	22.6
SH44	15.6	17	18	19.1	19.7	20.6	21.7	22.2	22.7
SH45	21.2	21.7	21.9	22.4	23.3	23.8	24.4	24.7	24.8
SH46	20.3	22.1	22.4	23.2	23.9	24.5	24.8	25	25.3
SH47	20.4	21.1	21.3	21.7	22.2	22.6	22.8	22.9	23.1

Objekt- nummer	Minimum	5% Perzentil	10% Perzentil	25% Perzentil	50% Perzentil	75% Perzentil	90% Perzentil	95% Perzentil	Maximum
	[°C]	[°C]	[°C]	[°C]	[°C]	[°C]	[°C]	[°C]	[°C]
SH48	17.9	19.1	19.4	19.8	20.7	21.7	22.3	22.6	22.7
SH49	17.6	19.4	20	20.7	21.9	22.7	23.1	23.4	25.2
SH50	18.5	20.2	20.9	21.6	22.6	23.4	23.9	24.6	25.2
SH51	15.5	19.6	19.8	20.2	21	21.5	21.7	22.1	22.9
SH52	19.4	19.8	20.2	20.6	20.8	21.8	22.6	23.1	24.1
SH53	18.9	19.8	20.2	21.2	22.3	23	24.1	24.5	24.7
SH54	20	20.4	20.6	21.1	21.4	21.7	22	22.1	22.2
SH55	17.2	19.2	19.7	20	21.3	22.2	22.5	22.7	23.2
SH56	20.3	20.8	21.1	21.5	21.8	22.3	22.6	22.6	23.1
SH57	22.1	22.1	22.2	23	23.5	23.7	24.4	24.6	24.8
SH58	20.2	20.8	21	21.3	21.6	22.2	22.6	22.6	22.9
SH59	20.9	22.1	22.4	22.7	23	23.5	24	24.1	24.4
SH60	17	18.7	19	19.4	20	20.6	21.2	21.6	21.8
SH61	18.6	19.6	20.2	21.5	22.4	23.3	23.8	24.2	24.4
SH62	19.4	20.3	20.5	21	21.5	22.3	22.9	23.2	23.5
SH63	16.8	20.6	20.8	21.3	22.1	22.7	23.2	23.4	23.9
SH64	21.6	22.2	22.3	22.7	23.1	23.5	23.8	23.9	24.1
SH65	23.2	23.6	23.8	24.3	24.7	25.3	25.8	26.1	26.9
SH66	19.7	20.2	20.4	20.8	21.2	21.4	21.5	21.7	21.8
SH67	19.4	20.5	20.9	21.5	22	22.6	22.9	24	24.4
SH68	18.9	20	20.3	20.7	21.5	22.3	22.6	22.7	22.9
SH69	14.6	19.6	20	20.7	21.3	21.6	21.8	22	22.2
SH70	21.5	21.9	22	22.4	22.8	23	23.1	23.3	23.4
SH71	19.7	21.2	21.4	21.7	21.9	22.2	22.8	22.9	23.2
SH72	17.6	19.1	19.4	19.9	20.5	21.1	21.6	21.8	22.3
SH73	20.2	21.5	22.1	22.8	23.4	23.6	24	24.2	24.6
SH74	21.1	21.4	21.6	21.9	23	23.6	24	24.3	24.4
SH75	21.5	22.3	22.7	23	23.3	23.8	24.4	24.7	25.3
SH76	23.1	23.3	23.5	23.7	24	24.2	24.4	24.6	25.1
SH77	20.2	21.1	21.4	22.1	22.7	23.1	23.3	23.5	23.8
SH78	20	21.5	21.7	22.3	22.8	23.2	24.2	24.5	24.9
SH79	19.9	20.7	21.1	21.5	21.9	22.4	22.9	23	23.2
SH80	19.3	20.2	20.4	20.9	21.5	21.8	22.1	22.1	22.3
SH81	19.4	21.1	21.3	21.8	22.3	22.6	23.1	23.4	24.2
SH82	17	20.9	21.1	21.7	22.1	22.4	22.9	23.1	23.2
SH83	19.1	19.5	19.7	20.4	21.3	22.6	23.1	23.3	23.4
SH84	19.4	20.1	20.2	20.6	20.9	21.2	21.4	21.8	22.2
SH85	17.7	18.9	19.3	19.7	20.5	21.1	21.5	21.6	22.1
SH86	16.2	20.1	20.8	23.1	24	25.2	25.9	26.1	26.8
SH87	20.3	21.3	21.6	22.3	22.8	23.4	23.8	23.9	24.2
SH88	18.7	19.4	19.7	20.3	20.8	21.1	21.3	21.4	21.5
SH89	20.2	20.8	21.1	21.4	21.8	22.1	22.5	22.6	23.2
SH90	20	20.5	21	21.6	22.1	22.4	22.6	22.6	22.8
SH91	21.2	22	22.3	22.9	23.4	23.8	25.3	25.5	26
SH92	20.1	20.9	21.1	21.3	21.6	22	22.3	22.3	22.4
SH93	19.5	20.1	20.5	21.2	21.5	21.8	22	22.1	22.3
SH94	18.4	19.5	19.9	20.4	20.9	22.5	23.2	23.3	23.6
SH95	20.6	21.8	22.3	22.8	23.1	23.6	24	24.5	24.6
SH96	22.9	23.2	23.3	23.5	24.1	24.6	25	25.1	25.2
SH97	20.3	21	21.6	22.3	22.9	23.5	23.8	24	24.3
SH98	18.8	20.5	20.9	21.7	22.2	22.4	22.5	22.6	23.1

Objekt- nummer	Minimum	5% Perzentil	10% Perzentil	25% Perzentil	50% Perzentil	75% Perzentil	90% Perzentil	95% Perzentil	Maximum
	[°C]	[°C]	[°C]	[°C]	[°C]	[°C]	[°C]	[°C]	[°C]
SH99	18.2	18.6	18.8	19.1	19.5	19.9	20.1	20.5	20.8
SH100	21.2	22.2	22.7	23.2	23.9	24.4	24.7	24.8	25

Tab. 9-4: Perzentilwerte nachgewiesener Raumlufttemperaturen während der effektiven Belegungszeit.



**Abb. 9-3: Statistische Auswertung aller Raumlufttemperaturverläufe (3 Kantone) während der effektiven Belegungszeit.**  
Die Box entspricht dem 5% bzw. 95% Perzentil, die Strichenden dem Minimal- bzw. Maximalwert und der Querstrich dem 50% Perzentil.

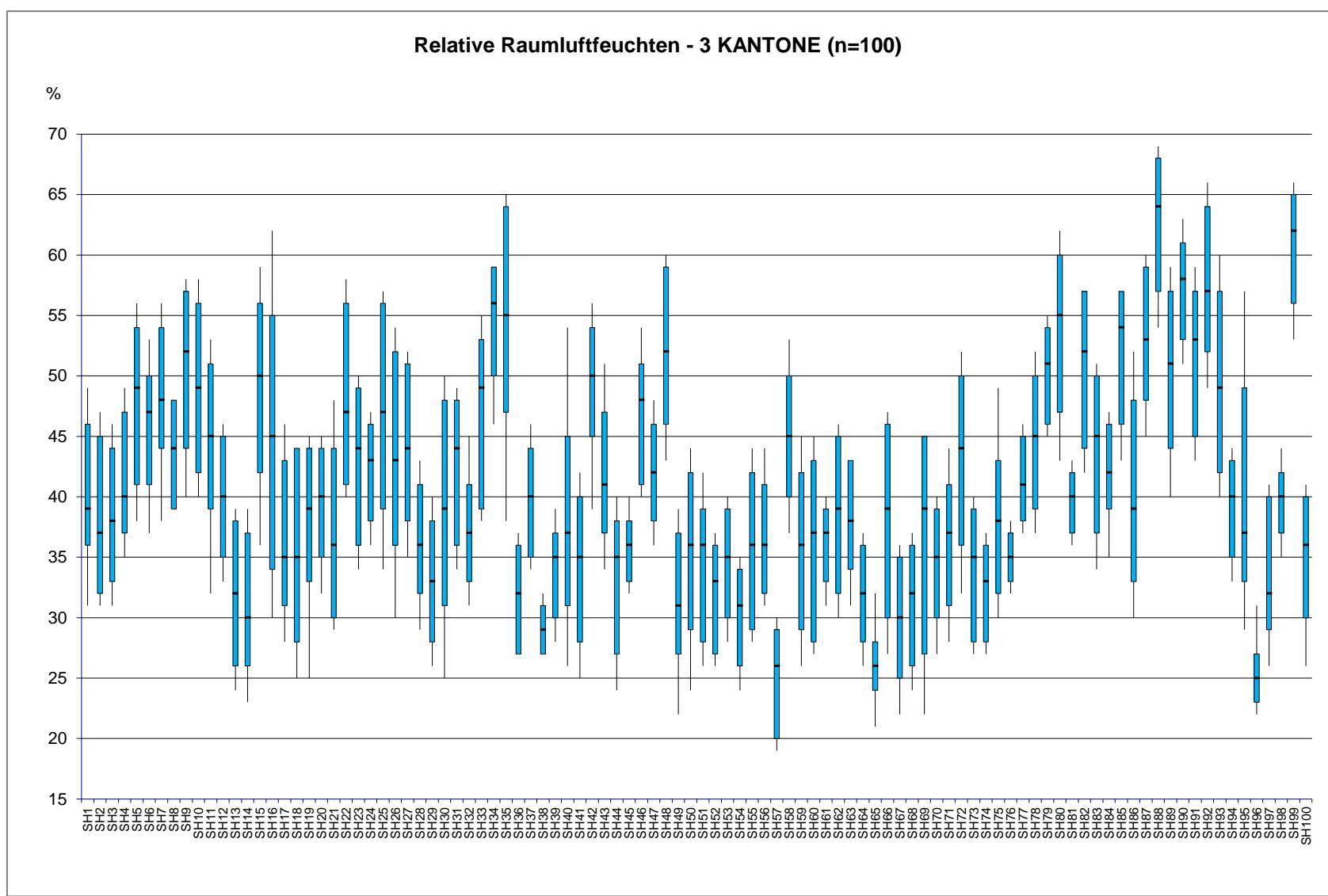
### 9.2.3 Raumluftfeuchte

Objekt-nummer	Minimum	5% Perzentil	10% Perzentil	25% Perzentil	50% Perzentil	75% Perzentil	90% Perzentil	95% Perzentil	Maximum
	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]
SH1	31	36	37	38	39	42	44	46	49
SH2	31	32	32	34	37	40	43	45	47
SH3	31	33	34	36	38	41	42	44	46
SH4	35	37	38	40	40	43	45	47	49
SH5	38	41	42	46	49	51	53	54	56
SH6	37	41	43	45	47	48	50	50	53
SH7	38	44	45	46	48	51	53	54	56
SH8	39	39	40	43	44	47	48	48	48
SH9	40	44	46	48	52	54	56	57	58
SH10	40	42	43	46	49	53	55	56	58
SH11	32	39	40	42	45	48	50	51	53
SH12	33	35	36	38	40	42	44	45	46
SH13	24	26	27	28	32	33	37	38	39
SH14	23	26	27	28	30	32	34	37	39
SH15	36	42	44	47	50	52	55	56	59
SH16	30	34	36	38	45	49	54	55	62
SH17	28	31	32	33	35	39	42	43	46
SH18	25	28	29	33	35	37	41	44	44
SH19	25	33	34	37	39	41	43	44	45
SH20	32	35	36	38	40	42	43	44	45
SH21	29	30	32	34	36	40	43	44	48
SH22	40	41	42	43	47	49	53	56	58
SH23	34	36	38	40	44	47	48	49	50
SH24	36	38	39	41	43	44	45	46	47
SH25	34	39	42	44	47	50	55	56	57
SH26	30	36	39	41	43	46	50	52	54
SH27	35	38	39	42	44	47	50	51	52
SH28	29	32	32	34	36	39	41	41	43
SH29	26	28	29	31	33	36	38	38	40
SH30	25	31	33	35	39	43	46	48	50
SH31	34	36	37	41	44	45	48	48	49
SH32	31	33	34	35	37	39	40	41	45
SH33	38	39	42	46	49	51	52	53	55
SH34	46	50	50	52	56	57	58	59	59
SH35	38	47	49	52	55	58	64	64	65
SH36	27	27	29	31	32	34	35	36	37
SH37	34	35	37	38	40	41	43	44	46
SH38	27	27	28	28	29	30	31	31	32
SH39	28	30	31	33	35	36	37	37	39
SH40	26	31	31	34	37	40	43	45	54
SH41	25	28	30	32	35	37	39	40	42
SH42	39	45	46	48	50	52	53	54	56
SH43	34	37	37	39	41	45	46	47	51
SH44	24	27	28	31	35	37	38	38	40
SH45	32	33	34	35	36	37	38	38	40
SH46	40	41	42	45	48	49	50	51	54
SH47	36	38	39	40	42	44	45	46	48

Objekt- nummer	Minimum	5% Perzentil	10% Perzentil	25% Perzentil	50% Perzentil	75% Perzentil	90% Perzentil	95% Perzentil	Maximum
	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]
SH48	43	46	47	49	52	56	58	59	60
SH49	22	27	27	29	31	34	36	37	39
SH50	24	29	31	33	36	38	39	42	44
SH51	26	28	30	33	36	37	39	39	42
SH52	26	27	28	28	33	34	36	36	37
SH53	28	30	32	33	35	37	39	39	40
SH54	24	26	27	29	31	33	34	34	35
SH55	28	29	30	33	36	38	40	42	44
SH56	31	32	33	35	36	38	40	41	44
SH57	19	20	20	23	26	28	29	29	30
SH58	37	40	41	43	45	47	49	50	53
SH59	26	29	31	33	36	39	41	42	45
SH60	27	28	30	33	37	40	43	43	45
SH61	31	33	35	36	37	38	39	39	40
SH62	30	32	33	35	39	43	44	45	46
SH63	31	34	34	36	38	40	42	43	43
SH64	26	28	29	31	32	33	35	36	37
SH65	21	24	24	25	26	27	27	28	32
SH66	27	30	33	35	39	43	44	46	47
SH67	22	25	26	28	30	32	33	35	36
SH68	24	26	27	29	32	34	36	36	37
SH69	22	27	29	34	39	42	44	45	45
SH70	27	30	31	34	35	37	38	39	40
SH71	28	31	33	35	37	39	40	41	44
SH72	32	36	38	40	44	46	49	50	52
SH73	27	28	28	32	35	37	39	39	40
SH74	27	28	29	31	33	35	36	36	37
SH75	30	32	34	35	38	40	42	43	49
SH76	32	33	33	34	35	36	37	37	38
SH77	37	38	39	40	41	43	45	45	46
SH78	37	39	39	42	45	47	49	50	52
SH79	45	46	47	50	51	52	54	54	55
SH80	43	47	48	52	55	58	60	60	62
SH81	36	37	38	39	40	41	42	42	43
SH82	42	44	45	50	52	55	56	57	57
SH83	34	37	39	42	45	48	49	50	51
SH84	35	39	40	41	42	44	45	46	47
SH85	43	46	47	51	54	56	56	57	57
SH86	30	33	35	36	39	44	46	48	52
SH87	45	48	49	50	53	56	58	59	60
SH88	54	57	59	61	64	66	67	68	69
SH89	40	44	46	48	51	53	55	57	59
SH90	51	53	54	56	58	59	60	61	63
SH91	43	45	46	50	53	55	56	57	59
SH92	49	52	53	55	57	61	63	64	66
SH93	40	42	43	46	49	52	56	57	60
SH94	33	35	36	38	40	41	43	43	44
SH95	29	33	34	35	37	40	41	49	57
SH96	22	23	23	24	25	25	27	27	31
SH97	26	29	29	30	32	35	38	40	41
SH98	35	37	38	38	40	40	41	42	44

Objekt- nummer	Minimum	5% Perzentil	10% Perzentil	25% Perzentil	50% Perzentil	75% Perzentil	90% Perzentil	95% Perzentil	Maximum
	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]
SH99	53	56	58	60	62	64	64	65	66
SH100	26	30	31	34	36	38	39	40	41

Tab. 9-5: Perzentilwerte nachgewiesener Raumluftfeuchten während der effektiven Belegungszeit.



**Abb. 9-4: Statistische Auswertung aller Raumlufttemperaturverläufe (3 Kantone) während der effektiven Belegungszeit.**  
Die Box entspricht dem 5% bzw. 95% Perzentil, die Strichenden dem Minimal- bzw. Maximalwert und der Querstrich dem 50% Perzentil.

#### 9.2.4 Formaldehyd

Objekt- nummer	Konzentration unter Messbedingungen	Konzentration unter Normklimabedin- gungen	Konzentration unter Winterbedingungen	Konzentration unter Sommerbedingun- gen
	[µg/m³]	[µg/m³]	[µg/m³]	[µg/m³]
SH1	26	42	22	81
SH2	37	46	24	90
SH3	35	41	21	80
SH4	49	61	32	118
SH5	77	72	37	140
SH6	42	60	31	116
SH7	44	47	24	91
SH8	51	51	26	98
SH9	62	89	46	173
SH10	43	58	30	113
SH11	78	99	51	191
SH12	25	33	17	64
SH13	35	67	35	130
SH14	9	21	11	40
SH15	63	86	44	166
SH16	32	64	33	124
SH17	58	76	39	148
SH18	53	90	46	175
SH19	26	45	23	88
SH20	22	39	20	76
SH21	51	72	37	140
SH22	37	76	39	148
SH23	33	72	37	140
SH24	60	137	71	265
SH25	42	74	38	144
SH26	44	48	25	94
SH27	49	74	38	144
SH28	26	46	24	90
SH29	37	83	43	160
SH30	65	88	45	170
SH31	52	69	36	134
SH32	61	94	49	182
SH33	65	71	37	138
SH34	58	63	33	122
SH35	59	47	24	91
SH36	27	58	30	112
SH37	62	105	54	203
SH38	65	109	56	211
SH39	33	55	28	107
SH40	27	58	30	112
SH41	45	64	33	124
SH42	55	109	56	211
SH43	24	45	23	88
SH44	81	113	58	220
SH45	28	32	17	62
SH46	49	54	28	105

Objekt- nummer	Konzentration unter Messbedingungen	Konzentration unter Normklimabedin- gungen	Konzentration unter Winterbedingungen	Konzentration unter Sommerbedingun- gen
	[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]
SH47	48	68	35	132
SH48	39	64	33	125
SH49	72	104	54	202
SH50	45	72	37	140
SH51	87	189	97	366
SH52	81	140	72	271
SH53	59	104	54	201
SH54	46	77	40	149
SH55	76	88	45	170
SH56	39	67	35	130
SH57	39	58	30	112
SH58	82	131	68	254
SH59	64	96	50	187
SH60	46	96	50	187
SH61	40	80	41	155
SH62	17	31	16	60
SH63	154	250	129	484
SH64	88	127	65	247
SH65	29	41	21	80
SH66	56	97	50	188
SH67	10	24	13	46
SH68	28	54	28	104
SH69	45	71	37	138
SH70	89	120	62	232
SH71	39	63	33	122
SH72	60	116	60	225
SH73	66	103	53	200
SH74	46	80	41	155
SH75	95	116	60	225
SH76	17	21	11	42
SH77	26	33	17	64
SH78	82	57	30	110
SH79	43	51	26	99
SH80	80	93	48	180
SH81	46	57	30	110
SH82	84	103	53	200
SH83	26	36	19	70
SH84	32	46	24	90
SH85	67	102	53	198
SH86	23	33	17	64
SH87	109	131	68	254
SH88	66	90	46	175
SH89	38	56	29	108
SH90	35	40	21	78
SH91	52	64	33	125
SH92	40	49	25	95
SH93	44	65	34	126
SH94	29	54	28	105
SH95	52	75	39	145
SH96	76	91	47	176

Objekt- nummer	Konzentration unter Messbedingungen	Konzentration unter Normklimabedin- gungen	Konzentration unter Winterbedingungen	Konzentration unter Sommerbedingun- gen
	[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]
SH97	17	24	13	47
SH98	31	55	28	107
SH99	133	191	98	370
SH100	64	78	40	151

**Tab. 9-6: Nachgewiesene Formaldehydkonzentrationen zusammen mit Umrechnungswerten.**  
Normklimabedingungen: 23°C/45%; Winterbedingungen: 21°C/30%; Sommerbedingungen: 26°C/60%.

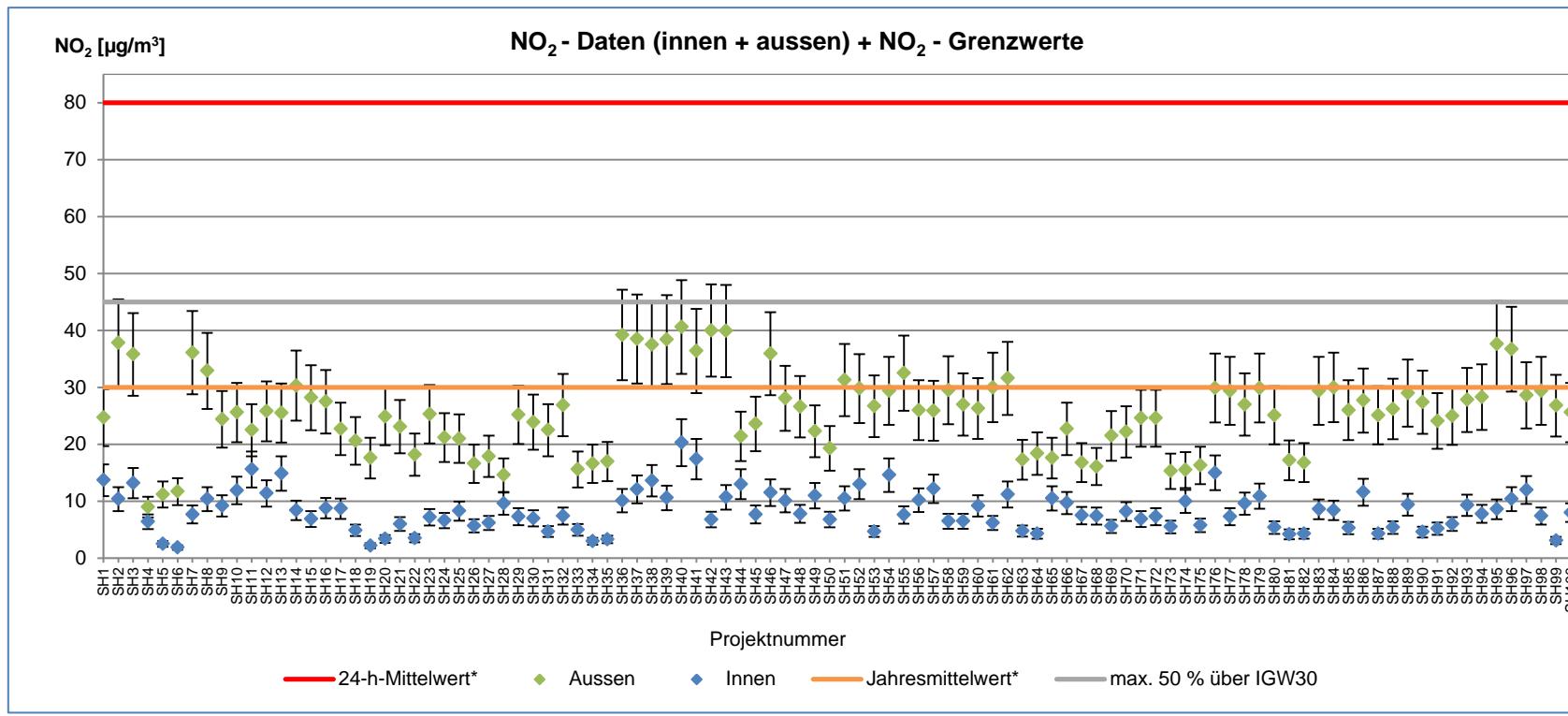
### 9.2.5 Stickstoffdioxid

Objektnummer	NOx-aussen	Niederschlag	Sonnenschein
	[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	[mm]	[min]
SH4	9	104.0	2398
SH1	24.7	27.2	1133
SH10	25.6	27.2	1245
SH100	25.6	37.6	469
SH11	22.5	27.2	1314
SH12	25.8	27.2	1314
SH13	25.5	27.2	2836
SH14	30.3	27.2	2836
SH15	28.2	27.3	2917
SH16	27.5	27.3	2917
SH17	22.7	88.8	2869
SH18	20.6	88.8	2809
SH19	17.6	30.5	2923
SH2	37.8	100.6	4311
SH20	24.9	27.4	2596
SH21	23.1	69.5	1774
SH22	18.2	75.7	4785
SH23	25.3	68.9	1769
SH24	21.2	68.9	1769
SH25	21	26.5	382
SH26	16.6	26.5	385
SH27	17.9	26.5	433
SH28	14.6	19.8	7572
SH29	25.2	7.1	4170
SH3	35.8	100.6	4311
SH30	23.9	7.1	4170
SH31	22.5	7.1	3990
SH32	26.9	7.1	4110
SH33	15.6	27.2	1326
SH34	16.6	27.2	1322
SH35	17	27.2	1326
SH36	39.2	23.5	2447
SH37	38.5	23.5	2447
SH38	37.5	23.5	2542
SH39	38.4	0.8	4240

Objektnummer	NOx-aussen [µg/m <sup>3</sup> ]	Niederschlag [mm]	Sonnenschein [min]
<b>SH40</b>	<b>40.6</b>	<b>0.8</b>	<b>4187</b>
<b>SH41</b>	36.4	0.8	4187
<b>SH42</b>	<b>40</b>	<b>0.8</b>	<b>4281</b>
<b>SH43</b>	39.9	0.8	4281
<b>SH44</b>	21.4	13.3	2243
<b>SH45</b>	23.6	5.1	122
<b>SH46</b>	35.9	4.8	607
<b>SH47</b>	28.1	37.6	474
<b>SH48</b>	26.6	5.1	42
<b>SH49</b>	22.3	13.3	2243
<b>SH5</b>	11.2	104.0	2398
<b>SH50</b>	19.3	13.3	2243
<b>SH51</b>	31.3	27.3	1479
<b>SH52</b>	29.8	27.3	1407
<b>SH53</b>	26.7	27.3	1456
<b>SH54</b>	29.4	25.9	1924
<b>SH55</b>	32.5	25.9	1924
<b>SH56</b>	26	25.9	1919
<b>SH57</b>	25.9	27.3	1394
<b>SH58</b>	29.5	27.3	1756
<b>SH59</b>	27	27.3	1777
<b>SH6</b>	11.7	104.0	2398
<b>SH60</b>	26.3	27.3	1777
<b>SH61</b>	30	18.5	1909
<b>SH62</b>	31.6	18.5	1909
<b>SH63</b>	17.3	25.9	1919
<b>SH64</b>	18.4	25.9	1924
<b>SH65</b>	17.6	25.9	1924
<b>SH66</b>	22.7	13.2	2212
<b>SH67</b>	16.8	15.0	2169
<b>SH68</b>	16.1	15.0	2169
<b>SH69</b>	21.5	15.0	1896
<b>SH7</b>	36.1	26.5	382
<b>SH70</b>	22.2	15.0	1896
<b>SH71</b>	24.6	15.0	2176
<b>SH72</b>	24.6	15.0	2116
<b>SH73</b>	15.3	13.3	2363
<b>SH74</b>	15.5	13.2	2185
<b>SH75</b>	16.3	13.1	2185
<b>SH76</b>	29.9	44.0	1335
<b>SH77</b>	29.4	44.0	1335
<b>SH78</b>	27	43.0	1335
<b>SH79</b>	29.9	43.0	1335
<b>SH8</b>	32.9	32.8	2251
<b>SH80</b>	25.1	5.1	122
<b>SH81</b>	17.2	45.2	1335
<b>SH82</b>	16.8	45.3	1336
<b>SH83</b>	29.4	5.1	42
<b>SH84</b>	30	5.1	42
<b>SH85</b>	26	5.1	52
<b>SH86</b>	27.7	5.1	42

Objektnummer	NOx-aussen [µg/m³]	Niederschlag [mm]	Sonnenschein [min]
<b>SH87</b>	25.1	4.8	558
<b>SH88</b>	26.2	4.8	510
<b>SH89</b>	29	4.8	493
<b>SH9</b>	24.4	27.2	1245
<b>SH90</b>	27.4	4.8	493
<b>SH91</b>	24.1	4.8	493
<b>SH92</b>	25	4.8	478
<b>SH93</b>	27.8	37.6	508
<b>SH94</b>	28.3	41.9	559
<b>SH95</b>	37.6	23.5	2542
<b>SH96</b>	36.7	0.8	4240
<b>SH97</b>	28.6	37.6	492
<b>SH98</b>	29.4	37.6	508
<b>SH99</b>	26.8	37.6	429

Tab. 9-7: Gegenüberstellung der Stickstoffdioxidkonzentrationen (gemessener 14-Tages-Mittelwert) und der Sonnenscheindauer in Minuten und der Niederschlagskonzentration in Millimeter im selben Zeitraum.



**Abb. 9-5: Resultate der Stickstoffdioxidmessungen.**

24-h-Mittelwert und Jahresmittelwert: Immisionsgrenzwerte gemäss Luftreinhalte-Verordnung (LRV, 2010).

max. 50% > Jahresmittelwert: Wert, der gemäss SIA 382/1 bei empfohlener Fensterlüftung nicht überschritten werden darf (sia, 2014; SIA 382/1, 2014). Die dargestellten Fehlerindikatoren entsprechen der erweiterten Messunsicherheit von 20.3% bei allen Resultaten nach dem ISO/BIPM-Leitfaden „Guide 1270t he Expression of Uncertainty in Measurement“.

## 9.2.6 Lärm

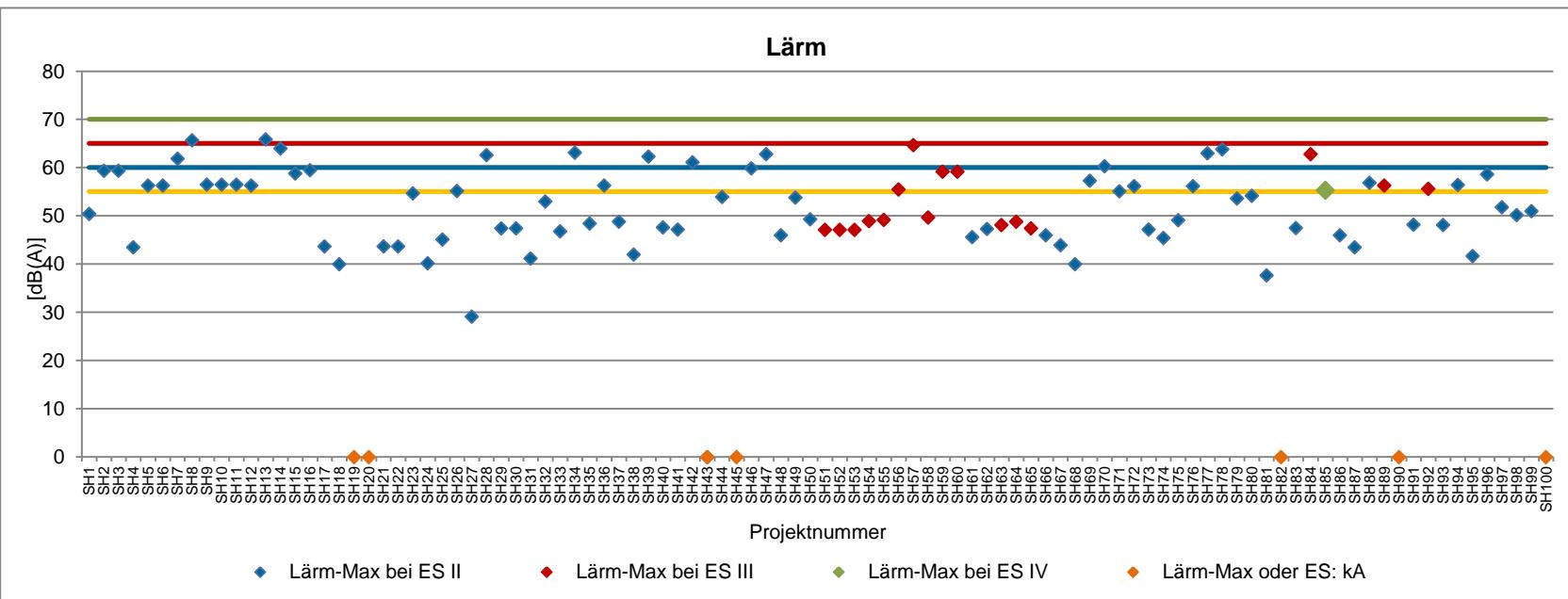
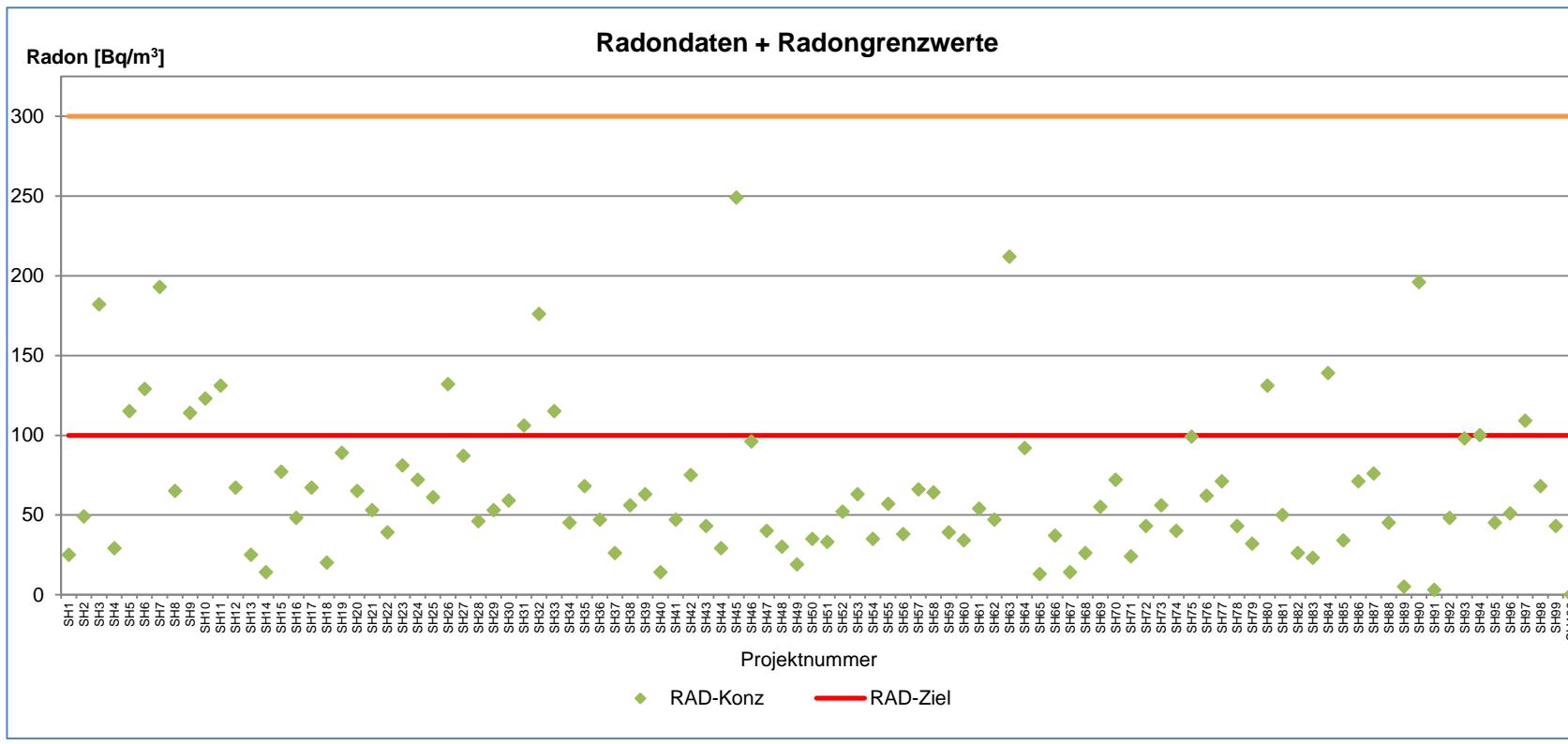


Abb. 9-6: Resultate der Lärmdata gemäss sonBASE-Abfrage.

Immissionsgrenzwerte, Tag (L<sub>r</sub> in dB[A]): LÄRM-WHO (55 dB[A]) = empfohlener genereller Schwellenwert gemäss WHO (**WHO, "Guidelines for Community Noise", 1999**). LÄRM-IGW-Stufe EII (60 dB[A]) = Immissionsgrenzwert für Objekte, die der Empfindlichkeitsstufe II zugewiesen sind. LÄRM-IGW-Stufe E3 (65 dB[A]) entspricht dem Immissionsgrenzwert für Objekte, die der Empfindlichkeitsstufe 3 zugewiesen sind. LÄRM-IGW-Stufe E4 (70 dB[A]) entspricht dem Immissionsgrenzwert für Objekte, die der Empfindlichkeitsstufe 4 zugewiesen sind. Gemäss Lärmschutzverordnung (**LRV, 2010**). Jedem Standort ist eine Empfindlichkeitsstufe zugewiesen. Entsprechend gelten andere Immissionsgrenzwerte. LÄRM-MAX bei ES 2, 3 oder 4 entspricht dem ermittelten maximalen Lärm-Wert des Objektes. Die Bezeichnung ES 2, ES 3, bzw. ES 4 zeigt an, welcher Empfindlichkeitsstufe das Objekt zugewiesen ist.

## 9.2.7 Radon



**Abb. 9-7: Resultate der Radonmessungen.**

RAD-Konz = Radonkonzentration, RAD-Ziel= WHO Empfehlung Grenzwert (**WHO**, "WHO Handbook on Indoor Radon", 2009), RAD-Grenz = vom BAG angestrebten Grenzwert.

### 9.2.8 Asbest

Projekt-Nr.	Datum	Zimmer	Bauteil	Beurteilung des Materials – Potenzial einer Asbestfreisetzung			Beurteilung der Raumnutzung – Asbestkontakt-Risiko		Dringlichkeitsstufe
				Asbest-gehalt und – bindung	Oberflächen-zustand	Äussere Einwirkungen	Art und Häufigkeit der Raumnutzung	Lage des asbest-haltigen Materials	
1	13.11.2013	Klassenzimmer	Kleber Linoleum	Festgebunden	versiegelt, dicht verschlossen	keine Einwirkungen	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Unter Verschluss	III
1	13.11.2013	Korridor	Kleber Bodenplatten	Festgebunden	versiegelt, dicht verschlossen	keine Einwirkungen	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Unter Verschluss	III
1	13.11.2013	WC	Kleber Wandplatten	Festgebunden	versiegelt, dicht verschlossen	keine Einwirkungen	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Unter Verschluss	III
2	23.10.2013	Klassenzimmer	Kleber Wandplatten	Festgebunden	versiegelt, dicht verschlossen	keine Einwirkungen	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Unter Verschluss	III
2	23.10.2013	Klassenzimmer	Kleber Linoleum	Festgebunden	versiegelt, dicht verschlossen	keine Einwirkungen	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Unter Verschluss	III
2	23.10.2013	Korridor	Kleber Bodenplatten	Festgebunden	versiegelt, dicht verschlossen	keine Einwirkungen	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Unter Verschluss	III
2	23.10.2013	WC	Kleber Bodenplatten	Festgebunden	versiegelt, dicht verschlossen	keine Einwirkungen	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Unter Verschluss	III
2	23.10.2013	WC	Kleber Wandplatten	Festgebunden	versiegelt, dicht verschlossen	keine Einwirkungen	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Unter Verschluss	III
3	23.10.2013	Klassenzimmer	Kleber Linoleum	Festgebunden	versiegelt, dicht verschlossen	keine Einwirkungen	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Unter Verschluss	III
3	23.10.2013	Klassenzimmer	Kleber Wandplatten	Festgebunden	versiegelt, dicht verschlossen	keine Einwirkungen	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Unter Verschluss	III
3	23.10.2013	Korridor	Kleber Bodenplatten	Festgebunden	versiegelt, dicht verschlossen	keine Einwirkungen	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Unter Verschluss	III
3	23.10.2013	WC	Kleber Bodenplatten	Festgebunden	versiegelt, dicht verschlossen	keine Einwirkungen	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Unter Verschluss	III
3	23.10.2013	WC	Kleber Wandplatten	Festgebunden	versiegelt, dicht verschlossen	keine Einwirkungen	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Unter Verschluss	III
4	23.10.2013	Klassenzimmer	PVC Bodenbelag	Festgebunden	intakt, unbeschädigt	Vibrationen, Luftströmungen, Temperaturwechsel, mechanischer Abrieb	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Gut zugänglich	II
4	23.10.2013	Klassenzimmer	Kleber PVC Bodenbelag	Festgebunden	versiegelt, dicht verschlossen	keine Einwirkungen	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Unter Verschluss	III
4	23.10.2013	Korridor	Kleber Bodenplatten	Festgebunden	versiegelt, dicht verschlossen	keine Einwirkungen	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Unter Verschluss	III
4	23.10.2013	WC	Kleber Bodenplatten	Festgebunden	versiegelt, dicht verschlossen	keine Einwirkungen	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Unter Verschluss	III
4	23.10.2013	WC	Kleber Wandplatten	Festgebunden	versiegelt, dicht verschlossen	keine Einwirkungen	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Unter Verschluss	III
7	19.11.2013	Klassenzimmer	PVC Bodenbelag	Festgebunden	intakt, unbeschädigt	Vibrationen, Luftströmungen,	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Gut zugäng-	II

Projekt-Nr.	Datum	Zimmer	Bauteil	Beurteilung des Materials – Potenzial einer Asbestfreisetzung			Beurteilung der Raumnutzung – Asbestkontakt-Risiko		Dringlichkeitsstufe
				Asbestgehalt und –bindung	Oberflächenzustand	Äussere Einwirkungen	Art und Häufigkeit der Raumnutzung	Lage des asbesthaltigen Materials	
						Temperaturwechsel, mechanischer Abrieb	oder Sportler	lich	III
7	19.11.2013	Klassenzimmer	Kleber PVC Bodenbelag	Festgebunden	versiegelt, dicht verschlossen	keine Einwirkungen	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Unter Verschluss	III
7	19.11.2013	Klassenzimmer	Kleber Wandplatten	Festgebunden	versiegelt, dicht verschlossen	keine Einwirkungen	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Unter Verschluss	III
7	19.11.2013	Korridor	Kleber Bodenplatten	Festgebunden	versiegelt, dicht verschlossen	keine Einwirkungen	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Unter Verschluss	III
7	19.11.2013	WC	Kleber Bodenplatten	Festgebunden	versiegelt, dicht verschlossen	keine Einwirkungen	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Unter Verschluss	III
8	19.11.2013	Klassenzimmer	Kitt, Holzfenster (innen)	Festgebunden	intakt, unbeschädigt	Vibrationen, Luftströmungen, Temperaturwechsel, mechanischer Abrieb	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Gut zugänglich	II
8	19.11.2013	Korridor	Kitt, Holzfenster (innen)	Festgebunden	intakt, unbeschädigt	Vibrationen, Luftströmungen, Temperaturwechsel, mechanischer Abrieb	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Gut zugänglich	II
9	13.11.2013	Klassenzimmer	Kitt, Holzfenster (innen)	Festgebunden	intakt, unbeschädigt	Vibrationen, Luftströmungen, Temperaturwechsel, mechanischer Abrieb	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Gut zugänglich	II
9	13.11.2013	Klassenzimmer	Kleber Wandplatten	Festgebunden	versiegelt, dicht verschlossen	keine Einwirkungen	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Unter Verschluss	III
9	13.11.2013	WC	Kleber Wandplatten	Festgebunden	versiegelt, dicht verschlossen	keine Einwirkungen	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Unter Verschluss	III
9	13.11.2013	WC	Kitt, Holzfenster (innen)	Festgebunden	intakt, unbeschädigt	Vibrationen, Luftströmungen, Temperaturwechsel, mechanischer Abrieb	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Gut zugänglich	II
10	13.11.2013	Korridor	Kleber Wandplatten	Festgebunden	versiegelt, dicht verschlossen	keine Einwirkungen	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Unter Verschluss	III
10	13.11.2013	WC	Kleber Wandplatten	Festgebunden	versiegelt, dicht verschlossen	keine Einwirkungen	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Unter Verschluss	III
11	13.11.2013	Korridor	Kleber Wandplatten	Festgebunden	versiegelt, dicht verschlossen	keine Einwirkungen	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Unter Verschluss	III
12	14.11.2013	WC	Kleber Wandplatten	Festgebunden	versiegelt, dicht verschlossen	keine Einwirkungen	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Unter Verschluss	III
13	20.11.2013	Klassenzimmer	Kitt, Holzfenster (innen)	Festgebunden	intakt, unbeschädigt	Vibrationen, Luftströmungen, Temperaturwechsel, mechanischer Abrieb	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Gut zugänglich	II
13	20.11.2013	Klassenzimmer	Kleber Wandplatten	Festgebunden	versiegelt, dicht verschlossen	keine Einwirkungen	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Unter Verschluss	III

Projekt-Nr.	Datum	Zimmer	Bauteil	Beurteilung des Materials – Potenzial einer Asbestfreisetzung			Beurteilung der Raumnutzung – Asbestkontakt-Risiko		Dringlichkeitsstufe
				Asbestgehalt und –bindung	Oberflächenzustand	Äussere Einwirkungen	Art und Häufigkeit der Raumnutzung	Lage des asbesthaltigen Materials	
13	20.11.2013	WC	Kleber Bodenplatten	Festgebunden	versiegelt, dicht verschlossen	keine Einwirkungen	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Unter Verschluss	III
13	20.11.2013	WC	Kitt, Holzfenster (innen)	Festgebunden	intakt, unbeschädigt	Vibrationen, Luftströmungen, Temperaturwechsel, mechanischer Abrieb	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Gut zugänglich	II
15	20.11.2013	Klassenzimmer	Kleber Linoleum	Festgebunden	versiegelt, dicht verschlossen	keine Einwirkungen	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Unter Verschluss	III
15	20.11.2013	Klassenzimmer	Kleber Wandplatten	Festgebunden	versiegelt, dicht verschlossen	keine Einwirkungen	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Unter Verschluss	III
15	20.11.2013	Korridor	Kleber Bodenplatten	Festgebunden	versiegelt, dicht verschlossen	keine Einwirkungen	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Unter Verschluss	III
15	20.11.2013	WC	Kleber Bodenplatten	Festgebunden	versiegelt, dicht verschlossen	keine Einwirkungen	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Unter Verschluss	III
15	20.11.2013	WC	Kleber Wandplatten	Festgebunden	versiegelt, dicht verschlossen	keine Einwirkungen	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Unter Verschluss	III
15	20.11.2013	WC	Boiler, Kartonisolierung	Schwach gebunden	versiegelt, dicht verschlossen	keine Einwirkungen	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Unter Verschluss	II
16	20.11.2013	Klassenzimmer	Kleber Linoleum	Festgebunden	versiegelt, dicht verschlossen	keine Einwirkungen	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Unter Verschluss	III
16	20.11.2013	Klassenzimmer	Kleber Wandplatten	Festgebunden	versiegelt, dicht verschlossen	keine Einwirkungen	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Unter Verschluss	III
16	20.11.2013	Korridor	Kleber Bodenplatten	Festgebunden	versiegelt, dicht verschlossen	keine Einwirkungen	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Unter Verschluss	III
16	20.11.2013	WC	Kleber Wandplatten	Festgebunden	versiegelt, dicht verschlossen	keine Einwirkungen	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Unter Verschluss	III
16	20.11.2013	WC	Kleber Bodenplatten	Festgebunden	versiegelt, dicht verschlossen	keine Einwirkungen	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Unter Verschluss	III
17	18.12.2013	Klassenzimmer	Kleber Wandplatten	Festgebunden	versiegelt, dicht verschlossen	keine Einwirkungen	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Unter Verschluss	III
17	18.12.2013	Klassenzimmer	Kleber Linoleum	Festgebunden	versiegelt, dicht verschlossen	keine Einwirkungen	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Unter Verschluss	III
17	18.12.2013	Klassenzimmer	Kitt, Holzfenster (innen)	Festgebunden	intakt, unbeschädigt	Vibrationen, Luftströmungen, Temperaturwechsel, mechanischer Abrieb	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Gut zugänglich	II
17	18.12.2013	Korridor	Kleber Bodenplatten	Festgebunden	versiegelt, dicht verschlossen	keine Einwirkungen	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Unter Verschluss	III
17	18.12.2013	Korridor	Kitt, Holzfenster (innen)	Festgebunden	intakt, unbeschädigt	Vibrationen, Luftströmungen, Temperaturwechsel, mechanischer Abrieb	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Gut zugänglich	II
17	18.12.2013	WC	Kleber	Festge-	versiegelt,	keine Einwirkun-	Regelmässig durch	Unter	III

Projekt-Nr.	Datum	Zimmer	Bauteil	Beurteilung des Materials – Potenzial einer Asbestfreisetzung			Beurteilung der Raumnutzung – Asbestkontakt-Risiko		Dringlichkeitsstufe
				Asbestgehalt und –bindung	Oberflächenzustand	Äussere Einwirkungen	Art und Häufigkeit der Raumnutzung	Lage des asbesthaltigen Materials	
			Bodenplatten	bunden	dicht verschlossen	gen	Kinder, Jugendliche oder Sportler	VERSCHLUSS	
17	18.12.2013	WC	Kleber Wandplatten	Festgebunden	versiegelt, dicht verschlossen	keine Einwirkungen	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Unter Verschluss	III
21	18.12.2013	WC	Kleber Bodenplatten	Festgebunden	versiegelt, dicht verschlossen	keine Einwirkungen	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Unter Verschluss	III
21	18.12.2013	WC	Kleber Wandplatten	Festgebunden	versiegelt, dicht verschlossen	keine Einwirkungen	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Unter Verschluss	III
23	18.12.2013	Korridor	Kleber Bodenplatten	Festgebunden	versiegelt, dicht verschlossen	keine Einwirkungen	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Unter Verschluss	III
23	18.12.2013	Korridor	Kleber Bodenplatten	Festgebunden	versiegelt, dicht verschlossen	keine Einwirkungen	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Unter Verschluss	III
23	18.12.2013	Korridor	Kleber Wandplatten	Festgebunden	versiegelt, dicht verschlossen	keine Einwirkungen	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Unter Verschluss	III
24	18.12.2013	Klassenzimmer	Kleber Linoleum	Festgebunden	versiegelt, dicht verschlossen	keine Einwirkungen	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Unter Verschluss	III
24	18.12.2013	Klassenzimmer	Kleber Wandplatten	Festgebunden	versiegelt, dicht verschlossen	keine Einwirkungen	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Unter Verschluss	III
24	18.12.2013	Korridor	Kitt, Holzfenster (innen)	Festgebunden	intakt, unbeschädigt	Vibrationen, Luftströmungen, Temperaturwechsel, mechanischer Abrieb	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Gut zugänglich	II
24	18.12.2013	WC	Kleber Bodenplatten	Festgebunden	versiegelt, dicht verschlossen	keine Einwirkungen	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Unter Verschluss	III
24	18.12.2013	WC	Kleber Wandplatten	Festgebunden	versiegelt, dicht verschlossen	keine Einwirkungen	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Unter Verschluss	III
25	08.01.2014	Klassenzimmer	Kleber Wandplatten	Festgebunden	versiegelt, dicht verschlossen	keine Einwirkungen	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Unter Verschluss	III
25	08.01.2014	Klassenzimmer	Kitt, Holzfenster (innen)	Festgebunden	intakt, unbeschädigt	Vibrationen, Luftströmungen, Temperaturwechsel, mechanischer Abrieb	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Gut zugänglich	II
25	08.01.2014	Korridor	Kleber Bodenplatten	Festgebunden	versiegelt, dicht verschlossen	keine Einwirkungen	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Unter Verschluss	III
25	08.01.2014	WC	Kleber Bodenplatten	Festgebunden	versiegelt, dicht verschlossen	keine Einwirkungen	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Unter Verschluss	III
25	08.01.2014	WC	Kleber Wandplatten	Festgebunden	versiegelt, dicht verschlossen	keine Einwirkungen	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Unter Verschluss	III
26	08.01.2014	Klassenzimmer	Kleber Wandplatten	Festgebunden	defekt, verletzt, unbekannt	keine Einwirkungen	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Unter Verschluss	II
26	08.01.2014	Klassenzimmer	Kleber Linoleum	Festgebunden	versiegelt, dicht verschlossen	keine Einwirkungen	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Unter Verschluss	III
26	08.01.2014	Klassen-	Akustikde-	Schwach	intakt, unbe-	Vibrationen,	Regelmässig durch	Gut	I

Projekt-Nr.	Datum	Zimmer	Bauteil	Beurteilung des Materials – Potenzial einer Asbestfreisetzung			Beurteilung der Raumnutzung – Asbestkontakt-Risiko		Dringlichkeitsstufe
				Asbestgehalt und –bindung	Oberflächenzustand	Äussere Einwirkungen	Art und Häufigkeit der Raumnutzung	Lage des asbesthaltigen Materials	
		zimmer	ckenplatten	gebunden	schädigt	Luftströmungen, Temperaturwechsel, mechanischer Abrieb	Kinder, Jugendliche oder Sportler	zugänglich	I
26	08.01.2014	Klassenzimmer	Kitt, Holzfenster (innen)	Festgebunden	intakt, unbeschädigt	Vibrationen, Luftströmungen, Temperaturwechsel, mechanischer Abrieb	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Gut zugänglich	II
26	08.01.2014	Korridor	Kleber Bodenplatten	Festgebunden	versiegelt, dicht verschlossen	keine Einwirkungen	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Unter Verschluss	III
26	08.01.2014	Korridor	Akustikdeckenplatten	Schwach gebunden	intakt, unbeschädigt	Vibrationen, Luftströmungen, Temperaturwechsel, mechanischer Abrieb	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Gut zugänglich	I
26	08.01.2014	Korridor	Kitt, Holzfenster (innen)	Festgebunden	intakt, unbeschädigt	Vibrationen, Luftströmungen, Temperaturwechsel, mechanischer Abrieb	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Gut zugänglich	II
26	08.01.2014	WC	Kleber Wandplatten	Festgebunden	versiegelt, dicht verschlossen	keine Einwirkungen	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Unter Verschluss	III
26	08.01.2014	WC	Kleber Bodenplatten	Festgebunden	versiegelt, dicht verschlossen	keine Einwirkungen	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Unter Verschluss	III
26	08.01.2014	WC	Kitt, Holzfenster (innen)	Festgebunden	intakt, unbeschädigt	Vibrationen, Luftströmungen, Temperaturwechsel, mechanischer Abrieb	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Gut zugänglich	II
27	08.01.2014	Klassenzimmer	PVC Bodenbelag	Festgebunden	intakt, unbeschädigt	Vibrationen, Luftströmungen, Temperaturwechsel, mechanischer Abrieb	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Gut zugänglich	II
27	08.01.2014	Klassenzimmer	Kleber PVC Bodenbelag	Festgebunden	versiegelt, dicht verschlossen	keine Einwirkungen	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Unter Verschluss	III
27	08.01.2014	Klassenzimmer	Kleber Wandplatten	Festgebunden	versiegelt, dicht verschlossen	keine Einwirkungen	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Unter Verschluss	III
27	08.01.2014	Klassenzimmer	Akustikdeckenplatten	Schwach gebunden	intakt, unbeschädigt	Vibrationen, Luftströmungen, Temperaturwechsel, mechanischer Abrieb	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Gut zugänglich	I
27	08.01.2014	Korridor	Kleber Bodenplatten	Festgebunden	versiegelt, dicht verschlossen	keine Einwirkungen	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Unter Verschluss	III
27	08.01.2014	Korridor	Akustikdeckenplatten	Schwach gebunden	intakt, unbeschädigt	Vibrationen, Luftströmungen, Temperaturwechsel, mechanischer Abrieb	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Gut zugänglich	I
27	08.01.2014	WC	Kleber Bodenplatten	Festgebunden	versiegelt, dicht verschlossen	keine Einwirkungen	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Unter Verschluss	III
27	08.01.2014	WC	Kleber	Festge-	versiegelt,	keine Einwirkun-	Regelmässig durch	Unter	III

Projekt-Nr.	Datum	Zimmer	Bauteil	Beurteilung des Materials – Potenzial einer Asbestfreisetzung			Beurteilung der Raumnutzung – Asbestkontakt-Risiko		Dringlichkeitsstufe
				Asbestgehalt und –bindung	Oberflächenzustand	Äussere Einwirkungen	Art und Häufigkeit der Raumnutzung	Lage des asbesthaltigen Materials	
			Simsplatten	bunden	dicht verschlossen	gen	Kinder, Jugendliche oder Sportler	VERSCHLUSS	
27	08.01.2014	WC	Kleber Wandplatten	Festgebunden	versiegelt, dicht verschlossen	keine Einwirkungen	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Unter Verschluss	III
28	08.01.2014	Klassenzimmer	Kleber Wandplatten	Festgebunden	versiegelt, dicht verschlossen	keine Einwirkungen	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Unter Verschluss	III
28	08.01.2014	Klassenzimmer	Akustikdeckenplatten	Schwach gebunden	intakt, unbeschädigt	Vibrationen, Luftströmungen, Temperaturwechsel, mechanischer Abrieb	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Gut zugänglich	I
28	08.01.2014	Korridor	Kleber Bodenplatten	Festgebunden	versiegelt, dicht verschlossen	keine Einwirkungen	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Unter Verschluss	III
28	08.01.2014	Korridor	Kleber Wandplatten	Festgebunden	versiegelt, dicht verschlossen	keine Einwirkungen	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Unter Verschluss	III
28	08.01.2014	WC	Kleber Bodenplatten	Festgebunden	versiegelt, dicht verschlossen	keine Einwirkungen	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Unter Verschluss	III
28	08.01.2014	WC	Kleber Simsplatten	Festgebunden	versiegelt, dicht verschlossen	keine Einwirkungen	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Unter Verschluss	III
29	27.11.2013	Klassenzimmer	Kleber Linoleum	Festgebunden	versiegelt, dicht verschlossen	keine Einwirkungen	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Unter Verschluss	III
29	27.11.2013	Klassenzimmer	Kleber Wandplatten	Festgebunden	versiegelt, dicht verschlossen	keine Einwirkungen	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Unter Verschluss	III
29	27.11.2013	Korridor	Kleber Bodenplatten	Festgebunden	versiegelt, dicht verschlossen	keine Einwirkungen	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Unter Verschluss	III
29	27.11.2013	WC	Kleber Wandplatten	Festgebunden	versiegelt, dicht verschlossen	keine Einwirkungen	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Unter Verschluss	III
30	27.11.2013	Klassenzimmer	Kleber Wandplatten	Festgebunden	versiegelt, dicht verschlossen	keine Einwirkungen	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Unter Verschluss	III
30	27.11.2013	Korridor	Kleber Bodenplatten	Festgebunden	versiegelt, dicht verschlossen	keine Einwirkungen	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Unter Verschluss	III
30	27.11.2013	WC	Kleber Wandplatten	Festgebunden	versiegelt, dicht verschlossen	keine Einwirkungen	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Unter Verschluss	III
31	27.11.2013	Klassenzimmer	Kleber Wandplatten	Festgebunden	versiegelt, dicht verschlossen	keine Einwirkungen	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Unter Verschluss	III
31	27.11.2013	Korridor	Kleber Bodenplatten	Festgebunden	versiegelt, dicht verschlossen	keine Einwirkungen	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Unter Verschluss	III
31	27.11.2013	WC	Kleber Bodenplatten	Festgebunden	versiegelt, dicht verschlossen	keine Einwirkungen	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Unter Verschluss	III
31	27.11.2013	WC	Kleber Wandplatten	Festgebunden	versiegelt, dicht verschlossen	keine Einwirkungen	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Unter Verschluss	III
32	27.11.2013	Klassenzimmer	Kleber Linoleum	Festgebunden	versiegelt, dicht verschlossen	keine Einwirkungen	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Unter Verschluss	III

Projekt-Nr.	Datum	Zimmer	Bauteil	Beurteilung des Materials – Potenzial einer Asbestfreisetzung			Beurteilung der Raumnutzung – Asbestkontakt-Risiko		Dringlichkeitsstufe
				Asbestgehalt und –bindung	Oberflächenzustand	Äussere Einwirkungen	Art und Häufigkeit der Raumnutzung	Lage des asbesthaltigen Materials	
32	27.11.2013	Klassenzimmer	Kleber Wandplatten	Festgebunden	versiegelt, dicht verschlossen	keine Einwirkungen	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Unter Verschluss	III
32	27.11.2013	Korridor	Kleber Bodenplatten	Festgebunden	versiegelt, dicht verschlossen	keine Einwirkungen	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Unter Verschluss	III
32	27.11.2013	WC	Kleber Wandplatten	Festgebunden	versiegelt, dicht verschlossen	keine Einwirkungen	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Unter Verschluss	III
32	27.11.2013	WC	Kleber Bodenplatten	Festgebunden	versiegelt, dicht verschlossen	keine Einwirkungen	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Unter Verschluss	III
33	13.11.2013	Klassenzimmer	Kleber Wandplatten	Festgebunden	versiegelt, dicht verschlossen	keine Einwirkungen	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Unter Verschluss	III
33	13.11.2013	WC	Kleber Wandplatten	Festgebunden	versiegelt, dicht verschlossen	keine Einwirkungen	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Unter Verschluss	III
34	13.11.2013	Klassenzimmer	PVC Bodenbelag	Festgebunden	intakt, unbeschädigt	Vibrationen, Luftströmungen, Temperaturwechsel, mechanischer Abrieb	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Gut zugänglich	II
34	13.11.2013	Klassenzimmer	Kleber PVC Bodenbelag	Festgebunden	versiegelt, dicht verschlossen	keine Einwirkungen	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Unter Verschluss	III
34	13.11.2013	Klassenzimmer	Kleber Wandplatten	Festgebunden	versiegelt, dicht verschlossen	keine Einwirkungen	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Unter Verschluss	III
34	13.11.2013	WC	Kleber Wandplatten	Festgebunden	versiegelt, dicht verschlossen	keine Einwirkungen	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Unter Verschluss	III
34	13.11.2013	WC	Kleber Bodenplatten	Festgebunden	versiegelt, dicht verschlossen	keine Einwirkungen	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Unter Verschluss	III
36	11.12.2013	Klassenzimmer	PVC Bodenbelag	Festgebunden	intakt, unbeschädigt	Vibrationen, Luftströmungen, Temperaturwechsel, mechanischer Abrieb	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Gut zugänglich	II
36	11.12.2013	Klassenzimmer	Kleber PVC Bodenbelag	Festgebunden	versiegelt, dicht verschlossen	keine Einwirkungen	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Unter Verschluss	III
36	11.12.2013	Klassenzimmer	Kleber Wandplatten	Festgebunden	versiegelt, dicht verschlossen	keine Einwirkungen	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Unter Verschluss	III
36	11.12.2013	Klassenzimmer	Akustikdeckenplatten (gem. HW Pavatex, Wahrscheinlichkeit gem. PHA = 80%, dass Pavatex)	Schwach gebunden	intakt, unbeschädigt	Vibrationen, Luftströmungen, Temperaturwechsel, mechanischer Abrieb	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Gut zugänglich	I
36	11.12.2013	Korridor	Kleber Bodenplatten	Festgebunden	versiegelt, dicht verschlossen	keine Einwirkungen	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Unter Verschluss	III
36	11.12.2013	WC	Kleber Wandplat-	Festgebunden	versiegelt, dicht ver-	keine Einwirkungen	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche	Unter Ver-	III

Projekt-Nr.	Datum	Zimmer	Bauteil	Beurteilung des Materials – Potenzial einer Asbestfreisetzung			Beurteilung der Raumnutzung – Asbestkontakt-Risiko		Dringlichkeitsstufe
				Asbestgehalt und –bindung	Oberflächenzustand	Äussere Einwirkungen	Art und Häufigkeit der Raumnutzung	Lage des asbesthaltigen Materials	
			ten		schlossen		oder Sportler	schluss	
36	11.12.2013	WC	Kleber Bodenplatten	Festgebunden	versiegelt, dicht verschlossen	keine Einwirkungen	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Unter Verschluss	III
37	11.12.2013	Klassenzimmer	Kleber Linoleum	Festgebunden	versiegelt, dicht verschlossen	keine Einwirkungen	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Unter Verschluss	III
37	11.12.2013	Klassenzimmer	Kleber Wandplatten	Festgebunden	versiegelt, dicht verschlossen	keine Einwirkungen	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Unter Verschluss	III
37	11.12.2013	Korridor	Kleber Bodenplatten	Festgebunden	versiegelt, dicht verschlossen	keine Einwirkungen	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Unter Verschluss	III
37	11.12.2013	WC	Kleber Wandplatten	Festgebunden	versiegelt, dicht verschlossen	keine Einwirkungen	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Unter Verschluss	III
37	11.12.2013	WC	Kleber Bodenplatten	Festgebunden	versiegelt, dicht verschlossen	keine Einwirkungen	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Unter Verschluss	III
38	11.12.2013	Klassenzimmer	Kleber Wandplatten	Festgebunden	versiegelt, dicht verschlossen	keine Einwirkungen	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Unter Verschluss	III
38	11.12.2013	Korridor	Kleber Bodenplatten	Festgebunden	versiegelt, dicht verschlossen	keine Einwirkungen	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Unter Verschluss	III
38	11.12.2013	WC	Kleber Bodenplatten	Festgebunden	versiegelt, dicht verschlossen	keine Einwirkungen	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Unter Verschluss	III
38	11.12.2013	WC	Kleber Wandplatten	Festgebunden	versiegelt, dicht verschlossen	keine Einwirkungen	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Unter Verschluss	III
39	04.12.2013	Klassenzimmer	Kleber Linoleum	Festgebunden	versiegelt, dicht verschlossen	keine Einwirkungen	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Unter Verschluss	III
39	04.12.2013	Klassenzimmer	Kleber Wandplatten	Festgebunden	versiegelt, dicht verschlossen	keine Einwirkungen	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Unter Verschluss	III
39	04.12.2013	Klassenzimmer	Akustikdeckenplatten	Schwach gebunden	defekt, verletzt, unbekannt	Vibrationen, Luftströmungen, Temperaturwechsel, mechanischer Abrieb	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Gut zugänglich	I
39	04.12.2013	Korridor	Akustikdeckenplatten	Schwach gebunden	intakt, unbeschädigt	Vibrationen, Luftströmungen, Temperaturwechsel, mechanischer Abrieb	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Gut zugänglich	I
39	04.12.2013	Korridor	Kleber Bodenplatten	Festgebunden	versiegelt, dicht verschlossen	keine Einwirkungen	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Unter Verschluss	III
39	04.12.2013	WC	Kleber Wandplatten	Festgebunden	versiegelt, dicht verschlossen	keine Einwirkungen	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Unter Verschluss	III
39	04.12.2013	WC	Kleber Bodenplatten	Festgebunden	versiegelt, dicht verschlossen	keine Einwirkungen	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Unter Verschluss	III
40	04.12.2013	Klassenzimmer	Kleber Linoleum	Festgebunden	versiegelt, dicht verschlossen	keine Einwirkungen	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Unter Verschluss	III
40	04.12.2013	Klassenzimmer	Akustikdeckenplatten	Schwach gebun-	intakt, unbeschädigt	Vibrationen, Luftströmungen,	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche	Gut zugäng-	I

Projekt-Nr.	Datum	Zimmer	Bauteil	Beurteilung des Materials – Potenzial einer Asbestfreisetzung			Beurteilung der Raumnutzung – Asbestkontakt-Risiko		Dringlichkeitsstufe
				Asbestgehalt und –bindung	Oberflächenzustand	Äussere Einwirkungen	Art und Häufigkeit der Raumnutzung	Lage des asbesthaltigen Materials	
				den		Temperaturwechsel, mechanischer Abrieb	oder Sportler	lich	I
40	04.12.2013	Klassenzimmer	Kleber Wandplatten	Festgebunden	versiegelt, dicht verschlossen	keine Einwirkungen	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Unter Verschluss	III
40	04.12.2013	WC	Kleber Bodenplatten	Festgebunden	versiegelt, dicht verschlossen	keine Einwirkungen	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Unter Verschluss	III
40	04.12.2013	WC	Kleber Wandplatten	Festgebunden	versiegelt, dicht verschlossen	keine Einwirkungen	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Unter Verschluss	III
40	04.12.2013	Korridor	Kleber Bodenplatten	Festgebunden	versiegelt, dicht verschlossen	keine Einwirkungen	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Unter Verschluss	III
41	04.12.2013	Klassenzimmer	Kleber Linoleum	Festgebunden	versiegelt, dicht verschlossen	keine Einwirkungen	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Unter Verschluss	III
41	04.12.2013	Klassenzimmer	Kleber Wandplatten	Festgebunden	versiegelt, dicht verschlossen	keine Einwirkungen	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Unter Verschluss	III
41	04.12.2013	Korridor	Kleber Bodenplatten	Festgebunden	versiegelt, dicht verschlossen	keine Einwirkungen	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Unter Verschluss	III
41	04.12.2013	WC	Kleber Wandplatten	Festgebunden	versiegelt, dicht verschlossen	keine Einwirkungen	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Unter Verschluss	III
44	17.01.2014	Korridor	Kleber Bodenplatten	Festgebunden	versiegelt, dicht verschlossen	keine Einwirkungen	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Unter Verschluss	III
44	17.01.2014	WC	Kleber Wandplatten	Festgebunden	versiegelt, dicht verschlossen	keine Einwirkungen	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Unter Verschluss	III
44	17.01.2014	WC	Kleber Bodenplatten	Festgebunden	versiegelt, dicht verschlossen	keine Einwirkungen	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Unter Verschluss	III
45	26.11.2013	Korridor	Kleber Wandplatten	Festgebunden	versiegelt, dicht verschlossen	keine Einwirkungen	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Unter Verschluss	III
45	26.11.2013	Korridor	Kleber Bodenplatten	Festgebunden	versiegelt, dicht verschlossen	keine Einwirkungen	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Unter Verschluss	III
45	26.11.2013	Korridor	Elektro-tableau	Festgebunden	intakt, unbeschädigt	Vibrationen, Luftströmungen, Temperaturwechsel, mechanischer Abrieb	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Gut zugänglich	II
45	26.11.2013	WC	Kleber Bodenplatten	Festgebunden	versiegelt, dicht verschlossen	keine Einwirkungen	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Unter Verschluss	III
45	26.11.2013	WC	Kleber Wandplatten (neu)	Festgebunden	versiegelt, dicht verschlossen	keine Einwirkungen	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Unter Verschluss	III
45	26.11.2013	WC	Kleber Wandplatten (alt)	Festgebunden	versiegelt, dicht verschlossen	keine Einwirkungen	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Unter Verschluss	III
46	19.11.2014	Klassenzimmer	Akustikdeckenplatten	Schwach gebunden	intakt, unbeschädigt	Vibrationen, Luftströmungen, Temperaturwechsel, mechanischer Abrieb	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Gut zugänglich	I

Projekt-Nr.	Datum	Zimmer	Bauteil	Beurteilung des Materials – Potenzial einer Asbestfreisetzung			Beurteilung der Raumnutzung – Asbestkontakt-Risiko		Dringlichkeitsstufe
				Asbestgehalt und –bindung	Oberflächenzustand	Äussere Einwirkungen	Art und Häufigkeit der Raumnutzung	Lage des asbesthaltigen Materials	
46	19.11.2014	Klassenzimmer	Kleber Wandplatten	Festgebunden	versiegelt, dicht verschlossen	keine Einwirkungen	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Unter Verschluss	III
46	19.11.2014	Klassenzimmer	PVC Bodenbelag	Festgebunden	intakt, unbeschädigt	Vibrationen, Luftströmungen, Temperaturwechsel, mechanischer Abrieb	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Gut zugänglich	II
46	19.11.2014	Klassenzimmer	Kleber PVC Bodenbelag	Festgebunden	versiegelt, dicht verschlossen	keine Einwirkungen	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Unter Verschluss	III
46	19.11.2014	Klassenzimmer	CV Bodenbelag	Festgebunden	intakt, unbeschädigt	Vibrationen, Luftströmungen, Temperaturwechsel, mechanischer Abrieb	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Gut zugänglich	II
46	19.11.2014	Klassenzimmer	Kleber CV Bodenbelag	Schwach gebunden	versiegelt, dicht verschlossen	keine Einwirkungen	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Unter Verschluss	II
46	19.11.2014	WC	Kleber Wandplatten	Festgebunden	versiegelt, dicht verschlossen	keine Einwirkungen	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Unter Verschluss	III
46	19.11.2014	WC	Kleber Bodenplatten	Festgebunden	versiegelt, dicht verschlossen	keine Einwirkungen	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Unter Verschluss	III
48	26.11.2014	Klassenzimmer	PVC Bodenbelag	Festgebunden	intakt, unbeschädigt	Vibrationen, Luftströmungen, Temperaturwechsel, mechanischer Abrieb	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Gut zugänglich	II
48	26.11.2014	Klassenzimmer	Kleber PVC Bodenbelag	Festgebunden	versiegelt, dicht verschlossen	keine Einwirkungen	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Unter Verschluss	III
48	26.11.2014	Klassenzimmer	Kleber Wandplatten	Festgebunden	versiegelt, dicht verschlossen	keine Einwirkungen	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Unter Verschluss	III
48	26.11.2014	Korridor	Kleber Bodenplatten	Festgebunden	versiegelt, dicht verschlossen	keine Einwirkungen	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Unter Verschluss	III
48	26.11.2014	WC	Kleber Bodenplatten	Festgebunden	versiegelt, dicht verschlossen	keine Einwirkungen	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Unter Verschluss	III
48	26.11.2014	WC	Kleber Wandplatten	Festgebunden	versiegelt, dicht verschlossen	keine Einwirkungen	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Unter Verschluss	III
49	17.01.2014	Korridor	Kleber Bodenplatten	Festgebunden	versiegelt, dicht verschlossen	keine Einwirkungen	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Unter Verschluss	III
49	17.01.2014	WC	Kleber Wandplatten	Festgebunden	versiegelt, dicht verschlossen	keine Einwirkungen	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Unter Verschluss	III
49	17.01.2014	WC	Kleber Bodenplatten	Festgebunden	versiegelt, dicht verschlossen	keine Einwirkungen	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Unter Verschluss	III
50	17.01.2014	Korridor	Kleber Bodenplatten	Festgebunden	versiegelt, dicht verschlossen	keine Einwirkungen	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Unter Verschluss	III
50	17.01.2014	WC	Kleber Bodenplatten	Festgebunden	versiegelt, dicht verschlossen	keine Einwirkungen	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Unter Verschluss	III
50	17.01.2014	WC	Kleber	Festge-	versiegelt,	keine Einwirkun-	Regelmässig durch	Unter	III

Projekt-Nr.	Datum	Zimmer	Bauteil	Beurteilung des Materials – Potenzial einer Asbestfreisetzung			Beurteilung der Raumnutzung – Asbestkontakt-Risiko		Dringlichkeitsstufe
				Asbestgehalt und –bindung	Oberflächenzustand	Äussere Einwirkungen	Art und Häufigkeit der Raumnutzung	Lage des asbesthaltigen Materials	
			Wandplatten	bunden	dicht verschlossen	gen	Kinder, Jugendliche oder Sportler	Verchluss	
51	08.01.2014	Klassenzimmer	Kleber Wandplatten	Festgebunden	versiegelt, dicht verschlossen	keine Einwirkungen	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Unter Verchluss	III
51	08.01.2014	Korridor	Kleber Bodenplatten	Festgebunden	versiegelt, dicht verschlossen	keine Einwirkungen	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Unter Verchluss	III
51	08.01.2014	WC	Kleber Wandplatten	Festgebunden	versiegelt, dicht verschlossen	keine Einwirkungen	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Unter Verchluss	III
51	08.01.2014	WC	Kleber Bodenplatten	Festgebunden	versiegelt, dicht verschlossen	keine Einwirkungen	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Unter Verchluss	III
52	08.01.2014	Korridor	Kleber Bodenplatten	Festgebunden	versiegelt, dicht verschlossen	keine Einwirkungen	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Unter Verchluss	III
52	08.01.2014	WC	Kleber Wandplatten	Festgebunden	versiegelt, dicht verschlossen	keine Einwirkungen	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Unter Verchluss	III
52	08.01.2014	WC	Kleber Bodenplatten	Festgebunden	versiegelt, dicht verschlossen	keine Einwirkungen	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Unter Verchluss	III
52	08.01.2014	Klassenzimmer	Kleber Wandplatten	Festgebunden	versiegelt, dicht verschlossen	keine Einwirkungen	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Unter Verchluss	III
52	08.01.2014	Klassenzimmer	PVC Bodenbelag	Festgebunden	intakt, unbeschädigt	Vibrationen, Luftströmungen, Temperaturwechsel, mechanischer Abrieb	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Gut zugänglich	II
52	08.01.2014	Klassenzimmer	Kleber PVC Bodenbelag	Festgebunden	versiegelt, dicht verschlossen	keine Einwirkungen	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Unter Verchluss	III
53	08.01.2014	Korridor	Kleber Bodenplatten	Festgebunden	versiegelt, dicht verschlossen	keine Einwirkungen	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Unter Verchluss	III
53	08.01.2014	WC	Kleber Wandplatten	Festgebunden	versiegelt, dicht verschlossen	keine Einwirkungen	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Unter Verchluss	III
53	08.01.2014	WC	Kleber Bodenplatten	Festgebunden	versiegelt, dicht verschlossen	keine Einwirkungen	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Unter Verchluss	III
54	10.01.2014	Klassenzimmer	Kleber Wandplatten	Festgebunden	versiegelt, dicht verschlossen	keine Einwirkungen	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Unter Verchluss	III
54	10.01.2014	Korridor	Kleber Bodenplatten	Festgebunden	versiegelt, dicht verschlossen	keine Einwirkungen	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Unter Verchluss	III
54	10.01.2014	Korridor	Deckenputz	Schwach gebunden	intakt, unbeschädigt	Vibrationen, Luftströmungen, Temperaturwechsel, mechanischer Abrieb	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Gut zugänglich	I
54	10.01.2014	WC	Kleber Wandplatten	Festgebunden	versiegelt, dicht verschlossen	keine Einwirkungen	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Unter Verchluss	III
54	10.01.2014	WC	Kleber Bodenplatten	Festgebunden	versiegelt, dicht verschlossen	keine Einwirkungen	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Unter Verchluss	III
55	10.01.2014	Klassen-	Kleber	Festge-	versiegelt,	keine Einwirkun-	Regelmässig durch	Unter	III

Projekt-Nr.	Datum	Zimmer	Bauteil	Beurteilung des Materials – Potenzial einer Asbestfreisetzung			Beurteilung der Raumnutzung – Asbestkontakt-Risiko		Dringlichkeitsstufe
				Asbestgehalt und –bindung	Oberflächenzustand	Äussere Einwirkungen	Art und Häufigkeit der Raumnutzung	Lage des asbesthaltigen Materials	
		zimmer	Wandplatten	bunden	dicht verschlossen	gen	Kinder, Jugendliche oder Sportler	VERSCHLUSS	
55	10.01.2014	Klassenzimmer	Deckenputz	Schwach gebunden	intakt, unbeschädigt	Vibrationen, Luftströmungen, Temperaturwechsel, mechanischer Abrieb	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Gut zugänglich	I
56	10.01.2014	Klassenzimmer	Kleber Wandplatten	Festgebunden	versiegelt, dicht verschlossen	keine Einwirkungen	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Unter Verschluss	III
56	10.01.2014	Klassenzimmer	PVC Bodenbelag	Festgebunden	intakt, unbeschädigt	Vibrationen, Luftströmungen, Temperaturwechsel, mechanischer Abrieb	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Gut zugänglich	II
56	10.01.2014	Klassenzimmer	Kleber PVC Bodenbelag	Festgebunden	versiegelt, dicht verschlossen	keine Einwirkungen	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Unter Verschluss	III
56	10.01.2014	Korridor	PVC Bodenbelag	Festgebunden	intakt, unbeschädigt	Vibrationen, Luftströmungen, Temperaturwechsel, mechanischer Abrieb	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Gut zugänglich	II
56	10.01.2014	Korridor	Kleber PVC Bodenbelag	Festgebunden	versiegelt, dicht verschlossen	keine Einwirkungen	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Unter Verschluss	III
58	08.01.2014	Klassenzimmer	Kleber Wandplatten	Festgebunden	versiegelt, dicht verschlossen	keine Einwirkungen	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Unter Verschluss	III
58	08.01.2014	Korridor	Kleber Bodenplatten	Festgebunden	versiegelt, dicht verschlossen	keine Einwirkungen	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Unter Verschluss	III
58	08.01.2014	WC	Kleber Wandplatten	Festgebunden	versiegelt, dicht verschlossen	keine Einwirkungen	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Unter Verschluss	III
58	08.01.2014	WC	Kleber Bodenplatten	Festgebunden	versiegelt, dicht verschlossen	keine Einwirkungen	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Unter Verschluss	III
58	08.01.2014	WC	Abwasserrohre (gemäß Hauswart)	Festgebunden	intakt, unbeschädigt	Vibrationen, Luftströmungen, Temperaturwechsel, mechanischer Abrieb	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Unter Verschluss	II
59	08.01.2014	Korridor	Kleber Bodenplatten	Festgebunden	versiegelt, dicht verschlossen	keine Einwirkungen	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Unter Verschluss	III
59	08.01.2014	WC	Kleber Wandplatten	Festgebunden	versiegelt, dicht verschlossen	keine Einwirkungen	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Unter Verschluss	III
59	08.01.2014	WC	Kleber Bodenplatten	Festgebunden	versiegelt, dicht verschlossen	keine Einwirkungen	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Unter Verschluss	III
60	08.01.2014	Korridor	Kleber Bodenplatten	Festgebunden	versiegelt, dicht verschlossen	keine Einwirkungen	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Unter Verschluss	III
60	08.01.2014	WC	Kleber Wandplatten	Festgebunden	versiegelt, dicht verschlossen	keine Einwirkungen	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Unter Verschluss	III
60	08.01.2014	WC	Kleber Bodenplatten	Festgebunden	versiegelt, dicht verschlossen	keine Einwirkungen	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Unter Verschluss	III

Projekt-Nr.	Datum	Zimmer	Bauteil	Beurteilung des Materials – Potenzial einer Asbestfreisetzung			Beurteilung der Raumnutzung – Asbestkontakt-Risiko		Dringlichkeitsstufe
				Asbestgehalt und –bindung	Oberflächenzustand	Äussere Einwirkungen	Art und Häufigkeit der Raumnutzung	Lage des asbesthaltigen Materials	
61	15.01.2014	Korridor	Kleber Bodenplatten	Festgebunden	versiegelt, dicht verschlossen	keine Einwirkungen	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Unter Verschluss	III
61	15.01.2014	WC	Kleber Wandplatten	Festgebunden	versiegelt, dicht verschlossen	keine Einwirkungen	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Unter Verschluss	III
61	15.01.2014	WC	Kleber Bodenplatten	Festgebunden	versiegelt, dicht verschlossen	keine Einwirkungen	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Unter Verschluss	III
62	15.01.2014	Korridor	Kleber Bodenplatten	Festgebunden	versiegelt, dicht verschlossen	keine Einwirkungen	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Unter Verschluss	III
62	15.01.2014	WC	Kleber Wandplatten	Festgebunden	versiegelt, dicht verschlossen	keine Einwirkungen	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Unter Verschluss	III
62	15.01.2014	WC	Kleber Bodenplatten	Festgebunden	versiegelt, dicht verschlossen	keine Einwirkungen	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Unter Verschluss	III
63	10.01.2014	Klassenzimmer	PVC Bodenbelag	Festgebunden	intakt, unbeschädigt	Vibrationen, Luftströmungen, Temperaturwechsel, mechanischer Abriss	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Gut zugänglich	II
63	10.01.2014	Klassenzimmer	Kleber PVC Bodenbelag	Festgebunden	versiegelt, dicht verschlossen	keine Einwirkungen	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Unter Verschluss	III
63	10.01.2014	Korridor	Kleber Bodenplatten	Festgebunden	versiegelt, dicht verschlossen	keine Einwirkungen	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Unter Verschluss	III
63	10.01.2014	WC	Kleber Wandplatten	Festgebunden	versiegelt, dicht verschlossen	keine Einwirkungen	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Unter Verschluss	III
63	10.01.2014	WC	Kleber Bodenplatten	Festgebunden	versiegelt, dicht verschlossen	keine Einwirkungen	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Unter Verschluss	III
65	10.01.2014	Klassenzimmer	Kleber Wandplatten	Festgebunden	versiegelt, dicht verschlossen	keine Einwirkungen	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Unter Verschluss	III
65	10.01.2014	Korridor	Kleber Bodenplatten	Festgebunden	versiegelt, dicht verschlossen	keine Einwirkungen	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Unter Verschluss	III
65	10.01.2014	WC	Kleber Wandplatten	Festgebunden	versiegelt, dicht verschlossen	keine Einwirkungen	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Unter Verschluss	III
65	10.01.2014	WC	Kleber Bodenplatten	Festgebunden	versiegelt, dicht verschlossen	keine Einwirkungen	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Unter Verschluss	III
66	17.01.2014	Klassenzimmer	Kleber Wandplatten	Festgebunden	versiegelt, dicht verschlossen	keine Einwirkungen	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Unter Verschluss	III
66	17.01.2014	Klassenzimmer	Kleber Linoleum	Festgebunden	versiegelt, dicht verschlossen	keine Einwirkungen	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Unter Verschluss	III
66	17.01.2014	Korridor	Kleber Bodenplatten	Festgebunden	versiegelt, dicht verschlossen	keine Einwirkungen	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Unter Verschluss	III
66	17.01.2014	WC	Kleber Wandplatten	Festgebunden	versiegelt, dicht verschlossen	keine Einwirkungen	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Unter Verschluss	III
66	17.01.2014	WC	Kleber Bodenplat-	Festgebunden	versiegelt, dicht ver-	keine Einwirkungen	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche	Unter Ver-	III

Projekt-Nr.	Datum	Zimmer	Bauteil	Beurteilung des Materials – Potenzial einer Asbestfreisetzung			Beurteilung der Raumnutzung – Asbestkontakt-Risiko		Dringlichkeitsstufe
				Asbestgehalt und –bindung	Oberflächenzustand	Äussere Einwirkungen	Art und Häufigkeit der Raumnutzung	Lage des asbesthaltigen Materials	
			ten		schlossen		oder Sportler	schluss	
67	15.01.2014	Korridor	Kleber Wandplatten	Festgebunden	versiegelt, dicht verschlossen	keine Einwirkungen	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Unter Verschluss	III
67	15.01.2014	Korridor	Kleber Bodenplatten	Festgebunden	versiegelt, dicht verschlossen	keine Einwirkungen	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Unter Verschluss	III
67	15.01.2014	WC	Kleber Wandplatten	Festgebunden	versiegelt, dicht verschlossen	keine Einwirkungen	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Unter Verschluss	III
67	15.01.2014	WC	Kleber Bodenplatten	Festgebunden	versiegelt, dicht verschlossen	keine Einwirkungen	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Unter Verschluss	III
68	15.01.2014	Klassenzimmer	Kleber Wandplatten	Festgebunden	versiegelt, dicht verschlossen	keine Einwirkungen	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Unter Verschluss	III
68	15.01.2014	Korridor	Kleber Bodenplatten	Festgebunden	versiegelt, dicht verschlossen	keine Einwirkungen	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Unter Verschluss	III
68	15.01.2014	WC	Kleber Wandplatten	Festgebunden	versiegelt, dicht verschlossen	keine Einwirkungen	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Unter Verschluss	III
68	15.01.2014	WC	Kleber Bodenplatten	Festgebunden	versiegelt, dicht verschlossen	keine Einwirkungen	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Unter Verschluss	III
70	15.01.2014	Klassenzimmer	Kleber Wandplatten	Festgebunden	versiegelt, dicht verschlossen	keine Einwirkungen	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Unter Verschluss	III
70	15.01.2014	Korridor	Kleber Bodenplatten	Festgebunden	versiegelt, dicht verschlossen	keine Einwirkungen	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Unter Verschluss	III
70	15.01.2014	WC	Kleber Wandplatten	Festgebunden	versiegelt, dicht verschlossen	keine Einwirkungen	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Unter Verschluss	III
70	15.01.2014	WC	Kleber Bodenplatten	Festgebunden	versiegelt, dicht verschlossen	keine Einwirkungen	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Unter Verschluss	III
71	15.01.2014	Klassenzimmer	PVC Bodenbelag	Festgebunden	intakt, unbeschädigt	Vibrationen, Luftströmungen, Temperaturwechsel, mechanischer Abrieb	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Gut zugänglich	II
71	15.01.2014	Klassenzimmer	Kleber PVC Bodenbelag	Festgebunden	versiegelt, dicht verschlossen	keine Einwirkungen	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Unter Verschluss	III
71	15.01.2014	Korridor	PVC Bodenbelag	Festgebunden	intakt, unbeschädigt	Vibrationen, Luftströmungen, Temperaturwechsel, mechanischer Abrieb	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Gut zugänglich	II
71	15.01.2014	Korridor	Kleber PVC Bodenbelag	Festgebunden	versiegelt, dicht verschlossen	keine Einwirkungen	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Unter Verschluss	III
71	15.01.2014	WC	Kleber Wandplatten	Festgebunden	versiegelt, dicht verschlossen	keine Einwirkungen	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Unter Verschluss	III
71	15.01.2014	WC	Kleber Bodenplatten	Festgebunden	versiegelt, dicht verschlossen	keine Einwirkungen	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Unter Verschluss	III
73	17.01.2014	Klassenzimmer	Kleber Wandplat-	Festgebunden	versiegelt, dicht ver-	keine Einwirkungen	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche	Unter Ver-	III

Projekt-Nr.	Datum	Zimmer	Bauteil	Beurteilung des Materials – Potenzial einer Asbestfreisetzung			Beurteilung der Raumnutzung – Asbestkontakt-Risiko		Dringlichkeitsstufe
				Asbestgehalt und –bindung	Oberflächenzustand	Äussere Einwirkungen	Art und Häufigkeit der Raumnutzung	Lage des asbesthaltigen Materials	
			ten		schlossen		oder Sportler	schluss	
73	08.01.2014	Korridor	Kleber Bodenplatten	Festgebunden	versiegelt, dicht verschlossen	keine Einwirkungen	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Unter Verschluss	III
73	08.01.2014	WC	Kleber Wandplatten	Festgebunden	versiegelt, dicht verschlossen	keine Einwirkungen	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Unter Verschluss	III
73	08.01.2014	WC	Kleber Bodenplatten	Festgebunden	versiegelt, dicht verschlossen	keine Einwirkungen	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Unter Verschluss	III
74	17.01.2014	Klassenzimmer	Kleber Wandplatten	Festgebunden	versiegelt, dicht verschlossen	keine Einwirkungen	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Unter Verschluss	III
74	08.01.2014	Korridor	Kleber Bodenplatten	Festgebunden	versiegelt, dicht verschlossen	keine Einwirkungen	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Unter Verschluss	III
74	08.01.2014	WC	Kleber Wandplatten	Festgebunden	versiegelt, dicht verschlossen	keine Einwirkungen	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Unter Verschluss	III
74	08.01.2014	WC	Kleber Bodenplatten	Festgebunden	versiegelt, dicht verschlossen	keine Einwirkungen	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Unter Verschluss	III
75	17.01.2014	Klassenzimmer	Kleber Wandplatten	Festgebunden	versiegelt, dicht verschlossen	keine Einwirkungen	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Unter Verschluss	III
75	08.01.2014	Korridor	Kleber Bodenplatten	Festgebunden	versiegelt, dicht verschlossen	keine Einwirkungen	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Unter Verschluss	III
75	08.01.2014	WC	Kleber Wandplatten	Festgebunden	versiegelt, dicht verschlossen	keine Einwirkungen	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Unter Verschluss	III
75	08.01.2014	WC	Kleber Bodenplatten	Festgebunden	versiegelt, dicht verschlossen	keine Einwirkungen	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Unter Verschluss	III
76	12.11.2014	Klassenzimmer	Kleber Wandplatten	Festgebunden	versiegelt, dicht verschlossen	keine Einwirkungen	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Unter Verschluss	III
76	12.11.2014	WC	Kleber Wandplatten	Festgebunden	versiegelt, dicht verschlossen	keine Einwirkungen	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Unter Verschluss	III
77	12.11.2014	Klassenzimmer	Kleber Wandplatten	Festgebunden	versiegelt, dicht verschlossen	keine Einwirkungen	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Unter Verschluss	III
77	12.11.2014	Klassenzimmer	PVC Bodenbelag	Festgebunden	intakt, unbeschädigt	Vibrationen, Luftströmungen, Temperaturwechsel, mechanischer Abrieb	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Gut zugänglich	II
77	12.11.2014	Klassenzimmer	Kleber PVC Bodenbelag	Festgebunden	versiegelt, dicht verschlossen	keine Einwirkungen	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Unter Verschluss	III
77	12.11.2014	Klassenzimmer	Akustikdeckenplatten	Schwach gebunden	intakt, unbeschädigt	Vibrationen, Luftströmungen, Temperaturwechsel, mechanischer Abrieb	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Gut zugänglich	I
77	12.11.2014	Korridor	Kleber Bodenplatten	Festgebunden	versiegelt, dicht verschlossen	keine Einwirkungen	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Unter Verschluss	III
77	12.11.2014	Korridor	Akustikdeckenplatten	Schwach gebun-	intakt, unbes- chädigt	Vibrationen, Luftströmungen,	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche		

Projekt-Nr.	Datum	Zimmer	Bauteil	Beurteilung des Materials – Potenzial einer Asbestfreisetzung			Beurteilung der Raumnutzung – Asbestkontakt-Risiko		Dringlichkeitsstufe
				Asbestgehalt und –bindung	Oberflächenzustand	Äussere Einwirkungen	Art und Häufigkeit der Raumnutzung	Lage des asbesthaltigen Materials	
				den		Temperaturwechsel, mechanischer Abrieb	oder Sportler	lich	III
77	12.11.2014	WC	Kleber Bodenplatten	Festgebunden	versiegelt, dicht verschlossen	keine Einwirkungen	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Unter Verschluss	III
77	12.11.2014	WC	Kleber Wandplatten	Festgebunden	versiegelt, dicht verschlossen	keine Einwirkungen	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Unter Verschluss	III
78	12.11.2014	Klassenzimmer	Kleber Wandplatten	Festgebunden	versiegelt, dicht verschlossen	keine Einwirkungen	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Unter Verschluss	III
78	12.11.2014	Klassenzimmer	Kleber Bodenplatten	Festgebunden	versiegelt, dicht verschlossen	keine Einwirkungen	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Unter Verschluss	III
78	12.11.2014	Klassenzimmer	Akustikdeckenplatten	Schwach gebunden	intakt, unbeschädigt	Vibrationen, Luftströmungen, Temperaturwechsel, mechanischer Abrieb	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Gut zugänglich	I
78	12.11.2014	Korridor	Kleber Bodenplatten	Festgebunden	versiegelt, dicht verschlossen	keine Einwirkungen	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Unter Verschluss	III
78	12.11.2014	WC	Kleber Bodenplatten	Festgebunden	versiegelt, dicht verschlossen	keine Einwirkungen	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Unter Verschluss	III
78	12.11.2014	WC	Kleber Wandplatten	Festgebunden	versiegelt, dicht verschlossen	keine Einwirkungen	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Unter Verschluss	III
80	26.11.2014	Klassenzimmer	PVC Bodenbelag	Festgebunden	intakt, unbeschädigt	Vibrationen, Luftströmungen, Temperaturwechsel, mechanischer Abrieb	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Gut zugänglich	II
80	26.11.2014	Klassenzimmer	Kleber PVC Bodenbelag	Festgebunden	versiegelt, dicht verschlossen	keine Einwirkungen	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Unter Verschluss	III
80	26.11.2014	Klassenzimmer	Kleber Wandplatten	Festgebunden	versiegelt, dicht verschlossen	keine Einwirkungen	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Unter Verschluss	III
80	26.11.2014	Korridor	Kleber Bodenplatten	Festgebunden	versiegelt, dicht verschlossen	keine Einwirkungen	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Unter Verschluss	III
80	26.11.2014	Korridor	Kleber Bodenplatten	Festgebunden	versiegelt, dicht verschlossen	keine Einwirkungen	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Unter Verschluss	III
80	26.11.2014	WC	Kleber Wandplatten	Festgebunden	versiegelt, dicht verschlossen	keine Einwirkungen	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Unter Verschluss	III
80	26.11.2014	WC	Kleber Bodenplatten	Festgebunden	versiegelt, dicht verschlossen	keine Einwirkungen	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Unter Verschluss	III
81	12.11.2014	Klassenzimmer	Kleber Wandplatten	Festgebunden	versiegelt, dicht verschlossen	keine Einwirkungen	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Unter Verschluss	III
81	12.11.2014	Korridor	Kleber Bodenplatten	Festgebunden	versiegelt, dicht verschlossen	keine Einwirkungen	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Unter Verschluss	III
81	12.11.2014	WC	Kleber Bodenplatten	Festgebunden	versiegelt, dicht verschlossen	keine Einwirkungen	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Unter Verschluss	III

Projekt-Nr.	Datum	Zimmer	Bauteil	Beurteilung des Materials – Potenzial einer Asbestfreisetzung			Beurteilung der Raumnutzung – Asbestkontakt-Risiko		Dringlichkeitsstufe
				Asbestgehalt und –bindung	Oberflächenzustand	Äussere Einwirkungen	Art und Häufigkeit der Raumnutzung	Lage des asbesthaltigen Materials	
81	12.11.2014	WC	Kleber Wandplatten	Festgebunden	versiegelt, dicht verschlossen	keine Einwirkungen	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Unter Verschluss	III
84	26.11.2014	Klassenzimmer	PVC Bodenbelag	Festgebunden	intakt, unbeschädigt	Vibrationen, Luftströmungen, Temperaturwechsel, mechanischer Abrieb	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Gut zugänglich	II
84	26.11.2014	Klassenzimmer	Kleber PVC Bodenbelag	Festgebunden	versiegelt, dicht verschlossen	keine Einwirkungen	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Unter Verschluss	III
84	26.11.2014	Klassenzimmer Nebenraum	PVC Bodenbelag	Festgebunden	intakt, unbeschädigt	Vibrationen, Luftströmungen, Temperaturwechsel, mechanischer Abrieb	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Gut zugänglich	II
84	26.11.2014	Klassenzimmer Nebenraum	Kleber PVC Bodenbelag	Festgebunden	versiegelt, dicht verschlossen	keine Einwirkungen	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Unter Verschluss	III
84	26.11.2014	Korridor	Kleber Bodenplatten	Festgebunden	versiegelt, dicht verschlossen	keine Einwirkungen	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Unter Verschluss	III
84	26.11.2014	WC	Kleber Bodenplatten	Festgebunden	versiegelt, dicht verschlossen	keine Einwirkungen	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Unter Verschluss	III
84	26.11.2014	WC	Kleber Wandplatten	Festgebunden	versiegelt, dicht verschlossen	keine Einwirkungen	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Unter Verschluss	III
84	26.11.2014	WC	Kitt, Holztüre (innen)	Festgebunden	intakt, unbeschädigt	Vibrationen, Luftströmungen, Temperaturwechsel, mechanischer Abrieb	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Gut zugänglich	II
87	19.11.2014	Klassenzimmer	Akustikdeckenplatten	Schwach gebunden	intakt, unbeschädigt	Vibrationen, Luftströmungen, Temperaturwechsel, mechanischer Abrieb	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Gut zugänglich	I
87	19.11.2014	Klassenzimmer	PVC Bodenbelag	Festgebunden	intakt, unbeschädigt	Vibrationen, Luftströmungen, Temperaturwechsel, mechanischer Abrieb	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Gut zugänglich	II
87	19.11.2014	Klassenzimmer	Kleber PVC Bodenbelag	Festgebunden	versiegelt, dicht verschlossen	keine Einwirkungen	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Unter Verschluss	III
87	19.11.2014	Korridor	Akustikdeckenplatten	Schwach gebunden	intakt, unbeschädigt	Vibrationen, Luftströmungen, Temperaturwechsel, mechanischer Abrieb	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Gut zugänglich	I
87	19.11.2014	WC	CV Bodenbelag	Festgebunden	intakt, unbeschädigt	Vibrationen, Luftströmungen, Temperaturwechsel, mechanischer Abrieb	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Gut zugänglich	II
87	19.11.2014	WC	Kleber CV Bodenbelag	Schwach gebunden	versiegelt, dicht verschlossen	keine Einwirkungen	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Unter Verschluss	II
87	19.11.2014	WC	Akustikde-	Schwach	intakt, unbe-	Vibrationen,	Regelmässig durch	Gut	I

Projekt-Nr.	Datum	Zimmer	Bauteil	Beurteilung des Materials – Potenzial einer Asbestfreisetzung			Beurteilung der Raumnutzung – Asbestkontakt-Risiko		Dringlichkeitsstufe
				Asbestgehalt und –bindung	Oberflächenzustand	Äussere Einwirkungen	Art und Häufigkeit der Raumnutzung	Lage des asbesthaltigen Materials	
			ckenplatten	gebunden	schädigt	Luftströmungen, Temperaturwechsel, mechanischer Abrieb	Kinder, Jugendliche oder Sportler	zugänglich	I
89	19.11.2014	Klassenzimmer	Akustikdeckenplatten	Schwach gebunden	intakt, unbeschädigt	Vibrationen, Luftströmungen, Temperaturwechsel, mechanischer Abrieb	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Gut zugänglich	I
89	19.11.2014	Klassenzimmer	PVC Bodenbelag	Festgebunden	intakt, unbeschädigt	Vibrationen, Luftströmungen, Temperaturwechsel, mechanischer Abrieb	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Gut zugänglich	II
89	19.11.2014	Klassenzimmer	Kleber PVC Bodenbelag	Festgebunden	versiegelt, dicht verschlossen	keine Einwirkungen	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Unter Verschluss	III
89	19.11.2014	Korridor	Kleber Wandplatten (gem. HW neu: 2004)	Festgebunden	versiegelt, dicht verschlossen	keine Einwirkungen	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Unter Verschluss	III
89	19.11.2014	Korridor	Kleber Bodenplatten	Festgebunden	versiegelt, dicht verschlossen	keine Einwirkungen	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Unter Verschluss	III
89	19.11.2014	WC (im UG)	Kleber Bodenplatten (gem. HW neu: 2004)	Festgebunden	versiegelt, dicht verschlossen	keine Einwirkungen	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Unter Verschluss	III
89	19.11.2014	WC (im UG)	Kleber Wandplatten (gem. HW neu: 2004)	Festgebunden	versiegelt, dicht verschlossen	keine Einwirkungen	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Unter Verschluss	III
90	19.11.2014	Korridor	Kitt, Holztüre (innen)	Festgebunden	intakt, unbeschädigt	Vibrationen, Luftströmungen, Temperaturwechsel, mechanischer Abrieb	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Gut zugänglich	II
91	19.11.2014	Korridor	PVC Bodenbelag	Festgebunden	intakt, unbeschädigt	Vibrationen, Luftströmungen, Temperaturwechsel, mechanischer Abrieb	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Gut zugänglich	II
91	19.11.2014	Korridor	Kleber PVC Bodenbelag	Festgebunden	versiegelt, dicht verschlossen	keine Einwirkungen	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Unter Verschluss	III
91	19.11.2014	WC	PVC Bodenbelag	Festgebunden	intakt, unbeschädigt	Vibrationen, Luftströmungen, Temperaturwechsel, mechanischer Abrieb	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Gut zugänglich	II
91	19.11.2014	WC	Kleber PVC Bodenbelag	Festgebunden	versiegelt, dicht verschlossen	keine Einwirkungen	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Unter Verschluss	III
91	19.11.2014	WC	Boiler / Durchlaufheizer	Schwach gebunden	intakt, unbeschädigt	keine Einwirkungen	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Unter Verschluss	II
92	19.11.2014	Klassenzimmer	Kleber Wandplat-	Festgebunden	versiegelt, dicht ver-	keine Einwirkungen	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche	Unter Ver-	III

Projekt-Nr.	Datum	Zimmer	Bauteil	Beurteilung des Materials – Potenzial einer Asbestfreisetzung			Beurteilung der Raumnutzung – Asbestkontakt-Risiko		Dringlichkeitsstufe
				Asbestgehalt und –bindung	Oberflächenzustand	Äussere Einwirkungen	Art und Häufigkeit der Raumnutzung	Lage des asbesthaltigen Materials	
			ten		schlossen		oder Sportler	schluss	
92	19.11.2014	Klassenzimmer	PVC Bodenbelag	Festgebunden	intakt, unbeschädigt	Vibrationen, Luftströmungen, Temperaturwechsel, mechanischer Abrieb	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Gut zugänglich	II
92	19.11.2014	Klassenzimmer	Kleber PVC Bodenbelag	Festgebunden	versiegelt, dicht verschlossen	keine Einwirkungen	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Unter Verschluss	III
92	19.11.2014	Klassenzimmer	Akustikdeckenplatten	Schwach gebunden	intakt, unbeschädigt	Vibrationen, Luftströmungen, Temperaturwechsel, mechanischer Abrieb	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Gut zugänglich	I
92	19.11.2014	Klassenzimmer	Kitt, Metallfenster (innen)	Festgebunden	intakt, unbeschädigt	Vibrationen, Luftströmungen, Temperaturwechsel, mechanischer Abrieb	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Gut zugänglich	II
92	19.11.2014	Korridor	PVC Bodenbelag	Festgebunden	intakt, unbeschädigt	Vibrationen, Luftströmungen, Temperaturwechsel, mechanischer Abrieb	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Gut zugänglich	II
92	19.11.2014	Korridor	Kleber PVC Bodenbelag	Festgebunden	versiegelt, dicht verschlossen	keine Einwirkungen	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Unter Verschluss	III
92	19.11.2014	Korridor	Akustikdeckenplatten	Schwach gebunden	intakt, unbeschädigt	Vibrationen, Luftströmungen, Temperaturwechsel, mechanischer Abrieb	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Gut zugänglich	I
92	19.11.2014	WC	Akustikdeckenplatten	Schwach gebunden	intakt, unbeschädigt	Vibrationen, Luftströmungen, Temperaturwechsel, mechanischer Abrieb	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Gut zugänglich	I
92	19.11.2014	WC	Kleber Wandplatten	Festgebunden	versiegelt, dicht verschlossen	keine Einwirkungen	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Unter Verschluss	III
92	19.11.2014	WC	Kleber Bodenplatten	Festgebunden	versiegelt, dicht verschlossen	keine Einwirkungen	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Unter Verschluss	III
93	14.01.2014	Klassenzimmer	Kleber Linoleum	Festgebunden	versiegelt, dicht verschlossen	keine Einwirkungen	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Unter Verschluss	III
93	14.01.2014	Klassenzimmer	Kleber Wandplatten	Festgebunden	versiegelt, dicht verschlossen	keine Einwirkungen	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Unter Verschluss	III
93	14.01.2014	Korridor	Kleber Bodenplatten	Festgebunden	versiegelt, dicht verschlossen	keine Einwirkungen	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Unter Verschluss	III
93	14.01.2014	WC	Kleber Bodenplatten	Festgebunden	versiegelt, dicht verschlossen	keine Einwirkungen	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Unter Verschluss	III
93	14.01.2014	WC	Kleber Wandplatten	Festgebunden	versiegelt, dicht verschlossen	keine Einwirkungen	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Unter Verschluss	III
94	14.01.2014	Klassenzimmer	Kitt, Holzfenster (innen)	Festgebunden	intakt, unbeschädigt	Vibrationen, Luftströmungen, Temperatur-	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Gut zugänglich	II

Projekt-Nr.	Datum	Zimmer	Bauteil	Beurteilung des Materials – Potenzial einer Asbestfreisetzung			Beurteilung der Raumnutzung – Asbestkontakt-Risiko		Dringlichkeitsstufe
				Asbestgehalt und –bindung	Oberflächenzustand	Äussere Einwirkungen	Art und Häufigkeit der Raumnutzung	Lage des asbesthaltigen Materials	
						wechsel, mechanischer Abrieb			III
94	14.01.2014	Korridor	Kleber Bodenplatten	Festgebunden	versiegelt, dicht verschlossen	keine Einwirkungen	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Unter Verschluss	III
94	14.01.2014	WC	Kleber Bodenplatten	Festgebunden	versiegelt, dicht verschlossen	keine Einwirkungen	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Unter Verschluss	III
94	14.01.2014	WC	Kleber Wandplatten (Pissoir)	Festgebunden	versiegelt, dicht verschlossen	keine Einwirkungen	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Unter Verschluss	III
96	04.12.2013	Klassenzimmer	Kleber Linoleum	Festgebunden	versiegelt, dicht verschlossen	keine Einwirkungen	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Unter Verschluss	III
96	04.12.2013	WC	Kleber Wandplatten	Festgebunden	versiegelt, dicht verschlossen	keine Einwirkungen	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Unter Verschluss	III
97	14.01.2015	Klassenzimmer	PVC Bodenbelag	Festgebunden	intakt, unbeschädigt	Vibrationen, Luftströmungen, Temperaturwechsel, mechanischer Abrieb	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Gut zugänglich	II
97	14.01.2015	Klassenzimmer	Kleber PVC Bodenbelag	Festgebunden	versiegelt, dicht verschlossen	keine Einwirkungen	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Unter Verschluss	III
97	14.01.2015	Klassenzimmer	Kleber Wandplatten	Festgebunden	versiegelt, dicht verschlossen	keine Einwirkungen	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Unter Verschluss	III
97	14.01.2015	Korridor	Kleber Bodenplatten	Festgebunden	versiegelt, dicht verschlossen	keine Einwirkungen	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Unter Verschluss	III
97	14.01.2015	Korridor	Kleber Wandplatten	Festgebunden	versiegelt, dicht verschlossen	keine Einwirkungen	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Unter Verschluss	III
97	14.01.2015	WC	Kleber Bodenplatten	Festgebunden	versiegelt, dicht verschlossen	keine Einwirkungen	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Unter Verschluss	III
97	14.01.2015	WC	Kleber Bodenplatten	Festgebunden	versiegelt, dicht verschlossen	keine Einwirkungen	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Unter Verschluss	III
97	14.01.2015	WC	Kleber Bodenplatten	Festgebunden	versiegelt, dicht verschlossen	keine Einwirkungen	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Unter Verschluss	III
97	14.01.2015	WC	Kleber Wandplatten	Festgebunden	versiegelt, dicht verschlossen	keine Einwirkungen	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Unter Verschluss	III
97	14.01.2015	WC	Kleber Wandplatten	Festgebunden	versiegelt, dicht verschlossen	keine Einwirkungen	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Unter Verschluss	III
97	14.01.2015	WC	Kleber Wandplatten	Festgebunden	versiegelt, dicht verschlossen	keine Einwirkungen	Regelmässig durch Kinder, Jugendliche oder Sportler	Unter Verschluss	III

## 9.3 Fragebogen

### 9.3.1 Hauswart

## **Fragebogen Allgemeine Angaben**

0 OBJEKT

- |     |                       |  |
|-----|-----------------------|--|
| 0.1 | Projektnummer         |  |
| 0.2 | Schule                |  |
| 0.3 | Adresse               |  |
| 0.4 | Raumbezeichnung/Etage |  |

## 1 SCHULHAUS

- |      |                                  |                                         |                                                             |                                               |                                                          |                                      |
|------|----------------------------------|-----------------------------------------|-------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|----------------------------------------------------------|--------------------------------------|
| 1.1  | Bauart                           | <input type="checkbox"/> Massivbau      | <input type="checkbox"/> Holzbau                            | <input type="checkbox"/> Leichtbau            | <input type="checkbox"/> Pavillon                        | <input type="checkbox"/> Minergie    |
| 1.2a | Sanierung                        | <input type="checkbox"/> Totalsanierung | <input type="checkbox"/> Oberflächen                        | <input type="checkbox"/> Oberflächen +Fenster | <input type="checkbox"/> Fenster                         | <input type="checkbox"/> weiss nicht |
| 1.2b | wann                             | <hr/>                                   |                                                             |                                               |                                                          |                                      |
| 1.2c | Energetische Sanierung (Dämmung) | <input type="checkbox"/> ja             |                                                             | <input type="checkbox"/> weiss nicht          | wann                                                     | <hr/>                                |
| 1.3a | Umgebung                         | <input type="checkbox"/> Ländlich       | <input type="checkbox"/> Agglomeration/ruhiges Wohnquartier |                                               |                                                          | <input type="checkbox"/> Städtisch   |
| 1.3b | Unmittelbare Nähe von            | <input type="checkbox"/> Autobahn       | <input type="checkbox"/> Kantons-/Hauptstrasse              | <input type="checkbox"/> Nebenstrasse         | <input type="checkbox"/> verkehrsberuhigt/Fussgängerzone |                                      |

## **18 BEMERKUNGEN**

### 9.3.2 Lehrperson

## **Fragebogen Lehrperson**

0 OBJEKT

- |     |                                                      |       |
|-----|------------------------------------------------------|-------|
| 0.1 | Projektnummer                                        | _____ |
| 0.2 | Schule                                               | _____ |
| 0.3 | Adresse                                              | _____ |
| 0.4 | Raumbezeichnung/Etage                                | _____ |
| 0.5 | Ausgefüllt von                                       | _____ |
| 0.6 | Kontakt (Telefon oder Email für mögliche Nachfragen) | _____ |

## **11 BELEGUNGSPROTOKOLL**

In Ihrem Schulzimmer finden Messungen zur Überprüfung des Raumklimas statt. Die Daten werden eine Woche lang automatisch erhoben. Zur Auswertung benötigen wir Angaben über die Anzahl Personen, die sich während der Messungen im Raum aufhalten. Deshalb bitten wir Sie um Ihre Mithilfe. Mit der täglichen Protokollierung helfen Sie uns, die Luftqualität zu beurteilen und allenfalls Empfehlungen zu Anpassungen abzugeben.

Bei Fragen: Ganz Klima GmbH, Roland Ganz, T 055 260 23 80

**Bitte ändern Sie das übliche Lüftungsverhalten während der Messung nicht!**

bitte umblättern

## Fragebogen Lehrperson - Seite 2

Projektnummer \_\_\_\_\_

### 12 LÄRM

12.1 Gibt es Störungen des Unterrichts durch Lärm von aussen,

- bei **offenen** Fenstern?  häufig  regelmässig  selten  nie  
- bei **geschlossenen** Fenstern?  häufig  regelmässig  selten  nie

12.2 Worum handelt es sich beim störendem Lärm?

Strassenverkehr  Eisenbahnverkehr  Gewerbe / Industrie

Anderes: \_\_\_\_\_

12.3 Gibt es Störungen des Unterrichts durch Lärm von innerhalb des Gebäudes?

häufig  regelmässig  selten  nie

Lärmquelle: \_\_\_\_\_

12.4 Wie beurteilen Sie die raumakustische Situation?

- angenehme Raumakustik  ja  eher ja  eher nein  nein  
- stark hallender Raum  ja  eher ja  eher nein  nein

### 13 KLIMA

13.1 Wie beurteilen Sie in der Regel die Raumlufstemperatur?

- im Winter?  zu kalt  eher zu kalt  genau richtig  eher zu warm  zu warm  
- im Sommer?  zu kalt  eher zu kalt  genau richtig  eher zu warm  zu warm  
- in der Über-  
gangszeit?  zu kalt  eher zu kalt  genau richtig  eher zu warm  zu warm

13.2 Wie beurteilen Sie in der Regel die Raumlufffeuchte?

- im Winter?  zu feucht  eher zu feucht  genau richtig  eher zu trocken  zu trocken  
- im Sommer?  zu feucht  eher zu feucht  genau richtig  eher zu trocken  zu trocken  
- in der Über-  
gangszeit?  zu feucht  eher zu feucht  genau richtig  eher zu trocken  zu trocken

13.2 Stellen Sie Zugluft im Schulzimmer fest?

häufig  regelmässig  selten  nie

bitte umblättern

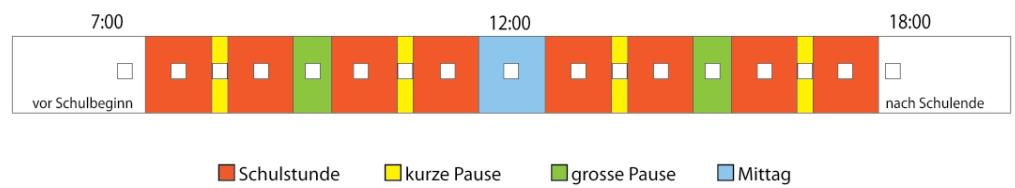
## Fragebogen Lehrperson - Seite 3

Projektnummer \_\_\_\_\_

### 14 FENSTERLÜFTUNG

- 14.1 Regeln  Lüftung nach fixen Regeln (Lüftungsregime)  keine Regeln (Lüftung nach Bedarf)  
 „Luftampel“ resp. Luftqualitätsmonitor ( $\text{CO}_2$ -Messgerät mit Grün-Gelb-Rot-Anzeige) bestimmt Rythmus, nach welchem gelüftet wird.  
 in der Regel keine Fensterlüftung (Lüftungsanlage ausreichend)  
 in der Regel Querlüftung (alle Fenster und Tür geöffnet → Durchzug)

14.2 Häufigkeit (wann wird in der Regel über die Fenster gelüftet → bitte Zutreffendes in untenstehendem Schema ankreuzen)



### 15 GERÜCHE

- 15.1 Nehmen Sie im Schulzimmer einen Fremdgeruch wahr?  ja  nein  
15.2 Wenn ja, woran erinnert der Geruch? \_\_\_\_\_  
15.3 Empfinden Sie den Geruch als störend?  ja  nein

### 16 BEMERKUNGEN

- 16.1 Gab oder gibt es Klagen bezüglich des Raumklimas? Traten bzw. treten Gesundheitsbeschwerden auf, die mit dem Gebäude in Zusammenhang stehen könnten? etc.)  
16.2 Allgemeine Bemerkungen zur Fensterlüftung, zum Geruch, Lärm oder Belegungsprotokoll

### 9.3.3 Kohlendioxid, Formaldehyd, Feuchteprobleme, Geruch

#### Fragebogen Ganz Klima

---

##### 0    OBJEKT

- 0.1 Projektnummer \_\_\_\_\_
- 0.2 Schule \_\_\_\_\_
- 0.3 Adresse \_\_\_\_\_
- 0.4 Raumbezeichnung/Etage \_\_\_\_\_
- 

##### 1    SCHULHAUS

- 1.1 Bauart       Massivbau       Holzbau       Leichtbau       Pavillon       Minergie
- 1.2a Sanierung       Totalsanierung       Oberflächen       Oberflächen +Fenster       Fenster       weiss nicht
- 1.2b wann \_\_\_\_\_
- 1.2c Energetische Sanierung (Dämmung)       ja       weiss nicht      wann \_\_\_\_\_
- 1.3a Umgebung       Ländlich       Agglomeration/ruhiges Wohnquartier       Städtisch
- 1.3b Unmittelbare Nähe von       Autobahn       Kantons-/ Hauptstrasse       Nebenstrasse       verkehrsberuhigt/ Fussgängerzone
- 

##### 2    RLT-ANLAGE

- 2.1a Typ (SIA382/1)       Lüftungsanlage       einfach       +LE       +LE +BEF  
                                 Klimaanlage (+LE +LK)       einfach       +BEF       +BEF +ENTF  
                                 andere \_\_\_\_\_
- 2.1b Typ (weitere)       autom. FL       Fassaden-/ Fensterelement       dezentral       zentral
- 2.2 Regelung       keine (konstant)       Manuell (ein/aus)       Zeit \_\_\_\_\_  
                                 Belegung (Personen ja/nein)       IAQ \_\_\_\_\_       weiss nicht
- 

##### 3    GERUCH (Eintritt ins Klassenzimmer)

- 3.1 Note \_\_\_\_\_
- 6=Nicht wahrnehmbar; 5=Wahrnehmbar, nicht störend; 4=Deutlich wahrnehmbar, aber noch nicht störend; 3=Störend; 2=Stark störend; 1=unerträglich
- 3.2 Charakteristik \_\_\_\_\_
-

## Fragebogen Ganz Klima - Seite 2

Projektnummer \_\_\_\_\_

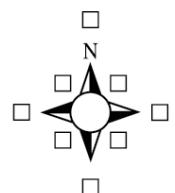
### 4 KLASSENZIMMER

4.1 Masse \_\_\_\_\_ m Länge \_\_\_\_\_ m Breite \_\_\_\_\_ m Höhe

4.2 Fenster \_\_\_\_\_ m Breite \_\_\_\_\_ m Höhe Anzahl \_\_\_\_\_

Einfach- /Doppelverglasung  
**ohne** Dichtung

4.3 Fensterausrichtung



Einfach- /Doppelverglasung  
**mit** Dichtung

Isolierverglasung → Jahrgang \_\_\_\_\_

4.4 Fensterflügel  lässt sich öffnen  nur kippbar  lässt sich nur mit Schlüssel oder nicht öffnen

Anzahl (lassen sich vollständig öffnen) \_\_\_\_\_ m Breite \_\_\_\_\_ m Höhe \_\_\_\_\_ m<sup>2</sup> Fläche

4.5 Abstand Durchgangsstrasse  <20m  >20m  weiss nicht

### 5 OBERFLÄCHEN

5.1 Boden  Linol  KS (PVC/PU/etc)  Parkett  Textil  Platten

mineralisch  nicht eruerbar

anderer \_\_\_\_\_

5.2 Wände  Sichtbeton/-Backstein  Putz  Tapete  Farbe  Gips(-karton)

Massivholz  Holzwerkstoff \_\_\_\_\_  nicht eruerbar

andere \_\_\_\_\_

5.3 Decke  Sichtbeton/-Backstein  Putz  Metall  Farbe  Gips(-karton)

Massivholz  Holzwerkstoff \_\_\_\_\_  nicht eruerbar

andere \_\_\_\_\_  abgehängt

### 6 MÖBLIERUNG

6.1 Alter  >5Jahre  <5Jahre  weiss nicht

6.2 Möblierungsgrad  wenig (praktisch nur Stühle + wenig Pulte)  normal  viel (vollgestopft)

## Fragebogen Ganz Klima - Seite 3

Projektnummer \_\_\_\_\_

### 7 HEIZUNG

- 7.1 System       Bodenheizung     Radiatoren     anderes \_\_\_\_\_  weiss nicht
- 7.2 Fensterbrett     über Radiatoren     Holz/HWS     geschlitzt/  
gelocht     offene Flächen     nicht zugänglich

### 8 POTENTIELLE FORMALDEHYDQUELLEN

- 8.1 offene Spanplatten       wenig (z.B. Kanten von Tablaren)     mittel (bis 2m<sup>2</sup>)     viel (>2m<sup>2</sup>)     unbekannt

Objekt/Bauteil \_\_\_\_\_

Objekt/Bauteil \_\_\_\_\_

Objekt/Bauteil \_\_\_\_\_

Objekt/Bauteil \_\_\_\_\_

Objekt/Bauteil \_\_\_\_\_

- 8.2 offene HWS       wenig (z.B. Kanten von Tablaren)     mittel (bis 2m<sup>2</sup>)     viel (>2m<sup>2</sup>)     unbekannt

Objekt/Bauteil \_\_\_\_\_

Objekt/Bauteil \_\_\_\_\_

Objekt/Bauteil \_\_\_\_\_

Objekt/Bauteil \_\_\_\_\_

Objekt/Bauteil \_\_\_\_\_

- 8.3 andere       wenig (z.B. Kanten von Tablaren)     mittel (bis 2m<sup>2</sup>)     viel (>2m<sup>2</sup>)     unbekannt

Objekt/Bauteil \_\_\_\_\_

Objekt/Bauteil \_\_\_\_\_

### 9 BEMERKUNGEN

---

---

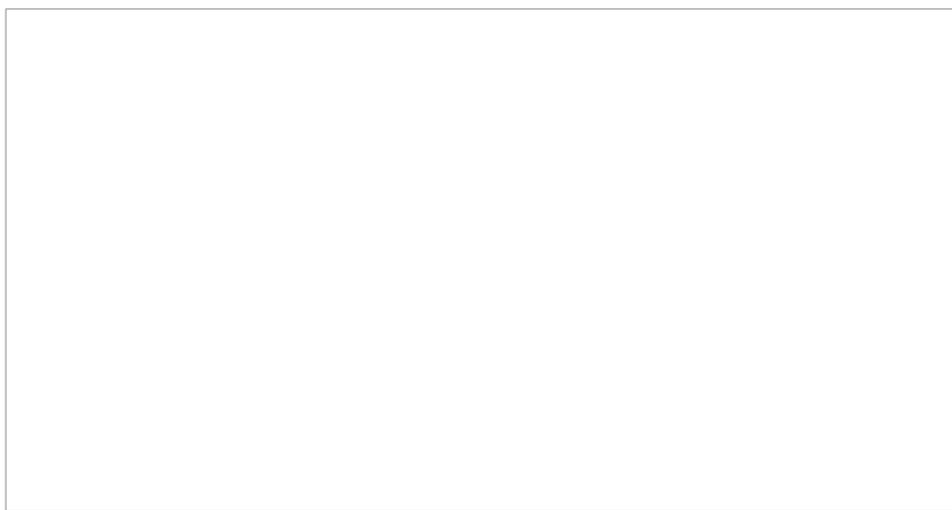
---

## Fragebogen Ganz Klima - Seite 4

Projektnummer \_\_\_\_\_

### 10 FUNDSTELLEN SCHIMMELPILZE

10.1 Situationsplan (Klassenzimmer, Korridor, WC)



10.2 Klassenzimmer

#### . Objekt/Bauteil \_\_\_\_\_

Kategorie	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2
Grund	<input type="checkbox"/> Wasserschaden	<input type="checkbox"/> Oberflächen-kondensation	<input type="checkbox"/> aufsteigende Feuchte <input type="checkbox"/> nicht eruierbar

#### . Objekt/Bauteil \_\_\_\_\_

Kategorie	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2
Grund	<input type="checkbox"/> Wasserschaden	<input type="checkbox"/> Oberflächen-kondensation	<input type="checkbox"/> aufsteigende Feuchte <input type="checkbox"/> nicht eruierbar

#### . Objekt/Bauteil \_\_\_\_\_

Kategorie	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2
Grund	<input type="checkbox"/> Wasserschaden	<input type="checkbox"/> Oberflächen-kondensation	<input type="checkbox"/> aufsteigende Feuchte <input type="checkbox"/> nicht eruierbar

#### . Objekt/Bauteil \_\_\_\_\_

Kategorie	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2
Grund	<input type="checkbox"/> Wasserschaden	<input type="checkbox"/> Oberflächen-kondensation	<input type="checkbox"/> aufsteigende Feuchte <input type="checkbox"/> nicht eruierbar

**Fragebogen Ganz Klima - Seite 5**

Projektnummer \_\_\_\_\_

**10 FUNDSTELLEN SCHIMMELPILZE**

10.3 Korridor	<b>. Objekt/Bauteil</b> _____			
	Kategorie	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2
	Grund	<input type="checkbox"/> Wasserschaden	<input type="checkbox"/> Oberflächen-kondensation	<input type="checkbox"/> aufsteigende Feuchte <input type="checkbox"/> nicht eruierbar
	<b>. Objekt/Bauteil</b> _____			
	Kategorie	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2
	Grund	<input type="checkbox"/> Wasserschaden	<input type="checkbox"/> Oberflächen-kondensation	<input type="checkbox"/> aufsteigende Feuchte <input type="checkbox"/> nicht eruierbar
	<b>. Objekt/Bauteil</b> _____			
	Kategorie	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2
	Grund	<input type="checkbox"/> Wasserschaden	<input type="checkbox"/> Oberflächen-kondensation	<input type="checkbox"/> aufsteigende Feuchte <input type="checkbox"/> nicht eruierbar
	<b>. Objekt/Bauteil</b> _____			
	Kategorie	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2
	Grund	<input type="checkbox"/> Wasserschaden	<input type="checkbox"/> Oberflächen-kondensation	<input type="checkbox"/> aufsteigende Feuchte <input type="checkbox"/> nicht eruierbar
10.4 WC	<b>. Objekt/Bauteil</b> _____			
	Kategorie	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2
	Grund	<input type="checkbox"/> Wasserschaden	<input type="checkbox"/> Oberflächen-kondensation	<input type="checkbox"/> aufsteigende Feuchte <input type="checkbox"/> nicht eruierbar
	<b>. Objekt/Bauteil</b> _____			
	Kategorie	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2
	Grund	<input type="checkbox"/> Wasserschaden	<input type="checkbox"/> Oberflächen-kondensation	<input type="checkbox"/> aufsteigende Feuchte <input type="checkbox"/> nicht eruierbar
	<b>. Objekt/Bauteil</b> _____			
	Kategorie	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2
	Grund	<input type="checkbox"/> Wasserschaden	<input type="checkbox"/> Oberflächen-kondensation	<input type="checkbox"/> aufsteigende Feuchte <input type="checkbox"/> nicht eruierbar
	<b>. Objekt/Bauteil</b> _____			
	Kategorie	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2
	Grund	<input type="checkbox"/> Wasserschaden	<input type="checkbox"/> Oberflächen-kondensation	<input type="checkbox"/> aufsteigende Feuchte <input type="checkbox"/> nicht eruierbar

### **9.3.4 Stickstoffdioxid, Lärm, Asbest**

# Fragebogen CSD

0 OBJEKT

## 0.1 Projektnummer

## 0.2 Schule

### 0.3 Adresse

#### 0.4 Raumbezeichnung/Etage

17 ASBEST

## 17.1 Situationsplan (Klassenzimmer, Korridor, WC)

17.2 Klassenzimmer .**Objekt/Bauteil 1** \_\_\_\_\_

Dringlichkeit  I  II

. Objekt/Bauteil 2 \_\_\_\_\_

Dringlichkeit  I  II

## **Fragebogen CSD - Seite 2**

Projektnummer \_\_\_\_\_

### **17 FUNDSTELLEN ASBEST**

17.2 Klassenzimmer .**Objekt/Bauteil 3** \_\_\_\_\_

Dringlichkeit     I                               II                               III

17.3 Korridor .**Objekt/Bauteil 1** \_\_\_\_\_

Dringlichkeit     I                               II                               III

.**Objekt/Bauteil 2** \_\_\_\_\_

Dringlichkeit     I                               II                               III

.**Objekt/Bauteil 3** \_\_\_\_\_

Dringlichkeit     I                               II                               III

17.4 WC .**Objekt/Bauteil 1** \_\_\_\_\_

Dringlichkeit     I                               II                               III

.**Objekt/Bauteil 2** \_\_\_\_\_

Dringlichkeit     I                               II                               III

.**Objekt/Bauteil 3** \_\_\_\_\_

Dringlichkeit     I                               II                               III

## 9.4 Informationen

### 9.4.1 Lärm



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für  
Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK  
**Bundesamt für Umwelt BAFU**  
Abteilung Lärm und NIS

## sonBASE

Lärmdatenbank Schweiz

### Informationen zu sonBASE

#### 1 Technische Hinweise

sonBASE ist eine Datenbank, die für die Schweiz flächendeckend Geoinformationen zu den wichtigsten Lärmquellen beinhaltet. Diese werden in einem System konsistent gehalten. Die Grundstruktur von sonBASE besteht aus einer Datenbank einem Lärmberechnungsmodul (Schnittstellen zum Lärmberechnungsprogramm CadnaA) und den Rechenkernen sonRAIL und sonROAD sowie einer GIS Benutzeroberfläche. Das Zusammenspiel dieser Komponenten ermöglicht einen effizienten Umgang und Verarbeitung grossen Datenmengen.

Die Daten zur Lärmbelastung in der Schweiz werden vom BAFU mit grösster Sorgfalt erarbeitet. Deren Richtigkeit, Vollständigkeit und Genauigkeit werden ständig überprüft, Grundlagendaten (wie z.B. Verkehrszahlen) sowie der technische Prozess der Lärmmodellierungen laufend verbessert.

Die erste flächendeckende Lärmberechnung und Auswertung zur Strassen- und Eisenbahnlärm situation für die Schweiz wurde 2008 durchgeführt [1].

Die zweite flächendeckende Strassenverkehrslärmberchnung ist im Jahr 2012 durchgeführt worden. Die Eingabedaten und Ergebnisse werden in [2] beschrieben. Eine Aktualisierung der Strassen- und Eisenbahn-Verkehrslärm situation ist im Vierjahresrhythmus vorgesehen.

#### 2 Genauigkeit und Anwendungsbereich der Ergebnisse

Die Genauigkeiten von Modellierungsergebnissen werden im Wesentlichen durch Unsicherheiten in den verwendeten Grundlagendaten, Unsicherheiten in der Parametrisierung sowie Unsicherheiten des verwendeten Lärmmodells bestimmt.

Die mit sonBASE ermittelten Daten und Ergebnisse zur Lärmelastung in der Schweiz werden ausschliesslich zur statistischen Information auf nationaler und regionaler Ebene verwendet. Damit sind mittel- bis grossflächige Aussagen und Szenarien zur Lärmelastung möglich. Für lokale Fragestellungen sind diese ungeeignet, da sowohl eine Über-, als auch Unterschätzung der Lärmelastung möglich ist. Eine direkte Betroffenheit einzelner Grundstücke oder Gebäude kann daraus nicht abgeleitet werden.

Für die Ermittlung der Lärmelastung im Sinne von Art 36 der Lärmschutzverordnung (LSV) sind die jeweiligen Vollzugsstellen zuständig. Diese Informationen werden im so genannten Lärmelastungskataster gehalten.

Die technischen Grundlagen von sonBASE, zur Lärmmodellierung und eine Validierung der Resultate sind in [3] detailliert beschrieben.

Die mit sonBASE ermittelten Daten und Ergebnisse zur Lärmelastung in der Schweiz sind aufgrund der technischen Genauigkeit ausschliesslich zur statistischen Information bestimmt.

## **ENTWURF**

Referenz/Aktenzeichen: M473-1324

### **3 Rechtliche Hinweise**

Die Daten sind gesetzlich nicht verbindlich. Verbindliche Angaben zur Lärmbelastung, wie auch zur Lärmsanierung geben die jeweiligen Vollzugsbehörden. Bei den Nationalstrassen ist es das Bundesamt für Strassen (ASTRA) und bei Haupt- und übrige Strassen sind es die Kantone. Die Vollzugsbehörde für Eisenbahnlärm ist das Bundesamt für Verkehr (BAV).

Die Immissionswerte für Strassen- und Eisenbahnlärm sind gesetzlich nicht verbindlich. Daraus ist keine Haftung für Vollständigkeit und Inhalt gegenüber dem BAFU wegen falscher Werte oder falscher Berechnungen ableitbar. Aus den Karteninhalten bzw. Darstellungen von Lärmelastungen und den allfällig dazugehörenden Texten können Rechtsansprüche weder begründet noch abgeleitet werden.

Der Nutzer dieser Daten und Informationen trägt das Risiko für deren weitere Verwendung. Für die Richtigkeit, Vollständigkeit und Aktualität der Daten wird keine Gewähr übernommen. Haftungsansprüche gegenüber dem BAFU wegen Schäden materieller oder immaterieller Art, welche aus dem Zugriff oder der Nutzung bzw. Nichtnutzung der veröffentlichten Informationen entstanden sind, werden ausgeschlossen.

Das BAFU behält sich das Recht zur jederzeitigen Rücknahme oder Änderung der Daten und Informationen ohne vorherige Ankündigung vor.

### **4 Quellenangabe**

Die Geobasisdaten sonBASE dürfen nur mit der Angabe der Quelle (Bundesamt für Umwelt, Schweiz) wiedergegeben werden (Art. 30 Geoinformationsverordnung vom 21. Mai 2008):

Strassenverkehrslärm Tag und Nacht:

sonBASE – Lärmdatenbank Schweiz, Bundesamt für Umwelt BAFU, 2010

Eisenbahnlärm Tag und Nacht:

sonBASE – Lärmdatenbank Schweiz, Bundesamt für Umwelt BAFU, 2006

### **5 Kontakt**

Bundesamt für Umwelt BAFU  
Abteilung Lärm und NIS  
CH-3003 Bern

[noise@bafu.admin.ch](mailto:noise@bafu.admin.ch)

30. April 2014 / FF, AD, CA

- [1] BAFU 2009: Lärmelastung in der Schweiz - Ergebnisse des nationalen Lärmmonitorings SonBase. Umwelt-Zustand Nr. 0907. Bundesamt für Umwelt, Bern: 62 S.  
<http://www.bafu.admin.ch/publikationen/publikation/01036/index.html?lang=de>
- [2] BAFU 2014: Lärmelastung durch Strassenverkehr in der Schweiz. Zweite nationale Lärmberechnung, Stand 2012. Bundesamt für Umwelt, Bern. Umwelt-Zustand Nr. 1406: 32 S.  
<http://www.bafu.admin.ch/uz-1406-d>
- [3] BAFU 2009: SonBase – die GIS-Lärmdatenbank der Schweiz. Grundlagen. Umwelt-Wissen Nr. 0908. Bundesamt für Umwelt, Bern: 61 S.  
<http://www.bafu.admin.ch/publikationen/publikation/01037/index.html?lang=de>

## 10 Literaturverzeichnis

- BAFU. (2014). "Lärmbelastung durch Strassenverkehr in der Schweiz. Zweite nationale Lärmberechnung, Stand 2012". Bern: Bundesamt für Umwelt (BAFU).
- BAFU. (2014). "sonBASE: GIS-Lärmdatenbank". Abgerufen am 17. 02 2014 von Lärmelastung durch Strassenverkehr tagsüber (Web-GIS):  
[http://map.geo.admin.ch/?Y=659850&X=190100&zoom=1&bgLayer=ch.swisstopo.pixelkarte-grau&layers=ch.bafu.laerm-strassenlaerm\\_tag&layers\\_opacity=0.7&layers\\_visibility=true&lang=de&topic=bafu](http://map.geo.admin.ch/?Y=659850&X=190100&zoom=1&bgLayer=ch.swisstopo.pixelkarte-grau&layers=ch.bafu.laerm-strassenlaerm_tag&layers_opacity=0.7&layers_visibility=true&lang=de&topic=bafu)
- BAFU. (16. 04 2015). "Einschätzung Vergleichbarkeit der gemessenen 14-Tagesmittelwerte mit Jahresmittelwert", Hugo Amacker. (A. Zollinger, Interviewer)
- BAG. (2009). "Vorsicht Schimmel - Eine Wegleitung zu Feuchteproblemen und Schimmel in Wohnräumen". Bern: Bundesamt für Gesundheit (BAG).
- BAG. (2010). "FORMALDEHYD in der Innenraumluft - Informationen und Tipps für Verbraucher". Bern: Bundesamt für Gesundheit (BAG).
- BAG. (2013). Radonkarte der Schweiz. Bundesamt für Gesundheit.
- Becker. (10. 04 2015). "Anteil asbesthaltige Akustikdeckenplatten an allen analysierten Akustikdeckenplatten", Becker AG. (A. Zollinger, Interviewer)
- EKAS. (2008). "EKAS Richtlinie Nr. 6503 Asbest". Luzern: Eidgenössische Koordinationskommission für Arbeitssicherheit (EKAS).
- FACH. (2008). "Asbest in Innenräumen - Dringlichkeit von Massnahmen". Forum Asbest Schweiz (FACH).
- Gueniat, J. (10. 04 2015). "Anteil asbesthaltige Akustikdeckenplatten an allen analysierten Akustikdeckenplatten". Labtox AG. (A. Zollinger, Interviewer)
- Hangartner, M. (12 1998). "Passivsammler für die Immissionsmessung von Stickstoffdioxid". Drägerheft, S. 6-8.
- Hazekamp-von Arx, M. e. (2004). "PM2.5 and NO<sub>2</sub> assessment in 21 European study centres of ECRHSII: annual means and seasonal differences". Journal of the Air and Waste Management Association, S. 1943 - 1953.
- JCGM. (2008). "Evaluation of measurement data - Guide to the expression of uncertainty in measurement". Joint Committee for Guides in Metrology (JCGM).
- Landauer Nordic. (2014). Landauer Nordic. Abgerufen am 18. 02 2014 von it is easy to measure radon: <http://www.landauernordic.com/>
- LRV. (15. 07 2010). "Luftreinhalte-Verordnung: SR 814.318.142.1". Bern: Schweizerischer Bundesrat.
- LSV. (01. 02 2015). "Lärmschutz-Verordnung: SR 814.41". Bern: Schweizerischer Bundesrat.
- Marutzki, R. (1993). "Richtlinie - Durchführung von Formaldehydmessungen in Häusern aus Holz und Holzwerkstoffen". München: Deutsche Gesellschaft für Holzforschung e.V. (DGfH).
- NABEL. (2011). "NABEL Luftbelastung 2010. Messresultate des Nationalen Beobachtungsnetzes für Luftfremdstoffe". Bern: Bundesamt für Umwelt (BAFU) / Swiss Federal Laboratories for Materials Science and Technology (Empa).
- NABEL, S.-H. T. (20. 04 2015). typische Werte der Luftbelastung in der Schweiz. Bern, Bern, Schweiz.

- Palmes, E. u. (1979). "Personal sampler for NOx". *American Industrial Hygiene Association Journal*, S. 588-591.
- passam. (2014). *passam ag*. Abgerufen am 18. 02 2014 von "Laboratory for Environmental Analysis": <http://www.passam.ch/>
- RadOut. (2012). *RadOut*. Abgerufen am 18. 02 2014 von <http://www.radout.it>
- RPG. (1. Mai 2014). "Bundesgesetz über die Raumplanung: SR 700". Schweizerischer Bundesrat.
- SIA 180. (2014). "Wärmeschutz, Feuchteschutz und Raumklima in Gebäuden". Zürich: Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein.
- SIA 382/1. (2014). "Lüftungs- und Klimaanlagen - Allgemeine Grundlagen und Anforderungen". Zürich: Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein.
- sia, S. I.-u. (2014). *sia 382/1:2014 Bauwesen. Lüftungs- und Klimaanlagen - Allgemeine Grundlagen und Anforderungen*. Zürich: SIA Zürich.
- StSV. (01. 01 2014). "Strahlenschutzverordnung: SR 814.501". Bern: Schweizerischer Bundesrat.
- UBA. (2008). *Gesundheitliche Bewertung von Kohlendioxid in der Innenraumluft*. Bundesgesundheitsblatt - Gesundheitsforschung - Gesundheitsschutz.
- Umweltbundesamt. (04. 08 2014). *Umweltbundesamt*. Abgerufen am 23. 04 2015 von "Innenraumrichtwerte": <http://www.umweltbundesamt.de>
- USG. (1. April 2015). "Bundesgesetz über den Umweltschutz: SR814.01". Bern: Schweizerischer Bundesrat.
- vaudois, C. C. (2014). *Centre hospitalier universitaire vaudois*. Abgerufen am 26. 02 2014 von <http://www.chuv.ch/>
- VDA 270. (1992). "Bestimmung des Geruchsverhaltens von Werkstoffen der Kraftfahrzeug-Innenausstattung". Verband der Automobilindustrie e.V. (VDA).
- WHO. (1999). "Guidelines for Community Noise", 138. Singapore: World Health Organisation (WHO).
- WHO. (2009). "WHO Handbook on Indoor Radon". Geneva: World Health Organization (WHO).

## 10.1 Glossar

BAFU	Bundesamt für Umwelt
BAG	Bundesamt für Gesundheit
CH <sub>2</sub> O	Chemische Strukturformel für Formaldehyd
CO <sub>2</sub>	Chemische Strukturformel für Kohlendioxid
CV-Bodenbelag	Cushion Vinyl Bodenbelag
FACH	Forum Asbest Schweiz
FL	Fensterlüftung
HWS	Holzwerkstoff
NO <sub>2</sub>	Chemische Strukturformel für Stickstoffdioxid
pm10	Partikel mit einem aerodynamischen Durchmesser kleiner gleich 10 Mikrometer
PVC-Bodenbelag	Polyvinylchlorid Bodenbelag
RLT-Anlage	Raumluftechnische Anlage (Lüftungsanlage)
WHO	World Health Organisation

## 10.2 Abbildungsverzeichnis

Abb. 5-1: Regionale Verteilung der Untersuchungsobjekte nach Kantonen.	12
Abb. 5-2: Regionale Verteilung der Untersuchungsobjekte bezüglich Umgebung.	13
Abb. 5-3: Darstellung der Anzahl Messungen pro Schulhaus.	13
Abb. 5-4: Exemplarische Beispiele von platzierten Passivsammlern für Stickstoffdioxidmessungen. a) Aussenmessung b) Innenmessung	16
Abb. 5-5: Exemplarische Beispiele von platzierten Radondosimeter für die Radonmessung	17
Abb. 6-1: Interpretationshilfe für statistische Auswertungen (Boxplots)	19
Abb. 6-2: Statistische Auswertung aller Kohlendioxidverläufe während der effektiven Belegungszeit.	19
Abb. 6-3: Statistische Auswertung aller Raumlufttemperaturverläufe während der effektiven Belegungszeit.	20
Abb. 6-4: Statistische Auswertung aller Raumluftfeuchteverläufe (3 Kantone) während der effektiven Belegungszeit.	21
Abb. 6-5: Statistische Auswertung aller unter Messbedingungen nachgewiesener Formaldehydkonzentrationen (3 Kantone).	22
Abb. 6-6: Beurteilung identifizierter Feuchteprobleme in Schulzimmern, angrenzenden Korridoren und Toiletten aus 3 Kantonen.	23
Abb. 6-7: Beurteilung des Raumgeruchs bei Eintritt in den ungelüfteten und unbelegten Raum	24
Abb. 6-8: Statistische Auswertung aller nachgewiesener Stickstoffdioxidkonzentrationen in der Aussen- und Innenraumluft (3 Kantone).	24
Abb. 6-9: Statistische Auswertung ermittelten maximalen Lärm-Werten (3 Kantone).	25
Abb. 6-10: Anzahl Objekte pro Lärm-Kategorie	26
Abb. 6-11: Anteil Schulhäuser in Empfindlichkeitsstufe II, III und IV.	27
Abb. 6-12: Statistische Auswertung aller gemessener Radonkonzentrationen (3 Kantone).	29
Abb. 6-13: Statistische Auswertung der Belegung nach Angaben aus Belegungsprotokoll.	30
Abb. 6-14: Auswertung der Befragung der Lehrpersonen bezüglich Lärm.	31
Abb. 6-15: Auswertung der Befragung der Lehrpersonen bezüglich Raumakustik.	31
Abb. 6-16: Auswertung der Befragung der Lehrpersonen bezüglich Raumlufttemperatur.	32
Abb. 6-17: Auswertung der Befragung der Lehrpersonen bezüglich Raumluftfeuchte.	32
Abb. 6-18: Auswertung der Befragung der Lehrpersonen bezüglich Zugluft.	33
Abb. 6-19: Auswertung der Befragung der Lehrpersonen bezüglich Lüftungsverhalten.	33
Abb. 6-20: Auswertung der Befragung der Lehrpersonen bezüglich Geruch.	34
Abb. 7-1: Statistische Auswertung aller Kohlendioxidverläufe (3 Kantone) während der effektiven Belegungszeit zusammen mit Abgrenzung zu ungenügender (orange Linie) und inakzeptabler Konzentration (rote Linie) .	36
Abb. 7-2: Zusammengefasste Zeitanteile während der effektiven Belegungszeit in allen 100 untersuchten Schulräumen, in denen CO <sub>2</sub> -Konzentrationen in den entsprechenden Beurteilungsklassen nachgewiesen werden.	37
Abb. 7-3: Zeitanteile während der effektiven Belegungszeit in allen 100 untersuchten Schulräumen, in denen CO <sub>2</sub> -Konzentrationen in den entsprechenden Beurteilungsklassen nachgewiesen werden (sortiert nach hervorragend bis gut).	38
Abb. 7-4: Zeitanteile während der effektiven Belegungszeit in allen 100 untersuchten Schulräumen, in denen CO <sub>2</sub> -Konzentrationen in den entsprechenden Beurteilungsklassen nachgewiesen werden (sortiert nach inakzeptabel).	39

Abb. 7-5: Bereich der Raumlufttemperatur in Abhängigkeit der Aussenlufttemperatur gemäss SIA 180:2014	40
Abb. 7-6: Statistische Auswertung aller Raumlufttemperaturverläufe (3 Kantone) während der effektiven Belegungszeit zusammen mit oberer und unterer Temperaturgrenze nach SIA 180:2014.	40
Abb. 7-7: Statistische Auswertung aller Raumluftfeuchteverläufe (3 Kantone) während der effektiven Belegungszeit zusammen mit unterer Feuchtegrenze.	42
Abb. 7-8: Statistische Auswertung aller unter Messbedingungen nachgewiesener Formaldehydkonzentrationen (3 Kantone) sowie die auf Normklima- und Sommerbedingungen umgerechneten Werte zusammen mit Richtwert.	43
Abb. 7-9: Anzahl Schulzimmer mit Richtwertüberschreitungen unter angetroffenen Messbedingungen, berechneten Normklimabedingungen ( $23^{\circ}\text{C}/45\%$ ) und Sommerbedingungen ( $26^{\circ}\text{C}/60\%$ ).	43
Abb. 7-10: Verlauf der $\text{CO}_2$ -Konzentration, Raumlufttemperatur und -feuchte im Schulzimmer mit festgestelltem Schimmelpilzbefall der Kategorie 1.	45
Abb. 7-11: Anzahl Objekte, die den entsprechenden Immissionsgrenzwert überschreiten.	48
Abb. 7-12: Statistische Auswertung aller gemessener Radonkonzentrationen für alle Etagen.	51
Abb. 7-13: Statistische Auswertung aller gemessener Radonkonzentrationen pro Kanton.	53
Abb. 7-14: Radonkarte der Schweiz (BAG, 2013).	54
Abb. 7-15: Radonkonzentration in Abhängigkeit vom Anteil $\text{CO}_2$ -Konzentration über 2000 ppm.	54
Abb. 7-16: Statistische Auswertung der Kohlendioxidverläufe im Gruppenvergleich - NEUBAU ALTBAU DICHT - ALTBAU UNDICHIT während der effektiven Belegungszeit zusammen mit Abgrenzung zu ungenügender (orange Linie) und inakzeptabler Konzentration (rote Linie) .	55
Abb. 7-17: Zusammengefasste Zeitanteile während der effektiven Belegungszeit in den untersuchten Schulräumen der 3 Gruppen NEUBAU, ALTBAU DICHT und ALTBAU UNDICHIT, in denen $\text{CO}_2$ -Konzentrationen in den entsprechenden Beurteilungsklassen nachgewiesen werden.	57
Abb. 7-18: Statistische Auswertung der Kohlendioxidverläufe im Gruppenvergleich RLT – FL während der effektiven Belegungszeit zusammen mit Abgrenzung zu ungenügender (orange Linie) und inakzeptabler Konzentration (rote Linie) .	58
Abb. 7-19: Zusammengefasste Zeitanteile während der effektiven Belegungszeit in den untersuchten Schulräumen der 2 Gruppen RLT und FL, in denen $\text{CO}_2$ -Konzentrationen in den entsprechenden Beurteilungsklassen nachgewiesen werden.	59
Abb. 7-20: Statistische Auswertung aller Raumlufttemperaturverläufe in den 3 Gruppen NEUBAU – ALTBAU DICHT – ALTBAU UNDICHIT während der effektiven Belegungszeit zusammen mit oberer und unterer Temperaturgrenze nach SIA 180:2014.	62
Abb. 7-21: Statistische Auswertung aller Raumtemperaturverläufe in den Gruppen RLT - FL während der effektiven Belegungszeit zusammen mit oberer und unterer Grenze nach SIA 180:2014.	64
Abb. 7-22: Statistische Auswertung aller Raumluftfeuchteverläufe 3 Gruppen NEUBAU – ALTBAU DICHT – ALTBAU UNDICHIT während der effektiven Belegungszeit zusammen mit unterer Feuchtegrenze.	65
Abb. 7-23: Statistische Auswertung aller Raumluftfeuchteverläufe in den 2 Gruppen RLT - FL während der effektiven Belegungszeit zusammen mit unterer Feuchtegrenze.	66
Abb. 7-24: Statistische Auswertung aller unter Messbedingungen nachgewiesener Formaldehydkonzentrationen (3 Kantone) sowie die auf Normklima- und Sommerbedingungen umgerechneten Werte zusammen mit Richtwert.	68
Abb. 7-25: Anzahl Schulzimmer mit Richtwertüberschreitungen unter berechneten Normklimabedingungen in den Gruppen NAUBAU – ALTBAU DICHT und ALTBAU UNDICHIT	68
Abb. 7-26: In den Räumen angetroffene potentielle Formaldehydquellen in verschiedenen Zusammensetzungen mit resultierendem Mittelwert der Formaldehydkonzentration und Standardabweichung	71
Abb. 7-27: Häufigkeitsverteilung auf Normklimabedingungen normalisierter Formaldehydkonzentrationen in verschiedenen Materialisierungsgruppen	71
Abb. 7-28: Direkter Vergleich der Gruppen ALTBAU DICHT und ALTBAU UNDICHIT in Bezug auf Feuchteprobleme der Kategorie 0.	72

Abb. 7-29: Direkter Vergleich der Gruppen ALTBAU DICHT und ALTBAU UNDICHT in Bezug auf Feuchtprobleme der Kategorie 1.	73
Abb. 7-30: Statistische Auswertung aller nachgewiesener Stickstoffdioxidkonzentrationen in der Aussenluft für alle Gebäudegruppen.	75
Abb. 7-31: Statistische Auswertung aller nachgewiesener Stickstoffdioxidkonzentrationen in der Innenraumluft für alle Gebäudegruppen.	76
Abb. 7-32: Statistische Auswertung aller Verhältnisse Innen- zu Aussenluftkonzentration der nachgewiesenen Stickstoffdioxidkonzentrationen für alle Gebäudegruppen.	77
Abb. 7-33: Statistische Auswertung aller ermittelten maximalen Lärm-Werten für alle Gebäudegruppen.	78
Abb. 7-34: Gruppenvergleich der Lärmüberschreitungen.	79
Abb. 7-35: Gruppenvergleich der Lärmüberschreitung mit angepassten Gruppen.	81
Abb. 7-36: Statistische Auswertung aller gemessener Radonkonzentrationen für alle Gebäudegruppen.	82
Abb. 7-37: Anteil Objekte, bei denen gemäss SIA 382/1 eine Fensterlüftung möglich bzw. empfohlen ist.	84
Abb. 7-38: Anteil Objekte, bei denen gemäss SIA 382/1 eine Fensterlüftung möglich bzw. empfohlen ist.	84
Abb. 7-39: Anteil Objekte, bei denen gemäss SIA 382/1 eine Fensterlüftung möglich bzw. empfohlen ist.	85
Abb. 7-40: Vergleich der Stickstoffdioxidkonzentrationen in der Aussenluft an drei Standorten.	87
Abb. 7-41: Zusammengefasste Zeitanteile während der effektiven Belegungszeit in den untersuchten Schulräumen, in denen CO <sub>2</sub> -Konzentrationen in den entsprechenden Beurteilungsklassen nachgewiesen werden, aufgeschlüsselt nach Klassenzimmern, die nach Regeln und Klassenzimmer, die nicht nach Regeln gelüftet werden.	89
Abb. 7-42: Zusammengefasste Zeitanteile während der effektiven Belegungszeit in den untersuchten Schulräumen, in denen CO <sub>2</sub> -Konzentrationen in den entsprechenden Beurteilungsklassen nachgewiesen werden, aufgeschlüsselt nach Klassenzimmern, die quergelüftet und Klassenzimmer, die nicht quergelüftet werden.	89
Abb. 7-43: Antworten der Lehrpersonen bezüglich Lärm, aufgeschlüsselt in Klassenräume, in welchen eine Fensterlüftung aufgrund der maximalen Lärmbelastung empfohlen wird und Klassenräume, in welchen eine Fensterlüftung nicht empfohlen wird.	90
Abb. 7-44: Zusammengefasste Zeitanteile während der effektiven Belegungszeit in den untersuchten Schulräumen, in denen CO <sub>2</sub> -Konzentrationen in den entsprechenden Beurteilungsklassen nachgewiesen werden, aufgeschlüsselt nach Klassenzimmern, in welchen eine Fensterlüftung empfohlen wird und Klassenzimmern, in welchen eine Fensterlüftung nicht empfohlen wird.	91
Abb. 7-45: Zeitanteil, in dem die CO <sub>2</sub> -Konzentration während der effektiv belegten Zeit 2000 ppm übersteigt, in Abhängigkeit der maximalen Aussentemperaturen.	92
Abb. 7-46: Zeitanteil, in dem die CO <sub>2</sub> -Konzentration während der effektiv belegten Zeit 2000 ppm übersteigt, in Abhängigkeit der Belegung und Lüftungen (oben) sowie der Stickstoffdioxidkonzentration (als Verhältnis von innen zu Aussen).	93
Abb. 7-47: Statistische Auswertung aller Kohlendioxidverläufe (3 Kantone) während der effektiven Belegungszeit im Vergleich zu den Resultaten einer Studie aus Deutschland (UBA, 2008).	94
Abb. 8-1: Anteil Klassenräume, die CO <sub>2</sub> -Pegel 1400 ppm gemäss SIA 382/1:2014 (RAL3) einhalten.	98
Abb. 8-2: Anteil Klassenräume, in denen die mittleren CO <sub>2</sub> -Konzentrationen gemäss obiger Definition unterhalb 1400 ppm liegen.	99
Abb. 8-3: Vorherrschende CO <sub>2</sub> -Konzentrationen in allen 100 untersuchten Klassenzimmern, dargestellt als geordnete 50% Perzentilen (blau) sowie den 95% Perzentilen, zusammen mit der Grenze RAL3 (1400 ppm) und Richtwert SIA 180:2014 (2000 ppm).	99
Abb. 9-1: Darstellung der Fassadenpunkte pro Objekt.	108
Abb. 9-2: Statistische Auswertung aller Kohlendioxidverläufe (3 Kantone) während der effektiven Belegungszeit.	113
Abb. 9-3: Statistische Auswertung aller Raumlufttemperaturverläufe (3 Kantone) während der effektiven Belegungszeit.	117

Abb. 9-4: Statistische Auswertung aller Raumlufttemperaturverläufe (3 Kantone) während der effektiven Belegungszeit.	121
Abb. 9-5: Resultate der Stickstoffdioxidmessungen.	127
Abb. 9-6: Resultate der Lärmdaten gemäss sonBASE-Abfrage.	128
Abb. 9-7: Resultate der Radonmessungen.	129

## 10.3 Tabellenverzeichnis

Tab. 5-1: Aufteilung und Definition der Gruppen.	18
Tab. 6-1: Zusammenstellung der statistischen CO <sub>2</sub> -Werte aus 3 Kantonen während der effektiven Belegungszeit	20
Tab. 6-2: Zusammenstellung der statistischen Werte aus 3 Kantonen von Raumlufttemperatur und –feuchte während der effektiven Belegungszeit	21
Tab. 6-3: Zusammenstellung der unter Messbedingungen nachgewiesenen Formaldehydkonzentrationen aus 3 Kantonen	22
Tab. 6-4: Zusammenstellung der während 14 Tagen durchschnittlichen Stickstoffdioxidkonzentrationen in der Innenraum- und Aussenluft aus 3 Kantonen	25
Tab. 6-5: Zusammenstellung der maximalen Lärm-Werten (alle 3 Kantone).	26
Tab. 6-6: Übersicht Anzahl Objekte mit Asbestverdacht und Anzahl Verdachtsmomente.	27
Tab. 6-7 Zusammenstellung aller vorgefundenen Bauteile mit Asbestverdacht.	28
Tab. 6-8 Zusammenstellung der Radonkonzentrationen aus 3 Kantonen	29
Tab. 7-1: Klassifizierung der CO <sub>2</sub> -Pegel nach SIA 382/1:2014	35
Tab. 7-2: Beurteilung der CO <sub>2</sub> -Konzentrationen in Schulräumen	35
Tab. 7-3: Zusammenstellung der Anteile an Schulräumen, in denen die CO <sub>2</sub> -Konzentration in der entsprechenden Beurteilungsklasse den entsprechenden Zeitanteilen (%) entspricht.	37
Tab. 7-4: Anzahl Räume, die den vorgegebenen Bedingungen in den einzelnen Kategorien (Perzentilwerte) entsprechen.	41
Tab. 7-5: Anzahl Räume, die den vorgegebenen Bedingungen in den einzelnen Kategorien (Perzentilwerte) entsprechen.	42
Tab. 7-6: Anzahl von identifizierten Feuchteproblemen pro Kategorie. Entspricht der Grafik Abb. 6-6 auf Seite 23.	44
Tab. 7-7: Subjektiver Geruchscharakter bei den 9 Schulzimmern mit störendem bis stark störendem Geruch.	46
Tab. 7-8: Belastungsgrenzwerte Lärm gemäss LSV und Schwellenwert Lärm gemäss WHO	47
Tab. 7-9: Zusammenstellung aller Lärm-Max-Werte, die grösser sind als 60 dB(A).	49
Tab. 7-10: Zusammenstellung aller Objekte mit Asbestverdacht, der Sanierungsdringlichkeit I.	50
Tab. 7-11: Grenz- und Richtwerte für Radon	51
Tab. 7-12: Zusammenstellung der Radonkonzentrationen für alle Gebäudegruppen.	52
Tab. 7-13: Zusammenstellung der Anzahl Objekte, die einen Radongrenz- bzw. Referenzwert überschreiten.	52
Tab. 7-14: Zusammenstellung der Radonkonzentrationen pro Kanton.	53
Tab. 7-15: Zusammenstellung der statistischen CO <sub>2</sub> -Werte in den Gruppen NEUBAU, ALTBau DICHT und ALTBau UNDICHT während der effektiven Belegungszeit	56

Tab. 7-16: Zusammenstellung der statistischen CO <sub>2</sub> -Werte in den Gruppen RLT und FL während der effektiven Belegungszeit	59
Tab. 7-17: Resultat des Signifikanztests	60
Tab. 7-18: Zusammenstellung der Anteile an Schulräumen, in denen die CO <sub>2</sub> -Konzentration in der entsprechenden Beurteilungsklasse den Zeitanteilen (%) entspricht, aufgeschlüsselt nach Gruppen.	61
Tab. 7-19: Anzahl Räume in den 3 Gruppen NEUBAU – ALTBAU DICHT – ALTBAU UNDICHT, die den vorgegebenen Bedingungen in den einzelnen Kategorien (Perzentilwerte) entsprechen.	63
Tab. 7-20: Anzahl Räume in den 2 Gruppen RLT - FL, die den vorgegebenen Bedingungen in den einzelnen Kategorien (Perzentilwerte) entsprechen.	64
Tab. 7-21: Anzahl Räume 3 Gruppen NEUBAU – ALTBAU DICHT – ALTBAU UNDICHT, die den vorgegebenen Bedingungen in den einzelnen Kategorien (Perzentilwerte) entsprechen.	66
Tab. 7-22: Anzahl Räume in den 2 Gruppen RLT - FL, die den vorgegebenen Bedingungen in den einzelnen Kategorien (Perzentilwerte) entsprechen.	67
Tab. 7-23: Zusammenstellung wichtiger Eckdaten bezüglich der Formaldehydkonzentration unter Normklimabedingungen in den Gruppen NEUBAU – ALTBAU DICHT und ALTBAU UNDICHT	69
Tab. 7-24: Resultat des Signifikanztests	69
Tab. 7-25: Zusammenstellung Anteile potentieller Formaldehydquellen in den Gruppen NEUBAU – ALTBAU DICHT und ALTBAU UNDICHT FB: Fensterbank; Span: Spanplatte; HWS: Holzwerkstoffe	70
Tab. 7-26: Anteile Klassenzimmer mit störenden Gerüchen im Gruppenvergleich, beurteilt jeweils vom Probennehmer und von Lehrperson.	74
Tab. 7-27: Zusammenstellung der maximalen Lärmwerte pro Gebäudegruppe.	78
Tab. 7-28: Zusammenstellung der Radonkonzentrationen für alle Gebäudegruppen.	82
Tab. 7-29: Zusammenstellung der Anzahl / Anteil Radonkonzentrationen > 100 Bq/m <sup>3</sup> für alle Gebäudegruppen.	82
Tab. 7-30: Zusammenstellung der statistischen Stickstoffdioxid-Werte an 3 Standorttypen.	87
Tab. 7-31: Zusammenstellung von Resultaten verschiedener deutscher Untersuchungen nach (UBA, 2008) zusammen mit den Werten dieser Untersuchung.	95
Tab. 8-1: Zusammenstellung wichtiger Eckdaten bezüglich CO <sub>2</sub> -Konzentrationen in Klassenzimmern.	100
Tab. 9-1: Beurteilungsmatrix für Feuchteprobleme	106
Tab. 9-2: Benotungsschlüssel der Geruchswahrnehmung	107
Tab. 9-3: Perzentilwerte nachgewiesener CO <sub>2</sub> -Konzentrationen während der effektiven Belegungszeit.	112
Tab. 9-4: Perzentilwerte nachgewiesener Raumlufttemperaturen während der effektiven Belegungszeit.	116
Tab. 9-5: Perzentilwerte nachgewiesener Raumluftfeuchten während der effektiven Belegungszeit.	120
Tab. 9-6: Nachgewiesene Formaldehydkonzentrationen zusammen mit Umrechnungswerten.	124
Tab. 9-7: Gegenüberstellung der Stickstoffdioxidkonzentrationen (gemessener 14-Tages-Mittelwert) und der Sonnenscheindauer in Minuten und der Niederschlagkonzentration in Millimeter im selben Zeitraum.	126