

Gesunde Luft für Oberösterreichs Kinder

Zusammenfassung der Ergebnisse des Messprogramms
in Oberösterreichs Kinderbetreuungseinrichtungen

Projektmitarbeiter:

Achleitner Manfred ¹
Benesch Tobias ⁵
Bernreiter Markus ²
Brandl Alexander ⁶
Buchwiser Leo ¹
Damberger Bernhard ⁴
Edtstadler Thomas ¹
Gruber Valeria ⁷
Gruber Wolfgang ¹
Hrnecek Erich ⁵
Hofstädter Cornelia ¹
Hutter Hans-Peter ⁸
Jansson Marie ⁴
Kaineder Heribert ¹
Kaltenberger Johann ¹
Kernöcker Robert ¹
Kirsch Renate ¹
Leonhartsberger Doris ¹
Maringer Franz Josef ^{5,7}
Markowetz Thomas ¹
Mittermayr-Rauch Elke ¹
Mühlberger Albert ¹
Nadschläger Erwin ¹
Powolny Roland ¹
Ringer Wolfgang ²
Sperker Sigrid ¹
Schinerl Adolf ¹
Tappler Peter ^{3,4}
Twrdik Felix ⁴
Wihlidal Heinz ⁵
Winkler Günther ¹
Zeisel Andreas ¹



Beteiligte Institutionen:

- 1 Land Oberösterreich: Umwelt- und Anlagentechnik (Bau- und Sicherheitstechnik, Umwelttechnik, Umweltüberwachung); Bildung, Jugend und Sport; Jugendwohlfahrt; Landessanitätsdirektion; Statistik
- 2 Österreichische Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit, Agrarbiologie Linz
- 3 Donauuniversität Krems, Zentrum für Bauen und Umwelt
- 4 Innenraum Mess- und Beratungsservice, Wien
- 5 ARC Seibersdorf research GmbH, Low-Level Counting Labor Arsenal, Wien
- 6 Oberösterreichischer Energiesparverband
- 7 Universität für Bodenkultur Wien, Institut für Bodenforschung
- 8 Universität Wien, Institut für Umwelthygiene

Danksagung

Das Projektteam richtet seinen herzlichen Dank für die vielfältige Unterstützung bei der Durchführung der Untersuchung an die beteiligten Personen der Kinderbetreuungseinrichtungen. Ohne deren aktive Teilnahme und tatkräftige Kooperation wäre die vorliegende Studie nicht erfolgreich zu verwirklichen gewesen.

Gesunde Luft für Oberösterreichs Kinder

Ergebnisse des Messprogramms zur Erhebung der
Innenraumlufthqualität, der akustischen Verhältnisse und
bauphysikalischer Qualitätsfaktoren in
oberösterreichischen Kinderbetreuungseinrichtungen

Zusammenfassender Endbericht

Projektkoordination:

Erwin Nadschläger, Heribert Kaineder, Cornelia Hofstädter
Land Oberösterreich
Abteilung Umwelt- und Anlagentechnik, Umwelttechnik, Linz

Wissenschaftliche Gesamtleitung:

Franz Josef Maringer
ARC Seibersdorf research GmbH, Umweltforschung
Universität für Bodenkultur Wien, Institut für Bodenforschung

Inhalt

Projektmitarbeiter:	2
Beteiligte Institutionen:	2
Danksagung	2
Zusammenfassender Endbericht	3
Projektkoordination:	3
Wissenschaftliche Gesamtleitung:	3
Inhalt	4
Vorwort	5
Kurzfassung	6
1 Motivation und Ziele	7
2 Medizinische Gesichtspunkte	9
2.1 Radon im Innenraum	9
2.2 Chemische Innenraumschadstoffe	9
2.3 Schimmel	11
3 Methoden und Durchführung	12
4 Ergebnisse	13
4.1 Fragebogenerhebung	13
4.2 Allgemeine Gebäude- und Nutzungsdaten	13
4.3 Radon	15
4.4 Chemische Innenraumlufschadstoffe	16
4.4.1 Formaldehyd und weitere Aldehyde	16
4.4.2 Flüchtige organische Verbindungen (VOC)	16
4.4.3 Pentachlorphenol (PCP), Lindan	17
4.4.4 Polychlorierte Biphenyle (PCB)	17
4.5 Geruchsbelästigungen	17
4.6 Schimmelbildung	18
4.7 Zugluft und Gebäudedichtheit	18
4.8 Akustik	18
5 Maßnahmen	20
5.1 Radon	20
5.2 Chemische Innenraumlufschadstoffe	20
5.2.1 Formaldehyd	20
5.2.2 Flüchtige organische Verbindungen (VOC)	20
5.2.3 Pentachlorphenol (PCP), Lindan	20
5.2.4 Polychlorierte Biphenyle (PCB)	20
5.3 Geruchsbelästigungen	20
5.4 Schimmelbildung	21
5.5 Zugluft und Gebäudedichtheit	21
5.6 Akustik	22
6 Resümee und Ausblick	23



Sehr geehrte Damen und Herren!

Kinder und Jugendliche verbringen fast ein Drittel ihrer Tageszeit in unseren Schulen, Kindergärten oder Kinderbetreuungseinrichtungen. Ein gesundes und behagliches Raumklima ist daher ganz besonders wichtig. Die Umweltabteilung des Landes Oberösterreich hat referatübergreifend im Einvernehmen mit der für Aufsicht und Erhaltung zuständigen Abteilung Jugendwohlfahrt im Sinne eines nachhaltigen Umweltschutzes die Innenraumsituation in den oberösterreichischen Kinderbetreuungseinrichtungen erhoben. Damit wird eine Grundlage geschaffen, um die Qualität weiter zu verbessern, da mögliche Missstände aufgedeckt und beseitigt werden können.

Ein Hauptaugenmerk wurde dem natürlichen Edelgas Radon gewidmet, das sich unter bestimmten Voraussetzungen in den Gebäuden in solchen Mengen anreichern kann, dass gesundheitliche Schäden nicht auszuschließen sind und das Lungenkrebsrisiko ansteigt. Zusätzlich wurde in der Studie auch auf andere Belastungsfaktoren geachtet. Schimmel, Luftschadstoffe, Geruchsbelästigungen und raumphysikalische Faktoren wie Zugerscheinungen, Gebäudedichtheit und akustische Verhältnisse wurden umfassend untersucht.

Die Gebäude, in denen Kinderbetreuungseinrichtungen untergebracht sind, wiesen im allgemeinen einen sehr hohen Qualitätsstandard auf und nur in Einzelfällen zeigten sich Schwachstellen. Dort wo Handlungsbedarf bestand, wurden die Verbesserungsmaßnahmen bereits umgesetzt. Die aus der Untersuchung gewonnenen Hinweise und Erfahrungen werden in zukünftigen Planungen von Neubauten oder Sanierungen einfließen.

Kinder und Jugendliche sind unsere Zukunft, die Gestaltung eines nachhaltigen zukunftsorientierten Lebensraums zu ihrem Wohle ist unsere Herausforderung. Ich danke allen, die sich dafür einsetzen, sehr herzlich und wünsche für die Zukunft weiterhin viel Erfolg!

Ihre



Dr. Ulrike Jäger
Leiterin der Abteilung
Umwelt- und Anlagentechnik

Kurzfassung

In einer Nachfolgestudie zum Projekt 'Gesunde Luft für Oberösterreichs Kinder - Messprogramm in Oberösterreichs Kindergärten' wurden im Zeitraum Oktober 2001 bis Jänner 2003 die Innenraumluftqualität, die akustischen Verhältnisse und die bauphysikalischen Qualitätsfaktoren in Oberösterreichs Kinderbetreuungseinrichtungen (KBE) erhoben und bewertet.

Von den insgesamt 80 KBE (Stand Herbst 2001) haben sich 67 durch die Rücksendung des Fragebogens am Projekt beteiligt. Das entspricht einer Rücklaufquote von ca. 84 %.

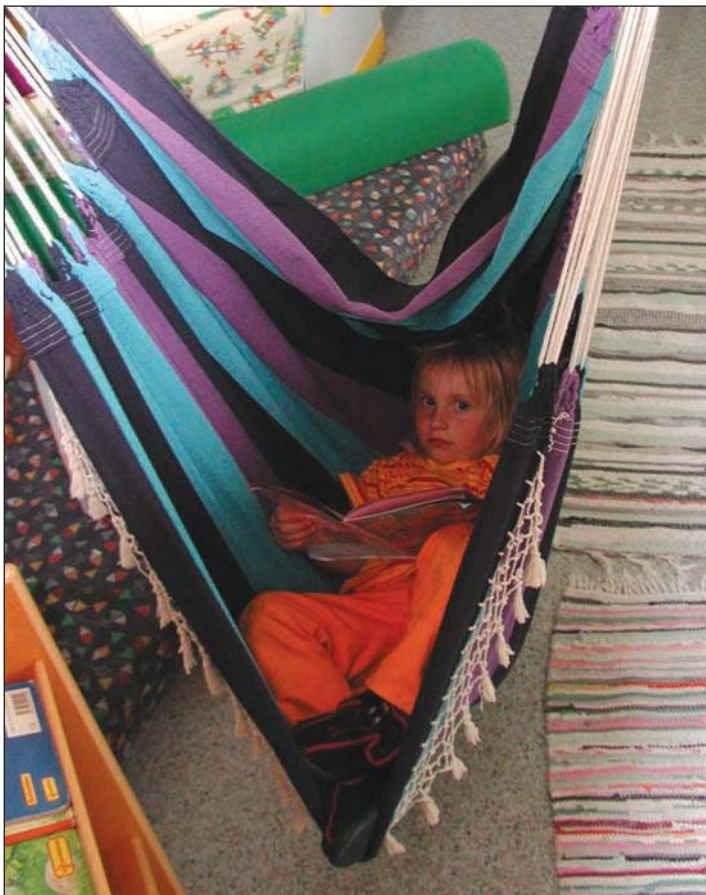
Nach Erfassung sämtlicher Erhebungsergebnisse in der Datenbank und deren Sichtung, Verknüpfung und Bewertung wurden in KBE, bei denen sich Verdachtsmomente auf erhöhte Belastungsfaktoren ergaben, Erhebungen vor Ort (Schimmelbefall) und messtechnische Bestimmungen (Radonkonzentration, Gebäudedichtheit, Innenraumluftschadstoffe, Akustik) durchgeführt.

Die Verknüpfung, Zusammenschau und Bewertung der so erhobenen Daten ergaben, dass in mehr als 95 % der teilnehmenden Kinderbetreuungseinrichtungen keine gesundheitlichen Risiken hinsichtlich erheblichem Schimmelbefall, chemischen Innenraum-schadstoffen und Radon bestehen.

Auf Basis sämtlicher Erhebungen mittels Fragebogen, Messungen und fachkundiger Begehungen werden Maßnahmen zur Behebung offensichtlich gewordener Mängel empfohlen. Darüber hinaus werden aus den Erfahrungen der Studien Empfehlungen für

Vorsorgemaßnahmen bei zukünftigen Neubauten zur Sicherung der Innenraumluftqualität, Akustik und bauphysikalischen Qualität ausgearbeitet.

Die individuellen Erhebungs- und Messdaten werden in allen Veröffentlichungen ausschließlich anonymisiert (mit einer KBE-Identifikationsnummer SID) wiedergegeben. Die jeweiligen konkreten Erhebungs- und Messwerte wurden vorab ausschließlich an die betroffenen Erhalter weitergegeben. Sämtliche Detailergebnisse der Erhebung sind im technisch-wissenschaftlichen Endbericht dokumentiert.



1 Motivation und Ziele

Im Mai 2001 wurde das Messprogramm in den oberösterreichischen Kindergärten im Rahmen des Projekts des Landes 'Gesunde Luft für Oberösterreichs Kinder - Messprogramm in Oberösterreichs Kindergärten' abgeschlossen. Die Ergebnisse wurden in einem Bericht veröffentlicht. In weiterer Folge wurde seitens des Landes Oberösterreich beschlossen, die Untersuchungen und Bewertung der Innenraumluftqualität, der akustischen Verhältnisse sowie bauphysikalischer Qualitätsfaktoren auf Oberösterreichs Kinderbetreuungseinrichtungen (KBE) sowie Pflicht-, Berufsschulen und landwirtschaftliche Fachschulen (eigene Publikation) auszuweiten.

In Industrieländern hält sich der Mensch durchschnittlich mehr als 90 % seiner Lebenszeit in Innenräumen auf, sei es im Wohnbereich, in Kinderbetreuungseinrichtungen, Kindergärten und Schulen oder am Arbeitsplatz. Daher kann qualitativ minderwertige Raumluft das Wohlbefinden vermindern oder zu einem gesundheitlichen Risiko werden. Untersuchungen zeigen, dass die Luft in geschlossenen Räumen häufig stärker mit Schadstoffen belastet ist als die Außenluft.

Zahlreiche Befindlichkeitsstörungen und Erkrankungen werden auf schlechtes Raumklima zurückgeführt. Schadstoffe in Innenräumen rücken in den Mittelpunkt des Interesses, wenn Kinder, die oft empfindlicher reagieren, betroffen sind.

Das Lüftungsverhalten der Raumnutzer ist der technologisch bedingten steigenden Dichtheit der Gebäude nicht immer ausreichend angemessen. Menschliche Aktivitäten beeinflussen nachhaltig die Innenraumluftqualität z.B. durch Stoffwechselprodukte (vor allem CO₂), die über die Atmung und die Haut abgegeben werden, ebenso durch das Reinigen der Innenräume sowie durch Hobby- und Bastelaktivitäten. Baustoffe und Materialien der Innenausstattung können zusätzliche Belastungsfaktoren darstellen.

Ein Schwerpunkt bei der Erfassung der Qualität der Innenraumluft in den oberösterreichischen Kinderbetreuungseinrichtungen stellt auf Grund der geologischen Situation des Landes das Radon dar. Radon ist ein natürliches radioaktives Gas, das vor allem aus dem Boden in Häuser eindringt. Bei chronisch erhöhter Radonexposition steigt das Lungenkrebsrisiko.

Nichtunterkellerte Gruppenräume im Untergeschoß von KBE sind durch den Kontakt des Fußbodens (und in Hanglagen zusätzlich der Wände) mit dem umgebenden Erdreich besonders radongefährdet. Daher ist die Erhebung der Radonsituation in KBE mit erdberührten Gruppenräumen in Radonrisikogebieten im Hinblick auf die gegebenenfalls notwendige bauliche Vorsorge und Sanierung von hoher Priorität für die allgemeine Gesundheitsvorsorge der Bevölkerung des Bundeslandes.

Eine umfassende und detaillierte Erhebung und Bewertung der Radonsituation in KBE bekommt im Zuge der Umsetzung der EU-Strahlenschutzrichtlinie, die die Radonproblematik an Arbeitsplätzen aus arbeitsschutzrechtlicher Sicht regelt, eine wesentliche Bedeutung hinsichtlich der in den KBE tätigen Personen.

Für die in Kinderbetreuungseinrichtungen, Kindergärten und Schulen untergebrachten Kinder gibt es keine gesetzlichen Regelungen in Bezug auf die Luftqualität. Auch für Arbeitsplätze in diesen Bereichen existieren derzeit keine gesetzlichen Grenzwerte für Schadstoffe. Im Landesbedienstetenschutzgesetz sind lediglich allgemeine Regelungen für Arbeitsräume zu finden. Für einige der Faktoren, die im Rahmen der vorliegenden Studie erfasst wurden (z.B. Radon, Lärm, VOC), existieren Richtwerte offizieller Gremien.

Daten über die Schadstoff- und Radonsituation in österreichischen KBE, Kindergärten und Schulen liegen nur in wenigen Fällen und objektbezogen vor. Vereinzelt existieren

Innenraumschadstoffdaten aus dem deutschen Bereich, dies jedoch nur hinsichtlich bestimmter Einzelstoffe. In Studien in Deutschland zeigte es sich, dass Luftschadstoffe in Kindergruppen und Schulen durch nicht ausreichende Belüftung angereichert werden. Dadurch entsteht eine vielfach höhere Belastung als im Außenbereich.

Die grundlegenden Ziele dieser Studie sind:

- Die Erfassung der Ist-Situation der Radonbelastung, der Belastung mit organisch-chemischen Innenraumlufschadstoffen und der bauphysikalischen Gegebenheiten, wie Gebäudedichtheit und Raumakustik sowie der Lärmbelastung in den Kinderbetreuungseinrichtungen Oberösterreichs unter Miterhebung sämtlicher relevanter Gebäude- und Umgebungsfaktoren.
- Die Bewertung der Erhebungsergebnisse hinsichtlich möglicher Beeinträchtigungen der Gesundheit und des Wohlbefindens der Kinder/Jugendlichen und des Personals.
- Die Erstellung eines Maßnahmenkatalogs und einer Handlungsempfehlung für die verantwortlichen Stellen zur Lösung von Einzelproblemen und zur Vorsorge bei Neubauten und hinsichtlich einer qualitätsoptimierten Nutzung von Gruppenräumen.
- Die Erstellung einer grundlegenden Datenbasis als generelle Handlungsgrundlage für planende Organe hinsichtlich Sanierung von bestehenden und Vorsorge bei neu zu errichtenden Gebäuden.
- Die Ableitung von Empfehlungen für begleitende Veranlassungen (z.B. Fortschreibung der Radonrisikokarte, Ausweitung auf ähnliche öffentliche Gebäude, wie z.B. Amtsgebäude).

2 Medizinische Gesichtspunkte

2.1 Radon im Innenraum

Radon ist die wichtigste Quelle der natürlichen Strahlenbelastung des Menschen, wobei ein wesentlich höherer Teil der Belastung Innenräumen zugeordnet werden muss als der Belastung im Freien.

Bei der Erforschung von Lungenkrebserkrankungen bei Uranbergarbeitern wurde ein Zusammenhang mit der Radonexposition im Stollen hergestellt. Die Inhalation der kurzlebigen Zerfallsprodukte des Radons führt zu einer relativ hohen Strahlenbelastung des Bronchialepithels durch Alphastrahlen. Festzuhalten ist, dass in einem Vergleich der Risikoabschätzung durch Tabakrauchen, auf das geschätzte 80-90 % aller Lungenkrebsfälle zurückgeführt werden, ein wesentlich höheres Risiko besteht als durch die natürliche Exposition durch Radon.

Da ein Zusammenhang zwischen Exposition und Tumorentstehung, modifiziert (verstärkt) durch andere Faktoren (z.B. zusätzliches Tabakrauchen) nicht grundsätzlich ausgeschlossen werden kann, ist es ein umwelthygienisches Anliegen, krebserzeugende Substanzen in der unmittelbaren Umgebung (hier Innenraum) zu reduzieren. Zudem muss die in Entwicklung stehende Lunge von Kindern als empfindlicher angesehen werden.

2.2 Chemische Innenraumschadstoffe

Formaldehyd

Formaldehyd ist in Leimen und Holzwerkstoffplatten, vor allem in Spanplatten, enthalten. Es ist ein stechend riechendes Gas mit niedrigem Geruchsschwellenwert, das akut stark schleimhautreizend auf den oberen Respirationstrakt (z.B. Nase) und die Augen wirkt. Von empfindlichen Personen wird das Gas bereits ab Konzentrationen von $0,06 \text{ mg/m}^3$ wahrgenommen.

Ab dem Konzentrationsbereich von 1 mg/m^3 sind irritative Erscheinungen (z.B. Augenreizungen) praktisch von jedem wahrnehmbar. Weitere Beschwerden betreffen Reizungen der Atemwege, sowie Stechen in Nase und Rachen. Hinsichtlich der chronischen Toxizität werden eine sensibilisierende Wirkung auf den Atemtrakt, aber ebenso auf Grund von Tierversuchen ein krebserregendes Potential diskutiert.

Flüchtige organische Verbindungen (VOC)

Flüchtige organische Verbindungen werden in Innenräumen vor allem in organischen Lösungsmitteln, Klebern, Schäumen und bestimmten Kunststoffen, sowie in diversen Haushaltschemikalien eingesetzt und von diesen Materialien auch an die Raumluft abgegeben. Materialien der Innenausstattung, Möbel sowie Bautenlacke können als Hauptquellen von VOC in Innenräumen angesehen werden. Organische Lösungsmittel für Kleber, Farben und Lacke sind dabei in der Regel Gemische aus Toluol, verschiedenen Estern, Xylolen und Alkoholen, daneben können diverse andere aliphatische und aromatische Verbindungen enthalten sein. Neben diesen Quellen existiert eine Reihe weiterer im Einzelfall nicht zu vernachlässigender Ursachen für erhöhte Belastungen. Zusätzlich gelangen VOC auch über die Außenluft in Innenräume.

Wenn keine signifikanten Quellen im Raum oder dessen Umgebung vorhanden sind, übersteigt die Konzentration einzelner VOC nur in seltenen Fällen Werte zwischen 10 und $100 \text{ } \mu\text{g/m}^3$. Für viele VOC liegt sie im Mittel unter $10 \text{ } \mu\text{g/m}^3$.

Die Gesamtkonzentration an VOC bewegt sich in Wohnungen im Mittel in der Größenordnung von einigen hundert $\mu\text{g/m}^3$.

Auswirkungen einzelner VOC auf die Gesundheit und das Wohlbefinden des Menschen umfassen ein weites Spektrum, das von sensorischen Wirkungen bereits bei niedrigen Konzentrationen bis hin zu meist erst bei höheren Konzentrationen auftretenden toxischen Langzeiteffekten reicht. Von besonderer Bedeutung ist, dass es sich bei einem Teil der für niedrigere Konzentrationen angegebenen Effekte um Sinneswahrnehmungen oder andere Wirkungen handelt, die sich der Überprüfung im Tierversuch weitgehend oder gar vollständig entziehen.

Pentachlorphenol

Pentachlorphenol war in Holzschutzmitteln enthalten, die bis in die achtziger Jahre großflächig auch im Innenraumbau angewendet wurden. Auf Grund der chemischen Eigenschaften (z.B. Persistenz, Anlagerung an Stäube) ist der Nachweis auch über längere Zeiträume nach der Anwendung möglich.

Bei Aufenthalt von Personen in Räumen, in denen PCP-haltige Mittel angewendet worden sind, wurde vereinzelt über unspezifische Beschwerden (Kopfschmerzen, Übelkeit, Atembeschwerden, Schlafstörungen, Abgeschlagenheit, sowie Reizungen von Haut und Schleimhäuten) geklagt. Da derartige unspezifische Gesundheitsbeschwerden durch sehr unterschiedliche Ursachen ausgelöst werden können, ist eine eindeutige Ursachen-erhebung für diese unspezifischen Beschwerden oft nur schwer möglich.

In Einzelfällen traten schwere Erkrankungen bei Holzschutzmittel-Anwendern auf, für die ein ursächlicher Zusammenhang mit PCP aber nicht zu beweisen, allerdings auch nicht zu widerlegen war. Hinter den häufig beschriebenen längerfristigen Krankheits-symptomen wurden unter anderem auch Verunreinigungen, v.a. des technischen PCP durch Polychlorierte Dibenzodioxine und Polychlorierte Dibenzofurane als Auslöser ver-mutet.

Einige tierexperimentelle Untersuchungen zeigen neben anderen Wirkungen eine eindeu-tige kanzerogene Wirkung von PCP, es gilt daher grundsätzlich das Minimierungsgebot. Der epidemiologische Nachweis, dass PCP auch beim Menschen bösartige Neubildungen hervorrufen kann, konnte bislang nicht erbracht werden.

Lindan

Lindan war ebenso wie PCP u.a. in Holzschutzmittel enthalten und kann über die Atemluft, die Nahrung und Hautkontakt aufgenommen werden. Aufgrund der Fettlöslichkeit verteilt es sich über das Blut in Fettgewebe und verschiedene Organe.

In hohen Dosen wirkt Lindan neurotoxisch. Die Symptomatik der akuten Toxizität für Menschen entspricht der anderer chlorierter zyklischer Kohlenwasserstoffe. Akute Vergiftungen treten nur bei unsachgemäßer Handhabung im direkten Umgang mit der Substanz auf.

Chronische Lindanvergiftungen äußern sich in einer Aktivitätssteigerung von Leberenzymen, in einer (weitgehend reversiblen) Lebervergrößerung, motorischen Störungen und einer Degeneration des Nervensystems. Bei intensivem Lindan-Kontakt wurden Knochen-marksschädigungen beobachtet, die häufig Anämien (Blutarmut) zur Folge hatten.

Polychlorierte Biphenyle PCB

Polychlorierte Biphenyle - eine aus vielen Einzelkomponenten (Kongeneren) bestehende Gruppe von unpolaren Organochlor-Verbindungen - sind in der Umwelt weit verbreitet und waren in Dichtungsmassen bei Betonfertigteilen enthalten. Schlechte Wasser-löslichkeit und hohe chemische Reaktionsträgheit sind verantwortlich für ihre Stabilität, so dass sie trotz Produktionseinschränkungen als Verunreinigungen in der Umwelt nach-gewiesen werden können.

Die akute Toxizität von PCB-Gemischen ist relativ gering. Erkennbare Effekte werden erst nach längerer Belastung sichtbar. Symptome chronischer Vergiftungen beim Menschen wurden erst bekannt, als 1968 im japanischen Yusho über 10.000 Personen versehentlich kontaminiertes Reisöl (enthielt u.a. PCB) verzehrt haben. Es traten u.a. Veränderungen der Haut und Störungen des Immunsystems auf.

Im Tierversuch wurden bei niedrigen Dosierungen und chronischer Exposition mit PCB vielfältige toxische Effekte beobachtet. Im Vordergrund stehen Wirkungen auf die Leber.

Einige epidemiologische Untersuchungen an beruflich exponierten Personen und Yusho Patienten weisen im Zusammenhang mit PCB-Exposition auf eine kanzerogene Wirkung beim Menschen hin.

Weiters wurden Zusammenhänge zwischen PCB-Belastung und Reproduktionstoxizität beobachtet. Aus epidemiologischen Studien aus den USA wurde eine höhere Bedeutung der pränatalen Belastung mit PCB abgeleitet.

2.3 Schimmel

Schimmelpilze sind ein fixer Bestandteil unserer mikrobiologischen Umgebung. Für das Wachstum von Schimmelpilzen ist ein bestimmtes Temperaturniveau, eine bestimmte Luftfeuchtigkeit und ein bestimmter Nährboden notwendig. "Schwüles Klima" fördert das Schimmelwachstum.

Bestimmte Arten können zur Vermehrung Sporen bilden, die an die Luft abgegeben und wie Staub mit der Luftbewegung weiter transportiert werden. Sporen sind immer in unserer Umgebungsluft vorhanden. Wenn sich entsprechende Vermehrungsbedingungen einstellen, kommt es zu Schimmelwachstum. Es kommt dann zu sogenannten Schimmelpilzrasen (Mycelbildung), an Stellen mit erhöhter Materialfeuchte. Als Hauptursachen für überhöhte Feuchtigkeit in Räumen sind bauliche Schwachstellen (z.B. Wärme-/Kältebrücken, Baufeuchte, aufsteigende Feuchte infolge fehlender Sperrschichten zum Erdreich) oder Mängel im Beheizungs-/Belüftungsregime (z.B. falsch verstandene Energiesparmaßnahmen) zu nennen. Beim Zusammentreffen der entsprechenden Wärme-/Feuchtigkeitskonstellation wird Wachstum von Mikroorganismen stark gefördert. Die dabei frei werdenden chemischen Substanzen verursachen den charakteristischen, modrigen Geruch. Weitere sichtbare Schäden können Bewuchs mit "Pilzrasen", Materialschäden und Verfärbungen sein.

Wirkungen auf den Menschen / gesundheitliche Auswirkungen

Mykosen sind entzündliche Erkrankungen verschiedener Organsysteme des Menschen, die insbesondere bei immungeschwächten Personen auftreten können (z.B. exogen-allergische Alveolitis).

Geruch:

Muffig-modriger Geruch in Innenräumen wird als unangenehm und störend empfunden. Unspezifische Reaktionen (Verstimmungen, Übelkeit, Schleimhautreizungen) sind daher nicht auszuschließen.

Allergie:

Bei prädisponierten Personen ist die Entwicklung von Allergien begünstigt. Bei bestehenden Allergien (insbesondere bei Atemwegsallergien) können zusätzliche Beschwerden hervorgerufen werden, da durch die Sporenbelastung der Luft Entzündungsprozesse ausgelöst werden können. Aus raumlufthygienischer Sicht ist es daher von besonderem Interesse, die Innenräume frei von Schimmelbefall zu halten und gegebenenfalls Sanierungsschritte einzuleiten.

3 Methoden und Durchführung

Im Zuge der Untersuchungen wurden jene Gebäude- und Innenraumfaktoren an oberösterreichischen Kinderbetreuungseinrichtungen erhoben, die die Innenraumsituation maßgeblich bestimmen:

Radon	Polychlorierte Biphenyle
Schimmel	Geruchsbelästigungen
Formaldehyd	Zugluft, Gebäudeundichtheiten
Flüchtige organische Verbindungen (VOC)	Akustik
Pentachlorphenol, Lindan	

Zur Erhebung der Basisdaten wurde ein Fragebogen erstellt. Dieser wurde Anfang Oktober 2001 an alle Kinderbetreuungseinrichtungen Oberösterreichs mit dem Ersuchen um Beteiligung an der Studie versandt. Nach Sichtung und Bewertung der Rückantworten im Dezember 2001 wurden nach Durchführung von Plausibilitätstests unsichere Daten vor Ort oder telefonisch überprüft, teilweise nacherhoben und korrigiert.

Anfang 2002 wurden Radondetektoren an KBE mit erdgebundenen Gruppenräumen in Radonrisikogebieten versandt. Gleichzeitig wurde mit der messtechnischen Erhebung der restlichen Innenraumparameter begonnen. Dabei wurde durch Anwendung wissenschaftlich fundierter Kriterien auf die eingetroffene Antwortmatrix eine gezielte Auswahl an detailliert weiter zu erhebenden KBE getroffen. So konnte mit einem vertretbaren zeitlichen, organisatorischen und kostenmäßigen Aufwand das bestmögliche Ergebnis erzielt werden, da die generelle messtechnische Erfassung aller potenziellen Faktoren wirtschaftlich und zweckmäßig nicht durchführbar gewesen wäre. Soweit sich Verdachtsmomente aus den Fragebogenantworten ergaben, wurden an derart ausgewählten KBE im Zeitraum Jänner 2002 bis Jänner 2003 die betroffenen Faktoren und Parameter entweder durch weitere detaillierte Vor-Ort-Erhebungen durch Fachleute und/oder durch weitere Spezialmessungen objektiviert und so weit möglich quantifiziert.

Die Ergebnisse dieser Erhebung wurden mit aktuellen wissenschaftlich-technischen und raumhygienischen Maßstäben bewertet. Darauf aufbauend werden bestehende Mängel aufgezeigt und Lösungsmöglichkeiten sowie deren Umsetzungsmöglichkeiten durch die zuständigen Stellen angeregt. Für zukünftige Kindergärten/KBE- und Schulneubauten wird eine genereller Empfehlungskatalog zur Sicherung der Innenraumqualität zusammengestellt.

4 Ergebnisse

4.1 Fragebogenerhebung

Von den insgesamt 80 Kinderbetreuungseinrichtungen in Oberösterreich (Stand Herbst 2001) haben sich 67 durch Beantwortung des Fragebogens am Projekt beteiligt.

Nach Erfassung sämtlicher Erhebungsergebnisse in der Datenbank und deren Sichtung, Verknüpfung und Bewertung wurden in KBE, bei denen die Daten Verdachtsmomente auf erhöhte Belastungsfaktoren ergaben, im Jahr 2002 Erhebungen vor Ort (Schimmelbefall) und messtechnische Bestimmungen (Radonkonzentration, Gebäudedichtheit, Innenraumluftschadstoffe, Akustik) durchgeführt.

4.2 Allgemeine Gebäude- und Nutzungsdaten

Der Fragebogen gliedert sich in folgende 9 Teile:

- Allgemeine Daten über die Kinderbetreuungseinrichtung
- Gebäudedaten
- Angaben zu den Räumen
- Heizung und Raumtemperatur
- Ausstattung der Gruppenräume
- Angaben zum Wohlbefinden/Raumklima/Feuchtigkeit
- Angaben zur Akustik und Lärm
- Angaben zur Organisation
- Ergänzende Bemerkungen

Im Teil Gebäudedaten wurde das Baujahr, das Sanierungsjahr des Gebäudes, in dem die KBE untergebracht ist, und das Jahr des letzten Zubaus erfragt. Weitere Fragen bezogen sich auf die Bauweise der Kinderbetreuungseinrichtung (Mauerwerk, Bodenaufbau, Bauweise der obersten Geschoßdecke, Anzahl der Räume, etc.).

In Abb. 1 ist einerseits der geschichtliche Verlauf der in Oberösterreich errichteten Gebäude, in denen sich jetzt Kinderbetreuungseinrichtungen befinden, und andererseits die Anzahl der davon bereits sanierten Gebäude dargestellt, d.h. z.B. zwischen 1950 und 1960 wurden 10 Gebäude errichtet und davon sind 4 bereits generalsaniert.

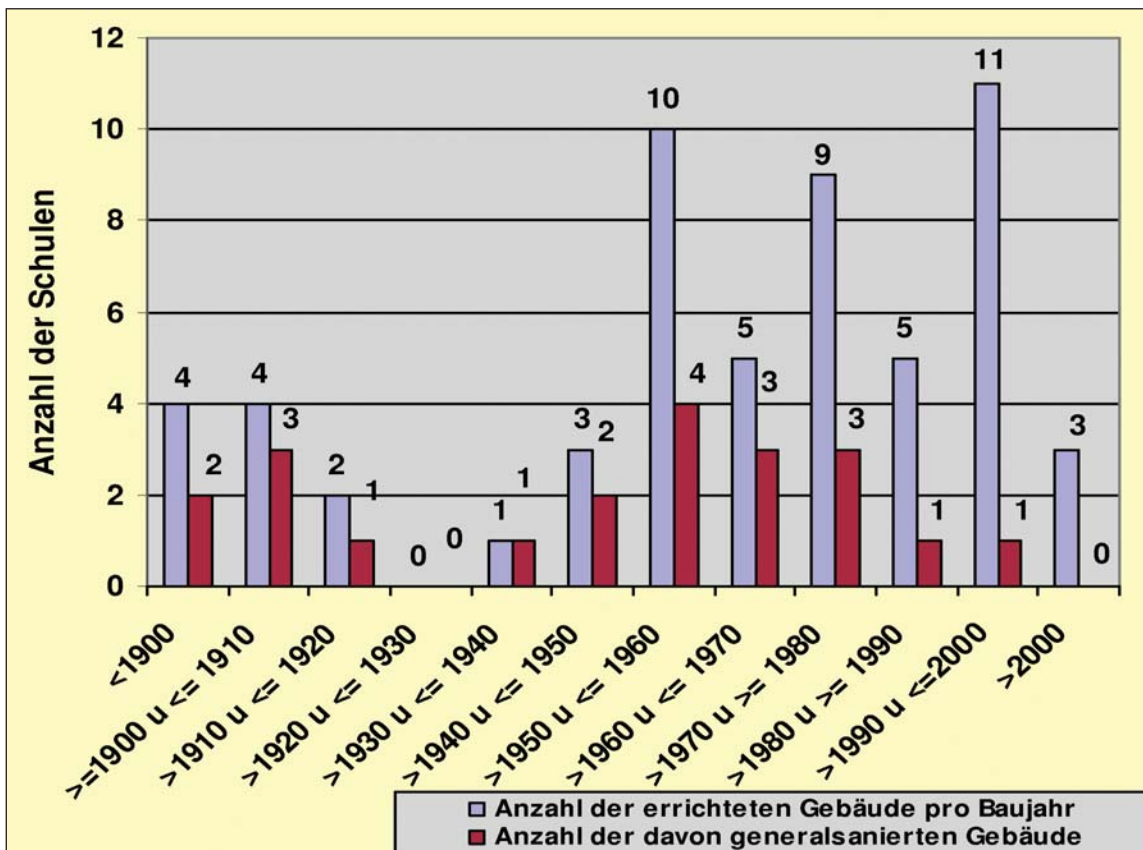


Abb. 1: Anzahl der errichteten Gebäude pro Baujahr und davon bereits sanierte

Hinsichtlich der Organisation hat sich aus den Rückantworten ergeben, dass der Hauptanteil der jährlichen Öffnungszeiten zwischen 45 und 51 Wochen liegt. Nachmittags sind in den KBE weniger Kinder anwesend als vormittags (Abb. 2). Insgesamt werden in den 67 beteiligten KBE rund 1450 Kinder am Vormittag und etwa 800 Kinder am Nachmittag versorgt. Am Vormittag betreut eine Betreuerin durchschnittlich 5,5 Kinder und am Nachmittag 4,4 Kinder.

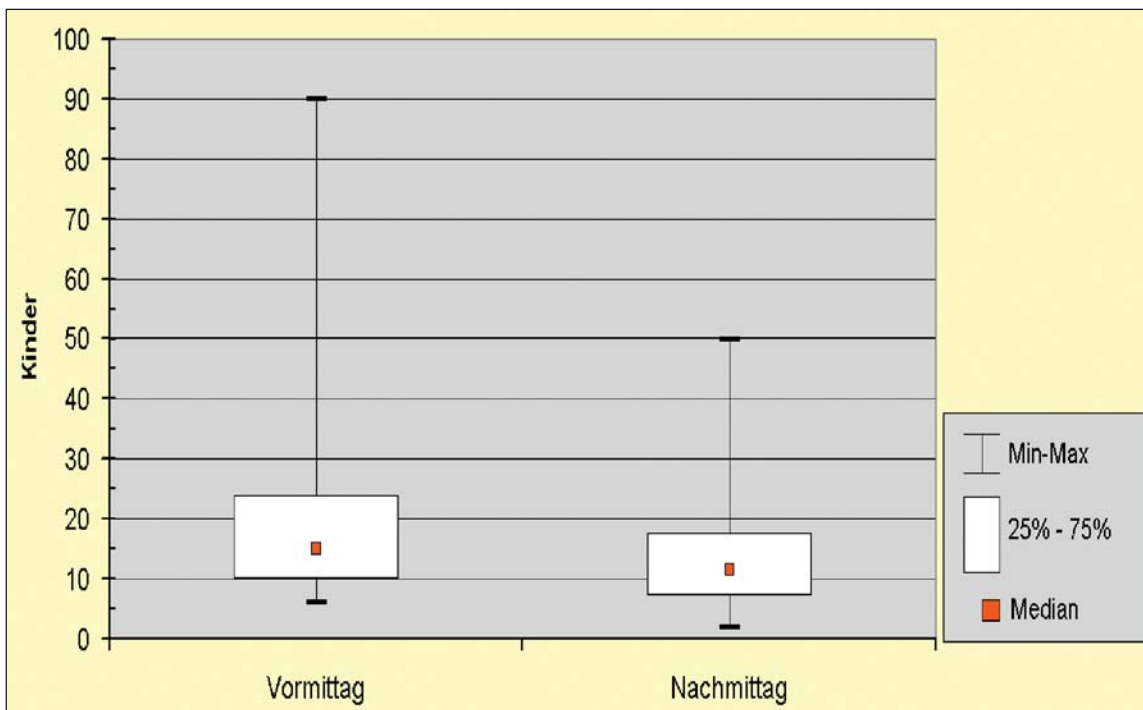


Abb. 2: Anzahl der Kinder am Vor- und Nachmittag

50% der Einrichtungen haben etwa bis 16:30 Uhr geöffnet und 7 Kinderbetreuungseinrichtungen schließen zwischen 12:15 und 12:30. 23 Kinderbetreuungseinrichtungen öffnen um 6:30 Uhr und eine Einrichtung in Oberösterreich hat bis 20:00 Uhr geöffnet.

4.3 Radon

Aufbauend auf den Erfahrungen der Radonerhebung in den öö. Kindergärten, wurde entschieden, eine messtechnische Teilerhebung der Radonsituation in öö. Kinderbetreuungseinrichtungen durchzuführen. Es sollten dabei jene KBE untersucht werden, die über erdgebundene Gruppenräume verfügen und in einer Gemeinde oder Nachbargemeinde eines Radonrisikogebietes entsprechend der öö. Radonrisikokarte liegen.

Von den 40 an der Untersuchung teilnehmenden KBE mit erdgebundenen Gruppenräumen liegen 16 KBE in Gemeinden, die als Radonrisikogebiet ausgewiesen sind und 7 KBE in Nachbargemeinden von Radonrisikogebieten (ohne Linz). Das sind zusammen 23 KBE (Tabelle 1), in denen Radonmessungen vorgesehen waren.

Auswahlkriterien für Radon:			
Kinderbetreuungseinrichtungen:	KBE:	Gruppen- räume erdgebunden	Gruppen- und Sonderräume erdgebunden:
ganz OÖ.	67	40	41
Radonrisikogebiet:	18	14	16
Nachbargemeinden vom Radonrisikogebiet:	31	15	15
Nachbargemeinden vom Radonrisikogebiet ohne Linz:	11	7	7

Tabelle 1: Auswahlkriterien für Radonmessungen in den teilnehmenden Kinderbetreuungseinrichtungen

Zwei der 23 vorgesehenen Radonmessungen wurden storniert, da diese KBE bereits im Kindergartenprojekt 2001 untersucht wurden.

In drei der 21 messtechnisch untersuchten Kinderbetreuungseinrichtungen mit erdberührten Gruppenräumen in Radonrisikogebieten und Nachbargemeinden wurden geringfügig erhöhte Radon-222-Beurteilungswerte festgestellt (Abb. 3).

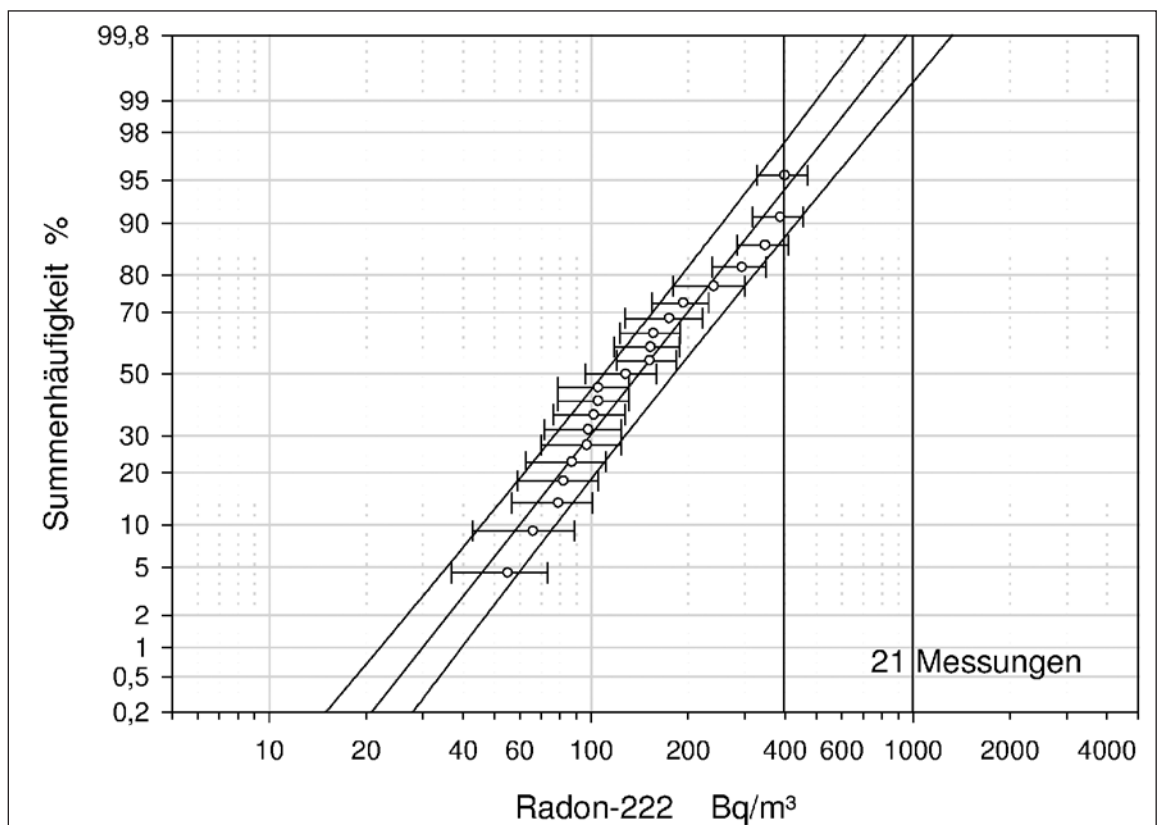


Abb. 3: Summenhäufigkeitsverteilung (log-Normal-Verteilungs-Skalierung; Messpunkte mit Messunsicherheitsbalken) der Radonmesswerte in den untersuchten KBE der Radonrisikogebiete und Nachbargemeinden der Radonrisikogebiete; Messzeitraum Jänner bis Mai (bzw. Sept. bis Dez. 2002)

4.4 Chemische Innenraumlufschadstoffe

4.4.1 Formaldehyd und weitere Aldehyde

Es wurden auf Grund der Auswertung der Fragebögen in 5 Objekten in je einem Raum die Raumluf auf Aldehyde untersucht. Die Palette der Aldehyde umfasste auch die Substanz Formaldehyd, die unter den untersuchten Aldehyden die größte Bedeutung für den Menschen besitzt. Es wurden Kinderbetreuungseinrichtungen ausgewählt, deren Baujahr zwischen 1965 und 1985 liegt und in denen laut Fragebogen in mindestens drei Räumen Spanplatten vorhanden sind. Die Messwerte und korrigierten Messwerte für Formaldehyd sind in Abb. 4 dargestellt.

In einem der untersuchten Räume lag der Messwert für Formaldehyd in der Raumluf über dem WHO-Richtwert von $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Es ist allerdings anzumerken, dass dieser Wert bei hohen Raumtemperaturen und geschlossenen Fenstern im Sommer ermittelt wurde. Bei rechnerischer Umlegung auf $23 \text{ }^\circ\text{C}$ und 45% rel. Luftfeuchte ist der genannte WHO-Richtwert nicht mehr überschritten. Die Konzentration aller anderen untersuchten Aldehyde lag in sämtlichen Räumen im unauffälligen Bereich.

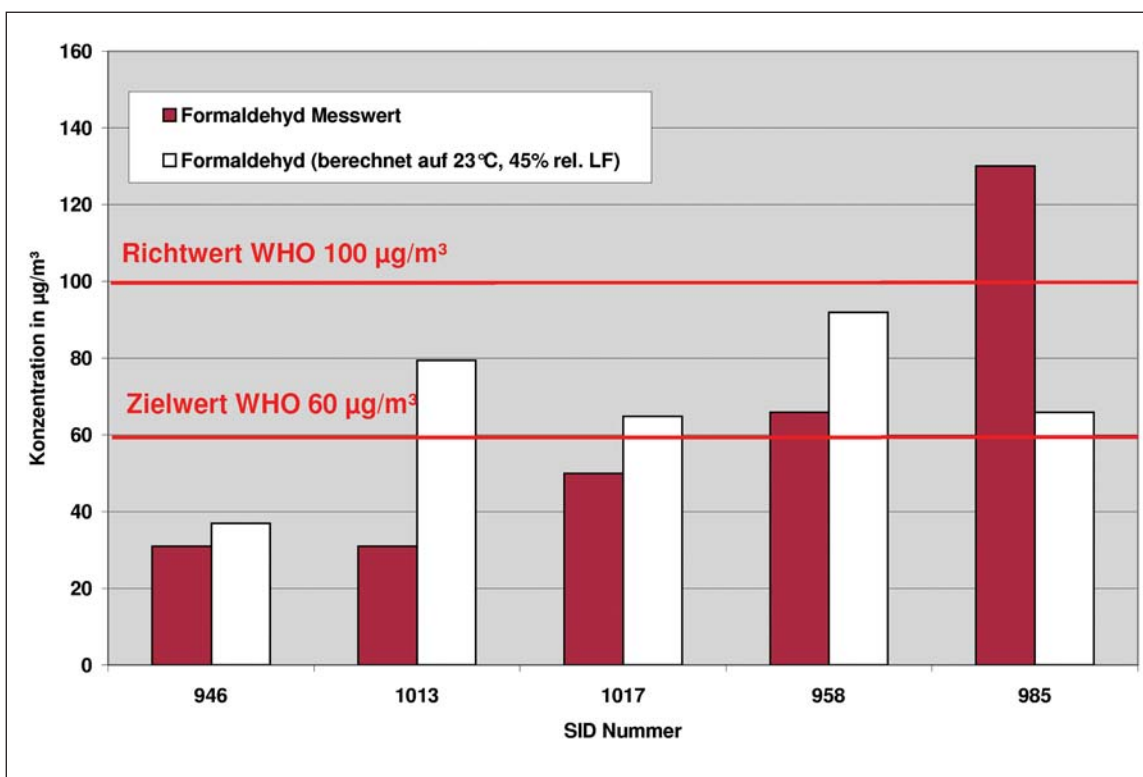


Abb. 4: Formaldehydkonzentration der Raumluf

4.4.2 Flüchtige organische Verbindungen (VOC)

Auf Basis der Auswertung der Fragebögen wurden in insgesamt sieben Kinderbetreuungseinrichtungen in je einem dauernd benutzten Raum die Luft auf flüchtige organische Verbindungen (VOC) untersucht. Es wurden einerseits Objekte zur Untersuchung ausgewählt, in denen es vor kurzem Bau- oder Sanierungstätigkeiten gab, andererseits solche, bei denen Geruchsprobleme auftraten, die auf VOC hinweisen könnten. Ein weiteres Auswahlkriterium waren die Angaben "dichte und sehr dichte Fenster". Die Messwerte für die Summe aller VOC sind in Abb. 5 dargestellt. In keinem der untersuchten Räume zeigten sich erhöhte Gesamtkonzentrationen an VOC, drei der Räume lagen im hygienischen Vorsorgebereich von unter $300 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

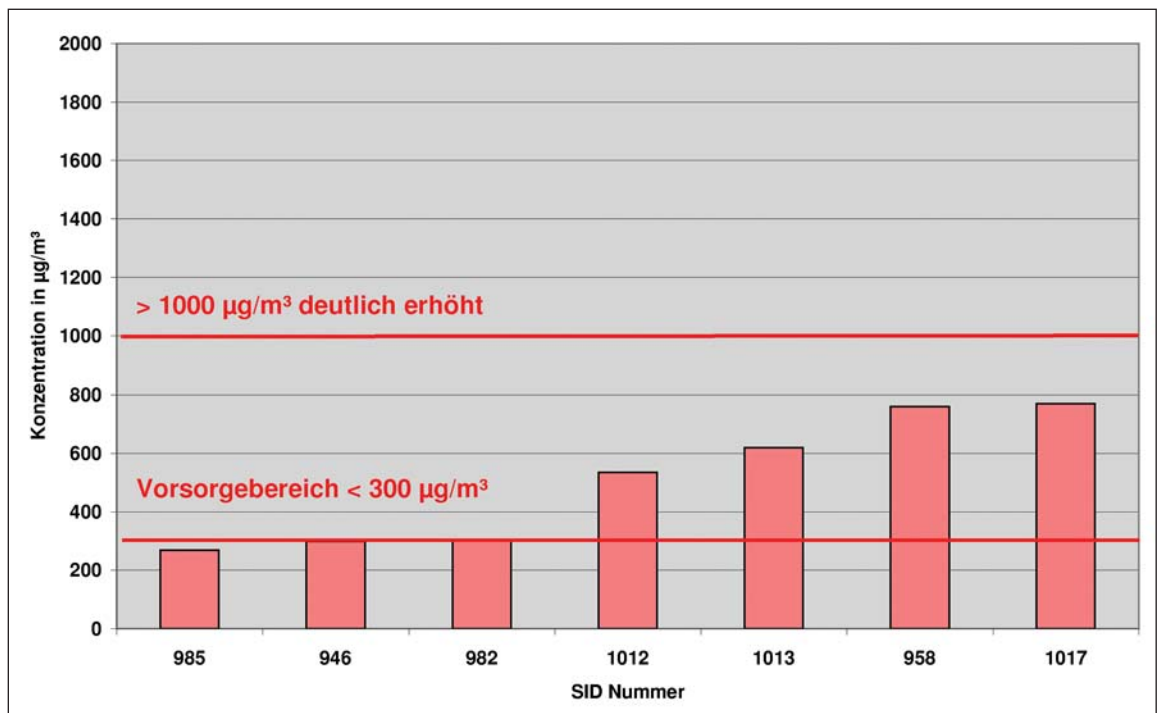


Abb. 5: Konzentration an flüchtigen organischen Verbindungen in der Raumluft

4.4.3 Pentachlorphenol (PCP), Lindan

Nach der Auswertung der Fragebögen wurde in zwei Kinderbetreuungseinrichtungen die Raumluft auf Pentachlorphenol und Lindan untersucht. Auswahlkriterien für die Objekte waren Baujahre bis 1985 (Holzschutzmittel enthielten noch bis etwa 1985 vereinzelt PCP) und das Vorhandensein von größeren behandelten Holzflächen. In diesen untersuchten Räumen lag die Raumluftkonzentration an PCP und Lindan in einem unauffälligen Bereich.

4.4.4 Polychlorierte Biphenyle (PCB)

Es wurde in zwei Kinderbetreuungseinrichtungen die Raumluft auf polychlorierte Biphenyle (PCB) untersucht. Auswahlkriterien für die Objekte waren Baujahre im Zeitraum 1955 - 1983 und Fertigteilbauweise (Fugenmassen für Betonfertigteilelemente enthielten etwa zwischen 1955 und den frühen 1980-er Jahren PCBs). Die Beurteilungswerte lagen in den beiden Objekten in einem unauffälligen Bereich.

4.5 Geruchsbelästigungen

Im Fragebogen wurde abgefragt, ob es in der Kinderbetreuungseinrichtung Geruchsbelästigungen gibt. Weiters wurde abgefragt, welcher Art diese Gerüche einzustufen sind (chemisch, stechend, süßlich, abgestanden, muffig, feucht, stickig oder schimmelig).

Keine Kinderbetreuungseinrichtung hat erhebliche, drei haben geringfügige und 64 keine Geruchsbelästigungen angegeben (Mehrfachnennungen waren möglich).

Die drei Kinderbetreuungseinrichtungen, die geringfügige Geruchsbelästigungen angegeben haben, wurden telefonisch kontaktiert. Dabei stellte sich heraus, dass in zwei Kinderbetreuungseinrichtungen in zumindest einem Raum feuchte Stellen bzw. Schimmelbildungen auftreten. Diese Stellen wurden jedoch immer saniert, d.h. der Putz wird regelmäßig erneuert, sodass die Geruchsbelästigungen reduziert werden können.

In der dritten Kinderbetreuungseinrichtung mit geringfügiger Geruchsbelästigung ist der stickige Geruch auf fehlende Belüftungsmöglichkeit zurückzuführen.

4.6 Schimmelbildung

Im Fragebogen wurde angegeben, dass in keiner Kinderbetreuungseinrichtung "erhebliche Schimmelbildung" und in fünf Kinderbetreuungseinrichtungen "geringfügige Schimmelbildung" auftraten. Eine Kinderbetreuungseinrichtung hat keine Angaben über die Schimmelbildung gemacht.

Bei den weiteren Erhebungen (Begehungen und telefonische Kontaktaufnahmen) stellte sich heraus, dass bei zwei Kinderbetreuungseinrichtungen die Angaben zur Schimmelbildung missverstanden wurden und daher keine Schimmelbildung auftritt. Bei den verbleibenden Kinderbetreuungseinrichtung konnte die als geringfügig angegebene Schimmelbildung bestätigt werden. Als Ursachen wurden einerseits das Benutzerverhalten und andererseits aufsteigende Feuchtigkeit festgestellt.

4.7 Zugluft und Gebäudedichtheit

Keine Kinderbetreuungseinrichtung gab "erhebliche", 14 gaben "geringfügige" Zuglufterscheinungen an.

In drei Kinderbetreuungseinrichtungen mit der Angabe "geringfügige" Zugerscheinungen und "dicht" und "sehr dicht" schließende Fenster wurden Luftdichtheitsmessungen in je einem Gruppenraum vorgenommen.

Bei einem Gruppenraum wurde ein extrem schlechter Luftwechsel (n_{50} -Wert) von 19 h^{-1} gemessen. In diesem speziellen Fall ist der Raum in einem erdgeschoßigen Anbau untergebracht, der als oberste Geschoßdecke eine sehr luftundichte Holzkonstruktion aufweist. Auch die Fenster sind bei diesem Objekt sehr schlecht und undicht.

Aus der früheren Untersuchung im Bereich der Kindergärten ist bekannt, dass Gruppenräume einen n_{50} -Wert von unter 1 h^{-1} aufweisen können. Die Gruppenräume der Kinderbetreuungseinrichtungen können grundsätzlich ähnlich wie jene der Kindergärten behandelt werden.

4.8 Akustik

Im Fragebogen wurde unter der Rubrik "Akustik der Räume" zunächst eine subjektive Beurteilung der Raumakustik durch die Kinderbetreuerinnen vorgenommen. Für die Beurteilung der Sprachverständlichkeit wurde als Beurteilungshilfe das Schulnotensystem mit folgenden Kriterien angeboten: Lärmdämpfung, Sprachverständlichkeit sehr gut mit Note 1, bis sehr hallend und sehr schlechte Akustik mit Note 5. Um die Akustik unterschiedlicher Räume beurteilen zu können, waren Mehrfachnennungen möglich. Ein weiteres Unterscheidungskriterium der Räume war die Ausstattung mit einer Akustikdecke.

In Tabelle 2 sind die Antworten der KBE zur Frage der Raumakustik zusammengestellt. Daraus ist ersichtlich, dass nur wenige Räume mit schlecht oder sehr schlecht beurteilt wurden.

Raum	Raumakustik					Akustikdecke vorhanden
	1 sehr gut	2	3	4	5 sehr schlecht	
Gruppenräume und Schlafräume	22	25	14	1	2	9
Gänge	19	19	9	3	3	6
Bewegungsräume	11	18	6	1	3	8

Tabelle 2: Zusammenstellung der Antworten zum Thema Raumakustik

Nach Auswertung aller Fragebögen wurden drei Kinderbetreuungseinrichtungen für Raumakustikmessungen ausgewählt.

Der optimale Bereich für die Nachhallzeit wurde bei zwei der drei untersuchten Kinderbetreuungseinrichtungen über den gesamten Frequenzbereich eingehalten. Dies lässt sich durch eine günstige Wahl der Einrichtungsgegenstände erklären, die den Schall sehr gut absorbieren. In zwei weiteren Gruppenräumen wurde der optimale Bereich für die Nachhallzeit geringfügig überschritten. Eine schallabsorbierende Ausführung der Deckenuntersicht in den Gruppenräumen ist sinnvoll, da sich dadurch die Nachhallzeit verkürzt und sich die diffusen Schallanteile der Sprache verringern. Die niedrigeren Störgeräusche animieren auch zu einem ruhigeren Verhalten. Auch für integrierte hörgeschädigte Kinder empfehlen sich solche Maßnahmen. Die Auswertung der Sprachverständlichkeit (Deutlichkeitsmaß) ergab, dass eine gute bis sehr gute Verständlichkeit in den Gruppenräumen gegeben war.

Die Ergebnisse der Messungen in den ausgewählten KBE lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- Die Raumakustik, speziell die Nachhallzeit, entspricht in den gemessenen Raumkategorien unter Berücksichtigung der Kinder und der Einrichtungsgegenstände größtenteils den Anforderungen.
- Die Nachhallzeit war in einem Bewegungsraum über den gesamten Frequenzbereich sehr lange (sehr schlecht, sehr hallend). Dieser Umstand sollte bei einer Sanierung unbedingt Beachtung finden.

5 Maßnahmen

5.1 Radon

In den drei Kinderbetreuungseinrichtungen mit Radon-222-Beurteilungswerten knapp oberhalb 400 Bq/m³ sollte durch entsprechende Änderung des Nutzungskonzepts für die betroffenen erdgebundenen Räume oder durch die Ausführung eines Lüftungsplanes die Radonsituation für die betroffenen Personen verbessert werden. Bei zukünftigen allgemeinen baulichen Sanierungsmaßnahmen in den betroffenen Kinderbetreuungseinrichtungen sollte der Radonsanierungsgesichtspunkt miteinbezogen werden.

5.2 Chemische Innenraumlufschadstoffe

5.2.1 Formaldehyd

Da in keinem der untersuchten Objekte erhöhte Werte gemessen wurden, sind keine speziellen Maßnahmen erforderlich. In Hinblick auf die hohe Empfindlichkeit mancher Menschen gegenüber Formaldehyd empfiehlt es sich jedoch, bei Neubau und Renovierung auf möglichst formaldehydarme bzw. formaldehydfreie Materialien zurückzugreifen. Bei der Beschichtung von Holzfußböden dürfen, wie auch die Lösungsmittelverordnung vorschreibt, keine stark lösungsmittelhaltigen Lacke vom Typ "Säurehärter" eingesetzt werden, die erfahrungsgemäß in der ersten Zeit nach Beschichtung in hohem Ausmaß Formaldehyd an die Raumluft abgeben.

5.2.2 Flüchtige organische Verbindungen (VOC)

Da in keinem der untersuchten Objekte erhöhte Werte gemessen wurden, sind keine speziellen Maßnahmen erforderlich. Im Sinne eines vorbeugenden Gesundheitsschutzes wird empfohlen, die Verwendung lösungsmittelhaltiger Produkte bei Bau und Renovierung von Kinderbetreuungseinrichtungen nach Möglichkeit einzuschränken. Bei der Auswahl von Oberflächenbeschichtungen, Klebern und Bautenanstrichen wäre auf lösungsmittelarme, wasserverdünnbare Produkte zurückzugreifen und dies auch in der Ausschreibung zu berücksichtigen.

Als starke Quelle von VOC sind auch synthetische Lösungsmittel enthaltende Holzfußbodenbeschichtungen (Versiegelungen) zu betrachten, deren Anwendung laut Lösungsmittelverordnung auch für Professionisten verboten ist. Es wird empfohlen, lösungsmittelarme Rezepturen (Kunstharze oder Naturharze) einzusetzen.

5.2.3 Pentachlorphenol (PCP), Lindan

Da in keinem der untersuchten Objekte erhöhte Werte gemessen wurden, sind keine speziellen Maßnahmen erforderlich. Im Sinne eines vorbeugenden Gesundheitsschutzes wird jedoch empfohlen, bei zukünftigen Kinderbetreuungseinrichtungen in Gebäuden (bis Baujahr 1985), in denen großflächige Holzverkleidungen vorhanden sind, eine eventuelle Verunreinigung mit PCP in Erwägung zu ziehen und eine Messung der Schadstoffkonzentration zu veranlassen.

5.2.4 Polychlorierte Biphenyle (PCB)

Da in keinem der untersuchten Objekte erhöhte Werte gemessen wurden, sind keine Maßnahmen erforderlich.

5.3 Geruchsbelästigungen

Zur Vermeidung allfälliger Geruchsbelästigungen wird vor allem die Trocknung von feuchten Stellen (Mauer, Boden, Decke) - gegebenenfalls durch bautechnische Sanierungsmaßnahmen - empfohlen. Weiters ist auf ausreichende Lüftungsmöglichkeiten besonders auch in Raumbereichen mit wenig Luftströmungen ('tote Winkel') zu achten.

5.4 Schimmelbildung

In zwei Fällen ist eine bautechnische Sanierung durch eine "Trockenlegung der Mauern" und anschließende Entfeuchtung notwendig. In den anderen Kinderbetreuungseinrichtungen kommt dem Nutzerverhalten besondere Bedeutung zu.

Bei ungenügender Entlüftung der Räume steigern sich die nutzungsbedingten Feuchtigkeitsabgaben zu erheblichen Wassermengen, sodass die normale Belastbarkeit der Räume sehr bald überschritten wird, insbesondere dann, wenn der Wärmeschutz der Außenbauteile mangelhaft ausgeführt wurde.

Grundsätzlich kann durch bewusstes, umsichtiges Verhalten der Benutzer die Schimmelbildung minimiert werden. An erster Stelle steht dabei die ausreichende, richtige Belüftung der Räume, wodurch die Feuchtigkeit abtransportiert wird. Das heißt im Einzelnen:

- Die Belüftung der Gruppenräume und anderer Aufenthaltsräume sollte mindestens drei- bis viermal täglich vorgenommen werden.
- Die am weitesten verbreitete Lüftungsart, gekippte Fenster, führt zu größeren Energieverlusten als bei der Quer- und Stoßlüftung. Die Auskühlung der Räume und Inneneinrichtungen erhöht außerdem die Wahrscheinlichkeit der Feuchtigkeitsbildung durch Kondensation. Zur Dauerlüftung ist diese Kippstellung nur von Mai bis September geeignet.
- Soll die Raumluft energiesparend in kurzer Zeit komplett ausgetauscht werden, ist die geeignetste Lüftungsmethode die Querlüftung. Im Raum muss ein Durchzug möglich sein. Bei weit geöffneten Fenstern und Türen gegenüberliegender Räume zieht eine kräftige Luftbewegung auch Luftpolster aus Nischen und Ecken ab. Falls eine Querlüftung nicht möglich ist, sollte die Feuchtigkeit bei voll geöffneten Fenstern (Stoßlüftung) in kurzer Zeit weggelüftet werden.
- Die Dauer der Belüftung richtet sich nach der Außentemperatur. Der Belüftungsvorgang sollte mindestens 5 bis 15 Minuten andauern. Es sollte als Faustregel zumindest solange gelüftet werden, bis sich keine Feuchtigkeit mehr an den Scheiben der geöffneten Fenstern niederschlägt.
- Möbelstücke sollten nicht direkt an der Außenwand stehen (Hinterlüftung).

5.5 Zugluft und Gebäudedichtheit

Die schlechteren Luftdichtheits-Messergebnisse betreffen durchwegs Räume in denen alte, schadhafte Fenster eingebaut sind. Daher wird in derartigen Fällen die Sanierung bzw. wenn möglich der Austausch gegen moderne, dichtschießende Fenster empfohlen.

Zusammenfassend beurteilt sind bei Gruppenräumen mit einem Luftwechsel (n_{50} -Wert) über 3 h^{-1} jedenfalls Sanierungsmaßnahmen anzustreben. Besonders bei jener Kinderbetreuungseinrichtung mit einem Luftwechsel von 19 h^{-1} ist vor allem aus energetischen Gründen, aber nicht zuletzt auch aus Gründen der Behaglichkeit, eine Sanierung dringend erforderlich.

Bei Neubauten wird empfohlen, zur Qualitätskontrolle Luftdichtheitsmessungen durchführen zu lassen. Konstruktionen müssen zweifach gegen Luftundichtheiten geschützt werden. An der Außenseite ist eine diffusionsoffene Winddichtung erforderlich; an der Raumseite sollte eine Luftdichtung (Dampfbremse bzw. Dampfsperre) vollflächig luftdicht ausgeführt werden. Auch bei Anschlüssen und Übergängen ist auf eine optimale Luftdichtheit zu achten.

5.6 Akustik

Gruppenräume

Eine Absenkung der Nachhallzeit in den Gruppenräumen kann in vielen Fällen schon durch einfache Maßnahmen erreicht werden. Hierzu gehören z.B. das Anbringen von schweren Vorhängen aus schwerbrennbarem und schwachqualmendem Material und großflächigen Pinnwänden (z.B. mit Stoff überzogene Weichfaserplatten). Durch die Rechteckform vieler Gruppenräume könnte es zu sogenannten Flatterechos kommen. Diese können ebenfalls durch die oben erwähnten Maßnahmen unterbunden werden.

Bewegungsräume sollten raumakustisch so gestaltet sein, dass der Lärm in erträglichen Grenzen gehalten wird. In vielen Fällen wird aber eine raumakustische Sanierung durch die Installation von schallabsorbierenden Wand- und/oder Deckenverkleidungen erforderlich sein. Solche Verkleidungen bewirken eine Verringerung der Nachhallzeit, eine bessere Sprachverständlichkeit und eine Verringerung des Grundgeräuschpegels. Sämtliche Verkleidungen in Bewegungsräumen sollten bei textilen Verkleidungen aus schwerbrennbarem (Brennbarkeitsklasse B 1) und schwachqualmendem (Qualmbildungsklasse Q 1) Material sein.

Schlafräume

Schlafräume sollen vorrangig gegen Außenlärm (Straßen-, Flug- oder Bahnverkehr) geschützt sein. Um auftretende Schallpegel so gering wie möglich zu halten, sollte die Gestaltung der Schlafräume wie im Gruppenraum erfolgen.

Gänge / Foyers

Lange Nachhallzeiten am Gang oder im Foyer bewirken, dass der Aufenthalt keiner Erholung dienen kann, da sich bedingt durch die schallharten Begrenzungsflächen der Schallpegel noch zusätzlich erhöht. Da in Gängen und Foyers die raumakustische Ausstattung vor allem der Lärminderung dient, sind die Anforderungen an die schallabsorbierende Ausstattung als Minimalwerte anzusehen. Eine höhere Absorption ist durchaus zweckmäßig und nur durch die technischen und wirtschaftlichen Möglichkeiten begrenzt.

6 Resümee und Ausblick

Da sich die Menschen in unseren Breiten einen Großteil ihres Lebens in Innenräumen aufhalten, sind Faktoren, die die Gesundheit und das Wohlbefinden beeinträchtigen können, ein besonderes Augenmerk zu schenken. Ein herausragendes Schutzbedürfnis haben dabei Kinder und Jugendliche.

Die Verknüpfung, Zusammenschau und Bewertung aller erhobenen Daten ergaben, dass in mehr als 95 % der teilnehmenden Kinderbetreuungseinrichtungen keine gesundheitlichen Risiken hinsichtlich erheblichem Schimmelbefall, chemischen Innenraum-schadstoffen und Radon bestehen. Mit den durchgeführten Erhebungen konnte gezeigt werden, dass im Hinblick auf die Innenraumsituation lediglich ein Vorsorgebedarf für Planer zukünftig zu errichtender Kinderbetreuungseinrichtungen besteht, da die derzeitige Ist-Situation nahezu mängelfrei ist.

Die Untersuchung bestätigt, dass durch die Nutzung erdberührter Räume in Verbindung mit der geologischen Situation Oberösterreichs in Einzelfällen mit erhöhten Radon-Aktivitätskonzentrationen zu rechnen ist. Obwohl der überwiegende Teil der untersuchten Kinderbetreuungseinrichtungen in dieser Hinsicht problemfrei ist, wurden im Zuge dieser Erhebung einige gefunden, die einer Anpassung des Lüftungsverhaltens bedürfen.

Die Ergebnisse dieser und gleicher Untersuchungen in Kindergärten und Schulen zeigen einmal mehr, dass gerade in gemeinschaftlich genutzten Innenräumen die regelmäßige Zufuhr von Frischluft wesentlich zum Wohlbefinden, zur Erhaltung der Leistungs- und Konzentrationsfähigkeit sowie zur Gesundheitsvorsorge beiträgt. Regelmäßiges Lüften stellt die Schadstoffreduktion, die CO₂-Abfuhr und die Sauerstoffzufuhr sicher. Zur Reduktion des Wärmeenergieverbrauchs sollte im Winterhalbjahr der Quer- und Stoßlüftung gegenüber der Dauerlüftung (gekipptes Fenster) der Vorzug gegeben werden.

Generell nicht zu vernachlässigen im Hinblick auf das Wohlbefinden ist auch die Frage der akustischen Situation. Unzureichende Lärmdämpfung und Nachhalleffekte (z.B. Flatterechos) können zu gesundheitlichen Beeinträchtigungen und psychosomatischen Auswirkungen führen. Gerade diese bauphysikalischen Mängel können bei zukünftigen Bauten durch sachgemäße Planung vermieden werden.

Aus der Erhebung des Ist-Zustandes der Innenraumsituation in Kinderbetreuungseinrichtungen, Kindergärten und Schulen wurden nicht nur den einzelnen konkret betroffenen Einrichtungen kurz- und mittelfristigen Sanierungsschritte empfohlen, sondern darüber hinaus auch zusammenfassende Empfehlungen für Planer und Nutzer zur Vermeidung von Innenraum-Belastungen in Schulen und Kindergärten zusammengestellt (www.ooe.gv.at/Umwelt/). Damit tragen die Untersuchungen der vergangenen Jahre wesentlich dazu bei, dass zukünftig bei der Gestaltung, Ausstattung und Nutzung von Kinderbetreuungseinrichtungen, Kindergärten und Schulen optimale Vorsorge-maßnahmen ergriffen werden können.



Impressum:

Land Oberösterreich

Umwelt- und Anlagentechnik

Aufgabenbereich Umwelttechnik

Leitung: Dipl.-Ing. Erwin Nadschläger

4020 Linz, Stockhofstr. 40

Tel.: 0732 / 7720 - 14543, Fax: - 14520

e-Mail: u-ut.post@ooe.gv.at

Besuchen Sie auch unsere Homepage unter:

<http://www.ooe.gv.at/umwelt>

Layout: Manfred Frosch