

Gesunde Luft für Oberösterreichs Kinder

Ergebnisse des Messprogramms zur Erhebung
der Innenraumluftqualität und Belastungsfaktoren
in oberösterreichischen Kindergärten

Zusammenfassender Endbericht

Projektkoordination:

Land Oberösterreich
Lärm- und Strahlenschutz, Linz

Wissenschaftliche Gesamtleitung:

Austrian Research Centers, Seibersdorf,
Low-Level-Counting-Labor Arsenal, Wien

Mai 2001

Inhalt

Projektteam	2
Danksagung	2
Beteiligte Institutionen	2
Vorwort	5
Kurzfassung	6
1. Motivation und Ziel	8
2. Methoden und Durchführung	10
3. Ergebnisse	11
3.1. Allgemeine Gebäude- und Nutzungsdaten	11
3.2. Radon	13
3.3. Chemische Innenraumluftschadstoffe	14
3.3.1. Formaldehyd	14
3.3.2. Flüchtige Kohlenwasserstoffe	14
3.3.3. Pentachlorphenol (PCP)	15
3.4. Schimmelbildung	15
3.5. Zugluft, Gebäudeundichtheiten	17
3.6. Akustik	19
4. Maßnahmen	21
4.1. Radon	21
4.1.1. Radon - Phase 1	21
4.1.2. Radon - Phase 2	23
4.1.3. Bauliche Maßnahmen	23
4.2. Formaldehyd	24
4.3. Flüchtige Kohlenwasserstoffe (VOC)	24
4.4. Pentachlorphenol (PCP)	25
4.5. Schimmel	26
4.6. Zugluft, Gebäudeundichtheiten	28
4.7. Akustik	29
5. Resumee und Ausblick	30
Impressum	31



Sehr geehrte Damen und Herren!

Unsere Zukunft sind die Kinder. Es muss uns daher ein Anliegen sein, für Gesundheit und das Wohlbefinden unserer Kleinsten Sorge zu tragen. Gerade wegen der besonderen Schutzbedürftigkeit der Kinder haben wir uns entschlossen, die Innenraumsituation in allen öö. Kindergärten zu erheben. Damit soll erreicht werden, dass die Qualität noch erhöht, aber auch mögliche Missstände aufgedeckt und beseitigt werden können. Vorsorgend können Verbesserungen bei der Neuerrichtung oder Sanierung berücksichtigt werden.

Ein umfassender nachhaltiger Umweltschutz baut auf grundlegenden Untersuchungen auf. Die Ergebnisse der von uns im Umwelt- und Kindergartenreferat in diesem Sinn in Auftrag gegebenen Studie "Gesunde Luft für Oberösterreichs Kinder" können diesen Erfordernissen zukunftsorientiert Rechnung tragen. Einen Schwerpunkt bei der Erfassung der Wohnqualität stellt aufgrund der geologischen Situation des Landes das Radon dar. Dieses aus dem Boden in die Häuser eindringende Gas kann das Lungenkrebsrisiko erhöhen. Zusätzlich wurde in diesem Projekt auch auf andere Belastungsfaktoren geachtet. Insbesondere auf Schimmelbefall, organisch-chemische Innenraumluftschadstoffe und auch auf physikalische Parameter, wie Zugerscheinungen und akustische Verhältnisse wurde Bedacht genommen.

Erfreulicherweise hat diese Untersuchung das hohe Qualitätsniveau der öö. Kindergärten gezeigt, es konnten aber auch einzelne Schwachstellen aufgespürt werden, die sofort beseitigt wurden und die wertvolle Hinweise zur Vermeidung zukünftiger Planungsfehler liefern. Wir hoffen, dass diese Arbeit das Interesse aller Beteiligten weckt - seien es Kindergartenerhalter, Kindergärtner/innen, Architekten, verantwortliche Behörden und Eltern - die die Ergebnisse nutzbringend verwenden können.

Wir wünschen allen, die für ein Fortbestehen eines nachhaltigen Lebensraums mit Zukunft zum Wohle unserer Kinder arbeiten, weiterhin viel Erfolg.

Dr. Josef Pühringer
Landeshauptmann

Ursula Haubner
Umwelt-Landesrätin

Kurzfassung

Zur Erhebung und Dokumentation des Ist-Zustandes und zur Erstellung einer Handlungsempfehlung zur langfristigen Sicherstellung einer die Gesundheit und das Wohlbefinden förderlichen Innenraumsituation in Oberösterreichs Kindergärten wurde ein kooperatives Untersuchungsprojekt durch die zuständigen Stellen des Landes Oberösterreich initiiert. Motive für diese Untersuchung sind der besondere Schutzbedarf von Kindern und die geologisch bedingte Radonproblematik in erdberührten Innenräumen, welche in Kindergärten verbreitet vorhanden sind.

Zur Datenerfassung wurde vom Projektteam ein umfassender Fragebogen erarbeitet und im Jänner 2000 an alle oberösterreichischen Kindergärten versandt. Gleichzeitig wurden Radondetektoren übermittelt, in den Gruppenräumen exponiert und nach Rücksendung ausgewertet.

Nach Erfassung sämtlicher Erhebungsergebnisse in einer Datenbank und deren Sichtung, Verknüpfung und Bewertung wurden an einer auf Kriterien basierten Auswahl von Kindergärten, bei denen die Daten Verdachtsmomente für erhöhte Belastungsfaktoren ergaben, Erhebungen vor Ort (Schimmelbefall), zusätzliche Radonmessungen und messtechnische Bestimmungen von organisch-chemischen Innenraumluftschadstoffen (Formaldehyd, flüchtige Kohlenwasserstoffe und Holzschutzmittel) sowie von bauphysikalischen Parametern (Akustik, Gebäudedichtheit) durchgeführt.

Die Verknüpfung, Zusammenschau und Bewertung der so erhobenen Daten ergab, dass von den 644 Kindergärten (von insgesamt 712 im Land Oberösterreich zur Teilnahme ursprünglich eingeladenen), die sich durch ihre Rückantwort am Projekt beteiligt haben, 553 Kindergärten (86 %) keine Risikofaktoren aufwiesen. Bei den verbleibenden 91 Kindergärten bestanden insgesamt 99 Verdachtsmomente bezüglich erhöhten Radonkonzentrationen (33 Fälle), Schimmelbelastung (17 Fälle) und sonstigen die Gesundheit und das Wohlbefinden beeinträchtigenden Einflüsse, wie Lärm, organisch-chemische Luftschadstoffe sowie Zugerscheinungen (insgesamt 49 Fälle).

In den Kindergärten mit den höchsten Radon-Einzelmesswerten (6 Fälle, ein weiterer Kindergarten übersiedelte ohnehin in ein anderes Gebäude) wurden als erste Maßnahme detaillierte, stundenweise aufzeichnende Radonmessungen durchgeführt. Aus diesen Radon-Detailmessungen hat sich ergeben, dass in 2 Kindergärten sofortige organisatorische Maßnahmen ergriffen werden mussten und in einem Fall bautechnische Sanierungsmaßnahmen zur Reduktion der Radon-Innenraumluftkonzentration kurzfristig - innerhalb eines Jahres - umzusetzen sind. Weitere 26 Kindergärten mit erhöhten Radonwerten wurden im Winter 2000/2001 messtechnisch überprüft. Aufgrund dieser Messergebnisse wird für 2 dieser Kindergärten mittelfristig (3 Jahre) und für weitere 10 Kindergärten langfristig (10 Jahre) eine Radonsanierung empfohlen.

In den Fällen mit positiven Antworten bei "erhöhtem" bzw. "geringem" Schimmelbefall in Gruppenräumen war es notwendig, durch detaillierte Ortsaugenscheinnahme Klarheit über das tatsächliche Ausmaß zu gewinnen. Dabei stellte sich heraus, dass 3 Kindergärten von Schimmel so erheblich betroffen sind, dass ebenfalls rasch Sanierungsmaßnahmen einzuleiten waren.

Bei den die Gesundheit und das Wohlbefinden beeinträchtigenden Innenraumfaktoren Lärm/Akustik, Zugerscheinungen/Gebäudedichtheit, organisch-chemische Schadstoffe und Geruchsbelästigung ergab sich aus den erhobenen Daten und Messungen zwar kein akuter Handlungsbedarf, jedoch wurden diese Risikofaktoren ebenfalls durch fachkundige Erhebungen vor Ort und soweit notwendig durch zusätzliche Messungen detailliert überprüft und bewertet. Erforderliche Sanierungsmaßnahmen sind - zumindest in einem längerfristigen Zeitrahmen - zu realisieren. Vorsorglich ist das regelmäßige Lüften von Gruppenräumen zur Erhaltung und Verbesserung der Innenraumluftqualität von großem hygienischen Vorteil.

Die Ergebnisse dieses Projekts stellen eine aktuelle Grundlage für die bauphysikalisch zweckmäßige Projektierung und Ausstattung von Kindergarten-Neubauten dar. Durch Anwendung der hier gewonnenen Daten und Erkenntnisse kann die Innenraumqualität in Oberösterreichs Kindergärten langfristig verbessert werden. Damit wurde ein wesentliches Ziel dieser Studie erreicht.

1. Motivation und Ziel

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

Zahlreiche Befindlichkeitsstörungen und ernsthafte Erkrankungen werden auf schlechtes Raumklima zurückgeführt. Schadstoffe in Innenräumen werden prinzipiell dann als eine besondere Gefahr angesehen, wenn Risikogruppen wie 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, 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 Kindergärten stellt aufgrund der geologischen Situation des Landes naturgemäß 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.

Eine große Anzahl von Gruppenräumen in den Kindergärten ist nicht unterkellert. Diese Räume 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 Kindergärten 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 Kindergärten bekommt im Zuge der Umsetzung der EU-Strahlenschutzrichtlinie, die die Radonproblematik an Arbeitsplätzen in unmittelbarer Zukunft aus arbeitsschutzrechtlicher Sicht regelt, eine wesentliche Bedeutung hinsichtlich der in den Kindergärten tätigen Personen.

Für die in Kindergärten untergebrachten Kinder gibt es keine gesetzlichen Regelungen in Bezug auf die Luftqualität. Auch für Arbeitsplätze in Kindergärten existieren derzeit keine gesetzlichen Grenzwerte für Schadstoffe. Im Gemeindebedienstetenschutzgesetz sind lediglich allgemeine Regelungen für Arbeitsräume zu finden.

Daten über die Schadstoff- und Radonsituation in österreichischen Kindergärten liegen nur in wenigen Fällen und objektbezogen vor. Vereinzelt existieren Innenraumschadstoffdaten aus dem bundesdeutschen Bereich, dies jedoch nur hinsichtlich bestimmter Einzelstoffe. In vergleichenden Studien in der BRD zeigte es sich, dass Luftschadstoffe in Kindergärten (bzw. Schulen) durch nicht ausreichende Belüftung angereichert werden. Dadurch entsteht eine vielfach höhere Belastung als im Außenbereich.

Die grundlegenden Ziele dieser Erhebung sind:

- Die Erfassung der aktuellen Ist-Situation der Radonbelastung, der Belastung mit organisch-chemischen Innenraumlufschadstoffen und der bauphysikalischen Gegebenheiten, wie Gebäudedichtheit und Raumakustik in den Kindergärten Oberösterreichs unter Miterhebung sämtlicher relevanter Gebäude- und Umgebungsfaktoren.
- Die Beschaffung einer umfassenden Information über die Innenraumsituation für Kindergartenerhalter und Landesdienststellen.
- Die Bewertung der Erhebungsergebnisse hinsichtlich möglicher Beeinträchtigungen der Gesundheit und des Wohlbefindens der Kinder und des Personals.
- Die Erstellung eines Maßnahmenkatalogs und einer Handlungsempfehlung für die verantwortlichen Stellen zur Lösung von Einzelproblemen und zur Vorsorge bei Neubauten.
- 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. Schulen, Amtsgebäude).

2. Methoden und Durchführung

In dieser Studie wurden folgende Faktoren, die die Gesundheit und das Wohlbefinden in Kindergärten beeinträchtigen können, erfasst:

- Radon
- Schimmel
- Formaldehyd
- Flüchtige Kohlenwasserstoffe (VOC)
- Pentachlorphenol, Lindan (Holzschutzmittel)
- Geruchsbelästigungen
- Zugluft, Gebäudeundichtheiten
- Akustik

Zur Erhebung der Daten wurde ein Fragebogen erstellt. Dieser wurde im Jänner 2000 zusammen mit Radondetektoren an alle öffentlichen und privaten Kindergärten Oberösterreichs mit dem Ersuchen um Beteiligung an der Studie versandt. Nach Auswertung der Radondetektoren sowie Sichtung und Bewertung der Antworten wurden nach Durchführung von Plausibilitätstests unsichere Daten vor Ort oder telefonisch überprüft, teilweise nacherhoben und korrigiert. Es mussten auch einige Radonmessungen wiederholt werden. Während für Radon eine Vollerhebung - das heißt Messungen aller beteiligten Kindergärten - durchgeführt wurde, konnten die anderen Innenraumfaktoren nur auf Basis der eingetroffenen subjektiv gewerteten Antworten indikatorisch erfasst werden. Soweit sich Verdachtsmomente aus den Antworten ergaben, wurden 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. Es wurde durch Anwendung bestimmter Kriterien auf die eingetroffene Antwortmatrix eine gezielte Auswahl an detailliert weiter zu erhebenden Kindergärten getroffen. Damit 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.

3. Ergebnisse

Von 712 eingeladenen Kindergärten haben sich 644 durch die Rücksendung des Fragebogens und/oder der exponierten Radondetektoren an der Erhebung beteiligt. Die Auswertung der Fragebogenerhebung und die Einzelergebnisse sämtlicher Untersuchungen sind im wissenschaftlich-technischen Endbericht detailliert dokumentiert. Nachfolgend sind die wichtigsten Ergebnisse zusammengefasst.

3.1. Allgemeine Gebäude- und Nutzungsdaten

Die *Abb. 1* bis *Abb. 6* zeigen Angaben der befragten Personen bezüglich Organisation und baulichem Zustand der Kindergärten.

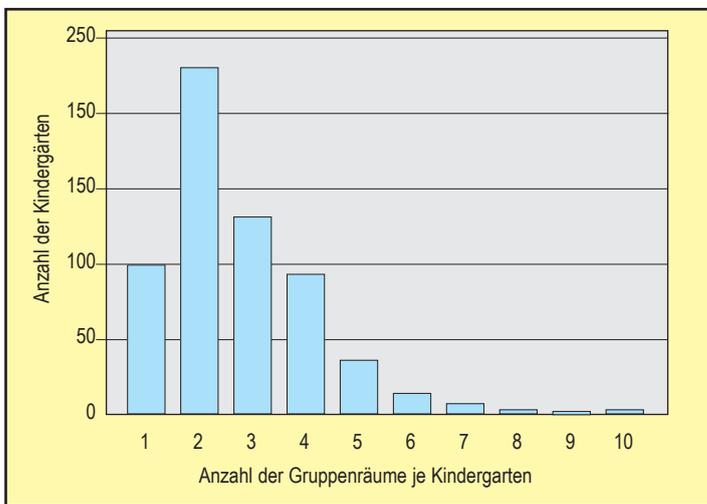


Abb. 1: Anzahl der Gruppenräume je Kindergarten

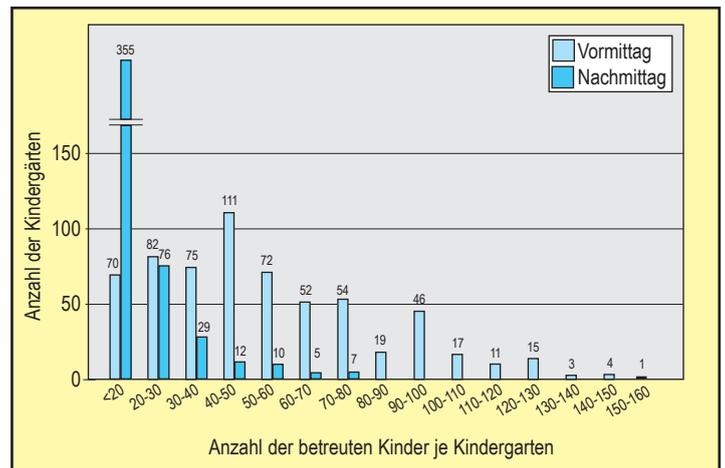


Abb. 2: Anzahl der betreuten Kinder je Kindergarten

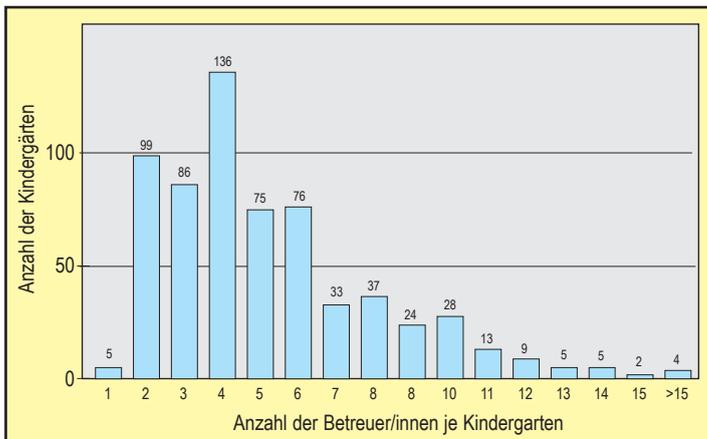


Abb. 3: Anzahl der Betreuer/innen je Kindergarten

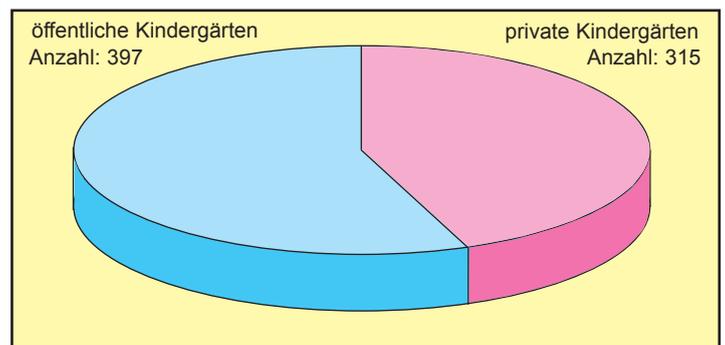


Abb. 4: Kindergartenbetreiber

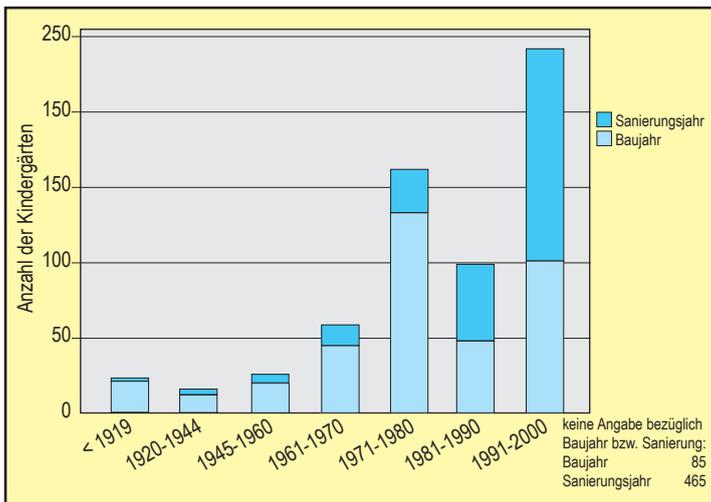


Abb. 5: Bau- und Sanierungsjahr der Kindergärten

In den letzten Jahren wurde vermehrt in die Sanierung bestehender Kindergärten investiert.

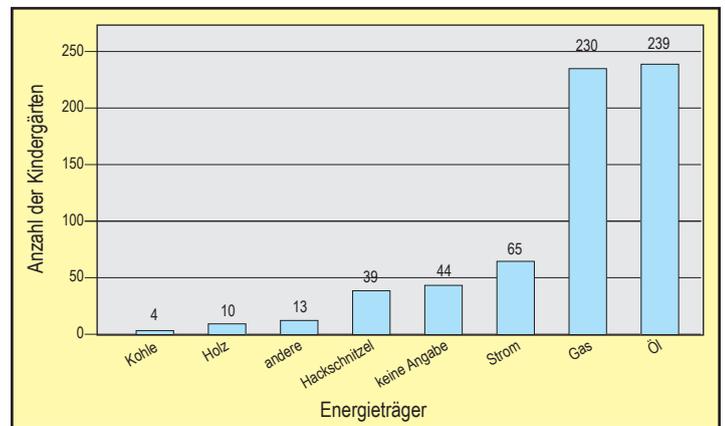


Abb. 6: Verwendete Heizung/Brennstoffe

Die Auswertung sämtlicher eingetroffener Fragebögen und Radondetektoren ergab, dass in 553 der insgesamt 644 Kindergärten, die sich an der Erhebung beteiligt haben, keine die Innenraumluftqualität beeinträchtigenden Faktoren wahrgenommen oder wie bei Radon nachgewiesen wurden (Abb. 7). Diese Kindergärten wurden vom Ergebnis schriftlich informiert. In den verbleibenden 91 Kindergärten wurden einzelne - in einigen wenigen Kindergärten auch mehrere - Belastungsfaktoren wahrgenommen oder durch Messung nachgewiesen. Diese Kindergärten wurden ebenfalls schriftlich verständigt. Jene 68 Kindergärten, die sich an der Erhebung bis zu diesem Zeitpunkt nicht beteiligt hatten, wurden noch einmal schriftlich zur Beteiligung an der Erhebung eingeladen.

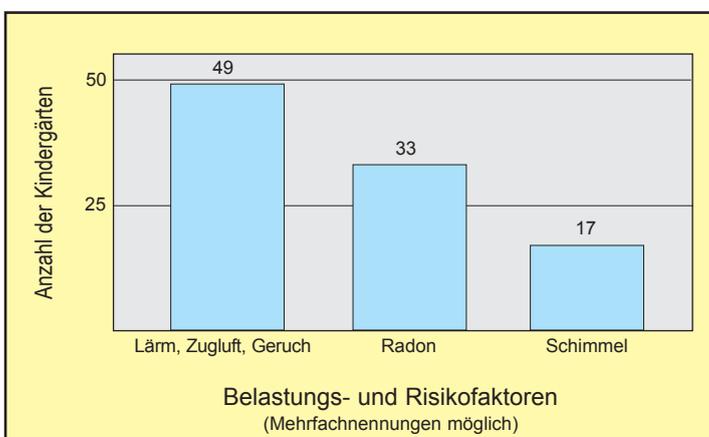


Abb. 7: Belastungs- und Risikofaktoren aus der Fragebogenerhebung (Mehrfachnennungen möglich)

3.2. Radon

Es konnten Radondetektoren von 633 Kindergärten ausgewertet werden.

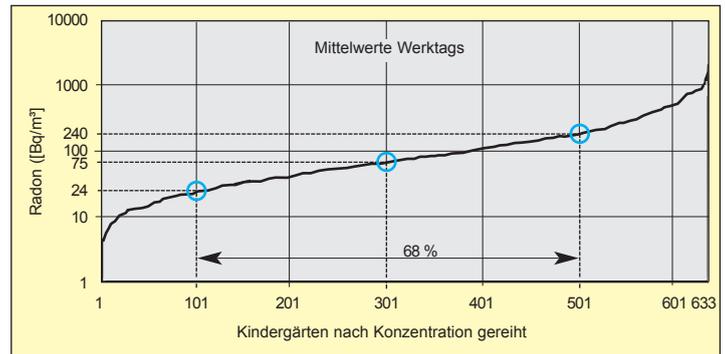


Abb. 8: Reihung der Kindergärten nach der Radonkonzentration

In *Abb. 8* sind die Mittelwerte der Werktags-Radonmessungen der 633 Kindergärten - ansteigend sortiert - dargestellt. Aus der Abbildung ist ersichtlich, dass rund 68 % der Messwerte (Mittelwerte) im Bereich 24 bis 240 Bq/m³ und 50 % oberhalb 75 Bq/m³ liegen.

Weitere Erhebungsmaßnahmen wurden in Kindergärten mit Werktags-Mittelwerten der gemessenen Radonkonzentration mehr als 600 Bq/m³ in Anlehnung an die von der Österreichischen Strahlenschutzkommission empfohlenen Richtwerte für die maximale Radonkonzentration (unter Berücksichtigung der Aufenthaltszeiten) gesetzt. Betroffen waren 33 Kindergärten, in 7 davon lagen die Werktags-Mittelwerte der gemessenen Radonkonzentration sogar über 1000 Bq/m³ (*Abb. 9*). In diesen 7 Kindergärten wurden in einer "Radon - Phase 1" sofort weitere Maßnahmen zur detaillierten Erkundung der Radonsituation getroffen. In den verbleibenden 26 Kindergärten wurden in einer "Radon - Phase 2" zusätzliche Erhebungsmaßnahmen eingeleitet, um das genaue Ausmaß der Radonaktivitätskonzentration im Jahresdurchschnitt - als Grundlage für zukünftig notwendige organisatorische und gegebenenfalls bauliche Maßnahmen zur Reduktion der Radonexposition - zu erheben.

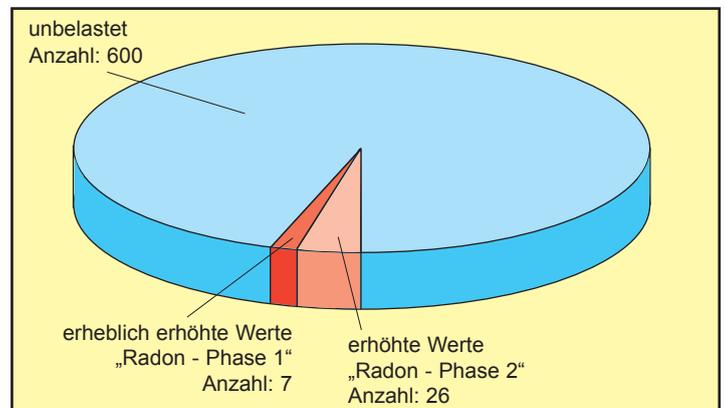


Abb. 9: Ergebnis der Radon-Ersterhebung

3.3. Chemische Innenraumlufschadstoffe

3.3.1. Formaldehyd

Es wurden aufgrund der Auswertung der Fragebögen 15 Objekte ausgewählt, bei denen in 13 Objekten in je einem Raum die Raumluft auf Formaldehyd untersucht wurde. Die Auswahlkriterien für die Objekte waren: Möbel in den letzten 3 Jahren erneuert oder älter als 10 Jahre sowie bestimmte gesundheitliche Beschwerden. Die auf durchschnittliche Raumluftbedingungen korrigierten Messwerte sind in *Abb. 10* dargestellt. In einem Objekt lag die Konzentration im Bereich des WHO-Richtwertes (0,083 ppm), alle anderen unterschritten diesen Wert. Der Richtwert der Österreichischen Produktsicherheitskommission wurde in allen Räumen unterschritten.

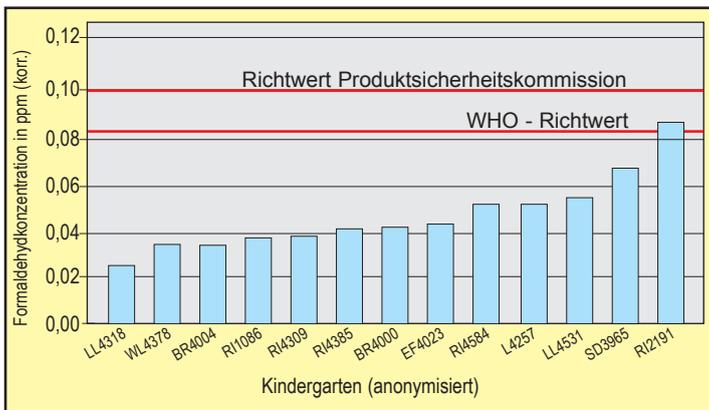


Abb. 10: Formaldehydkonzentration der Raumluft

3.3.2. Flüchtige Kohlenwasserstoffe (VOC - Volatile Organic Compounds)

Aufgrund der Auswertung der Fragebögen wurden 15 Objekte ausgewählt, wobei in 13 Objekten in insgesamt 14 Räumen die Raumluft auf flüchtige Kohlenwasserstoffe untersucht wurde. Die Auswahlkriterien für die Objekte waren: Renovierung in letzter Zeit, Nähe zu Gewerbebetrieben (z.B. Chemische Reinigung), Ölheizung, schlechte Gerüche (abhängig von der Geruchsqualität) sowie bestimmte gesundheitliche Beschwerden. Die Messwerte sind in *Abb. 11* ersichtlich.

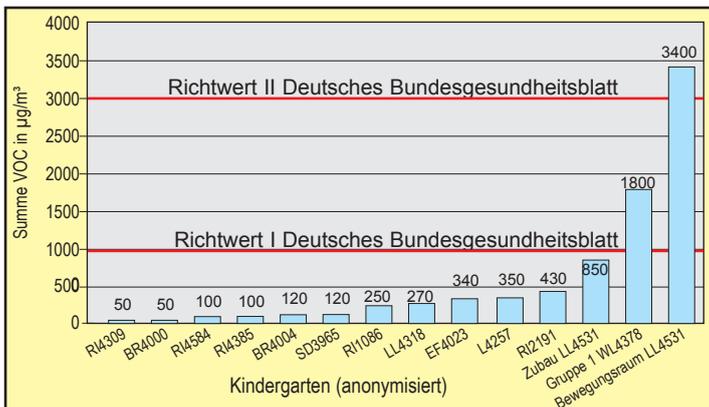


Abb. 11: Raumlufkonzentrationen der Summe der flüchtigen Kohlenwasserstoffe

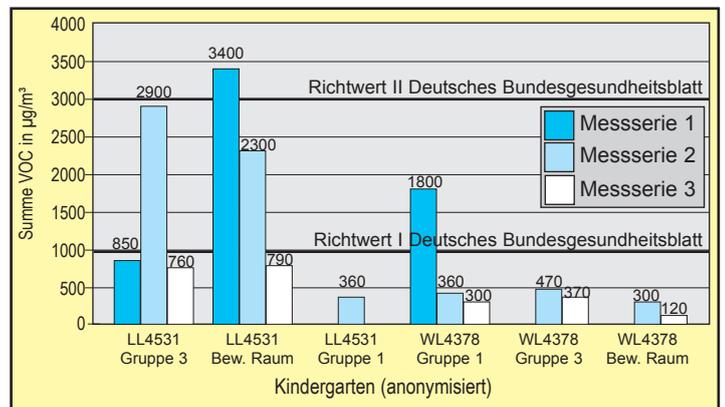


Abb. 12: Raumlufkonzentrationen der Summe der flüchtigen Kohlenwasserstoffe - Messserien in 2 Objekten

Nur in 2 der untersuchten Räume zeigten sich erhöhte Konzentrationen im Vergleich mit den Richtwerten des Deutschen Bundesgesundheitsblattes. In allen anderen Räumen wurden nur unauffällige Konzentrationen gemessen. In diesen beiden Kindergärten wurden weitere Messungen in verschiedenen Zeitabständen (Messserien 1-3) und in mehreren Räumen durchgeführt. Dabei zeigte sich eine abnehmende Tendenz der Konzentration im zeitlichen Verlauf, sodass nun keine Überschreitungen mehr vorliegen (*Abb. 12*).

3.3.3. Pentachlorphenol (PCP)

Es wurden in 3 ausgewählten Objekten Proben unterschiedlicher Materialien (Staub, Holz) zur Untersuchung auf PCP und/oder Lindan gezogen. Die Auswahlkriterien für die Objekte waren: Größere Holzflächen vor 1985 montiert, Holzfenster bis 1985 sowie Wollteppiche. In einer nachfolgenden Messserie wurde zusätzlich zu weiteren Materialien auch die Raumluft untersucht. In 2 Objekten ergaben sich auffällig erhöhte Werte in unterschiedlichen Materialien, die sich auch in leicht erhöhten Raumluftkonzentrationen niederschlugen.

3.4. Schimmelbildung

Zum Thema Feuchtigkeit gab es 2 Fragestellungen im Fragebogen: Zum einen wurde abgefragt, ob Schimmelbildung auftritt (nein/geringfügig/erheblich) und falls "geringfügig" oder "erheblich" angekreuzt wurde, war anzugeben, wo der Schimmel auftritt. Zum anderen wurde abgefragt, ob Feuchtigkeit nach Meinung der Person, die den Fragebogen ausfüllt (also in der Regel die Kindergartenleiterin), zu einer gesundheitlichen Belastung führt. Bei dieser Vorgangsweise war es offensichtlich, dass die Angaben subjektiv gefärbt sind, da sie von nur einer Person abgegeben wurden. Im Gegensatz zu messtechnisch erhobenen Daten war hier besondere Vorsicht bei der Interpretation der Daten und der Bewertung der Schimmelbildung geboten.

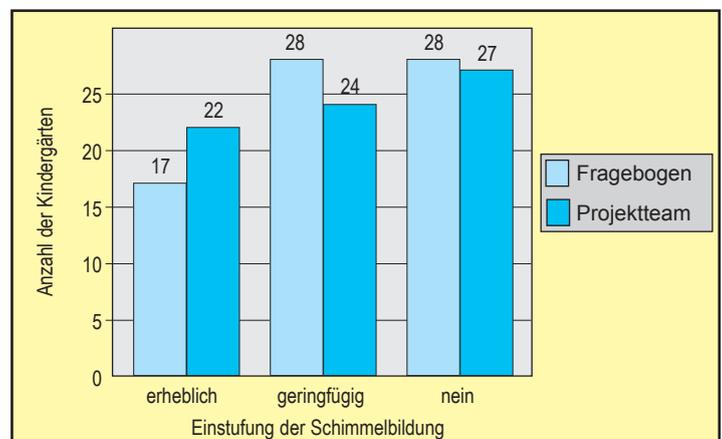


Abb. 13: Vergleich zwischen der Einstufung der Schimmelbildung durch die Kindergartenleiter/innen und das Projektteam

Deshalb wurde vom Projektteam vereinbart, jedenfalls bei jenen Kindergärten, die eine erhebliche Schimmelbildung angegeben haben, einen Ortsaugenschein durchzuführen, um einen weitgehend objektiven Maßstab zu bekommen. Weiters wurde auch in jenen Kindergärten, die aufgrund anderer Parameter vor Ort untersucht wurden, die Schimmelbildung miterhoben.

Wie aus *Abb. 13* ersichtlich, stimmt die subjektive Einstufung der Schimmelbildung in "erheblich", "gering" und "nein" durch die Kindergartenleiter/innen in Summe über alle untersuchten Kindergärten recht gut mit der Einstufung überein, die durch das Projektteam vor Ort vorgenommen wurde.

Im Einzelfall ergaben sich jedoch deutliche Verschiebungen zwischen den Einstufungsklassen, wie z.B. von "nein" auf "erheblich". Aber es gab auch Fälle, in denen sich "erheblicher Schimmel" als "geringfügiger Schimmel" herausstellte.

Die Ursache der Schimmelbildung ist in den meisten Fällen aufsteigende Feuchte und mangelnde Wärmedämmung, wie *Abb. 14* zeigt. Dies kann mit dem Bau- und Sanierungsjahr der Gebäude erklärt werden (siehe *Abb.5*).

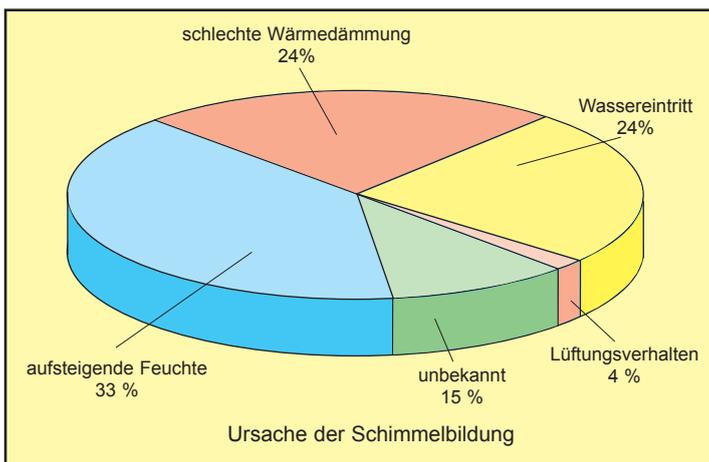


Abb. 14: Ursache der Schimmelbildung

In den *Abb. 15* und *16* sind bautechnisch bedingte Schwachstellen hinsichtlich Schimmelbildung in den Kindergärten exemplarisch dokumentiert.



Abb. 15: Schimmelbefall - li. Bild: im Raumeck, Plattenbauweise, Wärmebrücke; re. Bild: im Fenstersturzbereich, Wärmebrücke, schlechte Wärmedämmung



Abb. 16: Schimmelbefall und Salzausblühungen in einem Keller

3.5. Zugluft, Gebäudeundichtheiten

Die erste Beurteilung der Gebäudeundichtheiten erfolgte aufgrund der Auswertung der Fragebögen zu den Themen Zugluftprobleme und Fensterdichtheit. Aus dieser Auswertung ergab sich, dass bei 156 Kindergärten die Fenster als undicht eingestuft und in 52 Kindergärten erhebliche Zugluftprobleme angegeben wurden.

Aus *Abb. 17* ist ersichtlich, dass mit zunehmender Luftundichtheit der Fenster Zugluftprobleme vermehrt auftreten.

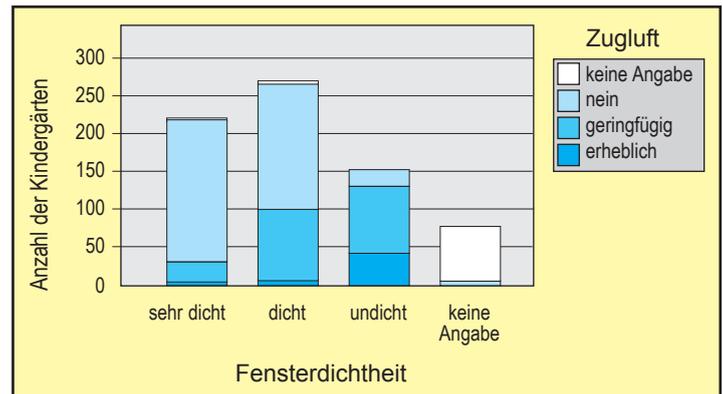


Abb. 17: Dichtigkeit der Fenster verknüpft mit Zugerscheinungen

Aus organisatorischen Gründen war es nicht möglich, alle Kindergärten hinsichtlich der Gebäudedichtheit zu untersuchen. Aus diesem Grunde wurden aus der Gruppe der Kindergärten mit erheblichen Zugluftproblemen jene ausgewählt, bei denen die oberste Geschoßdecke in Leichtbauweise ausgeführt ist. Diese Entscheidung geht auf die Auswertung eines früheren Projektes zurück, bei dem Turnhallen auf Luftundichtheiten untersucht wurden. Hierbei wurde festgestellt, dass die Art der obersten Geschoßdecke ein Hauptkriterium für die Luftdichtheit der Gebäudehülle darstellt.

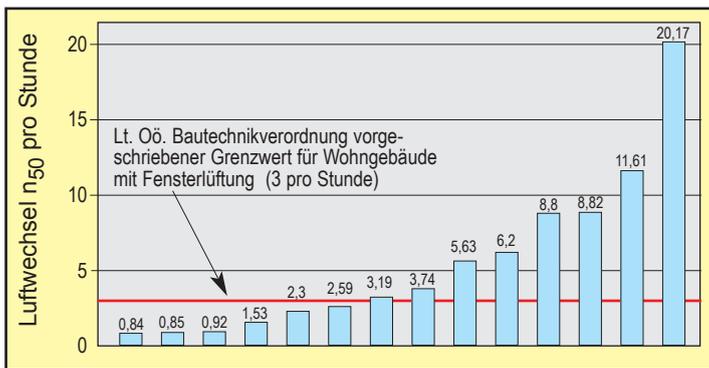


Abb. 18: Luftwechsel der ausgewählten und gemessenen Kindergärten bei 50 Pa (n_{50})

Die Messung des Luftwechsels von 14 Gruppenräumen bei einer Druckdifferenz von 50 Pascal [Pa] ergab, dass knapp die Hälfte der Untersuchungsobjekte den in Oberösterreich geltenden gesetzlichen Anforderungen entsprechen (Abb. 18). Die restlichen Gruppenräume weisen mehr oder weniger schlechte Luftdichtheitswerte auf. Als Ursache für die Luftundichtheiten wurden Fugen bei den Fenstern und bei den schlechteren Objekten auch Undichtheiten im Aufbau der Deckenkonstruktionen festgestellt. Lokalisiert wurden die Undichtheiten mittels eines Windgeschwindigkeitsmessgerätes (Abb. 19) oder einer Wärmebildkamera über die Oberflächentemperatur (Abb. 20).

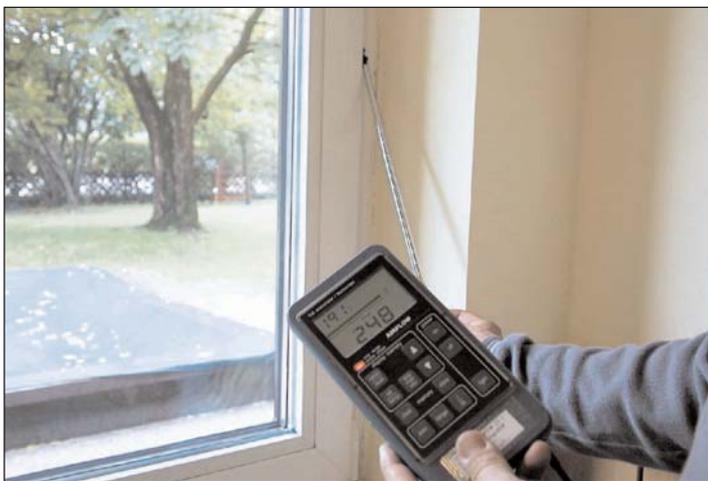


Abb. 19: Fugenundichtheiten bei einem Fenster gemessen mit einem Windgeschwindigkeitsmessgerät

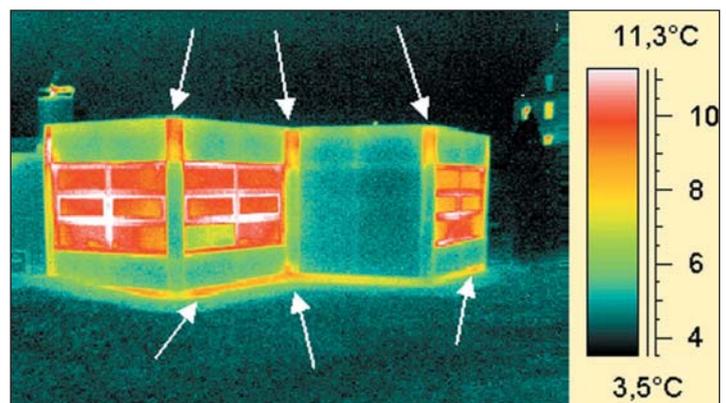


Abb. 20: Wärmebildaufnahme eines Kindergartens bei Überdruck im Gebäude

Abb.22 und 23 zeigen beispielhaft die Akustik einiger untersuchter Räume, ausgedrückt durch das Kriterium der frequenzabhängigen "Nachhallzeit". In den Abbildungen ist jeweils das günstigste und das ungünstigste Ergebnis dargestellt; alle übrigen liegen im dunkelgrau gefärbten Bereich.

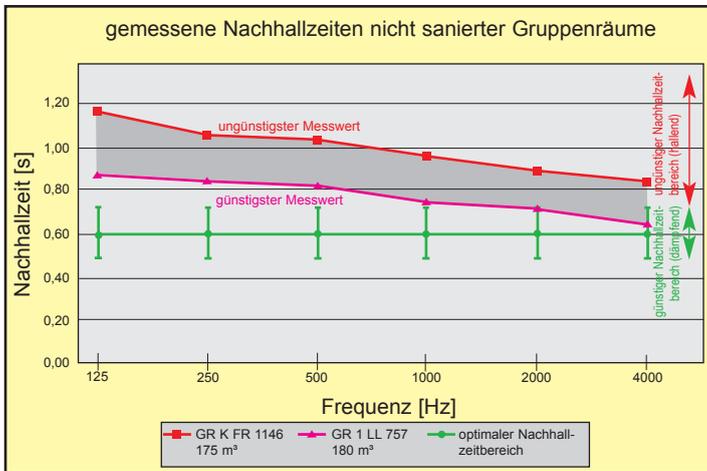


Abb. 22: Nachhallzeit nicht sanierter Gruppenräume

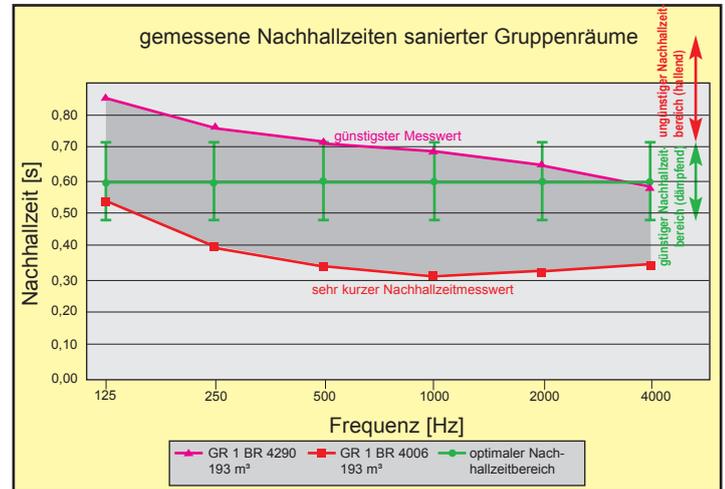


Abb. 23: Nachhallzeit sanierter Gruppenräume

Die Messergebnisse zeigen, dass die Nachhallzeiten in den mit Akustik-Dekorplatten (Schaumstoffplatten) sanierten Gruppenräumen durchaus den Anforderungen (optimaler Nachhallzeitbereich) entsprechen. Nur bei sehr tiefen Frequenzen (50 - 100 Hz), die jedoch üblicherweise in Kindergärten eine untergeordnete Rolle spielen, ist die Nachhallzeit nach wie vor zu lang. In den akustisch nicht sanierten Gruppenräumen entspricht die Nachhallzeit jedoch über den gesamten Frequenzbereich nicht den Anforderungen. Aufgrund dieser Messergebnisse kann davon ausgegangen werden, dass Gruppenräume, die mit "hallend" und "lärmverstärkend" bewertet wurden, akustische Verbesserungsmaßnahmen benötigen.

Während in Gruppenräumen die Nachhallzeit durch Einrichtungsgegenstände (Pinnwände, Teppiche, Vorhänge, Spielecke usw.) im Allgemeinen bereits etwas reduziert ist, weisen Bewegungsräume im Gegensatz dazu wesentlich längere Nachhallzeiten auf, da die Wand- und Deckenflächen sowie die Fußböden meistens schallhart ausgeführt sind.

4. Maßnahmen

Mit den aus der Erhebung erhaltenen 91 Kindergärten mit ein oder mehreren Belastungsfaktoren wurden zusätzlich 38 Kindergärten - also insgesamt 129 Kindergärten - weiteruntersucht. Diese zusätzlichen Kindergärten ergaben sich einerseits durch Rückmeldungen auf die zweite Einladung zur Teilnahme und andererseits durch eine auf Kriterien basierte Auswahl. Bei letzteren wurde zur messtechnischen Erhebung der chemischen Innenraum-schadstoffe, der Akustik und von geringfügigem Schimmel in Gruppen-räumen ein Ortsaugenschein vorgenommen. Insgesamt wurden in 129 Kindergärten detaillierte Erhebungen durchgeführt und erste Maß-nahmen zur Minimierung der Belastung durch Radon und anderer Parameter eingeleitet und umgesetzt.

4.1. Radon

4.1.1. Radon - Phase 1

Von den 7 Kindergärten mit erheblich erhöhten Radonmesswerten übersie-delte im Sommer 2000 ein Kindergarten in den bereits vorhandenen Neubau. Bei 3 Kindergärten wurden durch die detaillierten Nachmessungen erhöhte Radonkonzentrationen nicht bestätigt, während bei den 3 verbleibenden Kindergärten wiederum erhöhte Radonkonzentrationen gemessen wurden. Bei einem dieser Kindergärten wurde das Problem durch organisatorische Maßnahmen gelöst (der betroffene Raum wird nicht mehr genutzt). Bei einem der beiden verbleibenden Kindergärten wird empfohlen, mittelfristig (innerhalb von 3 Jahren) bauliche Maßnahmen durchzuführen. Bis zur bau-technischen Realisierung ist mit einem geeigneten Lüftungsplan die Radonbelastung zu senken.

Schließlich führten die detaillierten Nachmessungen beim letzten verblei-benden von ursprünglich 7 Kindergärten aufgrund der sehr hohen Radon-konzentrationen zu folgender organisatorischer Sofortmaßnahme in Form einer Lüftungsvorschrift:

- Lüften vor Betriebsbeginn am Morgen ca. 15 Minuten zum totalen Luftaustausch in den Gruppenräumen.
- Lüften während des Betriebes etwa alle zwei Stunden 5 bis 10 Minuten für einen teilweisen Luftaustausch zur regelmäßigen Verdünnung/Re- duktion der Radon-Raumluftkonzentration.

Im Hinblick auf den absehbaren meteorologisch bedingten Anstieg der Raumkonzentration im Winterhalbjahr wurde darüber hinaus eine provi-sorische Lüftungstechnische Maßnahme insofern ergriffen, als im Novem-ber 2000 sowohl im Gruppenraum als auch im Bewegungsraum - beide Räume liegen im Kellergeschoß - jeweils ein beheizbares Zuluftgerät einge-baut wurde (*Abb. 24*).

Die Kosten betragen je Anlage samt Einbau ca. ATS 25.000,-.

Diese Maßnahme dient zur permanenten Verminderung der Radonkonzentration durch Verdünnung mit (radonarmer) Frischluft während der Betriebszeiten und zur Aufrechterhaltung eines geringfügigen Überdrucks in den beiden Räumen zur Verminderung des Radoneintritts aus dem Boden und den Wänden. Damit ist die Einhaltung des Richtwertes während der Betriebszeiten gegeben.



Abb. 24: Vorläufige Sofortmaßnahme in einem mit Radon erheblich belasteten Gruppenraum (beheizbares Zuluftgerät)

Darüber hinaus wurde ein Türschließer zur Verminderung der vertikalen Luftströmungen und Saugwirkung ("Kamineffekt") zwischen Kellergeschoß und Obergeschoss eingebaut. Die Ergebnisse der Nachmessung (*Abb. 25*) zeigen deutlich die Wirksamkeit dieser provisorischen Maßnahmen.

Auf Basis der Radonmessungen und einer detaillierten Radon-Diagnose des Gebäudebestandes wird für diesen Kindergarten die Konzeption und Planung von baulichen Radonsanierungsmaßnahmen im Frühjahr 2001 dringend empfohlen. Die Umsetzung der baulichen Sanierungsmaßnahmen sollte im Sommer 2001 durchgeführt werden. Der Aufwand für diese Sanierungsmaßnahmen ist mit rund 0,6 bis 1,2 Mio. ATS zu veranschlagen.

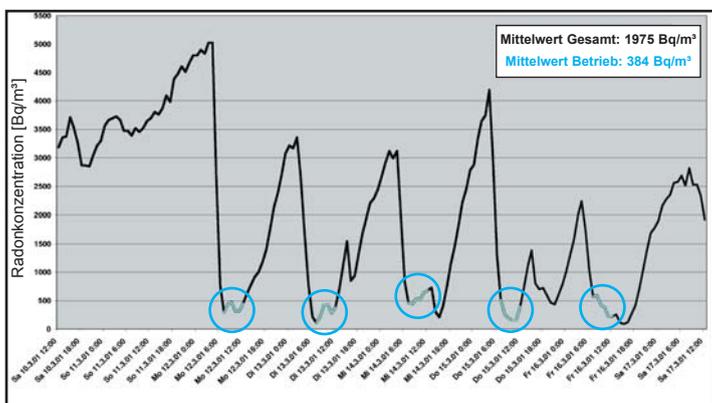


Abb. 25: Radonkonzentration während (markiert) und außerhalb des Betriebes der provisorischen Zuluftanlage. Der empfohlene Richtwert wird als Mittelwert unterschritten.

4.1.2. Radon - Phase 2

Aufgrund der erhöhten Radonmesswerte während der Ersterhebung wurde in 26 Kindergärten als organisatorische Sofortmaßnahme die Anwendung einer regelmäßigen Lüftung der Gruppenräume vor und während der Betriebszeiten ab Herbst 2000 empfohlen.

Auf Basis der Ergebnisse der Radon-Ersterhebung und der detaillierten Nachmessungen wird für 2 Kindergärten empfohlen, mittelfristig - längstens innerhalb von 3 Jahren - bauliche Radonsanierungsmaßnahmen durchzuführen.

Bis zur Umsetzung der Radonsanierung wird angeraten, durch Anwendung eines geeigneten Lüftungsplans oder durch den vorübergehenden Betrieb einer Zuluftanlage während der Wintermonate die Radonaktivitätskonzentration in den betroffenen Gruppenräumen zu reduzieren.

Bei 10 Kindergärten wären Radonsanierungsmaßnahmen innerhalb eines Zeitraums von zehn Jahren im Zuge allfälliger allgemeiner baulicher Sanierungsmaßnahmen vorzusehen. Bis dahin kann durch Anwendung eines geeigneten Lüftungsplans die Radonaktivitätskonzentration in den betroffenen Gruppenräumen reduziert werden.

Aufgrund der Ergebnisse der Radon-Nachuntersuchungen sind bei den restlichen 14 der ursprünglich 26 Kindergärten mit erhöhten Radonmesswerten keine baulichen Radonsanierungsmaßnahmen erforderlich. Auf die regelmäßige Lüftung der Räume während des Betriebs sollte jedoch geachtet werden.

4.1.3. Bauliche Maßnahmen zur Radonsanierung und Vorsorge - Ausblick

In jenen Fällen, bei denen bauliche Radon-Sanierungsmaßnahmen getroffen werden müssen, wird empfohlen, vor der Konzeption und der Umsetzung der Maßnahmen eine Blower-Door-Radonmessung zur Ermittlung der maximalen Radoneintrittsrates in das Gebäude und zur Bestimmung der Dichtheit der Gebäudehülle sowie eine Bodenluftuntersuchung zur Abschätzung des lokalen Radonpotenzials durchzuführen. Darüber hinaus sollte die Radonaktivitätskonzentration in den betroffenen Gruppenräumen während der Betriebszeiten über einen zumindest einjährigen Zeitraum zur Abschätzung des Jahresmittelwertes gemessen werden. Die Ergebnisse dieser messtechnischen Erhebungen ermöglichen eine optimale Planung der Sanierungsmaßnahmen. Damit kann der Aufwand der Sanierung dem Ausmaß der örtlichen und baulichen Radonsituation optimal angepasst werden.

Generell sollten die baulichen Sanierungsmaßnahmen entsprechend den Empfehlungen des Berichts "Sanierung radonbelasteter Häuser" (Forschungsbericht F1375, Bundesministerium für wirtschaftliche Angelegenheiten, Wien, 1998) geplant und durchgeführt werden.

Bei Kindergartenneubauten in Radonrisikogebieten sollten durch den fachkundigen Planer bauliche Radon-Vorsorgemaßnahmen berücksichtigt werden. Dadurch kann mit relativ geringem Mitteleinsatz ein nachhaltiger Vorsorgeeffekt erreicht werden. Praktische Möglichkeiten derartiger bautechnischer Vorsorgemaßnahmen (*Abb. 26*) werden in naher Zukunft in einem Forschungsbericht des Landes Oberösterreich veröffentlicht.



Abb.26: Mögliche bautechnische Maßnahme zur Radonsanierung und Radonvorsorge: Einbau einer Unterbodenabsauganlage (links: in einem bestehenden Einfamilienhaus; rechts: in einem Kindergartenneubau)

4.2. Formaldehyd

Aufgrund der nicht auffälligen Raumluftkonzentrationen in den untersuchten Kindergärten sind in den bestehenden Kindergärten keine speziellen Maßnahmen erforderlich.

Im Hinblick auf die hohe Empfindlichkeit mancher Menschen gegenüber Formaldehyd empfiehlt es sich jedoch bei Neubau und Renovierung auf formaldehydarme bzw. formaldehydfreie Materialien zurückzugreifen. Dies betrifft vor allem Holzwerkstoffe, aber auch die Beschichtung von Holzfußböden, bei der bestimmte Lacke, wie z.B. Säurehärter, nicht eingesetzt werden sollten.

4.3. Flüchtige Kohlenwasserstoffe (VOC)

Bei der letzten Messserie waren die Raumluftkonzentrationen nicht mehr erhöht. Daher waren keine speziellen Maßnahmen erforderlich. Kurz nach den Renovierungsarbeiten (1. und 2. Messserie) konnten jedoch noch erhöhte Konzentrationen an flüchtigen Kohlenwasserstoffen festgestellt werden. In beiden untersuchten Fällen wurde der Fußbodenbereich (Hohlraum der Trittschalldämmung) als Hauptquelle der flüchtigen Kohlenwasserstoffe

identifiziert. Aufgrund der verwendeten Materialien im Bodenbereich ist vermutlich ein lösungsmittelhaltiger Bitumenanstrich als Hauptquelle anzusehen.

Einen Sonderfall stellt die in einem Kindergarten festgestellte hohe Konzentration an leichtflüchtigen Kohlenwasserstoffen im Bereich eines Kanalschachtes dar. Hier sollte der Kanalschacht raumseitig abgedichtet werden.

Im Sinne eines vorbeugenden Gesundheitsschutzes bzw. zur Vermeidung von Konzentrationen, wie sie in der ersten Zeit nach der Renovierung in 2 Objekten aufgetreten sind, wird empfohlen, die Verwendung lösungsmittelhaltiger Produkte 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. Im Speziellen betrifft dies sogenannte Bitumenanstriche, die häufig in Kombination mit Bitumenpappen zur Abdichtung gegen Wasser und Feuchtigkeit im Boden- und Deckenbereich eingesetzt werden. Durch den Einsatz in diesem nicht gut zu entlüftenden Bereich kann sich die Abgasung flüchtiger Stoffe über einen längeren Zeitraum erstrecken. Weiters sind Kleber und Holzfußbodenbeschichtungen betroffen.

4.4. Pentachlorphenol (PCP)

Aufgrund der Tatsache, dass in sämtlichen Kindergärten die Richtwerte (PCP-Richtlinie 1998, Staatsanzeiger des Landes Hessen) unterschritten wurden, sind in den bestehenden Kindergärten keine sofortigen Maßnahmen erforderlich. Mittelfristig sind jedoch Sanierungsmaßnahmen zu empfehlen. Die Ergebnisse der stichprobenartigen Messungen sind in sich nicht immer konsistent und reichen zu umfassenden und allgemein gültigen Empfehlungen nicht aus.

Die Messergebnisse zeigten, dass es durch die mit pentachlorphenolhaltigen Holzschutzmitteln behandelten Flächen zu einer deutlichen Kontamination der Raumluft sowie des Hausstaubes kommen kann. Als weiterer Punkt, der eine eher vorsichtige Vorgangsweise rechtfertigt, ist die Tatsache zu berücksichtigen, dass die verwendeten Präparate in der Regel mit polychlorierten Dioxinen und Furanen verunreinigt sind. Im Sinne eines vorbeugenden Gesundheitsschutzes wird daher empfohlen, beim Vorliegen von starken Emittenten bzw. schwachen, großflächigen PCP-Quellen Sanierungsmaßnahmen einzuleiten.

In einem Kindergarten werden als Sanierungsmaßnahme die betroffenen Fenster getauscht, nicht tragende Bauteile entfernt und tragende, kontaminierte Holzteile mit einem Spezialanstrich überschichtet. In einem weiteren Kindergarten werden voraussichtlich ähnliche Maßnahmen ergriffen. Prinzipiell ist in den konkreten Objekten als Sanierungsmöglichkeit im Bereich der Fenster und nicht zugänglichen Holzflächen im Wand- und Deckenbereich das Beschichten mit einem Spezialanstrich möglich.

Die Entfernung der kontaminierten Holzteile bietet jedoch immer die beste Gewähr für einen Erfolg der Sanierung. Im Falle der betroffenen Fenster sollten schon aufgrund des Alters der Bauteile die Fensterflügel samt Rahmen komplett ausgetauscht werden, dies auch in Hinblick auf energetische Gewinne durch moderne Fensterkonstruktionen. Unter Umständen kann auch die Entfernung der obersten Materialschichte zweckmäßig sein.

Im Falle von Holzflächen, bei denen ein direkter Hautkontakt mit kontaminiertem Holz möglich ist (z.B. *Abb. 27*), sollte in jedem Fall ein Entfernen der obersten Materialschichte bzw. ein kompletter Austausch erfolgen.

Sollte über die Notwendigkeit einer Sanierung Unklarheit bestehen, können Risikokindergärten entweder mittels Hausstaub- oder Materialproben auf PCP untersucht werden. Als Risikokindergärten können diejenigen Objekte bezeichnet werden, die in der Zeit zwischen 1950 und 1985 neue Holzfenster erhielten, sowie diejenigen Objekte, in denen in der fraglichen Zeit größere Holzflächen montiert oder renoviert wurden.



Abb. 27: freizugängliche, großflächige Holzverkleidungen

4.5. Schimmel

In jenen Kindergärten, in denen erhebliche Schimmelbildung in einem Gruppenraum oder Aufenthaltsraum auftritt - das sind insgesamt 16 Kindergärten - müssen mittelfristig Sanierungsmaßnahmen gesetzt werden.

In 13 Fällen ist eine bautechnische Sanierung erforderlich. Bei 2 Kindergärten ist ohnedies ein Neubau/Zubau oder Umzug geplant, sodass eine dauerhafte Sanierung nicht sinnvoll ist. In einem Fall muss die eingedrungene Feuchte ausgetrocknet werden.

Bei den Kindergärten, die unter "erhebliche" Schimmelbildung in Nebenräumen oder Keller (6 Kindergärten) sowie "geringfügige Schimmelbildung" (24) eingestuft wurden, ist aus finanziellen Gründen nur eine lang-

fristige Sanierung möglich. Bis zu einer dauerhaften Sanierung sollte die Schimmelbildung durch den Kindergartenbetreiber kontrolliert und zumindest einmal jährlich der Schimmel sachgemäß entfernt werden.

Besondere Bedeutung kommt in diesem Zusammenhang dem Nutzer- und Lüftungsverhalten zu. Bei ungenügender Entlüftung der Räume steigern sich die nutzungsbedingten Feuchtigkeitsabgaben zu erheblichen Wassermengen, sodass die normale Belastbarkeit von Aufenthaltsräumen sehr bald überschritten wird, insbesondere dann, wenn der Wärmeschutz der Außenbauteile mangelhaft ausgeführt wurde.

Bewusstes, umsichtiges Verhalten der Benutzer kann die Schimmelbildung minimieren. An erster Stelle steht dabei die ausreichende, richtige Belüftung der Räume, wodurch die Feuchtigkeit abtransportiert wird. Das heißt im Einzelnen:

- Die Belüftung der Aufenthaltsräume sollte mindestens **drei- bis viermal täglich** vorgenommen werden.
- Die am weitesten verbreitete Lüftungsart (gekipptes Fenster) führt meist zu mehrfach überhöhten Luftwechselraten, weil die einströmenden Luftmengen unterschätzt werden. Die Energieverluste sind dadurch größer als bei der Quer- und Stoßlüftung. Die Auskühlung der Räume und Inneneinrichtungen erhöht außerdem die Wahrscheinlichkeit der Feuchtigkeitsbildung durch Kondensation. Zur Dauerlüftung ist die Kippstellung nur von Mai bis September sinnvoll.
- Soll die Raumluft energiesparend in kurzer Zeit komplett ausgetauscht werden, ist die geeignetste Lüftungsmethode die **Querlüftung**. Im Aufenthaltsraum 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 geöffnetem Fenster (**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 Fenster niederschlägt.

4.6. Zugluft, Gebäudeundichtheiten

Grundsätzlich müssen Sanierungsmaßnahmen hinsichtlich der Luftdichtheit immer individuell betrachtet werden. Aufwand und Kosten für Sanierungen können sehr unterschiedlich ausfallen. So reicht in einem Fall die Abdichtung von feinen Fugen mittels dauerelastischen Dichtungsmassen als Sanierungsmaßnahme aus, im anderen Fall müssen vielleicht die Fenster erneuert werden. Sehr aufwendig werden Sanierungsarbeiten, wenn die Undichtheiten im Bereich der Konstruktion des Daches gelegen sind. Ohne einer drastischen Veränderung der Innenarchitektur oder einer Generalsanierung des Daches ist meistens keine optimale Lösung zu finden.

Grundsätzlich kann davon ausgegangen werden, dass jene Kindergärten, bei denen ein Luftwechsel von **über 10 h⁻¹** (10-facher Luftwechsel pro Stunde) gemessen wurde, einer dringenden Sanierung bedürfen. Vor allem für einen der 14 gemessenen Kindergärten bedeutet dies eine Generalsanierung der gesamten Außenhülle des Gebäudes. Diesbezügliche Planungsarbeiten werden bereits vorgenommen.

Objekte, die einen Luftwechsel von **3 bis 10 h⁻¹** aufweisen, sollten punktuell saniert werden. In vielen Fällen kann durch eine Sanierung der Fenster eine Verbesserung erzielt werden. Teilweise ist auch eine zusätzliche Abdichtung der obersten Geschoßdecke zweckmäßig.

Gebäude mit einem n_{50} -Wert von unter 3 h⁻¹ können nach Maßgabe der Möglichkeiten punktuell verbessert werden.

Folgende Kriterien können generell zur ersten Beurteilung der Luftdichtheit herangezogen werden:

- Baujahr: Leichtbauweisen ausgeführt zwischen 1970 und 1995 weisen häufig erhebliche Undichtheiten auf.
- Raumseitige Verkleidungen der in Leichtbauweise ausgeführten Dachschrägen bzw. obersten Decken mit Nut- und Federbrettern aus Holz weisen in der Regel auf Mängel hin.
- Fenster älteren Baujahres (über 20 Jahre) sollten generalsaniert bzw. erneuert werden. Eine Erneuerung der Fensterdichtungen sollte längstens alle 10 Jahre erfolgen.

Um eine luftdichte Gebäudehülle zu erreichen, sind bei Um- oder Neubauten folgende Kriterien einzuhalten:

- Bei der Planung auch das Luftdichtheitskonzept berücksichtigen.
- Konstruktionen so wählen, dass Verarbeitungsfehler vermieden werden.
- Bauausführung ständig kontrollieren.
- Bei Konstruktionswechsel besonders auf den luftdichten Übergang achten.
- Zwei luftdichte Ebenen vorsehen, wobei die raumseitige Ebene wasserdampfdichter als die außenseitige ausgeführt werden muss.
- Die raumseitige luftdichte Ebene nie durchstoßen oder beschädigen; wenn dies nicht vermieden werden kann, ist die Öffnung mit Sorgfalt abzudichten.
- Bei Leichtbauweise Installationsebenen vorsehen.

4.7. Akustik

Deckengestaltung

Um die Nachhallzeit in den akustisch nicht sanierten Gruppen- und Bewegungsräumen der Kindergärten auf ein vertretbares Maß abzusenken, ist es erforderlich, die gesamte Decke akustisch zu gestalten. Die Gestaltung sollte mit Absorptionsmaterialien durchgeführt werden, die auch eine hohe Absorption im tiefen Frequenzbereich aufweisen, um lange Nachhallzeiten zu vermeiden.

In den meisten Fällen wird mit einer kostengünstigen, abgehängten und mit Mineralwolle (oder Naturfasermaterialien) hinterlegten gelochten Gipskartonplattendecke das Auslangen gefunden. Damit wird ein erheblicher Teil der Schallenergie in den Gruppen- und Bewegungsräumen absorbiert. Kommen bei der Deckenverkleidung ungelochte Gipskartonplatten zum Einsatz, sollte speziell im Gruppenraum darauf geachtet werden, dass das Verhältnis von gelochten zu ungelochten Platten so verteilt wird, dass in der Mitte des Raumes schallharte (ungelochte) Platten, während im seitlichen Randbereich gelochte Platten mit hohem Absorptionsvermögen verwendet werden. Durch die ungelochten Gipskartonplatten werden in der Mitte des Raumes Deckenreflexionen gewährleistet, die eine optimale Silbenverständlichkeit ergeben. Mit einer solchen oder ähnlichen Akustikausstattung wird die Nachhallzeit über den gesamten Frequenzbereich auf die nach dem Volumen erforderliche Nachhallzeit abgesenkt.

Wandgestaltung

Durch die Rechteckform vieler Gruppen- und Bewegungsräume kann es zu sogenannten Flatterechos kommen. Diese entstehen durch Vielfachreflexionen an den parallelen Seitenwänden. Durch absorbierende Wandelemente, die auch als Pinnwände gestaltet werden können, sowie Vorhänge an den Fenstern kann dies unterbunden werden.

Durch Vorhänge erreicht man zusätzlich eine günstige Absorption im höheren Frequenzbereich. Um die Reflexionen von Fenstern zu minimieren, könnte zusätzlich zu den Vorhängen bzw. Rollos ein lichtdurchlässiger Vorhang (Store) angebracht werden. Sollten die angeführten Maßnahmen noch nicht die gewünschten Nachhallzeiten ergeben, könnten am Fußboden teilweise Teppiche aufgelegt werden. Die Nachhallzeit wird auch durch die Anzahl der Kinder beeinflusst, da auch die Bekleidung eine Schallschluckwirkung besitzt.

Bei den verwendeten Schallschlucksystemen sind Brandschutzvorschriften hinsichtlich der Qualm- bzw. Tropfenbildung zu berücksichtigen. Die Anbringung und Berechnung der notwendigen Absorptionsflächen sollten von einer Fachfirma durchgeführt werden.

Vorsorgemaßnahmen bei Kindergartenneubauten

Bei neu zu errichtenden Kindergärten ist unbedingt darauf zu achten, dass die akustische Grundausstattung in den Gruppen- und Bewegungsräumen mittels einer Akustikdecke erfolgt. Eine Grundabsorption durch eine Akustikdecke im Stiegenhaus und in den Gängen wäre ebenfalls für das Wohlbefinden vorteilhaft.

5. Resumee und Ausblick

Da sich die Menschen einen Großteil des Tages in Innenräumen aufhalten, sind belastenden Faktoren, die die Gesundheit und das Wohlbefinden beeinträchtigen können, ein besonderes Augenmerk zu schenken. Ein herausragendes Schutzbedürfnis haben dabei Kinder. Durch die Ergebnisse der in diesem Projekt durchgeführten Erhebungen konnte gezeigt werden, dass im Hinblick auf die Innenraumsituation ein Verbesserungsbedarf für Betreiber einzelner, bestehender und ein Vorsorgebedarf für Planer zukünftig zu errichtender Kindergärten gegeben ist.

Die Untersuchung bestätigt, dass durch die verbreitete Nutzung erdberührter Räume als Gruppenräume in Verbindung mit der geologischen Situation Oberösterreichs in Einzelfällen mit erhöhten Radon-Aktivitätskonzentrationen zu rechnen ist. Obwohl der überwiegende Teil der untersuchten Kindergärten in dieser Hinsicht problemfrei ist, wurden im Zuge dieser Erhebung einige gefunden, die einer weiteren Überwachung und einer bautechnischen Sanierung bedürfen.

Die Ergebnisse zeigen einmal mehr, dass gerade in gemeinschaftlich genutzten Innenräumen die regelmäßige Zufuhr von Frischluft wesentlich zum Wohlbefinden und 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 (je nach Personenanzahl, Raumgröße und Luftverbrauch, alle 1-1,5 Stunden ca. 5-10 min) gegenüber der Dauerlüftung (gekipptes Fenster) der Vorzug gegeben werden. Bei zukünftigen Kindergartengebäuden kann die Einplanung einer haustechnischen Belüftungsanlage zur automatisierten Sicherstellung eines ständigen Luftaustausches wesentlich beitragen.

In einigen wenigen Fällen reicht die Anpassung der Lüftung nicht aus, um einen akzeptablen Zustand der Innenraumluftsituation sicherzustellen. In diesen Kindergärten können nur bautechnische Sanierungsmaßnahmen Abhilfe schaffen. Problematisch sind dabei neben erhöhten Radon-Aktivitätskonzentrationen auch Fälle mit erheblicher Schimmelbildung (Feuchtigkeit). Einige eklatante Problemfälle betreffen auch die Gebäudedichtheit (Zugluft). Generell nicht zu vernachlässigen im Hinblick auf das Wohlbefinden ist auch die Frage der akustischen Situation. Unzureichende Lärmdämpfung und Nachhalleffekte (z.B. Flatterechos) können auch zu erheblichen gesundheitlichen Beeinträchtigungen bis hin zu psychosomatischen Auswirkungen führen. Gerade diese bauphysikalischen Mängel sollten in Einzelfällen saniert und bei zukünftigen Bauten durch sachgemäße Planung vermieden werden.

Aus der Erhebung des Ist-Zustandes der Innenraumsituation sind nicht nur die kurz- und mittelfristigen Sanierungsschritte in den einzelnen konkret betroffenen Kindergärten ableitbar, sondern darüber hinaus wurde eine aktuelle Grundlage für Planer zukünftiger Gebäude zur Vermeidung von Innenraum-Belastungsfaktoren in neu zu errichtenden Kindergärten geschaffen. Damit trägt diese Studie wesentlich dazu bei, dass zukünftig Fehler bei der Gestaltung und Ausstattung von Kindergartenneubauten oder bei -sanierungen vermieden werden können.

Land Oberösterreich - Lärm- und Strahlenschutz
4021 Linz, Stockhofstraße 40; Tel. 0732 / 7720 - 14543
Fax: 0732 / 7720 - 14520; e-mail: u-ls.post@ooe.gv.at

Besuchen Sie auch unsere Homepage:
<http://www.ooe.gv.at/umwelt>

Titelfoto: Foto Wodicka, Linz

Grafik und Layout: Manfred Frosch

Projektteam

Markus Bernreiter²
Bernhard Damberger⁶
Harry Friedmann⁸
Cornelia Hofstädter¹
Heribert Kaineder¹
Johann Kaltenberger¹
Viktor Karg^{3,4}
Robert Kernöcker¹
Franz Josef Maringer⁷
Thomas Markowetz¹
Erwin Nadschläger¹
Wolfgang Ringer²
Thomas Schlögelhofer¹
Sigrid Sperker¹
Peter Tappler^{5,6}
Felix Twrdik⁶

Beteiligte Institutionen

- ¹Land Oberösterreich (Lärm- und Strahlenschutz, Abteilung Bildung, Jugend und Sport, Abteilung Hochbau)
²Bundesamt für Agrarbiologie, Linz
³Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft
⁴Bundesanstalt für Lebensmitteluntersuchung und -forschung, Wien
⁵Donauuniversität Krems, Zentrum für Bauen und Umwelt
⁶Innenraum Mess- und Beratungsservice, Wien
⁷Austrian Research Centers Seibersdorf GmbH, Arsenal, Wien
⁸Universität Wien, Inst. für Isotopenforschung und Kernphysik

Danksagung

Der herzliche Dank des Untersuchungsteams richtet sich ausdrücklich an die Kindergartenerhalter für ihre Kooperationsbereitschaft und die Kindergärtnerinnen für ihre tatkräftige Unterstützung und Mithilfe bei der Durchführung der Erhebungen und Messungen. Ohne diese Unterstützung wäre diese Studie nicht so erfolgreich zu verwirklichen gewesen.