Kanton Zürich
Baudirektion
Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft
Luft, Klima und Strahlung

Fachstelle Radon

Radonmessungen in Schulen, Kindergärten und weiteren Kinderbetreuungseinrichtungen des Kantons Zürich

Projektabschlussbericht
Januar 2024

Inhalt

1. Gesundheitsgefahr Radon **3**

2. Verbesserung des Radonschutzes **3**

2.1. Vorgaben der Strahlenschutzverordnung und weiterer Vollzugsgrundlagen 3

2.2. Konkretisierungen für Radonmessungen im Kanton Zürich 3

3. Organisation der Radonmesskampagne **4**

3.1. Regionale Staffelung 4

3.2. Adressen der zu messenden Einrichtungen 5

3.3. Organisation des Ablaufs der Messungen 6

4. Resultate **7**

4.1. Mengengerüst Messungen 7

4.2. Radonkonzentrationen in Räumen mit Personenaufenthalt 8

4.3. Sanierungen 9

5. Ausblick **11**

6. Weiterführende Informationen **12**

1. Gesundheitsgefahr Radon

Radon ist ein natürliches radioaktives Edelgas, das im Untergrund vorhanden ist. Beim Aufstieg zur Erdoberfläche kann es über undichte Fundamente oder Durchführungen in Gebäude gelangen und sich dort anreichern. Über die Atmung gelangt Radon in die Lunge. Die von Radon und seinen Folgeprodukten ausgehende radioaktive Strahlung schädigt das Lungengewebe und kann Lungenkrebs verursachen. In der Schweiz werden 200 - 300 Todesfälle pro Jahr auf radonbedingten Lungenkrebs zurückgeführt. Damit ist Radon nach dem Rauchen die zweithäufigste Ursache für Lungenkrebs.

2. Verbesserung des Radonschutzes

2.1. Vorgaben der Strahlenschutzverordnung und weiterer Vollzugsgrundlagen

Die Revision der Strahlenschutzverordnung (StSV) des Bundes 2018 hatte unter anderem zum Ziel, die Bevölkerung besser vor Gesundheitsschäden durch Radon zu schützen. So wurde die maximal erlaubte Konzentration von Radon in Räumen, in denen sich Personen mindestens 15 Stunden pro Woche aufhalten (z.B. Wohnräume oder Schulzimmer), deutlich gesenkt: Der zuvor geltende Grenzwert von 1000 Becquerel pro Kubikmeter (Bq/m^3) für solche Räume wurde durch den Referenzwert von 300 Bq/m^3 ersetzt. Der Referenzwert hat keine Gültigkeit in Räumen ohne Personenaufenthalt, d.h. in Räumen, in denen sich Personen weniger als 15 Stunden pro Woche aufhalten, wie z.B. in Keller- oder Lagerräumen.

Für eine anerkannte Radonmessung muss mit einem dafür vorgesehenen Messmittel über eine Periode von mindestens 90 Tagen während der Heizperiode gemessen werden. Eine Überschreitung des Referenzwerts in einem Raum mit Personenaufenthalt zieht eine Radonsanierung nach sich. Die Sanierungsfristen werden in der «Wegleitung Radon» des Bundesamts für Gesundheit (BAG) basierend auf der gemessenen Radonkonzentration und der Nutzungsdauer des betroffenen Raums festgelegt. Die Wirksamkeit einer Radonsanierung kann nur durch eine weitere Radonmessung überprüft werden.

Gemäss StSV sorgen die Kantone dafür, dass in Schulen und Kindergärten Radonmessungen durchgeführt werden. Die Kantone ordnen auch die Durchführung von Sanierungen nach Überschreitung des Referenzwertes in Schulen und Kindergärten an.

2.2. Konkretisierungen für Radonmessungen im Kanton Zürich

Im Kanton Zürich liegt die thematische Zuständigkeit bei der Fachstelle Radon des Amts für Abfall, Wasser, Energie und Luft (AWEL). Die Fachstelle sorgt dafür, dass in Schulen und Kindergärten Radonmessungen gemäss den Vorgaben der StSV durchgeführt werden. Mit Erhalt dieses Auftrags bei Inkrafttreten der revidierten StSV 2018 wurde beschlossen, die Radonmessungen in Schulen und Kindergärten im Rahmen einer Messkampagne durchzuführen. Aus Gründen der Gleichbehandlung sollten im Kanton Zürich nicht nur öffentliche und private Schulen und Kindergärten, sondern auch weitere Kinderbetreuungseinrichtungen auf Radon hin überprüft werden, so z.B. Horte, Kinderkrippen, Kinder- und Jugendheime sowie dauerhaft genutzte sonstige Jugendräume.

Eine Aufwandsabschätzung zu Beginn der Kampagne ergab eine Anzahl von mindestens 2000 Einrichtungen mit einem oder mehreren messpflichtigen Gebäuden. Aufgrund der grossen Anzahl von zu überprüfenden Gebäuden wurde die Kampagne über einen Zeitraum von fünf Jahren geplant, in denen die Messungen regionsweise durchgeführt werden sollten. Die Messungen mit passiven Radondosimetern sollten zudem nicht nur in der Heizperiode, sondern als robuste Ganzjahresmessungen durchgeführt werden. Dieses Vorgehen stellte sicher, dass ausreichende personelle Ressourcen bei den für Messungen in Schulen und Kindergärten anerkannten Messunternehmen zur Verfügung standen.

Die Messungen wurden nach den Vorgaben des «Radonmessprotokolls für Schulen und Kindergärten» des Bundesamts für Gesundheit (BAG) sowie dem «Pflichtenheft für Messfirmen: Kantonale Vorgaben und Empfehlungen zur Durchführung der Radonmessungen ergänzend zum Radonmessprotokoll für Schulen und Kindergärten des BAG» durchgeführt. Die kantonalen Ergänzungen betrafen u.a. die Auswahl von Messorten, die Messdauer sowie die Kommunikation zwischen Messfirma und der kantonalen Fachstelle Radon.

Im Rahmen der Messkampagne wurden Sanierungsfristen gemäss der «Wegleitung Radon» des BAG vom 8. April 2019 auf drei, zehn oder 30 Jahre festgelegt. Für Räume mit langem Personenaufenthalt und Radonkonzentrationen von über 1000 Bq/m^3 sowie für Räume mit kurzem Personenaufenthalt und Radonkonzentrationen von über 3000 Bq/m^3 hat das BAG mit der Aktualisierung der Wegleitung Radon vom 25. April 2022 die Sanierungsfristen auf ein Jahr oder weniger reduziert. Die verkürzten Sanierungsfristen gelten nicht für die vorliegende Messkampagne (vgl. https://www.bag.admin.ch/bag/de/home/gesund-leben/umwelt-und-gesundheit/strahlung-radioaktivitaet-schall/radon/richt-grenzwerte.html).

3. Organisation der Radonmesskampagne

3.1. Regionale Staffelung

Die Radonmessungen wurden regionsweise gestaffelt über fünf Jahre durchgeführt. Die Regionen wurden dabei so gewählt, dass in jedem Jahr eine ähnlich grosse Anzahl an Gebäuden auf Radon hin überprüft wurde. Die Messungen wurden in derjenigen Region begonnen, in der die Radonkarte des BAG tendenziell die höchsten Wahrscheinlichkeiten für Überschreitungen des Radonreferenzwerts anzeigte. Der Zeitplan für den Beginn der jeweiligen Messungen präsentiert sich wie folgt und ist in Abb. 1 grafisch dargestellt:

2018, Region 1: Bezirke Hinwil, Pfäffikon, Winterthur und Zürich

2019, Region 2: Bezirke Uster und Meilen

2020, Region 3: Bezirke Horgen, Affoltern und Dietikon

2021, Region 4: Bezirke Dielsdorf, Bülach und Andelfingen

Die Messungen in den Städten Winterthur und Zürich wurden aufgrund der grossen Anzahl zu überprüfender Gebäude über mehrere Jahre verteilt durchgeführt.

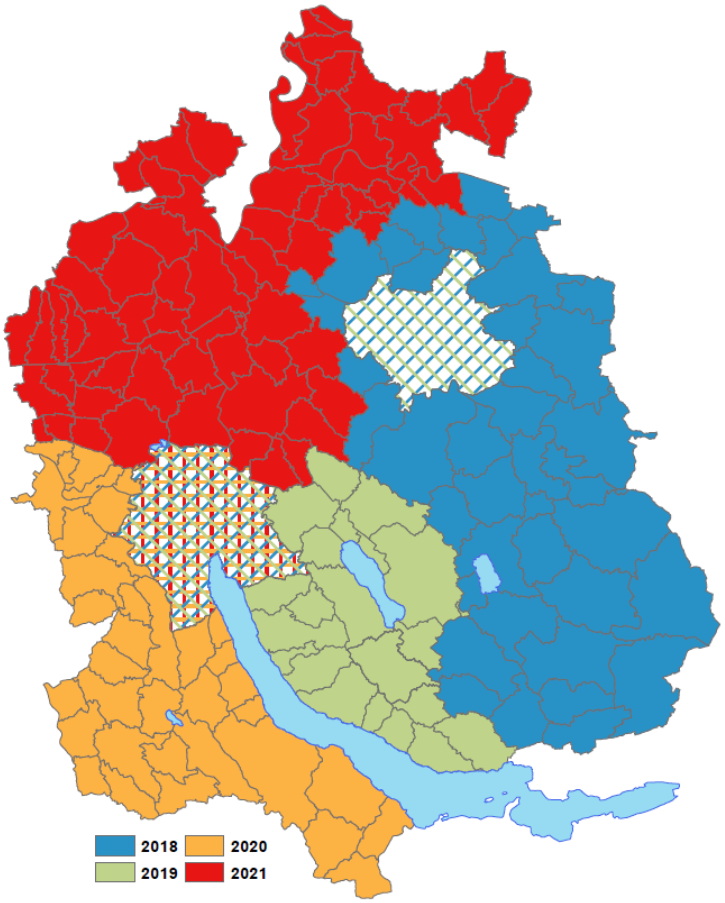

Abb. 1: Regionsweise gestaffelter Beginn der Jahresmessungen Radon in Schulen, Kindergärten und weiteren Kinderbetreuungseinrichtungen im Kanton Zürich.

3.2. Adressen der zu messenden Einrichtungen

Eine grosse Herausforderung zu Beginn des Projekts war, die Adressen aller messpflichtigen Einrichtungen bzw. diejenigen der Gebäudeeigentümerinnen und -eigentümer zu erhalten.

Öffentliche Schulen, Kindergärten sowie sonstige öffentliche Betreuungseinrichtungen sind im Eigentum der Gemeinden bzw. Schulgemeinden sowie dem Kanton Zürich selbst. Entsprechend erfolgte die Korrespondenz mit den Gemeinden und Schulgemeinden, sowie beim Kanton mit dem Immobilienamt.

Der Betrieb einer Privatschule, Sonderschule oder eines Kinder- bzw. Jugendheims setzt eine Bewilligung durch den Kanton voraus, der entsprechende öffentliche Register führt. Über diese Register konnten die jeweiligen Eigentümer/Innen ermittelt werden.

Für private Kinderkrippen und Kindertagesstätten existiert im Kanton Zürich kein zentrales Register. Die Adressen dieser Einrichtungen wurden weitgehend in Handarbeit via Internetrecherche und mithilfe verschiedener lokaler Listen ermittelt. Die Eigentümer/Innen konnten über die Adressen über die Gebäudeversicherung des Kantons Zürich ermittelt werden.

3.3. Organisation des Ablaufs der Messungen

Erstinformation
Zu Beginn der Messkampagne 2018 wurden die Eigentümer/Innen aller messpflichtigen Einrichtungen schriftlich über die Radonthematik, die Verpflichtung zur Radonmessung sowie den Ablauf der Messkampagne und informiert. Zeitgleich wurden eine entsprechende Medienmitteilung der Baudirektion publiziert und die relevanten Dokumente und Informationen auf der Website Radon des AWEL zur Verfügung gestellt.

Messaufforderung
Nachfolgend forderte der Kanton jeweils in der ersten Jahreshälfte[1] wiederum schriftlich alle betroffenen Gebäudeeigentümer/Innen einer Region auf, die notwendigen Radonmessungen durch ein vom BAG anerkanntes Messunternehmen durchführen zu lassen[2]. Alle Eigentümer/Innen wurden zudem zu einer Veranstaltung der Fachstelle Radon in der Region eingeladen, bei der sie sich über die Radonthematik und die Messkampagne informieren und Fragen stellen konnten.

Durchführung der Messungen
Nach Erhalt eines Auftrags legte das Messunternehmen in den relevanten Räumen der zu überprüfenden Gebäude nach den Vorgaben des BAG und des Kantons Zürich passive Radondosimeter aus und sammelte sie nach etwa einem Jahr wieder ein. Die Dosimeter wurden danach jeweils in den Labors der Herstellerfirmen der Dosimeter ausgewertet und die Resultate wieder den Messunternehmen zugestellt. Diese fassten die Resultate in Messberichten zusammen und gaben sie an die Gebäudeeigentümer/Innen sowie die Fachstelle Radon ab.

Eintrag in die Radondatenbank
Messunternehmen sind verpflichtet, alle Messresultate in die Radondatenbank des BAG einzutragen, auf die auch die kantonale Fachstelle Radon Zugriff hat. Bei einer Überschreitung des Referenzwerts wird in der Datenbank basierend auf der gemessenen Radonkonzentration und des hinterlegten Personenaufenthalts (lang, kurz) die jeweilige Sanierungsfrist bestimmt.

Weitere Schritte
Wurde in einer Einrichtung keine Überschreitung des Referenzwerts gemessen, erhielt der Eigentümer bzw. die Eigentümerin eine abschliessende schriftliche Mitteilung des AWEL. Andernfalls wurde der Eigentümer bzw. die Eigentümerin schriftlich aufgefordert, für die im Schreiben genannten Räumlichkeiten innert der ebenfalls genannten Fristen eine Radonsanierung durchzuführen. Diese Aufforderungen erfolgten bewusst nicht mittels behördlicher Verfügung, sondern mittels einer schriftlichen Sanierungsbestätigung, die der Eigentümer bzw. die Eigentümerin unterschrieben dem AWEL zurückschickte.

---

[1] Im Startjahr der Messkampagne 2018 konnten die Messaufforderungen erst ab Mitte Jahr versandt werden. Entsprechend wurden die Dosimeter in der Region 1 zwischen Ende 2018 und Anfang 2019 ausgelegt.
[2] Messungen konnten verschoben werden, wenn beim zu prüfenden Gebäude beispielsweise ein Umbau anstand oder die Finanzierung der Messungen im laufenden Jahr nicht möglich war. Einzelne Betreuungseinrichtungen, die sich nur in den obersten Stockwerken von Gebäuden (d.h. mit deutlichem Abstand zu erdberührenden Räumen) befanden, wurden aus der Messpflicht entlassen.

Der gesamte Prozess von Messaufforderung bis zum Erhalt des AWEL-Abschlussschreibens dauerte in der Regel zwischen 18 Monate bis zwei Jahre (Aufforderung Messung, Vertrag mit Messunternehmen, Auslegen der Dosimeter für ein Jahr, Einsammeln der Dosimeter und Auswertung, Erstellung Messbericht, Erstellung Abschlussschreiben bzw. Sanierungsbestätigung). Die letzten Messungen wurden daher (mit wenigen Ausnahmen) 2023 abgeschlossen.

4. Resultate

4.1. Mengengerüst Messungen

Insgesamt wurden im Rahmen der Messkampagne rund 3600 Gebäude auf Radon hin überprüft. Die Einrichtungen waren zu rund 60% öffentlich und zu rund 40% privat. Radonmessungen wurden in rund 16000 Räumen (vgl. Tab. 1) durchgeführt. Dabei entfielen rund 14000 Messungen auf Unterrichts- und Betreuungsräume mit Personenaufenthalt und rund 2000 Messungen auf Räume ohne Personenaufenthalt.

Tab. 1: Anzahl Messungen, die im Rahmen der vorliegenden Kampagne durchgeführt wurden. Gegeben ist jeweils das Jahr, in dem die Dosimeter ausgelegt wurden. 2022 wurde eine kleine Anzahl Messungen gestartet, die aus verschiedenen Gründen (z.B. Budget, vorangegangene Bauarbeiten, Neueröffnungen) nicht im Rahmen der regulären Messzeiträume durchgeführt werden konnten.

Start der Messung	Anzahl Messungen
2018	2808
2019	4024
2020	3190
2021	5623
2022	326
Total 2018 – 2022	15971

Pro Gebäude wurden damit im Durchschnitt vier bis fünf Dosimeter ausgelegt. In einzelnen, sehr grossen Gebäuden (z.B. in grossen Schulen) wurden bis zu 30 Dosimeter ausgelegt. Hingegen waren in vielen kleinen Betreuungseinrichtungen nur ein bis zwei Dosimeter notwendig.

4.2. Radonkonzentrationen in Räumen mit Personenaufenthalt

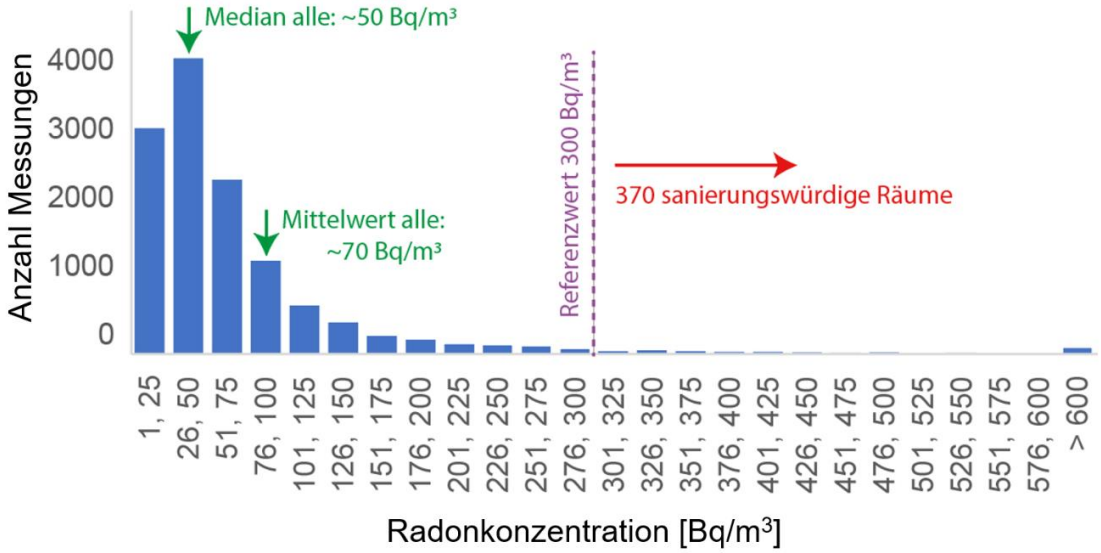

Abb. 2: Radonkonzentrationen in Räumen mit Personenaufenthalt. Lesebeispiel: Rund 4000 Messwerte liegen zwischen 26 und 50 Bq/m³ und rund 1000 Werte liegen zwischen 76 und 100 Bq/m³.

Abb. 2 zeigt rund 14000 Radonkonzentrationen, die in Räumen mit Personenaufenthalt erhoben wurden. Die Messungen entfallen zu 55% auf Räume mit langem (mehr als 30 Stunden pro Woche) und zu 45% auf Räume mit kurzem (15 bis 30 Stunden pro Woche) Personenaufenthalt. Die über alle Messungen gemittelte Radonkonzentration beträgt rund 70 Bq/m³. Dies entspricht dem schweizerischen Durchschnitt in der Wohnung von rund 75 Bq/m³ Radon (vgl. Website des BAG[3] «Strahlenexposition der Schweizer Bevölkerung»). Der Median[4] aller Radonkonzentrationen liegt mit 50 Bq/m³ deutlich tiefer.

Rund 370 bzw. 3% aller gemessenen Räume (in 236 unterschiedlichen Gebäuden) zeigen Radonkonzentrationen über 300 Bq/m³ und sind damit grundsätzlich sanierungsbedürftig. Die Hälfte der Überschreitungen liegt zwischen 301 und 420 Bq/m³, die übrigen Radonkonzentrationen steigen bis maximal 2700 Bq/m³ an (vgl. Abb. 3).

[3] https://www.bag.admin.ch/bag/de/home/gesund-leben/umwelt-und-gesundheit/strahlung-radioaktivitaet-schall/strahlung-gesundheit/strahlenexposition-der-schweizer-bevoelkerung.html

[4] Der Median (oder Zentralwert) ist der Wert, der genau in der Mitte einer Datenverteilung liegt: Die eine Hälfte aller Einzelwerte ist kleiner, die andere grösser als der Median. Damit ist der Median weniger von Extremwerten beeinflusst als der Mittelwert.

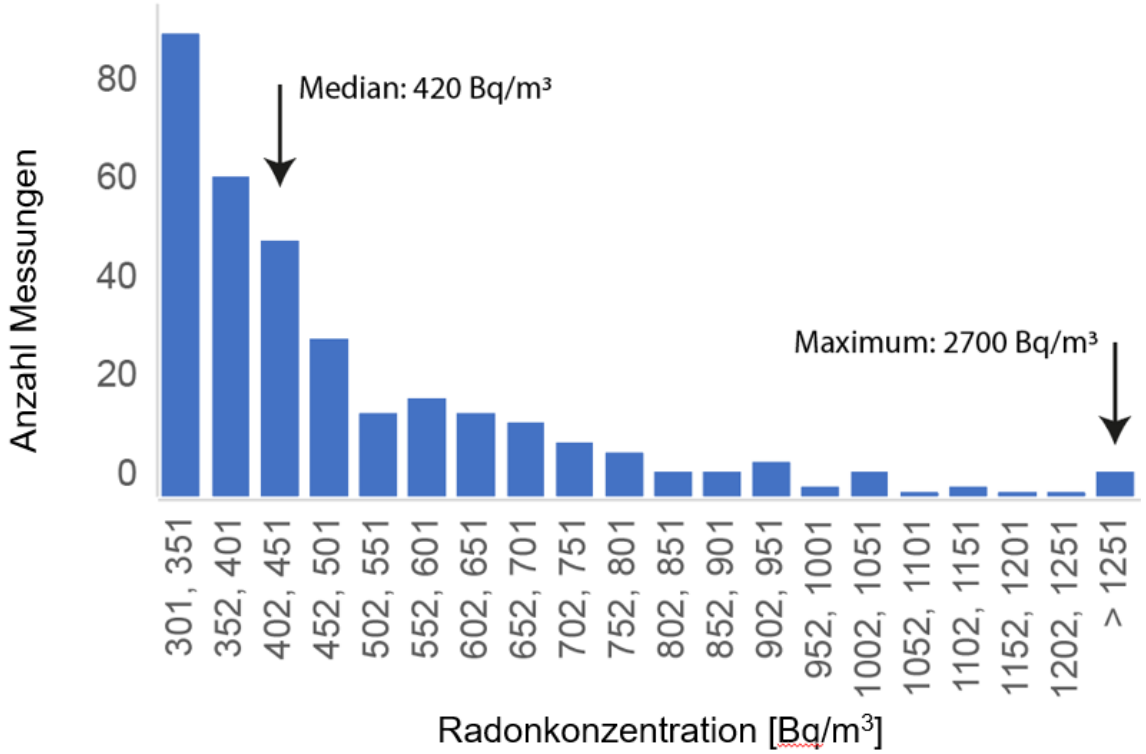

Abb. 3: Radonkonzentrationen in überschrittenen Räumen mit Personenaufenthalt.

4.3. Sanierungen

Unter Berücksichtigung der unterschiedlichen Aufenthaltszeiten (lang, kurz) wurde für jeden überschrittenen Raum (vgl. Abb. 3) die jeweilige Sanierungsfrist ermittelt. Benötigen in einem Gebäude mehrere Räume eine Sanierung, ist es logistisch sinnvoll, diese gleichzeitig durchzuführen. In solchen Fällen gilt die kürzeste ermittelte Sanierungsfrist für alle Räume desselben Gebäudes. Tab. 2 enthält für die insgesamt 236 sanierungsbedürftigen Gebäude (also rund 7% der 3600 insgesamt überprüften Gebäude) die jeweils massgebende Sanierungsfrist:

Tab. 2: Anzahl der Gebäude mit Sanierungsfristen von 3, 10 und 30 Jahren. Massgebend pro Gebäude ist der Raum mit der kürzesten ermittelten Sanierungsfrist.

Anzahl Gebäude	kürzeste Sanierungsfrist im Gebäude
34	3 Jahre
120	10 Jahre
82	30 Jahre

Der grösste Anteil an Gebäudesanierungen wird damit in der Zeitspanne zwischen 2029 – 2032 fällig, ein weiteres Zeitfenster liegt zwischen 2049 und 2052 (vgl. Abb. 4). Ein Teil der

Sanierungen, die zwischen 2022 und 2026 fällig werden (bzw. wurden), sind bereits abgeschlossen (derzeit elf Gebäude). Als abgeschlossen gilt die Radonsanierung erst, wenn eine anerkannte Radonmessung nach der Sanierung die Einhaltung des Referenzwerts belegt.

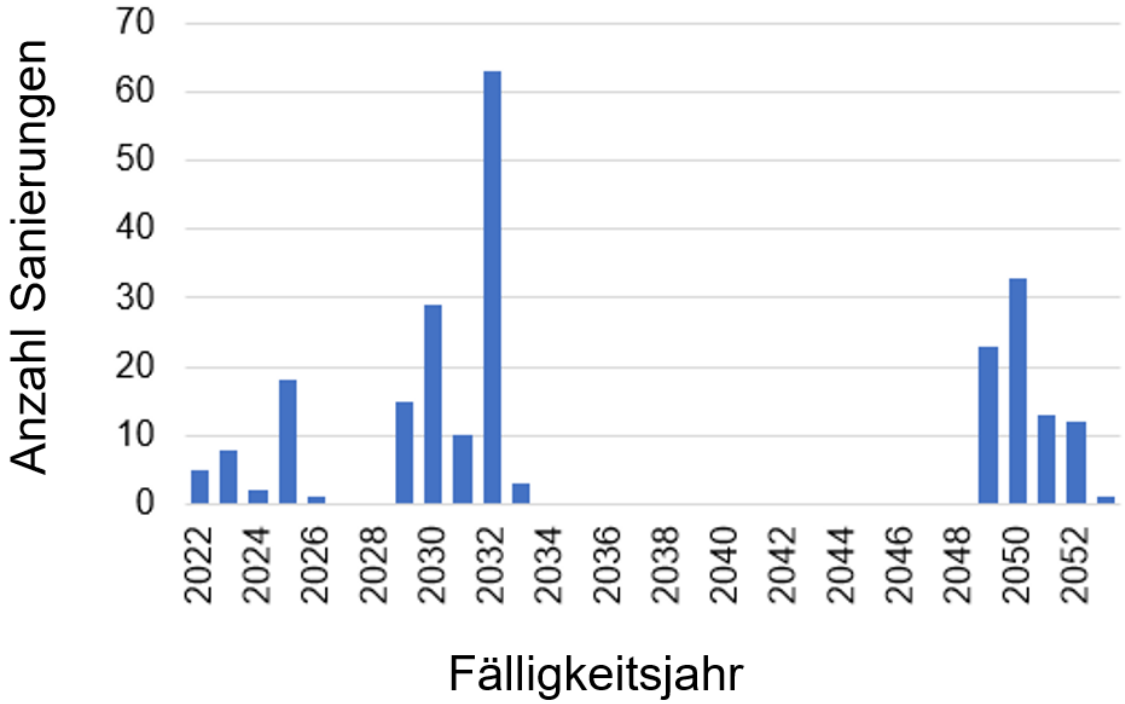

Abb. 4: Fälligkeitsjahre der Sanierungen für alle sanierungsbedürftigen Gebäude.

Neben den klassischen baulichen bzw. betrieblichen Sanierungen wie z.B. dem Einbau oder der Anpassung einer Lüftungsanlage, bestehen weitere Möglichkeiten zum Umgang mit einem überschrittenen Raum. So kann z.B. auch die Nutzungsdauer eines Raums so weit gesenkt werden, dass der Referenzwert keine Gültigkeit mehr hat und die Sanierung des Raums hinfällig wird. Von dieser Möglichkeit wurde im Rahmen der Messkampagne vereinzelt Gebrauch gemacht. Der Gebäudeeigentümer bzw. die Gebäudeeigentümerin musste in diesen Fällen die Raumnutzungsbeschränkung schriftlich bestätigen.

In Räumen, in denen die gemessene Radonkonzentration nur geringfügig über dem Referenzwert liegt, kann vor einer Sanierung zunächst auch eine zeitaufgelöste Messung mit einem aktiven Radonmessgerät sinnvoll sein. Zeigt eine solche Messung, dass die Radonkonzentration während der tatsächlichen Nutzungszeit des Raums (z.B. zwischen 7 Uhr morgens und 19 Uhr abends) unter dem Referenzwert liegt und nur ausserhalb der Nutzungszeiten (z. B. nachts oder am Wochenende) ansteigt, kann von einer Radonsanierung abgesehen werden. Solche Situationen können z.B. auftreten, wenn Lüftungen zu den Betriebszeiten laufen, nachts oder am Wochenende jedoch heruntergefahren oder ganz abgeschaltet werden. In solchen Fällen empfiehlt die Fachstelle Radon aber, die Radonkonzentration im Raum während der Nutzungszeiten mit einem kostengünstigen aktiven Messgerät dauerhaft zu überwachen. Im Rahmen der vorliegenden Kampagne wurden bislang nur vereinzelt solche nachfolgenden zeitaufgelösten Messungen durchgeführt.

5. Ausblick

Die 2018 gestartete Messkampagne Radon in allen Schulen, Kindergärten und weiteren Kinderbetreuungseinrichtungen im Kanton Zürich konnte aufgrund der guten Zusammenarbeit aller Beteiligten 2023 fristgerecht abgeschlossen werden. Die Fachstelle Radon hat nun die Aufgabe, die Durchführung der offenen Sanierungen bis zu deren Abschluss zu begleiten.

Weiter müssen auch neu entstehende Einrichtungen oder bestehende Einrichtungen, an denen relevante bauliche Änderungen oder Ergänzungen realisiert wurden, auf Radon hin überprüft und wenn nötig saniert werden. Dies soll ab 2024 nicht mehr im Rahmen eines Projekts, sondern in einem kontinuierlichen Vollzugsprozess geschehen. Es ist vorgesehen, notwendige Messungen wiederum regionsweise durchzuführen. Abb. 5 zeigt die fünf projektierten Messregionen, die jeweils in einem fünf-Jahres-Zyklus überprüft werden sollen. Der Ablauf des gesamten Kontrollprozesses (Abfragen neuer bzw. umgebauter Gebäude, Aufforderung zu und Durchführung von Messungen, ggf. Sanierung) soll dabei demjenigen der abgeschlossenen Kampagne folgen.

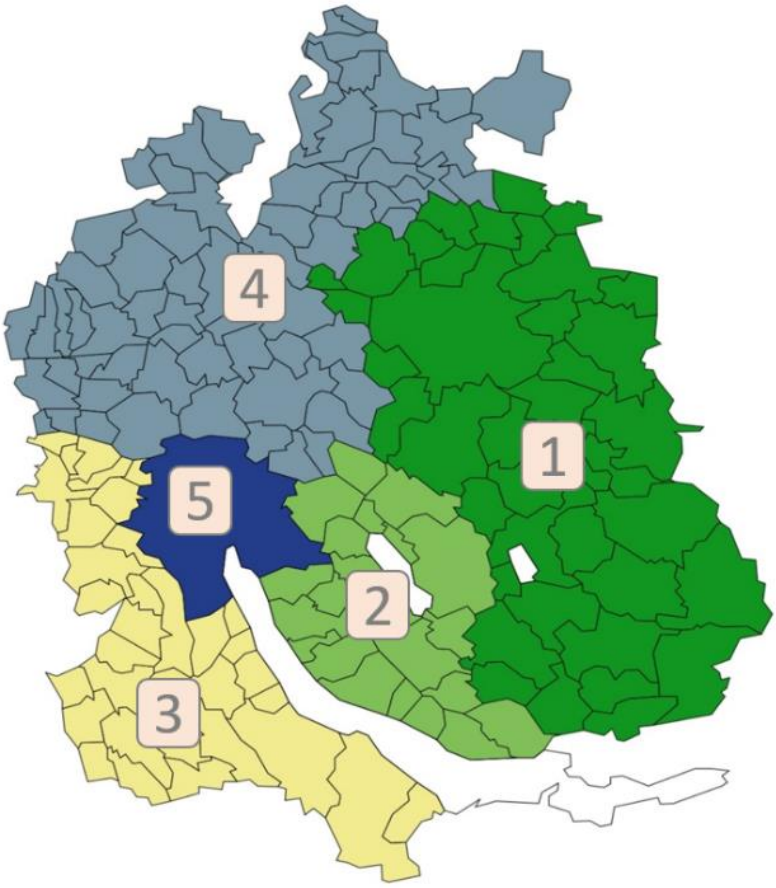

Abb. 5: Karte des Kantons Zürich mit den fünf Messregionen für den Folgevollzug Radon.

Schliesslich besteht die Möglichkeit, dass die im Rahmen von Radonsanierungen umgesetzten Massnahmen mit der Zeit ihre Wirksamkeit verlieren. Es ist daher notwendig, in sanierten Räumen periodisch Kontrollmessungen der Radonkonzentration durchzuführen. Der

Kanton Zürich strebt Kontrollzyklen von etwa 5 Jahren an, beginnend im Jahr 2029. Es ist geplant, diese Kontrollmessungen jeweils zeitgleich mit den zyklischen Überprüfungen neuer und umgebauter Einrichtungen in den o.g. fünf Regionen durchzuführen.

6. Weiterführende Informationen

Informationen zur Radonthematik sind auf der Homepage des BAG unter www.ch-radon.ch sowie auf der Homepage des AWEL unter www.luft.zh.ch → Radon zu finden. Informationen zu den Messungen in konkreten Einrichtungen sind über die jeweilige Eigentümerschaft zu erfragen.