

EGGBI Bewertungen von Schadstoffen, Informationen und Prüfberichten zu Produkten/Produktgruppen, Bausystemen für den Einsatz in Gebäuden mit erhöhten Anforderungen an die „Wohngesundheit“ (Schulen, Kitas und Risikogruppen: Allergiker, Chemikaliensensitive, Schwangere, Kleinkinder...) Informationsstand: 16.10.2017

# Radonbelastungen in Gebäuden

Ein Bevölkerungsanteil „Allergiker“ von bereits 30 % ergibt die Notwendigkeit, auch bei öffentlichen Gebäuden, vor allem Schulen, Kindergärten, Sportstätten nicht nur Fragen von „toxischen“, sondern auch „sensibilisierenden“ Stoffen zu berücksichtigen. [Link](#)

# Inhalt

1	Vorwort .....	3
2	Was ist Radon? .....	4
2.1	Entstehung von Radon .....	4
2.2	Radon-Forschung .....	4
3	Gesundheitliche Risiken .....	5
4	Radonbelastung aus dem Boden .....	5
5	Radonbelastung aus Baustoffen .....	6
5.1	Handlungsbedarf für Baustoffhersteller .....	6
5.2	Handlungsbedarf Verbraucher, Architekten .....	6
5.3	Weiterführende Informationen zum Thema Bauprodukte .....	6
6	Vermeidung und Reduzierung von Radonbelastungen in Gebäuden.....	7
6.1	Empfehlung für Bauaufträge - Ausschreibungen .....	7
6.2	Fachinformationen für Bauherren, Planer und Baufirmen.....	7
6.2.1	Planungshilfen für Neubauten: .....	7
6.2.2	Maßnahmen bei Bestandsbauten mit erhöhten Radonwerten.....	8
6.3	Radon- Messungen und Sanierungen.....	9
7	Radonbelastungen an Schulen - Kitas .....	9
7.1	Beispiel Bayreuth.....	9
7.2	Beispiel Bad Wörishofen .....	10
7.3	Beispiel Oberösterreich -Reihenuntersuchungen.....	10
7.4	Beispiel Radon- Schulmanagement in Nürnberg: .....	10
7.5	Schuluntersuchungen in Baden- Württemberg .....	10
7.6	Empfehlung des Bundesinstituts für Strahlenforschung (BfS) .....	10
7.7	Einige weitere Presseberichte zu Radonbelastungen an Schulen:.....	10
8	Richtwerte- Grenzwerte- Referenzwerte .....	11
8.1	Richtlinie der Europäischen Union ab 2018 .....	11
8.2	Umsetzung in Deutschland.....	11
8.3	Empfehlung des Bundesinstituts für Strahlenforschung ignoriert .....	12
8.4	Weitere Richtwerte und Empfehlungen – national und international .....	12
8.5	Rechtliche und wirtschaftliche Aspekte .....	13
8.5.1	Planer, Architekten, Bauträger - Haftungsrisiko .....	13
8.5.2	Investor, Bauherr .....	13
9	Radon- Beratungsstellen: Messung und Sanierung.....	14
9.1	Radonmessungen.....	14
9.1.1	<b>Deutschland</b> .....	14
9.1.2	<b>Österreich:</b> .....	15
9.1.3	<b>Schweiz:</b> .....	15
10	Weitere Informationen – Links.....	16
10.1	Radon .....	16
10.2	Wohngesundheit allgemein .....	16
11	Allgemeiner Hinweis .....	16

# 1 Vorwort

Mit 12.05.2017 wurde vom Bundesrat für Deutschland ein Referenzwert von **300 Becquerel je Kubikmeter** beschlossen.

Damit **soll** laut Umweltministerium der Umgang mit dem radioaktiven Edelgas Radon zum Schutz der Bevölkerung in dem Gesetz umfassend geregelt werden. Radon, das aus dem Boden austritt, gilt nach Tabakrauch als die zweithäufigste Ursache für Lungenkrebs. Das Gesetz legt erstmals einen Referenzwert zur Bewertung der Radonkonzentration in Wohnräumen und Arbeitsplätzen fest. Anders als ein Grenzwert, der nicht überschritten werden darf und bußbewehrt ist, bildet der Referenzwert den Maßstab für Schutzmaßnahmen, um unterhalb des Wertes zu bleiben. ([Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit](#))

Mit diesem Beschluss wird eine jahrelange Forderung von Gesundheitsexperten – wenn auch nicht mit dem gewünschten "Wert" so weit erfüllt,

- dass künftig bei der Bewertung von Immobilien auch das Thema Radon einfließen wird,
- bei Neubau und Renovierungen das Thema wesentlich mehr Beachtung finden wird.

**Vor allem in energetisch optimierten Häusern** (Niedrigenergie-, Passiv- und EnergiePlus Häusern) kann es durch die bessere „Abdichtung“ und damit oft reduzierten Luftwechselraten zu erhöhten Konzentrationen kommen.

*"Mit steigender Radonkonzentration in Aufenthaltsräumen nimmt das Risiko einer Lungenkrebserkrankung zu. Dies belegt eine europaweit durchgeführte Studie, die von der Europäischen Kommission gefördert wurde. Das Bundesamt für Strahlenschutz (BfS) war an dieser größten epidemiologischen Studie zu Lungenkrebs und Radon in Aufenthaltsräumen beteiligt. In der Studie wurden die Daten von 13 Fall-Kontroll-Studien aus 9 Ländern zusammengefasst und ausgewertet. "Demnach werden europaweit ungefähr neun Prozent der Lungenkrebstodesfälle und zwei Prozent aller Krebstodesfälle durch Radon in Aufenthaltsräumen verursacht", sagte Wolfgang Weiss, Leiter des Fachbereiches Strahlenschutz und Gesundheit des BfS, der bereits 2005 die Ergebnisse der Studie vorstellte. Radon verursacht damit jährlich ungefähr 20.000 Lungenkrebstodesfälle in der Europäischen Union, davon etwa 3.000 in Deutschland."* ([Zitat: Bundesamt für Strahlenschutz](#))

Dennoch wird das Thema sowohl bei der universitären Ausbildung von Planern und Architekten, aber auch bei öffentlichen und privaten Ausschreibungen, Gebäudeplanungen in Deutschland nach wie vor in den meisten Fällen ignoriert, **während im benachbarten Oberösterreich beispielsweise für Radonsanierungen sogar öffentliche Förderungen** vergeben werden.

Während die Thematik einerseits von sehr vielen Bauherren, Hausbesitzern noch immer unterschätzt wird,

**tatsächliche Brisanz:** siehe z.B.: [GSF-Forschungszentrum für Umwelt und Gesundheit](#)

wird von manchen Medien plakativ bewusst oder unbewusst "Panikmache" betrieben

["verseuchte Häuser"; Krebsgefahr in Süddeutschland](#)

**Wir sind der Überzeugung, dass bei sorgfältiger Planung und Bauausführung bei Neubauten sogar mit nur relativ geringen Mehrkosten das Problem bewältigt werden kann- bei bereits belasteten Gebäuden es bewährte Saniermethoden gibt, um künftige gesundheitliche Risiken zu minimieren.**

## 2 Was ist Radon?

Radon ist ein natürlich vorkommendes radioaktives Edelgas. Es kann aus Gesteinen und Böden entweichen und in Gebäude eindringen. Neben der Beschaffenheit des Untergrunds spielt der Gebäudezustand eine wichtige Rolle für die Radonkonzentration im Inneren. Eindringmöglichkeiten für

Radon gibt es beispielsweise über Spalten und Risse entlang von Kabel- und Rohrdurchführungen.

- *Radon ist ein farb-, geruch- und geschmackloses radioaktives Edelgas.*
- *Nach dem Rauchen ist das radioaktive Edelgas Radon laut dem Bundesamt für Strahlenschutz die zweitwichtigste Ursache für Lungenkrebs. Es kommt natürlicherweise im Erdreich vor, die Konzentration schwankt von Region zu Region. Besonders in älteren Gebäuden kann das Gas in Kellerräume und das Erdgeschoss eindringen.*
- *Eine einfache Maßnahme gegen Radon in Innenräumen ist das häufige, stoßweise Lüften. Das Abdichten der Ausbreitungspfade für Radon vom Keller in die Wohnräume (z.B. Leitungsführungen, undichte Türen zwischen Keller und Wohnraum) kann ebenfalls die Radonkonzentration senken.*
- *Aufwändigere Maßnahmen sind der Einbau von Kunststofffolien, Beschichtungen und Bitumenbahnen im Fundamentbereich zur Errichtung einer radondichten Sperrschicht gegen den Untergrund oder der Einbau einer Abtrennung mit Dichtwirkung zwischen Keller und Wohnraum.*
- *Radonvorsorgemaßnahmen bei Neubauten sind wesentlich einfacher, effektiver und langfristig kostengünstiger als eine nachträgliche Sanierung.*
- *Die Radonkonzentration in Gebäuden lässt sich mit einem einfachen Exposimeter bestimmen. Dazu wird das Gerät mindestens drei Monate – besser ein ganzes Jahr – im Erdgeschoss, evtl. zusätzlich auch im Keller des Gebäudes aufgestellt. Ein Exposimeter zur Bestimmung der Radonkonzentration kostet 30 bis 50 Euro. Die Auswertung ist im Preis enthalten.*

### 2.1 Entstehung von Radon

Radon entsteht als Teil der Uranzerfallsreihe. Uran ist überall im Untergrund vorhanden.

Beim natürlichen Zerfall von Uran entsteht unter anderem Radium und daraus Radon. Radonatome können weiter zerfallen. Es entstehen Polonium, Wismuth und Blei. Diese sogenannten Radonfolgeprodukte sind auch radioaktiv und schweben in der Atemluft.

In Innenräumen lagern sie sich allmählich an Gegenständen, Staubpartikel und feinsten Schwebeteilchen, sogenannten Aerosolen, an und können beim Einatmen in die Lunge gelangen. ([Quelle](#))

### 2.2 Radon-Forschung

*"Dass Radon Krebs erzeugen kann, ist seit langem bekannt: Bald nach Entdeckung des Elements (um 1900) wurde Radon in den Bergbaustollen im Erzgebirge nachgewiesen. Genaue Messungen in den zwanziger Jahren des 20. Jahrhunderts führten zu der Hypothese, dass Radon die Ursache für den Lungenkrebs unter Arbeitern im Erzbergbau war – ein Krebs, der seit dem 19. Jahrhundert unter der Bezeichnung „Schneeberger Krankheit“ bekannt war. In den fünfziger Jahren zeigten Tierexperimente und Studien an Arbeitern in Uranbergwerken, dass insbesondere Radon-Zerfallsprodukte Lungenkrebs verursachen können.*

*Wenige Jahre später erkannte man, **dass auch für die allgemeine Bevölkerung ein Risiko durch Radon in Wohnräumen besteht.** Seit den 1980er Jahren geben Messprogramme in West- und Ostdeutschland Aufschluss darüber, welche Radon-Konzentrationen in der Bodenluft und in Wohnräumen vorliegen. Daneben haben epidemiologische Studien genaue Abschätzungen des radonbedingten Lungenkrebsrisikos der Allgemeinbevölkerung ergeben. Es muss allerdings darauf hingewiesen werden, dass akute gesundheitliche Beschwerden, wie z. B. Kopfschmerzen und Asthma, nicht durch Radon verursacht werden." ([Lungeninformationsdienst](#))*

### 3 Gesundheitliche Risiken

"Über die Atmung nehmen wir Radon und die an winzige Partikel gehefteten Folgeprodukte auf. In der Lunge führt der radioaktive Zerfall zur Bestrahlung der Lungenzellen.

Je höher die Radonkonzentration in der Raumluft ist, und je länger wir uns dort aufhalten, desto höher wird das Risiko, an Lungenkrebs zu erkranken.

Besonders gefährlich sind die an Partikel gebundenen Folgeprodukte: Die jeweilige Lebensdauer der Zerfallsprodukte und die Verweilzeit im Atemtrakt beeinflussen die Krebsentstehung.

Der Ort der Ablagerung und Anreicherung der Folgeprodukte ist entscheidend dafür, wo sich gegebenenfalls Lungenkrebs entwickelt. Bis zum tatsächlichen Ausbruch der Krankheit können jedoch Jahrzehnte vergehen." ([Lungeninformationsdienst](#))

Tab. 1: Wahrscheinlichkeit bis zum 75. Lebensjahr an Lungenkrebs zu sterben in Abhängigkeit von der Radonkonzentration und Rauchverhalten (Quelle: Darby et al., 2005).

Radonkonzentration in Bq/m <sup>3</sup>	Todesfälle je 1000 Nichtraucher	Todesfälle je 1000 Raucher
0	4,1	101
100	4,7	116
200	5,4	130
400	6,7	160
800	9,3	216

Quelle: [Bayerisches Landesamt für Umwelt](#)

### 4 Radonbelastung aus dem Boden

Im geologischen Untergrund wird ständig das natürliche radioaktive Edelgas Radon gebildet, das teilweise in die luftgefüllten Porenräume der Gesteine und Böden freigesetzt wird. Aus dem Baugrund gelangt Radon ins Freie und auch in Gebäude. Welche Radonkonzentrationen in einem Gebäude auftreten, wird durch die Radonbildung im Baugrund, die den Radontransport bestimmenden Eigenschaften der dort vorkommenden Materialien und die Bauweise bestimmt ([Infoblatt: Radon in Häusern](#)).

Die natürliche Radonbelastung unterscheidet sich regional teils erheblich - einen Überblick bieten beispielsweise die

["Radonkarte Deutschlands"](#)

["Radonkarte in Österreich"](#)

["Radonkarte Schweiz"](#)

["Radonkarte Südtirol"](#)

- Die Radonkarte gibt eine Orientierung über die regionale Verteilung der Radonkonzentration in der Bodenluft einen Meter unter der Erdoberfläche.
- Die Radonkarte Deutschland wurde auf der Grundlage von Messungen an insgesamt 2.346 geologisch repräsentativen Messorten und der geologische Karte Deutschlands im Maßstab 1:1.000.000 berechnet.
- Aus ihr kann abgeleitet werden, in welchen Regionen und in welchem Umfang mit erhöhten Radonkonzentrationen in Gebäuden zu rechnen ist.

Welche Radonkonzentrationen in einem Gebäude auftreten, wird durch

- die Radonbildung im Baugrund,
- die den Radontransport bestimmenden Eigenschaften der dort vorkommenden Materialien und
- die Bauweise bestimmt

## 5 Radonbelastung aus Baustoffen

Neben der Belastung aus dem Boden kann es aber auch zu erhöhten "Konzentrationen" kommen, wenn entsprechende "Baustoffe" eingesetzt werden.

Zitat Bundesamt für Strahlenschutz:

*"Nach derzeitigem Kenntnisstand wurden in Deutschland keine Materialien zu Bauzwecken verwendet, die infolge erhöhter Thorium Konzentrationen zu aus der Sicht des Strahlenschutzes relevanten Expositionen durch das Gas Radon-220 (Thoron) und seine Zerfallsprodukte in Räumen führen könnten. Die Möglichkeit, dass ungebrannter Lehm als Baustoff in Einzelfällen zu erhöhten Thoronwerten in der Raumluft führen kann, **lässt sich jedoch nicht gänzlich ausschließen.**" ([Quelle](#))*

**Eine Brisanz erhielt dieses Thema erneut 2012 durch "provokante" Presseberichte -**

unter anderem: "Forscher waren vor Krebsgefahr in Lehmhäusern" ([Spiegel Online](#)).

in denen, ausgehend von Untersuchungen in China und neuerdings (bislang) eines (!) Fachwerkhauses in Franken vor erhöhter Thoronbelastung in Lehmhäusern **gewarnt** wird.

Dazu Stellungnahme eines [Lehmputzherstellers](#)

**EGGBI versucht seit langem durch umfangreiche internationale Recherchen, hier eine eigene sachliche "Bewertung" des Baustoffes "Lehm" aber auch zu Natursteine, Fliesen zu finden.**

Diskutiert werden nach wie vor gerade Belastungen aus Natursteinen (Granit) und [Fliesen](#).

Ein umfangreicher Schriftverkehr mit zahlreichen Fliesenfachhändlern, Herstellern und Importeuren brachte leider nur wenige Antworten;

derzeit ist es nicht möglich, beim Kauf von Fliesen dezidierte Messwerte zur "Radioaktivität" der ausgewählten Produkte (selbst Informationen zum Herkunfts- Produktionsland sind oft nur schwer erhältlich) zu bekommen.

### 5.1 Handlungsbedarf für Baustoffhersteller

Angesichts der immer besser gedämmten und damit dichteren Häuser ergibt sich künftig - spätestens bei Inkrafttreten der EU Referenzwerte ab 2018 für Gebäude hier noch ein Handlungsbedarf der Hersteller zu mehr Verbraucherinformationen zum "Strahlungsverhalten" ihrer Produkte.

### 5.2 Handlungsbedarf Verbraucher, Architekten

Verbraucher, aber vor allem auch Architekten sind gut beraten, künftig bei der Produktauswahl auch entsprechende Werte von den Herstellern, Händlern, konkret zu den jeweils ausgewählten Produkten einzufordern und sich nicht mehr mit Allgemeinaussagen zu ganzen Produktgruppen zufriedenzugeben.

### 5.3 Weiterführende Informationen zum Thema Bauprodukte

zum Thema Lehm und Thoron:

[Lehm als Baumaterial.](#)

Aussagen zu Radon aus Bauprodukten:

[Radon Info- Baumaterialien](#)

[Dissertation Dr. Bernd Hoffmann: Radon in Baustoffen und Bauwerkabdichtungen](#)

[Stiftung Warentest](#)

[Statusgespräch des BMU Forschung zum Problemkreis Radon](#)

# 6 Vermeidung und Reduzierung von Radonbelastungen in Gebäuden

## 6.1 Empfehlung für Bauaufträge - Ausschreibungen

Im Rahmen der Ausschreibung/ Auftragserteilung wird empfohlen, bereits jetzt mit Hinweis auf die künftigen europäischen Richtlinien folgende Passage mit aufzunehmen:

- **"Fundament, gegebenenfalls Kellerböden und Kellerwände sind auch im Hinblick auf künftige EU Radon-Referenzwerte entsprechend der DIN 18195 (Bauwerksabdichtung) sowohl in der Planung als in der baulichen Umsetzung (vor allem auch im Bereich von Durchgängen und "Boden-Wandübergängen") so auszuführen,**
- **sowie entsprechende Lüftungskonzepte so zu planen und umzusetzen, dass eine Überschreitung des ab 2018 geltenden Referenzwertes von  $< 300 \text{ Bq m}^3$  ausgeschlossen werden können**
- **Die Einhaltung dieser Werte mittels einer anerkannten Radonmessung ([DIN ISO 11665-8:2013-08](#); [VDE 0493-1-6658:2013-08](#))**

**ist nachzuweisen.**

Gerne vermitteln wir weiterführende Beratung zu Planung und Umsetzung dieser Vorgaben.

## 6.2 Fachinformationen für Bauherren, Planer und Baufirmen

Wertvolle praktische Informationen für die Umsetzung möglichst "radonarmer" Gebäude bieten verschiedene Landesämter – unter anderem in Bayern, Baden- Württemberg und Sachsen. Aktuell (Herbst 2017) "[Radonschutzmaßnahmen- Planungshilfe für Neu- und Bestandsbauten](#)"

### 6.2.1 Planungshilfen für Neubauten:

#### 6.2.1.1 Dichte Bodenplatte

*"Wichtig ist, die allgemein anerkannten Regeln der Technik gegen eindringendes Wasser und aufsteigende Feuchte sind einzuhalten. Bauwerke mit Aufenthaltsräumen sowie sonstige Bauwerke, deren Verwendungszweck dies erfordert, müssen in all ihren Teilen dauerhaft gegen das Eindringen und Aufsteigen von Wasser und Feuchtigkeit aus dem Boden geschützt werden.*

*Besonderes Augenmerk ist auf eine dichte Durchführung der Leitungen durch die erdberührenden Bauteile zu legen. Erdsonden für Wärmepumpen stellen aufgrund ihrer Tiefe einen potenziellen Radoneintrittspfad dar. Es ist immer auf eine dichte Durchführung der Leitungen durch die erdberührenden Bauteile zu achten – zum Beispiel durch ein Rohrdurchführungssystem (RDS)."*

#### 6.2.1.2 Luftdichte Gebäudehülle und kontrollierte Wohnraumlüftung:

*"Eine kontrollierte Wohnraumlüftung ist ohne entsprechende Dichtheit der Gebäudehülle als umfangreiche Radonvorsorgemaßnahme bei Neubauten unzureichend. In diesem Fall ist der vorsorgliche Einbau einer Unterboden-Absaugung erforderlich. Eine ausreichende Dichtheit der Gebäudehülle ist gewährleistet, wenn die n50-Leckage-Rate kleiner als 0,6 h-1 ist (entsprechend verschiedener Energiesparhaus-Standards wie zum Beispiel Passivhaus, KlimaHaus Gold, Minergie-P). Die Belüftungsanlage ist druckneutral oder mit einem leichten Überdruck (wenige Pa) zu betreiben. Die Frischluftansaugung im Freien muss mindestens 80 cm über dem Boden platziert sein (keine Ansaugung beispielsweise aus Kellerfensterschächten)."*



### 6.2.1.3 Unterboden-Absaugung (Radondrainage)

"Wenn umfangreichere Maßnahmen erforderlich sind:

Drainagerohre mit einem Durchmesser von 10 cm sind unter der durchgehenden Fundamentplatte beziehungsweise der Bodenplatte (bei Streifenfundament) zu verlegen.

Die Art der Rohrverlegung ist von der Durchlässigkeit des umgebenden Materials abhängig. Bei Einbau von Kies oder Schotter wird das Rohrsystem schlangenförmig mit einem Rohrabstand von bis zu 8 m verlegt und zu einer Abluftleitung (Vollwandrohr) zusammengeführt.

Bei Einbau des Rohrsystems direkt ins Erdreich (Rohrschutz durch Kies und/oder Vlies) ist ein geringerer Abstand von 1 bis 3 m erforderlich. Von den Außenmauern ist ein Mindestabstand von 1 bis 2 m einzuhalten. Damit im Radon-Drainagesystem ein Unterdruck aufgebaut werden kann, muss ein Zuströmen von Luft aus dem Wasser-Drainagesystem unterbunden werden (Trennung der Systeme beispielsweise durch Fundament oder Folie.) "

Quelle und weitere Informationen: ["Vorsorgemaßnahmen bei Neubauten"](#)

## 6.2.2 Maßnahmen bei Bestandsbauten mit erhöhten Radonwerten

### 6.2.2.1 Verstärktes Lüften

*"Die dauerhafte natürliche Lüftung des Kellers (offene oder gekippte Fenster) verringert die Radonkonzentration im Keller und damit auch im Wohnbereich. Es ist dabei auf eventuelle Frostgefahr und Schimmelbildung zu achten.*

*Im Wohnbereich erfolgt das Lüften je nach Höhe des Jahresmittelwertes durch 3- bis 10-maliges Quer- oder Stoßlüften für 5 Minuten beziehungsweise durch Lüften vor der Nutzung. Außerhalb der Heizperiode sollten die Fenster so oft als möglich geöffnet oder gekippt bleiben. Bemerkung: Schon ca. 2 Stunden nach dem Lüften kann die Radonkonzentration wieder auf dem vorherigen Niveau sein."*

### 6.2.2.2 Umnutzung

*"Die betroffenen Räume werden künftig zu anderen Zwecken mit geringen Aufenthaltszeiten von Personen verwendet. Auf diese Weise kann das Problem ohne Sanierung gelöst werden."*

### 6.2.2.3 Radonsanierungen

*"Radonsanierungsmaßnahmen sollen in Zusammenarbeit mit Radonfachpersonen, Bausachverständigen und Ingenieurfirmen geplant werden."*

6.2.2.3.1 Abdichtung zwischen Keller, Kriechkeller oder Hohlräumen und den bewohnten Gebäudeteilen

6.2.2.3.2 Verschließen von sichtbaren Öffnungen, Rissen etc. in den erdberührenden Gebäudeteilen

6.2.2.3.3 Druckausgleich innen/außen

*"Die radonhaltige Bodenluft wird durch einen im Gebäude entstehenden Unterdruck (Kamineffekt aufgrund von Temperaturdifferenzen zwischen Raumluft und Außenluft bzw. durch Winddruck) sowie Unterdruck aufgrund von Dunstabzugshauben und Abluftventilatoren in das Gebäude gesaugt. Eine Öffnung nach außen, knapp über dem Erdniveau, reduziert diesen Unterdruck. Ausführungsbeispiele: Außenluft-Durchlass (ALD), Luftschlitz im Fenster, Kernbohrung durch Außenwand mit Gitter."*



#### 6.2.2.3.4 Unterdruckerzeugung im Kellergeschoß/Kriechkeller

*"Mit einem kleinen Ventilator wird im Kellergeschoß oder Kriechkeller ein Unterdruck gegenüber dem Wohnbereich erzeugt und damit die Radonausbreitung vom Keller in den Wohnbereich reduziert. Damit ein Unterdruck aufgebaut wird, muss das Kellergeschoß/der Kriechkeller gegen den Wohnbereich und nach außen abgedichtet sein (geschlossene Fenster und Türen). Achtung: Die Radonkonzentration steigt in diesen Kellerräumen unter Umständen stark an. Diese Methode ist deshalb bei längeren Aufenthaltszeiten in den Kellerräumen nicht geeignet."*

#### 6.2.2.3.5 Unterboden-Absaugung

*"Diese Maßnahme dient primär zur Erzeugung eines Unterdruckes unterhalb der Bodenplatte. Damit wird der konvektive Radoneintritt aus dem Boden in das Gebäude unterbunden. Die Unterboden-Absaugung kann überall dort erfolgreich eingesetzt werden, wo der Aufbau eines Unterdruckes möglich ist. Das kann zum Beispiel durch ein Schotterbett direkt unter der Bodenplatte und darunterliegenden dichten Boden erreicht werden."*

##### 6.2.2.3.5.1 Punktuelle Absaugung (Radonbrunnen) oder

##### 6.2.2.3.5.2 Flächige Absaugung (Radondrainage)

#### 6.2.2.3.6 Mechanische Zuluftanlage

*"Diese Methode ist für die Sanierung von einzelnen Räumen, Wohnungen und Wohngebäuden geeignet. Das Prinzip beruht neben der kontrollierten Frischluftzufuhr hauptsächlich auf der Erzeugung eines leichten Überdruckes von 1 bis 2 Pascal. Voraussetzung ist deshalb eine hohe Dichtheit der Türen, Fenster und anderer Öffnungen."*

Quelle und weitere Informationen: [Radon-Sanierungsmaßnahmen bei bestehenden Gebäuden](#)

## 6.3 Radon- Messungen und Sanierungen

Grundsätzlich empfehlen wir ebenso wie bei allgemeinen Schadstoffbelastungen, gerade auch bei Radonbelastungen professionelle Berater mit entsprechenden Referenzen auszuwählen - gerade für Sanierungen sollte auf Firmen mit entsprechender "Erfahrung" zurückgegriffen werden.

Siehe dazu das Kapitel Beratungsstellen.

# 7 Radonbelastungen an Schulen - Kitas

Obwohl auch [Schulen und Kitas](#) vielfach mit Radon belastet sind, Schüler und Lehrer damit erhöhter gesundheitlicher Gefährdung ausgesetzt sind, finden entsprechende Untersuchungen nur in den wenigsten Fällen statt- entsprechend groß ist natürlich die Dunkelziffer.

## 7.1 Beispiel Bayreuth

Eine jahrelange Auseinandersetzung gibt es zwischen Eltern und Lehrern unter anderem in Fichtelberg, Bayreuth:

Seit 2013 wurde in den Medien darüber berichtet - am 30.05. 2017 bringt Frontal 21 einen [TV Bericht \(Text zum Beitrag Krebsgefahr durch Radon\)](#)

## 7.2 Beispiel Bad Wörishofen

Krebserkrankungen im "Umfeld der Schule" veranlassten im Herbst 2017 die Behörden zu einer Schadstoffprüfung- erfreulicherweise auch sofort auf Radon - dabei wurde tatsächlich neben erhöhten Formaldehydwerten auch erhöhte Radonwerte (bis zu 11100 Bq/m<sup>3</sup>) gemessen. ([Fallbericht](#))

## 7.3 Beispiel Oberösterreich -Reihenuntersuchungen

**Bereits 2003 bis 2006 fanden an 926 oberösterreichischen Schulen Radonmessungen statt - Schulprojekt in Oberösterreich**

das Ergebnis bestätigt die Notwendigkeit solch präventiver Untersuchungen.

### **Ergebnis:**

an 64 Schulen wurden mehr als 400 Bq/m<sup>3</sup> festgestellt -

an 36 Schulen mehr als 600 Bq/m<sup>3</sup>

**an 23 Schulen mehr als 1000 Bq/m<sup>3</sup>!**

In Deutschland vermissen wir in vielen Bundesländern solche Präventivuntersuchungen.

Einige wenige Ausnahmen bisher:

## 7.4 Beispiel Radon- Schulmanagement in Nürnberg:

An 25 Schulen und Kitas in Nürnberg wurden Radonuntersuchungen durchgeführt - erhöhte Werte fanden sich hier nur in nicht permanent genutzten Lager- und Kellerräumen. ([Projektbericht Juni 2016](#))

## 7.5 Schuluntersuchungen in Baden- Württemberg

Noch liegen die Endergebnisse der Untersuchungen an 1600 Schulen nicht vor – allerdings bereits ein Zwischenbericht:

Der Durchschnitt der Radonkonzentration der bereits ausgewerteten Schulräume beträgt 92 Bq/m<sup>3</sup>.

**In 79** von 1141 Räumen wurde eine Radonkonzentration über dem neu definierten Referenzwert von 300 Bq/m<sup>3</sup> festgestellt. ([Zwischenbericht](#))

Wie auch bei anderen Schadstoffbelastungen wird behördenseits auch bei erhöhten Werten fast immer eine "Gesundheitsgefährdung", meist mit Berufung auf "[gesetzliche Grenzwerte](#)" ausgeschlossen.

Ignoriert werden dabei Empfehlungen, die dem präventiven Schutzanspruch gerade von Kindern entsprechen:

## 7.6 Empfehlung des Bundesinstituts für Strahlenforschung (BfS)

Nationale und internationale Untersuchungen haben gezeigt, dass das Risiko, an Lungenkrebs zu erkranken, um circa 10 Prozent pro 100 Becquerel pro Kubikmeter Raumluft ansteigt. Wer sich über Jahre hinweg in Räumen aufhält, in denen Konzentrationen um die 1.000 Becquerel pro Kubikmeter gemessen werden, hat ein doppelt so hohes Risiko an Lungenkrebs zu erkranken, als wenn er sich in Räumen mit einem Jahresmittelwert um 100 Becquerel pro Kubikmeter aufhält. Es ist daher ratsam, **Häuser mit einer Radonbelastung über 100 Becquerel pro Kubikmeter** zu sanieren. (Quelle: [Maßnahmen zum Schutz vor Radon, BfS](#))

## 7.7 Einige weitere Presseberichte zu Radonbelastungen an Schulen:

30.01.2008 Freital: [Radon-Alarm in Freitaler Mittelschule und Kita](#)

06.03.2012 Bad Schlema: [erhöhte Radonwerte in Schule](#)

07.06.2013 Warmensteinach: [Radon in Klassenzimmer](#)

24.06.2013 Bayreuth: [Eltern boykottieren Schule wegen Radonbelastung](#)  
29.06.2013 Dresden: [Schimmel und bedenkliche Radonwerte in "Horror-Kita"](#)  
26.04.2014 Bischofsgrün: [Radon Messungen in Schule dauern an](#)  
09.09.2015 Plauen: [Schimmel und Radon in Kita- trotzdem sagt Dresden Sanierung kurzfristig ab](#)  
18.01.2017 Lörrach: [Eltern sind erbost über die Stadt Lörrach](#)  
29.03.2017 Taufers: [erhöhte Formaldehyd und Radonwerte im Klassenzimmer](#)

## 8 Richtwerte- Grenzwerte- Referenzwerte

Wie auch bei allgemeinen Schadstoffen in Gebäuden gibt es gerade auch bei Radon sehr unterschiedliche gesundheitliche Bewertungen und damit auch unterschiedliche Grenz- und Referenzwerte.

### 8.1 Richtlinie der Europäischen Union ab 2018

Richtlinie 2013/59/Euratom des Rates vom 5. Dezember 2013 zur Festlegung grundlegender Sicherheitsnormen für den Schutz vor den Gefahren einer Exposition gegenüber ionisierender Strahlung und zur Aufhebung der Richtlinien 89/618/Euratom, 90/641/Euratom, 96/29/Euratom, 97/43/Euratom und 2003/122/Euratom

[Amtsblatt der Europäischen Union, 17,1,2014](#)

Artikel 74 (Seite 31)

#### Radonexposition in Innenräumen

(1) Die Mitgliedstaaten legen nationale Referenzwerte für die Radonkonzentration in Innenräumen fest. Der Referenzwert für die Aktivitätskonzentration in der Luft im Jahresmittel darf **300 Bq m<sup>3</sup>** nicht überschreiten.

#### Umsetzung

(1) Die Mitgliedstaaten setzen die Rechts und Verwaltungsvorschriften in Kraft, die erforderlich sind, um dieser Richtlinie bis 6. Februar 2018 nachzukommen.

### 8.2 Umsetzung in Deutschland

Am 3. Juli 2017 wurde das deutsche Strahlenschutzgesetz verkündet. Damit gibt es in Deutschland erstmals rechtliche Regelungen zum Radonschutz in Wohnräumen und an Arbeitsplätzen. Das Gesetz tritt zusammen mit den ergänzenden Rechtsverordnungen im Dezember 2018 in Kraft.

[Bundesgesetzblatt Strahlenschutzgesetz](#)

Abschnitt 2 - § 124 "Der Referenzwert für die über das Jahr gemittelte Radon-222-Aktivitätskonzentration in der Luft in Aufenthaltsräumen **beträgt 300 Becquerel je Kubikmeter**. Spätestens zehn Jahre nach Inkrafttreten dieses Gesetzes legt das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit einen Bericht über die Entwicklung der Schutzmaßnahmen für die Allgemeinbevölkerung gegenüber Radonexpositionen, über deren Wirksamkeit und Kosten auf Bundes- und Länderebene vor.

Die Bundesregierung wird ermächtigt, durch Rechtsverordnung mit Zustimmung des Bundesrates festzulegen, wie die Messung der Radon-222-Aktivitätskonzentration in der Luft in Aufenthaltsräumen zu erfolgen hat."

#### Entscheidend der § 124:

"Der Referenzwert für die über das Jahr gemittelte Radon-222-Aktivitätskonzentration in der Luft in Aufenthaltsräumen beträgt **300 Becquerel je Kubikmeter**."

### 8.3 Empfehlung des Bundesinstituts für Strahlenforschung ignoriert

Empfehlung des Bundesinstituts für Strahlenforschung (BfS):

Zitat: **"Oberhalb von 100 Becquerel pro Kubikmeter sollten immer Maßnahmen zur Senkung der Radonkonzentration in Betracht gezogen werden."** (Quelle: [Radon in Gebäuden](#); BfS)

Zitat BfS:

"Die neue europäische Grundnormenrichtlinie für den Strahlenschutz, die bis Februar 2018 im deutschen Recht umgesetzt sein muss, sieht für Radon in Wohnhäusern und an Arbeitsplätzen einen Referenzwert von maximal 300 Becquerel pro Kubikmeter Luft vor. **Aus fachlichen Gesichtspunkten sprechen sich das BfS und die WHO für einen Wert von 100 Becquerel aus.** Schon ab einer Konzentration von 100 Becquerel ist statistisch ein erhöhtes Gesundheitsrisiko nachweisbar. Die Diskussion um die Höhe eines deutschen Referenzwertes ist noch nicht abgeschlossen." ([Quelle](#))

Referenzwert 100 oder 3000 Becquerel?

"Für den Arbeitsschutz sollen 300 Becquerel pro Kubikmeter Luft als Jahresmittelwert akzeptiert werden. Den gleichen Wert sieht der Referentenentwurf neuerdings auch für die Bevölkerung vor, während im vorherigen Gesetz-Entwurf nur 100 Bq/m<sup>3</sup> gelten sollten. **Mit nun 300 Bq/m<sup>3</sup> hätte die Bevölkerung ein ungleich höheres Lungenkrebsrisiko als Arbeitnehmer zu tragen, weil sich die normale Bevölkerung, bezogen auf die Lebensdauer, drei bis fünfmal länger in Innenräumen aufhält als ein Arbeitnehmer bei der Arbeit.**

Wegen des hohen Lungenkrebsrisikos durch Radon sprechen sich für 100 Bq/m<sup>3</sup> als Referenzwert wichtige Fachorganisationen wie die Weltgesundheitsorganisation WHO und deutsche Fachgesellschaften wie die Deutsche Gesellschaft für Medizinische Informatik, Biometrie und Epidemiologie (GMDS) und Deutsche Gesellschaft für Epidemiologie, AIR (Ausschuss für Innenraumrichtwerte) aus sowie das Bundesamt für Strahlenschutz aus.

Die süddeutschen Bundesländer, wo Radonproblem in Gebäuden bekannter ist, wollen eher 300 Bq/m<sup>3</sup>.

Einige fürchten, 100 Bq/m<sup>3</sup> sei bei Sanierungen schwer erreichbar, zu aufwändig und zu teuer. Neue Sanierungserfolge jedoch zeigen, dass 100 Bq/m<sup>3</sup> machbar und bezahlbar sind. Beim Neubau sind 100 Bq/m mit entsprechenden Verfahren und Materialien kein Problem mehr". ([B | Medien](#))

### 8.4 Weitere Richtwerte und Empfehlungen – national und international

Nationale und internationale Strahlenschutzbehörden beschäftigen sich seit vielen Jahren mit der Bewertung der Radonkonzentrationen in Gebäuden und haben entsprechende Empfehlungen oder Richtwerte erarbeitet. In Deutschland existieren zurzeit keine gesetzlichen Regelungen mit einem verbindlichen Grenzwert.

Tab. 2: Die unterschiedlichen Empfehlungen nationaler und internationaler Gremien zur Begrenzung der Radonexposition verdeutlichen, wie schwierig das tatsächliche Risiko zu fassen ist.

Institution	Anmerkung	Radonkonzentration im Jahresmittel (Bq/m <sup>3</sup> )
Europäische Kommission (EU) 2014	Einheitlicher Referenzwert für alle Gebäude (Umsetzung in nationales Recht bis Anfang 2018)	300
Internationale Strahlenschutzkommission (ICRP) 2009		300
Weltgesundheitsorganisation (WHO) 2009	in Ausnahmefällen bis 300 Bq/m <sup>3</sup>	100
Deutsche Strahlenschutzkommission (SSK)* 1994	keine Maßnahmen einfache Maßnahmen Sanierungsmaßnahmen empfohlen	bis 250 250 bis 1.000 über 1.000

\* SSK-Empfehlung 2005: Bei Entscheidung über konkrete Maßnahmen sollte auch der Bereich unter 250 Bq/m<sup>3</sup> beachtet werden.

Quelle: [Bayerisches Landesamt für Umwelt](#)

## 8.5 Rechtliche und wirtschaftliche Aspekte

### 8.5.1 Planer, Architekten, Bauträger - Haftungsrisiko

Zahlreiche Gesetze sichern dem Verbraucher ein Gebäude ohne gesundheitlichen Risiken zu, ([Rechtliche Grundlagen für Wohngesundheit](#)), vor allem hier die

#### 8.5.1.1 Landesbauordnung

**Entscheidend sind bei den Landesbauordnungen bzw. auch in der Musterbauordnung bezüglich "Gesundheit" für den Verbraucher vor allem die Forderungen**

#### **§ 13 Schutz gegen schädliche Einflüsse (entspricht Punkt 11 bayerische LBO)**

„Bauliche Anlagen müssen so angeordnet, beschaffen und gebrauchstauglich sein, dass durch Wasser, Feuchtigkeit, pflanzliche und tierische Schädlinge sowie andere

- **chemische, physikalische oder biologische Einflüsse**
- **Gefahren oder**
- **unzumutbare Belästigungen nicht entstehen.** [Allgemeine Anforderungen](#)

Ergänzend dazu verweisen wir aber auch auf die entsprechende

#### 8.5.1.2 Architektenhaftung:

*In jedem Stadium seiner Leistungserbringung kann der Architekt damit beauftragt werden, sein Augenmerk besonders auf baubiologische **und gesundheitliche Themen** zu richten.*

Bei der Grundlagenermittlung hat der Architekt die Interessenlage des Bauherrn zu erforschen. Er muss deshalb **auch ohne besonderen Auftrag** herausfinden:

- ob besondere energiesparende Maßnahmen gewünscht sind,
- ob der Bauherr bestimmte allergene Stoffe meiden möchte,
- ob er an einer guten Innenraumluftqualität besonderes Interesse hat und
- ob es wegen der besonderen Art der Nutzung bestimmter Lüftungsanlagen – über die anerkannten Regeln der Technik hinaus – und ähnlichem bedarf.

#### **Was der Auftraggeber nicht bereits selbst vorgibt, muss der Architekt erfragen.**

Er ist Sachwalter der Bauherreninteressen.

Quelle: [Deutsches Architektenblatt, September 2015](#)

### 8.5.2 Investor, Bauherr

Bei Sanierungen (vor allem auch energetischen) sollte ebenso wie bei Neubauten bereits jetzt auch im Hinblick auf die Vorgaben der künftigen Radon- Referenzwerte geachtet werden.

Wir empfehlen daher Bauherren bei Auftragserteilung bereits entsprechende Anforderungen bezüglich der künftig tolerierten Radonwerte zu definieren, vor allem um damit den Planer/ die ausführende Firma zu besonderer Sorgfalt im Hinblick auf eine "gasdichte" Fundamentplatte und einen ausreichenden Luftwechsel zu "sensibilisieren".

Ebenso wie jetzt bereits energetische Gebäudekennzahlen wird künftig die Angabe des Radongehaltes ein nicht zu unterschätzendes Bewertungskriterium für Immobilien darstellen.

## 9 Radon- Beratungsstellen: Messung und Sanierung

Zahlreiche Institutionen befassen sich seit Jahren mit der Minimierung des gesundheitlichen Risikos dieser Strahlung durch Forschung und "Empfehlungen" (u.a. fachgerechte "Abdichtung" im Fundament, vor allem aber ausreichende Lüftungskonzepte.)

[Umweltbundesamt \(Seite 12\)](#)

[Arbeitsgemeinschaft ökologischer Forschungsinstitute e.V. \(AGÖF\)](#)

[Bayerisches Landesamt für Umwelt](#)

[Bundesamt für Strahlenschutz](#)

[IBO Innenraumanalytik](#)

[Österreichisches Ökologieinstitut](#)

[Radon Info](#)

[Umweltinstitut München e.V.](#)

### 9.1 Radonmessungen

In einigen Bundesländern gibt es bereits Weiterbildungskurse/ Seminare "geschulte/ geprüfte" Fachberater und Prüfer für Radonbelastungen

#### Hinweis:

*Zunehmend werden Radonmessungen von entsprechenden "Fachpersonen" angeboten, von denen manche allerdings versuchen, vor allem "eigene Produkte" zu vermarkten.*

*Wir empfehlen grundsätzlich nur Prüfer, Berater auszuwählen, die ausschließlich **ihre fachliche "Dienstleistung"** - nicht vorrangig aber auch Produkte zum Verkauf anbieten!*

#### 9.1.1 **Deutschland**

**geprüfte Radon Fachpersonen (abgefragt 2015 - Ergänzungen- Korrekturen sind erbeten!):**

**Bayern:** seit längerem befasst sich das Bayerische Landesamt für Umwelt sehr intensiv mit dem Thema.

[Radonfachpersonen in Bayern](#)

#### **Sachsen:**

[Radonfachpersonen in Sachsen](#)

Weitere Infos bei [Umwelt Sachsen](#), bzw. bei der [Ausbildungsstelle Bauakademie Sachsen](#)

#### **Hessen:**

sieht derzeit "keinen Bedarf entsprechende Listen" anzubieten und verweist auf eine spezielle Kontaktadresse das hessische Landesamt für Umwelt und Geologie/ Stichwort [Radon](#). (siehe auch "[Radon in Hessen](#)")

#### **Beispiel:**

[RADEA e.V.](#) kann auf jahrelange Erfahrungen und zahlreiche [Referenzen erfolgreicher Radonsanierungen](#) verweisen, und bietet daneben unter anderem in der "[Mediathek](#)" wertvolle Informationen zum Thema Radon.

Wir freuen uns auf weitere (?)Landes-Verzeichnisse geprüfter Radon-Fachpersonen und empfehlen, bei der Beraterauswahl zu prüfen, ob wirklich "**neutrale (!)** Beratungen" und Messungen angeboten werden, oder ob die Betreffenden als Repräsentanten von Hersteller-Firmen vor allem Interesse am Vertrieb ihrer Produkte haben.

### 9.1.2 **Österreich:**

#### **Oberösterreich**

bundesweit zuständige Institution

[Ages](#)

siehe dazu auch [Radon in Oberösterreich](#)

#### **Niederösterreich:**

verweist auf die Fachstelle Ages in Oberösterreich und empfiehlt für Radonmessungen das [Institut für Innenraumanalytik](#) (DI Bernhard Damberger) in Wien

#### **Salzburg:**

Informationen:

Dipl. Ing. Pankraz Schönleitner

Amt der Salzburger Landesregierung Referat 6/31 – Maschinenbau und Elektrizitätswesen

Michael-Pacher-Straße 36

5020 Salzburg

Tel. 0662 8042 4431 Fax 0662 8042 4195

e-mail: [pankraz.schoenleitner@salzburg.gv.at](mailto:pankraz.schoenleitner@salzburg.gv.at)

Dr. Gerd Oberfeld

Amt der Salzburger Landesregierung Referat 9/11 – Gesundheit, Hygiene und Umweltmedizin

Sebastian-Stief-Gasse 2

5020 Salzburg

Tel. 0662 8042 2969 Fax 0662 8042 3056

e-mail: [gerd.oberfeld@salzburg.gv.at](mailto:gerd.oberfeld@salzburg.gv.at)

#### **Messungen:**

Fachbereich Materialforschung und Physik, Abt. Physik und Biophysik,

Universität Salzburg

Hellbrunnerstraße 34

A 5020 Salzburg

Tel. 0662 8044 5700 Fax 0662 8044 150

e-mail: [herbert.lettner@sbg.ac.at](mailto:herbert.lettner@sbg.ac.at)

### 9.1.3 **Schweiz:**

[Institut für Bauhygiene Schweiz](#) (hier finden sich auch zahlreiche weiterführende Links zu Radon)

[Radonfachpersonen in der Schweiz](#)

[Radonfachpersonen im Ausland](#)

weitere Infos: [Bundesamt für Gesundheit](#)



## 10 Weitere Informationen – Links

### 10.1 Radon

Sächsisches Staatsministerium für Umwelt und Landwirtschaft -SMUL:

**"Radonschutzmaßnahmen- Planungshilfe für Neu- und Bestandsbauten" (Herbst 2017)**

Tagungsband der 12.Tagung Radonsicheres Bauen 6.09.2016

Infoblatt Bayerisches Landesamt für Umwelt "Radon in Gebäuden" (August 2017)

Radoninformationen Schweiz: was ist Radon

Eine informative Zusammenstellung von Informationen bietet seit Neuerem unter anderem auch das Schweizer Institut für Bauhygiene: ".LINK"

Infoblatt: Radon in Häusern

Video zu Radon in Häusern

Messung und Bewertung von Radon

### 10.2 Wohngesundheit allgemein

EGGBI Schriftenreihe

Schulen und Kitas

Gütezeichen für Baustoffe aus "gesundheitlicher" Sicht

Gesundheitsrisiken in Gebäuden

Barrierefreiheit für Umwelterkrankte

Rechtliche Grundlagen für "Wohngesundheit" und Definition

## 11 Allgemeiner Hinweis

*EGGBI berät **vor allem** Allergiker, Chemikaliensensitive, Bauherren mit besonderen Ansprüchen an die Wohngesundheit sowie Schulen und Kitas und geht bekannter Weise von sehr hohen – präventiven - Ansprüchen an die Wohngesundheit aus.*

*EGGBI Definition "Wohngesundheit"*

*Wir befassen uns in der Zusammenarbeit mit einem umfangreichen internationalen Netzwerk von Instituten, Architekten, Baubiologen, Umweltmedizinern, Selbsthilfegruppen und Interessensgemeinschaften ausschließlich mit gesundheitlich relevanten Fragen bei der Bewertung von Produkten, Gebäuden und Gutachten – unabhängig von politischen Parteien, Baustoffherstellern, Händlern, „Bauausführenden“, Mietern oder Vermietern.*

*Sämtliche "allgemeinen" Beratungen der kostenfreien Informationsplattform erfolgen ehrenamtlich, und es sind daraus keinerlei rechts- oder Handlungsansprüche abzuleiten. Etwaige sachlich begründete Korrekturwünsche werden kurzfristig bearbeitet.*

**Bitte beachten Sie die allgemeinen**

fachlichen und rechtlichen Hinweise zu EGGBI Empfehlungen und Stellungnahmen

**Für den Inhalt verantwortlich:**

**Josef Spritzendorfer**

**spritzendorfer@eggbi.eu**

redaktion@nachhaltigkeit-bau.de

93326 Abensberg

Am Bahndamm 16

Tel: 0049 9443 700 169