

VDB-Leitfaden zur Beurteilung und Sanierung von Fäkalschäden in Gebäuden



Herausgeber:
Berufsverband Deutscher Baubiologen VDB e. V., Gründruck 2023
Jesteburg, Juni 2023

Autoren:
Fachgruppe Mikrobiologie
im Berufsverband Deutscher Baubiologen VDB e.V.
unter Leitung von Dr. Christoph Trautmann

Impressum

VDB-Leitfaden
zur Beurteilung und Sanierung
von Fäkalschäden in Gebäuden

Herausgeber:
Berufsverband Deutscher Baubiologen VDB e.V., 2023

Umschlaggestaltung: Harald Hans Vogel

© Berufsverband Deutscher Baubiologen VDB e.V.
Roggenkamp 21, 21266 Jesteburg

VDB-Leitfaden zur Beurteilung und Sanierung von Fäkalschäden in Gebäuden

Herausgeber: Berufsverband Deutscher Baubiologen VDB e. V., Gelbdruck 2023
Jesteburg, Juni 2023

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	4
1.1 Zweck	4
1.2 Definition von Fäkalschäden.	4
2. Gefährdung durch Fäkalschäden	5
2.1 Biologische Gefährdung	5
2.2 Gefährdung nach Art der Tätigkeiten.	8
2.2.1 Erstkontakt mit dem Schaden.	8
2.2.2 Schadensaufnahme durch Sachverständige.	9
2.2.3 Sanierung	9
2.2.4 Hinweise für Nutzer angrenzender Räume	9
3. Messstrategie und Messmethoden.	9
3.1 Grundsätzliches	9
3.1.1 Flüssigkeitsproben	10
3.1.2 Materialproben	10
3.1.3 Oberflächenproben zur Erfassung von Fäkalkeimen	11
3.1.4 Luftproben	11
3.1.5 Desinfektionskontrollen	11
3.2 Methodik zur Identifizierung einzelner Bakterien-Gattungen, insbesondere coliformer Bakterien und intestinaler Enterokokken	12
3.2.1 Hinweise zur Hintergrundbelastung	13
3.3 Bewertungshilfe	13
3.3.1 Hintergrundkonzentration in der Dämmschicht (Polystyrol) von Fußbodenkonstruktionen.	13
3.3.2 Hintergrundkonzentration von coliformen Keimen und Enterokokken auf Oberflächen durch Abstrichbeprobung	13
3.3.3 Konzentration von coliformen Keimen in Mäusekot	13
3.3.4 Häufigkeit und Verteilung von coliformen Keimen in Proben aus Fäkalschäden	14
4. Vorbereitung der Sanierung.	15
4.1 Gefährdungsbeurteilung	15
4.2 Sanierungsunternehmen.	16
4.3 Technische und organisatorische Maßnahmen	17
4.4 Persönliche Schutzmaßnahmen	17
5. Durchführung der Sanierung	18
5.1 Abschottungen	19
5.2 Luftreinigung	19
5.3 Ausbau von feuchter Bausubstanz	19
5.3 Nicht ausbaubare kontaminierte Konstruktionen.	19
5.4 Feinreinigung	20
5.5 Desinfektion.	20
5.6 Kontrolle der Sanierung	20
6. Biozide (Desinfektionsmittel)	21
7. Sanierungsziele	23
8. Rechtliches	24

1. Einleitung

1.1 Zweck

Dieser VDB-Leitfaden gibt Hilfestellungen zur Gefährdungsbeurteilung und Sanierungsdurchführung bei Fäkalschäden in Gebäuden. Es werden Hinweise zur Auswahl notwendiger Schutzmaßnahmen, zu geeigneten Messverfahren und zu den erforderlichen Sanierungsmaßnahmen gegeben. Dabei werden die Vorgaben in der Biostoffverordnung (BioStoffV), der TRBA 220 (Sicherheit und Gesundheit bei Tätigkeiten mit biologischen Arbeitsstoffen, in abwassertechnischen Anlagen), der DGUV Information 201-028 (Gesundheitsgefährdungen durch Biostoffe bei der Schimmelpilzsanierung) der DGUV Regel 103-003 (Arbeiten in umschlossenen Räumen von abwassertechnischen Anlagen) sowie Hinweise aus der Verordnung zur arbeitsmedizinischen Vorsorge (ArbMedVV) in ihrer derzeitigen Fassung berücksichtigt.

Der VDB-Leitfaden wendet sich an alle mit der Sanierung von Fäkalschäden Beteiligte (Sachverständige, Sanierer, Planer, Hausverwaltungen, Eigentümer, Versicherungen und Behörden).

1.2 Definition von Fäkalschäden

Schmutzwasser wird zur Unterscheidung von Leitungswasser vereinfacht in **Grauwasser** und **Schwarzwasser** unterschieden. Hierbei ist das Grauwasser weitgehend fäkalienfreies, gering verschmutztes Abwasser, wie es zum Beispiel beim Duschen, Baden oder Händewaschen oder in der Waschmaschine anfällt. Als **Schwarzwasser** bezeichnet man dagegen das Abwasser aus Toiletten mit Urin und/oder fäkalen Feststoffen. Schwarzwasser kann entsprechend seiner Herkunft auch weiter unterteilt werden in **Gelbwasser**, das im Wesentlichen aus Urinalen stammt und eine Mischung aus Urin und Spülwasser darstellt sowie **Braunwasser**, das aus den Abflussleitungen stammt und eine Mischung aus Kot, Spülwasser und Toilettenpapier darstellt. Auch durch Überschwemmungen kann Oberflächenwasser, welches mit tierischen Ausscheidungen in Kontakt gekommen ist, in die Gebäude gelangen und dieses kontaminieren.

Fäkalschäden im Sinne dieses Merkblattes sind Austritte von Schwarzwasser aus Abwasserrohrleitungen bzw. angeschlossenen Elementen wie Toiletten, Waschbecken oder Rohrleitungen.

2. Gefährdung durch Fäkalschäden

In diesem Kapitel wird auf die besonderen biologischen Gefährdungen bei Fäkalschäden eingegangen und Hinweise für den Schutz von beteiligten Personen in den unterschiedlichen Phasen der Schadensbehandlung gegeben.

2.1 Biologische Gefährdung

In Fäkalschäden können verschiedene Krankheitserreger mit unterschiedlicher Wahrscheinlichkeit auftreten. Zu diesen zählen insbesondere verschiedene Viren und Bakterien sowie parasitische Einzeller und Würmer. Eine detaillierte Auflistung möglicher Krankheitserreger in Fäkalien ist in der Tabelle 1 zusammengefasst.

In Fäkalien treten neben Bakterien auch Viren auf. Rota- und Noro-Viren verursachen Durchfallerkrankungen. Insbesondere Infektionen mit Noro-Viren treten häufig in der Bevölkerung auf, so dass auch von einer erhöhten Noroviren-Konzentration in fäkalhaltigem Abwasser ausgegangen werden kann. Infektionen durch das Hepatitis A-Virus verlaufen in vielen Fällen ohne Symptome und führen nur in sehr seltenen Fällen zu schweren Krankheitsverläufen. Der Hauptinfektionsweg dieser Viren erfolgt über Schmierinfektionen und kann durch strikte Hygienemaßnahmen weitgehend unterbunden werden.

Das Hepatitis-B-Virus verursacht dagegen häufig schwere Krankheitsverläufe und wird der Risikoklasse 3 zugeordnet. Im Gegensatz zu den vorgenannten Viren erfolgt eine Infektion mit dem Hepatitis-B-Virus in der Regel nur dann, wenn das Virus z. B. über kleine Hautverletzungen in die Blutbahn gelangt. Stich- und Schnittverletzungen stellen daher im Zusammenhang mit Arbeiten in Fäkalschäden ein besonderes Risiko dar.

Darmerkrankungen können auch durch verschiedene in fäkalhaltigen Abwässern (Schwarzwasser) enthaltenen Bakterien (z. B. E.coli, Campylobacter spp., Salmonella spp.) hervorgerufen werden. Auch hier ist der Hauptinfektionsweg die Schmierinfektion.

Bei einer Verletzung der Haut kann es zu einer Infektion und in schweren Fällen zu einer

Blutvergiftung (Sepsis) kommen. Beispiele für Infektionserreger sind der Wundstarrkrampferreger (*Clostridium tetani*) oder auch Leptospiren, die zu grippeartigen Symptomen führen und in schweren Fällen auch Leber- und Nierenentzündungen hervorrufen können.

Bei coliformen Bakterien und insbesondere bei *Escherichia coli* wurden in den letzten Jahren nach Angaben des RKI gehäuft Multiresistenzen gegen Antibiotika festgestellt. Diese Resistenzen werden mit 3-MRGN bzw. 4-MRGN bezeichnet, je nachdem ob der Keim gegen 3 oder 4 Antibiotikaklassen resistent ist. Das Problem ist, dass diese Keime zwar in der Darmflora harmlos sind, jedoch Infektionen über Verletzungen in der Haut oder durch Schmierinfektionen auslösen. Können diese nicht mehr mit Antibiotika zu behandeln werden, führt dies zu schweren bis tödlichen Krankheitsverläufen (Hinweis aus Empfehlung der Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention (KRINKO), Bundesgesundheitsbl 2012, 55:1311–1354).

Bei verstärkter Aerosolbildung (Abschlagen von getrocknetem Schlamm oder Reinigung mit dem Dampfstrahler) muss damit gerechnet werden, dass erhöhte Endotoxingehalte in der Luft auftreten was bei einer Aufnahme über die Atemluft zu Schleimhautreizungen und Bronchitis führen kann.

Ein weiteres Gefährdungspotential stellen Amöben und Wurmeier dar, die ebenfalls in fäkalhaltigen Abwässern auftreten können.

Kann die Feuchtigkeit durch Sofortmaßnahmen nicht zeitnah unter 70 % rF minimiert werden, ist ein flächiger Schimmelpilzbefall der Oberflächen mit einer intensiven Sporenbildung ein typischer Folgeschaden, welcher umfangreiche weitere Maßnahmen erfordert (siehe DGUV Information 201-028: Gesundheitsgefährdungen durch Biostoffe bei der Schimmelpilzsanierung).

Eine weitere Belastung stellen Gerüche von Fäkalschäden dar. Bei Betroffenen sowie Sanierungsfachkräften löst der Geruch häufig Ekel aus. Insgesamt stellen die unangenehme geruchliche Wahrnehmung und die Vorstellung, dass alle Bereiche stark verschmutzt sind, eine ernsthafte psychische Belastung dar.

Die nachfolgenden tabellarischen Übersichten über mögliche Krankheitserreger im Abwasser wurden aus der TRBA 220 übernommen.

Tabelle 1: Übersichten über mögliche Krankheitserreger

Erreger	Risiko- gruppe ¹⁾	Hauptauf- nahmeweg(e)	Symptom Erkrankung
Teil 1: Bakterien			
Escherichia coli	2	Mund	Durchfall
Campylobacter jejum, C. coli, C. fetus	2	Mund	Durchfall
Yersinia enterocolitica	2	Mund	Fieber, Bauchschmerz, Durchfall, Gelenkbeschwerden
Klebsiella pneumoniae	2	Atemwege	Nasennebenhöhlenentzündung, Lungenentzündung
Leptospira sp.(L. interrogans	2	Schleimhäute Haut	Fieber, Gelbsucht, Gehirnhautentzündung, Nierenentzündung, Weil ´sche Krankheit
Clostridium tetani ²⁾	2	verletzte Haut	Wundstarrkrampf
Enteritische Salmonellen (S. enteritidis, S. typhimurium, S. infantis)	2	Mund	Akuter Brechdurchfall, Fieber
Helicobacter pylori	2	Mund	Chron. Magen- und Darmerkrankungen

¹⁾ Einteilung gemäß EG-Richtlinie 2000/54/EG

²⁾ Impfung möglich

Erreger	Risiko- gruppe ¹⁾	Hauptauf- nahmeweg(e)	Symptom Erkrankung
Teil 2: Viren			
Rota-Virus	2	Mund	Durchfall
Noro-Virus	2	Mund	Erbrechen, Durchfall
Hepatitis-A-Virus ²⁾	2	Mund	infektiöse Hepatitis
Hepatitis-B-Virus ²⁾	3 (++)	Blut oder andere Körperflüssigkeiten	(Gelbsucht) infektiöse Hepatitis (Gelbsucht), chronischer Verlauf möglich
Adenoviren	2	Mund, Atemwege, Schleimhäute	Infektionen der Atemwege, Augenentzündungen
Teil 3: Pilze			
Penicillium spp.	1-2	Atemwege	allergische Atemwegserkrankungen
Aspergillus fumigatus	2	Atemwege	allergische Atemwegserkrankungen
Teil 4: Protozoen			
Entamoeba sp.	2	Mund	Durchfall
Giardia lamblia	2	Mund	Appetitlosigkeit, Durchfall, Fieber
Teil 5: Würmer			
Ascaris lumbricoides (Spulwurm)	2	Mund	Infektion von Dünndarm, Lunge, Allergien

¹⁾ Einteilung gemäß EG-Richtlinie 2000/54/EG

²⁾ Impfung möglich

(++) Infektionsrisiko für Arbeitnehmer begrenzt, da eine Infizierung über den Luftweg normalerweise nicht erfolgen kann (Richtlinie 2000/54/EG, Anhang 3)

Die Risikogruppen der 2000/54/EG wurden in die Verordnung über Sicherheit und Gesundheitsschutz bei Tätigkeiten mit biologischen Arbeitsstoffen (Biostoffverordnung - BioStoffV) übernommen. Biologische Arbeitsstoffe werden entsprechend dem von ihnen ausgehenden Infektionsrisiko in vier Risikogruppen eingeteilt:

Risikogruppe 1:

Biologische Arbeitsstoffe, bei denen es unwahrscheinlich ist, dass sie beim Menschen eine Krankheit verursachen.

Risikogruppe 2:

Biologische Arbeitsstoffe, die eine Krankheit beim Menschen hervorrufen können und eine Gefahr für Beschäftigte darstellen können; eine Verbreitung des Stoffes in der Bevölkerung ist unwahrscheinlich; eine wirksame Vorbeugung oder Behandlung ist normalerweise möglich.

Risikogruppe 3:

Biologische Arbeitsstoffe, die eine schwere Krankheit beim Menschen hervorrufen können und eine ernste Gefahr für Beschäftigte darstellen können; die Gefahr einer Verbreitung in der Bevölkerung kann bestehen, doch ist normalerweise eine wirksame Vorbeugung oder Behandlung möglich.

Risikogruppe 4:

Biologische Arbeitsstoffe, die eine schwere Krankheit beim Menschen hervorrufen und eine ernste Gefahr für Beschäftigte darstellen; die Gefahr einer Verbreitung in der Bevölkerung ist unter Umständen groß; normalerweise ist eine wirksame Vorbeugung oder Behandlung nicht möglich.

2.2 Gefährdung nach Art der Tätigkeiten

In jeder Phase der Schadensbeseitigung ist mit den o.g. biologischen Gefährdungen zu rechnen. Da die Eigentümer, Nutzer und ggf. ungeschulte freiwillige Helfer, die auf einen Fäkalschaden treffen in der Regel nicht die Gefährdung einschätzen können und auch nicht die daraus resultierenden notwendigen Schutzmaßnahmen einleiten können, soll nachfolgend auf die Abwendung von Gefahren eingegangen werden.

2.2.1 Erstkontakt mit dem Schaden

In der Regel wird der Nutzer oder Eigentümer den Schaden zuerst erkennen. Ob es sich um einen Fäkalschaden, der unter die Risikogruppe 2 fällt, kann zu diesem Zeitpunkt nicht immer sicher eingeschätzt werden.

Typische Hinweise auf eine Fäkalbelastung können sein:

- Rückstau aus Abwassersystemen
- Stark verschmutztes Wasser im Schadensbereich
- Rückstände auf Oberflächen, insbesondere auf Fußböden
- Defekte oder verstopfte Abwassersysteme
- Geruch
- Das Auftreten von Fliegen

Bei Verdacht auf einen Fäkalschaden sollten sich die Personen vor Ort sofort und bevor notwendige Sofortmaßnahmen eingeleitet werden, persönlich schützen. Es wird folgendes als Mindestschutz empfohlen:

- FFP 3 Maske
- Gummihandschuhe mit langen Stulpen (nach Möglichkeit innen mit Baumwolle beflockt)
- Gummistiefel
- Schutzbrille

Zusätzlich ist das Tragen von Einmal-Schutzanzügen der Kategorie III Typ 4/5/6 sinnvoll.

Die betroffenen Räume sollten sofort belüftet werden.

2.2.2 Schadensaufnahme durch Sachverständige

Beim Aufenthalt in überfluteten oder geschädigten Räumen, der Entnahme von Oberflächenproben und bei der Durchführung von Bauteilöffnungen kann es zum Kontakt mit kontaminierter Bausubstanz oder kontaminiertem Abwasser kommen. Deshalb ist die Tätigkeit von Sachverständigen im Schadensbereich als nicht gezielte Tätigkeit mit mikrobiologischen Arbeitsstoffen nach BioStoffV zu werten. Es muss eine tätigkeitsbezogene Gefährdungsbeurteilung im Sinne des Arbeits- und Umgebungsschutzes vorliegen.

Bei der Schadensaufnahme durch einen Sachverständigen sind insbesondere persönliche Schutzmaßnahmen notwendig. Die unter 2.2.1 genannte Schutzausrüstung sollte verwendet werden. Während den Untersuchungen sollten die Räume so gut als möglich belüftet werden.

2.2.3 Sanierung

Das Sanierungsunternehmen führt entsprechend der Vorgaben der BioStoffV eine Gefährdungsbeurteilung durch und setzt entsprechende Schutzmaßnahmen um (siehe Kapitel 4). Unbefugte Personen dürfen den Sanierungsbereich nicht ohne Aufsicht betreten.

2.2.4 Hinweise für Nutzer angrenzender Räume

Eine Gefährdung der Raumnutzer sollte vermieden werden. In der Regel sind direkt von Fäkalschäden betroffene Räume nicht mehr nutzbar. Ob die angrenzenden Räume weiter genutzt werden können, kann nur im Einzelfall durch einen Sachverständigen nach Beurteilung der baulichen Gegebenheiten und unter Berücksichtigung von typischer Risikogruppen eingeschätzt werden.

Die Nutzer sind darüber zu informieren, dass die betroffenen Räume nicht betreten werden sollen. Eine entsprechende Beschilderung (DGUV I 201-028 in Verbindung mit DGUVI 211-041) ist daher notwendig.

3. Messstrategie und Messmethoden

3.1 Grundsätzliches

Fäkalhaltige Abwässer zeichnen sich im Regelfall durch sehr hohe Bakterienkonzentrationen aus. Weiterhin können in fäkalhaltigem Abwasser neben pathogenen Bakterienarten auch infektiöse Viren und Einzeller enthalten sein. Eine hohe Bakterienkonzentration allein ist allerdings keine ausreichende Indikation für einen Fäkalschaden, da auch durch andere Umstände, wie zum Beispiel eine hohe Nährstoffverfügbarkeit und günstige Temperatur, innerhalb kurzer Zeitspannen hohe Bakterienkonzentrationen in wässrigen Flüssigkeiten entstehen können. Da es nicht praktikabel ist, Baustoffe und Oberflächen auf die zahlreichen unterschiedlichen Krankheitserreger, die unter 2.2 aufgeführt sind, zu untersuchen, sollen im Sinne dieses Leitfadens exemplarische „Indikatorkeime“ analysiert werden.

Typischerweise enthalten Fäkalschäden einen hohen Gehalt an coliformen Bakterien. Als sicherer Indikator für einen Fäkalschaden gilt das **Bakterium Escherichia coli**, weil es regelmäßig im Kot von Menschen sowie Säugetieren in erhöhter Konzentration auftritt. Eine weitere Gruppe charakteristischer Keime für menschliche Exkrememente sind **intestinale Enterokokken** und insbesondere **Enterococcus faecalis**. Seine Konzentration ist im menschlichen Enddarm allerdings um ein Vielfaches geringer als die von E. coli und er wird nicht als Hauptindikator gewertet. Der Nachweis von intestinalen Enterokokken wird vor allem in Schadenssituationen mit ungünstigen Lebensbedingungen für Bakterien durchgeführt, weil Enterokokken im Vergleich zu E. coli wesentlich robuster gegen negative Umwelteinflüsse und Austrocknung ist.

Die Funktion von E. coli und intestinalen Enterokokken als Indikatoren für fäkalhaltiges Abwasser ist im Bereich der Trinkwasseranalyse allgemein anerkannt und wird vom Bundesministerium für Gesundheit und Umweltbundesamt in der Leitlinie zum Vollzug der §§ 9 und 10 der Trinkwasserverordnung (TrinkwV 2001) beschrieben.

E. coli ist an eine Umgebungstemperatur von ca. 36°C (Körpertemperatur) angepasst. Seine Vitalität und Reproduktionsfähigkeit nimmt daher bereits im kühlen Abwasserkanal etwas ab und langfristig wird E. coli außerhalb des Darmtraktes von anderen, besser angepassten Bakterien langsam verdrängt.

Bei Schäden, in denen fäkalhaltiges Abwasser zwischen den Materiallagen eingelaufen ist, kommt es häufig aufgrund weiterer ungünstiger Lebensbedingungen zu einer schnelleren Verdrängung von E. coli durch andere Bakterien.

Insbesondere in Fällen, in denen die Regulierung des Schadens zwischen verschiedenen Parteien verhandelt werden muss, ist auch bei einer bekannten Schadensursache (z. B. Rohrbruch) bzw. eindeutiger geruchlicher und visueller Zuordnung zu einem Fäkalschaden eine mikrobiologische Analyse zur Beweissicherung zu empfehlen.

Die Prüfung von E. coli und Enterokokken in vermuteten Schadensbereichen sollte daher immer so zeitnah wie möglich durchgeführt werden, da die Indikatorkeime empfindlicher sind als die potenziellen Krankheitserreger.

Zum Nachweis von Fäkalkeimen aus vermeintlich kontaminierten Schadensbereichen eignen sich Flüssigkeitsproben, Materialproben oder Oberflächenproben.

Grundlegendes zu Probenahme und Transport

- Die Probenahme erfolgt unter Beachtung der DIN 16000 -21.
- Der Arbeitsschutz ist für die Probenehmer zu beachten.
- Proben werden mit desinfizierten bzw. sterilen Hilfsmitteln und Behältern entnommen.
- Eine Kontamination der Proben mit Staub während der Probenahme (z. B. bei Kernbohrung) muss durch geeignete Maßnahmen verhindert werden.
- Die Probenverpackung erfolgt in fabrikneuen, dicht schließenden Transportbehältnissen.
- Der Transport der Proben ins Labor sollte in isolierten Transportboxen stattfinden, um eine signifikante Überschreitung der am Probenahmeort vorherrschenden Temperatur (z. B. im

Sommer) oder ein Einfrieren der Probe (z. B. im Winter) zu vermeiden.

- Die Probe sollte spätestens 24 Stunden nach der Probenahme im Untersuchungslabor eintreffen und dort umgehend aufgearbeitet werden.

3.1.1 Flüssigkeitsproben

E. coli bzw. coliforme Bakterien und Enterokokken können in flüssigen Proben aus frischen Fäkalschäden regelmäßig nachgewiesen werden. Die höchste Wahrscheinlichkeit für einen Nachweis besteht bei fäkalhaltigen Flüssigkeiten mit organischen Anteilen. Dabei sind nachfolgende Punkte zu beachten:

- 1 Flüssigkeitsproben können z. B. mit einer sterilen Spritze aufgenommen werden und in dicht verschließbaren Schraubdeckelröhrchen überführt werden.
- 2 Das Schöpfen von Wasserproben mit einem Schraubdeckelröhrchen wird nicht empfohlen, weil dadurch die Außenseite des Röhrchens kontaminiert wird.
- 3 Eine Probe sollte mindestens 10 Milliliter enthalten. Für die Aufnahme von Flüssigkeit aus einem Bodenaufbau (oder ähnlich schlecht zugänglichen Bereichen) kann ein steriles Schlauchstück an der Spritzenaufnahme befestigt werden.
- 4 Die Flüssigkeitsproben müssen auslaufsicher verpackt und schnellstmöglich, aber mindestens innerhalb von 24 Stunden (im Sommer ggf. gekühlt), ins Labor gebracht werden, da in flüssigen Proben eine schnelle Veränderung in der Mikroorganismenzusammensetzung möglich ist.

Die Flüssigkeitsprobe wird je nach erwarteter Konzentration direkt oder verdünnt eingesetzt (MPN- und Membranfiltrationsmethoden siehe 3.2). In der Regel müssen aufgrund der hohen Bakterienkonzentration mehrere Verdünnungsschritte durchgeführt werden.

3.1.2 Materialproben

In abgetrockneten Materialien, die durch Fäkalien kontaminiert wurden, nimmt die Wachstumsfähigkeit von E. coli nach kurzer Zeit stark

ab. Während einzelne E. coli Zellen auf diesen Materialien bereits nach wenigen Stunden bis wenigen Tagen absterben, sind die Zellen in organischen Partikeln, in denen diese durch den Biofilmen gut geschützt werden, häufig auch noch nach mehrwöchiger Trocknung kultivierbar. **Bei abgetrockneten Schäden ist es daher besonders wichtig, dass eine gezielte Probenahme mit organischen Partikeln aus dem Fäkalschaden erfolgt.**

Materialproben müssen mit sterilem bzw. desinfiziertem Werkzeug entnommen werden. Ein übliches Probenvolumen hat eine Größe von ca. 5,0 cm x 2,0 cm (z. B. Polystyrol) oder ein Gewicht von ca. 20 Gramm (z. B. Putz).

Zum Transport wird die Probe in einem dicht geschlossenen, sterilen Transportgefäß oder in produktneuen Kunststoffbeuteln verpackt. Bewährt hat sich die doppelte Verpackung in zwei Zip-Beuteln, um sicherzustellen, dass kein Probenmaterial unabsichtlich austritt.

Zur Prüfung auf coliforme Keime und Enterokokken müssen die Materialproben im Labor unter sterilen Bedingungen zerkleinert (Partikelkantengröße bis 0,5 cm) und in Verdünnungspuffer suspendiert werden. Von der Originalsuspension wird in der Regel eine Verdünnungsreihe in mehreren dekadischen Verdünnungsschritten angelegt. Es werden Aliquots der Verdünnungsreihe in der MPN-Methode eingesetzt oder direkt auf Nährmedien ausgespatelt.

3.1.3 Oberflächenproben zur Erfassung von Fäkalkeimen

Sofern keine Materialprobenahme von vermutlich kontaminierten Bereichen möglich ist, kann ggf. eine Abstrichuntersuchung auf E. coli, coliforme Bakterien und Enterokokken durchgeführt werden. Mit Abstrichproben können keine quantitativen, aber qualitative Analysen durchgeführt werden. Es ist zu berücksichtigen, dass E. coli sowie viele andere coliforme Bakterien empfindlich auf Austrocknung reagieren und ggf. nach einer Austrocknung an der Oberfläche nicht mehr kultivierbar sind. **Für die Beprobung von Bakterienkontaminationen müssen daher Abstrichbestecke mit Transportmedium verwendet**

werden. Durch das Transportmedium werden die aufgenommenen Bakterien feucht gehalten, bis diese im Labor eintreffen.

Abstriche sollten von einer Fläche von ca. 5 x 5 cm erfolgen. Im Labor werden die Abstrichbestecke auf spezielle Nährmedien, wie z. B: Chromocult® Coliformen-Agar (Nachweis von coliformen Bakterien) oder Slanetz und Bartley Agar (Nachweis von Enterokokken), aber auch auf TSA bzw. CASO-Agar zur Erfassung eines möglichst breiten Bakterienspektrums ausgestrichen.

Hinweis: RODAC-Platten sind für den Nachweis von coliformen Bakterien oder Enterokokken wenig geeignet, weil die ggf. auf den Platten auswachsenden Keime in einem weiteren Schritt auf coliforme Bakterien oder Enterokokken überprüft werden müssen.

3.1.4 Luftproben

Die Durchführung von Raumlufthproben führt in der Regel zu einem negativen Befund bezüglich des Nachweises von E. coli sowie coliformen Bakterien, selbst wenn ein Fäkalschaden vorliegt (Ausnahme bei starker Aerosolbildung). Der Grund hierfür liegt in der starken Austrocknungsempfindlichkeit von E. coli und vielen coliformen Bakterien. **Die Durchführung von Luftproben ist daher nicht zielführend und wird nicht empfohlen.**

3.1.5 Desinfektionskontrollen

Für eine Desinfektionskontrolle können Materialproben sowie Oberflächenproben verwendet werden.

Materialproben werden vergleichbar wie unter 3.1.2 beschrieben entnommen und ins Labor gegeben. Im Labor werden die Proben suspendiert. Die Originalsuspension wird auf CASO-Nähragar ausplattiert und für drei Tage bei 30 °C inkubiert.

Für eine Oberflächenbeprobung von desinfizierten Materialien werden häufig RODAC Platten verwendet. Als Nährmedium wird CASO-Agar für Bakterien eingesetzt, da das Ziel einer Desinfektionskontrolle darin besteht, den Nachweis zu führen, ob alle Bakterien abgetötet wurden. Eine Differenzierung von E. coli, coliformen Bakterien oder Enterokokken ist daher nicht mehr nötig.

Die Platten werden einmal vollflächig mit ausreichendem Druck auf die Materialoberfläche gedrückt, so dass auch die Oberflächen von kleinen Vertiefungen erreicht werden. Die RODAC-Platten werden anschließend für drei Tage bei 30 °C inkubiert und anschließend werden die ausgewachsenen Kulturen quantifiziert.

Zwischen dem Abschluss der Desinfektion und der Kontrolle sollten mindestens 12 Stunden liegen, sodass gewährleistet ist, dass das Desinfektionsmittel abgetrocknet ist.

3.2 Methodik zur Identifizierung einzelner Bakterien-Gattungen, insbesondere coliformer Bakterien und intestinaler Enterokokken

Die Identifizierung der coliformen Bakterien und Enterokokken ist durch ein Labor nach den geltenden DIN-Normen bzw. VDI Richtlinien vorzunehmen. Für den Nachweis von E. coli und coliformen Bakterien existieren zum Zeitpunkt der Aktualisierung des VDB-Leitfadens die Normen DIN EN ISO 9308-1: 2017-09 sowie die DIN EN ISO 9308-3: 1999-07. Für den Nachweis von intestinalen Enterokokken existieren zum Zeitpunkt der Aktualisierung des VDB-Leitfadens die Normen DIN EN ISO 7899-2: 2000-11 und DIN EN ISO 7899-1: 1999-07.

Die Normen DIN EN ISO 9308-1 (E. Coli und coliforme Bakterien) und DIN EN ISO 7899-2 (Enterokokken) eignen sich für Proben mit niedriger Begleitflora. Sie enthalten einen Aufkonzentrierungsschritt durch eine Membranfiltration. Die beladenen Filter werden anschließend direkt auf einen Selektivagar gelegt.

Coliforme Bakterien oder Enterokokken können bei entsprechend schlechten Umgebungsbedingungen bereits vorgeschädigt sein, so dass deren Kultivierung erschwert ist. Weiterhin kann in Anwesenheit einer zahlenreichen Begleitflora die Entwicklung der coliformen Bakterien oder Enterokokken unterdrückt werden.

Für die gezielte Erfassung, z. B. coliformer Keime, werden in diesen Fällen selektive Flüssignährmedien verwendet, die die Lebensbedingungen dieser Keime möglichst ideal darstellen (Inkubation bei 36 °C) und gleichzeitig das Wachstum anderer Bakterienarten unterdrücken. Mit dem so-

genannten MPN-Verfahren (engl.: most probable number) wird die wahrscheinlichste Konzentration dieser Keime bestimmt. Hierzu wird das Probenmaterial dekadisch verdünnt und es werden Aliquots in das Flüssigmedium gegeben.

Aufgrund eines Indikators, der z. B. bei der Entwicklung von coliformen Keimen seine Farbe von gelb auf blau verändert, kann man erkennen, in welcher maximalen Verdünnungsstufe die Entwicklung von coliformen Keimen erfolgt. Abschließend kann man die Anzahl der Keime pro Millimeter Probenflüssigkeit über den Verdünnungsfaktor zurückrechnen. Die MPN-Methode wird zur Erfassung der jeweiligen Bakterien in den Normen DIN EN ISO 9308-1 (E. Coli und coliforme Bakterien) und DIN EN ISO 7899-2 (Enterokokken) empfohlen.

Da die Vorhaltung und Handhabung von Flüssigmedien in vielen Laboren schwierig ist, hat sich in einigen Laboren zur Erfassung von Indikatororganismen aus Fäkalschäden die Verwendung von Nähragarschalen anstelle von Flüssigmedien durchgesetzt.

Hierbei werden die gleichen Nährmedien, wie sie für die DIN EN ISO 9308-1: 2017-09 und DIN EN ISO 7899-2: 2000-11 beschrieben sind, eingesetzt, allerdings wird aufgrund der in der Regel hohen Bakterienkonzentration kein Filtrationsschritt zur Anreicherung durchgeführt, sondern eine Verdünnungsreihe hergestellt und Aliquots der Verdünnungsstufen auf festen Nährmedien ausplattiert.

Der Nachweis von E. coli sowie coliformen Bakterien erfolgt in speziellen Flüssignährmedien oder auf festen Nähragar wie z. B.: Chromocult® Coliformen-Agar. Die Nährmedien werden 24 Stunden bei 36°C inkubiert.

Selektierte vermeintlich coliforme Bakterienkolonien werden aufgereinigt und zusätzlich auf eine fehlende Oxidaseaktivität sowie ggf. auf ein gramnegatives Färbeverhalten überprüft.

Die weitere Differenzierung der coliformen Bakterien kann mit biochemischen Methoden (z. B. API oder MALDI-TOF) erfolgen.

Der Nachweis von intestinalen Enterokokken erfolgt auf Chromocult®-Enterokokken-Agar oder Enterokokken-Agar nach Slanetz und Bartley (innerhalb von zwei Tagen bei 36°C) aufgrund

typischen Kolonieeigenschaften (rote Färbung und metallisch glänzende Oberfläche). In einem zweiten Schritt werden die roten Kolonien auf das Nährmedium Galle-Äsculin-Azid-Agar für 2 bis 4 Stunden bei 44 °C inkubiert und die Bildung eines dunklen Niederschlags im Agar überprüft.

3.2.1 Hinweise zur Hintergrundbelastung

Untersuchungen zur Hintergrundbelastung durch coliforme Bakterien und Enterokokken in unbelasteten Innenräumen, welche im Vorfeld zu diesem Leitfaden durchgeführt wurden, haben gezeigt, dass diverse coliforme Keime, aber nur sehr selten *E. coli* festgestellt wurden. *E. coli* wurde vor allem in Bereichen, die mit Straßenschuhen belaufen werden, nachgewiesen. Eine allgemeine Kontamination von Böden und Wänden sowie Gebrauchsgegenständen durch coliforme Bakterien wurde dagegen nicht festgestellt.

3.3 Bewertungshilfe

3.3.1 Hintergrundkonzentration in der Dämmschicht (Polystyrol) von Fußbodenkonstruktionen

Zur Erfassung der Hintergrundkonzentration von coliformen Keimen wurden 100 Polystyrolproben, die als Routineproben bearbeitet wurden, (welche im Vorfeld zu diesem Leitfaden durchgeführt wurden) selektiert. Die Proben stammten von verschiedenen Sachverständigen und aus unterschiedlichen Bundesländern. Für keine der Proben war eine Überprüfung von Fäkalkeimen beauftragt worden und keiner der Sachverständigen wurde im Vorfeld von der zusätzlichen Analyse seiner Proben auf Fäkalkeime informiert. Diese Vorgehensweise wurde so gewählt, um z. B. eine besonders vorsichtige Probenahme durch den Sachverständigen zu vermeiden. Alle Proben wurden mit der Suspensionsmethode aufgearbeitet.

Lediglich in einer Probe wurde eine einzelne coliforme Kolonie festgestellt (eine genaue Artbestimmung wurde nicht durchgeführt). Es kann daher für Polystyrolproben in gedämmten Fußböden davon ausgegangen werden, dass die Hintergrundkonzentration für coliforme Keime vernachlässigbar gering ist.

3.3.2 Hintergrundkonzentration von coliformen Keimen und Enterokokken auf Oberflächen durch Abstrichbeprobung

In dieser Studie wurden Sachverständige des Berufsverband Deutscher Baubiologen VDB e. V. explizit dazu aufgefordert, Abstrichproben von Oberflächen aus Wohnungen zu nehmen. Die Sachverständigen wurden dazu angehalten Oberflächen zu beproben, für die eine Kontamination mit Fäkalkeimen zumindest möglich bis wahrscheinlich war.

Zu den beprobten Oberflächen gehörten die Fußbodenbereiche, die mit Straßenschuhen begangen werden, Bereiche, die häufig von Haustieren aufgesucht werden, Fußbodenbereiche in der Toilette bzw. im Badezimmer sowie Abstrichbereiche im oberen Randbereich der Toiletenschüssel.

Für die Probenahme wurden den Sachverständigen Abstrichbestecke mit Transportmedium zur Verfügung gestellt. Die Analyse der coliformen Bakterien sowie die Enterokokken wurden entsprechend den Angaben unter Kapitel 3.1.3 durchgeführt.

Insgesamt wurden 100 Abstrichproben ausgewertet. Dabei wurde in 52 % der Proben coliforme Bakterien und/oder Enterokokken festgestellt. In 33 % der Proben wurden coliforme Bakterien bzw. *E. coli* und in 35 % der Proben wurden Enterokokken festgestellt. Am häufigsten wurden die Arten *E. coli*, *Enterobacter cloacae* und *Pantoea sp* in den Proben festgestellt.

Da es sich um Abstrichbeprobungen handelte, können für die positiven Proben keine Konzentrationsbereiche angegeben werden. Allerdings wurde für alle Proben deutlich, dass die coliformen Keime eher vereinzelt bzw. in geringer Konzentration bis 4 Kolonien je Probe festgestellt wurden.

3.3.3 Konzentration von coliformen Keimen in Mäusekot

Um denkbare Verunreinigungen von Proben durch Mäuse-, Ratten- oder Taubenkot einschätzen zu können, wurde exemplarisch der Gehalt coliformer Keime von Mäusekotproben ermittelt. Mäusekotproben wurden an einem Vogelfutter-

platz (Außenterrasse) eingesammelt und in Portionen zu je 0,2 Gamm eingewogen.

Der Gehalt coliformer Bakterien lag zu Beginn bei ca. 2,2 Millionen coliformer Bakterien und bis zu 50 Millionen Enterokokken KBE/g Mäusekot und nahm in den drei Monaten auf ca. ¼ der Ausgangskonzentration bzw. 0,5 Millionen coliforme Bakterien und 10 Millionen Enterokokken KBE/g Mäusekot ab. E. coli wurde in den Proben nur in vergleichsweise geringen Konzentrationen von unter 10.000 KBE/g Mäusekot festgestellt. Die höchsten Konzentrationen wurden für Pantoea sp. festgestellt.

3.3.4 Häufigkeit und Verteilung von coliformen Keimen in Proben aus Fäkalschäden

Es wurden die Ergebnisse von Routineproben verwendet. Insgesamt wurden 100 Proben aus Fäkalschäden verwendet. Die Proben wurden lediglich nach dem Vorkommen von coliformen Keimen und der Probenaufbereitung ausgewählt.

Alle Proben wurden mit der Suspensionsmethode analysiert. Die Proben stammten von verschiedenen Sachverständigen und aus unterschiedlichen Bundesländern.

Eine Sortierung der Proben nach Materialtyp wurde nicht vorgenommen. Das Probenkonvolut enthielt Polystyrol-, Putz-, KMF- und weitere mineralische Proben. Im Hinblick auf die festgestellten coliformen Bakterien wurde erwartungsgemäß keine Präferenz zu bestimmten Materialien erkannt.

In der nachfolgenden Tabelle sind die am häufigsten festgestellten coliformen Arten mit ihrem Auftreten in den Proben (%) dargestellt. Zur Einschätzung der Konzentrationen dieser Arten in Proben aus Fäkalschäden sind der 25., 50. und 75. Perzentilwert wiedergegeben. Die Arten sind nach dem 75. Perzentilwert geordnet.

Insgesamt wurde E. coli am häufigsten in Fäkalproben festgestellt. Seine Konzentration lag allerdings am 75. Perzentilwert niedriger als die aller anderen angegebenen Arten. Eine ähnliche Konzentrationsabstufung ist auch für das 25. und 50. Perzentil erkennbar.

	Vorkommen (%)	25. Perz	50. Perz	75. Perz
Escherichia coli	51	440	1.800	14.000
Enterobacter amnigenus	5	620	14.000	35.000
Enterobacter cloacae	20	755	42.500	165.000
Citrobacter freundii	35	700	6.300	190.000
Klebsiella oxytoca	9	17.000	66.000	270.000
Klebsiella pneumoniae	7	950	240.000	495.000
Citrobacter braakii	10	1.020	7.450	532.500
Pantoea spp.	6	18.575	312.000	3.450.000

4. Vorbereitung der Sanierung

4.1 Gefährdungsbeurteilung

Im Sinne der BioStoffV sind Biostoffe (Biologische Arbeitsstoffe) Mikroorganismen wie Bakterien, Pilze, Viren und Endoparasiten, die Infektionen, Allergien, toxische Wirkungen oder sonstige, die Gesundheit schädigende Wirkungen hervorrufen können. Biostoffe werden entsprechend ihres Infektionsrisikos in vier Risikogruppen eingestuft. Sensibilisierende und toxische Wirkungen werden bei dieser Einstufung nicht berücksichtigt.

Die BioStoffV ist eine Konkretisierung des Arbeitsschutzgesetzes und regelt berufsbedingte Tätigkeiten mit biologischen Arbeitsstoffen, d. h. im weitesten Sinne mit Mikroorganismen/Krankheitserregern. Die BioStoffV ist somit eine gesetzliche Verordnung, die zwingend einzuhalten ist. Sie enthält allgemeine Regelungen zum Schutz der Beschäftigten bei diesen Tätigkeiten.

Besteht nur der Verdacht, dass nach Wasserschäden Baumaterialien oder Inventar mit Mikroorganismen besiedelt oder kontaminiert sind, handelt es sich im Sinne der BioStoffV um nicht gezielte Tätigkeiten im Umgang mit Mikroorganismen. Daraus ergibt sich die gesetzliche Verpflichtung vor Beginn der Tätigkeiten eine Gefährdungsbeurteilung mit dem Ziel zu erstellen, geeignete Schutzmaßnahmen einleiten zu können.

Auf Grundlage der Gefährdungsbeurteilung werden die erforderlichen Maßnahmen zum Schutz der Beschäftigten ermittelt. Nach BioStoffV muss der Arbeitgeber zunächst dem Substitutionsgebot nachkommen. Dabei ist zu prüfen, inwieweit durch Ersatz (Substitution) von Biostoffen, Arbeitsverfahren oder Arbeitsmitteln die Gefährdung der Beschäftigten verringert werden kann.

Wichtig ist zu verstehen, wer grundsätzlich die Verantwortung für die Einhaltung von Schutzmaßnahmen trägt. Dies ist bei Wasserschäden insbesondere von Bedeutung, da die Auftraggeber häufig Privatpersonen sind, die sich der Verantwortung nicht bewusst sind und in der Regel vermittelt bekommen, dass der Schadensversi-

cherer oder das Sanierungsunternehmen die Gesamtverantwortung trägt. Dem ist nicht so.

Der Auftraggeber, welcher die Sanierungsmaßnahmen oder die Einleitung von Sofortmaßnahmen initiiert, trägt die Gesamtverantwortung. Gemäß Landesbauordnungen ist der Auftraggeber dafür verantwortlich Gefährdungen für Nutzer, Nachbarschaft als auch von den an den Sanierungsmaßnahmen Beteiligten oder Helfern fernzuhalten. Der Auftraggeber trägt die Verantwortung dafür, nur fachlich geeignete Personen und Unternehmen wie Planer, Sachverständige, und bauausführende Unternehmen zu beauftragen.

Bereits bei der Planung sind vom Auftraggeber gemäß Baustellenverordnung die allgemeinen Grundsätze nach § 4 des Arbeitsschutzgesetzes zu berücksichtigen. Dazu zählt die Auswahl geeigneter Schutzmaßnahmen in der Rangfolge STOP (Substitution, Technische, Organisatorische, persönliche Maßnahmen). Für Sanierungsmaßnahmen, bei denen Beschäftigte mehrerer Unternehmen tätig werden, ist eine Baustellenkoordination zu veranlassen.

Detailliert sind die Verantwortlichkeiten und Abläufe in der DGUV-Information 201-028 beschrieben. Als eine erste Orientierung für eine Gefährdungsbeurteilung und die daraus abzuleitenden Schutzmaßnahmen kann die DGUV-Information 201-028 hilfreich sein. Zu beachten ist jedoch, dass die DGUV-Information 201-028 den nicht gezielten Umgang ohne besonderes Infektionsrisiko mit Schimmelpilzen regelt. Bei Tätigkeiten mit Mikroorganismen in Zusammenhang mit Schwarzwasser besteht jedoch die besondere Gefährdung in einem Infektionsrisiko mit Krankheitserregern, welche beim Menschen schwere Erkrankungen verursachen können.

Das besondere Risiko liegt hierbei bei der Aufnahme von Krankheitserregern über die Haut, die Schleimhäute oder durch Verletzungen. Verletzungen oder bestehende Hautveränderungen (z. B. Ekzeme) ermöglichen Krankheitserregern das Eindringen in den Körper. Aufgeweichte Haut bei Feuchtarbeiten, trockene und rissige Haut sowie Spritzer in die Augen oder auf die Schleimhäute sind als Eintrittspforte zu berücksichtigen.

Bei der Gefährdungsbeurteilung sind daher folgende Aufnahmewege zu berücksichtigen:

1. Aufnahme über den Mund
 - durch Spritzer
 - durch verunreinigte Nahrungsmittel
 - durch Essen, Trinken, Rauchen oder Schnupfen ohne vorherige Reinigung der Hände
 - durch jeglichen Hand-Mund-Kontakt auch über kontaminierte Kleidung oder persönliche Schutzausrüstung
2. Aufnahme über die Atemwege (inhalativ)
 - durch Bioaerosole (z. B. Tröpfchen, Stäube). Beispiele für Tätigkeiten sind z. B. manuelle Reinigungsarbeiten, manuelles Ablösen von Anbackungen und Hochdruckreinigungsarbeiten
3. Aufnahme über die Haut oder Schleimhäute, z. B.
 - durch Eindringen bei Hautverletzungen
 - durch Spritzer in Augen und Nase
 - bei verminderter Schutzbarriere
 - bei durch Nässe aufgeweichte oder erkrankte Haut
 - durch alle Hand-Gesicht-Kontakte
 - durch Kontakt mit kontaminierter Kleidung oder Schutzausrüstung
4. Eindringen in tiefes Gewebe (Muskulatur, Unterhautfettgewebe) bei Verletzungen, z. B.
 - durch Stich- und Schnittverletzungen mit kontaminierten Geräten.

Reichen technische Maßnahmen nicht aus, um eine Gefährdung zu minimieren, und dies ist häufig bei Überflutungen gegeben, sind ergänzend organisatorische und persönliche Schutzmaßnahmen zu treffen.

Der Schwerpunkt der Schutzmaßnahmen muss in diesem Fall bei persönlichen Schutzmaßnahmen liegen, um Verletzungen und Aufnahmewege über die Haut und Schleimhäute zu vermeiden.

Kontaminationswege und die daraus resultierenden Schutzmaßnahmen ergeben sich aus Schadensumfang, Staubentwicklung bei den Sanierungsarbeiten, Schädigung der Bauteilschichten und den technischen Möglichkeiten des Rückbaus wie auch den sonstigen gegebenen baulichen Randbedingungen.

Entsprechend der TRBA 220 sind die möglichen Gefährdungen in der Regel der Schutzstufe 2 zuzuordnen und die entspr. Maßnahmen durchzuführen. Die TRBA 220 nennt auch konkrete Anforderungen je nach Tätigkeit für die richtige Auswahl der persönlichen Schutzausrüstung

Die Gefährdung der Mitarbeiter ist bei der Verarbeitung von Desinfektionsmitteln ebenso zu beachten wie die Gefährdung für den Nutzer durch nach der Sanierung anhaltende mögliche Belastungen durch diese Gefahrstoffe.

Die Anwendung von Desinfektionsmitteln ist unter Beachtung der Substitutionsgebot gemäß Gefahrstoffverordnung auf das Nötigste zu beschränken. Werden Desinfektionsmitteln eingesetzt, ist dies in der Regel mit zusätzlichen Gefährdungen verbunden. Dies ist im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung und bei der Auswahl der Schutzmaßnahmen zu berücksichtigen.

4.2 Sanierungsunternehmen

Die Sanierung eines Fäkalschadens sollte durch ein Fachunternehmen aus dem Bereich Wasser- und/oder Schimmelschadenbeseitigung durchgeführt werden.

Da bei Fäkalschäden mit biologischen Gefährdungen in Form von Krankheitserregern zu rechnen ist, hat das Sanierungsunternehmen eine Gefährdungsbeurteilung entsprechend der Vorgaben der BioStoffV durchzuführen. Als Hilfestellung ist die DGV-Information 201-028 „Handlungsanleitung: Gesundheitsgefährdungen durch biologische Arbeitsstoffe bei der Gebäudesanierung“ zu beachten.

Die Umsetzung entsprechender Schutzmaßnahmen muss dabei nicht nur auf den Arbeitsschutz, sondern auch auf den Umgebungschutz gerichtet sein. Das bedeutet z. B., dass Sofortmaßnahmen zum Schutz angrenzender nicht betroffener Bereiche eingeleitet werden müssen. Dazu zählen fachgerechte Abschottungen und die Absperrung des Schadensbereiches.

Bei der Gefährdungsbeurteilung sind grundsätzlich alle Arten der Gefährdung zu beachten (biologische, chemische und physikalische). In den folgenden Abschnitten wird nur auf die Besonderheiten bei einem Fäkalschaden eingegan-

gen. Das betrifft den Schutz gegenüber Krankheitserregern und den Schutz bei der Anwendung von Bioziden oder Desinfektionsmitteln.

Mögliche biologische Gefährdungen sind der Schutzstufe 2 (siehe auch TRBA 200) zuzuordnen, da mit Krankheitserregern der Risikogruppe 2 zu rechnen ist.

Im Gebäudebestand ist grundsätzlich zu prüfen, ob weitere Gefahrstoffe, wie z.B. Asbest, PAK oder sogenannte alte KMF vorhanden sind, die zu zusätzlichen Gefährdungen bei den Rückbaumaßnahmen führen können. Bei Überschwemmungsschäden sollte eine Kontamination der überfluteten Räume mit Chemikalien, welche durch Überflutungen freigesetzt wurden, berücksichtigt werden,

4.3 Technische und organisatorische Maßnahmen

Bei Fäkalschäden ist es insbesondere notwendig, die Aerosolbildung und -verteilung sowie Staubentwicklung zu vermeiden. Außerdem muss die Umgebung (z. B. angrenzende Bereiche) vor Kontaminationen geschützt werden. Dies wird mit technischen und organisatorischen Maßnahmen erreicht. Typische Verfahrensweise ist nachfolgend beispielhaft aufgelistet:

- Räumen des Sanierungsbereiches
- Belüftung der Räume
- Stehendes Wasser mit geschlossenen Systemen absaugen
- Grobreinigung der Oberflächen
- Abdecken von Einbauten und technischen Einrichtungen
- Luftdichtes Abkleben von Lüftungsanlagen und Wand- und Deckendurchdringungen wie z. B. Kabel- oder Rohrleitungsschächte.
- Sperren des Sanierungsbereiches für Unbefugte
- Abschottung des Sanierungsbereiches
- Einrichtung von Personen- und Material-Schleusen
- Einrichtung eines vielfachen Luftwechsels im Sanierungsbereich mit Unterdruckhaltung
- Beschränkte Anzahl an Arbeitnehmern im Sanierungsbereich

- Waschmöglichkeiten und Umkleide getrennt vom Pausenraum
 - Keine Nahrungs- und Genussmittel im Sanierungsbereich
 - Einsatz geprüfter Desinfektionsmittel z. B. für die Händedesinfektion
 - Verwendung von Maschinen und Geräten mit integrierter Absaugung
 - Absaugung im Arbeitsbereich, um Aerosol oder Staub am Entstehungsort abzusaugen
 - Befeuchten von Materialien vor einem mechanischen Ausbau
 - Staabdichtes Verpacken der ausgebauten Materialien (gedeckte Entsorgung)
 - Reinigung von Oberflächen mit Sicherheitssaugern der Klasse H
 - Präventives Aufbringen von Bioziden/Desinfektionsmitteln im Wischverfahren
- Arbeitsverfahren, die Staub und Aerosol freisetzen, wie Dampfstrahlen und Bürsten sollten nicht angewendet werden.

4.4 Persönliche Schutzmaßnahmen

Trotz technischer und organisatorischer Maßnahmen wird es auf Grund der erhöhten Schutzstufe 2 notwendig sein, dass Personen, die im Sanierungsbereich arbeiten, persönliche Schutzausrüstung tragen. Die Schutzkleidung soll insbesondere bewirken, dass ein unmittelbarer Hautkontakt mit Abwasser vermieden wird, keine biologischen Arbeitsstoffe auf Beschäftigte einwirken oder unkontrolliert verschleppt werden. Folgende Aspekte sind zu berücksichtigen:

Atemschutz

Bei Tätigkeiten im kontaminierten Bereich sind mindestens Masken mit FFP-3-Filter einzusetzen. Halbmasken sind den FFP-Einwegmasken vorzuziehen. Optimal sind Gebläse unterstützte Halbmasken mit Partikelfilter TM3P. Die Filter der Atemschutzmasken bzw. FFP-3-Filter sind mindestens arbeitstäglich zu wechseln.

Augenschutz

Ein Augenschutz ist erforderlich, wenn die Gefahr von Spritzwasserbildung, wie z. B. bei der Entfernung durchnässter Bauteilschichten oder bei Ar-

beiten über Kopf mit Staubentwicklung möglich ist. Dann ist mindestens eine Korbbrille zu verwenden oder der Augenschutz ist durch das Tragen einer Vollmaske zu gewährleisten.

Schutzkleidung

Als Schutz vor Staubbelastung und direktem Hautkontakt ist partikeldichte, luftdurchlässige (so genannte „atmungsaktive“) Einwegschutzkleidung, Kategorie III, Typ 4/5/6 zu empfehlen. Eine Verschleppung von Stäuben über die Haare ist z. B. durch das Tragen einer Kapuze zu minimieren.

Handschutz

Der Handschutz ist auf die mechanische, chemische und biologische Belastung abzustimmen. Bei Feuchtarbeiten sind flüssigkeitsdichte, längerstulpige, baumwollbeflockte Handschuhe einzusetzen.

Fußschutz

Es ist ein den Arbeiten angepasstes Schuhwerk einzusetzen. In jedem Falle muss es abwaschbar sein, bei Arbeiten mit Kontakt zu Abwässern sind flüssigkeitsdichte Schuhe zu verwenden.

Bei flächigem Einsatz von Bioziden oder Desinfektionsmitteln sind ggf. besondere Schutzmaßnahmen zu beachten, die von der chemischen Zusammensetzung bzw. chemischen Gefährdung der Mittel abhängen.

Für die arbeitsmedizinische Prävention ist zu berücksichtigen, je nach Häufigkeit des Einsatzes von Arbeitnehmern in fäkalbelasteten Bereichen, die Vorgaben der TRBA 200 einzuhalten. Eine Abstimmung mit dem verantwortlichen Arbeitsmediziner ist zu empfehlen. Es sollte ärztlich abgeklärt werden, ob eine Hepatitis A Schutzimpfung zu empfehlen ist.

Aus arbeitsmedizinischen Gründen ist darauf zu achten, sich bei der Häufigkeit des Einsatzes von Arbeitnehmern in fäkalbelasteten Bereichen an den Vorgaben der TRBA 200 zu orientieren.

5. Durchführung der Sanierung

Die folgenden Sanierungsschritte beziehen sich auf den durch einen Fäkalschaden betroffenen Bereich. Die Sanierung hat den über den sichtbaren oder durch Feuchtemessungen festgestellten Bereich in der Fläche mit einem Zuschlag von ca. 50 cm zu umfassen. Der Umfang der Sanierung ist im Zweifel von einem Sachverständigen festzustellen.

Schematischer Ablauf der einzelnen Sanierungsschritte bei einem durchfeuchteten Bodenaufbau mit fäkalhaltigem Wasser:

1. Abpumpen und Aufnahme des freien Wassers.
2. Feuchtes reinigen der Bodenbeläge und aller verschmutzten Oberflächen inkl. des Inventars.
3. Sofortmaßnahme vor Sanierungsbeginn: Durchlüftung des Schadensbereiches durch Öffnen der Fenster.
4. Erstellen einer Gefährdungsbeurteilung nach BioStoffV unter Beachtung der DGUV Information 201-028, Gesundheitsgefährdungen durch Biostoffe bei der Schimmelpilzsanierung.
5. Festlegung und Sicherung der Verkehrswege unter Beachtung der Fluchtwege.
6. Festlegung und Abschottung des Schadensbereiches gegenüber nicht betroffenen Bereichen.
7. Einrichten der Baustelle.
8. Aufbau eines mehrfachen bis achtfachen gezielten Luftwechsels im Schadensbereich.
9. Räumen des kompletten Schadenbereiches sowie Reinigung und Auslagerung des Inventars. Hinweis: Die Räume oder Container müssen für die Einlagerung von eventuell feuchtem Inventar geeignet sein, bei Bedarf klimatisiert und über eine Feuchteüberwachung verfügen.
10. Entfernen der Bodenbeläge, Estrich, Dämmung, Abdichtung bis zur Bodenplatte.
11. Feuchtigkeitskontrollen sind Etagenübergreifend an angrenzenden Bauteilen durchzuführen.
12. Hohlräume wie z. B. Installationsschächte, Heizkreisverteiler, Vorbaukonstruktionen, Spülkästen, Türzargen etc. sind zu öffnen und zu prüfen.
13. Bei Holzbalkendeckenkonstruktionen sind die Füllungen zwischen den tragenden Holz-

balken zu entfernen und die Balken zu reinigen sowie die freigelegten Bauteile wie z. B. Einschübe und Strohputzdecke zu kontrollieren.

14. Wandputze, Montagewände mit Gipskartonplatten oder Holzwerkstoffen sind im Schadensbereich mit Sicherheitszuschlag über den sichtbaren durchnässten Bereich vollständig zu entfernen.
15. Lehrrohre und Kanäle sind im Schadensbereich freizulegen, zu reinigen oder zu entfernen.
16. Freigelegte Rohrdämmungen sind zu reinigen oder zu entfernen.
17. Nach dem Rückbau sind die Oberflächen der verbleibenden Bauteile (Bodenplatte, massive Wände) gründlich von allen sichtbaren Verschmutzungen zu reinigen.
18. Technische Trocknung der verbleibenden Oberflächen unter Beachtung des WTA-Merkblatt E-6-16 „Technische Trocknung von durchfeuchteten Bauteilen, Teil 2: Planung, Ausführung und Kontrolle“.
19. Zweifache Desinfektion der getrockneten und gereinigten Oberflächen in einem Abstand von mind. 4 Stunden.
20. Feinreinigung aller Oberflächen.
21. Abschalten des Luftwechsels mit einer Nachlaufzeit, die mindestens einem 20fachen Luftwechsel entspricht.
22. Zeitnahe Sanierungskontrolle der desinfizierten Oberflächen mit einem zeitlichen Abstand von mindestens 12 Stunden unter Beachtung des WTA-Merkblatt 4-12 Ausgabe: 05.2021/D „Ziele und Kontrolle von Schimmelpilzschadensanierungen in Innenräumen“.
23. Abnahme der Sanierung.

5.1 Abschottungen

Um eine Kontamination nicht betroffener Räume durch bei der Sanierung entstehende Stäube oder Keime zu verhindern, sind diese von dem Schadensbereich luftdicht abzuschotten. Reißfeste Folien mit Reißverschlussstüren eignen sich hierfür besonders gut. Wichtig hierbei ist, dass die Anschlussbereiche mit geeignetem Klebeband luftdicht verklebt werden. Luftdicht

abzukleben sind auch Lüftungsanlagen und Wand- und Deckendurchdringungen wie z. B. Kabel- oder Rohrleitungsschächte.

5.2 Luftreinigung

Bei einem großen Umfang der Sanierung ist eine kontrollierte Luftführung mit Luftreinigung zu installieren. Hierdurch werden Stäube und eventuell vorhandene Schimmelpilzsporen aus der Raumluft gefiltert. Wichtig ist der Einsatz eines ausreichend dimensioniertem Unterdruckhaltegeräts mit HEPA-Filter Klasse 13.

5.3 Ausbau von feuchter Bausubstanz

Grundsätzlich ist davon auszugehen, dass mit der Feuchtigkeit auch Fäkalkeime in die Bausubstanz eingebracht wurden. Sofern es die jeweilige Konstruktion zulässt, sollten daher betroffene Materialien, Baustoffe und Konstruktionen ausgebaut werden.

Im Folgenden eine beispielhafte Übersicht der auszubauenden Materialien und Konstruktionen nach deren Kontamination:

- Teppiche und PVC-Beläge
- Laminat und Parkett
- Tapeten
- Putze
- Gipskartonwände
- Span- und OSB-Platten
- Trennwanddämmungen
- Estriche (z. B. schwimmend verlegte, Trocken-, Verbundestriche)
- Wärme- und Trittschalldämmungen
- Abdichtungsbahnen und Trennfolien
- Rohrisolierungen und Leerrohre
- Installationsschächte und Hohlräume
- Schüttungen
- Fehlbodeneinschübe
- großporige Materialien

5.4 Nicht ausbaubare kontaminierte Konstruktionen

Konstruktionen wie z. B. Bodenplatten und tragende Konstruktionen, die nicht ausgebaut werden können, müssen nach einer erfolgreichen technischen Trocknung desinfiziert werden.

5.5 Feinreinigung

Nach der Sanierung muss eine Reinigung, auch Feinreinigung genannt, erfolgen. Hierbei ist das Ziel zum einen ein staubfreier Sanierungsbereich und zum anderen, dass alle vorhandenen Kontaminationen entfernt wurden.

Alle verbliebenen rauen Oberflächen sind mit einem Industriesauger mit HEPA-Filter Klasse 13 abzusaugen und alle glatten Oberflächen mit entspanntem Wasser abzuwischen.

5.6 Desinfektion

Nicht ausbaubare Materialien müssen desinfiziert werden. Hierbei soll der Keimgehalt auf den Materialflächen möglichst vollständig reduziert werden. Vor der Desinfektion müssen die Materialoberflächen gereinigt und getrocknet werden.

Nicht ausbaubare Materialoberflächen werden mit einem geeigneten Biozid (siehe Kapitel 6) in zwei Arbeitsgängen desinfiziert. Zwischen den beiden Desinfektionen muss eine Einwirkzeit von mindestens 4 Stunden eingehalten werden.

5.7 Kontrolle der Sanierung

Nach der Feinreinigung ist eine Kontrolle der Sanierung erforderlich. Hierbei wird überprüft, ob alle Stäube entfernt wurden und ob die Desinfektion, der nicht ausbaubaren Konstruktionen erfolgreich war. Für die grundlegenden Kontrollen nach der Reinigung von Kontaminationen sind die Vorgaben des WTA Merkblatts 4-12 „Ziele und Kontrolle von Schimmelpilzschadenssanierungen in Innenräumen“ zu beachten.

Desinfektionskontrollen können mit Hilfe von Materialproben oder Oberflächenproben durchgeführt werden. Da es sich in vielen Fällen um kompakte, nicht saugende Materialien handelt, werden häufig Desinfektionsprüfungen mit RODAC-Platten durchgeführt. Für die Erfassung von wachstumsfähigen Bakterien werden Platten mit CASO-Nährstoffagar verwendet und für die Erfassung von Schimmelpilzen jeweils eine Platte mit Malzextraktagar und DG18-Agar.

Sanierungszielwerte sind im Kapitel 7 angegeben.

In anderen Fällen, wenn es darum geht, ob die Desinfektion auch eine Tiefenwirkung entfalten konnte, werden Materialproben entnommen und mit der Suspensionsmethode aufgearbeitet.

Bei Desinfektionskontrollen steht der Nachweis der weitgehenden bis vollständigen Abtötung von Mikroorganismen im Vordergrund. Es werden daher Kultivierungsverfahren mit Vollmedien eingesetzt, mit denen nicht einzelne Arten nachgewiesen werden, sondern die Anzahl wachstumsfähiger Bakterien bzw. Schimmelpilze.

Ob bei den Sanierungskontrollen von Fäkal-schäden nur Bakterien oder auch Schimmelpilze überprüft werden, hängt vor allem von der Art und Dauer des Schadens ab und wird vom begleitenden Sachverständigen entschieden.

6. Biozide (Desinfektionsmittel)

Bei Schwarzwasserschäden sollte nach der Dekontamination eine nicht persistente Flächen-desinfektion der verbleibenden Oberflächen durchgeführt werden. Die hierzu eingesetzten Biozide müssen eine Wirkung gegen Viren, Bakterien und Pilze aufweisen und eine Zulassung in Deutschland haben. Für diese Zulassung von Bioziden ist die BAuA (Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin) zuständig. Alle geprüften Biozide haben eine BAuA-Registrierungsnummer und können auf der Internetseite der BAuA abgerufen werden:

https://www.baua.de/DE/Themen/Anwendungssichere-Chemikalien-und-Produkte/Chemikalienrecht/Biozide/Datenbank-Biozide/Biozide_form.html?nn=2aec5466-e9c3-473b-b8b3-656083e0a9e7&wirkstoff.GROUP=1&prodart.GROUP=1&awkat.GROUP=1%20des%20BAuA

Die Suchmaske enthält ein Feld für einen **Produktnamen (Biozidprodukte)**, ein Feld für eine Produktart und eins für den **Wirkstoff**. Im Zusammenhang mit Fäkalschäden ist die **Produktart** „Desinfektionsmittel und Algenbekämpfungsmittel“ zu wählen. Nachfolgend ist als Beispiel die Suche nach einem Produkt mit Wasserstoffperoxid abgebildet.

Biozide Suche

Suche in der Datenbank der zugelassenene Biozidprodukte

Produktart
02 (Desinfektionsmittel und Algenbekämpfungsmittl...
Wirkstoff
Wasserstoffperoxid
SUCHEN

Resultate 1 bis 2 von insgesamt 2

Handelsname(n) des Produkts ✕	Zulassungsnummer ✕	Zulassungsinhaber ✕	Produktart ✕	Wirkstoff(e) ✕	Ende der Zulassung ✕
Vaprox® Hydrogen Peroxid Sterilant (35%)	DE-0017070-01-0001-02	STERIS Ireland Limited	02 (Desinfektionsmittel und Algenbekämpfungsmittel)	Wasserstoffperoxid	14.04.2029
Vaprox® 59 Hydrogen Peroxid Sterilant	DE-0017070-02-0001-02	STERIS Ireland Limited	02 (Desinfektionsmittel und Algenbekämpfungsmittel)	Wasserstoffperoxid	14.04.2029

Suche nach Biozidprodukten

Handelsname des Biozidproduktes: <input type="text" value="H2O2 30%"/>	Registriernummer: <input type="text"/> <small>(Bitte die vollständige Registrier-Nr. eingeben, z.B. N-12345)</small>	Wirkstoffname: <input type="text"/> <small>Eingabe von Wildcards (z.B. * oder ?) ist nicht notwendig!</small>
Produktart: <input type="text" value="12 – Schleimbekämpfungsmittel"/>	CAS-Nummer: <input type="text"/> <small>(z.B. 123-45-6)</small>	EC-Nummer: <input type="text"/> <small>(z.B. 123-456-7)</small>

Suche ZURÜCKSETZEN Zeige Einträge pro Seite

Seite 1 von 1, Einträge 1 bis 2 von 2



Name	Reg. Nr.	Hinweis	Wirkstoffe	
H2O2 30%	N-63208	Wirkstoffentscheidung ausstehend	Wasserstoffperoxid	
H2O2 30%	N-42882	Aktuell nicht verkehrsfähig	Wasserstoffperoxid	

Auf der Internetseite https://www.ebiomeld.de/DE/Offen/offen_node existiert eine Suchmaske zu den meisten der zum Zeitpunkt der Überarbeitung des VDB-Leitfadens im Gebrauch befindlichen Biozide, die noch keine Zulassung haben. Diese können den Vermerk „aktuell nicht verkehrsfähig“ oder „Wirkstoffentscheidung ausstehend“ haben.

Sollte der Hinweis „Aktuell nicht verkehrsfähig“ angezeigt werden, muss der Inverkehrbringer die Angaben zu seinem Produkt aktualisieren bzw. bestätigen. Gemäß § 6 Absatz 2 der Chem-BiozidDV muss für Meldungen alle zwei Jahre bis spätestens zum 31. März die Richtigkeit der Angaben bestätigt werden. Werden die Angaben nicht innerhalb der Frist nach Satz 1 bestätigt, darf der Meldepflichtige das Biozid-Produkt so lange nicht im Inland auf dem Markt bereitstellen, bis er die Daten bestätigt hat.

Der Hinweis „Wirkstoffentscheidung ausstehend“ besagt, dass für mindestens einen der Wirkstoffe in dem Biozidprodukt, in der/den relevanten Produktart(en), für die das Produkt mit diesem Wirkstoff gemeldet wurde, noch keine Entscheidung zur Genehmigung und für keinen der Wirkstoffe eine Entscheidung zur Nichtgenehmigung getroffen wurde. Sobald die

entsprechenden Entscheidungen zur (Nicht-)Genehmigung von der Europäischen Kommission veröffentlicht werden, werden die Daten in der Spalte „Hinweis“ von der Bundesstelle für Chemikalien angepasst.

Beim jetzigen Stand des Wissens ist die Eignung der verschiedenen Desinfektionsmittel zur Sanierung von Fäkalschäden nur bedingt zu beurteilen. Voraussichtlich ist Wasserstoffperoxid als nicht persistentes Biozid für diesen Einsatz am geeignetsten. Vor seinem Einsatz ist zu prüfen, ob durch seine Verwendung die Baukonstruktion nicht geschädigt wird.

Wasserstoffperoxid, H₂O₂

Wasserstoffperoxid ist ein starkes Oxidationsmittel. Auf Grund der guten Verfügbarkeit und günstiger Umwelteigenschaften kann Wasserstoffperoxid zur Desinfektion empfohlen werden¹. Es sollte in einer 30%igen bis 35%igen Konzentration angewandt werden. Die Anwendung sollte mehr-

¹ Aufgrund Erfahrungen der Arbeitskreismitglieder und einer nicht ausreichend vorhandenen Datenlage bzgl. der Konzentration empfehlen wir vorsorglich eine hohe Konzentration.

fach erfolgen. Die Oberfläche sollte zwischen den Anwendungen vollständig abtrocknen. Die Wirkung von starken Oxidationsmitteln kann durch den pH-Wert von Baustoffen beeinflusst werden. Um diese Beeinflussung zu mindern, können entsprechende Komponenten hinzugefügt werden. Wasserstoffperoxid kann die Haut und die Augen reizen. Bei der Verwendung von Wasserstoffperoxid sind entsprechende Schutzmaßnahmen zu treffen. Die Hinweise der Sicherheitsdatenblätter sind zu beachten. Wasserstoffperoxid gehört der Wassergefährdungsklasse 1 an, d. h. „schwach wassergefährdend“.

Geignet ist je nach Untergrund auch das Aufsprühen von Kalkmilch auf Rohbeton. Die Kalkmilch verbleibt auf der Rohbeton-Oberfläche und trocknet langsam auf (= Einwirkzeit). Eingesumpfter Kalk kann als Sackware gekauft werden. Kalkmilch ist in den Listen des RKI als wirksame Flächendesinfektion gelistet.

Grundsätzlich sind bei der Anwendung von Biozidprodukten die Vorgaben der aktuellen Gefahrstoffverordnung zu beachten.

Substitution: Eine Alternative zu Bioziden ist eine Behandlung mit Kalkmilch** oder eine Wärmebehandlung, z. B. durch Abflammen der Oberflächen.

7. Sanierungsziele

Als Kriterien einer gelungenen Sanierung gelten die folgenden Punkte:

- Verschmutzungen durch Feststoffe und fäkalienbelastetes Abwasser sind entfernt.
- Der Schadensbereich wurde entsprechend dem WTAMerkblatt 6-16 „Technische Trocknung durchfeuchteter Bauteile“ getrocknet.
- Es existieren keine geruchlichen Auffälligkeiten, die aus dem Fäkalschaden resultieren.
- Auf gereinigten und desinfizierten Materialoberflächen werden 12 Stunden nach der Desinfektion im Idealfall keine Keime mehr nachgewiesen. Da innerhalb der 12 Stunden nach der Desinfektion Anflugkeime auf den desinfizierten Bereich gelangen können, muss eine geringe Keimbelastung im Bereich von 25 KBE/Rodac-Platte bzw. 1 KBE/cm² toleriert werden.
- In Materialien wird eine Bakterienkonzentrationen von 5000 KBE/g nicht überschritten.

8. Rechtliches

In diesem VDB-Leitfaden zur Beurteilung und Sanierung von Fäkalschäden in Gebäuden werden Fäkalschäden aus rein hygienischer Sicht betrachtet. Eine rechtliche Einordnung ist nicht Gegenstand des Infoblatts und daher kann auch keine rechtliche Einordnung eines Fäkalschadens auf Grundlage dieses Infoblattes vorgenommen werden.

**Liste der vom Robert Koch-Institut geprüften und anerkannten Desinfektionsmittel und -verfahren Stand: 31. Oktober 2017 (17. Ausgabe); Bundesgesundheitsbl 2017 · 60:1274–1297

