

## Technisch-wissenschaftliche Ausarbeitung

# Vorstellung eines neuen Ansatzes zur Bewertung von Risiken im Rahmen von Risikoabschätzungen gemäß Trinkwasserverordnung (TrinkwV)

Autor: Arnd Bürschgens

### Zusammenfassung:

Eine Trinkwasserinstallation ist ein sehr komplexes hydraulisches System. Die im Rahmen von Risikoabschätzungen bislang angebotenen Methoden der Bewertung von Risiken mittels Matrizen, die ihren Ursprung in Management-Systemen zur Bewertung potenzieller Risiken hatten (proaktiv), sind für Risikoabschätzungen in Trinkwasserinstallationen (reaktiv) kaum zielführend bzw. in der nötigen Detailtiefe nur mit einem unverhältnismäßig hohen Aufwand adaptierbar.

Die Ausarbeitung stellt die rechtlichen Anforderungen an den Schutz der Gesundheit dar, stellt die unterschiedlichen Methodiken zur Einstufung von Risiken im Rahmen von Risikoabschätzungen gegenüber und bewertet sie.

Die Auswertung einer repräsentativen Anzahl vorgelegter Gefährdungsanalysen und Risikoabschätzungen über eine statistische Inhaltsanalyse zeigt, dass die Anwendung von 3 x 3- oder 4 x 4-Matrizen zur Bewertung von Risiken, mit einem Anteil von in Summe lediglich 18 %, auch nicht als allgemein anerkannt unterstellt werden kann.

Die subjektive Schätzung der Eintrittswahrscheinlichkeit und der Auswirkungen von Risiken muss zudem zwangsläufig zu einer bewussten oder unbewussten Verzerrung in der Risikobewertung führen.

Ziel dieser Ausarbeitung ist es, in einer hierarchischen Klassifizierung möglicher Schäden ein neues Bewertungssystem als Weiterentwicklung bekannter Methoden vorzustellen, auf dessen Grundlage eine

zielführende, praktikable Kategorisierung von Risiken auf unterschiedliche Schadensereignisse vorgenommen werden kann. Die neu vorgestellte Methodik zur Bewertung möglicher Risiken stellt damit eine Weiterentwicklung vorhandener Methoden dar, vereint die Vorteile der anderen Matrizes, ohne dabei jedoch die Objektivität der Bewertung zu verlieren. Subjektive Einschätzungen einer Eintrittswahrscheinlichkeit können hierdurch vollständig vermieden werden.

Das vorgestellte 4-stufige Bewertungssystem kann zudem als visuelles Hilfsmittel dienen, um das mögliche Schadensausmaß und die Maßnahmenpriorität auf farbpsychologischen Grundlagen in einer intuitiv verständlichen Form darzustellen.

Die simple Einordnung der Mängel in einem vierstufigen Bewertungssystem wurde bereits mehrfach in der Praxis erprobt. Die Methodik ist demzufolge einfach anwendbar sowie in bestehende Strukturen implementierbar. Sie bietet zudem auch für Sachverständige und Mitarbeiter von Gesundheitsämtern den Vorteil einer eindeutigen Nachvollziehbarkeit der Bewertung, was eine erhöhte Rechtssicherheit bietet.

Durch die Anwendung der bereits etablierten Begriffe *regelmäßig*, *zeitnah*, *umgehend* und *unverzüglich*, mit entsprechenden Zeiträumen als Vorgaben zur Umsetzung, kann jeder Interpretation vorgebeugt werden. Gleichzeitig ist die Einstufung in das vorgestellte Bewertungssystem auch für fachliche Laien als Adressaten der Gutachten einfach verständlich und in einem zeitlich gestaffelten Sanierungsplan umsetzbar.

## Inhalt

Zusammenfassung: .....	1
Einleitung .....	3
Rechtliche Grundlagen zur Bewertung von Risiken .....	4
Definition der Begriffe .....	9
Mangel .....	10
Gefährdung .....	11
Gefahr .....	12
Risiko und Exposition .....	12
Mangelfolgeschaden .....	13
Zielkonkretisierung durch Änderung des Begriffs .....	15
Gefährdungsanalyse .....	15
Risikoabschätzung .....	16
Bisherige Methodiken zur Bewertung von Risiken und Maßnahmen-Priorisierung .....	18
Risikomatrix nach Nohl .....	20
DIN EN 15975 Teil 2 .....	22
UBA-Empfehlung zur Gefährdungsanalyse und DVGW Hinweis W 1001 .....	23
UBA-Handbuch WSP-Konzept für Gebäude .....	25
Bewertung nach DFLW .....	25
Bewertung nach BTGA-Leitfaden 1. Auflage .....	28
Bewertung nach BTGA-Leitfaden 2. Auflage .....	33
Bewertung nach VDI/BTGA/ZVSHK 6023 Blatt 2 .....	38
Bewertung der unterschiedlichen Methodiken .....	40
Statistische Auswertung von Gutachten hinsichtlich angewandter Methodik .....	44
Ergebnis der Auswertung .....	46
Vorstellung eines neuen Systems zur Bewertung von Schäden und Risiken .....	49
Fazit .....	57
Literaturverzeichnis .....	60
Internetquellen .....	61
Rechtsprechung .....	62

## Einleitung

Seit die Anforderung einer Gefährdungsanalyse bei Erreichen bzw. Überschreiten des ebenso neu eingeführten technischen Maßnahmenwerts für den Parameter *Legionella spec.* in Trinkwasserinstallationen mit der ersten Novellierung der Trinkwasserverordnung (TrinkwV) im Jahr 2011 eingeführt wurde, bestand zunächst Unsicherheit bei den beteiligten Fachkreisen und Adressaten von Gefährdungsanalysen und Risikoabschätzungen, über die konkreten Anforderungen an eine solche Bewertung von Trinkwasserinstallationen, insbesondere hinsichtlich einer praktikablen Einschätzung möglicher Gefährdungen und Risiken.

Der Begriff der Gefährdungsanalyse wurde inhaltlich zunächst durch das Umweltbundesamt (UBA) beschrieben mit der „*Empfehlung des Umweltbundesamtes zur Durchführung einer Gefährdungsanalyse*“ vom 18.12.2012. Ein Kernelement dieser hygienisch-technischen Bewertung einer Trinkwasserinstallation ist die Ermittlung möglicher Gefährdungen für die Nutzer, ausgehend von technischen oder betriebstechnischen Mängeln an einer Gebäudewasserversorgungsanlage (GWVA). Eine für Trinkwasserinstallationen geeignete und praxistauglich anwendbare Methodik zur Ableitung von Gefährdungen aus betriebs-/technischen Mängeln, und weitergehend den daraus resultierenden Risiken für Nutzer, der Infrastruktur der Installation oder auch Schäden an Gebäuden, wurde hier jedoch noch nicht konkretisiert.

Das Umweltbundesamt sowie technisch-wissenschaftliche Vereine haben in der Folge unterschiedliche Methodiken zur Bewertung von Risiken erarbeitet und in Informationsbroschüren sowie im technischen Regelwerk VDI/BTGA/ZVSHK 6023 Blatt 2 entsprechende Vorschläge vorgestellt.

Keine der bislang verfügbaren Methoden zur Kategorisierung von Risiken und zur Priorisierung geeigneter Maßnahmen ist ohne individuelle Nachteile oder zu 100 % anwendbar, um auf Grundlage festgestellter Mängel alle Erfordernisse einer zielführenden Ableitung von Gefährdungen und Risiken in der notwendigen Detailtiefe bieten. Die Methodiken lassen zudem Interpretationen zu, sowohl für die Verfasser als auch die Adressaten von Risikoabschätzungen. In der Praxis haben sich immer wieder Nachteile gezeigt, sowohl in der teils komplexen, mehrstufigen

Anwendung durch die Ersteller als auch in der Nachvollziehbarkeit, und resultierend in der Umsetzung, durch die Auftraggeber von Risikoabschätzungen.

Die vorliegende Ausarbeitung

- stellt die rechtlichen Anforderungen an den Schutz der Gesundheit der Nutzer dar,
- stellt die unterschiedlichen dargebotenen Methodiken gegenüber und bewertet sie und
- stellt über eine statistische Inhaltsanalyse vorgelegter Gutachten die Marktakzeptanz der unterschiedlichen Methodiken in den beteiligten Fachkreisen dar.

Ziel dieser Ausarbeitung ist es, in einer hierarchischen Klassifizierung möglicher Schäden ein neues Bewertungssystem als Weiterentwicklung bekannter Methoden vorzustellen, auf dessen Grundlage eine zielführende, praktikable Kategorisierung von Risiken auf unterschiedliche Schadensereignisse vorgenommen werden kann. Die Methodik soll zudem eine objektive Priorisierung der erforderlichen Maßnahmen bieten, die sowohl von den Adressaten der Ausarbeitung intuitiv nachvollzogen als auch in der praktischen Anwendung für die Ersteller von gutachterlichen Bewertungen einfach angewandt und in bestehende Systeme implementiert werden kann.

## **Rechtliche Grundlagen zur Bewertung von Risiken**

Nach dem Grundgesetz (GG) der Bundesrepublik Deutschland hat jeder Mensch das Recht auf Leben und körperliche Unversehrtheit.<sup>1</sup>

Umgesetzt wird dieses persönliche Rechtsgut unter anderem über die Regelungen des „*Gesetzes zur Verhütung und Bekämpfung von Infektionskrankheiten beim Menschen*“ (Infektionsschutzgesetz - IfSG). Zweck dieses Gesetzes ist es, übertragbaren Krankheiten beim Menschen vorzubeugen, Infektionen frühzeitig zu erkennen und ihre Weiterverbreitung zu verhindern.<sup>2</sup> Wasser für den menschlichen Gebrauch muss hierzu gemäß § 37 Infektionsschutzgesetz (IfSG) jederzeit so

---

<sup>1</sup> Grundgesetz der Bundesrepublik Deutschland Art. 2 Absatz 2

<sup>2</sup> IfSG § 1 Zweck des Gesetzes

beschaffen sein, dass durch seinen Genuss oder Gebrauch eine Schädigung der menschlichen Gesundheit, insbesondere durch Krankheitserreger, nicht zu besorgen ist.<sup>3</sup>

Eine Schädigung der menschlichen Gesundheit ist nur dann im Sinne des IfSG nicht zu besorgen, wenn hierfür keine, auch noch so wenig naheliegende Wahrscheinlichkeit besteht, eine Gefährdung also nach menschlicher Erfahrung unwahrscheinlich ist.<sup>4</sup>

Die rechtlichen Anforderungen zum grundgesetzlichen Schutz der Gesundheit folgen damit dem Gebot der Optimierung nach dem ALARA-Prinzip.

Das aus dem englischsprachigen Raum stammende Kurzwort ALARA, oder auch ALARPA genannt, bedeutet „*as low as reasonable possible to achieve*“ oder „*as low as reasonably to achieve*“, übersetzt also „*so niedrig, wie vernünftigerweise (Anm. d. Verf.: z.B. auf Grundlage der allgemein anerkannten Regeln der Technik) mit vertretbarem Aufwand möglich*“. Das ALARA-Prinzip zielt also darauf ab, Gefährdungen, die bei einer Gefahrenverwirklichung und einer Exposition der Nutzer zu einem Risiko führen können, zu vermeiden, selbst wenn die möglichen gesundheitlichen Auswirkungen gering sein sollten.<sup>5</sup> Das Gebot der Optimierung nach dem ALARA-Prinzip bedeutet, dass die Gefährdung auch unterhalb gesetzlich vorgegebener Grenz- oder Richtwerte zu reduzieren ist (...*darf nicht zu besorgen sein*).<sup>6</sup>

Das ALARA-Prinzip findet sich beispielsweise auch in den §§ 6 und 7 TrinkwV mit dem umgangssprachlichen „*Minimierungsgebot*“ wieder, nach dem jeweils Mikroorganismen und chemische Stoffe, die das Trinkwasser verunreinigen oder seine Beschaffenheit nachteilig beeinflussen können, in Trinkwasser nur in Konzentrationen enthalten sein dürfen, die so niedrig sind, wie dies mit im Einzelfall angemessenem Aufwand unter Einhaltung mindestens der allgemein anerkannten Regeln der Technik möglich ist.

---

<sup>3</sup> IfSG § 37 Beschaffenheit von Wasser für den menschlichen Gebrauch sowie von Wasser zum Schwimmen oder Baden in Becken oder Teichen, Überwachung

<sup>4</sup> Bayrisches VG Würzburg W6/S 14.485, 2014

<sup>5</sup> sinngem. nach <https://www.cdc.gov/radiation-health/safety/alara.html>

<sup>6</sup> sinngem. nach <https://www.bfs.de/SharedDocs/FAQs/BfS/DE/ion/ion/alara.html>

Auch der technische Maßnahmenwert für den Parameter *Legionella spec.* nach Anlage 3 Teil II TrinkwV folgt dem ALARA-Prinzip:

Für den gemäß Anlage 3 Teil II in der Trinkwasser-Installation zu untersuchenden Parameter *Legionella spec.* kann kein wissenschaftlich begründbarer Grenzwert festgelegt werden, unterhalb dessen eine gesundheitliche Gefährdung mit Sicherheit auszuschließen ist. Daher wird ein technischer Maßnahmenwert festgelegt.

Beim Erreichen dieses Maßnahmenwertes ist eine Gefährdung der menschlichen Gesundheit nicht mehr mit „Sicherheit“ auszuschließen. (...) Der technische Maßnahmenwert ist ein empirisch abgeleiteter Wert, der bei Beachtung der a.a.R.d.T. und der erforderlichen Sorgfalt durch den Inhaber einer Trinkwasser-Installation in der Regel nicht erreicht und nicht überschritten wird. Beim Erreichen oder der Überschreitung dieses technischen Maßnahmenwertes ist eine Überprüfung der Wasserversorgungsanlage im Sinne einer Gefährdungsanalyse erforderlich, um eine Gesundheitsgefährdung auszuschließen.<sup>7</sup>

Der bei den Indikatorparametern im Jahr 2011 neu eingeführte „technische Maßnahmenwert“ trägt sowohl dem Aspekt Rechnung, dass nicht jede Besiedlung mit Legionellen zwangsläufig auch zu Erkrankungen führt, dennoch die relevanten Systeme der Trinkwasserinstallation systemisch untersucht werden sollen, um (Anm. d. Verf.: *gesundheitliche*) Gefahren insbesondere für Risikogruppen durch eine Gefährdungsanalyse und nötigenfalls Abhilfemaßnahmen zu minimieren.<sup>8</sup>

Der technische Maßnahmewert von 100 KBE/100 ml für Legionellen ordnet sich damit in die Erfahrungswerte ein, die bei Trinkwasser-Installationen, die den allgemein anerkannten Regeln der Technik entsprechen, üblicherweise eingehalten werden. Sofern dieser technische Maßnahmewert überschritten wird, ist das also ein direkter Hinweis auf (vermeidbare) technische Mängel in der Trinkwasser-Installation. Jede Legionellose ist ein Hinweis auf eine zu schließende Infektionsquelle, die bei Fortbestehen zu weiteren Infektionen führen könnte.<sup>9</sup>

Der Besorgnisbegriff nach § 37 IfSG ist vielfach durch die Rechtsprechung geklärt. Danach ist eine Gesundheitsschädigung nur dann nicht zu besorgen, wenn hierfür keine auch noch so wenig naheliegende Wahrscheinlichkeit besteht. Eine

---

<sup>7</sup> Drucksache 530/10 Erste Verordnung zur Änderung der Trinkwasserverordnung, S. 62  
Begründung, zu § 3 Satz 1 Nr. 9

<sup>8</sup> Drucksache 530/10 Erste Verordnung zur Änderung der Trinkwasserverordnung, S. 42  
Begründung, Allgemeiner Teil, 1. Einführung

<sup>9</sup> Begründung zum Referentenentwurf der Verordnung zur Novellierung der Trinkwasserverordnung (Bearbeitungsstand: 24.07.09)

Gesundheitsschädigung muss nach menschlicher Erfahrung unwahrscheinlich sein.<sup>10</sup> Das bedeutet, dass nicht eine gewisse Wahrscheinlichkeit eines Schadenseintritts erforderlich ist, sondern, dass eine gewisse Wahrscheinlichkeit geradezu ausgeräumt sein muss.<sup>11</sup> Durch diesen Präventionsgedanken soll gerade auch abstrakten Gefahren vorgebeugt werden. Präventive Maßnahmen sind deshalb schon in einem sehr frühen Verdachtsstadium zu ergreifen („*Vorsorgeprinzip*“).

Das Vorsorgeprinzip zielt darauf ab, trotz fehlender Kenntnisse über Art, Ausmaß oder Eintrittswahrscheinlichkeit von möglichen Schadensfällen schon vorbeugend zu handeln, um Schäden von vornherein zu vermeiden. Im Rahmen des Vorsorgeprinzips nach § 37 IfSG müssen auch solche Schadensmöglichkeiten in Betracht gezogen werden, für die noch keine konkrete Gefahr oder Risiken, sondern nur ein Gefahrenverdacht oder ein Besorgnispotential besteht. Ist es möglich und denkbar, dass ein Schaden eintreten könnte, müssen Nutzer gegen die Besorgnis dieses Risikos geschützt werden.

Jeder Betreiber ist damit schon aus dem Grundsatz der Verkehrssicherung verpflichtet, die im Betrieb der Trinkwasserinstallation denkbaren Gefährdungen zu analysieren (Inspektion und Bewertung) und geeignete Vorkehrungen zu deren Vermeidung zu treffen (bestimmungsgemäßer Betrieb einschließlich Instandhaltung).

Der unter Umständen nötige Mehraufwand für Unternehmer oder sonstige Inhaber und überwachende Behörden rechtfertigt sich mit der tödlichen Gefahr, die mit Legionelleninfektionen insbesondere bei speziellen Personengruppen, wie alten oder immunsupprimierten Menschen, verbunden ist.<sup>12</sup>

Mögliche Sach- und Vermögensschäden als Mangelfolgen, z.B. durch Rohrbrüche oder erhöhte Energie- und Betriebskosten, werden hierbei zunächst nicht betrachtet,

---

<sup>10</sup> VG Würzburg W6/S 14.485, 2014

<sup>11</sup> Bayerisches Staatsministerium für Gesundheit und Pflege - Fragen und Antworten zur Trinkwasserverordnung (TrinkwV) in der Fassung der Bekanntmachung vom 10. März 2016 (BGBl. 1 S. 459) die zuletzt durch Artikel 1 der Verordnung zur Neuordnung trinkwasserrechtlicher Vorschriften vom 3. Januar 2018 (BGBl. 1 S. 99) geändert worden ist [Stand: 30.07.2019]

<sup>12</sup> Drucksache 530/10 Erste Verordnung zur Änderung der Trinkwasserverordnung, S. 42 Begründung, Allgemeiner Teil, 1. Einführung

da die vorstehenden Regelungen derzeit ausschließlich den Gesundheitsschutz der Nutzer fokussieren.

Die Trinkwasserverordnung findet allein Anwendung auf das im 7. Abschnitt des Infektionsschutzgesetzes bezeichnete „Wasser für den menschlichen Gebrauch“<sup>13</sup> und dient damit als untergesetzliche Rechtsverordnung ausschließlich dem definierten Schutzziel gemäß Infektionsschutzgesetz.

Wasser für den menschlichen Gebrauch muss also auf Grundlage des Infektionsschutzgesetzes (IfSG) stets den Anforderungen der Trinkwasserverordnung (TrinkwV) entsprechen. Dadurch soll sichergestellt werden, dass eine Schädigung der menschlichen Gesundheit, insbesondere durch Krankheitserreger, weder durch den Genuss noch beim Gebrauch von Trinkwasser zu besorgen ist. Die Anforderungen nach § 37 Absatz 1 des Infektionsschutzgesetzes an die Beschaffenheit von Trinkwasser gelten als erfüllt, wenn

- bei der Trinkwassergewinnung, der Trinkwasseraufbereitung und der Trinkwasserverteilung einschließlich der Wasserspeicherung mindestens die (*Anm. d. Verf.: tagesaktuell geltenden*) allgemein anerkannten Regeln der Technik eingehalten werden,
- das Trinkwasser den Anforderungen der §§ 6 bis 9 TrinkwV entspricht und
- es rein und genusstauglich ist.<sup>14</sup>

Nach Rechtsanwalt Hartmut Hardt (VDI) *„ist Trinkwasserschutz Gesundheitsschutz und bereits nach dem Denkansatz und den Handlungsvorgaben der Trinkwasserverordnung grundsätzlich nicht bestandsschutztauglich. § 5 der Trinkwasserverordnung verpflichtet den Betreiber zur Anpassung einer insoweit ungenügenden Trinkwasseranlage an die anerkannten Regeln der Technik.“*

Wird in einer Trinkwasserinstallation der in Anlage 3 Teil II TrinkwV festgelegte technische Maßnahmenwert für den Parameter *Legionella spec.* erreicht, so hat der

---

<sup>13</sup> TrinkwV § 1 Anwendungsbereich

<sup>14</sup> TrinkwV § 5 allgemeine Anforderungen

Betreiber der Wasserversorgungsanlage, in der sich die Trinkwasserinstallation befindet, gem. § 51 TrinkwV unverzüglich u.a.

- Untersuchungen zur Klärung der Ursachen durchzuführen; diese Untersuchungen müssen eine Ortsbesichtigung sowie eine Prüfung der Einhaltung der allgemein anerkannten Regeln der Technik in der betroffenen Trinkwasserinstallation einschließen,
- eine schriftliche Risikoabschätzung unter Beachtung der „Empfehlung des Umweltbundesamts für die Durchführung einer Gefährdungsanalyse“ vom Dezember 2012 zu erstellen und
- unter Beachtung der benannten Empfehlung des Umweltbundesamts die Maßnahmen durchzuführen, die nach den allgemein anerkannten Regeln der Technik zum Schutz der Gesundheit der Verbraucher erforderlich sind.

Werden dem Betreiber einer Gebäudewasserversorgungsanlage (GWVA) Tatsachen bekannt, die darauf hinweisen, dass die Beschaffenheit des Trinkwassers durch die Trinkwasserinstallation in einer Weise verändert wird, dass sie den Anforderungen nach Abschnitt 2 TrinkwV nicht entspricht, so hat er gemäß § 48 Absatz 2 TrinkwV ebenfalls unverzüglich

1. Untersuchungen zur Klärung der Ursache der Veränderung durchzuführen,
2. Maßnahmen zur Abhilfe durchzuführen (...).

Ist die Nichteinhaltung oder die Nichterfüllung der in den §§ 6 bis 8 TrinkwV festgelegten Grenzwerte, Höchstwerte und Anforderungen für mikrobiologische und chemische Parameter sowie Indikatorparameter auf die Trinkwasserinstallation zurückzuführen, so kann das Gesundheitsamt auch gemäß § 64 Absatz 4 TrinkwV dem Betreiber der betroffenen Wasserversorgungsanlage (...) empfehlen, eine Risikoabschätzung der Trinkwasserinstallation nach den allgemein anerkannten Regeln der Technik durchzuführen.

### **Definition der Begriffe**

Eine rechtlich und fachlich eindeutige sowie konsequente Definition der einschlägigen Begriffe ist elementar zum Verständnis der öffentlich-rechtlichen Anforderungen. Die nachfolgenden Definitionen und Beispiele zu wesentlichen

Begriffen werden sinntragend aus dem Blickwinkel der Trinkwasserinstallation erläutert. Die Auflistung der Begriffe erfolgt hier nicht alphabetisch, sondern in aufsteigender Reihenfolge einer möglichen Kausalkette im Verlauf eines Schadensereignisses.

### **Mangel**

Ein Mangel bedeutet, dass eine Abweichung der IST- von der vertraglich vereinbarten SOLL-Beschaffenheit einer Sache vorliegt. Ein Mangel liegt insbesondere oft bei Werkverträgen (§ 633 BGB) vor. Rechtlich unterscheidet man dabei explizit zwischen einem Sach- und einem Rechtsmangel.

Eine Sache weist danach z.B. unter folgenden Voraussetzungen einen Mangel auf:

- sie ist nicht für die im Vertrag vorausgesetzte Verwendung geeignet;
- sie ist nicht für die gewöhnliche Verwendung geeignet oder sie weist keine Beschaffenheit auf, die bei Sachen der gleichen Art üblich ist, die der Käufer nach der Art der Sache erwarten kann;
- die Montage wird durch den Verkäufer oder dessen Erfüllungsgehilfen unsachgemäß durchgeführt.<sup>15</sup>

***Beispiel:** Leitungen für Trinkwasser (kalt) wurden durch das Installationsunternehmen entgegen den a.a.R.d.T. in unmittelbarer Nähe zu einer Wärmequelle, ohne ausreichende Dämmung oder ohne thermische Trennung installiert.*

Der (Bau-)Unternehmer (*Anm. d. Verf.: hier z.B. das Planungs- oder Installationsunternehmen*) hat ein funktionstaugliches (Bau-)Werk zu errichten. Er hat nicht nur eine (möglicherweise fehlerhafte) Leistungsbeschreibung umzusetzen, sondern schuldet einen funktionalen Bauerfolg. Ein (Bau-)Unternehmer sichert üblicherweise bei Vertragsschluss (stillschweigend) einen Standard zu, der jedenfalls den allgemein anerkannten Regeln der Technik entspricht. Widersprechen die "geschriebenen" Vertragsbestandteile den allgemein

---

<sup>15</sup><https://www.juraforum.de/lexikon/mangel#:~:text=Ein%20Mangel%20bedeutet%20juristisch%20dass,explizit%20zwischen%20Sach%2D%20und%20Rechtsmangel>

anerkannten Regeln der Technik, ist der Unternehmer gleichwohl dazu verpflichtet, ein mangelfreies (Bau-)Werk herzustellen.<sup>16</sup>

Der baulich-funktionale Mangelbegriff des BGH widerspricht streng genommen dem Wortlaut von § 633 Absatz 2 BGB, denn anders, als sich das Gesetz liest, wird die Funktionstauglichkeit nicht nur geschuldet, soweit keine Beschaffenheit vereinbart wurde. Die drei Mangelkriterien - vereinbarte Beschaffenheit, allgemein anerkannte Regeln der Technik und Funktionstauglichkeit - stehen vielmehr kumulativ nebeneinander.<sup>17</sup>

„Der Sanitärinstallateur schuldet dem Bauherrn eine Hausinstallation, die das Wasser nicht derart nachteilig verändert, dass es nicht mehr den Anforderungen der Trinkwasserverordnung entspricht.“<sup>18</sup>

Personell-fachliche oder betrieblich-organisatorische Mängel, aus denen sich ggf. Mangelfolgeschäden ergeben, können sich im Sinne einer Abweichung von den allgemein anerkannten Regeln der Technik jedoch auch aus einer unsachgemäßen Handhabung (z.B. Fehlbedienungen) ergeben, einem nicht bestimmungsgemäßen Betrieb, einem unzureichenden Leerstandsmanagement oder aus unterlassenen Handlungen zur Abwendung von Gefährdungen (z.B. Vernachlässigung der Instandhaltung; vgl. §§ 280, 823 BGB).

### **Gefährdung**

Als Gefährdung bezeichnet man eine mögliche Schadensquelle; es könnte sein, dass durch bestimmte Umstände die Gesundheit oder das Leben geschädigt werden.

***Beispiel:** Auf Grund der mangelhaften Verlegung der Leitungen für Trinkwasser (kalt) unter technischen Wärmelasten findet eine vermeidbare und damit nach den a.a.R.d.T unzulässige Erhöhung der Temperatur des PWC innerhalb der Leitungen statt.*

---

<sup>16</sup> OLG Celle, Urteil vom 06.03.2024 – 14 U 81/23

<sup>17</sup> <https://voris.wolterskluwer-online.de/browse/document/751fd77b-783c-408e-b60f-0b06646af6c0>

<sup>18</sup> OLG Dresden, Urteil vom 17.07.2002 – 11 U 878/01

## Gefahr

Gefahr ist eine Sachlage, in der bei ungehindertem Ablauf des zu erwartenden Geschehens in absehbarer Zeit mit hinreichender Wahrscheinlichkeit ein Schaden für eines der Schutzgüter der öffentlichen Sicherheit oder Ordnung eintreten wird.<sup>19</sup>

Als Gefahr wird eine unmittelbare Bedrohung bezeichnet; ohne sofortige Reaktion kann mit hoher Wahrscheinlichkeit ein Schaden eintreten.

*Beispiel: Auf Grund der unzulässigen Erhöhung der Temperatur des Trinkwassers (kalt) kann eine exponentielle Vermehrung von Legionellen innerhalb der betroffenen Leitungen stattfinden.*

## Risiko und Exposition

Als **Risiko** bezeichnet man die Wahrscheinlichkeit, dass auf Grund einer Exposition gegenüber einer konkreten Gefahr ein Schaden eintreten wird.

Die **Exposition** bezeichnet hierbei das unmittelbare Ausgesetztsein gegenüber einer Gefahr oder gefährdenden Bedingungen bzw. ein räumliches und/oder zeitliches Zusammentreffen eines krankheitsbewirkenden Faktors einer Gefahrenquelle.<sup>20</sup>

*Beispiel: Auf Grund der exponentiellen Vermehrung von Legionellen innerhalb der betroffenen Leitungen kann es durch die Inhalation von Aerosolen während eines Duschvorgangs zu einer Infektion des Nutzers kommen.*

Das resultierende Risiko ist damit die Summe aus Gefahr und Exposition:

$$\text{Gefahr} + \text{Exposition} = \text{Risiko}$$

Menschen nehmen Risiken unabhängig vom möglichen Schadensausmaß unterschiedlich wahr. Ein unfreiwilliges oder spontanes Risiko wird in der individuellen, subjektiven Wahrnehmung als große Gefahr wahrgenommen, während ein bekanntes, freiwilliges Risiko eher als geringe Gefahr angesehen wird.

Eine Gefährdung oder eine konkrete Gefahr mit einem hieraus resultierenden Risiko muss nicht ausschließlich für die Gesundheit der Nutzer bestehen. Risiken,

<sup>19</sup><https://www.jurawiki.de/DefinitionGefahr#:~:text=Gefahr%20ist%20eine%20Sachlage%2C%20in,Sicherheit%20oder%20Ordnung%20eintreten%20wird.>

<sup>20</sup> nach RKI „Infektionsschutz und Infektionsepidemiologie“ Fachwörter – Definitionen – Interpretationen, S. 41 „Exposition“

mit entsprechenden Schadensereignissen bei einer Gefahrenverwirklichung, können sich auch für die Funktions- oder Gebrauchstauglichkeit der Anlage oder für die Organisation ergeben.

### Mangelfolgeschaden

Ein Mangelfolgeschaden ist dann gegeben, wenn ein Sachmangel an der Hauptsache (zum Beispiel ein Kauf- oder Mietobjekt) vorliegt und dieser Mangel an einem anderen Rechtsgut (z.B. Leben, Gesundheit) einen Schaden verursacht hat, der ursprüngliche nicht behobene Mangel somit kausal für die Verletzung an einem anderen Rechtsgut war.<sup>21</sup>

**Beispiel:** Auf Grund der Infektion mit Legionellen während des Duschvorgangs kann es zu einer symptomatischen Erkrankung des Nutzers kommen.

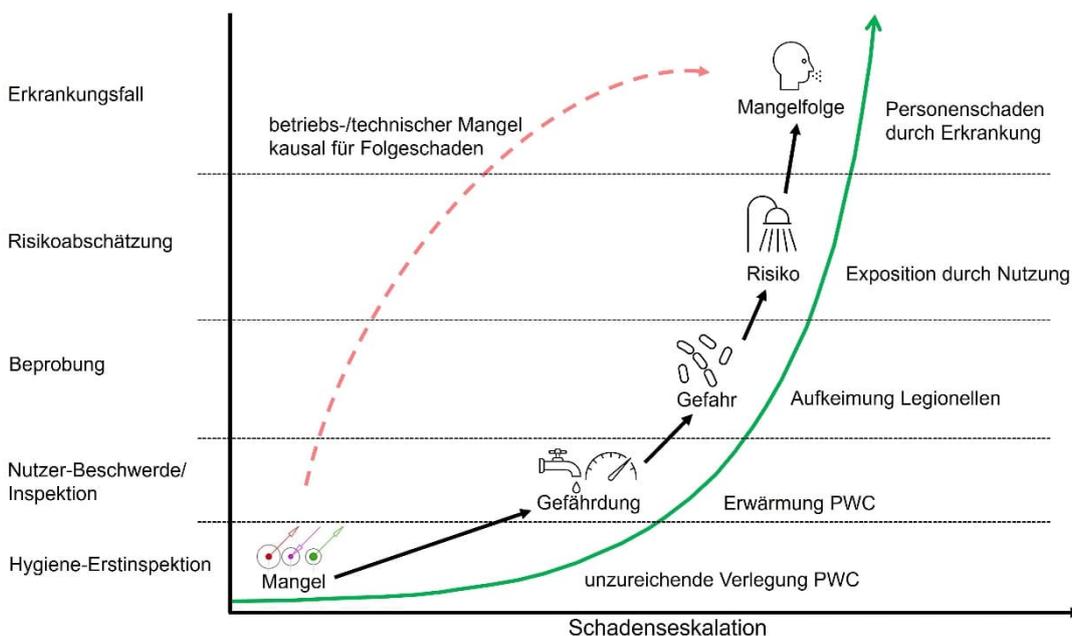


Abbildung 1: grafische Darstellung der Schadensskalation und der Erkennbarkeit eines möglichen Schadensereignisses (eigene Darstellung)

Das gesundheitliche Risiko einer symptomatischen Erkrankung durch z.B. fakultativ pathogene Mikroorganismen ist hierbei abhängig von vier unterschiedlichen Faktoren:

<sup>21</sup><https://www.juraforum.de/lexikon/mangel#:~:text=Ein%20Mangel%20bedeutet%20juristisch%20C%20dass,explizit%20zwischen%20Sach%2D%20und%20Rechtsmangel>

- der **Suszeptibilität** als persönliche Empfänglichkeit, Empfindlichkeit oder Anfälligkeit gegenüber einem bestimmten Erreger oder Fremdstoffen<sup>22</sup>
- der **Eintrittspforte**, über die eine Infektion erfolgt (z.B. orale Aufnahme, Eintrag über die Haut, offene Wunden, Atemwege oder das Eindringen in primär-sterile Körperbereiche)
- der **Dosis** des Erregers (bei manchen Keimen besteht das Risiko einer Erkrankung erst ab einer Mindestdosis („Wirkschwelle“) sowie
- die **Virulenz** des Erregers, d.h. dem Maß der krankmachenden Eigenschaften eines Keimes.

Nicht jede Infektion führt also zwangsläufig zu einer symptomatischen Erkrankung als Mangelfolgeschaden. Art der Erreger, Eintrittspfade, Dosis und persönliche Empfindlichkeiten sind für die Entwicklung einer Erkrankung entscheidend.

Insbesondere aus der Virulenz ergibt sich, dass Erreger mit höherer Virulenz ggf. bereits in geringerer Dosis zu einer Erkrankung führen können.

Aus der Suszeptibilität der Nutzer ergibt sich wiederum, dass eine Person, die anfällig ist (oder eine Anfälligkeit aufweist), leichter von einer Krankheit befallen werden kann, häufiger erkrankt oder nicht über die nötige Widerstandskraft gegen eine Krankheit verfügt.<sup>23</sup>

In Einrichtungen mit vulnerablen Personengruppen, in denen beispielsweise gewöhnlich immungeschwächte Personen als Nutzer vorkommen (sog. „Hochrisikobereiche“), ist daher bei gleicher Gefährdung ggf. eher eine Gefahr und ggf. ein Personenschaden anzunehmen als in Installationen mit immunkompetenten Nutzern. In Hochrisikobereichen medizinischer und Pflegeeinrichtungen ist daher bereits bei einer Kontamination mit *Legionella spec.* > 2 KBE/100 ml der Gefahrenwert erreicht.<sup>24</sup>

---

<sup>22</sup> <https://www.genome.gov/genetics-glossary/Susceptibility>

<sup>23</sup> <https://www.genome.gov/genetics-glossary/Susceptibility>

<sup>24</sup> UBA-Empfehlung zur periodischen Untersuchung auf Legionellen in zentralen Erwärmungsanlagen der Hausinstallation, aus denen Wasser für die Öffentlichkeit bereitgestellt wird, 2006 – Aktualisierung m. UBA-Empfehlung v. 14.01.2021

## Zielkonkretisierung durch Änderung des Begriffs

Mit der Novellierung der TrinkwV im Jahr 2023 erfolgte durch die Änderung der Begrifflichkeit für die hygienisch-technische Bewertung von Trinkwasserinstallationen (als Untersuchung zur Aufklärung der Ursachen von nachteiligen Veränderungen der Trinkwasserqualität) von „Gefährdungsanalyse“ zu „Risikoabschätzung“ eine wesentliche Zielkonkretisierung.

Anm. d. Verf.: Die aktuelle TrinkwV verwendet für die Bewertung einer Trinkwasserinstallation als Untersuchung zur Aufklärung von Ursachen bei einer Abweichung von den Anforderungen an die Trinkwasserqualität den Begriff „Risikoabschätzung“. Die hier ebenfalls zur Einhaltung rezipierte Empfehlung des Umweltbundesamts zur Durchführung einer Gefährdungsanalyse wurde jedoch im Jahr 2023 mit dem Bearbeitungsstand aus dem Jahr 2012 im Bundesgesundheitsblatt veröffentlicht und verwendet, ebenso wie die weiteren zitierten Dokumente, für eine solche Bewertung noch synonym den vormals gebräuchlichen Begriff der „Gefährdungsanalyse“.

## Gefährdungsanalyse

In der Bundesratsvorlage Drucksache 530/10 wurde als Begründung zu § 9 Absatz 8 der Ersten Verordnung zur Änderung der Trinkwasserverordnung, S. 75, ausgeführt:

„Zur Abklärung der Ursache für eine Überschreitung des technischen Maßnahmenwerts für den Parameter *Legionella spec.* muss durch den Unternehmer oder sonstigen Inhaber der Wasserversorgungsanlage (Anm. d. Verf.: heute als „Betreiber“ bezeichnet) auf Anweisung des Gesundheitsamtes eine Ortsbesichtigung durchgeführt und daneben von Sachverständigen überprüft werden, ob und gegebenenfalls welche Gefährdung für die Nutzer des Trinkwassers aus dieser Installation besteht. Die Gefährdungsanalyse ist ein Instrument zur Abwehr von Gesundheitsgefährdungen (...).

Diese Überprüfung ist eine Untersuchung der Umstände des Einzelfalls und muss daher ebenfalls vor Ort erfolgen. (...) Insbesondere ist durch Sachverständige zu überprüfen, ob mindestens die a.a.R.d.T. eingehalten sind. Zur Identifizierung der Bereiche einer Trinkwasser-Installation, in denen eine Gefährdung für die Nutzer möglich ist, sind gegebenenfalls - in Absprache mit dem Gesundheitsamt - weitere Probenahmestellen festzulegen und weitergehende Untersuchungen durchzuführen. Hier ist das technische Regelwerk zu Grunde zu legen (DVGW-Arbeitsblatt W 551).“

Die in den nachfolgenden Änderungen der Verordnung verbindlich zur Einhaltung rezipierte Empfehlung des Umweltbundesamtes zur Durchführung einer Gefährdungsanalyse vom 18.12.2012 sagte dazu ergänzend aus:

Im Rahmen der Gefährdungsanalyse sind (...) mögliche Gefährdungen für den Normalbetrieb der Wasserversorgung zu identifizieren und denkbare Ereignisse, die zum konkreten Eintreten einer Gefährdung führen können, zu ermitteln.

Die Bewertung im Rahmen einer Gefährdungsanalyse erfolgte also bis zur 2. Novellierung der TrinkwV im Juni 2023 auf Grundlage der a.a.R.d.T. sowie zur *„Identifizierung von Bereichen einer Trinkwasserinstallation, von denen eine Gefährdung ausgehen kann“*, und damit allein von der Technik ausgehend.

Es war dem Betreiber auferlegt, mögliche (technische oder betriebstechnische) Mängel bzw. Schadensquellen zu identifizieren; die Bewertung erfolgte rein betriebs-/technisch auf Grundlage der vorliegenden Installation, deren Instandhaltungszustand und Betriebsweise.

### **Risikoabschätzung**

Mit der in der novellierten TrinkwV im Jahr 2023 neu eingeführten Bezeichnung *„Risikoabschätzung“* steht nun unmittelbar die Schadensabwehr und damit der Nutzer im Fokus der Bestrebungen. Eine Bewertung erfolgt hierbei im Sinne des § 37 IfSG ausgehend vom Menschen, der bei Exposition gegenüber einer Gefahr oder gefährdenden Umständen einem konkreten Risiko ausgesetzt sein kann.

Bei der Bewertung von Trinkwasserinstallationen im Sinne einer Risikoabschätzung handelt es sich um individuelle, anlagen-/gebäude-/aufgabenspezifische sowie anlassbezogene oder präventive Gutachten. Die Ausprägung und die Grundlage der gutachterlichen Bewertung ist dabei auch abhängig von den jeweiligen Nutzergruppen (z.B. immungeschwächte Personen) und den unterschiedlichen rechtlichen oder hygienisch-technischen Anforderungen an die Trinkwasserinstallation (z.B. Arbeitsstättenrichtlinien, RKI-Empfehlungen).

Diese Risikoabschätzung umfasst, wie bereits die Gefährdungsanalyse, weiterhin eine vollständige Analyse der Trinkwasserinstallation auf mögliche Gefährdungen im Rahmen einer Ortsbesichtigung. Diese Ortsbesichtigung dient der Ermittlung aller relevanten Daten sowie des Ist-Zustands der Trinkwasserinstallation, hygienisch-technischer und organisatorischer Umstände sowie zurückliegender oder absehbarer Ereignisse, die eine gesundheitliche Gefährdung durch die

Nutzung des Trinkwassers aus der Installation besorgen lassen, mit Prüfung auf Einhaltung der Anforderungen nach TrinkwV sowie der einschlägigen allgemein anerkannten Regeln der Technik.

Im Rahmen einer Risikoabschätzung ist jede hygienerelevante Abweichung von den einschlägigen allgemein anerkannten Regeln der Technik ein Funktions- oder Sachmangel. Es sind auch bekannt gewordene Gefährdungen und Gefährdungseignisse z.B. auf Grund von Installationstechniken, Anwendungen oder Bauteilen zu erfassen, die nicht (oder nur unzureichend) durch das technische Regelwerk erfasst sind. Die Analyse der Wasserversorgungsanlage (WVA) auf mögliche Gefährdungen im Rahmen der Ortsbesichtigung ist die Voraussetzung für eine Risikoabschätzung.

Der Ablauf eines Gutachtens zur Risikoabschätzung ist nachfolgend anhand eines Ablaufdiagramms (Abbildung 2) dargestellt. Dabei ist es unerheblich, ob es sich um eine anlassbezogene (z.B. Anlass nach TrinkwV) oder präventive Risikoabschätzung (z.B. Übergang von Eigentum bzw. Nutzungsrecht oder als Grundlage für einen WSP) handelt. Die Vorgehensweise ist bei beiden Varianten identisch.



Abbildung 2: grundlegender Ablauf einer Risikoabschätzung (eigene Darstellung)

Die Bewertung der WVA im Sinne einer Risikoabschätzung beinhaltet auch die Beurteilung, ob fachliche Anforderungen, Leistungen oder allgemein anerkannte Regeln der Technik erfüllt werden sowie insbesondere die Ableitung möglicher Risiken für Nutzer der Trinkwasserinstallation bei einer Exposition gegenüber ggf. ermittelten Gefahrenquellen.

## **Bisherige Methodiken zur Bewertung von Risiken und Maßnahmen-Priorisierung**

Um die Gebrauchstauglichkeit einer Trinkwasserinstallation risikoarm gewährleisten zu können, muss die Anlage bestimmungsgemäß betrieben werden (konkrete Maßnahmen im Betrieb; vgl. § 13 Absatz 1 Satz 2 TrinkwV).

Hierzu müssen bestimmte bauseitige Voraussetzungen gegeben sein (Planung und Errichtung min. nach den a.a.R.d.T., vgl. § 13 Absatz 1 Satz 1 TrinkwV), um die konkreten technisch/organisatorischen Maßnahmen (TOM) umsetzen und ein System mindestens nach den allgemein anerkannten Regeln der Technik bestimmungsgemäß betreiben zu können.

Als mögliche Ursachen für nachteilige Veränderungen der Trinkwasserqualität oder Auswirkungen auf die Integrität des Leitungssystems kommen entsprechend in Betracht

- **baulich-funktionales Versagen** oder Systemausfälle, z.B. durch mangelhafte/unzureichende Planung oder Errichtung
- **personell-fachliche Mängel**, z.B. Fehlbedienungen oder unzureichende Nutzung durch mangelnde Qualifikation, fehlende Einweisung des Personals
- **betriebllich-organisatorische Mängel**, z.B. durch unzureichende bzw. fehlende Instandhaltung, fehlende Probenahmeplanung, unzureichendes Leerstandsmanagement

Eine Trinkwasserinstallation ist in der Gesamtheit der Rohrleitungen für Trinkwasser (kalt – PWC), (warm – PWH) und Zirkulation (PWH-C) sowie der individuellen Armaturen und Apparate, die sich zwischen der Übergabestelle aus einer Wasserversorgungsanlage und dem Punkt der Entnahme von Trinkwasser befinden, ein sehr komplexes hydraulisches System. Je nach Größe und Komplexität der Anlage beinhaltet eine GWVA innerhalb des Leitungssystems hunderte von Komponenten, Armaturen oder Apparaten und ist in ihrem hygienisch-technischen Leistungsverhalten einer nicht zu beziffernden Anzahl von Abhängigkeiten und Zusammenhängen der einzelnen Einflussgrößen unterworfen.

Im Rahmen eines Gutachtens zur Bewertung einer Trinkwasserinstallation sind aus allen vorgenannten Aspekten, Zusammenhängen und deren individuellen Abhängigkeiten alle möglichen Gefährdungen im bestimmungsgemäßen Betrieb der Anlage zu identifizieren und denkbare Ereignisse, die zum konkreten Eintreten einer Gefährdung führen können, zu ermitteln. Dabei ist an jeder Stelle des Versorgungssystems systematisch zu hinterfragen: „Was kann an welcher Stelle passieren (und warum)?“

Ein Gutachten zur Gefährdungsanalyse (*Anm. d. Verf.: heute Risikoabschätzung*) sollte so konkret wie möglich formuliert und individuell für das betrachtete Versorgungssystem durchgeführt werden. Eine Gefährdungsanalyse soll dem Unternehmer oder sonstigen Inhaber eine konkrete Feststellung der planerischen, bau- oder betriebstechnischen Mängel einer Anlage liefern.<sup>25</sup>

Im Sinne der Richtlinie VDI/BTGA/ZVSHK 6023 Blatt 2 wird die jeweilige Bewertung umfassend sowohl im Hinblick auf den technischen als auch auf den hygienegerechten Funktionserhalt verstanden. Das Ergebnis ist ein Gutachten, das alle Abweichungen von den allgemein anerkannten Regeln der Technik erfasst, denkbare Gefährdungen hieraus ableitet, etwaige Risiken bewertet und alle zur Risikovermeidung erforderlichen Maßnahmen darstellt.<sup>26</sup>

Obwohl von verschiedenen Institutionen und Organisationen fünf (teilweise ähnliche) Methodiken zur Bewertung von Risiken und zur Priorisierung von Maßnahmen vorgeschlagen werden, existiert derzeit keine öffentlich-rechtlich vorgegebene oder einheitliche, fachlich allgemein anerkannte Methodik zur konkreten Bewertung möglicher Risiken, die von einer Trinkwasserinstallation ausgehen können.

*Risikomanagement* ist zunächst international im DIN ISO Standard 31000 (Risk management – Principles and guidelines) erläutert. Das Dokument bietet Leitlinien für das Behandeln von Risiken an, denen Organisationen ausgesetzt sein können. Für die Bewertung von konkret vorliegenden betriebs-/technischen Risiken, die

---

<sup>25</sup> Empfehlung des Umweltbundesamtes zur Durchführung einer Gefährdungsanalyse vom 18.12.2012

<sup>26</sup> VDI/BTGA/ZVSHK 6023 Hygiene in Trinkwasser-Installationen, Blatt 2: Gefährdungsanalyse, Einleitung S. 3

sich aus den unterschiedlichsten Aspekten einer technischen Anlage ergeben können, ist diese Managementmethodik nicht anwendbar.

Verschiedene einschlägige technische Regelwerke und Informationsbroschüren zum Thema Gefährdungsanalyse bzw. Risikoabschätzung bedienen sich derzeit zur Bewertung von Risiken entweder einer zweidimensionalen Matrix oder einfachen, farblichen Ampel-Systemen.

Eine Risikomatrix soll hierbei auch als visuelles Hilfsmittel dienen, um die Wahrscheinlichkeit des Eintretens von Risiken und deren potenzielle Auswirkungen in eine einfache Darstellung zu bringen. Eine Bewertung in Gestalt einer Matrix soll es zudem ermöglichen, Risiken in Kategorien einzuteilen und priorisiert zu behandeln, basierend auf einer geschätzten Eintrittswahrscheinlichkeit und dem jeweils vorstellbaren Schadensausmaß.

### **Risikomatrix nach Nohl**

Die Risikomatrix nach Nohl<sup>27</sup> stammt in ihrem Ursprung aus dem Bereich des Arbeitsschutzes und wurde im Jahr 1988 auch als eine Managementmethode für die Risikoanalyse in Unternehmen und Projekten konzipiert, die potenzielle Risiken nach Eintrittswahrscheinlichkeit und möglichen Auswirkungen organisiert. Diese Methode zeichnet sich durch die Betrachtung verschiedener Faktoren und deren Einfluss auf die mögliche Risikolage aus. Mit einer zweidimensionalen Darstellung auf X- und Y-Achsen ist sie dazu konzipiert, prioritäre Risiken zu identifizieren und zu bewerten, wodurch ggf. Risikomanagementstrategien entwickelt werden können.

Die Nohl-Methode unterstützt in Bereichen, in denen dieses Werkzeug anwendbar ist, die Entscheidungsfindung im Risikomanagement und stellt ein gutes Instrument dar, um mit potenziellen Risiken umzugehen und die Sicherheit eines Unternehmens zu erhöhen.

---

<sup>27</sup> Nohl, Thiemecke: Systematik zur Durchführung von Gefährdungsanalysen. Hrsg.: Bundesanstalt für Arbeitsschutz. Fb Nr. 536. Dortmund 1988.

Entscheidend ist jedoch, zu definieren, was sich hinter diesen Klassen verbirgt. Dazu muss genau definiert werden, wann ein Schaden als *hoch*, *mittel* oder *gering* gesehen wird. Dasselbe gilt für die Klassen der Eintrittswahrscheinlichkeit.

Übliche Kategorien für die Eintrittswahrscheinlichkeit oder die Wahrscheinlichkeit des Wirksamwerdens der Gefährdung sind demnach z.B.

- sehr gering
- gering
- mittel
- hoch

Die Kategorien werden bei der Risikobewertung „sinnvoll geschätzt“ oder statistisch belegt.

Beispiele von Kategorien für das mögliche Schadensausmaß im Arbeitsschutz sind nach Nohl z.B.:

- leichte Verletzungen oder Erkrankungen, z. B. Prellungen
- mittelschwere Verletzungen oder Erkrankungen, z. B. einfache Knochenbrüche
- schwere Verletzungen oder Erkrankungen, z. B. Querschnittlähmung
- möglicher Tod, Katastrophe, z. B. schwere Verletzungen zahlreicher Menschen.<sup>28</sup>

Es muss jeweils entschieden werden, welche Arten von Risiken (z.B. gesundheitliche, finanzielle, operative, strategische Risiken) in die Matrix aufgenommen werden sollen und wie diese Risiken identifiziert und definiert werden.

Hierbei ist die Bestimmung von Kriterien für die Bewertung der Eintrittswahrscheinlichkeit und der Auswirkungen von Risiken notwendig. Es gilt zu klären, welche Skala (z.B. numerisch oder kategorial) verwendet wird und wie diese Werte zugeordnet werden.

Die Felder der Matrix nach Nohl beinhalten eine Risikomaßzahl von 1 bis 7. Diese Maßzahl wird in drei Kategorien aufgeteilt:

---

<sup>28</sup> Nohl, Thiemecke: Systematik zur Durchführung von Gefährdungsanalysen. Hrsg.: Bundesanstalt für Arbeitsschutz. Fb Nr. 536. Dortmund 1988.

1 bis 2: geringes Risiko, keine Risikoreduzierung nötig (zwischen Restrisiko und Grenzkrisiko)

3 bis 4: signifikantes Risiko, Risikoreduzierung notwendig (in der Nähe des Grenzkrisikos bis leicht darüber)

5 bis 7: hohes Risiko, Risikoreduzierung dringend notwendig (über dem Grenzkrisiko)

Jedes identifizierte Risiko wird hinsichtlich seiner Eintrittswahrscheinlichkeit und der Auswirkung auf das Projekt, sollte es eintreten, bewertet. Ein Risiko setzt sich hierbei also zusammen aus dem potenziell möglichen Schaden und der geschätzten Eintrittswahrscheinlichkeit.

Meistens sind die Risikowerte in der Matrix auch optisch hervorgehoben. Rot werden die Werte dargestellt, die als sehr hoch eingestuft werden. Gelb und grün sind in der Regel die Abstufungen nach unten. Hierzu gibt es aber keine farblichen Vorgaben.

Tabelle 1: Beispiel einer Risikomatrix nach Nohl (eigene Darstellung)

Schadensschwere	leichte Verletzung oder Erkrankung	mittelschwere Verletzung oder Erkrankung	schwere Verletzung oder Erkrankung	möglicher Tod, Katastrophe
Wahrscheinlichkeit				
sehr gering	1	2	3	4
gering	2	3	4	5
mittel	3	4	5	6
hoch	4	5	6	7

Die Risikomatrix zeigt nun grafisch, welche Risiken potenziell möglich sind. Durch die vorher definierten Schadensklassen und die Klassen für die Eintrittswahrscheinlichkeit, ergeben sich mögliche Werte für das Risiko.

Die Matrix zeigt meistens einen Quadranten des Koordinatensystems: Auf der x-Achse liegt der potentielle Schaden, auf der y-Achse wird die Eintrittswahrscheinlichkeit angegeben.

## DIN EN 15975 Teil 2

Die in der aktuellen TrinkwV unter § 30 Absatz 2 rezipierte und auch in den nachfolgenden Publikationen des Umweltbundesamts bezogene DIN EN 15975 „Sicherheit in der Trinkwasserversorgung – Leitlinien für das Risiko- und Krisenmanagement, Teil 2: Risikomanagement“ beschreibt beispielsweise eine

3 x 3- oder 5 x 5-Matrix nach der Nohl-Methode. Der Anwendungsbereich dieser Norm beschränkt sich jedoch wiederum auf ein prozessorientiertes (proaktives) Risikomanagement zur Verbesserung der Integrität einer Wasserversorgung; die Anwendung der Nohl-Matrix ist hier grundsätzlich möglich zur Bewertung eventueller Risiken für die Wasserversorgung anhand abstrakter bzw. potenzieller Gefährdungen als ein Werkzeug im Managementprozess.

### UBA-Empfehlung zur Gefährdungsanalyse und DVGW Hinweis W 1001

Die Empfehlung des Umweltbundesamtes zur Durchführung einer Gefährdungsanalyse vom 18.12.2012 bietet selbst keinerlei Methodik zur Bewertung individueller Gefährdungen oder Risiken. Nach Punkt 6, S. 3, der UBA-Empfehlung ergibt sich die Notwendigkeit weiterer Schritte (von der Nachbeprobung über Maßnahmen bis hin zu einer Gefahrenabwehr) beim Vorliegen von Messwerten erst mittelbar aus den jeweiligen Angaben der dort verwiesenen Tabellen 1a und 1b des DVGW-Arbeitsblattes W 551. Die Tabellen 1a und 1b des DVGW W 551 (A), die nachfolgend durch den Verfasser zusammengefasst dargestellt werden, bieten jedoch zunächst ebenfalls keine Methodik zur Bewertung individueller Gefährdungen oder Gefahrenlagen hinsichtlich möglicher Risiken bei Exposition der Nutzer.

Tabelle 2: Befundbewertung nach Tab. 1a/b DVGW W 551 (A) (Zusammenfassung der Tabellen d. Verf.)

höchster Befund [KBE/100 ml]	Bewertung	Maßnahmen	Sanierung	
> 10.000	extrem hohe Kontamination tMw erreicht	weitergehende Untersuchung und Risikoabschätzung <b>unverzüglich</b>	unverzüglich	<b>direkte Gefahrenabwehr</b> (endständige Filter, Nutzungseinschränkung) Maßnahmen abhängig von Risikoabschätzung und weitergehender Untersuchung Festlegung der PN-Stellen im Rahmen der Ortsbesichtigung zur Risikoabschätzung
> 1.000	hohe Kontamination tMw erreicht	weitergehende Untersuchung und Risikoabschätzung <b>umgehend</b>	kurzfristig max. 3 Mon.	Maßnahmen abhängig von Risikoabschätzung und weitergehender Untersuchung Festlegung der PN-Stellen im Rahmen der Ortsbesichtigung zur Risikoabschätzung
≥ 100	mittlere Kontamination tMw erreicht	weitergehende Untersuchung und Risikoabschätzung <b>innerhalb 4 Wo.</b>	mittelfristig Max. 1 Jahr	Sanierungserfordernis abhängig von Risikoabschätzung und weitergehender Untersuchung Festlegung der PN-Stellen im Rahmen der Ortsbesichtigung zur Risikoabschätzung
< 100	geringe (unerwünschte) Verunreinigung, tMw nicht erreicht <b>Hochrisikobereiche:</b> Gefahrenwert erreicht	keine	keine	regelmäßige Untersuchung gem. § 31 TrinkwV Werden kontrollierte Systeme mit einer Konzentration < 100 KBE/100 ml umgebaut oder erweitert, ist eine Nachuntersuchung in Form und nach Umfang einer orientierenden Untersuchung bereits nach einem halben Jahr erforderlich.
< 2	keine Kontamination	keine	keine	regelmäßige Untersuchung gem. § 31 TrinkwV

tMw = technischer Maßnahmenwert

Die UBA-Empfehlung zur Gefährdungsanalyse führt jedoch einleitend aus, dass eine Gefährdungsanalyse gemäß dem Hinweis W 1001 des Deutschen Vereins des Gas- und Wasserfaches e.V. (DVGW) die „*systematische Ermittlung von Gefährdungen und Ereignissen in den Prozessen der Wasserversorgung*“ umfasst.

Der DVGW Hinweis W 1001 fokussiert zur Realisierung von Organisations- und Management-Anforderungen eines Wasserversorgers dabei

„ein auf die einzelnen Prozessschritte in der Wasserversorgung (Ressourcenschutz, Wassergewinnung, -aufbereitung, -speicherung, -transport und -verteilung) gerichtetes risikobasiertes und prozessorientiertes Management. Dieser Ansatz ergänzt die gesetzlich vorgeschriebene Endproduktkontrolle des Trinkwassers nach Trinkwasserverordnung; er wird von der Weltgesundheitsorganisation (WHO) als „Water Safety Plan“ in ihren Leitlinien für Trinkwasserqualität (2004) beschrieben.“<sup>29</sup>

Die Risikobewertung wird unter Punkt 5.3.3, S. 11 ff, des DVGW W 1001 wie folgt beschrieben:

Bei bestimmten Prozessen sind quantitative Ursache/Wirkungsbeziehungen und Eintrittswahrscheinlichkeiten mathematisch abbildbar. In anderen Prozessen können semi-quantitative oder qualitative Ansätze zur Risikoanalyse zielführend sein. Ein in der Praxis erprobtes Instrument zur Darstellung der Ergebnisse der Risikoabschätzung ist die in Tabelle 1 dargestellte 3 × 3-Bewertungsmatrix. Für differenzierte Betrachtungen können auch 5 × 5-Matrizen verwendet werden.

Die Risikoabschätzung umfasst die beiden Schritte der Risikoanalyse und Risikobewertung. Im ersten Schritt werden das potentielle Schadensausmaß und die Eintrittswahrscheinlichkeit einer Gefährdung analysiert. Aus der Betrachtung dieser beiden Kriterien lassen sich in einem zweiten Schritt Gefährdungen hinsichtlich ihres Risikos bewerten.

Die Risikoabschätzung dient der Priorisierung von Risiken hinsichtlich ihrer potenziellen Auswirkungen auf die Versorgungssicherheit und den daraus abzuleitenden Maßnahmen. Bei Gefährdungen der Gesundheit ist in der Regel von einem hohen Risiko auszugehen.

---

<sup>29</sup> Technische Mitteilung DVGW Hinweis W 1001 Sicherheit in der Trinkwasserversorgung – Risikomanagement im Normalbetrieb, Einleitung

		Schadensausmaß		
		GERING	MITTEL	HOCH
Eintrittswahrscheinlichkeit	GERING	Niedriges Risiko	Niedriges Risiko	Hohes Risiko
	MITTEL	Niedriges Risiko	Mittleres Risiko	Hohes Risiko
	HOCH	Mittleres Risiko	Hohes Risiko	Hohes Risiko

Abbildung 3: Abbildung aus DVGW Hinweis W 1001 (Bildschirmablichtung) der Tab. 1

### UBA-Handbuch WSP-Konzept für Gebäude

Auf der Grundlage der Norm DIN EN 15975 und in Anlehnung an die Bewertung des DVGW Hinweises W 1001 wurde (u.a. wieder mit Verweis auf Publikationen der Weltgesundheitsorganisation - WHO) eine vergleichbare Methodik zur Bewertung von Risiken in die Broschüre „Das Water Safety Plan (WSP)-Konzept für Gebäude“ des Umweltbundesamts übernommen, als Weiterentwicklung des bereits bestehenden Handbuchs „Das Water Safety Plan-Konzept: Ein Handbuch für kleine Wasserversorge“ aus dem Jahr 2014.

Das Handbuch „Das Water Safety Plan (WSP)-Konzept für Gebäude“ aus dem Jahr 2020 richtet sich nun jedoch konkret an Betreiber von Trinkwasserinstallationen und soll diese dabei unterstützen, einen Water Safety Plan auch für ihre Gebäude umzusetzen.

Hierbei erfolgte die gedankliche Übertragung eines Werkzeugs im Rahmen eines Management-Systems nach dem Nohl-Konzept aus einer Wasserversorgung in das kleinteilige, technische System einer Trinkwasserinstallation mit dem Ziel eines proaktiven Konzepts zur Gefährdungsvermeidung.

### Bewertung nach DFLW

Ebenfalls basierend auf der Bewertung nach Nohl hat der DFLW (Deutscher Fachverband für Luft und Wasserhygiene e.V.) bereits im Jahr 2014 Bewertungskriterien und eine mehrstufige Methodik entwickelt, die den

hygienischen Zustand von Trinkwasser-installationen beschreiben und bewerten sollen.

In der ersten Bewertungsgruppe (horizontal) wird der Einfluss des Mangels auf die Trinkwasserqualität eingruppiert, jedoch ohne weitere Spezifikation, worin die Beeinträchtigung konkret besteht; es wird generell von einer nachteiligen Veränderung gesprochen:

Tabelle 3: nach DFLW Gefährdungsanalyse-Seminar Skript v. 19.11.2013, S. 46 (eigene Darstellung)

Bewertungsgruppe	Beschreibung hygienischer Mängel
1	Der Mangel wird die Trinkwasserqualität wahrscheinlich nicht negativ beeinträchtigen
2	Der Mangel wird die Trinkwasserqualität wahrscheinlich nur in geringem Umfang negativ beeinträchtigen.
3	Der Mangel wird die Trinkwasserqualität wahrscheinlich negativ beeinträchtigen.
4	Der Mangel wird die Trinkwasserqualität mit hoher Wahrscheinlichkeit negativ beeinträchtigen.

In der zweiten Bewertungsgruppe (vertikal) wird die Wahrscheinlichkeit, dass eine (unspezifische) nachteilige Veränderung auftreten kann, eingruppiert:

Tabelle 4: nach DFLW Gefährdungsanalyse-Seminar Skript v. 19.11.2013, S. 46 (eigene Darstellung)

Bewertungsgruppe	Auftretenswahrscheinlichkeit einer Beeinträchtigung
1	sehr gering
2	gering
3	mittel
4	hoch

Diese Bewertungskriterien werden nun für die Risikobewertung einzelner Bauteile in einer 4 x 4-Risikomatrix zusammengeführt. Die nachfolgende Einstufung innerhalb der Bewertungstabelle soll hier der Gefahrenabschätzung dienen:

Tabelle 5: nach DFLW Gefährdungsanalyse-Seminar Skript v. 19.11.2013, S. 46 (eigene Darstellung)

			Einfluss auf die Trinkwasserqualität			
			1	2	3	4
			Mangel wird die Trinkwasserqualität <b>wahrscheinlich nicht</b> negativ beeinträchtigen	Mangel wird die Trinkwasserqualität <b>wahrscheinlich in geringem Umfang</b> negativ beeinträchtigen.	Mangel wird die Trinkwasserqualität <b>wahrscheinlich negativ</b> beeinträchtigen.	Mangel wird die Trinkwasserqualität mit <b>hoher Wahrscheinlichkeit</b> negativ beeinträchtigen.
Auftritts- wahrscheinlichkeit	1	sehr gering	1	2	3	4
	2	gering	2	3	4	5
	3	mittel	3	4	5	6
	4	hoch	4	5	6	7

Die jeweils in den vorhergehenden drei Schritten ermittelte Maßzahl wird dann final in eine Priorisierung überführt bzw. es wird ein Zeitraum zur Durchführung risikomindernder Maßnahmen zugeordnet:

Tabelle 6: nach DFLW Gefährdungsanalyse-Seminar Skript v. 19.11.2013, S. 47 (eigene Darstellung)

Maßzahl	Risiko	Beschreibung
1 bis 2	gering	Der Eintritt einer Überschreitung des technischen Maßnahmewerts sowie mikrobiologischer und chemischer Grenzwerte bzw. Indikatorparameter ist nur wenig wahrscheinlich. <i>Maßnahmen zur Risikoreduzierung sind <b>innerhalb von 3 Jahren</b> erforderlich.<sup>1</sup></i>
3 bis 4	signifikant	Der Eintritt einer Überschreitung des technischen Maßnahmewerts sowie mikrobiologischer und chemischer Grenzwerte bzw. Indikatorparameter ist wahrscheinlich. <i>Maßnahmen zur Risikoreduzierung sind <b>innerhalb eines Jahres</b> erforderlich, eine Gefahrenabwehr zum Personenschutz ist unverzüglich erforderlich.<sup>1</sup></i>
5 bis 6	hoch	Der Eintritt einer Überschreitung des technischen Maßnahmewerts sowie mikrobiologischer und chemischer Grenzwerte bzw. Indikatorparameter ist sehr wahrscheinlich. <i>Maßnahmen zur Risikoreduzierung sind <b>innerhalb von drei Monaten</b> erforderlich, eine Gefahrenabwehr zum Personenschutz ist unverzüglich erforderlich.<sup>1</sup></i>
7	sehr hoch	<i>Maßnahmen zur Risikoreduzierung sind <b>unverzüglich</b> erforderlich (2 Wochen), die Gefahrenabwehr zum Personenschutz ist unverzüglich erforderlich.<sup>1</sup></i>

<sup>1</sup> Die angegebenen Zeiträume spiegeln die derzeitige Rechtsmeinung wieder und sind immer fallbezogen zu prüfen, ggf. anzupassen. Der Schutz von Personen ist unabhängig der technischen und zeitlichen Umsetzbarkeit der einzelnen Maßnahmen unverzüglich zu gewährleisten!

Die Bewertung nach DFLW unterliegt den gleichen Vorteilen und Einschränkungen, wie die bereits dargestellten Risiko-Matrizes nach der

grundlegenden Nohl-Methode und den vergleichbaren Bewertungen nach den UBA-Publikationen, der DIN EN 15975-2 und dem DVGW Hinweis W 1001, die alle einen proaktiven Ansatz verfolgen.

In der Anwendung wird die Methodik hier allerdings nicht länger proaktiv für die Einschätzung potenzieller Risiken angewandt, sondern soll der Bewertung konkreter Gefährdungen und Risiken dienen (reaktiv).

In der Bewertung nach DFLW wird die Wahrscheinlichkeit eines Auftretens „*nachteiliger bzw. negativer Veränderungen*“ der Trinkwasserqualität bezogen (Tabelle 5). Erst die resultierende Bewertungstabelle (Tabelle 6) zeigt nummerisch und farblich die Gefahr einer Überschreitung des technischen Maßnahmenwerts, mikrobiologischer bzw. chemischer Grenzwerte oder Indikatorparameter nach TrinkwV.

### **Bewertung nach BTGA-Leitfaden 1. Auflage**

Im Jahr 2015 publizierte der Bundesindustrieverband Technische Gebäudeausrüstung e.V. (BTGA) eine Broschüre mit dem Titel „*Gefährdungsanalyse für Trinkwasser-Installationen – Ein Leitfaden für Praktiker und Betreiber*“. In der Broschüre des BTGA wird unter Punkt 4.2, S. 23 ff, eine rein auf einem farbigen Ampel-System basierende Bewertung von Auffälligkeiten vorgeschlagen.

Das Ziel einer Risikobewertung nach BTGA-Leitfaden (1. Auflage) ist es demnach, durch die Einstufung von als „*Auffälligkeiten*“ bezeichneten Abweichungen von den a.a.R.d.T., Handlungsmaßnahmen zu definieren, um festgestellte Mängel („*Schwachstellen und Defizite*“) in der Trinkwasser-Installation zu beseitigen.

Zusätzlich sollen diese Bewertungen auch hinsichtlich Art und Höhe mit einer ggf. festgestellten Kontamination in Zusammenhang gebracht werden, um hierdurch die Priorität von Maßnahmen festzulegen. Je nach Gebäude- oder Kontaminationsart sowie nach der Auswahl der verfügbaren Befundergebnisse (Auswahl der Probenahmestellen und Parameter) kann die Dringlichkeit von Handlungsmaßnahmen nach der Methodik gem. BTGA-Leitfaden (1. Auflage) stark variieren und voneinander abweichen.

Hierbei erfolgt eine Unterteilung dieser Auffälligkeiten in „*noch regelkonforme Schwachstellen*“ (keine normative Abweichung) und in „*regelwidrige Defizite*“ (normative Abweichungen) durch ein Ampelsystem, bei dem jeweils die Farben grün, gelb und rot unterschieden werden. Dabei gilt folgende farbliche Abstufung:

Tabelle 7: „Einstufung der Auffälligkeiten aus der Bestandsaufnahme“ nach BTGA Leitfaden Gefährdungsanalyse, 1. Auflage 2015, S. 23, Tab. 6 (eigene Darstellung)

Auffälligkeit	Bewertung
noch regelkonforme Schwachstelle	
leichtes, regelwidriges Defizit	
gravierendes, regelwidriges Defizit	

Die hier verwendeten Begrifflichkeiten (*Auffälligkeiten*, *Schwachstellen* usw.) weichen von den üblicherweise in den beteiligten Fachkreisen verwendeten Begriffen ab.

Eine Bewertungsgrundlage, ab wann oder warum ein Mangel ein „*leichtes Defizit*“ oder ein „*gravierendes Defizit*“ darstellt bzw. welchen Risiken „*leichte*“ bzw. „*gravierende*“ Auswirkungen unterstellt werden, wird nicht erläutert und bleibt dem Ausführenden selbst überlassen. Auch eine inhaltliche Definition „*noch regelkonformer Schwachstellen*“ wird nicht angeboten.

Nach der Unterteilung möglicher Auffälligkeiten (Tabelle 7) wird dem Leser ab S. 23 ff der vorgenannten Unterlage eine umfangreiche Tabelle mit 100 Beispielen möglicher Mängel geliefert, die durch die Autoren bereits vorab mit der jeweiligen Farbcodierung versehen wurden. Nach welchen Kriterien diese Einstufung vorgenommen wurde, ist der Unterlage nicht zu entnehmen.

Die Tabelle möglicher Mängel des BTGA-Leitfadens 1. Auflage (Anm. d. Verf.: nachfolgende Abbildung 4) kann zudem nicht abschließend sein, so dass es dem Leser selbst obliegt, festgestellte Mängel, die in der vorgegebenen Tabelle nicht gelistet sind, nach eigener Einschätzung in die jeweiligen Farbgruppierung einzugliedern. Entscheidungskriterien, nach denen eine aus dem jeweiligen Mangel resultierende Gefährdung ein „*leichtes*“ oder „*gravierendes Defizit*“ darstellt, sind der Unterlage nicht zu entnehmen.

Es ist davon auszugehen, dass „*regelwidrige Defizite*“ eine Abweichung von den Anforderungen technischer Regelwerke darstellen bzw. von den darin enthaltenen

a.a.R.d.T. In der Tabelle des BTGA-Leitfadens (Abbildung 4) sind dann auch Auffälligkeiten dargestellt, die zwar keine Abweichung von den a.a.R.d.T. darstellen („noch regelkonforme Schwachstellen“), deren Beseitigung aber dennoch empfohlen wird:

mögliche Defizite und Schwachstellen innerhalb einer Trinkwasser-Installation	Bewertung	Norm
<b>Auffälligkeit bei äußeren Einflüssen</b>		
Trinkwassertemperatur am Hausanschluss > 25 °C	rot	DIN 1988-200/ VDI DVGW 6023
Trinkwassertemperatur am Hausanschluss > 15 °C	grün	-
Minimaler Druck an der höchsten Zapfstelle (< 1 bar)	grün	-
<b>Auffälligkeit bei technischer Ausführung</b>		
Fehlende Dämmung	rot	DIN 1988-200
Totleitung > 10 x Durchmesser der Abgangsleitung	rot	DIN 1988-200
Bypassleitungen	rot	VDI DVGW 6023
Verwendung eines Membranausdehnungsgefäßes ohne Durchströmung	rot	VDI DVGW 6023
Überschreitung eines Wasservolumens von > 3 Liter in einer Einzelzuleitung	rot	VDI DVGW 6023/ DVGW W 551
Sammelsicherung im Steigestrang bei Neu-Installation	rot	DIN 1988-100/ DIN EN 1717
Mangelhafte Dämmung	gelb	DIN 1988-200
Überdimensionierung eines Bauteils oder eines Rohrleitungsabschnittes	gelb	DIN 1988-300/ VDI DVGW 6023
Zentraler Mischer mit mehr als 3 Liter im nachgeschalteten Rohrnetz	rot	DIN 1988-200
Sammelsicherung im Steigestrang im Bestand (grün nur bei Unauffälligkeiten)	grün	(DIN 1988-200)
Zentraler Mischer mit weniger als 3 Liter im nachgeschalteten Rohrnetz	grün	-
Totleitung $\geq 1$ bis $\leq 10$ x Durchmesser	grün	-
Ringleitung um den gesamten Gebäudekomplex mit Umgebungstemperatur dauerhaft > 15 °C	grün	-

Abbildung 4: „Bewertung beispielhafter Schwachstellen und Defizite in der Trinkwasser-Installation“ aus BTGA Leitfaden Gefährdungsanalyse, 1. Auflage 2015, Auszug aus Tabelle 7 S. 23 ff (Bildschirmablichtung)

Die mit gelb (leichtes Defizit) und rot (gravierendes Defizit) bewerteten Mängeln können in der Praxis oftmals nicht klar voneinander abgegrenzt werden. Die individuelle Bewertung und Eingruppierung sollen, auf Grund der Kenntnisse der Situation vor Ort, jeweils durch den Ersteller des Gutachtens eigenverantwortlich vorgenommen werden.

Nach der Eingruppierung festgestellter Mängel (Tabelle 7) und den Auffälligkeiten (Abbildung 4) in das Ampel-System sollen in einem zweiten Prozessschritt ggf.

ermittelte Messwerte und mikrobiologische Befunde ebenfalls separat nach einem Ampel-System bewertet werden, bei dem wiederum die Farben Grün, Gelb und Rot unterschieden werden.

Die hier vorgegebenen möglichen Parameter beinhalten ausschließlich mikrobiologische Befunde sowie den Parameter „Einhaltung der Hygieneparameter“. Was konkret unter den Hygieneparametern zu verstehen ist und unter welchen Bedingungen diese Hygieneparameter nicht mehr eingehalten sind, wird nicht näher erläutert. Chemische Verunreinigungen und Grenzwertüberschreitungen werden nicht aufgelistet, so dass eine erhebliche Anzahl potenzieller Risiken für Nutzer nicht betrachtet wird.

Die Farbe Rot soll hierbei eine gravierende Überschreitung der zulässigen Grenzwerte bzw. des technischen Maßnahmenwertes darstellen, wobei nicht näher definiert wird, ab wann eine Überschreitung des jeweiligen Grenz- oder Maßnahmenwerts als „leicht“ bzw. „gravierend“ angesehen wird oder ob generell jede Überschreitung als gravierend angesehen wird. Insbesondere beim Parameter *Legionella spec.* würde diese Form der Bewertung nicht mit den a.a.R.d.T., insbesondere den Tabellen 1a und 1b des DVGW W 551 (A), übereinstimmen.

In der vorgegebenen Auflistung wird zudem nicht zwischen den unterschiedlichen Parametern „Koloniezahl bei 22 °C“ und „Koloniezahl bei 36 °C“ unterschieden.

Wenn an einer Entnahmestelle Grenz- oder Maßnahmenwertüberschreitungen mehrerer Parameter ermittelt werden, soll die „kritischste“ Bewertung in die weiteren Betrachtungen einfließen.

Die Einschätzung ob beispielsweise im Kaltwasser (PWC) eines Altenpflegeheims ein Befund von > 80 KBE/100 ml *Pseudomonas aeruginosa*, > 1.000 KBE/ml Koloniezahl 36 °C, 10 KBE/100 ml *Escherichia coli* oder > 10.000 KBE/100 ml *Legionella spec.* an einer Entnahmestelle einen jeweils mehr oder weniger „kritischen“ Befund darstellt, ist hierbei wieder dem Ersteller des Gutachtens überlassen.

Tabelle 8: „Bewertung nach Höhe und Art einer aktuell festgestellten Kontamination“ nach BTGA Leitfaden Gefährdungsanalyse, 1. Auflage 2015, S. 25 Tab. 8 (eigene Darstellung)

Festgestellte Kontamination	Bewertung
Einhaltung aller Hygieneparameter	
Koloniezahl 100 – 1.000 KBE/ml	
Koloniezahl > 1.000 KBE/ml	
<i>E. coli</i> ≥ 1 KBE/100 ml	
coliforme Bakterien ≥ 1 KBE/100 ml	
<i>Pseudomonas aeruginosa</i> ≥ 1 KBE/100 ml	
<i>Legionella spec.</i> < 100 KBE/100 ml	
<i>Legionella spec.</i> ≥ 100 KBE/100 ml	

In einem dritten Schritt soll dann für jeden der festgestellten Mängel geprüft werden, ob ein Zusammenhang zu einem ggf. vorliegenden Befundergebnis möglich ist. Durch diese Zusammenführung der beiden separaten Bewertungen soll damit ein zweidimensionales Bewertungsergebnis hergestellt werden:

Tabelle 9: „Gegenüberstellung der vorgefundenen Auffälligkeiten mit den festgestellten Kontaminationen“ nach BTGA Leitfaden Gefährdungsanalyse, 1. Auflage 2015, S. 25 Tab. 9 (eigene Darstellung)

Auffälligkeit	Kontamination	Schlussfolgerung
		Die noch regelkonforme Schwachstelle hat nicht zu einer Keimzahlüberschreitung geführt.
		Die noch regelkonforme Schwachstelle kann Einfluss auf eine Kontamination haben.
		Die noch regelkonforme Schwachstelle kann Einfluss auf eine kritische Kontamination haben.
		Das leichte, regelwidrige Defizit hat nicht zu einer Keimzahlüberschreitung geführt.
		Das leichte, regelwidrige Defizit kann Einfluss auf eine Kontamination haben.
		Das leichte, regelwidrige Defizit kann Einfluss auf eine kritische Kontamination haben.
		Das gravierende, regelwidrige Defizit hat nicht zu einer Keimzahlüberschreitung geführt.
		Das gravierende, regelwidrige Defizit kann Einfluss auf eine Kontamination haben.
		Das gravierende, regelwidrige Defizit kann Einfluss auf eine kritische Kontamination haben.

Ein Nachteil dieser Methode besteht in der Verfügbarkeit geeigneter Befundergebnisse. Eine ggf. unzureichende Anzahl und Auswahl der Probenahmestellen, des beprobten Mediums (PWH, PWC, PWH-C) oder der

untersuchten Parameter stellen nach dieser Methodik eine erhebliche Schwachstelle für eine objektive Bewertung dar.

Neben dieser zweidimensionalen Bewertung sollen dann auch die Art und Nutzung des Gebäudes Einfluss auf die Risikobewertung und die Dringlichkeit der Umsetzung der Handlungsmaßnahmen haben, was sich in der vorgenannten Methodik allerdings nicht konkret darstellen lässt. So wäre demnach beispielsweise ein Hochrisikobereich in einem Krankenhaus, in dem gewöhnlich immungeschwächte Personen als Nutzer anzutreffen sind, „*kritischer*“ zu bewerten als eine gewerbliche genutzte Trinkwasserinstallation mit gewöhnlich immunkompetenten Nutzern.

Die dargestellte Methode (in Anlehnung an DVGW-Arbeitsblatt W 1001) führt zu stark vereinfachten Ergebnissen, aus denen sich eine kaum reproduzierbare Rangfolge zur Maßnahmenbehandlung ergibt. Zudem geben die angebotenen Bewertungen (Abbildung 4) auch nur die Meinung des Autorenkreises wieder und können dem Anwender daher nicht als Festlegung dienen. Jeder Anwender dieser Methodik muss für sich selbst entscheiden, inwiefern die jeweilige Zuordnung zu den vorgeschlagenen Kriterien und Bewertungen im Rahmen eines Gutachtens sinnvoll und zielführend ist.

### **Bewertung nach BTGA-Leitfaden 2. Auflage**

Da sich die zuvor dargestellte Bewertung durch Kombination zweier Ampelsysteme in der Praxis nicht bewährt hat, wurde durch den BTGA e.V. in Kooperation mit der ifgawa (Bundesvereinigung der Firmen im Gas- und Wasserfach e.V.) im Jahr 2019 eine zweite Auflage der Broschüre „BTGA-Praxisleitfaden Gefährdungsanalyse in Trinkwasser-Installationen“ herausgegeben.

Mit der Überarbeitung der zweiten Auflage wurde die Bewertung nach Ampelsystemen vollständig aufgegeben und es wurde sowohl für anlassbezogene (ereignisorientierte) wie für präventive (systemorientierte) Gefährdungsanalysen jeweils eine neue Bewertung vorgeschlagen, die sich wiederum von der Nohl-Methode ableitet.

Darüber hinaus sollte die mit dem ZVSHK und VDI gemeinsam erstellte Richtlinie VDI/BTGA/ZVSHK 6023 Blatt 2 „Hygiene in Trinkwasser-Installationen; Gefährdungsanalyse“ Berücksichtigung finden.<sup>30</sup>

Die Risikobewertung für **anlassbezogene** (ereignisorientierte) Gutachten zur Gefährdungsanalyse wird in der vorgenannten Unterlage unter Punkt 6.4.1 ab S. 48 ff beschrieben. Hierbei soll der mögliche oder tatsächliche Einfluss eines Mangels auf die Trinkwasserqualität bewertet werden. Berücksichtigt werden soll dabei mindestens das *Ausmaß* der Qualitätsveränderung und der *Zeitraum*, in dem die erforderliche Trinkwasserqualität nicht eingehalten wird.

Tabelle 10: „Bewertung nach Einfluss des Mangels auf die Trinkwasserqualität“ nach BTGA-Praxisleitfaden Gefährdungsanalyse, 2. Auflage 2019, S. 48 Tab. 15 (eigene Darstellung)

Bewertungsgruppe	Einfluss des Mangels auf die Trinkwasserqualität
gering (1)	- keine oder nur geringe Auswirkung - unwesentliche sensorische Beeinträchtigung
mittel (2)	- sensorische Beeinträchtigung - Grenzwertüberschreitung chemischer oder physikalischer Parameter beeinträchtigt allenfalls unwesentlich die Trinkwasserqualität
hoch (3)	- wesentliche sensorische Beeinträchtigung der Trinkwasserqualität - Grenzwertüberschreitung chemischer oder physikalischer Parameter beeinträchtigt wesentlich die Trinkwasserqualität - Grenzwertüberschreitung mikrobiologischer Parameter - Überschreitung des technischen Maßnahmenwerts oder Zielwertüberschreitung nach UBA-Empfehlung

In einem zweiten Schritt soll nach der angebotenen Methodik mindestens

- die *Lage* des festgestellten Mangels und die sich hieraus ergebende Beeinträchtigung des Gesamtsystems ebenso berücksichtigt werden, wie
- die Einstufung der *Nutzer* in Risikogruppen sowie
- die *Anzahl*, der von einer möglichen Gefährdung betroffenen Personen.

Das mögliche Gefahrenpotenzial eines festgestellten Mangels soll gemäß Tabelle 16 der vorgenannten Unterlage bewertet bzw. eingestuft werden:

<sup>30</sup> <https://www.btga.de/2-auflage-des-praxisleitfadens-gefaehrungsanalyse-in-trinkwasser-installationen/>

Tabelle 11: „Gefahrenpotenzial des Mangels auf die menschliche Gesundheit“ nach BTGA-Praxisleitfaden Gefährdungsanalyse, 2. Auflage 2019, S. 49 Tab. 16 (eigene Darstellung)

Bewertungsgruppe	Gefahrenpotenzial
gering (1)	geringes Gefahrenpotenzial des Mangels auf die menschliche Gesundheit
mittel (2)	mittleres Gefahrenpotenzial des Mangels auf die menschliche Gesundheit
hoch (3)	hohes Gefahrenpotenzial des Mangels auf die menschliche Gesundheit

Im dritten Schritt soll der angenommene oder mögliche Einfluss eines Mangels auf die Trinkwasserqualität mit dem geschätzten Gefahrenpotenzial in einer Risikomatrix zueinander in Beziehung gesetzt werden. Das Gefährdungspotenzial kann hierbei in der Gleichung mit der Eintrittswahrscheinlichkeit gleichgestellt werden, um zu einem Ergebnis zu kommen:

Tabelle 12: „Risikomatrix für eine ereignisorientierte Gefährdungsanalyse“ nach BTGA-Praxisleitfaden Gefährdungsanalyse, 2. Auflage 2019, S. 49 Tab. 17 (eigene Darstellung)

		Einfluss des Mangels auf die Trinkwasserqualität		
		gering (1)	mittel (2)	hoch (3)
Gefährdungspotenzial	gering (1)	1	2	3
	mittel (2)	2	3	4
	hoch (3)	3	4	5

Eine analoge Vorgehensweise wird in der Broschüre auch für **präventive** (systemorientierte) Gefährdungsanalysen vorgeschlagen. Die beiden Bewertungsmatrizes unterscheiden sich lediglich in den Kriterien des jeweiligen Schadensausmaßes. Da bei einer präventiven (systemorientierten) Bewertung der Trinkwasserinstallation noch keine Überschreitung des technischen Maßnahmenwertes oder eines Grenzwertes vorliegt, soll hier das Risiko durch die Bewertung einer geschätzten Eintrittswahrscheinlichkeit (statt dem Gefährdungspotenzial) gegenüber einem angenommenen Schadensausmaß ermittelt werden.

In einem ersten Schritt soll wieder das mögliche Schadensausmaß bewertet werden, wobei das *Ausmaß* einer Qualitätsveränderung, der *Zeitraum*, in dem die erforderliche Trinkwasserqualität nicht eingehalten wird, und die *Anzahl* der hiervon betroffenen Personen berücksichtigt werden sollen. Zudem ist die *Lage* des

festgestellten Mangels und die sich hieraus abzuleitende Beeinträchtigung auf das Gesamtsystem ebenso wieder mit in die jeweilige Bewertung einzubeziehen, wie die Einstufung der Nutzer in Risikogruppen:

Tabelle 13: „Bewertung des Schadensausmaßes“ nach BTGA-Praxisleitfaden Gefährdungsanalyse, 2. Auflage 2019, S. 50 Tab. 18 (eigene Darstellung)

Schadensausmaß	Durch den festgestellten Mangel (möglicher Einfluss des Mangels auf die Trinkwasserqualität)
gering (1)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- sind keine Auswirkungen zu erwarten bzw. es konnten keine Auswirkungen beobachtet werden.</li> <li>- ist eine geringfügige Auswirkung auf die sensorische Trinkwasserqualität zu erwarten.</li> <li>- ist eine geringfügige Auswirkung auf die Versorgungssicherheit zu erwarten.</li> </ul>
mittel (2)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- kann eine kurzzeitige Grenzwertüberschreitung chemischer oder physikalischer Parameter (nicht gesundheitsrelevant) erwartet werden.</li> <li>- ist mit einer Auswirkung auf die sensorische Trinkwasserqualität zu rechnen.</li> <li>- ist mit einer kurzzeitigen Auswirkung auf die technische Versorgungssicherheit zu rechnen.</li> </ul>
hoch (3)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ist mit einem Einfluss auf die Gesundheit der Nutzer zu rechnen.</li> <li>- ist mit einer kurzzeitigen oder dauerhaften Überschreitung mikrobiologischer oder gesundheitsrelevanter chemischer Grenzwerte oder technischer Maßnahmenwerte zu rechnen.</li> <li>- Ist mit einer dauerhaften Überschreitung chemischer oder physikalischer Parameter (nicht gesundheitsrelevant) zu rechnen.</li> <li>- ist mit einer nicht unerheblichen Auswirkung oder gar Unterbrechung auf die technische Versorgungssicherheit zu rechnen.</li> </ul>

In einem nächsten Schritt soll nach dieser Methodik die Eintrittswahrscheinlichkeit eines Schadens durch den vorgefundenen Mangel abgeschätzt werden.

Tabelle 14: „Bewertung der Eintrittswahrscheinlichkeit eines Schadensereignisses durch den Mangel“ nach BTGA-Praxisleitfaden Gefährdungsanalyse, 2. Auflage 2019, S. 50 Tab. 19 (eigene Darstellung)

Eintrittswahrscheinlichkeit eines Schadens	Beispieldefinition
gering (1)	Schadenseintritt selten, unregelmäßig oder nicht wiederkehrend (z.B. jährlicher Schadenseintritt oder seltener)
mittel (2)	Schadenseintritt gelegentlich, unregelmäßig wiederkehrend (z.B. monatlicher oder jährlicher Schadenseintritt)
hoch (3)	Schadenseintritt häufig, regelmäßig und/oder wiederkehrend (z.B. tägliches bis wöchentliches Schadensereignis)

In Schritt 3 wird die Bewertung des Schadensausmaßes mit der Bewertung der Eintrittswahrscheinlichkeit eines Schadens durch den Mangel anhand einer Risikomatrix zueinander in Bezug gesetzt.

Tabelle 15: „Risikomatrix für eine systemorientierte Gefährdungsanalyse“ nach BTGA-Praxisleitfaden Gefährdungsanalyse, 2. Auflage 2019, S. 51 Tab. 20 (eigene Darstellung)

		Mögliches Schadensausmaß		
		gering (1)	mittel (2)	hoch (3)
Wahrscheinlichkeit des Schadenseintritts	gering (1)	1	2	3
	mittel (2)	2	3	4
	hoch (3)	3	4	5

Aus den jeweiligen Risikobewertungen anlassbezogener oder präventiver Gefährdungsanalysen sollen dann auf Grundlage der ermittelten Zahlenwerte Umsetzungszeiträume abgeleitet werden, um eine zeitliche Priorisierung zu ermöglichen:

Tabelle 16: „Umsetzungs- und Maßnahmenzeiträume“ aus BTGA-Praxisleitfaden Gefährdungsanalyse, 2. Auflage 2019, S. 51 Tab. 21 (eigene Darstellung)

	Risikogruppe	Gesundheitsgefährdung	zeitliche Priorisierung	empfohlene Umsetzungszeiträume
	5	sehr hoch	unverzüglich (ohne schuldhaftes Verzögern)	<b>unverzügliche</b> Gefahrenabwehr zum Schutz von Leib und Leben
	4	hoch	kurzfristig	Maßnahmen zur Risikoreduzierung sind <b>innerhalb von 4 Wochen</b> erforderlich
	3	mittel	kurz- bis mittelfristig	Maßnahmen zur Risikoreduzierung sind <b>innerhalb von 3 Monaten</b> erforderlich
	2	gering	mittel- bis langfristig	Maßnahmen zur Risikoreduzierung sind <b>innerhalb von 12 Monaten</b> erforderlich
	1	keine	langfristig	Maßnahmen zur Risikoreduzierung sind <b>innerhalb von 36 Monaten</b> erforderlich

Die hier angegebenen Zeiträume zur Umsetzung von Maßnahmen spiegeln jedoch ebenfalls lediglich die Meinung der Autoren zum Zeitpunkt der Veröffentlichung wieder und sind in der Praxis vom Ersteller der Bewertung nach eigener Einschätzung festzulegen.

**Bewertung nach VDI/BTGA/ZVSHK 6023 Blatt 2**

Die Richtlinie VDI/BTGA/ZVSHK 6023 Blatt 2 gilt für alle Trinkwasserinstallationen auf Grundstücken und für Gebäudewasserversorgungsanlagen nach § 2 Absatz 1 Nr. 2 Buchstabe e) TrinkwV. Freigestellt wird die Anwendung der Methodik dieser Richtlinie auch für alle anderen Wasserversorgungsanlagen nach § 2 Absatz 1 Nr. 2 Buchstaben b) bis f) TrinkwV.

Die Richtlinie macht sowohl Vorgaben für die Durchführung einer **ereignisorientierten** Gefährdungsanalyse inklusive Ortsbesichtigung für Trinkwasser-Installationen

- nach § 16 Absatz 7 TrinkwV (*Anm. d. Verf.: aktuell § 51 TrinkwV*) sowie
- als für Untersuchungen zur Aufklärung der Ursache anderer Abweichungen nach § 16 Absatz 3 TrinkwV (*Anm. d. Verf.: aktuell § 48 Absatz 2 und § 64 Absatz 4 TrinkwV*).

Ferner kann die Gefährdungsanalyse **systemorientiert** durchgeführt werden. Personenbezogene, individuelle Anforderungen zum Gesundheitsschutz, z.B. aufgrund spezifischer gesundheitlicher Beeinträchtigungen, sind nicht Teil der Gefährdungsanalyse.<sup>31</sup>

Nach Punkt 3 „Begriffe“ der Richtlinie, S. 5 ff, wird jede mögliche biologische, chemische oder physikalische Beeinträchtigung der Trinkwasserbeschaffenheit als Gefährdung definiert.

Die Richtlinie des VDI kennt keine Klassifizierung von Risiken, weder nach einem Farbschema noch in Form einer Bewertungs-Matrix. Hierzu heißt es unter Punkt 5.1 auf S. 6:

Im Rahmen einer Gefährdungsanalyse sind mögliche Gefährdungen zu identifizieren und zu bewerten und denkbare Ereignisse, die zu einem konkreten Eintreten einer Gefährdung führen können, zu ermitteln.

Im Rahmen der Ableitung von Handlungsempfehlungen gilt es zu klären, welche der Gefährdungen wesentlich und prioritär zu beseitigen sind. Aufgrund einer akuten Infektionsgefährdung werden dies in der Regel mikrobielle Gefährdungen sein, insbesondere wenn die Überschreitung des technischen

---

<sup>31</sup> VDI/BTGA/ZVSHK 6023 „Hygiene in Trinkwasser-Installationen“ Blatt 2: Gefährdungsanalyse, Pkt. 1 Anwendungsbereich

Maßnahmenwerts für Legionellen der Auslöser für die Gefährdungsanalyse war. Das Ergebnis ist somit eine zeitliche Priorisierung der Handlungsempfehlungen. Aus den Ergebnissen der Ortsbesichtigung und der Prüfung auf Einhaltung der allgemein anerkannten Regeln der Technik ist für jeden der festgestellten Mängel das Gefährdungsereignis zu definieren und die dazugehörigen Gefährdungen sind zu benennen. Es sind auch bekannt gewordene Gefährdungen und Gefährdungsereignisse zu erfassen, die nicht (oder nur unzureichend) durch das technische Regelwerk erfasst sind.<sup>32</sup>

Die Ableitung von Gefährdungen auf Grund der festgestellten Mängel soll demnach textlich ausformuliert werden, um inhaltlich klar, vollständig und erschöpfend die nachteiligen Folgen und die sich aus den festgestellten Mängeln ergebenden Gefährdungen konkret zu benennen, damit einem Auftraggeber die Tragweite der Nichtbefolgung der Handlungsempfehlungen ausreichend deutlich wird.

Handlungsempfehlungen zur Beseitigung der ermittelten Mängel und der sich hieraus ergebenden Gefährdungen sollen dann nach der jeweiligen Einschätzung des Erstellers des Gutachtens zeitlich priorisiert werden.

Die zeitliche Priorisierung gliedert sich in

- **Sofortmaßnahmen:** Die Sofortmaßnahmen sind unverzüglich umzusetzen und dienen der direkten Gefahrenabwehr.
- **Kurz- und mittelfristige Maßnahmen:** sollten innerhalb weniger Wochen bis maximal ein Jahr (siehe DVGW W 551) nach Erstellung der Gefährdungsanalyse umgesetzt werden.
- **langfristige Maßnahmen:** bedürfen einer längeren Vorbereitungszeit

Die zeitliche Priorisierung hat damit jedoch, mit Ausnahme der Sofortmaßnahmen zum Gesundheitsschutz, keinen Bezug zu einer möglichen Gefährdung auf Grund des zu beseitigenden Mangels.

Unter den Punkten 5.9.1 bis 5.9.3 der Richtlinie werden zwar Beispiele für die jeweiligen Maßnahmen genannt, konkrete Kriterien auf Grundlage eines möglichen Risikos zur Einstufung der zeitlichen Priorität werden jedoch nicht genannt.

---

<sup>32</sup> VDI/BTGA/ZVSHK 6023 „Hygiene in Trinkwasser-Installationen“ Blatt 2: Gefährdungsanalyse, Pkt. 5.7 Gefährdungsanalyse im engeren Sinne

Beispielsweise kann einer unzureichenden Temperatur des Wassers innerhalb eines zirkulierenden Systems, auf Grund wachstumsfördernder Bedingungen für fakultativ-pathogene Mikroorganismen, durchaus ein hohes Gefährdungspotenzial zugestanden werden. Da die nachträgliche Einrichtung eines hydraulischen Abgleichs jedoch einer planerischen Vorleistung und damit einer längeren Vorbereitungszeit bedarf, würde die entsprechende Maßnahme ungeachtet der hygienischen Relevanz in „*langfristige Maßnahmen*“ eingruppiert, was weder sinnvoll noch zielführend im Sinne des Gesundheitsschutzes wäre.

Die Kategoriebezeichnung „*langfristige Maßnahmen*“ führt zudem erfahrungsgemäß in der Praxis häufig zu Fehlinterpretationen bei Empfängern der Gutachten, da als langfristige eingestufte Maßnahmen gemeinhin als weniger dringlich angesehen werden.

## **Bewertung der unterschiedlichen Methodiken**

Die konzeptionelle Herangehensweise nach der Nohl-Methode sowie darauf basierender, adaptierter Methoden der Bewertungen potenzieller Gefährdungen einer Trinkwasserinstallation, ermöglicht in einem präventiven WSP-Ansatz oder im Rahmen eines Managementkonzepts durchaus die Bewertung übergeordneter Risiken und Gefährdungsereignisse, wie z.B. den möglichen Havariefall durch Ausfall der Trinkwassererwärmung. Auch vorhersehbare Ereignisse, wie eine saisonale Betriebsunterbrechung, lassen sich in einer Risiko-Matrix proaktiv darstellen.

Je nach textlicher oder bildhafter Darstellung der zu treffenden Aussagen werden zudem dargestellte Information vom Leser unterschiedlich erfasst. In der Praxis hat sich beispielsweise gezeigt, dass farbliche Codierungen auf Grundlage der Farbpsychologie generell sehr hilfreich sind, um gezielt Aufmerksamkeit auf markierte Elemente zu lenken.

Allerdings ist eine Bewertungsmatrix nach der Nohl-Methode aus verschiedenen Gründen in der Fachwelt nicht unumstritten.

Es zeigt sich, dass die Erfassung und Bewertung sämtlicher mangelanfälligen Aspekte in der erforderlichen Detailtiefe aller möglichen oder denkbaren Gefährdungen kaum oder nur mit einem unverhältnismäßigen Aufwand möglich ist.

Beispielsweise würde die Bewertung der Eintrittswahrscheinlichkeit und des Schadensausmaßes hinsichtlich des Versagens eines Speicher-Sicherheitsventils durch

- eine horizontale Einbaulage, die durch Sedimentation zu einer Querschnittverengung bis hin zu einem Verschluss des Anschlusses führt
- den Defekt einer Bauteilkomponente (z.B. Federbruch, Membranriss)
- unzureichende oder unterlassene Instandhaltung
- eine Fehlbedienung/Handhabung (Verschluss der Ausblaseöffnung)

ggf. jeweils eine separate Bewertung auf Grund der unterschiedlichen Eintrittswahrscheinlichkeiten erforderlich machen.

Auch die verschiedenen Möglichkeiten, einen Ausfall oder den Verschleiß einer Armatur oder eines Apparats zu ermitteln (präventive Inspektion, zustandsorientierte Instandsetzung oder ausfallorientierte Schadensbeseitigung) sowie moderne Möglichkeiten der Überwachung durch eine Gebäudeautomation lassen die Anzahl der Variablen und möglicher Eintrittswahrscheinlichkeiten exponentiell steigen, was die detaillierte Darstellung in jeweils einer Risikomatrix unverhältnismäßig erscheinen lässt.

Bei Anwendung einer Risikomatrix steigt der Aufwand zur individuellen Bewertung mit der Detailtiefe der Betrachtung und den möglichen Schadensszenarien exponentiell. Aufgrund dessen ist hierzu die Definition einer Risikoakzeptanzgrenze erforderlich, um damit festzulegen, welche Konstellation aus Schadensereignis und Eintrittswahrscheinlichkeit kann noch billigend in Kauf genommen werden kann.

Risikomatrizes bieten zudem oft nur eine Momentaufnahme und berücksichtigen nicht die dynamische Natur von Risiken, die sich über die Zeit durch Nutzung und Verschleiß verändern können.

Die Risikomatrix ist hinsichtlich ihrer Aussagekraft auch wenig anerkannt, weil sie nur eine punktuelle Darstellung von Einzelrisiken ermöglicht, d.h. Wechselwirkungen zwischen den Einzelrisiken sowie die Dynamik der Einzelrisiken, bleiben unbeachtet.<sup>33</sup> Die Reduktion von Risiken auf lediglich zwei Dimensionen (Wahrscheinlichkeit und Auswirkung) kann ebenso eine Übervereinfachung komplexer Risikofaktoren und -interaktionen bedeuten.

Zusammenhänge einzelner Mangelpunkte, ggf. deren Abhängigkeiten voneinander sowie mögliche Auswirkungen aufeinander, die einzeln oder in Interaktion zu einer Gefährdung führen können, werden in einer zweidimensionalen Risikomatrix nicht abgebildet (z.B. Querschnittverengung der Leitung durch halb geschlossenes oder defektes Absperrorgan verursacht einen Druckverlust, beeinflusst unmittelbar den Volumenstrom eines Zirkulationssystems und hat hierüber Einfluss auf die Temperaturverluste und die Auskühlung im zirkulierenden System).

Zudem wird in Risikoportfolios durch Bewertungs-Matrizes impliziert, dass die Einzelrisiken durch Schadensausmaß und Eintrittswahrscheinlichkeit sinnvoll beschrieben werden könnten. Diese Annahme trifft nur zu, wenn die Risiken binomialverteilt sind (*Anm. d. Verf.: die Binomialverteilung beschreibt die Anzahl von Treffern bei einer Anzahl an Wiederholungen n, wobei es nur Erfolg (kein Schaden) und Misserfolg (Schadeneintritt) gibt und die Wahrscheinlichkeit konstant bleibt*). Allerdings entsprechen insbesondere technische Risiken in einer Anlage nur sehr selten diesem Verteilungstyp.<sup>34</sup>

Die Matrix nach der Nohl-Methode beruht zudem auf der Annahme, dass alle Risiken gleich einfach verändert werden können. Das entspricht jedoch nicht der Realität, Risiken sind unterschiedlich veränderlich. Zusätzlich entstehen oft Probleme bei der Bewertungsbasis der Risiken. (...) Dadurch kommt es zu Fehlern in der Risikobeurteilung.<sup>35</sup>

---

<sup>33</sup> Marc Diedrichs: *Risikomanagement und Risikocontrolling*. 3. Auflage. Vahlen Verlag, München 2012, S. 93–95.

<sup>34</sup> sinngem. nach: Werner Gleißner: *Grundlagen des Risikomanagements im Unternehmen*. 2. Auflage. Vahlen Verlag, München 2011, S. 145.

<sup>35</sup> W. Gleißner, F. Romeike: *Die größte anzunehmende Dummheit im Risikomanagement*. Risk, Compliance & Audit, 2011, S. 21–26.

Ein wesentlicher Nachteil wird daher in der Subjektivität der Bewertung gesehen. Die Einschätzung der Eintrittswahrscheinlichkeit und der Auswirkungen von Risiken muss zwangsläufig dem subjektiven Empfinden auf Grund bisheriger Erfahrungen des Erstellers der Risikoabschätzung entsprungen sein, was zu einer bewussten oder unbewussten Verzerrung in der Risikobewertung führen kann.

Risiken, die subjektiv als "niedrig" in Bezug auf Wahrscheinlichkeit und/oder Auswirkung eingestuft werden, weil der Ersteller der Risikoabschätzung bislang noch nicht mit der Problemstellung konfrontiert war, können in ihrer Bedeutung unterschätzt und daher möglicherweise vernachlässigt werden.

Generell besteht zudem in der Klassifizierung von Gefährdungen innerhalb einer Matrix die Möglichkeit, eine zeitliche Priorisierung zu beeinflussen. Kostenintensive oder aufwendige Maßnahmen zur Beseitigung von Gefährdungen, die im Schadensausmaß zwar als „hoch“ eingestuft werden müssen, können über die Kategorisierung der Eintrittswahrscheinlichkeit „niedrig“ in der Priorisierung und Umsetzung der Maßnahmen verschoben werden.

Diese Vorgehensweise nach der Richtlinie VDI/BTGA/ZVSHK 6023-2 ohne Risikobewertungsmethodik ist – korrekt ausgeführt – erheblich aufwendiger und komplexer für den Ersteller der Risikoabschätzung, da alle möglichen Gefahren und Risiken, die sich aus den ermittelten Mängeln ergeben können, textlich ausformuliert werden müssen. Hierzu bedarf es, wie bei den anderen betrachteten Methodiken auch, einer gedanklichen, fachkundigen Übertragungsleistung des Erstellers, um einen technischen Mangel in eine denkbare Gefährdung zu „übersetzen“ (*was kann an welcher Stelle passieren und warum?*). Die Vorgehensweise einer textlichen Ausformulierung ermöglicht jedoch dem Empfänger/Auftraggeber des Gutachtens, sich ohne Interpretationsspielraum einfach in die Thematik einzulesen.

Eine farbliche Codierung als Hilfselement zur Priorisierung wird hierbei jedoch derzeit vermisst.

Legt man zu Grunde, dass ein Gutachten zur Risikoabschätzung im wesentlichen Kern eine Auflistung festgestellter Mängel und deren Bewertung ist, drängt sich in der inhaltlichen Darstellung eine gedankliche Nähe zur werkvertraglichen

Mangelanzeige auf. Die Vorgaben an die inhaltliche Gestaltung von Mangelanzeigen ist obergerichtlich u.a. bereits durch das OLG Düsseldorf mit Urteil Az. 22 U 41/47 vom 06.10.2017 ausgeurteilt:

„Der SHK-Unternehmer ist nur dann durch den Bedenkenhinweis von seinen Gewährleistungspflichten befreit, wenn er inhaltlich klar, vollständig und erschöpfend die nachteiligen Folgen und die sich daraus ergebenden Gefahren einer zweifelhaften Ausführungsweise konkret darlegt, damit seinem Auftraggeber die Tragweite der Nichtbefolgung des Hinweises ausreichend deutlich wird.“

Doch auch die Vorgehensweise nach der VDI/BTGA/ZVSHK-Richtlinie 6023 Blatt 2 weist über die rein zeitliche Priorisierung von Maßnahmen einen subjektiven Spielraum auf, da sich die Einordnung lediglich an der Umsetzbarkeit der Maßnahme orientiert, nicht nach dem aus einem Mangel resultierenden Risikopotenzial.

Die zeitliche Priorisierung nach der Richtlinie weist derzeit keinen Bezug zu einer möglichen Gefährdung auf Grund des zu beseitigenden Mangels auf.

### **Statistische Auswertung von Gutachten hinsichtlich angewandter Methodik**

Um die Relevanz der unterschiedlichen Bewertungs-Methoden evidenzbasiert beurteilen zu können, und so mittelbar über die Anwendung durch Ersteller von Gutachten ein Bild über die Akzeptanz der Methodiken innerhalb der beteiligten Fachkreise zu erhalten, wurde eine repräsentative Anzahl an Gutachten zur Gefährdungsanalyse bzw. Risikoabschätzung durch den Verfasser ausgewertet.

Dem DVQST (Deutscher Verein der qualifizierten Sachverständigen für Trinkwasserhygiene e.V.) wurden seit dem Jahr 2019 insgesamt 124 Gutachten zur Gefährdungsanalyse oder Risikoabschätzung im Rahmen von Anträgen auf ordentliche Mitgliedschaft vorgelegt (n=124).

Die Ersteller dieser Unterlagen rekrutieren sich aus allen relevanten Fachkreisen, insbesondere jedoch aus Installationsunternehmen, Planungsbüros sowie aus der Gruppe der Sachverständigen.

Die Erstellungsdaten der Dokumente liegen zwischen den Jahren 2017 bis 2024 und zeichnen sich insgesamt durch eine hohe Heterogenität aus.

Insbesondere die Aufgabenstellung eines Gutachtens zur Risikoabschätzung wird teilweise unterschiedlich gesehen. Eine Gruppe von Gutachten zur Risikoabschätzung zeigen beispielsweise einen ausschließlichen Fokus der Ursachenermittlung allein hinsichtlich einer möglichen Kontamination und Vermehrung von *Legionella spec.*, wobei andere gefahrenträchtige Umstände mit möglichen Gefährdungen durch unzulässige Querverbindungen, chemische Kontaminationen oder andere Mängel unbeachtet bleiben. Eine andere Gruppe versteht die Aufgabe einer Risikoabschätzung umfassend und ermittelt jede zu besorgende Gefährdung, die von der gegenständlichen Trinkwasserinstallation ausgehen kann.

Auch die Methodik zur Untersuchung feststellbarer Gefährdungen im Verlauf der Ortsbesichtigung weist verschiedene Varianten auf. In einigen Dokumenten werden gar keine ohne nur punktuelle Temperaturen des Trinkwassers mit einem herkömmlichen Stabthermometer ermittelt, eine andere Gruppe ermittelt Temperaturen des Trinkwassers (warm, kalt, Zirkulation) an Entnahmestellen sowie an zentralen Bereichen der Installation über Zeit-Wert-Reihen liefernde Verfahren (Datenlogger), um auch die Dynamik z.B. einer Trinkwassererwärmungsanlage korrekt erfassen und darstellen zu können.

Die Gutachten wurden gesichtet und inhaltlich qualitativ sowie quantitativ ausgewertet, insbesondere hinsichtlich der jeweils angewandten Methodik zur Bewertung von Risiken oder Gefährdungen.

Unterschieden wurde hierbei in

- ohne Risikobewertung von Gefährdungen
- textlich ausgeführte Risikobewertung nach VDI/BTGA/ZVSHK 6023-2
- Risikobewertung mit 4 x 4-Matrix nach DFLW-Methode
- Risikobewertung durch Ampel-System nach BTGA-Leitfaden 1. Auflage
- Risikobewertung mit 3 x 3-Matrix nach BTGA-Leitfaden 2. Auflage
- Risikobewertung mit eigener Bewertungsmatrix in Anlehnung an Nohl-Methode

**Ergebnis der Auswertung**

Ein Anteil von **11 %** (13 Stück) der vorgelegten Dokumente weist gar **keine Bewertung** etwaiger Gefährdungen oder Risiken auf. Die Dokumente stellen sich als rein technische Mängellisten dar.

Bemerkenswert war, dass keines der vorliegenden Gutachten (**0 %**), die teils auch schon vor dem Jahr 2019 erstellt wurden, ein **Ampelsystem** nach der Methodik des BTGA-Leitfadens 1. Auflage verwendete.

Ein Anteil von **31 %** (39 Stück) der vorgelegten Gutachten verwendet ein **eigenes System** zur Bewertung von Risiken, nicht selten auch eine Kombination aus textlicher Ausführung nach VDI/BTGA/ZVSHK 6023-2 mit einer farblichen Unterstützung oder zusätzlichen Eingruppierungen in eigene Matrizes oder Kategorien, was zeigt, dass eine Farbcodierung von den Anwendern als hilfreich gesehen und angewandt wird.

<b>Bemerkung und technischer Ist-Zustand</b>	
Nach der Wasserzählanlage ist kein mechanischer Filter vorhanden.	
<b>Bewertung der Bauteilkomponente</b>	
Feststoffpartikel und Ablagerungen können die Vermehrung vom Mikroorganismen begünstigen. Ebenso können sie zu Funktionsstörungen angeschlossener Armaturen und Apparate führen.	
<b>Handlungsempfehlung(en)</b>	<b>Priorität 2</b>
Um einen Eintrag von Feststoffpartikel zu verhindern ist ein mechanischer Filter nach der Wasserzählanlage zu installieren (DIN 1988-200 Pkt. 12.4.1).	

Abbildung 5: Beispiel 1 für eine eigene Bewertung und Priorisierung von Maßnahmen

Zustand	<ul style="list-style-type: none"> <li>*Keine erkennbaren Wartungsunterlagen vor Ort.</li> <li>*Bei Stagnation steigt die Temperatur laut Monitoring auf über 25°C an.</li> <li>*Die Sicherheitsgruppe ist unvollständig installiert.</li> <li>*Der jeweilige Leitungsteil zum Sicherheitsventil stellt einen extremen Stagnationsbereich dar.</li> <li>*Keine Beschriftung/Kennzeichnung der Entlastungsleitung.</li> <li>*Extreme Ablagerungen am Ende der Entlastungsleitung.</li> </ul>
Risiken	*Idealer Ort für Bakterien sich anzusammeln und zu vermehren mit Rückverkeimung in das Trinkwassernetzes des Hauses.
Norm- / Richtlinienbezug	<ul style="list-style-type: none"> <li>*Schutz des Trinkwassers vor Verunreinigungen DIN EN 1717.</li> <li>*Technische Regeln für die Trinkwasserinstallation DIN EN 806 und DIN 1988.</li> </ul>
Maßnahmen und Handlungsempfehlung	<ul style="list-style-type: none"> <li>*Sicherheitsgruppe vollständig installieren. Bei dem Austausch der Warmwasseranlage entsprechend der Dimensionierung anpassen!</li> <li>*Stagnationsbereiche vollständig entfernen.</li> <li>*Entsprechende Hinweise / Texte / Beschriftung anbringen.</li> <li>*Entlastungsleitung austauschen, wir empfehlen eine entsprechende Ableitung mit einem „Freien Auslauf“ kurz / direkt nach dem Sicherheitsventil!</li> </ul>
<b>kurzfristige und regelmäßige Maßnahme</b>	

Abbildung 6: Beispiel 2 für eine eigene Bewertung und Priorisierung von Maßnahmen

Eine rein **textliche Darstellung** der Gefährdungen mit Priorisierung der Maßnahmen nach VDI/BTGA/ZVSHK 6023-2 wurde dagegen in **40 %** (50 Stück) der Gutachten verwendet. Auch hier variierte der Detaillierungsgrad der hygienisch-technischen Ausführungen zu den analysierten Gefährdungen teilweise erheblich.

### 5.7.3 Gefährdungsanalyse

Die Qualität des Trinkwassers ist gegen Verunreinigungen durch hydraulische Vermischung (Rückfließen, Rücksaugen und Rückdruck oder Rückwachsen von Mikroorganismen) mit Wasser aus angeschlossenen Apparaten und Systemen, in denen sich Nicht-Trinkwasser befindet, zu schützen.

Bei nicht normgerechter Installation oder nicht bestimmungsgemäßem Betrieb angeschlossener Apparate kann das Trinkwasser verändert werden, so dass es zu einer Beeinträchtigung oder Gefährdung kommen kann. Beeinträchtigung liegt bei einer Veränderung der Trinkwassergüte vor, die keine Gefährdung der Gesundheit bedeutet. Gefährdung liegt bei einer Veränderung der Trinkwassergüte vor, die dazu führen kann, dass eine Schädigung der Gesundheit zu besorgen ist.

Die Veränderungen des Trinkwassers können direkte oder indirekte Auswirkungen auf die Verbraucher haben z. B. wenn Apparate mit Betriebs- oder Hilfsstoffen (z.B. Reinigungs-Chemikalien) betrieben und an Trinkwasserleitungen angeschlossen oder in sie eingebaut sind, besteht die Möglichkeit, dass bei einem Schaden Stoffe aus diesen Apparaten in das Trinkwasser gelangen. Diese Stoffe können zu einer direkten Beeinträchtigung oder Gefährdung des Verbrauchers führen, wenn das Wasser nach dem Verlassen des Apparates noch als Trinkwasser genutzt wird (z. B. Trinkwassererwärmer). Auch wenn das den Apparat verlassende Wasser nicht als Trinkwasser genutzt wird, kann eine Beeinträchtigung oder Gefährdung des Verbrauchers auftreten.

Stoffe aus einem defekten Apparat können bei Störungen (z. B. Druckmangel, Rohrbruch) zurückfließen und nach Behebung dieser Störung in dem Trinkwasser, das der Verbraucher entnimmt, enthalten sein (z. B. ein Apparat, in dem Chemikalien mit Trinkwasser gelöst werden).

Ist die Trinkwasserinstallation mit Systemen zum Transport oder zur Ableitung von Flüssigkeiten unmittelbar verbunden, in denen die Anwesenheit von mikrobiellen oder viruellen Erregern übertragbarer Krankheiten nicht ausgeschlossen werden kann (Flüssigkeitskategorie 5, z.B. Abwasser oder Unterflur-Beregnungsanlagen), kann es durch mikrobiologisches Wachstum zu einer Rückverkeimung der zuführenden Trinkwasserinstallation kommen.

Abbildung 7: Beispiel für eine textlich ausformulierte Analyse möglicher Gefährdungen (Bildschirmablichtung; Auszug)

Das Bewertungssystem mit einer **3 x 3-Matrix** nach BTGA-Leitfaden 2. Auflage wurde in **9 %** (11 Stück) der Gutachten verwendet.

Die dargestellte **4 x 4-Matrix** nach der DFLW-Methode fand in **9 %** (11 Stück) der Gutachten Anwendung.

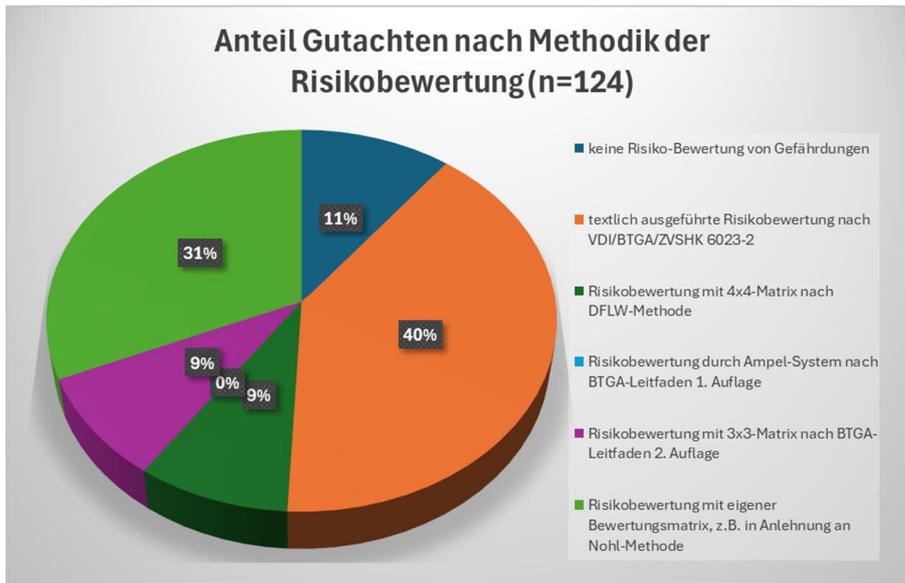


Abbildung 8: Diagramm zur Darstellung der prozentualen Verteilung unterschiedlicher Bewertungsmethoden

Anhand der statistischen Auswertung einer repräsentativen Auswahl von Gutachten zur Gefährdungsanalyse bzw. Risikoabschätzung ist erkennbar, dass sich die allgemeinen Vorbehalte gegen die subjektive Methodik in Anlehnung an eine Bewertungsmatrix nach Nohl zu bestätigen scheinen.

Eine allgemeine Anerkennung der Vorgehensweisen und Methoden nach 3 x 3- oder 4 x 4-Matrix zur Bewertung kann mit einem Anteil von in Summe lediglich 18 % nicht unterstellt werden.

Unterschiedlichste, von den Erstellern der Dokumente selbst erdachte Bewertungssysteme, die nicht in die angebotenen Methodiken der Verbände eingeordnet werden können, stellen mit 31 % den zweitgrößten Anteil dar.

Mit einem Anteil von 40 % macht jedoch die textliche Darstellung der Gefährdungen und Risiken ohne unterstützende grafische Elemente und Matrizen nach VDI/BTGA/ZVSHK 6023-2 den größten Anteil der gesichteten Dokumente aus.

Innerhalb der Gruppe der Ersteller von gutachterlichen Bewertungen ist daher eine überwiegend einheitliche Vorgehensweise, die als allgemein fachlich anerkannt angesehen werden könnte, derzeit nicht erkennbar oder zu argumentieren.

## Vorstellung eines neuen Systems zur Bewertung von Schäden und Risiken

Im Rahmen einer Risikoabschätzung sind auf der Grundlage betriebs-/technischer Mängel mögliche Gefährdungen zu identifizieren und zu bewerten sowie denkbare Ereignisse, die zu einem konkreten Eintreten einer Gefahr führen können, zu ermitteln. Die hygienisch-technische Bewertung einer Trinkwasserinstallation muss in einer Gutachtenform erfolgen und kann nicht durch Checklisten oder in standardisierten Tabellenformaten den erforderlichen Informationsgehalt transportieren (*...inhaltlich klar, vollständig und erschöpfend die nachteiligen Folgen und die sich daraus ergebenden Gefahren einer zweifelhaften Ausführungsweise konkret darlegt, ...<sup>36</sup>*).

Mögliche Schäden, die bei einer Gefahrenverwirklichung bzw. einem Risikoeintritt entstehen können, resultieren jedoch nicht allein aus Gesundheitsgefährdungen (mögliche Personenschäden). Auch mögliche Sachschäden durch z.B. Rohrbrüche oder Bildung von Ablagerungen sowie Vermögensschäden durch erhöhte Energie-, Betriebs- oder Personalkosten können erhebliche Ausmaße für den Betreiber annehmen.

Feststellungen im Rahmen der Ortsbesichtigung, die Erläuterungen auf Grundlage der a.a.R.d.T. sowie insbesondere die Ableitung möglicher Gefährdungen und Risiken sowie die empfohlenen Maßnahmen sollten weiterhin nach dem Vorbild der VDI-Richtlinie 6023 Blatt 2 textlich ausführlich dargestellt und begründet werden, um bei den Adressaten der Bewertung - in der Regel fachliche Laien – ein Verständnis und eine Akzeptanz der Notwendigkeit der Maßnahmen zu erreichen.

Im Rahmen der Ableitung von Handlungsempfehlungen ist es jedoch wichtig die Gefährdungen, die bei einer Exposition der Nutzer gegenüber einer möglichen Gefahr zu einem Risiko führen können, vorrangig und unabhängig von einer technischen Umsetzbarkeit zu beseitigen oder zu reduzieren. Das Ergebnis soll somit eine zeitliche Priorisierung der Handlungsempfehlungen mit direktem Bezug zu einem möglichen Gefährdungspotenzial sein.

---

<sup>36</sup> OLG Düsseldorf, Urteil Az. 22 U 41/47 vom 06.10.2017

Aus den Handlungsempfehlungen sollte dann auf Grundlage der Bewertung in einem weiteren Schritt durch den Betreiber zur sicheren Beseitigung der Mängel (vgl. §§ 5, 13 TrinkwV) ein geordneter Maßnahmenplan umgesetzt werden können.

Insgesamt kann die Anwendung einer Risikoeinstufung im Rahmen einer Risikoabschätzung mit Klassifizierung und Bewertung möglicher Risiken entscheidend dazu beitragen, die Gesundheit der Nutzer zu schützen, die Funktions- bzw. Gebrauchstauglichkeit der Anlage zu erhalten und Risiken zu minimieren.

Um die Aussagekraft zu verbessern, wurde die nachfolgende Methodik der Einstufung möglicher Schäden und der Priorisierung der erforderlichen Maßnahmen entwickelt.

Da betriebs-/technische Mängel nicht ausschließlich gesundheitliche Auswirkungen haben müssen, wurde in Anlehnung an etablierte Begriffe aus der Schadensregulierung zunächst nachfolgende eine hierarchische Klassifizierung (Taxonomie) möglicher Schäden erstellt:

- 0 – keine Schäden:** Das Bauteil oder das betrachtete System zeigen derzeit keine Anzeichen, die mögliche Schäden oder einen Funktionsausfall besorgen lassen.
- 1 – Vermögensschäden:** Auf Grund der festgestellten Mängel bestehen erhöhte Energie-, Betriebs- oder Personalkosten bzw. Verbrauchswerte oder sind in Zukunft nicht auszuschließen/zu erwarten.
- 2 – Sachschäden:** Auf Grund der festgestellten Mängel können Sachschäden entstehen; eine eingeschränkte Funktionstauglichkeit bzw. ein Ausfall der Anlage ist zu besorgen. Ein bestimmungsgemäßer Betrieb ist auf Grund der festgestellten Mängel nicht gegeben bzw. erschwert oder kann nicht dauerhaft gewährleistet werden.
- 3 – Personenschäden:** Auf Grund der festgestellten Mängel sind Personenschäden durch nachteilige Veränderungen der Trinkwasserqualität (mikrobiologisch/chemisch) zu besorgen. Es besteht bei einer bestimmungsgemäßen Nutzung ein gesundheitliches Risiko für Verbraucher.

In Abhängigkeit des möglichen Schadensausmaßes ergibt sich in der Konsequenz eine zeitliche Priorisierung der erforderlichen Maßnahmen. Bei der zeitlichen Kategorisierung wurde auf umgangssprachliche Begriffe wie kurz-, mittel-, langfristig verzichtet, um Missverständnisse oder Interpretationen zu minimieren.

Stattdessen werden die nachfolgenden Begriffe genutzt:

**zeitnah:** Zeitnah umzusetzenden Maßnahmen sollten innerhalb weniger Wochen bis maximal ein Jahr nach Erstellung des Gutachtens zur Risikoabschätzung umgesetzt werden.

**umgehend:** Umgehend bedeutet „so schnell wie möglich“ und drückt eine zügige Reaktion aus. Der Begriff ist weniger streng und lässt etwas Spielraum für organisatorische Abläufe oder geringe Verzögerungen. Es ist eine Aufforderung zur Schnelligkeit ohne eine sofortige Handlungspflicht.

**unverzüglich:** Unverzüglich bedeutet „ohne schuldhaftes Zögern“ und hat eine stärkere rechtliche Konnotation. Es erfordert, dass eine Handlung so schnell wie möglich erfolgt, ohne vermeidbare Verzögerungen. Insbesondere wenn auf Grund eines Mangels Personenschäden denkbar sind, betont "*unverzüglich*" die Dringlichkeit stärker als „*umgehend*“ und lässt kaum Raum für Verzögerungen, es sei denn, sie sind unvermeidbar. Unverzügliche Veranlassung bedeutet hier nicht *sofort*, aber innerhalb einer nach den Umständen des Einzelfalls zu bemessenden – meist kurzen – Prüfungs- und Überlegungsfrist, siehe § 121 BGB.

Die Begriffe *regelmäßig*, *zeitnah* sowie insbesondere *umgehend* und *unverzüglich* sind u.a. durch die Verwendung in den bereits vorgestellten Unterlagen des BTGA e.V. und des Umweltbundesamts bereits in der Fachwelt etabliert.

Auf dieser Basis ergibt sich in den unterschiedlichen Bewertungsklassen eine zeitliche Priorisierung der Maßnahmen, die nur wenig Spielraum gestattet:

**Bewertungsgruppe 0 (derzeit keine Mängel): grundlegende Maßnahmen**

Grundlegend sind alle **regelmäßigen** Maßnahmen, die für einen bestimmungsgemäßen Betrieb notwendig sind, insbesondere organisatorische oder administrative Maßnahmen. Grundlegende Maßnahmen müssen nicht auf eine Abweichung von den a.a.R.d.T. zurückzuführen sein, sie können vielmehr auch die Weiterführung bereits durchgeführter Maßnahmen, insbesondere der Instandhaltung und Dokumentation, beinhalten.

**Bewertungsgruppe 1 (Vermögensschäden): zeitnah einzuleitende Maßnahmen**

Die **zeitnah** umzusetzenden oder einzuleitenden Maßnahmen sollten innerhalb weniger Wochen bis maximal ein Jahr nach Erstellung des Gutachtens zur Risikoabschätzung abgeschlossen werden. Hierfür muss nicht notwendigerweise eine Kontamination vorgelegen haben; sie können sich auch aus einer systemorientierten Bewertung ergeben.

Hierzu zählen beispielsweise alle Maßnahmen zur Vermeidung etwaiger Vermögensschäden, z.B.

- erhöhte Energie- oder Betriebskosten
- erhöhte Verbrauchskosten
- erhöhte Personalkosten, z.B. für die Umsetzung eines Spülplans

**Bewertungsgruppe 2 (Sachschäden): umgehend einzuleitende Maßnahmen**

**Umgehend** einzuleitende Maßnahmen können beispielsweise zur Vermeidung oder Beseitigung von Sachschäden dienen oder einer eingeschränkten Funktion bzw. einem Funktionsausfall einer Trinkwasserinstallation entgegenwirken, z.B.

- Korrosionserscheinungen,
- falsch eingestellte Wasserbehandlungsmaßnahmen,
- nicht funktionsfähige Bedien- und Regelarmaturen,
- Erstellung einer prozessorientierten Instandhaltungsplanung für alle in die Trinkwasserinstallation eingebauten Komponenten auf der Grundlage von Herstellerangaben und technischen Regelwerken, z.B. DIN EN 806 Teil 5 sowie VDI 3810 Blatt 2/VDI 6023 Blatt 3.

### **Bewertungsgruppe 3 (Personenschäden): unverzüglich einzuleitende Maßnahmen**

Zu den **unverzüglich** einzuleitenden Maßnahmen zur Abwehr von Personenschäden zählt die Beseitigung von Mängeln, die eine unmittelbare Gesundheitsgefährdung besorgen lassen. Hierzu gehören beispielsweise:

- Funktionsprüfung, Einstellung und Instandsetzung von Regulierventilen für den hydraulischen Abgleich, Zirkulationspumpen oder Sicherungseinrichtungen zum Schutz des Trinkwassers
- Prüfung, ggf. Berechnung und Durchführung des hydraulischen Abgleichs von Zirkulationssystemen (PWC-C/PWH-C)
- Neuberechnung der Rohrleitungsdimensionen mit darauffolgender, vollständiger oder teilweiser Erneuerung der Trinkwasserinstallation
- Auslegung und Erneuerung der Trinkwassererwärmungsanlage

Zu den Maßnahmen der Bewertungsgruppe 3 zählen oftmals Maßnahmen, die zwar einer längeren Vorbereitung und ggf. planerischen Vorleistungen bedürfen. Solche Maßnahmen sollten jedoch wegen ihrer hygienischen Relevanz sowie dem auf Grund der Umsetzungszeit verzögerten Erfolg der Maßnahmen (technische Ertüchtigung des Systems) unverzüglich begonnen werden.

### **Sofortmaßnahmen**

Erforderliche Maßnahmen zur **unmittelbaren Gefahrenabwehr** für die Nutzer sind **sofort** umzusetzen. Insbesondere sind folgende Maßnahmen angezeigt:

- unverzügliche Information der Nutzer der betroffenen Trinkwasserinstallation
- gegebenenfalls Nutzungseinschränkungen (z.B. "Duschverbot" oder "Abkochgebot")
- gegebenenfalls Einbau endständiger Filter (siehe DVGW twin Nr. 12)

Verfahrenstechnische Maßnahmen (z.B. Reinigung und/oder Desinfektion) stellen dagegen keine möglichen Sofortmaßnahmen dar, da diese grundsätzlich eine detaillierte Kenntnis der gesamten Trinkwasserinstallation und ggf. bautechnische Vorarbeiten benötigen. Verfahrenstechnische Maßnahmen können daher nicht dem unmittelbaren Gesundheitsschutz dienen.

Tabelle 17: Bewertungssystem mit Taxonomie möglicher Schäden und zeitlichen Vorgaben zur Priorisierung von Maßnahmen in farblicher Hervorhebung

Bewertungsgruppe	Gefährdung	Priorisierung von Maßnahmen
0	<p><b>Keine</b></p> <p>Das Bauteil/das betrachtete System zeigt derzeit keine Anzeichen, die mögliche Schäden oder einen Funktionsausfall besorgen lassen.</p>	Ein bestimmungsgemäßer Betrieb einschließlich <b>regelmäßiger</b> Instandhaltung sowie Dokumentation der Maßnahmen ist umzusetzen bzw. fortzuführen.
1	<p><b>Vermögensschäden</b></p> <p>Auf Grund der festgestellten Mängel entstehen erhöhte Energie-, Betriebs- oder Personalkosten bzw. Verbrauchswerte oder sind nicht auszuschließen.</p>	Der Bereich/die Bauteile sind <b>zeitnah</b> zu inspizieren und instandzusetzen.
2	<p><b>Sachschäden</b></p> <p>Auf Grund der festgestellten Mängel entstehen Sachschäden, eine eingeschränkte Funktionstauglichkeit bzw. ein Ausfall der Anlage ist zu besorgen.</p> <p>Ein bestimmungsgemäßer Betrieb ist auf Grund der festgestellten Mängel nicht gegeben bzw. erschwert oder kann nicht dauerhaft gewährleistet werden.</p>	<p>Die festgestellten Mängel erfordern eine <b>umgehende</b> Instandsetzung.</p> <p>Das Anlagenbuch mit den erforderlichen Unterlagen ist ggf. zu erstellen und aktualisiert vorzuhalten.</p>
3	<p><b>Personenschäden</b></p> <p>Auf Grund der festgestellten Mängel sind Personenschäden durch nachteilige Veränderungen der Trinkwasserqualität (mikrobiologisch/chemisch) zu besorgen.</p> <p>Es besteht bei einer bestimmungsgemäßen Nutzung ein <b>Risiko</b> für Verbraucher</p>	<p>Die festgestellten Mängel erfordern die <b>unverzügliche</b> Instandsetzung bzw. Einleitung von nachhaltigen bzw. systemischen Maßnahmen oder einer technischen Verbesserung.</p>
		Abhängig von Art und Höhe einer festgestellten mikrobiologischen oder chemischen Konzentration sind ggf. <b>Sofortmaßnahmen</b> zur Kompensation eines Risikos für Nutzer der Anlage zu ergreifen.

Das 4-stufige Bewertungssystem kann zudem als visuelles Hilfsmittel dienen, um das mögliche Schadensausmaß bei einer Gefahrenverwirklichung und auf farbpsychologischen Grundlagen die Maßnahmenpriorität in einer intuitiven, leicht verständlichen Form darzustellen, da die Bewertungsgruppen auch optisch hervorgehoben werden. Grün werden die Maßnahmen dargestellt, für die kein konkretes Schadensausmaß definiert werden kann, die jedoch als sinnvoll oder empfohlen betrachtet werden. Blau und Gelb sind in der Regel höhere Prioritäten. Rot markiert Maßnahmen, die auf Grund von möglichen Personenschäden als hohe Priorität eingestuft werden.

## grundlegende Maßnahmen

0

- Raumbuch nachträglich durch fachkompetente Stelle erstellen lassen und im Anlagenbuch aktualisiert vorhalten.
- Zukünftige Änderungen und Sanierungsmaßnahmen zeitnah in Zeichnungen übernehmen (Änderungsdienst).

## zeitnah umzusetzende Maßnahmen

1

- Betreiberpersonal vor Ort einweisen, alternativ Schulung des Personals nach VDI-MT 6023 Blatt 4 Kat. FM
- Einfache Zugänglichkeit zu den einzelnen Bauteilen und zu sämtlichen Entnahmestellen ist permanent herzustellen.

## umgehend einzuleitende Maßnahmen

2

- Betriebsanleitung und Instandhaltungsplanung erstellen und umsetzen; alle Bauteile regelmäßig durch Installationsunternehmen inspiziert, auf Funktion prüfen und ggf. instand setzen lassen
- Systematische, prozessorientierte Instandhaltungsplanung erarbeiten und umsetzen; Instandhaltungsvertrag abzuschließen und über Instandhaltungsmaßnahmen Betriebsbuch führen

## unverzüglich einzuleitende Maßnahmen

3

- Nicht mehr benötigte Entnahmestellen und Leitungsteile entweder regelmäßig nutzen oder vollständig rückstandsfrei entfernen
- konstruktive Stagnationsleitungen rückstandsfrei entfernen
- Trinkwassererwärmungsanlage mit zirkulierendem System auf Grundlage Nutzungskonzept ersatzlos entfernen; Versorgung einzelner Entnahmestellen durch dezentrale Elektro-Durchlauferhitzer bzw. Kleinspeicher zur Einzelplatz- oder Gruppenversorgung bzw.
  - alternativ TWE samt Leitungen vollständig instand setzen;
  - nach Rückbau ggf. verbleibende Leitungen hydraulischen Abgleich im zirkulierenden System allgemein<sup>9</sup> herstellen hierzu

Abbildung 9: Beispiel Zusammenfassung Handlungsempfehlungen mit Priorisierung im Rahmen einer Risikoabschätzung

Geeignete Maßnahmen zu den jeweils individuell festgestellten Mängeln ergeben sich u.a. aus den Arbeitsblättern der Reihe DVGW W 551. Hierbei wird zwischen folgenden Maßnahmen unterschieden:

- betriebstechnische Maßnahmen (z. B. Stell-, Steuer-, Regler-Einstellung z. B. der Temperaturen, Zirkulationspumpen)
- verfahrenstechnische Maßnahmen (z. B. Reinigung, gegebenenfalls thermische oder chemische Anlagen-Desinfektion)

- bautechnische Maßnahmen (z. B. Arbeiten an Leitungen, Armaturen)
- organisatorische Maßnahmen (z. B. Spülplan, Probenahmeplanung, Instandhaltungs- oder Hygieneplan)

Auf Basis der Priorisierung im Rahmen der Bewertung von Gefährdungen lässt der Betreiber in eigener Verantwortung ein Konzept zur Beseitigung der Ursachen und zur Sanierung der Trinkwasserinstallation erarbeiten. Dieses Sanierungskonzept ist nicht Teil der Risikoabschätzung, gehört aber zu den Maßnahmen, die der Betreiber nach TrinkwV durchzuführen hat.

## Fazit

Die vorgestellte Methodik zur Bewertung möglicher Risiken auf Grund von betriebs-/technischen Mängeln stellt eine Weiterentwicklung vorhandener Methoden dar und wird zu einer wesentlichen Vereinfachung in der reaktiven Bewertung von Risiken auf Grund festgestellter Mängel oder manifestierter Schäden führen.

Eine Trinkwasserinstallation ist ein sehr komplexes hydraulisches System. Je nach Größe und Komplexität der Anlage beinhaltet eine GWVA innerhalb des Leitungssystems hunderte von Komponenten, Armaturen oder Apparaten und ist in ihrem hygienisch-technischen Leistungsverhalten einer nicht zu beziffernden Anzahl von Abhängigkeiten und Zusammenhängen der einzelnen Einflussgrößen unterworfen.

Bislang angebotene Methoden der Bewertung mittels Matrizen, die ihren Ursprung in Management-Systemen zur Bewertung potenzieller Risiken hatten, sind für Trinkwasserinstallationen daher nicht zielführend oder in der gebotenen Detailtiefe nur mit einem unverhältnismäßig hohen Aufwand konkret adaptierbar.

Die subjektive Einschätzung der Eintrittswahrscheinlichkeit und der Auswirkungen von Risiken muss zwangsläufig dem persönlichen Empfinden des Erstellers der Risikoabschätzung entsprungen sein, was zu einer bewussten oder unbewussten Verzerrung in der Risikobewertung führen kann. Weiterhin führen subjektive Bewertungen in Risikomatrizen zu einer inakzeptablen Vereinfachung und Pauschalisierung.

Die vorgestellte Methode zur Einstufung unterschiedlicher Schäden, in einer eindeutigen Klassifizierung mit Vorgaben konkreter Umsetzungszeiträume, vereint die Vorteile der anderen Matrizes, ohne dabei jedoch die Objektivität der Bewertung zu verlieren. Die subjektive und kaum reproduzierbare Einschätzung einer Eintrittswahrscheinlichkeit kann hierdurch vollständig vermieden werden.

Das 4-stufige Bewertungssystem kann zudem als visuelles Hilfsmittel dienen, um das mögliche Schadensausmaß bei einer Gefahrenverwirklichung sowie um die Maßnahmenpriorität auf farbpsychologischen Grundlagen in einer intuitiv verständlichen Form darzustellen.

Durch den Bezug auch auf Sach- und Vermögensschäden können Risikoabschätzungen auch mögliche weitere Schadensereignisse abbilden, die bislang dem Auftraggeber (durch den häufigen Fokus auf Personenschäden) nur sekundär geboten werden, die jedoch Grundlage für wesentliche Entscheidungen oder Investitionen sein können (Sach- und Vermögensschäden).

Auf eine individuelle Abstufung von Personenschäden nach dem Beispiel von Nohl aus dem Bereich der Arbeitssicherheit<sup>37</sup> wurde bewusst verzichtet, da gemäß IfSG die Besorgnis einer Gesundheitsschädigung – egal in welcher Ausprägung – grundsätzlich nicht zu besorgen sein darf (Vorsorgeprinzip).

Die simple Einordnung individueller Mängel in einem vierstufigen Bewertungssystem wurde bereits durch mehrere Sachverständige und deren Auftraggeber in der Praxis erprobt. Die Methodik ist demzufolge einfach anwendbar sowie in bestehende Strukturen implementierbar und bietet den Vorteil einer eindeutigen Nachvollziehbarkeit der Bewertung, was eine erhöhte Rechtssicherheit für den Ersteller des Gutachtens bietet, der generell einer werkvertraglichen Haftung unterliegt:

Geschuldet wird nicht nur eine Bemühung des beklagten Sachverständigen durch Unterstützung des Auftraggebers, sondern eine Prüfung und – das ist das zentrale Erfolgselement – eine Mangelfeststellung und -bewertung nach Sichtprüfung. Der beklagte Sachverständige hatte das Ergebnis seiner Untersuchung – seine Beurteilung – dem Auftraggeber mündlich oder schriftlich im Rahmen eines Protokolls der Ortsbesichtigung mitzuteilen. Damit entspricht der Vertrag in den streitgegenständlichen Leistungsanforderungen einem Begutachtungsauftrag, der regelmäßig als Werkvertrag zu qualifizieren ist.<sup>38</sup>

Durch die Anwendung der bereits etablierten Begriffe *regelmäßig*, *zeitnah*, *umgehend* und *unverzüglich*, mit entsprechenden Zeiträumen als Vorgaben zur Umsetzung, kann jeder Interpretation vorgebeugt werden.

---

<sup>37</sup> Nohl, Thiemecke: Systematik zur Durchführung von Gefährdungsanalysen. Hrsg.: Bundesanstalt für Arbeitsschutz. Fb Nr. 536. Dortmund 1988

<sup>38</sup> OLG Nürnberg, Urteil vom 28.05.2020, Az. 13 U 56/19

Gleichzeitig ist die Einstufung in das vorgestellte Bewertungssystem auch für fachliche Laien als Adressaten der Gutachten einfach verständlich und in einem zeitlich gestaffelten Sanierungsplan umsetzbar.

## Literaturverzeichnis

- Arenz, Müller und. *Sichere Lagerung gefährlicher Stoffe: von der Theorie zur Praxis*. 6. Auflage. Heidelberg, München, Landsberg, Frechen, Hamburg: Hüthing Jehle Rehm, 2011.
- Bayerisches Staatsministerium für Gesundheit und Pflege. *Fragen und Antworten zur Trinkwasserverordnung (TrinkwV) in der Fassung der Bekanntmachung vom 10. März 2016 (BGBl. I S. 459) die zuletzt durch Artikel 1 der Verordnung zur Neuordnung trinkwasserrechtlicher Vorschriften vom 03. Januar 2018 (BGBl. I S. 99)*. FAQ, 30: Juli, 2019.
- „BGB - Bürgerliches Gesetzbuch in der Fassung der Bekanntmachung vom 02. Januar 2002.“ *zuletzt geändert durch Artikel 24 des Gesetzes vom . 16. Juli 2024*.
- Bundesindustrieverband technische Gebäudeausrüstung e.V. *Gefährdungsanalyse für Trinkwasser-Installationen*. Bonn, 2015.
- . *Praxisleitfaden Gefährdungsanalyse in Trinkwasser-Installationen*. Bonn: BTGA eV., figawa e.V., 2019.
- „Bundesrat Drucksache 530/10.“ *Erste Verordnung zur Änderung der Trinkwasserverordnung*. 02. September 2010.
- Deutscher Fachverband für Luft- und Wasserhygiene e.V. *Seminar Gefährdungsanalyse in Trinkwasser-Installationen (Skript)*. 2013.
- Diedrichs, Marc. *Risikomanagement und Risikocontrolling*, 3. Auflage. München: Vahlen Verlag, 2012.
- „DIN 1988 technische Regeln für Trinkwasser-Installationen.“ *Teil 200: Planung*. Beuth Verlag, 2012.
- „DIN 1988 technische Regeln für Trinkwasser-Installationen.“ *Teil 500: Druckerhöhungsanlagen*. Beuth Verlag, 2021.
- „DIN 1988 Technische Regeln für Trinkwasserinstallationen.“ *Teil 300: Berechnung*. Berlin: Beuth Verlag, 2012.
- „DIN EN 15975 Sicherheit der Trinkwasserversorgung – Leitlinien für das Risiko- und Krisenmanagement.“ *Teil 2: Risikomanagement*. Berlin: Beuth Verlag, Dezember 2013.
- „DIN EN 806 technische Regeln für Trinkwasser-Installationen.“ *Teil 5: Betrieb und Wartung*. Berlin: Beuth Verlag, April 2012.
- „DIN ISO 31000 Risikomanagement - Leitlinien.“ Berlin: Beuth Verlag, 10 2018.
- „DVGW Hinweis W 1001 Sicherheit in der Trinkwasserversorgung - Risiko- und Krisenmanagement.“ Bonn: DVGW e.V., August 2008.
- „DVGW W 551 (A)“ *Trinkwassererwärmungs- und Leitungsanlagen; technische Maßnahmen zur Verminderung des Legionellenwachstums; Planung*,

*Errichtung, Betrieb und Sanierung von Trinkwasser-Installationen.* Bonn: DVGW e.V., April 2004.

„GG - Grundgesetz der Bundesrepublik Deutschland.“ *in der im Bundesgesetzblatt Teil III, Gliederungsnummer 100-1, veröffentlichten bereinigten Fassung (BGBl. I S. 2478)*. 19. Dezember 2022.

Gleißner, Werner. *Grundlagen des Risikomanagements im Unternehmen. 2. Auflage.* München: Vahlen Verlag, 2011.

„IfSG - Infektionsschutzgesetz.“ *vom Juli 2000 (BGBl. I S. 42, 2909; 2003 I S. 738), zuletzt geändert durch Art. 24 d. Gesetzes vom. 16. 07. 2024.*

Nohl, Thiemecke. *Systematik zur Durchführung von Gefährdungsanalysen. Hrsg.: . Fb Nr. 536.* Dortmund: Bundesanstalt für Arbeitsschutz, 1988.

Robert-Koch-Institut (RKI). *Fachwörterbuch Infektionsschutz und Infektionsepidemiologie.* Berlin, 2015.

„TrinkwV - Zweite Verordnung zur Novellierung der Trinkwasserverordnung vom.“ 20. Juni 2023.

Umweltbundesamt. *Das Water Safety Plan (WSP)-Konzept für Gebäude.* 2020.

—. *Das Water-Safety-Plan-Konzept: Ein Handbuch für kleine Wasserversorger.* 2014.

—. „Empfehlung zur periodischen Untersuchung auf Legionellen in zentralen Erwärmungsanlagen der Hausinstallation, aus denen Wasser für die Öffentlichkeit bereit gestellt wird, 2006.“ *Aktualisierung m. UBA-Empfehlung v. 14.01.2021.* 14. Januar 2021.

—. „Empfehlungen für die Durchführung einer Gefährdungsanalyse.“ *Maßnahmen bei Überschreitung des technischen Maßnahmenwertes für Legionellen; Bundesgesundheitsbl 2023 · 66:218–223.* 14. Dezember 2012.

Verein Deutscher Ingenieure e.V. „VDI/BTGA/ZVSHK 6023 Hygiene in Trinkwasser-Installationen.“ *Blatt 2: Gefährdungsanalyse.* Düsseldorf, Januar 2018.

W. Gleißner, F. Romeike. „Die größte anzunehmende Dummheit im Risikomanagement.“ *Risk, Compliance & Audit.* 2011.

## Internetquellen

Bundesamt für Strahlenschutz. 10. September 2024.

<https://www.bfs.de/SharedDocs/FAQs/BfS/DE/ion/ion/alara.html> (Zugriff am 04. Januar 2025).

JuraForum. 26. März 2024.

<https://www.juraforum.de/lexikon/mangel#:~:text=Ein%20Mangel%20bedeutet%20juristisch%2C%20dass,explizit%20zwischen%20Sach%2D%20und%20Rechtsmangel> (Zugriff am 04. Januar 2025).

*JuraWiki*. 20. Januar 2008.

<https://www.jurawiki.de/DefinitionGefahr#:~:text=Gefahr%20ist%20eine%20Sachlage%2C%20in,Sicherheit%20oder%20Ordnung%20eintreten%20wird.> (Zugriff am 04. Januar 2025).

Tran, Diana. *shiftbase*. 19. November 2024.

<https://www.shiftbase.com/de/lexikon/risikomatrix#:~:text=Die%20Risikomatrix%20nach%20Nohl%20ist, Eintrittswahrscheinlichkeit%20und%20Auswirkungen%20systematisch%20organisiert> (Zugriff am 04. Januar 2025).

*U.S. Centers for disease control and prevention*. 26. Februar 2024.

<https://www.cdc.gov/radiation-health/safety/alara.html> (Zugriff am 04. Januar 2025).

*U.S. National Human Genome Research Institut*. 04. Januar 2025.

<https://www.genome.gov/genetics-glossary/Susceptibility> (Zugriff am 04. Januar 2025).

## Rechtsprechung

11 U 878/01 (Oberlandesgericht Dresden, 17. Juli 2002).

W6/S 14.485 (Bayrisches Verwaltungsgericht Würzburg, 14. Juli 2014).

22 U 41/47 (Oberlandesgericht Düsseldorf, 06. Oktober 2017).

14 U 81/23 (Oberlandesgericht Celle, 06. März 2024).

13 U 56/19 (Oberlandesgericht Nürnberg, 28. Mai 2020).