

W H O

Guidelines for Drinking Water Quality

3. Auflage, September 2004

Kapitel 4: Water Safety Plans

Synopse Englisch / Deutsch

30. März 2005

Bei dieser Übersetzung handelt es sich nicht um eine von der WHO autorisierte deutsche Fassung. Die Übersetzung soll in erster Linie als Hintergrundinformation und zu Vereinheitlichung der deutschen Begriffe in der Diskussion um „Water Safety Plans“ dienen.¹

¹ In diesem Zusammenhang wird auf das BMGS-Projekt „Konsequenzen der neuen WHO-Trinkwasserleitlinien für die EG-Trinkwasserrichtlinie und die Trinkwasserhygiene in Deutschland“ hingewiesen, das sich u.a. auch zum Ziel gesetzt hat die treffendsten deutschen Begriffe herauszuarbeiten.

CONTENT

4.1 System assessment and design

- 4.1.1 New systems
- 4.1.2 Collecting and evaluating available data
- 4.1.3 Resource and source protection
- 4.1.4 Treatment
- 4.1.5 Piped distribution systems
- 4.1.6 Non-piped, community and household systems
- 4.1.7 Validation
- 4.1.8 Upgrade and improvement

4.2 Operational monitoring and maintaining control

- 4.2.1 Determining system control measures
- 4.2.2 Selecting operational monitoring parameters
- 4.2.3 Establishing operational and critical limits
- 4.2.4 Non-piped, community and household systems

4.3 Verification

- 4.3.1 Verification of microbial quality
- 4.3.2 Verification of chemical quality
- 4.3.3 Water sources
- 4.3.4 Piped distribution systems
- 4.3.5 Verification for community-managed supplies
- 4.3.6 Quality assurance and quality control

4.4 Management procedures for piped distribution systems

- 4.4.1 Predictable incidents (“deviations”)
- 4.4.2 Unforeseen events
- 4.4.3 Emergencies
- 4.4.4 Closing supply, water avoidance and boil water orders
- 4.4.5 Preparing a monitoring plan
- 4.4.6 Supporting programmes

4.5 Management of community and household water supplies

4.6 Documentation and communication

INHALT

4.1 Systembewertung und Systemauslegung

- 4.1.1 Neue Systeme
- 4.1.2 Sammeln und Auswerten verfügbarer Daten
- 4.1.3 Ressourcenschutz
- 4.1.4 Aufbereitung
- 4.1.5 Leitungsgebundene Wasserverteilungssysteme
- 4.1.6 Nicht leitungsgebundene Gemeinschafts- und Eigenwasserversorgungssysteme
- 4.1.7 Validierung
- 4.1.8 Ausbau und Verbesserung

4.2 Betriebliche Überwachung und Beherrschung von Gefährdungen

- 4.2.1 Festlegung von Maßnahmen zur Beherrschung von Gefährdungen
- 4.2.2 Auswahl von betrieblichen Überwachungsparametern
- 4.2.3 Festlegen von betrieblichen und kritischen Einschreitwerten
- 4.2.4 Nicht leitungsgebundene Gemeinschafts- und Eigenwasserversorgungssysteme

4.3 Verifizierung

- 4.3.1 Verifizierung der mikrobiologischen Qualität
- 4.3.2 Verifizierung der chemischen Qualität
- 4.3.3 Rohwasserressourcen
- 4.3.4 Leitungsgebundene Wasserverteilungssysteme
- 4.3.5 Verifizierung von Gemeinschaftswasserversorgungssystemen
- 4.3.6 Qualitätssicherung und Qualitätskontrolle

4.4 Managementabläufe für leitungsgebundene Wasserverteilungssysteme

- 4.4.1 Vorhersehbare Störfälle („Abweichungen“)
- 4.4.2 Unvorhergesehene Störfälle
- 4.4.3 Notfälle
- 4.4.4 Unterbrechung der Versorgung, Anordnungen zum Umgang mit dem Trinkwasser (u.a. Abkochen des Wassers)
- 4.4.5 Aufstellen eines Überwachungskonzeptes
- 4.4.6 Unterstützende Programme

4.5 Management von Gemeinschafts- und Eigenwasserversorgungen

4.6 Dokumentation und Kommunikation

The most effective means of consistently ensuring the safety of a drinking-water supply is through the use of a comprehensive risk assessment and risk management approach that encompasses all steps in water supply from catchment to consumer. In these Guidelines, such approaches are termed *water safety plans* (WSPs). The WSP approach has been developed to organize and systematize a long history of management practices applied to drinking-water and to ensure the applicability of these practices to the management of drinking-water quality. It draws on many of the principles and concepts from other risk management approaches, in particular the multiple-barrier approach and HACCP (as used in the food industry).

This chapter focuses on the principles of WSPs and is not a comprehensive guide to the application of these practices. Further information on how to develop a WSP is available in the supporting document *Water Safety Plans* (section 1.3).

Some elements of a WSP will often be implemented as part of a drinking-water supplier's usual practice or as part of benchmarked good practice without consolidation into a comprehensive WSP. This may include quality assurance systems (e.g., ISO 9001:2000). Existing good management practices provide a suitable platform for integrating WSP principles. However, existing practices may not include system-tailored hazard identification and risk assessment as a starting point for system management. WSPs can vary in complexity, as appropriate for the situation. In many cases, they will be quite simple, focusing on the key hazards identified for the specific system. The wide range of examples of control measures given in the following text does not imply that all of these are appropriate in all cases. WSPs are a powerful tool for the drinking-water supplier to manage the supply safely. They also assist surveillance by public health authorities.

Die wirksamste Art, die gleich bleibende Sicherheit einer Trinkwasserversorgung zu gewährleisten, ist der Einsatz einer umfassenden Vorgehensweise bestehend aus Risikobewertung und Risikomanagement, die alle Stadien der Wasserversorgung vom Einzugsgebiet bis zum Verbraucher umfasst.

In diesen Richtlinien wird eine solche Vorgehensweise *Trinkwasser-Sicherheitskonzept* (TWSK) genannt. Die TWSK-Vorgehensweise wurde entwickelt, um vielfältigen Managementpraktiken, die auf Trinkwasser angewendet werden, zu organisieren und zu systematisieren, und um die Anwendbarkeit dieser Praktiken auf das Management der Trinkwasserbeschaffenheit zu gewährleisten. Die Richtlinie zieht viele der Grundsätze und Konzepte anderer Risikomanagementmethoden heran, besonders die des Multi-Barrieren-Systems und des HACCP-Konzeptes¹ (wie es in der Lebensmittelindustrie angewandt wird).

Dieses Kapitel konzentriert sich auf die Grundsätze eines TWSK und stellt keinen umfassenden Leitfaden zur Anwendung dieser Praktiken dar. Weitergehende Informationen zur Entwicklung eines TWSK sind im ergänzenden Dokument *Trinkwasser-Sicherheitskonzept* (Abschnitt 1.3) verfügbar.

Einige Elemente eines TWSK werden oft in der üblichen Praxis eines Trinkwasserversorgers umgesetzt, oder sind Teile der guten Praxis, ohne dass sie zu einem umfassenden TWSK zusammengefasst werden. Dies kann Qualitätssicherungsmethoden umfassen (z.B. ISO 9001:2000). Bestehende gute Managementpraktiken stellen eine geeignete Plattform zur Einbindung von TWSK-Grundsätzen dar. Es ist jedoch möglich, dass bestehende Praktiken keine auf das jeweilige System zugeschnittene Gefährdungsanalyse und Risikobewertung als Ausgangspunkt für die Betriebsführung enthalten. TWSK können, der jeweiligen Situation angemessen, eine unterschiedlich hohe Komplexität aufweisen. In vielen Fällen werden sie recht einfach sein, und sich auf die relevanten Gefährdungen konzentrieren, die für ein bestimmtes System ermittelt wurden. Die große Zahl von beispielhaften Maßnahmen zur Beherrschung von Gefährdungen, die im folgenden Text beschrieben werden, bedeutet nicht, dass alle diese Beispiele auch in allen Fällen angebracht sind. Für den Trinkwasserversorger sind TWSK ein leistungsstarkes Werkzeug, um die Versorgung auf sichere Art und Weise

¹ Hazard Analysis Critical Control Point: Gefahrenanalyse und kritische Steuerungspunkte
12.04.2005 / Ca

WSPs should, by preference, be developed for individual drinking-water systems. However, for small systems, this may not be realistic, and either specified technology WSPs or model WSPs with guides for their development are prepared. For smaller systems, the WSP is likely to be developed by a statutory body or accredited third party organization. In these settings, guidance on household water storage, handling and use may also be required. Plans dealing with household water should be linked to a hygiene education programme and advice to households in maintaining water safety.

A WSP has three key components, which are guided by health-based targets (see chapter 3) and overseen through drinking-water supply surveillance (see chapter 5).

They are:

- system assessment to determine whether the drinking-water supply chain (up to the point of consumption) as a whole can deliver water of a quality that meets health-based targets. This also includes the assessment of design criteria of new systems;
- identifying control measures in a drinking-water system that will collectively control identified risks and ensure that the health-based targets are met. For each control measure identified, an appropriate means of *operational monitoring* should be defined that will ensure that any deviation from required performance is rapidly detected in a timely manner; and
- management plans describing actions to be taken during normal operation or incident conditions and documenting the system assessment (including upgrade and improvement), monitoring and communication plans and supporting programmes.

zu handhaben. Sie unterstützen auch die Überwachung durch die Gesundheitsbehörden.

TWSK sollten vorzugsweise für einzelne Trinkwasserversorgungssysteme entwickelt werden. Für kleine Systeme mag eine solche Vorgehensweise jedoch nicht realistisch sein, und es werden entweder TWSK mit vorgegebenen Techniken oder Muster-TWSK mit Anleitungen zu ihrer weiteren Entwicklung erstellt. Es ist wahrscheinlich, dass TWSK für kleinere Systeme von einer öffentlich-rechtlichen Anstalt oder einem akkreditierten Dritten entwickelt werden. Es ist möglich, dass in diesem Rahmen auch Beratung im Hinblick auf die Speicherung, den Transport und die Verwendung von Wasser für den Haushaltsbedarf erforderlich ist. Konzepte, die sich mit der Nutzung von Trinkwasser in Haushalten befassen, sollten mit einem Hygieneschulungsprogramm und Beratung von Haushalten im Hinblick auf die Aufrechterhaltung der Wasserhygiene verknüpft werden.

Ein TWSK weist drei Schlüsselemente auf, die von gesundheitsbezogenen Zielen geleitet werden (siehe Kapitel 3) und von der Gesundheitsaufsicht überwacht werden (siehe Kapitel 5).

Diese sind:

- Bewertung des Wasserversorgungssystems, um zu ermitteln, ob die Trinkwasserversorgungskette (bis zum Verbraucher) insgesamt in der Lage ist, Wasser einer Güte zu liefern, das den gesundheitsbezogenen Zielen entspricht. Dies umfasst auch die Bewertung von Auslegungskriterien für neue Anlagen.
- Festlegung von Maßnahmen zur Beherrschung von Gefährdungen in einem Trinkwasserversorgungssystem, die sowohl ermittelte Gefährdungen beherrschen als auch gewährleisten, dass die gesundheitsbezogenen Zielen eingehalten werden. Für jede festgelegte Steuerungsmaßnahme sollte ein angemessenes Mittel zur *betrieblichen Überwachung* bestimmt werden, das gewährleistet, dass jegliche Abweichung von den vorgeschriebenen Leistungsmerkmalen rasch und rechtzeitig entdeckt wird; und
- Managementkonzepte, welche die im normalen Betrieb oder bei Störfällen zu ergreifenden Maßnahmen beschreiben, und die Systembewertungs- (einschließlich Ausbau und Verbesserung), Überwachungs- und Kommunikationskonzepte und unterstützende Programme dokumentieren.

The primary objectives of a WSP in ensuring good drinking-water supply practice are the minimization of contamination of source waters, the reduction or removal of contamination through treatment processes and the prevention of contamination during storage, distribution and handling of drinking-water. These objectives are equally applicable to large piped drinking-water supplies, small community supplies and household systems and are achieved through:

- development of an understanding of the specific system and its capability to supply water that meets health-based targets;
- identification of potential sources of contamination and how they can be controlled;
- validation of control measures employed to control hazards;
- implementation of a system for monitoring the control measures within the water system;
- timely corrective actions to ensure that safe water is consistently supplied; and
- undertaking verification of drinking-water quality to ensure that the WSP is being implemented correctly and is achieving the performance required to meet relevant national, regional and local water quality standards or objectives.

A WSP comprises, as a minimum, the three essential actions that are the responsibility of the drinking-water supplier in order to ensure that drinking-water is safe. These are:

- **a system assessment;**
- **effective operational monitoring; and**
- **management.**

For the WSP to be relied on for controlling the hazards and hazardous events for which it was set in place, it needs to be supported by accurate and reliable technical information. This process of obtaining evidence that the WSP is effective is known as *validation*. Such information could be obtained from relevant industry bodies, from

Die Hauptziele eines TWSK, um eine gute Trinkwasserversorgung zu gewährleisten, bestehen aus einer Minimierung der Verschmutzung des Rohwassers, der Reduzierung oder Beseitigung von Verunreinigungen durch Aufbereitungsmethoden und dem Vermeiden von Verschmutzungen während der Speicherung, Verteilung und dem Transport von Trinkwasser. Diese Zielsetzung trifft gleichermaßen auf große, leitungsgebundene Trinkwasserversorgungen, kleine Gruppen- und Einzelwasserversorgungssysteme zu, und wird erzielt durch:

- Entwicklung eines Verständnisses für das spezifische Versorgungssystem und seine Fähigkeit, Wasser zu liefern, das den gesundheitsbezogenen Zielen entspricht;
- Ermittlung des Ursprungs möglicher Verunreinigungen und wie diese beherrscht werden können;
- Validierung von Maßnahmen zur Beherrschung von Gefährdungen, die eingesetzt werden, um Gefährdungen zu beherrschen;
- Einführung einer Methode zur Überwachung der Maßnahmen zur Beherrschung von Gefährdungen innerhalb des Wasserversorgungssystems;
- Rechtzeitige Korrekturmaßnahmen um zu gewährleisten, dass sicheres Trinkwasser gleich bleibend geliefert wird und
- Überprüfung der Trinkwasserbeschaffenheit, um zu gewährleisten, dass das TWSK korrekt ausgeführt wird und die Leistungsmerkmale erreicht, die nötig sind, um die entsprechenden nationalen, regionalen und örtlichen Normen oder Vorgaben bezüglich der Wassergüte einzuhalten.

Ein TWSK umfasst mindestens die drei wesentlichen Maßnahmen, die in die Verantwortung des Trinkwasserversorgers fallen, um zu gewährleisten, dass Trinkwasser sicher ist:

- **Eine Systembewertung**
- **Wirksame Betriebliche Überwachung; und**
- **Management.**

Damit man sich auf das TWSK zur Beherrschung der Gefährdungen und gefährdende Ereignisse, für die es eingeführt wurde, verlassen kann, muss es durch genaue und verlässliche technische Informationen gestützt werden. Diesen Vorgang, bei dem Beweise dafür eingeholt werden, dass das TWSK wirksam ist, bezeichnet man als *Validierung*.

partnering and benchmarking with larger authorities (to optimize resource sharing), from scientific and technical literature and from expert judgement. Assumptions and manufacturer specifications for each piece of equipment and each barrier need to be validated for each system being studied to ensure that the equipment or barrier is effective in that system. System-specific validation is essential, as variabilities in water composition, for instance, may have a large impact on the efficacy of certain removal processes.

Figure 4.1 Overview of the key steps in developing a water safety plan (WSP) (see annex)

Validation normally includes more extensive and intensive monitoring than routine operational monitoring, in order to determine whether system units are performing as assumed in the system assessment. This process often leads to improvements in operating performance through the identification of the most effective and robust operating modes. Additional benefits of the validation process may include identification of more suitable operational monitoring parameters for unit performance.

Verification of drinking-water quality provides an indication of the overall performance of the drinking-water system and the ultimate quality of drinking-water being supplied to consumers. This incorporates monitoring of drinking-water quality as well as assessment of consumer satisfaction.

Where a defined entity is responsible for a drinking-water supply, its responsibility should include the preparation and implementation of a WSP. This plan should normally be reviewed and agreed upon with the authority responsible for protection of public health to ensure that it will deliver water of a quality consistent with the health-based targets.

Where there is no formal service provider, the competent national or regional authority should act as a source of information and guidance

Diese Art der Information kann man von entsprechenden Industriegesellschaften erhalten oder aus einer Partnerschaft oder Vergleich mit größeren Behörden (zur Optimierung der gemeinsamen Nutzung von Ressourcen) oder aber aus wissenschaftlicher und technischer Literatur und aus Beurteilungen durch Sachverständige. Annahmen und Herstellerangaben für jedes Ausrüstungsstück und jede Barriere müssen für jedes untersuchte System bewertet werden, um zu gewährleisten, dass die Ausrüstung oder Barriere in diesem System wirksam ist. Eine system-spezifische Validierung ist unerlässlich, da beispielsweise Schwankungen in der Wasserzusammensetzung große Auswirkungen auf die Wirksamkeit von bestimmten Aufbereitungsverfahren haben können.

Abbildung 4.1 Übersicht der Vorgehensweise bei der Erstellung eines Trinkwasser-Sicherheitskonzepts (TWSK) (siehe Anhang)

Eine Validierung umfasst normalerweise eine weitreichendere und intensivere Überwachung als dies bei der betrieblichen Überwachung üblich ist, um festzustellen, ob Systemeinheiten die Leistung erbringen, die in der Systembewertung angenommen wurde. Dieser Vorgang führt durch die Ermittlung der leistungsfähigsten und stabilsten Betriebsarten oft zu Verbesserungen der Betriebsleistung. Zusätzliche Vorteile des Validierungsverfahrens können die Ermittlung geeigneterer Betriebliche Überwachungsparameter für die Leistung einer Betriebseinheit sein.

Die Verifizierung der Trinkwasserbeschaffenheit liefert einen Hinweis auf die Gesamtleistung des Trinkwasserversorgungssystems und die Güte des Trinkwassers, das an die Verbraucher geliefert wird. Dies umfasst sowohl die Überwachung der Trinkwasserbeschaffenheit als auch eine Bewertung der Kundenzufriedenheit.

Dort wo eine festgelegte Instanz für die Trinkwasserversorgung verantwortlich, sollte die Erstellung und Einführung eines TWSK in ihrer Verantwortung liegen. Dieses Konzept sollte normalerweise mit der Behörde, die für den Schutz der öffentlichen Gesundheit zuständig ist, durchgesprochen und vereinbart werden, um zu gewährleisten, dass sie Wasser einer Güte liefert, die mit den gesundheitsbezogenen Zielen übereinstimmt.

Wo es keinen ausgewiesenen Dienstleister gibt, sollten die zuständigen nationalen oder regionalen Behörden als Quelle für Information dienen

on the adequacy of appropriate management of community and individual drinking-water supplies. This will include defining requirements for operational monitoring and management. Approaches to verification in these circumstances will depend on the capacity of local authorities and communities and should be defined in national policy.

4.1 System assessment and design

The first stage in developing a WSP is to form a multidisciplinary team of experts with a thorough understanding of the drinking-water system involved. Typically, such a team would include individuals involved in each stage of the supply of drinking-water, such as engineers, catchment and water managers, water quality specialists, environmental or public health or hygienist professionals, operational staff and representatives of consumers. In most settings, the team will include members from several institutions, and there should be some independent members, such as from professional organizations or universities.

Effective management of the drinking-water system requires a comprehensive understanding of the system, the range and magnitude of hazards that may be present and the ability of existing processes and infrastructure to manage actual or potential risks. It also requires an assessment of capabilities to meet targets. When a new system or an upgrade of an existing system is being planned, the first step in developing a WSP is the collection and evaluation of all available relevant information and consideration of what risks may arise during delivery of water to the consumer.

Effective risk management requires the identification of potential hazards, their sources and potential hazardous events and an assessment of the level of risk presented by each. In this context:

und Beratung anbieten bezüglich der Eignung einer entsprechenden Betriebsführung für Gemeinschafts- und Eigenwasserversorgungen. Dies beinhaltet auch die Festlegung von Anforderungen an Betriebliche Überwachung und Betriebsführung. Die Vorgehensweise, die unter diesen Umständen zur Verifizierung eingesetzt wird, hängt von der Handlungsfähigkeit der örtlichen Behörden und Gemeinden ab, und sollte in nationalen Richtlinien festgelegt werden.

4.1 Systembewertung und Systemauslegung

Die erste Stufe bei der Erarbeitung eines TWSK besteht darin, ein fachübergreifendes Team aus Experten zusammenzustellen, die über ein gründliches Verständnis des betroffenen Trinkwasserversorgungssystems verfügen. Typischerweise würde ein solches Team Personen umfassen, die an den Prozessen der Trinkwasserversorgung beteiligt sind, wie zum Beispiel Ingenieure, Wasserressourcen-Manager, Spezialisten für die Wasserbeschaffenheit, Experten aus den Bereichen Umwelt, Gesundheitswesen oder Hygiene, Betriebspersonal und Verbrauchervertreter. In den meisten Situationen wird das Team Mitglieder von mehreren Institutionen umfassen, und es sollten auch einige unabhängige Mitglieder teilnehmen, die z.B. aus Berufsgenossenschaften oder von Universitäten stammen.

Eine wirksame Betriebsführung des Trinkwasserversorgungssystems setzt sowohl ein umfassendes Verständnis des Systems und des Umfangs und Ausmaßes eventuell vorhandener Gefährdungen voraus, als auch die Eignung bestehender Verfahren und Infrastrukturen, tatsächliche oder potentielle Gefahren zu bewältigen. Es bedarf auch einer Bewertung des Vermögens, Ziele einzuhalten. Wenn ein neues System oder der Ausbau eines bestehenden Systems geplant werden, besteht der erste Schritt zur Entwicklung eines TWSK in der Sammlung und Auswertung aller verfügbaren, relevanten Informationen und in der Überlegung, welche Art von Gefahren sich während der Anlieferung des Trinkwassers an den Kunden ergeben könnten.

Ein erfolgreiches Risikomanagement erfordert die Ermittlung möglicher Gefährdungen, ihrer Ursachen, möglicher gefährdender Ereignisse und der Bewertung des Gefahrengrads, der von diesen

- a **hazard** is a biological, chemical, physical or radiological agent that has the potential to cause harm;
- a **hazardous event** is an incident or situation that can lead to the presence of a hazard (what can happen and how); and
- **risk** is the likelihood of identified hazards causing harm in exposed populations in a specified time frame, including the magnitude of that harm and/or the consequences. It may often be more efficient to invest in preventive processes within the catchment than to invest in major treatment infrastructure to manage a hazard.

Assessment of the drinking-water system supports subsequent steps in the WSP in which effective strategies for control of hazards are planned and implemented.

The assessment and evaluation of a drinking-water system are enhanced through the development of a flow diagram. Diagrams provide an overview description of the drinking-water system, including characterization of the source, identification of potential pollution sources in the catchment, measures for resource and source protection, treatment processes, storage and distribution infrastructure. It is essential that the representation of the drinking-water system is conceptually accurate. If the flow diagram is not correct, it is possible to overlook potential hazards that may be significant. To ensure accuracy, the flow diagram should be validated by visually checking the diagram against features observed on the ground.

Data on the occurrence of pathogens and chemicals in source waters combined with information concerning the effectiveness of existing controls enable an assessment of whether health-based targets can be achieved with the existing infrastructure. They also assist in identifying catchment management measures, treatment processes and distribution system operating conditions that would reasonably be expected to achieve those targets if improvements are required.

ausgeht. In diesem Zusammenhang bedeutet:

- eine **Gefährdung**: ein biologischer, chemischer, physikalischer oder radiologischer Wirkstoff, der das Potential besitzt, Schaden zu verursachen;
- ein **gefährdendes Ereignis**: ein Störfall oder eine Situation, der/die zum Vorliegen einer Gefährdung führen kann (was kann passieren und wie); und
- ein **Risiko** die Wahrscheinlichkeit, dass ermittelte Gefährdungen Schäden in der dieser Gefährdung ausgesetzten Bevölkerung innerhalb eines bestimmten Zeitrahmens verursachen können, einschließlich des Ausmaßes dieses Schadens und/oder der Folgen.

Eine Bewertung des Trinkwasserversorgungssystems unterstützt die nachfolgende Arbeitsschritte innerhalb des TWSK, während derer wirksame Strategien zur Steuerung von Gefährdungen geplant und eingeführt werden.

Die Bewertung und Beurteilung eines Trinkwasserversorgungssystems werden durch die Aufstellung eines Fließschemas weiter verbessert. Diagramme bieten eine übersichtliche Beschreibung des Trinkwasserversorgungssystems, einschließlich einer Beschreibung der Trinkwasserressourcen, der Ermittlung von möglichen Ausgangspunkten von Verunreinigungen im Einzugsgebiet, Maßnahmen zum Ressourcenschutz, Aufbereitungsverfahren, der Infrastruktur für die Speicherung und Verteilung. Es ist unerlässlich, dass die Darstellung des Trinkwasserversorgungssystems konzeptionell korrekt ist. Wenn das Fließschema nicht genau ist, ist es möglich, dass potentielle Gefährdungen, die bedeutsam sein könnten, übersehen werden. Um die Genauigkeit zu gewährleisten, sollte das Fließschema überprüft werden, indem das Diagramm visuell mit den beobachteten Merkmalen abgeglichen wird.

Daten über das Auftreten von Krankheitserregern und chemischen Stoffen im Rohwasser gemeinsam mit Informationen über die Wirksamkeit bestehender Maßnahmen zur Beherrschung von Gefährdungen ermöglichen eine Bewertung, ob gesundheitsbezogene Ziele mit der bestehenden Infrastruktur eingehalten werden können. Sie helfen auch sowohl bei der Festlegung von Managementmaßnahmen für das Einzugsgebiet als auch von Aufbereitungsverfahren und

<p>It may often be more efficient to invest in preventive processes within the catchment than to invest in major treatment infrastructure to manage a hazard.</p>	<p>Betriebszuständen des Verteilernetzes, von denen vernünftigerweise angenommen werden kann, dass sie diese Ziele erreichen, falls Verbesserungen notwendig sind.</p> <p>Oft erweist es sich als wirtschaftlicher, in vorbeugende Maßnahmen im Einzugsgebiet als in großangelegte Aufbereitungsanlagen zu investieren, um eine Gefährdung zu beherrschen.</p>
<p>To ensure the accuracy of the assessment, it is essential that all elements of the drinking-water system (resource and source protection, treatment and distribution) are considered concurrently and that interactions and influences between each element and their overall effect are taken into consideration.</p>	<p>Um die Genauigkeit der Bewertung zu gewährleisten, ist es unbedingt notwendig, dass alle Elemente des Trinkwasserversorgungssystems (Ressourcenschutz, Aufbereitung und Verteilung) gleichzeitig betrachtet werden, und dass Wechselbeziehungen und Einflussnahme zwischen den einzelnen Elementen und deren Gesamtauswirkungen berücksichtigt werden.</p>
<p>4.1.1 New systems</p> <p>When drinking-water supply sources are being investigated or developed, it is prudent to undertake a wide range of analyses in order to establish overall safety and to determine potential sources of contamination of the drinking-water supply source. These would normally include hydrological analysis, geological assessment and land use inventories to determine potential chemical and radiological contaminants.</p> <p>When designing new systems, all water quality factors should be taken into account in selecting technologies for abstraction and treatment of new resources. Variations in the turbidity and other parameters of raw surface waters can be very great, and allowance must be made for this. Treatment plants should be designed to take account of variations known or expected to occur with significant frequency rather than for average water quality; otherwise, filters may rapidly become blocked or sedimentation tanks overloaded. The chemical aggressiveness of some groundwaters may affect the integrity of borehole casings and pumps, leading to unacceptably high levels of iron in the supply, eventual breakdown and expensive repair work. Both the quality and availability of drinking-water may be reduced and public health endangered.</p>	<p>4.1.1 Neue Systeme</p> <p>Wenn Trinkwasserressourcen untersucht oder entwickelt werden, ist es umsichtig, eine breite Palette von Analysen durchzuführen, um die Qualität der Ressource festzustellen und mögliche Ausgangspunkte von Verunreinigungen der Trinkwasserressource zu ermitteln. Hierzu zählen normalerweise eine hydrologische Analyse, eine geologische Bewertung und Flächennutzungsbestandslisten, um mögliche chemische und radiologische Verunreinigungen zu ermitteln.</p> <p>Bei der Auslegung neuer Trinkwasserversorgungssysteme sollten alle Faktoren, welche die Wasserbeschaffenheit beeinflussen bei der Auswahl der Techniken für die Trinkwassergewinnung und -aufbereitung berücksichtigt werden. Die Trübung und andere Parameter von unbehandeltem Oberflächenwasser können großen Schwankungen unterliegen, und dies gilt es zu berücksichtigen. Aufbereitungsanlagen sollten so ausgelegt werden, dass sie statt einer durchschnittlichen Wasserbeschaffenheit Schwankungen berücksichtigen, von denen man weiß oder erwartet, dass sie mit großer Häufigkeit auftreten. Wenn dies nicht geschieht, können Filter rasch verstopfen oder Absetzbecken überlastet sein. Die chemische Aggressivität des Grundwassers in einigen Gegenden kann den einwandfreien Zustand von Brunnenausbaumaterialien und Pumpen beeinträchtigen und zu unannehmbar hohen Eisenwerten in der Zuleitung, letztendlich zu einem</p>

4.1.2 Collecting and evaluating available data

Table 4.1 provides examples of areas that should normally be taken into consideration as part of the assessment of the drinking-water system. In most cases, consultation with public health and other sectors, including land and water users and all those who regulate activities in the catchment, will be required for the analysis of catchments. A structured approach is important to ensure that significant issues are not overlooked and that areas of greatest risk are identified.

The overall assessment of the drinking-water system should take into consideration any historical water quality data that assist in understanding source water characteristics and drinking-water system performance both over time and following specific events (e.g., heavy rainfall).

Prioritizing hazards for control

Once potential hazards and their sources have been identified, the risk associated with each hazard or hazardous event should be compared so that priorities for risk management can be established and documented. Although there are numerous contaminants that can compromise drinking-water quality, not every hazard will require the same degree of attention.

The risk associated with each hazard or hazardous event may be described by identifying the likelihood of occurrence (e.g., certain, possible, rare) and evaluating the severity of consequences if the hazard occurred (e.g. insignificant, major, catastrophic). The aim should be to distinguish between important and less important hazards or hazardous events. The approach used typically involves a semiquantitative matrix.

Ausfall und teuren Reparaturarbeiten führen. Sowohl die Güte als auch die Verfügbarkeit des Trinkwassers können vermindert und die öffentliche Gesundheit gefährdet werden.

4.1.2 Sammeln und Auswerten verfügbarer Daten

In Tabelle 4.1 werden Beispiele aufgeführt, die normalerweise als Teil der Bewertung des Trinkwasserversorgungssystems berücksichtigt werden sollten. In den meisten Fällen wird eine Rücksprache mit den Gesundheitsbehörden und anderen staatlichen Bereichen, einschließlich den Land- und Wassernutzern und allen denjenigen, welche die Aktivitäten im Einzugsgebiet regulieren, für eine Analyse des Einzugsgebietes notwendig sein. Eine strukturierte Vorgehensweise ist wichtig, um zu gewährleisten, dass wesentliche Sachverhalte nicht übersehen werden, und dass die Gebiete mit dem größten Risiko ermittelt werden.

Die Gesamtbewertung des Trinkwasserversorgungssystems sollte historische Wassergütedaten berücksichtigen, die beim Verständnis der Rohwassereigenschaften und der Leistungsmerkmale des Trinkwasserversorgungssystems sowohl im Zeitablauf als auch nach spezifischen Vorfällen (z.B. heftige Regenfälle) behilflich sein können.

Priorisierung von Gefährdungen zur Steuerung

Nachdem potentielle Gefährdungen und ihre Ausgangspunkte ermittelt worden sind, sollte das mit jeder Gefährdung oder jedem gefährdenden Ereignis verbundene Risiko verglichen werden, damit Prioritäten für das Risikomanagement festgesetzt und dokumentiert werden können. Obwohl es zahlreiche Schadstoffe gibt, welche die Trinkwasserbeschaffenheit gefährden können, wird nicht jede Gefährdung das gleiche Maß an Beachtung verlangen.

Das mit jeder Gefährdung oder jedem gefährdenden Ereignis verbundene Risiko kann beschrieben werden, indem die Wahrscheinlichkeit des Eintretens (z.B. sicher, möglich, selten) ermittelt wird und die Schwere der Folgen, falls die Gefährdung eintritt (z.B. geringfügig, bedeutend, katastrophal) beurteilt wird. Das Ziel sollte sein, zwischen wichtigen und weniger wichtigen Gefährdungen oder gefährlichen Vorfällen zu unterscheiden. Die üblicherweise verwendete Vorgehensweise beinhaltet eine halbquantitative Matrix.

Simple scoring matrices typically apply technical information from guidelines, scientific literature and industry practice with well informed "expert" judgement supported by peer review or benchmarking. Scoring is specific for each drinking water system, since each system is unique. Where generic WSPs are developed for technologies used by small drinking-water systems, the scoring will be specific to the technology rather than the individual drinking-water system.

By using a semiquantitative scoring, control measures can be ranked in relation to the most significant hazards. A variety of approaches to ranking risk can be applied.

Table 4.1 Examples of information useful in assessing a drinking-water system

An example of an approach is given in Table 4.2 (*Table 4.2 Example of a simple risk scoring matrix for ranking risks*). Application of this matrix relies to a significant extent on expert opinion to make judgements on the health risk posed by hazards or hazardous events.

An example of descriptors that can be used to rate the likelihood of occurrence and severity of consequences is given in Table 4.3 (*Table 4.3 Examples of definitions of likelihood and severity categories that can be used in risk scoring*). A "cut-off" point must be determined, above which all hazards will require immediate attention. There is little value in expending large amounts of effort to consider very small risks.

Control measures

The assessment and planning of control measures should ensure that health-based targets will be met and should be based on hazard identification and assessment. The level of control applied to a hazard should be proportional to the associated ranking. Assessment of control measures involves:

Einfache Bewertungsmatrizen berücksichtigen technische Informationen aus Richtlinien, wissenschaftlicher Literatur und industrieller Praktiken, die durch Experten im Rahmen von Selbsteinschätzungen oder Benchmarking dargelegt werden. Die Punktbewertung ist auf das jeweilige Trinkwasserversorgungssystem zugeschnitten, da jedes System einmalig ist. Wenn allgemeine TWSK für Technologien entwickelt werden, die von kleinen Trinkwasserversorgungssystemen eingesetzt werden, wird die Punktbewertung eher auf die jeweilige Technologie zugeschnitten sein als auf das individuelle Trinkwasserversorgungssystem.

Durch den Einsatz einer halbquantitativen Bewertung ist es möglich, Maßnahmen zur Beherrschung von Gefährdungen in Bezug auf die wesentlichsten Gefährdungen zu klassifizieren. Es kann eine Vielfalt von Vorgehensweisen angewendet werden, um das Risiko zu klassifizieren.

Tabelle 4.1 Beispiele von Informationen, die bei der Bewertung eines Trinkwasserversorgungssystems nützlich sind (siehe Anhang)

Ein Beispiel für eine Vorgehensweise ist in Tabelle 4.2 (*Tabelle 4.2 Beispiel einer Risiko-Bewertungsmatrix zur Klassifizierung von Risiken*) aufgeführt. Die Anwendung dieser Matrix stützt sich maßgeblich auf die Expertenmeinung, um Beurteilungen des von Gefährdungen oder gefährdenden Ereignissen ausgehenden Gesundheitsrisikos abzugeben.

Tabelle 4.3 (*Tabelle 4.3 Beispiele von Wahrscheinlichkeiten und Ernsthaftigkeitskategorien, die zur Punktbewertung des Risikos verwendet werden können*) gibt ein Beispiel für die Deskriptoren, die verwendet werden können, um die Wahrscheinlichkeit des Auftretens und die Schwere der Folgen zu beurteilen. Eine „Grenzschwelle“ muss bestimmt werden, oberhalb derer alle Gefährdungen sofortige Beachtung verlangen. Es nützt wenig, große Anstrengungen zu unternehmen, um sehr kleine Risiken zu berücksichtigen.

Maßnahmen zur Beherrschung von Gefährdungen

Die Bewertung und Planung von Maßnahmen zur Beherrschung von Gefährdungen sollte gewährleisten, dass die gesundheitsbezogenen Ziele an die Trinkwasserqualität eingehalten werden, und sollte auf der Grundlage einer Gefährdungsanalyse und -bewertung durchgeführt werden. Das Maß an Steuerung, das auf eine Gefährdung angewendet

<ul style="list-style-type: none"> • identifying existing control measures for each significant hazard or hazardous event from catchment to consumer; • evaluating whether the control measures, when considered together, are effective in controlling risk to acceptable levels; and • if improvement is required, evaluating alternative and additional control measures that could be applied. 	<p>wird, sollte proportional zur zugehörigen Klassifizierung sein. Die Bewertung von Maßnahmen zur Beherrschung von Gefährdungen beinhaltet:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ermitteln bestehender Maßnahmen zur Beherrschung von Gefährdungen für jede bedeutende Gefährdung und jedem gefährdenden Ereignis zwischen Einzugsgebiet und Verbraucher; • Beurteilen, ob die Maßnahmen zur Beherrschung von Gefährdungen zusammen betrachtet wirksam sind, um das Risiko auf ein tragbares Niveau zu lenken; • Falls eine Verbesserung notwendig ist, Bewerten von Alternativen und zusätzlichen Maßnahmen zur Beherrschung von Gefährdungen, die angewandt werden könnten.
<p>Control measures are those steps in drinking-water supply that directly affect drinking-water quality and that collectively ensure that drinking-water consistently meets health-based targets. They are activities and processes applied to prevent hazard occurrence.</p>	<p>Maßnahmen zur Beherrschung von Gefährdungen sind solche Maßnahmen in der Trinkwasserversorgung, die eine direkte Auswirkung auf die Trinkwassergüte haben, und die gemeinsam gewährleisten, dass das Trinkwasser ständig die gesundheitsbezogenen Vorgaben erfüllt. Es handelt sich um Aktivitäten und Verfahren, die angewandt werden, um das Auftreten von Gefährdungen zu vermeiden.</p>
<p>Identification and implementation of control measures should be based on the multiple-barrier principle. The strength of this approach is that a failure of one barrier may be compensated by effective operation of the remaining barriers, thus minimizing the likelihood of contaminants passing through the entire system and being present in sufficient amounts to cause harm to consumers. Many control measures may contribute to control more than one hazard, while some hazards may require more than one control measure for effective control. Examples of control measures are provided in the following sections.</p>	<p>Die Festlegung und Einführung von Maßnahmen zur Beherrschung von Gefährdungen sollte auf dem Multi-Barrieren-System beruhen. Der Vorteil dieser Vorgehensweise liegt darin, dass der Ausfall einer Barriere durch die wirksame Funktion der verbleibenden Barrieren ausgeglichen werden kann, wodurch die Wahrscheinlichkeit vermindert wird, dass Schadstoffe das gesamte System passieren und dadurch in Mengen vorliegen, die ausreichen, um den Verbrauchern Schaden zuzufügen. Viele Maßnahmen zur Beherrschung von Gefährdungen können dazu beitragen, mehr als eine Gefährdung zu beherrschen, während einige Gefährdungen mehr als eine Steuerungsmaßnahme zu ihrer wirksamen Beherrschung benötigen können. In den folgenden Abschnitten werden Beispiele von Maßnahmen zur Beherrschung von Gefährdungen aufgeführt.</p>
<p>All control measures are important and should be afforded ongoing attention. They should be subject to operational monitoring and control, with the means of monitoring and frequency of data collection based on</p>	<p>Alle Maßnahmen zur Beherrschung von Gefährdungen sind wichtig und sollten ständige Aufmerksamkeit erhalten. Sie sollten einer betrieblichen Überwachung und -steuerung unterliegen, wobei die Überwachungsmittel</p>

the nature of the control measure and the rapidity with which change may occur (see section 4.4.3).

4.1.3 Resource and source protection

Effective catchment management has many benefits. By decreasing the contamination of the source water, the amount of treatment required is reduced. This may reduce the production of treatment by-products and minimize operational costs.

Hazard identification

Understanding the reasons for variations in raw water quality is important, as it will influence the requirements for treatment, treatment efficiency and the resulting health risk associated with the finished water. In general, raw water quality is influenced by both natural and human use factors. Important natural factors include wildlife, climate, topography, geology and vegetation. Human use factors include point sources (e.g., municipal and industrial wastewater discharges) and non-point sources (e.g., urban and agricultural runoff, including agrochemicals, livestock or recreational use). For example, discharges of municipal wastewater can be a major source of pathogens; urban runoff and livestock can contribute substantial microbial load; body contact recreation can be a source of faecal contamination; and agricultural runoff can lead to increased challenges to treatment.

Whether water is drawn from surface or underground sources, it is important that the characteristics of the local catchment or aquifer are understood and that the scenarios that could lead to water pollution are identified and managed. The extent to which potentially polluting activities in the catchment can be reduced may appear to be limited by competition for water and pressure for increased development in the

und die Häufigkeit der Datenerfassung auf die Art der Steuerungsmaßnahme zugeschnitten sein sollte und auf die Schnelligkeit, mit der eine Änderung auftreten kann (siehe Abschnitt 4.4.3).

4.1.3 Ressourcenschutz

Ein wirksames Ressourcenmanagement im Einzugsgebiet hat viele Vorteile. Durch die Verringerung der Verunreinigung des Rohwassers wird der benötigte Aufbereitungsaufwand ebenfalls reduziert. Dies wiederum kann die Bildung von Aufbereitungsnebenprodukten verringern und die Betriebskosten minimieren.

Gefahrenermittlung

Es ist wichtig, die Gründe für Schwankungen der Rohwasserbeschaffenheit zu verstehen, da dies den Bedarf an Aufbereitung, die Wirksamkeit der Aufbereitung und das sich ergebende Gesundheitsrisiko, das mit dem aufbereiteten Wasser verknüpft ist, beeinflussen. Im Allgemeinen wird die Rohwasserbeschaffenheit sowohl durch natürliche Faktoren als auch durch menschliche Aktivitäten beeinflusst. Wichtige natürliche Faktoren sind wild lebende Tiere, Klima, Topographie, Geologie und Vegetation. Einflussgrößen, die mit menschlichen Aktivitäten zusammenhängen, umfassen punktförmige Quellen (z.B. kommunale und industrielle Abwassereinleitung) und diffuse Quellen (z.B. städtischer und landwirtschaftlicher Oberflächenabfluss, einschließlich Agrochemikalien, Vieh, Freizeitaktivitäten). Die Einleitung kommunaler Abwässer kann zum Beispiel eine bedeutende Quelle von Krankheitserregern sein; städtischer Oberflächenabfluss und Ausscheidungen von Vieh können wesentlich zur mikrobiellen Belastung beitragen; Freizeitaktivitäten können auch eine Quelle fäkaler Verunreinigungen sein; und landwirtschaftlicher Oberflächenabfluss kann zu erhöhten Anforderungen an die Aufbereitung führen.

Es ist wichtig, dass die Randbedingungen des lokalen Einzugsgebietes verstanden und die Szenarien, die zu einer Wasserverschmutzung führen könnten, ermittelt und beherrscht werden, ganz gleich ob Wasser aus oberirdischen oder unterirdischen Ressourcen gewonnen wird. Das Ausmaß, in dem potenziell verschmutzende Aktivitäten im Einzugsgebiet verringert werden können, mag durch den Wettbewerb für Wasser und

catchment. However, introducing good practice in containment of hazards is often possible without substantially restricting activities, and collaboration between stakeholders may be a powerful tool to reduce pollution without reducing beneficial development.

Resource protection and source protection provide the first barriers in protection of drinking-water quality. Where catchment management is beyond the jurisdiction of the drinking-water supplier, the planning and implementation of control measures will require coordination with other agencies. These may include planning authorities, catchment boards, environmental and water resource regulators, road authorities, emergency services and agricultural, industrial and other commercial entities whose activities have an impact on water quality. It may not be possible to apply all aspects of resource and source protection initially; nevertheless, priority should be given to catchment management. This will contribute to a sense of ownership and joint responsibility for drinking-water resources through multi-stakeholder bodies that assess pollution risks and develop plans for improving management practices for reducing these risks.

Groundwater from depth and confined aquifers is usually microbially safe and chemically stable in the absence of direct contamination; however, shallow or unconfined aquifers can be subject to contamination from discharges or seepages associated with agricultural practices (e.g., pathogens, nitrates and pesticides), on-site sanitation and sewerage (pathogens and nitrates) and industrial wastes. Hazards and hazardous events that can have an impact on catchments and that should be taken into consideration as part of a hazard assessment include:

- rapid variations in raw water quality;
- sewage and septic system discharges;

den Druck für eine verstärkte Erschließung im Einzugsgebiet begrenzt erscheinen. Es ist jedoch oft möglich, gute Praktiken zur Beherrschung von Gefährdungen einzuführen, ohne dabei Aktivitäten wesentlich einzuschränken, und die Zusammenarbeit zwischen Interessenvertretern kann ein leistungsstarkes Werkzeug darstellen, um die Verschmutzung zu verringern, ohne gleichzeitig eine vorteilhafte Erschließung zu schmälern.

Ressourcenschutz stellt die erste Barriere bei der Sicherung der Trinkwasserbeschaffenheit dar. Dort wo das Einzugsgebietsmanagement außerhalb der Zuständigkeit des Trinkwasserversorgers liegt, erfordert die Planung und Einführung von Maßnahmen zur Beherrschung von Gefährdungen die Abstimmung mit anderen Behörden. Dies kann Planungsbehörden, Einzugsgebietsverwaltungen, Umweltbehörden, Straßenbehörden, Rettungsdienste sowie landwirtschaftliche, industrielle und andere gewerbliche Instanzen umfassen, deren Aktivitäten eine Auswirkung auf die Wasserbeschaffenheit haben. Es mag anfangs nicht möglich sein, alle Gesichtspunkte des Ressourcenschutzes anzuwenden; nichtsdestoweniger sollte der Verwaltung des Einzugsgebiets Priorität beigemessen werden. Gremien, die sich aus mehreren Interessenvertretern zusammensetzen und Verschmutzungsrisiken bewerten, sowie Konzepte zur Verbesserung der Managementpraktiken zur Reduzierung dieser Risiken entwickeln, tragen zu einem Gefühl des Miteigentums und der gemeinsamen Verantwortlichkeit für Trinkwasserressourcen bei.

Tiefengrundwasser und Grundwasser aus gespannten Grundwasserleitern ist normalerweise mikrobiologisch sicher und chemisch beständig und weist keine direkten Verunreinigungen auf. Flaches Grundwasser oder Grundwasser aus ungespannten Grundwasserleitern hingegen kann Verunreinigungen unterliegen, die durch Einleitung oder Versickerung im Zusammenhang mit landwirtschaftlicher Nutzung (z.B. Nitrat, Pflanzenschutzmittel Krankheitserreger), örtlichen hygienischen Einrichtungen und Abwässern (Krankheitserreger, Nitrat) sowie Industrieabfällen entstehen. Gefährdungen und gefährdendes Ereignis, die eine Belastung für Einzugsgebiete darstellen, und die als Teil der Gefährdungsbewertung berücksichtigt werden sollten, umfassen:

- rasche Veränderungen der Rohwasserbeschaffenheit;
- Abwasser- und Faulbeckeneinleitungen;

<ul style="list-style-type: none"> • industrial discharges; • chemical use in catchment areas (e.g., use of fertilizers and agricultural pesticides); • major spills (including relationship to public roads and transport routes), both accidental and deliberate; • human access (e.g. recreational activity); • wildlife and livestock; • land use (e.g., animal husbandry, agriculture, forestry, industrial area, waste disposal, mining) and changes in land use; • inadequate buffer zones and vegetation, soil erosion and failure of sediment traps; • stormwater flows and discharges; • active or closed waste disposal or mining sites/contaminated sites/hazardous wastes; • geology (naturally occurring chemicals); • unconfined and shallow aquifer (including groundwater under direct influence of surface water); • inadequate wellhead protection, uncased or inadequately cased bores and unhygienic practices; and • climatic and seasonal variations (e.g., heavy rainfalls, droughts) and natural disasters. <p>Further hazards and hazardous situations that can have an impact on storage reservoirs and intakes and that should be taken into consideration as part of a hazard assessment include:</p> <ul style="list-style-type: none"> • human access / absence of exclusion areas; • short circuiting of reservoir; • depletion of reservoir storage; • lack of selective withdrawal; • lack of alternative water sources; • unsuitable intake location; • cyanobacterial blooms; 	<ul style="list-style-type: none"> • Industrielle Abwassereinleitungen; • Verwendung von Chemikalien in Einzugsgebieten (z.B. Verwendung von Düngern und landwirtschaftlichen Pflanzenschutzmitteln); • Schwere Vorfälle mit ausgelaufener Flüssigkeit (einschließlich Verbindungen zu öffentlichen Straßen und Transportwegen), sowohl unbeabsichtigt als auch absichtlich; • Menschliche Aktivitäten im Einzugsbereich von Wasserressourcen (z.B. Freizeitaktivitäten); • Wildlebende Tiere und Viehbestände; • Flächennutzung (z.B. Tierhaltung, Landwirtschaft, Forstwirtschaft, Industriegebiet, Mülldeponie, Bergbau) und Änderungen der Flächennutzung; • Unzureichende Puffergebiete und Vegetation, Bodenerosion und Ausfall von Sedimentfängern; • Niederschlagswasserströme und -abläufe; • Aktive oder stillgelegte Abfallbeseitigungs- und Bergbaugelände/kontaminierte Gelände/Sondermüll; • Geologie (natürlich vorkommende chemische Inhaltsstoffe); • Flache oder ungespannte Grundwasserleiter (einschließlich Grundwasser, das dem direkten Einfluss von Oberflächenwasser ausgesetzt ist); • Unzureichender Schutz des Brunnenkopfes, unverrohrte oder unzureichend verrohrte Bohrlöcher, mangelnde Hygiene bei der Bohrung und dem Brunnenbetrieb und • Klimatische oder saisonale Schwankungen (z.B. starke Regenfälle, Dürren) und Naturkatastrophen. <p>Weitere Gefährdungen und gefährliche Situationen, die einen Einfluss auf Speicherbehälter und Entnahmestellen haben können, und die als Teil einer Gefahrenbewertung berücksichtigt werden sollten, umfassen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Zugang für Menschen / das Fehlen von Sperrbereichen; • Kurzschluss im Speicherbehälter; • Erschöpfung der Kapazität des Speicherbehälters; • Nicht angepasste Entnahme; • Mangel an alternativen Trinkwasserressourcen; • Ungeeignete Lage der Entnahmestelle; • Aufblühen von Cyanobakterien (Algenblüte);
---	--

- stratification; and
- failure of alarms and monitoring equipment.

Control measures

Effective resource and source protection includes the following elements:

- developing and implementing a catchment management plan, which includes control measures to protect surface water and groundwater sources;
- ensuring that planning regulations include the protection of water resources (land use planning and watershed management) from potentially polluting activities and are enforced; and
- promoting awareness in the community of the impact of human activity on water quality.

Examples of control measures for effective protection of source water and catchments include:

- designated and limited uses;
- registration of chemicals used in catchments;
- specific protective requirements (e.g., containment) for chemical industry or refuelling stations;
- reservoir mixing/destratification to reduce growth of cyanobacteria or to reduce anoxic hypolimnion and solubilization of sedimentary manganese and iron;
- pH adjustment of reservoir water;
- control of human activities within catchment boundaries;
- control of wastewater effluents;
- land use planning procedures, use of planning and environmental regulations to regulate potential water-polluting developments;
- regular inspections of catchment areas;
- diversion of local stormwater flows;

- Schichtung und
- Versagen von Warneinrichtungen und Überwachungsanlagen.

Maßnahmen zur Beherrschung von Gefährdungen

Ein wirksamer Ressourcenschutz beinhaltet die folgenden Elemente:

- Entwicklung und Einführung eines Managementkonzepts für das Einzugsgebiet, das Maßnahmen zur Beherrschung von Gefährdungen zum Schutz von Oberflächenwasser und Grundwasserquellen umfasst;
- Sicherstellen, dass Wasserschutzgebietsverordnungen den Schutz von Wasserressourcen (Flächennutzungsplanung und Einzugsgebietsmanagement) gegen potentiell verunreinigende Aktivitäten beinhalten und dass diese auch durchgesetzt werden und
- In der Gesellschaft das Bewusstsein dafür fördern, welche Auswirkungen die menschliche Handlungen auf die Wasserbeschaffenheit haben.

Beispiele von Maßnahmen zur Beherrschung von Gefährdungen für einen wirksamen Schutz von Rohwasser und Einzugsgebieten umfassen:

- Ausgewiesene und eingeschränkte Nutzung;
- Erfassung der in den Einzugsgebieten verwendeten Chemikalien;
- Spezifische Schutzanforderungen (z.B. Kapselung für die chemische Industrie oder Auftankstationen);
- Mischen/Entschichtung von Speicherbehältern, um das Wachstum von Cyanobakterien zu vermindern, oder um durch Sauerstoffmangel hervorgerufene Hypolimnion und die Lösung von sedimentärem Mangan und Eisen zu verringern;
- Einstellung des pH-Wertes des gespeicherten Wassers;
- Steuerung (und Kontrolle) von menschlichen Aktivitäten innerhalb der Grenzen von Wassereinzugsgebieten;
- Steuerung des abfließenden Abwassers;
- Flächennutzungsplanung, Einsatz von Planungs- und Umweltverordnungen, um mögliche Wasser verschmutzende Bauvorhaben zu lenken;
- Regelmäßige Besichtigung (Begehung) von Wassereinzugsgebieten;
- Umleitung örtlicher Niederschlagswasserströme;

- protection of waterways;
- runoff interception; and
- security to prevent tampering.

Similarly, control measures for effective protection of water extraction and storage systems include:

- use of available water storage during and after periods of heavy rainfall;
- appropriate location and protection of intake;
- appropriate choice of off-take depth from reservoirs;
- proper well construction, including casing, sealing and wellhead security;
- proper location of wells;
- water storage systems to maximize retention times;
- storages and reservoirs with appropriate stormwater collection and drainage;
- security from access by animals; and
- security to prevent unauthorized access and tampering.

Where a number of water sources are available, there may be flexibility in the selection of water for treatment and supply. It may be possible to avoid taking water from rivers and streams when water quality is poor (e.g., following heavy rainfall) in order to reduce risk and prevent potential problems in subsequent treatment processes.

Retention of water in reservoirs can reduce the number of faecal microorganisms through settling and inactivation, including solar (ultraviolet [UV]) disinfection but also provides opportunities for contamination to be introduced. Most pathogenic microorganisms of faecal origin (enteric pathogens) do not survive indefinitely in the environment. Substantial die-off of enteric bacteria will occur over a period of weeks. Enteric viruses and protozoa will often survive for longer periods (weeks to months) but are often removed by settling and antagonism from indigenous microbes. Retention also allows

- Schutz von Wasserstraßen;
- Abfangen von Oberflächenabfluss und
- Sicherheitsmaßnahmen, um unbefugte Eingriffe zu verhindern.

Gleichermaßen umfassen Maßnahmen zur Beherrschung von Gefährdungen zum wirksamen Schutz von Wassergewinnungs- und Wasserspeicheranlagen folgende Punkte

- Verwendung verfügbarer Wasserspeicher während und nach Zeiten heftiger Regenfälle;
- Zweckmäßige Lage und Schutz der Entnahmestelle;
- Geeignete Wahl der Entnahmetiefe im Speicher;
- Ordnungsgemäßer Brunnenbau, einschließlich Verrohrung, Abdichtungen und Brunnenkopf;
- Geeignete Lage von Brunnen;
- Wasserspeichersysteme, um Rückhaltezeiten zu maximieren;
- Speicher und Sammelbehälter mit angemessener Sammlung und Ableitung des Niederschlagswassers;
- Sicherheitsmaßnahmen gegen Zugang durch Tiere und
- Sicherheitsmaßnahmen um unbefugten Zutritt und Eingriffe zu verhindern.

Dort wo eine Reihe von Trinkwasserressourcen zur Verfügung stehen, kann eine gewisse Auswahl des Wassers zur Aufbereitung und Versorgung bestehen. Es kann möglich sein, eine Entnahme von Wasser aus Flüssen und Fließgewässern zu vermeiden, wenn die Wasserbeschaffenheit schlecht ist (z.B. nach heftigen Niederschlägen), um das Risiko zu vermindern und mögliche Probleme mit nachfolgenden Aufbereitungsverfahren zu vermeiden.

Die Rückhaltung von Wasser in Speichern kann die Anzahl der fäkalen Mikroorganismen durch Absetzen und Inaktivierung vermindern. Dies schließt auch eine UV-Desinfektion ein, die aber wiederum auch Gelegenheit bietet, Verunreinigungen einzubringen. Die meisten krankheitserregenden Mikroorganismen fäkalen Ursprungs (enteritische Krankheitserreger) überleben in der Umgebung nicht unbegrenzt. Ein beträchtliches Absterben von enteritischen Bakterien geschieht über einen Zeitraum von Wochen. Enteritische Viren und Protozoen überleben oft über längere Zeiträume (Wochen bis Monate), werden aber oft durch

<p>suspended material to settle, which makes subsequent disinfection more effective and reduces the formation of DBPs.</p> <p>Control measures for groundwater sources should include protecting the aquifer and the local area around the borehead from contamination and ensuring the physical integrity of the bore (surface sealed, casing intact, etc.).</p> <p>Further information on the use of indicators in catchment characterization is available in chapter 4 of the supporting document <i>Assessing Microbial Safety of Drinking Water</i> (section 1.3).</p> <p>4.1.4 Treatment</p> <p>After source water protection, the next barriers to contamination of the drinking water system are those of water treatment processes, including disinfection and physical removal of contaminants.</p> <p><u>Hazard identification</u></p> <p>Hazards may be introduced during treatment, or hazardous circumstances may allow contaminants to pass through treatment in significant concentrations. Constituents of drinking-water can be introduced through the treatment process, including chemical additives used in the treatment process or products in contact with drinking water. Sporadic high turbidity in source water can overwhelm treatment processes, allowing enteric pathogens into treated water and the distribution system. Similarly, suboptimal filtration following filter backwashing can lead to the introduction of pathogens into the distribution system.</p> <p>Examples of potential hazards and hazardous events that can have an impact on the performance of drinking-water treatment include the following:</p>	<p>Absetzen und feindliche einheimische Mikroben entfernt. Eine Rückhaltung erlaubt es auch Schwebstoffen, sich abzusetzen, ein Vorgang, der die nachfolgende Desinfektion wirksamer macht und die Bildung von Desinfektionsnebenprodukten verringert.</p> <p>Maßnahmen zur Beherrschung von Gefährdungen für Grundwasserressourcen sollten beinhalten, den Grundwasserleiter und den örtlichen Bereich rund um den Brunnenkopf vor Verunreinigungen zu schützen, und den einwandfreien physischen Zustand des Bohrlochs sicherzustellen (abgedichtete Oberfläche, Verrohrung unversehrt, usw.).</p> <p>Weitere Informationen bezüglich der Verwendung von Indikatoren für die Charakterisierung von Wassereinzugsgebieten ist verfügbar in Kapitel 4 des ergänzenden Dokuments <i>Bewertung der mikrobiologischen Sicherheit von Trinkwasser</i> (Abschnitt 1.3).</p> <p>4.1.4 Aufbereitung</p> <p>Nach dem Schutz der Wasserressourcen besteht die nächste Barriere gegen eine Verunreinigung des Trinkwasserversorgungssystems in Wasser-aufbereitungsverfahren, einschließlich Desinfektion und physikalische Entfernung von Verunreinigungen.</p> <p><u>Gefährdungsanalyse</u></p> <p>Gefährdungen können während der Aufbereitung auftreten, oder gefährliche Umstände können es Verunreinigungen ermöglichen, in erheblichen Konzentrationen die Aufbereitung zu passieren. Durch den Aufbereitungsvorgang können Stoffe eingeführt bzw. gebildet werden, einschließlich chemischer Zusätze, die im Aufbereitungsvorgang verwendet werden, oder Produkte, die mit Trinkwasser in Kontakt kommen. Eine sporadisch auftretende hohe Trübung des Wassers kann Aufbereitungsvorgänge beeinträchtigen und es so enteritischen Krankheitserregern erlauben, in aufbereitetes Wasser und das Wasserverteilungssystem einzudringen. In ähnlicher Weise kann nach einer Filtrerrückspülung eine suboptimale Filtration zum Einschleppen von Krankheitserregern in das Wasserverteilungssystem führen.</p> <p>Beispiele möglicher Gefährdungen und gefährlicher Vorfälle, die eine Auswirkung auf die Leistung der Trinkwasseraufbereitung haben können, umfassen folgende Punkte:</p>
---	--

- flow variations outside design limits;
- inappropriate or insufficient treatment processes, including disinfection;
- inadequate backup (infrastructure, human resources);
- process control failure and malfunction or poor reliability of equipment;
- use of unapproved or contaminated water treatment chemicals and materials;
- chemical dosing failures;
- inadequate mixing;
- failure of alarms and monitoring equipment;
- power failures;
- accidental and deliberate pollution;
- natural disasters;
- formation of DBPs; and
- cross-connections to contaminated water/wastewater, internal short circuiting.

Control measures

Control measures may include pretreatment, coagulation/flocculation/sedimentation, filtration and disinfection.

Pretreatment includes processes such as roughing filters, microstrainers, off-stream storage and bankside filtration. Pretreatment options may be compatible with a variety of treatment processes ranging in complexity from simple disinfection to membrane processes. Pretreatment can reduce and/or stabilize the microbial, natural organic matter and particulate load.

Coagulation, flocculation, sedimentation (or flotation) and filtration remove particles, including microorganisms (bacteria, viruses and protozoa). It is important that processes are optimized and controlled to achieve consistent and reliable performance.

Chemical coagulation is the most important step in determining the removal efficiency of coagulation/flocculation/clarification processes. It also directly affects the removal efficiency of granular media filtration

- Durchflussschwankungen außerhalb der Auslegungsgrenzen;
- Ungeeignete oder unzureichende Aufbereitungsverfahren, einschließlich Desinfektion;
- Unzulängliche Reserven (Infrastruktur, Arbeitsreserven);
- Ausfall der Prozesssteuerung und Funktionsstörungen oder geringe Zuverlässigkeit der Anlagen;
- Verwendung nicht zugelassener oder verunreinigter Wasseraufbereitungschemikalien und –materialien;
- Störungen bei der Dosierung von Chemikalien;
- Mangelhafte Mischung;
- Ausfall von Warnanlagen und Überwachungseinrichtungen;
- Stromausfälle;
- Versehentliche und absichtliche Verschmutzung;
- Naturkatastrophen;
- Bildung von Desinfektionsnebenprodukten und
- Verbindungen zu verunreinigtem Wasser/Abwasser, interne Kurzschlussverbindungen;

Maßnahmen zur Beherrschung von Gefährdungen

Maßnahmen zur Beherrschung von Gefährdungen können eine Vorbehandlung, Flockung, Filtration und Desinfektion beinhalten.

Die Vorbehandlung umfasst Verfahren wie z.B. Grobfilter, Mikrosiebe, nicht durchströmte Speicher und Uferfiltration. Die Vorbehandlungsmöglichkeiten können mit einer Vielzahl von Aufbereitungsverfahren kombiniert werden, die in ihrer Komplexität von einer einfachen Desinfektion bis zu Membranverfahren reichen. Eine Vorbehandlung kann die Belastung durch Mikroorganismen, natürliche organische Substanzen und Schwebstoffe reduzieren und/oder vergleichmäßigen.

Flockung, Sedimentation (oder Flotation) und Filtration entfernen Partikel, einschließlich Mikroorganismen (Bakterien, Viren und Protozoen). Es ist wichtig, dass Verfahren optimiert und gesteuert werden, um eine gleichbleibende und verlässliche Leistung zu erreichen. Chemische Koagulation ist der wichtigste Schritt bei der Bestimmung der Entfernungswirksamkeit eines Flockungs- und Klärprozesses. Sie hat auch eine direkte Auswirkung auf die Entfernungswirksamkeit mit gekörnten Filtermaterialien und hat indirekte Auswirkungen auf die Wirksamkeit des Desinfektionsvorgangs. Während es unwahrscheinlich

units and has indirect impacts on the efficiency of the disinfection process. While it is unlikely that the coagulation process itself introduces any new microbial hazards to finished water, a failure or inefficiency in the coagulation process could result in an increased microbial load entering drinking-water distribution.

Various filtration processes are used in drinking-water treatment, including granular, slow sand, precoat and membrane (microfiltration, ultrafiltration, nanofiltration and reverse osmosis) filtration. With proper design and operation, filtration can act as a consistent and effective barrier for microbial pathogens and may in some cases be the only treatment barrier (e.g., for removing *Cryptosporidium* oocysts by direct filtration when chlorine is used as the sole disinfectant).

Application of an adequate level of disinfection is an essential element for most treatment systems to achieve the necessary level of microbial risk reduction. Taking account of the level of microbial inactivation required for the more resistant microbial pathogens through the application of the Ct concept (product of disinfectant concentration and contact time) for a particular pH and temperature ensures that other more sensitive microbes are also effectively controlled. Where disinfection is used, measures to minimize DBP formation should be taken into consideration.

The most commonly used disinfection process is chlorination. Ozonation, UV irradiation, chloramination and application of chlorine dioxide are also used. These methods are very effective in killing bacteria and can be reasonably effective in inactivating viruses (depending on type) and many protozoa, including *Giardia* and *Cryptosporidium*. For effective removal or inactivation of protozoal cysts and oocysts, filtration with the aid of coagulation/flocculation (to reduce particles and turbidity) followed by disinfection (by one or a combination of disinfectants) is the most practical method.

Examples of treatment control measures include:

ist, dass der Flockungsvorgang selbst neue mikrobiologische Gefährdungen in aufbereitetes Wasser einbringt, kann ein Ausfall oder eine Unzulänglichkeit während des Flockungsprozesses zu einer erhöhten mikrobiologischen Belastung führen, die in die Trinkwasserverteilung eindringt.

Verschiedene Filtrationsverfahren werden bei der Wasseraufbereitung eingesetzt, einschließlich einer Filtration über gekörnte Materialien, Langsandsandfilter, Anschwemmfilter und Membranfilter (Microfiltration, Ultrafiltration, Nanofiltration und Umkehrosmose). Bei korrekter Auslegung und Funktion kann die Filtration als gleichmäßige und wirksame Barriere gegen mikrobielle Krankheitserreger funktionieren und kann in manchen Fällen sogar die einzige Aufbereitungsbarriere darstellen (z.B. um *Cryptosporidium* Oozyten durch direkte Filtration zu entfernen, wenn Chlor als einziges Desinfektionsmittel eingesetzt wird).

Die Anwendung einer angemessenen Desinfektionswirksamkeit stellt für die meisten Aufbereitungsanlagen ein wesentliches Element dar, um das mikrobielle Risiko im notwendigen Ausmaß zu reduzieren. Wenn das notwendige Ausmaß an mikrobieller Deaktivierung für die widerstandsfähigeren mikrobiellen Krankheitserreger durch die Anwendung des „Ct-Konzepts“ (Produkt aus Konzentration des Desinfektionsmittels und Kontaktzeit) für einen bestimmten pH-Wert und eine bestimmte Temperatur berücksichtigt wird, gewährleistet dies, dass andere, empfindlichere Mikroben ebenfalls wirksam beherrscht werden. Dort, wo eine Desinfektion eingesetzt wird, sollten Maßnahmen in Erwägung gezogen werden, um die Bildung von Desinfektionsnebenprodukten zu verhindern.

Der am häufigsten eingesetzte Desinfektionsprozess ist die Chlorung. Ozonisierung, UV-Bestrahlung, Chloraminierung und Chlordioxid werden ebenfalls verwendet. Diese Methoden töten Bakterien äußerst wirksam ab und können einigermaßen wirksam bei der Deaktivierung von Viren (abhängig von der Art des Virus) und vielen Protozoen sein, einschließlich *Giardia* und *Cryptosporidium*. Die zweckmäßigste Methode für eine wirksame Entfernung oder Inaktivierung von protozoischen Zysten und Oozysten ist die Filtration mit Flockung (um Teilchen und Trübung zu entfernen), gefolgt von Desinfektion (mittels eines Desinfektionsmittels oder einer Kombination von Desinfektionsmitteln).

Beispiele für Maßnahmen zur Beherrschung von Gefährdungen bei der Aufbereitung umfassen:

<ul style="list-style-type: none"> • coagulation/flocculation and sedimentation; • use of approved water treatment chemicals and materials; • control of water treatment chemicals; • process controls; • availability of backup systems; • water treatment process optimization, including <ul style="list-style-type: none"> - chemical dosing - filter backwashing - flow rate • use of water in storage in periods of poor-quality raw water; and • security to prevent unauthorized access and tampering. <p>Storage of water after disinfection and before supply to consumers can improve disinfection by increasing disinfectant contact times. This can be particularly important for more resistant microorganisms, such as <i>Giardia</i> and some viruses.</p> <p>Further information can be found in the supporting document <i>Water Treatment and Pathogen Control</i> (section 1.3).</p> <p>4.1.5 Piped distribution systems</p> <p>Water treatment should be optimized to prevent microbial growth, corrosion of pipe materials and the formation of deposits through measures such as:</p> <ul style="list-style-type: none"> • continuous and reliable elimination of particles and the production of water of low turbidity; • precipitation and removal of dissolved (and particulate) iron and manganese; • minimizing the carry-over of residual coagulant (dissolved, colloidal or particulate), which may precipitate in reservoirs and pipework; • reducing as far as possible the dissolved organic matter and 	<ul style="list-style-type: none"> • Flockung und Sedimentation; • Einsatz von zugelassenen Wasseraufbereitungschemikalien und -materialien; • Kontrolle der Wasseraufbereitungschemikalien; • Prozesskontrolle; • Verfügbarkeit von Reservesystemen; • Optimierung des Wasseraufbereitungsprozesses, einschließlich <ul style="list-style-type: none"> - Dosierung von Chemikalien - Filterspülung - Volumenstrom • Verwendung von Wasser aus Speichern in Zeiten schlechter Rohwasserbeschaffenheit und • Sicherheitsmaßnahmen, um unbefugten Zutritt und Eingriffe zu verhindern. <p>Die Speicherung von Wasser nach der Desinfektion und vor der Verteilung an den Verbraucher kann die Desinfektion verbessern, indem die Kontaktzeiten mit dem Desinfektionsmittel verlängert werden. Dies kann besonders bei widerstandsfähigeren Mikroorganismen wichtig sein, zum Beispiel <i>Giardia</i> und einigen Viren.</p> <p>Weitere Informationen finden Sie im unterstützenden Dokument <i>Wasseraufbereitung und Kontrolle von Krankheitserregern</i> (Abschnitt 1.3).</p> <p>4.1.5 Leitungsgebundene Wasserverteilungssysteme</p> <p>Die Wasseraufbereitung sollte optimiert werden, um Mikrobewachstum, die Korrosion von Rohrmaterialien und die Bildung von Ablagerungen z.B. durch folgende Maßnahmen zu verhindern:</p> <ul style="list-style-type: none"> • fortlaufende und verlässliche Beseitigung von Partikeln und die Bereitstellung von Wasser mit geringer Trübung; • Ausfällung und Entfernung von gelöstem (und partikelförmigem) Eisen und Mangan; • Minimierung der Übertragung von rückständigem Flockungsmittel (gelöst, gallertartig oder partikelförmig), das in Wasserspeichern und Rohrleitungen ausfällt; • Soweit wie möglich gelöste organische Substanzen und besonders
--	--

especially easily biodegradable organic carbon, which provides nutrients for microorganisms; and

- maintaining the corrosion potential within limits that avoid damage to the structural materials and consumption of disinfectant.

Maintaining good water quality in the distribution system will depend on the design and operation of the system and on maintenance and survey procedures to prevent contamination and to prevent and remove accumulation of internal deposits.

Further information is available in the supporting document *Safe, Piped Water* (section 1.3).

Hazard identification

The protection of the distribution system is essential for providing safe drinking water. Because of the nature of the distribution system, which may include many kilometres of pipe, storage tanks, interconnections with industrial users and the potential for tampering and vandalism, opportunities for microbial and chemical contamination exist.

Contamination can occur within the distribution system:

- when contaminated water in the subsurface material and especially nearby sewers surrounding the distribution system enters because of low internal pipe pressure or through the effect of a "pressure wave" within the system (infiltration/ingress);
- when contaminated water is drawn into the distribution system or storage reservoir through backflow resulting from a reduction in line pressure and a physical link between contaminated water and the storage or distribution system;
- through open or insecure treated water storage reservoirs and aqueducts, which are potentially vulnerable to surface runoff from

leicht biologisch abbaubaren organischen Kohlenstoff vermindern, der Nährstoffe für Mikroorganismen bietet und

- das Korrosionspotential innerhalb von Grenzen halten, die eine Schädigung der strukturellen Materialien und den Verbrauch von Desinfektionsmittel vermeiden.

Die Aufrechterhaltung einer guten Wasserbeschaffenheit in der Wasserverteilung wird von der Bauart und Funktion des Systems abhängen und von Wartungs- und Überwachungsmaßnahmen, die zur Vermeidung von Verunreinigungen und zur Vermeidung und Entfernung von Ansammlungen interner Ablagerungen ergriffen werden.

Weitere Informationen finden Sie im ergänzenden Dokument *Sicheres, leitungsgebundenes Wasser* (Abschnitt 1.3).

Gefährdungsanalyse

Der Schutz des Wasserverteilungssystems ist unerlässlich für die Bereitstellung von sicherem Trinkwasser. Aufgrund der Beschaffenheit des Wasserverteilungssystems, das kilometerlange Rohre, Speicherbehälter und Querverbindungen zu industriellen Verbrauchern umfassen kann, und das Potential für unbefugte Eingriffe und Vandalismus bietet, bestehen Gelegenheiten zur mikrobiellen und chemischen Verunreinigung.

Verunreinigungen innerhalb des Wasserverteilungssystems können auftreten:

- wenn verunreinigtes Wasser in die unterirdischen Rohrleitungen und besonders in der Nähe von Kanalisationsrohren, die das Wasserverteilungssystem umgeben, aufgrund niedriger interner Rohrdrücke oder durch die Auswirkungen einer „Druckwelle“ in das System einfließt (Einsickerung/Eindringen);
- wenn verunreinigtes Wasser durch einen Rückfluss aufgrund eines Abfalls des Leitungsdrucks und einer physischen Verbindung zwischen verunreinigtem Wasser und Speicher- oder Wasserverteilungssystem in das Wasserverteilungssystem oder das Speicherbecken eingezogen wird
- durch offene oder ungesicherte Speicherbehälter und Wasserleitungen für aufbereitetes Wasser, die potentiell anfällig sind für

the land and to attracting animals and waterfowl as faecal contamination sources and may be insecure against vandalism and tampering;

- through pipe bursts when existing mains are repaired or replaced or when new water mains are installed, potentially leading to the introduction of contaminated soil or debris into the system;
- through human error resulting in the unintentional cross-connection of wastewater or stormwater pipes to the distribution system or through illegal or unauthorized connections;
- through leaching of chemicals and heavy metals from materials such as pipes, solders / jointing compounds, taps and chemicals used in cleaning and disinfection of distribution systems; and
- when petrol or oil diffuses through plastic pipes.

In each case, if the contaminated water contains pathogens or hazardous chemicals, it is likely that consumers will be exposed to them.

Even where disinfectant residuals are employed to limit microbial occurrence, they may be inadequate to overcome the contamination or may be ineffective against some or all of the pathogen types introduced. As a result, pathogens may occur in concentrations that could lead to infection and illness.

Where water is supplied intermittently, the resulting low water pressure will allow the ingress of contaminated water into the system through breaks, cracks, joints and pinholes. Intermittent supplies are not desirable but are very common in many countries and are frequently associated with contamination. The control of water quality in intermittent supplies represents a significant challenge, as the risks of infiltration and backflow increase significantly. The risks may be elevated seasonally as soil moisture conditions increase the likelihood of a pressure gradient developing from the soil to the pipe. Where contaminants enter the pipes in an intermittent supply, the charging of

Oberflächenabfluss aus dem Umfeld; und die durch ihre Anziehungskraft auf Tiere und Wasservögel, die fäkale Verunreinigungen eintragen können, gefährdet sind, sowie ungeschützt vor Vandalismus und unbefugten Eingriffen sein können

- durch Rohrbrüche, wenn bestehende Leitungsnetze repariert, ersetzt oder neue Rohrleitungsnetze installiert werden, was möglicherweise zum Eintrag von verunreinigter Erde oder Schutt in das System führen kann;
- durch menschliche Fehler, die eine unbeabsichtigte Querverbindung von Abwasser- oder Regenwasserrohren mit dem Wasser-verteilungssystem zur Folge haben oder durch unerlaubte oder unberechtigte Verbindungen;
- durch Auswaschung von chemischen Verbindungen und Schwermetallen aus Materialien wie Rohren / Lötmetalle / Dichtungsmassen, Wasserhähne und Chemikalien, die zur Reinigung und Desinfektion des Wasserverteilungssystems verwendet werden; und
- wenn Benzin oder Öl durch Plastikrohre eindiffundieren.

In jedem Fall, in dem das verunreinigte Wasser Krankheitserreger oder gefährliche Chemikalien enthält, ist es wahrscheinlich, dass Verbraucher diesen ausgesetzt sein werden.

Selbst dort, wo eine Restdesinfektionskapazität eingehalten wird, um das Vorkommen von Mikroben zu begrenzen, können diese zur Bewältigung einer Verunreinigung unzureichend oder gegen einige oder alle der eingebrachten Krankheitserregerarten unwirksam sein. Demzufolge können Krankheitserreger in Konzentrationen vorkommen, die zu einer Infizierung oder Erkrankung führen könnten.

Wo Wasser mit Unterbrechungen geliefert wird, erlaubt der entstehende niedrige Wasserdruck das Eindringen von verunreinigtem Wasser in das System durch Brüche, Ritzen, Fugen und sehr kleine Löcher. Eine nur zeitweilige Versorgung ist nicht erstrebenswert, aber in vielen Ländern oft üblich und häufig verbunden mit Verunreinigungen. Die Steuerung der Wasserbeschaffenheit in zeitweilig betriebenen Versorgungssystemen stellt eine beträchtliche Herausforderung dar, da die Risiken der Infiltrierung und des Rückflusses erheblich ansteigen. Die Risiken können saisonal ansteigen, wenn die Bodenfeuchtigkeitsbedingungen die Wahrscheinlichkeit erhöhen, dass sich ein Druckgefälle zwischen Boden

the system when supply is restored may increase risks to consumers, as a concentrated “slug” of contaminated water can be expected to flow through the system. Where household storage is used to overcome intermittent supply, localized use of disinfectants to reduce microbial proliferation may be warranted.

Drinking-water entering the distribution system may contain free-living amoebae and environmental strains of various heterotrophic bacterial and fungal species. Under favourable conditions, amoebae and heterotrophs, including strains of *Citrobacter*, *Enterobacter* and *Klebsiella*, may colonize distribution systems and form biofilms. There is no evidence to implicate the occurrence of most microorganisms from biofilms (excepting, for example, *Legionella*, which can colonize water systems in buildings) with adverse health effects in the general population through drinking water, with the possible exception of severely immunocompromised people (see the supporting document *Heterotrophic Plate Counts and Drinking-water Safety*; section 1.3).

Water temperatures and nutrient concentrations are not generally elevated enough within the distribution system to support the growth of *E. coli* (or enteric pathogenic bacteria) in biofilms. Thus, the presence of *E. coli* should be considered as evidence of recent faecal contamination.

Natural disasters, including flood, drought and earth tremors, may significantly affect piped water distribution systems.

Control measures

Water entering the distribution system must be microbially safe and ideally should also be biologically stable. The distribution system itself must provide a secure barrier to contamination as the water is

und Rohrleitung entwickelt. Dort wo Verunreinigungen in die Rohrleitung eines mit Unterbrechungen betriebenen Versorgungssystems eindringen, kann das Füllen des Systems, wenn die Versorgung wieder aufgenommen wird, das Risiko für die Verbraucher erhöhen, da erwartet werden kann, dass ein konzentrierter Schwall verunreinigten Wassers durch das System fließt. Dort, wo Haushaltsspeicherung eingesetzt wird, um eine zeitweilige Versorgung auszugleichen, kann der örtlich begrenzte Einsatz von Desinfektionsmitteln zur Herabsetzung mikrobiellen Wachstums berechtigt sein.

Trinkwasser, das in das Wasserverteilungssystem einfließt, kann frei lebende Amöben sowie umgebungsbedingte Stämme verschiedener Arten von heterotrophen Bakterien und Pilzen enthalten. Unter günstigen Bedingungen können Amöben und heterotrophe Bakterien und Pilze, einschließlich Stämme von *Citrobacter*, *Enterobacter* und *Klebsiella* das Wasserverteilungssystem besiedeln und einen Biofilm bilden. Es gibt keine Beweise, die das Vorkommen der meisten Mikroorganismen in Biofilmen (mit Ausnahme von *Legionella*, das Wassersysteme in Gebäuden besiedeln kann), mit widrigen Auswirkungen auf die Gesundheit der allgemeinen Bevölkerung durch Trinkwasser in Zusammenhang bringen, mit der möglichen Ausnahme von Menschen mit schweren Störungen des Immunsystems (siehe das ergänzende Dokument *Heterotrophische Keimzahlen und Trinkwassersicherheit*; (Abschnitt 1.3).

Wassertemperatur und Nährstoffkonzentrationen sind im Allgemeinen innerhalb des Wasserverteilungssystems nicht ausreichend erhöht, um das Wachstum von *E. coli* (oder enteritischen krankheitserregenden Bakterien) in Biofilmen zu unterstützen. Die Anwesenheit von *E. coli* sollte daher als Beweis einer vor kurzem erfolgten fäkalen Verunreinigung gewertet werden.

Naturkatastrophen, einschließlich Hochwasser, Dürre und Erderschütterungen können leitungsgebundene Wasserverteilungssysteme erheblich in Mitleidenschaft ziehen.

Maßnahmen zur Beherrschung von Gefährdungen

Wasser, das in ein Wasserverteilungssystem einfließt, muss mikrobiologisch einwandfrei und sollte idealerweise auch biologisch stabil sein. Das Wasserverteilungssystem selbst muss eine sichere Barriere

transported to the user. Maintaining a disinfectant residual throughout the distribution system can provide some protection against contamination and limit microbial growth problems. Chloramination has proved successful in controlling *Naegleria fowleri* in water and sediments in long pipelines and may reduce regrowth of *Legionella* within buildings.

Residual disinfectant will provide partial protection against microbial contamination, but may also mask the detection of contamination through conventional faecal indicator bacteria such as *E. coli*, particularly by resistant organisms. Where a disinfectant residual is used within a distribution system, measures to minimize DBP production should be taken into consideration.

Water distribution systems should be fully enclosed, and storage reservoirs and tanks should be securely roofed with external drainage to prevent contamination. Control of short circuiting and prevention of stagnation in both storage and distribution contribute to prevention of microbial growth. A number of strategies can be adopted to maintain the quality of water within the distribution system, including use of backflow prevention devices, maintaining positive pressure throughout the system and implementation of efficient maintenance procedures. It is also important that appropriate security measures be put in place to prevent unauthorized access to or interference with the drinking-water system infrastructure.

Control measures may include using a more stable secondary disinfecting chemical (e.g. chloramines instead of free chlorine), undertaking a programme of pipe replacement, flushing and relining and maintaining positive pressure in the distribution system. Reducing the time that water is in the system by avoiding stagnation in storage tanks, loops and dead-end sections will also contribute to maintaining drinking-water quality.

gegen Verunreinigungen bieten, während das Wasser zum Verbraucher transportiert wird. Die Aufrechterhaltung eines Desinfektionsmittelrestgehalts überall im Wasserverteilungssystem kann einen gewissen Schutz gegen Verunreinigungen bieten und Probleme mit Mikrobenwachstum begrenzen. Chloraminierung hat sich als erfolgreich in der Beherrschung von *Naegleria fowleri* in Wasser und Sedimenten in langen Rohrleitungen erwiesen, und kann das Wiederwachstum von *Legionella* in Gebäuden vermindern.

Desinfektionsmittelrestgehalte bieten einen teilweisen Schutz gegen mikrobielle Verunreinigung, können aber jedoch auch die Erkennung einer Verunreinigung durch herkömmliche fäkale Indikatorbakterien wie zum Beispiel *E. coli* verschleiern, besonders wenn widerstandsfähige Organismen vorherrschen. Dort wo ein Desinfektionsmittelrestgehalt in einem Wasserverteilungssystem vorliegt, sollten Maßnahmen in Erwägung gezogen werden, um die Bildung von Desinfektionsnebenprodukten zu minimieren.

Wasserverteilungssysteme sollten vollständig geschlossen und Speicherbehälter sicher überdacht und mit einem externen Wasserablauf versehen sein, um eine Verunreinigung zu vermeiden. Die Steuerung von Kurzschlussverbindungen und die Vermeidung einer Stagnation tragen zur Vermeidung von mikrobiellem Wachstum bei. Eine Reihe von Strategien können eingesetzt werden, um die Wasserbeschaffenheit innerhalb des Wasserverteilungssystems aufrechtzuerhalten, einschließlich der Verwendung von Geräten, die einen Rückfluss vermeiden, der Aufrechterhaltung eines Überdrucks überall im System und der Einführung von wirksamen Wartungsmethoden. Es ist ebenfalls wichtig, dass angemessene Sicherheitsmaßnahmen ergriffen werden, um unerlaubten Zugang zu oder Eingriffe in die Infrastruktur des Trinkwasserversorgungssystems zu verhindern.

Maßnahmen zur Beherrschung von Gefährdungen können den Einsatz von widerstandsfähigeren sekundären Desinfektionschemikalien (z.B. Chloramine statt freiem Chlor), die Durchführung eines Programms zum Austausch, zur Spülung und Neuauskleidung von Rohren und das Aufrechterhalten eines Überdrucks im Wasserverteilungssystem umfassen. Eine Verkürzung der Verweildauer von Wasser im System durch die Vermeidung von Stagnation in Speicherbehältern, Ringleitungen und Endstränge trägt ebenfalls zur Aufrechterhaltung der

Other examples of distribution system control measures include the following:

- distribution system maintenance;
- availability of backup systems (power supply);
- maintaining an adequate disinfectant residual;
- implementing cross-connection and backflow prevention devices;
- fully enclosed distribution system and storages;
- appropriate repair procedures, including subsequent disinfection of water mains;
- maintaining adequate system pressure; and
- maintaining security to prevent sabotage, illegal tapping and tampering.

Further information is available in the supporting document *Safe, Piped Water* (section 1.3).

4.1.6 Non-piped, community and household systems

Hazard identification

Hazard identification would ideally be on a case-by-case basis. In practice, however, for non-piped, community and household drinking-water systems, reliance is typically placed on general assumptions of hazardous conditions that are relevant for technologies or system types and that may be defined at a national or regional level.

Examples of hazards and hazardous situations potentially associated with various non-piped sources of water include the following:

- tubewell fitted with a hand pump
- ingress of contaminated surface water directly into borehole

Trinkwasserbeschaffenheit bei.

Andere Beispiele von Maßnahmen zur Beherrschung von Gefährdungen für Wasserverteilungssysteme umfassen:

- Wartung des Wasserverteilungssystems;
- Verfügbarkeit von Reservesystemen (Stromversorgung);
- Aufrechterhaltung eines ausreichenden Desinfektionsmittelrestgehalts;
- Installieren von Vorrichtungen, die Querverbindungen und Rückfluss vermeiden;
- Vollständig geschlossenes Wasserverteilungssystem und Speicherbehälter;
- Geeignete Instandsetzungsmethoden, einschließlich anschließender Desinfektion der Hauptwasserleitungen;
- Aufrechterhalten eines ausreichenden Systemdrucks und
- Aufrechterhalten der Sicherheit, um Sabotage, unerlaubtes Abzapfen und unbefugte Eingriffe zu verhindern.

Weitere Informationen liegen im ergänzenden Dokument *Sicheres leitungsgebundenes Wasser* (Abschnitt 1.3) vor

4.1.6 Nicht leitungsgebundene Gemeinschafts- und Eigenwasserversorgungssysteme

Gefährdungsanalyse

Eine Gefährdungsanalyse sollte idealerweise fallweise durchgeführt werden. In der Praxis wird jedoch für nicht leitungsgebundene, Gruppen- und Einzelwasserversorgungssysteme üblicherweise auf allgemeine Annahmen bezüglich gefährlicher Situationen, die für Technologien oder Systemarten relevant sind, und die auf nationaler oder regionaler Ebene festgelegt werden, vertraut.

Beispiele von Gefährdungen und gefährlichen Situationen, die potenziell mit verschiedenen nicht leitungsgebundenen Wasserquellen in Zusammenhang stehen, umfassen:

- Mit einer Handpumpe ausgestattete Rohrbrunnen
- Direktes Eindringen von verunreinigtem Oberflächenwasser ins Bohrloch

- ingress of contaminants due to poor construction or damage to the lining
- leaching of microbial contaminants into aquifer
- simple protected spring
 - contamination directly through “backfill” area
 - contaminated surface water causes rapid recharge
- simple dug well
 - ingress of contaminants due to poor construction or damage to the lining
 - contamination introduced by buckets
- rainwater collection
 - bird and other animal droppings found on roof or in guttering
 - first flush of water can enter storage tank.

Further guidance is provided in the supporting document *Water Safety Plans* (section 1.3) and in Volume 3 of the *Guidelines for Drinking-Water Quality*.

Control measures

The control measures required ideally depend on the characteristics of the source water and the associated catchment; in practice, standard approaches may be applied for each of these, rather than customized assessment of each system.

Examples of control measures for various non-piped sources include the following:

- tubewell fitted with a hand pump
 - proper wellhead completion measures
 - provide adequate set-back distances for contaminant sources such as latrines or animal husbandry, ideally based on travel time
- simple protected spring
 - maintain effective spring protection measures
 - establish set-back distance based on travel time

- Eindringen von Verunreinigungen aufgrund einer schlechten Bauweise oder Beschädigung des Ausbaus
- Eintrag und Auswaschung von mikrobiellen Verunreinigungen in den Grundwasserleiter
- Einfache, geschützte Brunnen
 - Direkte Verunreinigung der Ringraumabdichtung
 - Verunreinigtes Oberflächenwasser verursacht rasche Grundwasseranreicherung
- Einfache Schachtbrunnen
 - Eindringen von Verunreinigungen aufgrund schlechter Bauweise oder Beschädigung des Ausbaus
 - Durch die Benutzung von Eimern eingebrachte Verunreinigungen
- Regenwassersammlung
 - Kot von Vögeln und anderen Tieren auf dem Dach oder in Dachrinnen
 - Der erste Wasserschwall kann in den Speicherbehälter gelangen.

Weitere Anleitung bietet das ergänzende Dokument *Trinkwasser-Sicherheitskonzepte* (Abschnitt 1.3) und Band 3 der *Richtlinien für die Trinkwasserqualität*.

Maßnahmen zur Beherrschung von Gefährdungen

Die benötigten Maßnahmen zur Beherrschung von Gefährdungen beruhen idealerweise auf den Merkmalen des Rohwassers und des damit verbundenen Wassereinzugsgebietes. In der Praxis werden eher genormte Vorgehensweisen als eine maßgeschneiderte Beurteilung jedes Systems für jede dieser Wassergewinnungsarten angewendet.

Beispiele für Maßnahmen zur Beherrschung von Gefährdungen für verschiedene nicht leitungsgebundene Rohwasserquellen umfassen:

- Mit einer Handpumpe ausgestattete Rohrbrunnen
 - Geeignete Maßnahmen zur Fertigstellung des Brunnenkopfe
 - Verunreinigungsquellen wie Latrinen oder Viehwirtschaft auf einen angemessenen Abstand in Abhängigkeit von der Fließzeit des Wassers setzen
- Einfache, geschützte Brunnen
 - Wirksame Brunnenschutzmaßnahmen aufrechterhalten
 - Den Sicherheitsabstand auf Grundlage der Fließzeit feststellen

- simple dug well
 - proper construction and use of a mortar seal on lining
 - install and maintain hand pump or other sanitary means of abstraction
- rainwater collection
 - cleaning of roof and gutters
 - first-flush diversion unit.

In most cases, contamination of groundwater supplies can be controlled by a combination of simple measures. In the absence of fractures or fissures, which may allow rapid transport of contaminants to the source, groundwater in confined or deep aquifers will generally be free of pathogenic microorganisms. Bores should be encased to a reasonable depth, and boreheads should be sealed to prevent ingress of surface water or shallow groundwater.

Rainwater systems, particularly those involving storage in above-ground tanks, can be a relatively safe supply of water. The principal sources of contamination are birds, small mammals and debris collected on roofs. The impact of these sources can be minimized by simple measures: guttering should be cleared regularly; overhanging branches should be kept to a minimum (because they can be a source of debris and can increase access to roof catchment areas by birds and small mammals); and inlet pipes to tanks should include leaf litter strainers. First-flush diverters, which prevent the initial roof-cleaning wash of water (20–25 litres) from entering tanks, are recommended. If first-flush diverters are not available, a detachable downpipe can be used manually to provide the same result.

In general, surface waters will require at least disinfection, and usually also filtration, to ensure microbial safety. The first barrier is based on minimizing contamination from human waste, livestock and other hazards at the source.

- Einfache Schachtbrunnen
 - Richtige Bauweise und Verwendung einer Mörteldichtung auf Auskleidung
 - Einbau und Wartung einer Handpumpe oder anderen sanitary sicheren Entnahmeeinrichtung
- Regenwassersammlung
 - Säubern von Dach und Dachrinnen
 - Bauteil zur Ableitung des ersten Wasserschwall

In den meisten Fällen kann die Verunreinigung einer Grundwasserversorgung durch die Kombination einfacher Maßnahmen beherrscht werden. In Abwesenheit von Klüften und Spalten, die einen raschen Transport von Schadstoffen zur Rohwasserquelle erlauben können, wird Grundwasser in gespannten oder tiefliegenden Grundwasserleitern im Allgemeinen frei von krankheitserregenden Mikroorganismen sein. Bohrlöcher sollten bis zu einer angemessenen Tiefe verfiltert und Brunnenköpfe versiegelt werden, um das Eindringen von Oberflächenwasser oder flachem Grundwasser zu vermeiden.

Regenwassersysteme, besonders solche, in denen das Wasser in oberirdischen Behältern gespeichert wird, können eine relativ sichere Wasserquelle darstellen. Die hauptsächliche Herkunft von Verunreinigungen sind Vögel, kleine Säugetiere und Ablagerungen, die sich auf den Dächern sammeln. Die Auswirkungen dieser Verunreinigungsquellen können durch einfache Maßnahmen herabgesetzt werden: Dachrinnen sollten regelmäßig gesäubert und überhängende Äste klein gehalten werden (da sie eine Quelle von Ablagerungen sein können und den Zugang von Vögeln und kleinen Säugetieren zu den Dächern verstärken); Zulaufrohre an Behältern sollten mit Laubfangkörben versehen sein. Abläufe verhindern, dass der anfängliche, das Dach säubernde Wasserschwall (20-25 Liter) in die Behälter gelangt. Wenn keine Abläufe für den ersten Wasserschwall zur Verfügung stehen, kann ein abnehmbares Fallrohr von Hand verwendet werden, um das gleiche Ergebnis zu erzielen.

Im Allgemeinen müssen Oberflächenwasser zumindest desinfiziert und gewöhnlich auch gefiltert werden, um mikrobielle Sicherheit zu gewährleisten. Die erste Barriere beruht auf einer Minderung der Verunreinigung durch menschliche Abfälle, Viehbestände und andere Gefährdungen an der Quelle.

The greater the protection of the water source, the less the reliance on treatment or disinfection. Water should be protected during storage and delivery to consumers by ensuring that the distribution and storage systems are enclosed.

This applies to both piped systems (section 4.1.5) and vendor-supplied water (section 6.5). For water stored in the home, protection from contamination can be achieved by use of enclosed or otherwise safely designed storage containers that prevent the introduction of hands, dippers or other extraneous sources of contamination.

For control of chemical hazards, reliance may be placed primarily on initial screening of sources and on ensuring the quality and performance of treatment chemicals, materials and devices available for this use, including water storage systems.

Model WSPs are available in the supporting document *Water Safety Plans* (section 1.3) for the following types of water supply:

- groundwater from protected boreholes/wells with mechanized pumping;
- conventional treatment of water;
- multistage filtration;
- storage and distribution through supplier-managed piped systems;

- storage and distribution through community-managed piped systems;
- water vendors;
- water on conveyances (planes, ships and trains);
- tubewell from which water is collected by hand;
- springs from which water is collected by hand;
- simple protected dug wells; and
- rainwater catchments.

Je größer der Schutz des Rohwassers, desto weniger ist man auf Aufbereitung oder Desinfektion angewiesen. Wasser sollte während der Speicherung und Verteilung an Verbraucher geschützt werden, indem sichergestellt wird, dass die Wasserverteilungs- und speichersysteme geschlossen sind.

Dies trifft sowohl auf leitungsgebundene Systeme (Abschnitt 4.1.5) zu, als auch auf durch Händler geliefertes Wasser (Abschnitt 6.5). Für Wasser, das zuhause gespeichert wird, kann ein Schutz gegen Verunreinigungen dadurch erreicht werden, dass geschlossene oder auf eine andere sichere Art konstruierte Speicherbehälter verwendet werden, die verhindern, dass Verunreinigungen von außen eingebracht werden.

Zur Beherrschung von Gefährdungen durch chemische Stoffe kann man hauptsächlich auf die anfängliche Vorauswahl der Rohwasserressourcen vertrauen und darauf, dass die Qualität und Leistung sowohl von Aufbereitungskemikalien, Materialien und Geräten, als auch von Wasserspeichersystemen, die für diesen Gebrauch zur Verfügung stehen, gewährleistet ist.

Muster-Trinkwasser-Sicherheitskonzepte werden im ergänzenden Dokument *Trinkwasser-Sicherheitskonzepte* (Abschnitt 1.3) für die folgenden Wasserversorgungsprozesse und -arten zur Verfügung gestellt:

- Grundwasser aus geschützten Bohrlöchern/Brunnen mit mechanischen Pumpenanlagen;
- Herkömmliche Wasseraufbereitung;
- Mehrstufige Filtration;
- Wasserspeicherung und -verteilung durch Leitungssysteme, die vom Versorger betrieben werden;
- Wasserspeicherung und -verteilung durch Leitungssysteme, die von einer Gruppenwasserversorgung betrieben werden;
- Wasserverkäufer;
- Wasser in Beförderungsmitteln (Flugzeuge, Schiffe und Züge);
- Rohrbrunnen, aus dem Wasser von Hand geschöpft wird;
- Quellen, aus denen Wasser von Hand geschöpft wird;
- Einfache, geschützte Schachtbrunnen; und
- Regenwasserauffangbehälter.

Guidance is also available regarding how water safety may be assured for household water collection, transport and storage (see the supporting document *Managing Water in the Home*; section 1.3). This should be used in conjunction with hygiene education programmes to support health promotion in order to reduce water-related disease.

4.1.7 Validation

Validation is concerned with obtaining evidence on the performance of control measures. It should ensure that the information supporting the WSP is correct, thus enabling achievement of health-based targets.

Validation of treatment processes is required to show that treatment processes can operate as required. It can be undertaken during pilot stage studies and/or during initial implementation of a new or modified water treatment system. It is also a useful tool in the optimization of existing treatment processes.

The first stage of validation is to consider data that already exist. These will include data from the scientific literature, trade associations, regulation and legislation departments and professional bodies, historical data and supplier knowledge. This will inform the testing requirements. Validation is not used for day-to-day management of drinking-water supplies; as a result, microbial parameters that may be inappropriate for operational monitoring can be used, and the lag time for return of results and additional costs from pathogen measurements can often be tolerated.

Validation is an investigative activity to identify the effectiveness of a control measure. It is typically an intensive activity when a

Anleitungen darüber, wie die Wassersicherheit für Einzelwasserversorgungen für Sammlung, -transport und -speicherung sichergestellt werden kann, ist ebenfalls verfügbar (siehe das unterstützende Dokument *Wasser im Haushalt bewirtschaften*; Abschnitt 1.3). Diese sollten in Verbindung mit Hygieneschulungsprogrammen zur Unterstützung der Gesundheitsförderung eingesetzt werden, um durch Wasser übertragbare Krankheiten zu verhindern.

4.1.7 Validierung

Bei einer Validierung geht es darum, Beweise für die Effizienz von Maßnahmen zur Beherrschung von Gefährdungen zu erlangen. Sie sollte gewährleisten, dass die Informationen, auf die sich das TWSK stützt, zutreffend sind, und folglich ein Erzielen der gesundheitsbezogenen Ziele ermöglicht wird.

Eine Validierung von Aufbereitungsverfahren ist nötig, um zu zeigen, dass Aufbereitungsverfahren so zu funktionieren vermögen, wie dies gefordert wird. Sie kann während Vorstudien und/oder während der anfänglichen Einführung eines neuen oder abgeänderten Wasseraufbereitungssystems durchgeführt werden. Sie stellt auch ein nützliches Werkzeug in der Optimierung bestehender Aufbereitungsverfahren dar.

In der ersten Validierungsphase sollen bereits bestehende Daten sorgfältig geprüft werden. Dies umfasst Daten aus der wissenschaftlichen Literatur, von Berufsgenossenschaften, Aufsichtsbehörden, gesetzgebenden Behörden und fachlichen Institutionen, historische Daten und die Kenntnisse des Versorgungsunternehmens. Dies wird eine Aussage über die Prüfanforderungen erlauben. Da die Validierung nicht für den tagtäglichen Betrieb von Trinkwasserversorgungen verwendet wird, können mikrobielle Parameter verwendet werden, die für eine betriebliche Überwachung ungeeignet sein können. Die zeitliche Verzögerung bei der Rückgabe von Ergebnissen und die zusätzlichen Kosten, die durch Messungen von Krankheitserregern entstehen, können oft geduldet werden.

Die Validierung ist eine Maßnahme, um die Wirksamkeit einer Steuerungsmaßnahme zu ermitteln. Es handelt sich dabei

system is initially constructed or rehabilitated. It provides information on reliably achievable quality improvement or maintenance to be used in system assessment in preference to assumed values and also to define the operational criteria required to ensure that the control measure contributes to effective control of hazards.

4.1.8 Upgrade and improvement

The assessment of the drinking-water system may indicate that existing practices and technologies may not ensure drinking-water safety. In some instances, all that may be needed is to review, document and formalize these practices and address any areas where improvements are required; in others, major infrastructure changes may be needed. The assessment of the system should be used as a basis to develop a plan to address identified needs for full implementation of a WSP.

Improvement of the drinking-water system may encompass a wide range of issues, such as:

- capital works;
- training;
- enhanced operational procedures;
- community consultation programmes;
- research and development;
- developing incident protocols; and
- communication and reporting.

Upgrade and improvement plans can include short-term (e.g., 1 year) or long-term programmes. Short-term improvements might include, for example, improvements to community consultation and the development of community awareness programmes.

Long-term capital works projects could include covering of water storages or enhanced coagulation and filtration.

Implementation of improvement plans may have significant budgetary

typischerweise um eine intensive Aktivität, wenn ein System anfangs eingerichtet oder wenn es saniert wird. Sie stellt Informationen über zuverlässig erreichbare Qualitätsverbesserung oder -aufrechterhaltung zur Verfügung, die in der Systembewertung zu verwenden und Annahmewerten vorzuziehen sind, und auch Informationen, um die Betriebsmerkmale festzulegen, die nötig sind, um sicherzustellen, dass die Steuerungsmaßnahme zu einer wirksamen Beherrschung von Gefährdungen beiträgt.

4.1.8 Ausbau und Verbesserung

Die Bewertung des Trinkwasserversorgungssystems kann anzeigen, dass bestehende Praktiken und Technologien die Trinkwassersicherheit vielleicht nicht gewährleisten. In einigen Fällen ist es vielleicht nur nötig, diese Praktiken zu überprüfen, zu dokumentieren und zu formalisieren und sich mit Gebieten, in denen Verbesserungen notwendig sind, zu befassen. In anderen Fällen kann es möglich sein, dass bedeutende Änderungen der Infrastruktur notwendig sind. Die Bewertung des Systems sollte als Grundlage für die Erstellung eines Konzeptes verwendet werden, mit dem die aufgezeigten Belange angesprochen werden, um die vollständige Einführung eines TWSK zu erzielen.

Die Verbesserung des Trinkwasserversorgungssystems kann eine große Auswahl von Themen umfassen, wie zum Beispiel

- Investitionsarbeiten;
- Schulung;
- Verbesserte Arbeitsabläufe;
- Gemeinschaftsberatungsprogramme;
- Forschung und Entwicklung;
- Erarbeitung von Störfallprotokollen und
- Kommunikation und Berichtswesen.

Ausbau- und Verbesserungskonzepte können kurzfristige (z.B. 1 Jahr) oder langfristige Programme beinhalten. Kurzfristige Verbesserungen könnten zum Beispiel Verbesserungen an der Gemeinschaftsberatung sowie die Entwicklung von Aufklärungsprogrammen, langfristige Projekte für Investitionsarbeiten, die Abdeckung von Wasserspeichern oder eine verbesserte Ausfällung und Filtration umfassen.

Die Durchführung von Verbesserungskonzepten kann erhebliche

implications and therefore may require detailed analysis and careful prioritization in accord with the outcomes of risk assessment. Implementation of plans should be monitored to confirm that improvements have been made and are effective. Control measures often require considerable expenditure, and decisions about water quality improvements cannot be made in isolation from other aspects of drinking-water supply that compete for limited financial resources. Priorities will need to be established, and improvements may need to be phased in over a period of time.

4.2 Operational monitoring and maintaining control

Operational monitoring assesses the performance of control measures at appropriate time intervals. The intervals may vary widely – for example, from on-line control of residual chlorine to quarterly verification of the integrity of the plinth surrounding a well.

The objectives of operational monitoring are for the drinking-water supplier to monitor each control measure in a timely manner to enable effective system management and to ensure that health-based targets are achieved.

4.2.1 Determining system control measures

The identity and number of control measures are system specific and will be determined by the number and nature of hazards and magnitude of associated risks.

Control measures should reflect the likelihood and consequences of loss of control. Control measures have a number of operational requirements, including the following:

etatmäßige Auswirkungen haben und daher eine eingehende Analyse und vorsichtige Priorisierung im Einklang mit den Ergebnissen der Risikobewertung erfordern. Die Durchführung von Konzepten sollte überwacht werden, um zu bestätigen, dass Verbesserungen erzielt wurden und wirksam sind. Maßnahmen zur Beherrschung von Gefährdungen erfordern oft beträchtliche Ausgaben, und Entscheidungen über die Verbesserung der Wasserbeschaffenheit können nicht isoliert von anderen Gesichtspunkten der Trinkwasserversorgung getroffen werden, die um beschränkte Finanzmittel konkurrieren. Es wird nötig sein, Prioritäten festzulegen; Verbesserungen müssen vielleicht allmählich über einen Zeitraum hinweg eingeführt werden.

4.2 Betriebliche Überwachung und Beherrschung von Gefährdungen

Mit der betrieblichen Überwachung werden Maßnahmen zur Beherrschung von Gefährdungen in angemessenen Zeitabständen bewertet. Diese Zeitabstände können großen Schwankungen unterliegen, von der Online-Steuerung des Restchlorgehaltes bis hin zu vierteljährlichen Überprüfungen des einwandfreien Zustands des Abschlussbauwerkes eines Brunnens

Die Zielsetzung der betrieblichen Überwachung besteht für den Trinkwasserversorger darin, jede Steuerungsmaßnahme in einer zeitgerechten Art und Weise zu überwachen, um eine wirksame Betriebsführung zu erzielen und sicherzustellen, dass gesundheitsbezogene Ziele erreicht werden.

4.2.1 Festlegung von Maßnahmen zur Beherrschung von Gefährdungen

Die genaue Art und Anzahl von Maßnahmen zur Beherrschung von Gefährdungen hängt vom jeweiligen System ab, und wird auf der Grundlage von Anzahl und Art der Gefährdungen und der Größe des damit verbundenen Risikos festgelegt.

Maßnahmen zur Beherrschung von Gefährdungen sollten die Wahrscheinlichkeit und Folgen eines Steuerungsverlustes widerspiegeln. Maßnahmen zur Beherrschung von Gefährdungen müssen eine Reihe

- operational monitoring parameters that can be measured and for which limits can be set to define the operational effectiveness of the activity;
- operational monitoring parameters that can be monitored with sufficient frequency to reveal failures in a timely fashion; and
- procedures for corrective action that can be implemented in response to deviation from limits.

4.2.2 Selecting operational monitoring parameters

The parameters selected for operational monitoring should reflect the effectiveness of each control measure, provide a timely indication of performance, be readily measured and provide opportunity for an appropriate response. Examples include measurable variables, such as chlorine residuals, pH and turbidity, or observable factors, such as the integrity of vermin-proofing screens.

Enteric pathogens and indicator bacteria are of limited use for operational monitoring, because the time taken to process and analyse water samples does not allow operational adjustments to be made prior to supply.

A range of parameters can be used in operational monitoring:

- For source waters, these include turbidity, UV absorbency, algal growth, flow and retention time, colour, conductivity and local meteorological events (see the supporting documents *Protecting Surface Waters for Health* and *Protecting Groundwaters for Health*; section 1.3).
- For treatment, parameters may include disinfectant concentration and contact time, UV intensity, pH, light absorbency, membrane integrity, turbidity and colour (see the supporting document *Water Treatment and Pathogen Control*; section 1.3).
- In piped distribution systems, operational monitoring parameters may include the following:

von betriebsbedingten Anforderungen erfüllen, so unter anderem folgende:

- Betriebliche Überwachungsparameter, die gemessen werden können, und für die Grenzwerte festgelegt werden können, um die betriebliche Wirksamkeit der Aktivität zu messen;
- Betriebliche Überwachungsparameter, die mit ausreichender Häufigkeit überwacht werden können, um Störungen rechtzeitig aufzudecken;
- Verfahren für Korrekturmaßnahmen, die als Antwort auf Abweichungen von Grenzwerten eingeführt werden können.

4.2.2. Auswahl von betrieblichen Überwachungsparametern

Die Parameter, die für eine Betriebliche Überwachung ausgewählt werden, sollten die Wirksamkeit jeder Steuerungsmaßnahme widerspiegeln, rechtzeitige Hinweise auf das Leistungsverhalten bieten, leicht zu messen sein und Gelegenheit zu einer angemessenen Reaktion bieten. Beispiele sind messbare Größen wie Restchlorgehalt, pH-Wert und Trübung oder sichtbare Faktoren wie der einwandfreie Zustand von Sieben.

Enteritische Krankheitserreger und Indikatorbakterien sind für die betriebliche Überwachung von begrenztem Nutzen, da die Zeit, die nötig ist, um Wasserproben zu bearbeiten und zu analysieren es nicht erlaubt, betriebliche Anpassungen vorzunehmen, bevor das Wasser geliefert wird. Eine Reihe von Parametern kann für die betriebliche Überwachung verwendet werden:

- Für Rohwasser: Trübung, UV-Absorption, Algenwachstum, Durchfluss und Rückhaltezeit, Farbe, Leitfähigkeit und örtliche meteorologische Ereignisse (siehe die ergänzenden Dokumente *Der Gesundheit zuliebe Oberflächengewässer schützen* und *der Gesundheit zuliebe Grundwasser schützen*; Abschnitt 1.3);
- Für die Aufbereitung: Konzentration und Kontaktdauer des Desinfektionsmittels, UV-Intensität, pH-Wert, Lichtabsorption, der einwandfreie Zustand der Membran, Trübung und Farbe (siehe das ergänzende Dokument *Wasseraufbereitung und Beherrschung von Krankheitserregern*; Abschnitt 1.3);
- In leitungsgebundenen Wasserverteilungssystemen können betriebliche Überwachungsparameter die folgenden umfassen:

- *Chlorine residual monitoring* provides a rapid indication of problems that will direct measurement of microbial parameters. A sudden disappearance of an otherwise stable residual can indicate ingress of contamination. Alternatively, difficulties in maintaining residuals at points in a distribution system or a gradual disappearance of residual may indicate that the water or pipework has a high oxidant demand due to growth of bacteria.
- The presence or absence of *faecal indicator bacteria* is another commonly used operational monitoring parameter. However, there are pathogens that are more resistant to chlorine disinfection than the most commonly used indicator – *E. coli* or thermotolerant coliforms. Therefore, the presence of more resistant faecal indicator bacteria (e.g., intestinal enterococci), *Clostridium perfringens* spores or coliphages as an operational monitoring parameter may be more appropriate in certain circumstances.
- *Heterotrophic bacteria* present in a supply can be a useful indicator of changes, such as increased microbial growth potential, increased biofilm activity, extended retention times or stagnation and a breakdown of integrity of the system. The numbers of heterotrophic bacteria present in a supply may reflect the presence of large contact surfaces within the treatment system, such as inline filters, and may not be a direct indicator of the condition within the distribution system (see the supporting document *Heterotrophic Plate Counts and Drinking-water Safety*; section 1.3).
- *Pressure measurement* and *turbidity* are also useful operational monitoring parameters in piped distribution systems.

Guidance for management of distribution system operation and maintenance is available (see the supporting document *Safe, Piped Water*, section 1.3) and includes the development of a monitoring

- Die *Überwachung des Restchlorgehalts* liefert einen schnellen Anhaltspunkt für Probleme und kann eine direkte Messung von mikrobiellen Parametern ergänzen. Die plötzliche Abnahme eines ansonsten stabilen Restchlorgehaltes kann das Eindringen von Verunreinigungen anzeigen. Ferner können Schwierigkeiten bei der Aufrechterhaltung des Restchlorgehaltes an bestimmten Punkten eines Verteilungssystems oder eine allmähliche Abnahme des Restchlorgehaltes Anzeichen dafür sein, dass das Wasser oder die Rohrleitung aufgrund von Bakterienwachstum einen hohen Bedarf an Oxidationsmitteln aufweist.
- Das Vorhandensein oder die Abwesenheit von *fäkalen Indikatorbakterien* ist ein weiterer häufig eingesetzter betrieblicher Überwachungsparameter. Es gibt jedoch Krankheitserreger, die resistenter gegen eine Chlordesinfektion sind, als der am häufigsten verwendete Indikator *Escherichia coli* oder wärmetolerante Colibakterien. Daher kann die Anwesenheit von widerstandsfähigeren fäkalen Indikatorbakterien (z.B. intestinale Enterokokken), Sporen von *Clostridium perfringens* oder Coliphagen unter bestimmten Umständen als Betriebliche Überwachungsparameter geeigneter sein
- In einem Wasserversorgungssystem auftretende *heterotrophe Bakterien* können ein nützlicher Indikator für Veränderungen sein, wie zum Beispiel ein erhöhtes Potential für Mikrowachstum, eine erhöhte Biofilmtätigkeit, verlängerte Rückhaltezeiten oder Stagnation oder eine Störung des einwandfreien Zustands des Systems. Die Anzahl der in einem Versorgungssystem vorkommenden heterotrophen Bakterien kann das Vorhandensein von großen Kontaktflächen wie zum Beispiel Inline-Filtern innerhalb des Aufbereitungssystems widerspiegeln und ist möglicherweise kein direkter Indikator für den Zustand innerhalb des Wasserverteilungssystems (siehe das ergänzende Dokument *Keimzahlen und Trinkwassersicherheit*; Abschnitt 1.3)
- *Druckmessung* und *Trübung* sind ebenfalls nützliche Betriebliche Überwachungsparameter in leitungsgebundenen Wasserverteilungssystemen.

Beratung zum Management von Betrieb und Wartung von Wasserverteilungssystemen steht zur Verfügung (siehe das ergänzende Dokument *Sicheres, leitungsgebundenes Wasser*; Abschnitt 1.3) und

<p>programme for water quality and other parameters such as pressure.</p> <p>Examples of operational monitoring parameters are provided in Table 4.4.</p> <p><i>Table 4.4 Examples of operational monitoring parameters that can be used to monitor control measures (see annex)</i></p> <p>4.2.3 Establishing operational and critical limits Control measures need to have defined limits for operational acceptability – termed operational limits – that can be applied to operational monitoring parameters. Operational limits should be defined for parameters applying to each control measure. If monitoring shows that an operational limit has been exceeded, then predetermined corrective actions (see section 4.4) need to be applied. The detection of the deviation and implementation of corrective action(s) should be possible in a time frame adequate to maintain performance and water safety.</p> <p>For some control measures, a second series of “critical limits” may also be defined, outside of which confidence in water safety would be lost. Deviations from critical limits will usually require urgent action, including immediate notification of the appropriate health authority.</p> <p>Operational and critical limits can be upper limits, lower limits, a range or an “envelope” of performance measures.</p> <p>4.2.4 Non-piped, community and household systems Generally, surface water or shallow groundwater should not be used as a source of drinking-water without sanitary protection or treatment.</p> <p>Monitoring of water sources (including rainwater tanks) by community</p>	<p>beinhaltet die Entwicklung eines Überwachungsprogramms für die Wasserqualität und andere Parameter, wie zum Beispiel Druck.</p> <p>Beispiele für betriebliche Überwachungsparametern sind in Tabelle 4.4 angegeben.</p> <p><i>Tabelle 4.4: Beispiele von betrieblichen Überwachungsparametern, die verwendet werden können, um Maßnahmen zur Beherrschung von Gefährdungen zu überwachen (siehe Anhang)</i></p> <p>4.2.3 Festlegen von betrieblichen und kritischen Einschreitwerten Um für den betrieblichen Einsatz geeignet zu sein, benötigen Maßnahmen zur Beherrschung von Gefährdungen festgelegte Werte – betriebliche Einschreitwerte genannt –, die auf betriebliche Überwachungsparameter angewendet werden können. Betriebliche Einschreitwerte sollten für Parameter festgelegt werden, die auf jede Steuerungsmaßnahme zutreffen. Wenn die Überwachung zeigt, dass eine betrieblicher Eingreifwert überschritten wurde, müssen vorher festgelegte Korrekturmaßnahmen (siehe Abschnitt 4.4) angewendet werden. Die Erkennung einer Abweichung und die Durchführung von Korrekturmaßnahmen sollten innerhalb eines Zeitrahmens möglich sein, der es erlaubt, Leistung und Wassersicherheit aufrechtzuerhalten.</p> <p>Für einige Maßnahmen zur Beherrschung von Gefährdungen kann auch eine zweite Reihe von „kritischen Einschreitwerten“ festgelegt werden, außerhalb derer das Vertrauen in die Wassersicherheit verloren gehen würde. Abweichungen von kritischen Einschreitwerten erfordern dringende Maßnahmen, einschließlich der umgehenden Benachrichtigung der zuständigen Gesundheitsbehörde.</p> <p>Bei betrieblichen und kritischen Einschreitwerten kann es sich um Obergrenzen, Untergrenzen, eine Reihe oder eine Gruppe von Erfolgsmessgrößen handeln.</p> <p>4.2.4 Nicht leitungsgebundene Gemeinschafts- und Eigenwasserversorgungssysteme Im Allgemeinen sollte Oberflächenwasser oder flaches Grundwasser nicht ohne hygienischen Schutz oder Aufbereitung als Trinkwasserquelle genutzt werden.</p>
--	--

operators or households will typically involve periodic sanitary inspection. The sanitary inspection forms used should be comprehensible and easy to use; for instance, the forms may be pictorial. The risk factors included should be preferably related to activities that are under the control of the operator and that may affect water quality. The links to action from the results of operational monitoring should be clear, and training will be required.

Operators should also undertake regular physical assessments of the water, especially after heavy rains, to monitor whether any obvious changes in water quality occur (e.g., changes in colour, odour or turbidity).

Treatment of water from community sources (such as boreholes, wells and springs) as well as household rainwater collection is rarely practised; however, if treatment is applied, then operational monitoring is advisable.

Collection, transportation and storage of water in the home

Maintaining the quality of water during collection and manual transport is the responsibility of the household. Good hygiene practices are required and should be supported through hygiene education. Hygiene education programmes should provide households and communities with skills to monitor and manage their water hygiene.

Household treatment of water has proven to be effective in delivery of public health gains. Monitoring of treatment processes will be specific to the technology. When household treatment is introduced, it is essential that information (and, where appropriate, training) be provided to users to ensure that they understand basic operational monitoring requirements.

Die Überwachung von Trinkwasserressourcen (einschließlich Regenwasserbehältern) durch Gemeinschafts- oder Eigenwasserversorger beinhaltet typischerweise eine Hygienekontrolle in regelmäßigen Abständen. Die Formulare, die für die Hygienekontrolle verwendet werden, sollten verständlich und einfach zu handhaben und zum Beispiel bebildert sein. Die enthaltenen Risikofaktoren sollten vorzugsweise im Zusammenhang mit Aktivitäten stehen, die der Betreiber steuern kann und die die Wasserbeschaffenheit beeinträchtigen können. Die Verbindung zwischen den betrieblichen Überwachungsergebnissen und den zu ergreifenden Maßnahmen sollte eindeutig sein; eine entsprechende Schulung wird notwendig sein.

Betreiber sollten zur Feststellung offensichtlicher Änderungen (z.B. Änderungen der Farbe, des Geruches oder der Trübung) in der Wasserbeschaffenheit auch eine regelmäßige physikalische Bewertung des Wassers durchführen, besonders nach heftigen Regenfällen.

Die Aufbereitung von Wasser aus Gemeinschaftsressourcen (wie zum Beispiel Bohrlöchern, Brunnen und Quellen) und die Haushaltsregenwassersammlung werden selten praktiziert. Wenn jedoch eine Aufbereitung vorgenommen wird, ist eine betriebliche Überwachung empfehlenswert.

Sammlung, Transport und Speicherung von Wasser im Haushalt

Die Aufrechterhaltung der Wasserbeschaffenheit während der Sammlung und dem manuellen Transport liegt in der Verantwortung des Eigenwasserversorgers. Gute Hygienepraktiken sind erforderlich und sollten durch Hygieneschulungen unterstützt werden. Hygieneschulungsprogramme sollten Eigen- und Gemeinschaftswasserversorgern die nötigen Kenntnisse verleihen, um ihre Wasserhygiene zu überwachen und zu beherrschen.

Die Aufbereitung von Wasser in Eigenwasserversorgungen hat sich als wirksam in der Förderung der öffentlichen Gesundheit erwiesen. Die Überwachung der Aufbereitungsverfahren hängt von der verwendeten Technologie ab. Wenn eine Aufbereitung von Wasser in Eigenwasserversorgungen eingeführt wird, sollten den Verbrauchern unbedingt Informationen (und, falls erforderlich, Lehrgänge) zur Verfügung gestellt werden, damit sie die grundlegenden betrieblichen Überwachungsanforderungen verstehen.

4.3 Verification

In addition to operational monitoring of the performance of the individual components of a drinking-water system, it is necessary to undertake final verification for reassurance that the system as a whole is operating safely. Verification may be undertaken by the supplier, by an independent authority or by a combination of these, depending on the administrative regime in a given country. It typically includes testing for faecal indicator organisms and hazardous chemicals.

Verification provides a final check on the overall safety of the drinking-water supply chain. Verification may be undertaken by the surveillance agency and/or can be a component of supplier quality control.

For microbial verification, testing is typically for faecal indicator bacteria in treated water and water in distribution. For verification of chemical safety, testing for chemicals of concern may be at the end of treatment, in distribution or at the point of consumption (depending on whether the concentrations are likely to change in distribution).

Frequencies of sampling should reflect the need to balance the benefits and costs of obtaining more information. Sampling frequencies are usually based on the population served or on the volume of water supplied, to reflect the increased population risk. Frequency of testing for individual characteristics will also depend on variability. Sampling and analysis are required most frequently for microbial and less often for chemical constituents. This is because even brief episodes of microbial contamination can lead directly to illness in consumers, whereas episodes of chemical contamination that would constitute an acute health concern, in the absence of a specific event (e.g., chemical overdosing at a treatment plant), are rare. Sampling frequencies for water leaving treatment depend on the quality of the water source and the type of treatment.

4.3 Verifizierung

Zusätzlich zu einer betrieblichen Überwachung der Leistungsmerkmale der einzelnen Bestandteile eines Trinkwasserversorgungssystems ist unbedingt eine abschließende Verifizierung als Bestätigung vorzunehmen, dass das System als Ganzes sicher funktioniert. Abhängig vom Verwaltungssystem des Landes kann die Verifizierung vom Versorger, von einer unabhängigen Behörde oder von einer Kombination dieser beiden vorgenommen werden. Dies umfasst typischerweise auch eine Überprüfung auf fäkale Indikatororganismen und gefährliche Chemikalien.

Die Verifizierung bietet eine abschließende Kontrolle der Gesamtsicherheit der Trinkwasserversorgungskette. Sie kann von einer Überwachungsbehörde durchgeführt werden und/oder Bestandteil der Qualitätskontrolle des Versorgers sein.

Für die Verifizierung der mikrobiologischen Qualität wird typischerweise eine Überprüfung auf fäkale Indikatorbakterien im aufbereiteten Trinkwasser und Trinkwasser, das sich in der Verteilung befindet, durchgeführt. Für die Verifizierung der chemischen Sicherheit kann die Prüfung der betreffenden chemischen Wasserinhaltsstoffe entweder am Ende der Aufbereitung, während der Verteilung oder beim Verbraucher durchgeführt werden (in Abhängigkeit von der Wahrscheinlichkeit einer Konzentrationsänderung während der Verteilung).

Die Häufigkeit, mit der eine Probenahme durchgeführt wird, sollte die Erfordernis widerspiegeln, den Nutzen und die Kosten, die mit dem Erlangen weiterer Informationen verbunden sind, gegeneinander aufzuwiegen. Die Probenahmehäufigkeit beruht normalerweise auf der belieferten Bevölkerungszahl oder auf dem gelieferten Wasservolumen, um das erhöhte Risiko für die Bevölkerung widerzuspiegeln. Die Prüfhäufigkeit einzelner Merkmale wird auch von deren Veränderlichkeit abhängen. Für mikrobiologische Bestandteile ist eine viel häufigere Probenahme und Analyse erforderlich als für chemische Wasserinhaltsstoffe, da selbst kurzzeitige mikrobielle Verunreinigungen direkt zur Erkrankung der Verbraucher führen können, während Vorfälle chemischer Verunreinigung, die eine akuten Gesundheitsgefährdung darstellen würden, bei Fehlen eines besonderen Vorkommnisses (z.B. Chemikalienüberdosierung in einer Aufbereitungsanlage) selten sind. Die

4.3.1 Verification of microbial quality

Verification of microbial quality of water in supply must be designed to ensure the best possible chance of detecting contamination. Sampling should therefore account for potential variations of water quality in distribution. This will normally mean taking account of locations and of times of increased likelihood of contamination.

Faecal contamination will not be distributed evenly throughout a piped distribution system. In systems where water quality is good, this significantly reduces the probability of detecting faecal indicator bacteria in the relatively few samples collected.

The chances of detecting contamination in systems reporting predominantly negative results for faecal indicator bacteria can be increased by using more frequent presence/absence (P/A) testing. P/A testing can be simpler, faster and less expensive than quantitative methods. Comparative studies of the P/A and quantitative methods demonstrate that the P/A methods can maximize the detection of faecal indicator bacteria. However, P/A testing is appropriate only in a system where the majority of tests for indicators provide negative results.

The more frequently the water is examined for faecal indicators, the more likely it is that contamination will be detected. Frequent examination by a simple method is more valuable than less frequent examination by a complex test or series of tests.

The nature and likelihood of contamination can vary seasonally, with rainfall and with other local conditions. Sampling should normally be random but should be increased at times of epidemics, flooding or emergency operations or following interruptions of supply or repair work.

Häufigkeit der Probenahme bei Wasser, das die Aufbereitung verlässt, hängt von der Qualität des Rohwassers und der Art der Aufbereitung ab.

4.3.1 Verifizierung der mikrobiologischen Qualität

Die Verifizierung der mikrobiellen Beschaffenheit von Wasser, das sich in der Wasserverteilung befindet, sollte die größtmögliche Wahrscheinlichkeit gewährleisten, eine Verunreinigung zu entdecken. Die Probenahme sollte daher mögliche Schwankungen der Güte des in Verteilung befindlichen Trinkwassers berücksichtigen. Dies wird normalerweise bedeuten, Orte und Zeiten mit einer erhöhten Wahrscheinlichkeit von Verunreinigungen zu berücksichtigen.

Fäkale Verunreinigungen sind nicht gleichmäßig überall in einem leitungsgebundenen Wasserverteilungssystem verbreitet. In Systemen, in denen die Wasserbeschaffenheit gut ist, verringert dies maßgeblich die Wahrscheinlichkeit einer Entdeckung fäkaler Indikatorbakterien in den relativ wenigen Proben.

Die Wahrscheinlichkeit, Verunreinigungen in Systemen zu entdecken, die vorwiegend negative Ergebnisse für fäkale Indikatorbakterien liefern, kann durch häufigere Anwesenheits-/Abwesenheitsprüfungen erhöht werden. Anwesenheits-/Abwesenheitsprüfungen können einfacher, schneller und billiger durchzuführen sein als quantitative Methoden. Vergleichsstudien von Anwesenheits-/Abwesenheitsprüfungen und quantitativen Methoden zeigen, dass die Anwesenheits-/Abwesenheitsverfahren die Entdeckung fäkaler Indikatorbakterien maximieren können. Anwesenheits-/Abwesenheitsprüfungen sind jedoch nur in Systemen angebracht, in denen die Mehrzahl der Prüfungen auf Indikatoren negative Ergebnisse erzielt.

Je häufiger das Wasser auf fäkale Indikatoren untersucht wird, desto wahrscheinlicher ist die Entdeckung von Verunreinigungen. Häufige Überprüfungen mit einfachen Methoden sind nützlicher als seltenere Überprüfungen mittels komplizierter Prüfungen oder Prüfreihen.

Die Art und Wahrscheinlichkeit einer Verunreinigung kann saisonal, nach Regenfällen oder aufgrund anderer örtlicher Bedingungen abweichen. Die Probenahme sollte normalerweise zufällig stattfinden, aber zuzeiten von Epidemien oder Überschwemmungen, im Notbetrieb, nach Unterbrechungen der Versorgung oder nach Reparaturarbeiten erhöht

4.3.2 Verification of chemical quality

Issues that need to be addressed in developing chemical verification include the availability of appropriate analytical facilities, the cost of analyses, the possible deterioration of samples, the stability of the contaminant, the likely occurrence of the contaminant in various supplies, the most suitable point for monitoring and the frequency of sampling.

For a given chemical, the location and frequency of sampling will be determined by its principal sources (see chapter 8) and variability. Substances that do not change significantly in concentration over time require less frequent sampling than those that might vary significantly.

In many cases, source water sampling once per year, or even less, may be adequate, particularly in stable groundwaters, where the naturally occurring substances of concern will vary very slowly over time. Surface waters are likely to be more variable and require a greater number of samples, depending on the contaminant and its importance.

Sampling locations will depend on the water quality characteristic being examined. Sampling at the treatment plant or at the head of the distribution system may be sufficient for constituents where concentrations do not change during delivery. However, for those constituents that can change during distribution, sampling should be undertaken following consideration of the behaviour and/or source of the specific substance. Samples should include points near the extremities of the distribution system and taps connected directly to the mains in houses and large multi-occupancy buildings. Lead, for example, should be sampled at consumers' taps, since the source of lead is usually service connections or plumbing in buildings.

For further information, see the supporting document *Chemical Safety*

werden.

4.3.2 Verifizierung der chemischen Qualität

Sachverhalte, die bei der Erarbeitung eines chemischen Verifizierungsprüfverfahrens angesprochen werden müssen, umfassen die Verfügbarkeit von angemessenen analytischen Einrichtungen, die Analysekosten, die mögliche Unbrauchbarkeit von Proben, die Beständigkeit des Schadstoffes, das voraussichtliche Vorkommen des Schadstoffs in verschiedenen Versorgungssystemen, den geeignetsten Überwachungspunkt und die Probennahmehäufigkeit.

Für bestimmte chemische Wasserinhaltsstoffe werden der Ort und die Häufigkeit der Probenahme durch ihre typische Herkunft (siehe Kapitel 8) und ihre Veränderlichkeit bestimmt. Stoffe, die im Zeitablauf keine erheblichen Änderungen ihrer Konzentration aufweisen, erfordern eine weniger häufige Probenahme als solche mit beträchtlichen Schwankungen.

In vielen Fällen kann eine Rohwasserprobenahme einmal im Jahr oder sogar seltener ausreichend sein, besonders bei stabilem Grundwasser, in dem die betreffenden natürlich vorkommenden Stoffe im Zeitverlauf sehr langsamen Veränderungen unterliegen. Oberflächenwasser ist wahrscheinlich veränderlicher und erfordert eine größere Anzahl von Probenahmen in Abhängigkeit von den Wasserinhaltsstoffen und ihrer Gefährdungspotentiale.

Probenahmestellen hängen von der Charakteristik der Wasserbeschaffenheit ab, die untersucht werden. Probenahme in der Aufbereitungsanlage oder am Kopf des Wasserverteilungssystems mag für Inhaltsstoffe ausreichend sein, deren Konzentration sich während der Anlieferung nicht ändert. Für die Inhaltsstoffe jedoch, die sich während der Wasserverteilung ändern können, sollte die Probenahme unter Berücksichtigung des Verhaltens und/oder des Ausgangspunktes des bestimmten Stoffes durchgeführt werden. Die Probenahme sollte Stellen nahe den Endpunkten des Wasserverteilungssystems und Wasserhähne, die direkt mit der Hausinstallation und großen, von mehreren Parteien bewohnten Häusern verbunden sind, umfassen. Blei sollte zum Beispiel an den Wasserhähnen der Verbraucher gemessen werden, da der Eintrag von Blei normalerweise mit den Hausanschlussleitungen und den Rohrleitungen der Hausinstallation verbunden ist.

Weitere Informationen finden Sie im ergänzenden Dokument *Chemische*

of Drinking-water (section 1.3).

4.3.3 Water sources

Testing source waters is particularly important where there is no water treatment. It will also be useful following failure of the treatment process or as part of an investigation of a waterborne disease outbreak. The frequency of testing will depend on the reason that the sampling is being carried out. Testing frequency may be:

- on a regular basis (the frequency of verification testing will depend on several factors, including the size of the community supplied, the reliability of the quality of the drinking-water / degree of treatment and the presence of local risk factors);
- on an occasional basis (e.g., random or during visits to community-managed drinking-water supplies); and
- increased following degradation of source water quality resulting from predictable incidents, emergencies or unplanned events considered likely to increase the potential for a breakthrough in contamination (e.g., following a flood, upstream spills).

Prior to commissioning a new drinking-water supply, a wider range of analyses should be carried out, including parameters identified as potentially being present from a review of data from similar supplies or from a risk assessment of the source.

4.3.4 Piped distribution systems

The choice of sampling points will be dependent on the individual water supply. The nature of the public health risk posed by pathogens and the contamination potential throughout distribution systems mean that collection of samples for microbial analysis (and associated parameters, such as chlorine residual) will typically be done frequently and from dispersed sampling sites. Careful consideration of sampling

Trinkwassersicherheit (Abschnitt 1.3).

4.3.3 Rohwasserressourcen

Die Prüfung des Rohwassers ist besonders wichtig, wenn keine Wasseraufbereitung durchgeführt wird. Sie wird auch nützlich sein nach einem Ausfall des Aufbereitungsverfahrens oder als Teil der Untersuchung eines Ausbruchs einer durch Wasser übertragenen Krankheit. Die Prüfhäufigkeit hängt von dem Grund ab, aus dem die Probenahme durchgeführt wird. Die Prüfhäufigkeit kann sein

- regelmäßig (die Häufigkeit der Verifizierung hängt von mehreren Faktoren ab, einschließlich der Größe des Versorgungsgebietes, der Verlässlichkeit der Trinkwasserbeschaffenheit, dem Aufbereitungsgrad und dem Vorhandensein von örtlichen Risikofaktoren);
- gelegentlich (z.B. zufällig oder während Begehungen von Trinkwasserversorgungssystemen, die von Gemeinschaftswasserversorgern betrieben werden) und
- erhöht nach einer Herabsetzung der Rohwasserqualität, die sich aus vorhersehbaren Störfällen, Notfällen oder ungeplanten Ereignissen ergibt, die wahrscheinlich das Potential für ein Durchbrechen einer Verunreinigung erhöhen (z.B. nach einer Überschwemmung, nach stromaufwärts aufgetretenem Auslaufen von Substanzen).

Vor der Inbetriebnahme einer neuen Trinkwasserversorgung sollte eine breitere Auswahl an Analysen durchgeführt werden, die auch Parameter umfasst, die nach einer Bewertung von Daten aus ähnlichen Versorgungsanlagen oder nach einer Risikobewertung der Ressource als möglicherweise vorhanden eingestuft wurden.

4.3.4 Leitungsgebundene Wasserverteilungssysteme

Die Auswahl der Probenahmestellen wird vom einzelnen Wasserversorgungssystem abhängen. Die Art des Risikos, die Krankheitserreger für die öffentliche Gesundheit darstellen, und das überall in Verteilungssystemen bestehende Verunreinigungspotential bedeuten, dass die Entnahme von Proben zur mikrobiellen Analyse (und der damit verbundenen Parameter, wie Restchlorgehalt) typischerweise

points and frequency is required for chemical constituents that arise from piping and plumbing materials and that are not controlled through their direct regulation and for constituents that change in distribution, such as trihalomethanes (THMs).

Recommended minimum sample numbers for verification of the microbial quality of drinking-water are shown in Table 4.5. The use of stratified random sampling in distribution systems has proven to be effective.

4.3.5 Verification for community-managed supplies

If the performance of a community drinking-water system is to be properly evaluated, a number of factors must be considered. Some countries that have developed national strategies for the surveillance and quality control of drinking-water systems have adopted *quantitative service indicators* (i.e., quality, quantity, accessibility, coverage, affordability and continuity) for application at community, regional and national levels. Usual practice would be to include the critical parameters for microbial quality (normally *E. coli*, chlorine, turbidity and pH) and for a sanitary inspection to be carried out. Methods for these tests must be standardized and approved. It is recommended that field test kits be validated for performance against reference or standard methods and approved for use in verification testing.

Together, service indicators provide a basis for setting targets for community drinking-water supplies. They serve as a quantitative guide to the adequacy of drinking-water supplies and provide consumers with an objective measure of the quality of the overall service and thus the degree of public health protection afforded.

Periodic testing and sanitary inspection of community drinking-water supplies should typically be undertaken by the surveillance agency and should assess microbial hazards and known problem chemicals (see also chapter 5). Frequent sampling is unlikely to be possible, and one

häufig und an weit verteilten Probenahmestellen durchgeführt wird. Eine sorgfältige Abwägung der Probenahmepunkte und -häufigkeit ist für chemische Wasserinhaltsstoffe erforderlich, die aus Rohrleitungsmaterialien hervorgehen und die nicht durch direkte Steuerung beherrscht werden, sowie für Inhaltsstoffe, die sich während der Wasserverteilung verändern, wie zum Beispiel Trihalogenmethane (THMs).

Die für eine Verifizierung der mikrobiologischen Güte des Trinkwassers empfohlene Mindestanzahl von Proben ist in Tabelle 4.5 angegeben. Die abschnittsweise stichprobenartige Beprobung in Wasserverteilungssystemen hat sich als wirksam erwiesen.

4.3.5 Verifizierung von Gemeinschaftswasserversorgungssystemen

Wenn die Güte eines Gemeinschaftswasserversorgungssystems genau beurteilt werden soll, müssen eine Reihe von Faktoren berücksichtigt werden. Einige Länder, die nationale Strategien für die Überwachung und Qualitätskontrolle von Trinkwasserversorgungssystemen entwickelt haben, haben *quantitative Leistungsindikatoren* (d.h. Qualität, Quantität, Zugänglichkeit, Reichweite, Erschwinglichkeit und Kontinuität) zur Anwendung auf kommunaler, regionaler und nationaler Ebene eingeführt. Übliche Praxis wäre es, kritische Parameter für die mikrobielle Güte (normalerweise *E. coli*, Chlor, Trübung und pH-Wert) und die Durchführung einer Hygienekontrolle mit einzubeziehen. Die Verfahren für diese Prüfungen müssen normiert und genehmigt sein. Es wird empfohlen, die Funktion von Vor-Ort-Messgeräten durch den Vergleich mit Referenz- oder Standardverfahren zu bestätigen, und sie für die Verwendung in Verifizierungen zu genehmigen.

Zusammengenommen bieten Leistungsindikatoren eine Grundlage zur Formulierung von Zielsetzungen für Gemeinschaftstrinkwasserversorgungen. Sie dienen als quantitative Richtschnur für die Angemessenheit einer Trinkwasserversorgung und bieten dem Verbraucher einen objektiven Maßstab für die Güte der Gesamtleistung, und demnach für den Grad des gewährten öffentlichen Gesundheitsschutzes.

In regelmäßigen Abständen stattfindende Prüfungen und Hygienekontrollen einer Gemeinschaftswasserversorgung sollten üblicherweise von der Überwachungsbehörde durchgeführt werden und

approach is therefore a rolling programme of visits to ensure that each supply is visited once every 3–5 years. The primary purpose is to inform strategic planning and policy rather than to assess compliance of individual drinking-water supplies. Comprehensive analysis of chemical quality of all sources is recommended prior to commissioning as a minimum and preferably every 3–5 years thereafter.

Advice on the design of sampling programmes and on the frequency of sampling is given in ISO standards (Table 4.6).

Table 4.5 Recommended minimum sample numbers for faecal indicator testing in distribution systems (see annex)

4.3.6 Quality assurance and quality control

Appropriate quality assurance and analytical quality control procedures should be implemented for all activities linked to the production of drinking-water quality data. These procedures will ensure that the data are fit for purpose – in other words, that the results produced are of adequate accuracy. Fit for purpose, or adequate accuracy, will be defined in the water quality monitoring programme, which will include a statement about accuracy and precision of the data. Because of the wide range of substances, methods, equipment and accuracy requirements likely to be involved in the monitoring of drinking-water, many detailed, practical aspects of analytical quality control are concerned. These are beyond the scope of this publication.

The design and implementation of a quality assurance programme for analytical laboratories are described in detail in *Water Quality Monitoring* (Bartram & Ballance, 1996). The relevant chapter draws upon the standard ISO 17025:2000 *General requirements for the competence of testing and calibration laboratories*, which provides a

mikrobielle Gefährdungen sowie bekannte problematische chemische Inhaltsstoffe bewerten (siehe auch Kapitel 5). Es ist unwahrscheinlich, dass eine häufige Probenahme möglich sein wird; eine Vorgehensweise ist daher ein wiederkehrendes Kontrollprogramm, um sicherzustellen, dass jedes Versorgungssystem einmal alle 3-5 Jahre besichtigt wird. Der Hauptzweck ist hierbei eher das Sammeln von Informationen für eine strategische Planung und Politik als eine Bewertung der Ordnungsmäßigkeit der einzelnen Trinkwasserversorgungssysteme. Es wird empfohlen, eine umfassende Analyse der chemischen Qualität aller Trinkwasserressourcen mindestens vor der Inbetriebnahme und danach möglichst alle 3-5 Jahre durchzuführen.

Hinweise zur Gestaltung von Probenahmeprogrammen und zur Probenahmehäufigkeit werden in ISO Normen gegeben (Tabelle 4.6).

Tabelle 4.5 Empfohlene Mindestanzahl von Proben für die Überprüfung von fäkalen Indikatoren in Wasserverteilungssystemen (siehe Anhang)

4.3.6 Qualitätssicherung und Qualitätskontrolle

Angemessene Verfahren zur Qualitätssicherung und analytischen Qualitätskontrolle sollten für alle Aktivitäten, die mit der Erhebung von Trinkwasserqualitätsdaten verbunden sind, eingeführt werden. Diese Verfahren gewährleisten, dass die Daten für den Zweck geeignet sind, mit anderen Worten, dass die gewonnenen Ergebnisse von angemessener Genauigkeit sind. Zweckeignung oder angemessene Genauigkeit werden in den Wasserqualitätsüberwachungsprogrammen festgelegt, die eine Aussage über die Genauigkeit und Präzision der Daten enthalten. Aufgrund der großen Anzahl an der bei der Überwachung der Trinkwasserqualität voraussichtlich beteiligten Stoffe, Verfahren, Geräte und Genauigkeitsanforderungen sind viele praktische Aspekte der analytischen Qualitätskontrolle betroffen. Diese würden jedoch den Rahmen dieser Informationsschrift sprengen.

Die Gestaltung und Einführung eines Qualitätssicherungsprogramms für analytische Laboratorien wird eingehend beschrieben in *Überwachung der Wasserqualität* (Bartram & Ballance, 1996). Das entsprechende Kapitel zieht ISO 17025:2000 *Allgemeine Anforderungen an die Kompetenz von Prüf- und Kalibrierlaboratorien* heran, die einen Rahmen

<p>framework for the management of quality in analytical laboratories.</p> <p><i>Table 4.6 International Organization for Standardization (ISO) standards for water quality giving guidance on sampling (see annex)</i></p>	<p>für das Qualitätsmanagement in analytischen Laboratorien bietet.</p> <p><i>Tabelle 4.6 Wasserqualitätsnormen der Internationalen Organisation für Standardisierung (ISO), die eine Anleitung für die Probenahme bieten (siehe Anhang)</i></p>
<p>4.4 Management procedures for piped distribution systems</p> <p>Effective management implies definition of actions to be taken in response to variations that occur during normal operational conditions; of actions to be taken in specific “incident” situations where a loss of control of the system may occur; and of procedures to be followed in unforeseen and emergency situations. Management procedures should be documented alongside system assessment, monitoring plans, supporting programmes and communication required to ensure safe operation of the system.</p>	<p>4.4 Managementabläufe für leitungsgebundene Wasserverteilungssysteme</p> <p>Ein wirksames Management beinhaltet die Festlegung von Maßnahmen, die als Antwort auf Schwankungen, die während normaler Betriebsbedingungen auftreten, ergriffen werden; von Maßnahmen, die in bestimmten „Störfallsituationen“ ergriffen werden, in denen ein Verlust der Systemsteuerung eintreten kann und von Vorgehensweisen, die im Fall von unvorhergesehenen oder Notsituationen befolgt werden müssen. Neben Systembewertungen, Überwachungskonzepten, Unterstützungsprogrammen und Mitteilungen, die nötig sind, um einen sicheren Betrieb des Systems zu gewährleisten, sollten auch Managementverfahren dokumentiert werden.</p>
<p>Much of a management plan will describe actions to be taken in response to “normal” variation in operational monitoring parameters in order to maintain optimal operation in response to operational monitoring parameters reaching operational limits.</p> <p>A significant deviation in operational monitoring where a critical limit is exceeded (or in verification) is often referred to as an “incident.” An incident is any situation in which there is reason to suspect that water being supplied for drinking may be, or may become, unsafe (i.e., confidence in water safety is lost). As part of a WSP, management procedures should be defined for response to predictable incidents as well as unpredictable incidents and emergencies. Incident triggers could include:</p>	<p>Ein großer Teil eines Managementkonzepts wird sowohl Maßnahmen beschreiben, die als Antwort auf „normale“ Schwankungen der betrieblichen Überwachungsparameter zu ergreifen sind, um einen optimalen Betrieb aufrechtzuerhalten als auch Maßnahmen, die als Antwort auf betriebliche Überwachungsparameter, die betriebliche Einschreitwerte erreichen, anfallen.</p> <p>Eine wesentliche Abweichung, bei der ein kritischer Einschreitwert überschritten wird, und die während der betrieblichen Überwachung (oder bei der Verifizierung) festgestellt wird, wird oft als „Störfall“ bezeichnet. Ein Störfall bezeichnet jede Situation, in der ein Grund zu der Vermutung besteht, dass als Trinkwasser geliefertes Wasser gefährlich sein oder werden könnte (d.h. das Vertrauen in die Wassersicherheit geht verloren). Als Teil eines TWSK sollten Verfahrensanweisungen als Antwort sowohl auf vorhersehbare Störfälle als auch auf unvorhersehbare Störfälle und Notfälle festgelegt werden. Auslöser für einen Störfall können sein:</p>

<ul style="list-style-type: none"> • non-compliance with operational monitoring criteria; • inadequate performance of a sewage treatment plant discharging to source water; • spillage of a hazardous substance into source water; • failure of the power supply to an essential control measure; <ul style="list-style-type: none"> • extreme rainfall in a catchment; • detection of unusually high turbidity (source or treated water); <ul style="list-style-type: none"> • unusual taste, odour or appearance of water; • detection of microbial indicator parameters, including unusually high faecal indicator densities (source or treated water) and unusually high pathogen densities (source water); and <ul style="list-style-type: none"> • public health indicators or a disease outbreak for which water is a suspect vector. <p>Incident response plans can have a range of alert levels. These can be minor early warning, necessitating no more than additional investigation, through to emergency.</p> <p>Emergencies are likely to require the resources of organizations beyond the drinking water supplier, particularly the public health authorities.</p> <p>Incident response plans typically comprise:</p> <ul style="list-style-type: none"> • accountabilities and contact details for key personnel, often including several organizations and individuals; • lists of measurable indicators and limit values/conditions that would trigger incidents, along with a scale of alert levels; • clear description of the actions required in response to alerts; • location and identity of the standard operating procedures (SOPs) and required equipment; • location of backup equipment; • relevant logistical and technical information; and • checklists and quick reference guides. 	<ul style="list-style-type: none"> • Nichteinhaltung von betriebliche Überwachungskriterien; • Mangelhaftes Betriebsverhalten einer Abwasserbehandlungsanlage, die ins Rohwasser ableitet; • Auslaufen eines gefährdenden Stoffes ins Rohwasser; • Ausfall der Stromversorgung für eine wichtige Steuerungsmaßnahme; • Extreme Niederschläge in einem Wassereinzugsgebiet; • Entdeckung einer ungewöhnlich hohen Trübung (Rohwasser oder aufbereitetes Wasser); • Ungewöhnlicher Geschmack, Geruch oder Aussehen des Wassers; • Entdeckung von mikrobiologischen Indikatorparametern, einschl. einem ungewöhnlich hohen Vorkommen von fäkalen Indikatoren (Rohwasser oder aufbereitetes Wasser) und einer ungewöhnlich hohen Konzentration von Krankheitserregern (Rohwasser); • Gesundheitsindikatoren oder der Ausbruch einer Krankheit, für die Wasser ein verdächtiger Auslöser ist. <p>Störfallreaktionskonzepte können eine Reihe von Alarmstufen umfassen. Diese können von geringfügigen Frühwarnungen, die nicht mehr als eine zusätzliche Untersuchung erfordern, bis hin zu Notsituationen reichen. Notsituationen erfordern wahrscheinlich den Einsatz von Ressourcen anderer Organisationen, insbesondere von Gesundheitsbehörden, die über die des Trinkwasserversorgers hinausgehen.</p> <p>Störfallreaktionskonzepte umfassen üblicherweise:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Festlegung der Verantwortlichkeiten und Kontaktangaben zum verantwortlichen Personal. Oftmals umfasst dies mehrere Organisationen und Einzelpersonen; • Listen messbarer Indikatoren und Grenzwerte/Randbedingungen, die Störfälle auslösen würden, zusammen mit einer Skala der Alarmstufen; • Deutliche Beschreibung der Maßnahmen, die als Antwort auf einen Alarm erforderlich sind; • Standort und Art der Standardbetriebsverfahren und der erforderlichen Ausrüstung; • Standort von Reserveausrüstung; • Sachdienliche logistische und technische Informationen und • Prüflisten und Leitfaden mit Schnellverweisen;
---	--

The plan may need to be followed at very short notice, so standby rosters, effective communication systems and up-to-date training and documentation are required.

Staff should be trained in response to ensure that they can manage incidents and/or emergencies effectively. Incident and emergency response plans should be periodically reviewed and practised. This improves preparedness and provides opportunities to improve the effectiveness of plans before an emergency occurs.

Following any incident or emergency, an investigation should be undertaken involving all concerned staff. The investigation should consider factors such as:

- What was the cause of the problem?
- How was the problem first identified or recognized?
- What were the most essential actions required?
- What communication problems arose, and how were they addressed?
- What were the immediate and longer-term consequences?
- How well did the emergency response plan function?

Appropriate documentation and reporting of the incident or emergency should also be established. The organization should learn as much as possible from the incident or emergency to improve preparedness and planning for future incidents. Review of the incident or emergency may indicate necessary amendments to existing protocols.

The preparation of clear procedures, definition of accountability and provision of equipment for the sampling and storing of water in the event of an incident can be valuable for follow-up epidemiological or other investigations, and the sampling and storage of water from early on during a suspected incident should be part of the response plan.

4.4.1 Predictable incidents (“deviations”)

Many incidents (e.g., exceedance of a critical limit) can be foreseen, and management plans can specify resulting actions. Actions may

Da eine sehr kurzfristige Durchführung des Konzeptes notwendig sein kann, werden auch Bereitschaftsdienstpläne, wirksame Kommunikationssysteme und eine fortschrittliche Ausbildung und Dokumentation benötigt. Das Reaktionsverhalten des Personals sollte trainiert werden, so dass es in der Lage ist, Störfälle und/oder Notfälle wirksam zu bewältigen. Störfall- und Notfallreaktionskonzepte sollten in regelmäßigen Abständen überprüft und eingeübt werden. Dies verbessert die Bereitschaft und bietet die Gelegenheit, die Wirksamkeit von Konzepten vor Eintritt eines Notfalls zu verbessern.

Nach einem Störfall oder Notfall sollte eine Untersuchung durchgeführt werden, die alle betroffenen Mitarbeiter einbezieht. Diese Untersuchung sollte z.B. die folgenden Faktoren berücksichtigen:

- Was war die Ursache des Problems?
- Wie wurde das Problem zuerst festgestellt oder erkannt?
- Was waren die wichtigsten erforderlichen Maßnahmen?
- Welche Kommunikationsprobleme traten auf und wie wurden diese behandelt?
- Was waren die Sofort- und Langzeitauswirkungen?
- Wie gut hat das Notfallreaktionskonzept funktioniert?

Ein angemessenes Dokumentations- und Berichtswesen für den Störfall oder Notfall sollte ebenfalls eingeführt werden. Die Organisation sollte soviel wie möglich aus dem Störfall oder Notfall lernen, um die Bereitschaft und Planung für zukünftige Störfälle zu verbessern. Eine Besprechung des Störfalls oder Notfalls kann notwendige Korrekturen an bestehenden Protokollen aufzeigen.

Die Ausarbeitung von deutlichen Managementabläufen, Festlegung der Verantwortlichkeiten und Bereitstellung von Ausrüstung für die Probenahme und Probenrückstellung von Wasser im Fall eines Störfalls kann für epidemiologische und andere Folgeuntersuchungen wertvoll sein; die Probenahme und Probenrückstellung ab einem frühen Zeitpunkt während eines vermuteten Störfalls sollte Teil des Reaktionskonzeptes sein.

4.4.1 Vorhersehbare Ereignisse („Abweichungen“)

Viele Störfälle (z.B. Überschreiten eines kritischen Einschreitwertes) können vorhergesehen werden, und Managementkonzepte können

include, for example, temporary change of water sources (if possible), increasing coagulation dose, use of backup disinfection or increasing disinfectant concentrations in distribution systems.

4.4.2 Unforeseen events

Some scenarios that lead to water being considered potentially unsafe might not be specifically identified within incident response plans. This may be either because the events were unforeseen or because they were considered too unlikely to justify preparing detailed corrective action plans. To allow for such events, a general incident response plan should be developed. The plan would be used to provide general guidance on identifying and handling of incidents along with specific guidance on responses that would be applied to many different types of incident.

A protocol for situation assessment and declaring incidents would be provided in a general incident response plan that includes personal accountabilities and categorical selection criteria. The selection criteria may include:

- time to effect;
- population affected; and
- nature of the suspected hazard.

The success of general incident responses depends on the experience, judgement and skill of the personnel operating and managing the drinking-water systems. However, generic activities that are common in response to many incidents can be incorporated within general incident response plans. For example, for piped systems, emergency flushing SOPs can be prepared and tested for use in the event that contaminated water needs to be flushed from a piped system. Similarly, SOPs for rapidly changing or bypassing reservoirs can be prepared, tested and incorporated. The development of such a "toolkit"

daraus folgende Maßnahmen vorschreiben. Maßnahmen können zum Beispiel einen vorübergehenden Wechsel der Trinkwasserressource (wenn möglich), eine Erhöhung des Fällungsmittels, die Verwendung einer Sicherheitsdesinfektion oder die Erhöhung der Desinfektionsmittelkonzentration im Wasserverteilungssystem beinhalten.

4.4.2 Unvorhergesehene Ereignisse

Einige Szenarien, die dazu führen, dass Trinkwasser als möglicherweise gefährlich angesehen wird, werden möglicherweise nicht ausdrücklich in Störfallreaktionskonzepten aufgezeigt. Dies kann entweder daher rühren, dass solche Störfälle unvorhergesehen waren, oder dass sie als zu unwahrscheinlich erachtet wurden, um die Ausarbeitung eines ausführlichen Korrekturmaßnahmenkonzepts zu rechtfertigen. Um auch solche Störfälle zu berücksichtigen, sollte ein allgemeines Störfallreaktionskonzept entwickelt werden. Das Konzept würde dazu eingesetzt werden, eine allgemeine Anleitung für die Erkennung und Handhabung von Störfällen zu erstellen, zusammen mit genauen Anleitungen für Reaktionen, die auf viele verschiedene Arten von Störfällen angewendet werden würden.

In einem allgemeinen Störfallreaktionskonzept würde ein Protokoll zur Einschätzung von Situationen und zur Feststellung von Störfällen, das persönliche Verantwortlichkeiten und grundsätzliche Auswahlkriterien umfasst, vorgesehen werden. Diese Auswahlkriterien können folgendes beinhalten:

- Zeitraum bis zur Auswirkung;
- Betroffene Bevölkerungszahl und
- Art der vermuteten Gefährdung.

Der Erfolg von allgemeinen Störfallreaktionen hängt von der Erfahrung, dem Urteilsvermögen und dem Fachkönnen des Personals ab, das die Trinkwasserversorgungssysteme betreibt und verwaltet. Allgemeine Aktivitäten, die den Reaktionen auf viele Störfälle gemein sind, können jedoch in allgemeine Störfallreaktionskonzepte einbezogen werden. Für leitungsgebundene Systeme können zum Beispiel Standardbetriebsverfahren für eine Spülung erstellt und ausprobiert werden, um dann im Fall, dass verunreinigtes Wasser aus einem leitungsgebundenen System ausgespült werden muss, eingesetzt zu werden. In gleicher Weise

of supporting material limits the likelihood of error and speeds up responses during incidents.

4.4.3 Emergencies

Water suppliers should develop plans to be invoked in the event of an emergency. These plans should consider potential natural disasters (e.g., earthquakes, floods, damage to electrical equipment by lightning strikes), accidents (e.g., spills in the watershed), damage to treatment plant and distribution system and human actions (e.g., strikes, sabotage). Emergency plans should clearly specify responsibilities for coordinating measures to be taken, a communication plan to alert and inform users of the drinking-water supply and plans for providing and distributing emergency supplies of drinking-water.

Plans should be developed in consultation with relevant regulatory authorities and other key agencies and should be consistent with national and local emergency response arrangements.

Key areas to be addressed in emergency response plans include:

- response actions, including increased monitoring;
- responsibilities and authorities internal and external to the organization;
- plans for emergency drinking-water supplies;
- communication protocols and strategies, including notification procedures (internal, regulatory body, media and public); and

- mechanisms for increased public health surveillance.

During an emergency in which there is evidence of faecal contamination of the drinking-water supply, it may be necessary either to modify the treatment of existing sources or to temporarily use

können Standardbetriebsverfahren für schnell wechselnde oder Umgehungsspeicher erstellt, ausprobiert und eingearbeitet werden. Die Entwicklung eines solchen Störfallreaktionskonzeptes mit unterstützendem Material begrenzt die Wahrscheinlichkeit von Fehlern und beschleunigt die Reaktionen während eines Störfalls.

4.4.3 Notfälle

Wasserversorgungsbetriebe sollten Konzepte entwickeln, die in Notfällen aufgerufen werden können. Diese Konzepte sollten mögliche Naturkatastrophen berücksichtigen (z.B. Erdbeben, Überschwemmungen, Beschädigungen der elektrischen Betriebsmittel durch Blitzeinschläge) sowie Unfälle, Beschädigung der Aufbereitungsanlage und des Wasserverteilungssystems und menschliches Einwirken (z.B. Streiks, Sabotage). Notfallpläne sollten deutlich die Verantwortlichkeiten für die Koordination von zu ergreifenden Maßnahmen angeben und einen Kommunikationsplan zur Warnung und Information der Verbraucher der Trinkwasserversorgung sowie Konzepte zur Bereitstellung und Verteilung von Nottrinkwasserlieferungen enthalten.

Diese Konzepte sollten in Absprache mit den maßgeblichen Aufsichtsbehörden und anderen zuständigen Behörden entwickelt werden und mit nationalen und örtlichen Notfallreaktionsregelungen in Einklang stehen.

Ein Notfallreaktionskonzept sollte folgendes umfassen:

- Reaktionsmaßnahmen, einschließlich verstärkter Überwachung;
- Verantwortlichkeiten und Zuständigkeiten innerhalb und außerhalb der Organisation;
- Konzepte für die Notfalltrinkwasserversorgung;
- Kommunikationsprotokolle und -strategien, einschl. Benachrichtigungsverfahren (intern, Regulierungsbehörde, Medien und Öffentlichkeit) und
- Mechanismen für eine verstärkte Überwachung der öffentlichen Gesundheit.

Während einer Notsituation, in der Beweise für eine fäkale Verunreinigung der Trinkwasserversorgung vorliegen, kann es entweder notwendig sein, die Aufbereitung zu verändern, oder vorübergehend

alternative sources of drinking-water. It may be necessary to increase disinfection at source or to rechlorinate during distribution.

If microbial quality cannot be maintained, it may be necessary to advise consumers to boil the water during the emergency (see section 4.4.4). Boiling water itself has health risks (e.g., scalding), and initiating superchlorination and undertaking immediate corrective measures may be preferable.

In emergencies, such as during outbreaks of potentially waterborne disease or when faecal contamination of a drinking-water supply is detected, the concentration of free chlorine should be increased to greater than 0.5 mg/litre throughout the system as a minimum immediate response.

It is impossible to give general guidance concerning emergencies in which chemicals cause massive contamination of the drinking-water supply, caused either by accident or by deliberate action. The guideline values recommended in these Guidelines (see section 8.5 and Annex 4) relate to a level of exposure that is regarded as tolerable throughout life; acute toxic effects are not normally considered. The length of time during which exposure to a chemical far in excess of the guideline value would be toxicologically detrimental will depend upon factors that vary from contaminant to contaminant. In an emergency situation, the public health authorities should be consulted about appropriate action.

4.4.4 Closing supply, water avoidance and "boil water" orders

Incident response plans for emergencies and unplanned events should include an evaluation of the basis for issuing water avoidance and boil water orders. The objective of the order should be taken in the public interest, and the order will typically be managed by public health authorities.

A decision to close a drinking-water supply carries an obligation to provide an alternative safe supply and is very rarely justifiable because

alternative Trinkwasserressourcen zu nutzen. Eine Erhöhung der Desinfektion des Rohwassers oder erneutes Chloren während der Wasserverteilung kann erforderlich werden.

Ist die Aufrechterhaltung der mikrobiellen Güte nicht möglich, kann es notwendig sein, die Verbraucher anzuweisen, Wasser während der Notsituation abzukochen (siehe Abschnitt 4.4.4). Das Abkochen von Wasser birgt Gefahren für die Gesundheit (z.B. Verbrühungen), so dass es wünschenswerter sein mag, eine Überchlorung einzuleiten und sofortige Korrekturmaßnahmen durchzuführen.

In Notfällen, zum Beispiel während des Ausbruchs einer möglicherweise durch Wasser übertragenen Krankheit, oder bei Erkennen einer fäkalen Verunreinigung einer Trinkwasserversorgung, sollte als sofortige Mindestreaktion die Konzentration von freiem Chlor überall im System auf einen Wert von über 0,5 mg/Liter erhöht werden.

Es ist unmöglich, eine allgemeine Anleitung für Notfälle zu geben, bei denen chemische Wasserinhaltsstoffe eine enorme Verunreinigung der Trinkwasserversorgung verursachen, die entweder durch Zufall oder absichtlich herbeigeführt wurde. Die in dieser Richtlinie empfohlenen Richtwerte (siehe Abschnitt 8.5 und Anhang 4) beziehen sich auf einen Gefährdungsgrad, der als zulässig über die Lebensdauer gilt; akute giftige Auswirkungen werden normalerweise nicht berücksichtigt. Der Zeitraum, über den die Aufnahme eines chemischen Wasserinhaltsstoffes weit über den Richtwert hinaus toxikologisch schädlich wäre, hängt von Faktoren ab, die von Stoff zu Stoff unterschiedlich sind. In Notsituationen sollten die Gesundheitsbehörden über angemessene Maßnahmen befragt werden.

4.4.4 Unterbrechung der Versorgung, Anordnungen zum Umgang mit dem Trinkwasser (u.a. Abkochen des Wassers)

Störfallreaktionskonzepte für Notfälle und unvorhergesehene Vorfälle sollten eine Bewertung der Grundlage für das Erteilen von Anordnungen zum Umgang mit dem Trinkwasser, wie bspw. Wasserabkochen enthalten. Die Zielsetzung einer solchen Anordnung sollte im öffentlichen Interesse liegen; diese Anordnung wird üblicherweise von den Gesundheitsbehörden erlassen.

Die Entscheidung, eine Trinkwasserversorgung zu unterbrechen, führt die Verpflichtung mit sich, eine alternative sichere Versorgung anzubieten

of the adverse effects, especially to health, of restricting access to water.

Issuing a boil water order is a serious measure that should be undertaken only when the public health authority, having consulted with the incident response team, is convinced of an ongoing risk to health from drinking water, which outweighs any risk from the boil water order itself. The public interest is not always best served by boil water orders, which can have negative public health consequences through scalds and anxiety. In addition, if boil water notices are issued frequently or are left in place for long periods, the public response will decrease. If a notice is issued, advice must be clear and easy to understand, or it may be ignored because of confusion over what to do. When issuing a boil water notice, it is good practice to establish criteria for removing the notice.

4.4.5 Preparing a monitoring plan

Programs should be developed for operational and verification monitoring and documented as part of a WSP, detailing the strategies and procedures to follow for monitoring the various aspects of the drinking-water system. The monitoring plans should be fully documented and should include the following information:

- parameters to be monitored;
- sampling or assessment location and frequency;
- sampling or assessment methods and equipment;
- schedules for sampling or assessment;
- methods for quality assurance and validation of results;
- requirements for checking and interpreting results;

- responsibilities and necessary qualifications of staff;
- requirements for documentation and management of records, including how monitoring results will be recorded and stored; and

und ist aufgrund der nachteiligen Folgen einer Einschränkung des Zugangs zu Wasser, besonders für die Gesundheit, nur in sehr seltenen Fällen vertretbar.

Die Anordnung, Wasser abzukochen, ist eine schwerwiegende Maßnahme, die nur dann durchzuführen ist, wenn die Gesundheitsbehörde nach Konsultation des Störfallreaktionsteams von einem anhaltenden vom Trinkwasser ausgehenden Gesundheitsrisiko überzeugt ist, das jegliches mit der Wasserabkochanordnung verbundene Risiko aufwiegt. Dem öffentlichen Interesse ist nicht immer am besten mit einer Anordnung zum Wasserabkochen gedient, die in Form von Verbrühungen und Beunruhigung negative Folgen für die öffentliche Gesundheit haben kann. Des Weiteren wird die öffentliche Reaktion nachlassen, wenn Bekanntmachungen zum Abkochen von Wasser häufig erteilt werden oder über lange Zeiträume in Kraft bleiben. Wenn eine Bekanntmachung erteilt wird, müssen die Hinweise eindeutig und einfach zu verstehen sein, da sie ansonsten aufgrund einer Verwirrung darüber, was zu tun ist, ignoriert werden könnten. Wird eine Anordnung zum Abkochen von Wasser erteilt, ist es gute Praktik, Kriterien für das Absetzen dieser Anordnung aufzustellen.

4.4.5 Aufstellen eines Überwachungskonzepts

Es sollten Programme zur Überwachung des Betriebs und der Verifizierung als Teil eines TWSK erarbeitet werden, welche die bei der Überwachung der verschiedenen Aspekte des Trinkwasserversorgungssystems zu befolgenden Strategien und Verfahren eingehend beschreiben. Die Überwachungskonzepte sollten vollständig dokumentiert werden und die folgenden Informationen enthalten:

- Zu überwachende Parameter;
- Ort und Häufigkeit der Probenahme oder Bewertung;
- Probenahme- oder Bewertungsverfahren und –ausrüstung;
- Terminpläne für Probenahme oder Bewertung;
- Verfahren zur Qualitätssicherung und Validierung von Ergebnissen;
- Anforderungen an die Überprüfung und Auswertung von Ergebnissen;
- Verantwortlichkeiten und notwendige Qualifikation des Personals;
- Anforderungen an Dokumentation und Verwaltung von Aufzeichnungen, einschließlich wie Überwachungsergebnisse

- requirements for reporting and communication of results.

4.4.6 Supporting programmes

Many actions are important in ensuring drinking-water safety but do not directly affect drinking-water quality and are therefore not control measures. These are referred to as “supporting programmes” and should also be documented in a WSP.

Supporting programmes could involve:

- controlling access to treatment plants, catchments and reservoirs, and implementing the appropriate security measures to prevent transfer of hazards from people when they do enter source water;
- developing verification protocols for the use of chemicals and materials in the drinking-water supply – for instance, to ensure the use of suppliers that participate in quality assurance programmes;
- using designated equipment for attending to incidents such as mains bursts (e.g., equipment should be designated for potable water work only and not for sewage work); and
- training and educational programmes for personnel involved in activities that could influence drinking-water safety; training should be implemented as part of induction programmes and frequently updated.

Actions that are important in ensuring drinking-water safety but do not directly affect drinking-water quality are referred to as supporting programmes.

Supporting programmes will consist almost entirely of items that drinking-water suppliers and handlers will ordinarily have in place as part of their normal operation. For most, the implementation of supporting programmes will involve:

- collation of existing operational and management practices; initial

aufgezeichnet und gespeichert werden und

- Anforderungen an Meldung und Mitteilung der Ergebnisse.

4.4.6 Unterstützende Programme

Viele Maßnahmen sind wichtig, um die Trinkwassersicherheit zu gewährleisten, beeinflussen aber die Trinkwasserbeschaffenheit nicht direkt und sind daher keine Maßnahmen zur Beherrschung von Gefährdungen. Diese werden als „unterstützende Programme“ bezeichnet und sollten ebenfalls in einem TWSK dokumentiert werden.

Unterstützende Programme könnten umfassen:

- Kontrolle des Zugangs zu Aufbereitungsanlagen, Einzugsgebieten und Sammelbehältern und Einführung angemessener Sicherheitsmaßnahmen, um eine Übertragung von Gefährdungen durch Menschen zu vermeiden, wenn diese Quellwasserbereiche betreten;
- Erarbeitung von Verifizierungsprotokollen für die Verwendung von Chemikalien und Materialien in der Trinkwasserversorgung – zum Beispiel, um sicherzustellen, dass Lieferanten eingesetzt werden, die an Qualitätssicherungsprogrammen teilnehmen;
- Die Verwendung bezeichneter Ausrüstung, um sich um Störfälle wie Rohrbrüche im Hauptnetz zu kümmern (z.B. sollte die Ausrüstung lediglich für die Arbeit mit Trinkwasser bestimmt sein und nicht für die Arbeit mit Abwasser) und
- Ausbildungs- und Schulungsprogramme für Personal, das an Tätigkeiten beteiligt ist, die sich auf die Trinkwassersicherheit auswirken könnten; die Ausbildung sollte als Teil von Arbeitseinführungsprogrammen durchgeführt und häufig aktualisiert werden.

Maßnahmen, die wichtig sind, um die Trinkwassersicherheit zu gewährleisten, die Trinkwasserbeschaffenheit aber nicht direkt beeinflussen, werden als unterstützende Programme bezeichnet.

Unterstützende Programme bestehen fast gänzlich aus Elementen, die Trinkwasserversorger gewöhnlich als Teil ihres normalen Betriebs eingeführt haben. Für die meisten wird die Einführung von Unterstützungsprogrammen folgendes umfassen:

- Anfängliche, und danach wiederkehrende, Überprüfung und

and, thereafter, periodic review and updating to continually improve practices;

- promotion of good practices to encourage their use; and
- audit of practices to check that they are being used, including taking corrective actions in case of non-conformance.

Codes of good operating and management practice and hygienic working practice are essential elements of supporting programmes. These are often captured within SOPs. They include, but are not limited to:

- hygienic working practices documented in maintenance SOPs;
- attention to personal hygiene;
- training and competence of personnel involved in drinking-water supply;
- tools for managing the actions of staff, such as quality assurance systems;
- securing stakeholder commitment, at all levels, to the provision of safe drinking-water;
- education of communities whose activities may influence drinking-water quality;
- calibration of monitoring equipment; and
- record keeping.

Comparison of one set of supporting programmes with the supporting programmes of other suppliers, through peer review, benchmarking and personnel or document exchange, can stimulate ideas for improved practice.

Supporting programmes can be extensive, be varied and involve multiple organizations and individuals. Many supporting programmes involve water resource protection measures and typically include aspects of land use control. Some water resource protection measures are engineered, such as effluent treatment processes and stormwater management practices that may be used as control measures.

- Aktualisierung zur ständigen Verbesserung von Praktiken;
- Die Förderung von guten Praktiken, um ihre Verwendung zu unterstützen;
- Überprüfung von Praktiken, um zu kontrollieren, dass sie eingesetzt werden, einschließlich der Durchführung von Korrekturmaßnahmen im Falle einer Nichtübereinstimmung.

Sowohl Richtlinien, die gute Betriebs- und Managementpraktiken enthalten, als auch hygienische Arbeitsmethoden sind wichtige Elemente unterstützender Programme. Diese werden oft mittels Standardbetriebsverfahren erfasst. Sie umfassen, sind jedoch nicht beschränkt auf:

- Hygienische Arbeitsmethoden, die in Standardbetriebsverfahren für die Wartung dokumentiert sind;
- Augenmerk auf persönlicher Hygiene;
- Ausbildung und Kompetenz von Personal, das an der Trinkwasserversorgung beteiligt ist;
- Werkzeuge wie Qualitätssicherungssysteme, um die Handlungen des Personals zu lenken;
- Bewirken eines Engagements der Interessenvertreter auf allen Ebenen für die Bereitstellung von sicherem Trinkwasser;
- Schulung von Gemeinschaften, deren Tätigkeiten die Trinkwasserbeschaffenheit beeinflussen könnten;
- Kalibrierung von Überwachungsausrüstung und
- Aufzeichnungen.

Der Vergleich bestimmter unterstützender Programme mit den unterstützenden Programmen anderer Versorger, entweder durch eine Beurteilung durch gleichgestellte Organisationen, einen Leistungsvergleich oder den Austausch von Personal und Unterlagen, kann Ideen für verbesserte Methoden stimulieren.

Unterstützende Programme können weitreichend und verschiedenartig sein und mehrere Organisationen und Einzelpersonen umfassen. Viele unterstützende Programme umfassen Schutzmaßnahmen für Wasserressourcen und schließen üblicherweise Aspekte einer Steuerung der Flächennutzung ein. Einige Schutzmaßnahmen für

4.5 Management of community and household water supplies

Community drinking-water supplies worldwide are more frequently contaminated than larger drinking-water supplies, may be more prone to operating discontinuously (or intermittently) and break down or fail more frequently.

To ensure safe drinking-water, the focus in small supplies should be on:

- informing the public;
- assessing the water supply to determine whether it is able to meet identified health-based targets (see section 4.1);
- monitoring identified control measures and training operators to ensure that all likely hazards can be controlled and that risks are maintained at a tolerable level (see section 4.2);
- operational monitoring of the drinking-water system (see section 4.2);
- implementing systematic water quality management procedures (see section 4.4.1), including documentation and communication (see section 4.6);
- establishing appropriate incident response protocols (usually encompassing actions at the individual supply, backed by training of operators, and actions required by local or national authorities) (see sections 4.4.2, 4.4.3 and 4.4.4); and
- developing programmes to upgrade and improve existing water delivery (usually defined at a national or regional level rather than at the level of individual supplies) (see section 4.1.8).

Wasserressourcen sind eingerichtet, wie z.B. Abwasseraufbereitungsanlagen und Regenwasserbehandlungsanlagen, die als Maßnahmen zur Beherrschung von Gefährdungen eingesetzt werden können.

4.5 Management von Gemeinschafts- und Eigenwasserversorgungen

Weltweit sind Gemeinschaftswasserversorgungen häufiger verunreinigt als größere Trinkwasserversorgungen, tendieren eher zu Funktionsunterbrechungen (oder funktionieren nur sporadisch), fallen häufiger aus oder versagen.

Um sicheres Trinkwasser zu gewährleisten, sollte der Blickpunkt in kleineren Wasserversorgungssystemen auf Folgendem liegen:

- Informieren der Öffentlichkeit;
- Bewertung der Wasserversorgung zur Feststellung, ob sie in der Lage ist, festgelegte gesundheitsbezogene Ziele zu erfüllen (siehe Abschnitt 4.1);
- Überwachen der festgelegten Maßnahmen zur Beherrschung von Gefährdungen und Schulung der Betreiber, um zu gewährleisten, dass alle wahrscheinlichen Gefährdungen beherrscht werden können und Risiken innerhalb zulässiger Grenzen gehalten werden (siehe Abschnitt 4.2);
- Betriebliche Überwachung des Trinkwasserversorgungssystems (siehe Abschnitt 4.2);
- Einführung gezielter Wasserqualitätsmanagementverfahren (siehe Abschnitt 4.4.1), einschließlich Dokumentation und Kommunikation (siehe Abschnitt 4.6);
- Erstellung geeigneter Störfallreaktionsprotokolle (üblicherweise umfasst dies Tätigkeiten am einzelnen Versorgungssystem, unterstützt durch die Schulung von Betreibern, und Tätigkeiten, die von lokalen oder nationalen Behörden gefordert werden) (siehe Abschnitte 4.4.2, 4.4.3 und 4.4.4) und
- Entwicklung von Programmen zum Ausbau und der Verbesserung der bestehenden Wasserverteilung (üblicherweise eher auf nationaler oder regionaler Ebene festgelegt als auf der Ebene der einzelnen Versorgungssysteme) (siehe Abschnitt 4.1.8).

<p>For point sources serving communities or individual households, the emphasis should be on selecting the best available quality source water and on protecting its quality by the use of multiple barriers (usually within source protection) and maintenance programmes.</p> <p>Whatever the source (groundwater, surface water or rainwater tanks), communities and householders should assure themselves that the water is safe to drink. Generally, surface water and shallow groundwater under the direct influence of surface water (which includes shallow groundwater with preferential flow paths) should receive treatment.</p> <p>The parameters recommended for the minimum monitoring of community supplies are those that best establish the hygienic state of the water and thus the risk of waterborne disease. The essential parameters of water quality are <i>E. coli</i> – thermotolerant (faecal) coliforms are accepted as suitable substitutes – and chlorine residual (if chlorination is practised).</p> <p>These should be supplemented, where appropriate, by pH adjustment (if chlorination is practised) and measurement of turbidity.</p> <p>These parameters may be measured on site using relatively unsophisticated testing equipment. On-site testing is essential for the determination of turbidity and chlorine residual, which change rapidly during transport and storage; it is also important for the other parameters where laboratory support is lacking or where transportation problems would render conventional sampling and analysis impractical.</p> <p>Other health-related parameters of local significance should also be measured. The overall approach to control of chemical contamination is outlined in chapter 8.</p>	<p>Für punktförmige Rohwasserressourcen, die von Gemeinschafts- und Eigenwasserversorgern genutzt werden, sollte der Schwerpunkt darauf liegen, Rohwasser mit der besten verfügbaren Beschaffenheit auszuwählen und seine Güte mit dem Multi-Barrieren-System (üblicherweise im Rahmen des Ressourcenschutzes) und Wartungsprogramme zu sichern. Gleich welche Rohwasserressource genutzt wird (Grundwasser, Oberflächenwasser oder Regenwasser) sollten Gemeinschafts- und Eigenwasserversorger sich vergewissern, dass es sicher ist, das Wasser zu trinken. Im Allgemeinen sollten Oberflächenwasser und flaches Grundwasser, das dem direkten Einfluss von Oberflächenwasser unterliegt (dies umfasst flaches Grundwasser mit bevorzugten Fließwegen), aufbereitet werden.</p> <p>Die Parameter, die für eine Mindestüberwachung von Gemeinschaftswasserversorgungssystemen empfohlen werden, sind jene, die am besten den hygienischen Zustand des Wassers und daher das Risiko von durch Wasser übertragenen Krankheiten ermitteln. Unerlässliche Parameter für die Wassergüte sind <i>E. coli</i> – wärmetolerante (fäkale) Kolibakterien werden als geeigneter Ersatz anerkannt – und der Restchlorgehalt (falls eine Chlorung betrieben wird). Diese sollten, wo angebracht, durch eine Berichtigung des pH-Werts (falls eine Chlorung betrieben wird) und die Messung der Trübung ergänzt werden.</p> <p>Diese Parameter können vor Ort mit Hilfe von relativ einfachen technischen Geräten gemessen werden. Vor-Ort-Prüfungen sind unerlässlich für die Bestimmung der Trübung und des Restchlorgehalts, da diese sich während des Wassertransportes und der Wasserspeicherung rasch verändern. Wo die Unterstützung durch ein Labor fehlt, oder wo Transportprobleme eine herkömmliche Probenahme und -analyse unmöglich machen, sind sie auch für die anderen Parameter wichtig.</p> <p>Andere gesundheitsbezogene Parameter von örtlicher Bedeutung sollten ebenfalls gemessen werden. Die allgemeine Vorgehensweise, um chemische Verunreinigungen zu beherrschen, wird in Kapitel 8 zusammengefasst.</p>
---	--

4.6 Documentation and communication

Documentation of a WSP should include:

- description and assessment of the drinking-water system (see section 4.1), including programmes to upgrade and improve existing water delivery (see section 4.1.8);
- the plan for operational monitoring and verification of the drinking-water system (see section 4.2);
- water safety management procedures for normal operation, incidents (specific and unforeseen) and emergency situations (see sections 4.4.1, 4.4.2 and 4.4.3), including communication plans; and
- description of supporting programmes (see section 4.4.6).

Records are essential to review the adequacy of the WSP and to demonstrate the adherence of the drinking-water system to the WSP. Five types of records are generally kept:

- supporting documentation for developing the WSP including validation;
- records and results generated through operational monitoring and verification;
- outcomes of incident investigations;
- documentation of methods and procedures used; and
- records of employee training programmes.

By tracking records generated through operational monitoring and verification, an operator or manager can detect that a process is approaching its operational or critical limit. Review of records can be instrumental in identifying trends and in making operational adjustments. Periodic review of WSP records is recommended so that trends can be noted and appropriate actions decided upon and implemented. Records are also essential when surveillance is implemented through auditing-based approaches.

4.6 Dokumentation und Kommunikation

Die Dokumentation eines TWSK sollte folgendes umfassen:

- Beschreibung und Bewertung des Trinkwasserversorgungssystems (siehe Abschnitt 4.1), einschließlich Programme, um die bestehende Trinkwasserverteilung auszubauen und zu verbessern (siehe Abschnitt 4.1.8);
- Das Konzept für die betriebliche Überwachung und Verifizierung des Trinkwasserversorgungssystems (siehe Abschnitt 4.2);
- Managementabläufe für die Wassersicherheit für Normalbetrieb, (genau bezeichnete und unvorhergesehene) Störfälle und Notsituationen (siehe Abschnitte 4.4.1, 4.4.2 und 4.4.3), einschließlich Kommunikationskonzepten; und
- Beschreibung von unterstützenden Programmen (siehe Abschnitt 4.4.6).

Aufzeichnungen sind für den Nachweis der Angemessenheit des TWSK unerlässlich und sollen zeigen, dass das Trinkwasserversorgungssystem das TWSK befolgt. Im Allgemeinen werden fünf Arten von Aufzeichnungen geführt:

- unterstützende Dokumentation zur Erarbeitung des TWSK, einschließlich der Bewertung;
- Unterlagen und Ergebnisse, die durch betriebliche Überwachung und Verifizierung erzeugt werden;
- Ergebnisse von Störfalluntersuchungen;
- Dokumentation von eingesetzten Methoden und Verfahren und
- Unterlagen zu Mitarbeiterfortbildungsprogrammen.

Durch die Verfolgung von durch betriebliche Überwachung und Verifizierung erzeugten Unterlagen kann ein Betreiber oder Betriebsleiter erkennen, wann sich ein Prozess seinen betrieblichen oder kritischen Einschreitwerten nähert. Die Durchsicht von Unterlagen kann hilfreich sein bei der Bestimmung von Tendenzen und beim Vornehmen betrieblicher Anpassungen. Eine Durchsicht der TWSK-Unterlagen in regelmäßigen Abständen zur Feststellung von Tendenzen und zur Festsetzung sowie Einführung angemessener Maßnahmen wird empfohlen. Aufzeichnungen sind auch dann unbedingt erforderlich, wenn die Überwachung mit auf Betriebsprüfungen beruhenden

Communication strategies should include:

- procedures for promptly advising of any significant incidents within the drinking-water supply, including notification of the public health authority;
- summary information to be made available to consumers – for example, through annual reports and on the Internet; and
- establishment of mechanisms to receive and actively address community complaints in a timely fashion.

The right of consumers to health-related information on the water supplied to them for domestic purposes is fundamental. However, in many communities, the simple right of access to information will not ensure that individuals are aware of the quality of the water supplied to them; furthermore, the probability of consuming unsafe water may be relatively high. The agencies responsible for monitoring should therefore develop strategies for disseminating and explaining the significance of health-related information. Further information on communication is provided in section 5.5.

Vorgehensweisen durchgeführt wird.

Kommunikationsstrategien sollten folgendes umfassen:

- Verfahren für die unverzügliche Anzeige aller bedeutsamen Vorfälle innerhalb der Trinkwasserversorgung, einschließlich Benachrichtigung der Gesundheitsbehörden;
- Zusammenfassende Informationen, die den Verbrauchern zur Verfügung gestellt werden – zum Beispiel durch Jahresberichte und im Internet und
- Einrichtung von Mechanismen, um Gemeinschaftsbeschwerden entgegen zu nehmen und rechtzeitig wirksam anzugehen.

Der Verbraucher hat ein elementares Recht auf gesundheitsbezogene Informationen über das für den Hausgebrauch gelieferte Wasser. Allerdings wird in vielen Gemeinden Privatpersonen das einfache Recht auf Zugang zu Informationen über die Beschaffenheit des ihnen gelieferten Wassers nicht gewährleistet. Darüber hinaus kann die Wahrscheinlichkeit, dass verunreinigtes Wasser konsumiert wird, relativ hoch sein. Daher sollten die für die Überwachung verantwortlichen Behörden Strategien zur Aufklärung über die Bedeutung gesundheitsbezogener Informationen erarbeiten. Weitere Informationen über Kommunikation sind verfügbar in Abschnitt 5.5.

WHO Guidelines for Drinking Water Quality

3. Auflage, September 2004

Kapitel 4 Water Safety Plans

ANNEX	ANHANG
Figure 1 Overview of the key steps in developing a water safety plan (WSP)	Abb. 4.1 Übersicht der Vorgehensweise bei der Erstellung eines Trinkwasser-Sicherheitskonzeptes (TWSK)
Table 4.1 Examples of information useful in assessing a drinking-water system	Tabelle 4.1 Beispiele von Informationen, die bei der Bewertung eines Trinkwasserversorgungssystems nützlich sind
Table 4.2 Example of simple risk scoring matrix for ranking risks	Tabelle 4.2 Beispiel einer Einfachrisiko-Punktbewertungsmatrix zur Klassifizierung von Risiken
Table 4.3 Examples of definitions of likelihood and severity categories that can be used in risk scoring	Tabelle 4.3 Beispiele von Wahrscheinlichkeitsdefinitionen und Ernsthaftigkeitskategorien, die zur Punktbewertung des Risikos verwendet werden können
Table 4.4 Examples of operational monitoring parameters that can be used to monitor control measures	Tabelle 4.4 Beispiele von betriebliche Überwachungsparametern, die verwendet werden können, um Maßnahmen zur Beherrschung von Gefährdungen
Table 4.5 Recommended minimum sample numbers for faecal indicator testing in distribution systems	Tabelle 4.5 Empfohlene Mindestanzahl von Proben für die Überprüfung von fäkalen Indikatoren in Verteilersystemen
Table 4.6 International Organization for Standardization (ISO) standards for water quality giving guidance on sampling	Tabelle 4.6 Wasserqualitätsnormen der Internationalen Organisation für Standardisierung (ISO), die eine Anleitung für die Probenahme bieten

Figure 1 Overview of the key steps in developing a water safety plan (WSP)

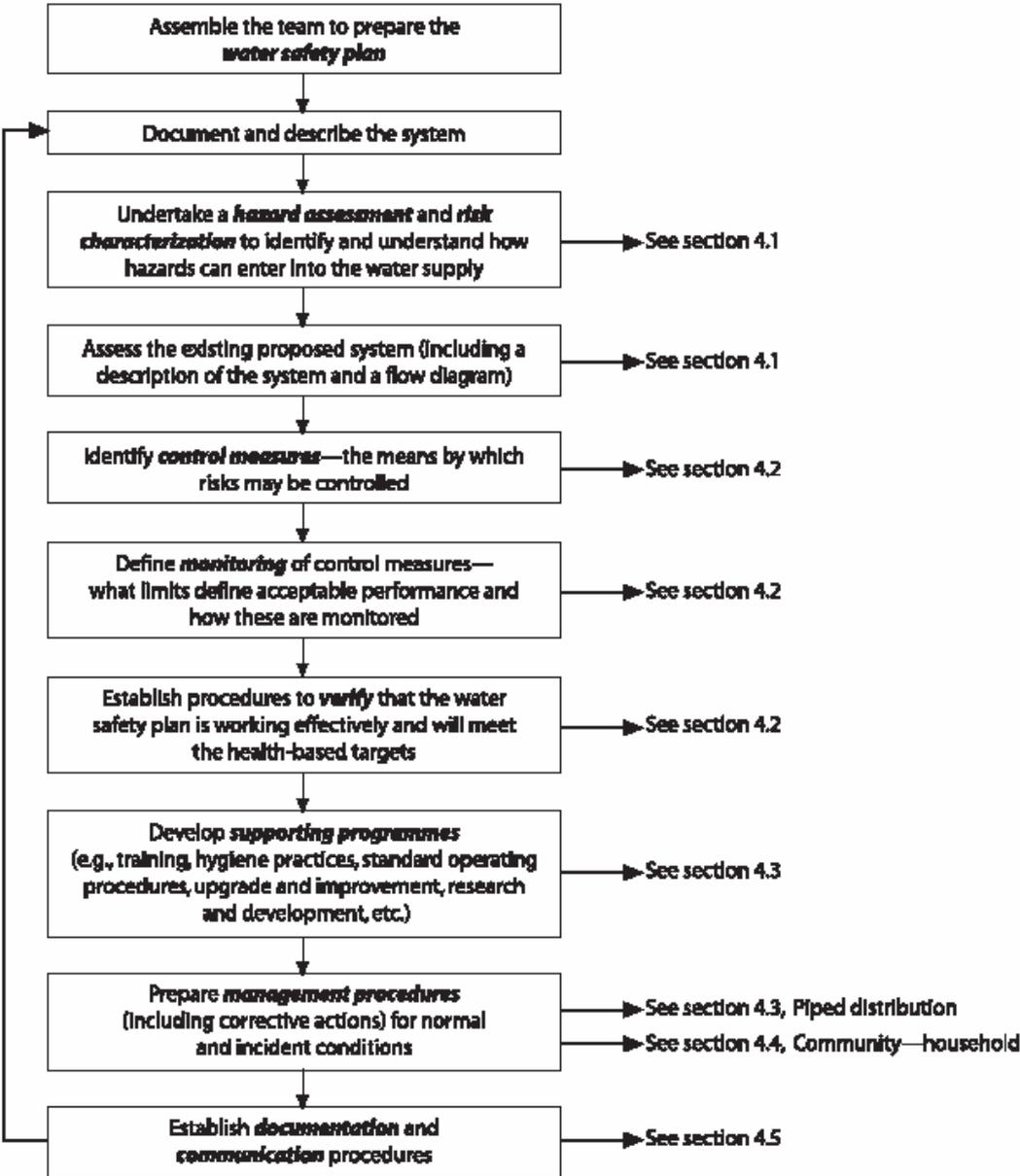


Abb. 4.1
Übersicht der Vorgehensweise bei der Erstellung eines Trinkwasser-Sicherheitskonzeptes (TWSK)

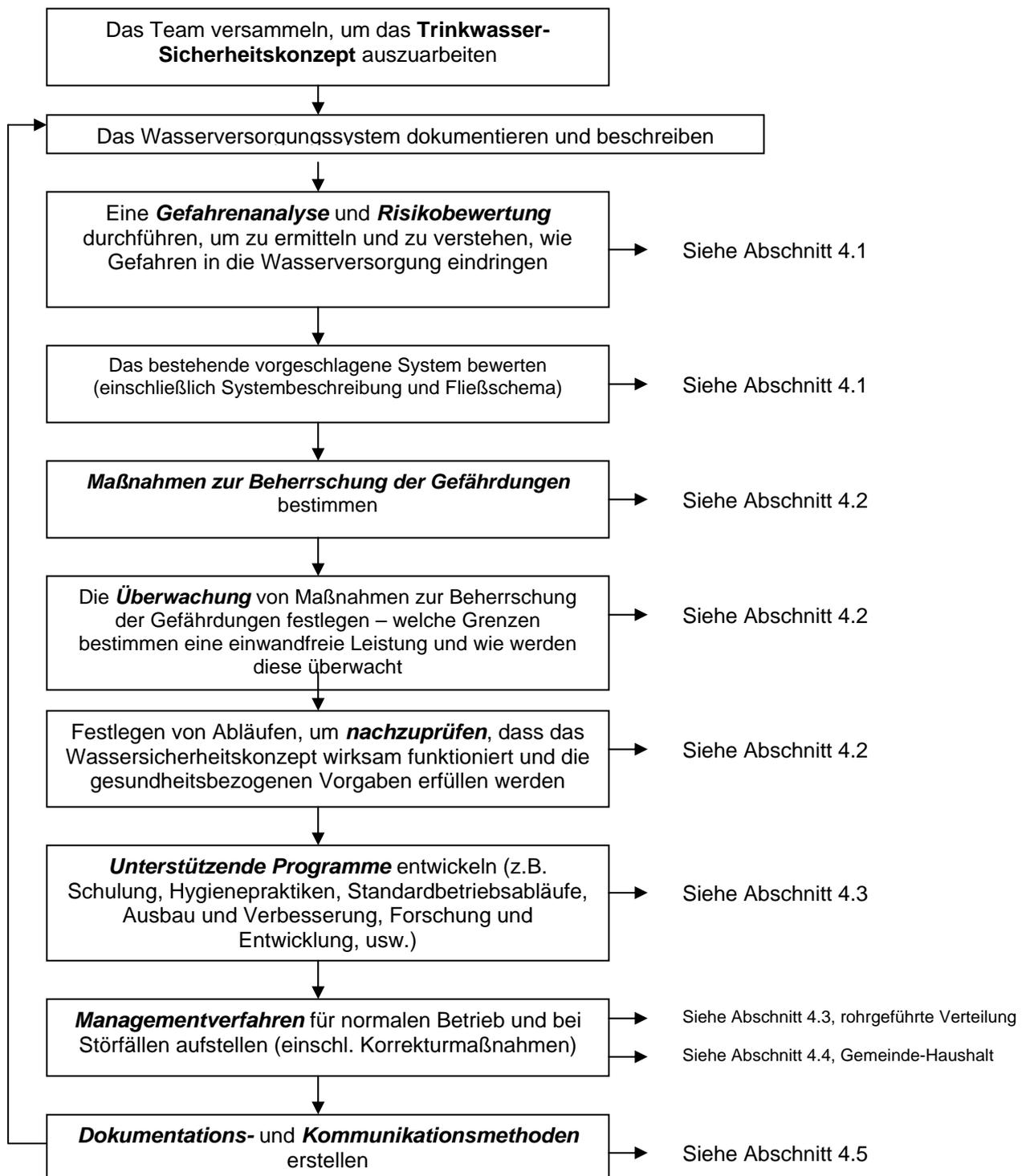


Table 4.1: Examples of information useful in assessing a drinking-water system

Component of drinking-water system	Information to consider in assessing component of drinking-water system
Catchments	<ul style="list-style-type: none"> ● Geology and hydrology ● Meteorology and weather patterns ● General catchment and river health ● Wildlife ● Competing water uses ● Nature and intensity of development and land use ● Other activities in the catchment that potentially release contaminants into source water ● Planned future activities
Surface water	<ul style="list-style-type: none"> ● Description of water body type (e.g., river, reservoir, dam) ● Physical characteristics (e.g., size, depth, thermal stratification, altitude) ● Flow and reliability of source water ● Retention times ● Water constituents (physical, chemical, microbial) ● Protection (e.g., enclosures, access) ● Recreational and other human activity ● Bulk water transport
Groundwater	<ul style="list-style-type: none"> ● Confined or unconfined aquifer ● Aquifer hydrogeology ● Flow rate and direction ● Dilution characteristics ● Recharge area ● Wellhead protection ● Depth of casing ● Bulk water transport
Treatment	<ul style="list-style-type: none"> ● Treatment processes (including optional processes) ● Equipment design ● Monitoring equipment and automation ● Water treatment chemicals used ● Treatment efficiencies ● Disinfection removals of pathogens ● Disinfectant residual / contact time
Service reservoirs and distribution	<ul style="list-style-type: none"> ● Reservoir design ● Retention times ● Seasonal variations ● Protection (e.g., covers, enclosures, access) ● Distribution system design ● Hydraulic conditions (e.g., water age, pressures, flows) ● Backflow protection ● Disinfectant residuals

Tabelle 4.1: Beispiele von Informationen, die bei der Bewertung eines Trinkwasserversorgungssystems nützlich sind

Element des Trinkwasserversorgungssystems	Zu berücksichtigende Information bei der Bewertung dieses Elements des Trinkwasserversorgungssystems
Einzugsgebiete	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Geologie und Hydrologie ▪ Meteorologie und Wettergeschehen/Witterungsverhältnisse ▪ Allgemeiner Zustand von Einzugsgebiet und Fluss ▪ Wild lebende Tiere ▪ Konkurrierende Wassernutzungen ▪ Art und Intensität der Flächenentwicklung und Flächennutzung ▪ Andere Aktivitäten im Einzugsgebiet die möglicherweise Schadstoffe in das Rohwasser freisetzen ▪ Geplante zukünftige Aktivitäten
Oberflächenwasser	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Beschreibung der Gewässerart (z.B. Fluss, Reservoir/Talsperre, Stauanlage) ▪ Physikalische Eigenschaften (z.B. Größe, Tiefe, thermische Schichtung, Höhe) ▪ Strömung und Verlässlichkeit des Rohwassers ▪ Rückhaltezeiten/Retentionsvermögen ▪ Wasserbeschaffenheit (physikalisch, chemisch, mikrobiell) ▪ Sicherheitsmaßnahmen (z.B. Einzäunung, Zugang) ▪ Freizeit- und andere menschliche Aktivitäten ▪ Wassertransport an Großabnehmer
Grundwasser	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Gespannter oder ungespannter Grundwasserleiter ▪ Hydrogeologie des Grundwasserleiters ▪ Fließgeschwindigkeit und -richtung ▪ Verdünnungseigenschaften(?) ▪ Grundwasserneubildungsgebiet ▪ Absicherung des Bohrlochkopfs ▪ Tiefe der Bohrlochverrohrung ▪ Wassertransport an Großabnehmer
Aufbereitung	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Aufbereitungsverfahren (einschließlich optionaler Verfahren) ▪ Anlagenauslegung ▪ Überwachungsausrüstung und Automatisierung ▪ Zur Wasseraufbereitung eingesetzte Chemikalien ▪ Aufbereitungswirkungsgrade ▪ Entfernen von Krankheitserregern durch Desinfektion ▪ Desinfektionsmittelrestgehalt / Kontaktzeit
Reinwasserbehälter und Verteilung	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Bauform des Wasserbehälters ▪ Rückhaltezeiten ▪ Jahreszeitlich bedingte Schwankungen ▪ Sicherheitsmaßnahmen (z.B. Abdeckungen, Einzäunung, Zugang) ▪ Bauweise des Verteilersystems ▪ Hydraulische Bedingungen (z.B. Alter des Wassers, Drücke, Strömungen) ▪ Rückfluss-Schutz ▪ Desinfektionsmittelrestgehalt

Table 4.2: Example of simple risk scoring matrix for ranking risks

Likelihood	Severity of consequences				
	Insignificant	Minor	Moderate	Major	Catastrophic
Almost certain	Light Gray	Medium Gray	Dark Gray	Very Dark Gray	Black
Likely	Light Gray	Medium Gray	Dark Gray	Very Dark Gray	Black
Moderately likely	Light Gray	Medium Gray	Dark Gray	Very Dark Gray	Black
Unlikely	Light Gray	Medium Gray	Dark Gray	Very Dark Gray	Black
Rare	Light Gray	Medium Gray	Dark Gray	Very Dark Gray	Black

Tabelle 4.2: Beispiel einer Einfachrisiko-Punktbewertungsmatrix zur Klassifizierung von Risiken

Wahrscheinlichkeit	Schwere der Folgen				
	Unwesentlich	Geringfügig	Mäßig	Bedeutend	Katastrophal
Fast sicher	Light Gray	Medium Gray	Dark Gray	Very Dark Gray	Black
Wahrscheinlich	Light Gray	Medium Gray	Dark Gray	Very Dark Gray	Black
Mäßig wahrscheinlich	Light Gray	Medium Gray	Dark Gray	Very Dark Gray	Black
Unwahrscheinlich	Light Gray	Medium Gray	Dark Gray	Very Dark Gray	Black
Selten	Light Gray	Medium Gray	Dark Gray	Very Dark Gray	Black

Table 4.3: Examples of definitions of likelihood and severity categories that can be used in risk scoring

Item	Definition
<i>Likelihood categories</i>	
Almost certain	Once per day
Likely	Once per week
Moderately likely	Once per month
Unlikely	Once per year
Rare	Once every 5 years
<i>Severity categories</i>	
Catastrophic	Potentially lethal to large population
Major	Potentially lethal to small population
Moderate	Potentially harmful to large population
Minor	Potentially harmful to small population
Insignificant	No impact or not detectable

Tabelle 4.3: Beispiele von Wahrscheinlichkeitsdefinitionen und Ernsthaftigkeitskategorien, die zur Punktbewertung des Risikos verwendet werden können

Element	Definition
<i>Wahrscheinlichkeitskategorien</i>	
Fast sicher	Einmal am Tag
Wahrscheinlich	Einmal in der Woche
Mäßig wahrscheinlich	Einmal im Monat
Unwahrscheinlich	Einmal im Jahr
Selten	Einmal alle fünf Jahre
<i>Ernsthaftigkeitskategorien</i>	
Katastrophal	Eventuell tödlich für einen großen Teil der Bevölkerung
Bedeutend	Eventuell tödlich für einen kleinen Teil der Bevölkerung
Mäßig	Eventuell schädlich für einen großen Teil der Bevölkerung
Geringfügig	Eventuell schädlich für einen kleinen Teil der Bevölkerung
Unwesentlich	Keine Auswirkungen oder nicht nachweisbar

Table 4.4: Examples of operational monitoring parameters that can be used to monitor control measures

Operational parameter	Raw water	Coagulation	Sedimentation	Filtration	Disinfection	Distribution system
pH		✓	✓		✓	✓
Turbidity (or particle count)	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Dissolved oxygen	✓					
Stream/river flow	✓					
Rainfall	✓					
Colour	✓					
Conductivity (total dissolved solids, or TDS)	✓					
Organic carbon	✓		✓			
Algae, algal toxins and metabolites						
Chemical dosage		✓			✓	
Flow rate		✓	✓	✓	✓	
Net charge		✓				
Streaming current value		✓				
Headloss				✓		
Ct ^a					✓	
Disinfectant residual					✓	✓
DBPs					✓	✓
Hydraulic pressure						✓

^a Ct = Disinfectant concentration × contact time.

Tabelle 4.4: Beispiele von betrieblichen Überwachungsparametern, die verwendet werden können, um Maßnahmen zur Beherrschung von Gefährdungen zu überwachen

Betriebsparameter	Rohwasser	Ausfällung	Ablagerung	Filtration	Desinfektion	Verteilersystem
pH-Wert		✓	✓		✓	✓
Trübung (oder Teilchenzählung)	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Gelöster Sauerstoff	✓					
Gewässer-/Flussströmung	✓					
Niederschlag	✓					
Farbe	✓					
Leitfähigkeit (gesamt gelöste Feststoffe)	✓					
Organischer Kohlenstoff	✓		✓			
Algen, Algengiftstoffe und Stoffwechselprodukte		✓			✓	
Dosierung von Chemikalien		✓	✓	✓	✓	
Strömungsgeschwindigkeit		✓				
Nettobelastung		✓				
Strömungsstromwert				✓		
Druckverlust					✓	
Ct ^a (= Desinfektionsmittelkonzentration x Kontaktzeit)					✓	
Desinfektionsmittelrestgehalt					✓	✓
DPB (Desinfektionsnebenprodukte)						✓
Hydraulischer Druck						✓

Table 4.5: Recommended minimum sample numbers for faecal indicator testing in distribution systems

Population	Total number of samples per year
<i>Point sources</i>	Progressive sampling of all sources over 3- to 5-year cycles (maximum)
Piped supplies	
<5000	12
5000–100 000	12 per 5000 head of population
>100 000–500 000	12 per 10 000 head of population plus an additional 120 samples
>500 000	12 per 100 000 head of population plus an additional 180 samples

^a Parameters such as chlorine, turbidity and pH should be tested more frequently as part of operational and verification monitoring.

Tabelle 4.5: Empfohlene Mindestanzahl von Proben für die Überprüfung von fäkalen Indikatoren in Verteilersystemen

Bevölkerung	Gesamtzahl der Proben im Jahr
<i>Punktförmige Quellen</i>	Schrittweise Probenahme von allen Quellen in 3- bis 5-Jahresdurchläufen (maximal)
Leitungsgeführte Versorgungssysteme	
< 5000	12
5000-100 000	12 pro 5000 Einwohner
>100 000-500 000	12 pro 10000 Einwohner plus zusätzliche 120 Proben
> 500 000	12 pro 100000 Einwohner plus zusätzliche 180 Proben

^a Parameter wie Chlor, Trübung und pH-Wert sollten öfter als Teil einer Betriebs- und Nachprüfungsüberwachung geprüft werden.

Table 4.6: International Organization for Standardization (ISO) standards for water quality giving guidance on sampling

ISO standard no.	Title (water quality)
5667-1:1980	Sampling – Part 1: Guidance on the design of sampling programmes
5667-2:1991	Sampling – Part 2: Guidance on sampling techniques
5667-3:1994	Sampling – Part 3: Guidance on the preservation and handling of samples
5667-4:1987	Sampling – Part 4: Guidance on sampling from lakes, natural and man-made
5667-5:1991	Sampling – Part 5: Guidance on sampling of drinking-water and water used for food and beverage processing
5667-6:1990	Sampling – Part 6: Guidance on sampling of rivers and streams
5667-13:1997	Sampling – Part 13: Guidance on sampling of sludges from sewage and water-treatment works
5667-14:1998	Sampling – Part 14: Guidance on quality assurance of environmental water sampling and handling
5667-16:1998	Sampling – Part 16: Guidance on biotesting of samples
5668-17:2000	Sampling – Part 17: Guidance on sampling of suspended sediments
13530:1997	Water quality – Guide to analytical control for water analysis

Tabelle 4.6: Wasserqualitätsnormen der Internationalen Organisation für Standardisierung (ISO), die eine Anleitung für die Probenahme bieten

ISO Norm Nr.	Titel (Wasserqualität)
5667-1:1980	Probenahme – Teil 1: Anleitung zur Aufstellung von Probenahmeprogrammen
5667-2:1991	Probenahme – Teil 2: Anleitung zur Probenahmetechnik
5667-3:1994	Probenahme – Teil 3: Anleitung zur Konservierung und Handhabung von Wasserproben
5667-4:1987	Probenahme – Teil 4: Anleitung zur Probenahme aus natürlichen und künstlichen Seen
5667-5:1991	Probenahme – Teil 5: Hinweise zur Probenahme von Trinkwasser und Wasser für Lebensmittelbetriebe
5667-6:1990	Probenahme – Teil 6: Anleitung zur Probenahme aus Fließgewässern
5667-13:1997	Probenahme – Teil 13: Anleitung zur Probenahme von Schlämmen aus Abwasserbehandlungs- und Wasseraufbereitungsanlagen
5667-14:1998	Probenahme – Teil 14: Richtlinie zur Qualitätssicherung bei der Entnahme und Handhabung von Umweltwasserproben
5667-16:1998	Probenahme – Teil 16: Anleitung zur Probenahme und Durchführung biologischer Testverfahren
5668-17:2000	Probenahme – Teil 17: Anleitung zur Probenahme suspendierter Sedimente
13530:1997	Wasserbeschaffenheit – Richtlinie zur analytischen Qualitätssicherung in der Wasseranalytik