

Hygienische Aspekte in der Trinkwasserversorgung

Grundlagen und Anforderungen, Analytik
und Ergebnisse, Inspektion und
Probenahme

Grundunterweisung, Stefanie Horvath, MSc BSc (Wasserlabor der Holding
Graz)

Wasser als Lebensraum und Transportmittel von Mikroorganismen

tierische Lebewesen

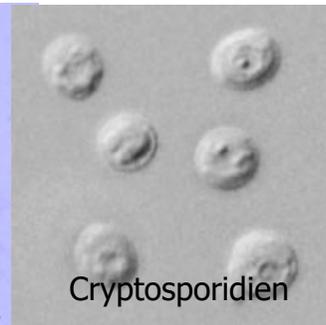


Foto : Michel Renou (France [91080] 15/03/2009)

Einzeller (Protozoen) *Amöben u. Parasiten*



<http://fcmfsc.wordpress.com>



<http://de.wikipedia.org>

Pilze



<http://de.wikipedia.org>

Bakterien

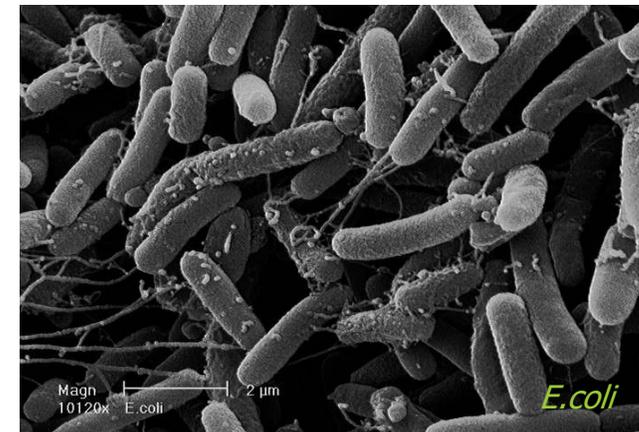
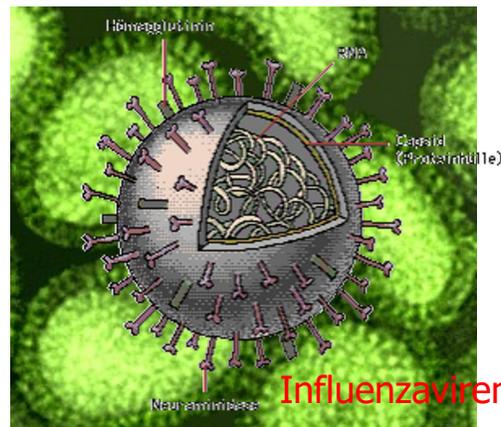


Foto: Astner

Viren



www.heise.de/tp/artikel/15

Algen

Grünalgen



Foto: Astner

Blualgen (Prokaryonten)



Foto: Schagerl

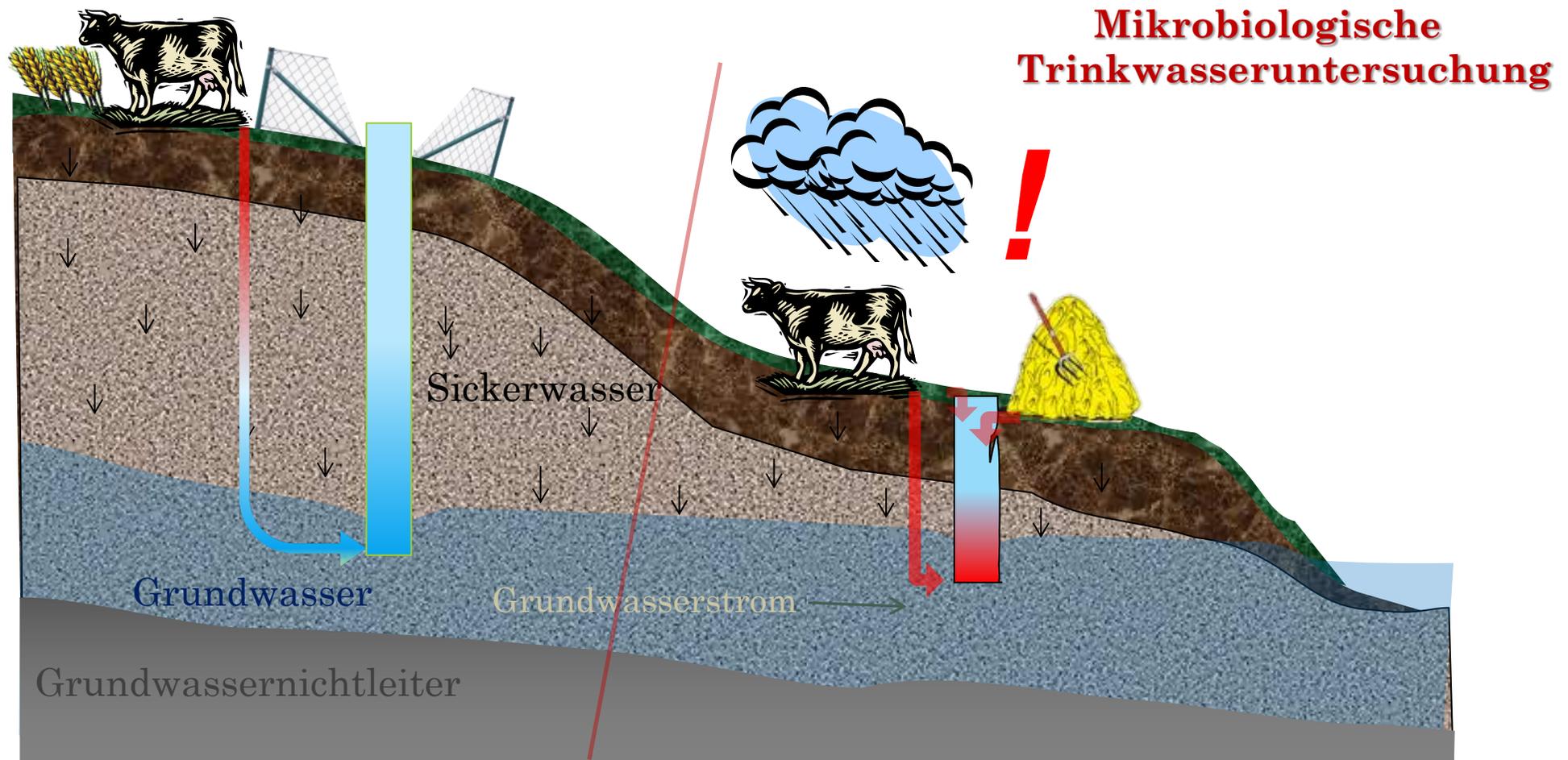
Trinkwasserhygiene

Jede Verunreinigung von Wasservorkommen muss vermieden Werden!

Maßnahmen (Beispiele):

- Überwachung und Pflege der unmittelbaren Umgebung und der Schutzgebiete der Anlagenteile.
- Instandhaltung und Wartung der Anlagenteile
- Materialien, die mit Trinkwasser in Kontakt stehen, müssen den lebensmittelrechtlichen Bestimmungen entsprechen.
- Stoffe, die zur Aufbereitung verwendet werden, müssen den lebensmittelrechtlichen Bestimmungen entsprechen.
- Schulung des Personals
- Persönliche Hygiene
- Untersuchung durch eine akkreditierte Prüf- und Inspektionsstelle

Fäkale Belastung von Wasser



Analyse - Mikrobiologische Untersuchungsmethoden

• Gesamtkoloniezahl pro Milliliter (KBE/ml)

- Plattengussverfahren
- Nährmedium: HEA (nährstoffreiches Vollmedium)
- Bebrütung bei 37°C und bei 22°C
- nur geringer Anteil (1-10%) der vorhandenen Mikroorganismen wachsen an
- IPW nach TWV:
 - 20 KBE/ml bei 37 °C
 - 100 KBE/ml bei 22 °C



KBE 37 °C: neuerlegte Leitung



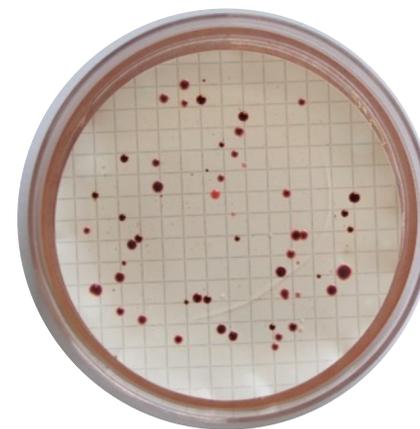
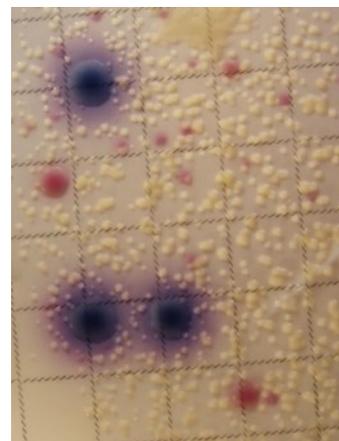
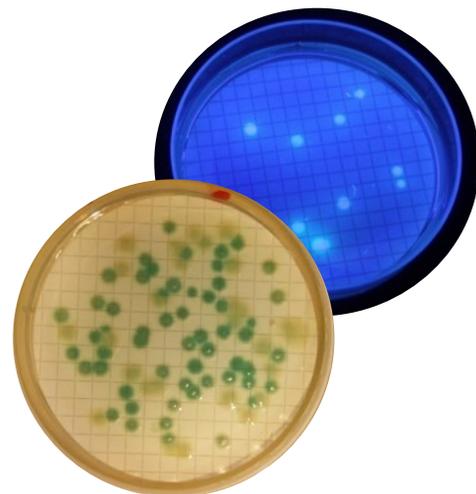
KBE 37 °C: Hausbrunnen



Analyse - Mikrobiologische Untersuchungsmethoden

Indikatorbakterien

- isolieren der Bakterien aus der Wasserprobe (Membranfiltration)
- Kultivierung der Bakterien auf spezifischen Nährmedien
- genaue Identifizierung der Bakterien durch Bestätigungstests



Untersuchung auf fäkale Indikatorbakterien

- fast alle durch TW übertragenen Krankheitserreger stammen aus tierischen oder menschlichen Ausscheidungen
- Untersuchung der Wasserprobe auf alle Erreger ist nicht praktikabel

INDIKATORPRINZIP

Untersuchung auf Mikroorganismen, die im Darm von Warmblütern angesiedelt sind

Nachweis zeigt fäkale Verunreinigung an
(Indikatorbakterien müssen selbst nicht unbedingt pathogen sein)

Verhalten der Mikroorganismen im Zuge der Trinkwasserverteilung

Verunreinigung (Kontamination)

- u. a. fäkale Mikroorganismen
- Wasser = Transportmittel
- keine Vermehrung im Netz
- *E. coli*, *Salmonellen*, Viren, Cryptosporidien, etc.

Problem: u. a. Krankheitserreger die eine gewisse Zeit im Wasser überleben können und bereits in geringen Konz. infektiös sind.

Hygienemaßnahmen: Vermeidung von Einträgen ins Versorgungsnetz

Maßnahmen bei Kontaminationen:
Desinfektion

Besiedlung

- Wasserorganismen
- Wasser (Biofilme) = Lebensraum
- Grundwasserbakterien, Pseudomonaden, Legionellen, Umweltcoliforme, tierische Grundwasserbewohner, etc.

Problem: starke Vermehrung unter geeigneten Bedingungen (Nachverkeimung) → manche sind in hohen Konzentrationen infektiös!

Hygienemaßnahmen:

Vermeidung von Aufkeimungen im Versorgungsnetz

Maßnahmen bei Besiedlungen:
Spülung, Desinfektion, Sanierung

Biofilm

Voraussetzungen für die Entstehung von Biofilmen:

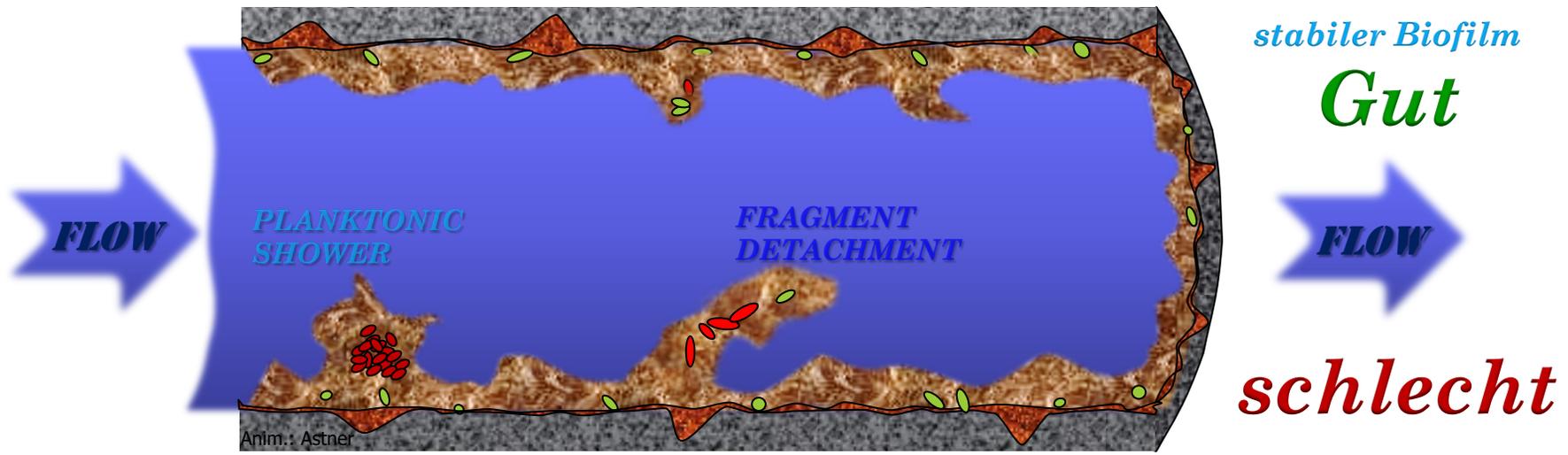
- mikrobielle Aufwüchse die überall entstehen, wo sich Bakterien an Grenzflächen anlagern, und geeignete Bedingungen für Wachstum und Vermehrung vorfinden
- beeinflussende Faktoren:
 - Oberflächen
 - Feuchtigkeit
 - Nährstoffangebot
 - Temperatur
 - Strömungsbedingungen
 - Sauerstoffgehalt
 - Licht



Foto: Astner

Artenzusammensetzung in Biofilmen variiert!

Entstehung von Biofilmen im Leitungssystem



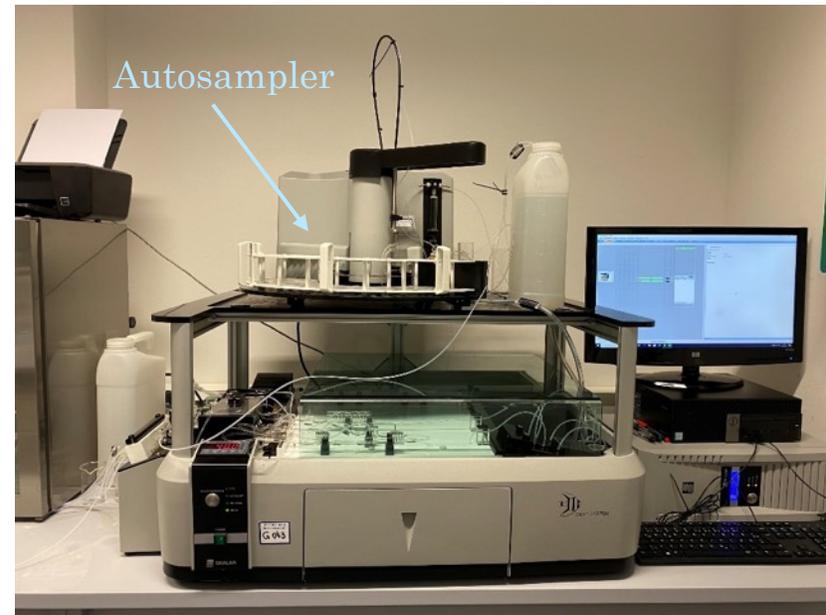
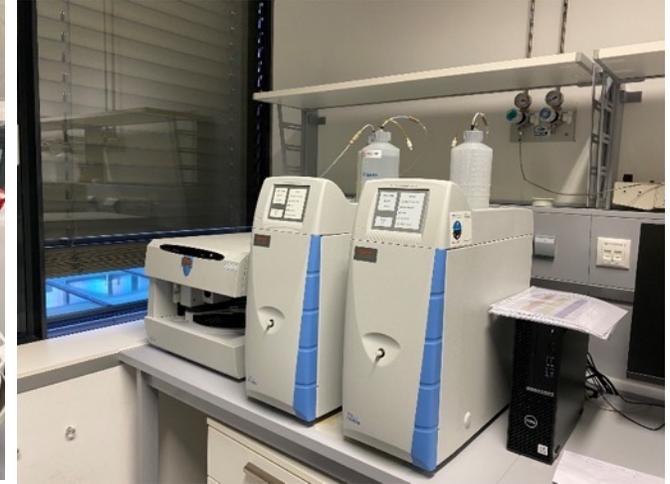
Analyse – Chemische Untersuchungsmethoden

- Die Untersuchung vom chemischen Parametern erfolgt hauptsächlich durch komplexe **Analysengeräte**:
 - Ionenchromatografen
 - Continuous Flow Analyzer
 - Titratoren
- Weitgehende Automatisierung durch **Autosampler** zum Einbringen der Probe in ein Analysengerät, ermöglicht einen großen Probendurchsatz.
- Wichtige chemische Parameter: Wasserhärte, TOC, Säurekapazität, Eisen, Mangan, Natrium, Kalium, Calcium, Magnesium, Sulfat, Chlorid, Nitrat, Nitrit, Ammonium

Titrator



Ionenchromatograf



Continuous Flow Analyzer

Darstellung der Untersuchungsergebnisse

Probenahmestelle:	[REDACTED]		
Entnahmestelle:	Ortsnetz		
Entnahmeart:	Hahnentnahme (DIN ISO 5667:2011; EN ISO 19458:2006, Zweck a)		
Probenahmedatum:	22.09.2021	Probenübernahme am:	22.09.2021
Probenehmer:	Weidacher Roman, Wasserlabor	Prüfzeitraum von	22.09.2021 bis 06.10.2021
Probentyp:	Trinkwasser nativ	Art der Aufbereitung:	keine

Untersuchungsergebnisse der Prüfstelle des Wasserlabors der Holding Graz Mindestuntersuchung gem. TWV BGBl.Nr. 304/2001

Parameter	Messwert	Einheit	Messsicherheit	Grenzwert	Verfahren
Farbe, sensorisch	farblos	—			ÖN M 6220:2012
Trübung, sensorisch	klar	—			ÖN M 6220:2012
Geruch, sensorisch	geruchlos	—			ÖN M 6220:2012
Geschmack, sensorisch	ohne Geschmack	—			ÖN M 6220:2012
Wassertemperatur (vor Ort)	15,5	°C	± 1,6	IPW: 25	DIN 38404-4:1976
el. Leitfähigkeit bei 20°C	233	µS/cm		IPW: 2500	ÖNORM EN 27888:1993
el. Leitfähigkeit bei 25°C (vor Ort)	259	µS/cm	± 7	IPW: 2790	ÖNORM EN 27888:1993
pH-Wert (Laborwert)	7,4	—	± 0,2	IPW: 6,5-9,5	ÖNORM EN ISO 10523:2012
TOC (org. geb. Kohlenstoff)	< 0,4	mg/l			EN 1484:1997
Säurekapazität bis pH 4,3	1,831	mmol/l	± 0,123		DIN 38409-7:2005
Gesamthärte	5,8	°dH			DIN 38409-6:1986
Carbonathärte	5,1	°dH			berechnet
Natrium	5,8	mg/l	± 0,6	IPW: 200	ÖNORM EN ISO 14911:1999
Kalium	< 2	mg/l		IPW: 50	ÖNORM EN ISO 14911:1999
Magnesium	6,9	mg/l	± 0,6	IPW: 150	ÖNORM EN ISO 14911:1999
Calcium	30,3	mg/l	± 2,1	IPW: 400	ÖNORM EN ISO 14911:1999
Chlorid	9,3	mg/l	± 0,9	IPW: 200	DIN EN ISO 10304-1:2009
Sulfat	8,3	mg/l	± 0,8	IPW: 250	DIN EN ISO 10304-1:2009
Nitrat	24,0	mg/l	± 2,5	PW: 50	DIN EN ISO 10304-1:2009
Eisen (gesamt, gelöst)	< 0,03	mg/l		IPW: 0,2	EN ISO 11885:2009
Mangan (gesamt, gelöst)	< 0,003	mg/l		IPW: 0,05	EN ISO 11885:2009
Ammonium	< 0,05	mg/l		IPW: 0,5	DIN EN ISO 11732:2005
Nitrit	< 0,005	mg/l		PW: 0,1	DIN EN ISO 13395:1996
Escherichia coli	0	KBE/100ml		PW: 0	DIN EN ISO 9308-1:2017
coliforme Bakterien	0	KBE/100ml		IPW: 0	DIN EN ISO 9308-1:2017
Enterokokken	0	KBE/100ml		PW: 0	ISO 7899-2:2000
KBE bei 22°C	6	KBE/ml		IPW: 100	ÖNORM EN ISO 6222:1999
KBE bei 37°C	0	KBE/ml		IPW: 20	ÖNORM EN ISO 6222:1999

Norm

PW – Parameterwert =
Grenzwert

IPW –

Indikatorparameterwert =
Richtwert

Grenzwert: Parameterwert (PW) bzw. Indikatorparameterwert (IPW) bzw. Aktionswert (AW) nach Trinkwasserverordnung BGBl 304/2001 bzw. Codexkapitel B1 in der derzeit gültigen Fassung.

[1] = nicht akkreditierter Parameter; [2] = Unterauftragsvergabe von Parametern, die nicht in der KBS akkreditiert sind, [3] = Unterauftragsvergabe von Parametern, die in der KBS akkreditiert sind; > = größer als; < = kleiner als; n.a. = nicht analysiert, KBE = Koloniebildende Einheit

IPW (Richtwert) vs. PW (Grenzwert)

- **Parameterwert (Grenzwert):** Sind die oberen Begrenzungen der Gehalte von Inhaltsstoffen und Mikroorganismen, die nicht überschritten werden dürfen.
- **Indikatorparameterwert (Richtwert):** Sie stellen Konzentrationen von Inhaltsstoffen oder Mikroorganismen dar, bei deren Überschreitung zu prüfen und festzustellen ist, ob bzw. welche Maßnahmen zur Aufrechterhaltung einer einwandfreien Trinkwasserqualität erforderlich sind.

Die Anforderungen (gem. TWV) sind an der Entnahmestelle einzuhalten. Die Verantwortlichkeit des Wasserversorger erstreckt sich bis zur Übergabestelle an den Abnehmer.

Mikrobiologische Parameter

Indikatorbakterien für fäkale Verunreinigung:

- ***Escherichia coli***: 0/100 ml (desinfiziert: 0/250 ml) - Mit großer Wahrscheinlichkeit aus dem Darm von Mensch oder Tier
- **Enterokokken**: 0/100 ml (desinfiziert: 0/250 ml) - Sind normale Darmbewohner, in menschlichen Ausscheidungen mehr *E. coli* als Enterokokken, bei Tieren kann es umgekehrt sein. Sterben langsamer als *E. coli*.

Andere mikrobiologische Parameter:

- **Koloniebildende Einheiten (KBE)** bei 22 °C oder bei 37 °C Bebrütungstemperatur
- **Coliforme Bakterien**: 0/100 ml (desinfiziert: 0/250 ml) - Das Vorhandensein von coliformen Bakterien im Wasser kann ein Hinweis auf eine mögliche fäkale Verunreinigung sein. Coliforme Bakterien können aber auch einen anderen Ursprung haben (z. B. aus dem Erdreich). Sie sind in der Lage sich im Wasser zu vermehren.
- ***Clostridium perfringens***: 0/100 ml (desinfiziert: 0/250 ml) - UV-Desinfektionsanlagen
- ***Pseudomonas aeruginosa***: 0/100 ml (desinfiziert: 0/250 ml) - Ionenaustauscher, Filter von Aufbereitungsanlagen, Dichtungen, Wasserhahne, im Brunnenwasser relativ selten

Nitrat (NO₃) – Parameterwert: 50 mg/L

- Überdüngung, Misthaufen, Klärgruben
- kurzfristige Maßnahme: Zumischen von nitratarmen Wasser
- langfristige Maßnahmen: Erweiterung der Schutzzone,
- Nutzungsbeschränkungen, Alternativversorgung,
- Aufbereitung (in Anschaffung, Betrieb und Wartung aufwendig und kostenintensiv).
- Vorsicht bei Verwendung für Säuglinge und Kleinkinder.
- Abkochen hilft nicht!

Lebensmittelrechtliche Vorschriften

Trinkwasser ist ein Lebensmittel und unterliegt den lebensmittelrechtlichen Vorschriften: LMSVG, TWV.

- Österreichisches Lebensmittelbuch, Kapitel B1 Trinkwasser.
 - <https://www.lebensmittelbuch.at/lebensmittelbuch/b-1-trinkwasser.html>
- Trinkwasserverordnung idgF.
 - <https://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung.wxe?Abfrage=Bundesnormen&Gesetzesnummer=20001483>

„Wasser muss geeignet sein, ohne Gefährdung der menschlichen Gesundheit getrunken oder verwendet zu werden.“ (Zitat TWV 2001 § 3. (1))

Lokalausguss - Inspektion

- Nähere Umgebung: Wald, Wiese, vermehrter Baumbewuchs, Müllablagerungen, Weidebetrieb, etc.
- Schutzgebiet (Brunnen, Quellen)
- Einzäunung, Kennzeichnung, Sicherung gegen Fremdzutritt (versperrbar, eventuell Alarmsicherung)
- Schacht >30cm über Umgebungsniveau
- Belüftung mit Insektenschutz
- Dichtungen (Türen, Deckel)
- Kontrolle der Froschkappen
- Sauberkeit und baulicher Zustand: Insekten bzw. Kleintiere, Eindringen von Feuchtigkeit, Ablagerungen, Wurzeleinwüchse



Belüftung



Quellsammel-
schacht



Wasserkammer - Hochbehälter



Froschklappe

Quellsammelschacht – Stand der Technik



Aufbereitungsanlagen

- **UV-Desinfektionsanlagen:**
 - Erhebung Vor-Ort: Referenzbestrahlungsstärke, Durchfluss, Datum der letzten Wartung, Betriebsstunden der UV-Strahler
 - Betriebsbedingungen: max. zulässiger Durchfluss, Mindestreferenzbestrahlungsstärke, Mindest-UV-Durchlässigkeit
 - Kontrolle vor und nach der UV-Anlage, inklusive UV-Durchlässigkeit
- **Entsäuerung:**
 - Art der Entsäuerung
 - Entsäuerungsmaterial (letzter Tausch)
 - pH-Wert Kontrolle (Handmessgerät, Online-Messung)
 - Datum der letzten Wartung
 - Chemisch-technische Berechnungen (Zustand der Calcitsättigung)

UV-Strahlung bei 254nm
nötige UV-Dosis: 400 J/m²

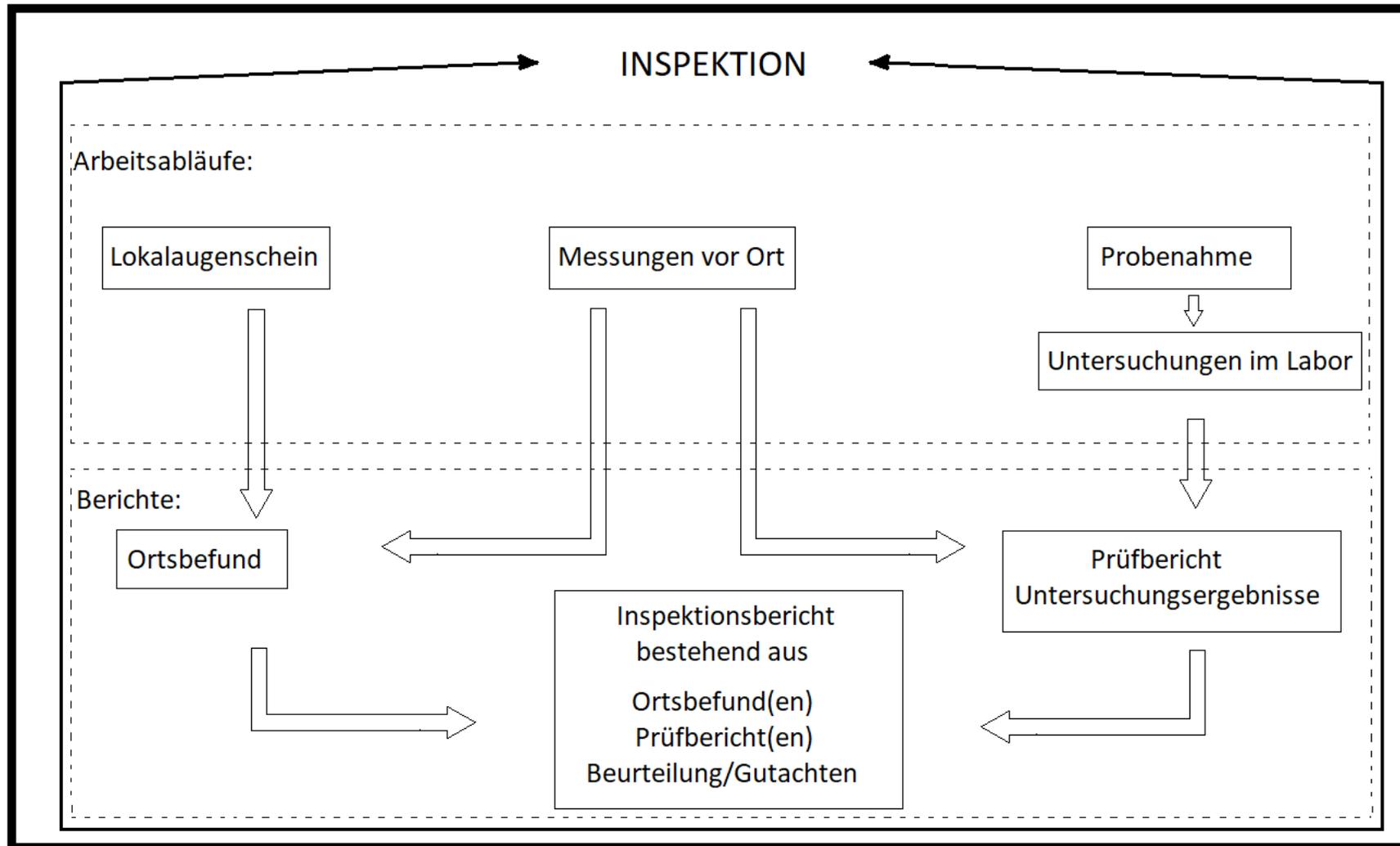


Probenahme

- **Schöpfprobe** → direkt aus dem Wasserkörper
- **Hahnentnahme:**
 - Beprobung der Trinkwasserversorgung → Kurzes Vorspülen – Abflämmen – Spülen bis zur Temperaturkonstanz – Probe ziehen
 - Beprobung der Hausinstallation → Abflämmen – 15 sec. Spülen – Probe ziehen
 - Beprobung bei Infektionen → Probe ziehen (ohne Spülen und Desinfektion)
- **Probegeräte:** sterile Gefäße bzw. richtig gereinigte Gefäße
- **Probenmenge:** ausreichend für die jeweilige Analyse
- Eventuell **Stabilisierung** der Proben
- **Vor-Ort-Messungen** (pH-Wert, Leitfähigkeit, Temperatur), **Sensorik**



Die Entstehung eines Inspektionsbericht



Gutachten gemäß § 73 – nicht sicher

nicht in Ordnung, „...**nicht sicher**“ bzw. „...entspricht nicht den geltenden lebensmittelrechtlichen Vorschriften“ bzw. „...zur Verwendung als Trinkwasser **nicht geeignet**“

- Das Wasser entspricht nicht den Mindestanforderungen, weil Parameter (Grenzwerte) überschritten sind und/oder Indikatorparameterwerte deutlich überschritten sind und/oder es bestehen schwerwiegende Mängel an der Anlage.
- Maßnahmen:
 - **Maßnahmen ergreifen**, um innerhalb von 30 Tagen nachweislich (Kontrolluntersuchungen) Trinkwasserqualität wieder herzustellen
 - die zuständige **Behörde** (Lebensmittelaufsicht) **informieren**
 - die **Abnehmer nachweislich** darüber **in Kenntnis setzen** und auf etwaige Vorsichtsmaßnahmen hinweisen (z. B. Nutzungsbeschränkungen, oder Behandlungsverfahren wie das 3 Minuten lange Kochen bei Siedetemperatur)

Gutachten gemäß § 73 – Zur Aufrechterhaltung sind Maßnahmen erforderlich

„Zur Aufrechterhaltung der Eignung des Wasser als Trinkwasser sind Maßnahmen erforderlich“

- Das Wasser entspricht nicht ganz den Mindestanforderungen, weil Indikatorparameterwerte überschritten sind und/oder leichte Mängel an der Anlage bestehen.
- Maßnahmen:
 - **Maßnahmen ergreifen**, um zeitnah nachweislich (Kontrolluntersuchungen) die Aufrechterhaltung der Trinkwasserqualität sicher zustellen.
 - z. B. Ursachenprüfung, Spülmaßnahmen, Desinfektion

Elektronische Übermittlung an Behörde

- § 5 Z 4 Der **Betreiber** einer Wasserversorgungsanlage **hat sicherzustellen, dass die Ergebnisse** über die durchgeführten Untersuchungen, nachdem er davon Kenntnis erlangt hat, unverzüglich **in das** von der zuständigen Behörde dafür zur Verfügung gestellte **Datensystem** durch die beauftragte Untersuchungsstelle **elektronisch übermittelt werden**.
- Kontakte: Amt der Steiermärkischen Landesregierung – FA Gesundheit und Pflegemanagement

Betreiber von Trinkwasserversorgungsanlagen

- **Mag. Gruber Günter:**
Telefon: +43 (316) 877-3631
E-Mail: guenter.gruber@stmk.gv.at
- **Ing. Stock Herbert:**
Telefon: +43 (316) 877-3631
E-Mail: herbert.stock@stmk.gv.at
- **Ing. Zimmermann Horst:**
Telefon: +43 (316) 877-5514
E-Mail: horst.zimmermann@stmk.gv.at

Danke für die Aufmerksamkeit!

