

24.+25. April 2003

FORUM "GEBÄUDETECHNIK"
- FREILASSING -

Referat: DESINFEKTION VON TRINKWASSERSYSTEMEN

**Referent: Dr.-Ing. Hans-Joachim Greunig,
R. Späne GmbH, Rheinfelden**



R. Späne GmbH

24.+25. April 2003

FORUM "GEBÄUDETECHNIK"
- FREILASSING -

"In eigener Sache..."

Dr. Hans-Joachim Greunig

> Funktion: Bezirksleiter im Großraum Karlsruhe

- > Aufgabenbereich:**
- Kundenbetreuung**
 - Vorführungen & Schulungen**
 - Vertrieb & Akquisition**
 - Vortragswesen in Süddeutschland**



R. Späne GmbH

24.+25. April 2003

FORUM "GEBÄUDETECHNIK"
- FREILASSING -

THEORIE:

- Technische Regeln
- Biofilm: Entstehung, Aufbau und Lebensraum für Mikroorganismen
- Eigenschaften einer optimalen Desinfektionsreinigung

PRAXIS:

- Planung, Vorbereitung und Durchführung von Rohr- und Anlagendesinfektion (ohne Chlor)



R. Späne GmbH

Regeln zur Reinigung von Trinkwasseranlagen

TECHNISCHE REGELN

IFSG 2000 INFEKTIONSSCHUTZGESETZ

Gesetz zur Verhütung und Bekämpfung
von Infektionskrankheiten beim Menschen

-->TrinkwV 2001 Die Trinkwasserverordnung

Verordnung über die Qualität von Wasser
für den menschlichen Gebrauch

LMBG Lebensmittel- und Bedarfsgegenstandesgesetz

Gesetz über den Verkehr mit Lebensmitteln,
Tabakerzeugnissen, kosmetischen Mitteln
und sonstigen Bedarfsgegenständen



R. Späne GmbH



Regeln zur Reinigung von Trinkwasseranlagen

IFSG 2000 INFEKTIONSSCHUTZGESETZ Gesetz zur Verhütung und Bekämpfung von Infektionskrankheiten beim Menschen

(§ 37)(1) Wasser für den menschlichen Gebrauch muss so beschaffen sein,
dass durch seinen Genuss oder Gebrauch
eine Schädigung der menschlichen Gesundheit,
insbesondere durch Krankheitserreger,
nicht zu besorgen ist.

(§ 38) Details werden durch eine
Rechtsverordnung geregelt, s. u.



Regeln zur Reinigung von Trinkwasseranlagen

TrinkwV 2001 Die Trinkwasserverordnung Verordnung über die Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch

(§ 4) Wasser für den menschlichen Gebrauch muss frei sein
von Krankheitserregern, genusstauglich und rein sein.
Dieses Erfordernis gilt als erfüllt, wenn bei der

- Wassergewinnung, der
- Wasseraufbereitung und der
- Verteilung

die allgemein anerkannten Regeln der Technik
eingehalten werden und
das Wasser für den menschlichen Gebrauch
den weiter beschriebenen Anforderungen entspricht.



Regeln zur Reinigung von Trinkwasseranlagen

LMBG Lebensmittel- und Bedarfsgegenständegesetz
Gesetz über den Verkehr mit Lebensmitteln,
Tabakerzeugnissen, kosmetischen Mitteln
und sonstigen Bedarfsgegenständen

(§ 5) Bedarfsgegenstände im Sinne dieses Gesetzes sind
Gegenstände, die dazu bestimmt sind, bei dem
Herstellen, Behandeln, Inverkehrbringen oder dem
Verzehr von Lebensmitteln verwendet zu werden
und dabei mit den Lebensmitteln in Berührung zu
kommen oder auf diese einzuwirken...

**Wasser ist ein leicht verderbliches Lebensmittel,
Trinkwasseranlagen müssen so sauber sein wie
Essgeschirr!**



Regeln zur Reinigung von Trinkwasseranlagen

Arbeitsblatt DVGW Nr. W 291

Reinigung und Desinfektion von
Wasserverteilungsanlagen

Merkblatt DVGW Nr. W 319

Reinigungsmittel für Trinkwasserbehälter.
Einsatz, Prüfung und Beurteilung

Merkblatt DVGW Nr. W 130

Brunnenregenerierung



Regeln zur Reinigung von Trinkwasseranlagen

Service-Leistungen + Desinfektionsreinigungen im Trinkwasserbereich:

> Orientierung am Stand der Technik

weitere schriftliche Normen und Regeln:

DVGW-Arbeitsblatt W 270 „Vermehrung von Mikroorganismen auf Werkstoffen...“

DVGW Techn. Mitteilung W 271 „Tierische Organismen in Wasserversorgungsanlagen“

DVGW-Merkblatt W 318 „Wasserbehälter, Kontrolle und Reinigung“

DVGW-Arbeitsblatt W 552 „Trinkwassererwärmungs- und Leitungsanlagen

und Legionellen“

VDI 6022 „Hygiene in raumluftechnischen Anlagen“

DIN 1988

DIN 2000 neu



Ablagerungs-Arten in wasserführenden Systemen:



- Eisen
- Mangan
- Kalkstein / Karbonate
- Biofilm / Schleim
- Sand
- Algen
- Makrofauna (Muscheln, Schalentiere)
- künstlich eingebrachte Substanzen



Typische Makroorganismen in Trinkwasseranlagen

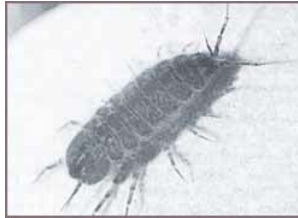
ABLAGERUNGEN



Wander- bzw.
Dreikantmuschel
(*Dreissenia polymorpha*)
bis zu 4 cm groß



Roter Brunnendrahtwurm
(*Haplotaxis gordioides*)
ca. 30 cm lang



Wasserassel
(*Asellus aquaticus*)
ca. 1 cm groß



R. Späne GmbH

Auffällige Bakterienarten in Wasseranlagen

ABLAGERUNGEN



- **Escherichia coli**
- **Coliforme Bakterien**
- **Clostridien**
- **Koloniezahlen**
- **Eisenbakterien**
- **Manganbakterien**
- **BIOFILM - Bakterien (Legionellen, Pseudomonaden)**
- **Pilze (Hefepilze, Schimmelpilze)**



R. Späne GmbH

BIOFILM



Forschungsinstitute weltweit



Universität-GH Duisburg
Aquatische Mikrobiologie
Prof. Dr. Hans-Curt Fleming



FEDERATION OF
EUROPEAN
MICROBIOLOGICAL
SOCIETIES



AMERICAN SOCIETY FOR MICROBIOLOGY



R. Späne GmbH

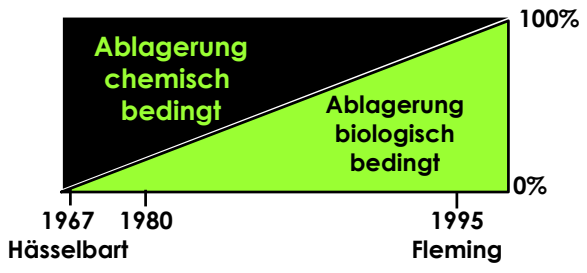
BIOFILM



Forschung weltweit

Biofilm-Forschung:

- Mechanismus der Gelbildung
- Aufbau und Rolle der EPS
- Biofilm-Monitoring-Systeme
- Diffusion v. Wasser u. anderen Molekülen durch den Biofilm
- Biofouling und Biorrosion
- optische Eigenschaften u.v. m.



R. Späne GmbH

Woraus besteht ein Biofilm?

BIOFILM



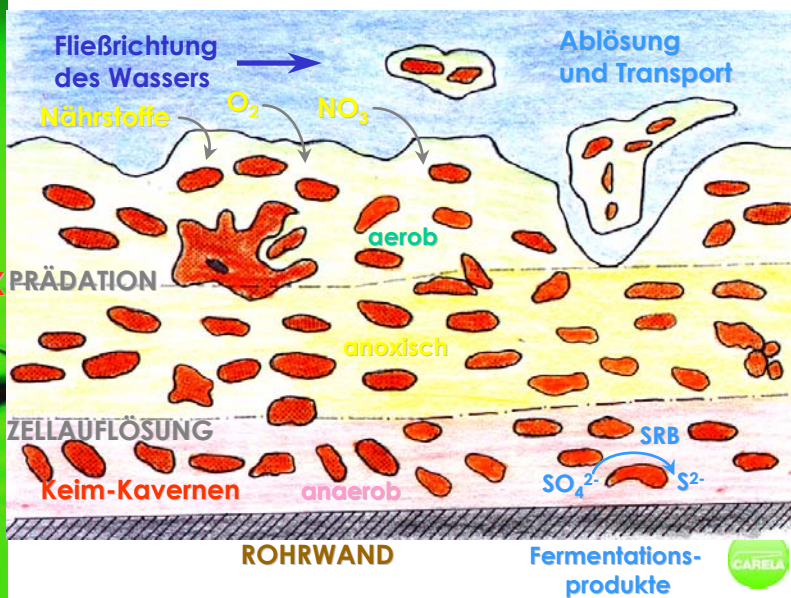
- Wasser
- Eiweiß, Proteine, EPS = extrazelluläre polymere Substanzen
- Stärken
- Zucker, Polysaccharide
- Öle
- Fette



R. Späne GmbH

Vorgänge im Biofilm

BIOFILM

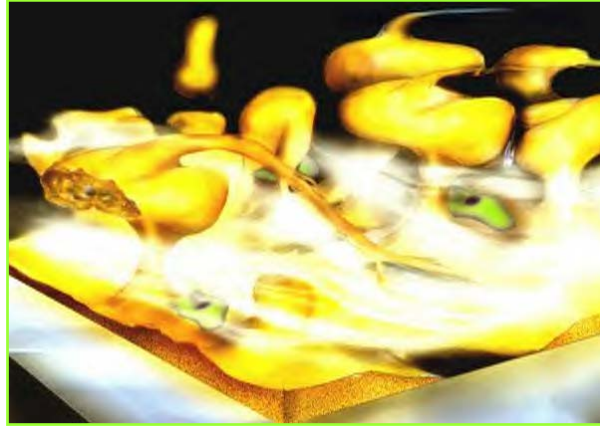


R. Späne GmbH

BIOFILM



Biofilmstrukturen



Erzeugung eines synthetischen Bildes
eines Biofilms durch einen Art-Generator
(nach Prof. Tiefenbrunner/Österreich)

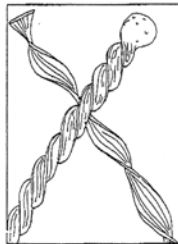


R. Späne GmbH

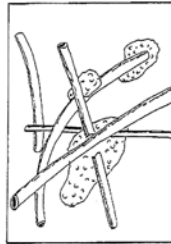
BIOFILM



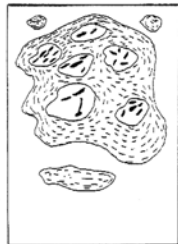
Biofilmstabilisierende Bakterienformen



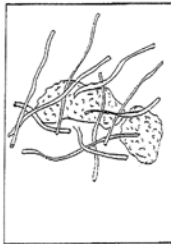
GALLIONELLA 1 : 10 000



LEPTOTHRIX 1 : 10 000



SIDEROCAPSA 1 : 500



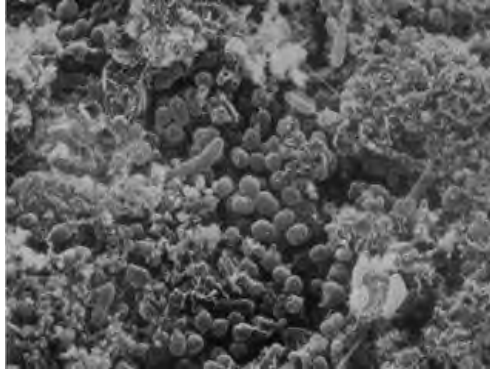
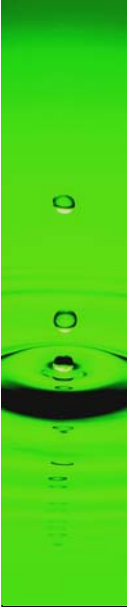
TOXOTHRIX 1 : 10 000



R. Späne GmbH

Biofilmstrukturen

BIOFILM



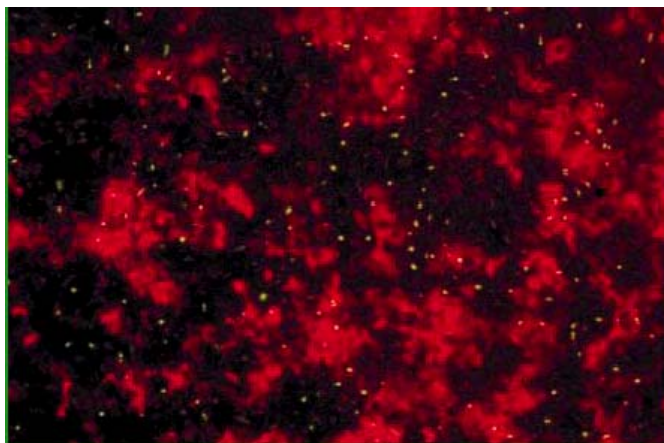
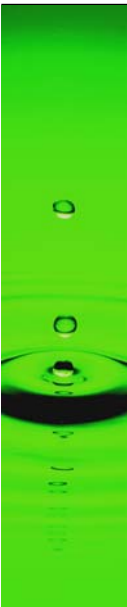
Rasterelektronen-Mikroskopaufnahme
eines im Labor gezüchteten Biofilms



R. Späne GmbH

Biofilmstrukturen

BIOFILM



REM-Aufnahme eines gezüchteten Biofilms:
rot= EPS, gelb: aktive Bakterienstämme



R. Späne GmbH

Biofilmstrukturen am Beispiel "Biotop" Mundhöhle

BIOFILM



300 Bakterienarten - Zahnschmelz
- Zahnzwischenräume
- Schleimhäute (80 % Besiedlungsfläche)

PLAQUEBILDNER

Plaque = Biofilm

AEROBIER:

Stoffwechselprodukt: Säuren (Milch-, Kohlen-Säure)

Kalklösung -> Karies = Biokorrosion

ANAEROBIER:

Stoffwechselprodukt: Schwefelgase

Giftstoffe (Endotoxine), Mundgeruch = Biofouling

DESINFEKTION DURCH ANTIBIOTIKA:

Wirkung aufgrund der Biofilmstruktur nur sehr gering,
nur in Verbindung mit reinigenden Maßnahmen
wirksam !!!



R. Späne GmbH

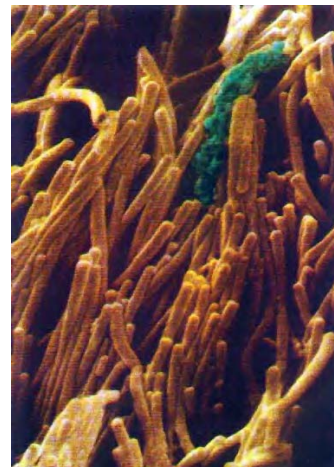
Biofilmstrukturen am Beispiel "Biotop" Mundhöhle

BIOFILM



Zungenoberfläche:

rot: Wallpapillen (Geschmacksrezeptoren)
blau: pilzförmige Mikroben



Zahnoberfläche:

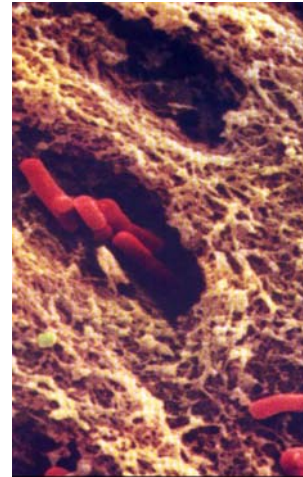
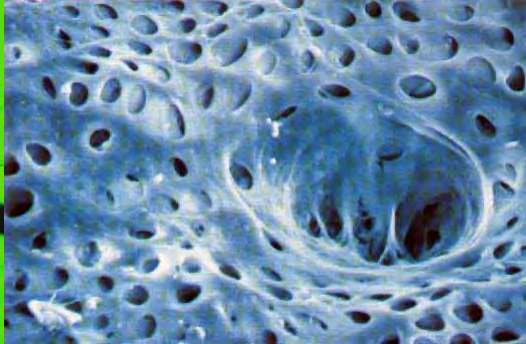
braun: fadenförmige Bakterien
grün: Organisches Material
(Essensreste)

R. Späne GmbH

Biofilmstrukturen - Bio-Korrosion

BIOFILM

Zahnhalsoberfläche:
Lochstrukturen - Angriff
durch Stoffwechselprodukte
säurebildender Bakterien

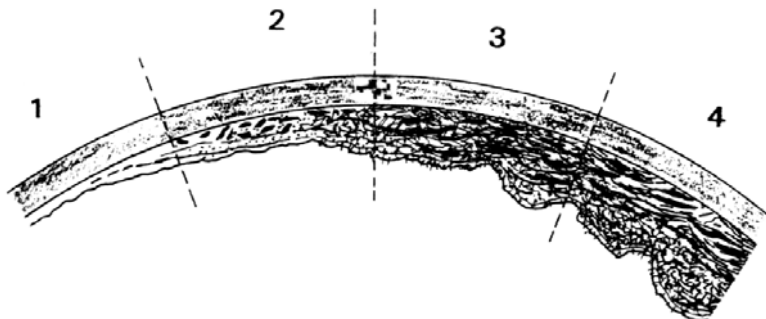


Kieferknochen:
Lochfraß am Knochen -
rot: Stäbchen-Bakterien

R. Späne GmbH

Stufen bei der Bildung eines Biofilms

BIOFILM



- 1) Primäre Ansiedlung – dünner Bakterienfilm mit einhüllender Eiweißschleimschicht (Biofilm).
- 2) Sediment wird durch Biofilm gefangen, Eisen- und Mangan-hydroxide werden von Bakterien in einzelnen Feinteilchen abgeschieden.
- 3) Stabilisierung des Biofilms durch filamentbildende Bakterien und Pilze.
- 4) Verfestigung und Mineralisierung der Ablagerungen als Unterlage für sich weiterentwickelnde Biofilme.

R. Späne GmbH

Beeinflussung von Trinkwassersystemen

BIOFILM



- Kontamination des Wassers durch Biofilm-Mikroorganismen
- Massenentwicklung („Schleimbart“)
- Habitat für hygienisch relevante Mikroorganismen (Viren, Bakterien, Pilze, Protozoen)
- Erhöhte Toleranz gegenüber Desinfektionsmitteln, Zehrung sowie Bildung v. Desinfektionsnebenprodukten
- Bildung von Geruchsstoffen
- Beteiligung an der Entstehung von Braunwasser
- Mikrobiell beeinflusste Korrosion
- Erhöhung des Strömungswiderstandes



R. Späne GmbH

Desinfektionsmaßnahmen: Vor- und Nachteile

LEITUNGSSYSTEME

Maßnahme	Vorteile	Nachteile
Thermische Desinfektion	Sichere Keimabtötung Keine Chemikalienzusätze	Keine Belagsentfernung rasche Wiederverkeimung
Intermit. Aufheizung $\geq 70^\circ$	Keimminimierung im Kessel	Keine Wirkung im Leit.netz
Temperatur nach DVGW: Heizkessel $\geq 60^\circ\text{C}$ Warmwasserzirkul. $\geq 55^\circ\text{C}$	Keimminimierung (empfehlenswert bei Neuinstallationen)	Nicht möglich bei Leitungsüberdimensionierung
Chlorung Anodische Oxidation Chlordioxid	Sichere Abtötung einz. vorhand. Keime. Nur bei Dauerdos. Biofilmbau	Chemikalienzugabe, Ungenügende Abtötung von Keimen in Biofilmen
UV-Bestrahlung (auch in Kombination mit Ultraschall)	Sichere Abtötung einzeln vorhandener Keime Keine Chemikalienzugabe	Ungen. Abtötung von Keimen in Biofilmen keine Depotwirkung
UV-Bestrahlung mit Ultraschall-behandlung	s. UV (Ultraschall soll Keimzellen vereinzeln)	s. UV (zuverl. Freisetzung d. Ultraschall sehr fraglich)
Peroxid-Verbindung CARELA® BIO-DES	Ablösung von Biofilmen, sich. Abtötung v. Keimen	nicht zulässig zur Dauerdesinfektion



R. Späne GmbH

Desinfektionsmaßnahmen: Vor- und Nachteile

LEITUNGSSYSTEME



↙ Da nur 10% der Biofilm-Bakterien an der Oberfläche, aber 90% im Biofilm-Innern sitzen,

↙ bedeutet dies:
Chlor, hohe Temperaturen und UV bringen **NUR**
- momentane Desinfektion der Oberfläche
OHNE LANGZEIT-WIRKUNG !

↙ dazu kommen:
eingeschränkte Wirksamkeit (Chlorresistenz)
gegen Mikroorganismen und Biofilm
keine Reinigungswirkung der o.g. Methoden



R. Späne GmbH

Desinfektionsreinigung von Leitungssystemen

LEITUNGSSYSTEME



↙ das heißt:
zur **Desinfektion** UND **Reinigung** des Systems
mit **Langzeitwirkung**
ist die Anwendung eines
wasserstoffperoxidhaltigen Desinfektionsreinigers
notwendig !

↙ kombiniert man daher:
Wasserstoffperoxid
mit einer **mineralischen Säure**
hat man einen nahezu
idealen Desinfektions-Reiniger



R. Späne GmbH

Anwendungstechnik:

Anwendungsmethoden zur Desinfektionsreinigung

ANWENDUNGSCHEMIKALIEN

VORREINIGUNG

(zur Entkalkung, Entrostung, Entsteinung)

SYSTEM:	Grundstoff:	Anwendung:
DECALCON	z.B. Ameisensäure	Entkalkung
MRA	z.B. Salzsäure	Entrostung
WT	z.B. Phosphorsäure	Entsteinung



Anwendungstechnik:

Anwendungsmethoden zur Desinfektionsreinigung

ANWENDUNGSCHEMIKALIEN

DESINFEKTIONS-REINIGUNG

(Zweikomponenten-Systeme)

SYSTEM:	Komponenten:	Anwendung:
BIO-DES	Säure/Wasserstoffperoxid	Rohrsysteme
BIO-PLUS	Säure/Wasserstoffperoxid	Behälter, Tanks
BIO-PLUSforte	Säure/Wasserstoffperoxid	Füllkörpersäule Filtermaterial



Anwendungstechnik:**Anwendungsmethoden
zur Desinfektionsreinigung**

WIRKPRINZIP: angesäuertes Wasserstoffperoxid

BIO-DES = Zweikomponentensystem
salzsaure Komponente 1 und
wasserstoffperoxidhaltige Komponente 2

Reaktionsmischung wird erst kurz vor der
Desinfektionsmaßnahme zubereitet

**Anwendungstechnik:****Anwendungsmethoden
zur Desinfektionsreinigung**

die genannten Chemikalien erfordern aufgrund ihrer
Konzentration und Kennzeichnung
-> Anwendung grundsätzlich im isolierten System
d.h. AUSSER BETRIEB

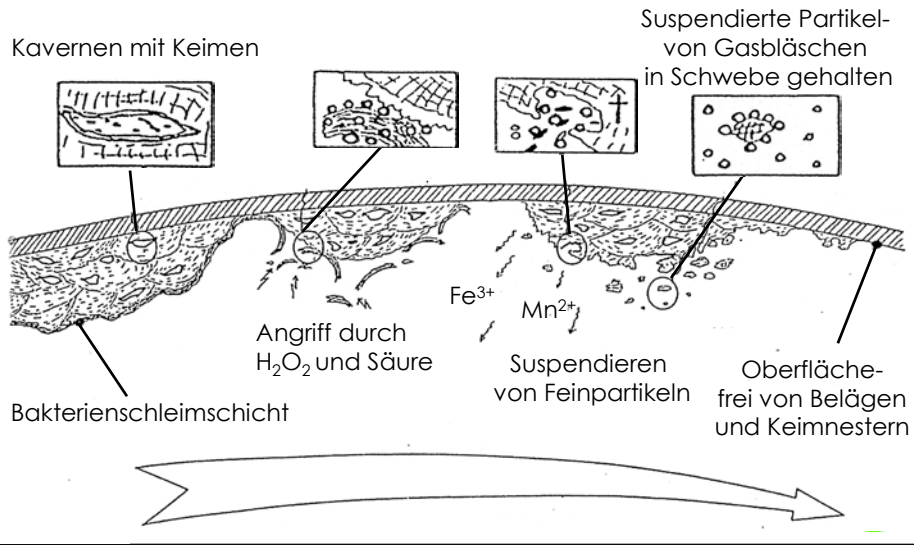
Anwendung abhängig von der Systemdimension:

- Einwegspülung + Einwirkzeit
- Zirkulationsspülung
- Sprühmethode durch direkte Begehung



Anwendungstechnik:

Zeitlicher Verlauf der Krustenentfernung



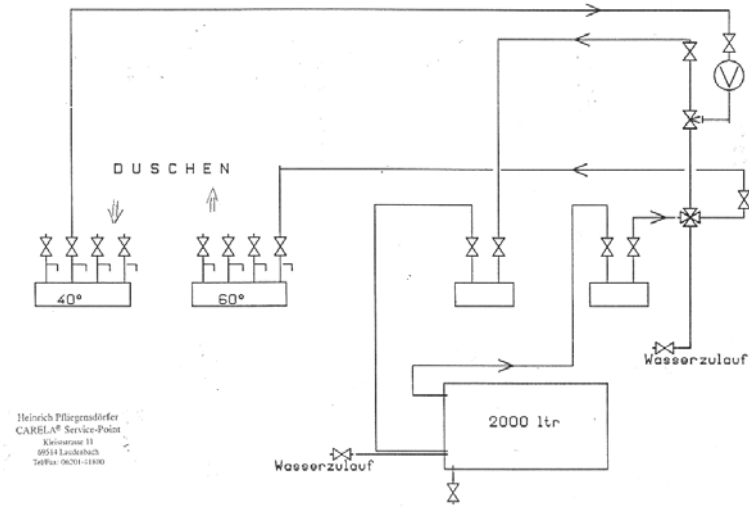
Anwendungstechnik - Vorgehensweise

- ✓ Bestandsaufnahme vor Ort
- ✓ Entscheidung über Anwendungstechnik
- ✓ Durchführung der Maßnahme:
 - eigenes Personal, eigene Geräte/Material oder
 - Dienstleistung, Fremdvergabe



Anwendungsbeispiele: Desinfektionsmaßnahme Theater

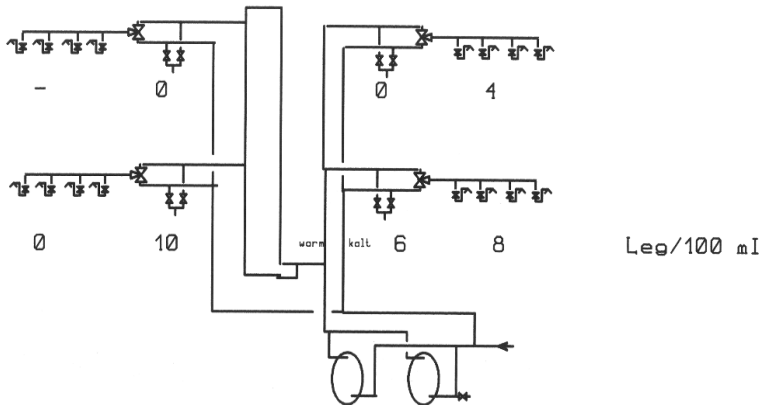
Pflegendörfer 7.8.02



R. Späne GmbH

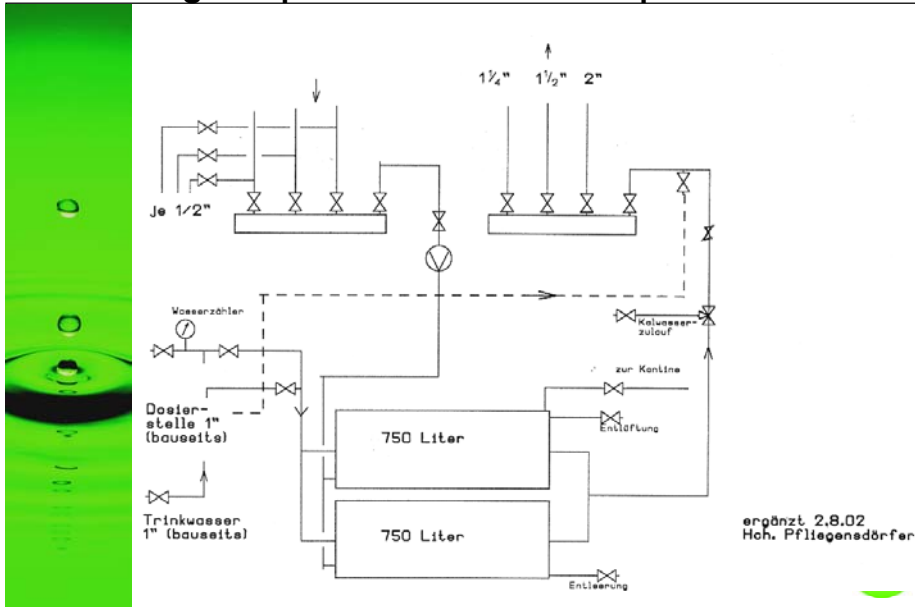
Anwendungsbeispiele: Desinfektion JVA Containeranlage

Hch. Pflegendörfer



R. Späne GmbH

Anwendungsbeispiele: Desinfektion PH Sporthalle



Anwendungstechnik:



Technische Daten

KontaktwasserzählerDurchflussmenge max. 20 m³/h**Dosierpumpe**

Dosiermenge einstellbar von 0 bis 100 %,

max. Dosiermenge 54 l/h, max. Gegendruck 10 bar

Motor 230 V, 50 Hz, IP 54

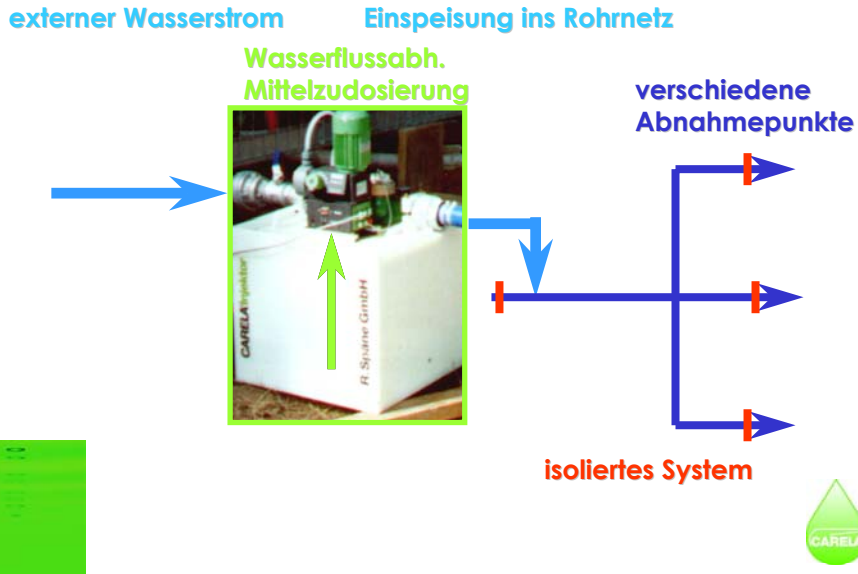
Impulsabstand 10 l

Dosiergenauigkeit $\pm 3\%$

Saughöhe bis ca. 2 m Wassersäule



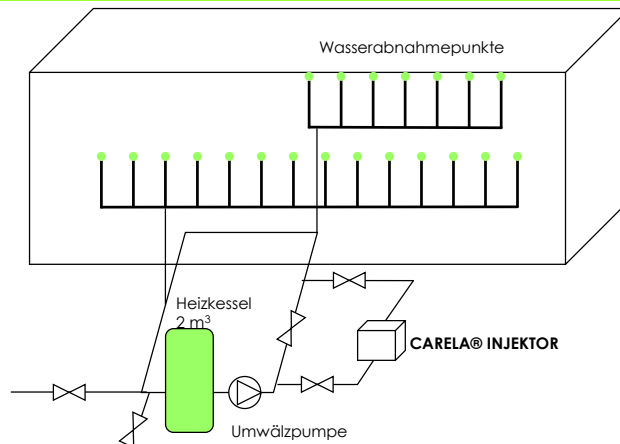
Verfahrensschema



Anwendungsbeispiele:

Desinfektionsmaßnahme Klinikum Hochrisikobereich

Legionellenbefall Babyintensivstation Warmwasser. Einsatzmittel: CARELA® BIO-DES, Konzentration 1 %, 10 kg / 1 m³, Einsatzdauer 3 h



Anwendungsbeispiele:

LEITUNGSSYSTEME

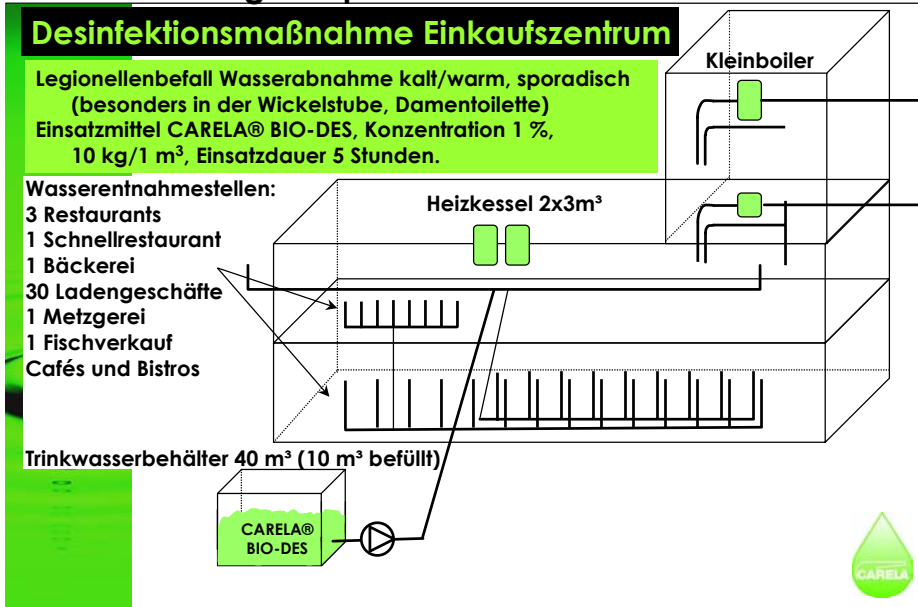
Desinfektionsmaßnahme Einkaufszentrum

Legionellenbefall Wasserabnahme kalt/warm, sporadisch
(besonders in der Wickelstube, Damentoilette)
Einsatzmittel CARELA® BIO-DES, Konzentration 1 %,
10 kg/1 m³, Einsatzdauer 5 Stunden.

Wasserentnahmestellen:

3 Restaurants
1 Schnellrestaurant
1 Bäckerei
30 Ladengeschäfte
1 Metzgerei
1 Fischverkauf
Cafés und Bistros

Trinkwasserbehälter 40 m³ (10 m³ befüllt)



R. Späne GmbH

Weitere Maßnahmen nach der Desinfektion

LEITUNGSSYSTEME

Der Desinfektionserfolg muss zunächst durch Analytik nachgewiesen werden.

Ist das System desinfiziert, so kann es nach einem bestimmten Zeitraum zur Wiederverkeimung kommen.

➔ Sinnvoll ist daher: Regelmäßige (z.B. dreimonatliche) vorsorgliche Kontrolle der relevanten Anlagenteile (Warmwassererzeugung, Duschköpfe u.ö.).

➔ Kontrolle heißt: Genaue Sichtkontrolle
Kultureller Nachweis



R. Späne GmbH

Probleme und Lösungen:

Neue Trinkwasserverordnung 2001

beschreibt neue, geänderte und angepasste Anforderungen an

WASSER FÜR DEN MENSCHLICHEN GEBRAUCH



Problem-Vorbeugung:

- regelmäßige Kontrolle (optisch, analytisch)
- regelmäßige Wartung (Reinigung, Desinfektion)

Reinigung und Desinfektion:

- Richtige Auswahl des Mittels für längerfristige Wirkung



Problem-Beseitigung:

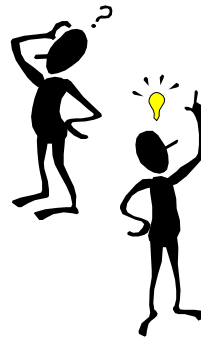
- Problemaufnahme (Zeifenster erstellen)
- Durchführung der Maßnahme (2-3 Mal)
- Analytischer Nachweis

FAZIT



R. Späne GmbH

Noch Fragen



bitte sehr,
gerne !

Vielen Dank
für Ihre Aufmerksamkeit



R. Späne GmbH