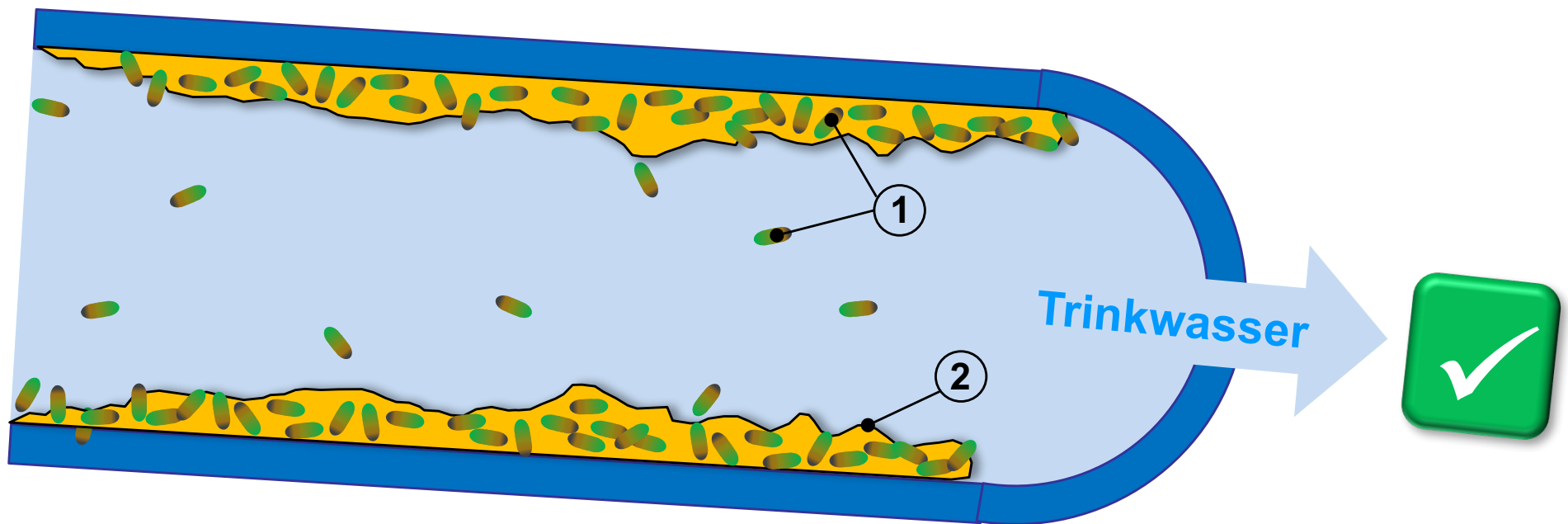




## Erdverlegte PE-Rohre in der Wasserversorgung



- ① Bakterien, Keime
- ② Biofilm-Schicht



## Was ist Biofilm?

- Jede Art von Mikroorganismen, in denen Zellen an einer Oberfläche aneinander haften bleiben.
- Diese adhären Zellen werden häufig in eine selbst hergestellte Matrix aus extrazellulärer polymerer Substanz (EPS) eingebettet.
- Biofilm ist eine polymere Agglomeration, die im Allgemeinen aus extrazellulärer DNA, Proteinen und Polysacchariden besteht.
- Biofilm kann sich auf jeder Oberfläche bilden und kann in natürlichen, industriellen Umgebungen und Krankenhäusern auftreten.
- Die mikrobiellen Zellen, die in einem Biofilm wachsen unterscheiden sich physiologisch von Planktonzellen, die im Gegensatz dazu Einzelzeller sind, die in einem flüssigen Medium treiben oder schwimmen können.



## Wie vermehrt sich Biofilm?

- TOC (Total Organic Carbon = Parameter aller organischen Stoffe im Trinkwasser) ist Nährstoff für den Biofilm.
- TOC = Material, das aus verrotteter Vegetation, Bakterienwachstum und metabolischen Aktivitäten (Stoffwechsel) von lebenden Organismen oder Chemikalien stammt.
- Vergleicht man regionale Trinkwasserqualität, so zeigt sich, dass der TOC-Gehalt sehr unterschiedlich ist, z.B. ist TOC in Berlin 10x höher als in München.
- Herkunft des TOC:
  - Verschiedene Wasserquellen, z.B. Grundwasser oder Oberflächenwasser
  - Verschmutzung durch Lagerung, Rohrbruch, Reparaturarbeiten
  - Installation von kontaminierten Rohrleitungskomponenten
  - Rückströmung von kontaminiertem Wasser
  - Kondenswasser oder Luft im Wassertank
- Es ist zu berücksichtigen, dass nicht der gesamte TOC für die Ernährung von Biofilm zur Verfügung steht.



## Gibt es unterschiedliche Typen von Biofilm?

- Biofilm kann nicht verhindert werden (Thema Rohwasserqualität).
- Verschiedene Massnahmen können das Risiko von Biofilmbildung senken
  - Konzentration von AOC (Assimilierbarer Organischer Kohlenstoff)
  - Vorhandensein des Desinfektionsmittels
  - Hydraulische Auslegung des Rohrleitungssystems (Durchfluss, Totraum)
  - Wassertemperatur
  - Oberflächenrauheit Rohr (längerfristig nicht relevant, es gibt eine max. Biofilmdicke)
- Ein bestimmter Teil von Biofilm kann sogar positiv sein, da er die Ansiedlung von schädlichen Bakterien vermeidet, er belegt den Platz zur Ansiedlung und konkurriert um Nahrung.
- Biofilm kann auch eine positive Wirkung auf die Wasserqualität haben - siehe Wasseraufbereitungsanlagen (spezieller Wasserfilter, der mit diesem Prinzip arbeitet, um die Ansiedlung von schädlichen Bakterien zu vermeiden).
- Viele Studien konzentrieren sich nur auf die Anwesenheit von Biofilm, aber nicht auf seine Bestandteile.



*“ Bioavailability of organic carbon and growth inhibition Biofilm formation in drinking water systems cannot be prevented. On the contrary, a confined and stable biofilm being composed of harmless bacteria can not only potentially hinder certain pathogens from settling or spreading (Wang et al., 2013) but can also be regarded as a bio-filter reducing the amount of unknown, potentially harmful substances leaching from the plumbing materials (Bouwer & Crowe, 1988).”*

«Bioverfügbarkeit von organischem Kohlenstoff und Wachstumshemmung der Biofilmbildung in Trinkwassersystemen kann nicht verhindert werden. Im Gegensatz dazu kann ein beschränkter und stabiler Biofilm, der aus harmlosen Bakterien besteht, nicht nur potenziell bestimmte Pathogene am Absetzen oder Ausbreiten behindern (Wang et al., 2013), sondern kann auch als Biofilter betrachtet werden, der die Menge an unbekanntem, potentiell schädlichen Stoffen, die aus den Sanitärmaterialien austreten, vermindert (Bouwer & Crowe, 1988).»

Quelle: Bouwer & Crowe 1988 & Wang 2013 published in BioMig: a test package for in depth analysis of plumbing material in contact with drinking water study from EAWAG 2015 (IWA congress)



## PE erfüllt Pass/Fail Kriterien bei weitem und ist vergleichbar mit Glas

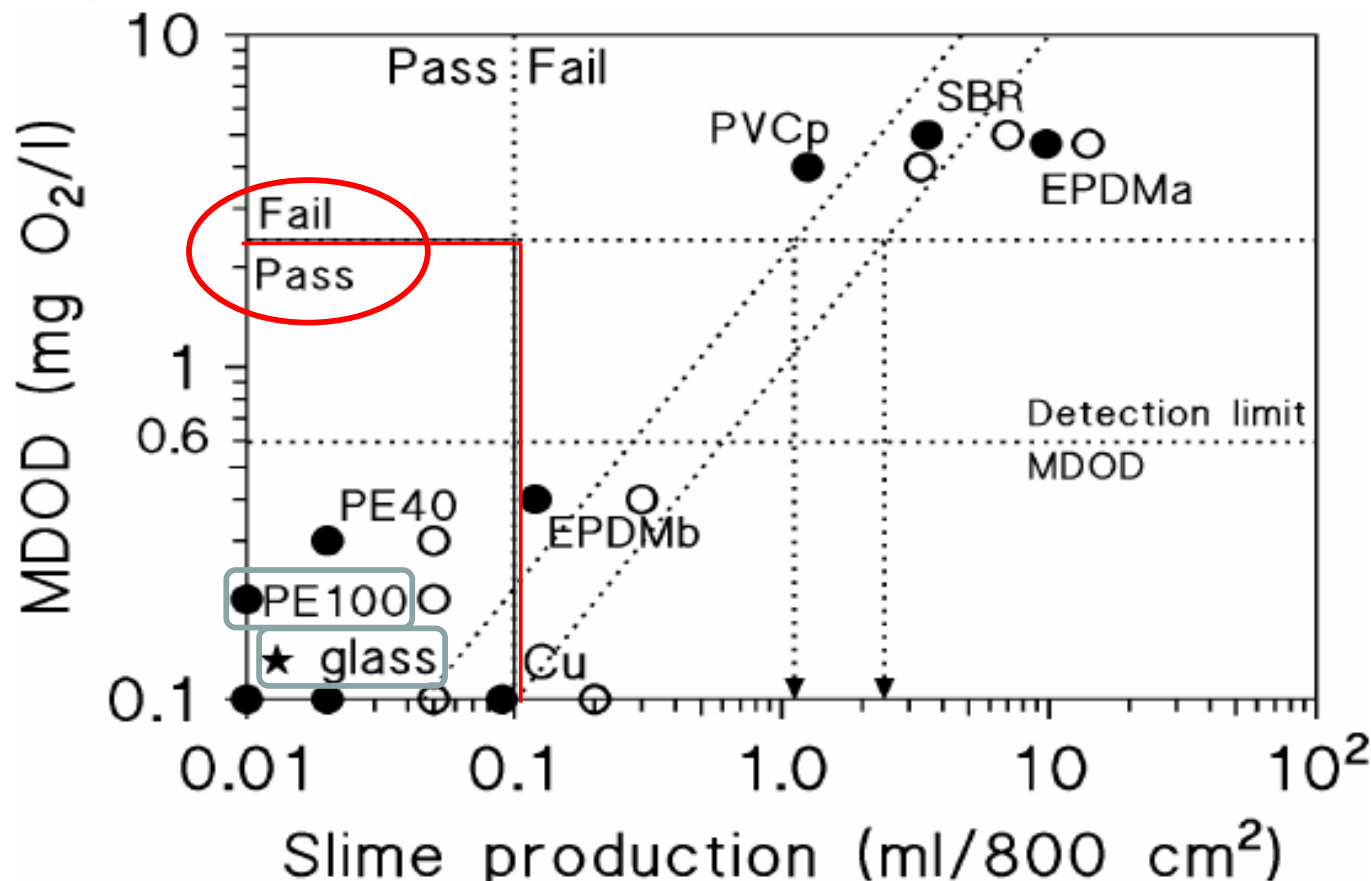


Fig. 3.8. Comparison of results of the MDOD test and W270 test. Open symbols, W270 OP; closed symbols: W270 RP. Materials with negative or zero MDOD values and biomass volumes  $\leq 0.01$  ml are not included. Dotted lines indicate assumed proportional relationships.

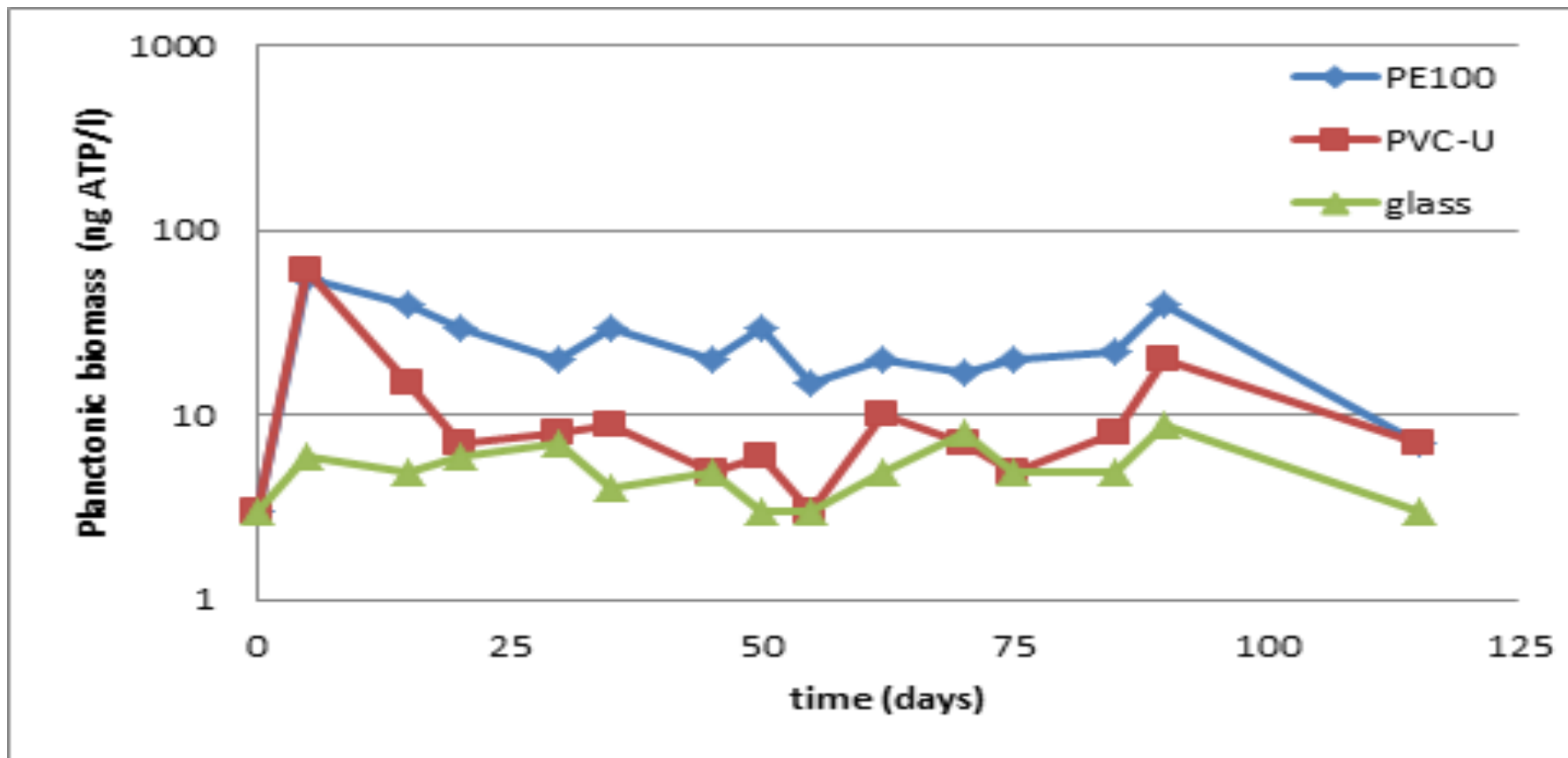
MDOD: Mean Dissolved Oxygen Difference = value for oxygen consumption of Biofilm.

PVC is not on the chart, due to its very low value.

Quelle: KWR 07.068 Assessment of microbial growth potential



Vergleiche mit planktonischer Biomasse zeigen, dass PE und PVC die gleichen Werte haben



Quelle: KWR 07.068 Assessment of microbial growth potential (KIWA)



## Unterstützt PE-Rohr mikrobiologisches Wachstum?

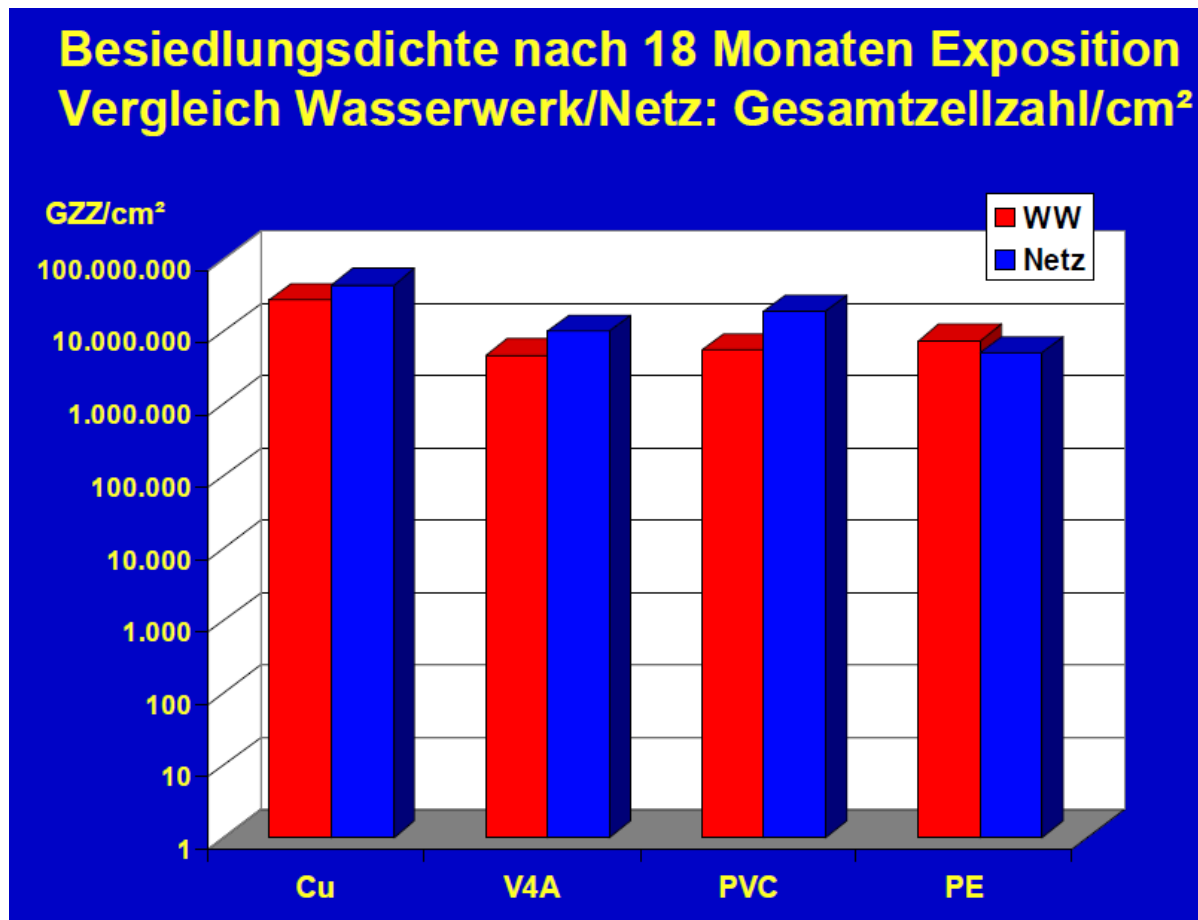
- Ein mikrobiologisches oder mikrobielles Wachstum (Biofilm) auf der Oberfläche von Komponenten in einem Wasserversorgungssystem dürfte unabhängig vom verwendeten Material auftreten. Die Behandlung von Wasser mit Chlor oder anderen Desinfektionsmitteln kann zu einer signifikanten Abnahme beitragen.
- Die Bedingungen oder Mechanismen für die Bildung dieser Biofilme sind nicht vollständig verstanden, auch nicht warum einige Materialien ein grösseres Wachstum zu unterstützen scheinen. **Es ist jedoch allgemein anerkannt, dass dies nicht mit der Wasserqualität am Wasserhahn zusammenhängt. Studien, die von Plastics Europe durchgeführt wurden zeigen, dass die Menge der im Wasser vorhandenen Zellen nicht mit der Menge an Biofilm, der auf den inneren Oberflächen von Rohren gebildet wird, in Beziehung steht.**
- Zur Sicherheit haben mehrere europäische Länder Methoden zur Bewertung von mikrobiellem Wachstum erfolgreich etablierte, **und Kunststoffe einschliesslich PE100, die andere Anforderungen an die Wasserqualität erfüllen, haben keine Schwierigkeiten, auch diese Anforderungen zu erfüllen.**

Quelle: <http://www.pe100plus.com/PE-Pipes/PE-technical-guidance/model/Design/water/Does-PE-pipe-support-microbiological-growth,i1048.html>





## Hat die Menge an Biofilm etwas mit dem Rohrleitungsmaterial zu tun?



**Ja, aber nach  
6 - 18 Monaten  
hat der Biofilm  
die maximale  
Schichtdicke  
erreicht!**



## Was ist die Schlussfolgerung?

- Biofilme sind flächendeckend im Rohrnetz vorhanden.
- Unser Trinkwasser ist rein, ob mit PE oder anderen Rohrleitungsmaterialien: Siehe Münchener Wasserversorgung – diese nehmen 1000 Proben pro Monat in verschiedenen Bereichen, Trinkwasser ist freigegeben um selbst Babynahrung zuzubereiten.
- Keine Korrelation zwischen Biofilm und Wasser-Zellzahl.
- Obligat pathogene Mikroorganismen sind in der Regel nicht vorhanden; fakultativ pathogene Mikroorganismen sind gelegentlich vorhanden (im zentralen Versorgungsnetz in relativ geringen Konzentrationen; Vermehrung möglich unter bestimmten Bedingungen wie Stagnation, günstige Nährstoff-Situation, erwärmtes Wasser → von grosser Bedeutung in Hausinstallationen).
- Einsatz von Desinfektionsmitteln unter praxisrelevanten Bedingungen kontrolliert Ausmass der Biofilm-Bildung, führt aber nicht zur vollständigen Entfernung von Biofilmen.

Quelle: Studie Biofilme: Eine Gefahr für das Trinkwasser?  
Hans-Curt Flemming, Jost Wingender, Biofilm Centre Universität Duisburg-  
Essen, IWW Zentrum Wasserforschung Mülheim