

Sustainability in Laundering

Duurzaamheid in de Reinigingstechnologie

Ger Koper
DelftChemTech

Sinner factoren

Factoren die van invloed zijn op waskwaliteit

4 categorieën:

- **Mechanische actie**
 - wassen is een dynamisch proces
- **Chemie**
 - surfactant, enzymen en oplosmiddelen
- **Temperatuur**
 - kinetiek van enzymatische acties, reactiekinetiek, oplosbaarheid
- **Tijd**
 - langer wassen geeft beter resultaat maar is niet kosteneffectief

H. Sinner, *Vom Umgang mit Haushaltwaschmaschinen*, Haus und Heim Verlag Hamburg, 1960

24 juni 2004

2

Sinner factoren

Optimalisatie waswerking

afhankelijk van **interactie** tussen Sinner factoren

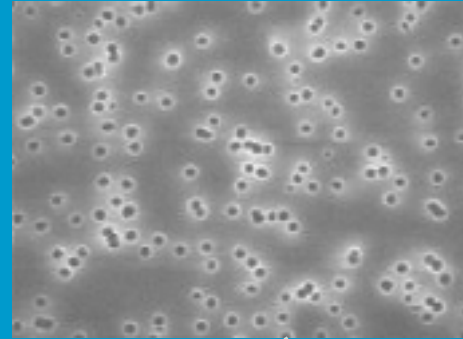
Voorbeelden:

- Chemie en Temperatuur: Kraft temperatuur surfactant
- Tijd en temperatuur: enzymkinetiek
- hier: **chemie en mechanische actie**

Experiment

Membraan

- porie diameter 100 nm
- porie lengte 10 μm

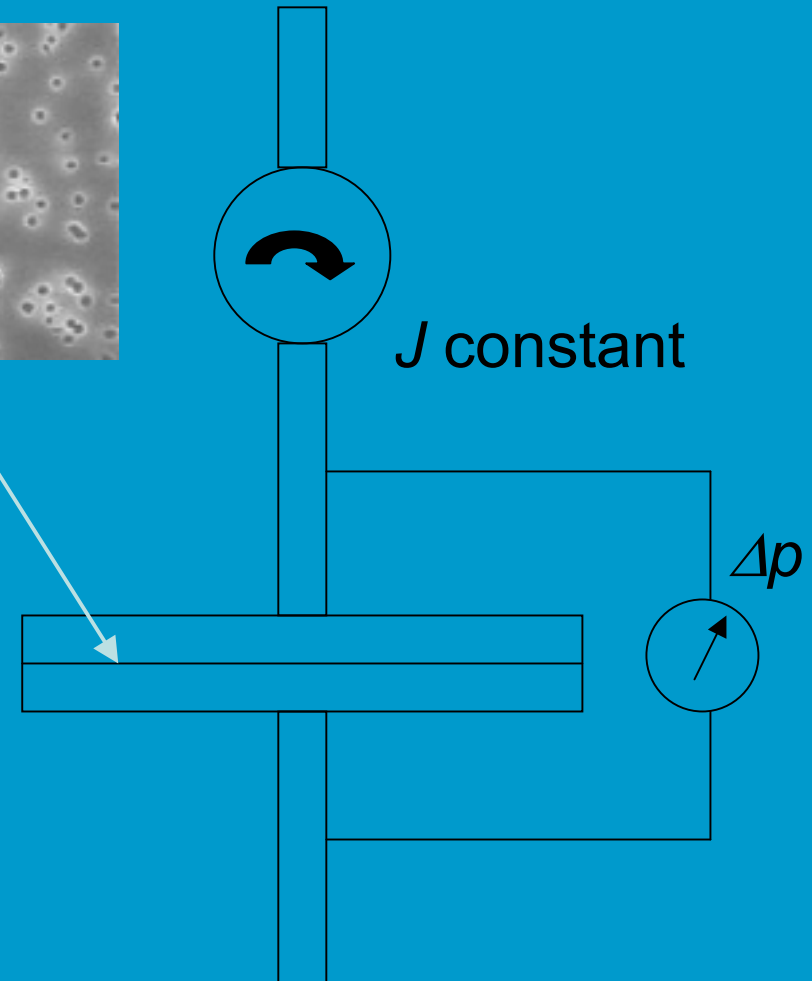


Pump

- constant stroomsnelheid
- druk 0 - 20 Bar

Surfactant oplossingen

- Sodium dodecyl sulfaat (SDS)
- concentraties uitgedrukt in termen van de cmc: 2.3 g/l
- rondgepompt tijdens experiment



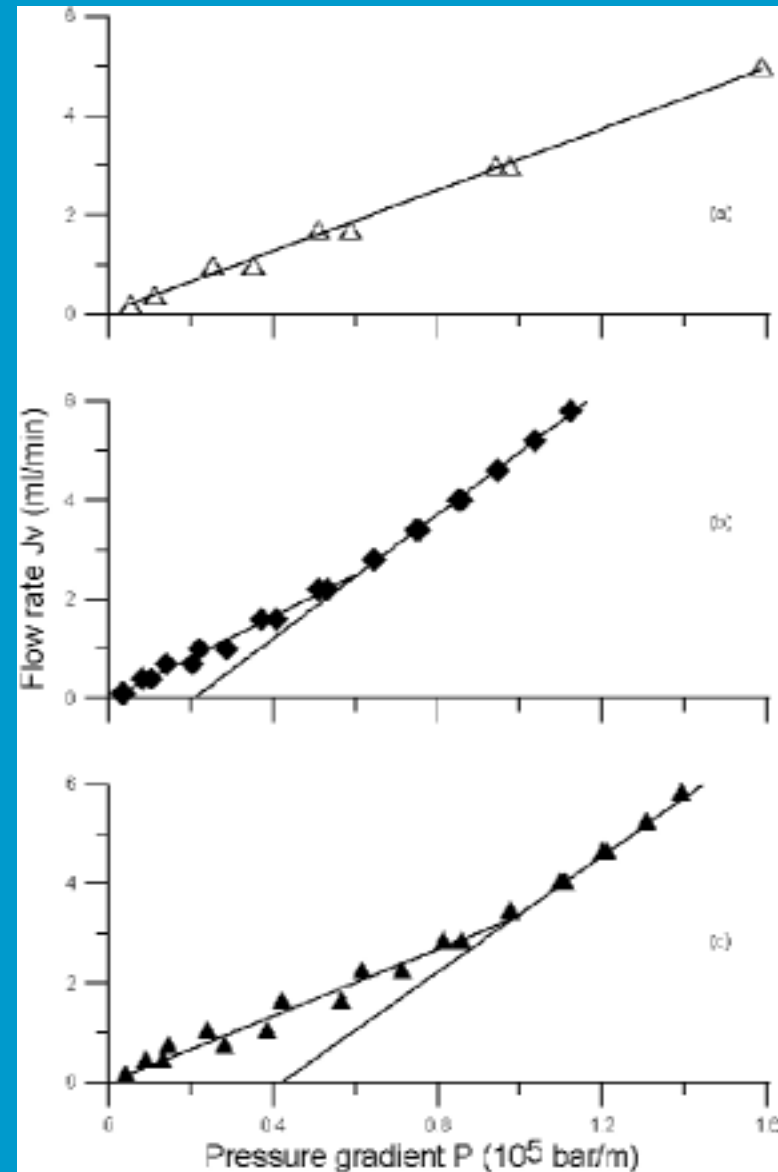
Resultaten

Experimentele aspecten

- Heen- en teruggaande stroming
- Hysteresis decreases with waiting time

Waarnemingen

- Twee lineaire regimes
- Breekpunt verandert met surfactant concentratie



Data analyse

Slip randvoorwaarde aan de wand

- Wet van Newton voor wrijving

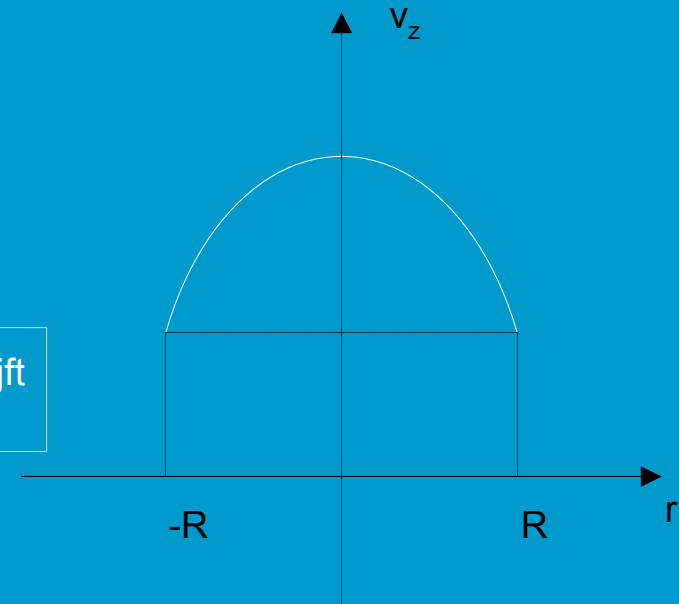
$$-\eta \frac{\partial v_z}{\partial r} \Big|_{r=R} = \frac{\eta}{\lambda} v_z(R)$$

- samen met zwichspanning

$$J = \frac{\pi R^4}{8\eta} N \left\{ P + 4 \frac{\lambda}{R} (P - P_c) \Theta(P - P_c) \right\}$$

Aantal pories

Heavyside functie beschrijft
kleef-slip overgang



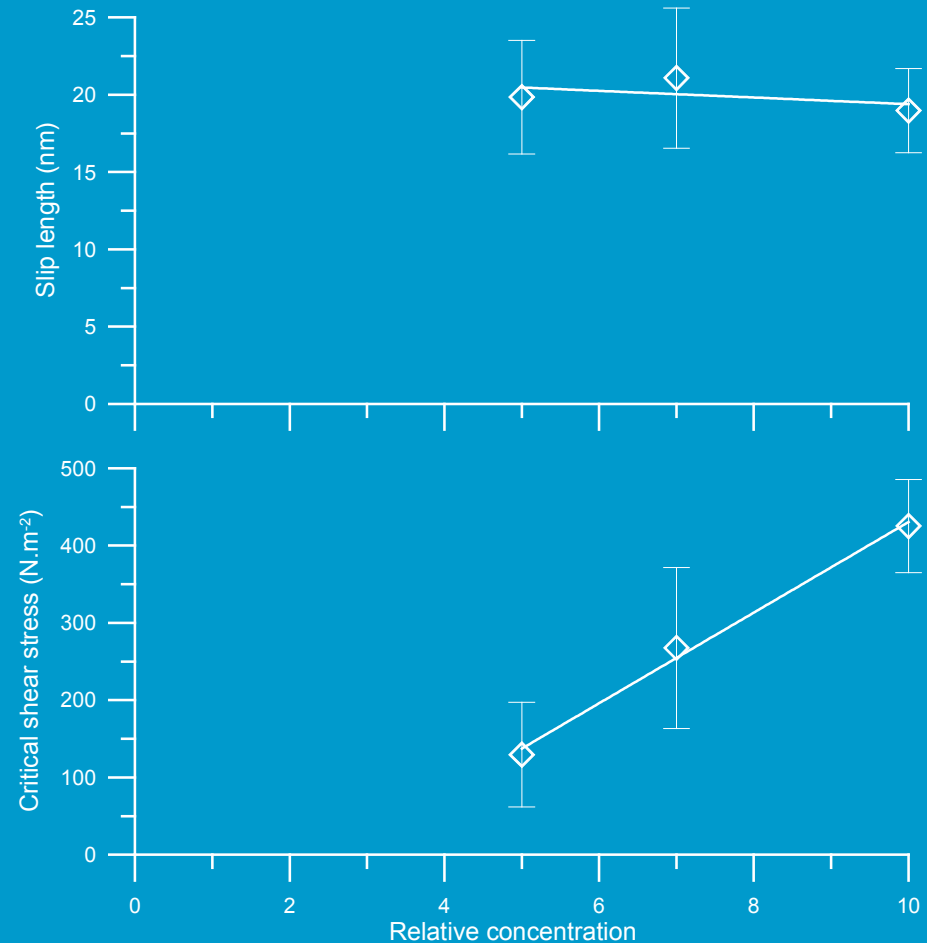
Resultaten data analyse

Procedure

- Rechte lijnen door meetpunten; verhouding tussen hellingen geeft slip-lengte onafhankelijk van aantal pories
- Krusing van lijnen geeft zwichtspanning

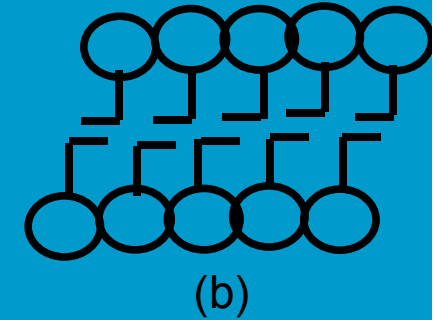
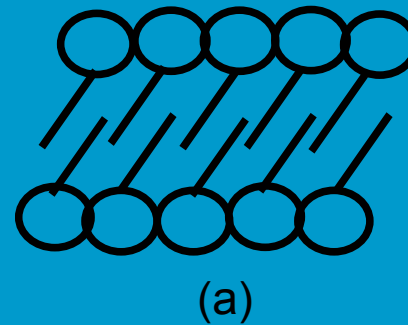
Observaties

- Slip lengte blijft constant
- Zwichtspanning varieert met concentratie



Interpretatie

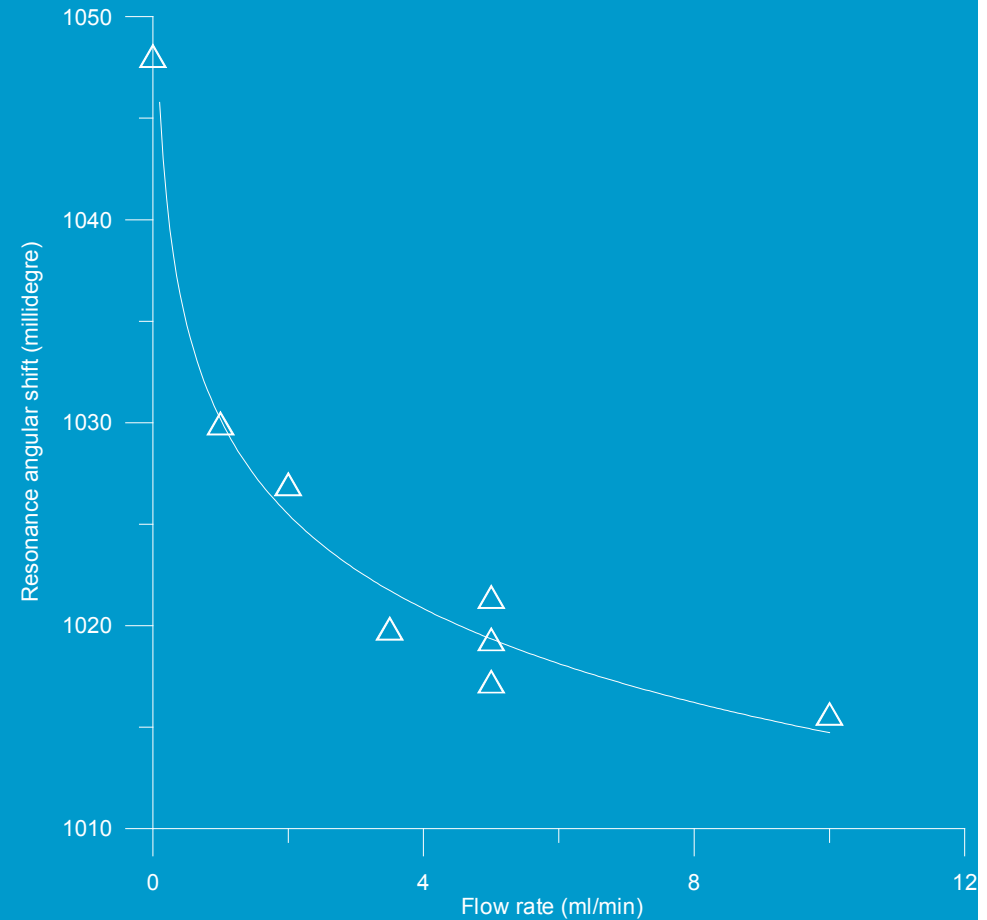
- Boven CMC vormt zich een gaadsorbeerde surfactant bi-laag
- Stationaire stroming onder de zwichtspanning, zie (a)
- Stroming, met aanzienlijke wrijving boven de zwichtspanning, zie (b)
- Surfactant bi-laag vertoont Bingham gedrag.



Ondersteunende experimenten

SPR experimenten aan stromende admicel

- Signaal varieert met stroomsnelheid
 - Dikte varieert
 - Verdeling van de surfactant varieert



Hergebruik grondstoffen

"Als chemisch technologisch proces is wassen het meest inefficiënte proces dat bekend is"

- Water
 - vermindering verbruik
 - kwaliteit uniformeren, b.v. hardheid
- Wasmiddelen
 - vermindering verbruik
 - betere formuleringen

Voorbeeld

Uitgevoerd in *Institute for Applied Surfactant Research*, University of Oklahoma,
directeur John Scamehorn

Experiment

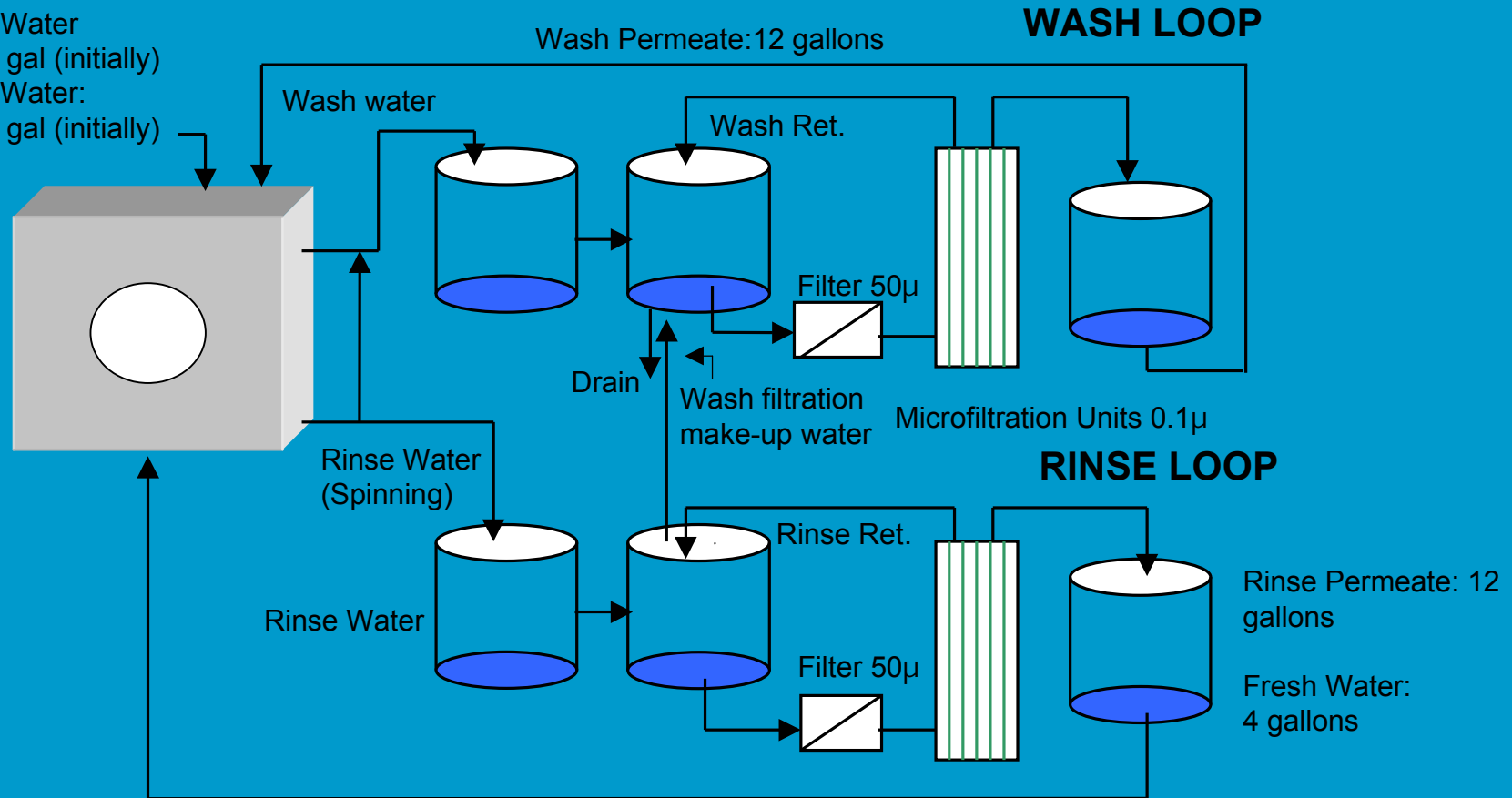
- Huishoudwasmachine met filtratie-eenheden
- Standaard zeepformulering
- Standaard test op wasresultaten

Terugwinning

- Water: 90%
- Surfactant: 30%

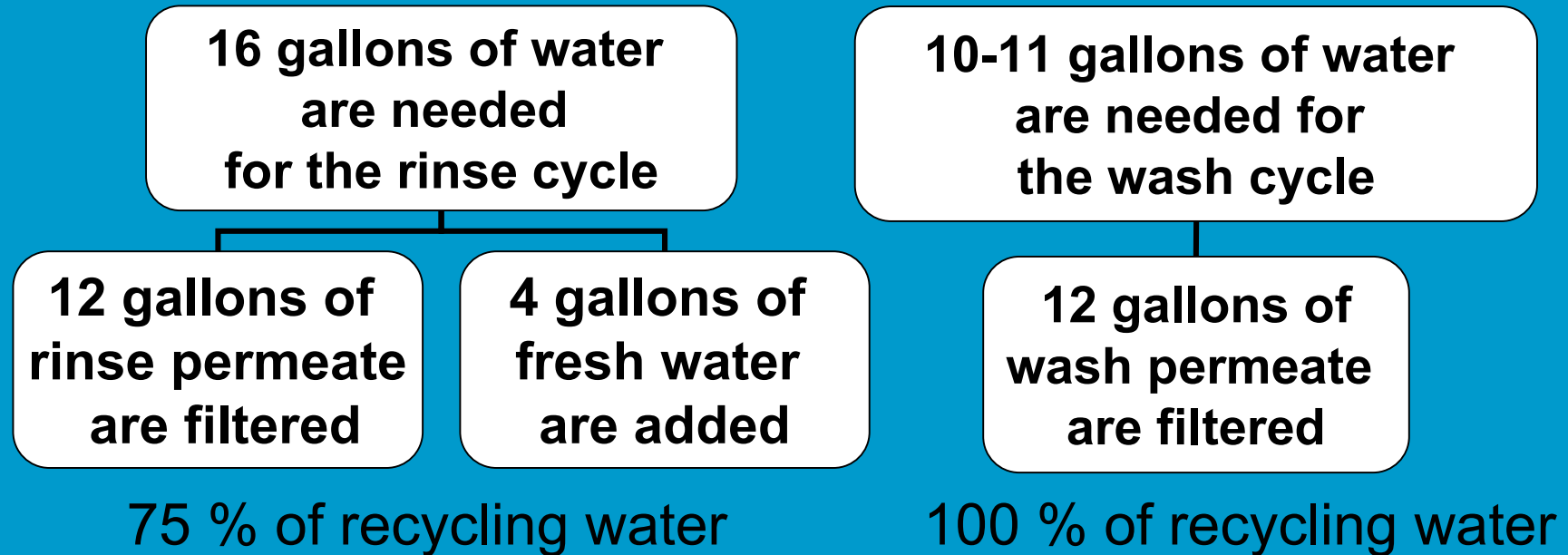
Voorbeeld

Wash Water
 10 ± 1 gal (initially)
 Rinse Water:
 17 ± 1 gal (initially)



1 gallon = 3,785 L

Voorbeeld



90% OF WATER RECOVERY IS OBSERVED IN EACH WASH/FILTRATION CYCLE

Samenvatting

Onderzoek bij TU Delft: duurzaamheid

- Effectiviteit waswerking: interacties tussen Sinner factoren
- Terugwinning/hergebruik grondstoffen