



Toelichting NuReDrain project

*ing. Nico Lambert,
KU Leuven Campus De Nayer*

Interreg
North Sea Region
NuReDrain
European Regional Development Fund



KU LEUVEN

NuReDrain

- Process and Environmental Technology Lab (PETLab) – KU Leuven:
 - Resource recovery en de productie van hernieuwbare chemicaliën en energiedragers uit afval-, zij- en biomassastromen.
- **Nutrient Removal and Recovery from Drainage** water
- Interreg North Sea Region project
- 1/3/2017 – 30/9/2020
- 11 partners in 3 countries (België/Duitsland/Denemarken)



Situering

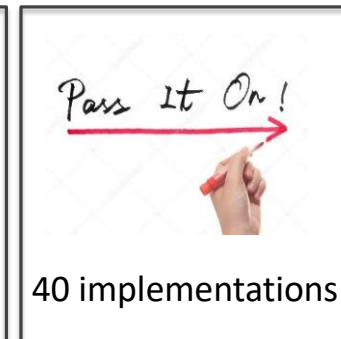
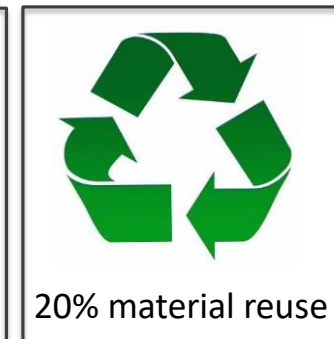
- Herkomst van de nutriënten:
 - **Puntbronnen:** Huishoudelijk en industrieel afvalwater
 - **Diffuse bronnen:** Voornamelijk van land- en tuinbouwactiviteiten
- Focus op 3 types water:
 - Drainagewater (volle-grond teelt): Hoge en lage N en lage P, discontinue debiet
 - Spui (glastuinbouw): Hoge N en P, klein volume
 - Oppervlaktewater: Lage N en P, groot volume



Projectdoelstellingen NuReDrain

- **Actief verwijderen van N en P uit agrarisch drainagewater via robuuste en eenvoudig te bedienen (filter)technologie**
 - Ortho-P \leq 0.10 mg P/L
 - $\text{NO}_3\text{-N}$ \leq 11.3 mg N/L. (=50 mg $\text{NO}_3\text{/L}$)
- **P uit filtermateriaal terugwinnen en hergebruiken als meststof**
- Het meten van de impact in 2 stroomgebieden in het Noordzeegebied
- Richtlijnen geven voor de implementatie van de technologie in het Noorzeegebied

KPI's



Projectdoelstellingen NuReDrain

- **P-removal**
 - **Technologie:** Adsorptie filter met Al/Fe gebaseerde adsorbenten
 - Identificatie van **geschikte filtermaterialen** voor de verwijdering van P
 - **Op laboschaal**
 - Bepaling van adsorptiecapaciteit (mg P/g DS)
 - Bepaling van kinetica (adsorptiesnelheid)
 - Uitvoering van langlopende kolomproeven
 - Identificatie van **geschikte filterconfiguraties** voor de verwijdering van P
 - **Op pilotschaal in het veld – Field demonstrations (7):**
 - PCS Destelbergen: **Spui**, 3 m³/dag
 - Goderick Meuninck (kamerplanten): **Spui**, 750 m³/jaar
 - ‘Bucket filter’ systeem van UGent op 4 locaties in Vlaanderen: **Drainage water**, 1-5 m³/dag
 - Site ‘De Blankaart’ – De Watergroep/Vito: **Oppervlaktewater**, pilotschaal – 5-24 m³/dag

Projectdoelstellingen NuReDrain



- **N-removal**

- **Technologie:** MBBR – Moving Bed Biofilm Reactor (=biologische denitrificatie op vaste dragger)
- Ervaring vanuit:
 - ADLO-project: “Telen zonder spui in de glastuinbouw”
 - LA-traject 'Innoverende aanpak voor nitraatreductie in land- en tuinbouwgebieden’
- Bottlenecks bij zuiveren van drainage tov. spui:
 - Lage watertemperatuur (koolstofbron?, biofilm carrier?)
 - Variabel debiet en NO₃ concentratie
 - Afgelegen locaties + afwezigheid van elektriciteit
- Identificatie van **geschikte filterconfiguraties** voor de verwijdering van N
 - **Op pilotschaal in het veld – Field demonstrations (3):**
 - PCS Destelbergen: **Spui**, 3 m³/dag
 - Goderick Meuninck - Nevele (kamerplanten): **Spui**, 750 m³/jaar
 - Robin Van Apers - Putte (glastuinbouwbedrijf sla): **Drainagewater**, XXX m³/jaar

P-adsorption: Geschikte filtermaterialen

- Identificatie van geschikte filtermaterialen voor het verwijderen van P @ 3 concentratieniveaus.
 - Waterstromen met een hoge nutriëntenbelasting: Spui
 - 25 mg PO₄-P/L en - KU Leuven
 - Waterstromen met een lage nutriëntenbelasting: Drainagewater
 - 0,5 mg PO₄-P/L - UGent
 - Medium beladen en discontinue waterstromen: Oppervlaktewater
 - 5 mg PO₄-P/L - VITO

P-adsorption: Geschikte filtermaterialen

- ICS - FerroSorp RW - Diapure - VITO sorbent A - VITO sorbent B - Redmedite - LiDonit – BaseLith - Phoslock - Iron-rich sludge pellets - Biochar - ~~Acid pre-treated glauconite~~ - ~~Biotite~~ - ~~Bauxite~~ - ~~Olivine~~
- ICS = Iron Coated Sand: Afvalproduct van drinkwaterproductie uit grondwater (ontijzering) → Secundaire grondstof (pidpa)



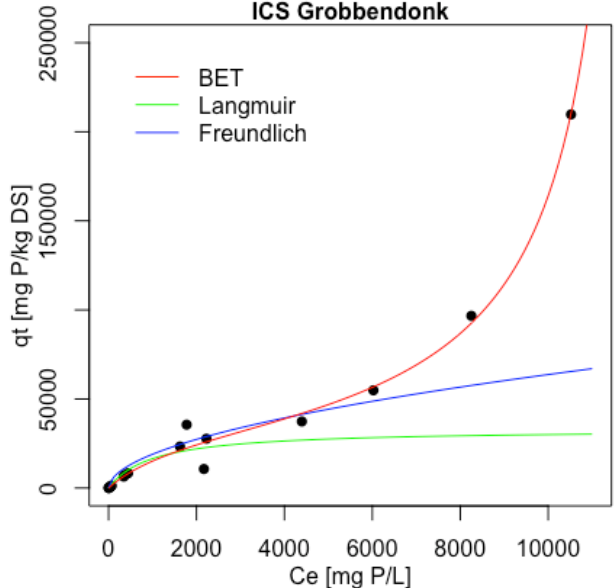
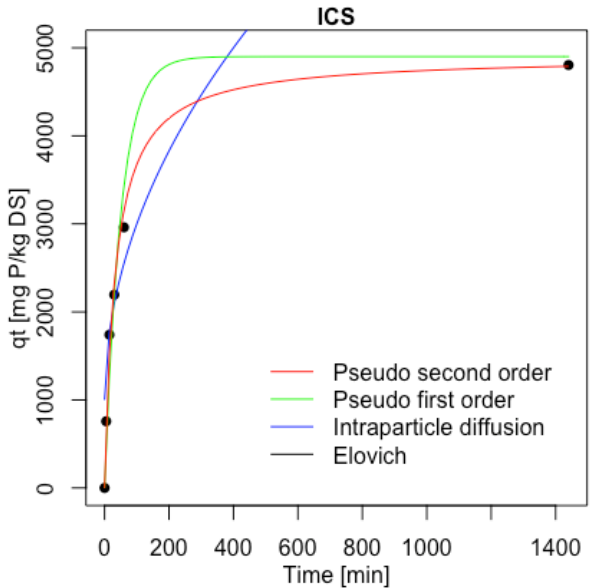
P-adsorption: Geschikte filtermaterialen

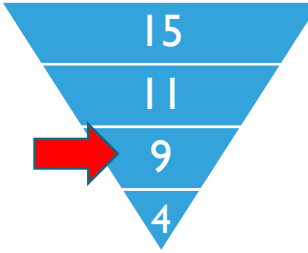
- ICS - FerroSorp RW - Diapure - VITO sorbent A - VITO sorbent B - Redmedite - LiDonit – BaseLith - Phoslock - ~~Iron-rich sludge pellets - Biochar - Acid pre-treated glauconite - Biotite - Bauxite - Olivine~~
- Short-list van 9 filter materialen op basis van beschikbaarheid, kost en adsorptiecapaciteit → verdere beoordeling op basis van experimenteel onderzoek op laboschaal



P-adsorption: Geschikte filtermaterialen

- ICS - FerroSorp RW - Diapure - VITO sorbent A - VITO sorbent B - Redmedite - LiDonit – BaseLith - Phoslock - ~~Iron-rich sludge pellets - Biochar - Acid pre-treated glauconite - Biotite - Bauxite - Olivine~~
- (1) Batch adsorptietesten op laboschaal
- Bepaling van **adsorptiesnelheid** [kg DS/(mg P.min)] en **adsorptiecapaciteit** [g P/kg DS]





P-adsorption: Geschikte filtermaterialen

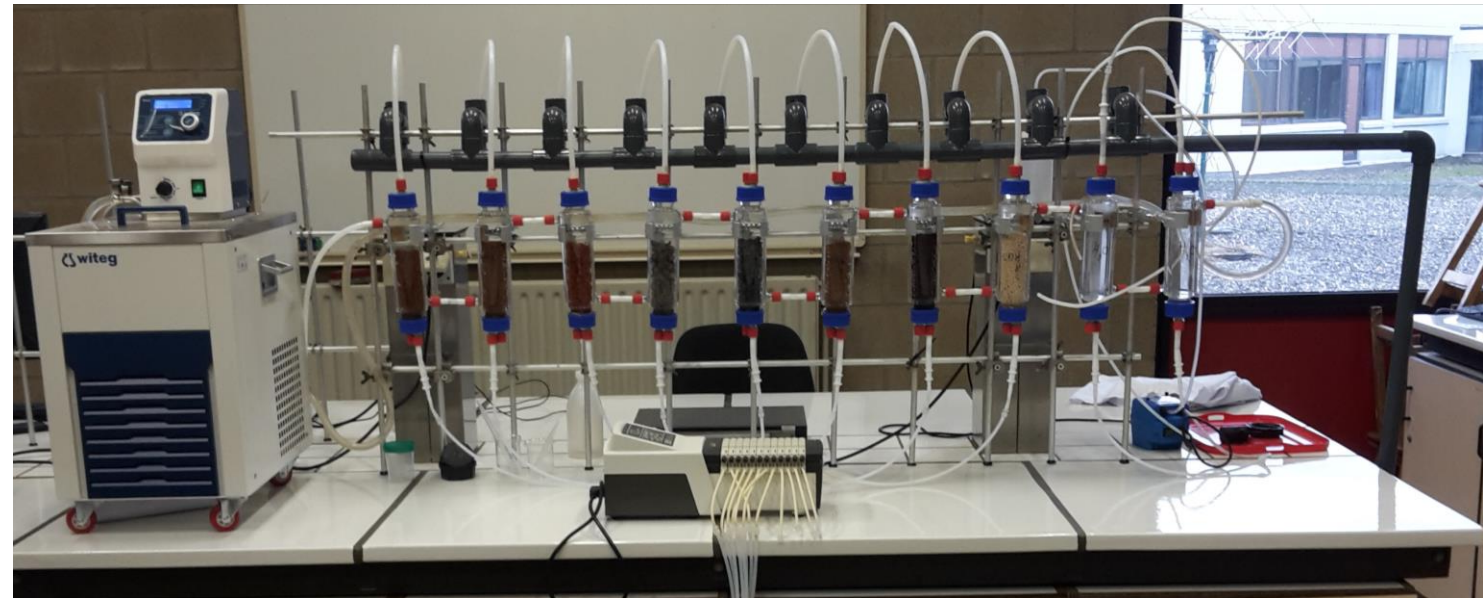
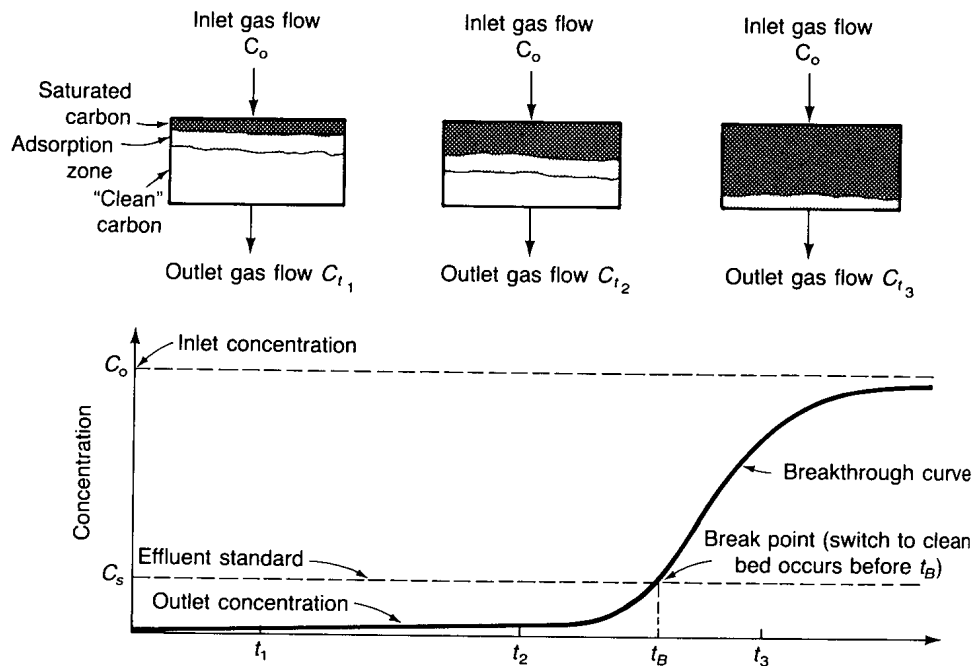
- ICS - FerroSorp RW - Diapure - VITO sorbent A - VITO sorbent B - Redmedite - LiDonit – BaseLith - Phoslock - ~~Iron-rich sludge pellets~~ - ~~Biochar~~ - ~~Acid pre-treated glauconite~~ - ~~Biotite~~ - ~~Bauxite~~ - ~~Olivine~~



k2 [kg DS/(mg P.min)]	25 ppm P	5 ppm P	0.5 ppm P		q_{t,MAX} [mg P/kg DS]	25 ppm P	5 ppm P	0.5 ppm P
FerroSorp RW	1.00E-05	3.40E-05	9.49E-03		FerroSorp RW	4961	326.1	9.049564
Redmedite	1.56E-06	2.36E-05	1.93E-03		Redmedite	5151	330.7	10.59
ICS	6.25E-06	5.57E-04	9.65E-02		ICS	4842	272	9.36653
LiDonit	2.74E-06	2.54E-05	2.14E-03		LiDonit	2383	277.9	10.220562
Baselith	6.59E-05	4.91E-04	2.81E-01		Baselith	4431		10.272
Vito sobent A	5.19E-06	2.84E-05	1.99E-03		Vito sobent A	5057	307.3	10.22
Diapure	4.96E-06	7.56E-05	5.71E-02		Diapure	4834	177.1	8.22414
Phoslock		2.63E-03			Phoslock		290.8	
LDH	4.53E-05	6.61E-04	1.02E-01		LDH	4035	312.2	9.8805
Vito Sorbent B	3.99E-05	2.68E-05	2.09E-02		Vito Sorbent B	4363	307.4	8.899944
Average:	2.02E-05	4.55E-04	6.37E-02		Average:	4451	289	10

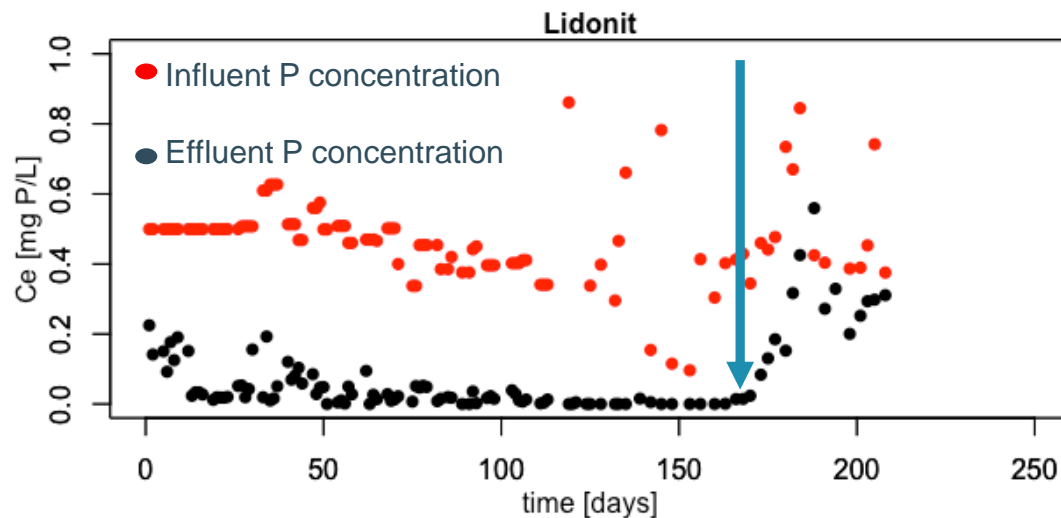
P-adsorption: Geschikte filtermaterialen

- ICS - FerroSorp RW - Diapure - VITO sorbent A - VITO sorbent B - Redmedite - LiDonit – BaseLith - Phoslock - ~~Iron-rich sludge pellets - Biochar - Acid pre-treated glauconite - Biotite - Bauxite - Olivine~~
- (2) langlopende kolomproeven op laboschaal (0.5 mg P/L)

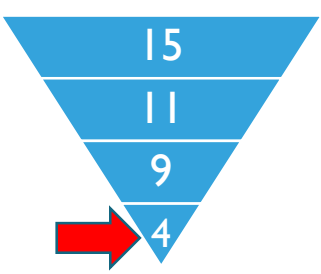


P-adsorption: Geschikte filtermaterialen

- ICS - FerroSorp RW - Diapure - VITO sorbent A - VITO sorbent B - Redmedite - LiDonit – BaseLith - Phoslock - ~~Iron-rich sludge pellets - Biochar - Acid pre-treated glauconite - Biotite - Bauxite - Olivine~~
- **(2) langlopende kolomproeven op laboschaal (0.5 mg P/L)**
- Downscale van een industriële filterapplicatie die 4.4 m³ water per dag en per m³ filtermateriaal kan verwerken = langzame filtratiesnelheid

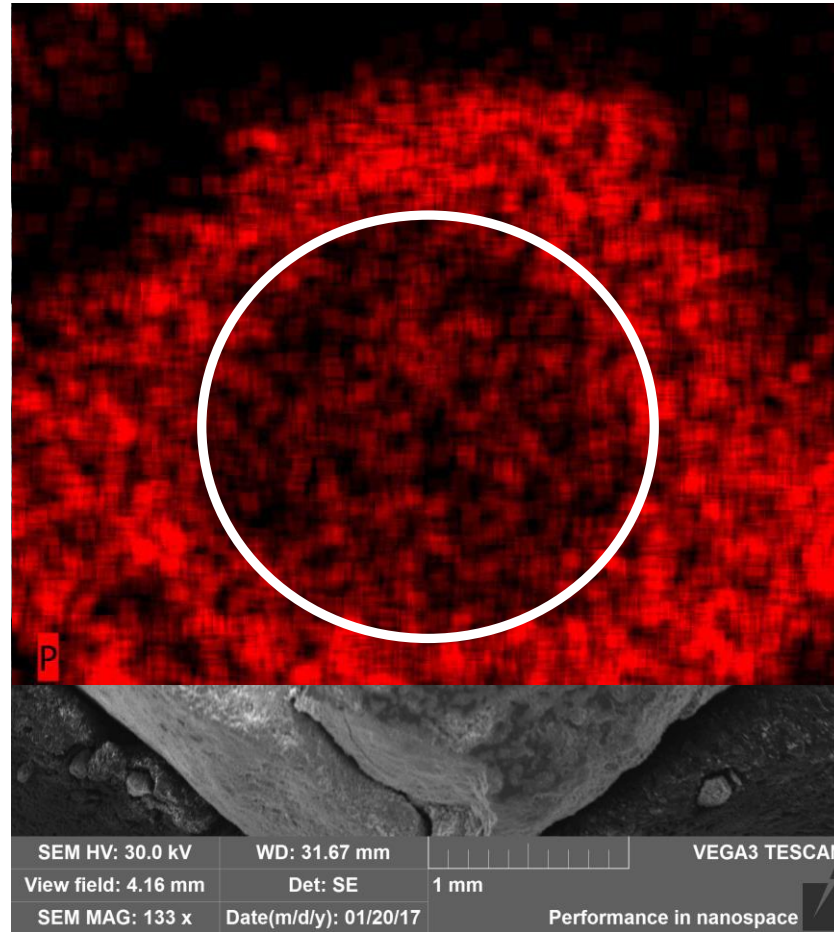
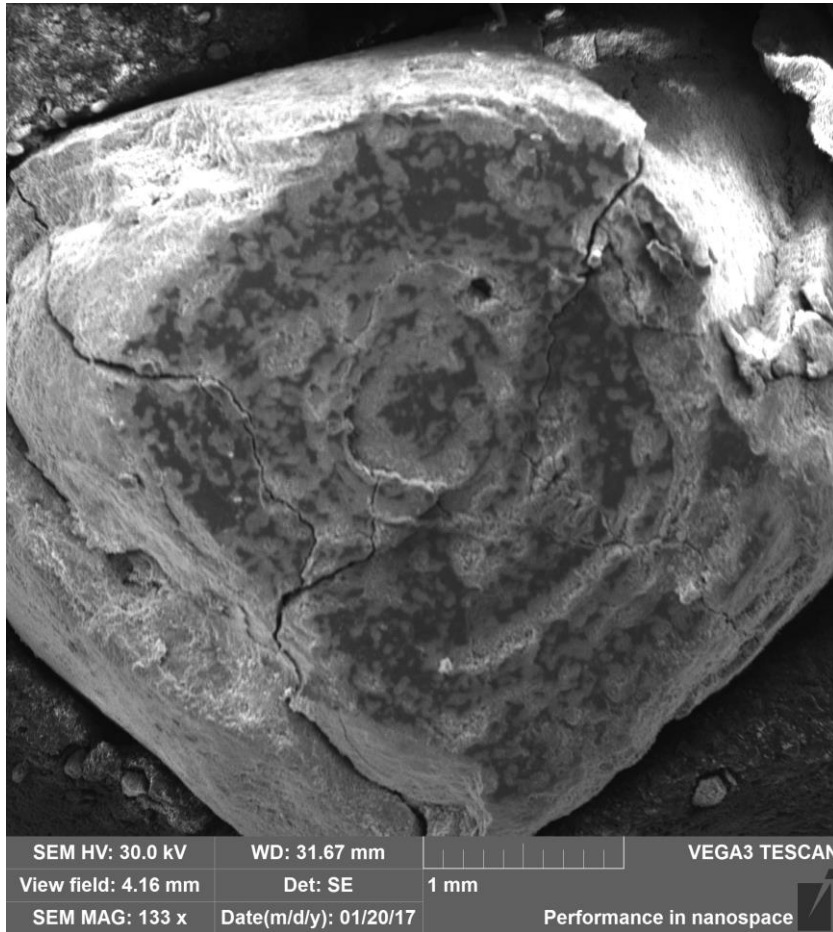
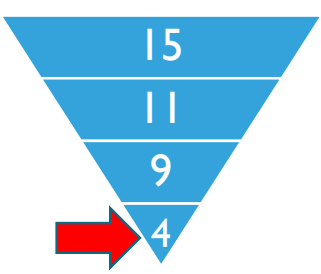


P-adsorption: Geschikte filtermaterialen



- ICS - FerroSorp RW - Diapure - VITO sorbent A - ~~VITO sorbent B~~ - ~~Redmedite~~ - ~~LiDonit~~ - ~~BaseLith~~ - ~~Phoslock~~ - ~~Iron-rich sludge pellets~~ - ~~Biochar~~ - ~~Acid pre-treated glauconite~~ - ~~Biotite~~ - ~~Bauxite~~ - ~~Olivine~~
 - Op basis van:
 - (1) Batch adsorptietesten op laboschaal
 - (2) langlopende kolomproeven op laboschaal (0.5 mg P/L)
 - **Van 9 naar 4 adsorbenten** → Op pilotschaal in het veld – Field demonstrations
 - **Opvallend:**
 - De totale P-adsorptiecapaciteit tijdens de kolomproeven is vele malen groter dan de q_t uit de adsorptie isothermen.
 - Meer dan 200 mg P/kg DS in plaats van 10 mg P/kg DS @ 0,5 mg P/L
 - Waarschijnlijk is de migratie van P naar de kern van de korrels de verklaring voor de verhoogde P-opname.

P-adsorption: Geschikte filtermaterialen



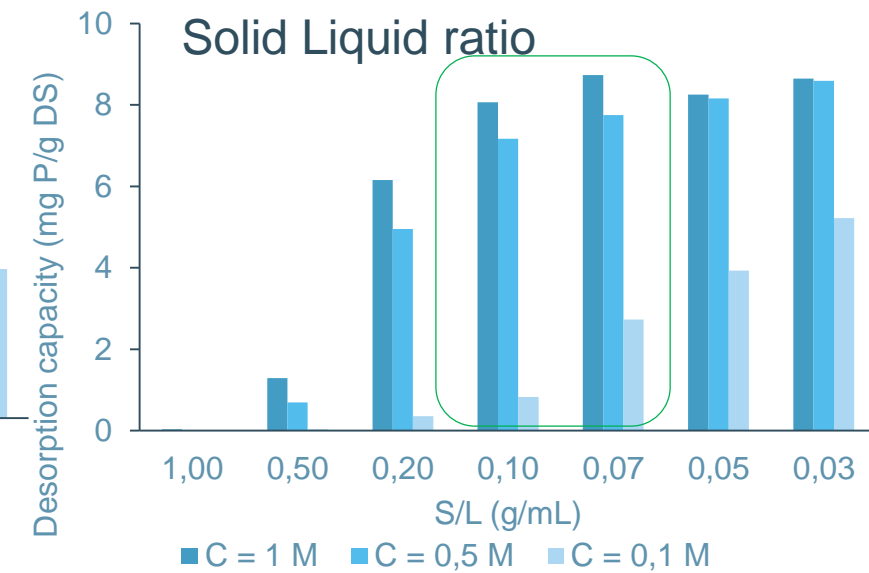
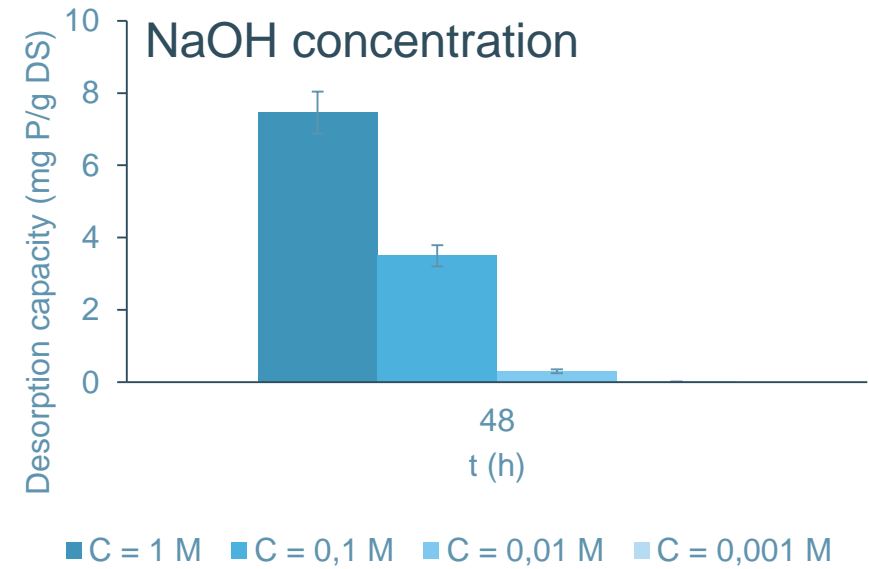
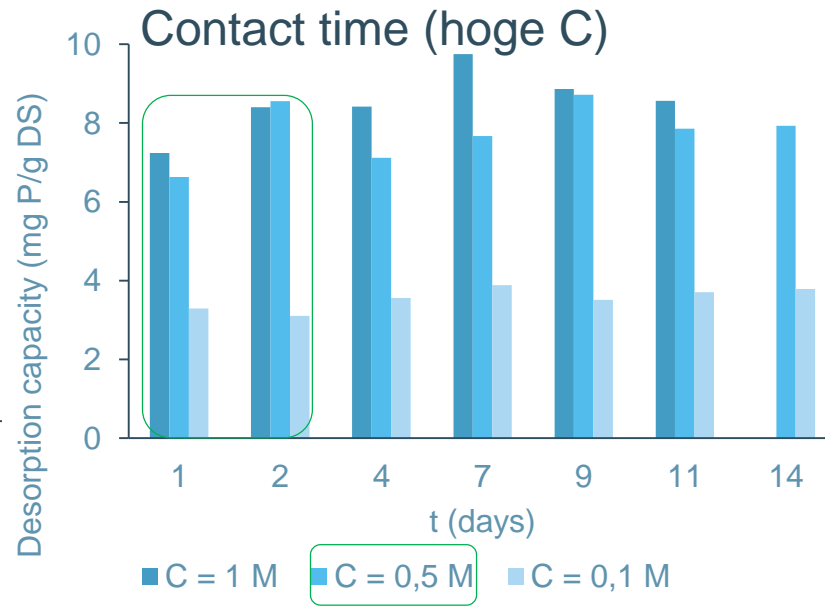
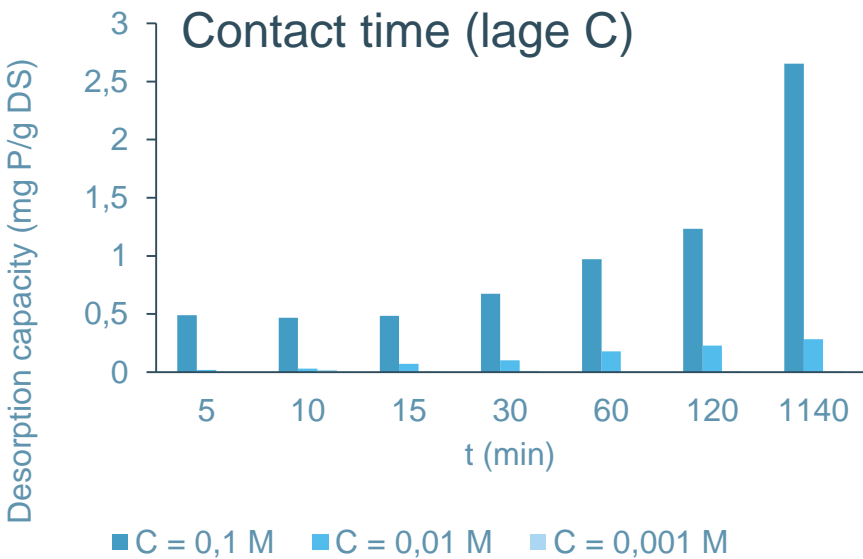
P-adsorption: Geschikte filterconfiguraties



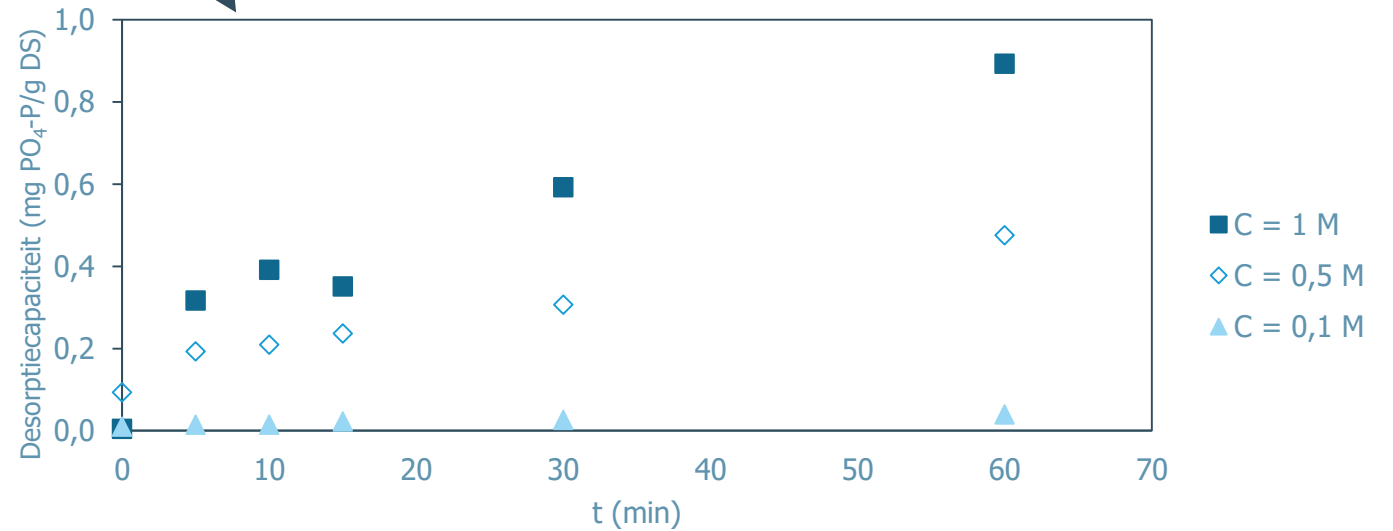
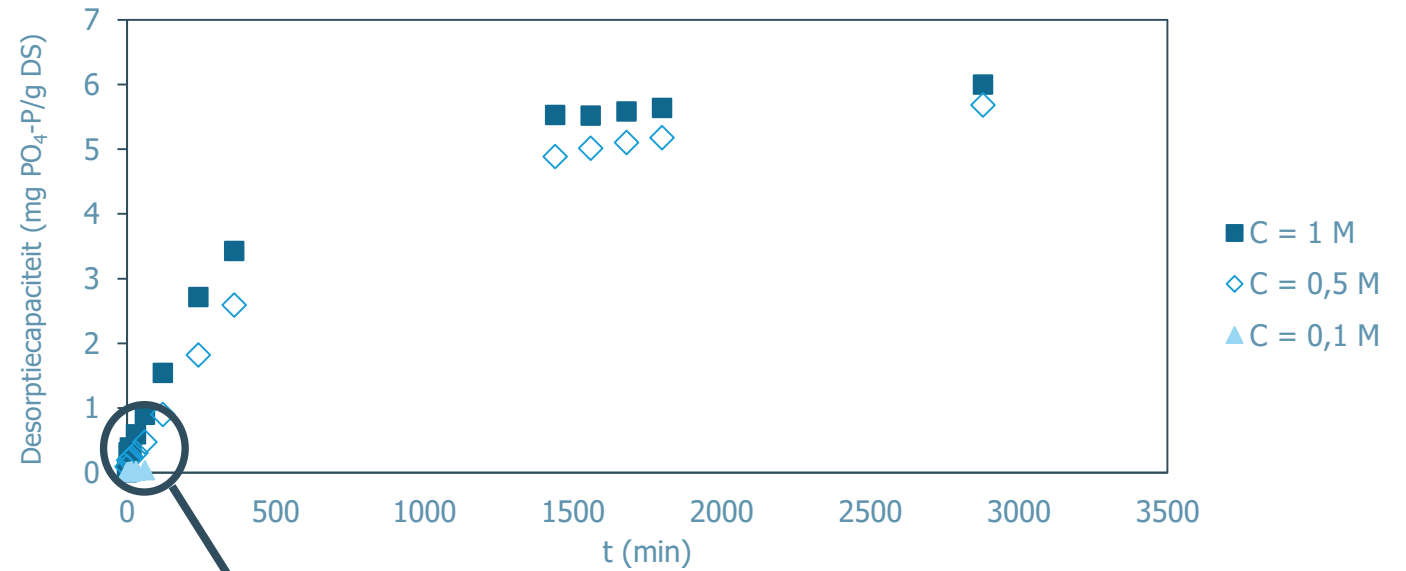
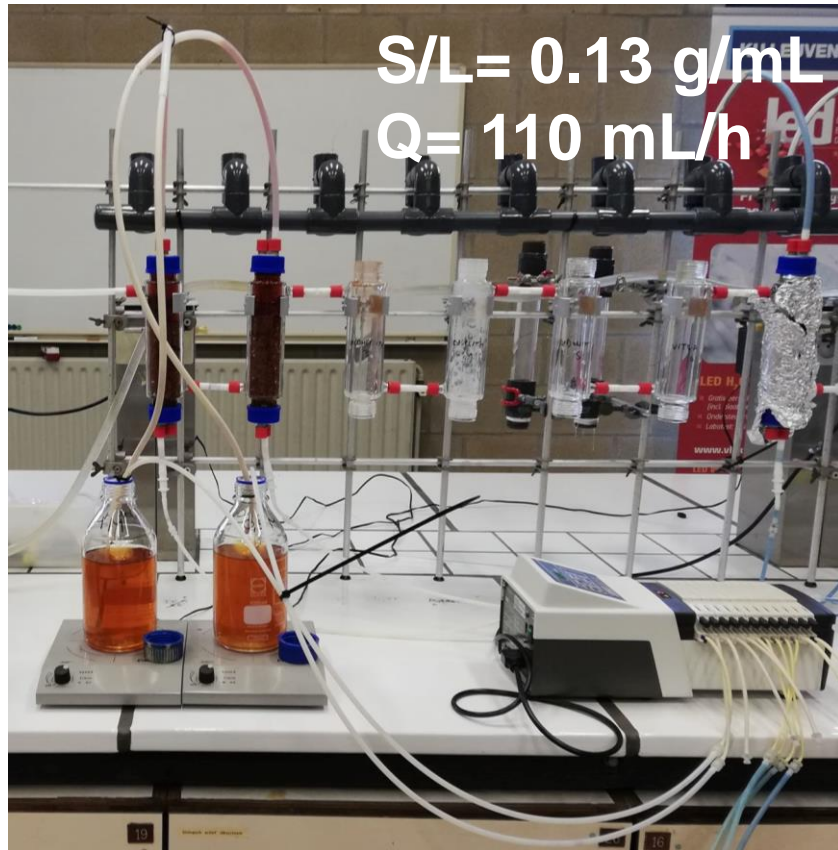
P recovery

- Doelstelling: Recovery van P als meststof
- Experimentele opzet:
 - Desorptie van P uit **verzadigde ICS van Meuninck** (kamerplanten)
 - **Batch experimenten:** Onderzoek naar de invloed van verschillende parameters op de desorptiecapaciteit:
 - Concentratie NaOH oplossing: 0.001 – 1 M
 - Contacttijd: 5 min. - 14 dagen
 - Vast/vloeistofverhouding (S/L): 0,03 - 1 g/mL
 - **Kolom experimenten**
 - Precipitatie van gedesorbeerde P met
 - $\text{Ca}(\text{OH})_2$ en
 - FeCl_3

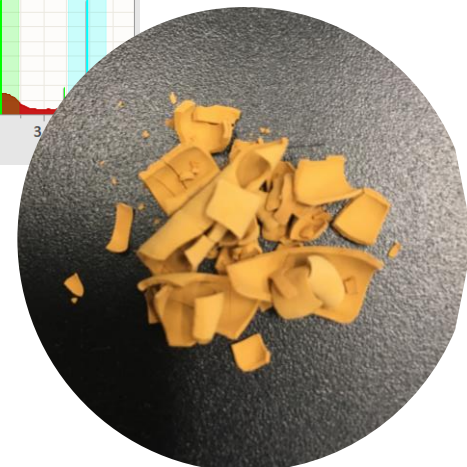
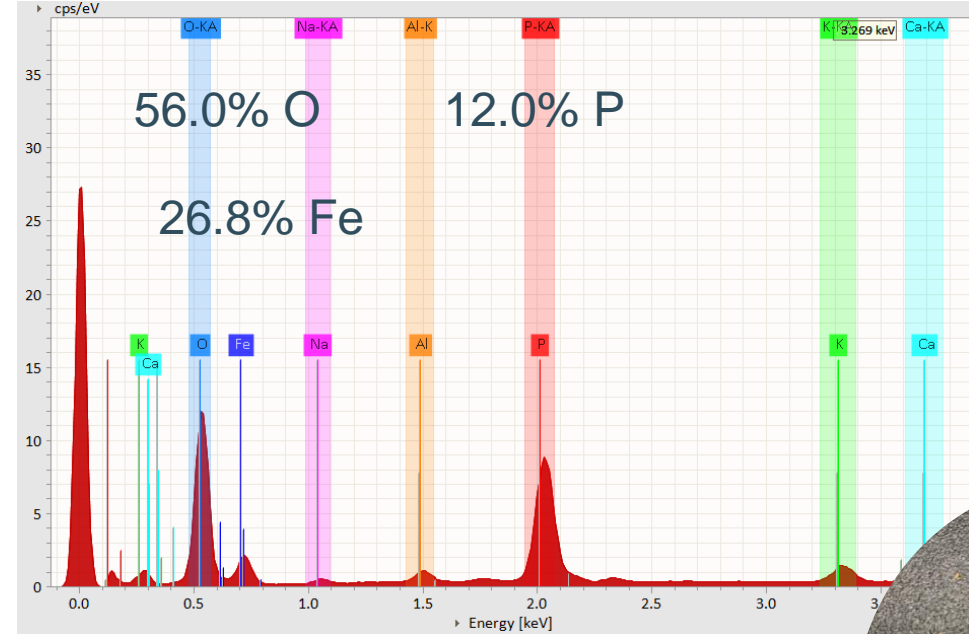
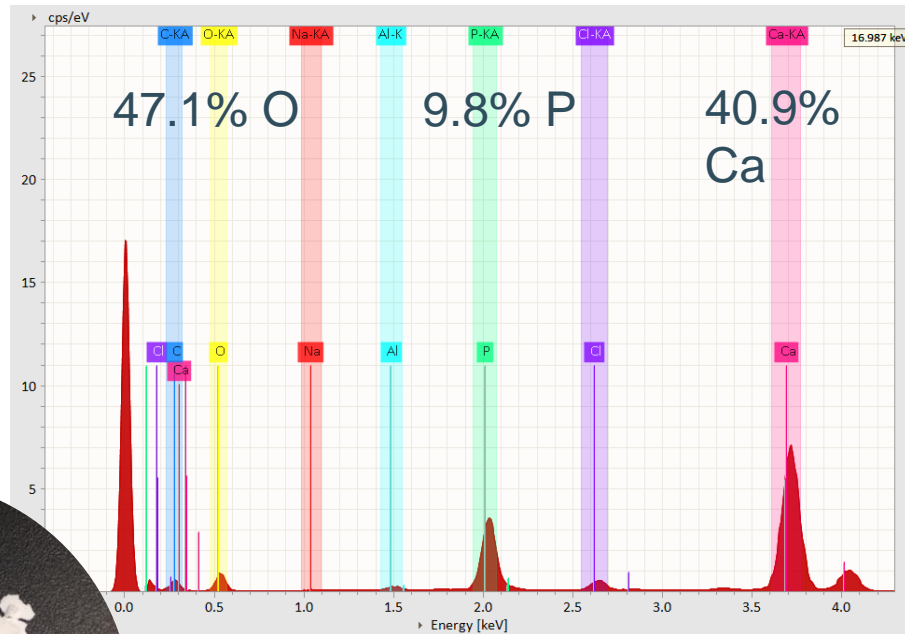
P recovery: Batch experimenten



P recovery: Kolom experimenten



P recovery: Precipitatie



EDX: Energy-dispersive X-ray spectroscopy



P adsorptie & recovery: Conclusies

- P-adsorptie
 - Meest geschikte filtermaterialen: ICS - FerroSorp RW - Diapure - VITO sorbent A
 - P-verwijderingsefficiëntie is afhankelijk van de toepassing
 - Het uitvoeren van langlopende kolomtesten is noodzakelijk om 'echte' adsorptiecapaciteit en filterstandtijd te bepalen
- P-desorptie
 - Optimale NaOH-concentratie = 0,5 M
 - Optimale contacttijd = 24 uur.
 - Optimale S/L-verhouding = 0,07 - 0,05 g/mL
 - P-desorptie rendement (eerste indicatie)= 75%
 - Bijkomende desorptie kolomtesten op laboschaal staan op de planning...
- P-precipitatie
 - Succesvolle laboschaal P-precipitatie met hoge P-recovery
 - Kwalitatieve beoordeling via EDS

Denitrification of greenhouse drainage water by Moving Bed BioReactor

KU LEUVEN

