



10 jaar praktische zuiveringsautomatisering.....

en door met AI?

Marco Kerstholt
16 april 2025

Introduction



- Marco Kerstholt
 - Senior process engineer / Specialist industrial water
 - Email: Marco.kerstholt@rhdhv.com
- 2008: gestart bij (Royal Haskoning)DHV (1^e baan)
 - 4 jaar in Zuid Afrika, 2015 – 2019
 - Sinds 2022, parttime onderdeel van het R&D team
 - Sinds 2024, bestuurslid van het SKIW

Reflectie van de afgelopen 17 jaar

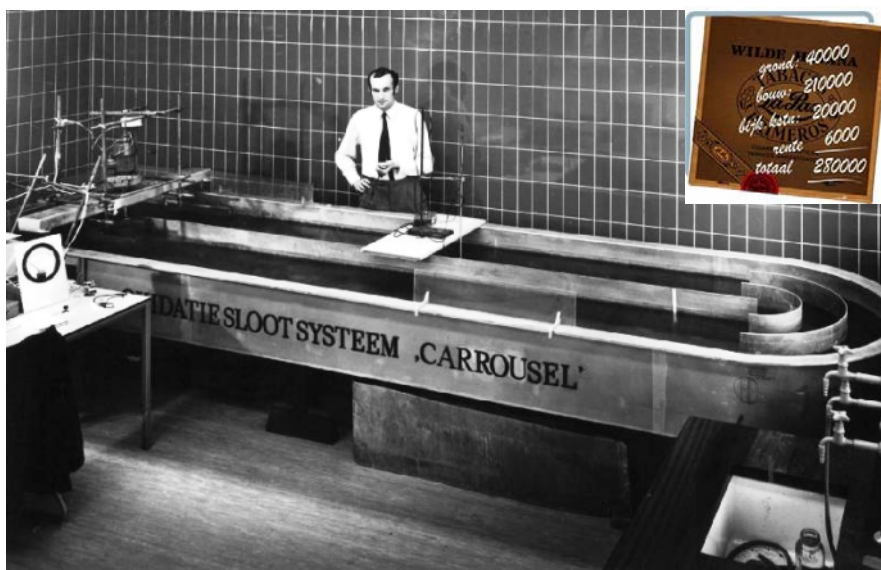


Plaatjes gemaakt door CoPilot

3 10 jaar praktische zuiveringsautomatisering..... | 16 april 2025

Royal HaskoningDHV

Ontwerp carrousel: 3 VE per m³



4 10 jaar praktische zuiveringsautomatisering..... | 16 april 2025

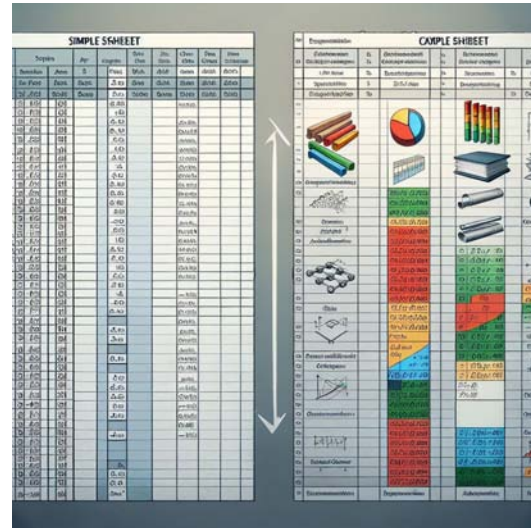
Royal HaskoningDHV

Excel spreadsheets

- 1^e ontwerpen waren handwerk (voor mijn tijd...)
- Mijn ontwerpen begonnen in:



- Mooie kansen voor standaardisatie en ontwikkeling ontwerptools!



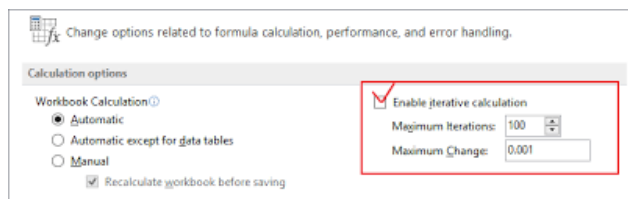
Plaatje gemaakt door Copilot

5 10 jaar praktische zuiveringsautomatisering..... | 16 april 2025

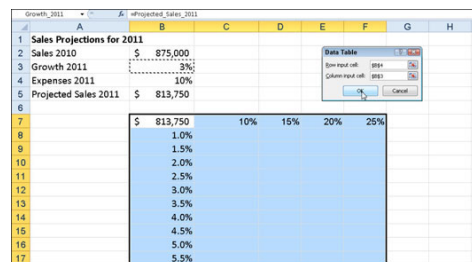
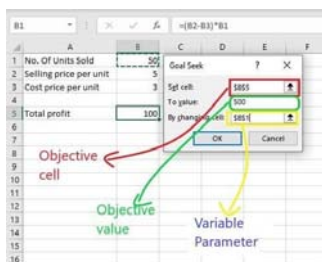
Royal HaskoningDHV

Dat begon vrij simpel... maar...

- Maar sommige processen hebben circulatiestromen



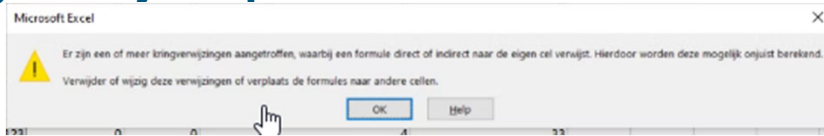
- Later kwamen er ook nog deze trucjes bij:



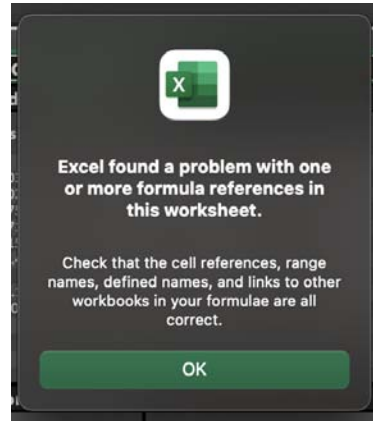
6 10 jaar praktische zuiveringsautomatisering..... | 16 april 2025

Royal HaskoningDHV

Dat begon vrij simpel... maar...



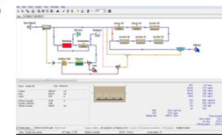
Plaatje gemaakt door Copilot



7 10 jaar praktische zuiveringsautomatisering..... | 16 april 2025

Royal HaskoningDHV

Van Excel engineering naar programmeren/simulaties



- Ervaringen met toepassingen (biologische) processimulaties voor ontwerp
 - Geeft goede inzichten in biologische processen
 - Voor goede simulatie zijn aantal zaken essentieel:
 - Betrouwbare en uitgebreide influent samenstelling (inclusief COD fractionering)
 - Kalibratie van de bestaande zuivering (tijd intensief)
 - "Default modelparameters" meestal gebaseerd op huishoudelijk afvalwater
 - Focus op simulatie is op accuraat simuleren biologisch proces!
 - Focus op biologisch processen maar weinig op SVI / bezinking

Niet altijd beschikbaar

Niet altijd mogelijk

Aanpassing vereist

Ontwerp moet veilig zijn

SVI essentieel in het ontwerp

8 10 jaar praktische zuiveringsautomatisering..... | 16 april 2025

Royal HaskoningDHV

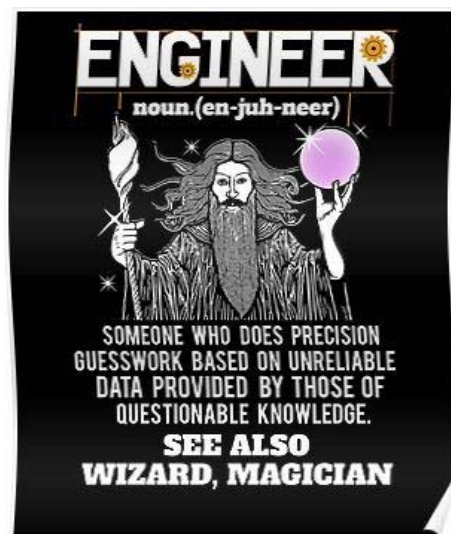
Van Excel engineering naar programmeren/simulaties



- Onze conclusie:
 - Gebruik praktisch gevalideerde ontwerpmodellen voor het ontwerp van een zuivering
 - Gebruik (dynamische) simulatietools voor
 - robuustheid en gevoeligheid te testen
 - optimalisatie van procesbesturing
 - kwalitatief doorgronden van specifieke vraagstukken (bio-P, lachgas, etc.)

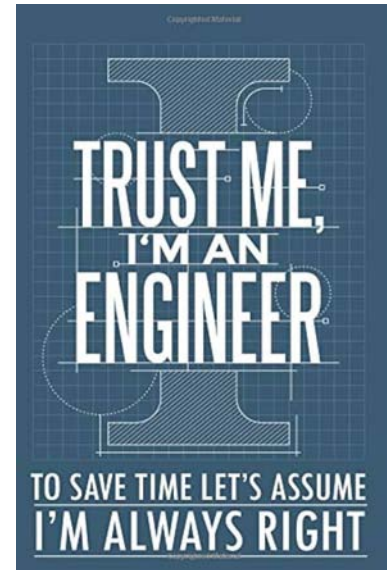
Trends in de markt

- Ontwikkeling van software die met 1 druk op de knop een volledige waterzuivering inclusief Bill of quantities, P&ID, layout en 3-D bouwtekeningen kunnen produceren!
- Mooie demonstraties hoe ver je kan komen met automatisering van het ontwerpproces!
- Vaak onduidelijkheid welke ontwerpmodellen/parameters er worden toegepast. Soms ASM met de uitdagingen zoals eerder besproken.
- Flexibiliteit is een uitdaging. Lastig om alle specifieke situaties en wensen klant mee nemen.
 - Een 70 – 90 % versie van documenten is natuurlijk niet vervelend!
- Niveau zit nu op haalbaarheidslevel voor relatief simpele en green field waterzuiveringen
 - Industrie is vaak niet standaard



Trends in de markt

- Ontwikkeling van software die met 1 druk op de knop een volledige waterzuivering inclusief Bill of quantities, P&ID, layout en 3-D bouwtekeningen kunnen produceren!
- Mooie demonstraties hoe ver je kan komen met automatisering van het ontwerpproces!
- Vaak onduidelijkheid welke ontwerpmodellen/parameters er worden toegepast. Soms ASM met de uitdagingen zoals eerder besproken.
- Flexibiliteit is een uitdaging. Lastig om alle specifieke situaties en wensen klant mee nemen.
 - Een 70 – 90 % versie van documenten is natuurlijk niet vervelend!
- Niveau zit nu op haalbaarheidslevel voor relatief simpele en green field waterzuiveringen
 - Industrie is vaak niet standaard

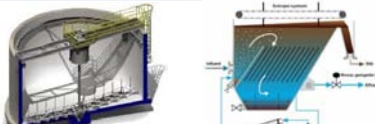


11 10 jaar praktische zuiveringsautomatisering..... | 16 april 2025

Royal HaskoningDHV

Concept Screener

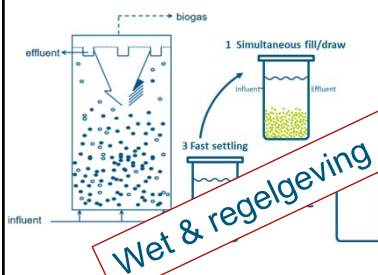
Water hergebruik



Biogas productie



centrifuge



Wet & regelgeving



Beschikbare ruimte

12 10 jaar praktische zuiveringsautomatisering..... | 16 april 2025



Royal HaskoningDHV

ConceptScreener

Excel input, python inside

Influent (Normal Conditions)

COD	8363	mg/L
TKN	15	mg-N/L
NO3-N	0	mg-N/L
Temperature	30	deg C
Flowrate	1360	m3/h
TP	4	mg/L
SO4	0	mg/L
TSS	2469	mg/L
Cl	0	mg/L

W4I Concept Screener

Applied Rules of Thumb

Default

Run Concept Screener

Last Run Summary

Total number of possible lineups	221180
Number of lineups selected by user	20992
Number of applicable base lineups	6
Number of applicable variant lineups	18
Number of displayed lineups	24

Lineup number	1	2	3
Equalisation			
Pre-Treatment	Pre-Treat-DAF-Chem	Pre-Treat-DAF-Chem	Pre-Treat-DAF-Chem
Pre-Acidification	Pre-Acidification	Pre-Acidification	
Anaerobic	Anaerobic-HighLoad	Anaerobic-HighLoad	
P-Crystallization			
Pre-Aerobic			ABR
Dosing or stripping			
Aerobic	SBR	Nereda-COD	Cont-COD
Iron dosing			
Sludge Separation			Sec Clarifier
Filtrations			UF/RO
Sludge Dewatering			

Zuiveringsconcepten

Multi-criteria analyse

Royal HaskoningDHV

13 10 jaar praktische zuiveringsautomatisering..... | 16 april 2025

Gaan alle ontwerptools geprogrammeerd worden?



Excel

- Gebruiksvriendelijk en simpele leercurve
- Jong en oud kan er mee werken
- Berekening gemakkelijk aan te passen en te tweaken

VS



programmeren

- Opzetten berekening duurt langer (zeker voor onervaren gebruikers...)
- Veel efficiënter en sneller in het uitvoeren van veel, complexe en iteratieve berekeningen
- Goed revisiebeheer

Focus op veel gebruikte ontwerptools en/of waar complexe en iteratieve berekeningen belangrijk zijn

Royal HaskoningDHV

14 10 jaar praktische zuiveringsautomatisering..... | 16 april 2025

Is ontwikkeling alleen maar beter?

- Geavanceerde tools zijn noodzakelijk om:
 - Betere ontwerpen te kunnen maken
 - Sneller/lagere kosten een ontwerp te kunnen maken
 - Snelle ontwikkelingen en steeds diepgaandere kennis een plaats te geven in het ontwerp
- Uitdagingen bij geavanceerde tools
 - Garbage in → garbage out principle
 - Button mashers (mooie tools geven de indruk dat het perfect klopt wat er uit komt...)

Lessons learned:

- **Hoe complexer de tool des te sneller kleine foutje onopgemerkt blijven**
- **Belangrijk dat gebruikers de tools en achtergronden goed begrijpen!**
- **Integratie van praktijkkennis en geleerde lessen is essentieel!**
- **De “achterkant van een sigarendoos” berekening is nog nooit zo belangrijk geweest om fouten te voorkomen!**



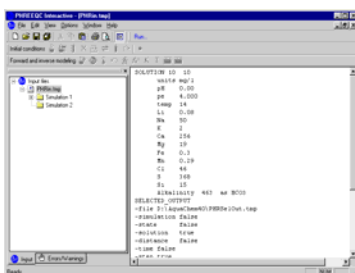
15 10 jaar praktische zuiveringsautomatisering..... | 16 april 2025

Royal HaskoningDHV

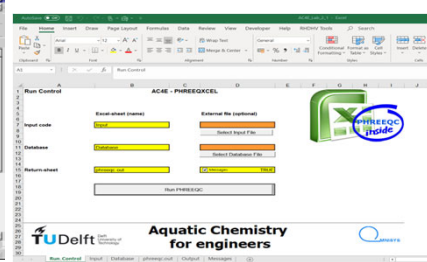
Andere tools (voor fysisch/chemische waterzuivering)

- Software voor simuleren van waterchemie

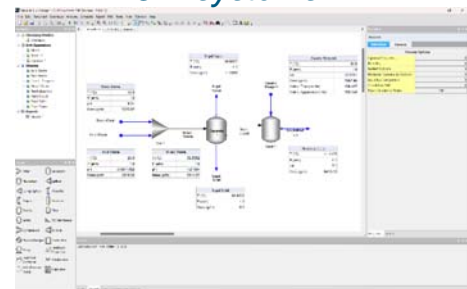
PhreeQC



PhreeqXcel TU Delft (Peter de Moel)



OLI systems



- Had ik graag meer over verteld... maar 17 jaar in 25 min...
- In samenvatting: zeer nuttig voor het voorspellen van mogelijke uitdagingen en oplossingen... maar zeker niet foutloos (zelfs simpele anorganische chemie heeft nog onbekende)

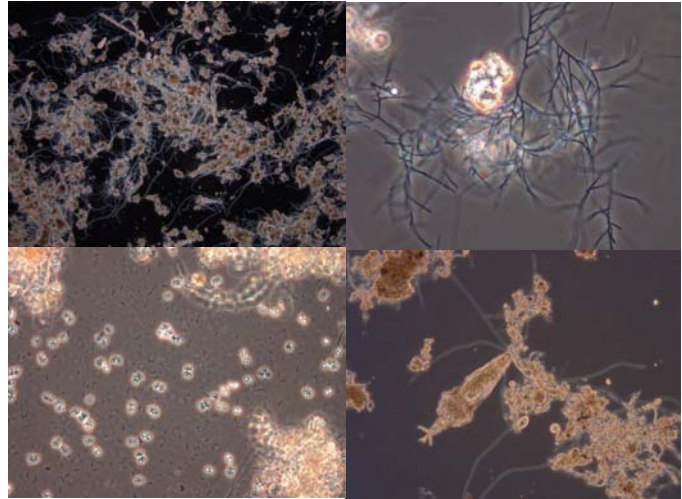


16 10 jaar praktische zuiveringsautomatisering..... | 16 april 2025

Royal HaskoningDHV

BioWatch

- Bedrijfsvoering van een waterzuivering kan uitdagend zijn!
- BioWatch (>25 jaar)
 - Ondersteuning van bedrijven bij de bedrijfsvoering van de waterzuivering
- Tools (in 2008)
 - Microscopie
 - Excel spreadsheets met analyses
 - Discussie met operator/eindverantwoordelijke waterzuivering



17 10 jaar praktische zuiveringsautomatisering..... | 16 april 2025

Royal HaskoningDHV

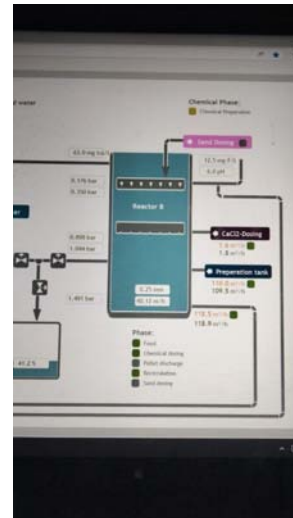
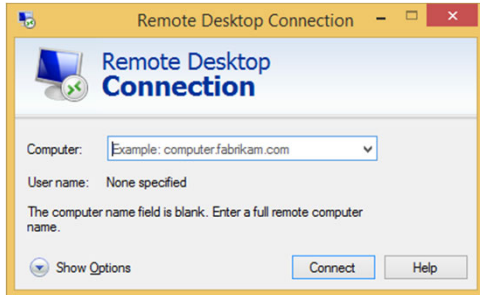
Maar we miste toch aardig wat data binnen BioWatch



18 10 jaar praktische zuiveringsautomatisering..... | 16 april 2025

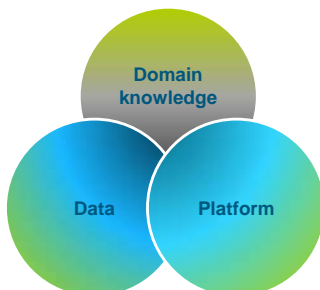
Royal HaskoningDHV

1^e stappen tot het ontgrendelen van deze data



Crystalactor controller

25+ years
of transforming data
to insights and real
world impact



1. Data collection



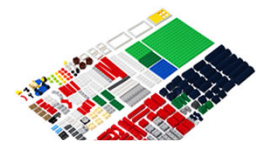
Historian, data lake,
online/lab measurements

2. Data preparation



Completeness, outlier
removal, sorting etc.

3. Data visualisation



Basic trending

4. Data analysis



KPIs, machine learning,
AI, etc.

5. Data storytelling



Actionable insights and
better setpoints

ANALYTICS

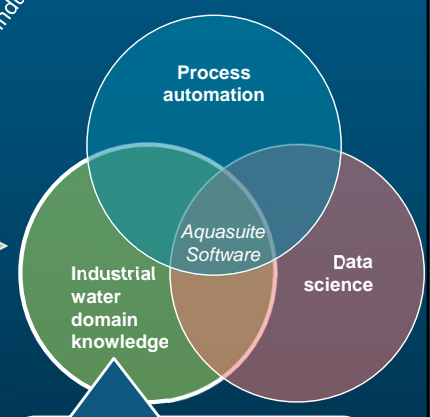
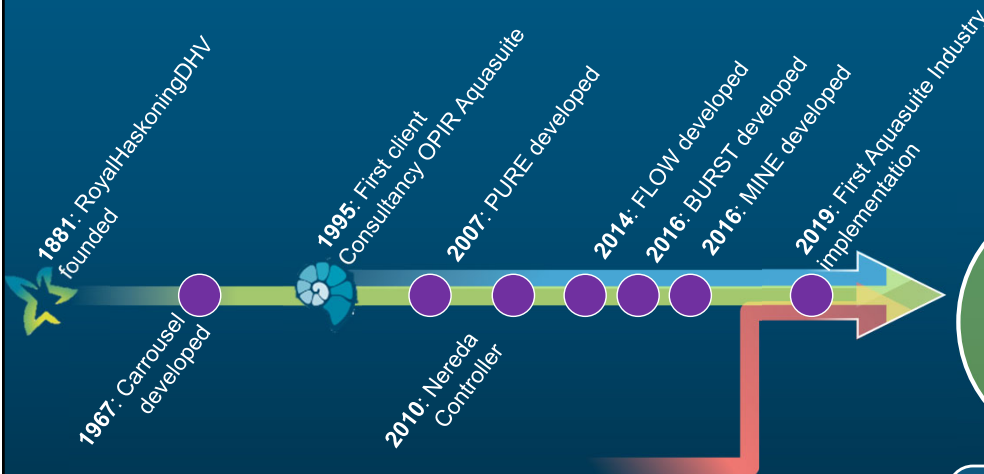
- Platform for providing actionable insights in process performance and costs
- More **value and insights** from existing measurements
- Domain knowledge is packed in specific pages help end-users
 - Examples: DAFs, ABR, (an)aerobic treatments, settlers etc.
- Different tools used to turn data into value, e.g.:
 - Visualisation and calculations of KPIs
 - Events and alarms functionality
 - Advanced data science, e.g. predictions for anomaly and drift detection
- Precious time saved by using combination of both online and offline (lab) data
- Tool for operational support



10 jaar praktische zuiveringsautomatisering..... | 16 april 2025

Royal HaskoningDHV

RoyalHaskoningDHV: over 135 years of proven solutions



Important to stress long track record in both design AND operational support / troubleshooting. We are high-end in terms of consulting & engineering knowhow and solutions but at the same time very hands on and practical, boots in the mud, troubleshoot at site.

2018: Increased data science capabilities through acquisitions of:



10 jaar praktische zuiveringsautomatisering.....

Royal HaskoningDHV

Artificial intelligence

Algorithms that can sense, reason, act and adapt like a human

$$Y = AX + B$$

1. Soft-sensors & logic

Machine learning

Algorithm performance improves over time with more data



2a. Machine learning



2b. pattern recognition

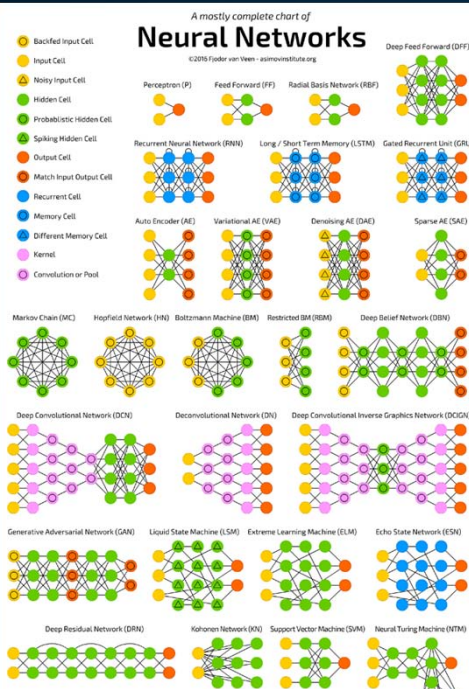
Deep learning

Type of machine learning that uses neural networks



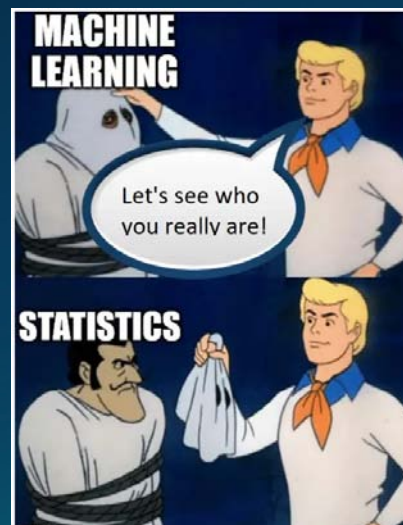
3. Neural Networks

Neural Networks

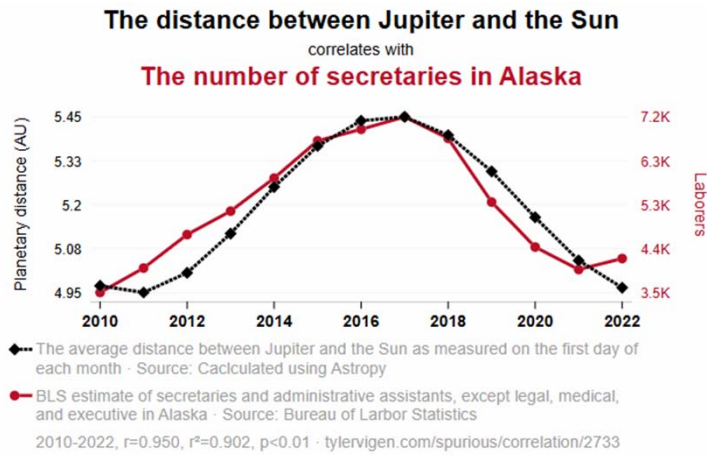


<https://towardsdatascience.com/the-mostly-complete-chart-of-neural-networks-explained-3fb6f2367464>

3. Neural Networks

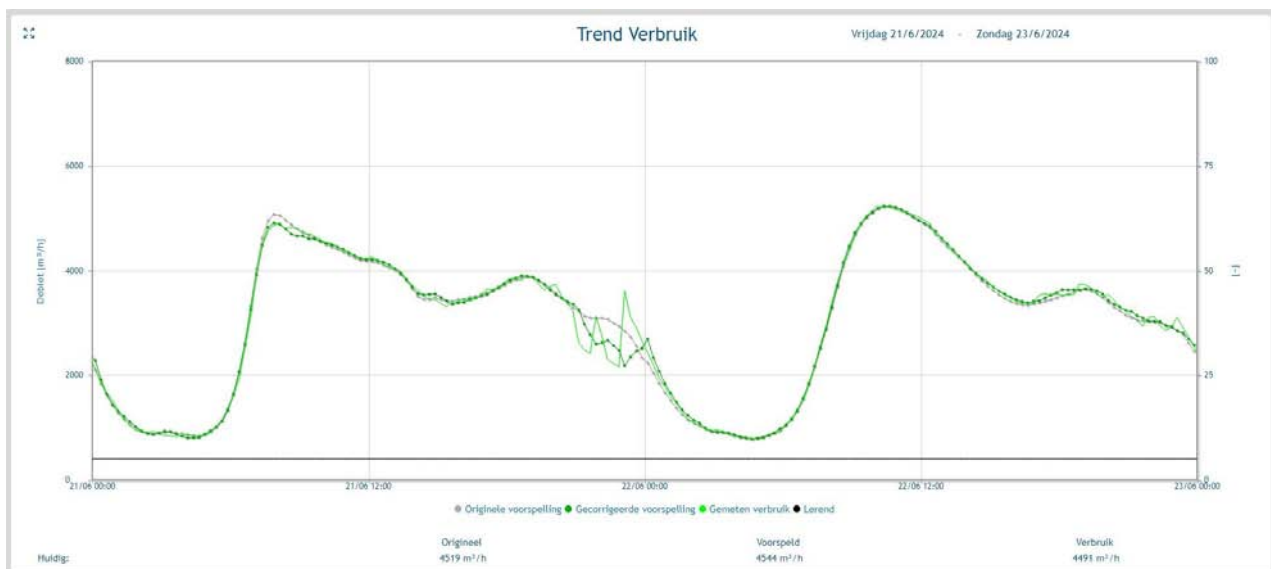


Correlatie versus causaliteit

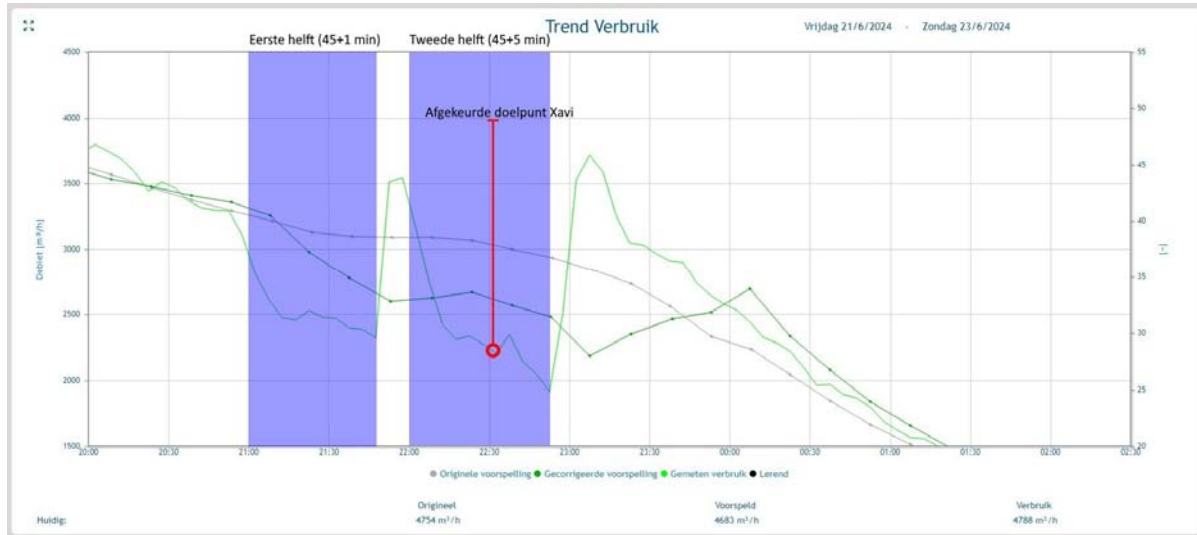


Bron: [Spurious Correlations](#)

De invloed van Voetbalwedstrijden op drinkwater verbruik



De invloed van Voetbalwedstrijden op drinkwater verbruik



27 10 jaar praktische zuiveringsautomatisering..... | 16 april 2025

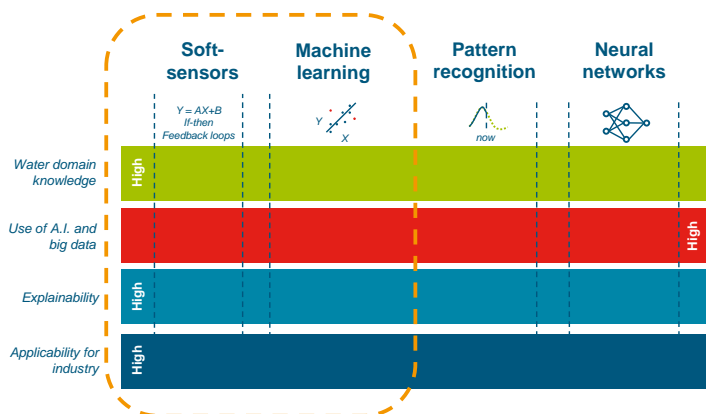
Royal HaskoningDHV

DIGITAL WATER FOR INDUSTRY: OUR EXPERIENCES

- Lots of **potential** from **existing data** of clients
- Combination of **domain knowledge** and **computing power** proven method to create value:
 - ✓ Less energy and chemicals
 - ✓ Less emissions and more biogas
 - ✓ Compliance and unburdening of operators

But...

- Industrial processes are often **difficult to predict**
- This makes A.I. and neural networks **not usable**
- **Sweet spot** for functionality is with **softsensors** and **machine learning**

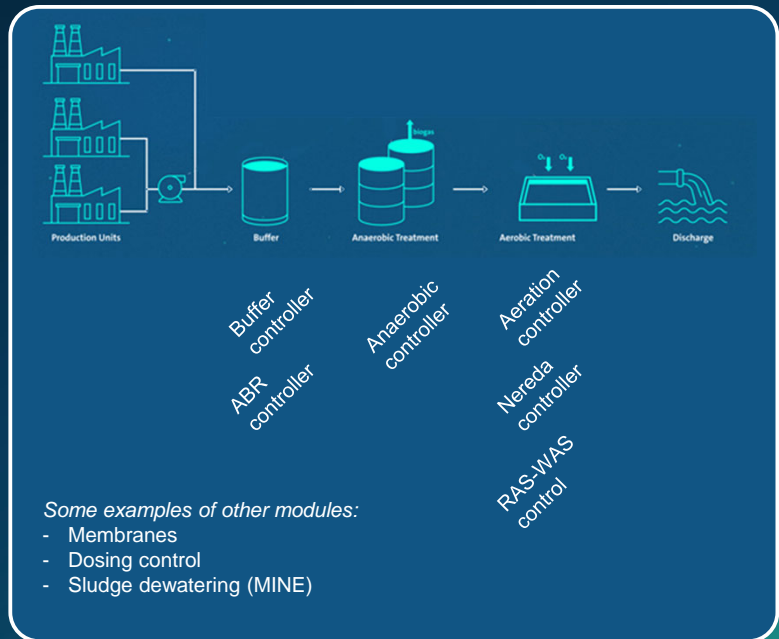


10 jaar praktische zuiveringsautomatisering..... | 16 april 2025

Royal HaskoningDHV

Holistic optimisation is key

Different treatment steps impact each other and therefore optimizing just a single process step gives sub-optimal results.



Royal HaskoningDHV Digital

In afgelopen 17 jaar is veel gebeurd en ontwikkeld



En ik heb niet eens alles kunnen vertellen...

Nu verder met AI (oa. Neurale netwerken)?

- Ontsluiten van kennis
 - Interne "ChatGPT"
 - Beter dan google!
 - Makkelijke "vinden" van eigen en gevalideerde data/kennis
 - Rapportage
 - Korte termijn: generieke stukken, standaard rapportages
 - Toekomst: mogelijk meer technische stukken
- Ontwerp
 - Parametrische ontwerpen zullen steeds verder ontwikkeld worden,
 - maar dit is niet perse AI:
 - Grootste kans is gebruik AI voor reviews en voorkomen fouten
 - Ontwerp is basis van domeinkennis (+ automatisering), in hoeverre kunnen/durven/willen we dit overlaten aan AI?



Plaatje gemaakt door Copilot
Royal HaskoningDHV

31 10 jaar praktische zuiveringsautomatisering..... | 16 april 2025

Nu verder met AI (oa. Neurale netwerken)?

- Besturing
 - Meer zuiveringen zullen de overstap maken naar advanced controls op basis van softsensors, machine learning en patern recognition
 - Qua AI
 - 1^e experimenten gestart bij Aquasuite SEWR (verstoppingen en lekdetectie). Andere experimenten zullen volgen
 - Zoektocht waar voegt het waarde toe (nut en noodzaak)
 - Bij toepassing AI wordt borging met domeinkennis essentieel (spanning tussen vrijheid en veiligheid!)
- AI is nu blackbox model (beste uitkomst maar niet te begrijpen ...)
- nieuwe ontwikkelingen nodig(gaande) om AI te gebruiken om onze domeinkennis te verbeteren
- Noodzaak van "oude" kennis verdwijnt niet!



Plaatje gemaakt door Copilot
Royal HaskoningDHV

32 10 jaar praktische zuiveringsautomatisering..... | 16 april 2025

Zijn er nog vragen?

