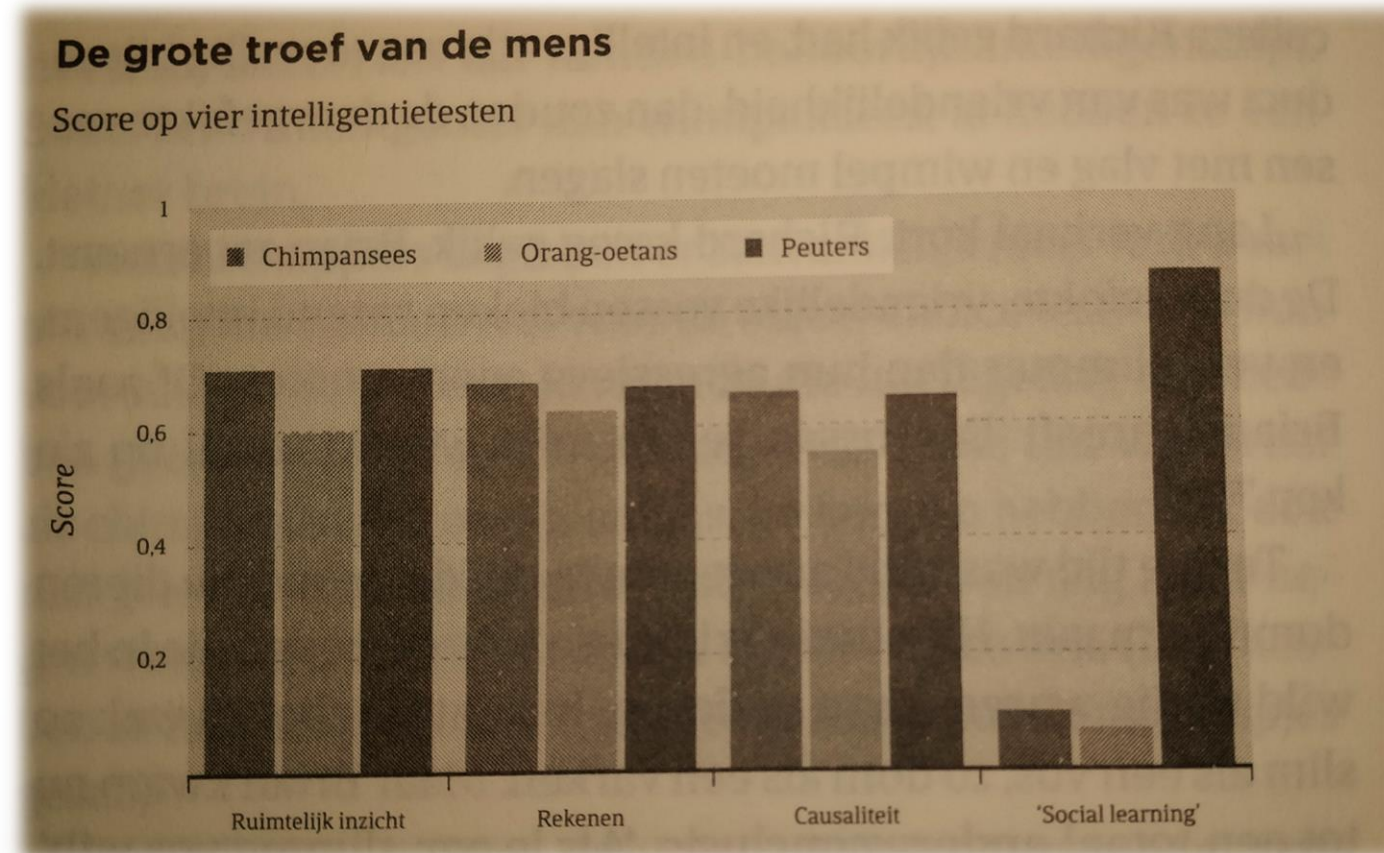


De kwaliteit van de mens



A photograph of two men in a workshop setting. The man on the left is wearing a red and black plaid shirt and glasses, smiling. The man on the right is wearing a light blue shirt and a VR headset, also smiling and gesturing with his hands. The background shows industrial equipment and large windows.

Ageing people

WCM Skillslab



Roland van de Kerkhof

Studie

TU/e: *Technische Bedrijfskunde*

Tilburg University: *PhD – Het implementeren en opschalen van CBM*

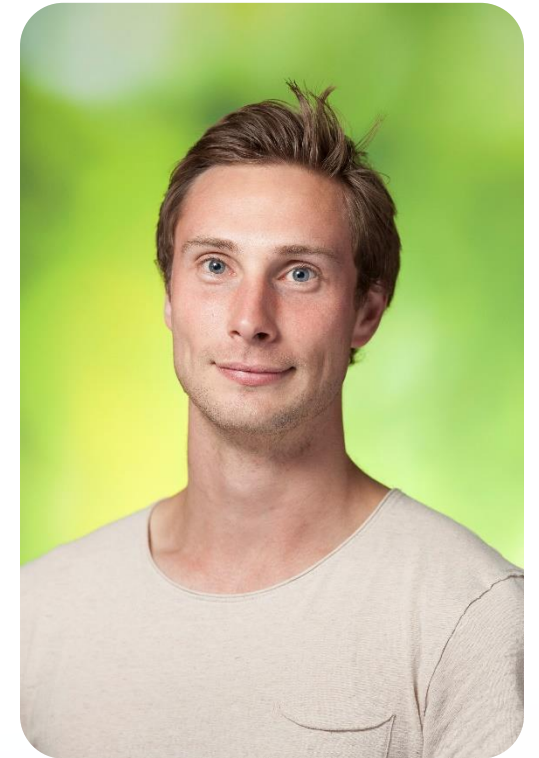
Werk

Tilburg University: *Lecturer (o.a. Smart Asset Management)*

World Class Maintenance: *Projectleider Smart Maintenance Skillslab & Young WCM*

LCB: *Thema manager Smart Industry*

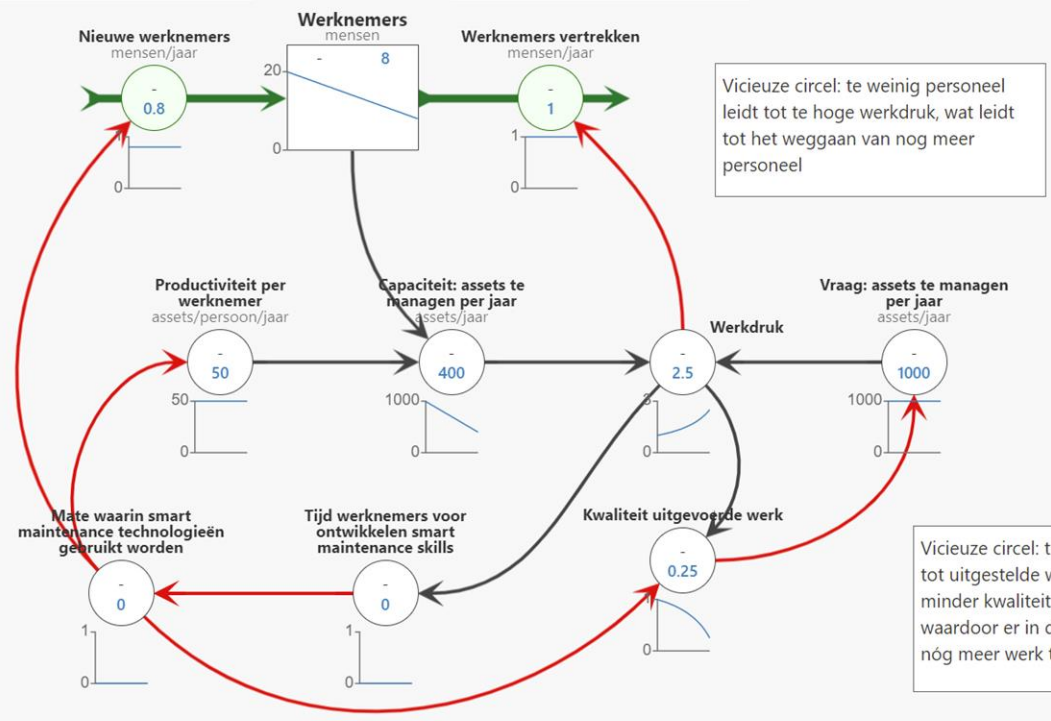
SD&Co: *Voorzitter*





Kunnen we jong talent boeien?

Ageing people: pensioen
Kunnen we jong talent binden?



Vicieuze cirkel: te weinig personeel leidt tot te hoge werkdruk, wat leidt tot het weggaan van nog meer personeel

Vicieuze cirkel: te hoge werkdruk leidt tot uitgestelde werkzaamheden en minder kwaliteit van het werk, waardoor er in de komende periode nóg meer werk te verzetten is

Smart maintenance biedt kansen voor (a) het verhogen van de productiviteit per persoon (door alleen dat onderhoud uit te voeren wat nodig is), (b) het verhogen van de kwaliteit van het uitgevoerde werk (first time right), waardoor er minder onderhoudsvraag ontstaat en (c) het aantrekken van nieuwe werknemers

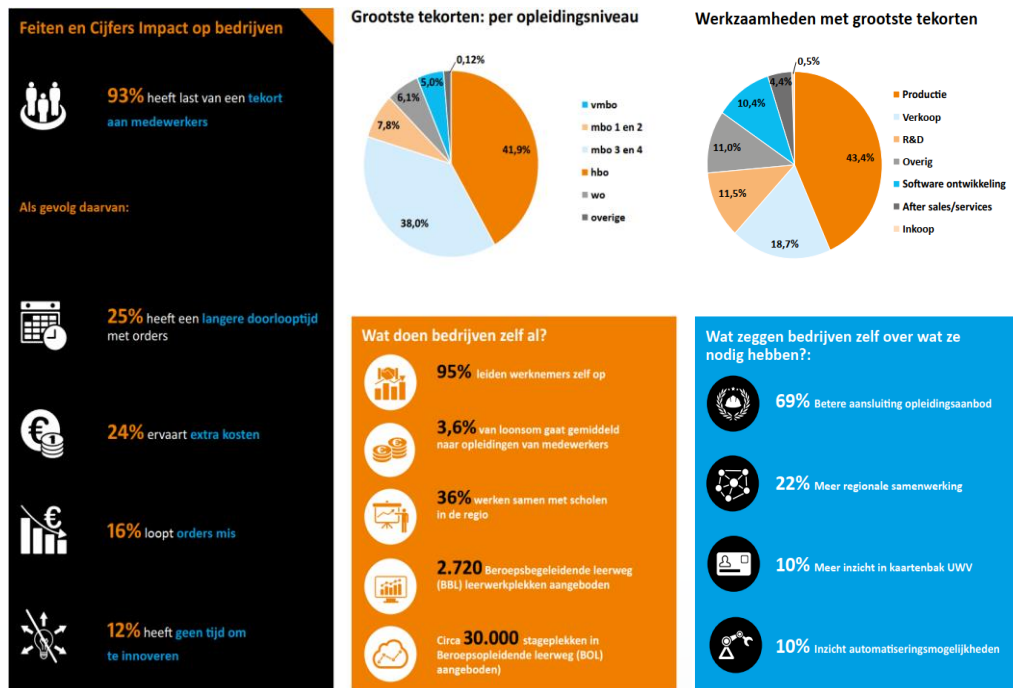
Kunnen we jong talent boeien?

Kunnen we jong talent binden?

Kunnen we nieuwe technologie gebruiken (voor het borgen van kennis)?

Veel technische bedrijven ervaren de kwantitieve uitdaging van de arbeidsmarkt

2018



Ondernemersonderzoek FME (2018)

Toekomst

120.000 nieuwe medewerkers nodig tot 2030 om groei van de sector structureel te verhogen



Richting 2030 veel hoger opgeleide medewerkers nodig

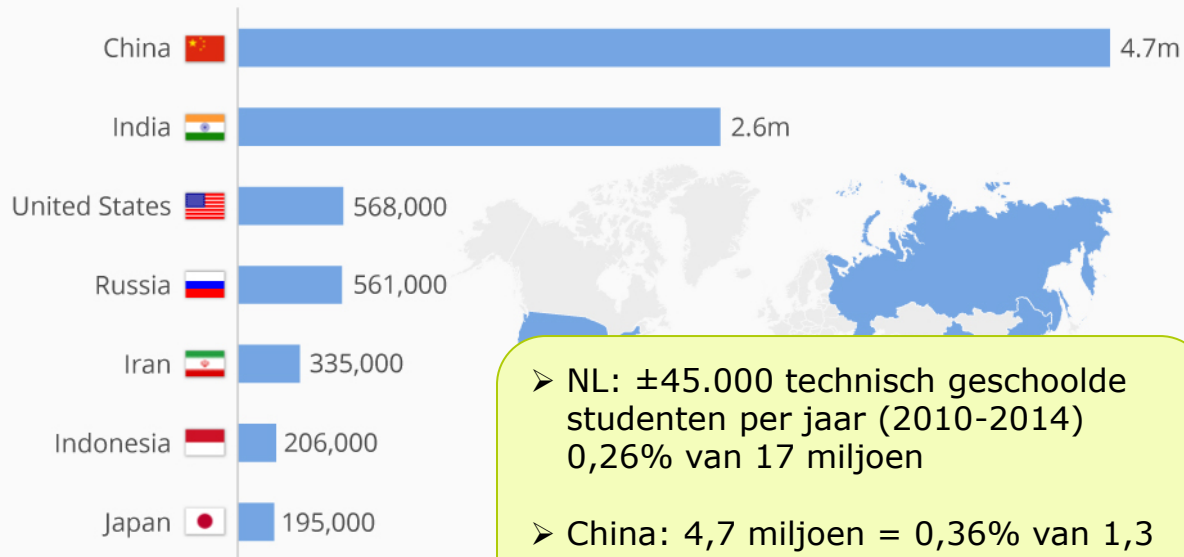


ING Economisch Bureau: My Smart Industry (2017)

Ook op wereld(markt)niveau zit er een kwantitatieve uitdaging aan te komen voor BV Nederland

The Countries With The Most STEM Graduates

Recent graduates in Science, Technology, Engineering & Mathematics (2016)



- NL: ±45.000 technisch geschoolde studenten per jaar (2010-2014)
0,26% van 17 miljoen
- China: 4,7 miljoen = 0,36% van 1,3 miljard



@StatistaCharts Source: World Economic Forum

statista

China has experienced a revolution in third level education since the turn of the century. By 2016, it was building the equivalent of nearly one university every week and in terms of graduate numbers, it has surpassed both Europe and the United States. Historically the U.S. dominated the world's graduate population but in recent years, that population has shifted amid steady academic progress in Asia.

Last year, India was the global leader in university graduates (78.0 million), slightly ahead of China (77.7 million). The U.S. was in third place (67.4 million) and the gap behind the top two is widening. According to some estimates, the number of Chinese graduates aged 25 to 34 will rise 300 percent by 2030 compared to just 30 percent in the U.S. and Europe. STEM (science, technology, engineering and mathematics) has become a pretty big deal in China's flourishing universities.

In 2013, 40 percent of Chinese graduates completed a degree in a STEM subject, more than twice the share in American third level institutions. Workers with STEM qualifications have become increasingly important to global prosperity and unsurprisingly, China is leading the way. The World Economic Forum reported that China had 4.7 million new STEM graduates in 2016 while India had 2.6 million. The United States had 568,000 recent STEM graduates in 2016.



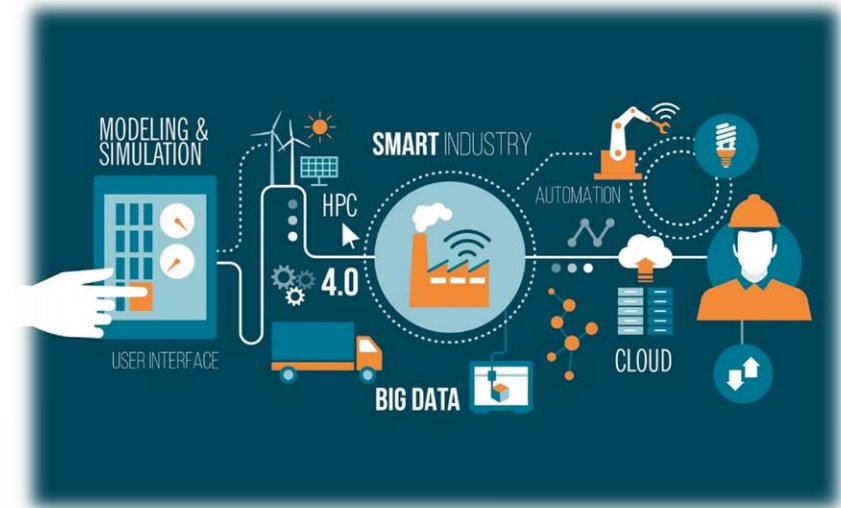
WORLD CLASS
MAINTENANCE

De kwantitatieve uitdaging van de technische arbeidsmarkt gaat gepaard met een kwalitatieve uitdaging



Adoptie van Smart Maintenance door BV Nederland vereist *nieuwe vaardigheden* van werknemers (met name van *asset owners* en *dienstverleners*)

Technology frontier
(Smart Maintenance technologieën)



De kwantitatieve uitdaging van de technische arbeidsmarkt gaat gepaard met een kwalitatieve uitdaging

Er zijn 60.000 maakbedrijven in NL. Er zijn 40 fieldlabs met zo'n 600 betrokken bedrijven. Dat is dus slechts 1%. Doel van Programmabureau Smart Industry is om 6.000 bedrijven te bereiken (10%) die smart industry binnen de muren van hun fabriek inzetten. Daarna van 6.000 naar 30.000 (10% naar 50%). En daarna, wordt verondersteld, gaat het vanzelf van 50-100%. "Voor de stap van 1% naar 10% maakt nog meer technische innovaties niet zoveel meer uit en wordt het al meer een **skills** discussie en **sociale innovatie**."

*Uit een discussie WCM-
Programmabureau Smart Industry,
april 2019*



*Smart Industry fieldlabs zijn nu
nog technisch georiënteerd*

Smart Maintenance Skillslab

Key facts

Looptijd: April 2019 – December 2021 (2 jaar)

Ambitie: bijdragen aan het oplossen van het *Smart Maintenance skills-gap* probleem op de arbeidsmarkt

Doelen:

- ontwikkel en identificeer smart maintenance skills in pilots
- creëer een structurele samenwerking tussen onderwijs en bedrijfsleven door hen te verbinden binnen de WCM fieldlabs en living labs
- ontwikkel smart maintenance basismodules en specialisatie modules, gericht en gevoed vanuit de praktijk, voor nieuwe werknemers (studenten) en bestaande workforce
- vind/creëer een Skillslab structuur die duurzaam, kopieerbaar en opschaalbaar is

Financiering: Dit project wordt mede gefinancierd door de Provincie Noord-Brabant

avans
hogeschool

ROCTILBURG



KUEHNE+NAGEL



STORK

A Fluor Company



Institute for
Sustainable
Process Technology



ACTEMIUM



dimensys

PROCESS & IT CONSULTING

Provincie Noord-Brabant



**WORLD CLASS
MAINTENANCE**

WP1: Experimenteren in pilots

WP2: Curricula ontwikkeling

WP3: Opleiding van scholen door bedrijven

WP4: Kennisdisseminatie



Klaar!

Loopt nu

Gaat nog starten

Overzicht activiteiten projectplan

WP1: Experimenteren in pilots

1.1 VR/AR

1.2 Smart Ind.

1.3 Data An.

WP2: Curricula
ontwikkeling

WP3: Opleiden van
scholen door bedrijven

WP4: Kennis-
disseminatie

ACTEMIUM STORK
KUEHNE+NAGEL avans hogeschool
AR pilots

dimensys
KUEHNE+NAGEL
Energieverbruik elektromotoren

ACTEMIUM
AR content

ACTEMIUM
Masterclasses

Community of
Practice

STORK avans hogeschool
Competentieprofielen:
AR, OH-instructies, communicatie met sensoriek

avans hogeschool
Minor Smart
Maintenance

avans hogeschool
Stapelbare stages

dimensys
Institute for Sustainable
Process Technology + ?
Workshops

ROCTILBURG avans hogeschool Institute for Sustainable Process Technology dimensys
Proefopstelling Campione

Institute for Sustainable Process Technology
360° walkthrough,
veiligheidstraining

ROCTILBURG
Smart
Sensing module

ROCTILBURG
Doorlopende leerlijn
Smart Industry

Externe
communicatie

Klaar!

Loopt nu

Gaat nog starten

Aanvullende activiteiten

WP1: Experimenteren in pilots

1.1 VR/AR

1.2 Smart Ind.

1.3 Data An.

WP2: Curricula
ontwikkeling

Smart
Maintenance cursus



Institute for
Sustainable
Process Technology

Overzicht aanbod
maintenance onderwijs

avans
hogeschool

WP3: Opleiden van
scholen door bedrijven

Docentenstage

avans
hogeschool

WP4: Kennis-
disseminatie

Identificeren Skillsgap

STORK
A Fluor Company

avans
hogeschool



Institute for
Sustainable
Process Technology

Smart
Maintenance
modules,
Masterclass &
Associate Degree

avans
hogeschool

Technical Academy

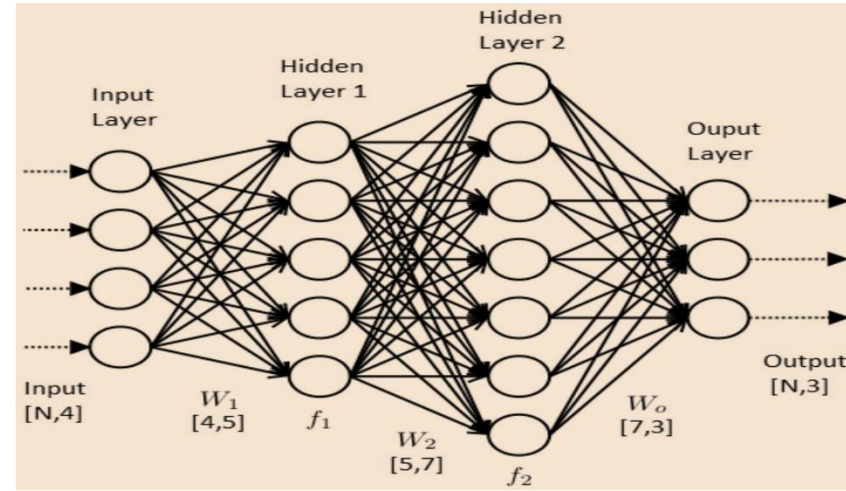
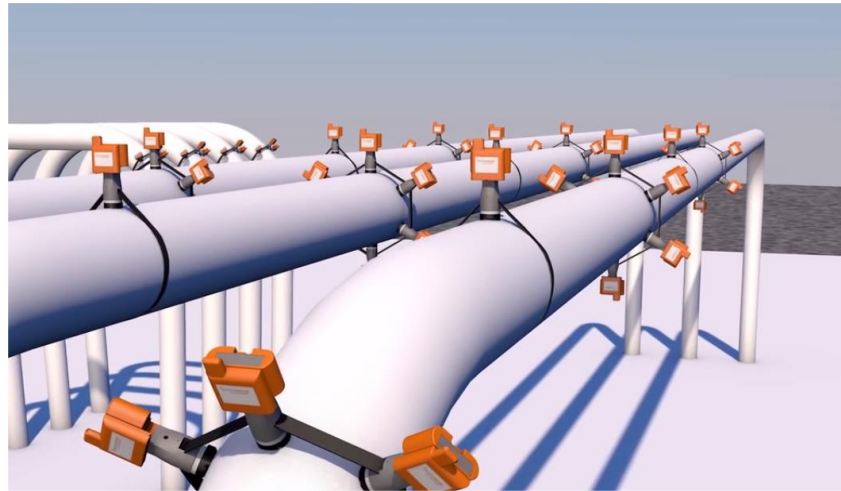
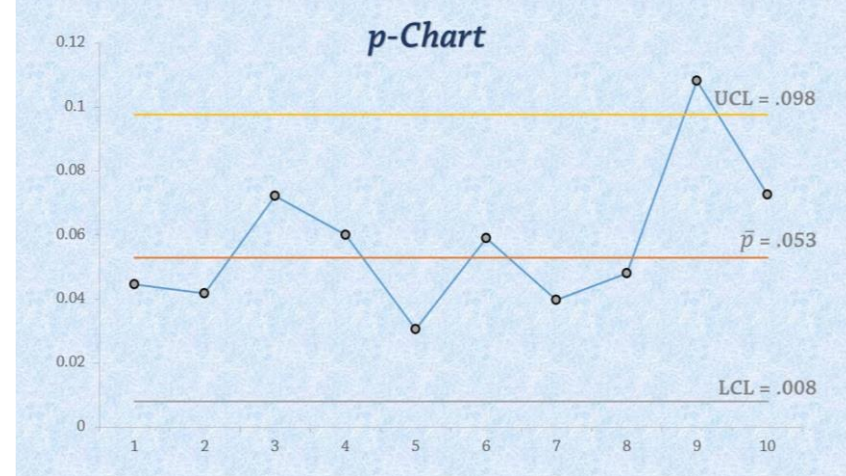


KUEHNE+NAGEL

Frisdranklijn

ROCTILBURG


**WORLD CLASS
MAINTENANCE**



$$\Delta T_{lm} = \frac{\Delta T_1 - \Delta T_2}{\ln \frac{\Delta T_1}{\Delta T_2}}$$

$$\Delta T_1 = T_{in,coil} - T_{out,w} = 100^\circ\text{C} - 50^\circ\text{C} = 50^\circ\text{C}$$

$$\Delta T_2 = T_{out,coil} - T_{in,w} = 60^\circ\text{C} - 25^\circ\text{C} = 35^\circ\text{C}$$

$$\dot{q} = UA\Delta T_{lm}$$

$$L = \frac{\dot{q}}{U\pi D\Delta T_{lm}}$$

Parameters:
 m: $\rho_{in} = 1150 \text{ kg/m}^3$, $\rho_{out} = 2100 \text{ kg/m}^3$, $\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$
 $T_a = 100^\circ\text{C}$, $T_{in} = 60^\circ\text{C}$
 water: $T_a = 25^\circ\text{C}$, $T_{out} = 50^\circ\text{C}$, $h = 2200 \text{ W/m}^2\text{K}$
 $D_i = 80 \text{ mm}$, $D_o = 90 \text{ mm}$



Fieldbit

Improve remote resolution rate

Real-time visual collaboration lets your support engineer guide end users through problem resolution without expensive field visits, enhancing customer satisfaction and reducing service costs.

Boost First-Time Fix (FTF) rate

Highly accurate remote diagnostics and precise visual instructions from experts to field technicians increase FTF rates and minimize costly downtime.

Capture and share knowledge

All actions and information exchanged in a repair session are recorded and documented, preserving practical knowledge often only known by your veteran employees.

Maximize your machine uptime

Higher machinery utilization boosts end-user business performance, hones manufacturers' competitive edge, and drives revenues from usage-based business models.



50%

Increase in Remote Resolution Rate (RRR)



30%

Improvement in First Time Fix (FTF) rates



20%

Increase in service profitability



40%

Reduction in on-the-job training times



WORLD CLASS
MAINTENANCE

Wat zijn Smart Maintenance skills?

Wikipedia: "a *skill* is the ability to perform an action with determined results often within a given amount of time, energy, or both.

[...] Hard skills, also called technical skills, are any skills relating to a specific task or situation. It involves both understanding and proficiency in such specific activity that involves methods, processes, procedures, or techniques.

[...] Soft skills are a combination of interpersonal people skills, social skills, communication skills, character traits, attitudes, career attributes and emotional intelligence quotient (EQ) among others."



Hoe ontstaat een skillsgap?

Activiteiten worden vaak geclusterd in beroepen & skills worden gedefinieerd per beroep (Mintzberg: standaardisatie van vaardigheden)

Er wordt een nieuwe technologie gecreëerd

Elke technologie heeft een eindige lijst aan activiteiten: *activiteitenset*

Beroep(en)

Elke activiteit heeft een eindige lijst aan benodigde competenties, skills en kennis: *skillset*



Wat bepaalt de grootte van een skillsgap?

- De snelheid van technologische vernieuwing (/verandering)
- De mate van nieuwe skills in de skillsets
- Het gewenste gebruik van de technologieën (mate van opschaling)
- De snelheid waarmee nieuwe skills verkregen worden (denk aan benodigd aantal trainingsuren, opleidingscapaciteit, beschikbaarheid van mensen met voldoende absorptieve capaciteit in arbeidsmarkt, bereidheid van mensen om deze skills te leren, ...)
- De snelheid waarmee personeel uitstroomt (ander beroep/met pensioen)

Verschillen skillsets A1-A2 (en A2-B1):

- Sommige competenties, skills en kennis zijn overbodig geworden: deze zitten wel in A1 maar niet in A2
- Er zijn *nieuwe skills* bijgekomen: deze zitten niet in A1 maar wel in A2

Hoe kom je aan skills?

Sommige skills zijn lastiger te verkrijgen dan andere

Ter illustratie, 3 skills die benodigd zijn voor Smart Maintenance innovaties:

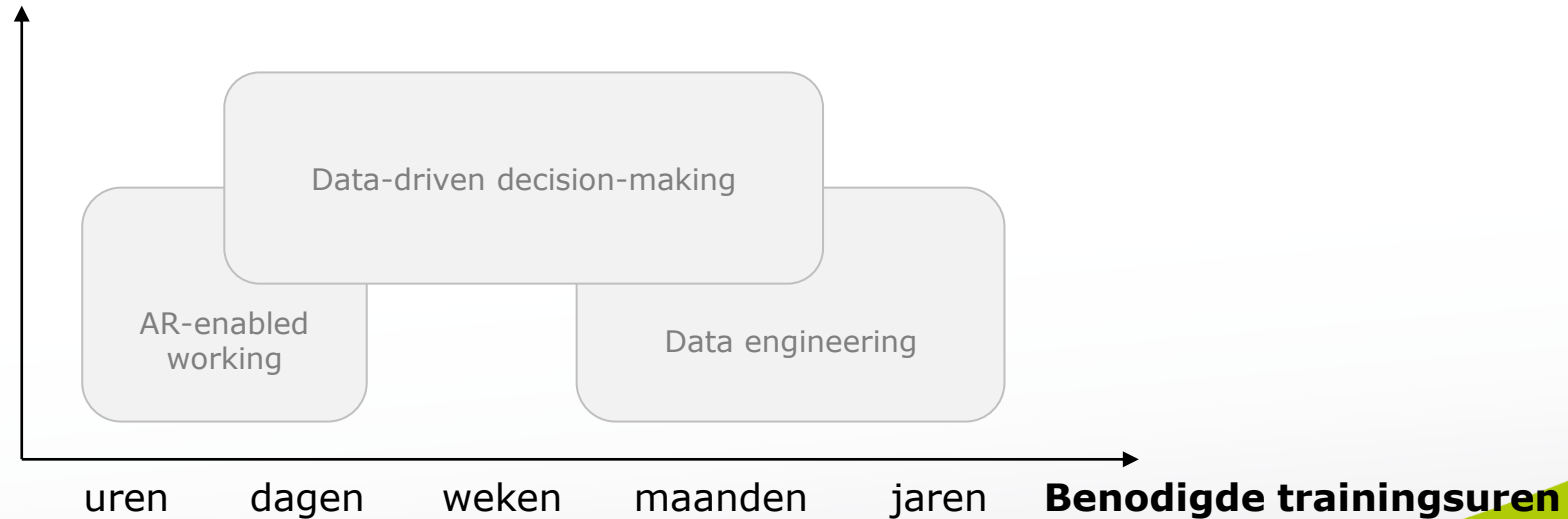
- Data-driven decision-making: het maken van (onderhouds)beslissingen (mede) op basis van data
- Data engineering: het opschonen van data, het ontwikkelen van algoritmen/analyses
- AR-enabled working: het uitvoeren van onderhoudsactiviteiten met een AR bril op

Specificiteit van skills

Hoog (bedrijf, innovatietoepassing)

Medium (sector, innovatie)

Laag



Hoe kom je aan skills?

Wat zijn efficiënte manieren om mensen op te leiden?

Des te specifiekere de skills zijn, des te meer oefening/training is er within-context nodig.

Des te langer het duurt om skills te verkrijgen, des te makkelijker is het om dit in een reguliere opleiding te verzorgen (in plaats van losstaande modules, learning communities, hulplijnen, etc.).

Specificiteit van skills

Hoog (bedrijf, innovatietoepassing)

Medium (sector, innovatie)

Laag



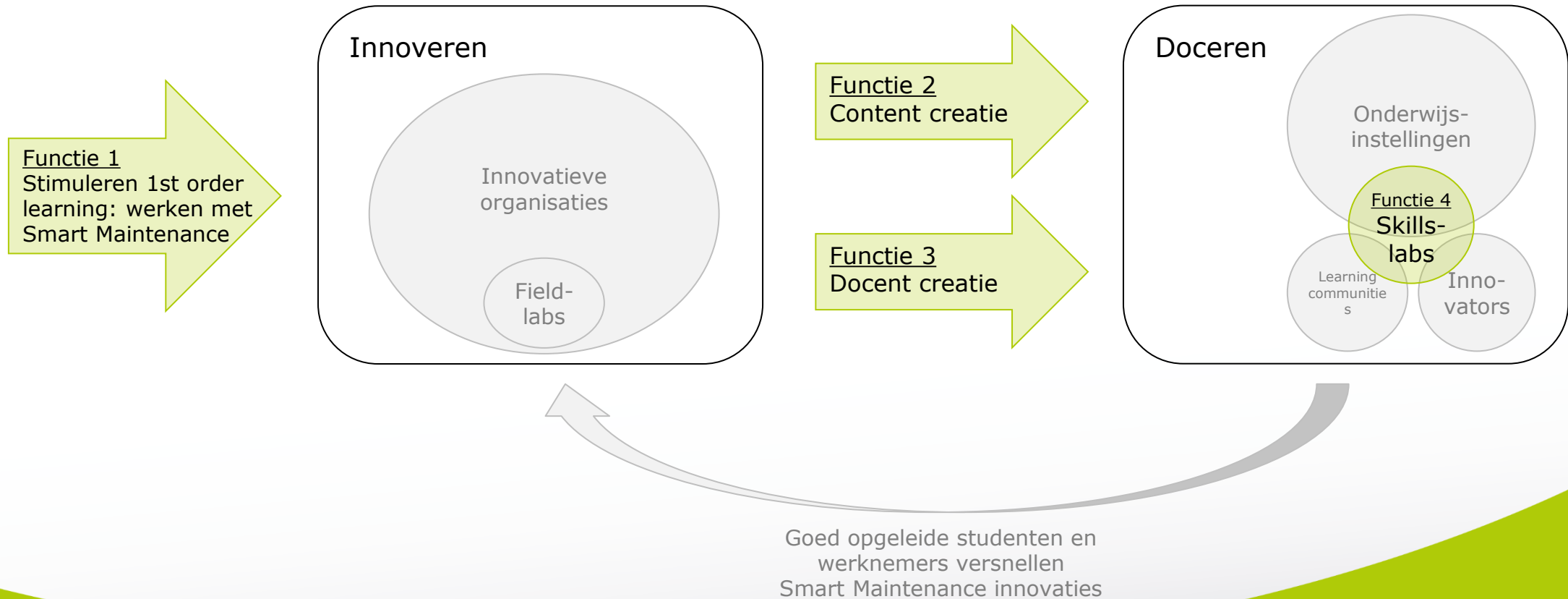
Diffusion of innovation

Skillslabs aid in transferring the knowledge from Fieldlabs to knowledge institutes?

requires translation and/or development of additional features

	Examples	Created by	Spread by	Diffusion to the <i>same</i> problem	Diffusion to a <i>similar</i> problem
Knowledge	Know degradation mechanisms, know consequences of breakdown	Practitioners, Researchers & Fieldlabs	Knowledge institutes	Read book, see presentation/video, follow course, ...	+ translate knowledge & develop new knowledge
Skills	Perform maintenance, perform analyses	Users in Fieldlabs	Knowledge institutes & Skillslabs?	Supervised practice (learning-by-doing) by person/manual	+ unguided learning
Tools	CM selection tool, business case standard, procedure for development	Consultants & Fieldlabs	Consultants & WCM	Obtain tool	+ translate tool
Technologies	New sensor, new predictive model	OEMs	OEMs	Implement technology	+ further develop technology

Mogelijke functies Smart Maintenance Skillslab





Smart Maintenance is geen substituut voor goed vakmanschap.

Het onderhoud moet nog steeds uitgevoerd worden. Door het onderhoud goed uit te voeren, verklein je de kans dat op korte termijn weer onderhoud uitgevoerd moet worden.

Smart Maintenance complementeert goed vakmanschap. Het maakt het mogelijk onderhoudswerkzaamheden beter voor te bereiden, logisch te clusteren, alleen te doen wat nodig is, etc. Het vakmanschap optimaal in te zetten dus.

A close-up photograph of a man with a long, thick, reddish-brown beard and mustache. He is laughing heartily, with his eyes squeezed shut and his mouth wide open, showing his teeth. He is wearing a blue, vertically striped button-down shirt. The background is a blurred office or indoor setting with a window on the left and some office equipment on the right.

*People
Planet
Profit
&
Pleasure*