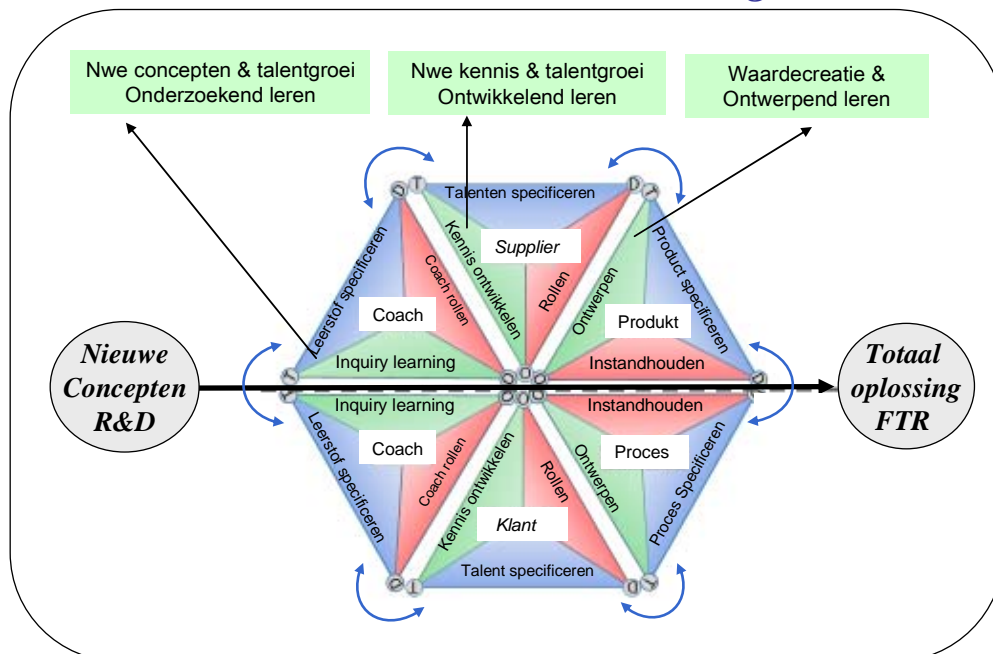


# Social @ Physical Systems Engineering Workshop

TU Delft Interfaculteit & TUE & industrie & Maritiem Kennis Centrum

## Een Multi-actor netwerkbenadering van SE



Document P.6.9: maart 2015 (v2)

## Index

1.	Inleiding.....	3
1.1.	Ontwikkelingen .....	4
1.2.	Naar een ActorNetwerk gerichte benadering van IS & SE .....	4
2.	ActorNetwerk gerichte Systems Engineering .....	5
2.1.	Complexiteit hanteren door Tetralogisch Creeren.....	5
2.2.	Veranderen door Taak Reflectie, Quantified Self.....	6
2.3.	Realtime connectiviteit door semantische tools.....	7
2.4.	Samenwerken door co-creatie in netwerken .....	7
3.	Aanpak & Beoogde Effecten.....	8
3.1.	Aanpak .....	8
3.2.	Beoogde effecten .....	8
4.	Leerdoelen ontdekworkshop.....	9
4.1.	Veranderen door taakreflectie, Quantified Self, dag 1.....	9
4.2.	Complexiteit hanteren door Tetralogisch creeren, dag 2.....	9
4.3.	Samenwerken door co-creatie en connectivity, dag 3.....	10
5.	Leerdoelen vervolg pilots .....	10
5.1.	Organisatiegerichte pilots .....	10
5.2.	Projectgerichte pilots .....	10
5.3.	Collin tools als enabler voor opschaling .....	11
6.	Kernteam & onderzoek (concept) .....	12
7.	Fundamentals dag 1: de Quantified Self .....	13
8.	Fundamentals dag 2: Complexiteit hanteren .....	14
8.1.	Het object/subject systeem. ....	14
8.2.	Het subject/coach systeem. ....	15
8.3.	Positionering V-model in de tetra .....	16
8.4.	Positionering reflectiefunctie in de tetra .....	17
8.5.	De Coach als actor. ....	18
9.	Fundamentals dag 3: Samenwerkcasus.....	19
9.1.	Ambitie van de organisatie, Why. ....	19
9.2.	Het nieuwe samenwerken. ....	19
9.3.	De object actor, het baggervaartuig .....	20
9.4.	De subject actor, IHC Controls .....	21
9.5.	De coach actoren, BSO/Gilb/SBC .....	22
9.6.	Effect 1: First Time Right.....	22
9.7.	Effect 2: Duurzame klantrelatie .....	23
9.8.	Effect 3: World Class Performance .....	23
10.	Planontwikkeling, transformatief (NSF) .....	25

## 1. Inleiding

In dit document wordt de logica van de Multi-Actor Systems Engineering (MA-SE) beschreven, zoals die in de achterliggende periode tot stand is gekomen, en nu overdraagbaar beschikbaar voor workshops, en in de praktijk toepasbaar is, mede door enkele applicaties die co-reflectie en co-creatie bij het ontwerpen en uitvoeren van complexe projecten ondersteunen.

De auteurs beperken zich in dit document tot de hoofdlijnen en kernprincipes die de actorgerichte aanpak verklaren en mogelijk maken. De tekst is in eerste aanleg bedoeld als input voor systems engineers die als coach SE workshops gaan verzorgen, en tevens voor onderzoek en onderwijs. In een volgend stadium zal een uitgebreidere tekst volgen als algemene leerstof over de methode.

MA-SE is een logisch vervolg op ontwikkelingen als integraal ontwerpen en methodisch innoveren, die in de machinebouw en de installatiebranche zijn toegepast, en met de komst van BIM in de bouw manifest is geworden. MA-SE brengt deze ontwikkelingen op een hoger niveau van complexiteit samen en verbindt ze opnieuw met name door een benadering volgens de principes van de 'tetralogica'. Zo wordt het mogelijk om door samen te werken in de keten First Time Right totaal oplossingen voor complexe vraagstukken te realiseren.

Februari 2015  
Collin Kernteam

## 1.1. Ontwikkelingen

In de periode van 2009-2013 is het project integraal samenwerken in de scheepsbouw uitgevoerd. In dit traject zijn negen projecten gerealiseerd. Met name het project P8, de informatieadapter, heeft een belangrijke impuls gegeven aan het doorontwikkelen van internationale standaards en aan het gebruik van sematische tools. Toch mocht het niet tot de beoogde doorbraak leiden.

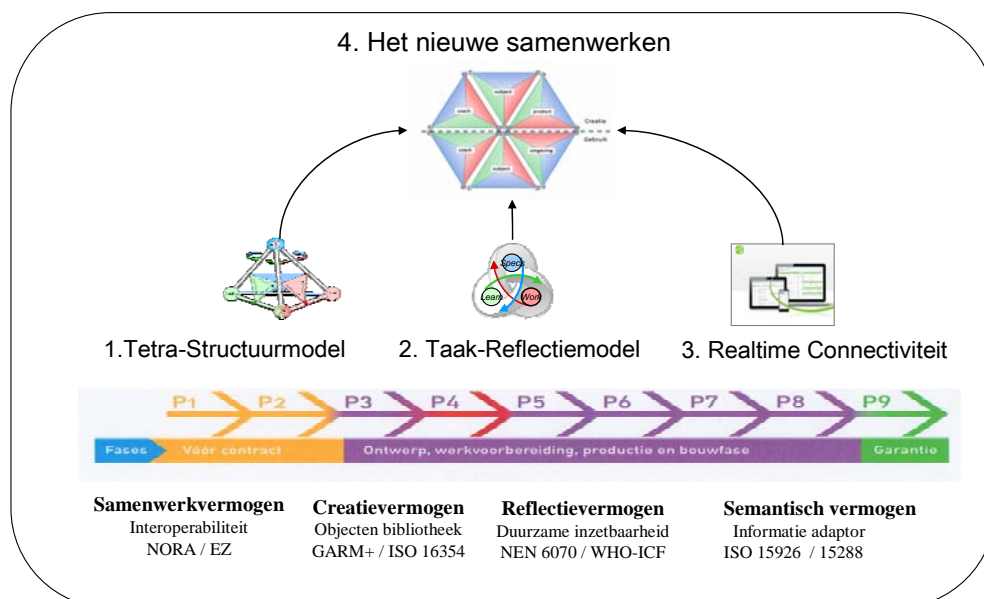
Het rapport De Nederlandse Maritieme strategie (2015-2025) formuleert in hoofdstuk 3 als een voorwaarde voor succesvol samenwerken een goede balans tussen 'people, planet en profit'. Onze actorgerichte benadering van samenwerken legt de focus meer dan ooit op 'people' (Human Capital).

Ook in de bouw is het besef gegroeid dat een meer actorgerichte benadering van systems engineering mogelijk de sleutel is naar beter samenwerken en het hanteren van toenemende complexiteit. Zie hiervoor de leidraad voor systems engineering versie 3, 2014. De bouwsector is in transitie en aandacht voor samenhang en 'soft skills' staat centraal. De Programmaraad Bouw (2015) stelt dat organisatiestructuur en cultuur in het kritieke pad zitten. Onder regie van INCOSE, is een onderzoek gestart naar SE competenties en rollen.

## 1.2. Naar een ActorNetwerk gerichte benadering van IS & SE

In de machine-, installatie- en scheepsbouw is ervaring opgedaan met een meer actorgerichte benadering van complexe projecten. Deze benadering is gebaseerd op de internationale standaards voor informatie- en kennishantering (GARM van TNO, de ISO 15026 en 15288), en op de Delfste systeemkunde (Delft Systems Approach, DSA). Standaards en systeemkunde bieden samen het fundament voor modellen waarmee structuur, leergedrag en samenwerken van actoren inzichtelijk en meetbaar is gemaakt. De transdisciplinaire aanpak van de deelgebieden bleek de sleutel voor verder vernieuwen, voortbordurend op de verworvenheden en leermomenten van IS. In de figuur is deze aanpak gemodelleerd en in de volgende paragraaf 2, beknopt beschreven.

### ActorNetwerk benadering van SE (AN-SE)



## 2. ActorNetwerk gerichte Systems Engineering

### 2.1. Complexiteit hanteren door Tetralogisch Creeren

De uitdaging bij uitstek in projecten is momenteel het hanteren van complexiteit, d.w.z. het systematisch ordenen van elementen tot systemen. Dit vermogen is latent in actoren aanwezig en wordt ook wel de biologische hoofdwet genoemd; het vermogen om via doel/functie (ASMI) te komen tot taak/structuur (BSMI). Het denken in deze elementen kan worden ontwikkeld en vormt de basis voor het vermogen tot complexiteitshandling. Dit vermogen komt tot wasdom in interactie tussen systemen; het ligt daarom ten grondslag aan ons samenwerkingsvermogen, dat bij eenieder van nature in meer of mindere mate onderbewust aanwezig is.

#### ASMI / BSMI

De Marine heeft reeds in de jaren 80 hierop gestuurd op het ordenen der dingen van hun materieel met de ASMI-BSMI systeemcodering. Zij introduceerde deze aanpak bij de werven met het doel om de informatiestromen (data, documenten) van het materieel hanteerbaar en identificeerbaar te maken voor de instandhouding maar ook om werk/rollen te kunnen allokieren aan het systeem (Taak-Oriented Modules, Peter van der Klugt). De ontwerpers van het coderingsysteem (Marine) schreven het coderen van concepten en materieel voor aan de engineers, normatief, zonder dat de beoogde doelen ervan werden begrepen. Thans zijn we echter in staat om de kracht van dit denken expliciet te maken en de betreffende data te verbinden met semantische tools, zoals Relatics. Dit opent vele nieuwe kansen voor de werven, onderwijs en onderzoek. Het doel/functie denken (ASMI) bevordert het divergent denken (creativiteit) en het taak/structuur denken (BSMI) bevordert het convergent denken (zie figuur).

#### Tetralogica

De universele bouwsteen, het actorsysteem, noemen we ook wel een tetra (Aristoteles / Pascal) of de Quad (Prof. Dorner). De logica van de samenhang tussen doel, taak, functie en structuur/oplossing noemen we de tetralogica. Tetralogie is dus een fundamenteel concept dat ten grondslag ligt aan ons denken, onze drang tot overleven, en aan onze creativiteit en ons leervermogen. Zowel het object, als het subject, als de coach kan beschikken over deze vermogens.

Bij het object moeten we denken aan 'Artificial Intelligence' (AI)-systemen, door de mens ontworpen en geoperationaliseerd zoals drones. Deze soorten van systemen zijn gematerialiseerd en hebben een beperkte levenscyclus en zijn onderhevig aan functieverlies. Bij subjectsysteem denken we aan de mens als actor. Dit type actor beschikt over een zelf-creatie en zelf-reflectievermogen. Creëren gebeurt in 3 fasen; specificeren, ontwerpen en gebruiken (bekend binnen SE) en reflecteren op 4 niveaus van leren. De eerste 2 niveaus van reflectief leren zijn bepalend voor het adaptief vermogen en het 3<sup>e</sup> en 4<sup>e</sup> leerniveau voor het innovatievermogen van actoren. Het 4<sup>e</sup> leerniveau is intuïtief van aard en wordt nogal gehinderd door (onderbewuste) emotionele blokkades zoals *ik doe het toch goed, waarom moet ik veranderen?*. Het coachsysteem maakt dit gedrag inzichtelijk en heeft tot taak leerstof te ontwikkelen op basis van nieuwe concepten. Vanwege het conceptuele karakter wordt het leren in deze rol ook wel aangeduid met onderzoekend leren.

## 2.2. *Veranderen door Taak Reflectie, Quantified Self.*

### **Functiedenken, basis voor innovatie**

Het merendeel van de medewerkers en managers in organisaties is voornamelijk getraind in het convergent denken dat gericht is op het realiseren van korte termijn doelen binnen de bestaande oplossingsruimten. Nieuwe complexe vraagstukken eisen meer denkkraft. Voor systems engineers is het daarom van essentieel belang dat ze worden getraind in het divergent denken, vanzelfsprekend in zowel de specificatie- als ontwerpfase, maar juist ook in de instandhouding fase, waar het redeneren vanuit functies en functieverlies van essentieel belang is voor innovatie (invoeren van instandhoudingsconcepten KM, TUDelft 1995).

### **Veranderen organiseren, gaat niet vanzelf**

Divergent denken vraagt om een ontdekkende leerhouding, het stellen van leervragen en het reserveren van tijd in het dagelijks werk om in teams te kunnen reflecteren over kansen c.q. knelpunten die zich tijdens het project voordoen. Deze natuurlijke ontdekkende leerhouding is geen onderdeel van bedrijfsculturen, en ons afgeleerd door de focus op korte termijn productiedraaien resp. strak tijd-geld beleid. Het one-off karakter van de scheepsbouw (de helling moet gevuld blijven) versterkt dit effect van korte termijn gerichtheid. Het doorbreken van deze cultuur vraagt van management extra sturing op:

1. het maken van tijd voor en sturen op ontdekkend leren in teams
2. met als instrumenteel doel het opwekken van de intrinsieke motivatie om te leren.

### **Quantified Self leergedrag / intrinsieke motivatie herontdekken**

In de kern zijn mensen intrinsiek gemotiveerd om te leren. Deze intrinsieke motivatie om ontdekkend te leren is bij de meesten van ons op jonge leeftijd onderdrukt. De leraar op school bepaalt het dagritme, praten en spieken (kennisdelen) zijn verboden, en als je doet wat de juffrouw zegt, word je beloond. Alle ingrediënten voor het aanleren van een passief denk- en gedragspatroon. Dit gedrag is in de sportwereld het eerst doorbroken door het fenomeen zelfmeting, de Quantified Self (QS), gesponsord door Nike e.a. De 'enabler' van QS is digitale meetapparatuur waarmee sportprestaties realtime worden teruggekoppeld, waardoor sporters worden uitgedaagd zich te verbeteren. Ditzelfde QS-leerprincipe is in Delft ontdekt op basis van de aldaar ontwikkelde systeem- en kennismodellen (DSA). Afgeleide QS-apps geven feedback op cognitieve en metacognitieve leerprestaties en de uitkomst motiveert mensen hun mentale performance te verbeteren. De intrinsieke motivatie om te leren komt weer op gang.

### **Mentale Performance groei versnellen**

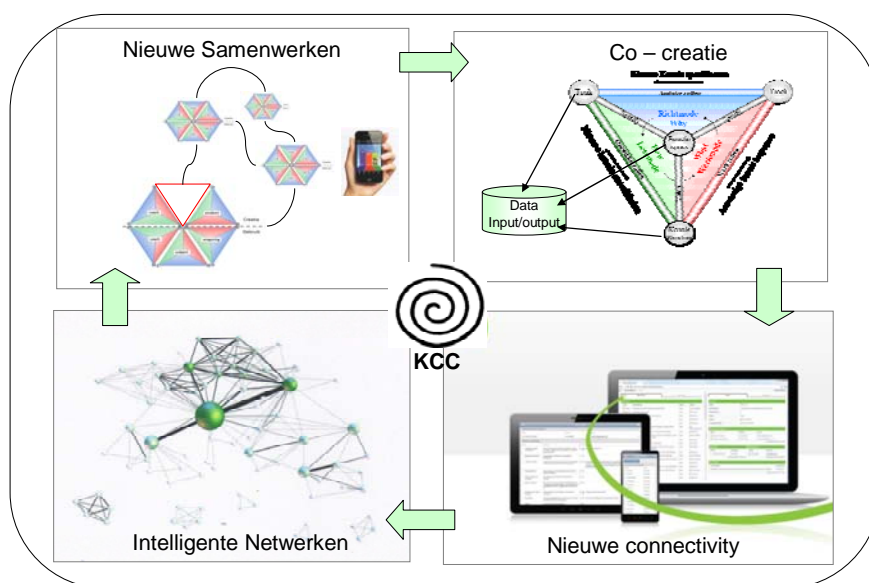
DSA is een doorbraak van de hoogleraren in 't Veld en Malotaux, uitgedaagd door Peter Drucker om op systematische wijze de relatie te leggen tussen talentperformance en taakvervulling. In de machine-industrie is dit gedachtegoed doorontwikkeld en praktisch toepasbaar ontsloten tot de eerste Quantified Self leerstrategie voor mentale prestaties. Met deze versterker realiseerde de sector in de afgelopen jaren groei van kennis en innovaties ([www.Quaternes.com](http://www.Quaternes.com) / MFS en [www.acadeMi-IO.nl](http://www.acadeMi-IO.nl)). Via R&D trajecten (Horizon 2020) wordt dit onderzoeksthema vanaf nu internationaal geoptimaliseerd en met Serious Games uitgebouwd.

### 2.3. Realtime connectiviteit door semantische tools

Met name het project P8, de informatie adapter heeft een impuls gegeven aan de wijze waarop informatie overdracht tussen partijen real-time kan plaatsvinden. Het gaat hier om het hanteren van een praktisch semantisch tool. Een semantisch tool is in staat om informatie in zijn samenhang eenduidig te kunnen interpreteren en uniform te kunnen uitwisselen. Dit is mogelijk geworden door de onderliggende afsprakenstelsels en het hanteren van een nieuw principe van informatieopslag. Dit principe, ook wel triple genaamd, focust vooral op het vastleggen van de relaties tussen objecten. Dit principe wijkt af van de klassieke database principes en het werkt op dezelfde manier als spreadsheets. In plaats van het verbinden van getallen met formules kunnen we nu data verbinden met relaties en de bijbehorende kennisregels. Dit maakt het mogelijk om ASMI/BSMI-achtige structuren eenduidig en flexibel vast te leggen. Het verander- en aanpassingsvermogen neemt hierdoor drastisch toe

In de bouwwereld (tunnels, wegen, gebouwen) is het semantisch tool inmiddels gemeengoed. Zie hiervoor ook de toepassers op [www.relatics.nl](http://www.relatics.nl) Het werken met de tool doet wel een beroep op het eigen semantisch vermogen van mensen. De actorbenadering richt zich op het versneld ontwikkelen van dit ordenendvermogen waardoor toepassing drastisch zal toenemen en faalkosten afnemen, zowel voor het bedrijfsleven als in het onderwijs.

#### Actor netwerk benadering



### 2.4. Samenwerken door co-creatie in netwerken

Er kan in een samenwerking een onderscheid worden gemaakt in drie typen van systemen (actoren), afhankelijk van de grondstof waarvan en de tijdschaal waarop ze worden gevormd. De vormende elementen zijn, respectievelijk materialen (Objectsystem), kennis (Subject/mens-systeem) en kennis van kennis (Coach/mens-systeem). Deze 3 actortypen tesamen vormen een levensvatbaar systeem. Een levensvatbaar systeem functioneert altijd in interactie met een afnemend systeem (gekoppelde structuren, Varela). De samenwerking als geheel bestaat dan uit 6 systemen (actoren) die samenwerken in een netwerk van parameters om tot een totaal oplossing te komen (zie figuur). We spreken van een Multi Actorbenadering van Systems Engineering (MA-SE afgekort). In de paragraaf over samenwerken wordt de kracht duidelijk aan de hand van een voorbeeld.



## 3. Aanpak & Beoogde Effecten

### 3.1. Aanpak

#### Adoptieproces

Het ontdektraject voor het nieuwe samenwerken is te zien als een adoptieproces dat zich voltrekt in drie stappen, te weten: de ontdekkingstocht (Awareness), de SE pilot (Desire) en de landing in de organisatie (Acceptatie). Voor deze benadering is in de afgelopen 7 jaar in de machinebouw en installatiebouw vanuit de praktijk een adoptiestrategie ontwikkeld die bestaat uit 3 stappen van respectievelijk 3 dagen, 3 maanden en 3 jaar. Deze 3x3x3 formule zal hierna kort worden belicht.

#### Weerstandrempel

Het ontdektraject van de actorgerichte SE denk- en werkwijze vindt plaats 'on the job' in organisaties. De grootste hindernis blijkt het in beweging komen, de bereidheid tonen te willen ontdekken. Voorbeelden van weerstand zijn o.a., het niet kunnen losbreken uit de klem van het dagelijks werk, het wantrouwen dat is gegroeid tegen weer iets nieuws, angst voor verstoring van lopende verbetertrajecten en persoonlijke rem 'wat doe ik dan niet goed?'. Mogelijke drempelverlagers zijn gebleken: het hebben van een actorgerichte visie, geleend vertrouwen, betrokkenheid van onderwijs en R&D, normatieve sturing.

#### Mensen raken gemotiveerd

De eerste drie dagen zijn er op gericht om een overzicht te krijgen van actorgerichte SE en te laten ervaren wat de potentie ervan is voor jezelf en voor de organisatie. Deelnemers raken gemotiveerd voor ASE als zij inzicht verkrijgen in hun natuurlijke vermogens om complexiteit individueel en collectief de baas te worden. Deze motivatie opent de weg naar de volgende stap, het realiseren van een pilot.

### 3.2. Beoogde effecten

Een eigenschap van het presteren op een hoger niveau van complexiteit, te weten het samenwerkniveau, brengt nieuwe emergente eigenschappen met zich mee d.w.z. eigenschappen die op lager niveau door individuele actoren niet zijn te realiseren. Enkele van deze fenomenen worden toegelicht.

#### Exponentiele groei economie

De actorgerichte systeemaanpak maakt de te behalen synergie en het gezamenlijk lange termijn belangen inzichtelijk. De synergie tussen de actoren heeft een cumulatief en recursief karakter. Dit leidt tot een exponentiële groei in de kenniseconomie (Stanford e.a.).

#### Valorisatie in de keten

Doordat product- en procesactoren direct met elkaar zijn verbonden wordt integraal en duurzaam ontwerpen inzichtelijk en effectief. Dit geldt ook aan de coachzijde van het samenwerkingsmodel. Het verbinden van de beide coachactoren aan vraag- en aanbodzijde resulteert in integrale handboeken en integrale leerstof. Samenwerken leidt zo tot de lang gewenste valorisatie van kennis in de keten.



## Sociale cohesie

Naast economische effecten zijn er ook sociale effecten. Het dagelijks goed bedoelde gestunt van een individuele projectleider maakt plaats voor collectieve verantwoordelijkheid van alle actoren. Door ruimte voor zelforganisatie kunnen actoren zich optimaal ontwikkelen. De competentiegroei leidt tot betere inzetbaarheid van medewerkers.

## Maatschappelijk verantwoord

Politieke spelletjes spelen, c.q. frauderen, wordt in het samenwerkingsmodel direct afgestraft. Performance kan over de grenzen heen worden bewaakt en verantwoord op functioneel niveau door een continue mapping van functiespecificaties op functieperformance en functieverlies van de werkelijk behaalde resultaten tegen de normatief beoogde resultaten. Deze verantwoording is uit te voeren door een onafhankelijk project-monitoring team, de tetra-triasfunctie, analoog aan de functie van de rechtelijke macht binnen de trias politica.

# 4. Leerdoelen ontdekworkshop

Inzichten, kennis en methodieken van AN-SE zijn compact samengebracht in een meerdaagse workshop. Ontdekken, vooral door reflectie, staat centraal in de Quantified Self leerstrategie.

## 4.1. *Veranderen door taakreflectie, Quantified Self, dag 1*

### Mentale prestaties worden inzichtelijk

Op basis van geïnventariseerde kansen en knelpunten (de Why) en een ingevuld performance kompas ontdekken de mensen welke mentale prestaties kunnen bijdragen aan het oplossen van de gesignaleerde kansen en knelpunten. Deze feedback leidt tot een eerste nieuwsgierigheid naar de mogelijkheden van eigen denkkracht.

### Werk wordt inzichtelijk

Door in een rollenmodel de relatie te leggen tussen taken en de gemeten mentale performance functies, wordt transparant waardoor de organisatie stroef loopt. Met name het inzicht in het gebrekkig uitoefenen van de informatie- en kennishanteertaken verklaart waarom kennis niet wordt gedeeld, informatie uitwisseling tussen rollen wordt onderbroken en de dialoog niet op gang komt. Het objectief bespreekbaar maken van deze knelpunten werkt bevrijdend. Mensen worden blij.

## 4.2. *Complexiteit hanteren door Tetralogisch creëren, dag 2*

### Structuur als basis voor organiseren

Het collectief ontdekken van de kracht van functionele structuren blijkt van essentieel belang voor zelforganisatie en zelfinnovatie en legt de basis voor het vormen van taakgeoriënteerde teams (TOM's). SE rollen kunnen eenduidig worden beschreven. Mensen kiezen vervolgens die rollen, die ze aan kunnen of waarin ze een uitdaging zien; dit binnen de gestelde macrodoelstellingen en dit zonder te worden gehinderd door een projectbaas die stuurt op tijd in plaats van performance. Deze ontdekking is een antwoord op een van de gesignaleerde knelpunt in het BIMtraject van de Bouw Informatie Raad e.a., namelijk de blokkerende organisatiestructuur.

### Het nieuwe connectivisme

Het werken met semantische tools maakt het mogelijk projectdata te verbinden tot informatie met betekenis in de context van een vraagstuk. Wat de spreadsheet heeft betekend voor de doorbraak van het rekenen met getallen betekenen semantische tools voor het rekenen met kennis c.q. ontwerpparameters. Door generieke kennis te expliciteren en vast te leggen in semantische tools ontstaat een nieuwe werkwijze die wordt getypeerd als: as-managed, as-defined en as-learned. Met een meetlat wordt de mate van rijpheid in kaart gebracht en kan worden gestuurd op groei van de performance van de organisatie.

### 4.3. *Samenwerken door co-creatie en connectivity, dag 3.*

#### Synergie, de drive voor samenwerken

Door samen te werken in de ketens en functioneel te denken kunnen modulaire materieelsystemen, modulaire kennis en modulaire leerstof met elkaar worden verbonden als basis voor ketenflexibiliteit. Wijzigingen kunnen in het projectennetwerk realtime over de actor grenzen heen worden doorgevoerd. Handboeken voor instandhouding en leerstof voor coaching kan 'on the job' worden ontwikkeld en gedocumenteerd. Het ILS concept wordt zo op natuurlijke wijze vorm gegeven.

## 5. Leerdoelen vervolg pilots

### 5.1. *Organisatiegerichte pilots*

Voor het MKB is het na de eerste introductie een kwestie van het selecteren van een innovatieregisseur, het kiezen van een te verbeteren rol en het vormen van een daaraan gerelateerd team van medewerkers. Na analyse van organisatie (Mt) en rol (het team) worden nieuwe kennis en templates ontwikkeld. De competenties groeien 'on the job' en door periodieke meting van talent- en kennisgroei (QS) groeit de motivatie. De rest van het bedrijf kijkt online mee en wordt nieuwsgierig. Zo ontstaat de basis voor opschalen naar andere rollen. Met dit implementatieproces is in IPC verband ervaring opgedaan bij een dertigtal bedrijven in de periode 2007-2010. De denkwijze binnen de bedrijven bleek te zijn veranderd met aangetoonde performance verbeteringen als resultaat. Achteraf werd vastgesteld dat het toen nog ontbreken van semantische tools de overdraagbaarheid en opschaling van de aanpak heeft bemoeilijkt. Dit noodzaakte tot een extra investering in de afgelopen jaren in laagdrempelige apps ter ondersteuning van de QS leerstrategie.

### 5.2. *Projectgerichte pilots*

Voor een projectorganisatie is na de oriëntatiefase de eerste stap het door de directie selecteren van een pilotproject en projectteam. Hier start het ontdekken van AN-SE in de specificatiefase, direct in afstemming met de klant, waarna de reeks ontdekkingen zich ontrolt over de levenscyclus binnen het project.

De specificatiefase begint met het in kaart brengen van belangen, doelen, functie, taak en structuur op systeemniveau en wel van alle deelnemende partijen inclusief de coachactoren. Op dit niveau consensus verkrijgen legt de basis voor het projectdoel: First Time Right realiseren van een totaaloplossing. Hiermee is al ervaring opgebouwd; voor het eerst rond 1980 bij het bouwen van de eerste computergestuurde hopperzuiger voor het Amerikaanse

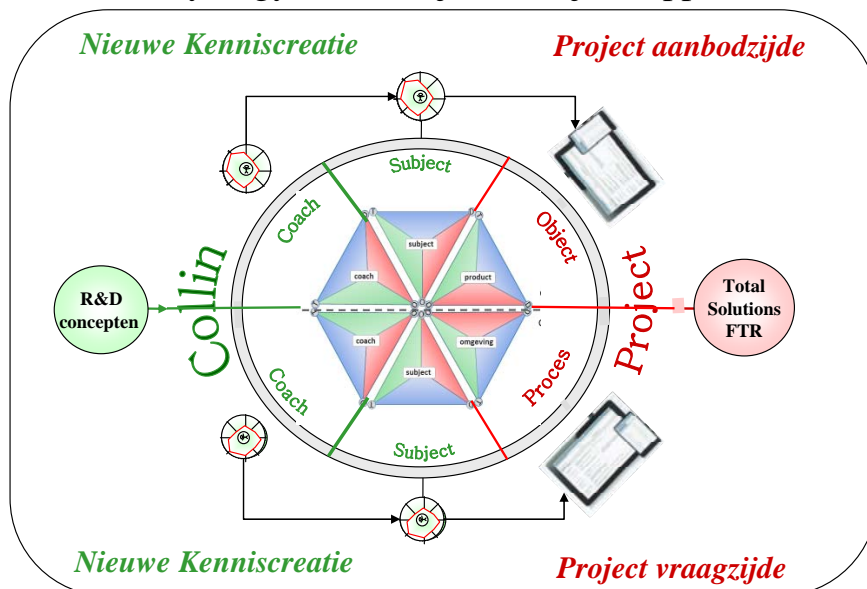
leger. Hierbij was een team van 70 jonge mensen betrokken met een gemiddelde leeftijd van 35 jaar. Zij leverden rond een functionele structuur in teams van 7 man groot, het eerste microprocessorgestuurde brugsysteem op. Een volledig modulaair master-slave besturingsconcept voor het op diepte houden van de vaarwegen in de USA, en dat *First Time Right*. De wijze van samenwerken en leren was toen onderbewust gestuurd en impliciet. Deze actorgerichte aanpak van SE kunnen we nu succesvol inzetten, zeker nu we meer dan dertig jaar later in staat zijn de inmiddels geëxpliciteerde kennis van toen na te bootsen, ondersteund met templates en tools. Het project uit de jaren 80 is gedocumenteerd op het web, [www.acadeMi-IO.nl](http://www.acadeMi-IO.nl). en in hoofdstuk negen samengevat als casus.

### 5.3. Collin tools als enabler voor opschaling

De Collin reflectie- en creatietools zijn enablers om tot opschaling te komen in bedrijven. Zoals het rapport *Leren Innoveren in het sociale domein (2014, p53)* zo netjes formuleert: de succesvolle ervaringen blijven steken en sterven uiteindelijk een langzame dood, omdat er geen verbinding plaatsvindt met anderen die voor dezelfde opgave staan. Dit geeft aan de grote waarde van het werken in realtime netwerken met semantische tools, de nieuwe connectiviteit als enabler van veranderen. Met name het expliciteren en delen van kennis tussen de actoren aan de vraag en aanbodzijde en tussen actoren aan de markt- en kenniszijde van de samenwerking legt het fundament voor nieuwe kennisgroei.

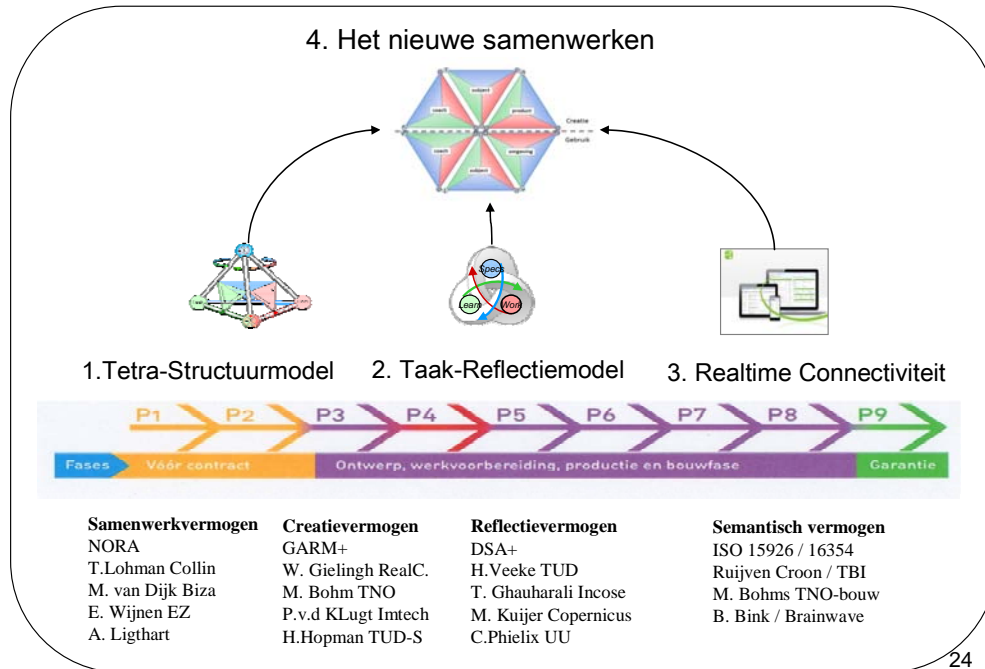
De reflectietools zijn in middelen in SAAS-omgeving beschikbaar voor online gebruik. De creatie- en samenwerkingstools worden afgestemd met leveranciers van bestaande semantische tools in de vorm van een back-end (zie figuur). Hiermee wordt een basis gelegd voor transformatie en duurzaam veranderen. Van leidinggevende en bestruders vraagt het dat ze ruimte maken om te leren van de praktijk en van elkaar. Active finaal normatieve sturing (E. Jantsch, OECD) kan helpen transformaties te versnellen.

Synergy tussen object / subject App's



## 6. Kernteam & onderzoek (concept)

### Transdisciplinaire teambuilding



### Opzet Interfaculteit TUD (Horizon 2020).

Aspects	Problems	Domains	Body of knowledge	Aspect Solutions	System Solution
Organisations	No Change	Behavior innovation	Reflectivity Trefoilmodel -Self-	<b>Creative Actors</b>	<b>Exponential economy</b>
	To complex	Structure innovation	Creativity Tetralogicmodel -Modularity-		
Methods & Tools	Object thinking	Systems Engineering	Physical-Social Learningmodel -Knowledge growth-	<b>Quantified Self</b>	
	Individual culture	Actor Network	Semanticmodel -New connectivity-		
R&D	Mono-discipline	Behavior innovation	Social - Cooperation -	<b>Trans-formative R&amp;D</b>	
	Incremental Innovations	Structure innovation	Brainscience - Triple Helix-		

## 7. Fundamentals dag 1: de Quantified Self

Antwoorden op vragen over het benutten van acht natuurlijke talenten geven in samenhang een beeld van de mate van rijpheid of 'readyness' van organisaties of projectteams. Door de talentbenutting te koppelen aan taken en aan de rollen in de organisatie, wordt op een volgend niveau van reflectie zichtbaar waar investeren in kennisontwikkeling het meest effectief zal zijn.

### Start met Why (het gezamenlijk belang).

Start met reflecteren over kansen en knelpunten in de organisatie: het gezamenlijk doel (Why) wordt helder. Impliciete taken worden expliciet. Vul vervolgens het kompas in: die grafiek geeft structuur aan de taken, te weten creatietaken en reflectietaken. De samenhang tussen taaksoorten wordt helder.

### Ontdek creatie & reflectievermogen (het kompas).

Naarmate de creatietaken meer methodisch (proces) en integraal (product) worden verricht groeit de functie van het creatievermogen zijnde de toegevoegde waarde. De reflectietaken vervullen 3 hoofdfuncties, te weten de mate van ordening (blauw), de mate van kenniscreatie (groen) en de mate van doelgericht handelen (rood). De performance meetlat is afgeleid van de CMMI meetlat. Het reflectievermogen kent de volgende niveaus van functievervulling

Doen	Leren	Ordenen
Niveau 1: Procesregelen,	routine leren,	klasseren der dingen
Niveau 2: Normregelen,	ontwerpend leren,	verbinden der dingen
Niveau 3: Innoveren,	netwerkleren,	functiedenken
Niveau 4: Visie bepalen,	intuïtieleren,	holistisch denken

### Performance (de meetlat)

Naarmate de reflectietaken meer conform de CMMI norm worden verricht groeit de functieperformance van het reflectievermogen zijnde lange termijn overlevingskansen. Mensen herkennen de drie natuurlijke hoofdfuncties en blijken instaat de scores direct te vertalen naar hun eigen werkplek, of team, of naar de organisatie. De dialoog over verbeteren komt op gang (geobjectiveerd).

### Het taakmodel (de SE rollen)

Hulpmiddel bij deze dialoog is het *universeel staedy state taakmodel* van TUDelft. Dit taakmodel kan gezien worden als een landkaart waarin de eerder gedefinieerde taaktypes in samenhang worden geschematiseerd binnen de rollen van het primaire proces.

### De Quantified Self (de intrinsieke motivatie)

Door de meetresultaten in de taaklandkaart in te vullen wordt direct inzichtelijk hoe lage scores de samenwerking binnen de organisatie bemoeilijken. De intrinsieke motivatie om mentale functies te verbeteren komt op gang en de sociale cohesie groeit. Management leert loslaten. Het enige wat management moet doen is loslaten en ruimte creëren voor reflecteren op de werkplek voor zichzelf en voor medewerkers. Al ingang gezette verbetertrajecten kunnen alleen maar worden versneld en verbeterd. Door de inzet van semantische tools (Apps) wordt de nieuwe kennis realtime en collectief ontsloten voor hergebruik en verbeteren. Door teamreflectie groeit de collectieve intelligentie.

## 8. Fundamentals dag 2: Complexiteit hanteren

De vier elementen van een universeel systeem (actor) zijn respectievelijk; doel, taak, functie, structuur. Samenwerken kent 6 actoren die paarsgewijze opereren. Aan zowel de vraag als aanbodzijde vormen object/subject en subject/coach een twee-eenheid. De elementen van de actorpairs vormen een samenhang die logisch kan worden beschreven.

### 8.1. *Het object/subject systeem.*

#### **Tetralogica elementen**

##### *Horizontaal; 3 elementen behorend tot 1 functie; het creatievermogen*

Elke creatie kent drie creatie stadia die verbonden zijn met eigen werelden; te weten specificeren (klant), realiseren (ontwerper/bouwer), gebruiken (instandhouder). Het grondvlak van de tetra (platte vlak) markeert deze 3 stadia. De creatiecyclus opent bij gewenst doel, en sluit via taak en structuur/oplossing weer aan op het doel.

##### *Vertikaal; 1 element met drie functie-toestanden; het reflectievermogen*

De verticale dimensie vindt de reflectie plaats over de functie (bijdrage) van het systeem aan het groter geheel. In de specificatie fase worden de functies normatief gespecificeerd, in de ontwerpfase worden de functies theoretisch gerealiseerd en geverifieerd, en in de operatiefase wordt mogelijk functieverlies gerepareerd zodat de normatief gestelde doelen ook werkelijk worden behaald. Het bewaken van deze 3 toestanden waarin functies zich bevinden is een gezamenlijke verantwoordelijkheid.

#### **Tetralogica taken**

Het element taak heeft 2 gezichtspunten

1. De interne taak van de tetra, naar binnen gericht. Deze wordt uitgeoefend door een interne taakvervuller (materie bij object tetra, kennis bij subject tetra).
2. De externe taak van de tetra, in de omgeving. Deze wordt uitgeoefend in interactie / relatie met een of meerdere subject tetra's in de omgeving. Bijvoorbeeld de engineer (subject) is de ontwerper van de interne taakvervuller, bijvoorbeeld een pomp, met als de functie koelen tot 20 graden celcius.

##### *Taken intern, materialiseren*

Op basis van het gestelde doel en hoofdfunctie kunnen de gewenste taken worden ontworpen, te onderscheiden naar primaire, ondersteunende en regelende taken. Per taaksoort worden de beoogde functies gedefinieerd in de vorm van attributen en attribuutwaarden (Unit of Messure). Per taaksoort wordt een taakvervuller ontworpen. De taakvervuller levert een bijdrage/functie (uitgedrukt in attributen en attribuutwaarden) aan het geheel en kan op zijn beurt nieuwe functies vervullen op een lager niveau. Dit unieke evolutionair fenomeen vormt het hart van de tetralogica. Door dit fenomeen groeit de complexiteit in niveaus en daarmee het functiepotentieel van de actor. Een schip is ca. 5 tot 7 niveaus diep. Sommige regelende systemen wel 10-12 niveaus (installatiewereld).

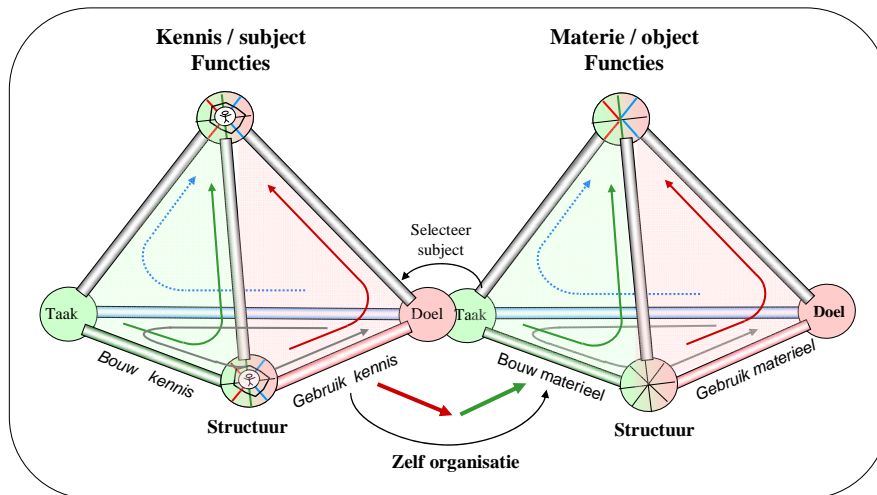
##### *Taken extern, zelf organisatie*

Op basis van het gestelde doel en hoofdfunctie van het objectsysteem worden externe actoren (organisaties) uitgedaagd een bijdrage te leveren in de vorm van beschikbare kennis en capaciteit. Deze uitdaging wordt pas zichtbaar als het interne taakontwerp is gerealiseerd



en de te materialiseren taakspecificaties helder zijn. Via het mechanisme van zelforganisatie wordt een team gevormd dat op systeemniveau een globaal ontwerp maakt. Het aangrijpingspunt hiervan is het V-model links boven, de conceptualisering van het systeem. Vervolgens start de decompositie volgens het hierboven beschreven mechanisme en volgt het materialiseren van de delen naar het geheel (objecttetra). Per decompositie stap vormen zich ontwerpteams en per materialisatiestap productieteams met de bijbehorende rollen gedefinieerd in de subject tetra. De uitoefening bij voorkeur zo concurrent mogelijk.

### Object / Subject interactie



## 8.2. Het subject/coach systeem.

### Tetralogica elementen

#### *Horizontaal; 3 elementen met een functie; het creatievermogen*

Elke creatie van kennis kent drie creatie stadia die verbonden zijn met eigen werelden; te weten specificeren (klant), realiseren (bouwer, dat ben je zelf), gebruiken (instandhouder, dat ben je zelf). Het grondvlak van de tetra (platte vlak) markeert deze 3 stadia. De creatiecyclus opent bij het gewenste doel, en sluit via taak en structuur weer aan op het gerealiseerde doel.

#### *Vertikaal; 1 element met drie functies; het reflectievermogen*

De verticale dimensie vindt de reflectie plaats over de functie (bijdrage) van het kennissysteem aan het groter geheel. In de specificatie fase wordt de behoefte aan functies normatief gespecificeerd (via kompas), in de ontwerpfase worden de functies theoretisch gerealiseerd en geverifieerd (Mi), en in de operatiefase wordt mogelijk functieverlies gerepareerd (adaptief leren) zodat de normatief gestelde doelen ook werkelijk worden behaald. Het bewaken van deze 3 toestanden waarin functies zich bevinden is zowel een individuele als team verantwoordelijkheid, dit binnen de context van de rol. In Mathematics spreken Grothendieck / Conway / Halvorson van een 3-morphisms, natural transformation.

### Tetralogica taken

Het element taak heeft hier eveneens 2 gezichtspunten, analoog aan (Object/Subject).

1. De interne taak van de tetra, naar binnen gericht. Deze wordt uitgeoefend door een interne taakvervuller (kennis)
2. De externe taak van de tetra, naar haar omgeving. Deze wordt uitgeoefend in interactie / relatie met een of meerdere coach tetra's in de omgeving.



### *Taken intern, vormgeven.*

Als blijkt dat de bestaande kennis onvoldoende is om de objectuitdaging aan te kunnen dan heeft de organisatie het vermogen om nieuwe kennis te ontwikkelen. De organisatie stapt dan uit de gebruiksfase van kennis naar de ontwikkelfase van nieuwe kennis. Notabene: binnen complexe organisaties, bijvoorbeeld ASML, gaat dit van nature, echter binnen minder complexe organisaties zal dit leervermogen moeten worden hersteld. Op basis van het gestelde doel en de hoofdfunctie van de organisatie kunnen de bestaande rollen worden herontworpen, d.w.z. de primaire taken, de ondersteunende en de regelende taken. Per taaksoort worden de beoogde functies gedefinieerd en mogelijke taakvervullers (kennisconcepten) ontworpen volgens het V-model, maar nu van de organisatie als te ontwikkelen systeem. De nieuwe kennis wordt in templates vastgelegd en komt beschikbaar voor de operatiefase: het toepassing van kennis in het dagelijkse werk.

### *Taken extern, zelforganisatie*

Op basis van het gestelde doel en de hoofdfunctie van het subjectsysteem worden externe actoren (organisaties) uitgedaagd een bijdrage te leveren aan kennisontwikkeling in de vorm van het beschikbaar stellen van coachcapaciteit. Omdat de nieuwe leerstof ontbreekt zal de coach ook zijn kenniscreatiecyclus moeten doorlopen. Via het mechanisme van zelforganisatie wordt ook hier een team gevormd dat op systeemniveau een globaal ontwerp maakt van de leerstofbehoefte. Vervolgens start de conceptualisering en materialisering van de leerstof. De coach kan vervolgens in de leerstofgebruiksfase het subject adequaat coachen.

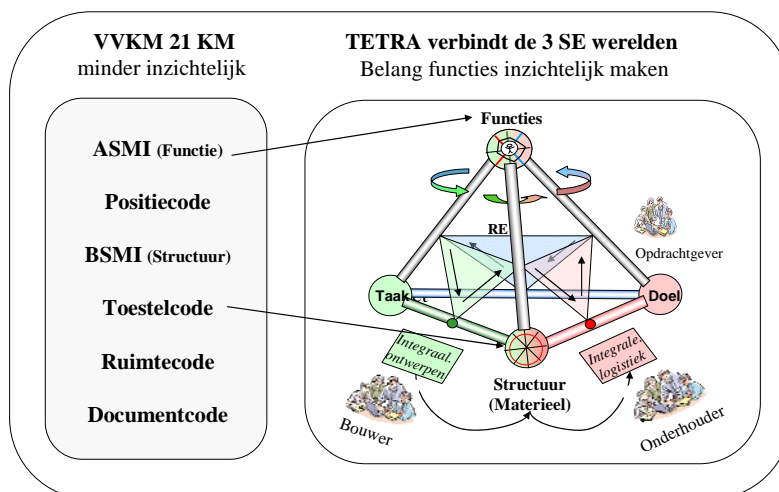
## 8.3. Positionering V-model in de tetra

### **Het toevoegen van het V-Model aan de S/O tetra**

Nu het helder is dat object- en subjecttetra een twee-eenheid vormen en dat de beide sectoren worden verbonden door de extern gerichte taken kunnen we begrijpen dat er in totaal 6 V-modellen zijn. Per actor zijn dat er 3; breakdown en assemblage van de specificaties in de vorm van een bestek, breakdown en assemblage van de structuur tot een product en tenslotte de breakdown van onderhoudsconcepten en assemblage tot onderhouduitvoering.

Deze zelfde decompositie en assemblage taken zien we terug in de subjecttetra. Daar is kennis het object van handelen. Daar zijn ook 3 V-modellen. De breakdown en assembly van de specificatie van talentfuncties. Dit gebeurt in stap 1 van de workshop. Actoren krijgen een inzicht in de te ontwikkelen cognitieve en metacognitieve capaciteiten op organisatie, rol en individu niveau. Als de prioriteiten helder zijn wordt gestart met het ontwikkel V-model op organisatieniveau en op rol niveau. Na de analyse van de rol wordt nieuwe kennis ontwikkeld op basis van eerder ontwikkelde templates. Deze nieuwe kennis wordt modulair ontworpen en in generieke templates ontsloten voor hergebruik. Dit hergebruik vindt plaats in de fase 3 van kenniscreatie. Daar kan de aanwezige kennis op maat worden geconfigureerd op voor orderwerk. Zie figuur.

### Tetra systeembenadering maakt structuur inzichtelijk



Als voorbeeld geldt het ontwerp van bovenloopleidingen bij de NS. Doordat de ontwerpregels zijn geëxpliciteerd kunnen nu met 20% van de vroegere capaciteit zonder faalkosten alle leidingen worden geconfigureerd. Vooral in de machine-industrie (assembly to order) is het denken in kennisstructuren sterk ontwikkeld. Dit zou ook kunnen gelden voor o.a. de Marine, de bouwwereld en de ICT-industrie. Dit modulair denken wordt o.a. bepleit door Art Ligthart, Daan Rijsenbrij en Eric van Wijnen. Dan komt modulaisering en samenwerken van de grond en kan Interopabiliteit effectief worden vormgegeven.

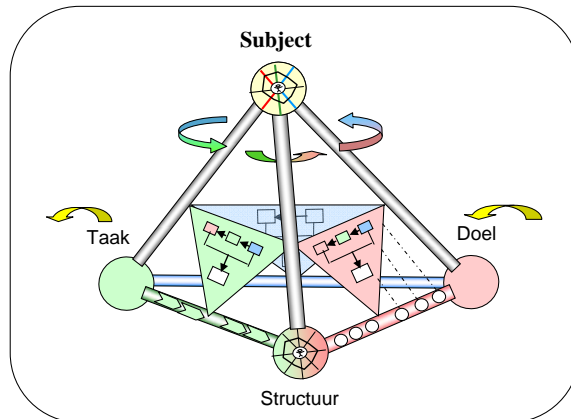
## 8.4. Positionering reflectiefunctie in de tetra

### Het toevoegen van reflectietaken aan de S/O tetra

Vertikaal op de creatietaken worden de reflectietaken uitgevoerd. Dit reflecteren over creatietaken geschied volgens het steady state model en wel op 2 niveaus. Het eerste niveau heeft een routinematig automatisch karakter en deze taken hebben de functie verstoringen op te heffen conform de gestelde norm. Het tweede niveau is voor ons interessanter. Daar gaat het om het adaptief reageren (doelgericht handelen) op verstoringen door bestaande kennis aan te passen. We spreken van ontwerpend leren. Door ook nog aandacht te besteden aan de input van dit leerproces (rubbisch in = rubbisch out) kan optimaal worden gereflecteerd. In de tetra zijn deze drie reflectietaken (doegericht handelen, leren en informatiehanteren) schematisch weergegeven. Het effect van het mogen uitoefenen van deze reflectie taken in de organisatie is dat het reflectievermogen op niveau 1 en 2 groeit en daarmee ook de reflectiekennis.

Een bijzonder reflectieproces is fase 2 uit de kenniscreatiecyclus, het ontwikkelen van nieuwe kennis. De creatieactiviteit zelf is een leerproces. Reflecties over leerprocessen leiden tot hogere orde groei, namelijk tot groei van de meta-cognitieve functies van de organisatie. Het vermogen om collectief innovatief te reageren. Door ruimte te maken voor deze hoogwaardige vorm van reflectie groeit de collectieve intelligentie. Semantic tools helpen om deze metacognitieve kennis in de organisatie te ontsluiten in de vorm van templates. Voordeel; innovatiekennis kan worden hergebruikt binnen en tussen organisaties. Dit is het terrein waar de machine- en de installatie industrie afgelopen 7 jaar heeft geïnvesteerd. Omdat de semantische tools recentelijk pas in de cloud beschikbaar zijn krijgt opschalen vanaf nu een reële kans. Voor de scheepsbouw ligt hier een kans haar positie nationaal en internationaal te versterken; vooral ook door Actorgerichte Systems Engineering in onderwijs te verankeren.

Reflectiefunctie in de tetra

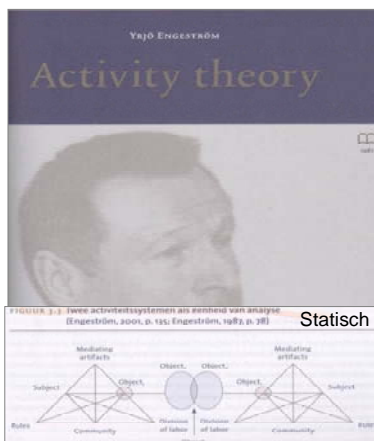


8.5. De Coach als actor.

Uitbreiding met de coachtetra: een opening voor onderwijs & onderzoek

Voor het coach/subjecttetrapaar gelden dezelfde concepten, alleen is het beschouwend object nu kennis van kennis, leerstof gebaseerd op (nieuwe) concepten en modellen. Het hoeft geen betoog dat dit zal leiden tot een doorbraak in denken in de onderzoek- en onderwijswereld. Vooral de creatie van nieuwe concepten, kennis van kennis, leidt tot metacognitieve talentgroei in de onderwijs wereld. De coachactor heeft een andere tijdschaal van denken en is gericht op het bevorderen van levenslang leren. De tetralogica stelt ook het onderwijs in staat meer modulaire leerstof te maken in afstemming tussen vraag en aanbod. Het ontwikkelend leren wordt ook wel aangeduid met onderzoekend leren, het samen ontdekken van nieuwe innovatieve concepten. In Finland is reeds 20 jaar geleden het belang ontdekt om vraag en aanbod te benaderen. Vygotsky is de eerste die het belang heeft onderkend van het verbinden van de beide object-tetra's (integraal ontwerpen der dingen). Hij gebruikt de driehoek als metafoor om te verbinden. Wij hebben ontdekt dat als je dat uitbouwt naar de tetralogica, je het samenwerkingsmodel op natuurlijke wijze kunt verklaren en inzichtelijk maken. TUDelft heeft dit inititief opgepakt in de vorm van een R&D traject in het kader van horizon 2020. Een transdisciplinair team gaat dit uitwerken onder de regie van Hans Veeke. We sluiten aan op het werk van Edgar Morin die eveneens inzet op de tetra benadering van complexiteit, maar ook daar mist een ontologische benadering.

met TNO, VUB, UU, Finland, Dorner Duitsland



## 9. Fundamentals dag 3: Samenwerkcasus

### 9.1. *Ambitie van de organisatie, Why.*

#### **Productinnovatie; stuurhut automatisering**

De seniordirectie bij IHC startte in februari 1977 een project onder de naam *productontwikkeling lessenaars en stuurhut*. Dit project draaide om innovatie van de bedieningen aan boord van baggervaartuigen, zowel bij de sleepzuigers als bij de snijkopzuigers. Op basis van het plan zag men in dat dit project alleen kans van slagen had in een nieuw op te richten organisatie-eenheid, Controls. Hierin werd de deskundigheid op het gebied van ontwerp, logistiek, ontwikkeling en prototypebouw gebundeld.

#### **Marktinnovatie; kansen IHC in de VS-markt**

Dit innovatieproject was deels een antwoord op nieuwe marktkansen in de VS. Daar werkte het leger — het US Army Corps of Engineers, US ACOE — aan plannen voor renovatie en vernieuwing van de vloot. Nederland had veel kennis van baggeren en van de regeling van baggerprocessen, en gooide hoge ogen in de tender van circa 10 miljoen gulden. Marktinnovatie gaf zo ook een impuls aan technologische innovatie op het gebied van de ergonomie en automatisering van processen en de bediening daarvan.

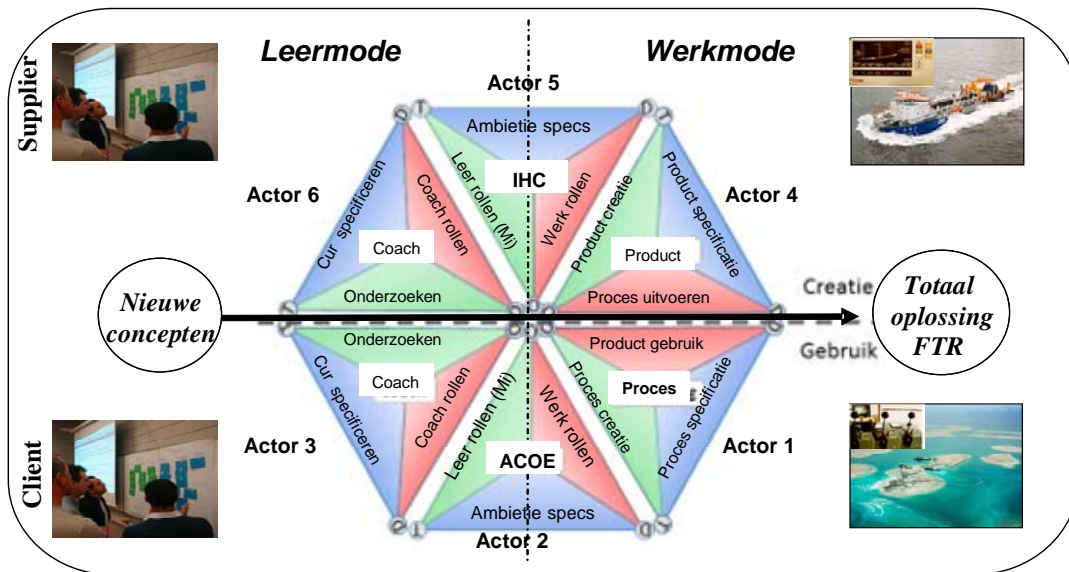
### 9.2. *Het nieuwe samenwerken.*

In een reconstructie en rationalisatie achteraf is vast te stellen dat er tijdens het project gaandeweg een multi-actornetwerk ontstond. De figuur 2 visualiseert dit netwerk in de vorm van het nieuwe samenwerkingsmodel.

Het baggerwerktuig (actor 4, rechtsboven) werd ontwikkeld door IHC (actor 5 midden boven). Omdat het aan voldoende expertise ontbrak, trok IHC-Controls in de loop van het traject twintig jonge ingenieurs op het gebied van netwerkbouw, software en systeemkunde aan. Extra kennis c.q. coaching (actor 6, linksboven) bleek nodig om deze jonge mensen zich te helpen ontwikkelen. Dit betrof onder meer deskundigheid op het gebied van *documentatieontwikkeling* (inbreng SBC), *inhoudelijk projectmanagement* (inbreng BSO-E.Winzen) en *requirements engineering* (Inbreng Tom Gilb) en microprocessor expertise (Rakhorst, Manudax NL).

Het betrekken van de klant als co-innovator was de belangrijkste stap in dit proces van keteninnovatie. IHC betrok de klant (US ACOE, actor 2, midden onder) bij de vaststelling van de nieuwe specificaties en de vertaling hiervan naar de baggerprocessen (actor 2, rechtsonder). Aan de zijde van de klant werd de hulp van servicepersoneel van IHC ingeroepen om het onderhoudspersoneel van ACOE te coachen (actor 3). Hiermee werden alle actoren van het ketenmodel opgelijnd om het project '*first-time-right*' te kunnen realiseren.

Samenwerken van 6 actoren in 1 netwerk



9.3. De object actor, het baggervaartuij

Het baggerschip als object (actor 4) komt tot stand in een creatietraject met inbreng van drie werelden:

- 1. de wereld van de klant (product specificaties);
- 2. de wereld van de ontwerper (productcreatie);
- 3. de wereld van de gebruiker (product in gebruik).

Deze drie werelden spreken ieder een eigen taal. Alleen een goede communicatie op basis van functionele specificaties kan resulteren in een succesvol project. Per creatiefase zal dit aan de hand van een voorbeeld worden toegelicht.

**Specificatiefase: van solid state naar microprocessortechnologie (blauwe ribbe)**

Om de geboden marktkans te benutten en het risico van oude technologie (*solid state*) te vermijden, schreef IHC het bestaande bestek van het leger om tot een bestek dat voor het eerst in de baggerbouw voorstelde om microprocessortechnologie toe te passen. Zo kreeg IHC een prachtige gelegenheid om bestaande kennis uit het hoofd van de baggerbazen te halen, digitaal te ontsluiten en in de vorm van software te exploiteren.

Voor het projectmanagement was dit een enorme uitdaging, zowel vanwege de complexiteit als vanwege het organisatorische vraagstuk: IHC moest het project op tijd en conform specificaties, *'first-time-right'* opleveren.

**Ontwerpfase: zelforganisatie van teams rond modulaire structuur (groene ribbe)**

De klant ging ermee akkoord om microprocessortechnologie toe te passen. De mensen met de juiste expertise stonden in de startblokken. Maar hoe verder? De projectleider had geen gedetailleerd plan van aanpak. Achteraf bezien was dat maar goed ook. Nu moest hij een beroep doen op de creativiteit van de mensen. Maar hoe doe je dat? Hoe vorm je teams en motiveer je ze?



De oplossing lag in het hanteren van een functionele productstructuur. De structuur van het object, zoals samen met de klant gespecificeerd in het offertedocument, vormde de basis voor de werkverdeling. Voor elk van de zeven gespecificeerde modules vormden zich als van nature teams van vijf tot zeven man. Er was sprake van zelforganisatie op basis van inzicht, ervaring en kwaliteiten. De taken van de projectleider beperkten zich tot periodiek (wekelijks) en ad hoc reflecteren op de kwaliteit en kwantiteit van de projectvoortgang. Hij trof hiervoor de nodige faciliterende maatregelen. Geen plan dus, maar adequaat ondersteunen *on-the-job* op het gebied van organisatie- en technologievraagstukken. Daarmee was er sprake van faciliterend en natuurlijk leiderschap, zonder dat de betrokkenen zich dat destijds bewust waren.



Figuur 3. Zeven modules van de bedieningsautomatisering

#### **Gebruiksfase: coaching *on-the-job* van service en inbedrijfstelling (rode ribbe)**

Hiermee startte het derde traject van de creatiecyclus. In dit traject werden de installaties in bedrijf gesteld en vond kennisoverdracht plaats in de vorm van workshops etc. IHC benadrukte dat US ACOE-personeel vroegtijdig betrokken moest zijn om de kennisoverdracht duurzaam vorm te kunnen geven. Dit was te meer van belang omdat het hier ging om een volledig geautomatiseerd baggervaartuig met geheel nieuwe typen bedienings- en onderhoudstaken. *Integrated Logistics Support* (foutzoekhandboeken) vormde een belangrijk onderdeel van de levering — een voorwaarde om het totale systeem duurzaam in bedrijf te houden.

#### **9.4. De subject actor, IHC Controls**

IHC Controls maakt als actor zelf ook een creatietraject door met inbreng van drie werelden.

- Allereerst de interne wereld van de ambitie van het subject (blauwe ribbe). Deze wereld wordt uitgedaagd door de eisen die de te verrichten taak stelt aan de benodigde talenten en kennis.
- De tweede wereld is de wereld van het leren (groene ribbe), waar men de ontbrekende talenten en kennis exploreert en ontwikkelt in lerende teams *on-the-job*, al dan niet met inzet van een coach.
- Ten slotte de derde wereld, de wereld van het toepassen van de kennis in het project (rode ribbe), de wereld van het exploiteren van de kennis *on-the-job*.

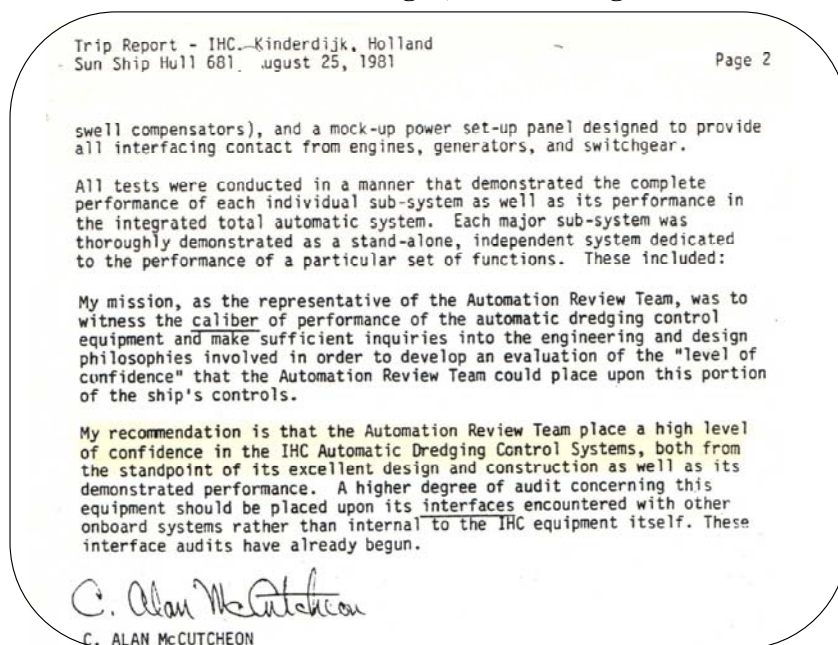
## 9.5. De coach actoren, BSO/Gilb/SBC

Het was een van de taken van de projectleiding om tijdens het leren *on-the-job* vast te stellen of IHC Controls voldoende kennis in huis had. Zo niet, dan werden de eisen gespecificeerd om deze kennis alsnog te vergaren (blauwe ribbe). Op basis daarvan werden in samenwerking met coaches en een interne coach leermodules ontwikkeld (groene ribbe) en toegepast tijdens het werk (rode ribbe). Extra kennis en deskundigheid is ontwikkeld op de gebieden van *documentatieontwikkeling* (Defensie), *inhoudelijk projectmanagement* (BSO-Winzen) en *requirements engineering* (Tom Gilb). Micro-electronica kennis (Rakhorst Manudax). Aan de zijde van de klant is het leerproces tijdens het ontwikkeltraject helaas onvoldoende op gang gekomen. Dit had de inbedrijfstelling en services aan het personeel van de US AC)E aanzienlijk kunnen versnellen.

## 9.6. Effect 1: First Time Right

Het documentatieteam van de organisatie had tot taak om de informatie te verifiëren en de kennis te valideren volgens de *Fundamentals of Systems Engineering*. Het team signaleerde mogelijke fouten en inconsistenties in het ontwerpproces vroegtijdig — een voorwaarde om *'first-time-right'* te kunnen presteren. De leden verzamelden de kladjes, werkten die uit in schematechnieken, verbonden ze met de modules en koppelden het geheel terug met de ontwikkelaars. Geheel volgens het ASMI-BSMI principe van ordenen.

### USA LCHD Dredger; One time right



7

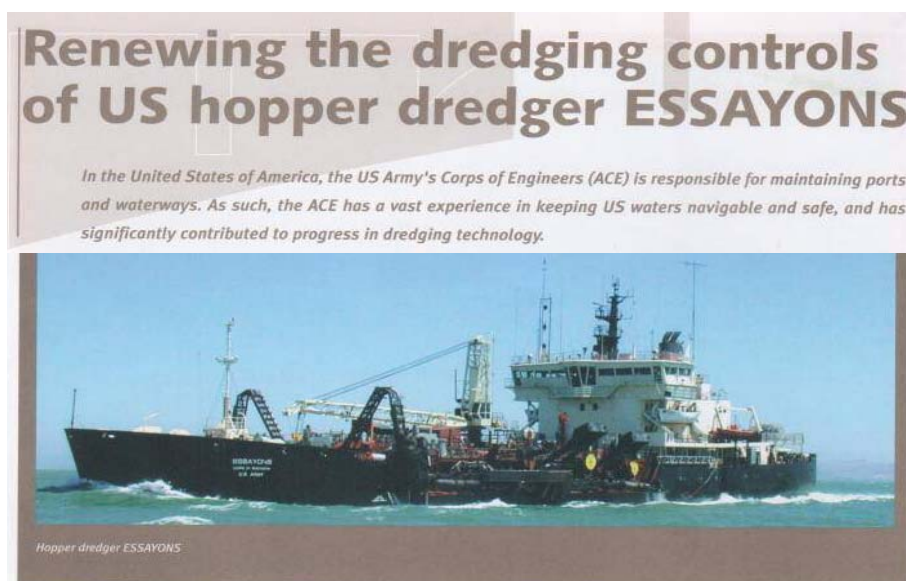
Deze *on-the-job* documentatiemethode, afkomstig uit de ISO-wereld voor software ontwikkeling, staat bekend als DDS (*Document Development System*). Voordeel van deze aanpak was dat aan het eind van het project de handboeken klaar waren, geverifieerd door de ontwikkelaars zelf en tussentijds geaccordeerd door de klant. De klant groeide mee als co-creator en kwam niet voor verrassingen te staan. Het resultaat was dat IHC het innovatieve en complexe automatiseringssysteem op tijd en conform specificaties kon opleveren, *'first-time-right'*. Dit was mede mogelijk door de inbreng van externe deskundigheid en het



vertrouwen en de steun van de verantwoordelijke directie. De directe droeg deze vernieuwde visie op ergonomie en automatisering actief uit in de vorm van seminars en symposia (zie literatuur en kader in de tekst).

### 9.7. Effect 2: Duurzame klantrelatie

Wat waren op de langere duur de effecten van deze methodisch innovatie aanpak? Doordat functies modulair waren ontworpen lieten onderdelen zich gemakkelijk verwisselen ter reparatie, maar was het ook mogelijk tussentijdse deelinnovaties te realiseren. Dankzij de kwaliteit van de documentatie en van het functionele ontwerp was het zelfs mogelijk het gehele systeem te renoveren: de functionele structuur bleef stabiel, alleen de technologie werd vernieuwd. De conclusie was en is dan ook: kwaliteit van duurzaam ontwerpen loont.

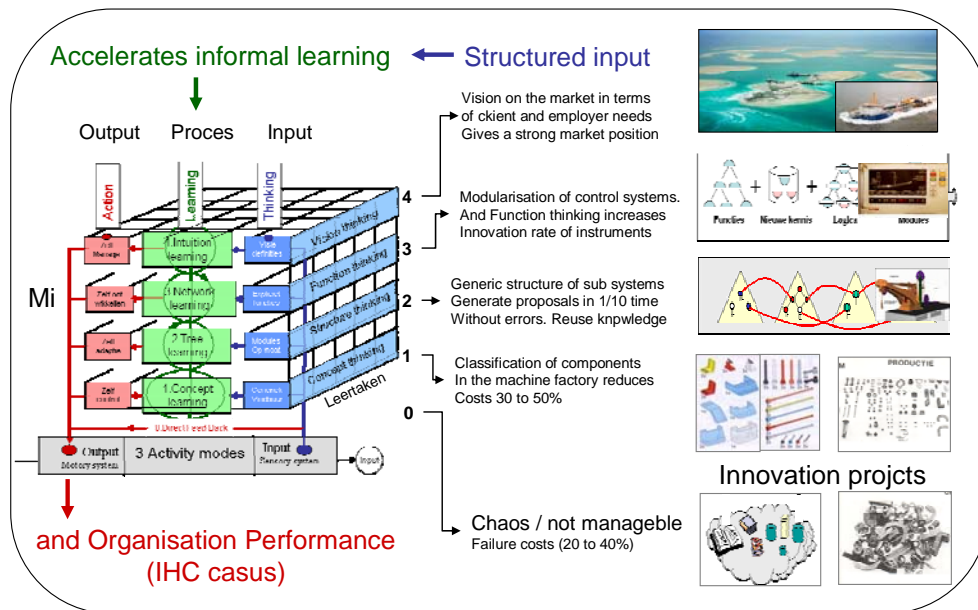


### 9.8. Effect 3: World Class Performance

De cyclus in de figuur (van chaos naar World-Class Performance, WCP) visualiseert hoe IHC de WCP heeft verbeterd door te investeren in innovatieve projecten op het gebied van de kwaliteit van informatie en kennis, en door het eigen semantisch vermogen als actor te benutten. Het semantisch vermogen ordent de waargenomen objecten en versnelt daarmee het kenniscreatieproces en het handelingsproces in het bedrijf. De organisatie kan sneller reageren op verstoringen of kansen. De diepte-as van de kubus geeft de leerstadia weer, de stadia waarin actoren zich de gecreëerde kennis eigen maken als functie van de tijd. Inzicht in deze stadia maakt het mogelijk de leerprocessen te versnellen, met name door het zelflerend vermogen van actoren op de werkplek te benutten.

#### Prestatieniveau 1: reductie van onnodige verscheidenheid (< kosten)

Op prestatieniveau 1 staat het classificatiedenken, zoals ontwikkeld in de machinefabriek. Door objecten te klasseren en van zoekkenmerken te voorzien (groepentechnologie) kan de organisatie sneller al eerder bewerkte onderdelen met de bijbehorende werkbladen en routeschema's voor de fabriek in het geheugen terugvinden. Dit leidt tot aanzienlijke kostenbesparing en maakt het mogelijk onderdelen in families te organiseren als basis voor groepsgewijze productie. Dit geldt evenzeer voor de onderdelen in de casco bouw.



Reflectiemodel Performance IHC, bespreekbaar maken

**Prestatieniveau 2: verbinden van informatie over levenscyclus (< faalkosten)**

Op prestatieniveau 2 staat het documentatietraject zoals Controls dat opzette voor US-ACOE model. Door systemen te koppelen over de levenscyclus heen, realiseert de organisatie een informatiestroom die de verschillende stadia van het project met elkaar verbindt. Semantische tools zijn hierbij een drastische versneller. Systeemgerichte handleidingen (ASMI-BSMI) geven de gebruikers inzicht in de functionele werking. Storingen kunnen snel worden gelokaliseerd. Door het verbinden der dingen krijgt informatie betekenis en zijn prestaties op een hoger niveau mogelijk.

**Prestatieniveau 3: functie denken, rekenen met kennis (> kennisproductiviteit)**

Tijdens het leren 'on the job' wordt gereflecteerd op de voortgang. Engineers delen kennis en documenteren 'on the job' voor hergebruik (Nonaka). Het innovatievermogen van de teams groeit en daarmee dat van de organisatie. Op prestatieniveau 3 leert de organisatie te denken in functies als basis voor modularisatie, flexibele bestekken en offertes die zich in een fractie van de tijd en zonder fouten laten genereren. Hiermee hebben Damen en IHC hun internationale positie verworven. Functiedenken bevordert niet alleen modularisatie maar ook innovatiekracht, het leren divergent te denken en is dus voor alle medewerkers van belang en niet alleen de afdeling standaardisatie. Het rekenen met kennis is een van de meestbelovende toepassingen op niveau 3. De kennisproductiviteit neemt drastisch toe.

**Prestatieniveau 4: Holistisch leren denken (> overzicht, > marktkansen)**

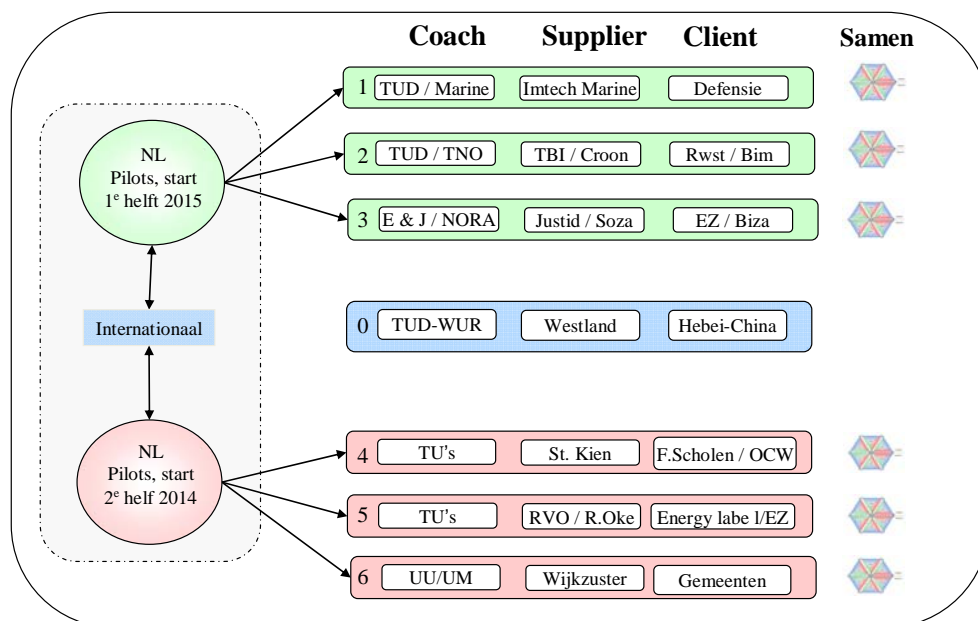
Op prestatieniveau 4 worden talenten benut die zijn gerelateerd aan visievorming en holistisch denken. In onze tijd van semantische instrumenten dient zich een nieuwe transitiekans aan die bepalend wordt voor de concurrentiekracht van Nederland in de komende decennia. Vooral de rapporten van Deloitte op het gebied van talentontwikkeling (2014) zijn visionair. Zij benadrukken het belang van focus op talentontwikkeling om mensen te blijven interesseren in de organisatie door ze ruimte te bieden voor talentgroei. De actorgerichte benadering van systems engineering (AN-SE) reikt hiervoor het HOE aan.

## 10. Planontwikkeling, transformatief (NSF)

### Nieuw Stuurmodel (finaal normatief)

Sturen op 4 levels	Doel	Modellen	Multi-actor benadering	IS mapping
4. Samenwerken 	<b>First Time Right</b> Totaal oplossing		Vraag & Aanbod in lerend netwerken	P1 Integraal Samen werken
3. Leergedrag 	<b>Innovatiegroei</b> Organiseren (zelf)		Quantified Self Motiverende leerstrategie	P4 Leren Samen werken
2. Structuur 	<b>Zelf organisatie</b> Modellen (tom)		Tetralogic engineering Subject / object	P2/P3 Prod.def Kennis Configur.
1. Standaarden 	<b>Verbinden</b> Uniforme taal		Object & Subject standaards Nen 6070 dialect    ISO 16354 dialect    ISO 15926 dialect	P8 Info adapter

### Pilot projecten



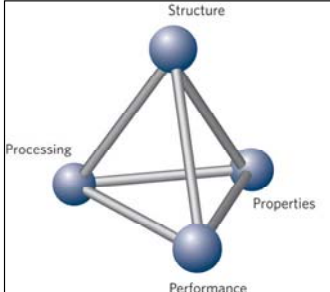
## Naar model van MSE groei fenomeen

the most influential was the COSMAT<sup>2</sup> report, published in 1974. This National Academy of Sciences study, which helped to define the modern MSE field, largely came about through the determined efforts of Massachusetts Institute of Technology (MIT) Professor Morris Cohen, who then served as its chair. The COSMAT report identified the four major elements of MSE: structure, properties, processing, and performance. The report noted that these elements need to be tied to societal needs through consideration for the earth's natural resources and the environment, for example through recycling. The four elements have become a mantra for MSE, with various diagrams showing their interconnections used in textbooks, reports, funding proposals, and recruiting posters. Another study,

Yesterday, Today, and Tomorrow Overview

### The Evolution of the Materials Science Profession and Professional over the Past 50 Years

Julia Weertman



A third factor in the development of materials science toward its current state, supplementing the academic and industrial influences, was the concept of interdisciplinary laboratories set up and funded by the U.S. government. The original impetus for the Interdisciplinary Laboratories, as they were first called, was to alleviate a shortage of scientists/engineers trained in materials science. After a number of years of delays, three Materials Research Laboratories (MRLs) finally were set up at Cornell University, the University of Pennsylvania, and Northwestern University. Other MRLs have since been funded

## Progress after 30 years in Materials SE

Georgia institute of Technology materials 1998

Again it was recognized that the interdisciplinary aspect of materials science and engineering is a critical component of the field. A key conclusion of this study was the definition of the field in terms of the integration of four core elements: structure, properties, processing/synthesis, and performance. Educational directives that evolved from this study provided the basis for the new directions of undergraduate education in the field. Engineering programs that had been materials class specific type programs migrated towards materials science and engineering programs that embraced the integration of the four elements of the field. Accreditation requirements emerged from the profession to mandate this integration in the undergraduate degree programs in the field. As with previous studies the interdisciplinary aspect was recognized with the recommendation for cooperation across the disciplines impacted and with the need for interdisciplinary teams to address many of the problems. Following the historical evolution of these studies, our MDS&E workshop was organized into sessions along the lines of the four elements defined by *the MSE report*. These four elements form the core of materials design and life cycle engineering. Especially important is the recognition of the need to understand and develop predictive models for behavior at various length and time scales.

It is logical to expect an inertia of materials programs that resists reformulating curriculum to address MDS&E goals. This is the case when any significant "cultural" changes are required. There will be a "learning curve."