

White paper: de evolutie van het ontwikkel- en het productie-proces.

Inleiding.

De huidige welvaart is een gevolg van het efficiënt ontwikkelen en produceren van producten. Deze efficiëntie is gevolg van innovaties op het gebied van het produceren en het ontwikkelen van producten. Na de jacht kwam de landbouw welke later door de ambachten en gilden werden opgevolgd. Met de uitvinding van de lopende band ontstond de massa productie. Hierna kwam de keiharde concurrentie op kosten en weer later de aandacht op kwaliteit. Nu is het vooral de snelheid waarmee supply chains reageren actueel¹. Het blijkt dat de manier waarop iets ontwikkeld en geproduceerd wordt ook een gevolg van een evolutieproces is. In dit schrijven wordt deze evolutie verklaard. Vanuit deze evolutie wordt er een voorspelling gedaan naar de volgend ontwikkel en productie evolutiestap. Dit inzicht, in de evolutie van het ontwikkel en het productieproces, opent nieuwe wegen. Nieuwe wegen die het mogelijk maken om producten eerder dan de concurrent op de markt te brengen.

Snel, sneller en het snelst.

Geschiedenis.

Jacht

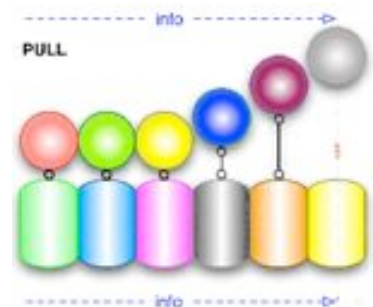
Als ik de archeologen geloven mag dan bestaat de mensheid al twee miljoen jaar. In deze twee miljoen jaar hebben we als mens, om in ons levensonderhoud te voorzien, de meeste tijd met de jacht doorgebracht. Waarschijnlijk door de honger gedreven² hebben we in deze periode producten uitgevonden die ons toen het leven vergemakkelijkten. De pijl en boog is hiervan zo een voorbeeld. Toen is de evolutie van het ontwikkelen het produceren begonnen.



De vervaardiging van de pijl en de boog is een voorbeeld van het ontwikkelen en het produceren van een product. Al gauw bleek dat elk stamlid niet even bedreven was in het maken van een pijl en het maken van een boog. Dit was ook het begin van de specialisatie. Het was ook het begin van de productieketen³ (en: supply chain). En het was ook het begin van een marktvaart naar het product pijl en het product boog.

PULL

Dit is ook de geboorte van het PULL productie systeem. Zie figuur. De jagers vroegen aan de 'vakman' om voor hen, waarschijnlijk in ruil voor een deel van de buit, om een pijl of om een boog te maken. Deze vraag naar het product is aangegeven met "info" in de figuur. Bij deze vorm van produceren is het mogelijk om elke gevraagde variant te kunnen maken. Ook lag toen het klantenorderontkoppelpunt⁴ (KOOP) aan het eind van de productieketen.



Tot aan de dag van vandaag is het PULL principe nog steeds actueel.

Landbouw

Al gauw was de mensheid er achter dat het najagen van dieren inefficiënt was. Het was efficiënter om de dieren, achter een of ander hekwerk, op te sluiten en ze te consumeren als

¹ Quick response manufacturing Rajan Suri ISBN 1-56327-201-6

² Dit staft de (mijn) theorie dat er eerst een crisis noodzakelijk is om een stap voorwaarts te kunnen maken.

³ Zie voor meer informatie: <http://nl.wikipedia.org/wiki/Productieketen>

⁴ Zie voor meer informatie: <http://nl.wikipedia.org/wiki/KOOP>

daar behoefte aan was. Deze hekwerken of afrastering dienden ook gemaakt te worden. Ook hiervoor diende een productie methode ontwikkeld te worden. Tot op de dag van vandaag is men in de landbouw (en de veeteelt) nog steeds bezig om efficiëntere dingen te bedenken.

Ambachten

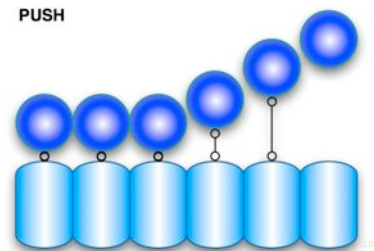
De ambachtsman of ambachtvrouw was de verpersoonlijking van het productiemechanisme. Met het leerling-gezel-meester en het gilde systeem werd de kennis op volgende generaties overgedragen. Deze kennisoverdracht was in het verleden heel lang de enigste mogelijkheid om het vak te leren. Bij het leren van het vak werd zowel het ontwerpen als het maken van het product onderricht. Later is dit overgenomen door de (vak)scholen. Ook hier is momenteel een trend waar te nemen om het vak al doende te leren. (leren door doen / learning by doing). Ook het bijhouden van wat er op het vakgebied gebeurt (levenslang leren) past in deze trend. Evolutionair gezien dient de oudere generatie de kennis op de jongere generatie over te dragen.

Industriële revolutie

De uitvindingen gedaan rond de 17^e eeuw baanden de weg voor de industriële revolutie. De stoommachine was de motor die figuurlijk en letterlijk aan de industriële revolutie de benodigde energie gaf. Kleine, ambachtelijke werkplaatsen groeiden uit tot grote fabrieken.

PUSH

Met de uitvinding van de massaproductie, de lopende band, is ook het PUSH productie principe uitgevonden. Zie figuur. Echter het PUSH systeem had een maar. 'Je kon elke kleur krijgen al het maar zwart is'. In het PUSH principe is er, in de productieketen, geen (directe) informatie omtrent de behoeftevraag.



Massaproductie

De producten die de lopende band uitspuugde dienden geschikt te zijn voor massaconsumptie. Bij het ontwerpen van deze producten en het inrichten van de productieprocessen, diende er voorafgaande aan de specificaties⁵ een gedegen marktonderzoek gedaan te worden. De geschiedenis leerde ons dat het ook wel eens mis ging. Onverkochte voorraden of nog erger failliete bedrijven waren dan het zichtbare gevolg.

Concurrentie op kosten

Door de uitvinding van de lopende band, door schaalvergroting en door leereffecten konden producten efficiënter gemaakt worden. Het bleek dat, als er meer producten gemaakt werden deze ook goedkoper gemaakt konden worden. De achterliggende reden hiervoor is, aan de ene kant dat er meer nagedacht kon worden over het inrichten van het productieproces, en aan de andere kant dat er meer geleerd kon worden. Elke verdubbeling van het aantal producten heeft een bepaald percentage efficiëntie verbetering tot gevolg. In wezen werd dit bereikt door het slim inrichten van het productieproces. De leercurve⁶ is in wezen een terugkoppelmechanisme. Als iets voor de eerste keer gemaakt wordt dan blijkt pas achteraf dat door het productieproces net iets slimmer in te richten het de volgende keer net iets gemakkelijker gaat. Dit "net iets" slimmer inrichten van het productieproces zijn in de praktijk vaak kleine dingen. Als voorbeeld het verplaatsen van een tafel zodat de loopafstanden kleiner worden.

Het gevolg van de concurrentie op kosten, in combinatie met de 'vrije markt', was dat de prijs van de producten zakte. Hierdoor konden meer mensen zich deze producten veroorloven. En omdat meer mensen zich deze producten konden veroorloven werd de vraag erna ook groter.

⁵ Zie White paper: De specificatie is het DNA van het ontwerp. <http://il.lico.nl/POP/Index.html>

⁶ Voor meer informatie zie <http://nl.wikipedia.org/wiki/Leercurve>

Parallel ontwikkelen

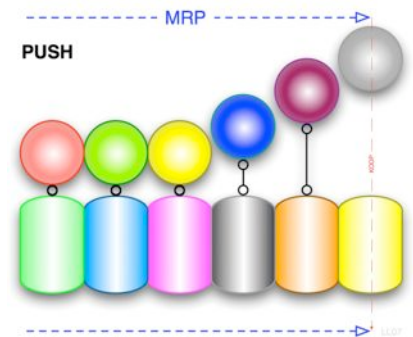
Met de uitvinding van de lopende band is er ook een scheiding tussen het ontwikkelen (bedenken) en het maken van een product ontstaan. De manier waarop een product ontwikkeld werd is ook een evolutieproces. In eerste instantie werd ook het ontwikkelproces gefragmenteerd. Werde eerst elke taak zoals, het bedenken van een concept, het specificeren, het maken van een ontwerp en het uitdetaileren door afzonderlijke personen gedaan. Nu is er een trend, gelijk aan die van het productieproces, van het gelijktijdig ontwikkelen van het product. Dit gelijktijdig ontwikkelen van het product wordt ook wel in goed Nederlands het "parallel ontwikkelen"⁷ genoemd.

MRP

Met de uitvinding van de computer werd het mogelijk om het PUSH systeem van klantinformatie te voorzien om aan beperkte wensen te kunnen voldoen (kleur van de auto). Deze informatie sturing, het MRP (Material Requirements Planning) systeem, stuurt de productie planning. Hiermee werd een beperking van PUSH systeem opgelost.

Concurrentie op kwaliteit

Om je als producent van de collega's te onderscheiden was het zaak om een betere kwaliteit te leveren. De introductie van het proces "kaizen"⁸, het continu verbeteren, maakte de volgende evolutiestap in het ontwikkel en productie proces mogelijk. In wezen is het "kaizen" een terugkoppelmechanismen van een leerproces. Het is leren van de fouten of het elimineren van de onvolkomenheden van het product. Omdat de wet van de remmende voorsprong de toenmalige Amerikaanse industrie in slaap had gesust nam Japan, die zijn industrie na de 2^e wereldoorlog weer geheel moest opbouwen, het voortouw.



Concurrentie op snelheid

In wezen waren er tot dan maar twee productieprocessen. Het PULL en het PUSH systeem. Het PULL systeem en het PUSH systeem al dan niet voorzien met een ERP sturing. Omdat de ontwikkeling steeds sneller plaatsvonden was het belangrijk om snel op nieuwe marktmogelijkheden te reageren. De uitvinding van de transistor maakt de elektronenbuis overbodig. Wie niet snel reageerde verloor de immer gaande strijd op kosten en op kwaliteit. Het PULL systeem is in theorie het systeem wat het snelst kan reageren. Immers als er geen vraag naar het product of de dienst is dan hoeft het niet meer gemaakt te worden. Echter bij nadere beschouwing blijkt dat er maar weinig zuiver PULL systemen zijn. Het merendeel van de ontwikkel en productie systemen zijn gecombineerde PULL en PUSH systemen. Zie figuur. Opeens bleek het belangrijk om de gehele productieketen⁹ in ogenschouw te nemen.

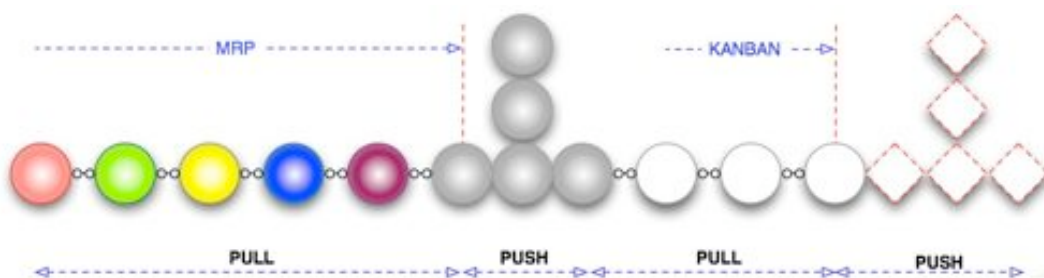


Fig. Productieketen (en: supply chain).

⁷ (en: concurrent engineering) Zie voor meer info: http://nl.wikipedia.org/wiki/Parallel_onthontwikkelen

⁸Japans voor "veranderen naar beter" of "verbetering"

⁹ (en: supply chain) Een productieketen is het economische proces van grondstof tot consument of gebruiker.

JIT

Met het Just in time (JIT) of het zo laat mogelijk principe werd de logistieke voorraad (zo goed mogelijk) beheerst. Het dwong de producenten in de productieketen om zelf voorraden aan te leggen. Immers de klant eiste gegarandeerde afleveringen. "De lopende band kan niet stil gelegd worden". Omdat het niet mogelijk was om altijd een fysieke lopende band te realiseren werden virtuele systemen zoals het Kanban en het Two Bin principe bedacht. Omdat de productieprocessen niet goed op elkaar afgestemd waren veroorzaakte deze manier van produceren voor "start" en "stop" problemen. Deze "start" en "stop" problemen kwamen verderop in de productieketen goed tot uiting. In theorie zou het allemaal naadloos op elkaar hebben moeten aansluiten, echter de praktijk was weerbarstiger.

TOC

Met de theory of constraints (TOC) kan in theorie "het knelpunt" in de gehele productieketen worden gemanaged. Door de aandacht op het knelpunt of de bottleneck te richten kan op een vrij eenvoudige manier de gehele productieketen gemanaged worden. Het nadeel van deze methode was dat in wezen alle ander processen een overcapaciteit hebben.

TQM

Met de invoering van het Total Quality Management (TQM) concept werd de TOC theorie min of meer verlaten. Immer het toverwoord heette toen "integrale kwaliteitszorg". In wezen is het TQM concept complementair aan het TOC concept.

BPR

Met het Business Process Reengineering (BPR) concept werden ook de kantoorprocessen onder de loep genomen.

SCM

Met het Supply Chain Management (SCM) werden vervolgens de onderlinge processen en de samenwerking met leveranciers en afnemers weer beter op elkaar afgestemd.

Lean manufacturing

In wezen is het doel van al deze concepten het creëren van een Lean manufacturing (Engels voor slanke productie). Het is een filosofie die erop gericht is om verspillingen in welke vorm dan ook tegen te gaan. Het is een filosofie om alle zaken die geen toegevoegde waarde hebben te elimineren. Het geloof is dat hierdoor uiteindelijk de kwaliteit omhoog en de productiekosten omlaag gaan. In de praktijk leidt dit vaak tot directe verbetering van het bedrijfsresultaat.

Snel reageren.

Uiteindelijk blijkt dat het alleen maar gaat om de snelheid. De snelheid van reageren op veranderende omstandigheden. Wie het snelst kan reageren heeft per definitie een voorsprong op de concurrent. Echter het blijkt dat de buffers, welke in de gehele productieketen aanwezig zijn, het snel reageren belemmeren. Buffers in de vorm van voorraden vertegenwoordigen kapitaal. Het is zonde om dit kapitaal weg te gooien!! Deze voorraden zijn er de oorzaak van dat als er gereageerd moet worden op marktwensen het maanden en soms jaren kan duren voordat de gehele productieketen op de hoogte is.

Buffers

Waarom zijn er in een productieproces eigenlijk buffers nodig?

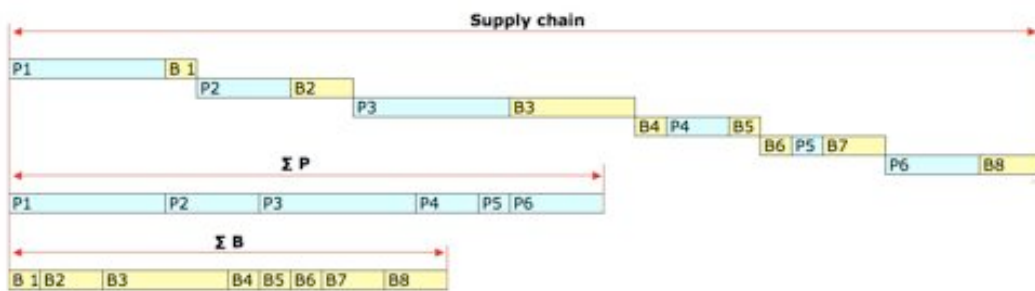


Fig. Supply chain. P1-6 Processen. B1-8 Buffers.

In de figuur "supply chain" is een willekeurige productieketen afgebeeld. In de afgebeelde keten zijn de processen P1 tot en met P6 en de buffers B1 tot en met B8 achter elkaar gezet en versimpelt weergegeven. Dit is in wezen de productieketen, in het engels de supply chain. In deze productieketen zitten processen die uitermate efficiënt kunnen verlopen. Neem als voorbeeld een proces met een capaciteit van 1000 items per dag. Het kan voorkomen dat er 1000 item per jaar benodigd zijn. Door het proces 1 dag te laten draaien wordt er voor een heel jaar geproduceerd. Deze voorraad moet in de vorm van buffers ergens blijven. Op zich zou dit, afgezien van de kosten voor opslag, niet zo er zijn als de vraag naar het product maar gegarandeerd is. Echter door de steeds snellere wijzigingscycli, beperkte levensduur van producten en aanloopkinderziekten is de kans zeer groot dat de buffers niet meer bruikbaar zijn. Deze buffers kunnen dan in het gunstige geval omgebouwd en in het ongunstige geval verschrot worden. Dus de buffers zijn in wezen potentiële verliesposten. In het voorbeeld van het proces wat in een dag de productie voor een heel jaar maakt is de kans groot dat het merendeel van het product niet gebruikt zal worden. Goedkoper is het dan om wat meer te investeren in omstelkosten en daardoor de buffervoorraden laag te houden.

Waarom zijn er eigenlijk buffers? Buffers zijn noodzakelijk om ervoor te zorgen dat de verderop gelegen productieprocessen niet stil vallen.

Immers als alle productieprocessen in de productieketen naadloos op elkaar afgestemd zouden zijn dan zijn er geen buffers noodzakelijk.

Celproductie.

Een voorbeeld om deze buffers te elimineren is de celproductie. De celproductie¹⁰ (en: cellulair manufacturing) is de volgende stap in de evolutie van het productieproces. Het is een autonoom productieproces. Het is een mengvorm van een serie- en een continue productie. De celproductie bestrijkt maar een gedeelte van de productieketen.

POLCA

Met het **P**aired-cell **O**verlapping **L**oops of **C**ards with **A**uthorization (POLCA¹¹) principe worden de productiecellen (virtueel) aan elkaar gekoppeld waardoor de vorming van buffers wordt voorkomen. De 'Kanban' melding wordt bij dit principe niet meer gebruikt als een opdracht, maar als een melding dat het product ontvangen kan worden.

Virtuele productie

De volgende logische stap in het evolutieproces is het koppelen van alle processen in de productieketen. Dit is dan ook de nieuwste trend. De "virtuele productie". Het is de uitkomst van alle eerder genomen evolutiestappen. Het is de informatieverknoping van alle processen in de productieketen. Door de voortschrijdende automatisering (onder andere internet) wordt het (nu) mogelijk om het gehele productie proces virtueel online aan elkaar te koppelen. Deze

¹⁰ Voor een beschrijving zie: <http://nl.wikipedia.org/wiki/Celproductie>

¹¹ Voor meer info zie: <http://nl.wikipedia.org/wiki/POLCA>

volgende stap in het evolutieproces wordt ook wel de "agile manufacturing"¹² genoemd. De productieprocessen en productieketen zijn online virtueel aan elkaar gekoppeld. De noodzaak voor het aanleggen van buffers is daarmee geheel verdwenen.

Virtuele ontwikkeling

Ook bij het ontwikkelen van een product gebeurt dit momenteel geheel virtueel. Met speciale softwarepakketten, die het ontwikkelproces ondersteunen, wordt het ontwikkelproces¹³ steeds verder geautomatiseerd. De "scheiding der taken" die met de uitvinding van de lopende band was begonnen wordt hiermee weer ongedaan gemaakt. Het virtueel produceren en het virtueel ontwikkelen zijn weer samengevoegd.

Virtuele klant

Voorafgaande aan het ultieme ontwikkelproces is het een eerste stap om de klant direct in het productontwikkelproces te betrekken. Analoog aan het Hardware-in-the-loop (HIL)¹⁴ begrip, het "Customer-in-the-loop (CIL)"¹⁵ principe. Momenteel worden vanuit de marketing hoek¹⁶ de eerste stappen in deze richting gezet. De intergratie met het ontwikkelproces is dan nog maar een kwestie van tijd.

Ultieme ontwikkeling en productie.

Het voorspellen van de toekomst is en blijft een hachelijke onderneming. Het extrapoleren van gegevens uit het verleden en deze vertalen naar de toekomst is de meest gangbare manier om de toekomst te voorspellen. Het kan zijn dat in de toekomst nog revolutionaire ontdekkingen in het verschiep liggen die ontwikkel en productieprocessen mogelijk maken die we ons nu niet voor kunnen stellen. De natuur maakt gebruik van het replicatie principe¹⁷. Met het "rapid prototyping"¹⁸ principe is het mogelijk om met een apparaat, wat gevoed wordt met energie, grondstoffen, en informatie, elk product te maken. Dus de meest ultieme productieproces vorm is het ter plekke maken van het product. Deze meest ultieme manier om iets te produceren is het "materialisator"¹⁹ principe. Het materialiseren van virtuele informatie. Op elke plek waar zich een "materialisator" bevindt kan om het even elk product gemaakt worden.

Bij het ontwikkelen van een product is een van de meest complexe fasen in het gehele ontwikkelproces het vertalen van een klantbehoefte in een product wat in deze behoefte voorziet. Het is dus te voorspellen dat in het ontwikkelproces het "gehele" spectrum van kennis en kunde wordt aangesproken. Met de momentele snelle ontwikkelingen op automatiseringsgebied moet dit in de (niet al te verre) toekomst mogelijk zijn.

In wezen is dan het ultieme ontwikkel en productieproces:

"Het direct vertalen van de klantbehoefte in een concreet product of dienst."

Opmerkingen, van welke aard ook, zijn altijd welkom.

December, 2007 Laurens

Aanvulling februari, 2008

¹² Letterlijke vertaling: to move quickly and easily

¹³ Voor een opsomming van ontwikkelprocessen zie: <http://nl.wikipedia.org/wiki/Categorie:Ontwerpmethodologie>

¹⁴ Voor het begrip virtuele simulatie zie: <http://nl.wikipedia.org/wiki/HIL-simulatie>

¹⁵ Een begrip wat in het marketing jargon begint te verschijnen.

¹⁶ Zie voor meer informatie: http://nl.wikipedia.org/wiki/Customer_Relationship_Management

¹⁷ Het verdubbelen van het DNA is een voorbeeld van het replicatie principe.

¹⁸ Voor een beschrijving zie: http://nl.wikipedia.org/wiki/Rapid_Prototyping

¹⁹ Een begrip in de SF. Het vorm geven aan materie. (materialisator = materie + rialisator)