



Datamodel analyse – Fokker 4.0

BACHELOR OPDRACHT TECHNISCHE BEDRIJFSKUNDE

SHARON BOOGERT, 14 AUGUSTUS 2017

FOKKER AEROSTRUCTURES | Edisonstraat 1, Hoogeveen

Document

Titel: Datamodel analyse
Ondertitel: Bachelor opdracht Technische Bedrijfskunde
Datum: 14-08-2017
Plaats: Hoogeveen

Auteur

Sharon Boogert
Bachelor Technische Bedrijfskunde

Fokker Aerostructures

Edisonstraat 1
7903 AN Hoogeveen
Nederland
(0)78 641 9911

Universiteit Twente

Drienerlolaan 5
7522 NB Enschede
Nederland
(0)53 489 9111

Externe begeleider

Dhr. E. Bruins
Processpecialist
(0)528 285677
erik.bruins@fokker.com

Begeleider Universiteit Twente

Dr. H. Heerkens
Behavioural Management and
Social Sciences
Universiteit Twente

Tweede lezer Universiteit Twente

Dr. P.C. Schuur
Behavioural Management and
Social Sciences
Universiteit Twente

Voorwoord

De aanleiding voor het schrijven van dit verslag is het afronden van de bacheloropleiding Technische Bedrijfskunde aan de Universiteit Twente. Deze bachelor opdracht is uitgevoerd bij Fokker Aerostructures BV, een divisie van GKN Aerospace, te Hoogeveen. Deze afstudeerstage heeft plaats gevonden van 18 april tot en met 7 juli 2017.

De periode bij Fokker heb ik als zeer leerzaam ervaren. Graag wil ik alle medewerkers bedanken die tijd en energie in mij hebben gestoken voor het slagen van dit onderzoek. In het bijzonder wil ik Erik Bruins bedanken voor de begeleiding en fijne samenwerking. Daarnaast wil ik graag Hans Heerkens en Peter Schuur bedanken voor de begeleiding vanuit de universiteit. Tot slot wil ik graag mijn familie bedanken voor de steun en feedback. Mede dankzij de hulp van alle boven genoemden is het verslag in deze vorm tot stand gekomen.

Sharon Boogert,

Enschede, augustus 2017

Managementsamenvatting

Fokker Aerostructures te Hoogeveen is anderhalf jaar bezig met het project Fokker 4.0. De eerste fase van dit project focust zich op het digitaliseren van de aansturing en administratie van de productie. Door deze digitaliseringsslag wordt het mogelijk om op ieder moment, oftewel real-time, inzicht te krijgen in het productieproces. De achterliggende gedachten voor het verhogen van het inzicht in het productieproces is het sneller herkennen en vinden van fouten. Met behulp van Fokker 4.0 moet het afkeurpercentage van de geproduceerde producten gereduceerd worden. Op dit moment zijn alleen de afdelingen productievoorbereiding, productie, planning en kwaliteit in de scope van dit project. Fokker verwacht dat overige afdelingen, zoals onderhoud en financiën wellicht ook baat hebben bij de implementatie van Fokker 4.0. Echter omdat deze afdelingen geen product gerelateerde activiteiten uitvoeren, zijn deze afdelingen op dit moment niet betrokken in de scope van Fokker 4.0.

Het doel van dit onderzoek is het in kaart brengen van de informatiebehoefte van de verschillende afdelingen. Ook voor de afdelingen die nu nog niet in de scope Fokker 4.0 zitten.

De informatiebehoefte moet helder en eenduidig zijn, voordat de digitalisering geïmplementeerd kan worden. Het complete overzicht van deze informatiebehoefte ontbreekt op dit moment. Naast het in kaart brengen van de informatiebehoefte wordt er een prioritering aangebracht die de volgende vraag beantwoordt:

Met welke afdeling moet de implementatie van Fokker 4.0 starten en met welke soort data moet deze data implementatie gestart worden?

Om dit doel te kunnen bereiken zijn er verschillende onderzoeksvragen beantwoord. Deze onderzoeksvragen zijn:

- 1. Hoe zitten de huidige processen van de verschillende afdelingen binnen Fokker Hoogeveen in elkaar?**
- 2. Wat is de informatiebehoefte per afdeling indien Fokker 4.0 geïmplementeerd wordt?**
- 3. Met welke afdeling moet de implementatie van Fokker 4.0 starten? Voor het volledig beantwoorden van deze vraag moet er ook een keuze gemaakt worden over welke de soort data waarmee de implementatie gestart moet worden.**

De onderzoeksvragen vormen de structuur van dit onderzoek. De start van dit onderzoek begon met het uitvoeren van een procesanalyse. De procesanalyse heeft antwoord gegeven op kennisvraag één en is uitgevoerd om de verschillende processen te kunnen begrijpen. Na de procesanalyse is een behoefteanalyse uitgevoerd om de benodigde en gewenste data per afdeling te achterhalen. Zowel de behoefteanalyse als de procesanalyse zijn uitgevoerd door middel van interviews met de diverse stakeholders. Door middel van de behoefteanalyse is

kennisvraag twee beantwoord. Van de resultaten van de behoefteanalyse is het datamodel gemaakt.

Om de kennisvraag drie te beantwoorden is de data in het datamodel gecategoriseerd in verschillende datacategorieën zoals machinedata, productdata enzovoort. Vervolgens is een beslissingsmatrix opgesteld. Met behulp van deze matrix is de gecategoriseerde data beoordeeld. Met behulp van deze uitkomst is er een conclusie getrokken.

De uitkomst gaf aan dat de datacategorie machinedata van de afdeling onderhoud de hoogste prioriteit heeft. Door de digitalisatie van deze data wordt het mogelijk om inzicht te creëren in de productiestatus van machines. Zo kan er onder andere gemonitord worden wanneer machines in storing zijn, hoeveel draaiuren een machine heeft en wat het stroomverbruik is.

De afdeling productie met de datacategorie productdata scoorde één punt lager dan de afdeling onderhoud. Door de productiedata te digitaliseren worden de producten traceerbaar door de productiehal. Door de traceerbaarheid van een product wordt duidelijk op welke momenten de bewerkingen zijn uitgevoerd en met wat voor soort bewerking het product bewerkt is.

Aangezien de afdeling onderhoud niet in de directe scope ligt van Fokker 4.0 en de toegevoegde waarde van inzichtelijkheid in machinedata twijfelachtig is wanneer productdata niet inzichtelijk is, wordt er aanbevolen om de digitalisatie van de productdata van de afdeling productie allereerst volledig af te ronden. Het advies is om de machinedata van de afdeling onderhoud en de omgevingsfactoren van de afdeling facilitair daarna te digitaliseren.

Vervolgens worden er nog vier aanbevelingen gedaan. De procesanalyse kan een basis vormen voor nieuwe medewerkers of stagiaires om de processen binnen Fokker sneller te begrijpen. Om dit verder uit te werken kan er een “process flow diagram” gemaakt worden. Ten tweede kunnen de beschreven wensen geïmplementeerd worden door middel van Fokker 4.0. Dit is op dit moment nog niet mogelijk omdat er nog veel wensen bij de verschillende afdelingen zijn die nu niet in de scope van Fokker 4.0 passen. Bijvoorbeeld, afdeling onderhoud wil graag de botheid van de voorsnijmessen monitoren, maar de status van het project Fokker 4.0 is nog niet ver genoeg om deze behoeften te verwezenlijken. Hierdoor zijn deze wensen nog niet realiseerbaar en wordt het aangeraden om dit in de toekomst wel te digitaliseren.

Ten derde kunnen de datacomponenten in het datamodel gedetailleerder uitgewerkt worden, dat is niet in dit onderzoek gebeurd omdat de scope van het onderzoek daarvoor te breed is. Tot slot is er een aanbeveling gemaakt op een aangrenzend vlak van Fokker 4.0, met betrekking tot Lean management om de hoeveelheid onderhanden werk te verminderen. Mijn aanbeveling hierbij is om dit concept verder uit te werken. Bij deze verdere uitwerking kan er gekeken

worden naar de mogelijkheden met dit concept. De gevolgen, kosten kunnen onderzocht worden door middel van vervolgonderzoek.

Inhoudsopgave

Voorwoord.....	ii
Managementsamenvatting	lii
Begrippenlijst.....	x
Lijst met figuren	xi
Lijst met tabellen.....	xii
Hoofdstuk 1: Introductie van het onderzoek	1
1.1 Kader van de opdracht.....	1
1.2 Bedrijfsprofiel	1
1.3 Probleemidentificatie.....	1
1.3.1 Fokker 4.0	1
1.3.2 De opdracht	2
1.3.3 De verwachte uitkomsten van het onderzoek	3
1.3.4 Probleemkluwen	3
1.3.5 Kern- en kennisprobleem	3
1.3.6 Samenhang kernprobleem en afstudeeronderzoek	4
1.3.7 Probleemaanpak.....	4
1.3.8 Onderzoeksvragen.....	5
1.3.9 Belanghebbenden	5
1.4 Beperkingen van het verslag	6
1.5 Resultaten van het onderzoek	6
1.6 Opbouw van het verslag	6
Hoofdstuk 2: Fokker 4.0.....	9
2.1 Wat is Fokker 4.0?	9
2.2 Scope van Fokker 4.0	9
2.3 Verandering van de documentatieprocedure.....	10
2.4 Componenten van Fokker 4.0.....	11
2.5 Conclusie.....	12
Hoofdstuk 3: Theoretisch kader	13

3.1 Industry 4.0	13
3.2 Internet of Things (IoT)	15
3.3 Cyber-Physical System (CPS)	15
3.4 Huidige status van implementatie Industry 4.0	18
3.5 Samenhang theorie en probleemstelling opdracht	18
3.5 Conclusie.....	19
Hoofdstuk 4. Procesanalyse composieten afdelingen	21
4.1 Perspectieven voor een procesanalyse	21
4.2 De procesanalyse.....	22
4.2.1 Productievoorbereiding.....	22
4.2.2 Composiet productie	24
4.2.3 Planning	25
4.2.4 Inkoop.....	26
4.2.5 Facilitair	26
4.2.6 Human Resource Management	27
4.2.7 Financiën	27
4.2.8 Onderhoud.....	27
4.2.9 Kwaliteit	28
4.3 Conclusie.....	29
Hoofdstuk 5: Behoeftanalyse Fokker 4.0	30
5.1 Techniek voor het uitvoeren van een behoeftanalyse.....	30
5.2 Behoeftanalyse – algemene bevindingen	31
5.3 Behoeftanalyse – afdeling composieten productie.....	32
5.3.1 Voorsnijden.....	32
5.3.2 Lamineren	33
5.3.3 Autoclaaf	34
5.3.4 Verspanen	35
5.3.5 Meetbank, lasertracker en handmetingen	37
5.3.6 NDO.....	38

5.4 Behoeftanalyse – afdeling planning	39
5.5 Behoeftanalyse – afdeling inkoop	41
5.6 Behoeftanalyse – afdeling facilitair	42
5.7 Behoeftanalyse – afdeling kwaliteit	42
5.8 Behoeftanalyse – afdeling onderhoud	44
5.8.1 Schetsing van een gedetailleerder dataverzameling.....	45
5.9 Behoeftanalyse – afdeling HRM.....	46
5.10 Behoeftanalyse – afdeling productievoorbereiding	47
5.11 Behoeftanalyse – afdeling financiën.....	48
5.12 Conclusie.....	48
Hoofdstuk 6: Beschrijving van het datamodel	49
6.1.1 Opbouw van het datamodel	49
6.1.2 Relaties in het datamodel	50
6.1.3 Identificaties datamodel	50
6.1.4 Legenda van het datamodel.....	51
6.2 Beschrijving van datacomponenten.....	52
Hoofdstuk 7: Prioritering van het datamodel	53
7.1 De beslissing beschrijven	53
7.2 Het beslissingsproces vaststellen	53
7.3 Criteria opstellen.....	54
7.4 Criteria van een schaal voorzien	54
7.5 Gewichten geven aan criteria	55
7.5 Overzicht van alternatieven.....	56
7.5.1 Alternatieven	56
7.5.2 Categorisering van benodigde en gewenste data	57
7.6 Het resultaat genereren	57
7.6.1 Uitleg beslissingsmatrix	57
7.6.2 Uitkomst beslissingsmatrix.....	57
7.6 Conclusie.....	58

Hoofdstuk 8: Conclusie en aanbevelingen.....	59
8.1 Conclusie van het onderzoek.....	59
8.2 Aanbevelingen.....	61
Verwijzingen	63
Appendix A: Template interviews.....	64
Appendix B: Betekenis van de datacomponenten	66
Appendix C: Betekenis van de criteriapunten.....	70
Appendix D: Betekenis van de schaalpunten voor criteria.....	72
Appendix E: Toelichting van de gewichten per criteriapunt	76
Appendix F: Categorisering van datacomponenten per afdeling.....	77
Appendix G: Uitkomst beslissingsmatrix	80
Appendix H: Datamodel.....	81
Appendix I: Theoretisch concept Lean en Kanban implementatie	97
Aanleiding bedenken theoretisch concept.....	97
Uitwerking huidige werkwijze	97
Uitwerking theoretisch concept	98
Wachtrijmodel voor autoclaaf (en verspanen)	100
Appendix J – Logboek.....	102

Begrippenlijst

AHP	Analytical Hierarchy Process
BV	Bewerkingsvoorschrift
COC	Certificate of Conformance
ERP	Enterprise Resource Planning
INBL	Instructieblad
KPI	Key Performance Indicator
LMS	Learning Management System
LPS	Laser Projectie Systeem
NC	Non-conformance
NDO	Niet Destructief Onderzoek
PE-Tool	Product-Engineering tool
PI	Proces Instructies
PV	Productievoorbereiding
RFID	Radio-frequency identification
TDM	Tool Data Management
TPD	Technisch Product Documentatie

Lijst met figuren

Figuur 1: Logo	1
Figuur 2: Samenhang afdeling, datagebied, datacategorieën en datacomponenten	2
Figuur 3: Probleemkluwen	4
Figuur 4: Logo Fokker 4.0	9
Figuur 5: Visualisatie componenten Fokker 4.0	12
Figuur 6: Industriële revoluties	13
Figuur 7: Visualisatie virtual reality	14
Figuur 8: 5 level CPS-structuur	16
Figuur 9: Voorbeeld technieken 5 level CPS structuur.....	17
Figuur 10: Visualisatie mogelijk dashboard Cyber- Physical system.....	18
Figuur 11: Samenhang componenten Industry 4.0	19
Figuur 12: Verschillende afdelingen binnen composieten fabriek.....	21
Figuur 13: Overzicht verschillende perspectieven procesanalyse	22
Figuur 14: Mogelijke productflow door composieten fabriek.....	24
Figuur 15: Voorbeeld geproduceerd product A380.....	25
Figuur 16: Voorsnijden.....	32
Figuur 17: Autoclaaf	34
Figuur 18: Wenselijke situatie afdeling planning.....	40
Figuur 19: Uitkomst beslissingsmatrix.....	80
Figuur 20: Vriezer	81
Figuur 21: Productiestap voorsnijden	82
Figuur 22: Productiestap lamineren	83
Figuur 23: Aanbrengen honingraat / schuimkern.....	84
Figuur 24: Drukzak aanbrengen	85
Figuur 25: Wachtruimte	86
Figuur 26: Productiestap autoclaaf	87
Figuur 27: Lossen van het product	88
Figuur 28: Productiestap NDO.....	89
Figuur 29: Reparatie van het product.....	90
Figuur 30: Productiestap verspanen.....	91
Figuur 31: Productiestap CMM & Lasertracker	92
Figuur 32: Handmeten van het product.....	93
Figuur 33: Sealen/coaten van het product.....	94
Figuur 34: Spuiten van het product.....	95
Figuur 35: Magazijn.....	96
Figuur 36: Huidige aansturing productieproces.....	98

Figuur 37: Nieuwe aansturing productie.....	100
Figuur 38: Visualisatie wachtrijen voor autoclaaf.....	101

Lijst met tabellen

Tabel 1: Machinedata afdeling onderhoud	46
Tabel 2: "Identifiers" entiteiten	51
Tabel 3: Betekenis letters in datamodel	52
Tabel 4: Betekenis van schaalpunten	54
Tabel 5: Toelichting MoSCow-regel.....	55
Tabel 6: Toekenning gewicht aan MoSCow-regel.....	55
Tabel 7: Toekenning van gewicht aan criteriapunt.....	56
Tabel 8: Uitkomst van de beslissingsmatrix	57
Tabel 9: Betekenis algemene datacomponenten klantorder	66
Tabel 10: Betekenis algemene datacomponenten product	66
Tabel 11: Betekenis algemene datacomponenten materiaal.....	67
Tabel 12: Betekenis algemene datacomponenten machine	67
Tabel 13: Betekenis algemene datacomponenten werknemer	67
Tabel 14: Betekenis specifieke datacomponenten product	68
Tabel 15: Betekenis specifieke datacomponenten machine	69
Tabel 16: Betekenis van de criteriapunten	71
Tabel 17: Betekenis schaalpunten criteriapunt 1	72
Tabel 18: Betekenis schaalpunten criteriapunt 2	72
Tabel 19: Betekenis schaalpunten criteriapunt 3	73
Tabel 20: Betekenis schaalpunten criteriapunt 4	73
Tabel 21: Betekenis schaalpunten criteriapunt 5	74
Tabel 22: Betekenis schaalpunten criteriapunt 6	74
Tabel 23: Betekenis schaalpunten criteriapunt 7	75
Tabel 24: Toelichting gewicht per criteriapunt.....	76
Tabel 25: Categorisering van datacomponenten productievoorbereiding	77
Tabel 26: Categorisering van datacomponenten productie	77
Tabel 27: Categorisering van datacomponenten planning	78
Tabel 28: Categorisering van datacomponenten inkoop.....	78
Tabel 29: Categorisering van datacomponenten facilitair.....	78
Tabel 30: Categorisering van datacomponenten HRM	78
Tabel 31: Categorisering van datacomponenten kwaliteit.....	79
Tabel 32: Categorisering van datacomponenten onderhoud	79

Hoofdstuk 1: Introductie van het onderzoek

In dit hoofdstuk wordt het bedrijfsprofiel met de te onderzoeken opdracht beschreven. Vervolgens wordt het onderzoeksprobleem geïdentificeerd en het plan van aanpak beschreven. Ten slotte worden de belanghebbenden, de uiteindelijke inleverpunten, de beperking van dit verslag en de opbouw van dit verslag beschreven.

1.1 Kader van de opdracht

Dit verslag is geschreven in het kader van de afronding van de bachelor Technische Bedrijfskunde aan de Universiteit Twente. Gedurende tien weken wordt er een vraagstuk uit de praktijk onderzocht. Daarnaast wordt er een passende aanbeveling voor dit vraagstuk gemaakt. Het onderzoek heeft plaats gevonden bij Fokker Aerostructures BV, een divisie van GKN Aerospace binnen de afdeling composieten op de locatie Hoogeveen. In de rest van het verslag wordt de term Fokker gebruikt.

1.2 Bedrijfsprofiel

Fokker ontwerpt, ontwikkelt en produceert geavanceerde structurele componenten, zoals staarten, vleugel- en rompdelen voor de commerciële, militaire lucht- en ruimtevaartindustrie. De combinatie van creativiteit, innovatie, technische kennis en een ervaring in de luchtvaartindustrie die teruggaat tot de begintijd van de luchtvaart, stelt Fokker in staat wereldbekende luchtvaartbedrijven zoals Boeing, Airbus, Lockheed Martin en Gulfstream moderne oplossingen aan te bieden. Fokker heeft vestigingen in Papendrecht, Hoogeveen, Hoofddorp, Woensdrecht en Helmond.



Figuur 1: Logo

1.3 Probleemidentificatie

In de onderstaande paragrafen worden aspecten die de probleemidentificatie benadrukken uitgelegd.

1.3.1 Fokker 4.0

Binnen Fokker loopt het programma WCCS (World Class Composite Solutions). Binnen dit programma is er een project gestart genaamd Fokker 4.0.

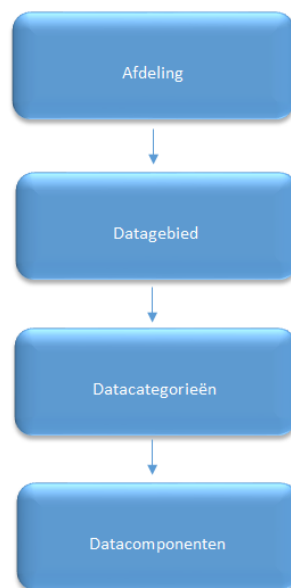
Fokker 4.0 richt zich op dit moment op het digitaliseren van de aansturing en administratie van de productie. Hiermee wil men een solide basis leggen om zo de benodigde “data” te kunnen koppelen en analyseren. De naam Fokker 4.0 refereert naar de term Industry 4.0. De betekenissen van Fokker 4.0 en Industry 4.0 worden in hoofdstuk 2 en 3 uitgelegd.

1.3.2 De opdracht

Op dit moment wordt er gewerkt aan het bouwen van een basis voor het opslaan, analyseren en koppelen van data. Op dit moment zijn alleen de afdelingen productievoorbereiding, productie, planning en kwaliteit betrokken bij het project Fokker 4.0. Daarnaast zijn er nog andere afdelingen zoals HRM, financiën en onderhoud. Deze afdelingen wensen digitale informatie.

Datagebied: *De digitale informatie die een afdeling wil gebruiken.*

Een datagebied is onderdeel van een afdeling, namelijk het gedeelte dat behoefte heeft aan digitale informatie. Bijvoorbeeld, afdeling productie heeft interesse in een bepaald datagebied. De definitie van een datagebied is samen met de projectleider van Fokker 4.0 en mijn begeleider vastgesteld.



Figuur 2: Samenhang afdeling, datagebied, datacategorieën en datacomponenten

In het bovenstaande figuur is de verhouding tussen een afdeling, datagebied, een datacategorie en datacomponenten aangegeven. Een afdeling, bijvoorbeeld productie heeft één datagebied: het datagebied van productie. Dit datagebied kan uit meerdere datacategorieën bestaan, bijvoorbeeld machinedata of productdata. Deze categorieën bestaan vervolgens weer uit datacomponenten. Een voorbeeld van een datacomponent is productordernummer. Dit datacomponent is onderdeel van de datacategorie productdata.

Het doel van dit onderzoek is het in kaart brengen van de informatiebehoefte van de verschillende afdelingen, ook van de afdelingen die niet direct in de scope van Fokker 4.0 zitten. Daarnaast moet een prioritering aangebracht worden die de volgende vraag beantwoordt:

Met welke afdeling moet de implementatie van Fokker 4.0 starten en met welke soort data moet deze data implementatie gestart worden?

Het in kaart brengen van deze behoefte wordt zowel tekstueel als doormiddel van een datamodel gedaan. In het datamodel wordt een overzicht gegeven van te digitaliseren datacomponenten.

Er moet een prioritering aangebracht worden omdat het niet mogelijk is om alle datacomponenten van alle datagebieden direct digitaal beschikbaar te krijgen. Door de behoefte en mogelijkheden per datagebied te onderzoeken kan deze prioritering met behulp van een beslissingsmatrix bepaald worden. Uiteindelijk wordt er een aanbeveling gedaan welke data van een afdeling het beste als eerst geïmplementeerd kan worden in Fokker 4.0.

1.3.3 De verwachte uitkomsten van het onderzoek

Per afdeling worden de volgende punten uitgewerkt:

1. Procesanalyse: Door de procesanalyse wordt de huidige manier van werken per datagebied toegelicht. Het dient als basis voor het begrijpen van de gewenste verandering door Fokker 4.0. Deze procesanalyse wordt gedaan door interviews te houden met belanghebbende personen van een afdeling.
2. Behoeftanalyse: Door de behoefteanalyse wordt de gewenste verandering per datagebied achterhaald. Daarnaast worden de benodigde datacomponenten voor deze verandering door de behoefteanalyse bepaald. Ook de behoefteanalyse is uitgevoerd door middel van interviews met belanghebbende personen van een afdeling.
3. Datamodel: Er wordt een datamodel gemaakt dat een overzicht geeft van de benodigde en gewenste datacomponenten per datagebied. Het datamodel is gemaakt met behulp van de informatie uit de behoefteanalyse.

Uiteindelijk wordt er een aanbeveling gegeven over de prioritering in verslag vorm.

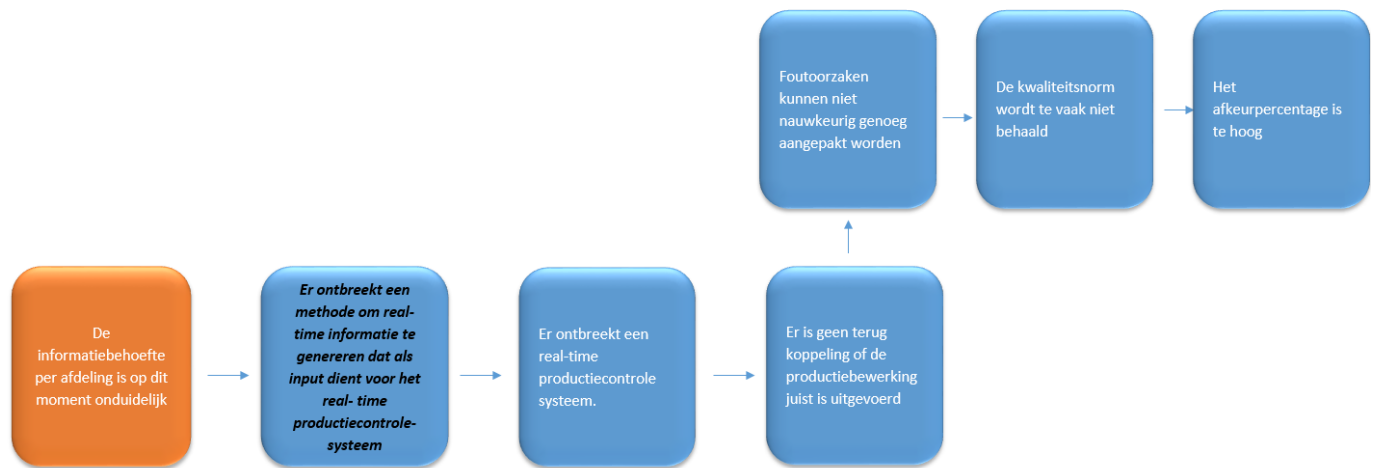
1.3.4 Probleemkluwen

In figuur drie wordt de probleemkluwen weergegeven. In het blokje met de vetgedrukte zwarte tekst staat het kernprobleem weergegeven: **Er ontbreekt een methode om real-time informatie te genereren die als input dient voor het real-time productiecontrolesysteem.**

1.3.5 Kern- en kennisprobleem

Om een methode te kunnen ontwikkelen waarmee real-time informatie gegenereerd wordt voor een real-time productiecontrole systeem moet bekend zijn welke informatie voor dit systeem benodigd is. Dit is afgebeeld in het oranje blokje in figuur 1. Het oranje blokje geeft aan dat het

om een kennisprobleem gaat. De blauwe blokjes geven aan dat het om een handelingsprobleem gaat.



Figuur 3: Probleemkluwen

Wanneer het kernprobleem opgelost wordt is het mogelijk om te controleren of handelingen in het productieproces juist zijn uitgevoerd. Hierdoor is het mogelijk om foutoorzaken eerder te herkennen en dan de bron van deze fout aan te pakken. Fokker verwacht dat het afkeurpercentage hierdoor uiteindelijk zal afnemen.

1.3.6 Samenhang kernprobleem en afstudeeronderzoek

Tijdens mijn afstudeerstage wordt de informatiebehoefte van de verschillende afdelingen in kaart gebracht. Het onderzoek doen naar de deze informatiebehoefte vormt de basis voor het digitaliseren van de aansturing en administratie van de productie. Hierdoor wordt het duidelijk welke informatie benodigd en gewenst is voor een afdeling. Kortom, dit onderzoek zal een bijdrage leveren aan het implementeren van Fokker 4.0. Daarnaast wordt er een aanbeveling gemaakt over de prioritering van digitalisering van datacategorieën.

1.3.7 Probleemaanpak

In paragraaf 1.3.5 “Kernprobleem” is het handelingsprobleem geformuleerd dat onderzocht wordt tijdens dit onderzoek. In deze paragraaf wordt er toegelicht hoe dit probleem aangepakt gaat worden.

Voor het oplossen van het geformuleerde probleem wordt de Algemeen Bedrijfskundige Probleemaanpak (ABP) gebruikt als methodiek. (Heerkens & van Winden, 2012)

De ABP bestaat uit zeven fasen:

1. De probleemidentificatie
2. De formulering van de probleemaanpak

3. De probleemanalyse
4. De formulering van alternatieve oplossingen
5. De beslissing
6. De implementatie
7. De evaluatie

De fasen zes en zeven vallen buiten de scope van dit onderzoek. Omdat er tijdens het uitvoeren van de geen systeem geïmplementeerd wordt, vindt er geen implementatie, fase zes en evaluatie, fase zeven plaats.

De eerste twee fasen van de ABP, de probleemidentificatie en formulering van de probleemaanpak zijn in de voorbereiding op het onderzoek uitgevoerd.

De derde fase van de ABP: de probleemanalyse, wordt in dit onderzoek uitgevoerd door een procesanalyse en een behoefteanalyse. Met de procesanalyse wordt de huidige werkwijze onderzocht. Met de behoefteanalyse wordt de informatiebehoefte van de verschillende afdelingen onderzocht. Deze informatiebehoefte dient als invoer voor het te maken datamodel. Dit datamodel wordt ook in de derde fase van de ABP gemaakt.

Tijdens de vierde fase van de ABP: formulering van alternatieve oplossingen, wordt criteria opgesteld. Deze criteriapunten worden gebruikt voor het beoordelen van alternatieven in de beslissingsmatrix. Fase vier wordt uitgewerkt in hoofdstuk 7 van dit verslag.

In de vijfde fase van de ABP: de beslissing, wordt de prioritering van afdelingen voor de implementatie van Fokker 4.0 door middel van een beslissingsmatrix gemaakt. Met behulp van het resultaat van de beslissing worden de conclusie en aanbeveling geschreven.

1.3.8 Onderzoeksvragen

Om een bijdrage te kunnen leveren aan het beschreven kernprobleem zijn er drie onderzoeksvragen opgesteld.

- 4. Hoe zitten de huidige processen van de verschillende afdelingen binnen Fokker Hoogeveen in elkaar?**
- 5. Wat is de informatiebehoefte per afdeling indien Fokker 4.0 geïmplementeerd wordt?**
- 6. Met welke afdeling moet de implementatie van Fokker 4.0 starten en met welke soort data moet deze implementatie gestart worden?**

Deze drie bovenstaande onderzoeksvragen worden onderzocht tijdens dit onderzoek.

1.3.9 Belanghebbenden

Binnen het uit te voeren onderzoek zijn er diverse belanghebbenden voor het uit te voeren onderzoek. Deze belanghebbenden worden hieronder opgenoemd.

1. Erik Bruins, hij is de opdrachtgever en begeleider tijdens dit onderzoek
2. Steven Hengeveld, de projectleider van Fokker 4.0 en tevens de tweede begeleider.
3. Stakeholders van verschillende afdelingen waarmee een interview is uitgevoerd.
4. Werknemers die in de toekomst met Fokker 4.0 gaan werken.
5. Ikzelf als opdrachtnemer.

1.4 Beperkingen van het verslag

Diverse beperkingen die van invloed zijn op het resultaat van dit onderzoek worden in de onderstaande paragraaf genoemd.

- Vanwege de duur van dit onderzoek is de omvang van dit onderzoek beperkt tot de composietenfabriek. Dit betekent dat de overige divisies: samenbouw, de metaalafdeling, special products en de spuitrij niet betrokken worden in het onderzoek.
- De gegevens voor zowel de procesanalyse als de behoefteanalyse zijn verzameld door middel van interviews. Doordat interviews gebruikt zijn om informatie te verzamelen kan het zijn dat de informatie niet volledig is. Er wordt geprobeerd om dit te voorkomen door met meerdere belanghebbenden van een specifieke afdeling te praten. Zo wordt er een beeld van een afdeling door meerdere mensen gecreëerd. Daarnaast wordt er gebruik gemaakt van standaard interviewtemplate die gezamenlijk opgesteld is met mijn begeleider en een systematische aanpak van de interviews, waardoor uiteenlopende uitkomsten van de verschillende interviews zoveel mogelijk voorkomen wordt. Het interviewtemplate kan teruggevonden worden in appendix A.
- Vanwege de duur van dit onderzoek is de verzamelde data op een algemeen niveau. Dit betekent dat de beslissing ook genomen is op algemeen niveau. Omdat het project Fokker 4.0 nu nog in de beginfase is, sluit het niveau van dit onderzoek goed aan bij de fase van het project. De datacomponenten die weergegeven zijn in het datamodel zijn ook van algemeen niveau, maar dit vormt geen probleem omdat dit goed aansluit bij de wensen van Fokker op dit moment. In de toekomst is het mogelijk om het detailniveau van deze datacomponenten verder te specificeren.

1.5 Resultaten van het onderzoek

Door middel van dit onderzoek wordt er een datamodel gemaakt. In dit datamodel worden de datacomponenten weergegeven die gedigitaliseerd moeten worden voor Fokker 4.0. Het model wordt gemaakt met behulp van het programma Microsoft Visio en is bewerkbaar voor Fokker.

1.6 Opbouw van het verslag

Dit verslag is opgebouwd uit diverse hoofdstukken. De structuur van de hoofdstukken is gebaseerd op de gebruikte methodologie in de probleemaanpak. Daarnaast zijn er nog twee

aanvullende hoofdstukken. Deze hoofdstukken zijn hoofdstuk 2. Fokker 4.0 en hoofdstuk 3. Theoretisch kader. In het tweede hoofdstuk, Fokker 4.0, wordt het project “Fokker 4.0” uitgelegd. Hiervoor is gekozen vanwege de complexiteit van dit project. In het derde hoofdstuk wordt de achterliggende theorie van deze opdracht uitgelegd. Hiermee wordt dit onderzoek geplaatst in het theoretisch kader. Na dit hoofdstuk worden de stappen van de probleemaanpak gevolgd. Dit betekent dat het vierde hoofdstuk uit een procesanalyse zal bestaan. Hierin wordt de huidige werkwijze toegelicht. Het vijfde hoofdstuk bestaat uit de behoefteanalyse, waarin de gewenste informatiebehoefte per afdeling beschreven wordt. In het zesde hoofdstuk wordt het gemaakte datamodel toegelicht. Hoofdstuk zeven bestaat uit de prioritering van het datamodel. In dit hoofdstuk wordt de manier van beslissen toegelicht. In het laatste hoofdstuk, hoofdstuk 8 wordt er een conclusie getrokken en wordt er een aanbeveling gedaan. Na deze hoofdstukken volgen er appendices. In de hoofdstukken zal er verwezen worden naar deze appendices indien nodig.

Hoofdstuk 2: Fokker 4.0

In dit hoofdstuk wordt uitgelegd wat Fokker 4.0 is. Er wordt toegelicht wat de achterliggende gedachten zijn voor het starten van dit project. Daarnaast worden de benodigde componenten voor dit systeem toegelicht.



Figuur 4: Logo Fokker 4.0

2.1 Wat is Fokker 4.0?

Fokker 4.0 is een innovatieproject gericht op optimalisatie en digitalisatie van de bedrijfsvoering. In de eerste fase is Fokker 4.0 gericht op het digitaliseren van de aansturing en administratie van het productieproces. Dit betekent dat de fabriek papierloos wordt. Het doel van het ontwikkelen van dit project is het reduceren van het aantal gemaakte fouten in de fabriek. De centrale visie voor dit project wordt omschreven als: *“Zero Defect Factory”*.

“Key business drivers” in dit project zijn:

- Het verhogen van de procescontrole.
- Het verhogen van efficiëntie doordat papierenadministratie overbodig wordt.
- Het minimaliseren van non-recurring processen.
- Het mogelijk maken van hoge volume productie.

“Key business drivers” zijn condities die essentieel zijn voor de voortgang en de groei van een bedrijf of een project. Deze “key business drivers” zijn van belang voor Fokker omdat zij in de toekomst in staat willen zijn om hogere volumes te kunnen produceren. Om zo te kunnen blijven concurreren met andere vliegtuigproducenten.

2.2 Scope van Fokker 4.0

Fases

Zoals eerder genoemd is Fokker 4.0 in de eerste fase gericht op het digitaliseren van de aansturing en administratie methode van het productieproces. Dit betekent dat er digitale

product-, machine-, werknemer- en omgevingsdata verzameld moet worden. Deze digitale basis maakt de tweede fase van Fokker 4.0 mogelijk. Deze fase richt zich op het maken van beslissingen op basis van historische data. Voor het maken van deze beslissingen zullen analytische methoden gebruikt worden. Deze fase gaat echter pas later in de toekomst plaats vinden. Dit onderzoek focust zich alleen op de eerste fase van Fokker 4.0.

Afdelingen

De afdelingen die in de scope van de eerste fase van Fokker 4.0 vallen zijn productievoorbereiding, productie, planning en kwaliteit. Deze keuze is door het management gemaakt omdat deze afdeling een directe relatie hebben met het produceren van producten. De overige afdelingen hebben geen direct relatie met het produceren van producten. Deze afdelingen vallen dan ook voor de eerste fase van Fokker 4.0 buiten de scope.

2.3 Verandering van de documentatieprocedure

Huidige documentatieprocedure

In de huidige documentatieprocedure wordt vrijgave van materiaal handmatig genoteerd. Wanneer het materiaal tijdens de productie bewerkt wordt, wordt productiedata handmatig genoteerd. Tijdens het productieproces gaat de routing als papieren instructies met de order mee. Op deze routing staan de productiestappen beschreven die een order moet doorlopen. Op deze routing moet iedere bewerkingssap fysiek afgestempeld worden. Naast deze routing bestaat er een technische productie documentatie (TPD). Deze TPD is op dit moment in de vorm van een PDF-bestand. De operator moet uit deze TPD zelf de benodigde informatie per productiestap opzoeken, dit gebeurt door het scannen van een barcode per productiestap. Wanneer een operator een productiestap heeft afgerond, verwerkt hij deze informatie in het tijdregistratie systeem (TRS). In dit systeem wordt de uren registratie voor de werknemers verwerkt. Door de ingevoerde informatie in TRS wordt een order traceerbaar. In deze gereed melding en de verwerking zit vertraging. Hierdoor is het op dit moment niet mogelijk om de orderstatus real-time te kunnen controleren. Daarnaast is het door het gebruik van papierenadministratie niet mogelijk om data op te slaan en daar in de toekomst analyses op uit te voeren.

Gewenste documentatieprocedure

Na het implementeren van de eerste fase van Fokker 4.0 is de documentatieprocedure gedigitaliseerd. De instructies worden digitaal en taakgericht naar een operator verstuurd. Dit betekent dat de operator stapsgewijs de benodigde informatie binnenkrijgt. De operator stempelt de uitgevoerde taken dan digitaal af. Kortom, er hoeft geen fysieke handtekening meer gezet te worden. Verschillende data over de bewerking van een product, bijvoorbeeld productdata, wordt opgeslagen en verzameld in een database. Door deze opgeslagen data

worden data-analyses mogelijk gemaakt. Door deze analyses kan de productstatus, bijvoorbeeld locatie van een product in de fabriek, beter gemonitord worden. Doordat data over het gehele proces wordt opgeslagen, kan het product over het gehele proces real-time gevolgd worden.

Voordelen die bij deze digitale documentatieprocedure ontstaan zijn:

- Een product kan ieder moment getraceerd worden, door het real-time productie controlesysteem.
- Documenten kunnen niet meer zoekraken (door papierverlies).
- Er wordt niet meer met de hand geschreven, waardoor mogelijke (schrijf) fouten met het nieuwe systeem beperkt worden.
- De stempels die de kwaliteit van het product waarborgen worden gedigitaliseerd.

2.4 Componenten van Fokker 4.0

Voor het realiseren van dit project zijn diverse nieuwe systemen nodig. In deze paragraaf worden de nieuwe systemen en componenten toegelicht.

1. Product Engineering-Tool (PE-tool): In deze tool worden taakgerichte instructies gemaakt. Deze tool vervangt de routing, Technische Product Documentatie en de Proces Instructies. Dit systeem wordt gebruikt voor documentatie.
2. Job-manager: De operator werkt via dit systeem aan taakgerichte instructies. De taakgerichte instructies worden op dit systeem afgevinkt en bevoegd om producten goed te keuren. De job manager vraagt de benodigde instructies op uit de PE-tool. De PE-tool dient als input voor de job-manager. De operator logt in op de job manager met zijn werknemerspas. Wanneer de operator ingelogd is, kan hij of zij aan de slag met de taakgerichte instructies vanuit de PE-tool. Kortom, de job manager vraagt instructies vanuit de PE-tool op, daarnaast worden de instructies afgerond in de job manager.
3. Digitaal Product Dossier (DPD): Dit is een database waarin alle product gerelateerde data wordt opgeslagen. Via de DPD wordt een order traceerbaar. Traceerbaarheid door de fabriek is van belang om de productstatus te kunnen monitoren.
4. Planningsmanager: Via deze tool kunnen de planners een centrale planning maken. Via de planningsmanager weet de job-manager welke order er geproduceerd moet worden.

In figuur 5 worden de componenten van het Fokker 4.0 systeem gevisualiseerd.



Figuur 5: Visualisatie componenten Fokker 4.0

2.5 Conclusie

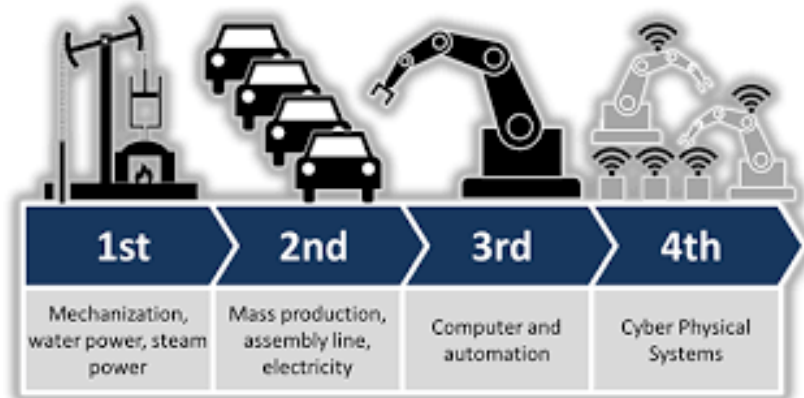
In dit hoofdstuk is uitleg gegeven over het project Fokker 4.0. Fokker 4.0 betekent in de eerste fase het digitaliseren van de aansturing en administratie van het productieproces. De afdelingen die binnen de scope van de eerste fase van Fokker 4.0 vallen zijn productievoorbereiding, productie, planning en kwaliteit. Deze keuze is gemaakt door het management. Door het digitaliseren ontstaan er diverse voordelen. Deze voordelen zijn: het verhogen van de procescontrole, het verhogen van de efficiëntie doordat papier overbodig wordt, het minimaliseren van non-recurring processen en het mogelijk maken van hogere volumes productie. Om dit project te realiseren zijn diverse componenten benodigd, deze componenten zijn 1. De Product Engineering-tool, 2. Job manager, 3. Planningsmanger en 4. Digitaal Product Dossier. Dit hoofdstuk is geschreven omdat het inzicht geeft in de werking en doelen van het project Fokker 4.0. Deze informatie is nodig om de rest van dit onderzoek te begrijpen. In het volgende hoofdstuk wordt er gesproken over de theorie die ten gronde ligt aan het project Fokker 4.0. Fokker 4.0 zal in het volgende hoofdstuk geplaatst worden in een theoretisch kader.

Hoofdstuk 3: Theoretisch kader

In dit hoofdstuk wordt het algemene theoretische perspectief toegelicht. De opdracht wordt geplaatst in een theoretisch kader. Het algemene perspectief dat voor deze bacheloropdracht wordt gebruikt is Industry 4.0. Industry 4.0 hangt samen met onder andere Internet of Things (Iot) en een Cyber-Physical System. De samenhang tussen deze verschillende theorieën en de plaatsing van dit onderzoek in een theoretisch kader worden toegelicht in dit hoofdstuk. De vragen die in dit hoofdstuk beantwoord worden zijn:

- Hoe kan Industry 4.0 omschreven worden?
- Wat is nodig om Industry 4.0 te implementeren in de bedrijfsvoering?

3.1 Industry 4.0



Figuur 6: Industriële revoluties

Industry 4.0 is een term die de vierde industriële revolutie beschrijft. In deze paragraaf wordt een definitie gegeven van Industry 4.0, waarna de betekenis hiervan wordt toegelicht.

In de theorie wordt Industry 4.0 gedefinieerd als:

The Industry 4.0 describes a Cyber-Physical System (CPS) oriented production system that integrates production facilities, warehousing systems, logistics, and even social requirements to establish the global value creation networks. (Frazzon, 2013)

In andere woorden, Industry 4.0 is de vierde industriële revolutie die de hele supply chain integreert via een Cyber-Physical System, de betekenis van een Cyber-Physical System wordt later toegelicht. Er zijn drie dimensies die essentieel zijn voor Industry 4.0. (Stock & Seliger, 2013)

Deze drie dimensies zijn;

1. *Horizontal integration across the entire value chain network.*

2. *Vertical integration and networked manufacturing systems.*
3. *End – to – end engineering across the entire product life cycle.*

Horizontale integratie is de integratie in de fabriek zelf. In het geval van Industry 4.0 betekent het de connectie tussen verschillende IT-systemen.

Verticale integratie geeft aan dat alle activiteiten van een bedrijf, die zich op hetzelfde niveau bevinden, digitaal met elkaar verbonden moeten worden. Bijvoorbeeld: de manier van communicatie met leveranciers, producenten en afnemers.

Om horizontale integratie mogelijk te maken is end – to – end engineering nodig. End – to end - engineering zorgt voor de digitale connectie tussen alle fases van een product. Dit wordt gerealiseerd door een Cyber Physical System.

Een voorbeeld dat vaak genoemd wordt bij Industry 4.0 is virtual reality. Virtual reality is de realiteit tussen de “echte” en “virtuele” wereld. Het wordt mogelijk gemaakt door een virtual reality bril. Via deze bril krijgt de werknemers virtuele instructies. Virtual reality kan gebruikt worden bij bijvoorbeeld het assembleren van producten. De medewerker ziet een digitaal beeld waar hij instructies op krijgt waardoor hij de reparatie aan een machine juist kan voltooien. Zoals het voorbeeld op het onderstaande figuur. Het is een voorbeeld van Industry 4.0 omdat op deze manier het gemaakte fouten gereduceerd wordt. Daarnaast kunnen de gedigitaliseerde taken gemonitord worden en kan er gecontroleerd worden of de taken juist zijn uitgevoerd.



Figuur 7: Visualisatie virtual reality

3.2 Internet of Things (IoT)

Om een Industry 4.0 bedrijfsvoering mogelijk te maken is Internet of Things (IoT) benodigd. Internet of Things wordt gedefinieerd als:

Interconnection of sensing and actuating devices providing the ability to share information across platforms through a unified framework, developing a common operating picture for enabling innovative applications. (Gubbi, Buyya, Marusic, & Palaniswami, 2013).

Internet of Things verzamelt en verstuurt data die verzameld wordt met behulp van sensoren, bijvoorbeeld machines en producten. Deze sensoren verzamelen de data en maken het mogelijk om informatie onderling te delen via bijvoorbeeld een applicatie of een dashboard.

Een voorbeeld van IoT is terug te vinden bij Tesla. Tesla verzamelt en verstuurt data van alle Tesla auto's. Daarbij wordt het mogelijk om systemen in een auto op afstand te updaten, waardoor de auto niet terug hoeft naar de dealer voor service van systemen. Daarnaast is Tesla in staat om de status en overige data van een auto te monitoren, via de data die een Tesla auto verstuurt via het internet. Kortom, er wordt een netwerk van databronnen opgebouwd, waarbij de data verzamelt en verstuurd wordt via het internet.

3.3 Cyber-Physical System (CPS)

Om gebruik te kunnen maken van Internet of Things moet er een digitale basis gelegd worden om connectie tussen verschillende apparaten mogelijk te maken. Deze digitale basis kan gelegd worden door een Cyber-Physical system (CPS). Dit systeem wordt als volgt gedefinieerd:

Cyber-Physical Systems (CPS) is defined as transformative technologies for managing interconnected systems between its physical assets and computational capabilities. (Lee, Bagheri, & Kao, 2015)

In andere woorden, een CPS is een systeem die het mogelijk maakt om fysiek, bijvoorbeeld via een dashboard, weer te geven wat er op dat moment (real-time) in het (productie)proces gebeurt. De twee voornaamste componenten van een CPS zijn:

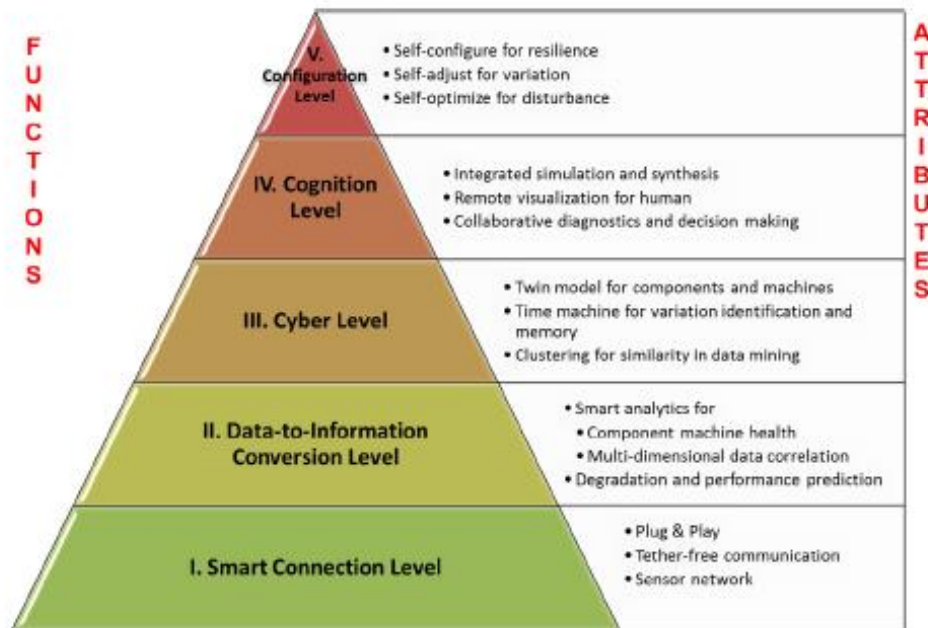
1. *Real-time data acquisition from the physical world,*
 2. *The cyber-space is constructed by intelligent data-management and analytics.*
- (Lee, Bagheri, & Kao, 2015)

De betekenis van deze twee voornaamste componenten kan als volgt uitgelegd worden:

1. Het verzamelen van fysieke datacomponenten op ieder moment, oftewel real-time. Bijvoorbeeld het verzamelen van machinedata; draaiuren, gebruikte tooling, welke

producten er bewerkt worden, die op ieder moment weergegeven wordt door een systeem.

2. Wanneer er data verzameld wordt is het mogelijk om deze data te analyseren en op basis van deze analyses beslissingen te nemen. Het voornaamste verschil tussen deze twee componenten is dat het eerste punt zorgt voor de dataverzameling terwijl het tweede punt analyses met deze verzamelde data mogelijk maakt.



Figuur 8: 5 level CPS-structuur

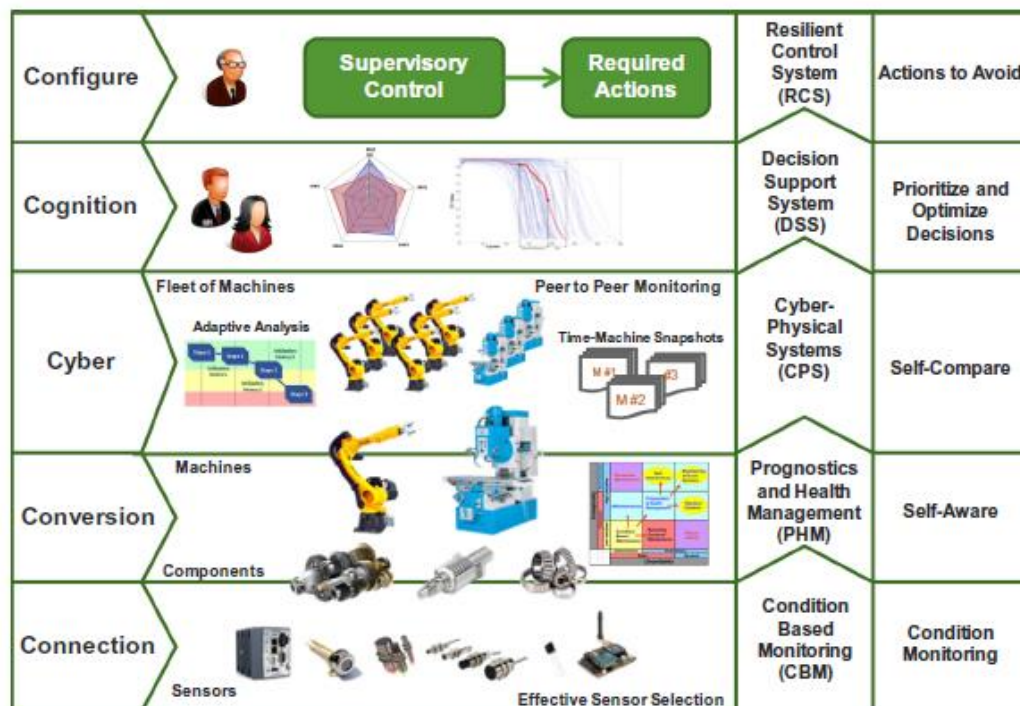
Voor het implementeren van CPS is een methodologie bedacht. Deze methodologie wordt “CPS 5C level architecture” genoemd. Het is een structuur die uit vijf verschillende stappen bestaat. De vijf verschillende stappen van het bovenstaande figuur zullen stap voor stap toegelicht worden.

- **Stap 1: Smart connection:** Het verkrijgen van accurate en betrouwbare data van producten en opererende machines is de eerste stap die verricht moet worden voor het ontwikkelen van een CPS. Deze data kan gemeten of verkregen worden door het gebruik van sensoren of chips, bijvoorbeeld RFID. Daarnaast kan deze data ook uit bedrijfssystemen gehaald worden, zoals het ERP-systeem. Voor het succesvol uitvoeren van deze stap zijn twee punten van belang. Allereerst moet er vastgesteld worden wat voor soort data verkregen moet worden. Daarnaast is het belangrijk dat de juiste systemen/sensoren geïnstalleerd worden om het data vergaren mogelijk te maken.
- **Stap 2: Data-to-information conversion:** Nadat de data verkregen is door sensoren of systemen, moet er uit deze data bruikbare informatie gehaald worden. Deze stap geeft self-awareness aan machines. Self-awareness is: in staat zijn om de vorige maar ook vooral huidige conditie van de machine weer te geven. (Lee, Bagheri, & Kao, 2015)
- **Stap 3: Cyberlevel:** In de derde stap wordt de verkregen data van 1 machine verstuurd naar de server. Daar komt alle informatie van de verschillende machines samen. De

machines samen worden ook wel de machine fleet genoemd. Zo ontstaat er een inzicht over de individuele machines ten opzichte van de machine fleet. Prestaties van machines kunnen zo vergeleken worden.

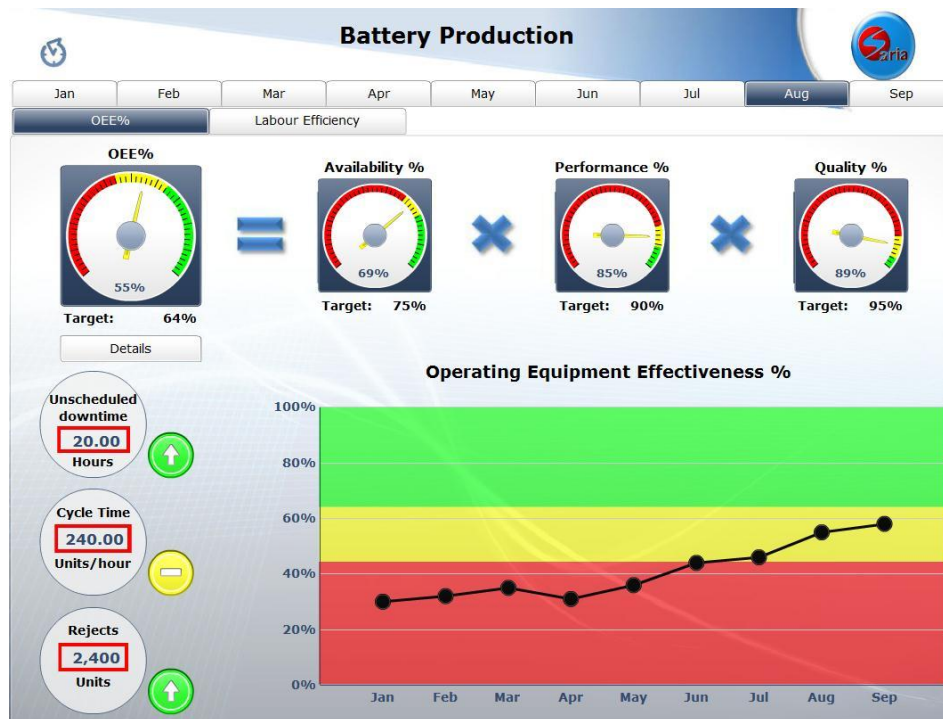
- **Stap 4: Cognition level:** Wanneer de data van de verschillende machines verzameld is, moet deze juist gepresenteerd worden, dit kan bijvoorbeeld door middel van een computer dashboard. Met behulp van dit dashboard kunnen gegevens uitgelezen worden door werknemers, waardoor er een beslissing gemaakt kan worden over een individuele machine, maar ook over de gehele “machine fleet”.

- **Stap 5: Configuration level:** In deze laatste stap wordt de verkregen data fysiek gebruikt. Dit niveau functioneert als controleerfase om zo de machines “self-configuring” “self-adaptive” te maken. Op dit niveau kunnen er correctieve maar ook preventieve beslissingen gemaakt worden.



Figuur 9: Voorbeeld technieken 5 level CPS structuur

Een voorbeeld van een CPS is het monitoren van machinestatus via een dashboard. CPS maakt real-time data-analyses mogelijk via de data die verzameld wordt in een database. Door het monitoren wordt het mogelijk om bijvoorbeeld de efficiëntie van een machinetoel te monitoren. In het onderstaande figuur wordt een mogelijk dashboard weergegeven.



Figuur 10: Visualisatie mogelijk dashboard Cyber- Physical system

Het verschil tussen een Cyber-Physical System en Internet of Things is dat met een CPS je data van een machine, product etc. kunt verzamelen en monitoren. Door middel van een CPS wordt er een connectie gelegd tussen een fysieke en digitale component. Het fysieke component voert een activiteit uit, de digitale component geeft dit weer via een dashboard. Via Internet of Things wordt het mogelijk om deze data te verzamelen en versturen via het internet. Internet of Things maakt het mogelijk om meerdere Cyber-Physical Systems met elkaar te laten communiceren.

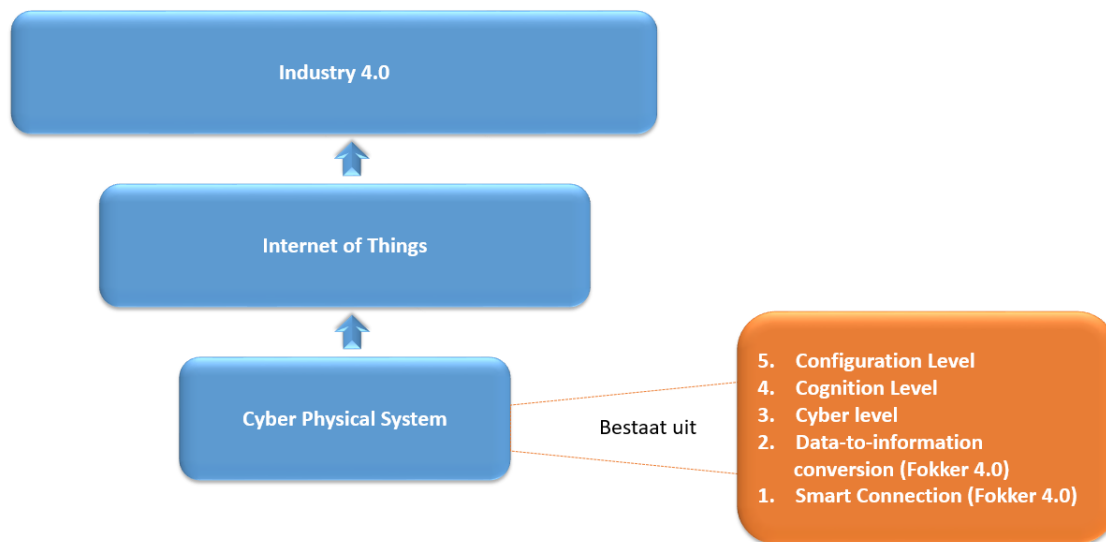
3.4 Huidige status van implementatie Industry 4.0

Op dit moment is Industry 4.0 nog niet in zijn volledigheid bij een bedrijf geïmplementeerd. Wel zijn er bedrijven waarvan delen van Industry 4.0 al geïmplementeerd zijn. Bijvoorbeeld een Overall Equipment Effectiveness systeem bij diverse bedrijven is in de basis een Cyber-Physical System. Daarnaast is het voorbeeld van Tesla al eerder genoemd. Het invoeren van software-updates op afstand kan gezien worden als implementatie van Internet of Things. Al met al zijn er op dit moment geen bedrijven die Industry 4.0 al in zijn volledigheid uitvoeren. Wel is het mogelijk om aspecten van Industry 4.0 in te voeren. Zoals virtual reality of een Cyber-Physical System.

3.5 Samenhang theorie en probleemstelling opdracht

Met behulp van dit onderzoek wordt de digitale informatiebehoefte in kaart gebracht. Door het in kaart brengen van deze informatiebehoefte wordt de basis gelegd voor de eerste stap van de

“5 level CPS structure: Smart Connection Level”. In het onderstaande figuur wordt mijn eigen interpretatie van de samenhang tussen de besproken termen, Industry 4.0, Internet of Things en CPS, weergegeven. Omdat er in de theorie geen eenduidige samenhang tussen de verschillende componenten gevisualiseerd wordt, heb ik zelf een figuur gemaakt. Ook is de huidige status van Fokker 4.0 gepositioneerd in dit figuur. Uit dit figuur kan gehaald worden dat er altijd eerst een CPS gecreëerd moet worden. Daarna wordt Internet of Things mogelijk gemaakt. Wanneer de volledige supply chain geïntegreerd is via Internet of Things kan er gesproken worden over Industry 4.0. Kortom, de term Industry 4.0 is velen malen breder dan een CPS.



Figuur 11: Samenhang componenten Industry 4.0

3.5 Conclusie

Dit hoofdstuk heeft de achterliggende theorie van Fokker 4.0 toegelicht. Aan het begin van dit hoofdstuk zijn twee vragen opgesteld die beantwoord worden door middel van dit hoofdstuk. Deze vragen zijn:

- Hoe kan Industry 4.0 omschreven worden?
- Wat is nodig om Industry 4.0 te implementeren in de bedrijfsvoering?

Het antwoord op de eerste vraag kan samengevat worden als: Industry 4.0 is de vierde industriële revolutie die de hele supply chain integreert via een Cyber-Physical System. Hiervoor zijn drie dimensies benodigd:

1. Horizontale integratie: De integratie in de fabriek zelf. In het geval van Industry 4.0 betekent het de connectie tussen verschillende IT-systemen.

2. Verticale integratie: Geeft aan dat alle activiteiten van een bedrijf, die zich op hetzelfde niveau bevinden, digitaal met elkaar verbonden moeten worden.
3. End – to – end engineering: Dit wordt gerealiseerd door een Cyber Physical System.

Het antwoord op de tweede vraag is als volgt: voordat Industry 4.0 mogelijk gemaakt kan worden is Internet of Things binnen een bedrijf nodig. Internet of Things is een manier van het verzamelen en versturen van data. Met Internet of Things wordt data verzameld en verstuurd door middel van sensoren. Om gebruik te kunnen maken van Internet of Things is er een Cyber Physical System nodig. Dit systeem creëert een digitale basis en maakt connectie tussen verschillende apparaten mogelijk en bestaat uit vijf stappen. De huidige fase van Fokker 4.0 kan geplaatst worden in dit theoretische kader. Momenteel is Fokker bezig met de eerste stap van een CPS: 1: “Smart connection”. Dit onderzoek geeft aan welke data er verzameld moet worden. Kortom, met behulp van dit onderzoek wordt er een bijdrage geleverd aan de eerste stap van een CPS. Het verschil tussen een CPS en Internet of Things is dat er met een CPS een connectie gemaakt wordt tussen een fysieke, bijvoorbeeld machine, en digitale component. Het digitale component is dan het dashboard van een machine waar de gegevens van een machine op het moment zelf weergegeven worden. Internet of Things maakt connectie tussen verschillende Cyber Physical Systems mogelijk, via het internet.

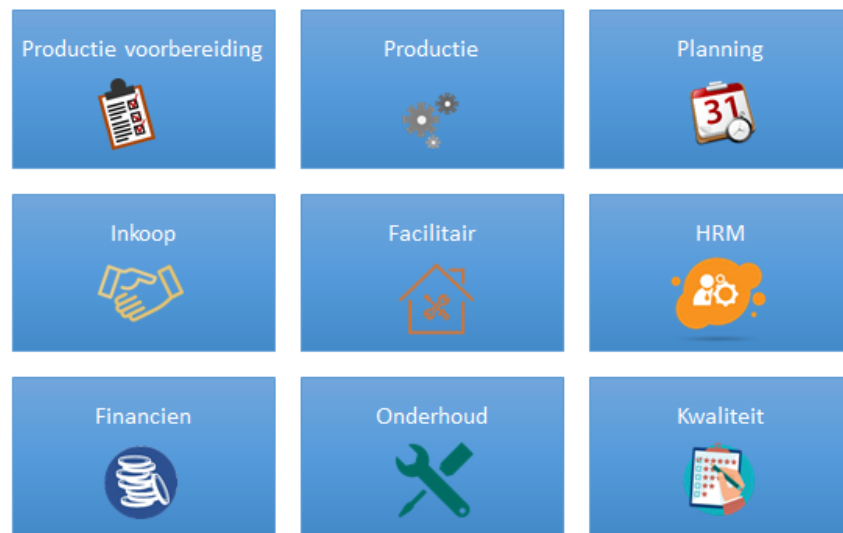
Op dit moment is Industry 4.0 nog niet in zijn volledigheid geïmplementeerd. Wel is het zijn er delen van deze theorie geïmplementeerd. Zoals bijvoorbeeld een Overall Equipment Effectiveness systeem en wordt er geëxperimenteerd met virtual reality.

In de volgende hoofdstukken wordt de data verzameld die nodig is om een Cyber Physical System bij Fokker in de toekomst mogelijk te maken. De theoretische uitleg over onder andere een Cyber Physical System is een basis waar in de volgende hoofdstukken mee verder gewerkt wordt.

Hoofdstuk 4. Procesanalyse composieten afdelingen

In dit hoofdstuk wordt een procesanalyse van de verschillende afdelingen binnen de composieten fabriek gemaakt. Allereerst worden de verschillende afdelingen binnen Fokker Hoogeveen toegelicht. Daarna wordt de procesanalyse per afdeling geven. Om het huidige proces beter te begrijpen wordt er een procesanalyse uitgevoerd. Dit wordt gedaan door te kijken naar de stappen en taken die per proces verricht of uitgevoerd worden.

De afdelingen waarover een procesanalyse wordt uitgevoerd zijn afgebeeld in onderstaand figuur.



Figuur 12: Verschillende afdelingen binnen composieten fabriek

4.1 Perspectieven voor een procesanalyse

De procesanalyse wordt uitgevoerd door middel van interviews met belanghebbenden van de verschillende afdelingen. Om de procesanalyse op een systematische manier te kunnen uitvoeren is er een standaard interviewtemplate opgesteld samen met mijn begeleider, voordat de interviews afgenomen waren. Dit template is gebruikt bij iedere afdeling. Het template kan gevonden worden in appendix A. De werkwijze van het uitvoeren van deze interviews is als volgt, allereerst wordt het doel van de procesanalyse duidelijk uitgelegd. Vervolgens wordt er

gevraagd naar de algemene activiteiten die een afdeling uitvoert. Daarna worden de gebruikte systemen besproken met de bijbehorende voor- en nadelen.

Omdat de vragen in dit opgestelde template gestructureerd zijn, wordt er aangenomen dat de antwoorden van de werknemers die geïnterviewd worden, hetzelfde zijn over een veranderende tijdsperiode mits de omstandigheden in het bedrijf gelijk zijn.

Een proces kan bekeken worden vanuit diverse perspectieven. Mogelijke perspectieven die gebruikt kunnen worden tijdens een procesanalyse zijn: 1. *The functional view*, 2. *The behavioural view* 3. *The organisational view* en 4. *The informational view*. (Bal, 1998) Met de “functional view” wordt er gekeken naar de activiteiten die er binnen dat proces uitgevoerd worden. Met deze “functional view” worden de activiteiten weergegeven die uitgevoerd worden door werknemers. Met de “behavioural view” wordt er gekeken naar wanneer en hoe een proces uitgevoerd wordt. Met de “organisational view” wordt er bekeken wie het proces uitvoert. Met de “informational view” wordt de informatie of data die gebruikt wordt tijdens het proces geanalyseerd. Tijdens de procesanalyse wordt er gekeken naar de activiteiten per afdeling. Dit betekent dat de “functional view” gebruikt wordt tijdens deze procesanalyse.



Figuur 13: Overzicht verschillende perspectieven procesanalyse

4.2 De procesanalyse

In deze paragraaf wordt een procesanalyse per afdeling gemaakt. In deze procesanalyse is de huidige werkwijze van de verschillende afdelingen beschreven.

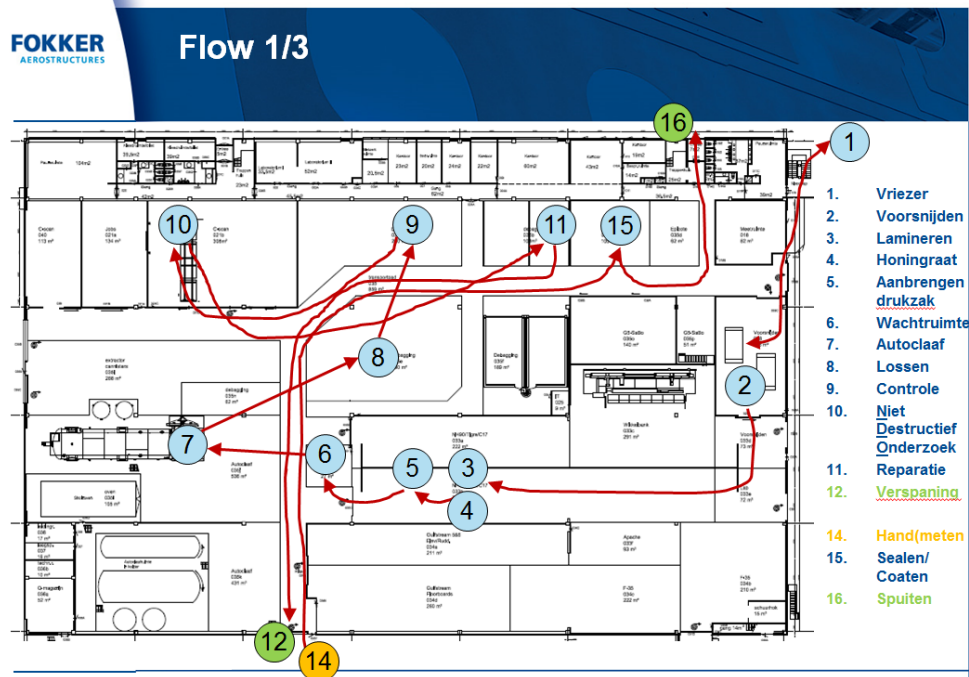
4.2.1 Productievoorbereiding

Productievoorbereiding is verantwoordelijk voor de documentatie/instructie voor productie. Het werk van de afdeling productievoorbereiding is te onderscheiden in twee gedeelten; recurring en non-recurring documentatie. Non-recurring betekent nieuw documentatie werk wanneer er een product geproduceerd moet worden, dat nog niet eerder geproduceerd is. Alle documenten voor dit product moeten gemaakt worden. Recurring werk betekent dat de documenten al eerder geschreven zijn maar dat de documentatie aangepast wordt.

Op dit moment wordt op drie verschillende niveaus gedocumenteerd.

1. **Product niveau:** Op dit niveau worden de routing en de Technisch Product Documentatie (TPD) gemaakt. Dit niveau is specifiek voor een product. Routings zijn documenten die per product aangeven welke productiestappen er voor dat product benodigd zijn en in welke volgorde deze productiestappen uitgevoerd moeten worden.
In de technisch product documentatie (TPD) worden bewerkingen per productiestap toegelicht. Hierin staan de benodigde bewerkingen, hoe deze uitgevoerd moeten worden en de benodigde materialen per bewerkingstap.
2. **Proces informatie:** Voor dit niveau worden Proces Instructies (PI) gemaakt. Proces Instructies gelden voor families van producten. Dit zijn producten die bijna identiek zijn. Deze producten hebben in de basis dezelfde bewerkingen nodig. Daarom hoeft er voor een familie van producten niet volledige losse documentatie gemaakt te worden, maar kan de documentatie voor enkele stappen voor meerdere producten gebruikt worden. Bewerkingen die proces gerelateerd zijn worden daar genoteerd want die gelden voor een gehele familie. Anders wordt een TPD veel te groot.
In de proces instructies (PI) worden aanvullende eisen per handeling voorgeschreven, indien van toepassing.
3. **Vakmanschap:** Op dit niveau wordt voornamelijk gekeken naar instructies die vermeld moeten worden in de basisopleiding van het personeel. Het gaat hier om algemene instructies. Bijvoorbeeld, laat je persoonlijke stempel niet onbeheerd achter. Dit wordt als een apart deel gezien omdat men dit niet wil invoegen op product- of procesniveau.

4.2.2 Composiet productie



Figuur 14: Mogelijke productflow door composieten fabriek

Er zijn zestien verschillende productiestappen binnen de composiet fabriek. In deze paragraaf wordt de basisfunctionaliteit van deze zestien stappen globaal beschreven. Niet iedere order doorloopt al deze zestien stappen. De stappen zijn afgebeeld in het onderstaande figuur. De benodigde bewerkingsstappen verschillen per product.

Wanneer een thermoset composiet product ingepland staat voor bewerking moet het uit de vriezer (1) gehaald worden. Het product gaat daarna naar de eerste productiestap, de voorsnijafdeling (2). Hier worden lamellen gesneden uit composietrollen. Bij het voorsnijden worden de lamellen in de vereiste afmeting gesneden. Vervolgens gaat het product naar de lamineer afdeling (3). Tijdens het lamineren wordt de gesneden lamellen handmatig op een mal gelegd en gevormd. Eventueel wordt er honingraat (4) toegevoegd om het product stijver te maken. Na deze stap wordt er een drukzak aan het product toegevoegd (5), om later in de autoclaaf een drukverschil te kunnen creëren. Door het gebruik van een drukzak kan de lucht in deze zak in de autoclaaf weggezogen worden. Door het wegzuigen van de lucht onder de zak wordt het product op de mal gedrukt, waardoor het product definitief gevormd wordt.

Na het aanbrengen van deze drukzak moet het product eventueel wachten in de wachtruimte (6). Indien er niet gewacht hoeft te worden kan het product direct doorgestuurd worden naar de autoclaaf (7). In deze autoclaaf wordt het product gevormd door drukverschil. In de autoclaaf worden druk, temperatuur en vacuüm afzonderlijk geregeld. Thermoharders worden in de

autoclaaf uitgehard en thermoplasten worden geconsolideerd. Wanneer het product gevormd is moet het product van de mal gehaald worden. Dit wordt ook wel lossen genoemd en vindt plaats in stap 8 van dit composiet proces. Na het lossen wordt het product visueel gecontroleerd (9).

Na deze visuele controle komt het product bij de NDO-afdeling (10). Dit is een afkorting voor Niet Destructief Onderzoek. Deze term houdt in dat het product onderzocht wordt op inwendige fouten, zonder het materiaal te beschadigen. Bij composieten wordt hiervoor ultrasoon geluid gebruikt. Kort gezegd worden ultrasone golven door het product gestuurd en teruggekaatst, wanneer deze golven op de berekende tijd terug gekeerd worden betekent dit dat het product goed is en bijvoorbeeld geen inwendige fouten bevat. Wanneer de golven eerder of later teruggekeerd worden betekent dit dat er een inwendige fout zit in het geproduceerde materiaal.

Eventueel wordt het product hierna gerepareerd in stap elf van dit proces. Na de eventuele reparatie wordt het product verspaand (12), de grove randen aan de buitenkant van het product worden bewerkt. Na deze grove afwerking wordt het product nauwkeuriger nabewerkt in stap dertien. In stap veertien wordt het product nagemeten (14), dit kan met de hand of met een meetmachine gebeuren. Dit meten wordt gedaan om te bepalen of het geproduceerde product aan de eisen voldoet. Het meten is een fysieke handeling, dat wil zeggen dat er afstanden, diameters en contouren gemeten worden.



Figuur 15: Voorbeeld geproduceerd product A380

Als een na laatste stap wordt het product geseald of gecoat (15). In de zestiende en laatste stap wordt het product gespoten en is het klaar om naar het magazijn te gaan.

4.2.3 Planning

De afdeling planning is verantwoordelijk voor het plannen van alle productieorders. De kernactiviteit is gericht op het op tijd starten van orders en het creëren van een constante productiefloor. Er worden op dit moment twee soorten planningen gemaakt. Namelijk een weekplanning en een autoclaafplanning. In de weekplanningen worden alle orders gepland behalve de autoclaaf. De autoclaafplanning is een planning specifiek gericht op het inplannen van de autoclaaf.

De weekplanningen worden gemaakt op basis van gegevens uit het ERP-systeem BaaN. De autoclaafplanningen worden gemaakt door de verschillende weekplanningen samen te voegen. Het maken van deze planningen gebeurt op dit moment handmatig. De productstatus kan gevolgd worden in BaaN.

4.2.4 Inkoop

De activiteiten van afdeling inkoop kunnen opgedeeld worden in twee delen.

1. Het werven en selecteren van leveranciers.
2. Het monitoren en verbeteren van de prestatie van de leverancier.

Het werven en selecteren gaat onder andere over het maken van afspraken over prijzen en de levertijden. Deze twee aspecten zijn de belangrijkste aspecten voordat een leverancier gecontracteerd wordt.

Bij het monitoren en verbeteren van de prestatie van een leverancier wordt er gekeken of de gemaakte beloftes, die vastgesteld zijn in het contract nagekomen worden.

Dit wordt voornamelijk bijgehouden door de KPI: CLIP = Confirmed Line Item Performance. Deze KPI geeft aan of een leverancier zijn bevestigde leverdatum behaalt. Flexibiliteit wordt beoordeeld door RLIP = Requested Line Item Performance. Deze KPI geeft aan of de leverancier in staat is op tijd te leveren wanneer de leverdatum zoals door Fokker gevraagd veranderd.

Op dit moment werkt de afdeling inkoop met een via internet verbonden leveranciersbestelsysteem genaamd GateWay. Dit systeem wordt onder andere gebruikt voor het plaatsen van orders bij leveranciers. De belangrijkste leveranciers van Fokker zijn ook aangesloten op dit systeem.

4.2.5 Facilitair

Deze afdeling is verantwoordelijk voor alle (onderhoud 's) activiteiten die gebouw gebonden zijn. Gebouwen, systemen, gebouwbeheer, onderhoud van kantoren en onderhoud van installaties verbonden aan een gebouw vallen onder de afdeling facilitair. Het monitoren en inplannen van onderhoud aan gebouw gebonden installaties vindt plaats in het systeem Ultimo. Ultimo is een database waar diverse activiteiten in gepland en gemonitord of beheerd kunnen worden.

Op het gebied van het composiet productieproces houdt de afdeling facilitair zich bezig met de klimaathandhaving. De afdeling monitort en onderhoudt de temperatuur en luchtvochtigheid in de productiehal. Voor enkele productiestappen zijn deze factoren belangrijk om te monitoren.

4.2.6 Human Resource Management

De activiteiten bij de afdeling HRM zijn onder te verdelen in drie algemene delen. Deze zijn 1. instroom, 2. doorstroom en 3. uitstroom.

Onder instroom vallen de activiteiten recruitment, werving en selectie van het personeel.

Onder de tak doorstroom vallen activiteiten als beoordelingsrondes, werknemerstevredenheid, functioneringsgesprekken en verzuimbeleid. Daarnaast vallen opleidingen van het personeel hieronder. Naast deze opleidingen verschaft HRM op dit moment het overzicht van de multi-inzetbaarheid van het personeel. Dit wordt gedaan door een Skill matrix in Excel die door teamleiders wordt ingevuld.

De laatste tak is de tak uitstroom. De activiteiten bij uitstroom zijn gericht op exitgesprekken, ontslagzaken maar ook mensen die met pensioen gaan.

HRM werkt met verschillende systemen. Het basissysteem is Raet. Hierin staat de algemene administratie van werknemers. Het systeem waarin de opleidingen van het personeel geregistreerd en gemonitord wordt is het Learning Management Systeem (LMS).

4.2.7 Financiën

De activiteiten van het financiële team zijn op te delen in twee aparte delen. Program control en unit control. Program control is verantwoordelijk voor de winstberekening per programma, bijvoorbeeld A380, JSF of Apache. Program control maakt ook een voorspelling van de omzet en resultaten tot het einde van het huidige jaar. Daarnaast wordt er een voorspelling gemaakt voor enkele opvolgende jaren. Program control werkt met actuals, dit zijn actuele cijfers per programma van de maand en vorige maanden. Deze cijfers zijn dus zeker. Daarnaast wordt er voor de opvolgende maanden gewerkt met prognoses.

Bij de afdeling unit control wordt het resultaat per divisie berekend. Deze units zijn composiet, metaal, samenbouw, operations en IPT (Integrated Product Team) Hoogeveen. Het resultaat van deze units samen vormt het totale bedrijfsresultaat. Bij het berekenen van een resultaat voor een unit wordt er rekening gehouden met salariskosten, afschrijving van machines meubilair en overige kosten. Wanneer de verschillende divisies uren schrijven, worden deze uren weer onderverdeeld in programma's, bijvoorbeeld A380, JSF of Apache. De geschreven uren komen dan dus via unit control in de program control.

Deze afdeling werkt op dit moment voornamelijk met het systeem Hermes.

4.2.8 Onderhoud

Deze afdeling is verantwoordelijk voor het onderhoud van de machines en andere benodigde technische hulpmiddelen. De activiteiten kunnen opgedeeld worden in drie manieren. Deze

manieren zijn, 1. onderhoud van de operator zelf, 2. correctief onderhoud door onderhoudsmedewerkers en 3. correctief onderhoud van externe bedrijven.

De eerste manier, het wekelijks uitvoeren van onderhoud door de operator zelf, wordt gedaan door de eerste lijn onderhoudskaart. Hierop worden de stappen voor het uitvoeren van onderhoud beschreven. Ten tweede wordt er door de afdeling correctief onderhoud uitgevoerd. Wanneer er een machine in storing is, wordt de storing door een onderhoudsmedewerker verholpen. Als laatste wordt er onderhoud uitbesteed. Dit onderhoud is voornamelijk preventief onderhoud. Machines worden dan door externe bedrijven op vaste momenten onderhouden.

De afdeling onderhoud is op dit moment bezig met het implementeren van een OEE-systeem (Overall Equipment Effectiveness). Door dit systeem wordt er toegewerkt naar een meer predictief onderhoudssysteem. Het is de bedoeling dat door middel van het OEE-systeem het moment van onderhoud berekend kan worden.

4.2.9 Kwaliteit

Deze afdeling is verantwoordelijk voor de steekproefsgewijze controle kwaliteit van geproduceerde producten. Om de kwaliteit van producten te kunnen waarborgen, moeten ook andere factoren, zoals omgevingsfactoren of machtigingen van het personeel, die invloed hebben op dit proces gecontroleerd worden. Dit betekent dat procescontrole, omgevingscontrole en controle van werknemers, opleidingen en of machtigingen, ook onder de afdeling kwaliteit vallen.

Voor controle van de werknemer wordt Operator Self Verification (OSV) gebruikt. Door OSV controleert de operator zichzelf aan de hand van voorgeschreven documentatie.

Wanneer een controle uitgevoerd wordt door de afdeling kwaliteit wordt dit een audit genoemd. Tijdens een audit vindt er product- en procescontrole plaats. Bij een productcontrole wordt het product alleen aan het eindstadium van een bewerking gecontroleerd. Bij een procescontrole wordt niet het eindproduct gecontroleerd, maar het proces waar het product doorheen gaat. Aan de hand van het wel of niet goed verlopen van het proces kan gecontroleerd worden of het product wel of niet goed is. Tijdens een audit worden de volgende punten gecontroleerd:

- Werkt een operator volgens de gedocumenteerde instructies (routing, technisch productdocumentatie en proces instructies)
- Volgens welke procedure verricht de operator deze taak?
- Welke stempels moeten er gebruikt worden om deze taak uit te voeren.

4.3 Conclusie

In dit hoofdstuk is de procesanalyse van alle negen afdelingen uitgevoerd. Om een procesanalyse systematisch te kunnen uitvoeren is de “functional view” gebruikt. Dit betekent dat er gekeken is naar de activiteiten die binnen het proces van die afdeling uitgevoerd worden. Daarnaast is er een standaard interviewtemplate gebruikt, om de vragen aan stakeholders van verschillende afdelingen te standaardiseren. De procesanalyse is uitgevoerd om de huidige manier van werken van de verschillende afdelingen op een globaal niveau te begrijpen. Wanneer de huidige werkwijze begrepen wordt, kunnen de behoeftes voor verbetering ook begrepen worden. Kortom, dit hoofdstuk vormt de basis voor het begrijpen van de behoeftes die in het volgende hoofdstuk beschreven worden.

Hoofdstuk 5: Behoeftanalyse Fokker 4.0

In dit hoofdstuk wordt de behoeftanalyse uitgewerkt per afdeling. Er wordt ingegaan op de wensen per afdeling die vervuld kunnen worden door middel van Fokker 4.0. De diepgang qua informatiebehoefte per afdeling is op globaal niveau. Dit omdat de scope van het onderzoek te breed is voor een gedetailleerder onderzoek, maar ook omdat Fokker momenteel juist behoefte heeft aan een globale informatiebehoefte. Om toch op een punt meer diepgang te geven qua dataverzameling wordt in paragraaf 5.8 “Behoeftanalyse – afdeling onderhoud” een extra paragraaf toegewijd aan gedetailleerde dataverzameling voor machinedata. Voor het uitvoeren van de behoeftanalyse wordt de *informational view* gebruikt (Bal, 1998). Dit betekent dat er gekeken wordt naar de data die nodig is om informatiebehoeften te kunnen realiseren. Ook wordt de techniek toegelicht in paragraaf 5.1 die gebruikt wordt voor het uitvoeren van een behoeftanalyse.

5.1 Techniek voor het uitvoeren van een behoeftanalyse

De “*information needs analysis technique*” zorgt voor het systematisch uitvoeren van de behoeftanalyse. Het doel van deze techniek is het identificeren en aanbrengen van een prioritering van de benodigde informatie. Vervolgens geeft deze techniek handvaten om een behoeftematrix op te stellen. Deze matrix vormt de basis voor het te maken datamodel. De stappen die uitgevoerd moeten worden voordat de behoeftanalyse uitgevoerd wordt zijn:

1. Bepaal met wie er interviews uitgevoerd gaan worden.
2. Creëer een lijst met benodigde informatie die achterhaald moet worden tijdens een interview.
3. Creëer een diagram waarin de informatiebehoefte samengevat kan worden.
4. Verzamel de data en vat deze samen in een diagram.
5. Bepaal de belangrijkheid van de verzamelde informatie.
6. Zorg voor bevestiging van de behaalde resultaten.
7. Verwerk de resultaten zoals gewenst.

Om de informatiebehoefte verder te bepalen kunnen de volgende punten verwerkt worden in een interview.

1. Achterhaal of de genoemde informatie wens een “key goal”, “critical success factor” (CSF) of een “objective” (doelstelling) is. Hierdoor wordt de belangrijkheid van informatie bepaald. Een “key goal” of “critical success factor” hebben een hogere prioriteit dan een “objective”. Een “objective” is iets dat graag behaald zou worden, maar een “key goal” staat altijd boven een “objective” qua prioriteit.
2. Achterhaal de huidige status van beschikbaarheid. Is deze informatie al bekend of is het een wens?

3. Indien de informatie al bekend is, hoe is deze informatie op dit moment bekend?
Digitaal of via papier?
4. Indien de informatie al bekend is: achterhaal het systeem waardoor de informatie beschikbaar wordt.
5. Indien de informatie al bekend is: achterhaal hoe de informatie de bedrijfsactiviteiten ondersteunt.

De informatie voor de behoefteanalyse wordt verzameld door middel van interviews. Voor het uitvoeren van interviews is er een standaard interviewtemplate opgesteld. Het template is gezamenlijk met mijn begeleider opgesteld en is te vinden in appendix A. Samen hebben wij bepaald welke vragen gesteld moeten worden en hierbij aangenomen dat deze vragen voldoende diepgang bieden om de benodigde informatie te achterhalen. Bij het opstellen van dit template zijn de punten uit de *"information analysis technique"* verwerkt. Voor het uitvoeren van een interview is er een Excel bestand gemaakt waar verzamelde informatie in genoteerd kan worden. Daarnaast zijn er met meerdere stakeholders per afdeling interviews uitgevoerd. Dit is gedaan om te voorkomen dat er te weinig informatie achterhaald wordt en om op deze manier de validiteit te kunnen controleren. De belangrijkheid van informatie is gedeeltelijk tijdens een interview bepaald, door hier specifiek naar te vragen en door aan te geven dat het om de eerste fase van Fokker 4.0 gaat, dat toekomstwensen wel besproken kunnen worden, maar niet meegenomen worden in het datamodel. Daarnaast zijn punten qua belangrijkheid besproken met mijn begeleider, Erik.

5.2 Behoeftanalyse – algemene bevindingen

De vindingen tijdens deze behoefteanalyse zijn op te delen in vijf categorieën. Deze vijf categorieën zijn:

1. Orderdata
2. Productdata
3. Machinedata
4. Operatordata
5. Omgevingsdata

Verschillende afdelingen hebben bijna identieke wensen qua orderdata en operatordata. Hierdoor is er gekozen om deze twee categorieën hier te noemen, om verdere overlap te voorkomen.

Orderdata

Voor iedere productiestap en voor de afdeling planning, is het wenselijk om per order weer te

geven van welke leverancier het materiaal komt, welk productordernummer het is en hoeveel producten er in een order zitten.

Operatordata

Enkele aspecten van de operatordata zijn van belang voor meerdere afdelingen. De afdelingen planning en kwaliteit zijn geïnteresseerd in de multi-inzetbaarheid van de operators. Dit betreft over het algemeen de behaalde opleidingen en de machtigingen per operator. Voor de afdeling planning is het relevant om te weten op welke afdeling de operator ingezet kan worden. Voor de afdeling kwaliteit is het relevant om te weten of de operator wel de juiste opleidingen en machtigingen heeft om de taken uit te voeren.

5.3 Behoeftanalyse – afdeling composieten productie

De afdeling productie bestaat uit verschillende productiestappen die allemaal verschillende databehoeftes hebben. Daarom zullen productiestappen met specifieke databehoeftes apart genoemd worden.

5.3.1 Voorsnijden

In deze paragraaf worden de wenselijke verbetering voor de afdeling voorsnijden toegelicht. De wenselijke verbeteringen zijn opgedeeld in verschillende categorieën; product, machine en omgeving.

Product

Bij de afdeling voorsnijden is het gewenst om de resterende open tijd en de storage live van een rol composietmateriaal bij te houden. De open tijd is de tijd van ontdooiing tot en met de tijd dat een thermohardend materiaal niet meer bewerkbaar is. De storage live geeft aan tot wanneer een composietmateriaal maximaal voor productie gebruikt mag worden. Deze twee aspecten zijn van belang omdat zo weergegeven wordt tot welke datum en tijd een rol voor productie gebruikt mag worden.

Een ander wenselijk aspect is het weergeven van het aantal lamellen per pakket. Momenteel wordt het aantal lamellen dat in een pakket moet zitten geteld en op een bewerkingsvoorschrift (BV) genoteerd. Af en toe worden lamellen in een pakket vergeten. Hierdoor kan er later een probleem in de productie ontstaan. Door het aantal lamellen per pakket vast te leggen kan deze fout voorkomen worden.



Figuur 16: Voorsnijden

Het laatste wenselijke aspect voor de producten bij de afdeling voorsnijden is het bijhouden van het verbruikte materiaal per product of per programma. Wanneer het verbruik beter gemonitord kan worden, kan de voorraad beter beheerd worden. Daardoor wordt het duidelijker wanneer er nieuw materiaal ingekocht moet worden.

Machine

Het weergeven van het aantal draaiuren van de voorsnijmachine is een wens van de afdeling voorsnijden. Het gebruik van de machine wordt hierdoor voor de afdeling productie, planning en onderhoud inzichtelijker.

Samenvatting

De behoeften van de afdeling voorsnijden kunnen in het kort samengevat worden als

- Resterende open tijd
- Storage live
- Aantal lamellen per pakket
- Gebruikt materiaal per programma
- Draaiuren machine

5.3.2 Lamineren

De behoefte van de productiestap lamineren wordt weergegeven in twee categorieën, productdata en machinedata.

Product

Lamellen worden gelamineerd op een mal. Een product bestaat uit meerdere lamineerlagen. Nadat er enkele lagen gelamineerd zijn moet het product vacuüm gezogen worden, om het product goed aan de mal te laten hechten. Dit vacuümzuigen wordt precompacten genoemd. Het vacuüm niveau tijdens het precompacten is bepalend voor de kwaliteit van het product. Voor de toekomst is het gewenst om het vacuümniveau tijdens het precompacten te meten. Naast het vacuümniveau is ook de tijdsduur van het precompacten bepalend voor de kwaliteit van het product. Wanneer er niet lang genoeg vacuüm gezogen is, kunnen de verschillende lamineerlagen niet goed aan elkaar gehecht zijn. Hierdoor is het van toegevoegde waarde om deze tijdsduur te meten.

In de toekomst is het gewenst om het aantal gelamineerde lamellen te scannen in plaats van deze af te vinken op een blad. Wanneer de gelamineerde lamellen in een systeem gescand kunnen worden, kunnen het aantal belegde lamellen door het systeem geteld en gecontroleerd worden. Het voordeel dat hierdoor ontstaat is dat er geen lamellen vergeten kunnen worden tijdens het tellen.

Machine

Het is gewenst om het lamineerstation te nummeren. Zo kan er per product achterhaald worden welk lamineerstation gebruikt is voor het lamineren. Voornamelijk wanneer het Laser Projectie Systeem (LPS) gebruikt wordt. De kalibratie van dit systeem op een station is bepalend voor de kwaliteit van een product. Door het Laser Projectie Systeem (LPS) wordt de positie van de lamel op een mal bepaald. Dit betekent dat de laserstralen aangeven waar de lamel op de mal geplaatst moet worden. Naast de kalibratie van het Laser Projectie Systeem is de positie van het station bepalend. Wanneer het station niet goed onder het Laser Projectie Systeem staat, kunnen de laserstralen niet nauwkeurig genoeg op het product geprojecteerd worden. Hierdoor is het relevant om het nummer van het gebruikte station te koppelen aan een product en een bijbehorende mal. Door deze koppeling is het te achterhalen welke mal met welk station bewerkt is. Wanneer er fouten optreden kan deze informatie terug gehaald worden.

Samenvatting

De informatiebehoefte van de afdeling voorsnijden kan puntsgewijs samengevat worden als:

- Vacuümniveau tijdens het precompacten
- Tijdsduur van het precompacten
- Aantal gelamineerde lamellen scannen
- Nummeren van lamineer stations
- Kalibratie van het LPS-systeem monitoren

5.3.3 Autoclaaf

Product

In de autoclaaf worden producten uitgehard en gevormd. Dit gebeurt onder hogedruk en hoge temperaturen. Orders gaan in batches in de autoclaaf. Dit betekent dat bepaalde producten in de autoclaaf gecombineerd kunnen worden als het programma gelijk is. Bijvoorbeeld, enkele producten uit het programma A380 kunnen gezamenlijk in de autoclaaf. Op dit moment worden gegevens van de producten met potlood op de routing van het product geschreven. Vervolgens worden de gegevens in

de autoclaaf. Dit systeem verzamelt de data over het proces in de autoclaaf. Productfactoren als opwarmingscurve, gebruikte vacuümleiding en start- stoptijden moeten in deze viewer ingevoerd worden. De database achter deze computer verzamelt deze ingevoerde data. Doordat er een batchproces gebruikt wordt voor het vullen van een autoclaaf is het niet



Figuur 17: Autoclaaf

wenselijk om van ieder product uit een batch vereiste productgegevens, zoals productordernummer, productnaam etc., in te voeren in een Fokker 4.0 systeem.

De ingevoerde procesdata wordt op dit moment alleen opgeslagen op de database van dit systeem. Er is al een systeem dat gebruikt kan worden om de productiedata te analyseren. Dit systeem wordt ook wel charge controle system genoemd. Door de verzamelde data te analyseren kunnen statistische analyses gemaakt worden. Bandbreedtes kunnen opgesteld worden voor onder andere het druk niveau en de opwarming gradiënt in het autoclaafproces. Wanneer waardes buiten de opgestelde bandbreedtes raken tijdens dit proces wordt dit opgemerkt. Naast de processpecialisten hebben ook de afdelingen kwaliteit en onderhoud baat bij statische procescontrole. De afdeling kwaliteit is gebaat bij het analyseren van deze factoren omdat het de kwaliteit van het product beïnvloedt. Voor de afdeling onderhoud is het interessant om de oorzaak te achterhalen wanneer de machine buiten de bandbreedtes produceert. Er kunnen bandbreedtes opgesteld worden voor onder andere de temperatuur, druk en hoeveelheid stikstof in de autoclaaf.

Samenvatting

De digitale informatiebehoefte voor de autoclaaf kan kort samengevat worden als:

- Productgegevens; serienummer, productnaam etc.
- Drukniveau in de autoclaaf
- De opwarmingsgradiënt
- Temperatuur in de autoclaaf
- Het stikstofgehalte

5.3.4 Verspanen

Product

Bij verspanen worden de producten stuksgewijs verwerkt. De gegevens over het verspaningsproces worden deels opgeschreven en gestempeld op het bewerkingsvoorschrift (BV). Daarnaast wordt er een deel van de productdata opgeslagen op een server, in een Excel bestand. Wanneer de bewerking is uitgevoerd kan de operator deze productdata versturen naar een programma, genaamd Matrix. In dit programma kan de processpecialist kijken om de bewerkingen te analyseren. De processpecialist kan op dit moment geen data uitlezen zonder dat de operator de productdata geüpload heeft naar Matrix. De operator is op dit moment verantwoordelijk voor het beschikbaar maken van procesdata. Wanneer Fokker 4.0 ingevoerd wordt is het wenselijk dat deze productdata geëxporteerd wordt naar een centrale database. Hierdoor kan de processpecialist zonder hulp van de operator analyses uitvoeren over de bewerkingen. Wanneer de data opgeslagen wordt in een centrale database, wordt de productdata ook gecentraliseerd. Er staan dan geen gegevens gedeeltelijk op het

bewerkingsvoorschrift en gedeeltelijk in een Excel bestand. De afdeling kwaliteit is ook geïnteresseerd in het monitoren van deze data. De processpecialist en de afdeling kwaliteit kunnen samen overleggen over het vastleggen van bandbreedtes voor de productie.

Machine

Om het verspaningsproces verder te kunnen monitoren is het gewenst om naast productdata ook machinedata te monitoren. Het is gewenst om de nauwkeurigheid van de assen, de vibratie van de machine en de temperatuur van de machine te meten. Deze informatie is van belang voor de kwaliteit van het product. Een verspanende bewerking is dusdanig nauwkeurig dat onder andere de vibratie en temperatuur bepalend is of het product binnen de toegestane toleranties kan worden geproduceerd.

De drie bovengenoemde factoren: nauwkeurigheid van de assen, vibratie van de machine en temperatuur van de machine, zorgen voor meer inzichtelijkheid in de status van de machine. Door het beschikbaar maken van deze data wordt het mogelijk om de status van de machines te monitoren. Deze gegevens zijn van belang voor meerdere afdelingen. Naast de procesanalyses heeft de afdeling onderhoud belang bij inzichtelijkheid over de status van de machine. Ook de afdeling kwaliteit is geïnteresseerd in het productieproces van verspaning. Wanneer toleranties van een geproduceerd product buiten de bandbreedte vallen, kan er gekeken worden of de machine data opvallend is. Hierdoor kan er eenvoudiger bepaald worden waar en wanneer het probleem ontstaan is. Naast het monitoren van product- en procesdata worden er verspaan gereedschappen gebruikt. Op dit moment wordt het benodigde gereedschap gestandaardiseerd door middel van een kit. De gereedschappen in deze kit worden dagelijks gecontroleerd op slijtage. Wanneer een gereedschap versleten is moet er een nieuw gereedschap opgehaald worden in een ander gebouw. De inzichtelijkheid over welke gereedschap er gebruikt wordt en wanneer deze slijt ontbreekt op dit moment. Het is wenselijk om deze data te kunnen meten en analyseren. Om dit te kunnen doen is het nodig om een tool te kunnen koppelen aan een machine en een product. De eisen en instellingen voor een tool worden op dit moment geregistreerd in een Tool Data Management (TDM) systeem. Deze data moet ook gecentraliseerd worden, zodat andere afdelingen, zoals de afdeling kwaliteit toegang heeft tot deze data, en de data kan analyseren.

Samenvatting

De behoeften van de verspaanafdeling kunnen puntsgewijs samengevat worden als:

- Nauwkeurigheid van de assen
- Vibratie van de machine
- Temperatuur van de machine intern
- Gebruikte verspaantools
- Slijtage tools

5.3.5 Meetbank, lasertracker en handmetingen

Bij deze productiestap worden orders nauwkeurig nagemeten. Dit kan gebeuren door middel van een meetbank, een lasertracker of handmeetgereedschap. Bij deze stap worden voornamelijk contouren, gatposities en dimensies van producten nagemeten. Er wordt gemeten of deze dimensies binnen toegelaten toleranties vallen volgens de bijbehorende specificatie.

Product

Het meten met een meetbank is een automatisch proces. De operator stelt het juiste meetprogramma voor het product in. De machine loopt vervolgens het instelde programma af. Daarbij wordt de gemeten data opgeslagen op een server in de machine. Wanneer het product gemeten is, synchroniseert de operator deze data met het programma Matrix. Wanneer de data gesynchroniseerd is met het programma Matrix heeft de processpecialist toegang tot de data. Het is wenselijk om de productdata door middel van Fokker 4.0 automatisch naar een database te versturen. De data is dan direct, real-time, beschikbaar voor de procesanalist. De tussenstap van de operator wordt hierdoor overbodig. Daarnaast is de beschikbaarheid van deze data van belang voor de afdeling kwaliteit.

Machine

De kosten voor het meten met een meetbank zijn erg hoog. Het is gewenst om in de toekomst minder producten na te gaan meten om kosten te besparen. Dit kan gerealiseerd worden door procesdata te gaan analyseren en monitoren. De afdeling kwaliteit is erg geïnteresseerd in deze data. Theoretisch gezien zou het gewenst zijn als de metingen die uitgevoerd worden bij verspaan afdeling voldoende zijn. Als de meetstap overgeslagen kan worden, zou dit veel geld besparen.

Wanneer er gemeten wordt met de lasertracker wordt ook de gemeten data automatisch geregistreerd op de server van het laserapparaat. Ook deze data moet de operator beschikbaar stellen in Matrix voordat de procesanalist deze data kan analyseren. Bij het meten met een lasertracker zijn de omgevingsfactoren erg belangrijk. De laser is gevoelig voor tocht, of wind. Door tocht worden de laserstralen verstoord. Andere omgevingsfactoren die belangrijk zijn voor het gehele meetproces zijn temperatuur en luchtvochtigheid. Het is wenselijk om deze factoren te monitoren.

Concluderend, data over het meetproces is op dit moment beschikbaar. De operator zorgt ervoor dat de data beschikbaar wordt in Matrix. Het is wenselijk om deze data automatisch op te slaan in een database. Deze database moet toegankelijk zijn voor meerdere afdelingen. Door deze data kunnen statische analyses uitgevoerd worden. Het uiteindelijke doel van het vastleggen van deze data is het reduceren van het aantal metingen. Dit zal resulteren in een afname in kosten.

Samenvatting

De afdeling meten (meetbank, lasertracker en handmeten) meet voornamelijk gatposities, toleranties na. In de toekomst is het wenselijk om deze punten te kunnen monitoren en analyseren, zodat het aantal metingen in de toekomst gereduceerd kan worden. Voor het nauwkeurig kunnen nameten zijn de omgevingsfactoren erg belangrijk, zoals tocht, temperatuur, luchtvochtigheid en stof.

5.3.6 NDO

De afdeling Niet Destructief Onderzoek (NDO) is een controle afdeling voor de geproduceerde producten. Bij deze afdeling wordt getest of het product ook vanbinnen voldoet aan de opgestelde eisen.

Product

Fouten die ontstaan zijn in voorgaande productiestappen kunnen ontdekt worden bij de NDO-afdeling. Wanneer er geen fouten ontdekt worden bij de NDO-afdeling, kan er geconstateerd worden dat het gehele productieproces goed verlopen is. Hierdoor is het voor de NDO-afdeling interessant om inzicht te hebben in productiedata van de vorige productiestappen. Wanneer fouten ontdekt worden is het interessant om te weten onder welke omstandigheden en door wie het product geproduceerd is. Dit betekent dat de NDO-afdeling behoefte heeft aan de volledige historische data van een geproduceerd product. Voor NDO bestaat er de behoefte om de data van de voortrajecten te koppelen en te monitoren.

Proces

De afdeling NDO werkt naast de Bewerkingsvoorschriften (BV's) en Technische Product Dossiers (TPD's) met een Instructieblad (INBL). De BV's en de TPD's worden gemaakt door de afdeling productievoorbereiding. De INBL-documenten worden gemaakt door de NDO-processpecialisten. Omdat de NDO-processpecialisten de personen zijn die deze INBL-documenten mogen vrijgeven is een persoonsgebonden machtiging nodig. De machtiging moet in dit geval persoonsgebonden zijn en niet level gebonden (level 1,2,3) omdat de NDO-specialisten op dit moment dezelfde machtiging als een werknemer van productievoorbereiding (PV'er) hebben, maar een PV'er de INBL-documenten niet mag vrijgeven.

Een aspect dat de afdeling NDO graag zou willen monitoren is de PH-waarde van het water en de waterdruk die gebruikt wordt bij het controleren van producten. Voor deze beide aspecten kan een bandbreedte opgesteld worden. Wanneer een waargenomen waarde afwijkt van deze bandbreedte kan het effect op het product geanalyseerd worden.

Samenvatting

De informatiebehoefte voor de productiestap NDO betreft voornamelijk het inzicht in de productdata van de voorgaande productiestappen, omdat eventuele gemaakte fouten van voorgaande productiestappen bij de afdeling NDO ontdekt worden. Daarnaast is het wenselijk om de PH-waarde van het water dat gebruikt wordt voor het testen van producten te monitoren.

5.4 Behoeftanalyse – afdeling planning

In deze paragraaf wordt de behoefte voor verbetering door middel van Fokker 4.0 voor de afdeling planning beschreven. Allereerst zal er gesproken worden over de mogelijkheden op korte termijn. Vervolgens wordt ook de wens voor de lange termijn uitgewerkt.

Korte termijn focus

Fokker 4.0 moet het planningssysteem gaan verbeteren door de verschillende weekplanningen te gaan centraliseren. Deze centralisatie zorgt ervoor dat iedere weekplanning identiek is. Hierdoor kan de benodigde informatie voor een autoclaafplanning uit een centrale weekplanning gehaald worden. Door het centraliseren van de planningen wordt de orderstatus inzichtelijker. Door deze verhoogde inzichtelijkheid kunnen wijzigingen in de planning eenvoudiger aangepast worden. Daarnaast kunnen fouten in de productie sneller herkend worden in het planningssysteem, waardoor de planning eenvoudiger aangepast kan worden.

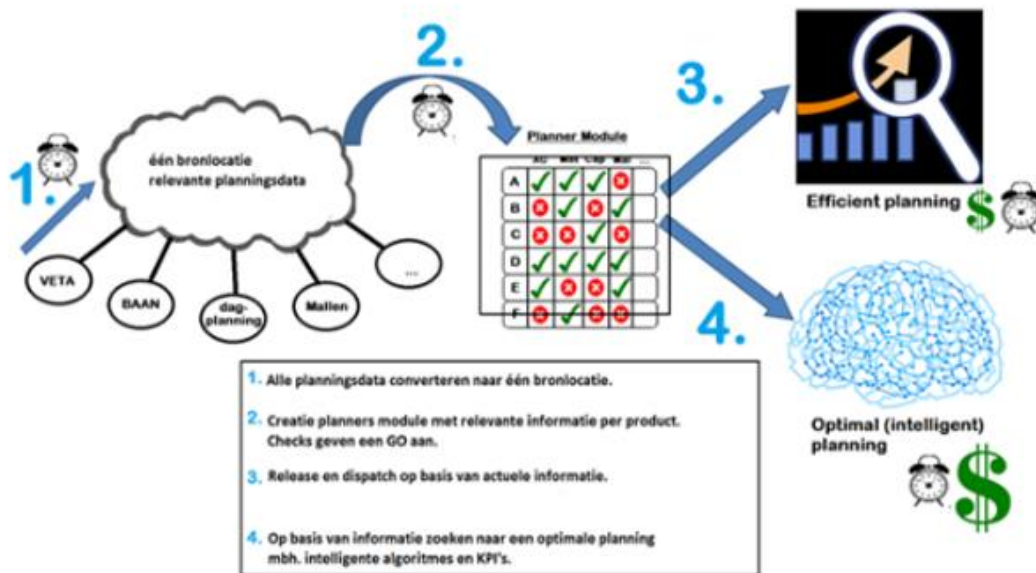
Lange termijn focus

Op de lange termijn ligt de focus op het verbeteren van het planningssysteem. De afdeling planning wil een planningssysteem realiseren waarin gecontroleerd wordt of het mogelijk is om de geplande orders daadwerkelijk te produceren. Om dit te kunnen controleren moeten de benodigdheden voor het plannen en produceren van een order bekend zijn. Kortom, er moet meer informatie digitaal beschikbaar zijn om een dergelijk planningssysteem te kunnen implementeren. De benodigde informatie voor een vernieuwd planningssysteem is bijvoorbeeld; de beschikbaarheid van mallen en heftafels, de beschikbaarheid van personeel en de capaciteit in de autoclaaf. De overige benodigde datacomponenten zijn terug te vinden in het datamodel.

Het uiteindelijke doel van het verbeteren van het planningssysteem is een hogere inzichtelijkheid in het planningsproces. Door deze verhoogde inzichtelijkheid wordt het plannen van orders meer voorspelbaar en beheersbaar. Verstoringen in het planningsproces zullen dus afnemen. Deze factoren zullen ertoe leiden dat de productie efficiënter zal verlopen en de kosten zullen dalen.

Voordelen van een digitale planning:

- De gemaakte plannings zijn real-time beschikbaar
- Informatie is voor iedereen beschikbaar
- Afdelingen zien hoeveel werk eraan komt
- Real-time informatie over het productieproces is zichtbaar (zoals orderstatus, machines, non- conformance (NC's = afwijkingen ten opzichte van de gestelde klanteneis))
- De noodzaak voor overwerk of het inzetten van inleners is inzichtelijk(er).



Figuur 18: Wenselijke situatie afdeling planning

Samenvatting

De informatiebehoefte voor de afdeling planning kan opgedeeld worden in twee delen. Een verbetering op de korte termijn en een verbetering op de lange termijn. Allereerst de korte termijn, om de wensen te realiseren moeten we weekplanningen gecentraliseerd worden. Zodat de manier van planning inzichtelijker wordt. Op de lange termijn moet er meer informatie digitaal beschikbaar komen, zodat de manier van plannen verbeterd kan worden. Informatie die hiervoor benodigd is, is onder andere de beschikbaarheid van mallen, machines en mensen.

5.5 Behoeftanalyse – afdeling inkoop

Digitalisering bestelbonnen en materiaalspecificaties

Door de huidige werkwijze worden bestelbonnen van ingekocht materiaal op papier afgedrukt en bij het materiaal geleverd. Materiaalspecificaties worden ook op papier afgedrukt en bij het materiaal geleverd. De leverancier had deze informatie eerst als digitale informatie en printte deze later uit om deze bij het materiaal toe te voegen. Door middel van Fokker 4.0 wordt het mogelijk om deze informatie digitaal te versturen. Er ontstaat door Fokker 4.0 de mogelijkheid om de leveranciersdata uit te wisselen met Fokker. Op deze manier wordt er veel papierwerk voorkomen.

Wanneer de leveranciersdata digitaal beschikbaar komt, hebben andere afdelingen, zoals bijvoorbeeld de afdeling kwaliteit hier ook een voordeel bij. Zij kunnen dan deze informatie eenvoudiger opvragen.

Momenteel moet iedere inkooporder die hoger is dan €60.000,00 uitgeprint worden en voorzien worden van een fysieke handtekening van de inkoopdirecteur. Dit betekent dat deze inkooporder naar het postvakje van de inkoopdirecteur gebracht moet worden, voorzien moet worden van een handtekening en ingescand moet worden. Wanneer de inkooporder ingescand is moet deze nog geupload worden naar het inkoopstelsel GateWay. Wanneer het mogelijk is om een handtekening digitaal te zetten, kan het uitprinten en inscannen voorkomen worden.

Digitalisering materiaaltesten

Naast het controleren van certificering bij binnenkomend materiaal, moet materiaal van leveranciers ook getest worden. Wanneer materiaal getest moet worden, wordt hiervoor een apart bewerkingsvoorschrift gemaakt. Dit bewerkingsvoorschrift beschrijft de route van stappen die ter controle uitgevoerd moeten worden. De uitgevoerde stappen moeten afgestempeld worden. Wanneer Fokker 4.0 ingevoerd wordt, kunnen de resultaten van het testen gedigitaliseerd worden. Het voordeel dat hierbij ontstaat is dat wanneer er iets mis is met het materiaal, kunnen de testresultaten en de bijbehorende documenten eenvoudiger gevonden worden.

Samenvatting

Om de werkbaarheid van de afdeling inkoop te verbeteren is het gewenst om de bestelbonnen te digitaliseren met de bijbehorende materiaalspecificaties. Ook andere afdelingen, bijvoorbeeld kwaliteit, kan deze informatie digitaal veel eenvoudiger opvragen. Daarnaast is het wenselijk om de certificering van de materiaaltesten te digitaliseren.

5.6 Behoeftanalyse – afdeling facilitair

Op dit moment valt er een documentatieafdeling onder de afdeling facilitair. Hier worden een aantal technische tekeningen beheerd in het systeem Matrix. Wanneer er een product gemaakt moet worden waarvoor deze technische tekeningen nodig zijn, worden deze verstuurd naar productievoorbereiding. Bij productievoorbereiding worden deze tekeningen uitgeprint en bij de productiedocumenten gevoegd.

Door implementatie van Fokker 4.0 wordt deze stap overbodig. Het beheer van deze tekeningen zou dan plaats kunnen vinden in een database waar alle technische tekeningen in staan. De documenten kunnen door Fokker 4.0 digitaal aangeleverd worden aan de operators.

Verder wordt er niet ingegaan op de behoefte van de afdeling facilitair. Want deze afdeling valt buiten de scope van dit project. De meeste activiteiten van deze afdeling worden namelijk door een externe firma verricht. Hierdoor zal deze afdeling niet snel onderdeel worden van Fokker 4.0. Aansluiting tussen Fokker en activiteiten van een externe firma vallen op dit moment nog niet in de scope van het project. Dit omdat Fokker 4.0 nog aan de beginfase van de ontwikkeling staat.

5.7 Behoeftanalyse – afdeling kwaliteit

Machtigingen en opleidingen

De opleidingen die vereist zijn voor het uitvoeren van productietechnieken zijn volgens de afdeling kwaliteit niet altijd naar behoren behaald. Dit betekent dat een bepaald percentage van het personeel niet op de juiste manier geautoriseerd is. Uiteindelijk komt het daarom voor dat personeel stempels zetten die niet gezet hadden moeten worden, waardoor producten soms zelfs afgekeurd moeten worden. Daarnaast worden afwijkingen regelmatig niet genoteerd door het personeel. Wanneer non-conformance (NC's = afwijkingen ten opzichte van de gestelde klanteneis) ontstaan worden verkeerde vervolgbeslissingen genomen. Volgens de stakeholders waarmee gesproken is tijdens de behoeftanalyse ontstaat dit onder andere door onvoldoende opleiding. Het is niet met zekerheid te zeggen of dit de enige oorzaak is, maar aangezien meerdere stakeholders dit genoemd hebben, is het kennelijk een belangrijk punt binnen Fokker waar verbeterd kan worden.

Met invoering van Fokker 4.0 moet een operator inloggen voordat hij of zij aan het werk kan. Door het koppelen van het opleidingssysteem aan de werkvoorbereiding kan het systeem uitlezen of een bepaalde medewerker de machtiging heeft om de voorgeschreven handeling volledig uit te voeren, dus inclusief eindstempel. Indien een operator deze machtiging niet heeft, kan het werk niet gestart worden.

Met deze mogelijkheid kan er zelfs nog een stap verder gedacht worden. De planning plant alle orders in. Door Fokker 4.0 kan een planner zien welke medewerker gemachtigd is voor welke

order. Zo kan voorkomen worden dat een operator zonder machtiging ingepland wordt om een bepaalde order te produceren. Verkeerde stempels en onjuiste beslissingen worden zo ook voorkomen.

Naast het probleem met machtigingen speelt er nog een ander probleem bij de afdeling met betrekking tot de opleidingen. Wanneer een operator een bepaalde periode bij een specifieke afdeling heeft gewerkt en vervolgens overgeplaatst wordt naar een andere afdeling, moet de persoon een nieuwe machtiging halen voor het nieuwe werk dat deze operator uitvoert. Vervolgens kan het voorkomen dat dezelfde operator na een periode teruggeplaatst wordt naar de vorige afdeling waar deze operator al werkzaam was. Hierdoor ontstaat het probleem dat procedures in deze periode aangepast kunnen zijn. Het overzicht hiervan is nu onduidelijk en moet handmatig gecontroleerd worden. Door Fokker 4.0 kunnen veranderende procedures bijgehouden worden. Hierdoor wordt het niet meer mogelijk dat een operator werk uitvoert waarvoor hij of zij niet is opgeleid.

Certificate Of Conformance en laboratoriumdata

Een andere mogelijkheid die ontstaat door het invoeren van Fokker 4.0 is het bijhouden van de Certificate Of Conformance (COC-certificaten) die bij het geleverde materiaal horen. Op dit moment wordt het COC-nummer op het bewerkingsvoorschrift geschreven. Wanneer er gevraagd wordt naar een COC-nummer, bijvoorbeeld tijdens een klantaudit, moet het genoteerde nummer in een database opgezocht worden. Door invoering van Fokker 4.0 zou dit COC-nummer opgevraagd kunnen worden zonder het in een database op te zoeken. Door Fokker 4.0 wordt het mogelijk om deze certificering per product weer te geven.

Hetzelfde geldt voor laboratorium data. Momenteel worden materialen getest in het lab. De testuitslagen worden vervolgens geregistreerd in een lokale database. Wanneer er naar deze materiaaltesten gevraagd wordt tijdens een audit moet deze data handmatig opgezocht worden. Indien een laboratoriummedewerker deze testdata direct in het nieuwe systeem kan invullen, kan deze data gekoppeld worden aan een materiaal.

Samenvatting

Voor de afdeling kwaliteit is het wenselijk om een verbeterd inzicht te krijgen in de behaalde opleidingen en machtigingen van het personeel. Daarnaast is het ook wenselijk om het verlopen van bevoegdheden te monitoren. Dat is iets wat op dit moment nog niet gebeurt. Een volledig ander punt is het product gerelateerd maken van de COC-certificaten met bijbehorende laboratoriumdata. Deze certificaten zijn benodigd wanneer er een audit uitgevoerd wordt. Deze certificaten hoeven zo niet meer opgezocht te worden in een database.

5.8 Behoeftanalyse – afdeling onderhoud

Van correctief naar preventief onderhoud

Het algemene doel van Fokker 4.0 voor de afdeling onderhoud is de overgang van correctief naar preventief onderhoud. Om dit te bereiken moet er meer met feitelijke (machine) data gewerkt worden.

Digitalisering eerste lijn onderhoudskaart

Wekelijks voert de operator basis onderhoudsactiviteiten uit aan de hand van een eerste lijn onderhoudskaart. De taken die de operator uitvoert moeten dan ingevoerd worden in lokale database. De operator stelt deze ingevulde Excel bestanden beschikbaar voor de afdeling onderhoud. De afdeling onderhoud kan dan deze bestanden analyseren. Door Fokker 4.0 zouden deze onderhoudstaken in de takenlijst van de job manager, het systeem waar de operator mee werkt, ingevoerd kunnen worden. De eerste lijn onderhoudskaart hoeft niet door deze verandering niet meer uitgeprint en gebracht te worden naar de operator. De resultaten worden na het invullen direct beschikbaar voor analyses.

Inzicht creëren in machinestatus

Het is wenselijk voor de afdeling onderhoud om frequenter inzicht te hebben in de machinestatus van diverse machines. Door Fokker 4.0 kan deze status constant gemonitord en weergegeven worden. De verschillende status mogelijkheden waarin een machine zich in kan bevinden zijn; producerend, storing of onderhoud. Voor de afdeling onderhoud is dit van belang omdat zij kunnen bijhouden of een machine in verhouding veel in storing is of weinig. Voor de afdeling planning is dit van belang omdat zo de capaciteit per machine berekend kan worden, waardoor er optimaler gepland kan worden.

Twee andere punten die inzicht geven in de machinestatus zijn stroomverbruik en de temperatuur van de elektrische componenten in een machine. Wanneer het stroomverbruik van een machine de ene dag aanzienlijk hoger is dan de andere, kan dit aantonen dat er bijvoorbeeld een “lek” is in de machine. Daarnaast is het monitoren van de temperatuur van de elektrische componenten in de machine interessant. Voor de elektrische componenten van besturingskasten zouden thermografische inspecties vervangen kunnen worden door real-time weergave in het systeem. Met behulp van het Fokker 4.0 systeem kan de temperatuur van de elektrische componenten in de besturingskasten gemonitord worden. Deze data kan bijgehouden worden door een trendgrafiek.

Samenvatting

Voor de afdeling onderhoud is het wenselijk om van correctief naar preventief onderhoud over te gaan. Om dit te doen moet er inzicht gecreëerd worden in de machinestatus. Bijvoorbeeld, is de machine producerend of in storing. Andere punten die graag gemonitord kunnen worden

zijn: stroomverbruik en het monitoren van de temperatuur van elektrische componenten in de besturingskast van een machine. Een ander voordeel voor de afdeling onderhoud is het digitaliseren van de eerste lijn onderhoudskaart. Hierdoor kunnen de afgevinkte onderhoudstaken gemonitord worden in een database.

5.8.1 Schetsing van een gedetailleerder dataverzameling

In deze paragraaf wordt meer diepgang qua dataverzameling van machinedata gegeven. Deze data kan in de toekomst verzameld worden en geeft inzicht in wat Fokker 4.0 kan monitoren voor machinedata.

Datacomponent	Toelichting
Job start/end	De start- en stoptijd van een job. De tijd dat een operator aan 1 product werkt.
Setup start/end	De tijd die nodig is om de machine in te stellen van de ene order naar de volgende order.
Log on operator on/off	Het tijdstip waarop een operator in en uitlogt op het systeem.
Cycle start/end	De tijd die benodigd is om 1 job af te ronden.
Idle time	De niet productieve tijd van een machine. Bijvoorbeeld door omsteltijden of storingen.
Downtime	De tijd dat een machine in storing is.
Teardown time	De niet productieve tijd van een machine als gevolg van omsteltijden.
Scrap redenen	Verbranding product → snijgereedschap te bot Contourafwijking → 1. Product is van vacuüm gekomen tijdens verspanen 2. Machine is onnauwkeurig door aanvaring 3. Verkeerd gereedschap
Filters vervangen	Graag wil Fokker monitoren hoe vaak de filters vervangen moeten worden per machine.
Hoeveelheid stroomverbruik	Stroomverbruik van een machine wordt nu nog niet gemonitord.
Botheid voorsnijmes	De botheid van een mes tijdens het voorsnijden wordt nog niet gemonitord.
Olieverbruik	Olieverbruik van de machine.
Vacuümniveau van het opgespannen product	Het vacuümniveau is bepalend voor de kwaliteit van het product.
Standtijd snijgereedschap	De tijd dat het snijgereedschap niet aan het snijden is. Ook wel de standtijd genoemd.

Spindeltrilling	De trilling van de spindel. Ook wel draai-as genoemd.
-----------------	---

Tabel 1: Machinedata afdeling onderhoud

5.9 Behoeftanalyse – afdeling HRM

Multi-inzetbaarheid personeel

De behaalde opleidingen en machtigingen van een operator worden op dit moment genoteerd in een Skillmatrix. Dit is een Excel bestand die beheerd wordt door teamleiders. Er zijn verschillende teamleiders die deze matrices allemaal op een verschillende manier bijhouden.

Ook is de ene teamleider consequenter met het bijhouden dan de andere teamleider.

Wanneer een operator een nieuwe opleiding afrondt wordt dit genoteerd in het Learning Management Systeem (LMS) dat beheerd wordt door de afdeling HRM. De teamleider is vervolgens verantwoordelijk voor het invoeren van de behaalde opleiding in de Skillmatrix.

Het is wenselijk voor de afdeling HRM om een betrouwbaarder beeld te creëren van de multi-inzetbaarheid van het personeel. Dit wordt mogelijk door het gebruikte LMS-systeem te koppelen aan een persoonsdatabase in Fokker 4.0. Het wordt hierdoor overbodig om de teamleiders deze skillmatrices te laten invoeren. Een bijkomend voordeel is dat het verlopen van deze opleidingen of machtigingen ook bijgehouden kunnen worden door het Fokker 4.0 systeem. Op dit moment moet een teamleider een mail ter herinnering sturen wanneer er een opleiding of machtiging verloopt. Deze taak wordt door Fokker 4.0 overbodig.

Ook andere afdelingen hebben belang bij betrouwbaarder inzicht van de multi-inzetbaarheid van het personeel. Voor de afdeling productie is het interessant om te weten welke operator met welke opleidingen en machtigingen aan een product werkt. Voor de afdeling kwaliteit is het interessant om te weten of deze operator wel aan dit product mag werken of deze operator de bijbehorende procedures en specificaties kent. Daarnaast is het voor de afdeling planning belangrijk om te weten welke operator gemachtigd is voor het produceren van producten.

Digitaliseren van beoordelingsformulieren

Beoordelingsformulieren van het personeel worden op dit moment uitgeprint. De beoordeling wordt dan handmatig ingevuld en vervolgens als PDF ingescand. Er is een systeem, "Fit to Position", waar een beoordeling digitaal in geplaatst kan worden. Het is wenselijk om de werking van dit systeem verder uit te breiden. Beoordelingsformulieren zijn dan niet meer nodig. Fokker 4.0 kan als ondersteuning dienen voor het digitaliseren van de persoonsgegevens. Een bijkomend voordeel dat ontstaat wanneer de beoordelingsformulieren gedigitaliseerd worden is dat de beoordeling van het vorige jaar eenvoudig gearchiveerd kan worden. De beoordeling kan in het personeelsdossier van Fokker 4.0 toegevoegd worden.

Samenvatting

De afdeling HRM heeft behoefte aan een accurater inzicht in de multi-inzetbaarheid van het personeel. Dit kan verwezenlijkt worden door middel van Fokker 4.0. Ook andere afdelingen, zoals planning, zouden baat hebben bij deze informatie. Daarnaast kunnen de beoordelingsformulieren die de afdeling HRM gebruikt gedigitaliseerd worden. Zo kunnen ze gebruikt worden in het systeem “Fit to Position”.

5.10 Behoeftanalyse – afdeling productievoorbereiding

Taakgerichte instructies

De instructies die de afdeling productievoorbereiding maakt, de routing, technische product documentaties en de proces instructies zijn op dit moment alle drie grote stukken tekst. Wanneer Fokker 4.0 geïmplementeerd wordt, worden instructies voor de operator taakgericht aangestuurd. Dit betekent dat de operator de taken stap voor stap toegestuurd krijgt. Met de huidige manier van werken, kan dit niet gerealiseerd worden. Daarom moet de afdeling productievoorbereiding overgaan op een volledig nieuw systeem. Dit systeem heet de PE-tool, ook wel Product Engineering tool genoemd. Deze software is op dit moment in ontwikkeling. Doordat er met een nieuw systeem gewerkt gaat worden, moet de manier van documenteren veranderen. Alle routings, technische product documentaties en proces instructies moeten aangepast worden naar taakgerichte instructies.

De voordelen die hierdoor ontstaan zijn

1. Het wordt mogelijk om te controleren of taken per productiestap correct zijn uitgevoerd. Fouten worden hierdoor eerder herkend.
2. Instructies zijn compacter en bestaan niet meer uit drie verschillende documenten waardoor het werk eenvoudiger wordt voor een operator.
3. Er kunnen bibliotheken van producten gecreëerd worden*. Hierdoor zal het non-recurring werk verminderen.

*Bibliotheken van producten betekent dat er bijvoorbeeld een bibliotheek voor Airbus composiet onderdelen gecreëerd wordt. Wanneer er een nieuw Airbus composiet product geproduceerd moet worden, kunnen de basis procedures en productiestappen gebruiken en daarop verder bouwen. Hierdoor zal de hoeveelheid documentatiewerk bij een nieuwe opdracht afnemen.

Samenvatting

Om de werkbaarheid van de afdeling productievoorbereiding te verbeteren wordt de PE-tool ingevoerd. Door deze tool wordt het mogelijk om bibliotheken van producten te creëren. Dit betekent dat de hoeveelheid documentatiewerk afneemt wanneer er documentatie gemaakt

moet worden. Dit omdat er al een bibliotheek bestaat van ongeveer hetzelfde product. De documentatie kan op de documentatie van het andere product voortgeborduurd worden.

5.11 Behoeftanalyse – afdeling financiën

Werknemersinformatie: ziekteverzuim, verlofdagen en vakantiedagen

Het maandresultaat moet op dit moment op de derde werkdag van de maand opgeleverd worden. Het werkelijke aantal opgenomen vakantiedagen en ziekteverzuim is benodigd om het resultaat accuraat te kunnen opleveren. Momenteel wordt deze data pas op de vijfde of zesde door de afdeling HRM aangeleverd. Dit betekent dat het berekende resultaat niet altijd overeenkomt met de werkelijkheid.

Hierdoor is het door de afdeling financiën gewenst om een frequentere update te krijgen van het ziekteverzuim, de verlofdagen en de opgenomen vakantiedagen van het personeel.

Een ander voordeel dat ontstaat bij een wekelijkse monitoring, is dat resultaat van de opvolgende weken van de desbetreffende maand nauwkeuriger voorspeld kan worden. De opvolgende weken kunnen dan nauwkeuriger ingepland worden. In andere woorden, er kan een waarschuwing afgegeven worden aan de afdeling planning dat er bijvoorbeeld, vorige week veel mensen ziek geweest zijn of vakantie hebben gehad en dat de productie achterloopt op schema en ingehaald moet worden. Wanneer deze waarschuwing niet afgegeven wordt kan het zijn dat er te weinig uren gemaakt worden om het begrote resultaat te behalen.

Samenvatting

De informatiebehoefte van de afdeling financiën is in het kort samen te vatten als verhoogd inzicht in werknemersinformatie. Voornamelijk een frequenter inzicht in ziekteverzuim, verlofdagen en vakantiedagen. Zo kan het resultaat van de afgelopen periode en de voorspelling voor de komende periode nauwkeuriger bepaald worden.

5.12 Conclusie

In dit hoofdstuk is een behoeftanalyse uitgevoerd van de negen afdelingen. Voor deze analyse is de “informational view” gebruikt. Dit betekent dat er gekeken is naar de data die nodig is om de informatiebehoefte van de verschillende afdelingen te realiseren. Voor het systematisch uitvoeren van de behoeftanalyse is de “information needs analysis technique” gebruikt. Deze techniek geeft handvaten om een behoeftematrix op te stellen. Aan de hand van deze techniek is er een standaard interviewtemplate opgesteld.

De uitkomsten van deze behoeftanalyse dienen ten eerste als input voor het datamodel dat gemaakt is. Daarnaast bieden de uitkomsten ook ideeën voor de toekomst. Maar deze aspecten zou men graag in de toekomst digitaliseren.

Het datamodel wordt beschreven in het volgende hoofdstuk. Daarna wordt er in hoofdstuk 7 een prioritering gemaakt over dit datamodel.

Hoofdstuk 6: Beschrijving van het datamodel

In dit hoofdstuk wordt het ontwerp van het datamodel beschreven. Allereerst wordt er een algemene omschrijving gegeven over de opzet van het datamodel. Daarna wordt de uitleg van datacomponenten in dit hoofdstuk gegeven.

6.1 Algemene beschrijving datamodel

Het gemaakte datamodel is in de basis een “Entity Relationship Diagram” ookwel ERD-diagram genoemd. Een “Entity Relationship Diagram” wordt gedefinieerd als:

The Entity Relationship Diagram is used to classify and organize data in a given application domain.
(Weske, 2012)

Oftewel, een ERD-diagram wordt gebruikt om data te organiseren en inzicht te krijgen in de verbanden tussen gegevens.

Binnen Fokker is er besproken dat het datamodel voor deze opdracht aangepast wordt. Zo worden relaties in het model anders aangegeven dan in een ERD-diagram. De manier van het weergeven van de relaties wordt later in dit hoofdstuk besproken. De reden voor het aanpassen van het datamodel is dat het model op deze manier bruikbaar is voor Fokker.

Het datamodel is opgebouwd met behulp van tabellen. Deze tabellen worden ook wel entiteiten genoemd.

Entities are identifiable things or concepts in the real world that are important to the modelling goal.
(Weske, 2012)

Een entiteit is een object, of te wel “iets” dat waargenomen kan worden in de echte wereld. Iedere entiteit bevat datacomponenten. Deze datacomponenten vormen de attributen. Een attribuut is een eigenschap van een entiteit. De entiteiten zijn in het model verbonden door pijlen. Deze pijlen zijn de relaties tussen de entiteiten. Iedere entiteit heeft een ID, ook wel een “identificer” of identificatie genoemd. De “identificer” is een attribuut die de entiteit uniek maakt. Bijvoorbeeld de entiteit order in dit model wordt uniek gemaakt door de identificer product_ordernummer.

Omdat dit datamodel op een aangepaste manier gemodelleerd wordt als een officieel ERD-diagram worden entiteiten vanaf nu datacategorieën genoemd en attributen datacomponenten.

6.1.1 Opbouw van het datamodel

Het datamodel is te vinden in appendix H. Ieder tabblad van het datamodel bestaat in de basis uit zeven verschillende entiteiten. Deze verschillende entiteiten zijn:

1. Klantorder

2. Product
3. Materiaal
4. Machine
5. Werknemer
6. Opleiding
7. Omgeving

Er is voor deze opbouw gekozen omdat er bij de implementatie van het Fokker 4.0 systeem per productiestap naar deze zeven verschillende aspecten gekeken wordt. De entiteit klantorder is gemodelleerd omdat een klantorder uit meerdere producten kan bestaan. De entiteit materiaal is gedefinieerd omdat een product uit meerdere materialen kan bestaan. De entiteit opleiding is gemodelleerd omdat een werknemer meerdere opleidingen en of machtigingen kan behalen. Een aanname van dit model is dat een product maar door één machine bewerkt kan worden per productiestap. Deze aanname is samen met de projectleider van Fokker 4.0 en mijn begeleider Erik besproken.

6.1.2 Relaties in het datamodel

In deze paragraaf worden de relaties tussen de verschillende entiteiten in het datamodel toegelicht.

De relatie tussen de entiteiten klantorder en product wordt gekenmerkt met een pijl met de betekenis: bestaat uit. Een klantorder kan namelijk bestaan uit meerdere producten.

De relatie tussen de entiteiten product en materiaal wordt ook gekenmerkt door: bestaat uit.

Een product kan uit meerdere materialen bestaan. Een product heeft een relatie met een machine, ieder product wordt bewerkt met een machine. Daarnaast heeft de entiteit product een relatie met de entiteit werknemer. De werknemer werkt namelijk aan een product.

De entiteit werknemer heeft ook een relatie met de entiteit opleiding. Iedere medewerker kan meerdere opleidingen en of machtigingen hebben.

De entiteit omgeving heeft een relatie met de entiteit materiaal en een relatie met de entiteit machine. De omgevingsfactoren bepalen de eigenschappen van het materiaal. Bijvoorbeeld een hogere temperatuur kan uitzetting van het materiaal veroorzaken. Daarnaast bepalen de omgevingsfactoren de productieomstandigheden voor de machine.

6.1.3 Identificaties datamodel

Iedere entiteit wordt uniek traceerbaar gemaakt door een “identifieer”. In deze paragraaf worden de “identifiers” van iedere entiteit toegelicht.

Entiteit	Identifieer	Toelichting
Klantorder	Product_ordernummer	Dit nummer maakt iedere order uniek. Ieder product in

		deze order krijgt hetzelfde productordernummer.
Product	Serie_nummer	Ieder product krijgt een uniek serienummer dat het product traceerbaar maakt door de fabriek.
Materiaal	Waren_code	Ieder materiaal krijgt een warencode. Deze warencode geeft onder andere weer van welke leverancier dit materiaal komt.
Machine	Object_nummer_klant	Dit is het unieke nummer van een machine in het onderhoudssysteem.
Werknemer	Werknemers_nummer	Iedere werknemer heeft een uniek nummer.
Opleiding	Certificaat_nummer	Iedere opleiding of machtiging heeft een uniek certificaatnummer.

Tabel 2: "Identifiers" entiteiten

6.1.4 Legenda van het datamodel

In deze paragraaf wordt de betekenis van de verschillende tabbladen van het datamodel, de letterkleuren en de letters achter enkele datacomponenten toegelicht.

Betekenis verschillende tabbladen

Het datamodel bestaat uit verschillende tabbladen. Deze tabbladen zijn de verschillende stappen in het productieproces. Voor meer uitleg over de activiteiten van een productiestap kan gekeken worden naar de procesanalyse, hoofdstuk 4 paragraaf 4.2.

Betekenis letterkleuren

In het datamodel staan per entiteit verschillende datacomponenten in verschillende letterkleuren. De zwarte letterkleur betekent dat deze data nu al beschikbaar is via een papierenversie. Deze data is ook erg belangrijk voor het implementeren van Fokker 4.0, deze data wordt daarom ook meegenomen worden in de implementatie en is daarom wel afgebeeld in het datamodel.

De groene letterkleur geeft aan dat de data gewenst is door minstens één afdeling, die niet in de directe scope van Fokker 4.0 zit. Deze scope werd eerder in dit verslag toegelicht in paragraaf 2.2. Daarnaast betekent het dat de data niet automatisch door de implementatie beschikbaar

komt of direct benodigd is. Er moeten extra handelingen uitgevoerd worden voor het beschikbaar krijgen van deze data.

Betekenis letters achter datacomponenten

De letters achter datacomponenten geven aan welke afdelingen actief geïnteresseerd zijn in het monitoren van deze datacomponenten. Bijvoorbeeld, een afdeling planning wil actief weten welke mallen er voor een product gebruikt worden. De afdeling kwaliteit wil dit ook kunnen achterhalen indien nodig, maar is niet actief geïnteresseerd in deze data. Daarom zal de afdeling kwaliteit in dat geval niet aangegeven worden als actief geïnteresseerde. De betekenis van de letters wordt in tabel 2 toegelicht.

Letter	Betekenis
P	Productie
PV	Productievoorbereiding
PL	Planning
K	Kwaliteit
O	Onderhoud
I	Inkoop
FI	Financiën
FA	Facilitair
HR	Human Resource Management

Tabel 3: Betekenis letters in datamodel

6.2 Beschrijving van datacomponenten

Er is een uitwerking gemaakt van de verschillende datacomponenten in het datamodel. Deze uitwerking kan terug gevonden worden in appendix B. Allereerst worden daarin algemene datacomponenten beschreven. Dit zijn datacomponenten die in meerdere tabbladen van het datamodel terugkomen. Volgens worden er datacomponenten uitwerkt die specifiek zijn, deze komen maar in een tabblad terug. De datacomponenten worden per entiteit beschreven. Dat betekent dat eerst de algemene datacomponenten van de entiteit klantorder beschreven worden, vervolgens van de entiteit product enzovoort.

Hoofdstuk 7: Prioritering van het datamodel

In dit hoofdstuk wordt een beslissingsmatrix opgesteld over het gemaakte datamodel. Er worden in totaal zes stappen genomen voor het invullen van de beslissingsmatrix. Deze stappen zijn als volgt: (Heerkens & van Winden, 2012)

1. De beslissing beschrijven
2. Het beslissingsproces vaststellen
3. Criteria opstellen
4. Criteria van schaal voorzien
5. Gewichten geven aan criteria
6. Overzicht geven van alternatieven
7. Het resultaat generen

7.1 De beslissing beschrijven

De beslissing die in dit hoofdstuk genomen moet worden is als volgt:

Met welke afdeling moet de implementatie van Fokker 4.0 starten en met wat voor soort data moet de implementatie gestart worden?

Uit de beslissing volgt een prioritering van de implementatievolgorde van de verschillende afdelingen Fokker 4.0 verschillende afdelingen. De beslissing geeft dus aan waar het voor Fokker het verstandigst is om te beginnen met implementeren van Fokker 4.0. De beslissing sluit de implementatie van Fokker 4.0 voor de andere afdelingen niet uit.

7.2 Het beslissingsproces vaststellen

Beslissers

Aangezien de beslissing van belang is voor Fokker, zijn meerdere belanghebbenden uit het Fokker 4.0 team beslisser. Het beslissingsteam bestaat in totaal uit vijf mensen van het Fokker 4.0 team. Deze mensen zijn:

- Steven Hengeveld: Senior projectleider Fokker 4.0
- Bas Hoiting: Junior projectleider Fokker 4.0
- Erik Bruins: Projectleider sensoriek
- Wim de Bruyn: Projectleider PE-Tool
- Sibren Posthuma: Projectleider Planningsmanager

Door middel van een workshop wordt de beslissingsmatrix met dit team ingevuld.

Fasering van de beslissing

De beslissing wordt in drie fases genomen. Alle drie de fases worden doorlopen met het

beslissingsteam. De eerste fase is het herhalen en vaststellen van de te maken beslissing en de bijbehorende criteriapunten bedenken. De tweede fase is het bepalen van de gewichten voor de opgestelde criteriapunten. Tijdens de laatste fase wordt de score voor de opgestelde criteriapunten ingevuld in de beslissingsmatrix.

Hanteren weging

Tijdens het maken van de beslissing wordt een weging gehanteerd. Er wordt een weging gehanteerd omdat meerdere criteriapunten meespelen in het nemen van de beslissing en het ene criteriapunt een hogere prioriteit heeft dan het andere criteriapunt.

7.3 Criteria opstellen

Tijdens het eerste overleg met het beslissingsteam zijn de criteriapunten opgesteld. Deze criteriapunten zijn:

1. Haalbaarheid van de implementatie
2. Belang van verschillende afdelingen
3. Verhoogd inzichtelijkheid in het proces
4. Organisatorische complexiteit
5. Efficiëntie op een afdeling
6. Verbetering van de doorlooptijd
7. Geschatte investeringskosten

De betekenis van deze criteriapunten wordt in appendix C toegelicht.

7.4 Criteria van een schaal voorzien

Uiteindelijk is het van belang om te weten welke afdeling het beste scoort op de opgestelde criteria. Om dit gekwantificeerd te kunnen doen wordt er een score gegeven aan de criteria. Voor het maken van de beslissing wordt er gewerkt met een schaal van vijf punten. De betekenis van deze schaal is weergegeven in de onderstaande tabel.

Schaalpunt	Betekenis
1	Zeer slechte score
2	Slechte score
3	Matige score
4	Goede score
5	Zeer goede score

Tabel 4: Betekenis van schaalpunten

Voordat de beslissingsmatrix ingevuld werd, is er afgesproken wat deze vijf schaalpunten betekenen voor ieder criteriapunt. Bijvoorbeeld voor het criteriapunt: belang van verschillende

afdelingen, kreeg de score 1 wanneer er maar 1 afdeling belang had bij inzicht in deze data en het kreeg score 5 wanneer er 4 of meer afdelingen belang hebben bij inzichtelijkheid in deze data. De algemene filosofie achter het scoren van criteria met deze schaalpunten is ontstaan tijdens de eerste beslissingssessie. In de groep is er een afspraak gemaakt over het toekennen van schaalpunten. Daarbij kwamen de vijf schaalpunten naar voren. Op deze manier kan er een algemene schatting gemaakt worden van de impact van de criteria. De meeste criteria zijn namelijk niet meetbaar te maken, zoals efficiëntie op een afdeling, waardoor er met deze schaalpunten een schatting gemaakt kan worden van de impact van de digitalisatie van data. De betekenis van de schaalpunten per criteriapunt kan teruggevonden worden in appendix D.

7.5 Gewichten geven aan criteria

In deze paragraaf worden er gewichten gegeven aan de verschillende criteriapunten. Daarnaast wordt er in deze paragraaf een uitleg gegeven over de gewichten die gebruikt gaan worden in de beslissingsmatrix. In deze beslissingsmatrix wordt er gebruik gemaakt van een cijfer geven per criterium.

Het doel van deze beslissingsmatrix is het aanbrengen van een prioritering. Vanwege deze reden is voor het bepalen van de gewichten de MoSCoW methode gebruikt. Deze methode biedt de mogelijkheid om criteria in te delen in categorieën. (Stapleton, 2005) De categorieën waarin de criteriapunten ingedeeld moeten worden zijn als volgt:

MoSCow- regel	Algemeen	Gewicht
Must have	Moet hebben, zonder dit criteria punt werkt het systeem niet	Non compensatorische criteria
Should have	Zou moeten hebben, maar zonder dit werkt het systeem wel	Hoog gewicht
Could have	Zou fijn zijn, maar blijft een wens	Matig gewicht
Want to have	Eigenlijk nu nog onmogelijk	Laag gewicht

Tabel 5: Toelichting MoSCow-regel

De gewichten waar met de beslissingsmatrix mee gewerkt gaat worden zijn:

Gewicht	Betekenis	MoSCow - regel
1	Laag gewicht	Want to have
2	Matig gewicht	Could have
3	Hoog gewicht	Should have
4	Non compensatorisch	Must have

Tabel 6: Toekenning gewicht aan MoSCow-regel

In deze onderstaande tabel wordt het gewicht aan de opgestelde criteriapunten toegekend. De achterliggende gedachten van het gewicht per criteriapunt kan gevonden worden in appendix D. Volgens de beslissers was er geen enkel criteriapunt een absolute “must have”, vandaar dat er aan geen 4 is gegeven aan een criteriapunt.

Criteria	Gewicht
Haalbaarheid implementatie	1
Belang verschillende afdelingen	2
Verhoogd inzichtelijkheid in het proces	3
Organisatorische complexiteit	2
Efficiëntie op een afdeling	2
Verbetering van de doorlooptijd	3
Geschatte investeringskosten	1

Tabel 7: Toekenning van gewicht aan criteriapunt

Er is geen gebruik gemaakt van een Analytical Hierarchy Process (AHP – Methode) voornamelijk vanwege de tijdsrestrictie. Deze methode is vrij ingewikkeld om te gebruiken en zou ook goed uitgelegd moeten worden aan de beslissers. De MoSCow-methode is een eenvoudigere manier om te gebruiken voor het opstellen van gewichten. Vanwege deze praktische reden is deze methode gekozen.

7.5 Overzicht van alternatieven

In deze paragraaf wordt het overzicht van alternatieven gegeven waarover besloten moet worden in de beslissingsmatrix. Daarna wordt de benodigde en gewenste data gecategoriseerd.

7.5.1 Alternatieven

De afdelingen waarover een keuze gemaakt moet worden zijn:

- Productievoorbereiding
- Productie
- Planning
- Inkoop
- Facilitair
- Financiën
- HRM
- Onderhoud
- Kwaliteit

7.5.2 Categorisering van benodigde en gewenste data

Vanwege het grote aantal verschillende datacomponenten per afdeling, is het niet mogelijk om alle datacomponenten los te beoordeling qua prioriteit. Om toch een prioritering aan te geven over de verschillende afdelingen is er een samenvatting van de verschillende datacomponenten gemaakt. Samen met de beslissers is er besloten dat er aangenomen wordt dat de manier van beoordelen nog nauwkeurig genoeg is om een gegronde aanbeveling te geven qua prioritering van afdelingen voor implementatie van Fokker 4.0. Een verdere uitleg van deze aanname kan gevonden worden in de beperkingen van dit onderzoek in hoofdstuk 1.4. De categorisering van de datacomponenten is te vinden in appendix F.

7.6 Het resultaat genereren

In deze paragraaf wordt het resultaat van de beslissingsmatrix toegelicht. Daarnaast wordt de betekenis van dit resultaat uitgelegd.

7.6.1 Uitleg beslissingsmatrix

De beslissingsmatrix is afgebeeld in appendix G. Deze verschillende datacategorieën zijn beoordeeld tijdens de workshop. Uit deze beoordeling is een totaal gekomen per datacategorie. Vervolgens is het totaal per afdeling berekend. Omdat de ene afdeling meer datacategorieën heeft dan de andere is de gemiddelde score per afdeling berekend.

7.6.2 Uitkomst beslissingsmatrix

De uitkomst van deze beslissingsmatrix is weergegeven in onderstaande tabel.

Ranking	Afdeling	Gemiddelde score van de afdeling	Hoogst scorende datacategorie	Score van die datacategorie
1	Onderhoud	44	Machinedata	44
2	Productie	43	Productdata	51
3	Facilitair	43	Omgevingsfactoren	43
4	Productievoorbereiding	39	Omgevingsfactoren	44
5	HRM	38	Werknemersdata	38
6	Planning	37	Machinedata	45
7	Kwaliteit	31	Werknemersdata	41
8	Inkoop	28	Materiaaldata	28

Tabel 8: Uitkomst van de beslissingsmatrix

Kijkend naar deze prioritering kan er gezegd worden dat op afdelingsniveau de afdeling onderhoud met de datacategorie machinedata het hoogst scoort. Uit deze prioritering zou geconcludeerd kunnen worden dat de datacategorie machinedata van de afdeling onderhoud als eerste geïmplementeerd moeten worden. Echter valt de afdeling onderhoud niet in de directe scope van het Fokker 4.0 project. Zoals genoemd in hoofdstuk 2 paragraaf 2.2 Scope

Fokker 4.0, vallen de afdelingen productievoorbereiding, productie, planning en kwaliteit in de directe scope van Fokker 4.0. Doordat de scores van de afdeling productie en onderhoud zeer dicht bij elkaar liggen, kan er ook geconcludeerd worden dat de productdata van de afdeling productie het eerste volledig gedigitaliseerd moet worden. De datacategorie productdata van de afdeling productie scoort het hoogst van alle datacategorieën. Hierdoor is het aannemelijk om deze datacategorie het eerste te gaan digitaliseren. Nadat de productdata van de afdeling productie gedigitaliseerd is, kan de machinedata van de afdeling onderhoud het beste gedigitaliseerd worden.

Als derde eindigt de afdeling facilitair met de datacategorie omgevingsfactoren. Gezien de lage geschatte investeringskosten en de hoge haalbaarheid van implementatie is het aan te bevelen om deze datacomponenten ook te digitaliseren. De omgevingsfactoren beïnvloeden de materiaaleigenschappen en zijn daardoor ook bepalend voor de producteigenschappen en is hiermee van toegevoegde waarde voor het eindproduct.

Opvallend is dat de werknemersdata van de datacategorie HRM hoger scoort dan de afdeling kwaliteit en planning. Omdat deze twee afdelingen nu al wel in de scope van het project zijn betrokken maar de afdeling HRM niet. Hierdoor wordt het aangeraden om de werknemersdata die gegenereerd wordt door de afdeling HRM ook te digitaliseren wanneer dit mogelijk is. De materiaaldata van de afdeling inkoop kan als laatst gedigitaliseerd worden. Omdat de digitalisatie van deze data niet product gerelateerd is, de data het minst toevoegt aan het verhogen van de inzichtelijkheid in het productieproces en er weinig afdelingen belang hebben bij de data die gegenereerd wordt door de afdeling inkoop, wordt de toegevoegde waarde van deze digitalisatie in deze fase laag ingeschat.

7.6 Conclusie

In dit hoofdstuk is het resultaat uit de beslissingsmatrix getrokken. Om dit te doen zijn eerst de alternatieven genoemd. De alternatieven zijn de afdelingen waarover de beslissing gemaakt is. Daarna is de data van de verschillende afdelingen gecategoriseerd in verschillende datacategorieën. Met behulp van de gecategoriseerde data en de opgestelde criteria is de beslissingsmatrix ingevuld. Uit deze beslissingsmatrix kan geconcludeerd worden dat de afdeling onderhoud met de datacategorie machinedata het hoogst scoort. Omdat de afdeling onderhoud niet in de directe scope van Fokker 4.0 valt, wordt er aanbevolen om de productdata van de afdeling productie als eerste te digitaliseren wanneer Fokker 4.0 geïmplementeerd wordt. Nadat deze productdata gedigitaliseerd is, wordt het aangeraden om de machinedata van de afdeling onderhoud en omgevingsfactoren van de afdeling facilitair als eerstvolgende te digitaliseren. Het resultaat van dit hoofdstuk vormt de basis voor de eindconclusie en de aanbevelingen die beschreven worden in het volgende hoofdstuk.

Hoofdstuk 8: Conclusie en aanbevelingen

Dit hoofdstuk is opgedeeld in twee delen. In het eerste deel wordt de conclusie van het onderzoek beschreven. In het tweede deel worden er aanbevelingen gedaan voor het vervolg van de implementatie van Fokker 4.0 en voor vervolgonderzoek.

8.1 Conclusie van het onderzoek

Dit onderzoek heeft een bijdrage geleverd aan het kernprobleem: *Er ontbreekt een methode om real-time informatie te genereren dat als input dient voor een real-time productie controlesysteem.*

Het uitgevoerde onderzoek heeft antwoord te geven op de drie volgende onderzoeksvragen.

1. **Hoe zitten de huidige processen van de verschillende afdelingen binnen Fokker in elkaar?**
2. **Wat is de informatiebehoefte per afdeling indien Fokker 4.0 geïmplementeerd wordt?**
3. **Met welke afdeling moet de implementatie van Fokker 4.0 starten en met welke soort data moet de implementatie gestart worden?**

Om de informatiebehoefte van de verschillende afdelingen te kunnen begrijpen moeten eerst de huidige processen op een globaal niveau begrepen worden. Daarom is er als eerste een procesanalyse uitgevoerd. Hiermee wordt er antwoord gegeven op onderzoeksvraag 1: **Hoe zitten de huidige processen van de verschillende afdelingen binnen Fokker in elkaar?** Deze procesanalyse is uitgevoerd door middel van interviews. Er zijn in totaal negen verschillende afdelingen waarvoor de procesanalyse is uitgevoerd. Deze afdelingen zijn: productievoorbereiding, productie, planning, onderhoud, kwaliteit, inkoop, facilitair, financiën en HRM. Om de procesanalyse systematisch uit te kunnen voeren en bij iedere afdeling dezelfde soort informatie te kunnen achterhalen is er gebruik gemaakt van een standaard interview template. Het template is samen met mijn begeleider opgesteld. Het template kan teruggevonden worden in appendix A. Daarnaast is de “functional view” gebruikt tijdens het uitvoeren van een interview. Dit perspectief geeft aan dat er gekeken is naar de activiteiten die er binnen een afdeling uitgevoerd worden. Wanneer de activiteiten van de verschillende afdelingen begrepen zijn, is er antwoord gegeven op het eerste kennisprobleem. De volledige uitwerking van de procesanalyse kan gevonden worden in hoofdstuk 4.

Na de procesanalyse is de behoefteanalyse uitgevoerd. Het doel van deze behoefteanalyse is het antwoord geven op de tweede onderzoeksvraag: **Wat is de informatiebehoefte per afdeling indien Fokker 4.0 geïmplementeerd wordt?**

Met behulp van de behoefteanalyse zijn de benodigde en gewenste veranderingen onderzocht. Om deze behoefteanalyse systematisch uit te voeren is er gebruik gemaakt van de “informational view”. Met dit perspectief wordt er gekeken naar de data die nodig is om

informatiewensen van afdelingen te kunnen realiseren. Daarnaast is er net zoals bij de procesanalyse gebruik gemaakt van een standaard interviewtemplate die opgesteld is met mijn begeleider. Het template kan teruggevonden worden in appendix A. Voor het systematisch uitvoeren van de behoefteanalyse is de “information needs analysis technique” gebruikt. Deze techniek geeft handvaten om een behoeftematrix op te stellen.

De informatie die is achterhaald tijdens deze behoefteanalyse vormt de basis voor het opstellen van het datamodel. In dit datamodel is overzicht gecreëerd van de basiscomponenten die gedigitaliseerd moeten worden in Fokker 4.0. De uitwerking van de behoefteanalyse en het datamodel vormen het antwoord op het tweede kennisprobleem.

Voor het beantwoorden van de derde onderzoeksvraag: **Met welke afdeling moet de implementatie van Fokker 4.0 starten en met welke datacategorie moet de implementatie gestart worden?** is er een beslissingsmatrix opgesteld. Deze beslissingsmatrix is door middel van een workshop ingevuld samen met de beslissers. Dit team bestond uit vijf belanghebbenden uit het Fokker 4.0 team. De afdelingen waren de alternatieven waarover een beslissing moest worden genomen. Omdat het datamodel zeer veel datacomponenten bevat, zijn deze datacomponenten gecategoriseerd in verschillende datacategorieën per afdeling. Iedere afdeling kan meerdere datacategorieën hebben. In de matrix zijn deze datacategorieën beoordeeld aan de hand van verschillende criteriapunten.

De uitkomst van de beslissingsmatrix is als volgt. De afdeling onderhoud scoort het hoogst met de categorie machinedata. Daarna volgen de afdelingen productie en facilitair. De afdeling productie scoort het hoogst met de datacategorie productdata. De afdeling facilitair bevatte alleen de datacategorie omgevingsfactoren en scoorde dus met deze datacategorie het hoogst.

De afdeling onderhoud valt niet in de directe scope van Fokker 4.0. Omdat de categorie productdata van de afdeling het hoogst scoort van alle datacategorieën is de conclusie dat de implementatie van Fokker 4.0 het beste kan starten met het voltooien van de digitalisatie van de productdata van de afdeling productie. Wanneer deze data gedigitaliseerd is, wordt er aanbevolen om de machinedata van de afdeling onderhoud en de omgevingsfactoren van de afdeling facilitair te digitaliseren. Dit omdat machines altijd nodig zijn voor het produceren van producten, de bewerking van machines hebben grote invloed op de uiteindelijke kwaliteit van een product. Hierdoor is real-time inzicht in machinedata van toegevoegde waarde. Daarnaast wordt het aanbevolen om de omgevingsfactoren van de afdeling facilitair te digitaliseren. De geschatte investeringskosten hiervoor zijn laag en de haalbaarheid van de implementatie is hoog. Nadat deze data gedigitaliseerd is, kan de data die gegenereerd wordt door de afdeling HRM het beste gedigitaliseerd worden. Tot slot wordt het aanbevolen om de data die gegenereerd wordt door de afdeling inkoop pas als laatste te digitaliseren. Omdat de data

weinig bijdraagt in het verhogen van de inzichtelijkheid van het productieproces en weinig afdelingen belang hebben bij deze data.

8.2 Aanbevelingen

In het onderzoek zijn er vier punten waar een aanbeveling over wordt gedaan. Deze vier punten zijn 1. Een aanbeveling over de procesanalyse, 2. Een aanbeveling over de behoefteanalyse, 3. Een aanbeveling over het datamodel en 4. Een aanbeveling over Lean management.

De procesanalyse kan in de toekomst een basis vormen voor nieuwe stagiaires of medewerkers die het algemene proces binnen Fokker op een globaal niveau willen leren kennen. Tijdens de start van dit onderzoek bestond er nog geen algemene uitwerking van deze losse processen. Een aanbeveling voor de toekomst is het maken van een “process flow diagram” van alle processen samen. Op dit moment zijn er alleen losse “process flow diagrammen” die alleen kleine delen van processen op een gedetailleerd niveau weergeven. Een algemene “process flow diagram” van de processen samen ontbreekt op dit moment. Dit diagram zou van toegevoegde waarde zijn omdat een visuele uitleg de processen op een snellere manier begrijpelijk maakt.

In hoofdstuk vijf is er een behoefteanalyse uitgewerkt. In deze uitwerking zijn behoeften beschreven die in dit stadium van het project Fokker 4.0 nog niet vertaald kunnen worden naar data. Dit zijn aanbevelingen die door Fokker 4.0 in de toekomst gerealiseerd kunnen worden.

In het datamodel is er onderscheid gemaakt tussen de datacomponenten die direct gedigitaliseerd kunnen worden, de zogenaamde zwarte datacomponenten en de zogenaamde groene datacomponenten. Enkele groene datacomponenten kunnen voordat een eventuele implementatie kan beginnen, gedetailleerder uitgewerkt worden. Zoals: procesonderbrekingen, er kan uitgewerkt worden wat voor soort procesonderbrekingen er kunnen voorkomen. Dit is interessant omdat zo frequentie van de verschillende procesonderbrekingen gemonitord kunnen worden. Het gedetailleerder uitwerken is in dit onderzoek niet gebeurd, omdat de scope van dit onderzoek daarvoor te breed is.

Mijn slotaanbeveling ligt op een aangrenzend vlak van het onderzoek, namelijk Lean management. Met behulp van Fokker 4.0 wil de afdeling planning volledig inzicht verkrijgen in de status van iedere individuele processtap van elke productieorder. Dit zal zeker kunnen, maar op korte termijn zijn er wellicht ook snel resultaten te bereiken door veel meer visuele planning op de werkvloer toe te passen. De hoeveelheid onderhanden werk is aanzienlijk, volgens medewerkers van Fokker. Daarnaast wordt er veel gestuurd op bezettingsefficiency van machines en werkplekken in plaats van korte doorlooptijden en weinig onderhanden werk. Aangezien dit aspect geen officieel deel van mijn onderzoek is, is het idee alleen in hoofdlijnen

uitgewerkt. Het project Fokker 4.0 kan als ondersteunend component worden gebruikt voor dit concept. Tijdens deze stage heb ik diverse aspecten opgemerkt en in mijn vrije tijd heb ik hier een idee over bedacht en uitgewerkt. In appendix I is een uitwerking van dit concept te vinden. Mijn aanbeveling hierbij is het verder uitwerken van dit concept. Door middel van het verder uitwerken van dit concepten kunnen mogelijkheden onderzocht worden. Daarnaast kunnen ook de gevolgen, kosten onderzocht worden.

Verwijzingen

- Atzori L., I. A. (2010). The Internet of Things; A survey. *Elsevier*, 19.
- Bal, J. (1998). Process analysis tools for process improvement. *The TQM magazine*, 342-354.
- Frazzon, H. J.-R. (2013). Towards socio-cyber-physical systemns in production networks. *Procedia CIRIP*, 49-54.
- Gubbi, J., Buyya, R., Marusic, S., & Palaniswami, M. (2013). Internet of Things(IoT): A vision, architectural elements, and future directions. *Future Generation Computer Systems*, 16.
- Heerkens, H., & van Winden, A. (2012). *Geen Probleem*. Nieuwegein: Van Winden Communicatie.
- Information Needs Analysis Technique*. (sd). Opgehaald van Projectmanagement:
<https://www.projectmanagement.com/process/popup.cfm?ID=23628>
- Kagermann, H. (2015). Change Through Digitization - Value Creation in the Age of Industry 4.0. In A. H. al, *Management of Permanent Change* (pp. 23 - 32). Berlijn: Springer Fachmedien Wiesbaden.
- Kortue G., K. F. (2010). Smart Objects as Building Blocks for the Internet of Things. *IEEE Computer Society*, 8.
- Lee, J., Bagheri, B., & Kao, H. (2015). A Cyber-Physical Systems architecture for Industry 4.0-based manufacturing systems. *ScienceDirect*, 7.
- Projectmanagement*. (2006, Oktober 7). Opgehaald van
<https://www.projectmanagement.com/wikis/233060/Information-Needs-Analysis>
- Ramesh Sharda, D. D. (2014). *Business Intelligence*. Edinburgh Gate: Pearson Education Limited.
- Stapleton, J. (2005). *DSDM de methode in de praktijk*. Amsterdam: Pearson Education Benelux.
- Stock, T., & Seliger, G. (2013). Opportunities of Sustainable Manufacturing in Industry 4.0. *IRP*, 2.
- Weske, M. (2012). *Business Process Management*. Potsdam: Springer.

Appendix A: Template interviews

In deze appendix zijn de templates voor de uitgevoerde interviews te vinden. Zowel het template voor de procesanalyse als het template voor de behoefteanalyse worden hierin weergegeven. Voor het uitvoeren van een interview werd altijd gezorgd dat de belanghebbende 24 uur van tevoren deze template via de mail ontvangen had.

Template procesanalyse

Algemene informatie: Het doel van dit gesprek is het in kaart brengen van de activiteiten die bij het proces van deze afdeling plaats vinden. Deze opdracht is alleen gericht op de composiet divisie. De activiteiten van deze afdeling hoeven daarom niet bedrijfsbreed uitgelegd te worden, maar alleen gericht op de composiet divisie.

1. Wat zijn de verschillende activiteiten van deze afdeling?
2. Bij welke activiteiten wordt er op dit moment nog gewerkt met papier?
3. Wat zijn de systemen waar op dit moment mee gewerkt wordt?
 - a. Waar dienen deze systemen op dit moment voor?
 - b. In hoeverre bevalt de werking van de huidige systemen?
 - c. Waar ziet u verbetermogelijkheden voor de werking van de systemen?
4. Wat zijn activiteiten die naar uw inzien gedigitaliseerd kunnen worden? Zodat het papierwerk overbodig wordt.
5. Zijn er op dit moment zichtbare of merkbare nadelen aan de werking van het huidige systeem?
6. Zijn er op dit moment factoren die erg goed werken in het huidige systeem en daarom ook niet veranderd moeten worden?

Template behoefteanalyse

Algemene informatie: Het doel van dit gesprek is het in kaart brengen van de informatiebehoefte van deze afdeling. Hiermee worden aspecten bedoeld die op dit moment nog niet gemonitord of gemeten kunnen worden, maar die wel graag gemonitord of gemeten kunnen worden in de toekomst.

1. Welke informatie is op dit moment alleen nog maar via papier beschikbaar?
2. Welke informatie is op dit moment al digitaal beschikbaar?
3. Zou deze papiereninformatie gedigitaliseerd kunnen worden?
 - a. Zo ja, wat voor voordeel zou dit opleveren?
 - b. Zo nee, waarom zou dit geen voordeel opleveren?
4. Bent u bekend met het project Fokker 4.0?
 - a. Indien u niet bekend bent met dit project: Fokker 4.0 betekent in de eerste fase het digitaliseren van de fabriek. Op dit moment is deze digitalisering

voornamelijk gericht op de afdeling productie. Ik ben opzoek naar de databehoefte van andere afdelingen, die ook gedigitaliseerd kunnen worden door middel van Fokker 4.0.

5. Wat zijn in uw ogen mogelijkheden voor verbetering van deze afdeling?
 - a. Waarom zijn deze verbeteringen nog niet eerder ingevoerd?
6. Welke data is benodigd voor het verwezenlijken van deze verbeteringen van belang?
7. Kunt u voordelen opnoemen die voor uw gebied toepasbaar zijn met het implementeren van Fokker 4.0?
8. Kunt u nadelen opnoemen die voor uw gebied toepasbaar zijn met het implementeren van Fokker 4.0?

Appendix B: Betekenis van de datacomponenten

Hieronder wordt de betekenis van de algemene datacomponenten toegelicht.

Klantorder

Datacomponent	Omschrijving
Product_ordernummer	Het unieke nummer voor een klantorder.
Programma_naam	De naam van het project waar de order bij hoort. Een project is bijvoorbeeld: A380, Apache of JSF.
Klantnaam	De naam van de klant waar de order aan geleverd moet worden.
Klantnummer	Het unieke nummer van de klant.
Programmacode	De code van het programma waar deze order onder valt.

Tabel 9: Betekenis algemene datacomponenten klantorder

Product

Datacomponent	Omschrijving
Serie_nummer	Het unieke nummer die het product traceerbaar maakt.
Product_naam	De naam van het product.
Start job (datum & tijd)	De datum en tijd van de start van de bewerking van een product.
Eind job (datum & tijd)	De datum en tijd van het eind van de bewerking van een product.

Tabel 10: Betekenis algemene datacomponenten product

Materiaal

Datacomponent	Omschrijving
Waren_code	Het unieke nummer van het materiaal.
Lot_nummer	Verzameling producten of materialen met dezelfde eigenschappen aangeleverd door 1 leverancier. Deze verzameling producten is op hetzelfde tijdstip geleverd door 1 leverancier.
Batch_nummer	Het unieke nummer van een verzameling producten die in dezelfde tijdsspanne en onder dezelfde procescondities bewerkt zijn. Dit batchnummer wordt aan producten toegekend door Fokker.

Resterende opentijd	De resterende tijd totdat het materiaal niet meer bewerkt kan worden.
Storage live	De uiterste opslagdatum waarop het materiaal niet meer bewerkt mag worden.

Tabel 11: Betekenis algemene datacomponenten materiaal

Machine

Datacomponent	Omschrijving
Object_nummer klant	Het unieke nummer van de machine in het onderhoudssysteem.
Machine_Soort	Het soort machine, bijvoorbeeld verspaanmachine.
Merk_Machine	Het merk van de machine. Bijvoorbeeld Fehlmann.
Type_Machine	Het type machine van dat merk, bijvoorbeeld Picomax 51-NC.
Afdeling	De afdeling waar de machine staat. Bijvoorbeeld composieten.

Tabel 12: Betekenis algemene datacomponenten machine

Werknemer

Datacomponent	Omschrijving
Werknemers_nummer	Het unieke nummer van een werknemer.
Pas_nummer	Het unieke pasnummer, dat gekoppeld is aan een werknemersnummer.
Unit_werkzaam	De unit of divisie waar een werknemer werkzaam is. Bijvoorbeeld composieten of metaal.
Afdeling_werkzaam	De afdeling waar een werknemer werkzaam is. Bijvoorbeeld lamineren of verspanen.

Tabel 13: Betekenis algemene datacomponenten werknemer

Hieronder wordt de betekenis van de specifieke datacomponenten toegelicht. Dit wordt per entiteit gedaan.

Product

Datacomponent	Omschrijving
Aantal lamellen per pakket	Dit component monitort het aantal lamellen per pakket binnen een order per materiaal.

Alle pakketten gesneden	Dit component berekent of de alle pakketten uit een order ook daadwerkelijk gesneden zijn.
Lamineermal	Het nummer van de gebruikte lamineermal per product.
Aantal lamellen belegd	Het aantal belegde lamellen worden door dit componenten geteld of bijgehouden.
Tijdsduur precompacten	De tijdsduur dat een product vacuüm gezogen (precompacten) is.
Vacuümniveau	Het gebruikte vacuümniveau voor ieder product tijdens het precompacten.
Drukval	Het drukverschil aan het begin en einde van de meting bij het aanbrengen van de drukzak. Het wordt gebruikt om te controleren of de mal zonder lekkage ingepakt is.
Zaknummer	Het nummer van de gebruikte vacuümzak per product.
Curvenummer	Computergestuurd verwarmingsprogramma van de autoclaaf die verschillend kan zijn per product.
Chargenummer	De uitvoering (run) van een curveprogramma. In deze charge zitten meerdere producten die uitgehard kunnen worden.
Opwarmingscoëfficiënt	Geeft aan hoe sterk de temperatuur verandert over de tijd tijdens de opwarmings- of afkoelingsfase van een product.
Resterende verwerkingstijd	Dit component berekent de resterende verwerkingstijd voordat een coating die aangebracht is tijdens het spuiten is uitgehard.

Tabel 14: Betekenis specifieke datacomponenten product

Machine

Datacomponent	Afdeling
Nestcode	De unieke code van een nest lamellen. Een verzameling producten uit dezelfde oppervlakte eenheid. Bijvoorbeeld een vierkante meter composiet materiaal.
Ovencharge	De run van een partij producten in de oven.

Vulgraad	De hoeveelheid producten in de autoclaaf ten opzichte van het maximaal mogelijke aantal, procentueel gezien.
Demping	De hoeveelheid decibel (dB) die gebruikt wordt voor het testen van een product.
Beeldschermhoogte	De amplitude van het gemeten signaal. Het wordt uitgedrukt in percentage beeldschermhoogte. Dit wordt gebruikt om de demping te berekenen.
Proces onderbreking	Dit component meet hoeveel tijd het proces onderbroken wordt. Dit kan bijvoorbeeld door het omstellen van mallen veroorzaakt worden.

Tabel 15: Betekenis specifieke datacomponenten machine

Appendix C: Betekenis van de criteriapunten

In deze bijlage worden de criteriapunten met bijbehorende toelichting uitgewerkt.

Criteria	Toelichting
Haalbaarheid implementatie	Bij dit criteriapunt wordt er een inschatting gemaakt van de hoeveelheid IT werk die uitgevoerd moet worden voor het digitaliseren en real-time beschikbaar hebben van de gewenste datacomponenten. Onder IT werk wordt de hoeveelheid programmering, het aanbrengen van sensoren het verbinden en aanpassen van systemen verstaan.
Belang voor verschillende afdelingen	Indien meerdere afdelingen belang hebben bij de gevraagde data van 1 afdeling, geeft dit aan dat deze gewenste data belangrijker is dan gewenste data door 1 afdeling alleen.
Verhoogd inzichtelijkheid kwaliteit proces	Bij dit criteriapunt wordt er geschat of de gevraagde data meer inzicht geeft in de processtatus. Door het verhoogde inzicht in de processtatus, verbetert de kwaliteit, want fouten worden sneller herkend of zelfs voorkomen. Dit is overeenkomstig met de visie van Fokker 4.0, namelijk het aantal fouten reduceren. Een voorbeeld zijn omgevingsfactoren. Omgevingsfactoren beïnvloeden de materiaaleigenschappen. Wanneer de omgevingsfactoren gemonitord kunnen worden, wordt het proces inzichtelijker omdat een punt dat de kwaliteit beïnvloed inzichtelijk gemaakt wordt.
Organisatorische complexiteit	Er wordt een inschatting gemaakt van de hoeveelheid organisatorische complexiteit die deze invoering met zich meebrengt. Wanneer nieuwe specificaties of procedures voor een wens nodig zijn, zal de organisatorische complexiteit hoger zijn dan wanneer er geen nieuwe specificaties gevraagd worden. Een voorbeeld van organisatorische complexiteit is het inzicht in persoonsgegevens. Wanneer er exact

	achterhaald kan worden hoelang een werknemer over het bewerken van een product doet, kan dit privacygevoelige informatie zijn. Voor deze privacygevoelige informatie moeten er speciale regels of procedures opgesteld worden. Dit brengt veel organisatorisch werk met zich mee. Hierdoor wordt het ingewikkeld om dit mogelijk te maken.
Efficiëntie op een afdeling	Door dit criteriapunt wordt er een schatting gemaakt van de verbetering van de efficiëntie per productiestap. Dit betekent dat met dezelfde hoeveelheid mensen of resources de output verhoogd wordt. Of dat dezelfde output behaald wordt met minder mensen of resources. Een voorbeeld is het inzicht hebben in de activiteiten van een operator tijdens het precompacten op de lamineerafdeling. Het precompacten duurt tien minuten. Het kan voorkomen dat de operator tijdens het precompacten tien minuten “pauze” houdt. Als dit zo is, kan hier een verbetering ingevoerd worden. De operator zou bijvoorbeeld alvast kunnen starten met het lamineren van een ander product.
Verbetering van de doorlooptijd	Met dit criteriapunt wordt er geschat in hoeverre de doorlooptijd van het algemene productieproces verbeterd. Er wordt hier vanaf een hoger niveau gekeken dan vanaf het efficiëntie niveau. Een voorbeeld hierbij is het inzicht creëren in de tijd dat producten liggen te wachten voordat deze producten bewerkt kunnen worden bij de verspaanafdeling. Wanneer de wachttijd erg hoog blijkt te zijn kan hier onderzocht worden hoe dit verbetert kan worden.
Geschatte investeringskosten	Met dit criteriapunt wordt er een inschatting gemaakt van de hoogte van de investeringskosten om de data beschikbaar te krijgen.

Tabel 16: Betekenis van de criteriapunten

Appendix D: Betekenis van de schaalpunten voor criteria

In deze appendix wordt de betekenis van de schaalpunten aan criteria toegekend. Deze betekenis is tijdens de workshop voor het invullen van de beslissingsmatrix samen met de beslissers bepaald.

Ieder criteriapunt wordt genoemd, in een tabel wordt uitgelegd wat de schaalpunten voor dat criteriapunt betekenen.

1. Haalbaarheid implementatie

Onder IT werk wordt de hoeveelheid programmering, het aanbrengen van sensoren het verbinden en aanpassen van systemen verstaan.

Schaalpunt	Betekenis
1	De haalbaarheid van digitalisering van deze data ligt erg laag. Dit betekent dat er erg veel IT werk verricht moet worden voordat de digitalisering gerealiseerd kan worden.
2	De haalbaarheid van de implementatie van deze data is moeilijk.
3	De implementatie is mogelijk met een "normale" hoeveelheid IT werk.
4	De implementatie is makkelijk te realiseren.
5	De implementatie is zeer eenvoudig.

Tabel 17: Betekenis schaalpunten criteriapunt 1

2. Belang van verschillende afdelingen

Schaalpunt	Betekenis
1	1 afdeling belang heeft bij deze data.
2	2 afdelingen interesse hebben in deze data.
3	3 afdelingen interesse hebben in deze data.
4	4 afdelingen interesse hebben in deze data.
5	4 of meer afdelingen interesse hebben in deze data.

Tabel 18: Betekenis schaalpunten criteriapunt 2

3. Verhoogd de inzichtelijkheid in het proces

Schaalpunt	Betekenis
1	De inzichtelijkheid verbetert niet door digitalisering van de data uit deze datacategorie.

2	De inzichtelijkheid verbetert op een matige manier door digitalisering van de data uit deze datacategorie.
3	De inzichtelijkheid verbetert door digitalisering van de data uit deze datacategorie.
4	De inzichtelijkheid verbetert goed door digitalisering van de data uit deze datacategorie.
5	De inzichtelijkheid verbetert significant door digitalisering van de data uit deze datacategorie.

Tabel 19: Betekenis schaalpunten criteriapunt 3

4. Organisatorische complexiteit

Schaalpunt	Betekenis
1	Digitalisering van deze data brengt zeer veel organisatorische complexiteit met zich mee brengt. Hierdoor wordt het digitaliseren van deze data zeer vermoeilijkt.
2	De organisatorische complexiteit van digitalisering van deze data uit de datacategorie is hoog.
3	De organisatorische complexiteit van digitalisering van deze data uit de datacategorie is matig.
4	De organisatorische complexiteit van digitalisering van deze data uit de datacategorie is laag.
5	Digitalisering van deze data brengt geen organisatorische complexiteit met zich mee brengt. Hierdoor wordt het digitaliseren van deze data vergemakkelijkt.

Tabel 20: Betekenis schaalpunten criteriapunt 4

5. Efficiëntie op een afdeling

Schaalpunt	Betekenis
1	De efficiëntie op een afdeling wordt door digitalisering van deze data niet verbeterd.

2	De efficiëntie op een afdeling wordt door digitalisering van deze data nauwelijks verbeterd.
3	De efficiëntie op een afdeling wordt door digitalisering van deze data waarschijnlijk verbeterd.
4	De efficiëntie op een afdeling wordt door digitalisering van deze data verbeterd.
5	De efficiëntie op een afdeling wordt doordigitalisering van deze data aanzienlijk verbeterd.

Tabel 21: Betekenis schaalpunten criteriapunt 5

6. Verbetering van de doorlooptijd over het gehele proces

Schaalpunt	Betekenis
1	De doorlooptijd van het proces wordt door digitalisering van de data uit deze datacategorie niet verbeterd.
2	De doorlooptijd van het proces wordt door digitalisering van de data uit deze datacategorie nauwelijks verbeterd.
3	De doorlooptijd van het proces wordt door digitalisering van de data uit deze datacategorie matig verbeterd.
4	De doorlooptijd van het proces wordt door digitalisering van de data uit deze datacategorie verbeterd.
5	De doorlooptijd van het proces wordt door digitalisering van de data uit deze datacategorie aanzienlijk verbeterd.

Tabel 22: Betekenis schaalpunten criteriapunt 6

7. Geschatte investeringskosten

Schaalpunt	Betekenis
1	De geschatte investeringskosten liggen boven de 500.000 euro.
2	De investeringskosten van de benodigde systemen worden geschat tussen de 500.000 en 375.000 euro.
3	De investeringskosten van de benodigde systemen worden geschat tussen de 375.000 en 250.000 euro.

4	De investeringskosten van de benodigde systemen worden geschat tussen de 250.000 en 125.000 euro.
5	De geschatte investeringskosten liggen beneden de 125.000 euro.

Tabel 23: Betekenis schaalpunten criteriapunt 7

Appendix E: Toelichting van de gewichten per criteriapunt

In deze appendix worden de toegekende gewichten aan een criteriapunt toegelicht.

Criteria	Gewicht	Toelichting
Haalbaarheid implementatie	1	De haalbaarheid van het te verrichten IT werk krijgt een laag gewicht omdat Fokker de hoeveelheid IT werk minder relevant vindt dan het resultaat dat dit IT werk oplevert. Kortom, men is bereid veel te investeren in de implementatie.
Belang verschillende afdelingen	2	Wanneer meerdere afdelingen belang hebben bij data die gegenereerd wordt door een andere afdeling is dit een positief punt. Echter is deze factor niet overeenkomstig met de visie van Fokker 4.0 en is het dus geen doorslaggevende factor. Hierdoor krijgt dit criteriapunt een 2 als gewicht.
Verhoogd inzichtelijkheid proces	3	Dit criteriapunt komt overeen met de visie van Fokker 4.0 en is daarom ook van groot belang.
Organisatorische complexiteit	2	Organisatorische complexiteit veroorzaakt een weerstand voor het implementeren. Maar dat wil niet zeggen dat implementatie daardoor tegengehouden moet worden. Vandaar dat de score voor dit criteriapunt een 2 is.
Efficiëntie op een afdeling	2	De schatting van de verbetering van werkbaarheid voor een afdeling is relevant om te beoordelen. Maar het criteriapunt is niet doorslaggevend omdat de werksnelheid van een afdeling niet per definitie positief hoeft te zijn voor het gehele proces. Er dreigt sub-optimalisatie van een afdeling door het verhogen van de werksnelheid van een afdeling. Sub-optimalisatie hoeft niet voordelig te zijn voor het productieproces als geheel.
Verbetering van de doorlooptijd	3	Dit criteriapunt is belangrijk. Het is overeenkomstig met de visie van Fokker 4.0.
Geschatte investeringskosten	1	Tijdens de eerste fase van implementatie is het belangrijk dat de basis van de digitalisatie goed is. Hierdoor zouden de geschatte investeringskosten een kleinere rol moeten spelen.

Tabel 24: Toelichting gewicht per criteriapunt

Appendix F: Categorisering van datacomponenten per afdeling

Productievoorbereiding

Categorie	Samenvatting datacomponenten
Materiaaldata	Benodigd materiaal Specificaties materiaal
Productdata	Familie van product Benodigde productiestappen Specificaties product
Machinedata	Benodigde tooling per product Machine programma's

Tabel 25: Categorisering van datacomponenten productievoorbereiding

Productie

Categorie	Samenvatting benodigd en gewenst
Materiaaldata	Benodigd materiaal per productiestap Uiterste gebruiksdatum
Productdata	Tijd/data product gereed Gebruikte materialen per product Gebruikte mallen per product Gebruikte tools per product Lektesten registratie Autoclaaf curve/ charge Verspaanprogramma NDO-registratie Tijdstip in magazijn
Machinedata	Stilstand dagen Draaiuren Trillingen (verspaanmachine) Rotatie assen Procesonderbrekingen
Omgevingsfactoren	Datum Tijd Temperatuur Luchtvochtigheid Stof PH-waarde water (NDO)
Werknemersdata	Werknemer die aan product heeft gewerkt start- en eindtijd job

Tabel 26: Categorisering van datacomponenten productie

Planning

Categorie	Samenvatting benodigd en gewenst
Machine/tool data	Beschikbaarheid mallen Dimensies mallen Locatie mallen Beschikbaarheid machines
Productdata	Stel en stuk tijden Batch criterium Specificeren (benodigde) resource type
Werknemersdata	Geplande start- en eindtijd

Tabel 27: Categorisering van datacomponenten planning

Inkoop

Categorie	Samenvatting benodigd en gewenst
Materiaaldata	Voorraad van materiaal

Tabel 28: Categorisering van datacomponenten inkoop

Facilitair

Categorie	Samenvatting benodigd gewenst
Omgevingsfactoren	Datum Tijd Temperatuur Luchtvochtigheid Stof

Tabel 29: Categorisering van datacomponenten facilitair

HRM

Categorie	Samenvatting benodigd en gewenst
Werknemersdata	Contracttype Opleidingen Vakantiedagen Verlofdagen Ziekteverzuim Werkzaam bij afdeling

Tabel 30: Categorisering van datacomponenten HRM

Kwaliteit

Categorie	Samenvatting benodigd en gewenst
Materiaaldata	Specificatie materiaal Leverancier COC-certificering Laboratoriumdata Uiterste gebruiksdatum
Productdata	Specificatie product Procedures produceren van product
Werknemersdata	Machtigingen

Tabel 31: Categorisering van datacomponenten kwaliteit

Onderhoud

Categorie	Samenvatting benodigd en gewenst
Machinedata	Leverancier Stilstand dagen Draaiuren Temperatuur elektrische componenten Stroomverbruik Storingen

Tabel 32: Categorisering van datacomponenten onderhoud

Appendix G: Uitkomst beslissingsmatrix

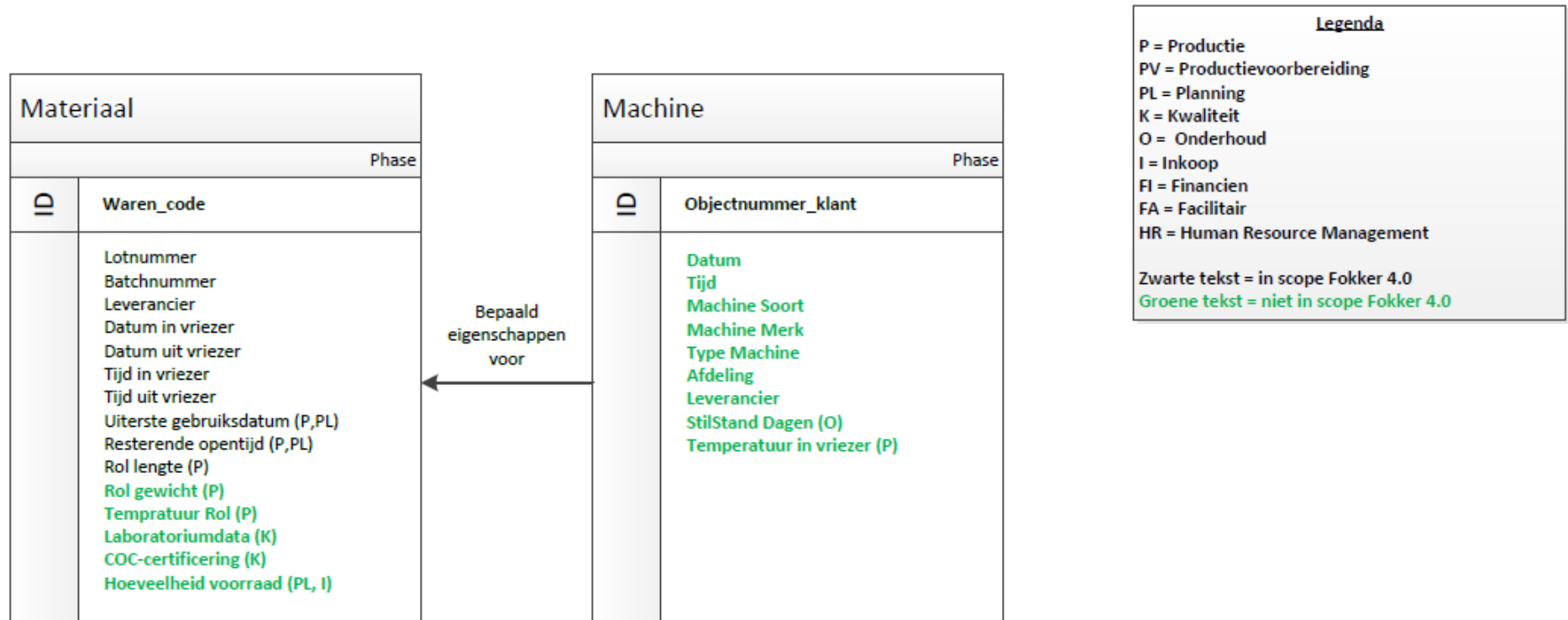
In het onderstaande figuur is de ingevulde beslissingsmatrix afgebeeld. Verticaal staan de verschillende criteriapunten genoemd. Daarachter de weging per criteriapunt. Vervolgens staan horizontaal de verschillende afdelingen benoemd met de bijbehorende datacategorieën

Criteriapunten \ alternatieven		Productie				PV				Planning		Inkoop	Facilitair	HRM	Kwaliteit			Onderhoud
	Weging	Materiaaldata	Productdata	Machinedata	Werknemersdata	Materiaaldata	Productdata	Machinedata	Machinedata	Productdata	Werknemersdata	Materiaaldata	Omgevingsfactoren	Werknemersdata	Materiaaldata	Productdata	Werknemersdata	Machinedata
Categorie																		
Haalbaarheid implementatie	1	4	5	2	4	4	5	3	3	4	5	5	4	3	2	5	4	4
Belang verschillende afdelingen	2	5	5	3	5	5	5	4	3	3	2	2	2	5	2	1	5	3
Verhoogt inzichtelijkheid proces	3	3	5	5	2	1	2	2	5	1	1	1	4	2	1	1	3	4
Complexiteit	2	5	5	4	2	5	5	4	4	5	3	5	5	1	3	4	4	4
Efficientie	2	1	2	3	1	4	3	1	3	1	1	1	1	4	3	1	2	2
Effectiviteit	3	3	2	1	2	1	2	2	2	3	3	1	2	2	1	2	1	3
Geschatte investeringskosten	1	1	1	1	3	1	1	1	1	1	3	1	5	3	1	1	3	1
Totaal per categorie		45	51	41	35	39	44	34	45	35	32	28	43	38	25	27	41	44
Totaal per afdeling		172				117			112			28	43	38	93			44
Gemiddelde (totaal / aantal kolommen)		43				39			37,33333333			28	43	38	31			44

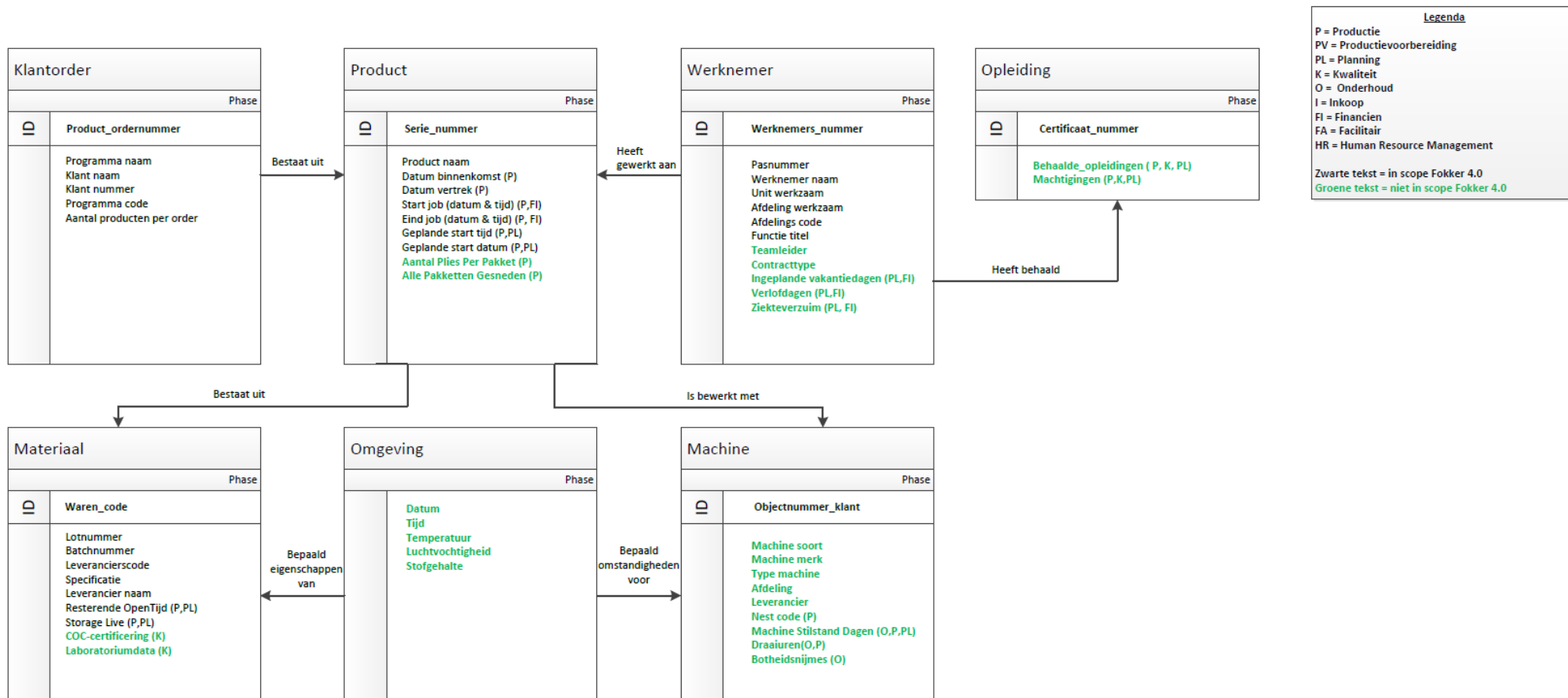
Figuur 19: Uitkomst beslissingsmatrix

Appendix H: Datamodel

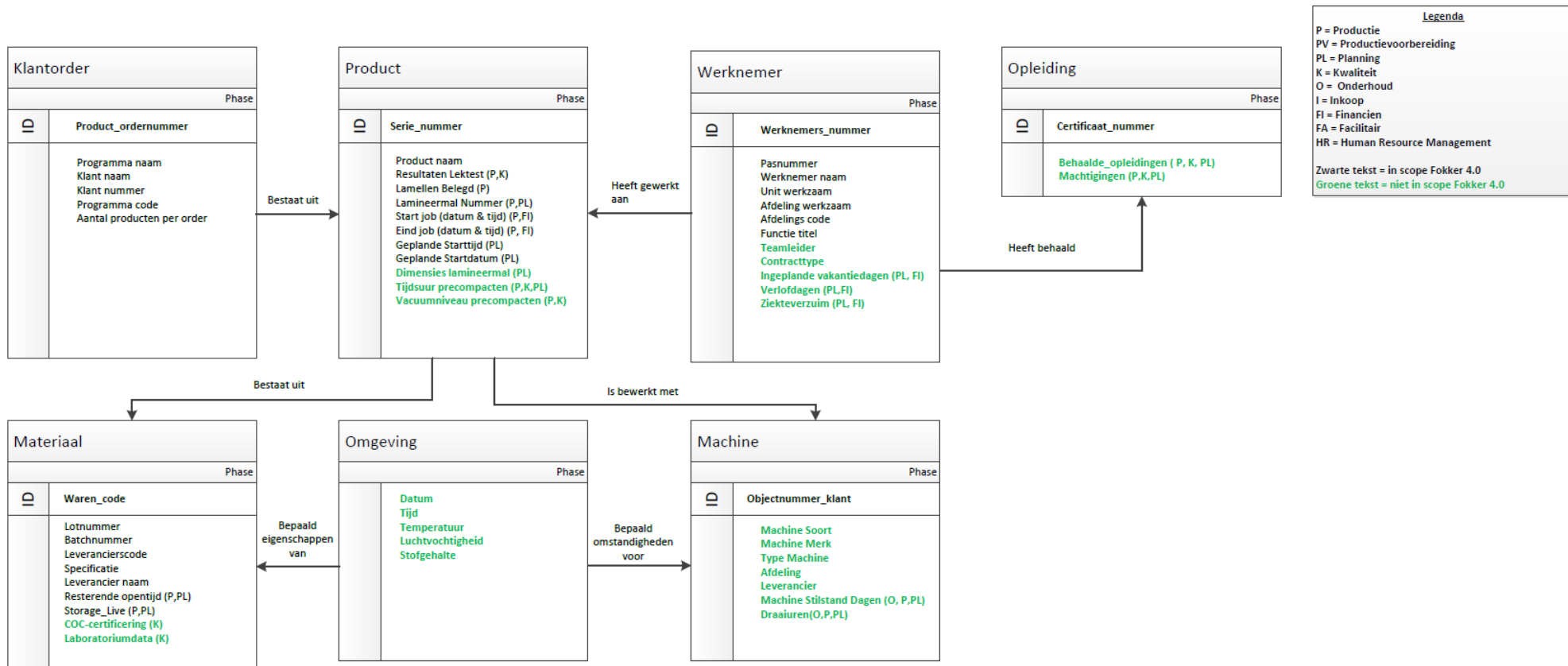
In de onderstaande figuren worden de diverse productiestappen uit het datamodel weergegeven. De uitleg van dit datamodel is te vinden in hoofdstuk 6.



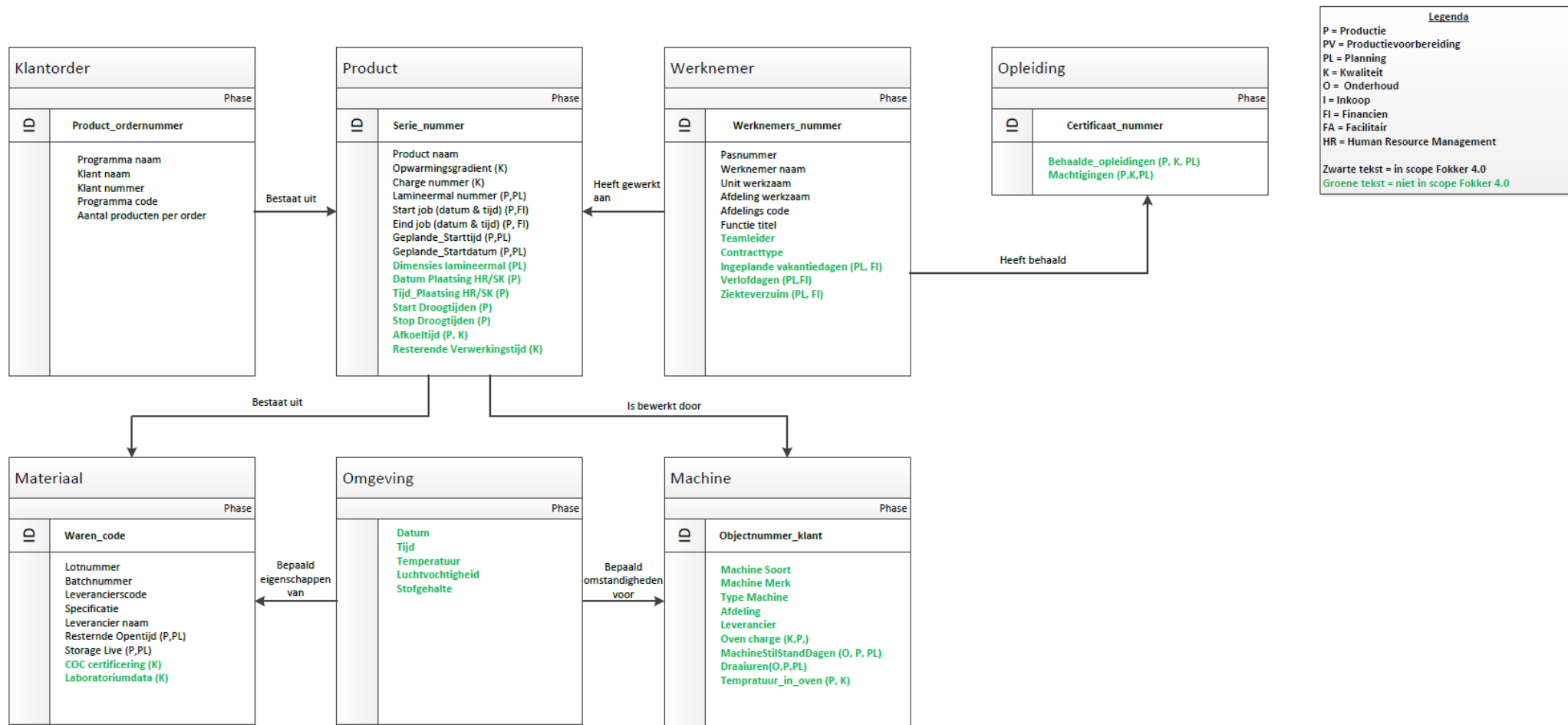
Figuur 20: Vriezer



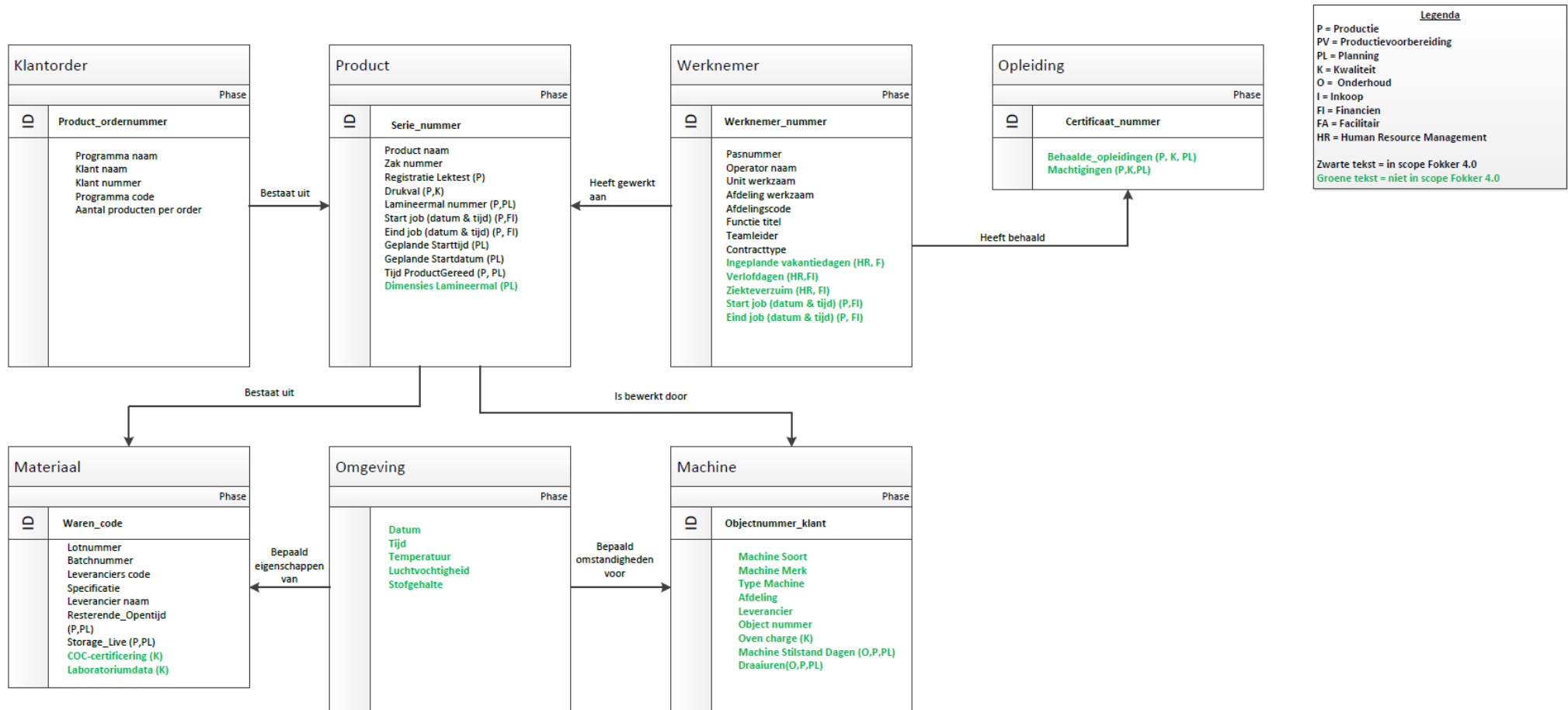
Figuur 21: Productiestap voorsnijden



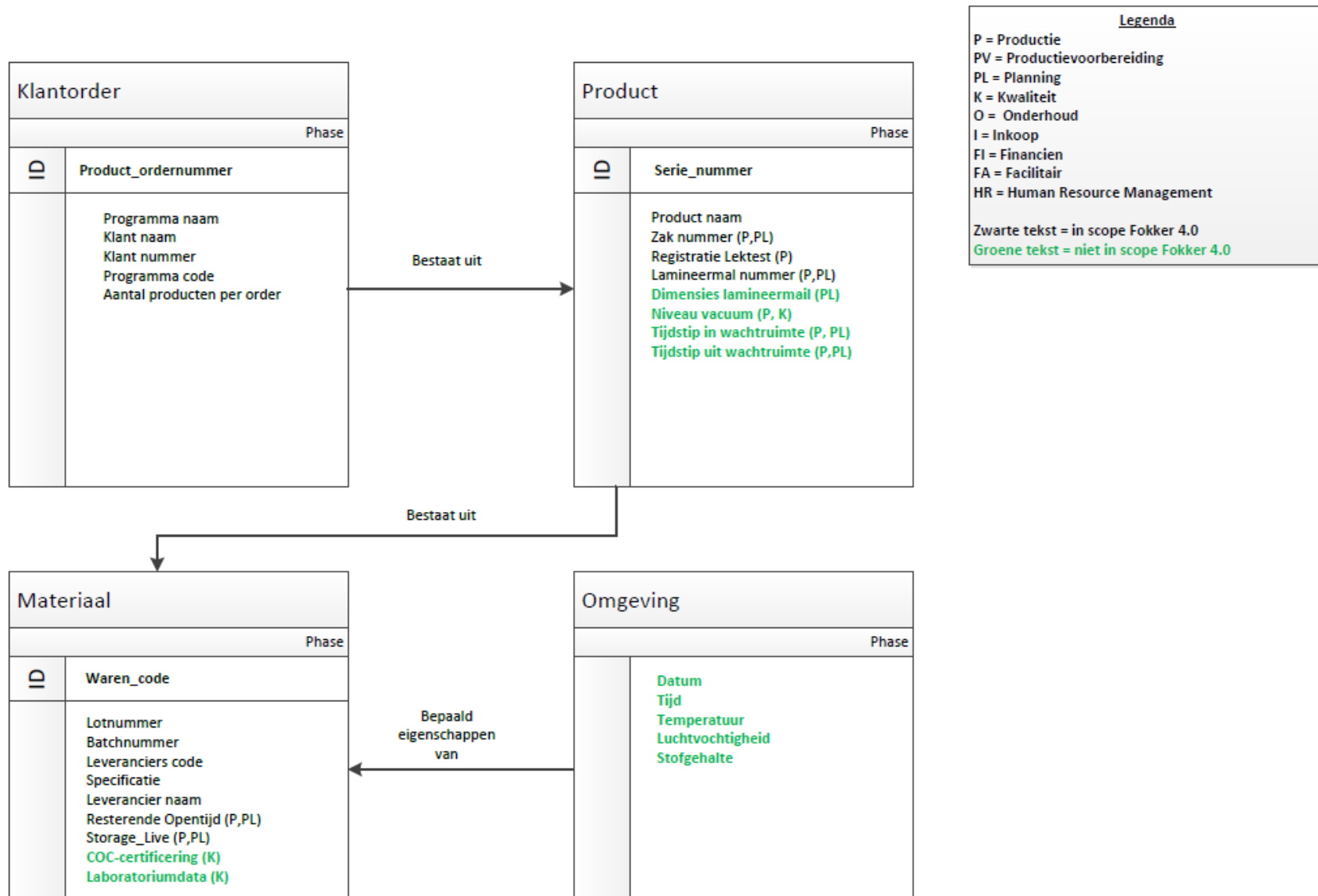
Figuur 22: Productiestap lamineren



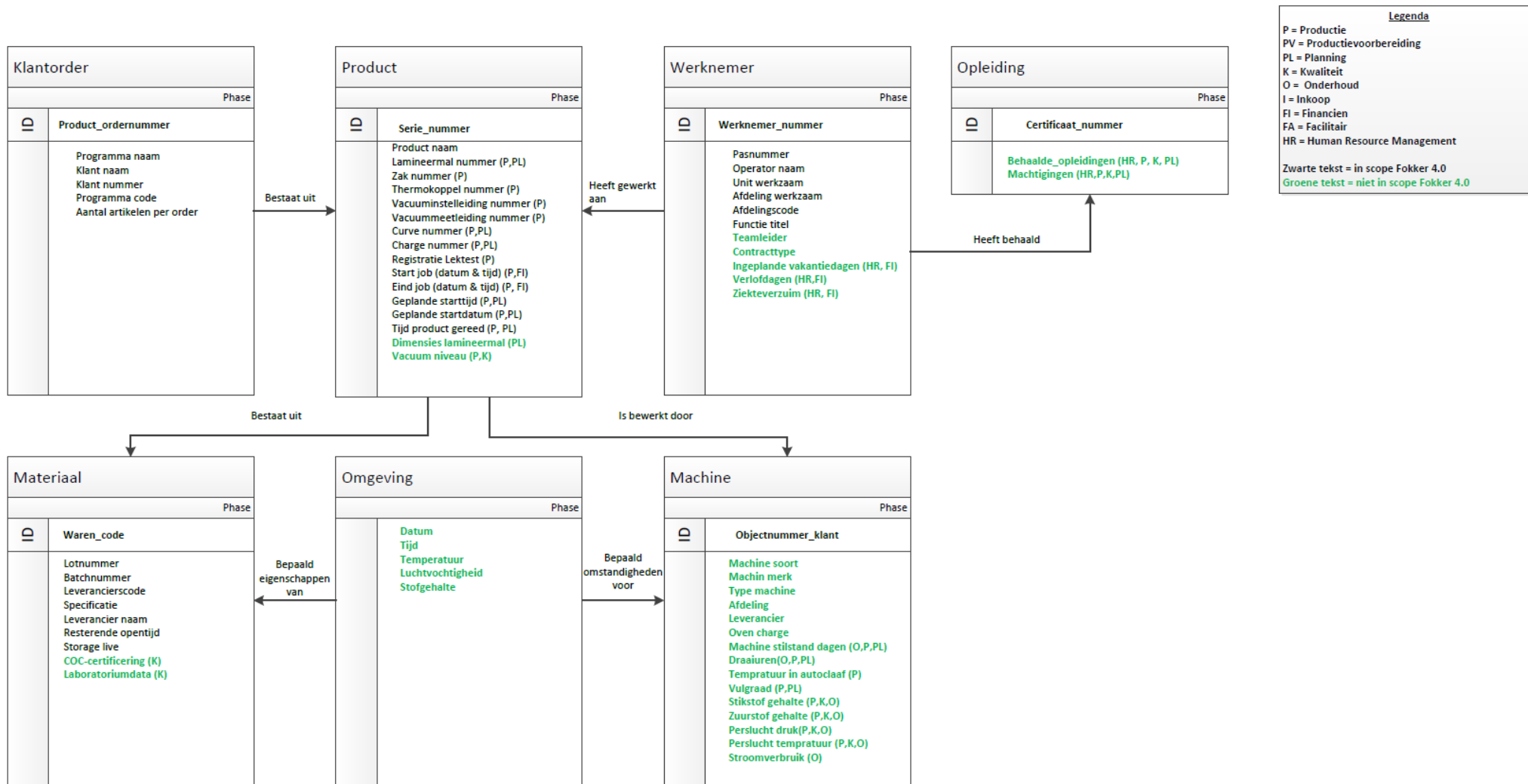
Figuur 23: Aanbrengen honingraat / schuimkern



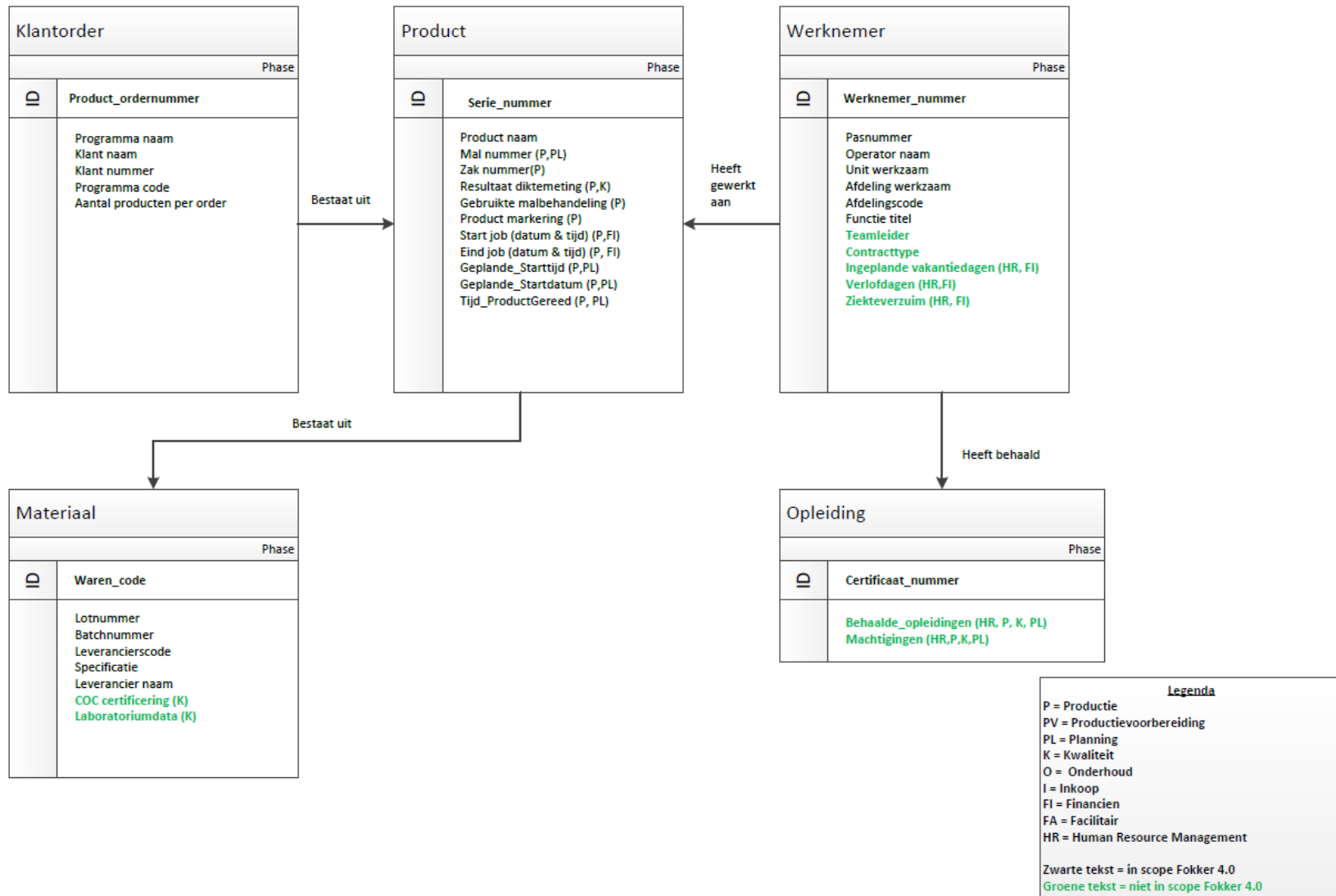
Figuur 24: Drukkzak aanbrengen



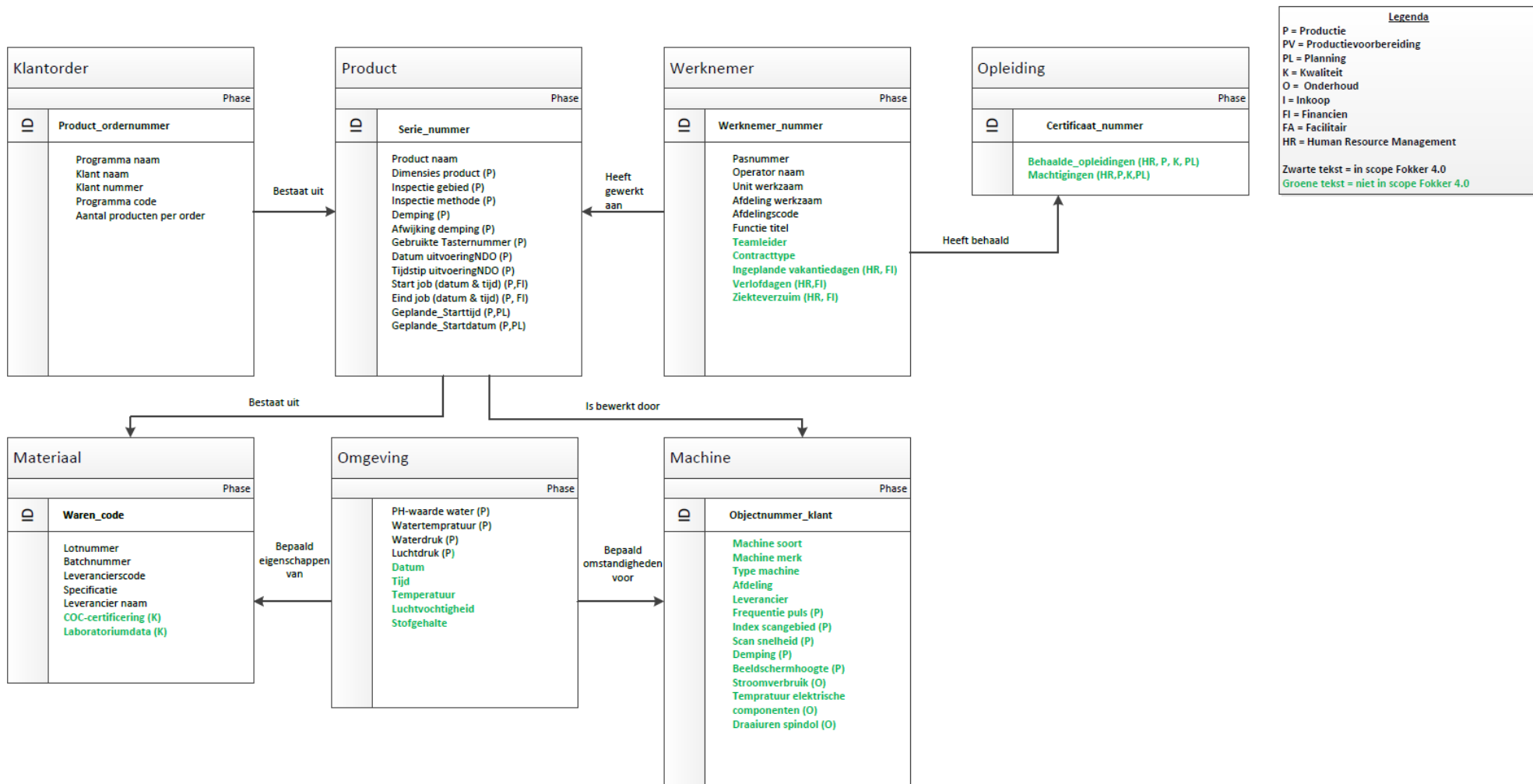
Figuur 25: Wachtruimte



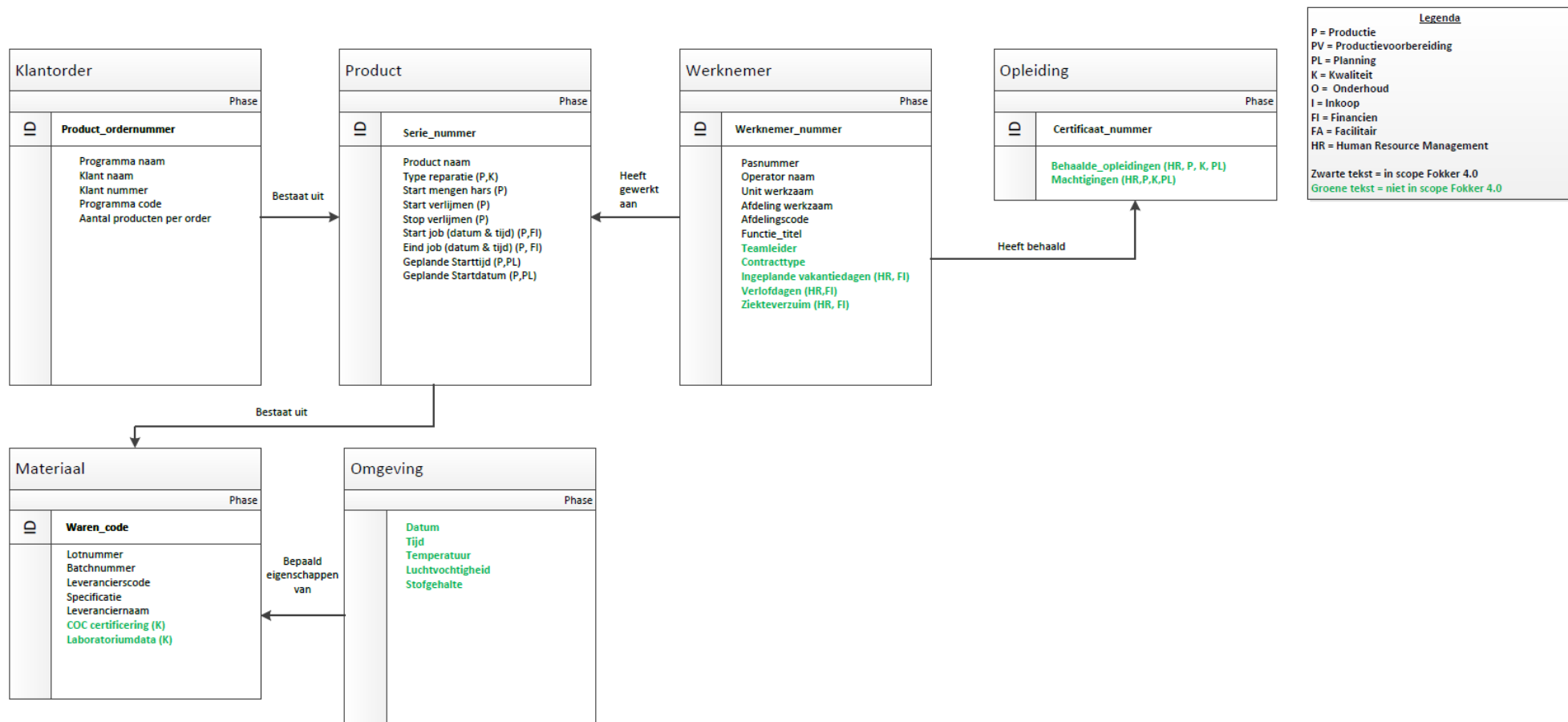
Figuur 26: Productiestap autoclaaf



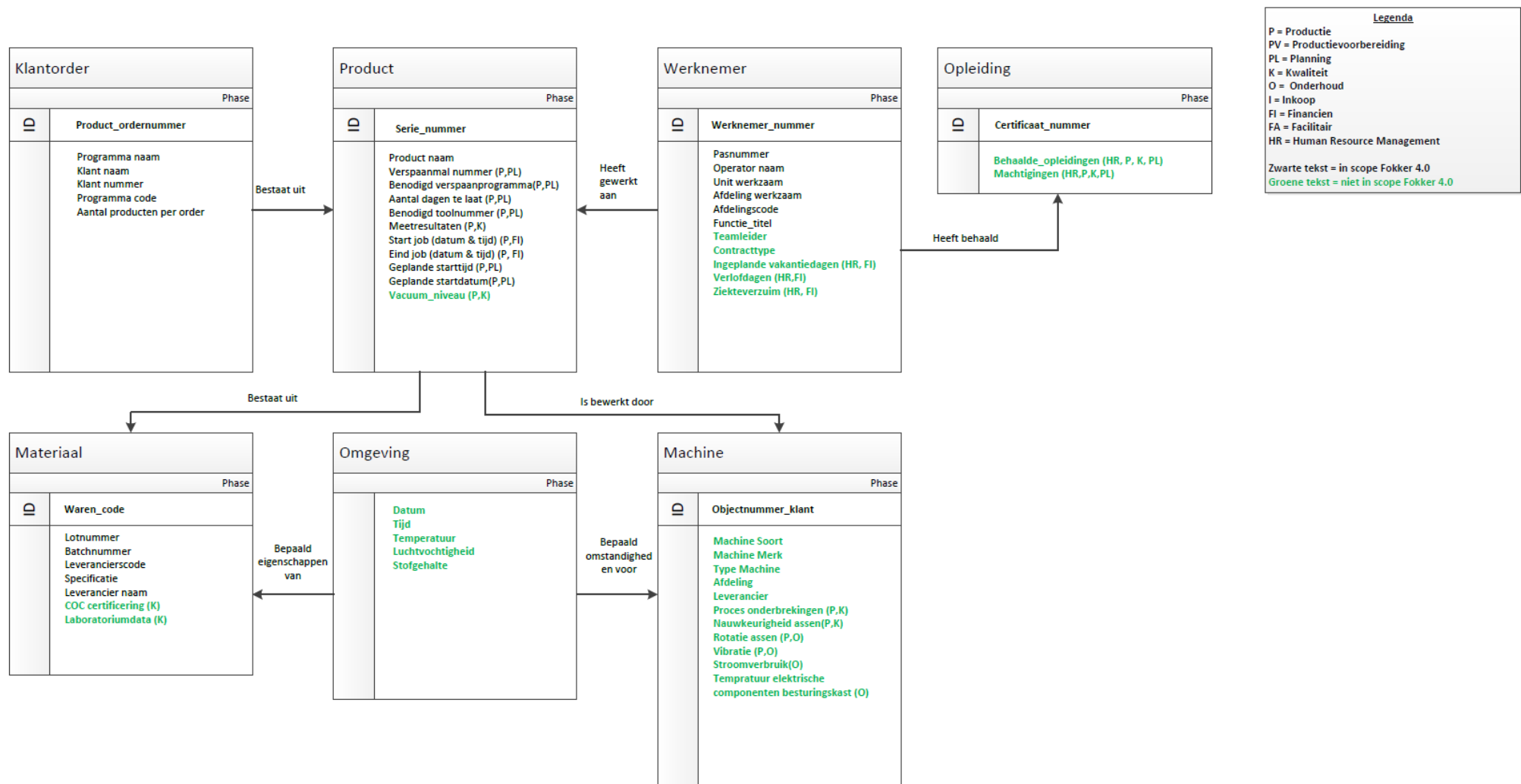
Figuur 27: Lossen van het product



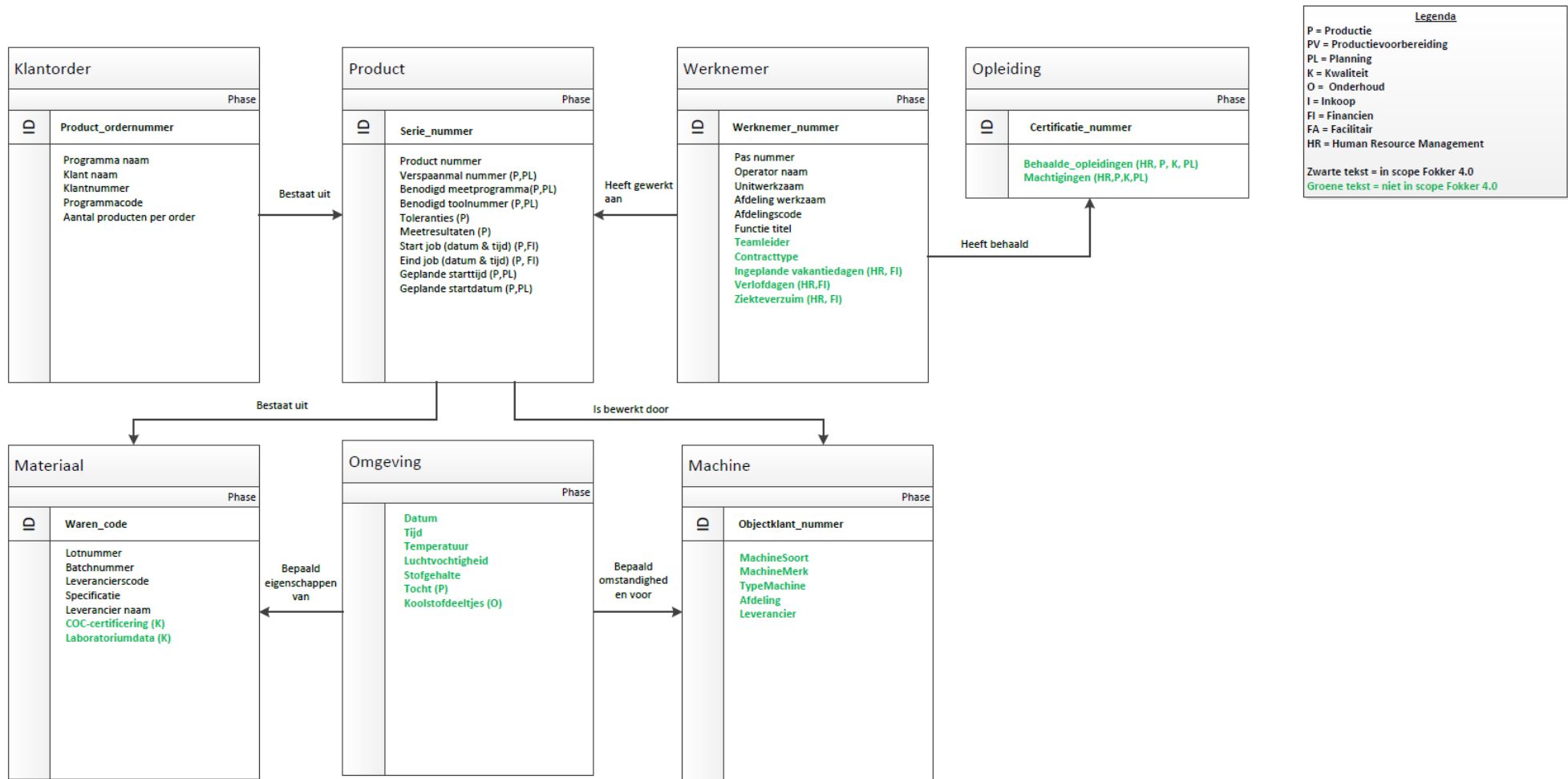
Figuur 28: Productiestap NDO



Figuur 29: Reparatie van het product



Figuur 30: Productiestap verspanen



Figuur 31: Productiestap CMM & Lasertracker



Legenda

P = Productie

PV = Productievoorbereiding

PL = Planning

K = Kwaliteit

O = Onderhoud

I = Inkoop

FI = Financien

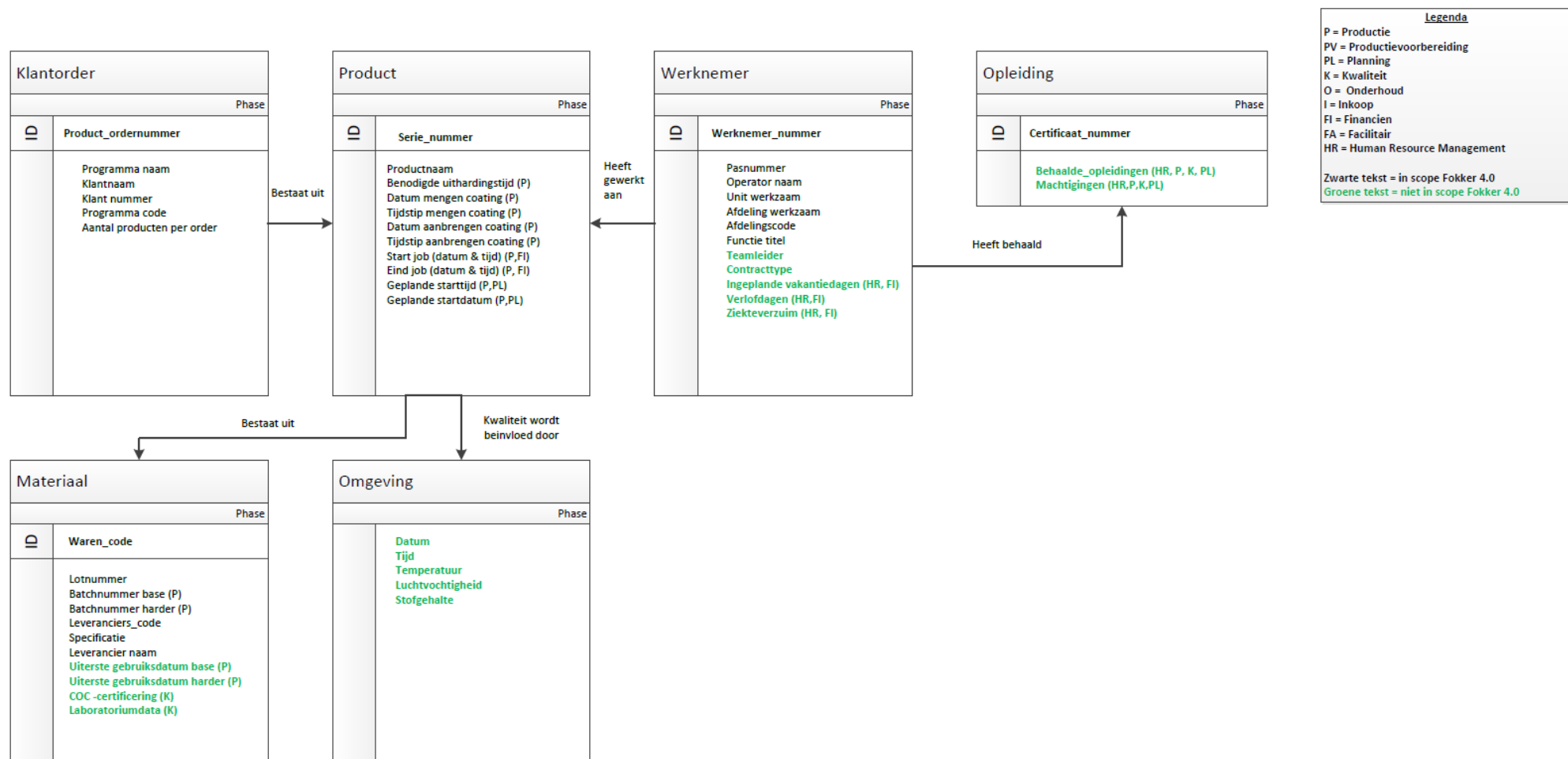
FA = Facilitair

HR = Human Resource Management

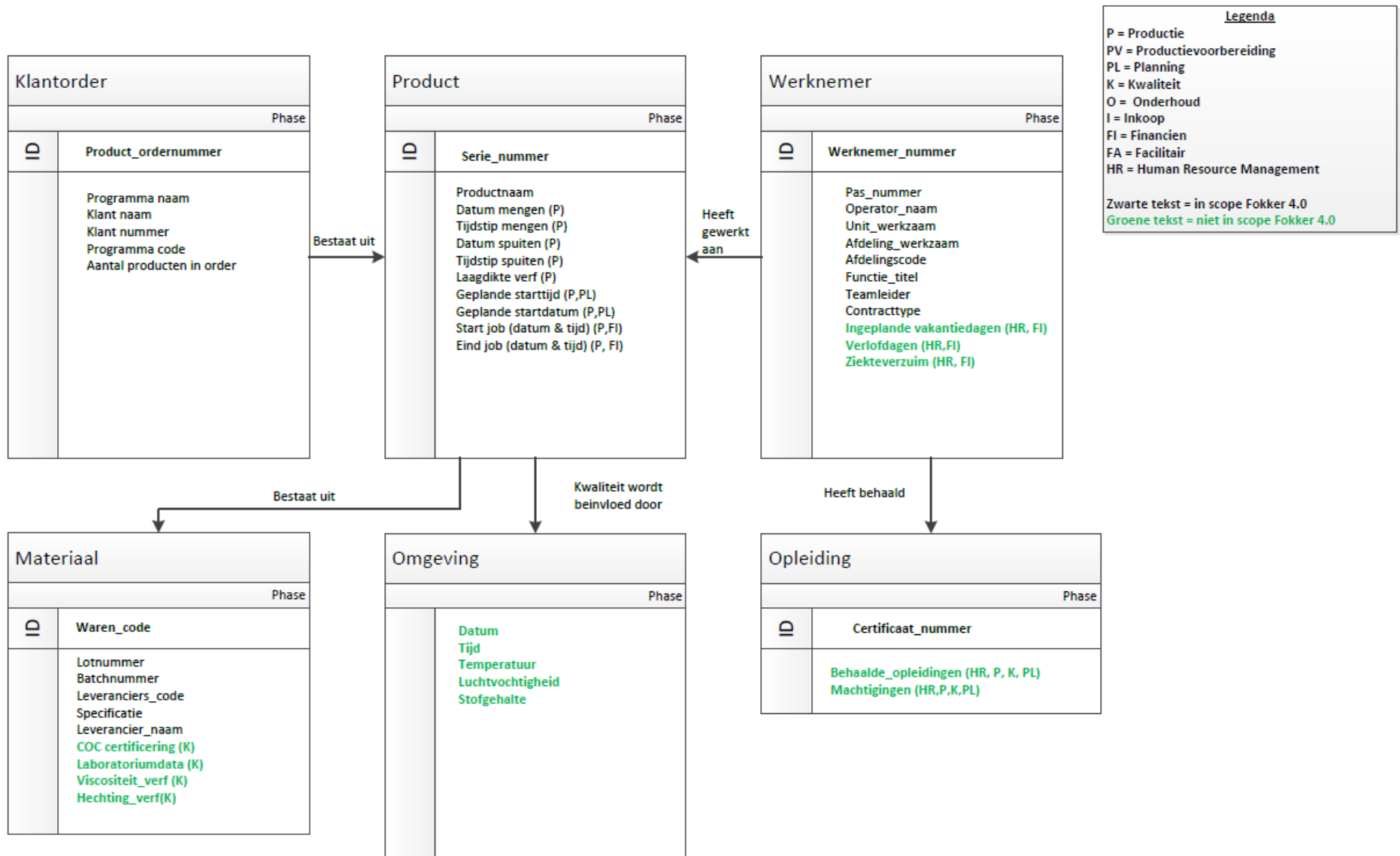
Zwarte tekst = in scope Fokker 4.0

Groene tekst = niet in scope Fokker 4.0

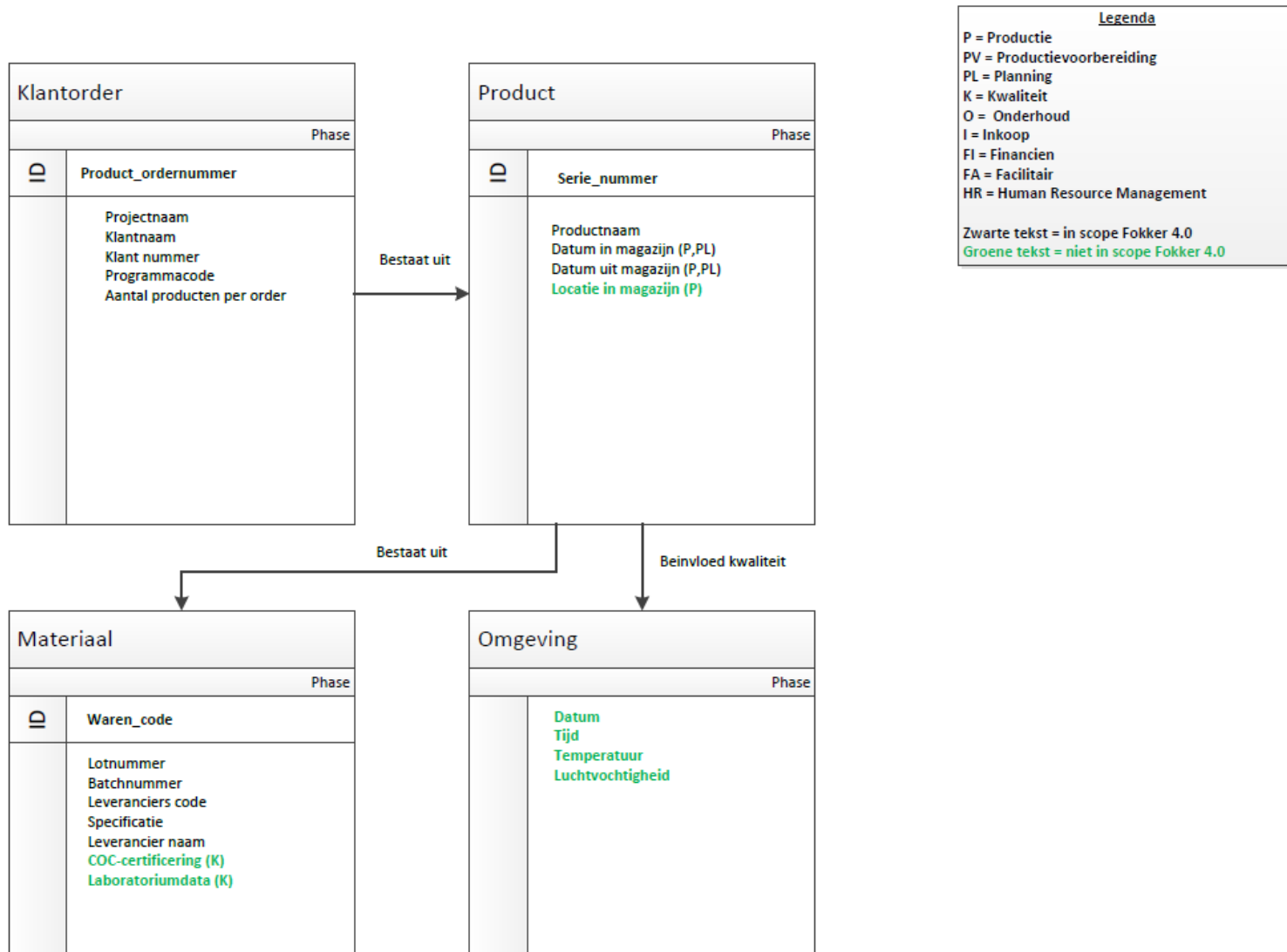
Figuur 32: Handmeten van het product



Figuur 33: Sealen/coaten van het product



Figuur 34: Spuiten van het product



Figuur 35: Magazijn

Appendix I: Theoretisch concept Lean en Kanban implementatie

In deze uitleg worden enkele Lean en Kanban principes toegepast op de werkwijze binnen Fokker. Het is een theoretisch concept dat als doel heeft om vraag gestuurd te gaan produceren. Het concept is een werkwijze waarnaar gestreefd kan worden. Het concept moet gezien worden als een uitgangspunt.

Aanleiding bedenken theoretisch concept

Tijdens mijn stage heb ik diverse interviews uitgevoerd met stakeholders van verschillende afdelingen binnen Fokker Hoogeveen. Tijdens deze interviews vond ik enkele aspecten opvallend. Deze aspecten hebben mij aan het denken gezet. Met behulp van de theorie Lean & Kanban heb ik dit concept bedacht.

Streefdoelen concept:

- Vraag gestuurde productie
- Verminderen onder handen werk → verlagen van het kapitaalbeslag
- Visualiseren onder handen werk → verhogen visueel inzicht in nog te verrichten werk
- Minder detailplanning
- Creëren van flexibelere medewerkers en/of kapitaalgoederen
- Globale efficiëntie i.p.v. lokale efficiëntie
- Sturing op (onder andere) OTIF (On Time In Full) en WIP (Work In Progress) in plaats van efficiëntie en productiviteit.

Uitwerking huidige werkwijze

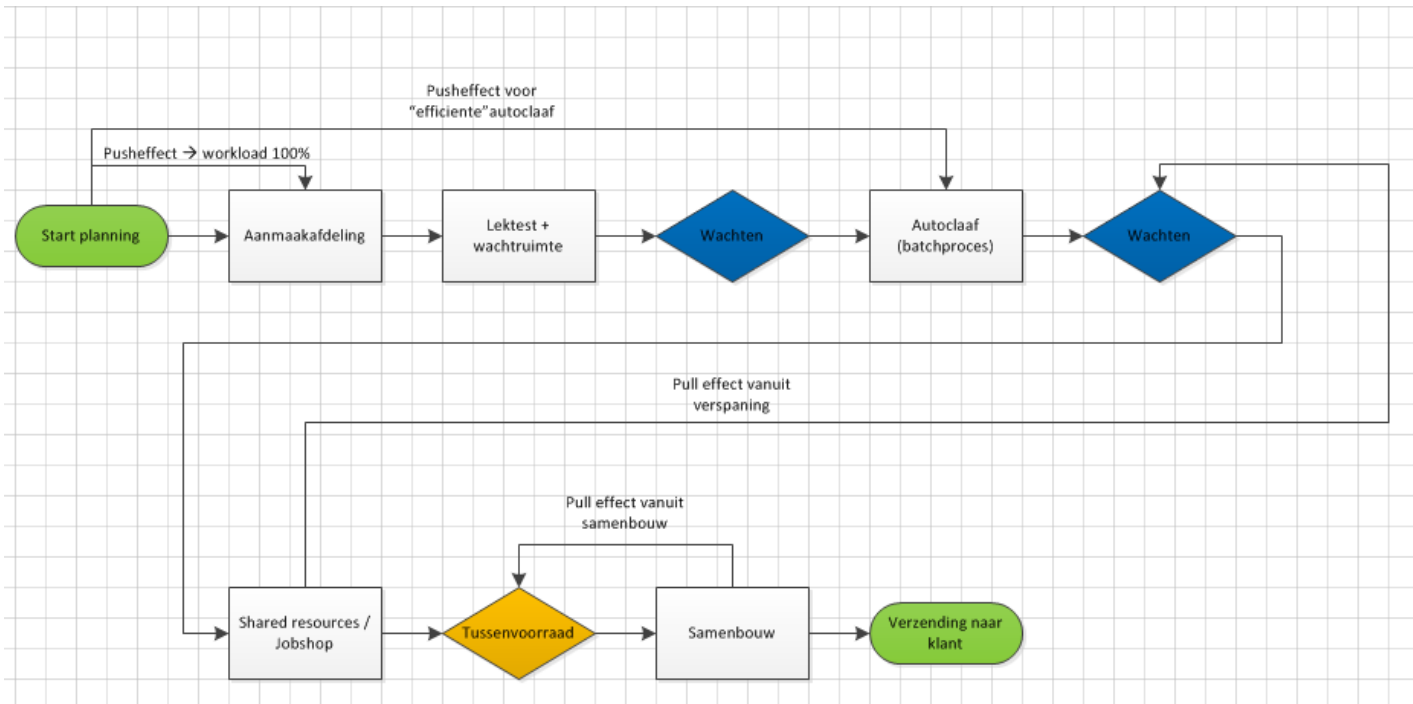
Op dit moment wordt de aanmaakafdeling (voorsnijden en lamineren) voorzien van 100% workload. Dit betekent dat de afdelingen voorsnijden en lamineren constant aan het werk zijn. Hierdoor is de lokale efficiency op deze afdelingen goed. Na de aanmaak afdeling ontstaat er een wachtrij voor het autoclaaf proces. De autoclaaf is een batchproces. Dit is een productiewijze waarbij een afgeronde hoeveelheid producten onder dezelfde instellingen bewerkt wordt. De exacte instellingen zijn voor deze afgeronde hoeveelheid producten identiek, dit is de batch.

Om de autoclaaf goed te kunnen vullen, worden er af en toe orders eerder of later gestart dan gevraagd. Het streven naar het efficiënt vullen van een autoclaaf is ontstaan vanuit de gedachten dat de kostprijs per product laag ligt. Door het eerder of later starten van orders wordt de constante workload op de aanmaakafdeling gecreëerd.

Na de autoclaaf ontstaat er een wachtrij voor de verspaanafdeling. Vanaf het verspanen wordt er gekeken met welke prioriteit de producten geleverd moeten worden. Dit betekent dat als

onderdelen te laat bij de verspaanafdeling aankomen, deze altijd prioriteit voor de verspaanafdeling krijgen. Op dit moment komt een groot deel van de producten uiteindelijk te laat aan bij de verspaanafdeling. Dit percentage ligt over het algemeen rond de 50%.

Momenteel komt het regelmatig voor dat de totale bewerkingstijd van een product (bijvoorbeeld) drie dagen bedraagt en in totaal zes weken in de fabriek liggen. Dit betekent dat het product ongeveer 5,5 weken in een wachtrij ligt.



Figuur 36: Huidige aansturing productieproces

Uitwerking theoretisch concept

Het centrale doel van dit concept is een vraag gestuurde werkwijze. Dit betekent dat de vraag vanuit de afdeling samenbouw leidend is voor het starten van orders van de aanmaakafdeling. Zo worden er geen orders meer eerder of te laat gestart. Een voorwaarde voor dit concept is flexibiliteit van mensen, machines en middelen.

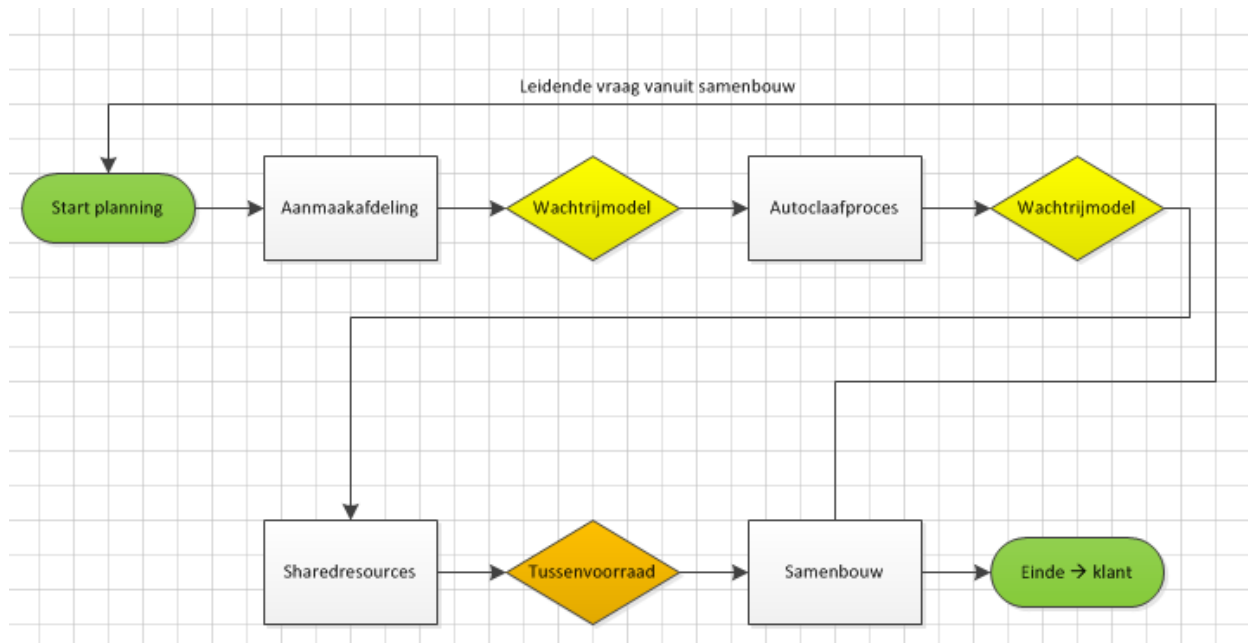
Vanwege de grote diversiteit aan producten moet er een vaste toegestane doorlooptijd afgesproken worden. Dit betekent dat ieder product maximaal een X aantal dagen over de productie mag doen. Hierdoor wordt het mogelijk om enige clustering te creëren in bijvoorbeeld de autoclaaf.

Fokker 4.0 kan als ondersteunend systeem werken voor het implementeren van deze werkwijze. Enkele benodigheden om de planning meer vraag gestuurd aan te sturen zijn als volgt:

- Inzicht in resterende opentijd van de lamellen (via Fokker 4.0)
- Hogere multi-inzetbaarheid van het personeel. (Dit kan mogelijk gemaakt worden door het verschaffen van verschillende trainingen, maar ook door Fokker 4.0 in verband met taakgerichte instructies)
- Beschikbaarheid van mallen (Fokker 4.0)
- Beschikbaarheid van heftafels (Fokker 4.0)
- Beschikbaarheid van gekwalificeerd personeel (Fokker 4.0)
- Autoclaaf curvenummer per product

Door een vraag gestuurd proces ontstaan er diverse voordelen:

- Minder verstoringen in het proces, want orders worden niet meer te laat of te vroeg gestart. Zeker niet te laat, daardoor ontstaan er bij de andere afdelingen geen prioriteitsproblemen.
- Voorraadkosten, administratiekosten, zoekkosten, en benodigde opslagruimte kunnen verminderd worden.
- Door een kortere doorlooptijd is de beschikbaarheid van mallen hoger. De malen keren sneller terug en doordat er minder orders te vroeg gestart worden, liggen er minder mallen op voorraad.
- Door een inzichtelijker productieproces wordt het inkoopproces stabiel. Doordat er minder orders te laat of te vroeg gestart worden, weet de afdeling inkoop nauwkeuriger welke materialen zij op voorraad moeten hebben. Hierdoor kan ook de opslagtijd in het magazijn uiteindelijk gereduceerd worden.



Figuur 37: Nieuwe aansturing productie

Wachtrijmodel voor autoclaaf (en verspanen)

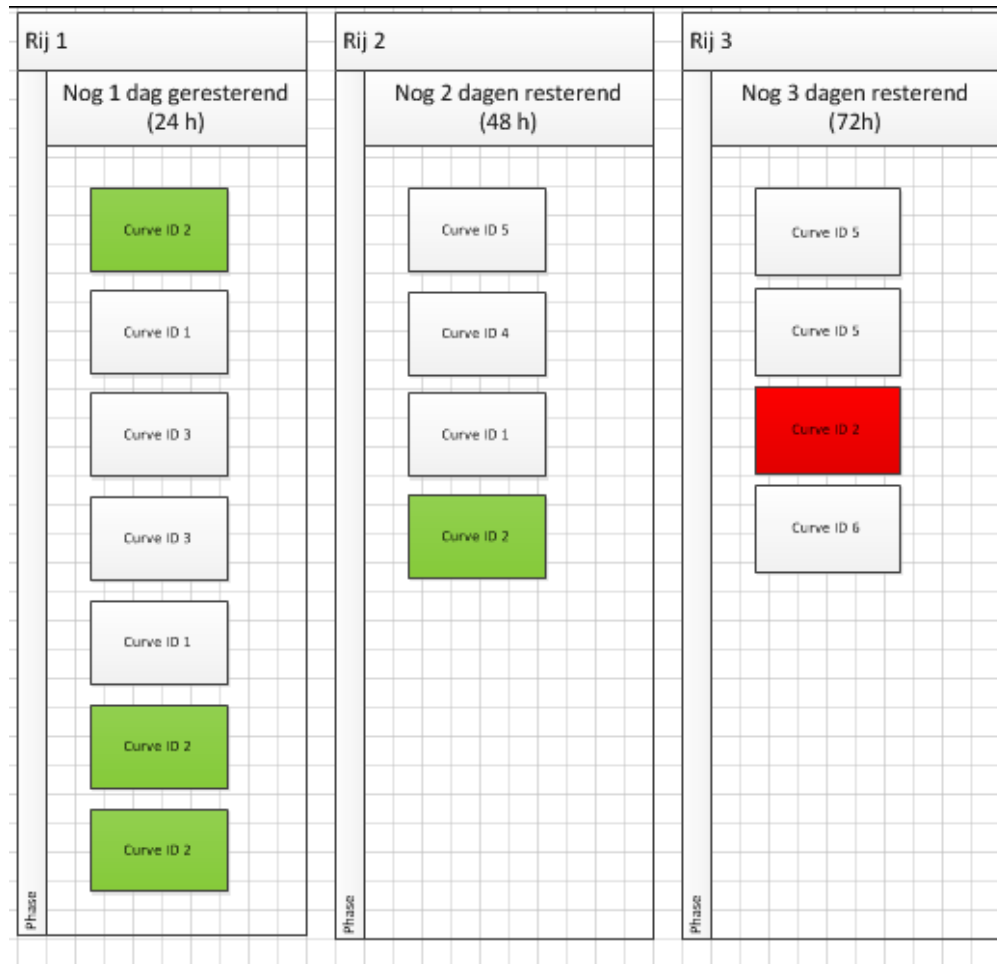
Voor het creëren van een hogere inzichtelijkheid van de hoeveelheid onder handen werk kan er een wachtrijmodel per autoclaaf gebruikt worden. Door het creëren van een wachtrijmodel voor de autoclaaf wordt het plannen overbodig.

Doordat orders alleen gestart worden indien ze gevraagd zijn, neemt de hoeveelheid clustering af. Door de wachtrijen wordt het overzichtelijk voor de operator welke producten er in de autoclaaf moeten en met welke prioriteit, op basis van resterende open tijd. De operator vult de autoclaaf onder enkele voorwaarden:

- Resterende open tijd van een lamel is leidend.
- De operator probeert de autoclaaf zo efficiënt mogelijk te vullen met de producten die reeds in de wachtrij staan.

Voordelen die ontstaan door deze manier van werken zijn:

- Resterende opentijd is visueel inzichtelijk
- Het vullen van de autoclaaf hoeft niet meer gepland te worden, minder planners zijn nodig.
- De operator krijgt meer verantwoordelijkheden. (Voordeel omdat vaardigheden van mensen zo meer benut worden, het verantwoordelijkheidsgevoel van een persoon gaat hierdoor omhoog.)



Figuur 38: Visualisatie wachtrijen voor autoclaaf

In het bovenstaande figuur wordt een wachtrijmodel gevisualiseerd. Per autoclaaf kan er een wachtrijmodel gemaakt worden. In dit voorbeeld wordt curve 2 gedraaid. De operator bekijkt in de rijen voor de autoclaaf welke producten met curve 2 in de autoclaaf kunnen. De groene producten passen in gezamenlijk in de autoclaaf. Hieruit blijkt dat het product in rij 3 niet meer in de curve past. De operator heeft in dit geval de autoclaaf zo efficiënt mogelijk geclusterd, terwijl de open tijd leidend blijft.

Appendix J – Logboek

In deze appendix “logboek” zijn punten beschreven die in mijn ogen opvallend waren. Ik heb dit opgeschreven omdat het vanuit Fokker gevraagd is om dit bij te houden. Het zijn losse observaties die ik gehoord of gezien heb. Kortom, deze punten zijn niet verder onderzocht.

1. Afdeling inkoop neemt als veiligheidstijd vele dagen. Voor Fokker intern is dit bijvoorbeeld minimaal 10 dagen. Hierdoor kan het lab een bottleneck vormen. De opening van het lab is niet altijd even voorspelbaar doordat de werktijden van de werknemers erg variëren. Werknemers mogen op dit moment volledig zelf de werktijden bepalen. Er zijn geen vaste bloktijden. Hierdoor mag een werknemer om zes uur ‘s ochtends beginnen en om half 3 ‘s middags naar huis gaan. Dit kan problemen veroorzaken, later in de middag kan het voorkomen dat het lab al gesloten is terwijl er nog wel materiaal getest moet worden. Het lab vormt in dit geval een bottleneck in plaats van een service verlenende afdeling.
2. Opleidingen wordt meerdere malen als verbeterpunt genoemd. De opleidingen zijn van belang voor de volgende afdelingen: Kwaliteit, productie, planning, HRM en onderhoud. Wanneer de inzichtelijkheid in de behaalde opleidingen en machtigingen van het personeel verbeterd wordt, wordt de werkbaarheid van de bovengenoemde afdelingen verbeterd.
3. Capaciteit van de machine en mensen zijn niet inzichtelijk. Dit levert een gebrek op voor de afdeling planning. Door het creëren van inzicht in de capaciteit van de machines en mensen wordt de werkbaarheid van de afdelingen planning verbeterd. De afdeling planning kan met deze informatie een nauwkeurigere planning maken.
4. Multi-inzetbaarheid personeel wordt meerdere malen door mensen van verschillende afdelingen genoemd als probleem. Vele afdelingen hebben baat bij meer inzichtelijkheid en verbetering hierin. Bijvoorbeeld een afdeling planning heeft deze informatie nodig voor het maken van een planning.
5. Het gebruikte ERP-systeem BaaN zorgt voor irritaties bij diverse mensen van allerlei verschillende afdelingen. Er wordt dan vooral gesproken over de gebruiksvriendelijkheid van dit systeem. Tools die BaaN biedt worden niet gebruikt, maar er worden zelf systemen (veelal Excel bestanden) gecreëerd waarmee gewerkt wordt. Hierdoor ontstaan tal losstaande systemen.