

## MASTER

### Beheerste samenwerking van ontwikkeling en inkoop bij ASM Lithography ontwerp van een methode voor de beheersing van onzekerheden tijdens productontwikkeling

Duijmelinck, Pieter

*Award date:*  
1997

[Link to publication](#)

#### **Disclaimer**

This document contains a student thesis (bachelor's or master's), as authored by a student at Eindhoven University of Technology. Student theses are made available in the TU/e repository upon obtaining the required degree. The grade received is not published on the document as presented in the repository. The required complexity or quality of research of student theses may vary by program, and the required minimum study period may vary in duration.

#### **General rights**

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain

# **Beheerste samenwerking van ontwikkeling en inkoop bij ASML Lithography**

Ontwerp van een methode voor de beheersing van onzekerheden  
tijdens productontwikkeling



juni 1997, Eindhoven

Technische Universiteit Eindhoven  
Faculteit Technologie Management  
Opleiding Technische Bedrijfskunde

Student: P. Duijmelinck  
id. nr.: 354526

Begeleiders ASML:  
R.A.G. Vos  
dr. ir. T.M. van de Wakker

Begeleiders TUE:  
1e begeleider dr. ir. H.J. Pels  
2e begeleider dr. ir. C.W.G.M. Dirne  
3e beoordelaar prof. dr. ir. J.C. Wortmann



## Voorwoord

Dit rapport is het resultaat van mijn afstudeeropdracht bij ASM Lithography. Deze afstudeeropdracht vormt de afronding van de opleiding Technische Bedrijfskunde van de faculteit Technologie Management aan de Technische Universiteit Eindhoven.

Bij deze wil ik alle medewerkers van ASML bedanken die gedurende de afstudeeropdracht mij voorzien hebben van informatie en adviezen. Dit geldt in het bijzonder voor het P&P team. Bovendien wil ik het P&P team bedanken voor de gemoedelijke werksfeer. Zowel Henk-Jan Pels en Corné Dirne van de TU Eindhoven, als Ronald Vos en Ton van de Wakker van ASML, wil ik bedanken voor hun begeleiding. Tenslotte wil ik prof. Wortmann bedanken voor zijn bereidheid deel te nemen in de afstudeercommissie.

Het is voor mij een uitdaging om de resultaten van dit rapport bij ASML in de praktijk te brengen. Ik hoop dan ook dat mijn inbreng een positieve bijdrage kan leveren aan het succes van ASML.

Veldhoven, juni 1997

Pieter Duijmelinck



## Abstract

It's essential for ASM Lithography to deliver a new product to customers on time. A good coordination between development and procurement is necessary to timely obtain parts with the right specifications, in order to timely build a machine within specifications. The result of this report is a method to identify the risk containing parts and to plan and monitor the coordination of the development and procurement actions for those parts.



# Summary

## Introduction

This report is the result of my final thesis performed at ASML. ASML is an international high-tech company, dedicating its resources to the developing, assembling, marketing and servicing of wafer steppers. A wafer stepper is an advanced lithographical system, that is used for the production of integrated circuits (IC's). The wafer stepper projects circuitry patterns on semiconductor wafers at high speed and with great accuracy.

## Problem description and assignment definition

To achieve a timely introduction of new products, on a market that demands an ever shorter time-to-market, it is necessary to perform certain activities simultaneously during the development-, proto- and pilot phases (concurrent engineering). The complexity of the development-, proto- and pilot phases is even enlarged by ASML's strategic choice to outsource the production of all parts and because the products specifications in these phases are unstable and ambiguous. On top of that, the number of development projects has increased. Because of this ever changing and dynamic environment the business processes material management and development need to be adjusted to each other in such a way that, the development-, proto- and pilot phases can be carried out more effectively and efficiently. With effective is meant a shorter time-to-market and with efficient is meant at lower costs. Based upon this problem description, the assignment is defined as follows:

*Propose improvements for the structure and management of the interface of the business processes material management and development, in such a way that the development-, proto- and pilot phases are carried out in an effective and efficient way.*

## Approach

After a first orientation and the assignment definition, the problems were further analysed and the literature was searched for solutions for similar problems. After this analysis two solution-directions were chosen to improve the main problem. A final design of the solution-directions is made by a recursive process of proposing solutions, validating the proposals through historic information, conversations and a pilot-project and finally improving the proposals.

## The analysis

The conclusion of the analysis was that the main problem within the project organisation was the non-optimal coordination of the business processes material management and development. A good coordination is necessary to timely obtain parts with the right specifications in order to build and test the pilots and by doing so, to achieve a timely delivery to the customer of a pilot within specifications.

To improve this coordination, two solution-directions have been chosen: a structural control of uncertainties in the projects and a tool to plan the adjustment of TPD availability to the material planning and the material planning to the projectplanning.

### **The design**

For the timely obtaining of parts, uncertainties in the development- and logistic process have to be taken into account. These uncertainties are the cause of the untimely obtaining of the right parts for building and testing pilot's. The uncertainties in the development- and logistic process don't relate to all parts of a new machine. In other words: not all parts contain risks. During the development process the parts that contain risks have to be recognized to initiate timely development- and logistical actions. After the recognition of the different risk containing parts, these risks must be reduced by a controlled process. The development-information will have to adjusted to the time-phased information needs of procurement and P&P. The availability of the required development-information must be planned and the progress must be monitored.

The identification and classification of risk containing parts will be done by the projectgroups. Two aspects of risks have been defined:

- development-risk, depending on the following variables: the integration complexity and the kind of technology innovation. Development-risk implies expected problems with the technical concept and therefore the feasibility of the functional specifications is questionable.
- logistic risk, depending on the following variables: the available marketcapacity and the processcontrol of the supplier. Logistic risk implies expected problems with the obtaining of parts.

Strictly speaking the two aspects of risk can't be seen totally independent of each other and therefore are meant to give an initial clarification of the expected problem areas. As an aid for the group members to classify the parts, short questionnaires are made. The result of the classification is the division of parts in a matrix.

The purpose of the identification and classification of parts is the timely initiation of actions and to focus the attention on the parts that really need it, namely the parts that contain risk. The actions for the development-critical parts must be directed towards the development of a technical concept that will be able to realise the required functional specifications. The actions for the logistical-critical parts must be directed towards the timely obtaining of the specified parts. Strategical parts contain both development and logistic risk. Routine parts contain no risk and therefore no problems are expected for these parts. The actions for the three classes of risk containing parts, will be planned and controlled by a tool.

As foundation for this tool, a number of quality levels has been defined for the development- and logistic processes. By defining levels for both the development process and the logistic process, the non-physical development process can be adjusted to the physical logistic process for individual parts, by indicating the sequence of the relations between the levels of the two processes.

The following levels have been described:

Development levels:

1. Identified
2. Planned
3. Specified
4. Reviewed
5. Approved
6. Released
7. Archived
8. Canceled

Logistic levels:

1. Identified
2. Planned
3. Supplier selected
4. Ordered
5. Received
6. Canceled

The levels are used by P&P to plan and control the risk reducing actions. For every level a responsible person is appointed for the achievement of the level.

### **Conclusion**

By means of risk identification and classification and the planning and controlling of the risk reducing actions, the coordination between the business processes material management and development will be improved, because of the timely identification of possible problems, because of the timely initiation of actions and the adjustment of these actions to each other and because of the involvement of all group members in decision making about the risks and actions. Before the actual use of this method within ASML, at first everybody must be fully alive to the use of the method and second an adequate support by information technology must be designed.





# Inhoud

<b>Voorwoord</b>	<b>i</b>
<b>Abstract</b>	<b>iii</b>
<b>Summary</b>	<b>v</b>
<b>Inhoud</b>	<b>ix</b>
<b>Inleiding</b>	<b>1</b>
<b>1. Het waar, wat en hoe van de afstudeeropdracht</b>	<b>3</b>
1.1 ASM Lithography	3
1.2 Markt en producten	3
1.3 Organisatie	4
1.4 Business proces: intern en extern	5
1.4.1 Externe processen	5
1.4.2 Interne processen	6
1.5 Material management	7
1.6 Probleemstelling en opdrachtformulering	8
1.7 Aanpak	8
<b>2. De projectorganisatie</b>	<b>11</b>
2.1 Fasering	11
2.1.1 System Engineering Guidelines (SEG)	11
2.1.2 Productplan template	13
2.1.3 Fase van overdracht naar de lijnorganisatie	14
2.1.4 ECR-fasering	15
2.2 Het voortraject	16
2.3 De organisatie van de projecten	16
2.3.1 Product-project	17
2.3.2 Projecten	19
2.4 Het natraject: de aftercare-projecten	20
<b>3. De analyse en de oplossingsrichtingen</b>	<b>21</b>
3.1 De analyse van de projectorganisatie	21
3.2 De oplossingsrichtingen	26
<b>4. De theorie</b>	<b>29</b>
4.1 Projectmanagement	29
4.1.1 Faseren	29
4.1.2 Beheersen	30
4.2 Een structurele beheersing van de onzekerheden in de projecten	31
4.2.1 Diagnosevorming	32
4.2.2 Besluitvorming	34
4.2.3 Risicomanagement	35
4.2.4 Evaluatie	35

4.3 Een planningstool voor de afstemming van de TPD beschikbaarheid op de materiaalplanning en de materiaalplanning op de projectplanning	35
<b>5. Het ontwerp</b>	<b>39</b>
5.1 De structurele aanpak van de risico's	39
5.1.1 De risico-aspecten en de variabelen	39
5.1.2 Risicomethode	42
5.1.3 Risico aanpak	43
5.2 Het planningstool	45
5.2.1 De definitie van de levels	45
5.2.2 De werkwijze en verantwoordelijkheden	46
5.2.3 De informatietechnische ondersteuning van het planningstool	48
<b>6. Conclusies en aanbevelingen</b>	<b>49</b>
6.1 Conclusies	49
6.2 Aanbevelingen	50
<b>Literatuur</b>	<b>51</b>
<b>Bijlagen</b>	<b>53</b>
Bijlage 1 Afkortingen	55
Bijlage 2 De wafer stepper en de producten van ASML	57
Bijlage 3 TPD bladen	61
Bijlage 4 Wijzigingsprocedures	63
Bijlage 5 Machine- en projectstructuur	67
Bijlage 6 Vragenlijsten	69
Bijlage 7 Het pilot-project	71
Bijlage 8 Het reticle stage chuck /500	73

## Inleiding

ASM Lithography is een internationale high-tech onderneming die zich richt op de ontwikkeling, assemblage, verkoop en onderhoud van wafer steppers. Het is voor ASML essentieel om tijdig een nieuwe machine te leveren aan de klanten. Om een nieuwe machine tijdig op de markt te brengen, in een markt die een steeds kortere time-to-market vereist, is het noodzakelijk gebleken bepaalde activiteiten tijdens de productontwikkeling concurrent uit te voeren. De complexiteit van de productontwikkeling wordt nog versterkt doordat ASML vanwege strategische overwegingen de productie van alle onderdelen uitbesteedt aan toeleveranciers en doordat het aantal ontwikkelprojecten sterk is toegenomen. De bedrijfsprocessen material management en ontwikkeling dienen in deze veranderde en dynamische omgeving beter op elkaar te worden afgestemd. De opdracht is dan ook verbeteringen aan te geven voor de inrichting en besturing van de koppeling van de bedrijfsprocessen material management en ontwikkeling. De structuur van het rapport om te komen tot deze verbeteringen is als volgt:

In hoofdstuk 1 wordt het waar, wat en hoe van de afstudeeropdracht behandeld. Dit houdt in dat in dit hoofdstuk ASML kort wordt beschreven, dat de probleemstelling en de opdrachtformulering worden behandeld en dat wordt aangegeven hoe de afstudeeropdracht is uitgevoerd.

In hoofdstuk 2 wordt de projectorganisatie beschreven. Deze projectorganisatie is verantwoordelijk voor de ontwikkeling van nieuwe producten. Ter inleiding van dit hoofdstuk zal de door ASML gebruikte fasering worden toegelicht.

De analyse van de projectorganisatie komt in hoofdstuk 3 aan de orde. Daarbij wordt met name aandacht besteed aan de samenwerking tussen D&E en Inkoop. In de analyse wordt het kernprobleem met betrekking tot de opdracht beschreven. Als oplossing voor het kernprobleem worden er een aantal oplossingsrichtingen gekozen.

In hoofdstuk 4 worden de in de literatuur gevonden voorbeelden van de oplossingsrichtingen beschreven. Ter inleiding van dit hoofdstuk wordt het begrip projectmanagement toegelicht.

In hoofdstuk 5 worden de gekozen oplossingsrichtingen aan de hand van de literatuurvoorbeelden uitgewerkt voor ASML. Het resultaat is een methode die de coördinatie van de bedrijfsprocessen material management en ontwikkeling verbetert.

Tenslotte worden in hoofdstuk 6 de conclusies en de aanbevelingen weergegeven.

Vanwege de vele afkortingen die in het rapport gebruikt worden, is voor de duidelijkheid in bijlage 1 een afkortingenlijst opgenomen.



## 1. Het waar, wat en hoe van de afstudeeropdracht

In dit inleidende hoofdstuk zal worden beschreven waar de opdracht is uitgevoerd (1.1 t/m 1.5), wat de opdracht is (1.6) en hoe de opdracht is uitgevoerd (1.7).

### 1.1 ASM Lithography

Advanced Semiconductor Materials Lithography B.V. (ASML) is een internationale high-tech onderneming, die zich richt op de ontwikkeling, assemblage, verkoop en onderhoud van wafer steppers. Een wafer stepper is een geavanceerd lithografisch systeem, dat gebruikt wordt voor de productie van integrated circuits (IC's). De wafer stepper brengt met hoge snelheid en grote precisie schakelpatronen aan op siliciumschijven (wafers). De missie van ASML luidt: "To provide leading-edge imaging solutions to continuously improve our customers' global competitiveness".

ASML is opgericht in 1984 als een joint-venture van ASM International (ASMI) en Philips Electronics N.V.. In 1988 verkocht ASMI haar aandeel in ASML, zodat ASML een 100% Philips dochter werd. Sinds maart 1995 is ASML aan de beurs genoteerd. De aandelen worden verhandeld aan de Amsterdamse Effectenbeurs en de NASDAQ (New York). Een tweede en derde plaatsing vonden respectievelijk plaats in maart 1996 en februari 1997. Philips Electronics N.V. beschikt op dit moment nog over een belang van 23,9%.

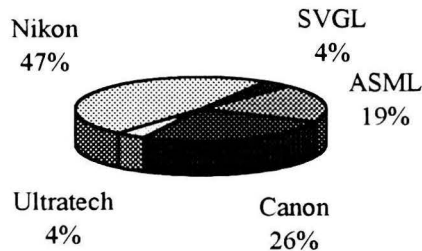
De omzet bedroeg in 1996 f 1331 miljoen (1995: f 918 miljoen) en de winst f 218 miljoen (1995: f 131 miljoen). In 1996 werden in totaal 205 wafer steppers verkocht (1995: 177).

### 1.2 Markt en producten

De markt kenmerkt zich doordat deze een afgeleide is van de markt van elektronica toepassingen. De vraag naar wafer steppers is dan ook gebaseerd op prognoses van de verkopen van elektronica toepassingen, vertaald in de behoefte aan wafer steppers en andere productieapparatuur voor de IC-producenten. De wafer stepper vormt de meest kritische en kostbare stap van de IC-fabricage. Bovendien zijn de kosten voor het ontwikkelen van wafer steppers extreem hoog, waardoor de globale markt gedomineerd wordt door enkele ondernemingen. De (felle) concurrentie tussen de wafer stepper producenten richt zich vooral op de technische prestaties van de systemen en de "cost-of-ownership". Het is voor de wafer stepper producenten essentieel om tijdig nieuwe producten beschikbaar te hebben voor procesontwikkeling bij de IC-producenten. Mist men dit tijdvenster, dan zal het moeilijk zijn om in de volwassen fase van de product-levenscyclus een voldoende marktaandeel te realiseren.

De leidende partijen in de wafer stepper markt zijn Nikon, Canon en ASML. Daarnaast zijn de Silicon Valley Group (SVGL) en Ultratech actief op deze markt. Nikon en Canon beschikken vanwege hun dominantie op de Japanse markt (37% van de wereldmarkt) over een aanzienlijk concurrentievoordeel. ASML is er nog niet in geslaagd wafer steppers af te zetten in Japan.

Daarnaast zijn Nikon en Canon geïntegreerde en verticaal geïntegreerde ondernemingen, waardoor meer middelen ter beschikking staan van de ontwikkeling en meer activiteiten binnen deze ondernemingen geïntegreerd zijn. ASML doet voor dergelijke activiteiten een beroep op toeleveranciers. De marktaandelen op basis van verkopen zijn weergegeven in figuur 1.1.



*Figuur 1.1 Marktaandelen wafer stepper producenten*

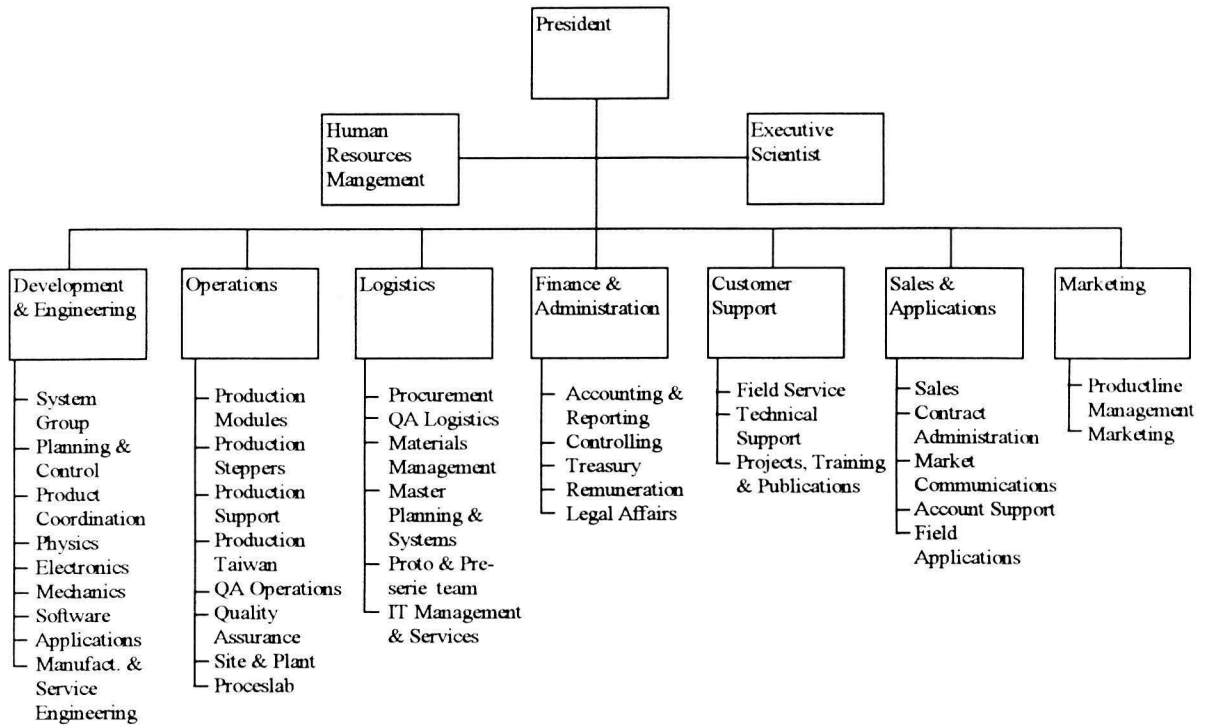
ASML onderscheidt drie typen producten, namelijk steppers, scanners en Atlas. In bijlage 2 wordt beschreven wat een wafer stepper is en wat de producten van ASML zijn.

### 1.3 Organisatie

Het hoofdkantoor van ASML is gevestigd te Veldhoven in Nederland. Hier vindt de productie plaats van de wafer steppers. Verder heeft ASML verkoopkantoren in de USA, Grenoble, Zuid-Korea, Hong-Kong, Shanghai, Singapore en Taiwan. Eind 1996 werkten er 1423 werknemers bij ASML, waarvan 1120 in Nederland (1995: respectievelijk 1123 en 895).

De leiding van de onderneming is in handen van de raad van bestuur die rapporteert aan de raad van commissarissen. In de raad van bestuur hebben de president en de vice-president Finance zitting. Binnen ASML bestaat de positie van executive scientist. Deze functionaris adviseert het management van de onderneming ten aanzien van research, technologie en de te volgen richtlijnen ten aanzien van toekomstige producten. Tevens fungeert hij naar de buitenwereld toe als ambassadeur van de onderneming. De dagelijkse leiding van de onderneming is in handen van het management team. Het management team bestaat uit de president, de vice-presidents en de executive scientist.

Op het hoogste niveau is de functionele organisatie verdeeld in een aantal sectoren die ieder worden geleid door een vice-president (zie figuur 1.2). De sectoren zijn onderverdeeld in afdelingen die geleid worden door afdelingsmanagers. De afdelingsmanagers zijn weer verantwoordelijk voor de door de groepsleiders geleide groepen binnen de afdeling.



Figuur 1.2 Organogram ASML

Haaks op de functionele organisatie staat de projectorganisatie voor de ontwikkeling van nieuwe producten. De projectorganisatie wordt aangestuurd vanuit de sector Marketing. De andere resources voor de projecten komen van de sector D&E en van een afdeling van de sector Logistics, het Proto & Pre-serie team (P&P team). Dit P&P team valt onder de verantwoording van de Logistics Project Manager. In de projectorganisatie wordt gewerkt in multi-disciplinaire teams. Door het werken in teams is concurrent engineering bewerkstelligd. Concurrent engineering is een term voor het zo vroeg mogelijk rekening houden met alle lifecycle aspecten van een product en het, indien mogelijk, gelijktijdig uitvoeren van de activiteiten met betrekking tot het product- en procesontwerp [Carter en Baker, 1992; Reefman, 1995]. De projectorganisatie wordt beschreven in hoofdstuk 2.

## 1.4 Business proces: intern en extern

### 1.4.1 Externe processen

Vanwege strategische overwegingen heeft ASML besloten om de onderdelenproductie volledig uit te besteden en zich te beperken tot het assembleren en testen van wafer steppers. In een aantal gevallen wordt zelfs de ontwikkeling van een (sub-)module uitbesteed. De leveranciers kunnen worden onderverdeeld in vier categorieën, afhankelijk van op welk type specificatie ze acteren (zie ook Praat, 1993; Praat e.a., 1994; KISS, 1996):

- jobber: op basis van nauwkeurige productspecificaties en procesvoorschriften onderdelen produceren
- co-supplier: op basis van producttekeningen onderdelen produceren

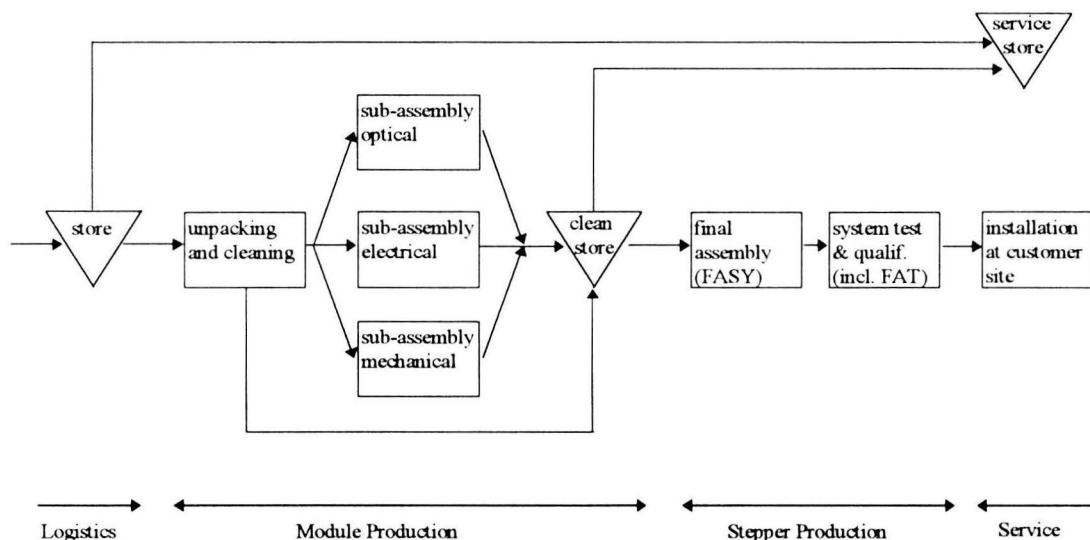
- mainsupplier: op basis van functionele specificaties complexe samenstellingen ontwikkelen en produceren
- strategische partner: mede opstellen functionele specificaties en op basis daarvan de complexe samenstelling ontwikkelen en produceren

Daarnaast werkt ASML voor onderzoek nauw samen met enkele kennisinstituten (Philips Natlab, Philips CFT, Fraunhofer Institute) en een aantal strategische partners (Carl Zeiss, Hewlett-Packard). Tevens neemt ASML deel aan de Europese samenwerkingsverbanden MEDEA en ESPRIT.

#### 1.4.2 Interne processen

De ontwikkeling van nieuwe producten wordt grotendeels door ASML zelf gedaan (zie hoofdstuk 2). De PAS 5500 serie is ontworpen volgens een modulaire systeem architectuur. Door deze architectuur kunnen de verschillende modules parallel ontwikkeld worden door de multi-disciplinaire teams. De interne productie bestaat uit het assembleren en testen van modules en machines in een cleanroom omgeving. Het interne productieproces is opgesplitst in twee fasen (zie figuur 1.3 [Ketelaars, 1996]):

- productie van (sub-)modules: de benodigde onderdelen voor productie worden in het magazijn gepickt en schoongemaakt in een spoelmachine voordat ze naar de werkplek in de cleanroom gaan. Het assembleren en testen van modules is opgesplitst in de werkgroepen optisch, electrisch en mechanisch. De productie van modules is door middel van een clean module store losgekoppeld van de stepper productie.
- productie van wafer steppers: in de final assembly (FASY) worden de afzonderlijk (sub-)modules geassembleerd tot een wafer stepper. Na de assemblage wordt een wafer stepper in een testcabine getest. Wanneer de stepper succesvol de final acceptance test (FAT) doorstaat, kan de stepper worden ingepakt en vervoerd naar de klant.



Figuur 1.3 Interne productieproces

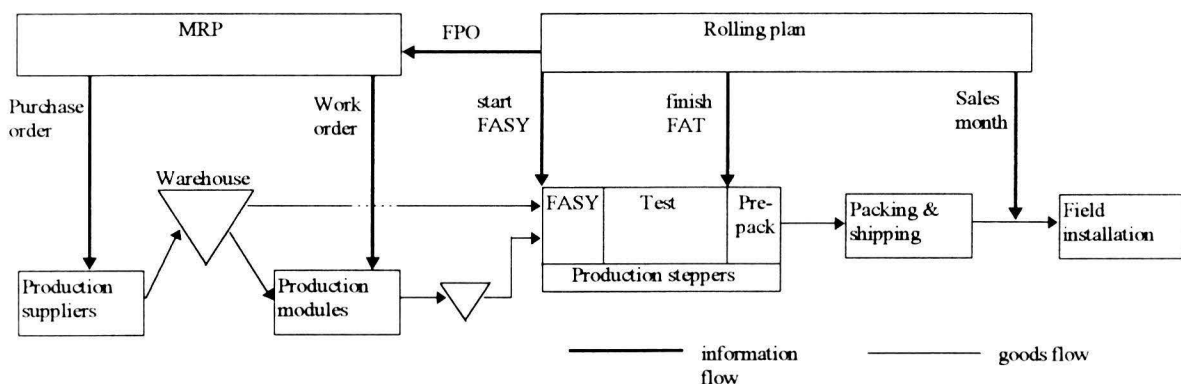


## 1.5 Material management

De besturing van de verwerving van inkoopdelen en van de goederenstroom via het vrijgeven van werkorders aan productieafdelingen is gebaseerd op het Rolling plan. Het Rolling plan wordt iedere drie maanden gemaakt en bevat een voorzien assemblage-schema voor wafer steppers voor de volgende 15 maanden. Het Rolling plan stuurt door middel van de start FASY en finish FAT momenten direct de start van de assemblage en het testen voor iedere te produceren stepper aan. De verkoop van een stepper wordt gestuurd aan de hand van het verkoop moment (Sales month).

Op basis van de firm planned orders (FPO's) uit het Rolling plan genereert het Xerox Business Management System (XBMS) door middel van een Material Requirements Planning (MRP) de materiaal behoefte (tijdstip en hoeveelheden) op het niveau van modules, sub-modules en onderdelen. De MRP genereert purchase orders (requisities) voor de verwerving van inkoopdelen en work orders voor de productie van modules. De requisities worden door Inkoop omgezet in bestellingen en de work orders worden door logistiek vrijgegeven aan de productieafdelingen. Zie figuur 1.4 voor een schematische weergave [Ketelaars, 1996].

De serie-productie wordt strikt aangestuurd op basis van de MRP. Ook voor de proto's en pilots wordt voor de besturing zoveel mogelijk gebruik gemaakt van de MRP. De behoefte-data van de proto en pilot steppers worden ook in het Rolling plan opgenomen. Onderdelen voor proto's en pilots die zijn opgenomen in de manufacturing bill-of-material (MBOM) worden op dezelfde manier bestuurd als de onderdelen voor serie-steppers. Daarom wordt de MBOM sinds kort zo vroeg mogelijk in het ontwikkeltraject opgebouwd door Manufacturing & Service Engineering (MSE) in samenwerking met P&P. Het P&P team genereert de orders voor zowel de onderdelen die reeds in de MBOM zijn opgenomen (door middel van MRP), als voor onderdelen die nog niet zijn opgenomen in de MBOM (door middel van handmatige bestellingen).



Figuur 1.4 Material management

## 1.6 Probleemstelling en opdrachtformulering

Om nieuwe producten tijdig op de markt te brengen, in een markt die een steeds kortere time-to-market vereist, is het noodzakelijk gebleken om tijdens de ontwikkel-, proto- en pilot fasen bepaalde activiteiten concurrent uit te voeren. De complexiteit van de ontwikkel-, proto- en pilot fasen wordt nog versterkt doordat ASML vanwege strategische overwegingen de productie van alle onderdelen uitbesteedt aan leveranciers en doordat er in deze fasen sprake is van niet eenduidige en onzekere productspecificaties (dynamisch productmodel). Daarbij komt dan nog dat het aantal ontwikkelprojecten sterk is toegenomen. De bedrijfsprocessen material management en ontwikkeling dienen in deze veranderde en dynamische omgeving dan ook beter op elkaar afgestemd te worden zodat de ontwikkel-, proto- en pilot fasen effectiever en efficiënter uitgevoerd worden. Met effectiever wordt in deze een kortere time-to-market dan nu bedoeld en met efficiënter wordt bedoeld lagere kosten. Op basis van bovenstaande situatieschets is de volgende opdracht opgesteld:

*Geef verbeteringen aan voor de inrichting en de besturing van de koppeling van de bedrijfsprocessen material management en ontwikkeling, zodanig dat de ontwikkel-, proto- en pilot fasen effectief en efficiënt worden uitgevoerd.*

- Afbakening:
- bedrijfsprocessen analyseren vanaf de start van een product-project tot en met de pilot fabricage en dan met name de bedrijfsprocessen material management en ontwikkeling. Onder material management wordt verstaan het verwerven van inkoopdelen en de besturing van de goederenstroom via het vrijgeven van werkorders aan productieafdelingen [Bertrand e.a., 1990].
  - extern ontwikkelde en geproduceerde onderdelen en/of modules niet meenemen in onderzoek
  - analyse op productniveau, niet op multi-productniveau of op multi-programmaniveau. De analyse wordt toegespitst op de activiteiten die worden uitgevoerd om één product te ontwikkelen.

## 1.7 Aanpak

De afstudeeropdracht bestaat uit vier fasen met bijbehorende methoden:

<u>Fase</u>	<u>(Informatieverwervings-)methoden</u>
Oriëntatiefase	<ul style="list-style-type: none"><li>- interviews</li><li>- notulen/documentatie</li></ul>
Onderzoeksfase:	<ul style="list-style-type: none"><li>• analyse<ul style="list-style-type: none"><li>- interviews</li><li>- notulen/documentatie</li><li>- bijwonen meetings</li><li>- theorie</li></ul></li><li>• oplossingen<ul style="list-style-type: none"><li>- combineren theorie en praktijk</li></ul></li></ul>

Implementatiefase	<ul style="list-style-type: none"><li>- toetsen oplossingen op basis van historie en gesprekken</li><li>- toepassen oplossingen in een pilot-project</li><li>- presentaties</li></ul>
Afronding	<ul style="list-style-type: none"><li>- verslag</li><li>- eindpresentatie</li></ul>

Gedurende de oriëntatiefase is er een globale indruk verkregen van het bedrijf, de processen, de problemen en de oorzaken. Deze fase is na drie weken afgesloten met de definitieve opdrachtformulering.

In de onderzoeksfase is door middel van interviews, doorlezen van documentatie en het bijwonen van meetings dieper ingegaan op de problemen en oorzaken en is er in de literatuur gezocht naar oplossingen voor vergelijkbare problemen. Op basis hiervan zijn twee oplossingsrichtingen gekozen. Deze oplossingsrichtingen zijn geplaatst in een theoretisch kader. Er is gekomen tot het definitieve ontwerp van de oplossingsrichtingen door middel van een iteratief proces van voorstellen doen, het toetsen van deze voorstellen op basis van historie, gesprekken en een pilot-project en vervolgens de voorstellen te verbeteren. De implementatiefase is afgesloten met presentaties voor ASML. De afsluiting van de implementatiefase wil niet zeggen dat het volledige ontwerp daadwerkelijk is geïmplementeerd of geïmplementeerd gaat worden, maar wel dat het de bedoeling is dat een aantal ideeën ervan geïmplementeerd gaan worden.



## 2. De projectorganisatie

In dit hoofdstuk zal de organisatie van de projecten worden behandeld. Zoals reeds gezegd, is het vooral de sector D&E die georganiseerd is in zowel disciplines als projecten. Ter inleiding wordt in paragraaf 2.1 de door ASML gebruikte fasering beschreven. Vervolgens wordt het voortraject (2.2), de projectorganisatie zelf (2.3) en het natraject (2.4) beschreven.

### 2.1 Fasering

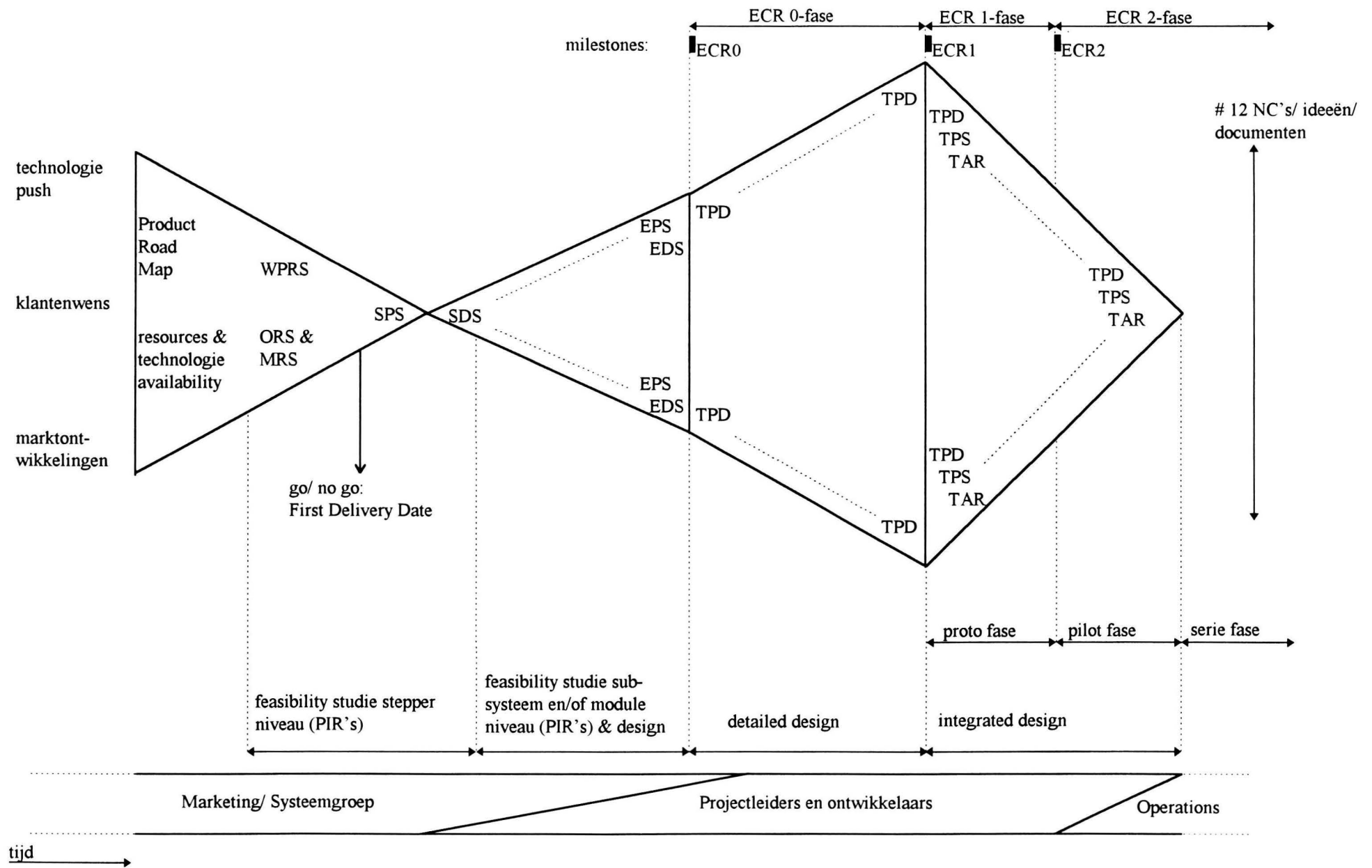
In deze paragraaf worden de faseringen beschreven die gebruikt worden tijdens de uitvoering van de projecten.

#### 2.1.1 System Engineering Guidelines (SEG)

De SEG definiëren de specificatie-, ontwerp-, test- en analyse-documenten die door de projectorganisatie dienen te worden gegenereerd tijdens de ontwikkeling van een nieuwe machine. Behalve de opbouw, de volgorde-relaties en de doelstelling van de documenten wordt tevens gedefinieerd hoe de verantwoordelijkheden ten aanzien van het product generatie proces zijn. De SEG hanteren een top-down benadering van de documentatiestructuur in combinatie met het scheiden van het functionele ontwerp, technisch ontwerp en fysiek ontwerp (zie figuur 2.1). Deze aanpak houdt in dat voor de beschrijving van een machine, sub-systeem of (sub-)module drie typen documenten worden onderscheiden. De System of Element Performance Specification (SPS of EPS) beschrijven wat het functionele gedrag is zonder daarbij in te gaan op hoe dit gedrag zal worden geïmplementeerd. De wijze waarop de SPS of EPS worden gerealiseerd door middel van een technisch design wordt vastgelegd in een System of Element Design Specification (SDS of EDS). In de SDS of EDS wordt de machine of het sub-systeem opgedeeld in kleinere elementen (BOM op machine/sub-systeem niveau) en worden de ontwerpkeuzes vastgelegd. Het fysiek ontwerp van de onderdelen wordt vastgelegd in de TPD (Technical Product Documentation). De verschillende documenten worden gereviewed voordat er wordt begonnen met het genereren van documenten van een onderliggend niveau.

In de meeste gevallen zijn er twee niveaus van EPS-en, namelijk op sub-systeem en op module niveau. In de EDS wordt vastgelegd of de onderliggende elementen een make of een buy zijn. De make/buy beslissing wordt genomen op basis van de core-business van ASML, de kostenafweging en de beschikbare interne capaciteit. In een Preliminary Investigation Report (PIR) worden de resultaten vastgelegd van een feasibility studie. Een Engineering Design Report (EDR) bevat de resultaten van simulaties/onderzoeken en de berekeningen van een ontwikkelaar.

Na de opdeling van de elementen in afzonderlijke onderdelen (BOM op sub-systeem niveau) wordt begonnen met het ontwerp van de onderdelen (detailed design), met als resultaat TPD van de onderdelen (mono's). Ieder fysiek onderdeel dat in de BOM voorkomt wordt uniek geïdentificeerd door een 12 cijferige standaard code (12 NC). Op basis van deze tekeningen kan een bestelling geplaatst worden bij een leverancier.

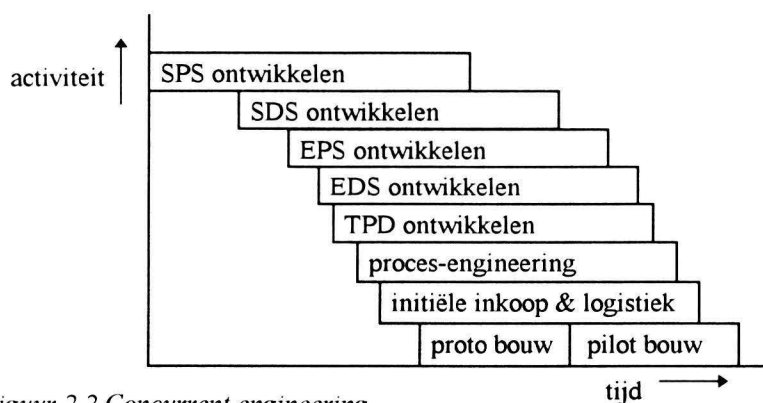


Figuur 2.1 Het product generatie proces

Vervolgens worden er bottom-up samenstellingstekeningen gemaakt (integrated design), waardoor de samenhang tussen de mono's wordt vastgelegd. De TPD bestaat uit drie bladengroepen: de 100 bladen voor het definiëren van de onderdelen, de 200 bladen voor de productiegegevens en de 300 bladen voor de testgegevens (zie bijlage 3). Het testproces vindt ook bottom-up plaats. Op module, sub-systeem en machine niveau worden Test Performance Specifications (TPS) en Test Analysis Reports (TAR) gegenereerd. In de TPS staat welke testen er uitgevoerd moeten worden om aan te tonen dat er wordt voldaan aan de specificaties in de EPS/EDS. In de TAR moet blijken dat daadwerkelijk aan de vereiste specificaties is voldaan.

De SEG beschrijven ook de documenten die in het voortraject worden gegenereerd, behalve de Product Road Map. In de Whole Product Requirements Specification (WPRS) worden de specificaties/functies die de klant wenst vastgelegd en eventueel specificaties/functies waarvan ASML denkt dat deze wenselijk zijn. In de Operational Requirement Specification (ORS) worden de eisen/beperkingen van de Logistics, Operations en Service disciplines op de producten en productie-processen van ASML vastgelegd. De Manufacturing Requirement Specifications (MRS) is een document dat door Operations is opgesteld met als doel te dienen als checklist voor waaraan nieuwe ontwerpen moeten voldoen voor een effectieve en efficiënte productie.

Het concurrent engineering principe komt niet naar voren in figuur 2.1. Bij ASML worden, zoals gezegd, de activiteiten parallel uitgevoerd (figuur 2.2). Er wordt bijvoorbeeld al begonnen met het maken van TPD op basis van een voorlopige EDS en er wordt gecommuniceerd met leveranciers op basis van onvolledige TPD. Dit houdt ook in dat de ECR0-milestone bereikt wordt op basis van een voorlopige EDS en BOM.



Figuur 2.2 Concurrent engineering

### 2.1.2 Productplan template

De afdeling Planning & Control heeft een standaard plan opgesteld met een aantal fasen en deliverables. De invulling van de activiteiten binnen een fase is product/project afhankelijk. De deliverables zijn in principe voor ieder product/project gelijk. De activiteiten hebben betrekking op alle D&E activiteiten die nodig zijn voor het genereren van de SEG documenten. Dit omvat dus zowel het definiëren en ontwerpen als het opbouwen en testen van een machine, sub-systeem of module. De deliverables die voor logistiek in de plannen worden opgenomen zijn de ECR0, 1 en 2 milestones (zie paragraaf 2.1.4).

De Product Development Manager (PDM) maakt in eerste instantie een globaal masterplan op basis van de beslissingen van de program meeting (First Delivery Date, product-milestones, # proto's en pilots). Wanneer de projectleiders zijn aangesteld, maken zij hun projectplannen op basis van dit globale masterplan. Zowel de PDM als de projectleiders hebben veel informeel contact met inkopers en ontwikkelaars over de invulling en haalbaarheid van het plan. De projectplannen worden in het masterplan ingepast en zodoende op elkaar afgestemd. Het planningsproces wordt ondersteund door een program planner, die ook alle plannen in MS-project (programma voor het construeren van Gantt charts) invoert.

Voor het plannen van de resources wordt gebruik gemaakt van het door D&E zelf ontwikkelde Plan-Info. Plan-Info wordt gebruikt om de resource claims van de projectleiders en de resource toezeggingen van de D&E-afdelingen vast te leggen. Door de claims te vergelijken met de toezeggingen worden de mogelijke discrepanties in kaart gebracht. Daarnaast wordt Plan-Info gebruikt voor het inschatten van toekomstige behoefte aan resources (niet alleen voor projecten maar ook voor onderzoek), zodat bij mogelijke tekorten tijdig training en werving van mensen kan plaatsvinden. De resource planner van de afdeling Planning & Control ondersteunt dit planningsproces en rapporteert aan de staf D&E.

### 2.1.3 Fase van overdracht naar de lijnorganisatie

Deze fasering wordt gebruikt om aan te geven waar de verantwoordelijkheden liggen bij de goederenstroombesturing en bouw van een stepper of een module. De volgende fasen worden onderscheiden:

- ontwikkel
- proto
- pilot
- serie

In de ontwikkel-fase is de machine nog volop in ontwikkeling en worden er testopstellingen gebouwd door bijvoorbeeld het Philips Natlab en Philips CFT (pre-proto's) of door D&E (testrigs). Een proto wordt door en onder verantwoordelijkheid van D&E gebouwd. Proto's zijn machines die intern blijven. Een pilot wordt gebouwd door Operations met ondersteuning van D&E. Een pilot is een nog niet uitontwikkelde machine die wel aan een klant geleverd wordt. Wanneer de stepper geaccepteerd wordt door Operations (door middel van de productie  $\beta$ -test), wordt de stepper vrijgegeven voor serie-productie en kan D&E het product-project overgeven aan het aftercare-project. Voor de proto's en pilots is P&P verantwoordelijk voor het genereren van de orders en het vrijgeven van de werkorders. Voor de serie-productie worden de orders gegenereerd door Logistic System Control (LSC) en worden de werkorders vrijgegeven door Production Planning (PP).



### 2.1.4 ECR-fasering

De ECR-fasering (Engineering Change Request) houdt in dat de inleg van 12 NC's en structuren en de archivering van TPD gefaseerd plaatsvindt met daaraan gekoppeld per fase een andere wijzigingsprocedure. Het inleggen en archiveren wordt gedaan door de afdeling PIM (Product Information Management). De fasen (en bijbehorende milestones wanneer de fasen ingaan) zijn:

**ECR0 (Initiële inleg van 12 NC's en structuren):**

Bij de ontwikkeling van modules wordt in XBMS begonnen met de initiële inleg van 12 NC's en structuren (al of niet (gedeeltelijk) in een "ontwikkelzak"). P&P ontvangt van het project de 12 NC's (de 12 NC's worden uitgetrokken bij de start van het detailed design) en van MSE de grove structuren en levert dit tesamen aan aan PIM. Op basis van deze structuren wordt de materiaalplanning in MRP doorgerekend en gecoördineerd door P&P. In de ECR0 fase wordt de TPD niet bij PIM gearchiveerd, maar door de ontwikkelaar beheerd. Voor deze milestone is een snelle inlegprocedure voor 12 NC's en structuren opgesteld en gedurende de fase zijn wijzigingen nog vrij in te voeren omdat de TPD nog niet gearchiveerd is (voor de procedure zie bijlage 4).

**ECR1 (TPD van mono's (110 en 199 blad) en assy's (110, 120 en 199 blad) van minimaal de koopedelen beschikbaar en gearchiveerd bij PIM):**

De milestone geldt voor het inleggen van de TPD van de koopedelen en de fase is bedoeld voor het wijzigen van de TPD van de koopedelen en voor het wijzigen van de structuren. Hiervoor wordt een versnelde wijzigingsprocedure toegepast (zie bijlage 4). Een wijziging wordt behandeld door de ontwikkel CCB (Change Control Board).

**ECR2 (TPD (100, 200 en 300 bladen) en structuur compleet):**

De milestone geldt voor het inleggen van de overige TPD (voornamelijk assembly TPD voor interne assemblage en de MSE TPD) en de fase is bedoeld voor reguliere wijzigingen van alle TPD (voor de procedure zie bijlage 4). De wijzigingsprocedure duurt in deze fase veel langer.

De mijlpalen worden bereikt als de status geldt voor alle onderliggende onderdelen. De ECR-fasering wordt ook gebruikt om de logistieke projectfasering aan te sturen. De ECR1-milestone voor de hele machine moet bereikt zijn bij de start van de bouw van de eerste proto. De ECR2-milestone voor de hele machine voor de TPD 100 bladen en de structuur moet bereikt zijn bij de start van de bouw van de eerste pilot. De ECR2-milestone voor de hele machine voor de 200 en 300 TPD bladen moet bereikt zijn bij de start van de bouw van de eerste serie. De voortgang wordt bepaald aan de hand van de status van de verschillende delen van de machine.

Een wijzigingsprocedure wordt altijd gestart door een IP (Improvement Proposal). IP's kunnen door iedereen worden ingediend die een probleem signaleert. IP's worden geregistreerd door PIM, gescreend door de IP-meeting en vervolgens gedistribueerd naar de afdeling die een oplossing moet aandragen. De IP wordt, indien geaccepteerd door de afdeling, omgezet in een ECR1 of ECR2 (afhankelijk van de TPD status). De IP wordt gerealiseerd door de ECR in te voeren op het laagst mogelijke BOM-niveau.

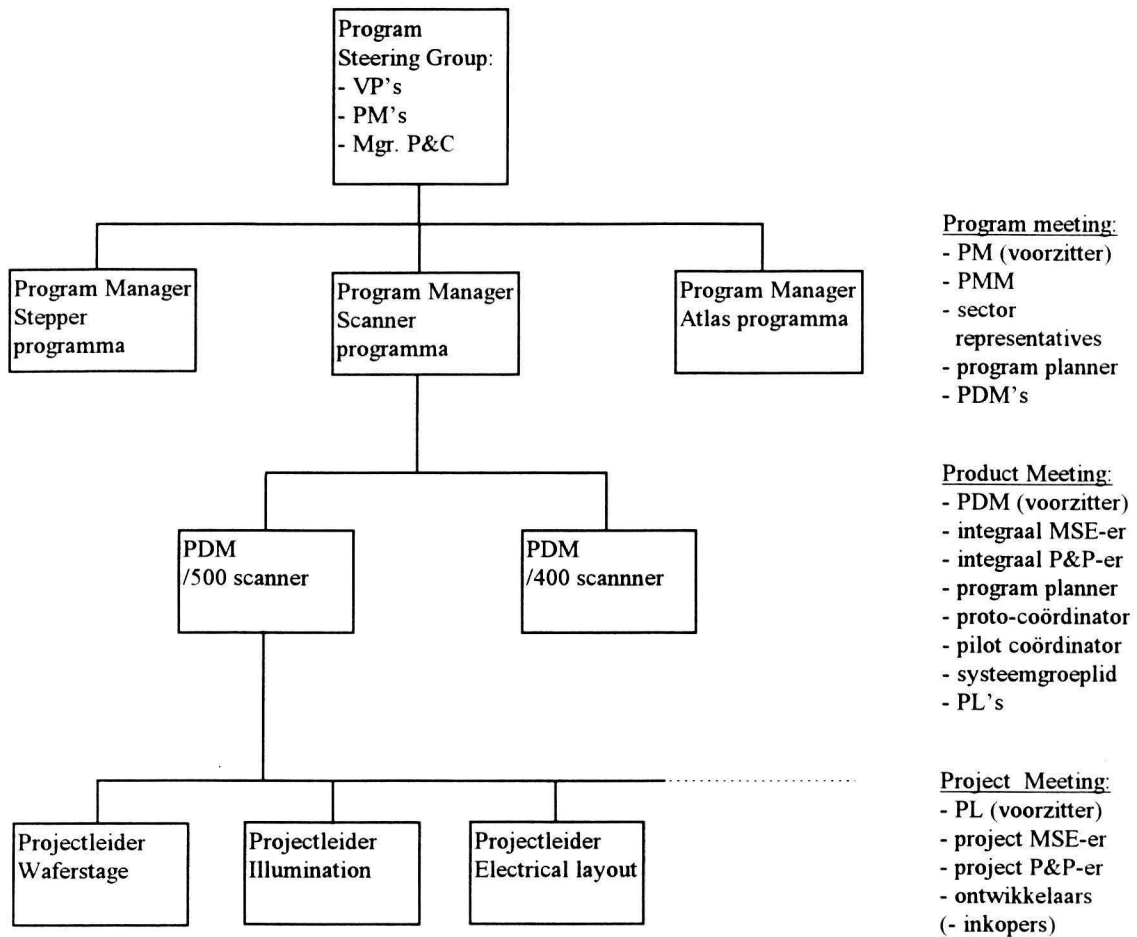
## 2.2 Het voortraject

In het voortraject zijn voornamelijk de sector Marketing en de systeemgroep actief. De Marketing sector stelt zich op de hoogte van de klantenwensen en volgt de marktontwikkelingen. De systeemgroep scout, initieert en coördineert de technologie onderzoeksprogramma's van en met de onderzoeksinstituten en voert feasibility studies uit voor nieuwe producten. In het algemeen worden projecten geïnitieerd vanuit de markt. De systeemgroep onderzoekt dus op aangeven van Marketing of aan de vraag kan worden voldaan met een product. De richting van de onderzoeken wordt aangegeven door de Product Road Map die wordt bepaald door de Product Development Meeting. De Product Development Group, die voornamelijk bestaat uit Marketing managers en systeemgroepleden, bereidt de Product Road Map voor en definieert de onderzoeken, productconcepten en producten.

Binnen de sector D&E worden plannings gemaakt van de benodigde resources voor de toekomstige onderzoeksprojecten en ontwikkelprojecten en overzichten van de beschikbare resources. Daarnaast worden door de sector D&E de onderzoeksprogramma's en de feasibility studies gecoördineerd. Voor de afstemming tussen de Product Development Meeting en de Product Development Group dient de interface meeting D&E en Marketing. Deze interface meeting werkt de definities uit van de Product Development Group en wijst resources toe voor het in deze paragraaf beschreven voortraject. De Program Steering Group beoordeelt of het product in een huidig programma past. Het is uiteindelijk de Product Development Meeting die een keuze maakt uit de productconcepten en productdefinities en de opdracht definieert op basis waarvan het programma-management kan starten met een nieuw product-project (of zelfs een nieuw programma) en de systeemgroep met de definitieve SPS.

## 2.3 De organisatie van de projecten

De Program Steering Group coördineert de verschillende programma's en door middel van de interface meeting worden de benodigde en aanwezige resources voor de programma's afgestemd met de sector D&E. Een programma valt onder de verantwoording van een Program Manager (PM) en een Product Marketing Manager (PMM), allebei van de sector Marketing (zie figuur 2.3). Een Program Manager is verantwoordelijk voor de coördinatie van de product-projecten binnen een programma. Een Product Marketing Manager is verantwoordelijk voor het bepalen van de specificaties van de te ontwikkelen producten op basis van klantenwensen en marktontwikkelingen. Aan ieder programma is een program planner van de afdeling Planning & Control toegewezen om de planning van de activiteiten te ondersteunen (programmaplan). Op dit moment zijn er drie programma's, namelijk Steppers, Scanners en Atlas.



Figuur 2.3 De projectorganisatie

Een product-project staat onder leiding van een Product Development Manager (PDM) (sector D&E). De PDM coördineert de verschillende projecten binnen het product-project en de afstemming met de andere sectoren. Een product-project is opgedeeld in een aantal projecten die parallel worden uitgevoerd. Ieder project ontwikkelt een sub-systeem van de stepper (zoals waferstage of alignment) of integreert een technische discipline (zoals mechanische layout of elektrische layout). De relatie tussen de machinestructuur en de projectstructuur staat beschreven in bijlage 5. De projectleider (sector D&E) is verantwoordelijk voor de tijdige oplevering van de deliverables (zowel de TPD als de modules zelf) van een project. Ook voor extern ontwikkelde modules wordt een projectleider aangesteld. Zowel de PDM als de projectleider werken in een team van medewerkers uit de verschillende D&E afdelingen en van andere sectoren.

### 2.3.1 Product-project

De PDM maakt en beheert het product-projectplan, oftewel het masterplan (zie paragraaf 2.1.2). Bovendien coördineert hij de benodigde resources op product-projectniveau en levert hij een bijdrage aan de verscheidene productspecificatie documenten. De PDM is de eenverantwoordelijke voor de tijdige levering van een gekwalificeerde pilot.

De PDM wordt ondersteund door een team. De meeste teamleden wonen ook wekelijks de product meeting bij (zie figuur 2.3). Het team bestaat uit:

- integraal P&P-er: de taken van een integraal P&P-er zijn:
  - configuratiebeheer voor de pilots
  - het bijhouden van de ECR-status
  - opbouwen van de Manufacturing Bill-of-Material in samenwerking met MSE
  - het aansturen van de eindassemblage (niet FASY, zie bijlage 5) in overleg met de PDM en/of volgens MRP
  - zorg dragen voor het invoeren van de machine behoefte data uit de product-projectplanning in XBMS voor de MRP
  - het afstemmen van de beschikbaarheid van TPD, levertijd en onderdeelbehoefte datum op de geplande activiteiten (eindassemblage en testen). Oftewel de materiaalplanning afstemmen op de product-projectplanning.

Deze taken worden uitgevoerd op machine-niveau. De integraal P&P-er coördineert de project P&P-ers en is dus ook degene die structurele problemen van de project P&P-ers doorgeeft aan de PDM.

- integraal MSE-er: de taken van een integraal MSE-er zijn:
  - de sectoren Service en Operations vertegenwoordigen
  - een bijdrage leveren aan de verscheidene productspecificatie documenten
  - opbouwen van de Manufacturing Bill-of-Material in samenwerking met P&P
  - in samenwerking met de sectoren Service en Operations de installatie en onderhoudshandboeken schrijven
  - kwalificatie: Fasy- en testvolgorde in samenwerking met P&P
  - een bijdrage leveren aan het testen en het testrapport
  - opstellen introductie- en opleidingsplan voor overdracht naar operationele sectoren

Deze taken worden uitgevoerd op machine-niveau. De integraal MSE-er coördineert de project MSE-ers en is dus ook degene die structurele problemen van de project MSE-ers doorgeeft aan de PDM.

- program planner (Planning & Control): het invoeren en beheren van het masterplan en machine-testplannen en het integreren van de projectplannen met het masterplan
- proto-coördinator: groepsleider van de machinevaders. Een proto-coördinator coördineert de opbouw, het testen, de configuratie controle en de performance van de verschillende proto's in samenwerking met de program planner en de projectleiders. Een machinevader is verantwoordelijk voor één proto.
- pilot coördinator: zie proto-coördinator maar dan voor de pilots
- systeemgroep vertegenwoordiger: technische ondersteuning en vraagbaak voor gemaakte keuzes in voortraject
- product manager (Marketing): verantwoordelijk voor de testprocedures en benodigde specificaties voor pilots (de systeemgroep is voor procedures en specificaties verantwoordelijk voor proto's).
- projectleiders

### 2.3.2 Projecten

Een projectleider maakt en beheert het projectplan (zie paragraaf 2.1.2). Daarnaast is hij verantwoordelijk voor en levert hij een bijdrage aan verscheidene productspecificatie documenten. Bovendien claimt hij de benodigde resources voor zijn project bij de verschillende afdelingen van D&E. De projectleider is de eindverantwoordelijke voor de tijdige levering van een gekwalificeerd sub-systeem. De projectleider wordt ondersteund door een team. De meeste teamleden wonen ook wekelijks de project meeting bij (zie figuur 2.3). Het team bestaat uit:

- project P&P-er: de taken van een project P&P-er zijn;
  - opbouwen van de Manufacturing Bill-of-Material in samenwerking met MSE
  - bestellen van onderdelen door middel van de MRP of door middel van een handmatige bestelling en het handmatig bestellen van spares en tools bij Inkoop door middel van een requisitie (tot en met de eerste serie)
  - het vrijgeven van werkorders in overleg met de projectleider en/of volgens MRP
  - het verzamelen van TPD van een ontwikkelaar en doorgeven aan een inkoper
  - het afstemmen van de beschikbaarheid van TPD, levertijd en onderdeelbehoefte datum op de geplande activiteiten (module opbouw en testen). Oftewel de materiaalplanning afstemmen op de projectplanning.
- project MSE-er: de taken van een project MSE-er zijn:
  - de sectoren Service en Operations vertegenwoordigen
  - een bijdrage leveren aan de verscheidene productspecificatie documenten
  - opbouwen van de Manufacturing Bill-of-Material in samenwerking met P&P
  - in samenwerking met de sectoren Service en Operations de installatie en onderhoudshandboeken schrijven
  - kwalificatie: Assy- en testvolgorde in samenwerking met P&P
  - een bijdrage leveren aan het testen en het testrapport
  - opstellen introductie- en opleidingsplan voor overdracht naar operationele sectoren
  - de tools en service-onderdelen vaststellen
- inkopers: inkopers worden niet aan de projecten toegewezen, maar zijn alleen bij het project betrokken door middel van het driehoeksoverleg projectleider/P&P-er/inkoper en soms aanwezig in de projectmeeting. Een project heeft dus contact met veel inkopers. De inkoopafdeling is functioneel georganiseerd naar vier disciplines: elektrisch, mechanisch, optisch en Maintenance, Repair & Office (MRO). Er bestaat een één op één relatie tussen een inkoper en een leverancier. De inkoopdiscipline die het meest door het (sub-)project benodigd is heeft een vertegenwoordiger in het driehoeksoverleg/projectmeeting. Deze inkoopvertegenwoordiger fungeert als informatiedoorgever voor de andere inkopers (ook inkopers van de andere disciplines). Het bestelmoment en het aantal stuks wordt aangegeven door de P&P-er door middel van een requisitie. Inkoop is verantwoordelijk voor de leverancierskeuze, de prijs, de levertijd, de afgesproken levercondities, doorgeven van wijzigingen en de expediting.
- program planner: het opstellen en beheren van het projectplan in samenwerking met de projectleider
- ontwikkelaars: de ontwikkelaars van de verschillende disciplines voor het maken van de TPD en het opbouwen en testen van proto's

#### **2.4 Het natraject: de aftercare-projecten**

In een aftercare-project wordt een product-project ondergebracht dat is overgedragen aan Operations, LSC en PP. Het aftercare-project valt onder de verantwoording van een projectleider. De taken van een projectleider aftercare zijn onder andere het, via Service, beantwoorden van vragen van klanten, het behandelen van interne en externe verbeteringsvoorstellen (IP's), het invoeren van vervangende onderdelen wanneer de oorspronkelijke onderdelen niet meer te verkrijgen zijn en het completeren van TPD. Het aftercare-project voor een product eindigt wanneer het product end-of-life is.



### 3. De analyse en de oplossingsrichtingen

In dit hoofdstuk wordt de projectorganisatie geanalyseerd. Daarbij wordt met name aandacht besteed aan de samenwerking tussen D&E, P&P en Inkoop en wordt er, waar relevant, ook dieper ingegaan op een afzonderlijk bedrijfsproces. In deze analyse wordt het kernprobleem met betrekking tot de opdracht (paragraaf 1.6) beschreven en worden de onderliggende oorzaken en de daaruit voortkomende ongewenste effecten aangegeven. Vervolgens worden er oplossingsrichtingen aangegeven voor het kernprobleem.

#### 3.1 De analyse van de projectorganisatie

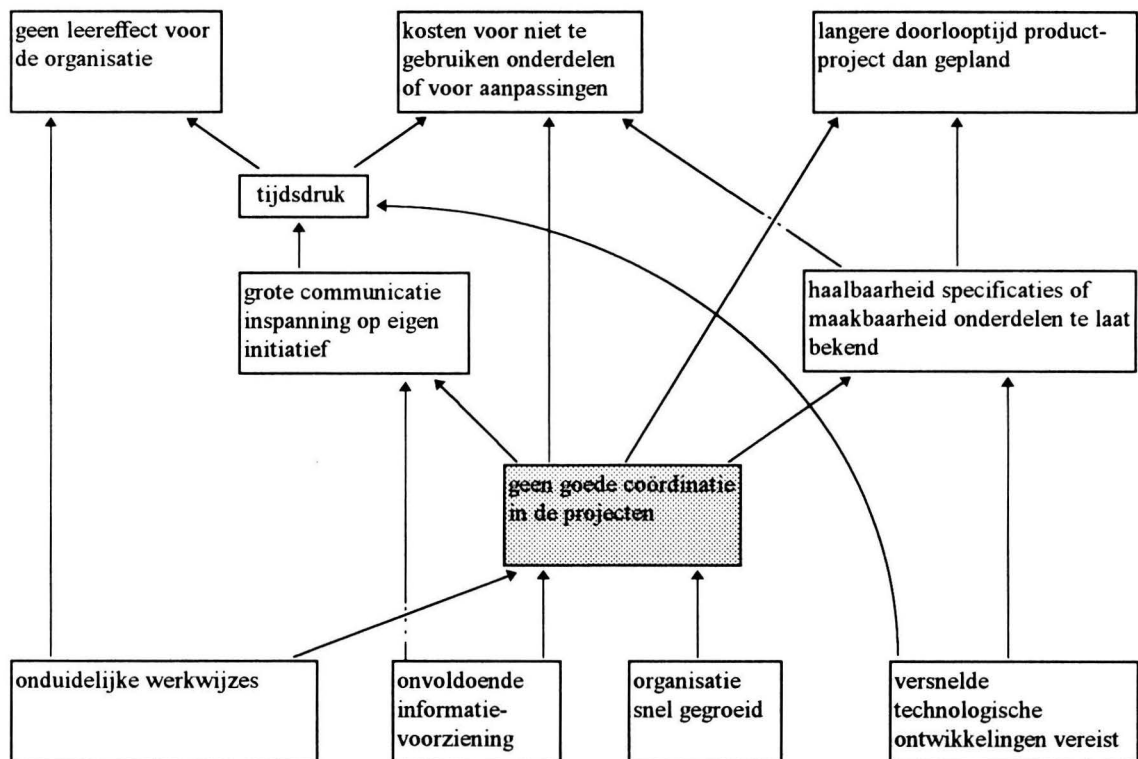
Om de pilots op tijd, volgens specificatie, in de juiste configuratie en tegen zo laag mogelijk kosten aan een klant te leveren, moeten D&E, P&P en Inkoop zeer goed samenwerken. Deze nauwe samenwerking is nodig om de onderdelen op tijd te bestellen en zodoende de onderdelen met de vereiste specificaties te gebruiken voor de opbouw van de machines. Op tijd bestellen in een concurrent engineering omgeving is een complex logistiek probleem. Aan de ene kant kan er niet altijd gewacht worden met het opstarten van logistieke acties totdat het productontwerp volledig is uitgekristalliseerd en aan de andere kant is er ontwerp-informatie van bepaalde kwaliteit nodig om tijdig logistieke acties te kunnen ondernemen. Te vroeg actie ondernemen leidt tot vele correctieve logistieke acties vanwege de vele wijzigingen die nog volgen en te laat actie ondernemen leidt tot materiaaltekorten vanwege de levertijd van onderdelen. Voor het op tijd ondernemen van logistieke acties is dan ook een goede coördinatie van de bedrijfsprocessen material management en ontwikkeling nodig. Deze coördinatie is op dit moment niet optimaal en is het kernprobleem met betrekking tot de opdracht. Een voorbeeld van een logistieke actie is het bestellen van basismateriaal op basis van de gemaakte materiaalkeuze en de verwachte behoefte of de leverancier op basis van voorlopige TPD al laten starten met de NC-programmering. Daarnaast moeten voordat de logistieke acties worden opgestart, wel de juiste beslissingen worden genomen (bijvoorbeeld de make/buy beslissing of de leverancierskeuze). Deze beslissingen moeten dan ook in overleg worden genomen door de juiste personen.

De voorbeelden van onvoldoende coördinatie zijn talrijk:

- doordat een benodigd standaard onderdeel met lange levertijd niet op tijd bij P&P bekend is (maar dus al wel bij de ontwikkelaar/PL), moet de samenstelling waar het onderdeel deel van uit maakt later worden ingebouwd en loopt de machine-opbouw vertraging op
- het wachten met het doorgeven van tekeningen door een ontwikkelaar tot alle tekeningen klaar zijn of tot de tekening definitief is, terwijl er zo snel mogelijk actie moet worden ondernomen door P&P en Inkoop om het onderdeel tijdig beschikbaar te hebben
- selectie van een niet geschikte leverancier, bijvoorbeeld een leverancier die niet gespecialiseerd is in de benodigde bewerkingen
- onzekerheid over de status van de leverdatum

- geen goede make/buy beslissing, bijvoorbeeld een sub-module extern laten maken terwijl de leverancier de sub-module niet gekwalificeerd kan aanleveren
- slechte coördinatie van de communicatie van wijzigingen naar de leverancier of een voorstel tot wijziging van een tekening door de leverancier, bijvoorbeeld een ontwikkelaar die afspraken maakt met een leverancier (of andersom) zonder P&P en Inkoop in te lichten
- P&P weet niet altijd welke acties ze kan ondernemen voor in ontwikkeling zijnde 12 NC's
- moeizame afstemming van de materiaalplanning op de (dynamische) projectplanning: doordat de structuur in de proto- en pilot fasen nog niet goed ingedeeld en niet geheel compleet is, is de relatie tussen de opbouw- en testactiviteiten en de benodigde onderdelen daarvoor niet door P&P af te leiden door de structuur te relateren aan het projectplan
- een binnengekomen onderdeel voldoet niet aan de meest recente TPD

Het kernprobleem “geen goede coördinatie in de projecten” is in het oorzaak-gevolg diagram grijs gemarkeerd. Dit kernprobleem is het gevolg van twee hoofdoorzaken, “onduidelijke werkwijzes” en “onvoldoende informatievoorziening”, en een complicerende factor, “organisatie snel gegroeid”. Een andere complicerende factor, “versnelde technologische ontwikkelingen vereist”, heeft niet direct een relatie met het kernprobleem, maar heeft wel invloed op andere factoren (zie figuur 3.1). Het kernprobleem, de hoofdoorzaken en de complicerende factoren leiden uiteindelijk tot de drie ongewenste effecten bovenaan in figuur 3.1.



Figuur 3.1 Het oorzaak-gevolg diagram



De twee hoofdoorzaken bestaan ieder uit enkele sub-oorzaken en zullen hieronder worden toegelicht.

#### Onduidelijke werkwijzes

- geen planningstool voor de afstemming van de TPD beschikbaarheid op de materiaalplanning en de materiaalplanning op de projectplanning:  
Met name voor de eerste bestelling kan het bestelmoment niet door middel van MRP worden gepland. Dit heeft een aantal oorzaken:
  - het 12 NC is nog niet bekend bij P&P
  - het 12 NC is wel bekend maar de structuur nog niet
  - het tijdsvenster tussen 12 NC en structuur bekend en behoefte datum van het 12 NC valt binnen de doorlooptijd van het 12 NC
  - met name de proto's worden niet volgens de structuur opgebouwd, dus kan de MBOM (voor zover al bekend) in XBMS niet worden gebruikt voor materiaalplanning

Omdat het eerste bestelmoment vaak niet gepland kan worden door middel van MRP, is er in veel gevallen de volgende werkwijze: bestellen zodra de TPD wordt aangeleverd door D&E. Er wordt dus niet structureel gekeken wanneer het 12 NC nodig is voor testen of opbouw, om vervolgens aan de hand daarvan te chasseren op TPD. P&P heeft dus geen planningstool om de TPD beschikbaarheid af te stemmen op het bestelmoment. De ECR-fasering is niet geschikt hiervoor, omdat in de praktijk de TPD door D&E wordt aangeleverd voor ECR1-inleg als het ontwerp getest is op een machine of testrig, terwijl P&P het onderdeel juist moet bestellen om het te testen of in te bouwen. Het ontwerp in de ECR-fasering gaat namelijk van niets (ECR0) naar redelijk stabiele complete tekening (ECR1). Daarnaast kunnen P&P en Inkoop voor het vroegtijdig opstarten van logistieke acties voor bepaalde onderdelen niet wachten op complete tekeningen en specificaties volgens TPD standaard. P&P en Inkoop hebben voor het vroegtijdig opstarten van logistieke acties genoeg aan bepaalde brokken informatie, zoals materiaalkeuze, buitenmaten of type bewerking, of aan voorlopige TPD (schetsen). Zonder een planningstool is het dus voor P&P moeilijk om effectief de koppeling te zijn tussen de projectleider/ontwikkelaars en de inkopers. Dit probleem wordt nog versterkt doordat in veel projecten het driehoeksoverleg PL/P&P-er/inkoper na verloop van tijd niet meer plaats vindt en de inkoper lang niet altijd aanwezig is op de projectmeeting.

De materiaalbeschikbaarheid houdt niet alleen in op tijd op basis van een tekening bestellen, maar ook het goed communiceren naar een leverancier van wijzigingen die opgetreden zijn na de bestelling. Omdat in de proto- en pilot fasen de 12 NC's nog in de ECR0-fase zijn (dit in tegenstelling tot wat oorspronkelijk de bedoeling was; zie paragraaf 2.1.4), is er geen formele wijzigingsprocedure. De wijzigingen moeten door de ontwikkelaar en P&P-er zelf worden bijgehouden en gecommuniceerd naar de leverancier (al dan niet via Inkoop). Afspraak is dat wanneer op basis van een tekening contact met een leverancier is geweest, vanaf dat moment een wijziging altijd tot een puntnummervhoging leidt. Op dit moment zijn de wijzigingen in de ontwikkel- en proto- en pilot fasen logistiek onbeheerst, omdat P&P niet altijd wordt geïnformeerd over wijzigingen en de puntnummervhoging niet altijd strikt wordt gehanteerd. Voor de logistiek beheersing is het belangrijk dat de leverancier werkt volgens de laatste tekening en dat het 12 NC op deze tekening overeenkomt met het 12 NC in XBMS.

- onduidelijke werkwijze voor de make/buy beslissing en voor het selecteren en betrekken van leveranciers:

De beslissing voor uitbesteding van ontwikkeling van sub-modules en assy's wordt genomen op sub-systeem niveau door D&E. De beslissing om een hele module uit te besteden (productie en/of ontwikkeling) wordt genomen door het Management Team. Inkoop (en P&P) wordt bij deze beslissingen niet of informeel betrokken en over de beslissingen wordt slecht gecommuniceerd. Er is geen duidelijke werkwijze door wie, op basis waarvan en wanneer de beslissingen worden gemaakt en wat de gemaakte afspraken moeten zijn met een leverancier en wie de afspraken maakt (zie ook Weistra, 1996). Bovendien wordt door Inkoop niet structureel te betrekken, niet gebruik gemaakt van de aanwezige kennis over de leveranciersmarkt. Ook in die gevallen dat de specialistische technologische kennis niet bij Inkoop aanwezig is, is het toch belangrijk Inkoop te betrekken en zodoende Inkoop op de hoogte te houden, omdat Inkoop uiteindelijk verantwoordelijk is voor de operationele uitvoering van het inkoopproces. De initiële inkoop op (sub-)module niveau heeft betrekking op zowel "inkoop" van ontwikkelingskennis en capaciteit als productie en valt dus niet onder de verantwoording van Inkoop. Onder initiële inkoop wordt hier verstaan [Botter en Wijnstra, 1996]:

- het aandragen van kennis en eventueel deelnemen in beslissingen over wat voor ASML strategische technologieën zijn en wat aan leveranciers wordt overgelaten
- het opstellen van algemene richtlijnen voor de betrokkenheid van Inkoop en leveranciers bij productontwikkeling
- het vinden, beoordelen en selecteren van leveranciers
- het plannen, initiëren, coördineren en evalueren van een samenwerking met een geselecteerde leverancier
- het duidelijk communiceren daarvan naar leveranciers en interne afdelingen
- het scannen van de markten op technologische ontwikkelingen
- onderhouden leveranciersbestand

Voor de make/buy beslissing van assy's, verantwoordelijkheid van de afdeling Inkoop, bestaat geen eenduidige werkwijze. Deze make/buy beslissing heeft betrekking op de keuze om zelf de individuele onderdelen te assembleren of om dit geheel aan onderdelen geassembleerd aangeleverd te krijgen. Naast technologische aspecten, moeten ook financiële en interne productie-aspecten worden meegenomen in de beslissing. Sommige beslissingen worden zonder overleg door D&E genomen en moeten achteraf dan ook weer worden teruggedraaid. Aan de andere kant leidt een beslissing die alleen door Inkoop is genomen, zonder voldoende overleg te plegen met D&E over de technische eisen, ook tot problemen. Hiervoor is de Make/Buy Board onlangs aangesteld. In de Make/Buy Board zijn managers vertegenwoordigd van Inkoop, Operations, Finance en D&E. Beslissingen voor reeds in ontwikkeling zijnde machines zijn opnieuw beoordeeld door de Board en voor nieuw te ontwikkelen machines zal dit vooraf goed beoordeeld worden, om zodoende omzettingen achteraf te voorkomen. Bovendien heeft deze Board richtlijnen opgesteld voor wat standaard make of buy is en is er een richtlijn opgesteld voor het operationele proces. De administratieve processen moeten nog worden ingevuld.

- geen structurele beheersing van de onzekerheden in de projecten:  
Er wordt niet structureel gekeken naar wat de gevolgen voor de materiaalbeschikbaarheid kunnen zijn van risico's in het ontwerp of van risico's met betrekking tot de verwerving en wat er voor acties kunnen worden uitgevoerd om deze risico's te verkleinen. Er is bijvoorbeeld geen aanpak voor het inbouwen van flexibiliteit (tussenvoorraden of reserveren van capaciteit bij een leverancier) of het denken in (ontwerp)alternatieven.
- geen structurele verbeteringen van het proces:  
Er is geen werkwijze/overlegstructuur voor het achterhalen van de oorzaken van problemen en vervolgens te komen tot structurele verbeteringen. Als gevolg hiervan worden bepaalde fouten steeds opnieuw gemaakt. Bijvoorbeeld of de wijzigingen tijdens het product generatie proces inherent zijn met de productcomplexiteit of dat er iets structureels fout is met het product generatie proces.
- onvoldoende bekend zijn met de werkwijze van andere afdelingen:  
Er bestaat tussen D&E, P&P en Inkoop onwetendheid over elkaars werkwijze. Een ontwikkelaar of projectleider ziet het nut er niet van in om 12 NC's snel bekend te maken of TPD snel door te geven, omdat ze geen weet hebben van de orderdoorlooptijd en/of de projectplanning. P&P en Inkoop hebben geen inzicht waarom TPD soms niet doorgegeven kan worden. P&P en Inkoop weten in sommige gevallen van elkaar niet welke meetings er afzonderlijk van elkaar plaatsvinden met D&E en dus ook niet wat er besproken wordt. Bovendien worden nieuwe werknemers niet goed bekend gemaakt met de werkwijzes van ASML.

#### Onvoldoende informatievoorziening

- ieder project/afdeling andere documenten:  
Doordat er geen standaard documenten gegenereerd kunnen worden, bijvoorbeeld een overzicht van de leverdata in combinatie met tijdgefaseerde voorraad, een toollijst of de daadwerkelijk tekorten, worden er door ieder project/afdeling eigen overzichten gemaakt. Hierdoor wordt er dubbel werk verricht en neemt de kans op inconsistente informatie toe.
- beperking integrale bedrijfsvoering door huidige informatiesystemen:  
Door het gebruik van verschillende CAD-systemen en EDM pakketten bij D&E, een bedrijfsinformatiesysteem voor de logistieke en financiële besturing (XBMS met als functionaliteiten onder andere BOM en MRP) en diverse PC-applicaties (waaronder MS-project voor de project-planning en Foxpro voor het via een download van XBMS genereren van overzichten) wordt er inefficiënt gebruik gemaakt van de aanwezige informatie en wordt de bewaking van de informatie-consistentie bemoeilijkt.
- geen elektronische gegevensuitwisseling met leveranciers:  
Er wordt (nog) geen gebruik gemaakt van de mogelijkheid om elektronisch informatie met leveranciers uit te wisselen. Hierdoor worden de CAD tekeningen bij ASML uitprint op papier, waarna de leverancier de uitgeprinte tekening weer moet omzetten in elektronische informatie voor de computergestuurde productiemachines. Hierdoor neemt de kans op fouten toe en wordt er onnodig werk verricht.

De factor tijdsdruk in figuur 3.1 heeft tot gevolg dat bepaalde SEG documenten niet worden gemaakt, reviews niet of niet goed voorbereid worden uitgevoerd of dat de MRP en ECR's niet worden bijgewerkt. Dit heeft tot gevolg dat respectievelijk de interfaces van de projecten niet eenduidig vastgelegd zijn, ontwerp- en maakbaarheidsproblemen niet goed worden ingeschat en er bestellingen lopen op incurante 12 NC's.

Tot slot een opmerking over het ongewenste effect "langere doorlooptijd product-project dan gepland". Onder het volgens planning leveren van een machine wordt verstaan het op tijd, volgens specificaties en in de juiste configuratie leveren van de pilots aan de klanten. Het tijdstip waarop de pilots naar de klanten gaan wordt bijna altijd volgens planning gehaald. Wordt dit tijdstip niet gehaald, dan is er sprake van een langere doorlooptijd dan gepland. De kwaliteit van de geleverde pilot op het moment van levering is een ander vraagstuk. Een veel voorkomende situatie is namelijk dat een pilot niet geheel volgens specificaties en configuratie, maar wel op tijd aan de klant geleverd wordt. Er is ook in dit geval sprake van een langere doorlooptijd dan gepland. Het verbeteren van de pilot vindt dan echter niet meer intern plaats, maar bij de klant (mits de klant de pilot accepteert natuurlijk). Dit leidt dan weer, vergeleken met het intern verbeteren van de pilot, tot hogere ontwikkelkosten. Bovendien zijn er intern ook nog resources nodig voor het verder ontwikkelen van de pilots, waardoor nieuwe projecten vertraging oplopen.

### 3.2 De oplossingsrichtingen

Als oplossingsrichtingen voor de hoofdoorzaak "onduidelijke werkwijzes" zullen die sub-oorzaken er worden uitgelicht die direct betrekking hebben op de huidige samenwerking tussen de bedrijfsprocessen material management en ontwikkeling. Dit zijn de eerste drie sub-oorzaken die genoemd zijn. Deze sub-oorzaken hebben betrekking op het operationeel niveau in de organisatie (uitvoeren van activiteiten en het plannen en bewaken van deze activiteiten). Voor deze sub-oorzaken zullen voorstellen tot verbetering gedaan worden. Er zullen geen voorstellen worden gedaan hoe kan worden bereikt dat gedefinieerde activiteiten daadwerkelijk worden uitgevoerd, hoe kan worden bevorderd dat men bekend is met elkaars werkwijzen of hoe in de toekomst kan worden gekomen tot structurele verbeteringsvoorstellen. Deze sub-oorzaken hebben betrekking op het tactisch niveau in de organisatie (welke activiteiten moeten worden uitgevoerd, hoe ze moeten worden uitgevoerd en met welke resources) en hebben dan ook niet direct betrekking op de huidige samenwerking tussen de bedrijfsprocessen material management en ontwikkeling. Bovendien zijn deze sub-oorzaken sterk afhankelijk van de cultuur in de organisatie. Het oplossen van deze sub-oorzaken dient door het management te worden uitgevoerd. Deze afstudeeropdracht is een voorbeeld van een activiteit op tactisch niveau, namelijk een voorstel tot structurele verbetering. Hiervoor is in de dagelijkse drukte bij ASML weinig tijd.

Voor het tijdig beschikbaar hebben van onderdelen zal, zoals reeds gezegd is, rekening moeten worden gehouden met de onzekerheden in het ontwikkel- en verwervingstraject. De onzekerheden in het ontwikkel- en verwervingstraject leiden namelijk tot het niet tijdig beschikbaar hebben van de juiste onderdelen voor opbouw en testen van de machines. De onzekerheden in het ontwikkel- en verwervingstraject hebben echter niet betrekking op alle onderdelen van een nieuwe machine. Met andere woorden: niet alle onderdelen zijn risicovol. Het zijn de risicovolle onderdelen die tijdig in het ontwikkeltraject onderkend moeten worden voor tijdige ontwikkel- en logistieke acties. Daarnaast moeten de risicovolle onderdelen voor tijdige acties, en voor een goede coördinatie daarvan, bij de juiste personen bekend zijn.

Logistieke acties voor onderdelen kunnen alleen tijdig worden opgestart op basis van ontwerp-informatie en nadat duidelijk is wanneer een onderdeel nodig is voor opbouw en testen van een machine. Nadat de risico's voor de verschillende onderdelen zijn onderkend, moeten deze risico's vervolgens door middel van een beheerst proces worden verminderd. De ontwerp-informatie zal daarvoor moeten worden afgestemd op de tijdgefaseerde informatiebehoefte van de P&P en Inkoop. De beschikbaarheid van de benodigde ontwerp-informatie moet daarom vooraf gepland worden en de voortgang ervan zal bewaakt moeten worden. Voor deze afstemming van de informatie beschikbaarheid op de materiaalplanning is er behoefte aan een planningstool. Bovendien moet, door middel van het planningstool, de beschikbaarheid van het onderdeel worden afgestemd op de opbouw en het testen van de machine. Vanwege het grote aantal onderdelen wordt dit planningstool alleen gebruikt voor de risicovolle onderdelen, omdat het plannen van alle onderdelen tijdrovend en overbodig is. De onderdelen zonder risico kun je in principe tijdig verwerven op basis van een complete tekening en zonder dat er ontwerp-prioriteit is gegeven aan het maken van deze tekening.

Concreet betekent dit dat voor de sub-oorzaken “geen planningstool voor de afstemming van de TPD beschikbaarheid op de materiaalplanning en de materiaalplanning op de projectplanning”, “geen structurele beheersing van onzekerheden in de projecten” en “onduidelijke werkwijze voor de make/buy beslissing en voor het selecteren en betrekken van leveranciers” naar oplossingen wordt gezocht. De laatste sub-oorzaak heeft betrekking op belangrijke beslissingen die onderdeel uitmaken van de logistieke acties. De beslistmomenten zullen dan ook worden geïntegreerd in de oplossingsrichting voor het planningstool.

Op de kernoorzaak “onvoldoende informatievoorziening” zal niet verder worden ingegaan omdat er op dit gebied veel ontwikkelingen gaande zijn, zoals het uitvoeren van een pilot project voor de uitwisseling van elektronische gegevens met leveranciers en de implementatie van een nieuw integraal informatiesysteem (SAP).

Tot slot een opmerking over de factor tijdsdruk in het oorzaak-gevolg diagram. Aandachtspunt van het management moet zijn, dat de factor tijdsdruk niet onterecht wordt gebruikt als excuus om bepaalde activiteiten niet uit te voeren.

In het volgende hoofdstuk wordt behandeld wat er in de literatuur geschreven is over de mogelijk invulling van de oplossingsrichtingen.





## 4. De theorie

In dit hoofdstuk zal de theoretische invulling van de twee oplossingsrichtingen worden uiteengezet. Ter inleiding zal het begrip projectmanagement worden beschreven.

### 4.1 Projectmanagement

Uit een onderzoek naar projectmanagement-concepten in Nederland blijkt dat management van een project op tenminste twee pijlers dient te rusten [Wijnen e.a., 1994]. Dit zijn:

1. een gefaseerde besluitvorming aangaande alternatieven die men voor handen heeft.  
Dat wil zeggen stapsgewijs en in een bepaalde volgorde alternatieven vergelijken en reduceren.
2. een integrale beheersing van de organisatie-, tijd-, geld-, informatie- en kwaliteitsaspecten van het project.

Een goede projectmatig aanpak bestaat dus uit het faseren van de activiteiten en het beheersen van de verschillende aspecten gedurende die fasen.

#### 4.1.1 Faseren

Faseren betekent het in logische stappen in de tijd verdelen van alle inhoudelijk activiteiten die noodzakelijk zijn om het gewenste projectresultaat te bereiken. Faseren is een hulpmiddel bij beslissen en legt tevens een basis voor de beheersactiviteiten. Fasering heeft de volgende gunstige effecten:

- stapsgewijze onzekerheidsreductie
- verhoging van de beheersbaarheid van het inhoudelijk werk
- het opleveren van tussenresultaten werkt motiverend en stimulerend
- het creëert interactie tussen de ontwikkeling van eisen en mogelijke oplossingen

De achterliggende ideeën hierbij zijn:

- eerst denken, dan doen
- het planvormen/denken van voor naar achteren en van achter naar voren
- werken van grof naar fijn

Wijnen e.a. onderscheiden de volgende uniforme fasen (sequentiële engineering):

- initiatiefase
- definitiefase
- ontwerpfase
- voorbereidingsfase
- realisatiefase
- nazorgfase

Bij ASML wordt in de projecten gewerkt volgens het concurrent engineering principe. Bepaalde activiteiten worden dus niet sequentieel, maar juist gelijktijdig uitgevoerd (zie figuur 2.2). Wijnen e.a. geven zelf ook al aan dat bepaalde activiteiten in de praktijk niet altijd strikt sequentieel kunnen worden uitgevoerd, maar dat het overlappen van de activiteiten dan wel beheerst moet worden. Dit houdt in: eenduidig formuleren op basis waarvan de volgende activiteit kan beginnen, de vorige activiteit laten doorgaan op basis van dezelfde formulering, de vorige activiteit alsnog completeren en de reeds begonnen activiteit bijsturen aan de hand van de eindresultaten van de vorige activiteit.

#### 4.1.2 Beheersen

Beheersen omvat alle plannings- en sturende activiteiten die erop gericht zijn de inhoudelijke activiteiten in de fasen doelmatig te laten verlopen. De beheersactiviteiten zijn continue activiteiten. Van belang hierbij is te onderkennen dat beheersing zich afspeelt op ieder organisatorisch niveau [Turner, 1993]. De volgende beheersaspecten worden in de literatuur genoemd:

- organisatie: onder organisatiebeheersing wordt verstaan dat alle betrokkenen weten in welk samenwerkingsverband ze met elkaar functioneren (taken, verantwoordelijkheden en bevoegdheden) en wel zodanig dat zij hiertoe ook gemotiveerd zijn [Turner, 1993; Wijnen e.a., 1994].
- tijd: tijdsbeheersing wil zeggen dat men zorgt dat het projectresultaat tijdig tot stand komt door het tijdig uitvoeren van de activiteiten [Turner, 1993; Wijnen e.a., 1994].
- geld: geldbeheersing wil zeggen het binnen budget uitvoeren van projectactiviteiten [Turner, 1993; Wijnen e.a., 1994].
- kwaliteit: kwaliteitsbeheersing houdt in dat het projectresultaat, maar ook deelresultaten, aan de specificaties voldoet [Turner, 1993; Wijnen e.a., 1994].
- informatie: informatiebeheersing houdt in het vastleggen en up to date houden van alle projectgegevens (zowel technisch inhoudelijke als beheersinformatie) [Turner, 1993; Wijnen e.a., 1994].
- scope: scopebeheersing wil zeggen dat er voortdurend wordt gezorgd dat er voldoende werk, en niet meer of minder dan dat wordt uitgevoerd/verzet om de projectdoelstellingen succesvol te realiseren [Turner, 1993].
- capaciteit: capaciteitsbeheersing wil zeggen dat men de beschikbare schaarse capaciteit op een doelmatige wijze over de projectactiviteiten verdeelt [Turner, 1993].
- risico: risicobeheersing houdt in om uit alle mogelijk verstoringen degene te kiezen die werkelijk aandacht verdienen om vervolgens aan te geven hoe die potentiële verstoringen voorkomen kunnen worden, dan wel hoe de gevolgen van opgetreden verstoringen aanvaardbaar gemaakt kunnen worden. Het aspect risicobeheersing moet worden onderkend omdat de overige aspecten elementen van risico bevatten [Turner, 1993].

Wijnen e.a. merken op dat niet iedereen deze beheersaspecten even belangrijk vindt en dat de meer traditionele aspecten tijd, geld en kwaliteit ook nu nog wel de enige drie echte beheersaspecten worden genoemd.



De eerste stap voor het beheersen is het per fase, inclusief de overgang naar de volgende fase, opstellen van een plan ten aanzien van alle aspecten. Dit wordt planning genoemd. Daarna komen achtereenvolgens autorisatie, uitvoering en bewaking, voortgangscntrole, rapportage en bijsturing van de planning aan de orde. Een geautoriseerd plan is het resultaat van de “onderhandeling” tussen twee opvolgende organisatorische niveaus. Waarbij het hogere niveau de randvoorwaarden en prioriteiten aangeeft en het lagere niveau de doelen en benodigde middelen. Zonder geautoriseerd plan is er geen basis voor vergelijking en is er geen basis voor correctieve acties. Voorwaarde voor het kunnen beheersen van de aspecten is het eenduidig toewijzen van werk (door middel van de work breakdown structure) aan een organisatorische entiteit (door middel van de organizational breakdown structure). Doel van het beschreven beheersproces is het nemen van doordachte en tijdige beslissingen met betrekking tot uit te voeren activiteiten.

#### 4.2 Een structurele beheersing van de onzekerheden in de projecten

De structurele beheersing van onzekerheden heeft als doel, om onzekerheden in bepaalde delen van het project niet te laten leiden tot nadelige gevolgen voor het totale project. Door vooruit te denken kan men tijdig maatregelen treffen en hoeft men niet pas maatregelen te treffen als de onzekerheid zich heeft voorgedaan. De onzekerheid in de projecten zal risico worden genoemd. Het risico wordt bepaald door [Halman, 1994; Heemstra en Kusters, 1995]:

1. de risico-gebeurtenis: wat kan er exact ten nadele van het project gebeuren?
2. de risico-kans: hoe waarschijnlijk is het dat de gebeurtenis zich voordoet?
3. het belang dat op het spel staat: welke schade kan er ontstaan ten gevolge van de risico-gebeurtenis?
4. de beïnvloedbaarheid: in welke mate wordt de risico-gebeurtenis en de schade tijdens het projectproces beïnvloedbaar geacht?

Het risicobeheersingsproces kan onderscheiden worden in een viertal opeenvolgende hoofdfasen [Halman, 1994; Heemstra en Kusters, 1995]. Deze zijn:

- a.) fase van diagnosevorming: het identificeren, het waarderen en het analyseren van risico's en beheersopties
- b.) fase van besluitvorming: het besluiten of de gediagnostiseerde risico's zullen worden geaccepteerd, gereduceerd dan wel worden afgewezen; tevens wordt vastgesteld hoe in het vervolgtraject deze risico's zullen worden beheerst
- c.) fase van risicomangement: de onderkende risico's worden gevolgd en voor zover nodig bijgestuurd; niet voorziene risico's tracht men alsnog op te sporen en passende maatregelen voor te treffen.
- d.) fase van evaluatie: het evalueren van het risicobeheersingsproces van het project

#### 4.2.1 Diagnosevorming

De risico's zijn niet voor alle (sub-)modules, assy's en mono's gelijk. Het is daarom zeer nuttig om de verschillende (sub-)modules, assy's en mono's te classificeren. Na deze classificatie wordt voor de verschillende klassen een gedifferentieerde aanpak toegepast. Daarbij wordt logischerwijs veel aandacht besteed aan de risicovolle onderdelen en minder aandacht aan de risicoloze onderdelen. Dit is met name van belang omdat gezien het grote aantal onderdelen en de beperkte resources, het niet mogelijk en niet wenselijk is elk onderdeel op dezelfde manier te behandelen. Door voor de onderdelen met hoog risico bepaalde activiteiten als eerste uit te voeren, wordt het risico verkleind dat deze onderdelen nadelige gevolgen hebben voor het totale project. Om te kunnen classificeren moet worden voldaan aan vijf voorwaarden:

- 1.) aspecten: welke risico-aspecten worden onderscheiden
- 2.) variabelen: op basis waarvan worden de aspecten beoordeeld
- 3.) gewicht: welk gewicht wordt aan de variabelen toegekend
- 4.) criteria: wat is de maatstaf ter onderscheiding van de verschillende klassen
- 5.) methode: hoe wordt gekomen tot een identificatie en waardering van risico's

Een drietal bestaande diagnosemethoden wordt hieronder beschreven. Deze methoden besteden ook aandacht aan de volgende fasen van het risicobeheersingsproces.

*Failure Mode and Effects Analysis (FMEA) [van der Bij e.a., 1994; Halman, 1994]*

Bij deze methode wordt door een team van experts nagegaan op welke wijze een product (of productieproces) buiten specificatie kan zijn, oftewel het identificeren van risico's die door het productontwerp of het gebrek aan procesbeheersing kunnen worden veroorzaakt (Halman noemt dit technisch risico). Vervolgens worden van deze faalwijzen de ernst van de gevolgen, de frequentie van de oorzaken en de corrigeerbaarheid van de oorzaken subjectief (individueel of in teamverband) beoordeeld op een schaal van 1 tot 10. Het risico wordt vervolgens berekend door de ernst, de frequentie en de corrigeerbaarheid met elkaar te vermenigvuldigen. Het resultaat is een lijst met getallen (Risk Priority Numbers). In de meeste gevallen worden de risico's die een score hebben groter dan 100, als eerste aangepakt. Er worden maatregelen aangegeven om de faalwijzen tegen te gaan en er worden personen verantwoordelijk gesteld voor het uitvoeren en bewaken van de voortgang van deze maatregelen. Aangezien men bij de FMEA nagaat wat de effecten van het falen van een bepaald onderdeel zijn voor het systeem als geheel, is het noodzakelijk dat het product zich in een ver gevorderd stadium van het ontwerptraject bevindt.

*Potential Problem Analysis (PPA) [Halman, 1994]*

De PPA onderzoekt systematisch welke problemen zich in de toekomst kunnen voordoen na het nemen van een bepaald besluit en hoe deze voorkomen of bestreden moeten worden. De volgorde van de uit te voeren activiteiten dient als basis om te kijken naar potentiële risico's. In de PPA wordt de kans en het gevolg van een probleem gewaardeerd op een schaal van 1 tot 10. De PPA wordt afgesloten met een lijst van risico's, waarbij via het vermenigvuldigen van de geschatte kans met de geschatte gevolgen een rangorde is aangebracht in de risico's, en met een actieplan, waarin per genomen beslissing wordt opgenomen wie voor wat, wanneer en binnen welk tijdbestek verantwoordelijk is. Het identificeren in de PPA is een groepsproces onder begeleiding van een consultant. Aan dit groepsproces nemen normaliter de leden

van het projectteam deel en wanneer gewenst specialisten. Met de PPA kunnen in principe zowel technische, organisatorische als commerciële risico's worden geïdentificeerd. De PPA kan in elke fase van het product generatie proces worden uitgevoerd. Wel zal de vraagstelling moeten worden aangepast aan de desbetreffende fase.

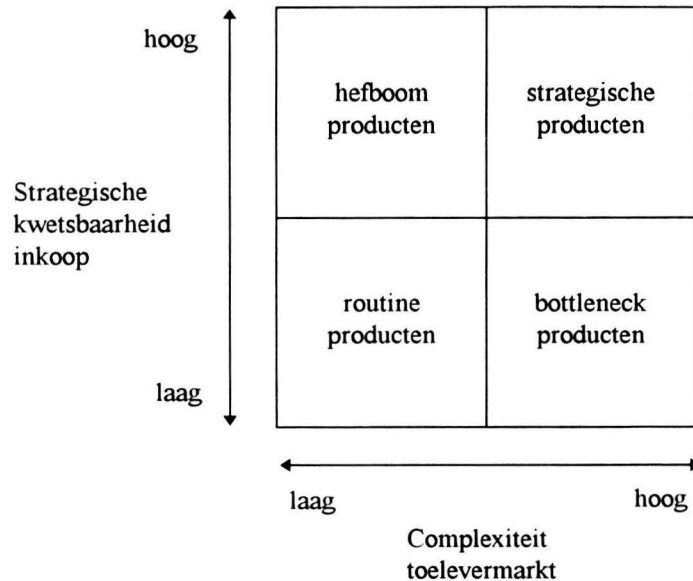
*Risico Diagnose Methode (RDM) [Halman, 1994]*

De door Halman (1994) ontwikkelde risicodiagnosemethode (RDM) houdt rekening met zowel technische risico's als organisatorische en commerciële risico's van een project. De organisatorische en commerciële risico's bestaan uit interne (doelen, budget en doorlooptijd project) en externe (klanten, leveranciers en concurrenten) factoren. De RDM methode is een methode om potentiële projectrisico's in kaart te brengen voor de daadwerkelijke start van de ontwikkeling van een nieuw product. Door middel van individuele interviews worden de mogelijke riskante aspecten van het project geïdentificeerd aan de hand van een systematische beschrijving van het te realiseren project (organisatorisch en commercieel) en product (technisch). Door de resultaten van deze interviews te bundelen in een aantal stellingen en vervolgens deze stellingen te laten beoordelen (aan de hand van drie waarderingsvragen: zekerheid, beïnvloedbaarheid en belang voor project) door de geïnterviewden, wordt het risico per stelling geïdentificeerd en in vijf klassen ingedeeld (fataal, hoog, midden, laag, geen risico). Het projectrisico kan worden bepaald door het aantal stellingen dat in een bepaalde klasse valt te vermenigvuldigen met een van te voren bepaald aantal punten voor die klasse en dit te doen voor alle klassen. Daarna wordt een plan opgesteld waarin de te nemen maatregelen naar aanleiding van de projectrisico's zijn uitgewerkt. De laatste stap is de evaluatie van de diagnose.

In veel gevallen is het echter moeilijk om op een onderbouwde wijze gewichten toe te kennen aan de variabelen. Een beproefde methode om het gebruik van gewichten te vermijden, is het rangschikken van de risico's naar een aantal variabelen in een matrix, zonder dat aan de variabelen gewichten moeten worden toegekend [Swinkels en van Irsel, 1992]. Een voorbeeld van een classificatie waarbij de risico's worden gerangschikt in een matrix, is de matrix van Kraljic (figuur 4.1) [Kraljic, 1983 en 1985]. Als aspecten gebruikt hij:

- de strategische kwetsbaarheid van de onderneming met betrekking tot de inkoop, gemeten naar variabelen zoals de toegevoegde waarde, het aandeel van ingekochte materialen en componenten in de kostprijs van het product en de invloed van deze grootheden op het rendement van de onderneming.
- de complexiteit van de toelevermarkt, gemeten naar variabelen zoals het al dan niet bestaan van een (structurele) schaarstesituatie, de snelheid van technologische ontwikkelingen, het al dan niet bestaan van entreebarrières voor nieuwe leveranciers en het al dan niet voorkomen van monopolie- of oligopolie-situaties.

Hij heeft het niet over een methode hoe te komen tot een indeling in klassen. Voor de vier klassen geeft hij vervolgens een gedifferentieerde werkwijze. Deze werkwijzen hebben betrekking op de verschillende inkooptaken die moeten worden uitgevoerd.



Figuur 4.1 Kraljic matrix

Océ-van der Grinten heeft de matrix van Kraljic aangepast, zodat deze kan worden gebruikt voor beheersing van risico's tijdens de productontwikkeling. Océ-van der Grinten heeft de volgende aspecten onderscheiden [Pels e.a., 1995; Botter en Wijnstra, 1996]:

- kosten van een onderdeel
- risico (functioneel en inkoop)

#### 4.2.2 Besluitvorming

Nadat de risico's zijn gediagnostiseerd zullen er besluiten over moeten worden genomen. Besluitvorming over risico's vindt doorgaans in groepsverband plaats. Aan deze besluitvorming in groepsverband kleven echter enkele bekende bezwaren, zoals risky shift en groupthink [Halman, 1994; Moorhead en Griffin, 1992]. Daarentegen is een groep beter in staat complexe problemen te beoordelen [Moorhead en Griffin, 1992]. De keuze-opties tijdens de besluitvorming zijn: accepteren, reduceren en afwijzen.

##### *Risico-acceptatie*

Wanneer men er voor kiest om een bepaald risico te accepteren, dan zullen de maatregelen zich vooral dienen te richten op het scheppen van zodanige condities dat de kans dat het risico zich voordoet minimaal is. Tevens zal besloten dienen te worden op welke wijze mogelijke consequenties van risico's opgevangen zullen worden. Voor wat betreft de condities moet men denken aan organisatorische maatregelen gericht op de inrichting van het project: de wijze van projectorganisatie en het aanwenden van kwantitatief voldoende en kwalitatief hoogwaardige capaciteit. Voor wat betreft maatregelen om eventuele consequenties van risico's op te vangen moet men denken aan het inbouwen van marges ten behoeve van tegenslagen in doorlooptijd en geld en aan back-up maatregelen.

*Risico-reductie*

Er zijn verschillende mogelijkheden om te komen tot reductie van risico's. Enkele voorbeelden zijn:

- bijstellen doelen of specificaties
- het zo snel mogelijk testen van riskante activiteiten
- aanpassen van de activiteitenvolgorde
- aanpassen organisatiestructuur en werkwijze
- uitbesteden van productie en/of ontwikkeling van onderdelen
- alternatieve varianten ontwikkelen
- meer studies uitvoeren
- testen van prototypes

*Risico-afwijzing*

Men kan er doelbewust voor kiezen, gezien de gestelde risico's, om een bepaalde activiteit of onderdeel van een project niet uit te voeren. Veelal leidt het afwijzen van een bepaald onderdeel tot herdefinitie van de projectinhoud of het projectproces.

## 4.2.3 Risicomanagement

Risicomanagement omvat het volgen en eventueel bijsturen van de voorziene risico's en het tijdig identificeren, treffen van maatregelen, volgen en eventueel bijsturen van niet-voorzien risico's. In een risicomanagementplan worden de "wie, wat, wanneer" vragen ingevuld voor de risico's. De voortgang van het plan dient op gezette momenten besproken te worden door middel van een review. Tijdens deze reviews zal er ook stil gestaan moeten worden bij de vraag of er zich nieuwe risico's aandienen. Het projectteam zal uiteraard deze reviews niet moeten afwachten, maar continu alert dienen te zijn voor mogelijke nog niet voorziene risico's.

## 4.2.4 Evaluatie

Na afloop van het project wordt een evaluatie uitgevoerd die gericht is op het in kaart brengen van de opgedane ervaringen met risicobeheersing voor het specifieke project. Met andere woorden, de opgedane ervaringen overdraagbaar maken naar toekomstige projecten.

**4.3 Een planningstool voor de afstemming van de TPD beschikbaarheid op de materiaalplanning en de materiaalplanning op de projectplanning**

Een goede manier om de TPD beschikbaarheid te beheersen qua tijd is het toepassen van het quality level concept [Pels e.a., 1995]. Dit concept houdt in, dat er aan een document bepaalde levels worden toegekend. Een quality level komt overeen met de statussen die in EDM pakketten aan een document kunnen worden toegekend [Reefman, 1995; McIntosh, 1995]. De quality levels van een document zijn een middel om de totale levenscyclus van een document te bewaken. Het concept maakt duidelijk onderscheid tussen het fysieke onderdeel en het document dat het onderdeel specificeert. Daardoor wordt gecontroleerde documentkwaliteit gezien als een belangrijke voorwaarde voor een goede onderdeelkwaliteit. De inhoud van een document evolueert van abstract en dynamisch naar gedetailleerd en stabiel.



Quality levels verdelen dit proces in een aantal verschillende fasen. De definitie van de levels is afhankelijk van de ontwikkelomgeving, maar Pels e.a. geven als voorbeeld:

1. Identified: het document heeft een uniek nummer en voorgeschreven attributen. Het document is leeg of wordt nog gemaakt door de verantwoordelijke. De inhoud kan inconsistent zijn.
2. Specified: de verantwoordelijke meent dat alle ontwerp problemen opgelost zijn en dat het document compleet is. Het is nog wel een concept.
3. Reviewed: anderen hebben gekeken naar de inhoud en hebben het document compleet bevonden, intern en extern consistent en volgens de norm.
4. Approved: een prototype of simulatie-model is gemaakt en getest en er is bewezen dat het werkt volgens de specificaties.
5. Released: het onderdeel zoals het gedefinieerd is in het document, functioneert naar behoren in de bedoelde omgeving zodanig dat er externe commitments kunnen worden aangegaan op basis van dit document.

Wanneer nu alle benodigde documenten van een onderdeel het niveau released hebben bereikt, kan het onderdeel als gereleased worden beschouwd. Dit houdt niet in dat alle documenten moeten zijn gereleased voordat een onderdeel gereleased kan worden. Evenmin houdt dit in dat een onderdeel gereleased moet worden wanneer alle documenten gereleased zijn. De quality levels geven aan in welke mate de betrokken partijen in het ontwerpproces afspraken kunnen maken op basis van de specificaties van een onderdeel. Bijvoorbeeld of een document met het niveau specified door de toeleverancier mag worden gebruikt om te beginnen met productie, het reserveren van materiaal of het opstellen van een contract. Daarnaast is het mogelijk de niveaus te gebruiken ter controle op de toegang tot en het gebruik van de documenten. Bijvoorbeeld hoe hoger het niveau, hoe meer mensen het document mogen inzien. Bovendien zal het gewicht van de promotie-procedure toenemen naarmate het level hoger is.

De quality levels kunnen zeer goed gebruikt worden om het project te plannen. Op basis van de geschatte hoeveelheid werk en de overall project milestones kan de promotie voor ieder niveau gepland worden. De hoeveelheid werk voor ieder niveau zal sterk afhangen van het feit of het een nieuw te ontwerpen onderdeel is of een reeds bestaand. Voor reeds bestaande onderdelen kunnen misschien zelfs niveaus worden overgeslagen.

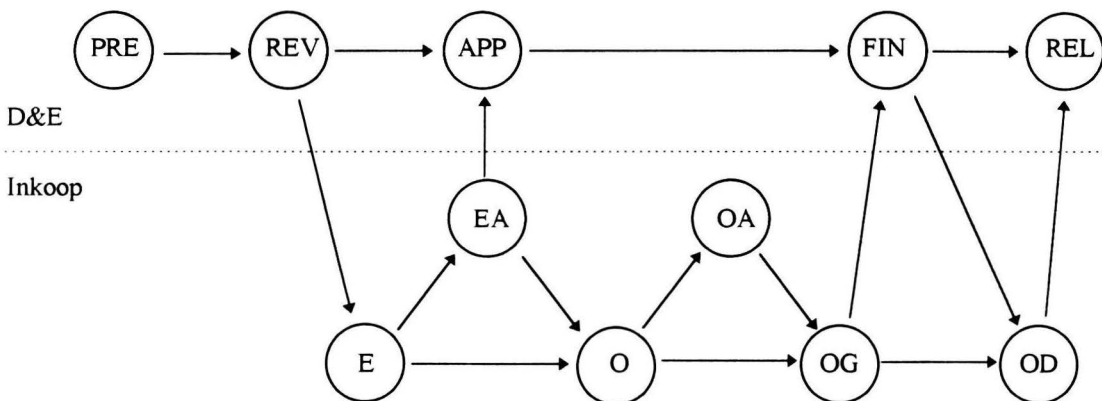
Het voordeel van het plannen van documenten en niet van activiteiten is, dat door de documenten te beheersen, indirect de activiteiten van de ontwikkelafdeling worden beheerst. Die activiteiten zijn namelijk voor het merendeel gericht op het genereren van documenten. Voor de afdelingen inkoop en logistiek zijn niet de activiteiten, maar juist de documenten van belang. Voor het verwerven van onderdelen moet inkoop de beschikking hebben over tekeningen. Door nu ook op de inkoopgegevens het quality level concept toe te passen, kan het niet-fysieke ontwikkelproces, per individueel onderdeel (12 NC), worden afgestemd op het fysieke verwervingsproces.

Een voorbeeld van toepassing van deze quality levels voor inkoopgegevens, is afkomstig van Océ-van der Grinten [Pels e.a., 1995; Botter en Wijnstra, 1996]:

1. Evaluatie (E): de evaluatie is opgestart
2. Evaluatie Aanpassingen (EA): uit de evaluatie zijn opmerkingen voortgekomen
3. Offerte aangevraagd (O)
4. Offerte Aanpassingen (OA): naast de offerte heeft de leverancier nog opmerkingen geplaatst
5. Offerte Gereed (OG): de offerte is akkoord bevonden voor wat betreft kostprijs, gereedschappen en doorlooptijden. De detailafstemmingen moeten echter nog plaatsvinden.
6. Offerte Definitief (OD): de detailafstemmingen hebben plaatsgevonden

Océ heeft ook ontwikkel quality levels gedefinieerd, zij het dat deze iets anders gedefinieerd zijn dan de eerder genoemde levels. Op basis van deze ontwikkel- en inkoopstatussen kan een referentieproces worden opgesteld (zie figuur 4.2).

De levels kunnen vervolgens gereedgemeld worden in het informatiesysteem, waardoor een overzicht ontstaat omtrent de status van zowel het gehele proces als de deeltaken.



Figuur 4.2 Het referentieproces

Door het quality level concept toe te passen op zowel het ontwikkelproces als het inkoopproces, is er een planningstool gecreëerd voor het afstemmen van de TPD beschikbaarheid, de materiaalplanning en de projectplanning. Behalve dat het planningstool een goede afstemming mogelijk maakt zijn er nog meer voordelen:

- de voortgang van (risicovolle) onderdelen kan worden bewaakt.
- waarschijnlijk helpt dit planningstool de kosten voor niet te gebruiken onderdelen (maar wel reeds ontvangen/besteld) te verminderen, doordat de communicatiemomenten gepland kunnen worden





## 5. Het ontwerp

In dit hoofdstuk worden de oplossingsrichtingen uit paragraaf 3.2 ingevuld voor ASML. In paragraaf 5.1 zal de structurele aanpak van de risico's worden beschreven. Het planningstool wordt behandeld in paragraaf 5.2.

### 5.1 De structurele aanpak van de risico's

Als eerste wordt beschreven welke risico-aspecten en variabelen er onderscheiden worden (5.1.1). Vervolgens wordt de methode beschreven hoe tot een identificatie en classificatie van risico's wordt gekomen (5.1.2). Tot slot wordt uiteengezet hoe de risico's kunnen worden aangepakt (5.1.3).

#### 5.1.1 De risico-aspecten en de variabelen

Er zal onderscheid gemaakt worden naar twee aspecten van risico, namelijk ontwerprisico en logistiek risico. In vergelijking met Océ-van der Grinten is het aspect kosten vervangen door ontwerprisico. De keuze is gemaakt voor de genoemde twee risico aspecten, en dus niet het aspect kosten, omdat de kosten van een onderdeel bij ASML een ondergeschikte rol spelen in het ontwerpproces. Het is veel belangrijker dat de juiste onderdelen op tijd beschikbaar zijn en dat de machine voldoet aan de specificaties (zie ook Haest, 1996). De aspecten zijn:

##### Ontwerprisico:

- de kans dat de functionele specificaties niet (tijdig) worden gerealiseerd
- de ernst van de gevolgen van het niet (tijdig) realiseren van de functionele specificaties

Dit risico is afhankelijk van de volgende variabelen: de integratie complexiteit en de mate van technologie-innovatie. Ontwerprisico houdt in dat er problemen worden verwacht met het technisch concept en het is dan ook de vraag of de functionele specificaties gehaald worden. Een ontwerprisico heeft betrekking op meerdere interacterende onderdelen.

##### Logistiek risico:

- de kans dat een onderdeel (assy of mono) niet (tijdig) verkrijgbaar is
  - de ernst van de gevolgen in het geval dat het onderdeel niet (tijdig) verkrijgbaar is
- Dit risico is afhankelijk van de volgende variabelen: de beschikbare marktcapaciteit en de procesbeheersing van de leverancier.

Deze twee risico-aspecten kunnen niet strikt onafhankelijk van elkaar gezien worden. De risico-aspecten zijn dan ook bedoeld om duidelijkheid te scheppen waar in eerste instantie de problemen verwacht worden: concept problemen of verkrijgbaarheidsproblemen. In feite wordt dus de reden aangegeven waarom bepaalde acties moeten worden ondernomen. De variabelen van de risico-aspecten zijn bepaald aan de hand van in de literatuur genoemde probleemgebieden tijdens ontwikkeling [Erens, 1996; Checklisten, 1991; Maas en Bollen, 1994] en op basis van gesprekken met PL's, inkopers en P&P-ers.

De variabelen zullen hieronder kort toegelicht worden:

*Technologie innovatie*

Om te voldoen aan de functionele specificaties van een nieuwe machine zullen bepaalde technologieën moeten worden verbeterd, nieuwe technologieën moeten worden toegepast en functionaliteiten moeten worden uitgebreid.

*Integratie complexiteit*

Deze verbeterde/nieuwe technologieën en functionaliteiten moeten worden geïntegreerd met elkaar en met de reeds bekende technologieën en functionaliteiten. Bovendien moeten de individuele onderdelen fysiek worden geïntegreerd in de beperkt beschikbare ruimte van de machine.

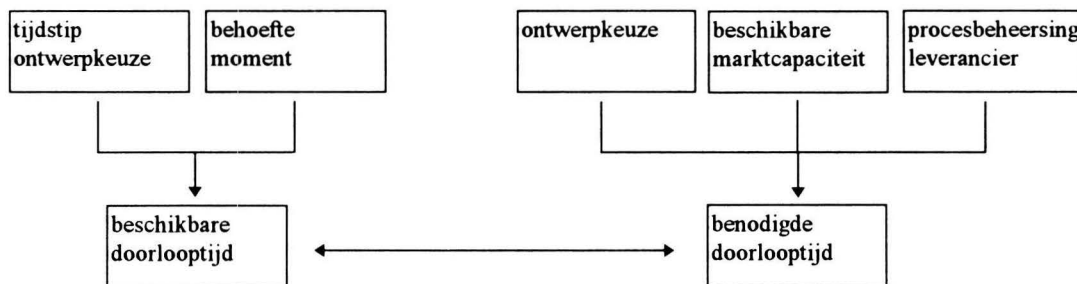
*Beschikbare marktcapaciteit*

De beschikbaarheid op de markt van zowel machinecapaciteit als van materialen.

*Procesbeheersing van de leverancier*

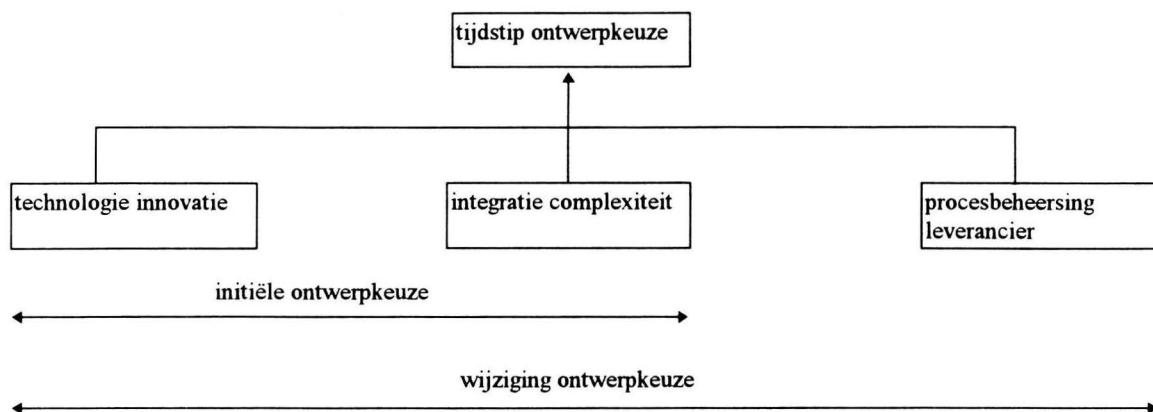
Voor een nieuw ontworpen onderdeel is de eerste vraag of het onderdeel met de gespecificeerde afmetingen en toleranties überhaupt wel te maken is. Indien het te maken is, is het nog de vraag in hoeverre de leverancier de kwaliteit en de planning van het productieproces beheerst.

De reden waarom de risico-aspecten niet strikt onafhankelijk van elkaar gezien kunnen worden is dat de haalbaarheid van het concept mede afhankelijk is van de procesbeheersing van de leverancier (i.e. zijn de onderdelen met de benodigde specificaties te maken) en dat de verkrijgbaarheid van de onderdelen mede afhankelijk is van het tijdstip van ontwerpkeuze. Het tijdstip van de ontwerpkeuze wordt beïnvloed door variabelen van beide risico-aspecten. De ontwerpkeuze bepaalt de doorlooptijd van het verwervingstraject, omdat door het ontwerp wordt vastgelegd welke technologie er toegepast wordt en welke materialen, bewerkingen, afmetingen en toleranties er benodigd zijn. Het behoeftemoment (i.e. het moment dat een onderdeel nodig is voor opbouw en testen) is afhankelijk van wanneer de pilot afgeleverd moet worden aan de klant en van de hoeveelheid tijd die nodig is voor het testen en opbouwen van de machine. De tijd die nodig is voor het testen en opbouwen van de machine, is afhankelijk van de onzekerheid in de haalbaarheid van de concepten oftewel van de mate van technologie innovatie en van de integratie complexiteit. De relatie tussen de ontwerpkeuze, het tijdstip van ontwerpkeuze, het behoeftemoment en de variabelen is weergegeven in figuur 5.1.



Figuur 5.1 Benodigde versus beschikbare doorlooptijd verwervingstraject

Voor wat betreft het tijdstip van ontwerpkeuze moet er wel onderscheid worden gemaakt naar de initiële ontwerpkeuze en een wijziging van de initiële ontwerpkeuze. Een wijziging kan voortkomen uit het maken van de onderdelen of het opbouwen en/of testen van een pilot. In de pilot-fase moeten de onderdelen namelijk besteld worden om ingebouwd te kunnen worden en zodoende de concepten te kunnen testen en in de pilot-fase moet blijken dat de onderdelen daadwerkelijk maakbaar zijn. In figuur 5.2 wordt aangegeven van welke variabelen het tijdstip van ontwerpkeuze afhankelijk is.



Figuur 5.2 Tijdstip ontwerpkeuze

De variabelen van de risico-aspecten komen als afzonderlijke onderwerpen terug in de vragenlijsten (bijlage 6). De vragenlijsten zijn een hulpmiddel om de onderdelen te classificeren en dienen door de projectleden gebruikt te worden als checklist om te bepalen of een onderdeel risicovol is. Deze vragenlijsten zijn ontstaan door concept vragenlijsten te evalueren met PL's en P&P-ers en het gebruik ervan te testen in het pilot-project (bijlage 7). De vragenlijsten zijn niet bedoeld als een checklist die bij de ontwerpkeuze gebruikt moet worden om rekening te houden met productie-, assemblage- en inkoop-aspecten (veel gebruikte termen hiervoor zijn Design For Manufacturing & Assembly en Design For Procurability). De vragenlijsten zijn ook niet bedoeld om na te gaan of de afspraken binnen en de inrichting van de projectorganisatie goed zijn vastgelegd. Voor checklisten van deze aspecten verwijs ik naar de literatuur [Halbmeijer, 1989; Checklisten, 1991].

Aan de risico's zullen geen gewichten worden toegekend zoals bijvoorbeeld bij de FMEA. Er is besloten daar vanaf te zien omdat:

- het tijdrovend is dit op onderdeelniveau te doen in een dynamische ontwikkelomgeving
- het in een dynamische ontwikkelomgeving moeilijk is om goed onderbouwd de risico's te kwantificeren. Dit is een gevolg van het feit dat de onderdelen gedurende het ontwerptraject bekend worden en het op deze manier lastig is om de onderdelen in relatie tot elkaar te beoordelen.

Daar de risico's niet gekwantificeerd zijn, kunnen er ook geen kwantitatieve criteria worden toegepast om de klassen van elkaar te onderscheiden.

### 5.1.2 Risicomethode

Het identificatie- en classificatieproces zal, net als de make/buy beslissing, top-down gerelateerd worden aan de productstructuur. De productstructuur zoals die hier bedoeld wordt heeft drie niveaus:

1. machine BOM: SDS
2. sub-systeem BOM: EDS
3. detailed BOM: individuele “buy” onderdelen (assy's en mono's: TPD)

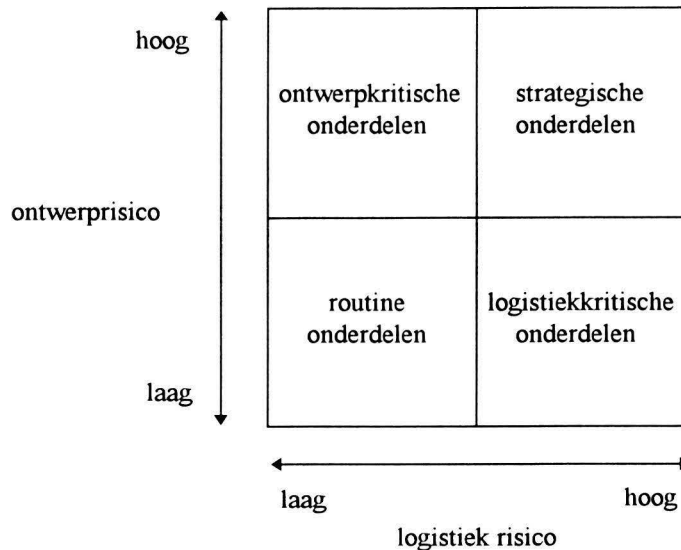
De make/buy beslissing geldt voor de serie-productie, maar in de proto- en pilot fasen is het mogelijk dat daar van afgeweken wordt, namelijk door onderdelen zelf te assembleren of onderdelen te laten maken in de modelshop.

De risico-identificatie van “buy” onderdelen kan het beste worden begonnen nadat het eerste concept van de EDS gereed is, omdat op dat moment de haalbaarheid van de technische concept(en) gewaarborgd is (zijn) in de concept EDS, de structuur van het sub-systeem duidelijk is (sub-systeem BOM) en er eventueel door middel van een review van de EDR is gecontroleerd dat de onderliggende elementen tesamen een goed sub-systeem kunnen vormen. Na de eerste concept EDS wordt begonnen met het detailed design. Het eerste EDS concept wordt weer voorafgegaan door één of meerdere reviews van de EPS. Op initiatief van de systeemgroep kan de identificatie voor sommige onderdelen ook eerder gebeuren. Om er voor te zorgen dat iedereen (ontwikkelaars, MSE-ers, inkopers en P&P-ers) op de hoogte is, moet er een meeting worden belegd waarin de systeemgroep en de projectleiders de nieuwe machine bespreken. Vervolgens zullen door de projectgroepen de onderdelen moeten worden geclassificeerd. Dit moet in het begin van het project tweewekelijks worden herhaald, omdat vanaf de start van het detailed design in een continu proces individuele onderdelen bekend worden.

De risico's zullen door middel van een groepsbeslissing worden geïdentificeerd en geclassificeerd. Een onderdeel wordt als risicovol geclassificeerd als het op één van de variabelen hoog worden ingeschat. De keuze voor een groepsbeslissing is van praktische aard, omdat zodoende voor de identificatie en classificatie gebruik kan worden gemaakt van de (in principe) bestaande overlegstructuren tussen Inkoop, D&E en P&P. Bovendien is niet alle benodigde kennis voor een beslissing vertegenwoordigd in één persoon. Het classificeren kan gebeuren aan het begin of het eind van de projectmeeting, maar wel met zowel ontwikkelaars als inkopers aanwezig. Door deze risico-aanpak krijgen de overlegstructuren een meer formeel karakter en draagt het bij tot het consequent uitvoeren van overleg.

Het zijn de projectleider en hoofdontwikkelaars die de ontwerprisico's aangeven. De project P&P-er en de inkoper geven het logistiek risico aan. Wanneer het project al wel is opgestart maar de projectorganisatie nog niet is ingericht, wordt dit gedaan door de PDM en de integraal P&P-er in overleg met de inkopers en de systeemgroep. De P&P-er geeft de klasse aanduiding in het bedrijfssysteem in.

De classificatie heeft als resultaat dat de onderdelen in een matrix zijn ingedeeld (figuur 5.3).



Figuur 5.3 Risico-matrix

### 5.1.3 Risico aanpak

Het doel van het identificeren en classificeren van risico's is om tijdig risico-reducerende acties te ondernemen en de aandacht op die onderdelen te richten die dit ook echt vereisen. Risico afwijzing en acceptatie is op systeem-niveau gebeurt (SPS/SDS) en is in principe niet aan de orde in de projecten. Voor de verschillende klassen zijn verschillende acties te onderscheiden.

#### Ontwerpkritische onderdelen

Voor deze onderdelen houden moeten de acties gericht zijn op het zo snel mogelijk ontwerpen van een technisch concept dat kan voldoen aan de functionele specificaties.

Voorbeelden van acties zijn:

- ontwerpprioriteit voor deze onderdelen
- denken in ontwerpalternatieven
- uitbesteden van ontwikkeling van een (sub-)module of assy aan een gespecialiseerde toeleverancier (co-development)
- computersimulatie en berekeningen (resultaat in EDR)
- het testen van concepten op pre-proto's en testrig's

De onderdelen die P&P moet bestellen voor pre-proto's en testrig's, zijn in veel gevallen onderdelen van vorige machines die aan de hand van tekeningen "in rood" worden aangepast. Door aan onderdelen ontwerpprioriteit te geven, kunnen deze onderdelen op basis van nieuwe TPD besteld worden, om zodoende zo vroeg mogelijk in het ontwikkeltraject getest te kunnen worden. Voor een onderdeel met een ontwerprisico, i.e. een nieuw te ontwerpen onderdeel, moet de initiële bestelgrootte zo klein mogelijk zijn of het onderdeel moet, indien dit mogelijk is, worden gemaakt in de modelshop. Dit vanwege de wijzigingen die nog (kunnen) volgen.

Door de logistieke acties voor de verschillende ontwerpalternatieven uit te voeren en dus verschillende alternatieven beschikbaar te hebben voor opbouw en testen, wordt de kans verkleind dat tijdens het testen niet kan worden voldaan aan de functionele specificaties.

#### Logistiekkritische onderdelen

Voor deze onderdelen moeten de acties gericht zijn op het tijdig beschikbaar zijn van onderdelen die voldoen aan de juiste specificatie. Voorbeelden van acties zijn:

- reserveren van capaciteit (mensen en/of productiemiddelen)
- bestellen van basismateriaal of standaard onderdelen met lange levertijd
- maakbaarheid afstemmen met leverancier
- opstarten proces-engineering door de leverancier, bijvoorbeeld het maken van gietstukken op basis van buitenmaten, het investeren in machines of het trainen van medewerkers.

De logistieke acties zullen in dit geval moeten worden opgestart op basis van onzekere en onvolledige ontwerp- en logistieke informatie zoals: materiaal, benodigde bewerking, vereiste nauwkeurigheid, buitenmaten, verwachte behoefte van het onderdeel of een schets. Op deze manier kan de leverancier tevens in een vroeg stadium meedenken over de gemaakte ontwerpkeuzes (co-makship). Om deze informatie beschikbaar te hebben kan het noodzakelijk zijn aan de betreffende onderdelen ontwerpprioriteit te geven.

#### Strategische onderdelen

Deze onderdelen hebben zowel een ontwerp als een logistiek risico. De acties hiervoor zijn dan ook een combinatie van de hierboven genoemde acties.

Voor de drie klassen met risicovolle onderdelen zullen de acties door de P&P-er worden gepland en beheerst door middel van een planningstool (paragraaf 5.2). Een voorbeeld van een onderdeel waarvoor vroegtijdig acties zijn ondernomen is het reticle stage chuck. Het reticle stage chuck is een voorbeeld van een logistiekkritisch onderdeel. In eerste instantie werden er problemen verwacht met de verkrijgbaarheid van het chuck als gevolg van de onvoldoende procesbeheersing van de leverancier en de beperkte marktcapaciteit van het basismateriaal. Het ontwikkel-en inkoopproces van het chuck is beschreven in bijlage 8.

#### Routine onderdelen

Deze onderdelen behoeven geen bijzondere aandacht van de projectleden en kunnen worden behandeld volgens de normale procedure. De normale procedure houdt in dat wanneer het 12 NC en de TPD van een onderdeel drie maanden voordat het nodig is voor de pilot-opbouw beschikbaar is bij P&P (zonder ontwerpprioriteit), er geen problemen worden verwacht met de beschikbaarheid van dat onderdeel. Deze onderdelen worden niet gepland door middel van het planningstool. Routine onderdelen zijn ook onderdelen die niet veranderen ten opzichte van de vorige machine(s), de zogenaamde common parts.



## 5.2 Het planningstool

In subparagraaf 5.2.1 worden de levels gedefinieerd. De wijze waarop de levels gebruikt moeten worden en de verantwoordelijkheden per level worden beschreven in subparagraaf 5.2.2. In subparagraaf 5.2.3 zal de informatietechnische ondersteuning worden behandeld.

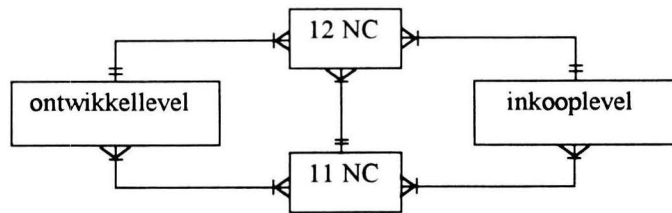
### 5.2.1 De definitie van de levels

Als basis voor het planningstool zullen er quality levels worden gedefinieerd voor het ontwikkel- en inkoopproces. Achter de levels zal tussen haakjes worden aangegeven in welke vorm het level op dit moment terugkomt in de processen.

De ontwikkellevels hebben betrekking op de TPD bladen omdat dit de documenten zijn die de mono's en assy's definiëren en dus benodigd zijn om onderdelen te bestellen. De ontwikkellevels zijn een uitbreiding op en een aanpassing van de levels die door Pels e.a. (1995) zijn beschreven.

1. Identified (ECR0): het onderdeel heeft een uniek nummer (12NC). De verschillende documenten zijn leeg of worden nog gemaakt door de ontwikkelaar (in sommige gevallen zijn er al wel schetsen gemaakt).
2. Planned:
  - de make/buy beslissing is genomen
  - het onderdeel is ingedeeld in een risicoklasse
  - de benodigde TPD bladen om het onderdeel te specificeren zijn aangegeven in de toelichting. De bladen die hier gedefinieerd worden, krijgen tegelijkertijd de levels "approved" en "released" wanneer een onderdeel blijkt te voldoen tijdens opbouwen en testen.
  - er is aangegeven welke activiteiten uitbesteed worden (indien relevant)
  - er is aangegeven op basis van welke informatie de leverancier geselecteerd wordt en welke personen daarbij betrokken worden
  - de overige levels zijn gepland
  - er is per level aangegeven uit welke activiteit van het projectplan het level voortvloeit
3. Specified: de ontwikkelaar meent dat het ontwerp kan voldoen aan de specificaties en dat het document compleet is. Tevens is de TPD gecheckt op maatvoering, tolerantie en materiaalkeuze.
4. Reviewed: in een review hebben anderen gekeken of de getekende onderdelen tesamen volgens specificatie zullen werken en volgens norm getekend zijn.
5. Approved: het onderdeel is gemaakt volgens de gereviewde tekeningen en er is bewezen dat het voldoet aan de specificaties. Dit houdt in dat het onderdeel geassembleerd is in de assy en/of "stand alone" getest is.
6. Released: het onderdeel is ingebouwd in de machine en functioneert naar behoren in de machine.
7. Archived (ECR1): de TPD van het 12 NC is bij PIM gearchiveerd. Het 12 NC kan op basis van deze TPD besteld worden voor de serie productie.
8. Canceled: dit level geeft aan dat op het 12 NC geen acties meer lopen. Dit level is nodig omdat de levels gelden voor de verschillende versies van een onderdeel. Een onderdeel wordt, afgezien van de verschillende versies (het 12e digit), uniek geïdentificeerd door het 11 NC. Een 12 NC kan dus maar één level hebben, maar voor een 11 NC kunnen wel meerdere levels gelden. De relaties tussen het 12 NC,

11 NC en de levels staan in figuur 5.4. Dit geldt niet voor de elektrische en mechanische standaard componenten. Deze standaard onderdelen hebben geen versies en worden uniek geïdentificeerd door het 12 NC.



Figuur 5.4 Het relatiediagram

De inkooplevels hebben betrekking op “buy” 12 NC’s van mono’s en assy’s. De inkooplevels zijn zowel gebaseerd op de inkoopacties die nu impliciet worden onderkend door Inkoop en P&P als een verkorte versie van het door van Weele (1994) gedefinieerde inkoopproces.

1. Identified (ECR0): zie bij ontwikkellevels
2. Planned: zie bij ontwikkellevels
3. Supplier selected: de leverancier is geselecteerd en tevens zijn de tussenstappen aangegeven welke ondernomen worden om te komen tot een order (bv materiaal reserveren) en welke informatie daarvoor nodig is.
4. Ordered (placed): het 12 NC bedoeld voor de pilot’s is volgens TPD besteld
5. Received (on hand): het onderdeel is ontvangen en is beschikbaar voor opbouw en/of testen
6. Canceled: zie bij ontwikkellevels

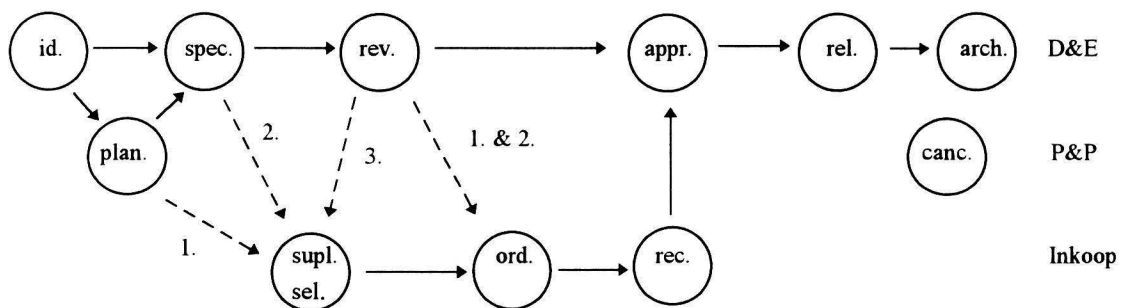
### 5.2.2 De werkwijze en verantwoordelijkheden

Het is de project P&P-er die de levels gebruikt voor het plannen en bewaken van de voortgang van de individuele onderdelen. De project P&P-er is voor de data van het bereiken van de ontwikkellevels afhankelijk van de input van de ontwikkelaar/PL en voor data van het bereiken van de inkooplevels afhankelijk van de input van de inkoper. Zo zal de tijd die nodig is om het onderdeel te tekenen moeten worden ingeschat door de ontwikkelaar. De levertijd van het onderdeel daarentegen moet worden afgegeven door de inkoper. De planning van individuele onderdelen dient als uitbreiding op het projectplan. Bij deze tijdsplanning hoort tevens een toelichting. In deze toelichting wordt per level beschreven wat de specifieke acties/opmerkingen zijn voor het 12 NC (dit is met name relevant voor het level “planned”). De verantwoordelijkheden per level zijn aangegeven in tabel 5.1. De verantwoordelijke is degene die aan het document/onderdeel het level toekent en degene die bij een wijziging bepaalt naar welk level het document/onderdeel terugvalt. De TPD wordt niet gearchiveerd en wijzigingen moeten dus door de ontwikkelaar en de project P&P-er worden bijgehouden. Hierbij dient strikt de afspraak te worden gehanteerd dat zodra er contact is geweest met een leverancier, een wijziging leidt tot een puntnummer verhoging.



Tabel 5.1 Verantwoordelijkheden			
level	verantwoordelijke	bijdrage leveren	voortgang bewaken
identified	MSE-er	PL/ontwikkelaar/P&P-er	P&P
planned	P&P-er	PL/ontwikkelaar/inkoper	P&P
specified	ontwikkelaar	GL/andere ontwikkelaars	P&P
reviewed	PL	ontwikkelaars	P&P
approved	PL	ontwikkelaar	P&P
released	PL	ontwikkelaar	P&P
archived	PIM	ontwikkelaar	P&P
canceled	P&P-er	PL/ontwikkelaar/inkoper	P&P
supplier selected	inkoper	PL	P&P
ordered	inkoper	P&P-er	P&P
received	expeditor		P&P

De kracht van het gebruik van de levels is niet dat er per risico-klasse een vast patroon van levels is te onderkennen of dat er een veelvoud aan combinaties mogelijk is tussen de levels, maar dat er gepland wordt wanneer bepaalde activiteiten afgerond moeten zijn. Door het plannen door middel van de levels kan de voortgang van de risico-reductie bewaakt worden. Er zijn drie mogelijke volgorde-combinaties van levels te onderkennen (zie figuur 5.5). De genummerde pijlen geven de mogelijke combinaties aan.



Figuur 5.5 Level-combinaties

De combinaties zullen hieronder kort worden toegelicht.

1. De logistieke acties worden opgestart op basis van gedeeltelijke informatie. Gedurende het inkoopproces wordt de overige informatie gegenereerd. De uiteindelijke order wordt geplaatst op basis van de gereviewde TPD. In de toelichting zal duidelijk moeten worden vastgelegd met welke tussenstappen wordt gekomen tot de definitieve order en welke informatie daarvoor nodig is.
2. De logistieke acties worden opgestart op basis van een tekening. Gedurende het inkoopproces kan er nog informatie gegenereerd worden. De uiteindelijke order wordt geplaatst op basis van de gereviewde TPD.
3. De logistieke acties worden opgestart op basis van gereviewde TPD. In principe is alle ontwerp-informatie bekend voordat het inkoopproces wordt opgestart.

Combinatie 1 zal veel voorkomen bij logistiek-critische onderdelen. Combinatie 2 en 3 zal veel voorkomen bij ontwerp-critische onderdelen.

### 5.2.3 De informatietechnische ondersteuning van het planningstool

De planning in de tijd van de levels kan door middel van MS-Project worden uitgevoerd en, na de implementatie van SAP, door middel van SAP. Er zal beschreven worden welke informatietechnische ondersteuning gewenst wordt. Het is voor de hieronder genoemde punten echter nog niet bekend in hoeverre deze op dit moment ondersteund worden door de EDM functionaliteiten in SAP.

Per level moet worden aangegeven op welke datum het level bereikt moet zijn, wie verantwoordelijk is dat het level bereikt wordt, welke activiteiten verricht moeten zijn om het level te bereiken en op basis van welke informatie de activiteiten worden uitgevoerd. De toelichting bij de planning kan direct gekoppeld zijn aan individuele levels of moet worden aangegeven op een apart toelichtingenblad.

De volgorde-relaties tussen de ontwikkellevels van verschillende documenten van verschillende 12 NC's moeten, net als de relaties tussen de ontwikkellevels en de inkooplevels van één 12 NC, vastgelegd worden. Op deze manier wordt duidelijk wat de vertraging van een level van een document van een 12 NC voor gevolgen heeft voor andere documenten/12 NC's. Wanneer de geplande data niet gehaald worden/zijn, moeten de verantwoordelijke personen automatisch een bericht krijgen. De product-en documentstructuur moet hiervoor gekoppeld kunnen worden aan de Work Breakdown Structure.

De mogelijkheid tot inzien en wijzigen van informatie door de verschillende personen in een project dient te worden vastgelegd door middel van autorisatiebeheer. Per 12 NC moet vastgelegd worden wie een level kan toekennen aan een document/12NC en wie bepaalde informatie/documenten kan inzien/wijzigen. Het wel of niet kunnen inzien of wijzigen kan betrekking hebben op een compleet document (in geval van ontwikkellevel "specified" en verder) en op bepaalde data-velden uit een document (in geval van ontwikkellevel "identified"). In het laatste geval zijn voor een bepaalde persoon bepaalde velden niet zichtbaar of wijzigbaar. Een optie is dat een level automatisch opgehoogd wordt indien voldaan is aan van te voren gedefinieerde ophoog-condities. Het moet mogelijk zijn dat documenten naar verschillende personen kunnen worden toegestuurd (met name van belang voor de levels "reviewed" en "ordered"). De route moet per 12 NC bepaald kunnen worden (dynamische workflow).

Ondersteuning die niet direct met het planningstool te maken heeft, maar wel relevant is voor de informatievoorziening, is de mogelijkheid om op basis van classificatie-aspecten overzichten en voortgangsrapportages te kunnen genereren. Bijvoorbeeld een overzicht van de logistiekkritische onderdelen per leverancier om te bepalen of er leveranciers zijn waar ASML te afhankelijk van wordt.

## 6. Conclusies en aanbevelingen

### 6.1 Conclusies

De verbeteringen die zijn voorgesteld hebben betrekking op de besturing van de koppeling van de bedrijfsprocessen material management en ontwikkeling en niet op de inrichting ervan. Dat wil zeggen dat er gebruik wordt gemaakt van de in principe reeds aanwezige koppeling (i.e. projectstructuur en overlegstructuur) tussen de bedrijfsprocessen en dat alleen de manier waarop het overleg wordt uitgevoerd, de aandachtspunten tijdens het overleg en de planning van de door het overleg geïnitieerde activiteiten zijn verbeterd. In de analyse is naar voren gekomen dat het kernprobleem met betrekking tot de opdracht is, dat er in de projecten geen goede coördinatie is. Ter verbetering van de coördinatie is er een tweetal oplossingsrichtingen gekozen:

- structurele beheersing van de risico's in de projecten
- planningstool voor de afstemming van de TPD beschikbaarheid op de materiaalplanning en de materiaalplanning op de projectplanning

Een structurele beheersing van de risico's in de projecten zorgt ervoor dat de schaarse ontwikkelresources en de aandacht van de projectleden uitgaan naar die onderdelen die daadwerkelijk problemen kunnen veroorzaken. Voor het risico is een tweedeling gemaakt in risico-aspecten: ontwikkelrisico en logistiek risico. Door in het begin van een project een aantal keren met de juiste mensen (PL, ontwikkelaar, MSE-er, inkoper en P&P-er) te identificeren en classificeren wat de mogelijk risicovolle onderdelen zijn en vervolgens tijdig risico-reducerende acties te initiëren, kan worden voorkomen dat de pilot's niet op tijd, niet volgens specificatie en niet volgens configuratie naar de klant gaan. Door deze risico-aanpak krijgen de overlegstructuren een meer formeel karakter en draagt het zodoende bij tot het consequent uitvoeren van overleg.

Het planningstool maakt het mogelijk de risico-reducerende acties te plannen en te bewaken. Als basis voor het planningstool is er een aantal quality levels gedefinieerd die het ontwikkel- en inkoopproces ieder afzonderlijk opsplitsen in een aantal praktische milestones. De quality levels dienen voor het op elkaar afstemmen van het ontwikkel- en inkoopproces.

In de vele gesprekken tijdens de afstudeeropdracht kwam vaak naar voren dat er sterk behoefte was aan een structurele aanpak van de risico's en aan een tool om het ontwikkel- en inkoopproces op elkaar af te stemmen. Toen er door middel van de voorstellen expliciet was beschreven wat er uitgevoerd moest worden, was men in eerste instantie sceptisch over de (werk)inhoud. In tweede instantie was toch voor iedereen duidelijk dat er in feite weinig verandert ten opzichte van de huidige situatie, anders dan dat door de voorstellen expliciet wordt vastgelegd wat er in de huidige situatie impliciet gebeurt. Een belangrijk verschil is wel dat de voorstellen betrekking hebben op het vooraf gestructureerd actie ondernemen en het toekennen van verantwoordelijkheden, terwijl in de huidige situatie de acties ad hoc (of niet) worden opgestart op basis van eigen initiatief. De uitvoering van de voorstellen vergt vooraf een redelijke hoeveelheid tijd om later in het ontwikkeltraject tijd te besparen, terwijl in

de huidige situatie in het begin weinig tijd wordt besteed aan het opstarten van acties en er later veel tijd gaat zitten in spoed- en corrigerende acties. Voor het uiteindelijk toepassen van de voorstellen is dan ook empowerment door het management en discipline van de projectleden nodig.

Door middel van de risico identificatie en classificatie en het plannen en beheersen van de risico reducerende acties wordt de coördinatie tussen de bedrijfsprocessen material management en ontwikkeling verbeterd, omdat mogelijke problemen tijdig worden onderkend, de acties op tijd worden opgestart en op elkaar worden afgestemd en alle projectleden betrokken zijn bij de besluitvorming over de risico's en de acties.

## 6.2 Aanbevelingen

- Het structureel uitvoeren van de TPD review, iets wat op dit moment zelden of nooit gebeurt. Hierdoor worden er (functionele) fouten in de TPD over het hoofd gezien. Deze fouten komen dan op een later tijdstip van het ontwikkeltraject naar boven en leiden dan tot veel meer problemen als dat ze tijdens de TPD review waren ontdekt. Tevens dient het checken van TPD op maatvoering, toleranties en materiaalkeuze te gebeuren door zowel (bij voorkeur) de GL als een medewerker van een modelshop. Op deze manier worden maakbaarheidsaspecten vroegtijdig structureel meegenomen.
- Het administratief invulling geven aan het make/buy proces. Op dit moment zijn er door de Make/Buy Board al wel reeds richtlijnen opgesteld voor wat standaard make of buy is en is er een richtlijn opgesteld voor het operationele proces. De administratieve invulling van het make/buy proces is echter nog niet ingevuld, i.e. hoe worden de make/buy beslissingen verwerkt in het bedrijfssysteem.
- Het overtuigen van de sector D&E van het nut van de risico-aanpak en het planningstool. In eerste instantie moet de bewustwording en acceptatie gebeuren op management-niveau binnen D&E. Voor het bewerkstelligen van deze bewustwording en acceptatie is een belangrijke rol weggelegd voor de Logistics Project Manager en de Manager Procurement. Daarvoor moeten Inkoop en P&P het eerst met elkaar eens zijn over het nut van de risico-aanpak en het planningstool. De uiteindelijke acceptatie zal mede afhangen van de informatietechnische ondersteuning.
- Inventariseren in welke mate SAP de risico-aanpak en het planningstool kan ondersteunen. Daarbij dient te worden geanalyseerd of de voordelen van het implementeren en vervolgens gebruiken van de functionaliteit groter zijn dan de inspanning die de implementatie en het gebruik ervan vergen. Pas daarna kan worden beslist wat er wel en niet door SAP zal worden ondersteund. Indien de klassering op korte termijn toegepast gaat worden, zal er bekeken moeten worden welke parameter in XBMS (nog) beschikbaar is.
- Het volledig uitvoeren van een pilot-project om zodoende de praktische beperkingen van de definities te toetsen.

## Literatuur

ASM Lithography, *Annual Report 1995 & 1996*, 1996 & 1997.

Bertrand, J.W.M., Wortman, J.C., Wijngaard, J., *Productiebeheersing en material management*, Stenfert Kroese Uitgevers, Leiden/Antwerpen, 1990.

Bij, J.D. van der, Breuls, P.M.A.M., Monhemius, L., Mulder, F.A., Tuijl, H.F.J.M. van, Wortman, J.C., *Inleiding kwaliteitsmanagement*, syllabus TU Eindhoven, 1994.

Botter, C.H.V.A., Wijnstra, J.Y.F., *De rol van inkoop bij productinnovatie*, werkgroep NEVI, Leidschendam, 1996.

Carter, D.E., Baker, B.S., *Concurrent engineering: the product development environment for the 1990s*, Addison-Wesley, Massachusetts, 1992.

Checklisten logistiek en produktiemanagement, Kluwer Bedrijfsinformatie, Deventer, 1991.

Erens, F.J., *The Synthesis of Variety: Developing Product Families*, proefschrift TU Eindhoven, 1996.

Haest, J.P.B., *Logistiek in het ontwikkeltraject bij ASML*, logistieke ontwerpdracht Stan Ackermans Instituut, Eindhoven, juni 1996.

Halbmeijer, E.P., *Logistiek vriendelijk ontwerpen*, werkgroep NEVEM, Den Haag, 1989.

Halman, J.I.M., *Risicodiagnose in produktinnovatie: ontwikkeling van de risicodiagnosemethode RDM*, proefschrift TU Eindhoven, 1994.

Heemstra, F.J., Kusters, R.J., *Risico-management: van concept naar implementatie*, in Handboek BIK, Samson, Alphen aan den Rijn, mei 1995.

Ketelaars, G.J., *Master Planning at ASM Lithography*, logistieke ontwerpdracht Stan Ackermans Instituut, Eindhoven, mei 1996.

KISS, *Samenwerking in ontwikkeling: Productontwikkeling door uitbesteder en toeleverancier*, Eindrapport van het project Kwaliteit in Innovatie door Samenwerking en Synergie, TU Eindhoven, 1996.

Kooreman, J., *ASML Introductie*, ASM Lithography, 1995.

Kraljic, P., *Purchasing must become supply management*, Harvard Business Review, blz. 109-117, September-October 1983.

Kraljic, P., *Strategische benaderingen in het inkoopbeleid*, in Handboek Inkoopmanagement, Samson, Alphen aan den Rijn, augustus 1985.

Maas, J.G.V., Bollen, J.J.G., *Kwaliteit bij ontwikkeling en ontwerp*, Kluwer Bedrijfswetenschappen, Deventer, 1994.

McIntosh, K.G., *Engineering Data Management: a guide to successful implementation*, McGraw-Hill Book Company, London, 1995.

Moorhead, G., Griffin, R.W., *Organizational behaviour: managing people and organizations*, Houghton Mifflin Company, Boston, 1992.

Pels, H.J., Rexwinkel, H.H., Hoevenaars, S.D.W., *Document quality levels: a PDM-tool for engineering-process control*, conferentie PDM Europe, Noordwijk, 1995.

Praat, J.I.C.M., *Mainsuppliers en hun netwerken: naar een effectieve structuur van de Nederlandse toeleveringsindustrie*, NEVAT, Zoetermeer, 1993.

Praat, J.I.C.M., Dishoeck, N. van, Weele, A.J. van, *De winst van uitbesteden: samenwerking vanuit ketenperspectief*, NEVAT, Zoetermeer, 1994.

Reefman, R.J.B., *Concurrent engineering*, in Handboek Werktuigbouwkundig Ontwerpen en Construeren, Samson Bedrijfsinformatie, Alphen aan den Rijn, juni 1995.

Swinkels, G.J.P., Irsel, H.G.P. van, *Investeren in informatietechnologie: take IT or leave IT*, Compact, blz. 3-14, zomer 1992.

Turner, J.R., *The Handbook of Project-Based Management*, The Henley Management Series, McGraw-Hill Book Company, London, 1993.

Weele, A.J. van, *Inkoop in strategisch perspectief: analyse, planning en praktijk*, Samson Bedrijfsinformatie, Alphen aan den Rijn, 1994.

Weistra, Y.W., *Analyse van de samenwerking tussen ASM Lithography en Philips Machinefabriek Acht in het Arms-project*, afstudeerverslag TU Eindhoven, oktober 1996.

Wijnen, G., Renes, W., Storm, P., *Projectmatig werken*, Het Spectrum (Marka paperback), Utrecht, 1994.

***Bijlagen***







## Bijlage 1 Afkortingen

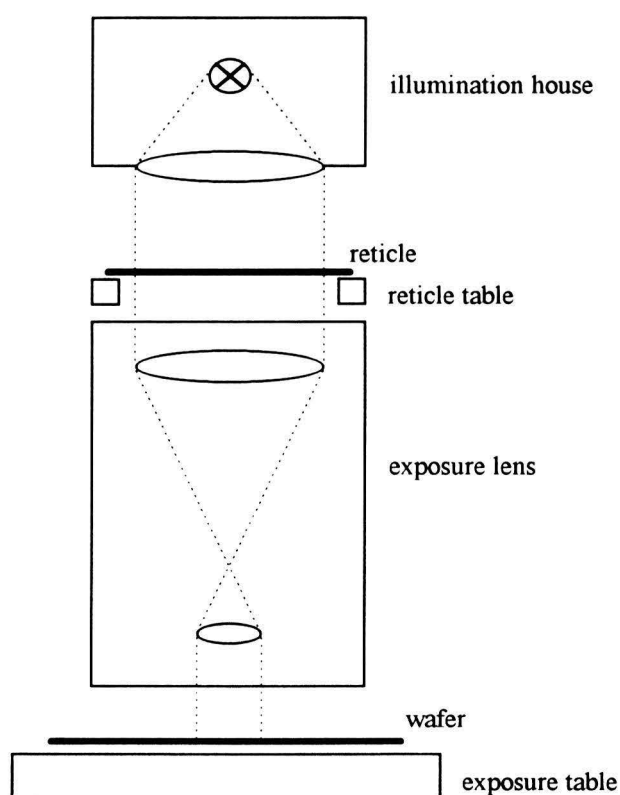
ASML	Advanced Semiconductor Materials Lithography
BOM	Bill of Material
CAD	Computer Aided Design
CCB	Change Control Board
D&E	Development and Engineering
ECR	Engineering Change Request
EDM	Engineering Data Management
EDR	Engineering Design Report
EDS	Element Design Specification
EPS	Element Performance Specification
FASY	Final Assembly
FAT	Final Acceptance Test
FMEA	Failure Mode and Effects Analysis
FPO	Firm Planned Order
GL	Groepsleider
IP	Improvement Proposal
LSC	Logistic System Control
MBOM	Manufacturing Bill of Material
MRO	Maintenance, Repair and Office
MRP	Material Requirements Planning
MRS	Manufacturing Requirement Specification
MS	Microsoft
MSE	Manufacturing and Service Engineering
NC	Numerical Code
ORS	Operational Requirement Specification
PDM	Product Development Manager
PIM	Product Information Management
PIR	Preliminary Investigation Report
PL	Projectleider
PM	Program Manager
PMM	Product Marketing Manager
PP	Production Planning
PPA	Potential Problem Analysis
P&P team	Proto and Pre-serie team
RDM	Risico Diagnose Methode
SDS	System Design Specification
SEG	System Engineering Guidelines
SPS	System Performance Specification
TAR	Test Analysis Report
TPD	Technical Product Documentation
TPS	Test Performance Specification
VP	Vice-President
WPRS	Whole Product Requirements Specification
WUV	Wijzigings Uitvoering Verwerken
XBMS	Xerox Business Management System



## Bijlage 2 De wafer stepper en de producten van ASML

### De wafer stepper

Een wafer stepper projecteert schakelpatronen op halfgeleidende silicium schijven (wafers) met hoge snelheid en grote precisie. Dit projecteren gebeurt volgens een fotolithografisch procédé. Het op de wafer aangebrachte materiaal wordt bedekt met een lichtgevoelige laag. De stepper belicht een stukje van de wafer (een die of chip), door een schakelpatroon (vastgelegd op een reticle) via een lens hierop af te beelden. Alle dies van een wafer worden achtereenvolgens op deze wijze belicht. Hieraan ontleent de stepper zijn naam: step-and-repeat projection aligner. In de volgende productiestap wordt het niet belichte materiaal weggeëtsd. Na aanbrenging van een nieuwe laag materiaal en een nieuwe lichtgevoelige laag kan er opnieuw belicht worden. In figuur B2.1 is een wafer stepper schematisch weergegeven.



Figuur B2.1 De wafer stepper

Kort samengevat voert een waferstepper de volgende bewerkingen uit op een wafer:

1. Laden van het reticle voor de betreffende layer.
2. Laden van de wafers op het waferhandling sub-systeem.
3. Transfer van een wafer naar de waferstage voor belichting. Tijdens deze stap vindt een eerste positionering plaats met behulp van de flat edge van de wafer (pre-alignment).
4. Op de waferstage vindt een nauwkeurige positionering plaats (alignment), waarna de eerste die wordt belicht. Het alignment sub-systeem zorgt door middel van het aligniëren van de alignment marks op het reticle en de wafer ervoor, dat

opeenvolgende lagen op de juiste wijze op elkaar komen te liggen. Dit proces van positioneren en belichten wordt herhaald totdat alle dies van een wafer belicht zijn.

5. Transfer van de belichte wafer naar het waferhandling sub-systeem vanwaar de wafer getransporteerd wordt voor het ondergaan van volgende productiestappen (bv etsen).

De belangrijkste sub-systemen van een wafer stepper zijn:

- Waferhandling voor het aan- en afvoeren van (magazijnen van) wafers.
- Waferstage voor het nauwkeurig positioneren van de wafer voor de belichting ervan.
- Projectielens voor het op de wafer afbeelden van het schakelpatroon zoals dat op het reticle is vastgelegd. De kosten van een projectielens bedragen circa 45% van de kosten van een wafer stepper.
- Illumination voor het produceren van licht voor het belichten van de dies. Dit sub-systeem verzorgt de belichting en de dosering hiervan. De belichting kan geschieden door een kwiklamp of door een laser.
- Metrologie software voor het berekenen van de correcties die nodig zijn om de vereiste positienuwkeurigheid te handhaven. Hierbij wordt ondermeer rekening gehouden met factoren als druk en temperatuur.
- Gebruikersinterface voor het definiëren van batches van wafers die moeten worden bewerkt.
- Contaminatie en temperatuur controle draagt zorg voor schone lucht en het op temperatuur houden van belangrijke delen van de machine.

Er bestaan twee typen wafer steppers: reductie en one-to-one wafer steppers. ASML produceert enkel wafer steppers van het reductie type. Deze machines werken over het algemeen met een 5-op-1 reductie, wat inhoudt dat het beeld op het reticle 5x zo groot is als de afbeelding op de wafer. Dit type wafer steppers wordt toegepast bij resoluties kleiner dan 0,8 $\mu$ m. Daarboven kan met 1-op-1 machines worden gewerkt.

Naast wafer steppers wordt er gewerkt aan step-and-scan machines (scanners). In deze machines vindt het belichten plaats door een lichtspleet over de die te laten bewegen. Dit wordt gerealiseerd door het synchroon (tegengesteld) bewegen van de wafer stage en reticle stage. Het op deze wijze belichten biedt diverse voordelen, zoals de mogelijkheid om de afmetingen van het belichte veld te vergroten en een hogere belichtingssnelheid. Deze machines zijn echter kostbaarder en mechanisch en servotechnisch complexer.

### **De producten van ASML**

ASML produceert momenteel drie families wafer steppers. De actuele PAS 5500 en de oudere 2500 en 5000 series. Daarnaast biedt ASML haar klanten een reeks van opties, uitbreidingen en verbeteringen aan met als doel de productiviteit te verhogen en de cost-of-ownership te verlagen. Bovendien biedt ASML haar klanten diensten aan in de vorm van preventief en correctief onderhoud en specialistische kennis. De specialistische kennis bestaat uit applicatiekennis van de wafer stepper in productie omgevingen.

De PAS 2500 en 5000 wafer steppers werken op basis van G-line en I-line verlichtingssystemen (kwiklampen) en zijn in staat wafers met afmetingen van maximaal 6 inch te belichten tot lijnbreedtes van 0,5 micron of groter. De product levenscyclus van deze wafer steppers heeft het stadium van volwassenheid bereikt en zal de komende periode langzaam de afname fase ingaan. ASML verlengt de product levenscyclus door deze machines aan te bieden in opkomende markten als India en China. Tevens vormt de bestaande klantenbasis een bron van mogelijkheden voor de afzet van winstgevendende upgrades, opties en onderhoud.

De PAS 5500 serie (prijs 2,4 - 3,9 miljoen USD) heeft als belangrijkste karakteristieken: een hoge yield, zowel I-line als deep-UV lichtbronnen (excimer laser) kunnen worden ingezet, het verwerken van 8 inch wafers en het is mogelijk om wafer steppers uit deze serie te mixen en matchen. Dat wil zeggen dat het mogelijk is verschillende layers van één en dezelfde die met verschillende wafer steppers uit deze serie te belichten. Hierdoor is het mogelijk om niet-kritische layers tegen lagere kosten te produceren, namelijk door voor deze layers het type machines te gebruiken die minder hoge specificaties halen en dus goedkoper zijn. De PAS 5500 serie bestaat uit zowel wafer steppers als step-and scan machines (zie tabel B2.1).

model	introductie	lichtbron	resolutie ( $\mu\text{m}$ )	type
/22	1995	I-line	0,7	stepper
/60	1991	I-line	0,45	stepper
/80	1992	I-line	0,5	stepper
/90	1992	deep-UV	0,35	stepper
/100	1993	I-line	0,40	stepper
/200	1996	I-line	0,35	stepper
/300	1996	deep-UV	0,25	stepper
/400	1998	I-line	0,30	scanner
/500	1997	deep-UV	0,22	scanner
/700	1999	deep-UV	0,18	scanner
/900	1998	deep-UV	0,16	scanner

Een compleet nieuwe serie waarvan op dit moment de eerste typen in ontwikkeling gaan, is de ATLAS serie. De ATLAS serie kent een geheel nieuwe machine-architectuur ten opzichte van de PAS 5500 serie. Deze geheel nieuwe architectuur is nodig om te voldoen aan de vereiste verbeteringen: grotere wafers en grotere nauwkeurigheden. De ATLAS serie wordt ontworpen om resoluties te halen tot 0,12  $\mu\text{m}$ . De geplande introductie van de eerste typen is begin 21e eeuw.



## Bijlage 3 TPD bladen

De complete technische documentatie van een product bestaat uit een groep documenten die zowel het product zelf definiëren als de manier waarop het product geproduceerd, getest, geïnstalleerd en gebruikt moet worden. Ieder document wordt geïdentificeerd door een nummer. De door ASML gebruikte standaard kent drie hoofdgroepen en zes subgroepen (zie tabel B3.1).

Tabel B3.1 TPD bladen

Main group Sub group	Defining data	Manufacturing data	Test data
Surveys	101...109	200...209	300...309
Physical representations/ requirements	110...119	210...219	310...319
Lists of parts/ materials/ means	120...129	220...229	320...329
Representations/ listings of functions/ connections	130...159	230...259	330...359
Instructions	160...189	260...289	360...389
Specifications/ descriptions	190...199	290...299	390...399

De bladen die nodig zijn om een mono te bestellen zijn:

- 110 blad: tekening (maten, toleranties, materiaal, bewerking)
- 199 blad: inkoop specificatie (leverancier, bestelnummer, omschrijving, materiaal)

De bladen die nodig zijn om een assy te bestellen zijn:

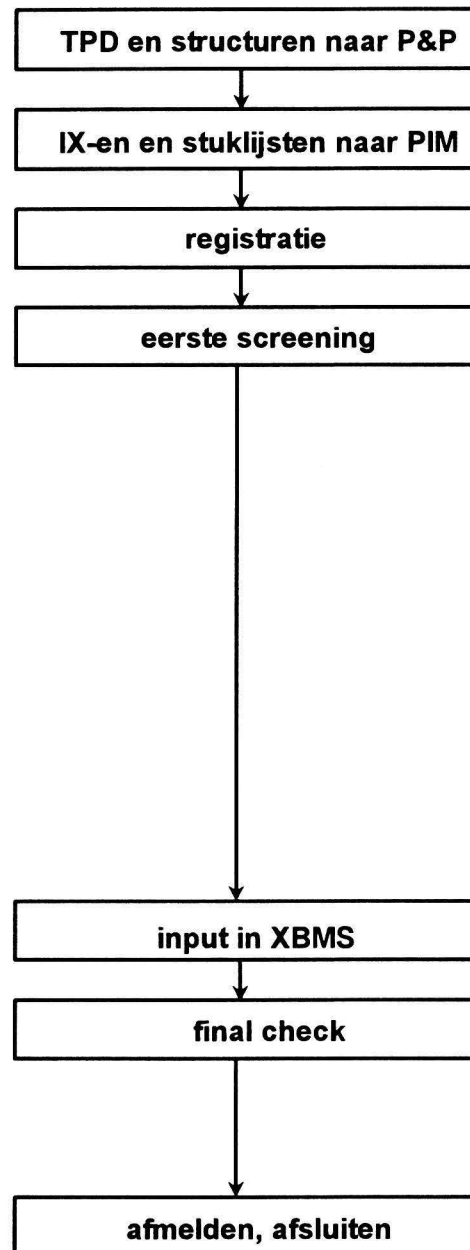
- 110 blad: samenstellingstekening(en) + tekeningen van de mono's
- 120 blad: stuklijst
- 199 blad
- de relevante assemblage- en test specificaties zoals bijvoorbeeld:
  - 265 blad: assemblage instructies
  - 290 blad: verpakkingsvoorschrift
  - 388 blad: test report



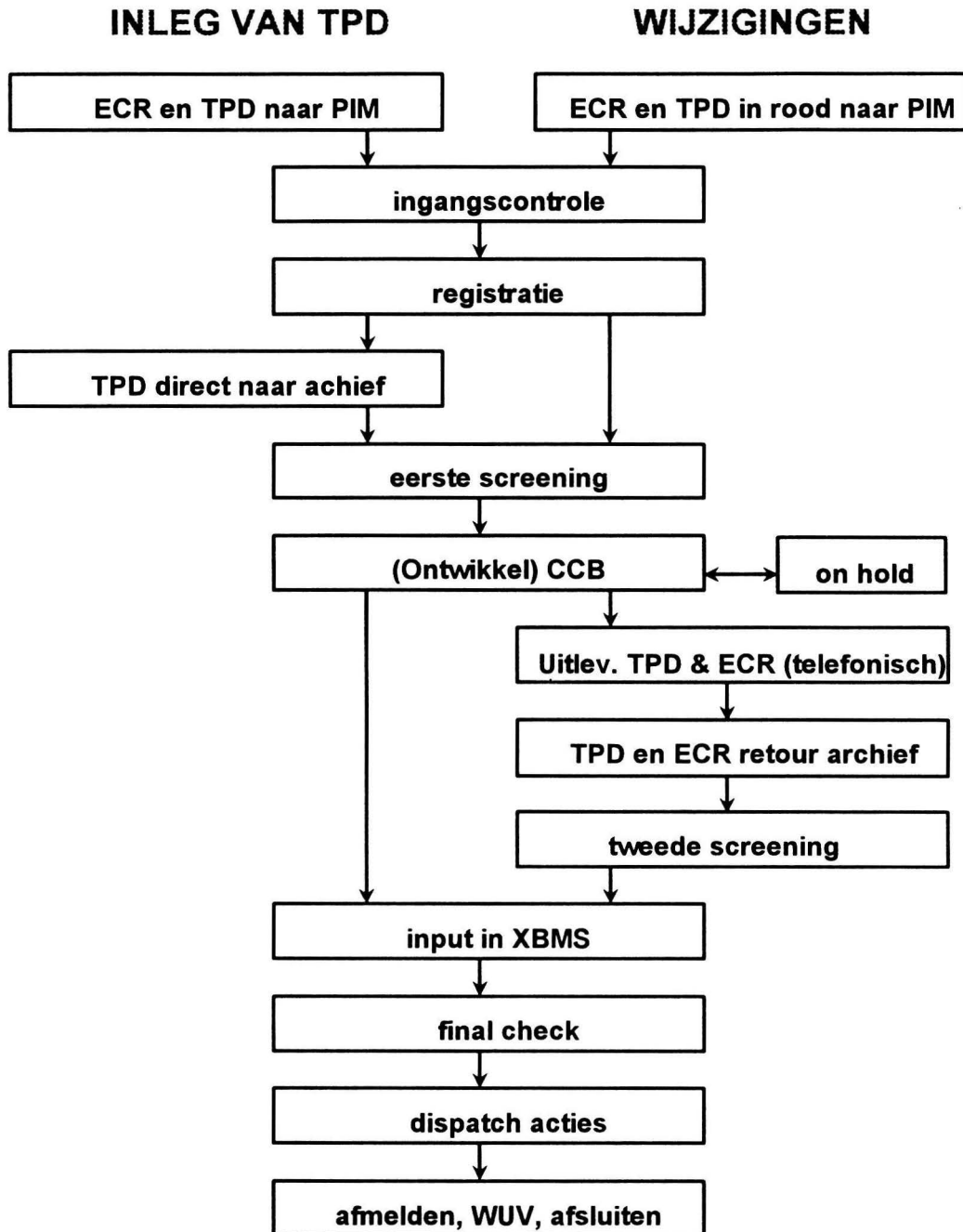


## Bijlage 4 Wijzigingsprocedures

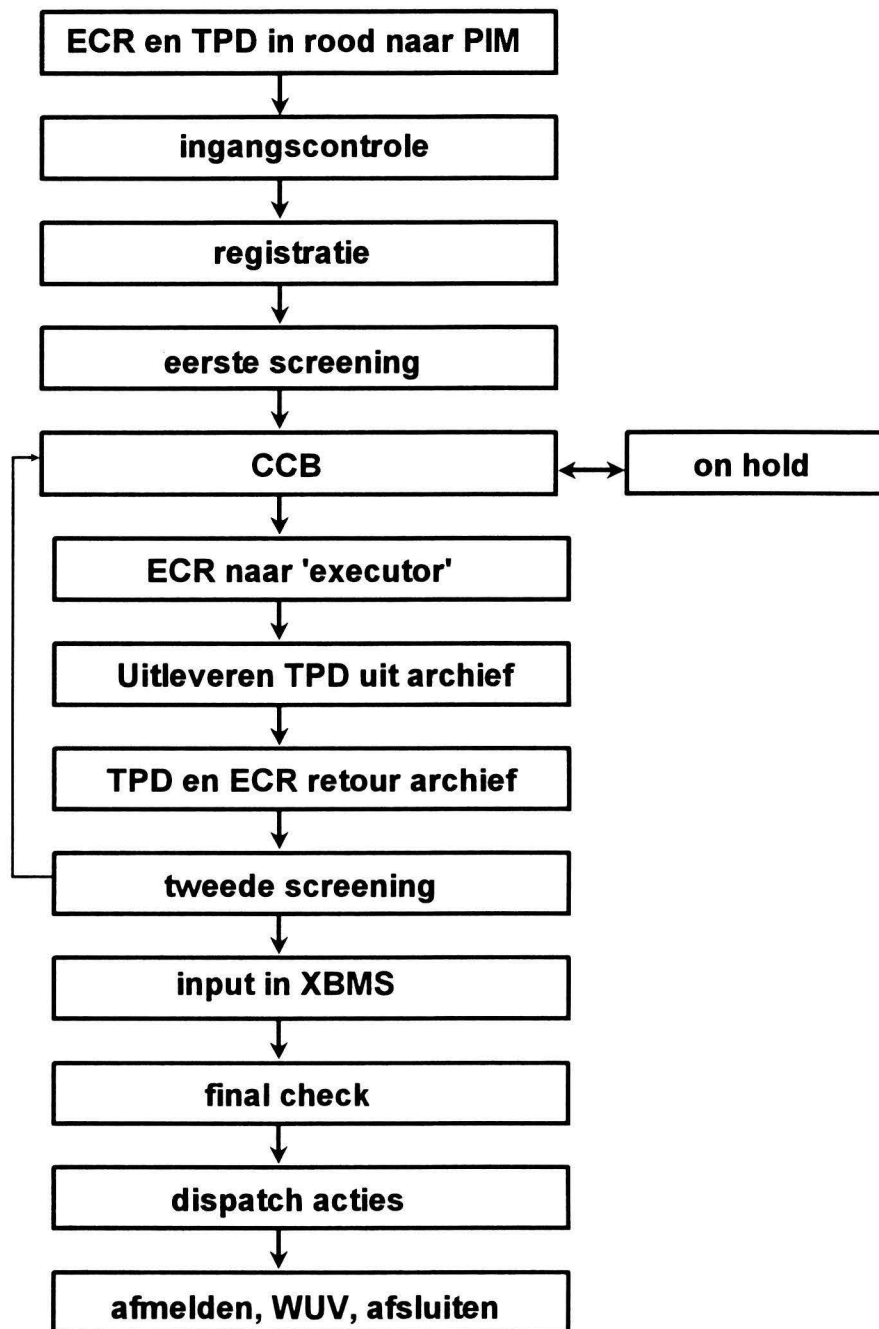
### ECR0: initiële inleg van 12 NC's en ontwikkelstructuren



## ECR1: wijzigingen in ontwikkelstructuren

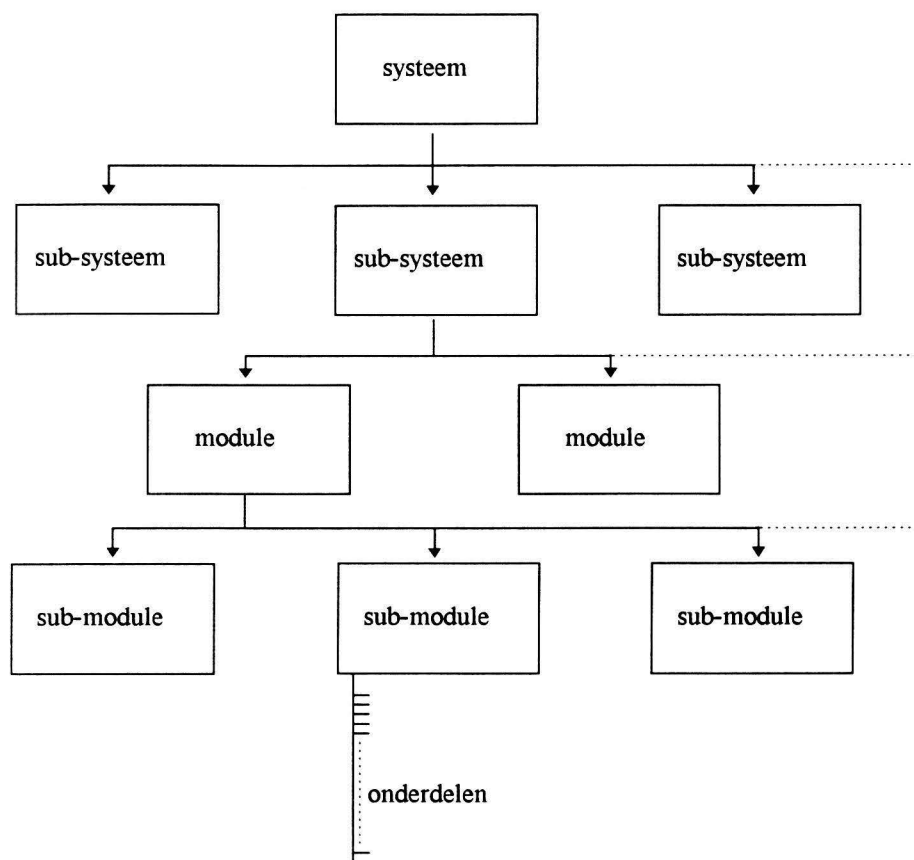


## ECR2: reguliere wijzigingsprocedure





## Bijlage 5 Machine- en projectstructuur



*Figuur B5.1 Machine- en projectstructuur*

Een sub-systeem vervult één bepaalde hoofdfunctie van het systeem, bijvoorbeeld wafer stage positioning. Een sub-systeem komt in de meeste gevallen niet overeen met een fysieke eenheid die als geheel in de machine worden ingebouwd. De fysieke eenheden die als geheel in de machine worden ingebouwd zijn de modules en sub-modules. Deze (sub-)modules vervullen bepaalde deelfuncties van de hoofdfunctie en vallen in de meeste gevallen, niet per definitie, onder hetzelfde project. Per machine zijn er ongeveer 15 sub-systemen en ongeveer evenveel projecten.

In de pilot-fase wordt nog niet strikt volgens de MBOM opgebouwd, worden de verschillende (sub-)modules nog niet gekwalificeerd aangeleverd aan de eindassemblage en wordt met name het functioneren van het sub-systeem getest. In de serie-fase wordt er volgens MBOM opgebouwd, worden de verschillende (sub-)modules gekwalificeerd aan FASY aangeleverd en wordt het sub-systeem getest.

Als voorbeeld van een opdeling van een sub-systeem in modules en de verdeling van modules over projecten is een gedeelte uit de Atlas SDS opgenomen in de tabel B5.1 op de volgende bladzijde.

Tabel B5.1 Hoofd functie: wafer stage positioning

Sub-systeem	Function	Project	Module/ sub-module/ parts	Tasks
Wafer stage	Position measurement	WS	Interferometer optics	x,y,z position measurement
			Init sensors	initialisation interferometers
	Wafer stage positioning	WS	Long stroke motor	course position x,y
			Level actuators	move chuck in x,y,z
			.....	
	Wafer chucks	WS	Short stroke motor magnets	position x,y,z
		DC	Interface for spotsensor	
		AL	Interface for fiducials	reference for alignment positioning
			.....	
	Stone assembly	WS	Stone	guide long stroke in x,y,z
			Balance mass	generate counter force for stages

Afkortingen: WS: Wafer Stage  
DC: Dose Control  
AL: Alignment

## Bijlage 6 Vragenlijsten

Ontwerp risico		
	j/n	opmerkingen
<b>Integratie complexiteit</b>		
Moeten, om te voldoen aan een bepaalde functie of specificatie, niet alleen de module*, maar ook andere modules en/of de interfaces worden aangepast?		
Is de complexiteit van de interfaces hoog (mono- vs multidisciplinaire interfaces)?		
Is het moeilijk om de onderdelen zo ten opzichte van elkaar te plaatsen dat ze elkaar niet in functioneren belemmeren?		
<b>Mate van technologie-innovatie</b>		
Kan de functie of specificatie verbetering worden gerealiseerd door:		
1. een reeds eerder toegepaste technologie aan te passen of te verbeteren? Zo ja, heeft ASML slechte ervaringen met deze technologie?		
2. of is er een niet eerder toegepaste technologie voor nodig?		

\* Opmerking: in plaats van module kan wanneer van toepassing ook sub-module, assy of mono gelezen worden

Logistiek risico		
	j/n	opmerkingen
<b>Procesbeheersing</b>		
Is het voor het produceren van onderdelen met de benodigde afmetingen en/of toleranties noodzakelijk, dat het productieproces en/of de productiemiddelen worden verbeterd?		
Leidt de vereiste afmeting en/of tolerantie tot hoge afkeur of tot variatie in afkeurpercentages?		
<b>Marktcapaciteit</b>		
Is het benodigde onderdeel of materiaal schaars?		
Is er slechts één leverancier beschikbaar? Zo ja, is de leverancier onbetrouwbaar met betrekking tot kwaliteit en levertijd?		
Is er voor de benodigde bewerking sprake van overbezetting van de machinecapaciteit in de markt?		





## Bijlage 7 Het pilot-project

Als pilot-project voor het toetsen van de vragenlijsten is gekozen voor het Mechanical Layout project van de /900, omdat dit project net werd opgestart. Het pilot-project is uitgevoerd om te toetsen of de aanpak en de vragenlijsten in de praktijk bruikbaar zijn, dat wil zeggen of het mogelijk is onderdelen te identificeren en te classificeren. Het pilot-project bestond uit twee meetings met daarbij aanwezig de P&P-er, de hoofdconstructeur en de MSE-er. De gebruikte definities van de risico-aspecten en de bijbehorende variabelen zijn hieronder weergegeven:

### Ontwerprisico:

- de kans dat het functioneel ontwerp niet (tijdig) door het technisch ontwerp wordt gerealiseerd
  - de ernst van de gevolgen van het niet (tijdig) realiseren van het technisch ontwerp
  - de mate van beïnvloedbaarheid van het (tijdig) realiseren van het technisch ontwerp
- Dit risico is afhankelijk van de volgende variabelen: de integratie complexiteit, de mate van technologie-innovatie en de ontwikkelcapaciteit. Ontwerprisico houdt in dat er problemen worden verwacht met het technisch concept en het is dan ook de vraag of de functionele specificaties gehaald worden. Met de verkrijgbaarheid van onderdelen met de juiste eigenschappen worden geen problemen verwacht. Een ontwerprisico heeft meestal betrekking op meerdere interacterende onderdelen.

### Logistiek risico:

- de kans dat een onderdeel (assy of mono), op basis van het technisch ontwerp, niet op tijd beschikbaar is voor interne assemblage
  - de ernst van de gevolgen in het geval dat het onderdeel niet op tijd beschikbaar is voor assemblage
  - de mate van beïnvloedbaarheid van het tijdig beschikbaar zijn van het onderdeel
- Dit risico is afhankelijk van de volgende variabelen: de verkrijgbaarheid en de wijzigingsgevoeligheid. Deze wijzigingsgevoeligheid heeft geen relatie met het ontwerprisico, maar heeft betrekking op wijzigingen die kunnen voortkomen uit de evaluatie van de maakbaarheid of wijzigingen die kunnen voortkomen uit ervaringen met het opbouwen en testen van de machine. Met de haalbaarheid van de functionele specificaties worden geen problemen verwacht.

### Resultaten:

- de ontwikkelstatus van het project was dat de concept EDS van de ML /900 nog niet gereed was en dat op module-niveau ongeveer bekend was wat er ging veranderen. Het was eigenlijk nog te vroeg in het ontwikkeltraject om individuele risicovolle onderdelen te identificeren. Voor enkele grotere assy's was dit wel reeds mogelijk, maar hiervoor was niet duidelijk wat er precies ging veranderen. Er kon (en hoefde) dus geen actie worden ondernomen.

Conclusie: identificatie na de eerste concept EDS is het juiste moment om individuele onderdelen te identificeren en classificeren op risico's

- doordat bij het logistiek risico de variabele wijzigingsgevoeligheid was gedefinieerd kwam er een hele discussie los in welke klasse bepaalde assy's ondergebracht moesten worden. De oorzaak ervan is dat door middel van deze variabele het ontwerp- en logistiek risico rechtstreeks aan elkaar gekoppeld waren. Een wijziging is namelijk altijd het gevolg van een verkeerde ontwerpkeuze. Door deze discussie lag de aandacht niet op de reden waarom acties moeten worden ondernomen, maar op de mogelijke oorzaken van een wijziging.

Conclusie: door andere variabelen te definiëren wordt de aandacht van de projectleden gefocust op de reden waarom acties ondernomen moeten worden in plaats van op wat er allemaal nog kan gaan wijzigen in de toekomst en de mogelijk redenen van wijzigingen

- door de meetings is er bij de projectleden duidelijkheid ontstaan over wat er op dat moment bekend was en is de beschikbare informatie op elkaar afgestemd. Zo is er besloten welke 12 NC's er wel of niet uit de structuur van de /500 gehaald worden en vervangen worden door nieuwe 12 NC's en zijn er enkele assy's geïdentificeerd die waarschijnlijk gaan veranderen. Deze assy's waren nog niet bekend bij de MSE-er en de P&P-er.

Conclusie: de risico-aanpak leidt tot een betere coördinatie tussen de projectleden

Tot slot een opmerking die zowel tijdens het pilot-project als tijdens de vele gesprekken tijdens de afstudeeropdracht veel geplaatst werd. Toen er door middel van de voorstellen expliciet was beschreven wat er uitgevoerd moest worden, was men in eerste instantie sceptisch over de (werk)inhoud. In tweede instantie was toch voor iedereen duidelijk dat er in feite weinig verandert ten opzichte van de huidige situatie, anders dan dat door de voorstellen expliciet wordt vastgelegd wat er in de huidige situatie impliciet gebeurt.

## Bijlage 8 Het reticle stage chuck /500

### *Beschrijving*

Het reticle stage chuck is een glazen plaat (Zerodur) waarop het reticle gedragen wordt. Het reticle wordt door het chuck vacuüm gezogen. Het chuck wordt door middel van de korte slag motor in het horizontale vlak heen en weer bewogen en brengt zodoende het reticle in de gewenste positie.

### *Ontwikkel- en inkoopproces*

Nog tijdens het opstellen van de SDS, EPS en EDS (het eerste complete concept van de SPS was net gereed) is begonnen met de materiaalkeuze en leverancierskeuze voor het RS chuck. De startdatum van zowel SPS, SDS als EPS Reticle Stage was begin december 1993. Met de EDS Reticle Stage is later begonnen. Binnen de systeemgroep was de expertise voor een materiaal dat kon voldoen aan de vereiste specificaties (zeer kleine uitzettingscoëfficiënt) niet aanwezig. Daarom zijn een groepsleider D&E en de groepsleider optische Inkoop vroegtijdig betrokken voor de materiaal- en leverancierskeuze, omdat zij expertise en ervaring hadden op dit gebied. De groepsleider optische Inkoop was in het begin de contactpersoon voor ASML.

Voor het materiaal waren er twee keuzemogelijkheden, namelijk twee soorten glas: Zerodur en ULE. De keuze is hierbij gevallen op Zerodur omdat ASML dit materiaal reeds eerder toegepast had en er dus ervaring mee had opgedaan. De moeilijkheidsgraad voor het bewerken van de materialen werd gelijk ingeschat en de prijs van de materialen was ook ongeveer gelijk.

Voor het bewerken van Zerodur waren er vijf mogelijke leveranciers: Philips, Zygo, Hewlett Packard, Zeiss en Berliner Glass (BG). In eerste instantie vielen er drie af:

- Philips gaf aan de vereiste specificaties totaal niet aan te kunnen
- Zygo was een dochter van een concurrent
- Hewlett Packard had geen interesse om voor derden te werken

Vervolgens is Zeiss en BG gevraagd om op basis van enkele vlakheden en een globale schets een offerte uit te brengen. Hierbij gaven allebei de bedrijven aan dat ze niet geheel aan de specificaties konden voldoen, maar BG had al wel nagedacht hoe ze de problemen wilde aanpakken, toonde veel meer initiatief en kon een beargumenteerde kostprijs afgeven. Daarom is besloten om alleen BG proefblokjes van de luchtlagers te laten maken. De proefblokjes waren bedoeld om de berekeningen van Philips CFT te testen in de praktijk en om te kijken of BG de produktiemethode beheerste. De proefblokjes voldeden aan de verwachting van ASML. Op basis van het bovenstaande en met de gedachte van een strategische spreiding van onderdelen (niet te veel onderdelen bij Zeiss) is BG gekozen als leverancier (april 1995). Met BG is een ontwikkelingscontract afgesloten, omdat ASML een gedeelte van de ontwikkelingskosten van BG financierde en de risico's wel afgedekt wilde zien. BG heeft vanaf het begin aangegeven dat bepaalde specificaties op dat moment niet haalbaar waren en dat ze in de toekomst wel mogelijkheden zagen om hieraan te kunnen voldoen.

Vanwege de lange levertijd van Zerodur (3 maanden) is er nog voordat de definitieve leverancierskeuze gemaakt werd, besloten om via BG voor vier chucks Zerodur te bestellen bij Schott (december 1994). Dit materiaal is besteld op basis van de verwachte buitenmaten van het chuck. Schott heeft het materiaal Zerodur ontwikkeld (Zerodur is een merknaam) en is de enige leverancier van Zerodur ter wereld.

Na de leverancierskeuze is er steeds rechtsreeks overleg geweest tussen de ontwikkelaar van ASML en de engineers bij BG voor de invulling van de technische aspecten (bv welke opdampplaat, welke constructie van lucht-lagers, alleen frezen of ook nog polijsten) en het communiceren van wijzigingen. BG is begonnen met het NC programmeren voordat het ontwerp van alle modules die een interface hebben met de RS chuck gereed waren, en zelfs voordat ASML had toegezegd dat er een definitieve versie van de TPD was (eerste TPD versie: eind december 1994; "definitieve" TPD versie: half juli 1995). Gedurende het ontwerpproces heeft BG gewerkt aan de verbetering van het productieproces. De eerste order is geplaatst begin augustus 1995. Gedurende het verdere ontwerp heeft BG nauwkeurigere kostprijzen bekend gemaakt aan Inkoop. De kostprijzen zijn met name afhankelijk van de vereiste vlakheden en de seriegrootte.