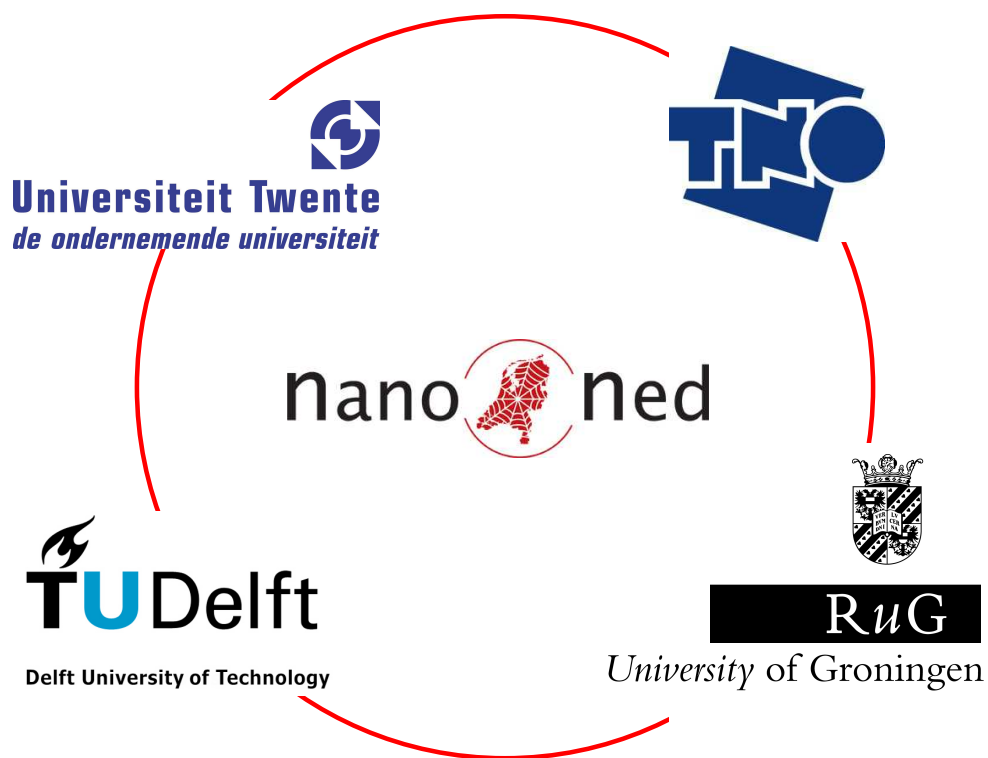


Voortgangsrapportage NanoLab NL 2006



8 februari 2007

Voortgangsrapportage NanoLab NL 2006

1. Rijksuniversiteit Groningen MSC^{plus} / BioMaDe	2
1.a. Stand van zaken.....	2
1.b. Gebruik apparatuur	2
1.c. Bottlenecks	2
1.d. Samenwerking en interacties.....	2
1.e. Output en communicatie.....	2
1.f. Herinvesteringsfonds	4
2. Universiteit Twente/MESA+ Instituut.....	6
2.a. Stand van zaken.....	6
2.b. Gebruik apparatuur	7
2.c. Bottlenecks	8
2.d. Samenwerking en interacties.....	8
2.e. Output en communicatie.....	9
2.f. Herinvesteringsfonds	10
3. TNO Industrie & Techniek/Delft.....	6
3.a. Stand van zaken.....	11
3.b. Gebruik apparatuur	12
3.c. Bottlenecks	12
3.d. Samenwerkingen en interacties	13
3.e. Output en communicatie.....	13
3.f. Herinvesteringsfonds	13
4. Kavli Instituut voor Nanoscience/TU Delft	14
4.a. Stand van zaken.....	14
4.b. Gebruik apparatuur	15
4.c. Bottlenecks	16
4.d. Samenwerkingen en interacties	16
4.e. Output en communicatie.....	16
4.f. Herinvesteringsfonds	16

1. Rijksuniversiteit Groningen MSC^{plus} / BioMaDe

1.a. Stand van zaken

In 2005 is een start gemaakt met het eerste gedeelte van de centrale clean room. Dit gedeelte is voornamelijk bekostigd vanuit NanoImpuls gelden, en bestaat uit een aparte stofarme ruimte waarin een nieuw aangeschafte elektronenmicroscop en electron-beam lithografie machine is opgesteld. De bouw van dit gedeelte is afgerond, en deze apparatuur wordt reeds intensief gebruikt.

De ontwikkeling van het Soft Molecular Landing systeem is in de eindfase van de opbouw. De constructie is voltooid en vacuüm-technisch voldoet het systeem onder maximale belasting aan alle specificaties. Op het moment wordt de elektronica geconfigureerd en de reeds grotendeels geschreven besturingssoftware getest. De eerste volledige test experimenten kunnen dan opgestart worden en naar verwachting zou het systeem halverwege 2007 routinematig operationeel kunnen zijn .

In de tweede helft van 2006 is met de bouw van het hoofdgedeelte van de cleanroom begonnen en de planning is dat dit wordt opgeleverd rond eind februari/begin maart. Een deel van de inrichting kan dan geplaatst worden, terwijl een ander deel verspreid over het jaar zal worden geïnstalleerd.

De status van de overige faciliteiten is in de tabel weergegeven. Deze zijn voor een deel in opbouw. De apparatuur die als matching deel uitmaakt van deze faciliteiten is voor een belangrijk deel in (intensief) gebruik.

1.b. Gebruik apparatuur

De elektronenmicroscop en de electronenbundellithografie worden op dit moment zeer intensief gebruikt. Verwacht wordt dat dit nog zal stijgen tot ongeveer de maximaal mogelijke bezetting.

Zoals vermeld zijn een aantal faciliteiten (inclusief het hoofddeel van de centrale cleanroom) nog in opbouw. Over het algemeen zijn die gedeeltes van de faciliteiten die als matching zijn ingebracht reeds in intensief gebruik.

1.c. Bottlenecks

Geen bottlenecks.

1.d. Samenwerkingen en interacties

Op dit moment speelt een belangrijk deel van de samenwerkingen en interacties zich af op het niveau van de contacten tussen de verschillende onderzoeksgroepen die de verschillende expert functies beheren. Terwijl naar verwachting deze contacten zich zullen intensiveren, is met DSM een nauwe samenwerking op het gebied van de vorming van nanocomposieten met behulp van derivaten van carbonanotubes en fullerenen, ingebed in aluminium silicaten voor versterking van polymeren. Tevens is recent een samenwerking gestart met OCE op het gebied van de foto-actieve oppervlakken met behulp van moleculaire schakelaars (rotaxanen).

1.e. Output en communicatie

Zoals aangegeven in het voortgangsrapport 2005 is in 2006 een website ingericht waarin de verschillende faciliteiten van NanoLab Groningen MSC^{plus} zijn beschreven. Gezien de vorderingen in de plannen, zal ook de website regelmatig worden aangepast.

NanoLab investeringen RuG/MSC^{plus}	Meerjaren begroting (in k€)	Plan 2006 (in k€)	Gerealiseerd Verplichting 2006 (in k€)	Gerealiseerd Verplichting 2004-2006 (in k€)	Toelichting
Centrale cleanroom faciliteit	600	600	517	517	<i>in 2007 vervolg</i>
Diverse primaire process apparatuur	480	480	326	326	<i>in 2007 vervolg</i>
Biomoleculaire voorzieningen	200	135	5	70	<i>in 2007 vervolg</i>
Sputter depositie systeem	435	435	440	440	
DUV maskaligner + profilometer	335	335	220	220	<i>in 2007 vervolg</i>
<i>Faciliteit voor de karakterisering van functionele moleculaire materialen</i>					
R 4000 analyzer systeem	260	260	261	261	
Inrichting labruimte	80	10	41	71	
Röntgenkarakterisatie	150	190	145	145	
HV meetapparatuur (hoge/lage temperatuur)	170	170	198	198	
X-ray bron, monochromatoren en diversen	300	300	301	301	
UHV systeem+inverse foto emissie apparat.	240	240	0	0	<i>wordt medio 2007 ingevuld</i>
<i>Faciliteit voor (enkele) moleculaire systemen en nanodevices</i>					
Regelbare gepulseerde laser systeem	175	175	229	229	
UHV lage temperatuur STM	435	435	0	0	<i>wordt begin 07 besteld</i>
Optische cryostaat + diversen	190	190	136	136	
<i>Faciliteit voor self-assembled organische veld-effect devices en fotonische devices</i>					
Diverse instrumenten	200	150	187	216	
Streak camera	250	0	250	250	<i>naar voren geschoven</i>
<i>Faciliteit voor Synthese/Spectroscopie/Analyse</i>					
Diverse instrumenten	300	205	81	176	<i>wordt 07 ingevuld</i>
<i>Personeel/inrichting</i>					
Technische ondersteuning	628	150	200	305	
Inrichting labruimten	0	0	86	86	<i>Tbv te plaatsen investeringen</i>
<i>Subtotaal</i>	<i>5.428</i>	<i>4.460</i>	<i>3.637</i>	<i>3.964</i>	
<i>Extra investering in enkele faciliteiten</i>					
laser systeem	95	0	95	95	
light scattering detector unit	40	0	40	40	
spectroscopische ellipsometer	108	0	0	108	<i>wordt medio 07 ingevuld</i>
Lage temperatuur probe station	120	0	0	120	<i>wordt 07-08 ingevuld</i>
LEED systeem	20	0	0	20	<i>wordt medio 07 ingevuld</i>
<i>Totaal</i>	<i>5.812</i>	<i>4.460</i>	<i>3.773</i>	<i>4.348</i>	

Eigen investeringen:

De eigen investeringen staan voor een belangrijk deel in het teken van afschrijving van bestaande apparatuur en installaties. Ook de nieuwe investeringen binnen het NanoLab t.b.v. de verschillende faciliteiten zijn in de tabel opgenomen. Onderstaande tabel geeft het overzicht van eigen uitgaven tot 2006.

Ter verduidelijking van de gebruikte aanduidingen, in de tabel met regel "matching met onderzoeksprojecten" onder het hoofdje **RuG personele ondersteuning /kennisoverdracht etc.** is opgenomen een percentage van de werkzaamheden van personeel, zoals de verzorging van kennisoverdracht, nodig om de ingezette apparatuur te kunnen bedienen en vernieuwingen te introduceren.

Onder het hoofdje **1e geldstroom apparatuur** is in regel "diverse apparatuur" met name veel kleine apparatuur opgenomen die een aanvulling zijn op de bestaande en nieuwe eigen investeringen. Deze apparatuur wordt gebruikt binnen de verschillende faciliteiten zoals omschreven in het investeringsplan 2005-2009. Tevens is onder "diverse apparatuur" opgenomen de op zichzelf staande apparatuur, maar die niet past binnen de tabel gebruikte omschrijvingen.

In de tabel **matching met projecten** is onder "diverse apparatuur" die apparatuur opgenomen die niet behoort tot de zogeheten basisfinanciering. Ook hier geldt dat deze apparatuur wordt gebruikt binnen de verschillende faciliteiten en niet past in de tabel genoemde omschrijving.

Eigen investeringen RuG/MSC ^{plus}	Meerjaren begroting (in k€)	Plan 2006 (in k€)	Gerealiseerd 2006 (in k€)	Gerealiseerd Verplichting 2004-2006 (in k€)	Toelichting
Cleanroom faciliteiten					
Inzet bestaande cleanrooms	800	85	74	181	
Eigen bijdrage voor cleanroom/labruimten	400	519	377	535	
RuG personele ondersteuning/ kennisoverdracht etc.					
matching met onderzoeks projecten	1.200	180	180	539	
1^e geldstroom apparatuur					
Supersonic molecular beam system	260	0	178	178	
Diverse apparatuur	400	226	373	553	
He ₃ /He ₄ mengkoel systeem	280	347	214	390	
HV deposities/analyse systeem	400	8	116	601	
HREELS	280	0	356	356	
FTIR	180	43	229	229	
Matching uit projecten					
Diverse apparatuur	916	147	283	678	
Laboratorium personeel					
Technici	800	67	67	200	
Exploitatie facility werk		100	125	125	
Subtotaal	5.916	1.722	2.572	4.565	
Eigen bijdrage extra investering	416	0	135	135	
Totaal	6.332	1.722	2.707	4.700	

1.f. Herinvesteringsfonds

Conform de gesloten overeenkomst is de aangroei over 2006 van het herinvesteringsfonds van de RuG/MS^{C^{plus}} volgens onderstaande tabel:

Investing	Jaar van aankoop	Bedrag in k€	Per Jaar	Aantal jaren	Cumulatief in k€
EBL/SEM	2005	970	9,7	2	19,40
Soft Molecular Landing System	2005	255	2,55	2	5,10
	2006	57	0,57	1	0,57
Centrale cleanroom faciliteit	2006	517	5,17	1	5,17
Diverse primaire process apparatuur	2006	326	3,26	1	3,26
Biomoleculaire voorzieningen	2005	65	0,65	2	1,30
	2006	5	0,05	1	0,05
Sputterdepositie systeem	2006	440	4,40	1	4,40
DUV maskaligner	2006	220	2,20	1	2,20
Inrichting labruimte	2005	30	0,30	2	0,60
	2006	127	1,27	1	1,27
Diverse instrumenten faciliteit FMM	2006	905	9,05	1	9,05
Diverse instrumenten faciliteit MSN	2006	365	3,65	1	3,65
Diverse instrumenten faciliteit SAM	2005	50	0,50	2	1,00
	2006	416	4,16	1	4,16
Diverse instrumenten faciliteit SSA	2005	95	0,95	2	1,90
	2006	81	0,81	1	0,81
Extra investering	2006	135	1,35	1	1,35
Totaal		5.059			65,24

2. Universiteit Twente/MESA+ Instituut

2.a. Stand van zaken

MESA+, Universiteit Twente, loopt op schema met de NanoLab NL investeringen. De status eind 2006 is dat ca. 70% van de investeringen is gerealiseerd. De aangeschafte apparaten en bijhorende technologieën zijn een welkome aanvulling op de reeds aanwezige technologieën.

In 2006 is het budget, vanwege een nadere bestemming van het reservebudget door het NanoNed bestuur, uitgebreid met 600 k€. Dit als aanvulling op het reeds beschikbare maar niet toereikende budget voor de Ion Treatment apparatuur. Het grootste deel van de apparaten wordt eind 2006/begin 2007 geleverd. Dit zal veel vragen van onderzoekers en technici van MESA+.

NanoLab investeringen UT/MESA+	Meerjaren begroting (in k€)	Plan 2006 (in k€)	Gerealiseerd/ verplichting 2006 (in k€)	Cumulatief gerealiseerd t/m 2006 (in k€)	Toelichting
- <i>Natte processing</i>					
Extreme surface cleaning	550	550	372	372	<i>Besteld; levering Q4 2006</i>
- <i>Lithografie</i>					
Aansluiting microlithografie met het nanodomein	1.740	500	292	292	
Soft lithography	850	692	787	853	
- <i>Dunne Film technologie</i>					
CoMat facility	2.100	1.100	1.710	1.710	
LPCVD facilities	800	800	688	688	<i>Besteld; levering Q1 2007</i>
Physical Vapour Deposition	500		348	348	<i>Besteld; levering Q1 2007</i>
Ion Treatment (oorspronkelijk)	400		1.001	1.001	<i>Bestelling eind 2006; levering voorjaar 2007</i>
- <i>Droog etsen</i>					
(Reactive) IBE/RIE	1.100	850	743	993	<i>Besteld; levering Q1 2007</i>
- <i>Inspectie</i>					
Ion Trap Mass Spectrometry	500			0	<i>Bestelling begin 2007; levering voorjaar 2007</i>
NMR	1.000			1.000	
AFM-SPR	600		465	465	<i>Besteld; levering Q1 2007</i>
Energy filtered TEM	1.000		1.002	1.003	
Nanoprobe system	400	400	330	330	<i>Bestelling eind 2006; levering voorjaar 2007</i>
PPMS system	300	20	56	281	
- <i>Diversen</i>					
Technici/operators	502	96	16	16	<i>Levering apparatuur begin 2007</i>
Subtotaal oorspronkelijk plan	12.342	5.008			
<i>Uitbreiding Ion Treatment</i>	<i>600</i>				
Totaal na uitbreiding	12.942	5.008	7.810	9.351	

Één van de aspecten van de investeringen in Twente is de nieuwbouw van het NanoLab gebouw. Deze nieuwbouw realiseert niet alleen een verbeterde cleanroom- en labomgeving voor de apparatuur van NanoLab NL, maar zorgt tevens voor sterk verbeterde interacties tussen de diverse onderzoeksgroepen (chemie, fysica, elektrotechniek) en de labinfrastructuur. Een groter contingent apparatuur wordt hiermee integraal beheerd en bereikbaar voor onderzoekers van de UT en daarbuiten, alsmede bedrijven. De oorspronkelijke planning van de oplevering van deze nieuwbouw (2008) is ongewijzigd en zit in de bestekfase. Het bestek zal in februari 2007 worden afgerond.

De eigen investeringen in 2006 zijn gerealiseerd. In het laatste jaar van het project zal de kapitaalscomponent cleanroom-systeem de eigen investeringen completeren.

Toelichting op de post 'matching vanuit projecten': betreft eerste geldstroom aio-projecten, die vanuit MESA+ uit gefinancierd worden en waarvan de aio's participeren binnen NanoNed. De kosten bestaan uit personele lasten (en daaruit voortvloeiende opslag algemene kosten) en exploitatiekosten, voor zover deze kosten binnen de BSIK-voorwaarden vallen.

Eigen investeringen UT/MESA+	Basis/Expert	Meerjaren begroting (in k€)	Plan 2006 (in k€)	Gerealiseerd/Verplichting 2006 (in k€)	Cumulatief gerealiseerd t/m 2006 (in k€)
Personeel laboratoria	Basis	4.250	645	644	2.038
50% overhead in verband met personele lasten (BSIK en UT)	Basis	2.250	322	325	1.027
Afschrijvingen procesapparatuur eerste geldstroom	Basis	1.590	0	0	892
Afschrijvingen kleine procesapparatuur	Basis	350	0	0	148
Kapitaalscomponent cleanroomsysteem	Basis	3.332	0	0	1.055
Matching vanuit projecten	Basis	1.706	590	546	586
Subtotaal oorspronkelijk plan		13.478	1.636		
<i>Uitbreiding ivm ion treatment</i>		<i>660</i>			
Totaal na uitbreiding		14.138	1.636	1.515	5.746

2.b. Gebruik apparatuur

De gebruiksuren van de cleanroom zijn in 2006 gelijk aan die van 2005. Alle apparaten worden intensief gebruikt, en er wordt overwogen om de openingsuren van de cleanroom te verruimen. Dit laatste wordt veroorzaakt door druk op een vijftal zeer intensief gebruikte apparaten, waaronder de NanoImpuls investeringen.

2.c. Bottlenecks

Er is een vertraging voor de investering Ion Trap Mass Spectrometry. Deze is door nieuw verantwoordelijken voortvarend opgepakt, en begrijpelijkerwijs is de aanschafprocedure door de wisseling van de wacht vertraagd. In verband met de zeer snelle ontwikkelingen die de afgelopen paar jaar hebben plaats gevonden op het gebied van de massa spectrometrie, heeft de gebruikerscommissie allereerst de tijd genomen zich goed te (her)oriënteren. Na inventarisatie van eisen en wensen en het meenemen van voortschrijdend inzicht in de ontwikkeling van (NanoNed) onderzoeks-gebieden waar massa spectrometrie van nut zou kunnen zijn, is de keuze gemaakt voor een state-of-the-art Maldi-TOF apparaat met imaging opties. De aanschaf zal in het eerste kwartaal van 2007 plaatsvinden.

2.d. Samenwerking en interacties

- Ten behoeve van de BIOS groep (Han Gardeniers / Wim de Malsche) is door bemiddeling met OBDUCAT(Marc Beck) een Hot-Embossing proef gedaan in het kader van het liquid chromatography onderzoek . Verdunde PMMA versus mr I 8000 polymer van MRT.
- In samenwerking met Boris Vratzov wordt voor de BIOS groep in het kader van het liquid chromatography project voor de Imprio S-Fil stepper een template gemaakt.
- Met MRT, Gabi Gruetzner, Marko Vogler en Freimut Reuter, zijn er uitstekende contacten over de ontwikkeling en het testen van nieuw UV gevoelige nanoimprint polymeren. Samples van nieuw ontwikkelde imprint polymeren (prototypes) hebben we tot onze beschikking. Een presentatie bij MESA van deze ontwikkelingen is in voorbereiding.
- In het kader van "Template manufacturing" is er een samenwerking met Brian Bilenberg van de firma NILT (Kopenhagen Lyngby) in aantocht. Ten behoeve van de BIOS groep (Albert v.d.Berg / Georgette Beugelaar) is met onze bemiddeling en in overleg met Boris Vratzov bij NILT een template in bestelling. Bilenberg is een expert op het gebied van Nanolithografie (E-Beam), het ontbreekt hem aan S-Fil gebruiks mogelijkheden om templates te testen.
- Met Philips is een project opgezet waarin "speciale templates" op de Imprio machine worden getest.
- Met LETI (Charpin Christelle) is in november een afspraak gemaakt om binnen MEDEA in het kader van FANTASTICA project mogelijkheden te bespreken.
- In november heeft er een bespreking plaats met Lionix en Dr.Stavitski van de Universiteit van Utrecht over Nanoimprint mogelijkheden.
- Met het Physikalisch Technische Bundesanstalt (PTB) in Braunschweig, in de persoon van Dr.Thomas Weimann, Nanostructures for Technical Applications groep, bestaat er een goede samenwerking/medewerking op het gebied van E-Beam writing en Plasma Etching (Thomas heeft testtemplate voor Wim de Malsche gemaakt).
- In het EU-programma Epixnet zullen enkele templates, gemaakt bij AMO (Aken) en IMEC (Leuven) getest gaan worden op de Obducat en Molecular Imprints machines.

2.e. Output en communicatie

In samenwerking met MRT zijn bij MESA voor wetenschappers en bedrijven een tweetal voordrachten op het gebied van Nano Imprint technologie gepresenteerd:

- 1) Napa workshop Materials for UV-based Nanoimprint Lithography - Needs and Development. Dr. Marko Vogler (MRT)
- 2) Polymers for Thermal Nanoimprinting provided by MRT –Concepts and Processing Guidelines. Dr. Freimut Reuter (MRT)
- 3) Press Release Nanoimprint Imprio 55 S-Fill machine van Mol.Imprints: FIRST in EUROPE

Op het gebied van Focus Ion Beam technologie zijn 14 artikelen gepubliceerd. De titels zijn hieronder opgenomen.

1. Line-Defect Waveguides in Hexagon-Hole Type Photonic Crystal Slabs: Design and fabrication using focused ion beam technology, C.G. Bostan, R.M. de Ridder, V.J. Gadgil, L. Kuipers, A. Driessen, 8th Annual symposium of IEEE/LEOS Benelux Chapter, Nov. 20-21, 2003 (conf. proceedings), pp. 253-256
2. Design and Fabrication of Line-Defect Waveguides in Hexagon-Type SOI Photonic Crystal Slabs, Cazimir G. Bostan, René M. de Ridder, Vishwas J. Gadgil, Henry Kelderman^o, Laurens Kuipers, Alfred Driessen, Photonics Europe 2004, SPIE Conference Strasbourg, France (oral presentation 29 April), April 2004
3. Applications of Focused Ion Beam in Nanotechnology, V.J. Gadgil, F. Morrissey, Encyclopedia of Nanoscience and Nanotechnology, H.S. Nalwa ed. Vol. 1: Pages 101-110, American Science Publishers, ISBN: 1-58883-057-8, 2004
4. Silicon Nitride Nanosieve Membrane, Hien D. Tong, Henri V. Jansen, V.J. Gadgil, C.G. Bostan, E. Berenschot, C.J.M. van Rijn, M. Elwenspoek, Nano Letters, Vol. 4, No.2, page 283-287, 2004
5. Alignment issues in photonic crystal device fabrication, R.M. de Ridder, C.G. Bostan, F.J. van Soest, V.J. Gadgil, in proceedings of 4th European Symposium on Photonic Crystals ESPC 2004/6th International Conference on Transparent Optical Networks ICTON 2004, in Wroclaw, Poland, 2004, paper Tu A2.2, 2004.
6. Lock-in transitions in magnetic stripe systems with imposed nucleation center arrays, Stan J.P. Konings, Jeroen A. Luigjes, Jorge Miguel, Hugo Schlatter, Vishwas J. Gadgil, J. Camarero, J. Vogel, Huib Luigjes, Jeroen B. Goedkoop, 14th ESRF Users Meeting, Grenoble, 8-13 February 2004 (poster presentation)
7. Nanofabrication using focused ion beam technology, V. J. Gadgil, International Symposium on Intelligence based Materials & Manufacturing, Aug. 18-20, 2005, B.I.T. Ranchi, India, 2005, Proceedings, pp181-188, isbn 81-7684-325-3, 2005
8. Lock in of magnetic stripe domains to pinning lattices produced by focused ion-beam patterning, Stan Konings, Jorge Miguel, Jeroen Luigjes, Hugo Schlatter, Huib Luigjes, Jeroen Goedkoop, Vishwas Gadgil, J. of Applied Physics, 98, 054306, 2005
9. Fast prototyping of planar photonic crystal components using a combination of optical lithography and focused ion beam etching', Cazimir G. Bostan, René M. de Ridder, Vishwas J. Gadgil, Henry Kelderman, Alfred Driessen¹, Laurens Kuipers, 12th European Conference on Integrated Optics ECIO, Grenoble France April 6-8, 2005, (proceedings).
10. Monolithic fibre-top sensor for critical environments and standard applications, D. Iannuzzi, S. Daladi, V.J. Gadgil, R.G. P. Sanders, H. Schreuders, M.C. Elwenspoek, Applied Physics Letters, 88, 053501, January 2006.
11. Carving fibre-top optomechanical transducers from an optical fibre, S. Deladi, D. Iannuzzi, V.J. Gadgil, H. Schreuders, M.C. Elwenspoek, J. Micromechanics and microengineering, 16, pp. 886-889, March 2006.
12. Nova 600 Applications, F.B. Segerink, J.G.M. Sanderink, H. van Vossen, V.J. Gadgil, R.W. Tjerkstra, J.P. Prangma, R. Moerland, T. Taminiau, N.F. Hulst, W.L. Vos, L. Kuipers, H.L. Offerhaus, Poster presentation, Second European FIB & Dual Beam userclub Meeting, April 24-26, FEI Nanoport, Eindhoven, The Netherlands
13. Hopman, W.C.L. and de Ridder, R.M. and Selvaraja, S. and Bostan, C.G. and Gadgil, V.J. and Kuipers, L. and Driessen, A. (2006) Realization of 2-dimensional air-bridge silicon photonic crystals by focused ion beam milling and nanopolishing. In: Photonics Europe 2006, 3-7 Apr 2006, Strasbourg, France. pp. 167-173. SPIE The International Society for Optical Engineering. ISBN 0-8194-6238-1
14. Leon A. Woldering, A.M. Otter, Bart H. Husken, Willem L Vos, Focused Ion Beam milling of nanocavities in single colloidal particles and self assembled opals, Nanotechnology, 17, (2006) 5717-5721

2.f. Herinvesteringsfonds

Conform de gesloten overeenkomst is het herinvesteringsfonds voor het NanoNed deel als volgt opgebouwd voor de UTwente/MESA+:

Investering	Jaar van aankoop	Bedrag (in k€)	Per jaar (in k€)	Aantal jaren	Cumulatief (in k€)
Aansluiting microlithografie met het nanodomein	2006	292	2,92	1	2,92
Soft lithography	2005 2006	57 778	0,57 7,78	2 1	1,14 7,78
CoMat facility	2006	167	1,67	1	1,67
(Reactive) IBE/RIE	2005	250	2,50	2	5,00
NMR	2005 2006	600 400	6,00 4,00	2 1	12,00 4,00
AFM/SPR	2006	171	1,71	1	1,71
Energy filtered TEM	2006	999	9,99	1	9,99
Nanoprobe system	2006	80	0,8	1	0,8
PPMS system	2005 2006	225 56	2,25 0,56	2 1	4,49 0,56
Totaal		3.738			52,06

Voor de volledigheid: Het herinvesteringsfonds uit het NanoImpuls deel is als volgt opgebouwd:

Investering	Jaar van aankoop	Bedrag (in k€)	Per jaar (in k€)	Aantal jaren	Cumulatief (in k€)
Top down structurering	2004	1.196	11,96	3	35,88
Voorzieningen en opties tbv Top-down structurering	2004 2005 2006	61 45 33	0,61 0,45 0,33	3 2 1	1,82 0,89 0,33
High aspect ratio etssystemen	2004	850	8,50	3	25,50
Light interference lithografie	2004 2005 2006	16 101 7	0,16 1,01 0,07	3 2 1	0,49 2,03 0,07
Analyse van zeer kleine magnetische volumes	2004	304	3,04	3	9,11
Totaal		2.613			76,12

3. TNO Industrie & Techniek/Delft

3.a. Stand van zaken

2006 was voor TNO I&T een jaar van aanzienlijke activiteit en beslissingen op het gebied van nanotechnologie procurement. De oplevering van de nieuwbouw voor nanofaciliteiten van TNO en TU Delft (het Kavli Instituut) zal nog tot eind 2007 op zich laten wachten. Om het NanoLab onderzoek niet in dezelfde mate te laten vertragen, is ervoor gekozen de hardware-investeringen in versneld tempo te voltooien. Hierdoor heeft TNO op een aantal vlakken vooruitgang kunnen boeken:

- Het **EBL-SEM** apparaat is besteld met *design review* in december 2006 en oplevering in april 2007 (financiering deels NanoImpuls deels NanoNed).
- De **plasmareiniger** is (in onderdelen) besteld en in aanbouw.
- **Contaminatie-analyse-apparatuur** is ondertussen aangeschaft en ontvangen.
- Apparatuur voor **fotolakbehandeling (Lithography Side-Tools)** is aangeschaft.
- **Metrology Equipment** (zoals DUV Laser, metrologie en inspectie tools) zijn voor een groot deel aangeschaft en operationeel.
- Onderhandelingen met potentiële leveranciers van **multi-EBID SEM** zijn gaande.

NanoLab investeringen TNO I&T	Thema	Meerjaren begroting (in k€)	Plan 2006 (in k€)	Gerealiseerd/verplichting 2006 (in k€)	Cumulatief gerealiseerd t/m 2006 (in k€)	Toelichting
Metrology stage equipment (ex-wafer stepper)	1	2.500	1.250	868	868	<i>Getal is incl. obligo's t.w.v. 175.000.</i>
EB-SEM update	2	500	500	500	500	
Multi-E-beam EBID-SEM	2	2.000	1.000	0	0	<i>Zie bottlenecks</i>
Fotolakbehandeling	2	130	300	270	270	<i>Getal is incl. 150.000 in behandeling</i>
Personeel (1 fte, 4 jaar)	1/2/3	200	50	100	100	<i>Inhaalslag i.v.m. procurement achterstand van 2005</i>
Optische Microscopie (o.a. CLSM)	2/3	-	-	200	200	<i>Nieuwe investering/afgerond</i>
Plasmareiniging	3	300	500	280	280	<i>Getal is incl. obligo's</i>
Contaminatie-analyse-apparatuur	3	230	230	215	215	
Glove Boxes	3	200	200	0	0	<i>Kan pas worden aangeschaft als lab compleet en operationeel is.</i>
Totaal		6.060	3.030	2.433	2.433	

De eigen investeringen t/m 2006 zijn als volgt:

Eigen Investeringen TNO I&T	Meerjaren begroting (in k€)	Plan 2006 (in k€)	Gerealiseerd/ verplichting 2006 (in k€)	Cumulatief gerealiseerd t/m 2006 (in k€)
Cleanrooms	4.353	(1)	2.000	2.500
Trillingsarme voorzieningen (‘Stiltecentrum’)	1.000	0	-	1.000
Geavanceerde optische microscopie en beeldbewerking	50	0	-	50
Vacuümcabibratie	100	0	-	100
Residual Gas Analyzer en meetapparatuur	25	0	-	25
Surface analytical equipment (IRAS)	100	(2)	0	0
Ellipsometer	125	(2)	0	0
Materials research facilities (tribology equipment, particle qualification)	400	(2)	0	0
E-gun set-up	50	0	-	50
SAW-adsorptiekamer	100	0	-	100
Onderhoud/exploitatie SEM	65	35	20	55
Personeel cleanroom (1 fte, 5 jaar)	250	50	50	100
Totaal	6.618	(1)	2.070	3.980

(1) In het NanoLab jaarplan 2007 kon (op het moment van uitgeven) geen inschatting worden gemaakt van de planning 2006 m.b.t. cleanroom-investeringen

(2) Deze investeringen zullen niet meer door TNO worden gedaan en dus ook niet ingebracht kunnen worden als ‘matching’ voor de NanoLab-investeringen.

3.b. Gebruik apparatuur

- De **angle-resolved XPS-apparatuur** is ondertussen uitgegroeid tot een cruciaal werkpaard voor een aantal externe partijen. Een aanzienlijk aantal kinderziektes is in 2006 verholpen en het apparaat is tijdens een acceptatie test afgenomen.
- Als belangrijk onderdeel van het metrology equipment pakket is het **DUV LaserLab** per 1 december operationeel. Het betreft een state-of-the-art laboratorium voor alle DUV golflengtes t.b.v. o.a. sensor ontwikkeling voor semiconductor OEMs.
- Een aantal systemen voor het **Metrology Equipment** pakket zijn operationeel en voor projecten beschikbaar:
 - Optische microscopen
 - Confocaal Laser Scanning Microscope
 - Laser-Interferometer

3.c. Bottlenecks

- De vertraging van oplevering van de nieuwbouw blijft een nadelige invloed op het aanschaffen en plaatsen van NanoLab apparatuur te hebben.

- De onderhandelingen met marktpartijen rond het ontwikkelen van een Multi-EBID apparaat zijn complex en hebben nog niet tot conclusies geleid.

3.d. Samenwerkingen en interacties

- Het **DUV LaserLab** heeft geleid tot een aantrekkelijke positie van TNO voor onderzoek voor o.a. **ASML**. Dit is te danken aan de hogere kwaliteit van apparatuur in vergelijking met de tot dusver gebruikte apparatuur op locatie bij ASML, het grotere gebruiksgemak en flexibiliteit.
- In het kader van de gunning van de Europese aanbesteding voor een **EBL-SEM** aan **Raith GmbH** is een goede relatie ontstaan op het gebied van EBID processen en zelfs directe opdrachten van Raith aan TNO om gezamenlijk de huidige generatie SEMs te verbeteren.
- De **AR-XPS** leidt zoals in 2005 tot belangrijke investeringen op het gebied van onderzoek aan EUV Lithografie (en dan m.n. onderzoek aan spiegeldegradatie) gedaan door ASML en **Carl Zeiss**.
- De **Laser Interferometer** (onderdeel van *metrology equipment*) is in gebruik in de feasibility fase van een project om een TMT(thirty meter telescope) van een externe partij uit te lijnen.

3.e. Output en communicatie

Op het specifieke terrein van NanoLab NL zijn in 2006 geen voordrachten of andere vormen van externe communicatie geweest.

3.f. Herinvesteringsfonds

Conform de gesloten overeenkomst is de aangroei van het herinvesteringsfonds van TNO I&T volgens onderstaande tabel:

Investering	Jaar van aankoop	Bedrag	Per jaar	Aantal jaren	Cumulatief
		<i>k€</i>	<i>k€</i>	<i>k€</i>	<i>k€</i>
AR-XPS (incl. e-gun-set-up) 1e fase	2004	378	3,78	3	11,34
AR-XPS (incl. e-gun-set-up) 2e fase	2005	390	3,90	2	7,80
Uitgasopstelling 1 ^e fase	2004	71,7	0,72	3	2,16
Uitgasopstelling 2 ^e fase	2005	50	0,50	2	1,00
1e fase Metrology equipment (DUV LaserLab, Metrology tools, interferometer, OV)	2006	868	8,68	1	8,68
EBL-SEM	2006	500	5,0	1	5,0
Fotolakbehandeling (=Litho Side Tools)	2006	270	2,7	1	2,7
Plasmareiniging (CD-400 & CD-800)	2006	280	2,8	1	2,8
Contaminatie-analyse- apparatuur (EDS/WDS, LEIS, Tickertool, Ultrasoon cleaner)	2006	215	2,15	1	2,15
Totaal					43,63

4. Kavli Instituut voor Nanoscience/TU Delft

4.a. Stand van zaken

De uitbouw en vernieuwing van de infrastructuur is in 2006 nagenoeg volgens plan verlopen. De in 2005 uitgestelde voorzieningen voor de natte processing (cleanbenches, randapparatuur, DI installatie) zijn met de bouw van het nieuwe Nanocentrum in volle uitvoering gekomen. De multi-purpose opdamer is gerealiseerd. De upgrade van de ovenstack is afgerond. De tweede technicus is per 1 november gestart. Enkele kleine (voorbereidings)posten zijn doorgeschoven naar 2007 vanwege de nieuwbouw. Voorts enkele kleine afwijkingen in posten die naar voren zijn getrokken. Het budget is uitgebreid met 350 k€ vanwege een nadere bestemming van het reservebudget door het bestuur van NanoNed. Onderstaande tabel geeft een overzicht van de situatie.

NanoLab Investerings TUD/Kavli	Meerjaren begroting (in k€)	Plan 2006* (in k€)	Gerealiseerd / verplichting 2006 (in k€)	Cumulatief gerealiseerd t/m 2006 (in k€)	Toelichting
- <i>Natte processing</i>					
Cleanbenches/zuurkasten	1.110	444/666	946	946	<i>In Nieuwbouw</i>
Randapparatuur / voorzieningen	295	118/177	456	456	<i>In Nieuwbouw</i>
DI-water installatie	300	120/180	369	369	<i>In Nieuwbouw</i>
- <i>Lihografie</i>					
Onderhouds-contract EBPB	750	150	142	299	<i>Jaarlijkse post</i>
Mask aligners (NUV, DUV)	300	-	235	235	<i>Gereed</i>
Maskerprocessoren	250	-	-	185	<i>Gereed</i>
- <i>Dunne film fabricage</i>					
Sputter-opstell. dielectrica	270	-	-	266	<i>Gereed</i>
Multi-purpose Opdamper	450	450/0	465	465	<i>Gereed</i>
Ovens (oxidatie, LPCVD)	360	120	18	42	<i>Ovens gereed; LPCVD nog open</i>
- <i>Droogetsen</i>					
ICP-F	762	-	-	774	<i>Gereed</i>
ICP-Cl	249	-	-	263	<i>Gereed</i>
- <i>Inspectie</i>					
Opt. microscopen, Stylus, sheet resistance	150	50	12	12	<i>Sheet resist. naar voren, rest naar 2007 i.v.m. nieuwbouw</i>
HR-SEM	439	100	-	0	<i>Naar 2007 i.v.m. nieuwbouw</i>
- <i>Diversen</i>					
Wafer bonder, scriber	96	0	24	24	<i>Scriber eerder uitgevoerd</i>
1.6 technicus voor 5 jr.	400	50/20	40	40	<i>1^e per 1-2-06 2^e per 1-11-06 incl 50% opslag</i>
ALD; (extra uit reserve)	350	0		0	<i>In 2006 toegekend</i>
Totaal	6.531	1.182/ 1.463	2.707	4.375	

*) In grijs de achterstand uit 2005

Binnen de natte processing zijn voor deelposten belangrijke verschillen tussen begroting en uitvoering, waarbij het totaal overigens nagenoeg in balans blijft met de begroting. Over het geheel ontwikkelt zich een licht positieve balans tussen begroot en werkelijk uitgegeven. Het heeft in belangrijke mate te maken met gunstige onderhandelingsresultaten in de aankoop.

De eigen investeringen liggen voor op schema en bedragen cumulatief nu 6,173 M€. Dit komt vooral door de aanbouw van de nieuwe cleanroom, aangevuld met kosten m.b.t. facilitaire dienstverlening in NanoLab NL (personeel, gebruik cleanroom hieraan gerelateerd), lopende afschrijvingen van bestaande procesapparatuur en enkel kleinere investeringen. Een overzicht staat in onderstaande tabel.

Eigen Investeringen TUD/Kavli	Meerjaren begroting (in k€)	Plan 2006 (in k€)	Gerealiseerd/ Verplichting 2006 (in k€)	Cumulatief (2004-2006)	Toelichting
Nieuwe cleanroom	2.831	2.481	2.633	2.875	<i>Kosten technisch advies + nieuwbouw cleanroom</i>
Personeel					
directe loonkosten	2.000	320	279	1.135	<i>Exploitatiekosten facilitair werk betreft kosten tijdens introductie en begeleiding van gebruikers CR en van onderhoud/bewaking processen en apparatuur</i>
opslag (50%)	1.000	160	140	568	
kosten facility-werk	0	100	129	368	
Afschrijvingen					
procesapparatuur	814	200	207	699	<i>Lopende zaken rond bestaande CR-apparatuur en installaties</i>
installaties	105	40	39	141	
Investeringen apparatuur en voorzieningen	0	70	78	267	<i>Incidentele posten</i>
Verhuizing en aansluiting apparatuur	382	0	120	120	<i>Hook-up proces; voor 2007 gepland</i>
Totaal*	7.132	3.371	3.625	6.173	

*) Totaalbedrag aangepast n.a.v. extra toekenning van 350 k€ in subsidiedeel.

4.b. Gebruik apparatuur

Het gebruik van de infrastructuur loopt nog steeds gestaag op, nu zo ongeveer 130 gebruikers tegen 100 klanten zo'n 2 jaar geleden. Voornaamste oorzaken: extra aanloop van onderzoekprojecten uit allerlei NanoNed flagship programma's, oplopende contacten met diverse andere faculteiten binnen TU Delft, en een enkel contact uit MicroNed. Er wordt zeer veel buiten de normale werkuren gewerkt. Verbreding van de gebruikersgroep van buiten de TU Delft is nagenoeg gestabiliseerd. Wel komen er steeds meer externe opdrachten voor leveringen van preparaten. De expertfunctie van *E-beam lithografie* draait onveranderlijk op volle toeren, 7 dagen per week, 24 uur per dag. De expertfunctie van *droogetsen met geavanceerde reactieve plasma's* toont sterk oplopende activiteiten in IV (Si-gebaseerd), III-V (InP, GaN) materialen en magnetische materialen.

4.c. Bottlenecks

Er zijn geen noemenswaardige bottlenecks. Alle zaken die op de rol stonden zijn in uitvoering dan wel uitgevoerd. Enkele nieuwe voorzieningen zullen in de loop van 2007 pas gerealiseerd kunnen worden zodra het nieuwe Nanocentrum beschikbaar komt; vandaar dat enkele kleine aanloopbudgetten in voorgenomen investeringen nog niet zijn uitgegeven.

4.d. Samenwerkingen en interacties

Rond de 2 expertfuncties is er een intensieve uitwisseling van ervaringen via onderlinge contacten tussen gebruikers en via periodieke gebruikersbijeenkomsten. Procesresultaten worden opgeslagen in een algemeen toegankelijke database voor procesgegevens.

In nauwe samenhang met de expertfunctie *droogetsen met geavanceerde reactieve plasma's* is een langdurige samenwerking met de firma Alcatel tot stand gekomen. De intensieve werkcontacten met de firma MAPPER hebben zich gestabiliseerd op een gebruikersgroep van 6 personen.

De samenwerkingen met Vistec (voorheen Leica) en Shell zijn verder voortgezet. Met de firma TOK is samenwerking gestart op het terrein van hoge resolutie ebeam resisten.

4.e. Output en communicatie

- Voordracht Nanotechnologie en NanoLab NL, Flagship meeting, Wageningen, 8 december
- Voordracht Nanotechnologie en NanoLab NL, HOVO onderwijs, Delft, 21 november

De website van de Nanofaciliteit van TU Delft / Kavli Nanoscience is vernieuwd. We beogen hiermee een optimale transparantie te bieden voor potentiële gebruikers van de infrastructuur.

4.f. Herinvesteringsfonds

Conform de gesloten overeenkomst is de aangroei van het herinvesteringsfonds van TU Delft / Kavli Nanoscience volgens onderstaande tabel:

Investering	Jaar van aankoop	Bedrag (in k€)	Per Jaar	Aantal jaren	Cumulatief (in k€)
EBPG	2004	1.640	16,40	3	49,20
EBPG onderhoudscontract	2005	156	1,56	2	3,12
EBPG onderhoudscontract	2006	142	1,42	1	1,42
Alliance sputterdepositie	2005	266	2,66	2	3,99
Oven upgrade deel 1	2005	24	0,24	2	0,48
Oven upgrade deel 2	2006	17	0,17	1	0,17
ICP-F	2005	774	7,74	2	15,48
ICP-CI	2005	263	2,63	2	5,26
Mask aligner	2006	235	2,35	1	2,35
Mask processoren	2006	185	1,85	1	1,85
Opdamper	2006	465	4,65	1	4,58
Randapparatuur	2006	262	2,62	1	2,62
Totaal		4.425	44,25		90,52