

## University of Groningen

### Het licht, de tand en de mens

ten Bosch, J.J.

**IMPORTANT NOTE: You are advised to consult the publisher's version (publisher's PDF) if you wish to cite from it. Please check the document version below.**

*Document Version*

Publisher's PDF, also known as Version of record

*Publication date:*

2000

[Link to publication in University of Groningen/UMCG research database](#)

*Citation for published version (APA):*

ten Bosch, J. J. (2000). *Het licht, de tand en de mens*. s.n.

**Copyright**

Other than for strictly personal use, it is not permitted to download or to forward/distribute the text or part of it without the consent of the author(s) and/or copyright holder(s), unless the work is under an open content license (like Creative Commons).

The publication may also be distributed here under the terms of Article 25fa of the Dutch Copyright Act, indicated by the "Taverne" license. More information can be found on the University of Groningen website: <https://www.rug.nl/library/open-access/self-archiving-pure/taverne-amendment>.

**Take-down policy**

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

*Downloaded from the University of Groningen/UMCG research database (Pure): <http://www.rug.nl/research/portal>. For technical reasons the number of authors shown on this cover page is limited to 10 maximum.*

## Afscheidscollege J.J. ten Bosch: het licht, de tand en de mens<sup>1,1</sup>

Mijnheer de Rector, Mijnheer de voorzitter (en mijnheer de vice-voorzitter) van het College van Bestuur, Mevrouw de Secretaris van het College van Dekanen, (mijnheer de Voorzitter van de Universiteitsraad,) collegae, studenten en dierbaren.

### Inleiding.

Een afscheidscollege is een zelfgekozen, maar onmogelijke opdracht. Wat moet je met een terugblik? De voorzitter van de Tweede Kamer, Jeltje van Nieuwenhoven, wordt in het feministisch maandblad Opzij van december 1999 geciteerd met: “The past is a dangerous place to live in”: “het verleden is een gevaarlijke plaats om in te leven”. Voorzichtig met terugblikken dus. Bij een vooruitblik is het passend commentaar: “Hij wil over zijn graf heen regeren”. Waarom dan toch zo’n college willen geven? Psychologisch geschoolden zeggen dat het goed is om overgangen in het leven met een ritueel te markeren. Pensionering is zeker een overgang en voor een hoogleraar is een afscheidscollege het daarvoor geschapen ritueel. Maar de doorslag gaf dat het me wel leuk leek om gebruik te maken van de geboden gelegenheid om van deze plaats te spreken. Ook wilde ik de uitdaging wel aan. Diegenen die mij geholpen hebben mijn opvattingen met verwijzingen te onderbouwen, wil ik op dit ogenblik bedanken: Janny van Jaarsveld, George Mulder, ..... en enkele mensen bij de VNSU.

Ik zal het hebben over het licht, de tand en de mens. Die woorden geven weer hoe het zwaartepunt van mijn belangstelling in de loop van de jaren is verschoven. Bij mijn oratie in 1980 was de titel nog: “Het licht in de mondholte”<sup>2</sup>. Sindsdien is de mens er dus bijgekomen. Ik zal proberen om uit de ervaringen die ik heb opgedaan enkele conclusies te trekken om die aan belangstellenden door te geven. Het wetenschappelijk onderzoek komt aan bod bij ‘het licht’ en ‘de tand’, andere taken van een hoogleraar bij het onderdeel ‘de mens’<sup>3</sup>.

### Het licht<sup>4</sup>.

We beginnen dus met het licht. Het licht vond en vind ik een leuk onderdeel van de natuurkunde omdat het zo nauw aansluit bij de zintuiglijke waarneming. Ik ben niet zo’n metertjes-kijker. Het licht speelde al een rol aan het begin van mijn universitaire loopbaan. Die begon in 1954 bij de natuurkunde in Utrecht: student-assistent voor demonstratieproeven bij professor H.C. Burger, de aartsvader van de Nederlandse Medische Fysica. Het waren drie colleges per week: twee voor medische studenten, en een voor studenten tandheelkunde. Het laatste op zaterdag. Twee jaren daarvoor was Herman Berendsen mij in die functie voorgegaan; dezelfde Herman Berendsen die in het begin van dit jaar op deze plaats afscheid nam. Het contact met Burger zou overigens mijn verdere carrière sterk beïnvloeden.

In het eerste college moesten we de polsslagen door middel van een bewegende geprojecteerde lijn zichtbaar maken. Nú zou je dat met zo’n aanwijs-lasertje doen, toen was daar heel wat

<sup>1</sup> voetnoten verwijzen naar literatuur, eindnoten naar te vertonen dia’s.

voor nodig. Een kleine lichtbron met grote helderheid, een gloeiende koolspits dus, een condensor-lens, een spleet en een projectielens. Maar voordat we begrepen hoe die twee afbeeldingen in elkaar zaten, moest er heel wat nagedacht worden<sup>5</sup>. U ziet de éne stralengang met getrokken lijnen: die beelden de lichtbron af op het spiegeltje; de andere afbeelding, met de onderbroken lijnen weergegeven, beeldt de spleet af op het scherm. U zult het nu net zo traag begrijpen als ik indertijd. Maar het werkte: als de polsslagader door de polsslag dikker en dunner werd, draaide het spiegeltje. Zie rechts bovenaan. Daardoor ging het spleetbeeld, dus een lichtende lijn, heen en weer over het scherm. Zie linksonder.

De tweede herinnering uit de vroege tijd betrof een van de eerste lasers. Meindert Koedam bij Philips had er een gemaakt en wij mochten ermee spelen. Het verhaal was dat laserlicht een bijna onbegrensde coherentielengte had. We wilden wel eens proberen of we dat in een demonstratieproef konden laten zien en zetten het ding, 1 meter lang, dus voor een Michelson interferometer<sup>6</sup>. Het verhaal was *niet* waar: na een 20 cm weglengteverschil hield de interferentie ermee op. Maar bij een weglengteverschil van 1 meter begon de interferentie weer<sup>7</sup>. We hebben toen de zichtbaarheid van het interferentiepatroon gemeten als functie van het weglengteverschil, en daaruit het aantal modes berekend dat aan de emissie bijdroeg. Dit leidde tot mijn eerste optische publicatie: ten Bosch en de Voigt in het *Am J Physics* 1966<sup>ii</sup>.

Later, ik was al in Groningen, was er vanwege het onderzoek aan tanden, waarover zo dadelijk, behoefte aan methoden om absorptie en verstrooiing in troebel materiaal te meten. Het bleek dat de optica van de troebele materialen daar geen oplossing voor leverde. Dus werd Groenhuis als tweede optische promovendus, zo rond 1977, gevraagd daar iets voor te bedenken. Ferwerda, de theoretisch opticus in Groningen, werd om hulp gevraagd om er passende theorie bij te ontwikkelen<sup>8</sup>.

Hier ziet u het principe waar Groenhuis mee werkte. Licht dat uit een lamp komt wordt met een dunne optische fiber geleid naar een te onderzoeken stuk troebel materiaal. Het licht loopt door het materiaal. Een microscoop staat er boven en meet het licht dat weer naar buiten treedt. Het microscoop kan worden heen en weer bewogen en meet dus als functie van de afstand tot de fiber. Het experiment en de verklarende theorie werden beschreven in twee publicaties<sup>iii</sup> die zeer de aandacht trokken en deel vormen van de basis van het vakgebied dat nu wefsoptica heet.

Dat vakgebied is ontstaan door intensieve wisselwerking van zuiver wetenschappelijk onderzoek en toepassingsgericht onderzoek in vele gebieden. Ik noem optische detectie van borsttumoren, photo-dynamische therapie van tumoren, laserchirurgie. Ook onze bijdrage kwam tot stand door een vraag vanuit een toepassing: de tandheelkunde. Meer algemeen is wefsoptica een deel van de optica van troebele materialen. Dat is een fundamenteel gericht vakgebied dat toepassingen heeft in de meteorologie, de remote sensing en bij militair gebruik. Niet voor niets was het computerprogramma van Groenhuis afkomstig uit het Institute for Naval Research van het Amerikaanse Ministerie van Defensie.

---

<sup>ii</sup> ten Bosch JJ, de Voigt MJA: Interferometric study of the modes of a visible gas laser with a Michelson interferometer. *Am J Physics* 1966; **34**: 479-482

<sup>iii</sup> Groenhuis RAJ, Ferwerda HA, ten Bosch JJ: Scattering and absorption of turbid materials determined from reflection measurements. 1: Theory. *Appl Opt* 1983; **22**: 2456-2462; Groenhuis RAJ, ten Bosch JJ, Ferwerda HA: Scattering and absorption of turbid materials determined from reflection measurements. 2: Measuring method and calibrations. *Appl Opt* 1983; **22**: 2463-2467.

Nog weer later is de methode van Groenhuis door Bolt gemoderniseerd en is Rinzema, begeleid door Ferwerda en Hoenders, een eind opgeschoten met verbetering van de theoretische basis van de methode. Zij gebruikte enkele computersimulaties om op andere manier inzicht te krijgen. Ook hadden we veel aan Nederlandse collega's in de sectie 'weefseloptica' van de Vereniging voor Biofysica. En onlangs droeg ik nog een klein steentje bij in een publicatie met Reindert Graaff.

***Samenvattend: ik heb geleerd dat de visuele waarneming heel nuttig is als start en controle op de fysische, instrumentele waarneming. Ook heb ik geleerd dat het heel zinvol is als zuiver onderzoek wordt gestimuleerd door vragen vanuit toepassingen. Daar is veel voor en niets tegen.***

## **De tand.**

In 1971 vertrok ik naar Groningen en werd al snel betrokken bij diverse onderzoeken van klinische tandartsen die een promotie-onderzoek deden of wilden doen. Dat was uiteraard heel goed voor iemand die niets van tandheelkunde wist. Ik vond het ook erg leuk. Het was zelfs zo dat de eerste promotie waar ik als promotor bij betrokken was, een kaakchirurg in opleiding betrof: Lex van Gool promoveerde op kwantitatieve meting van de zwelling van de wang na verwijdering van een verstandskies in de onderkaak<sup>iv</sup>. Later volgden Dibbets over kaakgewrichtsproblemen, Pruim over bijtkrachten, Kragt over de vervorming van droge schedels onder orthodontische belasting, van Oort en van der Burgt over de kleur van het gelaat, resp. de tanden.

Binnen de onderzoekslijn van het toenmalige laboratorium voor Materia Technica koos ik een voor mij gemakkelijk onderwerp: fluorescentie van tandweefsels. Kwalitatieve publicaties over fluorescentie van tanden waren er genoeg, kwantitatieve echter niet. Het is de fysicus eigen om kwantitatieve gegevens nuttiger te vinden dan kwalitatieve en dus kreeg mijn eerste promovendus, Daniel Spitzer, de opdracht om kwantitatief de absorptie, verstrooiing en fluorescentie in tandglazuur te bepalen. Hij gebruikte daarvoor dunne plakjes tandglazuur, uiteraard een gruwel voor iemand die vindt dat een biologisch materiaal in zijn natuurlijke toestand bestudeerd moet worden<sup>9</sup>. De publicatie daarover<sup>v</sup> wordt echter nog steeds geciteerd, en over het onderwerp is het laatste getal nog lang niet verschenen. En dat laatste komt omdat troebel materiaal toch zeer weerbarstig is om optisch te onderzoeken.

Na dit eerste werk kwam de kwantumopbrengst van de glazuurfluorescentie aan de beurt, waarvoor een nieuw optisch model van fluorescentie in troebel materiaal nodig was, dat dan ook gepubliceerd werd in *Applied Optics*<sup>10, vi</sup>. Hier ziet u het model: blauw licht valt op een plaatje troebel materiaal. Het gaat erin, komt terug, gaat er door. Binnenin volgt het een kronkelende weg omdat het materiaal troebel is. Binnenin treedt fluorescentie op, dat wil zeggen dat er oranje licht wordt opgewekt. Dit gaat deels terugwaarts, deels voorwaarts. Spitzer ontwikkelde een theorie die al die hoeveelheden licht met elkaar in verband bracht. Ook dit werk was dus toepassing-gestimuleerd fundamenteel onderzoek. Spitzer promoveerde kort na van Gool, in 1976.

---

<sup>iv</sup> van Gool AV: De verstandskies in de onderkaak. Proefschrift Geneeskunde Groningen, 1975.

<sup>v</sup> Spitzer D, ten Bosch JJ: The absorption and scattering of bovine and human dental enamel. *Calcif Tiss Res* 1975; 17: 129-137.

<sup>vi</sup> Spitzer D, ten Bosch JJ: Luminescence of turbid materials. A theoretical model and its comparison with experiment. *Appl. Opt.* 1976; 15:934-939.

Het bij ‘het licht’ genoemde weefseloptisch onderzoek leidde tot begrip van de lichtdoorgang in de tand, dat kon worden gebruikt bij studies naar huidskleur en tandkleur, met promoties van van Oort en van der Burgt en bij later werk met Coops. Het zuiver optische werk van Bolt leidde tot de conclusie dat het niet zinvol is om tandkleur te meten met een kleine meetopening van bijvoorbeeld 3 mm diameter<sup>11</sup>, <sup>vii</sup>. Het is echter gebleken dat het moeilijk is om andere, met name Amerikaanse, onderzoekers hiervan te overtuigen.

In de late zeventiger jaren heroriënteerde het hele laboratorium zich op caries. Dat gebeurde op initiatief en onder leiding van Arends. Het was het begin van de ‘maatschappijgerichtheid’ van onderzoek. Borsboom en ik gingen eens kijken waarom de witte vlek, die het eerste gevolg is van het cariesproces op het tandglazuur, eigenlijk wit is. En of die witheid ook gekwantificeerd kon worden. Dat bleek te kunnen. De eerste publicatie ging over het principe: het gebruik van een opzettelijk klein venster om ‘reflectie’ van troebel materiaal te meten<sup>12</sup>, <sup>viii</sup>. De methode werd geminiaturiseerd en vereenvoudigd, getest in het laboratorium door van der Mei en Borsboom<sup>ix</sup> en in de kliniek door Øgaard in Oslo<sup>13</sup>, <sup>x</sup>.

In de tachtiger jaren werd de kwantitatieve meting van fluorescentie voor de bepaling van de ernst van carieuze lesies in gladde tandvlakken ontwikkeld door de fysicus de Josselin de Jong en de klinisch carioloog Angmar-Månsson in Huddinge (Zweden). De Josselin de Jong was en is een oud-promovendus. De groep die deze techniek perfectioneert omvat nu ook van der Veen, ook een voormalig promovendus, klinici van ACTA en van het Dental Research Institute in Indianapolis. Omdat hij kwantitatief is kunnen kleine veranderingen in de ernst van een lesie er veel eerder en objectiever mee worden bepaald dan met klassieke methoden van caries onderzoek waarin vooral gaatjes en vullingen worden geteld. Daarom zal deze methode vooral toepassing vinden in klinische studies van methoden voor preventie van caries.

Vandaag de dag lopen de lijnen ‘licht’ en ‘tand’ nog steeds tezamen door, in onderzoek waarbij ik betrokken ben. Zo wordt in Orlando de lengte van de weg van ingestraald licht in de tand gemeten aan gezonde en carieuze tanden<sup>14</sup>. Die kwantitatieve studie kan de thans gebruikte verklaring van de witheid van lesies bevestigen of verwerpen. Zo is Zijk bezig met de laatste versie van een artikel over de verstrooiing in carieus glazuur en probeert hij alle kwantitatieve optische gegevens over glazuur en dentine in verband te brengen met elkaar en met gegevens over de structuren daarvan.

***Samenvattend: van dit interdisciplinaire werk heb ik geleerd dat de kwantitatieve benadering van de natuurkunde, dus de benadering waarbij getalgrootten bepaald worden, een zinvolle aanvulling is op de beschrijvende benadering. Kwantitatief onderzoek maakt conclusies mogelijk die niet mogelijk zijn met onderzoek dat alleen beschrijvend is<sup>xi</sup>.***

---

<sup>vii</sup> Bolt RA, ten Bosch JJ, Coops JC: Influence of window-size in small-window colour measurement, particularly of teeth. Phys Med Biol 1994; 39: 1133-1142; Bolt RA, ten Bosch JJ, Coops JC: Influence of edge-loss in small-window color measurement, especially of teeth. Opt & Photonics News 1994; 4: 36.

<sup>viii</sup> Borsboom PCF and ten Bosch JJ: Fiber-Optic scattering monitor for use with bulk opaque material. Appl Opt 1982; 21: 3531-3535.

<sup>ix</sup> ten Bosch JJ, van der Mei HC, Borsboom PCF: optical monitor of in vitro caries. A comparison with chemical and microradiographical determination of mineral loss in early lesions. Caries Res 1984; 18: 540-547.

<sup>x</sup> Øgaard B, ten Bosch JJ: Regression of white spot enamel lesions. A new optical method for quantitative longitudinal evaluation in vivo. Amer J Orthod Dent Orthop 1993; 106: 238-242.

<sup>xi</sup> Zie bijvoorbeeld: van Gool AV, ten Bosch JJ, Boering G: Int J Oral Surg 1977; 6:29-37; Pruim GJ, de Jongh HP, ten Bosch JJ: J. Biomechanics 1980; 13:755-763; van Oort RP, Vermey J, ten Bosch JJ: J Prosth Dent 1984;

## De mens<sup>15</sup>.

**De interdisciplinaire onderzoeker.** De rest van dit verhaal gaat over de mens, beperkt tot de universitaire Nederlandse mens. Daar ben ik, zoals dat tegenwoordig heet, ervaringsdeskundig in. Het eerste aspect betreft de mens als onderzoeker in een interdisciplinair onderwerp<sup>16</sup>. De basis voor mijn ervaringsdeskundigheid hierbij zijn de zojuist genoemde samenwerkingsverbanden met klinici-onderzoekers in Nijmegen, Oslo, Huddinge (Zweden) en Indianapolis. Ook leerde ik veel van de al genoemde promoties van tandartsen die een klinisch onderwerp bestudeerden waaraan een fysisch aspect verbonden was of waarbij een fysische techniek werd gebruikt.

Ik leerde uit die samenwerkingsverbanden hoe multidisciplinair onderzoek dient te gebeuren wil het enerzijds klinisch relevant zijn, anderzijds een gezonde fysische basis hebben. Ik leerde dat de wederzijdse deelnemers uit verschillende culturen stammen, die alletwee zich nogal elitair opstellen. Fysici vinden dat de fysica eigenlijk de moeder van de experimentele wetenschappen is en dus per definitie een denktrant heeft die navolgenswaardig is. Clinici vinden dat het omgaan met de patiënt en het verlenen van gezondheidszorg iets is waar een niet-clinicus geen verstand van heeft en dat deze niet kan begrijpen. Het zijn dus alletwee veelal gesloten culturen<sup>17</sup>. Ik kan met beide uitgangspunten een heel eind meegaan, maar dat is geen reden om de andere cultuur buiten te sluiten als samenwerking nodig is voor goed onderzoek met toepasbare resultaten. Een ‘goed’ onderzoeksresultaat moet klinisch relevant zijn enerzijds en fundamenteel correct anderzijds. Voor vruchtbaar multidisciplinair onderzoek is het dus nodig de deskundigheden uit beide culturen te bundelen. De wederzijdse samenwerkenden dienen zich daartoe open te stellen voor mentaliteitsbeïnvloeding en bereid te zijn zich in te spannen om een beetje deskundigheid van de andere cultuur te krijgen<sup>18</sup>. Dat kost wederzijds tijd en inspanning. Maar zonder dat ontstaat geen zinvolle discussie over gezamenlijk onderzoek. Zo’n discussie moet omvatten: het gezamenlijk opstellen van een plan, het gezamenlijk vinden van de beste oplossingswijze voor optredende problemen, het gezamenlijk eens worden over een publicatietekst<sup>19</sup>. Elders ben ik uitvoeriger daarop ingegaan<sup>xii</sup>.

**Samenvattend: als de mens-onderzoeker waarlijk multidisciplinair onderzoek wil doen, dient hij in de eerste plaats zijn mentaliteit aan te passen<sup>20</sup>. Pas op de tweede plaats komt een beetje wederzijdse deskundigheid als gespreksbasis.**

**De onderzoeksleider.** Het tweede deelonderwerp van ‘de mens’ betreft de onderzoeksleider<sup>21</sup>. Daar heb ik alleen maar waarnemers-verstand van, maar ik pretendeer redelijk goed te hebben gekeken en geluisterd in vier plaatselijke en landelijke onderzoekscommissies. En natuurlijk heb ik geluisterd naar hen die mijn belangen in deze behartigden: eerst Joop Arends en later Henk Busscher. En ook las ik wel eens iets.

De onderzoeksleider moet ‘goed’ onderzoek laten doen. Daar is hij of zij voor ingehuurd. De kwaliteit van het onderzoek wordt beoordeeld door een plaatselijke, landelijke of internationale commissie. Zo’n commissie beoordeelt aan de hand van criteria. Die criteria

---

52: 704-710; Roodenburg JLN, ten Bosch JJ, Borsboom PCF: J Oral Maxillofac Surg 1990; 19: 181-183; Øgaard B, ten Bosch JJ: Amer J Orthod Dent Orthop 1993; 106:238-242; ten Bosch JJ, Coops JC: J Dent Res 1995; 74: 374-380; Zijp JR, ten Bosch JJ: Appl Opt 1993; 32: 411-415, Phys Med Biol 1998; 43: 3065-3081; ten Bosch JJ, Fennis-Ie Y, Verdonschot EM: J Dent Res 2000; ...

<sup>xii</sup> Guest Editorial, Caries Res 2001; 35 (1)

geven als het ware de definitie van ‘goed’. De onderzoeksleider wil dat zijn groep bloeit en groeit en wil dus goed uit de beoordelingen tevoorschijn te komen. Hij of zij zal het gedrag van de onderzoekers in de groep dus afstemmen op de criteria. Is het aantal publicaties per jaar in wetenschappelijke tijdschriften het voornaamste criterium, dan zal de leider zorgen dat er veel en dus kleine publicaties in zulke tijdschriften verschijnen. Is de kwaliteit, de ‘impactfactor’, van het tijdschrift ook van belang, dan zal de leider mikken op zo goed mogelijke tijdschriften en het risico van afwijzing en dus publicatievertraging voor lief nemen. Is het voornaamste criterium het aantal publicaties per jaar in populair-wetenschappelijke tijdschriften, dan zal de onderzoeksleider opdracht geven om dergelijke publicaties te schrijven. De beoordelingscriteria leiden dus tot *sturing* van het gedrag van onderzoeksleiders.

Nu gaan we eens na wat de criteria in de praktijk zijn. Alle criteria die ik ken gebruiken alleen of in hoofdzaak tellingen van wetenschappelijke publicaties, dat zijn publicaties die gericht zijn op wetenschappers<sup>22</sup>. Bij die tellingen wordt al of niet gewogen met de kwaliteit van het wetenschappelijk tijdschrift waarin ze verschenen. De commissie-Reneman van de Koninklijke Akademie van Wetenschappen die in 1994 rapporteerde over onderzoek in de medische wetenschappen, gebruikte in hoofdzaak gewogen tellingen<sup>xiii</sup>. De commissie-Wyder van de Vereniging van Samenwerkende Nederlandse Universiteiten die in 1996 rapporteerde over natuurkundig onderzoek deed eerst een subjectief gebaseerde beoordeling en verifieerde die daarna met tellingen van publicaties en van het aantal malen dat deze geciteerd werden<sup>xiv</sup>. Dat was steeds in overeenstemming met de criteria die verstrekt werden door de VSNU<sup>xv</sup>. Daar staat dat kwaliteit moet worden beoordeeld aan de hand van dissertaties en wetenschappelijke publicaties. Veel *minder* van belang zijn de vakpublicaties, dat zijn publicaties gericht op beroepsmatige gebruikers van wetenschappelijke kennis zoals artsen, tandartsen, notarissen, advocaten, enz. *Helemaal* niet van belang zijn de publicaties die gericht zijn op verspreiding van wetenschappelijke kennis bij niet-wetenschappers.

Deze beoordelingen leiden uiteraard tot publicatiedruk<sup>23</sup>. Die druk is zinvol. Wetenschappers moeten hun best doen uiteraard. Maar de nadruk die de huidige criteria leggen op wetenschappelijke publicaties is eenzijdig. Hij leidt tot vele, dus kleine, publicaties in zo goed mogelijke tijdschriften. Dat soort publicaties zou ik ‘gegevens-publicaties’ willen noemen. Door die nadruk worden andere zaken verwaarloosd<sup>24</sup>. Verwaarloosd worden allereerst de productie van overzichtsartikelen en zogenaamde meta-analyses die gegevens-publicaties met elkaar vergelijken en zo tot nieuwe ‘kennis’ komen. Dat soort publicaties kosten nar verhouding te veel tijd. Verwaarloosd word verder de productie van publicaties die de kennis verspreiden bij beroepsgebruikers zoals tandartsen en bij de samenleving als geheel. ‘Vakpublicaties’ dus, en populair-wetenschappelijke publicaties.

Is dat allemaal ‘erg’? Ja, dat is erg allereerst omdat het verwaarlozen van meta-analyses leidt tot het verwaarlozen van de eerste doelstelling die de overheid voor universitair onderzoek heeft: “het leveren van bijdragen tot de ontwikkeling van de wetenschappen”. Politiek lijkt me interessanter dat de samenleving, in deze vertegenwoordigd door de overheid, *meer* doelstellingen van onderzoek heeft geformuleerd dan alleen het leveren van zulke bijdragen<sup>25</sup>. De overheid wenst *ook* en ik citeer: “het verhogen van het culturele niveau van de

---

<sup>xiii</sup> Discipline-Advies Geneeskunde. Amsterdam, KNAW, 1994. p. 11

<sup>xiv</sup> Quality assessment of Research – Physics. An Analysis of Physics in the Dutch Universities in the Nineties. Utrecht, VSNU, 1996. p. 24

<sup>xv</sup> Quality Assessment of Research – Protocol 1994. Utrecht, VSNU, 1994. p.14; Assessment of Research Quality – Protocol 1998. Utrecht, VSNU, 1998. p. 7



samenleving” en “het leveren van een bijdrage tot het oplossen van maatschappelijke vraagstukken”. Ik citeerde uit de ‘BUOZ-nota’ van, let wel, 1980<sup>xvi</sup>. Ik kan ook citeren uit 1999, het Wetenschapsbudget 2000 van de Minister van OCenW: “Onderzoekers hebben de verantwoordelijkheid om te communiceren met de samenleving.”<sup>xvii</sup> en: “Onderzoekers die zich, behalve door de kwaliteit van hun werk ook op externe gerichtheid onderscheiden komt om die reden waardering toe”<sup>xviii</sup>. Tussen 1980 en 1999 zullen de opvattingen wel niet veel anders geweest zijn. Anders gezegd: de samenleving verwacht voor zijn geld méér van de wetenschappers dan bevordering van de wetenschap. De huidige criteria voor beoordeling van onderzoek gaan aan deze overheidsdoelstellingen voorbij. Zij zijn alléén afgestemd op “het leveren van bijdragen tot de ontwikkeling van de wetenschappen”.

Er is dus sprake van discrepantie tussen overheids verlangens en vertaling daarvan in beoordelingscriteria waar de onderzoekers mee te maken hebben<sup>26</sup>. Het gaat dan ook noodzakelijk verkeerd: aan de verlangens van de overheid wordt door de onderzoekers maar zeer ten dele voldaan. Deze overheid zal dan ook wel niet tevreden worden over die onderzoekers<sup>xix</sup>. En dat zal de onderzoekers wel weer to schade zijn. De oorzaak is een communicatiestoornis tussen de overheid en de beoordelende instanties zoals de Akademie van Wetenschappen en de Vereniging van Universiteiten.

Ik vind dat die discrepantie moet verdwijnen: onderzoekers dienen de overheidsdoelstellingen na te spreken. Er moeten dus meta-analyses, vakpublicaties en populair-wetenschappelijke publicaties geschreven. Dat gebeurt alleen als de beoordelingscriteria veranderen<sup>27</sup>. Dat kunnen de beoordelende instanties zelf doen, maar ik kan mij eventueel voorstellen dat de overheid de criteria rechtstreeks beïnvloedt. De *toepassing* van de criteria moet worden overgelaten aan onderzoekersorganisaties zelf, zoals het sinds 1980 al is geweest<sup>xx</sup>.

***Samenvattend: voor de mens-onderzoeksleider zijn beoordelingscriteria gedrag-bepalend. Die criteria komen niet overeen met de doelstellingen van universitair onderzoek die de overheid geeft geformuleerd. Dat is schadelijk voor de voortgang en het imago van de wetenschap. De criteria dienen dus te veranderen.***

De publicatiedruk leidt ook tot vermindering van risico-dragend onderzoek<sup>28</sup>. Dat is zeer ernstig. Ik herinner mij levendig het symposium over serendipiteit, hier in Groningen door Henk Huisjes georganiseerd. Daar stelde een jong onderzoeker een vraag aan de toenmalige voorzitter van de Nederlandse Organisatie voor Wetenschappelijk Onderzoek, Jan Borgman. Hij vroeg of halverwege een NWO-promotie-onderzoek van de planning mocht worden afgeweken, indien de promovendus en zijn begeleider/promotor dat een zinvolle verandering in de richting van vernieuwend onderzoek zouden vinden. Die voorzitter weigerde die vraag te beantwoorden. Ik vond dat treurig. Vernieuwing verdient stimulering en dat gebeurde niet. Door een van de hoogste onderzoeksbazen, nota bene. Ik vind dat “veronachtzaming van

---

<sup>xvi</sup> Beleidsnota universitair onderzoek, Tweede Kamer 1979-1989, no 15 825; p. 7

<sup>xvii</sup> Wie oogsten wil, moet zaaien; Wetenschapsbudget 2000. Min. OCenW 39.084/3.000, juni 1999. p. 32

<sup>xviii</sup> *ibid.* p.41

<sup>xix</sup> Dat onderzoekleiders zullen reageren op publicatiedruk is al gesignaleerd in 1988 bij de evaluatie van de Voorwaardelijke Financiering. (Spaapen JB, van Suyt CAM, Prins AAM, Blume SS: De moeizame relatie tussen beleid en onderzoek, p 103) In de twee rapporten die de onderzoeksschool evalueerden is echter over reacties van onderzoekers niets te vinden (Beleidsgerichte studies Hoger onderwijs en Weteenschappelijk onderzoek no 71: De Onderzoeksschool Twee evalatieve rapporten Ministerie OCenW, 2000).

<sup>xx</sup> Beleidsnota universitair onderzoek, Tweede Kamer 1979-1989, no 15 825; p. 16



talent<sup>xxi</sup>, een uitdrukking van de studente Lian Merckx die vanaf deze plaats een toespraak hield bij de opening van dit academisch jaar.

Nu weet ik wel dat met Pionier-subsidies en Spinoza-prijzen geheel vrij onderzoek mogelijk is, maar dat betreft maar een zeer gering deel van het totale Nederlandse onderzoek. Mijn voorstel is dat er een regeling komt als bij zeilwedstrijden waar de slechtst gevaren wedstrijd niet mee telt<sup>29</sup>. Bij de beoordeling van onderzoek zou men bijvoorbeeld het slechtst lopende project van een onderzoeksgroep niet mee kunnen tellen. Mislukking van een onderzoekproject als gevolg van het nemen van een risico levert dan geen verlaging van de beoordeling op.

***Samenvattend: door de beoordelingsdruk vermijdt de mens-onderzoeksleider vernieuwend onderzoek, omdat dat risico-dragend is. Het beoordelingsmechanisme kan zodanig worden veranderd dat dit bezwaar sterk wordt verminderd.***

***De universitaire onderwijs-maker.*** Ten derde wil ik kijken naar de universitaire mens als onderwijsmaker<sup>30</sup>. Mijn ervaringsdeskundigheid komt van landelijke en Groningse onderwijscommissies in de tandheelkunde, van een dekaanat waarin een majeure onderwijsvernieuwing werd aanvaard, van de visitatiecommissie tandheelkunde Nederland en Vlaanderen 1994, en van praktisch lesgeven zowel in colleges als in groepswork vanaf 1969 en van begeleiding van persoonlijke projecten door studenten.

Tot 1982 was de cursusduur van elke universitaire opleiding tot doctorandus landelijk vastgelegd op vijf jaren<sup>31</sup>. Selectiemomenten waren er niet. In 1982 kwam de wet twee-fasen structuur. Daarin werd de cursusduur tot het doctoraal met een jaar verkort tot vier jaar. Dat heette de eerste fase. Er kwam een tweede fase met opleidingen voor geneeskundige beroepen, leraren en onderzoekers<sup>xxii</sup>. De doelstelling van het wetenschappelijk onderwijs<sup>xxiii</sup> werd niet veranderd. De Memorie van Toelichting (MvT) bij het wetsvoorstel<sup>xxiv</sup> stelde dat daling van het doctoraalniveau niet de bedoeling was en ook niet nodig. De verkorting moest mogelijk worden door efficiënter onderwijs met vermindering van nutteloze ballast, door differentiatie met een betere afstemming op de maatschappelijke vraag naar doctorandi en door betere afstemming op de variatie in aanleg en belangstelling van de student. Die moest ook harder studeren. Als prikkels daartoe dienden een propedeutisch examen na een jaar studie, met een oriënterende, verwijzende en selectieve functie en een beperking van de inschrijvingsduur. Kortom, er moest *vernieuwd*.

Sommige opleidingen gaven aan deze prikkel gehoor. Niet alleen Geneeskunde Maastricht met de rest van Maastricht in haar kielzog, hoewel dat voorbeeld de meeste publiciteit heeft getrokken. Ook in Nijmegen bij de faculteit Beleidswetenschappen, in Rotterdam bij Economie en Bedrijfswetenschappen en er zijn er vast nog wel meer.

Andere opleidingen vernieuwden weinig maar voldeden uiteraard aan de tekst van de wet. Men comprimeerde de stof wat, knipte franje en een stuk deelname aan wetenschappelijk onderzoek eraf. Van de tweede-fase opleiding tot onderzoeker kwam weinig terecht. Daarom werd die in de WWO '86<sup>xxv</sup> afgeschaft en werd de assistent in opleiding ingevoerd, de aio.

---

<sup>xxi</sup> Lian Merckx: Het koesteren van talent. Rede bij de opening van het Academisch Jaar 2000 RUG.

<sup>xxii</sup> Wet twee-fasenstructuur w.o. Staatsblad 1981 137

<sup>xxiii</sup> Wet Wetenschappelijk Onderwijs, Art. 1.

<sup>xxiv</sup> Tweede Kamer, zitting 1979-1980, 16 106, nrs 3-4, p. 12.

<sup>xxv</sup> Wet op het Wetenschappelijk Onderwijs, Staatsblad 1986 388

Een mengsel van opleiding en onderzoek, af te sluiten met een promotie. De duur, althans de betaalde duur, werd op 4 jaar gezet. De universiteit kreeg financiële prikkels toegediend om de promotie ook echt in vier jaar te bewerkstelligen.

In 1994 bleek dat “de maatschappij” niet gelukkig was met de ingenieurs die de technische universiteiten afleverden<sup>32</sup>. De minister citeert<sup>xxvi</sup> een rapport uit het bedrijfsleven dat bij de afstuderende ingenieur lacunes signaleert: in zelfstandigheid, in vermogen tot integratie, in academische werkwijze, in specifieke ingenieursvaardigheden. Dat is nogal wat: het niveau was dus toch gedaald. En ook nog was de werkelijke studieduur boven de nominale studieduur. Zowel de niveau-kwestie als de studieduur-overschrijding leidden er toe dat in 1995 bij wet<sup>xxvii</sup> de cursusduur van de ingenieurs-opleidingen weer werd verhoogd naar vijf jaar. De oude situatie dus. Als argumentatie werd de overschrijding van de cursusduur aangevoerd alsook het vereiste van de “dubbele kwalificatie”: wetenschappelijk en beroepsmatig. In de MvT bij het wetsvoorstel wordt expliciet gesteld dat een en ander niet geldt voor verwante natuurwetenschappelijke opleidingen.

Maar ziet: bij wet van 1999<sup>xxviii</sup> wordt het mogelijk dat ook de cursusduur van de natuurwetenschappelijke opleidingen, behalve tot doctorandus biologie, wordt teruggebracht naar vijf jaar<sup>33</sup>. Argumenten zijn: dat ook hier de werkelijke studieduur veel langer is dan de nominale studieduur; zomede cursusduur-vergelijking met het buitenland. De Memorie van Toelichting citeert daartoe nationale visitatiecommissies maar ook een internationale visitatiecommissie. Deze laatste, voor Natuur- en Sterrekunde, breekt krachtens het citaat ook de staf over de Nederlandse opleidingen: “beperkt van reikwijdte, relatief smal van opzet, minder flexibel, disciplinair minder breed, minder toegesneden op de eisen van de arbeidsmarkt”<sup>xxix</sup>. Minder dan in andere landen, kennelijk. Zo kan ‘ie wel weer. Mijn conclusie luidt dat deze opleidingen het huiswerk niet goed hebben gedaan; het huiswerk hen in 1982 bij de wet twee-fasenstructuur opgelegd. De MvT voor de wet in 1999 zegt op pag. 4 letterlijk dat “het wetsvoorstel tot doel heeft de condities te scheppen die het mogelijk maken dat een wezenlijke vernieuwing en verbetering van het natuurwetenschappelijk onderwijs tot stand komt.”. Dat was in 1982 ook al de bedoeling. De wetgever heeft echter zijn lesje geleerd: de wet geldt nu maar voor enkele jaren en kent voorwaarden. De wetgever expliciteert nu de criteria voor de “nieuwe opleidingen”: voldoen aan maatschappelijke behoefte, vernieuwing en verbreding, studeerbaarheid, differentiatie<sup>xxx</sup>. Ten dele waren die er in 1982 ook al. Maar nu is er een stok achter de deur: elke universiteit die een vijfjarige opleiding wil, moet vooraf aan de minister laten zien dat deze aan de criteria zal voldoen.

Een interessant proces, dat ik kort en *te* eenvoudig samenvat<sup>34</sup>: de hier genoemde universitaire ondewijsmakers hebben na 1982 niet gedaan wat de wetgever van hen vroeg. De wetgever belooft dit ongewenst gedrag nu met een cursusduurverlenging maar wenst controle te houden en neemt daarmee de opleidingen een groot deel van hun zelfstandigheid af. Ik vind dat logisch. Het spreekwoord van de kan en het deksel is mijns inziens van toepassing.

---

<sup>xxvi</sup> Memorie van Toelichting bij de wijziging van de Wet op het hoger onderwijs en wetenschappelijk onderzoek, Tweede Kamer 1993-1994, 23 703, nr 3, p. 3.

<sup>xxvii</sup> Wet houdende wijziging van de wet op hoger onderwijs en wetenschappelijk onderzoek ... inzake verlenging cursusduur technische opleidingen en opleidingen op het gebied van landbouw ... Staatsblad 1995 306

<sup>xxviii</sup> Wet houdende voorschriften van tijdelijke aard in verband met vernieuwing van opleidingen in het wetenschappelijk onderwijs op het gebied van de natuur. Staatsblad 1999 180

<sup>xxix</sup> Memorie van toelichting, Tweede Kamer 1998-1999, 26 339, nr 3. p. 3 bovenaan

<sup>xxx</sup> Wet, Art. 2, lid 2

***Samengevat heb ik hiervan geleerd dat de mens als universitaire onderwijsgever langdurig het gedrag kan vermijden, dat door de wetgever wordt gewenst. Hij levert daar uiteindelijk vrijheid voor in.***

***De student en de examinerator.*** Dit brengt mij vanzelf op de universitaire mens die student is. Ik beperk mij tot de student in wisselwerking met de examinatoren<sup>35</sup>. Ik was ruim vijftientig jaar voorzitter van de een of andere examencommissie. Die student is gericht op studievoortgang, tegenwoordig op last van onze minister uitgedrukt in studiepunten van een week inspanning. En op last van onze minister wordt de studievoortgang nauwlettend bewaakt aan de hand van normen. Bij onvoldoende voortgang komen de financiën van de student in gevaar. Daarom richt de student zich bij zijn, ik bedoel: haar, studie op het slagen voor tentamens<sup>36</sup>. Nou vooruit: niet alle, maar bijna alle studenten. Haar studiemethode stemt zij af op de tentamens. Ik geef haar geen ongelijk. Toen ik student was, deed ik dat ook. Vraagt het tentamen inzicht, dan zal de student trachten dat door discussie te verwerven. Vraagt het tentamen feitjes, dan leert zij feitjes uit boeken en vooral recente klappers waarin een voorgangster heeft aangegeeld wat kennelijk belangrijke feitjes zijn. Zijn de vragen onhelder, dan zal zij zich oude tentamens verschaffen en de codes uit het hoofd leren. Verlangt het tentamen dat de student nadenkt, dan zal zij nadenken. Tijdens maar ook voorafgaand aan het tentamen. En dat een student leert nadenken, zal toch zeker de bedoeling van een universitaire opleiding zijn<sup>37</sup>.

Tentamens en andere toetsen bepalen dus in hoofdzaak wat en hoe de student studeert. En de studie bepaalt in hoofdzaak wat de student leert, hoewel zij ongetwijfeld ook leert door deelname aan onderwijs in zijn vele vormen. Helaas wordt die conclusie door de meeste examinatoren niet getrokken, de goede uitzonderingen daar gelaten. Willen de examinatoren dat de studenten zich inzicht verwerven, dan zal op inzicht moeten worden getoetst. Dat is moeilijk en zeer tijdrovend. Willen examinatoren dat studenten oefenen om problemen op te kunnen lossen, dan moeten de toetsen vragen om problemen op te lossen<sup>38</sup>. Ik heb het dan over **open** problemen waarbij het oplossingsresultaat afhangt van door de student te maken aannamen, niet over de problemen in veel natuurwetenschappelijke studies, waarbij maar één goed antwoord is. Het opstellen en beoordelen van toetsen met open problemen is óók moeilijk en tijdrovend maar mijn ervaring heeft geleerd dat het wèl kan.

De praktijk is dat examinatoren niet de inspanning leveren die nodig is om toetsen op te stellen die zijn gericht op het gewenste leergedrag. Doorgaans wordt getoetst op eenvoudige kennis en soms op inzicht. De inspanning die wèl wordt geleverd: voor het maken en geven van goed onderwijs, wordt daarmee voor een groot deel teniet gedaan. Dat is inefficiënt. Er is een onevenwichtige prioriteitstelling. De toetsen moeten beter op de doelstellingen afgestemd, desnoods mag daartoe de onderwijsinspanning verminderd.<sup>39</sup>

Ook moderne opleidingen, waarbij het Probleem gebaseerd Leren (Problem-Based Learning, PBL) wordt gebruikt, zijn niet ontkomen aan deze wetmatigheid. Het PBL heeft juist als doelstelling de student de vaardigheden bij te brengen waarmee zij hun huidige en toekomstige problemen kunnen oplossen. Het gaat uit van de prikkel “interesse”, niet van de prikkel “studievoortgang”. Om andere prikkels dan “interesse” te vermijden was in het zuivere PBL de studieprikkel “tentamen” afgeschaft. Er waren alleen maar “voortgangstoetsen” waarin de geleidelijke toename van kennis en inzicht wordt getoetst maar waarvoor vrijwel niet geleerd kan worden. Maar ook PBL-curricula hebben om verschillende redenen de voortgangstoetsen aangevuld met, of vervangen door, klassieke toetsen. Het gevolg is dat de natuurlijke prikkels van PBL voor een groot deel wegvallen en moeten

worden aangevuld met vervelende prikkels als aanwezigheidseisen bij bepaalde onderwijsvormen. Dat is buitengewoon jammer.

***Samenvattend: De mens-student laat haar of zijn studeergedrag in hoge mate door de toetsing bepalen. De huidige toetsen weerspiegelen de universitaire doelstellingen zelden. Dat moet verbeteren, desnoods ten koste van aandacht en tijd voor onderwijs.***

## **Terugblik.**

Tenslotte toch: een zeer persoonlijke terugblik. Ik vind dat ik een bevoorrecht mens ben geweest omdat het plezier in mijn werk overwegend hoog is geweest<sup>40</sup>. In navolging van mijn collega Ivo Molenaar die hier op 12 september stond heb ik voor u een grafiekje. Zoals het een goed fysicus betaamt, heb ik de ruis niet vergeten en ook niet onderdrukt. Er is veel ruis, weken zijn nu eenmaal verschillend. Er zijn langere periodes met een gemiddeld lagere score waarop ik hier niet zal ingaan. Diegenen die mij over de jaren heen goed gevolgd hebben kunnen het wel uitvlooiën. Ik wijs u op een paar positieve punten. Ten eerste dat het werkplezier gemiddeld hoog was. Althans ik vind het hoog. Ten tweede dat er aan het eind geen daling is: ik heb niet bepaald met groot verlangen naar mijn pensioen toegeleefd. Ik ben de disciplinegroep Biomaterialen en haar leiding in het bijzonder heel dankbaar dat zij dat mogelijk hebben gemaakt en het nog mogelijk maken. Ten derde: in de periode 1985 tot 1991 is het gemiddelde plezier niet lager hoewel in die tijd tegen de sluiting van de tandheelkunde werd gevochten en later de opleiding werd afgebouwd. Dat het werkplezier niet lager was komt door de saamhorigheid, zowel intern alsook met het College van Bestuur, waarmee eerst de sluiting werd aangevochten en later de doelstellingen van de opleiding overeind werden gehouden voor steeds minder studenten met een steeds kleiner wordend gezelschap.

Ik ben ook zeer tevreden geweest met de combinatie van onderwijs en onderzoek. Het besturen ligt me minder. Ik vind het te betreuren dat door publicatiedruk de combinatie van onderwijs en onderzoek in het nauw komt. Naar mijn aard vind ik het onderwijs interessanter en belangrijker dan het onderzoek. Maar voor mij is het leukste de combinatie: jonge mensen opleiden, hen de wetenschappelijke denkwijze bijbrengen en samen met hen onderzoek verrichten. “Wetenschappelijke denkwijze” is trouwens onzin hoor: wetenschappelijk denken bestaat niet. Anderen kunnen dat ook. ‘t Is een pretentieve opmerking binnen universiteiten. Wetenschappelijk denken is gewoon denken, maar wel op een systematische manier. En met een voortdurend afvragen welke feiten en aannamen ten grondslag liggen aan de redenering, of die feiten wel door wetenschappelijk uitgevoerd onderzoek zijn verkregen en de aannamen nog wel geldig zijn. Zulk denken is niet aan wetenschapsbeoefenaren voorbehouden. Gelukkig maar. ‘t Zou er in de wereld niet best uitzien als alleen wetenschappers zorgvuldig konden denken.

## **Slotbeschouwing<sup>41</sup>.**

Zo kom ik vanzelf tot de slotbeschouwing. Als een baasje dat hecht aan tradities is die voor een dankwoord gereserveerd. Ik beperk mij daarbij tot diegenen die op onbaatzuchtige wijze mij gestimuleerd hebben of ruimte gegeven hebben datgene te doen wat ik wilde doen; dan wel hun werk, persoon en opvattingen voor mij opengesteld hebben, mijn kritiek voor lief nemend.

Eerst wil ik daartoe noemen mijn ouders, in het bijzonder mijn Moeder, die mij de ruimte heeft gegeven te studeren onder voor haar zeer moeilijke omstandigheden. Nu is zij er niet meer bij, maar ik ben blij dat zij mijn oratie als hoogleraar in 1980 nog heeft meegemaakt. Direct daarop noem ik mijn vrouw Loes die mij in de bijna 40 jaar van ons huwelijk gesteund heeft om te doen wat ik graag wilde doen maar vooral ook geholpen heeft de balans te bewaren tussen gezin en werk, spanning en ontspanning, piekeren en negeren, activiteit en rust. Zij heeft mij gestimuleerd om dit verhaal te houden en ook daar ben ik blij om.

Vervolgens noem ik diegenen die mij na de sluiting van tandheelkunde de gelegenheid hebben gegeven om wetenschappelijk op niveau te blijven functioneren: Eric Bleumink, Loek Engels, het bestuur van de Faculteit Wiskunde en Natuurwetenschappen, Joop Arends en Henk Busscher.

En tenslotte noem ik de klinisch-tandheekundige onderzoekers met wie ik heb samengewerkt en die hun cultuur, opvatting en werkwijzen voor mij toegankelijk hebben gemaakt. En mij onbarmhartig op mijn ondeskundigheden hebben gewezen. Ik noem hier Geert Boering, mijn klinische promovendi, Birgit Angmar-Månsson, Madeleine Rohlin, George Stookey, Miel Verdonschot, Marie-Charlotte Huysmans. En dan sla ik er vast nog wel enkele over. Ik ben blij dat ik van faculteit en disciplinegroep de gelegenheid krijg om met hen nog enige tijd te kunnen samenwerken.

Ik dank u allen voor u aanwezigheid en aandacht<sup>42</sup>.

---

<sup>1</sup> titeldia  
<sup>2</sup> het licht in de mondholte  
<sup>3</sup> drie onderwerpen: het licht, de tand en de mens  
<sup>4</sup> ‘ het licht’  
<sup>5</sup> stralengang  
<sup>6</sup> michelson met laser  
<sup>7</sup> zichtbaarheid als functie vanafstand  
<sup>8</sup> methode van Groenhuis  
<sup>9</sup> absorptie en verstrooiing in glazuur  
<sup>10</sup> model fluorescentie troebel materiaal met publikatie  
<sup>11</sup> Bolt spectra gatgrootte  
<sup>12</sup> Eerste publikatie over OCM; JDR, ten cate, Borsboom, ten Bosch  
<sup>13</sup> Ogaard  
<sup>14</sup> lichtweg in tand  
<sup>15</sup> de mensen, cortege  
<sup>16</sup> de interdisciplinaire onderzoeker  
<sup>17</sup> de gesloten culturen  
<sup>18</sup> geopende culturen  
<sup>19</sup> vereisten voor interdisciplinair oz, ref Symposium MC, edit. CR  
<sup>20</sup> Samenvattend: aanpassing mentaliteit  
<sup>21</sup> de onderzoeksleider  
<sup>22</sup> criteria: tellingen  
<sup>23</sup> de schepping en overdracht van kennis  
<sup>24</sup> criteria leiden tot selectieve druk  
<sup>25</sup> doelstellingen van de overheid  
<sup>26</sup> discrepantie leidt tot imago-verlies  
<sup>27</sup> conclusie: de criteria moeten veranderen  
<sup>28</sup> vermindering risico-dragend onderzoek  
<sup>29</sup> suggestie voor beoordeling risicodragend onderzoek  
<sup>30</sup> de universitaire onderwijs-maker  
<sup>31</sup> curriculum-duren voor en na 1982  
<sup>32</sup> ingenieurs niet goed genoeg  
<sup>33</sup> doctorandi ook niet goed genoeg  
<sup>34</sup> conclusie: het lid op de neus  
<sup>35</sup> student en examiner  
<sup>36</sup> student richt zich op tentamens  
<sup>37</sup> doel van de universitaire opleiding  
<sup>38</sup> conclusie  
<sup>39</sup> suggestie  
<sup>40</sup> plezier-grafiek  
<sup>41</sup> slotbeschouwing  
<sup>42</sup> licht in de mondholte