

Rapid Prototyping

Een verkenning naar toepassingsmogelijkheden bij de overheid

'Prototyping is problemen oplossen. Het is een cultuur en een taal. Men kan vrijwel alles prototypen ... wat telt is het ontwerp in beweging houden, een deel van de doelstellingen bereiken ... geen tijd verspillen.' Tom Kelley, IDEO

Een quick-scan van de literatuur, uitgevoerd in opdracht van InAxis, door Hank Kune, Frank van Erkel (Educore), november 2003.

Inhoudsopgave

- 1 Inleiding en aanleiding
 - 1.1. Aanleiding en leeswijzer
- 2 Het begrip rapid prototyping
 - 2.1 Wat is rapid prototyping
 - 2.2 Uitgangspunten voor rapid prototyping processen
- 3 Kenmerken van rapid prototyping nader uitgewerkt
 - 3.1 Kenmerken
 - 3.2 Verschijningsvormen
 - 3.3 Lerende teams en kwaliteit in het perspectief van rapid prototyping
- 4 Prototyping in gebruik: een waaier van projecten
 - 4.1 Bedrijfsleven
 - 4.2 Overheid
 - 4.3 Nederlandse overheid
- 5 Voordelen, valkuilen en goede praktijken
 - 5.1 Voordelen
 - 5.2 Valkuilen
 - 5.3 Best practices
- 6 Processen toegepast in de praktijk
 - 6.1 Exploratieve rapid prototyping
 - 6.2 Evolutionaire rapid prototyping
- 7 Toepassingskansen bij de overheid
 - 7.1 Rapid prototyping in overheidsprocessen
 - 7.2 Het schetsen van de context
 - 7.3 Het bereiken van doelen
- 8 Conclusies en aanbevelingen voor een vertaalslag naar de praktijk

Bijlage: Literatuurlijst

1. Inleiding en aanleiding

Het begrip 'rapid prototyping' is ontleend uit de praktijk van industriële ontwerpers en softwareontwikkelaars. Het duidt op een proces waarin ideeën en concepten worden gebouwd en getest vóórdat ze af zijn. Dit gebeurt op diverse manieren en veelal door inschakeling van de beoogde gebruikers. Op die manier komen producten beter, goedkoper en sneller tot stand en kan men beter inspelen op gebruikerswensen.

Met rapid prototyping processen worden weerbarstige vragen snel vertaald naar creatieve ideeën, kansrijke concepten en bruikbare prototypen. Diverse organisaties gebruiken dit als een onderdeel van hun innovatie aanpak; de processen komen in verschillende vormen voor. Rapid prototyping wordt al langere tijd toegepast in het bedrijfsleven als een manier om de effectiviteit van nieuwe producten en processen te toetsen en te verbeteren voordat deze ingevoerd worden. De inschatting is dat diverse rapid prototyping technieken breder toegepast kunnen worden bij de overheid, waardoor de effectiviteit van nieuwe overheidsproducten en innovatieprocessen verhoogd kan worden.

1.1 Aanleiding & leeswijzer

InAxis, de Commissie Innovatie Openbaar Bestuur, stimuleert vernieuwing bij organisaties in het openbaar bestuur gericht op verbetering van de kwaliteit van de publieke dienstverlening en verhoging van productiviteit.

Rapid prototyping is een instrument waarmee organisaties vernieuwing stimuleren en de eigen productiviteit kunnen verhogen. Deze quick scan over rapid prototyping processen is uitgevoerd om de mogelijkheden om dit instrument breder in te zetten bij overheidsinnovatie beter in te schatten. In het rapport zijn een aantal praktijkvoorbeelden van rapid prototyping processen in kaart gebracht. Deze zijn beschreven in termen van mogelijke toepasbaarheid bij de overheid. De nadruk is zoveel mogelijk gelegd op het toepassen van rapid prototyping processen bij het ontwikkelen en implementeren van nieuwe oplossingen.

Hoofdstuk 2 behandelt het begrip rapid prototyping en de uitgangspunten voor prototyping processen. De kenmerken van deze processen zijn nader uitgewerkt in hoofdstuk 3. In hoofdstuk 4 worden praktische toepassingsmogelijkheden geschetst, met een waaier van projecten waarin rapid prototyping wordt gebruikt. De voordelen en valkuilen van rapid prototyping en enkele best practices zijn beschreven in hoofdstuk 5. Voorbeelden van rapid prototyping processen in de praktijk worden in hoofdstuk 6 kort toegelicht. In hoofdstuk 7 worden een aantal toepassingskansen bij de overheid op een rij gezet en in hoofdstuk 8 worden aanbevelingen voor de overheid gedaan.

In dit rapport wordt ingegaan op een breed scala van instrumenten die voldoen aan de principes en kenmerken van rapid prototyping. Deze variëren van zware vormen, zoals volmaakte beleidssimulaties en virtual reality omgevingen, tot eenvoudige technieken, zoals het gebruiken van schetsboeken en geleide fantasie. Per slot van rekening is rapid prototyping ook bedoeld om ontwikkel- en implementatiekosten te drukken en dat vraagt niet per se grote investeringen in technologie; wél een investering in attitude, aandacht, reflectie en focus.

1.2 Rapid prototyping en de overheid

Wat kan rapid prototyping betekenen voor de overheid? Onderstaande verkenning geeft een indruk van toepassingen die al bij de overheid worden gebruikt (visualisatie, creativiteitsruimtes, versnellingstechnieken, interactieve planvorming, ontwerpateliers) en technieken uit het bedrijfsleven die toepasbaar gemaakt kunnen worden voor de overheid.

Het gebruik van rapid prototyping zal de overheid waarschijnlijk tijd, geld en flaters besparen. Het kan ook de weerstand tegen overheidsproducten verlagen doordat het van begin tot eind in samenwerking met eindgebruikers tot stand is gekomen.

De overheid zit in een steeds sneller veranderende maatschappelijke omgeving en met de zich daarop aanpassende wensen en eisen van burgers. Hierdoor is het essentieel dat de overheid beter in staat is de veranderingen te incorporeren en te managen: dat het probeert veranderingen te sturen in plaats van deze te beheersen. Prototyping kan behulpzaam zijn bij het managen van verwachtingen. De frequente feedback biedt een betere garantie op het over en weer bijstellen en preciseren van de verwachtingen.

Prototyping als denkwijze en handelingsmethode biedt overheidsorganisaties veel kansen. Door proeven te nemen met halffabrikaten –beleidsproducten, werkprocessen of nieuwe werkprocessen, overheidsproducten en/ of -diensten – kunnen de sterke punten verstevigd worden en de valkuilen, weerstanden en denkfouten op een vroeg moment zichtbaar worden. De resultaten van prototyping processen kunnen door projectleiders ook worden gebruikt om senior ambtenaren en bestuurders te overtuigen van de (on)haalbaarheid en acceptatiegraad van beoogde opties vóórdat er grootschalig wordt geïnvesteerd.

Prototyping is niet het 'in de markt zetten' van proefballonnetjes en halffabrikaten. Beleidsprototypen en prototypen van diensten kunnen een bijdrage leveren aan de klantgerichtheid en hogere effectiviteit van de overheid. Ze kunnen zorgen dat deze uiteindelijk voldoen aan de behoeften van klanten en aan de eisen van bestuurders.

2. Het begrip rapid prototyping

Bij rapid prototyping processen wordt een eerste ontwerp van een product, dienst, procedure, werkproces of beleidsvoorstel geconcretiseerd in een tastbaar model. Dit model wordt in een iteratief proces getoetst aan de wensen van opdrachtgevers en gebruikers. Feedback op de eerste versies wordt gebruikt om met latere versies het ontwerp beter te maken.

2.1 Wat is rapid prototyping

In de typering van Daniel Droz van het Carnegie Mellon University is rapid prototyping 'getting physical fast', het gebruiken van tastbare, concrete modellen in een heel vroege fase in het ontwerpproces. Het gaat om het snel omzetten van ideeën, inzichten of innovaties in tastbare modellen die bewerkt en aangepast kunnen worden. Het doel is om in plaats van met abstracte concepten, met concrete representaties van het voorstel te werken en zo sneller tot goede gesprekken te komen¹.

Rapid Prototyping werd oorspronkelijk in de computerwetenschap toegepast bij softwareontwikkeling. Geleidelijk aan breidde het toepassingsgebied zich uit naar de industrie, waar het vooral bij industrieel ontwerp en de automobielenindustrie veel is toegepast. Met het grootschalig introduceren van computer-assisted design en –manufacturing technologieën (CAD/CAM) in de jaren '70 is het gebruik breed verspreid. In de uitgebreide toepassingen van rapid prototyping bij werktuigbouw, de metaal- en kunststofindustrie en in de biomedische en chemische sectoren, valt de voortdurende introductie van steeds nieuwe technologieën (stereolithografie, 3D scanning) te signaleren.

Het gebruik van rapid prototyping door ontwerpstudio's bij het ontwikkelen van nieuwe consumenten voorwerpen voor de consumentmarkt, is goed gedocumenteerd. De recente toepassingen in de ITC-wereld, onder andere door software- en websiteontwerpers, heeft het begrippenkader achter prototyping snel verspreid. De laatste jaren wordt gekeken of technologieën van rapid pototyping ook meer toegepast kunnen worden op organisatorisch en beleidsmatig gebied.

2.2 Uitgangspunten voor rapid prototyping processen

In dit rapport gaat het niet over de technische toepassingen en technologieën die voor industriële productontwikkeling worden gebruikt maar over de basisprincipes die achter het

¹ Dit in tegenstelling tot lineaire ontwerpprocessen, waar in eerste instantie vanuit een idee uitgebreid onderzoek wordt gedaan naar gebruikerswensen en technische mogelijkheden, waarna de resultaten worden vertaald naar een programma van eisen, productspecificaties en een reeks van ontwerpen die veelal op de (digitale) tekentafel van het ontwerpteam blijven. In een laat stadium wordt 'het beste' ontwerp geselecteerd voor tests op een proeflocatie.

begrip staan, en in hoeverre deze principes – en een aantal afgeleide technieken – toepasbaar zijn op overheidsvraagstukken.

Principes

Het instrument kent veel vormen en technieken maar vrijwel alle vormen worden door een aantal principes gekenmerkt:

- het denkwerk en ontwerpwerk zijn niet af; het prototype is per definitie *work in progress*
- concretisering: het concept wordt meteen vertaald naar concrete, tastbare, manipuleerbare, fysieke modellen;
- het proces maakt vanaf de eerste fase gebruik van feedback van de beoogde gebruikers
- het is een afwisselend proces van denken en doen, maken en testen;
- het prototyping proces is een iteratief leerproces, gekenmerkt door opeenvolgende rondes van bouwen-testen-leren-verbeteren;
- snelheid is essentieel in het proces;
- integratie en samenwerking van diverse partijen (zoals ontwerper en gebruiker), van verschillende functies (ontwerp, marktcommunicatie, testen, constructie) en procesfasen (ontwerp, implementatie).

Bij rapid prototyping staat in plaats van het probleem de oplossing centraal. Een voorlopig idee of concept markeert de start van het proces. Al in een vroegtijdig stadium van ontwikkeling wordt een ontwerpprototype vervaardigd – of een concept verbeeld, gevisualiseerd of gesimuleerd – met als doel na te gaan in hoeverre het ontwerp past bij de wensen van opdrachtgever of gebruikers. Op basis van de reacties van (eind)gebruikers en/of opdrachtgevers wordt het ontwerp bijgesteld.

Rapid prototyping kent een cyclus van opeenvolgende stappen:

- conceptdefinitie
- vervaardigen/ verbeelden van het skeletstelsel
- eerste prototype testen met gebruikers
- gebruikersevaluatie en conceptbijstellingen
- implementatie van de bijgestelde vereisten
- gebruikersevaluatie en conceptbijstellingen
- implementatie van de bijgestelde vereisten

... waarna het iteratieve proces opnieuw begint.

Men gaat uit van een acceptabel/ adequaat/ bevredigend product, maar niet per se van een optimaal ontwerp: goed is goed genoeg. Na elke cyclus kan worden bekeken of de gevraagde functionaliteit wordt geleverd en of de benodigde inspanning om het product te verbeteren nog in verhouding staat tot de kosten. Rapid prototyping is oplossingsgericht, werkt snel en stelt de klantervaring centraal.

Rapid prototyping biedt door zijn sterke continue betrokkenheid van de eindgebruiker de mogelijkheid om goed te monitoren en het moment van de gunstigste kosten/baten-verhouding te signaleren, zowel voor de producent als voor de afnemer. Daarbij biedt rapid prototyping ook de mogelijkheid om te voldoen aan de trend van producten-op-maat. Bij de overheid kan rapid prototyping bijvoorbeeld gebruikt worden voor beleidsopties, concrete producten en diensten en in- en externe werkprocessen.

De reden waarom rapid prototyping opgang doet is te verklaren vanuit dezelfde drijvende krachten:

- toenemende grootte en complexiteit van systemen;
- drang om de *time-to-market* te verkorten;
- noodzaak om de kosten te drukken;
- sterkere focus op de wensen van de klant.

Deze krachten spelen zowel in het bedrijfsleven als bij de overheid een rol, en zowel bij het maken van beleid als het ontwikkelen en implementeren van overheidsprocessen, producten en diensten. In dit opzichte kunnen overheidstoepassingen van prototyping gebruik maken van inzichten uit het ideeëngoed van onder andere usability en gebruikersgericht ontwerpen (bedrijfsleven), en interactieve beleids- en planvorming en ontwerpend plannen (overheid).

3. Kenmerken van rapid prototyping nader uitgewerkt

3.1 Kenmerken

Klant centraal

Rapid prototyping past in de benaderingen waarbij de klant centraal wordt gesteld en in een vroegtijdig stadium wordt meegenomen bij de realisatie van ene product/ dienst. Omdat er bij rapid prototyping sprake is van interactieve, iteratieve ontwikkeling, is er geen plaats voor blauwdrukken. Dit maakt rapid prototyping bij uitstek geschikt voor situaties waarbij veel onzekerheden gelden, bijvoorbeeld waar er sprake is van een onzekere uitkomst, een voortdurend veranderende omgeving of veel betrokkenen. Rapid prototyping kan juist bij complexe projecten zorgen dat er voortgang wordt geboekt wanneer de opgaven onmogelijk lijken. Ook als de gebruikers hun wensen nog niet helder voor ogen hebben, of opdrachtgevers hun behoeften niet precies kunnen uitdrukken, is rapid prototyping een uitstekende manier om hun specifieke vraag helder te krijgen.

Speurtocht naar continue verbetering

Het testen en bijstellen van een prototype is een zoektocht naar alternatieven. Deze zoektocht wordt gestaakt als er een voor (eind)gebruikers bevredigend alternatief is gevonden. Rapid prototyping wordt daarmee vooral gebruikt in de zoektocht naar een bevredigende oplossing en niet naar de allerbeste oplossing.

Een aantal auteurs benadrukt dat prototyping ook een zoektocht is in een proces van voortdurende verbetering (Kelley, 2001): iedere versie is weer beter dan de vorige. Het uitgangspunt is dat je door het steeds maar uitproberen van nieuwe technieken, opzienbarende verbeteringen kunt realiseren. Maar er is geen sprake van een weg zonder einde. Harde afspraken over mijlpalen en deadlines scheppen scherpe kaders voor het proces. Binnen deze kaders worden vaak creatieve technieken en verschillende technologieën gebruikt om ideeën te verscherpen, het proces te focussen en de fasen te versnellen.

Versnellingskamer voor ontwikkeling

In laboratoria, innovatiecentra en creatieve werkruimtes wordt de fysieke ruimte vaak benut om de creatieve processen te bevorderen. Versnellingskamers, snelkokers, mindlabs, media labs, speciale brainstormruimtes, group decision rooms en future centers zijn allemaal middelen die deze processen kunnen bevorderen. Het bewust gebruiken van de fysieke

ruimte kan veel invloed hebben op creatieve processen. Dit komt ook vaak naar voren in de literatuur (Kune, XPIN 2002).

Experimenteren vindt, vaak met *trial and error*, plaats in laboratoria. Mensen weten dat. Dus zelfs het benoemen van een innovatief project als een 'lab' kan de deelnemers aan het proces helpen zich te bevrijden van ingesleten denkpatronen en routinematig gedrag.

Het versnellingsprincipe

In veel situaties zijn mensen en organisaties in staat om veel sneller te werken dan normaliter gebeurt. Regels en procedures, maar ook gewoonten en verwachtingen, hebben vaak een remmende invloed. Als basisprincipe worden scherpe deadlines gesteld voor de activiteiten in rapid prototyping processen. Een hoger tempo bevordert de creativiteit en drukt tegelijkertijd de kosten. Ook de voorbeeldwerking is belangrijk: het laat aan de rest van de organisatie zien dat goede resultaten mogelijk zijn in kortere tijdspanne.

Men kan snelkokermethodieken met bijvoorbeeld opgelegde deadlines, go/ no go momenten en elektronisch vergaderen gebruiken om processen te versnellen. Het inzetten van eenvoudige modellen vroeg in het proces – bijvoorbeeld papieren schetsen als hulpmiddel voor conceptuele vraagstukken, of eenvoudig maquettes zonder veel detail om ruimtelijke verhoudingen te bespreken – kan veel informatie opleveren en ontwerpfasen aanzienlijk verkorten.

Onderzoek heeft aangetoond dat bij het vergelijken van een traditionele ontwikkelingsmethode met rapid prototyping, softwaresystemen ontwikkeld volgens de prototype aanpak sneller ontwikkeld en makkelijker te gebruiken waren en dat de ontwerpteam minder last hadden van deadlines (Aldershof-Eikelenboom & de Vroed, 1992).

3.2 Verschijningsvormen

Men onderscheidt twee verschillende vormen van prototyping (vrij naar Floyd e.a., 1989):

- exploratieve prototyping; gericht op probleemoplossing;
- evolutionaire prototyping; gericht op kwaliteitsverbetering.

Exploratieve prototyping

Een prototype wordt gemaakt om feedback te krijgen op één of meerdere vragen/ alternatieven, waarna het prototype wordt weggegooid. Het verkrijgen van meerdere oplossingen voor één bepaalde vraag staat centraal.

Deze vorm van prototyping wordt vooral vroeg in het ontwikkeltraject gebruikt, wanneer ook het resultaatbeeld nog niet is uitgekristalliseerd. Het verschaft snel inzicht bij afwegingen tussen verschillende alternatieven en geeft informatie over de eisen van de gebruikers. Ook de bewuste bouw van 'slechte' prototypes kunnen in deze exploratieve fase inzichten opleveren. Het prototype wordt weggegooid als het zijn taak heeft volbracht. Daarom wordt deze vorm ook wel *throw-away-prototyping* genoemd.

Evolutionaire prototyping

Uitgangspunt is dat elk prototype op een voorgaande versie voortbouwt. Daarmee kan worden ingespeeld op voortdurende verandering en afstemming op de omgeving, of een proces van voortdurende verbetering. Eigenlijk is dit een compromis tussen productie en prototyping. Gestart wordt met een deel van het uiteindelijke product. Dit deelsysteem wordt vervolgens uitgebreid en veranderd bij het toevoegen van nieuwe eisen.

3.3 Lerende teams en kwaliteit in het perspectief van rapid prototyping

Kolb heeft eind jaren '70 een leermodel ontwikkeld dat nog steeds wordt gebruikt als basis voor het denken over leren in de praktijk. In dit model, gesteund op ervaringsleer, wordt verondersteld dat leren een cyclisch geïntegreerd proces is van opdoen van ervaringen, reflectief observeren, abstract conceptualiseren en actief experimenteren. Leren is dus het resultaat van een integratie van concrete ervaringen en cognitieve processen die het mogelijk maakt om de lering te 'plaatsen' en te verinnerlijken. Mensen hebben verschillende leerstijlen, soms is er een sterke voorkeur voor bijvoorbeeld leren vanuit het abstracte naar de ervaring en omgekeerd. Zo zijn er doeners (gericht op concrete ervaren), dromers (gericht op reflectief observeren), denkers (gericht op abstract conceptualiseren), en beslissers (gericht op actief experimenteren). Om een leercyclus compleet te laten zijn moet een team alle stappen doorlopen.

In de wereld van het kwaliteitsmanagement zijn dezelfde principes samengevat onder de naam 'Deming-cirkel'. Deze cyclus, genoemd naar de grondlegger van de moderne kwaliteitsbeweging, kent dezelfde vier stappen onder de namen *plan-do-check-act*. De kwaliteit van processen verbetert aanzienlijk als projectteams alle vier stappen consequent doorlopen (Latzko & Saunders, 1994).

Zelfsturend leren² kan ook als teamproces worden gezien. De vier aspecten van leren – voelen, denken, willen, doen – moeten een plek krijgen in het streven naar het als team oplossen van problemen. Verschillen in individuen spelen een rol. Waar de één het geheel

² = Leren door actief sturing te geven aan het eigen leerproces, door ervaring, reflectie, theorievorming en concreet handelen in samenhang met de omgeving verantwoord met de omgeving te verbinden.

kan overzien en geen oog heeft voor details, zal de ander letten op de betekenis van elk woord. Zodoende kunnen rollen worden verdeeld en kan het proces als geheel met de nodige vaart voortbewegen. Rapid prototyping is uiteindelijk een groepsproces.

Hoe professionals werken, reflecteren en leren

In leeromgevingen (opleiding, trainingen, spelsituaties) wordt regelmatig een vorm van rapid prototyping toegepast die aansluit bij het leermodel van Kolb: *action learning*. Hiervan bestaan verschillende variaties en invullingen, maar steeds is er een afwisseling van actie en reflectie. De actie moet leiden tot een product of productverbetering. De reflectie is gericht op het leren van deze acties (Schön, 1983).

Ook bij de overheid wordt deze leermethode veelvuldig toegepast. In principe kan een beslissingsproces worden beschouwd als een leerproces gericht op het nemen van steeds betere beslissingen (De Caluwé, 1995). Dit sluit aan op de overheersende leerstijl van de meeste bestuurders: drukbezette mensen die vaak te weinig tijd hebben om zich uitgebreid te bezinnen op hun activiteiten. Maar zij denken over het doen tijdens het doen en leren onder andere door te reflecteren – bewust of onbewust – op hun eigen handelen.

4. Prototypen in gebruik: een waaier van projecten

Om de kans op succesvolle innovaties te vergroten, kan het probleem het best in stukjes worden opgedeeld en parallelle *on-the-fly* besluiten (Kelley (2001). Innovaties worden grotendeels gerealiseerd door innovatieve prototypes: *'Practically every innovation that defines today's marketplace has resulted directly from extensive prototyping and simulation: the airplane, the animated motion picture, the transistor, the PC, junk bonds, the leverage buyout (...)* If, indeed the child is father to the man, than the prototype is the father of innovation (Schrage, 1999a).

4.1 Bedrijfsleven

In de huidige zakenwereld bestaat er geen innovatiecultuur zonder prototyping en simulatie:

- **Boeing.** Naast gebruik van prototypes voor vleugels en romp om de aërodynamica te testen, heeft Boeing middels prototyping een wereldwijd CAD-netwerk ontwikkeld waardoor de 777 in z'n geheel eerst zonder een fysiek schaalmodel is ontworpen.
- **Walt Disney** gebruikt Rapid Prototyping in vele ontwerpen voor shows, parades en resorts, maar ook voor het onderhouden en verbeteren van bestaande themaparken. Zie ook <http://www.asme.org/sections/florida/pdf/June2003News.pdf>
- **KPN Research** liet vier werkomgevingen van de toekomst bouwen in het kader van zijn traject 'Bestemming 2005'. Deze kamers – grotendeels voorzien van alledaagse voorwerpen – worden gebruikt als inspirerende omgevingen waarin men een gevoel kan krijgen voor hoe mensen kunnen werken en leven in denkbeeldige toekomsten. Na het kort beleven van de vier kamers kunnen mensen veel persoonlijker – en ook doeltreffender – discussiëren over de consequenties van bepaalde behoeften- en waardepatronen van de consumenten van potentiële KPN-producten en -diensten.
- **Microsoft** gebuikt rapid prototyping door beta-releases onder veel gebruikers te verspreiden. Recentelijk nog met een update van Netmeeting, waarbij aangegeven werd dat het 'nog enkele bugs' kon bevatten. De gebruikers geven door middel van e-mails aan waar de fouten liggen en de Microsoft-ingenieurs verbeteren deze één voor één. Zo worden honderdduizend gebruikers meegenomen in het ontwerpproces.
- **Sony** stimuleert elektrotechnische ingenieurs om hun ideeën binnen 14 dagen om te zetten in *looks-like/works-like* prototypes.

- **Philips** is constant bezig om producten te herontwerpen. Men heeft het dan ook met recht over *vision on the move*.
- **Palm industries**. De uitvinder van de Palm Pilot probeerde zich voor te stellen wat een Palm Pilot zou moeten doen. Hij droeg in eerste instantie een houten prototype met zich mee om te ervaren hoe gebruikers het instrument dagelijks zouden gebruiken. Bij vergaderingen haalde hij soms het stuk hout te voorschijn en schreef denkbeeldige aantekeningen op het 'scherm'. Deze ervaring overtuigde hem ervan dat het instrument met papier in plaats van met computers moest concurreren. Zijn conclusie was dat de Palm alleen basisfuncties moest vervullen, maar wel sneller en gemakkelijker dan pen en papier. Zie ook <http://www.cdf.org/palm/palm.html>

4.2 Overheid

Bij de overheid zijn ook interessante voorbeelden te vinden:

- Methoden zoals community action planning, toegepast in interactieve planvormingprojecten in onder andere Engeland en Duitsland, comprimeren de tijd die nodig is om breed gedragen oplossingen te genereren tot één lang weekend. Bij **Perspektivenwerkstatt Essen** (1999) hebben 1300 mensen – burgers, bestuurders, ambtenaren en andere deskundigen – een gemeenschappelijke visie gecreëerd voor de ontwikkeling van een 21,5 hectare gebied in het centrum van de stad. Uiteraard zijn visualiserende technieken een belangrijke ondersteuningstool voor dit soort rapid prototyping.
- Andere technieken voor versnelde collectieve besluitvorming in complexe situaties zijn toegepast bij het renoveren van grote onderdelen van het Ruhrgebied in Duitsland. Diverse projecten voor de renovatie van vervallen voormalige industriële locaties zijn in de jaren '90 gerealiseerd. Een verzamelnaam voor dit programma is **Emscherpark**. Hier zijn veel zelfstandige projecten tot stand gekomen door een doortastende samenwerking van landeigenaren, investeerders, architecten, kunstenaars en ruimtelijke planners van lokale, regionale en nationale overheden.
- De **Reinvention Labs** van de regering Clinton (Verenigde Staten, jaren '90) waren ingesteld om de Amerikaanse overheid te moderniseren. Een van de eerste activiteiten bij de *reinventing government* beweging was het stimuleren van een veranderingmentaliteit op de hoofdkantoren van de diverse ministeries. Vervolgens wilde men gezag, verantwoordelijkheid en rekenschap verhuizen naar de frontlinie. Hiervoor waren *reinvention laboratories* opgericht door heel de Verenigde Staten, waar managers en medewerkers in de frontlinie – en dicht bij de bevolking – hun

eigen ideeën over de verbetering van (de effectiviteit van) hun dienstverlening konden uitproberen. Aan het einde van Clintons tweede regeringstermijn waren er meer dan 250 labs – ‘eilanden van innovatie in een zee van bureaucratie’- voor het ontwikkelen en uitvoeren van doeltreffende publieksgerichte maatregelen. Veel labs gebruikten prototypen om ideeën te toetsen en te verbeteren in samenspraak met klanten. Zie <http://govinfo.library.unt.edu/npr/library/norrot/annrpt/vp-rpt96/secret1/labs.html>

- Het Deense **Mindlab**, onderdeel van het Ministerie van Industrie en Handel in Kopenhagen, gebruikt speciale brainstormruimtes en verschillende prototyping processen om een breed scala van vraagstukken aan te pakken. Voorbeelden zijn het gebruik van krantenknipsels en journaalbeelden van de toekomst om de consequenties van beleidsopties te verduidelijken, het gebruik van grote bankbiljetten en levensgrote portemonnees in discussies over toekomstig financieel beleid, en – in het kader van de voorbereiding van het Deense EU-voorzitterschap in 2002 – het inrichten van ‘euro-zones’. Dit waren aparte ruimtes, ingericht op z’n Frans, Duits, Engels en Spaans, waar Deense ambtenaren zich konden inleven in de beleving van vraagstukken door hun tegenpolen van andere landen. Zie <http://www.mind-lab.org>
- **FutureFocus** is een onderdeel van het Engelse Ministerie van Trade en Industry. Het is een fysieke ruimte die wordt ingezet om gezamenlijke denkbeelden over de toekomst te creëren in processen gericht op het ontwikkelen van realistisch beleid en strategie binnen het ministerie. Het bestaat uit drie onderdelen:
 1. een onderdompeling in gedramatiseerde scenario’s en virtueel reality door middel van een ‘Immersive Theatre’;
 2. een ‘Creativity Lab’ voor het collectief denken in een niet dreigende omgeving;
 3. een ‘Interactive Society’ gebied waar presentaties en tentoonstellingen gebruikt worden om mensen uit te dagen tot discussie over verandering.

Zie ook <http://www.innovation.gov.uk/>

4.3 Nederlandse overheid

Er zijn ook voorbeelden vanuit de Nederlandse overheid:

- Het visualiseren van het historisch perspectief kan ook leiden tot een versnelling van denk- en besluitvormingsprocessen over actuele onderwerpen. De **SZW Academie** in Den Haag (onderdeel van het ministerie van SZW) voorziet in faciliteiten voor het verbeelden van de historische context rond ministeriële vraagstukken (‘Het Heelal’),

ruimtes voor bijeenkomsten en workshops (het SZW-Lab) met faciliteiten voor elektronische en multimediale procesondersteuning.

- Interactieve beleids- en planvormingsprocessen bij diverse overheden. Een interactieve methode zoals **InfraLab** bij Rijkswaterstaat (1994/96), waarin weggebruikers en omwonenden direct betrokken waren in planvormingsprocessen, is in meerdere opzichten een voorbeeld van het gebruik van rapid prototyping principes. Zie hoofdstuk 6.2.
- Vroegtijdige gebrekkige ontwerpen waarop alle partijen gezamenlijk kunnen schieten helpen partijen in complexe situaties om snel in gezamenlijkheid te expliciteren wat men wél en juist niet wil. Deze '**steen in de vijver**'-techniek wordt vaker gebruikt bij ruimtelijke planvormingstrajecten en o.a. bij discussies over de Structuurschema Regionale en Kleine Luchthavens (V&W, DG Luchtvaart, 2001).
- In het **future center** van Rijkswaterstaat wordt geëxperimenteerd met prototypes van interne werkprocessen, waarbij nieuwe ideeën veel sneller tot realisatie kunnen worden gebracht en trends kunnen worden meegenomen bij strategische keuzes.
- Amsterdam Noord wilde jongeren betrekken in haar visievorming traject (**project Noordwaarts!**). De jongeren werden gevraagd hun visie op de toekomst van hun wijken te uiten in de vorm van videoclips. Zo konden hun ideeën worden gezien en 'gehoord' en met begrip worden meegenomen in discussies met volwassenen.
- Het Ministerie van VROM liet allochtone scholieren van de 2e klas VBO tekeningen maken om hun ideeën over huisvesting en ruimtelijke ordeningsvraagstukken naar voren brengen (**project Jong denken, oud genieten**). Pas na het tekenen kon de discussie over wat zij dachten en wilden vorm krijgen.
- Bij de tramhaltes bij het Centraal Station in Den Haag werden verschillende soorten vloertegels op de tramperrons gemonteerd. Hierdoor konden zowel gebruikers als ontwerpers een beeld krijgen van welke soort tegel het meest geschikt was.

Op de website van Arcopres is een aantal cases geschetst waar vormen van visualisatie en prototyping ingezet zijn om het ontwerpproces te bevorderen (<http://www.arcopres.nl/>):

- **Hoek Damlaan - Oude Trambaan Leidschendam** Het centrum van Leidschendam neemt langzaam maar zeker afscheid van het dorpse karakter. De inpassing van nieuwe gebouwen roept daarbij vaak vragen op. Fotomontages maakten beoordeling van de voorgestelde architectuur binnen die context mogelijk

- **Schouders onder Haaglanden** De Kamer van Koophandel Haaglanden gebruikte een videoprogramma waarin de visie van de Kamer op de ruimtelijk-economische ontwikkeling van Haaglanden in de komende 25 jaar tot leven kwam in een computeranimatie.
- **Nijmegen De Waalsprong** De Gemeente Nijmegen gebruikte een serie foto's om een impressie te geven van het centrum en stationsgebied in het kader van het plan De Waalsprong. Daarin werden de omvang van de bebouwing en de allure en faciliteiten van het centrumgebied duidelijk verbeeld. Het doel van deze impressie was onder andere het aantonen van de haalbaarheid en wenselijkheid van een volwaardig station Nijmegen-Lent.
- **NS Centraal Station Den Haag** Als voorproefje op de presentatie van een veel ingrijpender verbouwing werden de plannen van Den Haag Centraal Station voor nieuwe kiosken in de hal, door middel van computeranimatie gevisualiseerd. De beelden werden op video gezet en zijn samen met foto's gebruikt voor de communicatie binnen NS en met toeleveranciers.
- **Poort van Leidschenveen** Een realistische fotomontage en visualisaties van alternatieve oplossingen zijn met succes gebruikt om partijen van de wenselijkheid en de haalbaarheid van de 'Poort van Leidschenveen' te overtuigen.

5 Voordelen, valkuilen en goede praktijken

5.1 Voordelen van rapid prototyping

De belangrijkste voordelen van Rapid Prototyping zijn (o.a. Trip en Bichelmeyer (1989/1990) en Van der Mast (2003))

Actieve participatie van (eind-)gebruikers

Doordat al in een vroeg stadium een werkend model wordt gebruikt, kunnen de klanten/gebruikers snel bij het proces worden betrokken. Ze krijgen *hands on* inzicht in het product en kunnen ook in een vroeg stadium suggesties geven voor verbetering. Voor gebruikers werkt het spelen met prototypes bovendien motiverend en stimulerend.

Gebruikersvereisten worden direct geïmplementeerd

Door de actieve participatie van gebruikers wordt in een vroegtijdig stadium al feedback gegeven en kan direct worden besproken of het product aan de gebruikseisen voldoet. Hierdoor drijven mogelijke misverstanden tussen gebruikers en ontwikkelaars snel naar boven.

Fouten worden in een vroegtijdig stadium opgespoord

Door het vele testen dat bij rapid prototyping plaatsvindt, komen fouten in het ontwerp snel aan het licht en kan daar meteen actie op worden ondernomen.

Versnelde ontwikkelcyclus

Rapid prototyping speelt in op de vraag naar een verkorte *time-to-market* van producten en diensten. Doordat rapid prototyping streeft naar een bevredigende oplossing (en niet naar de allerbeste oplossing) en er directe feedback van de gebruikers/ klanten komt, wordt het moment waarop de gebruikers tevreden zijn steeds expliciet getoetst. Hierdoor kan ook veel beter gemonitord worden wanneer de kosten voor een verbetering steeds hoger worden terwijl de verbetering steeds marginaler wordt.

Prototyping verlaagt de ontwikkelkosten

In de software-industrie wordt op verschillende manieren met dit gegeven omgegaan: Microsoft verlaagt de ontwikkelkosten door kopieën van de bètaversie gratis te verspreiden. Als voorbeeld: van Windows 95 zijn 400.000 bètakopieën verspreid. Stel dat daar 300.000

van zijn gebruikt gedurende een aantal maanden en dat 20% van de gebruikers bugs aan Microsoft doorgaven. Dan nog kun je bij een voorzichtige inschatting van de kosten (stel \$ 3.000 per bètatester) er vanuit gaan dat Microsoft \$ 180 miljoen heeft bespaard. Op deze manier verkreeg Microsoft een gesubsidieerd product dat veel beter was, voor veel minder geld en in veel minder tijd dan wanneer het bedrijf een 'gewone' ontwikkelprocedure had gevolgd (Schrage, 1999a).

Bij de ontwikkeling van bijvoorbeeld Linux volgt men een andere strategie: daar zijn het ontwikkelteam en het testteam buiten de organisatie geplaatst. De uitvinder van Linux, Linus Torvalds, realiseerde zich snel dat hij de hulp van andere en meer programmeurs nodig had om Linux goed te laten werken. Door gebruik te maken van het internet nodigde hij programmeurs over de hele wereld uit om deel te nemen aan het project. Hierdoor ontstond het gratis besturingssysteem Linux dat nog steeds door velen verder wordt ontwikkeld en waarbij gebruikers nog steeds suggesties doen om het programma te verbeteren. Deze zogenaamde open sourcing aanpak leidt tot snellere productverbeteringen.

Prototyping verhoogt de kwaliteit

De kans dat de gebruiker krijgt waar hij behoefte aan heeft, wordt vergroot. Bovendien maakt prototyping de functionele specificaties van een product concreet en begrijpelijk

Prototyping verhoogt acceptatie

Het enthousiasme van de gebruikers in combinatie met de verbeterde communicatie over de functionele specificaties leidt tot een grotere acceptatie van de systemen. Doordat de klanten daadwerkelijk hebben meegeholpen aan het ontwerpen van het product, levert het proces meestal een beter en meer geaccepteerd eindproduct op. In de beleidsomgeving is dit vergelijkbaar met de werkwijze bij interactieve beleidsprocessen.

5.2 Valkuilen van rapid prototyping

Verkeerde verwachtingen ten aanzien van het prototype

Doordat al in een vroeg stadium een eerste werkend model aan de gebruikers wordt voorgelegd, is het van groot belang dat er een gezamenlijk beeld is over de status van het prototype. Gebeurt dit niet dan kunnen te hoge verwachtingen worden gewekt, met een grote kans op teleurstelling ('Ik had meer verwacht', 'Is dit nu alles?'). Ook kan het enthousiasme over een werkend prototype leiden tot de verwachting dat het product nu snel klaar zal zijn. Dit kan ertoe leiden dat de opdrachtgever het besluit een product op de markt te brengen te

vroeg neemt, waardoor uiteindelijk de klanten ontevreden zijn; er zijn bijvoorbeeld nog te veel fouten in het product of er is geen goede aansluiting bij de wensen van de klant.

Blijven hangen in het stadium van prototype

Een van de risico's van rapid prototyping is het gevaar van een doorgaand proces waarbij het moeilijk is aan te geven wanneer goed goed genoeg is. De ontwerpers kunnen dan in de verleiding komen om steeds weer alternatieven aan te dragen.

Leerstijl sluit niet aan bij rapid prototyping

Niet iedereen is geschikt voor productontwikkeling door middel van rapid prototyping. Mensen die gericht zijn op concrete ervaringen en actief experimenteren (doeners) zullen door de methode van rapid prototyping het meest worden aangesproken. In bepaalde fasen kan ook een reflectieve stijl van pas komen, maar deze sluit al minder aan bij de rapid prototyping methode. Mensen met als primaire insteek abstraheren en conceptualiseren (denkers, beslissers) zullen veel minder worden aangesproken door rapid prototyping.

Hoewel het prototypeproces uitgaat van samenwerken in teams, waar het team als geheel de verschillende leerstijlen bevat en de leercyclus als geheel bewaakt, moet in de praktijk goed worden gekeken naar welke medewerker welke rol het beste kan vervullen in een bepaalde fase van het proces.

Kosten kunnen oplopen

Het testen van producten kan de ontwikkelkosten sterk doen stijgen. De kosten om de gebruikerswensen goed inzichtelijk te krijgen, zijn meestal door middel van selecties van de gebruikersgroepen (focusgroepen) nog redelijk beperkt te houden. Over het algemeen geldt: hoe ingewikkelder een product, des te meer testen moeten worden uitgevoerd voordat met voldoende zekerheid is vast te stellen of het product aan de wensen van de gebruikers voldoet, en of er geen fouten in het ontwerp zitten.

Uiteraard speelt de keuze van de prototypetechniek ook een rol bij het beheersen van de kosten. Het is niet altijd nodig om voor dure technieken te kiezen ondanks de soms overweldigende aantrekkingskracht van een virtual reality spel of een volledige beleidssimulatie. Eenvoudige middelen zijn in veel situaties, vooral vroeg in het proces, veel effectiever.

Onrealistische verwachtingen

De meest genoemde valkuil is wel dat prototyping onrealistische verwachtingen kan wekken bij management en gebruikers. Vooral bij rapid prototyping kan men de indruk krijgen dat het product al bijna klaar is. Belangrijk is dat deelnemers begrijpen dat prototyping onderdeel is van het iteratieve ontwikkelproces. Belangrijk is ook dat men voorkomt dat men het prototype verwart met het eindproduct. Het begrip 'los van bestaand beleid' is soms niet gemakkelijk uit te leggen: het is geen luchtballon en toch geen beleid. Wat is het dan? Wie kan uitleggen aan bedreigde burgers dat dit geen beleid is maar 'werk in uitvoering'? Hierin duidelijkheid scheppen is voorwaarde voor het gebruiken van rapid prototyping bij beleidsprocessen.

Organisatorische problemen

De organisatorische problemen hebben voornamelijk betrekking op evolutionaire prototyping. Het is dan vooral het iteratieve karakter van prototyping dat problemen veroorzaakt. De organisatie moet in staat zijn feedback van gebruikers snel te krijgen en te verwerken. Niet elke organisatie is daar op ingericht. Ook medewerkers die niet geoefend zijn in het omgaan met gebruikers, bijvoorbeeld in waarnemen en in écht luisteren, kunnen het proces verstoren.

5.3 Best practices

Schrage (1999a) van het MIT Media Lab geeft een aantal regels voor succesvolle innovatieprocessen die ook van toepassing zijn op rapid prototyping:

- Accepteer tegenslagen vroeg en vaak;
- Weet wanneer de kosten de voordelen overtreffen;
- Bouw een prototype samen met klanten, verkopers en collega's;
- Creëer een markt rond een prototype;
- Simuleer de beleving bij de klant.

In een ander artikel (Schrage, 1999b) benoemt hij een aantal best practices:

- **Meer is beter** Organisaties die spelen met hele portfolio's van prototypen kunnen daarmee beter ontdekken welke kenmerken van het ontwerp de meeste waarde creëren.
- **Gebruik prototypen om gedifferentieerde ontwerpen te creëren** Gesprekken met gebruikers over specifieke kenmerken van het ontwerp leiden tot inzicht over wat bijzonder en gewenst is in een product of dienst.

- **Leg ontwerpdiscussies vast en reflecteer daarop** Innovatieve mensen horen elke stap in het ontwerpproces vast te leggen en daarop te reflecteren, vooral om zich hun eigen gedrag te realiseren tijdens het prototypeproces. Topatleten, acteurs en de beste sportploegen en artistieke gezelschappen werken zo; het proces van introspectie is even belangrijk voor projectteams.
- **Interactie tussen mensen is belangrijker dan interactie met technologie** Laat mensen vrij om te spelen met de prototypen en voer goede gesprekken. Luister en neem waar. Dit leidt tot prototypen en producten waar de gebruiker medeontwerper van is.

Op de website van het Lemelson Center for the study of Invention and Innovation van het Amerikaanse Smithsonian Institute zijn diverse verhalen van uitvinders te zien en te horen, gegroepeerd rond een zestal 'creatieve denkgewoonten' die belangrijk zijn voor de uitvinderpraktijk. Deze praktijklessen zijn direct toepasbaar bij rapid prototyping processen:

- **Blijf het ontwerp verbeteren.** Continue experimenteren met gereedschappen en materiaal;
- **Herken het ongebruikelijke** en uitzonderlijke. Let op de niet-logische en niet-vanzelfsprekende verbindingen en relaties die mensen leggen;
- **Overschrijd grenzen.** Adopteer en gebruik denkmethoden, gereedschappen en strategieën vanuit diverse sectoren;
- **Leen uit de natuur.** Observeer de natuur en leer daarvan;
- **Ontdek kansen in problemen.** Gebruik obstakels en problemen als een uitdaging om nieuwe oplossingen uit te vinden;
- **Twee weten meer dan één.** Teams brengen meerder disciplines, perspectieven en vaardigheden samen voor het oplossen van problemen.

6. Processen toegepast in de praktijk

6.1 Exploratieve rapid prototyping

Computersimulaties: ontwerp van nieuwbouwlocaties

Ten tijde van de Vierde nota Ruimtelijke Ordening extra (VINEX) heeft de RPD voor het eerst geëxperimenteerd met computersimulaties van nieuwbouwlocaties om de toekomstige bewoners en gebruikers alvast een gevoel te geven van hun toekomstige woonomgeving. Computersimulaties van dergelijke situaties brengen over het algemeen een nogal klinisch gevoel van de werkelijkheid over. De ontwerpers hadden om hieraan tegemoet te komen al veel groen in de wijk getekend. Als grap had een van de ontwerpers ook ergens een kleine hondendrol neergelegd. Tijdens de presentatie aan de gebruikers merkten deze de drol al snel op en een dialoog over leefbaarheid en veiligheid in de nieuwbouwlocatie was het gevolg.

Deze vorm van Rapid Prototyping heeft vooral tot doel de discussie/ dialoog te stimuleren en te helpen bij het nadenken en beleven van een nog te bouwen werkelijkheid, ook in relatie met sociale aspecten. Momenteel wordt deze techniek veelvuldig toegepast. Een van de bureaus die in Nederland daar ervaring mee heeft, is Arcopres (Architectuur Computer Presentatie). Op hun site staat ook een portfolio van recent werk: <http://www.arcopres.nl/>

Schetsboek: metamorfose met Jan de Bouvrie.

Al schetsend geeft de ontwerper in Yorin programma 'TV Woonmagazine' zijn visie van hoe bijvoorbeeld de woonkamer er uit kan komen te zien. Voor dat tot schetsen wordt overgegaan, bespreekt de architect met de opdrachtgevers welke wensen zij hebben. Meestal weten zij heel goed wat ze niet willen, maar hebben ze geen idee van hoe het wel moet. Al schetsend wordt in samenspraak met de opdrachtgever (de bewoner) tot optimalisatie van het gewenste eindbeeld gekomen. Daarna krijgt de metamorfose van de woonkamer daadwerkelijk vorm.

Het succes van de metamorfose blijkt ook uit het verschijnen van een boek in 1998 ('Het grote Metamorfose ideeënboek'). Volgens een vast stramien worden de metamorfoses in beeld gebracht met foto's van de situatie voor en na, met een schets erbij.

6.2 Evolutionaire rapid prototyping

Interactieve planvorming: InfraLab

In 1994 startte Rijkswaterstaat met de ontwikkeling van een methode voor interactieve planvorming waarin de gebruikerservaring centraal stond: InfraLab. Hier werden ideeën voor verandering binnen de weg- en waterinfrastructuur al in een vroeg stadium besproken met de direct betrokkenen. Gekozen werd voor de naam InfraLab om aan te geven dat dit om experimenten ging. Daardoor werd er manoeuvreerruimte gecreëerd voor vernieuwende oplossingen.

Niet alleen werd de klant centraal gesteld en vroegtijdig betrokken, ook het gebruik van schetsen en andere visuele technieken om prille oplossingsrichtingen bespreekbaar te maken is conform de uitgangspunten van rapid prototyping. Meer dan 30 projecten op het gebied van weg- en waterinfrastructuur zijn met InfraLab en vergelijkbare methoden gerealiseerd in de periode 1994-1997. InfraLab, met zijn spelregel 'Van probleem tot oplossing binnen één jaar', heeft ook laten zien dat adequate oplossingen veel sneller kunnen worden gerealiseerd dan gewoonlijk.

De InfraLab methode maakte gebruik van de fase Stem om informatie over een bepaalde infrastructuurproblematiek van alle betrokkenen interactief in te zamelen. De volgende fase, Agora, was expliciet gericht op ideeën en oplossingen; hier stonden de betrokkenen ook centraal. Vervolgens kwam de Actiefase, waarin men de uitvoering van de gezamenlijk ontwikkelde oplossingen kon voorbereiden.

Geleide fantasie/ visualisatie: prestaties bij topsport

Een skister van de reuzenslalom neemt voordat ze aan haar afdeling begint het parcours in haar hoofd door. Ze visualiseert de afdaling en probeert *real-time* elke bocht en hobbel in het parkoers vooraf te beleven. Dat helpt haar om tijdens de werkelijke afdaling meer onbewust te kiezen, aangezien ze tijdens de visualisatie al pro-actief het parcours heeft ervaren en tijdens de afdaling kan vertrouwen op een gecreëerde *déjà vu*. Onderzoek heeft bewezen dat visualisatie als wedstrijdvoorbereiding even krachtig is als fysieke voorbereiding.

De wereld van de sportpsychologie staat vol met verhalen van (top)sporters die visualisatie en geleide fantasie gebruiken om zich op wedstrijden voor te bereiden. Onderzoek laat zien hoe bij het voorbereiden van basketbalwedstrijden visualisatie van het werpen – vanuit een stoel aan de rand van het speelveld – even effectief zijn als een echte oefensessie in de gymzaal (zie bijvoorbeeld Terry (1989)).

Dit geldt ook voor het leren van diverse handelingstechnieken en vaardigheden. Als beelden worden gebruikt om cognitieve verklaringen te vervangen tijdens het leerproces, kunnen de meeste psychomotorische technieken gemakkelijker en effectiever worden geleerd.

Visualisatie houdt in: het vrijmaken van de creatieve kant van de hersens om de capaciteit van denken zonder woorden te bevorderen. De kracht van visualisatie bij het inleven in denkbeeldige situaties wordt vaak toegepast in ontwerpateliers, toekomstgerichte projecten, scenariodenken en andere innovatieworkshops.

Ontwerpateliers

Dit is een vorm van rapid prototyping om snel verschillende inzichten boven tafel te krijgen en te integreren tot één creatief ontwerp. De meeste ontwerpateliers richten zich op het met een groep mensen van verschillende disciplines ontwerpen van de (verre) toekomst. In tegenstelling tot vele andere benaderingen worden hierbij geen trends vanuit het heden naar de toekomst doorgetrokken (*forecasting*) maar wordt eerst gewerkt aan een (visionair) beeld van de toekomst. Pas daarna ontstaat de dialoog over welke stappen er moeten worden gezet (eerste *stepping stones*) om naar die toekomst toe te werken (*backcasting*).

De Wageningse kennis- en ontwerpateliers zijn sinds 2001 een begrip voor innovatieve impulsen rond actuele vraagstukken in de landbouw. Mensen met kennis en ervaring vanuit verschillende achtergronden komen in korte, intensieve projecten bijeen ten behoeve van verdergaande verduurzaming en vitalisering op specifieke deelterreinen. Over het algemeen leveren ontwerpateliers in zeer korte tijd enorm veel informatie op. In de praktijk blijkt echter regelmatig dat bij de follow-up van het atelier, wanneer de ideeën tot realiteit moeten worden omgevormd, er hooguit sprake was van prototyping maar dat de snelheid uit het proces is verdwenen.

Een andere vorm van een ontwerpatelier vond destijds bij NASA plaats naar aanleiding van de mechanische problemen in de Apollo 13. In HoustonControl werden met behulp van exact dezelfde materialen als aan boord van de Apollo met veel mensen middels *trial and error* verschillende prototypes gemaakt om de fout te herstellen totdat ze een werkend prototype ontwikkeld hadden. Vervolgens werd de bouwinstructie doorgegeven aan de bemanning in de Apollo. Een fraaie weergave van dit proces is zichtbaar in de film 'Apollo 13'; een meer technisch gerichte beschrijving vindt men in Useem (1998).

Gaming en simulatie

Door de vereenvoudigde werkelijkheid te simuleren, ontstaat er een veilige omgeving waarin deelnemers met elkaar kunnen experimenteren met verschillende alternatieven. Door de

grote overeenkomst met de werkelijkheid kunnen oplossingen uit de simulatie redelijk eenvoudig worden vertaald naar toepassingen in de werkelijkheid. Daarnaast wordt er in een simulatie ook voor gezorgd dat de werkelijkheidsdefinities van de spelers en die van het spel niet samenvallen, zodat deelnemers afstand kunnen nemen van hun eigen belangen en standpunten.

Beleidsontwikkeling, waarin alternatieve strategieën kunnen worden verkend en doordacht, is uitermate geschikt voor simulaties omdat de gevolgen van handelen, die in de realiteit pas na enkele jaren zichtbaar zouden worden, door de verdichting in de tijd binnen enkele uren zichtbaar worden. De ervaringen met beleidssimulaties zijn veelbelovend. Zie onder andere In 't Veld, Geurts, Vennix en Mastik, www.sioo.nl

Caluwé e.a. (1996) gaat bij het ontwikkelen van spelsimulaties uit van zeven stappen die veelal iteratief en cyclisch worden doorlopen:

1. Opstellen van een functioneel programma van eisen;
2. Analyseren van processen en mechanismen;
3. Maken van een integraal schema;
4. Opstellen van een speltechnisch programma van eisen;
5. Constructie van het prototype;
6. Testen van prototype;
7. Verfijnen en gebruiksklaar maken.

In stap 5 worden verschillende versies van het prototype gebouwd, via een proces van *trial and error*. Al snel wordt doorgeslagen met stap 6, het testen van het prototype: 'Het prototype wordt nu een aantal keren getest met deelnemers die te vergelijken zijn met de beoogde doelgroep. De eerste test levert vaak honderden grotere en kleinere verbeterpunten op. Tien deelnemers halen meer uit het *game* dan enkele ontwerpers van tevoren kunnen bedenken. Na elke keer testen wordt het prototype verbeterd. De beoogde leereffecten worden geëvalueerd en zondig geconcretiseerd. De spelsimulatie wordt nu ook gedetailleerd in opbouw en timing.' (Caluwé e.a. 1996)

Het is niet vreemd dat juist bij de ontwikkeling van spelsimulaties prototypen worden ingezet. Spelsimulaties of gaming spreken vooral tot de verbeelding bij personen die experimenteel leren en dus in staat zijn te reflecteren op het eigen handelen. In principe is het gebruik van prototypes bij de ontwikkeling van gaming een soort Droste cacaodoosje effect.

Virtuele modelleromgeving: E-Gov Lab

Om de werkprocessen van de overheid nader te onderzoeken op de hedendaagse uitdagingen, is door Het Expertise Centrum het e-Govlab ontwikkeld. Dit is een virtuele leer-

en modelleeromgeving voor werkprocessen binnen overheidsorganisaties. e-Govlab ontwikkelt, optimaliseert en test hoe nieuwe of bestaande werkprocessen de uitdagingen tot een betere, transparantere en bovendien efficiëntere dienstverlening kunnen ondersteunen. e-Govlab is uiteraard geen laboratorium in klassieke zin. Ook is het geen overzicht van alle mogelijke ICT-apparatuur waarop software wordt gedemonstreerd. De naamgeving duidt vooral op het demonstreren, ontwikkelen en testen van toepassingen van e-government in een besloten omgeving. Zie ook <http://www.hec.nl/egovlab/egovpages/uitdaging.htm>

Specifieke tools en testomgevingen kunnen worden ingezet wanneer dat dienstig lijkt. Het e-Govlab beschikt daartoe zelf, of met partners, onder meer over de volgende mogelijkheden:

- Group Decision Support software (een Decision Room);
- Faciliteiten voor technisch testen;
- Faciliteiten voor functionele tests (o.a. usability tests);
- Gerichte vormen van onderzoek;
- Mogelijkheden voor visualisatie van processen;
- Mogelijkheden voor de modellering van processen.

Creatieve conceptontwikkeling: het creatieve proces van IDEO

IDEO, een vooraanstaand bedrijf op het gebied van industrieel ontwerp, werkt met een vijf-stappen methode waarin rapid prototyping centraal staat (Weber, 2003):

- 1 **Onderzoeken.** Onderzoek de context, breng de context in kaart. 'Onderzoek de markt, de klant, de technologie, de gepercipieerde beperkingen, het probleem. In een latere fase van een project dagen wij de beperkingen uit, maar het is wel belangrijk om de huidige percepties te begrijpen.'
- 2 **Observeren.** 'Observeer echte mensen in actuele levenssituaties om erachter te komen hoe zij – de mensen en de situaties – in elkaar zitten.'
- 3 **Verbeelden.** 'Visualiseer nieuwe concepten en de gebruikers die deze concepten willen gebruiken.' Te gebruiken *tools* zijn onder andere computermodellen en simulaties, storyboards die verschillende scenario's verbeelden en video's die 'het leven met de toekomstige producten verbeelden al voor het echt bestaat.' Dit is het prototypefase: bedenk en bouw veel.
- 4 **Testen en evalueren.** 'Evalueer en verfijn de prototypen in een reeks van snelle iteraties.' Volgens Kelley is geen idee zó briljant dat het niet verbeterd kan worden. Input van het IDEO-team, het klantenteam, kennisrijke mensen die niet direct betrokken zijn bij het project en leden uit de beoogde doelgroep wordt

geïntegreerd om het verfijningproces te verrijken: 'Meer grip op wat werkt en wat niet werkt, wat verwacht en wat verheldert, wat mensen leuk blijken te vinden.'

- 5 **Implementeren op commerciële basis.** 'Implementeer het nieuwe concept voor commerciële doeleinden.' Dit is volgens Kelley vaak de langste en technologisch de meest uitdagende stap. Desondanks is het de snelheid waarmee de kleine maar tastbare doorbraken gerealiseerd kunnen worden die tekenend is voor IDEO's 'intensieve, snelle omdraai, brainstorm-en-bouw proces – de energieke, conceptuele *blitz* die in het bedrijf de Diepe Duik heet.'

7. Toepassingskansen bij de overheid

7.1 Rapid prototyping in overheidsprocessen

Waarom vindt de toepassing van rapid prototyping technieken vooralsnog meer plaats bij het bedrijfsleven dan bij de overheid? Dit wordt primair veroorzaakt doordat de overheid enigszins in een glazen huis opereert. Waar een bedrijf vaak in alle rust met ontwikkeling bezig kan zijn, geldt voor de overheid dat de maatschappij niet gewend is aan het onderscheid tussen beleidsontwikkeling (en halffabrikaten) en vigerend beleid. Dit komt onder andere ook tot uiting in de veelal moeizame relatie tussen departementen en planbureau's. Ook is de scheiding tussen front- en backoffice bij bedrijven makkelijker te realiseren dan bij de overheid.

Het is de vraag hoeveel (speel)ruimte de overheid heeft voor prototypes, het presenteren van een onaf product, *work-in-progress* voordat men negatief in het nieuws komt (denk aan de ballonnetjes van bewindslieden in het vorige kabinet). Al is de opdrachtgever (politiek, ambtenarij) zich bewust van het ontwikkelingsstadium van het product, toch wordt dit niet altijd door de buitenwereld zo gezien (pers, opiniemakers, actiegroepen). Hierdoor is de neiging aanwezig om alleen iets te ondernemen als het voor 100% afgedekt is.

De praktijk leert dat in de maatschappij waar veranderingen steeds sneller gaan en de beleidscyclus derhalve steeds sneller doorlopen moet worden, het een illusie is om te streven naar vigerend beleid dat aan alle vereisten voldoet. Straalt men een dergelijke ambitie uit, dan rest veelal een overvloed aan negatieve publiciteit.

Het is interessant om te bezien of de beleidscyclus/ het overheidsbeleid kan leren van de software-industrie waar regelmatig revisies of nieuwe versies uitkomen. Waarom niet Beleidsdoc. versie 8 revisie 2? We moeten dan wel, evenals de softwareproducenten, onderkennen dat geen enkel overheidsbeleid *bug-free* is. Door de snelle veranderingen bestaat het risico dat wanneer gestreefd wordt naar volledigheid het beleid te laat/ achterhaald is op het moment dat het van kracht wordt. Het bouwen van beleid op basis van voortschrijdend inzicht verschaft ons de mogelijkheid wat minder dogmatisch met eenmaal genomen beslissingen om te gaan.

Evenals bij rapid prototyping krijgt de burger bij interactieve beleidsvorming een centrale rol. Het is echter gezien de centraal gestelde consensusgedachte de vraag of hiermee ook 'rapid oplossingen' worden verkregen. Dit heeft onder andere te maken met polderpolitiek en de soms vertragende manieren waarmee men naar consensus zoekt. De integratie van beproefde versnellings technieken vanuit de interactieve beleid- en planvorming en een scala van andere rapid prototyping methoden kan het realiseren van breed gedragen oplossingen –

nieuwe werkprocessen, betere dienstverlening en/of concrete producten – veel sneller, goedkoper en uiteindelijk effectiever maken.

7.2 Het schetsen van de context

Het werk van de overheid is regelmatig op het scherp van de snede. Men kan rapid prototyping niet op alle gebieden toepassen. Veel overheidsacties zijn gebonden aan wettelijke kaders die het prototypen niet toestaan. Het is daarom van belang om de context waarin rapid prototyping gebruikt kan worden goed af te bakenen en vervolgens rapid prototyping te gebruiken waar het de meeste mogelijkheden heeft om de grenzen van effectief handelen te verleggen. Rapid prototyping processen kunnen voor diverse doeleinden worden gebruikt. Deze doelen hebben betrekking op bijvoorbeeld:

- Interne processen in de eigen organisatie;
- Het koppelen van overheid en maatschappij;
- De aansturing van maatschappelijke processen.

7.3 Het bereiken van doelen

Hieronder zijn een aantal kansrijke gebieden voor het toepassen van rapid prototyping gegroepeerd:

Interne processen in de eigen organisatie:

- **Voor het betrekken van medewerkers** – de interne gebruikers – bij het opzetten van nieuwe werkprocessen en diensten: bijvoorbeeld een intern loket voor innovatievragen of een versnelde methode om ideeën vanuit de werkvloer te vertalen naar uitvoeringsprojecten.
- Om senior managers en **bestuurders te overtuigen** van de voor- en nadelen van verschillende opties vóórdat er veel geld moet worden geïnvesteerd.

Het koppelen van overheid en maatschappij

- **De klant dichterbij het gedachtegoed van beleidsopties** te brengen. De gevolgen van beleidsopties voor diverse externe publieksgroepen kunnen worden gevisualiseerd en in simulaties worden 'ervaren' tijdens de beleidsvoorbereiding. Alle betrokkenen kunnen in beeld worden gebracht en de gevolgen van voorgenomen en/of voorspelde standpunten kunnen worden getoetst.
- **De beleidsambtenaar dichterbij de beleving/behoefte van de klanten** te brengen. Door de betrokken ambtenaren een beleving van 'de ervaring van de gebruiker' te geven, komt de beleidsmedewerker dichterbij de behoeften van de klant. Door de klanten zelf bij de visualisaties te betrekken, kunnen valkuilen worden

vermeden. De gevolgen van de maatschappelijke kosten en baten van voorgenomen beleid kunnen vroegtijdig worden ingeschat.

- Voor het **betrekken van jongeren** bij discussies over de wenselijkheid en aantrekkelijkheid van huidige en toekomstige producten en diensten.
- **Om verschillen te overbruggen.** Door complexe ideeën te vertalen naar een beeldtaal of fysieke representatie die voor iedereen – expert of ervaringsdeskundige, ontwerper of klant, bestuurder of burger, los van verschillen in werkveld, ontwikkelingsniveau of educatie – te begrijpen zijn, kunnen heel diverse doelgroepen meedenken over beoogde opties voor nieuwe producten, diensten en/of beleid.
- **Om meningen te expliciteren.** Fysieke prototypen – schetsen, cartoons, karikaturen, eenvoudige maquettes – helpen mensen die het moeilijk vinden hun mening te expliciteren aan de hand van een uitleg in woorden. Fysieke prototypen geven klanten de kans op hun eigen manier een indruk te vormen van de opties en daarover te communiceren.
- **Om dieperliggende ideeën naar voren te brengen.** Het gebruik van gaming en simulatietechnieken laat mensen spelenderwijs andere inzichten naar voren brengen naast de geijkte ‘eerste indrukken’ en officiële standpunten. De ideeën die met deze technieken naar voren komen, zijn ook minder gevoelig van de waan van de dag en wat pas geleden in de krant over het onderwerp heeft gestaan.
- **Om sociaalwenselijke antwoorden te voorkomen.** Decision rooms en versnellingskamers helpen mensen anoniem meningen te uiten en keuzes te maken. Hierdoor kan de invloed van sociaalwenselijke antwoorden tegengewerkt worden en kan duidelijk worden hoe men werkelijk denkt.
- **Om deelnemers zelf prototypen te laten bouwen.** Innovatieruimtes en future centers kunnen worden gebruikt om deelnemers eigen prototypen te laten bouwen. De discussie tussen deelnemers en ambtenaren over de gemaakte modellen kunnen veel inzichten opleveren over wat wél en niet gewenst is.

De aansturing van maatschappelijke processen.

- Nieuwe structuren in de zorg, onderwijs e.d. te laten verankeren in zowel maatschappij als de wetgeving.

Leren van goede praktijken bij andere organisaties

Goede praktijken van anderen zijn nooit zomaar één op één over te nemen. Hoe interessant en veelbelovend zij lijken te zijn, alle praktijk is situatiespecifiek en moet op maat vertaald worden naar de cultuur van elke organisatie. Door *best practices* te simuleren en in de praktijk te toetsen, kunnen de goede ervaringen van andere organisaties bruikbaar gemaakt worden voor toepassing in de eigen dienst.

8. Conclusies en aanbevelingen voor een vertaalslag naar de praktijk

De overheid kan rapid prototyping inzetten om haar werkprocessen te vernieuwen, haar productiviteit te verhogen en de kwaliteit van haar dienstverlening te verbeteren. Rapid prototyping biedt ook mogelijkheden om de samenleving directer bij beleidsontwikkeling te betrekken.

Het gebruik van rapid prototyping vergt een omslag in attitude. Waar veelal lineair gewerkt wordt – waarbij de overheid op basis van een programma van eisen met de beste oplossing komt – wordt bij rapid prototyping het ontwikkelproces met al zijn onzekerheden, iteratieve toetsingen, feedback en verbeteringen centraal gesteld. Belangrijk is dat men een psychologische ruimte creëert waarin fouten maken mag en leren van fouten mag. Eén van de essenties van rapid prototyping is dat feedback tot betere prestaties leidt. De overheid zal zichzelf dus de kans op feedback vroeg in het ontwikkelproces moeten gunnen. Dit houdt onder andere ook in dat senior managers hun projectleiders hiervoor ruimte geven.

Leren betekent ook: leren van voorbeelden. Gebruik de beschikbare bronnen om te leren hoe de processen werken: meer dan een decennium interactieve planvorming bij de Nederlandse overheid en twee decennia usability-onderzoek in het bedrijfsleven.

De opkomst van innovatie- en futurecentra binnen het bedrijfsleven en de overheid biedt veel bronnen van ideeën om op eenvoudige wijze de fysieke ruimte in te zetten om het communiceren over prototypen en werk-in-uitvoering te vereenvoudigen.

Wil rapid prototyping succesvol zijn, dan is het van belang dat alle betrokkenen zich bewust zijn van de kenmerken van de processen. Wanneer deze uitgangspunten duidelijk zijn en gedragen worden, kan men aan het proefproces beginnen. Ook moeten de condities – in relatie tot onder andere politiek en media – waaronder opeenvolgende versies en revisies van overheidsproducten kunnen worden gerealiseerd duidelijk zijn. Het zo gedegen mogelijk ontwerpen van protocollen en procedures is een ultieme eis die men aan de overheid stelt en waarop 'Den Haag' – of de gemeente of de provincie – wordt beoordeeld.

Wat is bruikbaar en hoe?

Direct bruikbaar zijn de eenvoudige technieken: geleide visualisaties, schetsboeken, cartoons, fotomontages en simpele procesprototypen. Men moet eerder investeren in mentaliteit en gedrag in de eigen organisatie dan in dure virtueel reality en beleidssimulaties. Uiteindelijk gaat het om een mentaliteitsverandering: het durven loslaten van zekerheid.

Wat kan ik maandagochtend doen om rapid prototyping principes in mijn werk toe te passen?

- Open en kwetsbaar opstellen. Niet bang zijn om de klant mee te nemen als co-maker van het ontwikkelproces;
- Begin door naar buiten te gaan, te luisteren en te leren;
- Ervaar zelf wat de klant beleeft. Bij wijze van voorbeeld: bel zelf eens met een vraag of suggestie naar uw eigen dienst. Ga zelf fietsen in het gebied waar je een fietspad wilt aanleggen.;
- Erken dat u de wijsheid niet in pacht hebt. Wees bereid om al doende te leren;
- Organiseer allerlei mogelijkheden om de klant vroegtijdig te raadplegen;
- Definieer experimenteren als een noodzaak en handel hierna;
- Geef projectteams de ruimte om vroeg en met halffabrikaten naar buiten te komen;
- Erken dat binnen projectteams verschillende typen mensen leiding kunnen nemen in verschillende fasen van het project. Wees bewust van de leercyclus, pas consequent de Deming-cirkel van *plan-do-check-act* toe;
- Visualiseer, verbeeld, maak complexe ideeën tastbaar;
- Koppel ambitieuze doelen aan kleine en haalbare stappen;
- Zoek en erken voorbeeldgedrag. Voorbeeldfunctie is onontbeerlijk. Dichtbij huis geeft dit het beste effect;
- Vooral doen.

Hiervoor is echter wél bij sommige organisaties een mentaliteits/cultuurverandering nodig. Dit is te bewerkstelligen door:

- Zelf een voorbeeld te zijn;
- Projectleiders te belonen voor voorbeeld gedrag;
- Succesverhalen te erkennen en breder te communiceren;
- Van andere organisaties te leren;
- Van vergelijkbare processen – bijvoorbeeld interactieve beleidsvorming bij de overheid, usability studies uit het bedrijfsleven – te leren;
- Senior managers te laten ervaren dat door het gebruik van rapid prototyping het werk sneller, goedkoper en beter gaat.

Zoals in dit rapport is beschreven, is rapid prototyping niet 'onontdekt'. Er zijn binnen de overheid tal van projecten die op deze manier tot stand komen. Echter, de overheid zal veel uitdrukkelijker op de snelle maatschappelijke veranderingen een daaraan afgeleid op haar snelle taakveranderingen kunnen inspelen als zij deze processen consequenter toepast.

Het is simpelweg een zaak van doen. En leren van het doen. *The proof of the pudding lies - uiteindelijk - in the eating.* Dat is zonder meer de belangrijkste boodschap van rapid prototyping.

Bijlage: Literatuurlijst

Aldershof-Eikelenboom en de Vroed (1992). 'Betere informatiesystemen tegen lagere kosten? Prototyping!'. Informatie, nr 11, 1992

Bricklin, Dan (1999): recensie van Michael Schrage: Serious Play: How the best companies stimulate to innovate. <http://danbricklin.com/log/seriousplay.htm>

Caluwé, L.de., D.Q.T. Fundter, W.J.H. van 't Spijker en F. Joldersma (1995) 'Spelsimulatie voor een lerende overheid'. <http://www.bestuurskunde.nl/bestuurskunde/jq4/nr4/1995,4,4,2.php>

Caluwé L.de, J.Geurts, D.Buis, A.Stoppelenburg (1996) Gaming: organisatieverandering met spelsimulaties. Twijnstra-Gudde.

Floyd, C., W.M. Mehl, F.M. Reisin, G. Schmidt en G. Wolf (1989). 'Out of Scandinavia: Alternative approaches to software design and system development'. Human-Computer Interaction, jaargang 4, nr. 4, blz. 253-350.

Kelley, Thomas (2001) Art of Innovation. Profile Business

Kune, Hank (2002). Future Centers, een verkenning naar mogelijkheden voor de overheid. XPIN: <http://www.xpin.nl>

Latzko, William & Saunders, David (1994). Four days with Dr. Deming. Addison-Wesley

Maslowski, R. & A.J. Visscher (1997) Methoden en technieken voor formatieve evaluatie in sociaal-wetenschappelijke ontwerpsituaties. Universiteit Twente

Mast, Charles v.d. (2003): <http://www.cg.its.tudelft.nl/~charles/in2022/Theorie14.html>

Nielsen, Jakob (website): <http://www.useit.com/jakob/index.html>

Norman, Donald (1988): The Design of Everyday Things. Doubleday Currency

Norman, D. A. (2002). 'Emotion and design: Attractive things work better'. <http://www.ind.org/dn.mss/Emotion-and-design.html>

Radical departures (internet tijdschrift): 'Innovation through serious play' http://www.radical-departures.net/2001/serious_play_full.asp

Ratering, Dick. & Koos Hafkamp (2000). Zelfsturend leren. Academic Service

Rothstein, Paul (2001). The Challenge of Understanding and Designing User Experience. Proceedings National Education Conference 2001

Schön, D.A. (1983) The reflective practitioner. Basic Books

Schrage, M. (1999a) 'The Proto Project'. Fast Company, issue 24 1999

Schrage, M. (1999b), HBR: http://courses.interaction-ivrea.it/socialbusiness/Readings/3rdFasterInnovation_Schrage.pdf

Terry, Peter (1989) The Winning Mind. Thorsons Publishing Group

Tripp, S., Bichelmeyer, B. (1990) 'Rapid Prototyping: an alternative instructional design strategy'. In: Educational Technology Research, 38 (1) 31-44

Useem, Michael (1998). The Leadership Moment. Three Rivers Press.

Weber, David O. (2003), 'Ideology'. Health Forum Journal, May-June 2003

Internet bronnen

Arcopres (Architectuur Computer Presentatie). <http://www.arcopres.nl/>

Disney: <http://www.asme.org/sections/florida/pdf/June2003News.pdf>

e-Govlab: <http://www.hec.nl/egovlab/egovpages/uitdaging.htm>

Fast Company: <http://www.fastcompany.com/magazine/24/schrage.html>

IBM: http://www-3.ibm.com/ibm/easy/eou_ext.nsf/Publish/570PV

Lemeulson Center: http://www.inventionatplay.org/inventors_main.html

Nielsen Norman Group (website van Jakob Nielsen & Donald Norman): <http://www.nngroup.com/>

Palm Pilot: <http://www.cdf.org/palm/palm.html>

Reinvention Labs: <http://govinfo.library.unt.edu/npr/library/nprprt/annrpt/vp-rpt96/secret1/labs.html>

Sheffield Hallam University:

<http://www.shu.ac.uk/schools/cms/rapid.software.prototyping/introduction.html>

TNO: <http://www.tno.nl>