

Zakelijkheid en zorgvuldigheid in balans

Zakelijkheid en zorgvuldigheid in balans

Praktijkgericht onderzoek ten bate van de luchtvaart

Lectorale Rede

uitgesproken op woensdag 16 mei 2012

door

Robert Jan de Boer

Lector Aviation Engineering
Aan de Hogeschool van Amsterdam



Hogeschool van Amsterdam

Omslagillustratie: foto en collage van BertZuiderveen.nl
Vormgeving omslag: Kok Korpershoek, Amsterdam
Opmaak binnenwerk: JAPES, Amsterdam

isbn 978 90 5629 708 4
e-isbn 978 90 4851 715 2 (pdf)
e-isbn 978 90 4851 716 9 (ePub)

© Robert Jan de Boer / HVA Publicaties, Amsterdam 2012

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen of enige andere manier, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever.

Voorzover het maken van kopieën uit deze uitgave is toegestaan op grond van artikel 16B Auteurswet 1912 j° het Besluit van 20 juni 1974, Stb. 351, zoals gewijzigd bij het Besluit van 23 augustus 1985, Stb. 471 en artikel 17 Auteurswet 1912, dient men de daarvoor wettelijk verschuldigde vergoedingen te voldoen aan de Stichting Reprorecht (Postbus 3051, 2130 KB Hoofddorp). Voor het overnemen van gedeelte(n) uit deze uitgave in bloemlezingen, readers en andere compilatiewerken (artikel 16 Auteurswet 1912) dient men zich tot de uitgever te wenden.

Inhoud

| | |
|---|----|
| Inleiding | 7 |
| <i>De veiligheid van de luchtvaart</i> | 7 |
| <i>De rentabiliteit van de luchtvaart</i> | 8 |
| <i>De afweging tussen zakelijkheid en zorgvuldigheid</i> | 9 |
| Inzicht in de afweging tussen zakelijkheid en zorgvuldigheid | 11 |
| <i>Line Observation Safety Audits op het platform</i> | 12 |
| <i>Microverhaaltjes</i> | 13 |
| Gelijktijdige verbetering van zakelijkheid en zorgvuldigheid | 14 |
| <i>Ultrasonische Verificatie Alarm</i> | 15 |
| <i>Procesoptimalisatie met Lean</i> | 16 |
| <i>Tablet PC in onderhoud</i> | 17 |
| <i>Automation Surprise</i> | 18 |
| Verwevenheid van het praktijkgericht onderzoek | 19 |
| Tot slot | 21 |
| Literatuur | 22 |
| Curriculum vitae | 26 |

Inleiding

Mevrouw de rector, collega's uit de praktijk, van de hogeschool en uit de wetenschap, studenten, vrienden familie en andere belangstellenden, dank voor uw belangstelling voor mijn lectorale rede getiteld: Zakelijkheid en zorgvuldigheid in balans: Praktijkgericht onderzoek ten bate van de luchtvaart.

De veiligheid van de luchtvaart

Zoals we allemaal weten is de civiele luchtvaart een veilig systeem. In 2011 zijn er wereldwijd 24 ongevallen met fatale gevolgen voor inzittenden met commerciële vluchten gemeld (NLR, 2012) op ongeveer 22 miljoen vluchten (Boeing, 2011). Dat vertegenwoordigt een frequentie van een op bijna een miljoen vluchten. Laten we dat getal eens in perspectief zetten. In 2010 stierven in Nederland 1 op de 122 mensen. Van hen stierven er 1 op de 128 een natuurlijke dood en 1 op de 2891 een niet-natuurlijke dood. 1 op de 6005 mensen stierf in 2010 in verband met een privéongeval, 1 op de 10385 Nederlanders overleed ten gevolge van zelfdoding en 1 op de 27 831 mensen stierf aan een verkeersongeval op de weg. Moord en doodslag leidden tot het overlijden van 1 op 115 384 mensen in Nederland, en een bedrijfsongeval tot het overlijden van 1 op de 291 496 mensen in 2010 (CBS, 2011a, 2011b). Alleen de kans om in enig jaar te sterven aan bliksem is kleiner dan de kans om terecht te komen in een ongevalsvlucht: 1 op de 1 250 000 (Rausand, 2005). Maar laten we naar wat meer positieve cijfers kijken. Wie heeft er wel eens een bedrag van meer dan € 1000 gewonnen in de Staatsloterij? Niet veel van jullie, maar die kans van 1 op 11 075 (Consumentenbond, 2012) is vele malen groter dan de kans om terecht te komen in een ernstig luchtvaartongeluk.

Vergeleken met deze cijfers is vliegen dus een relatief veilige bezigheid, al hangt het er sterk van af waar en hoe vaak men vliegt. De ongevalstatistiek voor westerse vliegtuigen is 1 op de 4 miljoen vluchten (Burin, 2012), daarentegen vonden in 2011 maar liefst vier van de 24 fatale ongevallen plaats in Congo en ook vier in Rusland (NLR, 2012). En iemand die in een jaar vijf retourvluchten onderneemt wordt blootgesteld aan een risico van 1 op de 100 000 om in een dodelijk luchtvaartongeval terecht te komen. Dit is tien keer zo hoog als de in Nederland geldende norm voor het maximum acceptabel individueel risico (Ale, 2005). We moeten dus in de sector blijven werken aan verbetering: om het huidige veiligheidsniveau te handhaven ondanks de groei van de luchtvaart, om van Europa de veiligste regio voor de luchtvaart in de wereld te worden en om de veiligheid te verhogen op Bonaire, Sint Eustatius en Saba, de overige landen van het Koninkrijk en ook in andere landen, zoals is geformu-

leerd in de Beleidsagenda Luchtvaartveiligheid 2011-2015 (Ministerie van Infrastructuur en Milieu, 2011).

De rentabiliteit van de luchtvaart

Er blijft over de lange termijn een groeiende vraag naar luchtvervoer ondanks de concurrentie van virtuele communicatie en de huidige economische neergang. Met name in de snel groeiende economieën neemt het aantal gevlogen passagierskilometers gestaag toe (Hansman, 2010; Hartman, 2011). Deregulering en de opkomst van de zogenaamde Low Cost Carriers zoals easyJet en Ryanair hebben ervoor gezorgd dat de kosten van de goedkoopste tickets naar vakantiebestemmingen niet meer hoeven te kosten dan een goede fles whisky. Hoewel de winstgevendheid van de traditionele luchtvaartmaatschappijen cyclisch is en momenteel sterk onder druk staan (IATA, 2011) zijn de Low Cost Carriers zelfs bij tegenwind zwarte cijfers blijven schrijven (easyJet, 2011; Ryanair, 2011). Daarbij moet opgemerkt worden dat de rentabiliteit van luchtvaartmaatschappijen wordt vergroot door bijkomende inkomsten voor bijvoorbeeld administratiekosten, bagage en stoelreservering (Ryanair, 2012).

De overheid vaart wel bij de luchtvaart: over 2010 is door Schiphol een dividend aan het rijk betaald van € 53 miljoen (Schiphol, 2011), en de diensten van bijvoorbeeld de luchtverkeersleiding zijn kostendekkend (LVNL, 2011). Ook de luchthaven genereert significante bijkomende inkomsten door de exploitatie van winkels en bedrijventerreinen (Schiphol, 2011). Andere deelsectoren binnen de luchtvaart, zoals onderhoudsbedrijven, waar zo'n kleine 10 000 mensen werkzaam zijn (Lucht- en Ruimtevaart Nederland, 2010), hebben minder mogelijkheden om bijkomende inkomsten te genereren en zijn dus kwetsbaarder voor economische cycli. Juist in de onderhoudssector is een grote dynamiek ontstaan door de toenemende bereidheid om onderhoud uit te besteden, de opkomst van concurrentie uit landen met een lager loonpeil, en de ambitie van producenten van vliegtuigen om een groter aandeel van de onderhoudsmarkt te bedienen (Nayak, 2011; de Swert, 2011).

De invoering van het EU-emissiehandelssysteem per 1 januari jongstleden leidt al in 2012 tot een hogere ticketprijs voor de consument en zal de concurrentiepositie voor KLM en de luchthaven Schiphol onevenredig verslechteren in vergelijking met andere Europese luchtvaartmaatschappijen en vliegvelden. Deze effecten worden versterkt wanneer de CO₂-prijzen stijgen ten opzichte van de geschatte € 10 per ton en niet-Europese landen tegenmaatregelen nemen, zoals een algehele boycot van het systeem (KiM, 2012). Volgens het kabinet draagt het EU-emissiehandelssysteem bij aan de algemene Europese klimaatdoelstelling ook al worden de reductiemaatregelen buiten de luchtvaart

genomen en worden de rechten daarvan door de sector gekocht (Atsma, 2012). Ook in andere opzichten zal de sector zich moeten blijven inzetten om de maatschappelijke kosten van vliegen (zoals geluidsoverlast en ruimtegebruik) te minimaliseren.

Ook met betrekking tot rentabiliteit moeten we dus in de sector blijven werken aan verbetering om het huidige niveau van dienstverlening aan consumenten en de werkgelegenheid voor de medewerkers te behouden.

De afweging tussen zakelijkheid en zorgvuldigheid

In de luchtvaart zijn we in staat om een redelijke afweging tussen zorgvuldigheid en zakelijkheid te maken, onder andere omdat de regulering van de luchtvaart sinds de luchtvaartconventie in Chicago in 1944 op internationaal niveau wordt afgestemd en vastgesteld. Daardoor is een systeemaanpak mogelijk geworden waarin alle betrokkenen nauw en eensgezind samenwerken. Ook in het luchtvaartonderwijs is het systeemdenken diep geworteld (Helderman, Honingh, & Thewissen, 2009). Tenslotte wordt het (levens)belang van diegene die (letterlijk) aan de stuurknuppel zit vaak genoemd als een oorzaak voor de goede afweging tussen zorgvuldigheid en zakelijkheid in de luchtvaart. Vergelijk dit bijvoorbeeld met de ruimtevaart, waar astronauten pas na het ongeluk met de Challenger in 1986 een bepalende stem kregen in het doorgaan van een vlucht (Rogers et al., 1986).

Het is misschien goed om ‘zakelijkheid’ en ‘zorgvuldigheid’ duidelijk te definiëren. Met ‘zakelijkheid’ bedoelen we het minimale verbruik van hulpbronnen (Engels: *resources*) zoals energie, tijd, mankracht, geld, grondstoffen, hulpmiddelen enzovoort. ‘Zorgvuldigheid’ is de discipline om een activiteit alleen uit te voeren als alle bekende voorwaarden zijn vervuld om niet meer of minder dan de beoogde uitkomsten te realiseren (Hollnagel, 2009). Ik geef een aantal bekende voorbeelden van de afweging tussen zakelijkheid en zorgvuldigheid in de luchtvaart:

- De stijpprestaties van een vliegtuig (*minimum rate of climb*) zijn gedefinieerd met één motor onklaar (JAR 25.121). Als er één (maar niet meer dan één) motor uitvalt, dan heeft het toestel voldoende vermogen om te stijgen en weer veilig te landen.
- De motoren van een vliegtuig moeten het motorvermogen handhaven ondanks een aanvaring met vogels van maximaal tweeënhalf pond (14 CFR Part 33). Natuurlijk bestaan er ook grotere vogels, en is een aanvaring daarmee niet uitgesloten, maar het beveiligen van motoren tegen vogels van grotere omvang is momenteel niet haalbaar.

- De minimum uitrustingslijst (*minimum equipment list*, MEL) schrijft voor welke systemen ten minste moeten werken voor een vlucht mag worden uitgevoerd (zie JAR-OPS 1.030). Een vlucht mag dus omwille van de zakelijkheid toch uitgevoerd worden als een aantal vliegtuigsystemen niet functioneert.
- Een vliegtuigmonteur moet gecertificeerd zijn voor de werkzaamheden die hij uitvoert en deelnemen aan jaarlijkse opfrustrainingen (Part-66). Dat niet alleen, hij moet iedere onderhoudstaak die hij uitvoert apart aftekenen, wat natuurlijk ten koste gaat van de zakelijkheid maar ten goede komt aan de zorgvuldigheid.

Deze afwegingen lijken helder, maar hoe kan het dan dat het desondanks in de praktijk soms mis gaat? In januari 2009 is een Airbus A320 boven New York in aanvaring gekomen met een aantal Canadese ganzen van ieder acht pond. Beide motoren zijn geraakt en daarom uitgevallen, met als gevolg een noodlanding in de Hudson Rivier, die gelukkig goed is afgelopen. Op basis van de huidige eisen zou je kunnen zeggen dat het risico op deze noodlanding in de afweging tussen zakelijkheid en zorgvuldigheid bewust is genomen (National Transportation Safety Board, 2010; Schmid, 2007).

Een tweede categorie vormen de eisen die gesteld worden op basis van onjuiste analyse of een tekort aan informatie. In de praktijk is bijvoorbeeld gebleken dat de radiohoogtemeter van de Boeing 737 veel problemen oplevert en andere systemen beïnvloedt. Sinds 2001 is dit onder andere door Turkish Airlines aan Boeing gemeld, maar het betreft een gering aantal meldingen in vergelijking met alle voorkomende incidenten met radiohoogtemeters, en in vergelijking met alle door Boeing ontvangen meldingen. De radiohoogtemeter is in 2004 aangemerkt als een veiligheidsprobleem en op de minimum uitrustingslijst vermeld. Deze waarschuwing heeft echter niet geleid tot procedures voor situaties waarin pas tijdens de vlucht problemen met het radiohoogtemetersysteem optreden, “onder andere omdat de piloten voldoende waarschuwingen en aanwijzingen krijgen om tijdig in te grijpen”. Na een aantal eerdere incidenten leidde dit in februari 2009 tot het ongeluk met de Boeing 737 van Turkish Airlines bij Schiphol. In dit geval hebben dus de betrokken organisaties op basis van een onjuiste analyse en een tekort aan informatie een verkeerde afweging tussen zakelijkheid en zorgvuldigheid gemaakt (OVV, 2010).

Ten slotte is het mogelijk dat de door de organisatie gemaakte afweging tussen zakelijkheid en zorgvuldigheid op de werkvloer anders wordt ingevuld. In de luchtvaart, net als bij andere bedrijfstakken, komt het wel eens voor dat een monteur een taakopdracht niet volledig leest en uitvoert, maar wel als zodanig ondertekent. Dit leidde bijvoorbeeld tot een incident met een motor

die tijdens de vlucht was voorzien van conserveringsvloeistof in plaats van reguliere motorolie (NN, 2011).

De luchtvaartsector streeft naar een verhoging van zowel zakelijkheid als zorgvuldigheid. De voorbeelden hiervoor werpen twee vragen op:

- Kunnen we de balans tussen zakelijkheid en zorgvuldigheid verbeteren?
- Kunnen we door nieuwe kennis gelijktijdig de zorgvuldigheid én zakelijkheid in de luchtvaart verhogen?

In het vervolg van deze rede zal ik een poging doen om deze vragen te beantwoorden aan de hand van het praktijkgericht onderzoek dat wordt uitgevoerd door het onderzoeksprogramma Aviation aan onze hogeschool. Daarna zal ik kort aangeven hoe ons praktijkgericht onderzoek is georganiseerd.

Inzicht in de afweging tussen zakelijkheid en zorgvuldigheid

Een goede afweging tussen zakelijkheid en zorgvuldigheid is alleen te maken als er een goed inzicht is in de risico's die gelopen worden en de kosten die ermee gemoeid zijn. Daarbij moeten we ons juist niet alleen richten op de daadwerkelijke ongelukken en ernstige incidenten die de spreekwoordelijke tip van de ijsberg vertegenwoordigen, maar juist (ook) kijken naar de gebeurtenissen die zonder consequenties zijn, de zogenaamde voorvallen. Dit zijn operationele onderbrekingen, defecten, fouten of andere onregelmatigheden die de luchtvaartveiligheid kunnen beïnvloeden zonder dat er werkelijk sprake is van een ongeval of ernstig incident. Sinds 2007 is het verplicht om alle voorvallen binnen de sector te melden bij het Analysebureau Luchtvaartvoorvallen, dat is ondergebracht bij de Inspectie Leefomgeving en Transport (Artikel 4 EU richtlijn 2003/42; wet Melding Voorvallen Burgerluchtvaart). De meldplicht geldt voor alle mensen die in de burgerluchtvaart werken zoals gezagvoerders, vliegtuigontwerpers, luchtverkeersleiders, vliegtuigmonteurs en grondpersoneel. De gegevens van de melder zijn beschermd, en de melding wordt niet gebruikt voor strafrechtelijke vervolging of bestuursrechtelijke handhaving, tenzij er sprake is van opzet, grove nalatigheid of een misdrijf (ILT, 2012).

Het Analysebureau Luchtvaartvoorvallen krijgt bijna 10 000 meldingen per jaar (Eurlings, 2010), en dit getal geeft dus een indicatie voor de omvang van de ijsberg. Hoewel het zou kunnen dat de lichtste categorie voorvallen ondervertegenwoordigd is omdat men niet altijd geneigd is om voorvallen zonder consequenties te melden (Hobbs & Kanki, 2008), is de meldingsbereidheid in

Nederland over het algemeen hoog (Verschoor & Young, 2011). Een van onze honoursstudenten doet overigens momenteel onderzoek naar de betrouwbaarheid van de meldingen bij het Analysebureau in vergelijking met de bedrijfsinterne meldingen (Wubbe, 2012).

Line Observation Safety Audits op het platform

Hoewel in het algemeen veel voorvallen worden gemeld, geldt dat niet voor medewerkers van het platform die de vliegtuigafhandeling doen. Bij een afhandelingsbedrijf is de verhouding tussen gebeurtenissen in vier categorieën van aflopende ernst bijvoorbeeld 1 : 70 : 350 : 450 (de Boer, Koncak, Habekotté, & van Hilten, 2011) en lijkt het dat de lichtste categorie ondervertegenwoordigd is. En dat terwijl er uit de voorvallen zonder consequenties juist veel te leren valt om toekomstige incidenten te voorkomen. Een manier om dit te doorbreken is de invoering van *Line Operational Safety Audits* (LOSA) voor het platform zoals twee honoursstudenten hebben gedaan bij KLM Ground Services.

Deze aanpak is gebaseerd op het observeren van een redelijk aantal normale operaties om vast te stellen in hoeverre er volgens de geldende richtlijnen wordt gewerkt. De observaties worden uitgevoerd door speciaal opgeleide observatoren en de metingen zijn anoniem en zonder strafmaatregelen. Daardoor geven de rapportages een goed beeld van de werkelijke gang van zaken op het platform (de Boer et al., 2011). LOSA is ontwikkeld door de University of Texas in samenwerking met de FAA en een aantal Amerikaanse luchtvaartmaatschappijen (Ma et al., 2011), en is (voor zover wij weten) niet eerder in Nederland toegepast. Onze uitdaging was om het systeem in te richten zodat het aansluit bij de regelgeving en procedures van KLM op Schiphol. Zoals dat gaat zijn bij de invoering van LOSA een aantal tekortkomingen in de huidige voorschriften aan het licht gekomen en door de betrokken instanties aangepast. Bovendien ging de oorspronkelijke opzet voor LOSA uit van externe oorzaken als bron van de afwijkingen, zoals kapot gereedschap en slecht weer. In de eerste observaties is ons gebleken dat veel afwijkingen geen externe oorzaak kennen en dat zelfopgelegde tijdsdruk vaak een bron is voor het overtreden van richtlijnen (de Boer et al., 2011; Habekotté & Koncak, 2011).

Vervolgens zijn door een volgende student de eerste analyses uitgevoerd, waaruit is gebleken dat er gemiddeld 15,8 afwijkingen per aankomst of vertrek zijn ten opzichte van de voorschriften, zoals te hard rijden, het niet controleren op objecten die in de motor kunnen worden gezogen, of onjuist gebruik van de externe stroomvoorziening (Ansems, 2012). Ter vergelijking, bij soortgelijke observaties in de cockpit worden ongeveer drie afwijkingen per vlucht geconstateerd (Merritt & Klinect, 2006). De geconstateerde afwijkingen hebben

geleid tot gerichte interventies bij KLM Ground Services om het aantal afwijkingen terug te dringen. Met behulp van LOSA en een volgende lichte studententent is KLM Ground Services vervolgens in staat om het effect van deze interventies na te gaan.

Tot nu toe zijn er (vanwege het maar sporadisch optreden van ernstige incidenten) weinig mogelijkheden om de uitkomsten van onderzoeken naar de veiligheidscultuur te valideren. LOSA blijkt een goed en kwantitatief beeld te geven van de werkelijke afweging tussen zakelijkheid en zorgvuldigheid op het platform. Het ligt dan ook voor de hand om deze resultaten te vergelijken met die van onderzoeken naar de veiligheidscultuur zoals die worden gepropageerd binnen de luchtvaart (Ministerie van Infrastructuur en Milieu, 2011).

Microverhaaltjes

Een tweede voorbeeld van onderzoek waarmee wij proberen om inzicht te verkrijgen in de afweging die gemaakt wordt tussen zorgvuldigheid en zakelijkheid, is het verzamelen en coderen van ‘microverhaaltjes’ (*narratives*). Deze aanpak is ontwikkeld als antwoord op de steeds complexer wordende interactie in veel sectoren, waaronder de luchtvaart.

Volgens het zogenaamde Cynefin-raamwerk zijn er vier verschillende contexten waarin zich problemen kunnen openbaren (Snowden & Boone, 2007). In het *simple* domein kunnen leken oorzaak-en-gevolgrelaties herkennen, bijvoorbeeld het eerder besproken risico van vogelaanvaringen voor het uitvallen van de motor. In het *gecompliceerde* domein zijn de oorzaak-en-gevolgrelaties nog steeds duidelijk aanwezig, maar alleen zichtbaar voor experts, bijvoorbeeld de relatie tussen de radiohoogtemeter en de stuwkrachtbediening (*autothrottle*) in de Boeing 737. In het *chaotisch* domein zijn de oorzaak-en-gevolgrelaties nutteloos en moet er direct gehandeld worden, bijvoorbeeld bij het uitvallen van de motor van de genoemde A320 boven New York. Er was nauwelijks tijd voor een analyse en een afweging van alternatieven, er moest een noodlanding op de Hudson worden uitgevoerd. In het *complexe* domein zijn oorzaak-en-gevolgrelaties alleen achteraf zichtbaar; a priori zijn er verschillende uitkomsten mogelijk en de relatie moet dus uit de materie ‘tevoorschijn komen’ (*to emerge*) of zichtbaar worden. Voorbeelden van problemen in dit domein zijn vooral organisatorisch van aard, bijvoorbeeld de keuze van interventies om de meldingsbereidheid van monteurs te verhogen (Verschoor & Young, 2011). In dit kwadrant zijn er geen pasklare antwoorden; er kunnen alleen kleine *safe-to-fail* experimenten worden uitprobeerd. Onder andere via microverhaaltjes blijkt vervolgens wat wel en niet werkt.

Hoewel de aanpak met microverhaaltjes zich juist leent voor problemen op het grensvlak tussen zakelijkheid en zorgvuldigheid (Deloitte, 2009) is er nog weinig ervaring mee in Nederland. Vandaar dat wij in samenwerking met het bedrijf Innosense microverhaaltjes betrekken bij de evaluatie van ons honours-programma. Negentien excellente vierdejaarsstudenten die dit programma volgen, hielden iedere week een blog bij over wat ze binnen en buiten het onderzoeksprogramma meemaakten. Vervolgens gaven ze zelf betekenis aan het verhaal door het te voorzien van codes (*signifiers*) die een analyse mogelijk maakt. De studenten hebben als proefkonijn behoorlijk wat te verduren gehad in de zin van verloren data en een aaneenschakeling van invoerschermen, maar uiteindelijk zijn we erin geslaagd om bruikbare informatie te genereren over de opzet van ons honoursprogramma. Zo is het onmiddellijk duidelijk als een bepaalde module van het programma niet aanslaat of juist zeer goed bevallen is, waardoor we eventueel maatregelen kunnen treffen. We zien of er aan de voorzieningen iets schort, de opdrachten duidelijk zijn en de stof wordt begrepen. We merken het ook als er zich problemen op het persoonlijke vlak voordoen.

We willen de aanpak verder laten rijpen voordat we het introduceren in de industrie. Zo werkt de software nog niet helemaal naar tevredenheid en moeten we een beter gevoel krijgen voor belangrijke en minder belangrijke *signifiers*. Bovendien is de motivatie van de bloggers natuurlijk cruciaal voor de goede werking van het systeem, en hebben we daarvoor nog niet altijd de goede wortel en stok. We vervolgen dit onderzoek op dit moment tijdens de afstudeerfase in een driewekelijks ritme en gaan er volgend jaar mee door voor alle honoursprogramma's van het domein techniek. Bij de uiteindelijke uitrol bij bedrijven zal het effect van verschillende interventies die de veiligheid of productiviteit verhogen zichtbaar worden door de microverhaaltjes. Een van de honoursstudenten wil deze aanpak al op korte termijn gaan gebruiken voor het bepalen van de klanttevredenheid in de verhuurmarkt van vastgoed (over multidisciplinaire samenwerking gesproken!).

Gelijktijdige verbetering van zakelijkheid en zorgvuldigheid

In het vorige deel van mijn rede heb ik laten zien hoe ons praktijkgericht onderzoek bijdraagt aan een optimale afweging tussen zakelijkheid en zorgvuldigheid door inzicht te verschaffen in de werkelijke gang van zaken. Bij de invoering van LOSA op het platform voor KLM Ground Services zijn inconsistenties uit de procedures verwijderd en is het mogelijk geworden om gericht

interventies te plegen om een betere balans tussen veiligheid en productiviteit te realiseren. Het onderzoek naar de microverhaaltjes geeft aan dat er ook kwalitatieve informatie zichtbaar kan worden gemaakt die waardevol is in een complexe omgeving, waar de relatie tussen oorzaak en gevolg alleen achteraf herkenbaar is.

In deze onderzoeken richten we ons op het vaststellen van de balans tussen zakelijkheid en zorgvuldigheid. We gaan er daarbij vanuit dat zakelijkheid ten koste gaat van zorgvuldigheid en vice versa. In het komende deel presenter ik voorbeelden van onderzoek waarin we zakelijkheid en zorgvuldigheid gelijktijdig verbeteren, en dus de ‘nul som’ (Engels: *zero sum*) doorbreken. Om dit mogelijk te maken is het nodig dat er nieuwe kennis beschikbaar komt voor de bedrijven. Door middel van ons onderzoek leveren we hier een bijdrage aan.

Ultrasonic Verification Alarm

Ons meest langlopende onderzoek betreft de haalbaarheid van een nieuwe manier van niet-destructief onderzoek voor composieten. Composiet is in de luchtvaart een materiaal van toenemend belang: de nieuwe 787 van Boeing en de A350 van Airbus zullen voor de helft van composiet materiaal zijn vervaardigd (op basis van gewicht), vergeleken met de 12 procent voor de Boeing 777 (Boeing, 2012). Maar het nadeel van composiet is dat beschadigingen nauwelijks zichtbaar zijn omdat deze zich binnen in het materiaal voordoen (Ostrom & Wilhelmsen, 2008). De huidige inspectiemethoden zijn zeer beperkt in hun mogelijkheden om grotere oppervlakten te bestrijken.

Door Rudolf Sprik van het natuurkundig Van der Waals-Zeeman Instituut van de Universiteit van Amsterdam is een methode ontwikkeld om beschadigingen in composiet materiaal te identificeren. Deze methode kan in één keer een veel groter oppervlakte inspecteren dan de huidige werkwijze. Rudolf heeft dat Ultrasonic Verification Alarm gedoopt en niet toevallig afgekort tot UVA. Met deze methode is het in principe mogelijk om met maar enkele sensoren een onderdeel als de *trailing arm* van de F16 te controleren op beschadigingen, in plaats van deze extra sterk – en dus zwaar – te maken zoals nu het geval is. Ons praktijkgericht onderzoek, opgezet door docent Pieter van Langen samen met studenten, is er op gericht om de werkwijze zoals die door Rudolf is ontwikkeld te schalen naar de materialen en parameters die bruikbaar zijn in de luchtvaart. Met behulp van een subsidie van de Stichting voor Fundamenteel Onderzoek der Materie (FOM) hebben we hiervoor in de kelder van ons gebouw een laboratorium ingericht. Een klankbordgroep bestaande uit vertegen-

woordigers van Fokker Technologies, Technobis, het Nationaal Lucht- en Ruimtevaartlaboratorium (NLR) en Rudolf begeleidt ons.

Hoewel het onderzoek minder snel vordert dan oorspronkelijk gehoopt, hebben we inmiddels met verschillende lichten studenten een aantal parameters vast weten te stellen op een niveau dat bruikbaar lijkt voor de vliegtuigbouw (Langen, de Boer, Brusche, Donkelaar, & Sprik, 2011). Bovendien zijn we met studenten van de masteropleiding van de Universiteit van Amsterdam een vervolgonderzoek begonnen om de beschadiging te lokaliseren – een keerzijde van het bestrijken van grote oppervlakten is immers dat je niet weet waar de schade zich bevindt. Als het ons lukt om deze werkwijze geschikt te maken voor de luchtvaart, dan is het mogelijk om lichtere en toch veiligere onderdelen te gebruiken in de luchtvaart en dus zakelijkheid en zorgvuldigheid tegelijk te verbeteren.

Procesoptimalisatie met Lean

Een andere manier om gelijktijdig zakelijkheid en zorgvuldigheid te verbeteren, is om de processen in een bedrijf te verbeteren, bijvoorbeeld met behulp van *Lean*-principes. *Lean* is een gedachtegoed dat zich richt op het uitbannen van zeven vormen van verspilling (Japans: *mudda*): fouten, overproductie, overbewerking, voorraden, transport, bewegingen en wachten (Womack & Jones, 2003). Dit wordt bereikt door:

- waarde voor de eindklant expliciet te maken – met name technenuten willen wel eens een complexiteit toevoegen aan een product of dienst zonder dat de klant ervoor wil betalen;
- de waarde stroom te identificeren, zodat voor alle stappen helder is of ze waarde toevoegen, om een andere reden noodzakelijk zijn of verspilling inhouden;
- een continue stroom te realiseren van enkelstuks, in plaats van grote hoeveelheden tegelijk te maken;
- de stroom aan te sturen door klantvraag in plaats van op voorraad te produceren; en
- perfectie na te streven.

Hoewel de *Lean*-principes al in 1990 beschreven zijn (Womack, Jones, & Roos, 1990) en er sinds 2000 een *Lean Aerospace Initiative* loopt (Murman, 2002) is de praktijk weerbarstig. Als uitvloeisel van een nieuwe minor luchtvaartonderhoud die kenniskringlid Arjan Stander heeft ontwikkeld leek het ons dat de kleinere onderhoudsbedrijven last hadden van een kenniskloof. In een rondetafelsessie die honoursstudenten begin 2011 in samenwerking met de TU Delft

hebben georganiseerd werd bevestigd dat kleinere onderhoudsbedrijven niet altijd bekend waren met deze vorm van procesverbetering, en dat de theorie van *Lean* zich slecht verhoudt tot de onvoorspelbaarheid van onderhoudswerkzaamheden.

Bij het onderhoudsbedrijf JetSupport op Schiphol hebben deze studenten vervolgens in het kader van hun afstuderen de waarde van een *Lean*-aanpak laten zien. Bij SAMCO op Maastricht Aachen Airport, de Bombardier-vestiging op Schiphol en bij Braathens in Zweden zijn wij onlangs soortgelijke trajecten gestart met volgende lichtingen studenten. Naast de invoering van *Lean* bij deze bedrijven willen we het *Lean*-repertoire uitbreiden zodat het onmiddellijk bruikbaar is voor kleinere onderhoudsbedrijven binnen en buiten de luchtvaart (Stander, Boersma, & de Boer, 2012). Dit doen we in samenspraak met de branchevereniging Netherlands Aerospace Group en TNO. Arjan heeft overigens met dit onderzoek de Research Battle van het domein techniek gewonnen.

Door een verbetering van de processen bij onderhoudsbedrijven neemt de productiviteit zichtbaar toe, maar *Lean* levert ook een bijdrage aan de veiligheid doordat er minder verkeerd gaat. Zakelijkheid en zorgvuldigheid nemen dus tegelijk toe.

Tablet PC in onderhoud

Een ander onderzoek om de zorgvuldigheid en zakelijkheid tegelijk te verhogen, betreft de invoering van een tablet computer bij luchtvaartonderhoud. Door het Nationaal Lucht- en Ruimtevaartlaboratorium (NLR) hier in Amsterdam is een concept ontwikkeld voor een zakcomputer dat de productiviteit van de monteurs verhoogt en de veiligheid vergroot. Het systeem geeft een beter overzicht van de uit te voeren taken, en maakt het mogelijk om vanaf de werkplek reserveonderdelen aan te vragen (zakelijkheid). Het systeem is beveiligd tegen het uitvoeren van werkzaamheden in een onwenselijke volgorde en het onterecht aftekenen van taken (zorgvuldigheid). De grootste winst is te behalen doordat relevante documentatie binnen handbereik is en eigen aantekeningen toegestaan zijn maar gecontroleerd worden, zodat zowel zakelijkheid als zorgvuldigheid vergroot worden (Hakkeling-Mesland & van de Merwe, 2008).

Hoewel het NLR dit concept via verschillende Europese projecten heeft ontwikkeld, is het niet eerder tot een toepassing in de praktijk gekomen. In samenwerking met Nayak Aircraft Service op Schiphol, het adviesbureau voor cocreatie Lilico, en natuurlijk het NLR zijn drie lichtingen afstudeerders in staat geweest om een prototype te ontwikkelen die aan de voornaamste barriè-

res uit de praktijk tegemoetkomt, zoals digitaal kunnen aftekenen, evenveel flexibiliteit als papier en behoud van functionaliteit bij het uitvallen van de draadloze verbinding (Goossen, Kuiper, & De Boer, 2011). De testfase verwachten we rond de zomer te kunnen aanvangen. Intussen is er interesse gewekt bij leveranciers van onderhoudssoftware en bij andere onderhoudsbedrijven om deel te nemen aan het consortium.

Automation Surprise

Als laatste voorbeeld van ons praktijkgericht onderzoek dat gelijktijdig zekerheid en zorgvuldigheid verhoogt, wil ik graag *Automation Surprise* noemen. Dit is het verschijnsel dat de bemanning verrast wordt door acties van de automatisering (Sarter, Woods, & Billings, 1997). De oorzaak kan liggen in een technische fout, maar ook in onvoldoende training of een onjuist mentaal beeld van de toestand van de computer. Het verschijnsel is in toenemende mate relevant omdat manuele taken (zoals het besturen van een trein of vliegtuig) steeds meer worden omgezet naar toezichhoudende taken waarbij de besturing is geautomatiseerd. *Automation Surprise* is een verschijningsvorm van cognitieve weerstand zoals ik dat heb onderzocht in het kader van mijn promotieonderzoek (de Boer, 2011, 2012), en cognitieve weerstand lijkt een rol gespeeld te hebben in een aantal spraakmakende incidenten, zoals het ongeluk met Turkish Airlines in 2009 (Dekker, 2009; OVV, 2010), het opstijgen vanaf een taxibaan (OVV, 2011), staartcontact en overschrijden van de startbaan door verkeerde gewichtsberekeningen (ATSB, 2011) en de verkeerde montage van een afsluitring (NN, 2011). In al deze gevallen waren er signalen dat er dingen niet goed waren, maar is desondanks volhard in de ingezette weg.

Een aantal studenten is onlangs begonnen met het opwekken van *Automation Surprise* op onze A320 vliegtuigsimulator. Allereerst zullen we verschillende manipulaties proberen en daarvan de beste kiezen voor ons verder onderzoek. Zodra dat succesvol blijkt, kunnen we verschillende strategieën uitproberen om het effect van *Automation Surprise* te minimaliseren. We hebben voor dit onderzoek toenadering gezocht tot de cluster toegepaste psychologie van het kenniscentrum van het domein maatschappij en recht van onze hogeschool.

Wij verwachten dat we met dit praktijkgerichte onderzoek kennis genereren dat de keerzijde van verregaande automatisering helpt te onderdrukken, zodat we ook hier zekerheid samen met zorgvuldigheid kunnen vergroten.

Verwevenheid van het praktijkgericht onderzoek

Tot nu toe heb ik laten zien hoe het praktijkgerichte onderzoek aan de hogeschool bijdraagt aan inzicht om een optimale afweging tussen zakelijkheid en zorgvuldigheid in de luchtvaart te kunnen maken, en heb ik voorbeelden gegeven van kennisvermeerdering waarbij we zakelijkheid en zorgvuldigheid gelijktijdig verbeteren. In dit deel ga ik graag in op hoe ons praktijkgericht onderzoek verweven is met de wetenschap en het onderwijs (cf. Steyaert & Levering, 2011).

Het praktijkgericht onderzoek dat sinds ongeveer 2002 onder leiding van lectoren uitgevoerd wordt bij instellingen voor hoger beroepsonderwijs draagt bij aan het oplossen van de Nederlandse kennisparadox: goed wetenschappelijk onderzoek maar weinig benutting ervan door het bedrijfsleven. In alle door mij eerder aangehaalde voorbeelden van ons praktijkgericht onderzoek verbinden we academische kennis met de praktijk, zoals bij het onderzoek naar *Line Operational Safety Audits* dat de kennis van de University of Texas verbindt met de praktijk bij KLM Ground Services; de werkwijze met microverhaaltjes die ontwikkeld is bij het Institute of Knowledge Management van IBM; het Ultrasonic Verification Alarm (UVA) van de UvA voor Fokker en Technobis; *Lean* dat oorspronkelijk uit Japan stamt maar bekendheid kreeg door een vijf jaar lange studie naar de toekomst van autoproductie door het Massachusetts Institute of Technology; het door het NLR ontwikkelde tabletconcept ten bate van onderhoudsbedrijven zoals Nayak; en mijn eigen promotieonderzoek dat wordt voortgezet in onze kelder. In veel gevallen leveren we een bijdrage aan het verhogen van de *technology readiness* van academische kennis (Mankins, 1995), van een punt dat een vinding niet meer zo interessant is voor de wetenschap omdat er minder over gepubliceerd kan worden (Beukers, 2006), naar het punt dat het bedrijfsleven er zelfstandig mee aan de slag kan omdat er uitzicht is op voldoende economisch rendement – wij helpen dus de kenniskloof te overbruggen.

Dit traject duurt in de meeste gevallen een aantal jaren, zodat we verschillende lichten studenten daarvoor inzetten. Wij bieden hun in ruil voor hun vernuft en inzet een uitdagende, maatschappelijk waardevolle afstudeeropdracht waarin we ze leren een methodologisch verantwoorde onderzoeksaanpak te hanteren en om te gaan met onzekerheid. Beide aspecten verdienen een korte toelichting:

- De term ‘methodologisch verantwoord onderzoek’ verdient de voorkeur boven het veel gebruikte ‘wetenschappelijk onderzoek’ omdat in het Nederlands dat laatste vaak alleen met academische instellingen wordt geassocieerd; vergelijk dit met het Engels waar het woord ‘*scientific*’ en niet

‘academic’ dikwijls wordt gebruikt. Wij leren de studenten om hun onderzoek op te zetten en uit te voeren zodat het doelgericht, degelijk, testbaar, herhaalbaar, nauwkeurig, objectief, generiek en zo minimaal mogelijk (*par-simonious*) is (Cavana, Delahaye, & Sekaran, 2001), waardoor wij de resultaten met vertrouwen bekend kunnen maken aan bedrijven en instellingen, en regelmatig mogen presenteren bij conferenties in binnen- en buitenland.

- Onzekerheid speelt een grote rol bij onderzoek, bijvoorbeeld over de verwachte uitkomsten, de looptijd, de beste aanpak en de manier om het te rapporteren. Het geconfronteerd worden met onzekerheid om er vervolgens mee om te kunnen gaan is voor veel van onze studenten misschien wel de grootste les die we ze kunnen geven.

De afstudeerders worden voorbereid op hun onderzoekstaak door het volgen van een honoursprogramma in de eerste zes maanden van het vierde lesjaar. Daarin worden ze onderwezen in het doen van onderzoek, krijgen ze verdiepende stof aangereikt op een van onze drie onderzoeksspeerpunten (procesoptimalisatie van luchtvaartonderhoud, gebruik van schade- en gebruiksdata voor conditiebewaking van systemen en materialen, en *human factors & safety*), en werken ze aan hun persoonlijke ontwikkeling. Dit honoursprogramma zal komend schooljaar voor de derde keer van start gaan, en staat open voor excellente studenten van de opleidingen technische bedrijfskunde; engineering, design and innovation; elektrotechniek en aviation. Vooruitlopend op het honoursprogramma kunnen de studenten een relevante minor volgen, waarmee ze inhoudelijk een goede basis leggen voor ons onderzoeksprogramma. De minor luchtvaartonderhoud is bijvoorbeeld vanuit de kenniskring met dit doel geïnitieerd, en wij zijn samen met de opleidingen de mogelijkheden aan het onderzoeken voor minors op het gebied van asset management, algemeen onderhoud, human factors & safety en service logistics.

De studenten worden intensief begeleid door leden van de kenniskring aviation, bestaande uit docenten en zogenaamde HOIO's (Hoger Onderzoekers in Opleiding). Daarnaast zijn er (naast mijzelf) twee promovendi betrokken bij ons onderzoeksprogramma en wordt het geheel in goede banen geleid door de programmamanager en ondersteund door een secretaresse. Verschillende lectoren leveren hun bijdrage aan het programma: Inge Oskam, lector technisch innoveren & ondernemen, Willem Verbaan als lector vastgoedkunde en Geert Boosten als kwartiermaker voor het lectoraat aviation management. We spiegelen onze plannen aan de Raad van Advies voor Aviation, die bestaat uit vertegenwoordigers van bedrijven uit de luchtvaartcluster. Uit deze raad is ook

het verzoek gekomen voor post-hbo- en professional mastercursussen op het gebied van luchtvaart, waar we met veel plezier invulling aan geven.

Het zal uit het bovenstaande duidelijk zijn dat we ons praktijkgericht onderzoek een nauwe verbinding heeft met het onderwijs, en bijdraagt aan het versterken ervan. Niet alleen de leden van de kenniskring, maar ook andere docenten die betrokken zijn bij het honoursprogramma en de minoren, of onze afstudeerders begeleiden, maken ons onderzoek van dichtbij mee. Daarnaast presenteren we ons onderzoek ook in speciale bijeenkomsten aan geïnteresseerde docenten (de zogenaamde kenniskring-plus).

Tot slot

Met dit overzicht ben ik aan het einde gekomen van deze rede. Ik heb u laten zien dat de luchtvaart uitzonderlijk goed in staat is om zakelijkheid en zorgvuldigheid in balans te houden. Ongunstige uitkomsten zijn desondanks niet te vermijden:

- Dit kan inherent zijn aan de gemaakte afweging tussen zorgvuldigheid en zakelijkheid.
- Er kan door de betrokken organisaties een onjuiste afweging gemaakt zijn tussen zorgvuldigheid en zakelijkheid, of:
- Er kan op de werkvloer afgeweken worden van de gekozen afweging tussen zorgvuldigheid en zakelijkheid.

Met ons praktijkgericht onderzoek dragen we bij aan een optimale afweging tussen zakelijkheid en zorgvuldigheid door inzicht te verschaffen in de werkelijke gang van zaken en door middel van kennisvermeerdering waarbij we zakelijkheid en zorgvuldigheid gelijktijdig verbeteren. Ten slotte heb ik aangegeven hoe het praktijkgericht onderzoek aan deze hogeschool is verweven met de wetenschap en het onderwijs. Daarmee ben ik toe aan mijn dankwoord.

Literatuur

- Ale, B. J. M. (2005). Tolerable or acceptable: A comparison of risk regulation in the United Kingdom and in the Netherlands. *Risk analysis*, 25(2), 231-241.
- Ansems, B. (2012). *Ramp LOSA pilot bij KLM Ground Services*. Hogeschool van Amsterdam, Amsterdam.
- ATSB. (2011). *Tailstrike and runway overrun, Melbourne Airport, Victoria, 20 March 2009, A6-ERG, Airbus A340-541*. Canberra, Australia: Australian Transport Safety Bureau.
- Atsma, J. (2012). Samenvatting onderzoek EU ETS op de luchtvaart. In M. v. I. e. Milieu (Ed.). Den Haag.
- Beukers, A. (2006). Het Delftse ontwerpen als gezicht van engineering, gerevalideerd en gevaloriseerd. Delft: TU Delft.
- Boeing. (2011). Statistical Summary of Commercial Jet Airplane Accidents Worldwide Operations 1959-2010. Seattle: Boeing Commercial Airplanes.
- Boeing. (2012). 787 Dreamliner Fact Sheet.
- de Boer, R. J. (2011). *Seneca's Error: the Intervening Effect of Emotions on Mental Model Preservation*. Paper presented at the Symposium on Human Factors for Future Aviation, Amsterdam, the Netherlands.
- de Boer, R. J. (2012). *Seneca's Error: An Affective Model of Cognitive Resilience* Delft University of Technology, Delft.
- de Boer, R. J., Koncak, B., Habekotté, R., & van Hilten, G.-J. (2011). *Introduction of ramp-LOSA at KLM Ground Services*. Paper presented at the Human Factors of Systems and Technology, Leeds.
- Burin, J. M. (2012). Down Time. *Aerosafety World, the journal of the flight safety foundation*(February 2012).
- Cavana, R. Y., Delahaye, B. L., & Sekaran, U. (2001). *Applied business research: Qualitative and quantitative methods*: Wiley and Sons.
- CBS. (2011a). Doodsoorzaken; niet-natuurlijke dood, diverse kenmerken (inwoners) (22 August 2011 ed.): Centraal Bureau voor de Statistiek.
- CBS. (2011b). Doodsoorzaken; korte lijst (belangrijke doodsoorzaken) (21 December 2011 ed.): Centraal Bureau voor de Statistiek.
- Consumentenbond. (2012). Consumentengids januari 2012. Den Haag: Consumentenbond.
- Dekker, S. (2009). *Report of the flight crew human factors investigation conducted for the Dutch safety board into the accident of TK1951, Boeing 737-800 near Amsterdam Schiphol Airport, February 25, 2009*. Lund: Lund University, School of Aviation.
- Deloitte. (2009). *Mining Safety: A business imperative*. Johannesburg, South Africa: Deloitte Touche Tohmatsu.
- easyJet. (2011). Annual Report & Accounts 2011. Luton, UK: Easyjet plc.

- Eurlings, C. (2010). Antwoorden op kamervragen over de evaluatie van de wet Melding Voorvallen Burgerluchtvaart. In Ministerie van Verkeer en Waterstaat (Ed.). Den Haag.
- Goossen, M., Kuyper, Y., & De Boer, R. J. (2011). *Identification of the requirements for a handheld computer in aviation maintenance*. Paper presented at the Air Transport and Operations Seminar, Delft.
- Habekotté, R., & Koncak, B. (2011). *Ramp LOSA Implementation for KLM Ground Services*. Amsterdam University of Applied Sciences, Amsterdam.
- Hakkeling-Mesland, M. Y., & van de Merwe, G. K. (2008). *PAMELA, a portable solution for workflow support and human factors feedback in the aircraft maintenance environment*. Amsterdam: NLR.
- Hansman, R. J. (2010). *Airline Industry Trend Update*. Cambridge, MA: Global Airline Industry Program, MIT.
- Hartman, P. F. (2011). The challenging future of the airline industry, *Annual Airneth Lecture*. Amsterdam: Airneth.
- Helderman, J. K., Honingh, M. E., & Thewissen, S. (2009). Systeemtoezicht: een onderzoek naar de condities en werking van systeemtoezicht in zes sectoren.
- Hobbs, A., & Kanki, B. G. (2008). Patterns of error in confidential maintenance incident reports. *The International Journal of Aviation Psychology*, 18(1), 5-16.
- Hollnagel, E. (2009). *The ETTO principle: efficiency-thoroughness trade-off: why things that go right sometimes go wrong*: Ashgate Pub Co.
- IATA. (2011). IATA upgrades 2011 airline industry profit forecast but warns of weaker 2012. Sydney, Australia: CAPA Centre for Aviation.
- ILT. (2012). *Luchtvaart - Verplicht melden*. Retrieved 25-2-2012, from http://www.ilent.nl/onderwerpen/transport/luchtvaart/ilt_en_luchtvaart/vooral_melden/verplicht-melden.aspx
- KiM. (2012). *De luchtvaart in het EU-emissiehandelssysteem: Gevolgen voor de luchtvaartsector, consumenten en het milieu*. Den Haag: Kennisinstituut voor Mobiliteitsbeleid.
- Langen, P. J. v., de Boer, R. J., Brusche, J. T., Donkelaar, P. T. t., & Sprik, R. (2011). *Validation of a new method for ultrasonic structural health monitoring using advanced signal analysis*. Paper presented at the Air Transport and Operations Seminar, Delft.
- Lucht- en Ruimtevaart Nederland. (2010). *Visie Luchtvaart 2020 Vliegtuigbouw en -instandhouding - van goed naar top(sector)*. Zoetermeer: College Lucht- en Ruimtevaart Nederland.
- LVNL. (2011). *Samenvatting jaarverslag 2010*. Amsterdam: Luchtverkeersleiding Nederland.
- Ma, J., Pedigo, M., Blackwell, L., Gildea, K., Holcomb, K., Hackworth, C., et al. (2011). *The Line Operations Safety Audit Program: Transitioning From Flight Operations to Maintenance and Ramp Operations*. Washington, D.C.: FAA, Office of Aerospace Medicine.

- Mankins, J. C. (1995). Technology readiness levels. *White Paper*, April, 6.
- Merritt, A., & Klinect, J. (2006). Defensive flying for pilots: An introduction to threat and error management. *The University of Texas Human Factors Research Project*.
- Ministerie van Infrastructuur en Milieu. (2011). *Beleidsagenda Luchtvaartveiligheid 2011-2015*.
- Murman, E. M. (2002). *Lean Enterprise Value Insights from MIT's Lean Aerospace Initiative*: Palgrave.
- National Transportation Safety Board. (2010). *Loss of Thrust in Both Engines After Encountering a Flock of Birds and Subsequent Ditching on the Hudson River, US Airways Flight 1549, Airbus A320-214, N106US, Weehawken, New Jersey, January 15, 2009*. Washington D.C.
- Nayak. (2011). NAYAK becomes MRO Partner for prestigious Boeing GoldCare program. Amsterdam: Nayak Aircraft Services.
- NLR. (2012). 2011 een goed jaar voor de luchtvaartveiligheid.
- NN. (2011). Loss of oil during departure. Amsterdam: Airline incident investigation team.
- Ostrom, L. T., & Wilhelmssen, C. A. (2008). Developing risk models for aviation maintenance and inspection. *The International Journal of Aviation Psychology*, 18(1), 30-42.
- OVV. (2010). *Neergestort tijdens nadering, Boeing 737-800, nabij Amsterdam Schiphol Airport, 25 februari 2009*. Den Haag: Onderzoeksraad voor Veiligheid.
- OVV. (2011). *Start vanaf taxibaan, Amsterdam Airport Schiphol, 10 februari 2010*. Den Haag: Onderzoeksraad voor Veiligheid.
- Rausand, M. (2005). Some basic risk concepts. *Norwegian University*.
- Rogers, W. P., Armstrong, N. A., Acheson, D. C., Covert, E. E., Feynman, R. P., Hotz, R. B., et al. (1986). *Report to the President on the Space Shuttle Challenger Accident*.
- Ryanair. (2011). Annual Report & Financial Statements 2011. Dublin: Ryanair Holdings plc.
- Ryanair. (2012). General Terms + Conditions of Carriage. Dublin: Ryanair Holdings plc.
- Sarter, N. B., Woods, D. D., & Billings, C. E. (1997). Automation surprises. In *Handbook of human factors and ergonomics* (Vol. 2, pp. 1926-1943).
- Schiphol. (2011). Annual Report 2010. Amsterdam: Schiphol Group.
- Schmid, P. (2007). Performance Margins, *Boeing Performance and Flight Operations Engineering Conference*: Boeing Commercial.
- Snowden, D. J., & Boone, M. E. (2007). A leader's framework for decision making. A leader's framework for decision making. *harvard business review*, 85(11).
- Stander, A., Boersma, M., & de Boer, R. J. (2012). *lean MRO (accepted)*. Paper presented at the Air Transport and Operations Seminar, Delft.
- Steyaert, J., & Levering, B. (2011). *Praktijkgericht onderzoek en kwaliteitsbeoordeling van kennisproducten - Een pilot om SURF Leonardo toe te passen in zorg en welzijn*. Utrecht: SURFfoundation.

- de Swert, P. (2011). Presentation for the Aviation Knowledge & Career Day. Amsterdam: Hogeschool van Amsterdam.
- Verschoor, M., & Young, A. (2011). *Meldingsbereidheid voorvallen burgerluchtvaart: Enquête onder het Nederlandse luchtvaartpersoneel*. Den Haag: Ministerie van Infrastructuur en Milieu, Directie Luchtvaart, afdeling Luchtvaartveiligheid.
- Womack, J. P., & Jones, D. T. (2003). *Lean thinking: banish waste and create wealth in your corporation*: Free Pr.
- Womack, J. P., Jones, D. T., & Roos, D. (1990). *The machine that changed the world: based on the Massachusetts Institute of Technology 5-million dollar 5-year study on the future of the automobile*: Scribner.
- Wubbe, R. (2012). Incidenten rapportage, *Presentatie terugkomdag honoursprogramma*. Amsterdam: Hogeschool van Amsterdam / Inspectie Leefomgeving en Transport.

Curriculum vitae

Robert Jan heeft de middelbare school deels in Melbourne, Australia (1977–1980) doorlopen en behaalde zijn vwo-diploma met negen vakken aan het Meander College in Zwolle (1980-1983). Vervolgens studeerde hij luchtvaart- en ruimtevaarttechniek aan de Technische Universiteit Delft (1983-1988) met als specialisatie mens-machinesystemen. Hij studeerde cum laude af op de drempelwaarden van het evenwichtsorgaan.

Robert Jan trad in dienst van Unilever om verschillende posities binnen productiemanagement te bekleden. In 1995 is Robert Jan bij A.T. Kearney in dienst getreden als organisatieadviseur, met een focus op operationele verbeteringen in productie en distributie. Vier jaar later stapte Robert Jan over naar Fokker Aerostructures, waar hij de aanpak voor programmamanagement definieerde. Dit was een voorwaarde van Airbus om de twee nieuwe technologieën van Fokker toe te laten op de A380. Daarna, in 2002, werd hij benoemd tot Director of Engineering met als doel om de nieuwe aanpak te integreren in de werkwijze van deze afdeling. Hij gaf leiding aan een tot 300 man oplopend aantal engineers die verspreid over de wereld werkten. Verschillende interventies met wisselend (maar toenemend) succes werden uitgetoetst om de samenwerking in de ontwerpteams te verbeteren.

Deze ervaringen hebben vanaf 2007 geleid tot onderzoek naar cognitieve weerstand bij de samenwerking in teams, waarop hij in mei 2012 aan de Technische Universiteit Delft hoopt te promoveren. Sinds 2009 is Robert Jan daarnaast benoemd als lector Aviation Engineering aan de Hogeschool van Amsterdam, en verricht hij met studenten en docenten praktijkgericht onderzoek naar procesoptimalisatie van luchtvaartonderhoud, gebruik van schade- en gebruiksdata voor conditiebewaking van systemen en materialen, en *human factors & safety*. Sinds kort is dit onderzoek uitgebreid en gebundeld met dat van het lectoraat Aviation Management in het onderzoeksprogramma Aviation. Robert Jan combineert zijn werkzaamheden voor het lectoraat met adviseurschap op het gebied van samenwerking binnen en tussen industriële bedrijven onder de naam Blue Wave Consulting Company. Robert Jan is getrouwd, heeft vier kinderen, en woont in Zeist.