

# Leren van 'geschiedschrijvende' vliegtuigongevallen



2003  
Technische Universiteit Delft  
Faculteit Technische Bestuurskunde  
Sectie Transport, Infrastructuur en Logistiek

Petra Boersma  
Studienummer: 1022342

# Leren van 'geschiedschrijvende' vliegtuigongevallen

2003

Technische Universiteit Delft  
Faculteit Technische Bestuurskunde  
Sectie Transport, Infrastructuur en Logistiek

Petra Boersma  
Studienummer: 1022342



Afstudeerhoogleraar: Prof. dr. K.A. Brookhuis  
Sectie Transport, Infrastructuur en Logistiek  
Eerste begeleider: Dr. ir. J.A. Stoop  
Sectie Transport, Infrastructuur en Logistiek  
Tweede begeleider: Dr. J.F.M. Koppenjan  
Sectie Beleidskunde, Organisatie en Management  
Externe begeleiders: L.J. Hartman en R.G. Vossen  
Onderzoekers Accident Investigation Group  
Vereniging van Nederlandse Verkeersvliegers

## Voorwoord

U staat op dit moment aan het begin van mijn afstudeerscriptie, getiteld: "Leren van 'geschiedschrijvende' vliegtuigongevallen". Deze scriptie vormt het afsluitende onderdeel van de studie Technische Bestuurskunde van de Faculteit Techniek, Bestuur en Management aan de Technische Universiteit te Delft.

De lezers die geïnteresseerd zijn in de professionele lering naar aanleiding van 'geschiedschrijvende' luchtvaartongevallen worden verwezen naar hoofdstuk 7, de lezers die vooral geïnteresseerd zijn in de maatschappelijke lering worden verwezen naar hoofdstuk 8. De lezers die in het bijzonder geïnteresseerd zijn in de huidige ontwikkelingen en aanbevelingen voor toekomstig luchtvaartongevallenonderzoek in Nederland worden doorverwezen naar §9.2 en §9.3

Voor de totstandkoming van mijn afstudeeronderzoek ben ik veel dank verschuldigd aan de afstudeercommissie, bestaande uit de heer Brookhuis, de heer Stoop, de heer Koppenjan, de heer Hartman en de heer Vossen. Ik wil de twee laatstgenoemde heren in het bijzonder bedanken voor alle ochtenden en middagen die ik bij de Vereniging van Nederlandse Verkeersvliegers heb mogen doorbrengen, om de 'geschiedschrijvende' ongevallen zo goed mogelijk in kaart te brengen en zoveel mogelijk te leren over luchtvaartongevallenonderzoek. Daarnaast is dank verschuldigd aan de heer Pongers van de Raad voor de Transportveiligheid. In het interview dat ik met de heer Pongers heb mogen houden is mij veel duidelijk geworden over de functie en positie van de Raad en de belangrijkste ontwikkelingen waarmee de Raad op dit moment te maken heeft. De opgedane informatie heb ik zeer goed kunnen gebruiken voor mijn afstudeeronderzoek.

Petra Boersma

Woubrugge, oktober 2003

## Samenvatting

De luchtvaartveiligheid is sterk toegenomen sinds het begin van de burgerluchtvaart. De veiligheid van het luchtverkeer is hoog ten opzichte van andere modaliteiten. Preventief onderzoek en onderzoek naar aanleiding van incidenten en ongevallen hebben hieraan een grote bijdrage geleverd. Een zorgwekkende ontwikkeling is de toename van het absolute aantal vliegtuigongevallen in de laatste tien jaar. Dit is veroorzaakt door een toename van het aantal vliegbewegingen, terwijl het percentage ongevallen gelijk is gebleven. Om het absolute aantal vliegtuigongevallen te verminderen is het noodzakelijk dat de luchtvaartveiligheid verder wordt verbeterd.

'Geschiedschrijvende' vliegtuigongevallen hebben in het verleden geleid tot kennisontwikkeling en technologische innovatie binnen de luchtvaart. Recente ontwikkelingen wijzen uit dat 'geschiedschrijvende' luchtvaartongevallen meer mogelijkheden bieden om te leren. De impact van luchtvaartongevallen en de toegenomen mondigheid van de maatschappij hebben ervoor gezorgd dat naast professionele lering ook maatschappelijke lering plaatsvindt. Om het leerpotentieel van de ongevallen optimaal te benutten is de volgende doelstelling en bijbehorende vraagstelling opgesteld:

### Doelstelling van het afstudeeronderzoek:

Het inzichtelijk maken van de ontwikkelingen ten aanzien van de luchtvaartveiligheid als gevolg van 'geschiedschrijvende' ongevallen en het op basis daarvan opstellen van aanbevelingen met betrekking tot toekomstig luchtvaartveiligheidsonderzoek in Nederland.

### Vraagstelling:

Welke lering heeft in de loop der tijd plaats gevonden naar aanleiding van 'geschiedschrijvende' luchtvaartongevallen en hoe zou in de toekomst op nationaal niveau beter geleerd kunnen worden binnen de luchtvaartwereld?

### Doorgevoerde lering per ongeval

Om de lering uit 'geschiedschrijvende' ongevallen in kaart te brengen zijn tien ongevallen geselecteerd op basis van vier criteria; veel slachtoffers, veel materiële en maatschappelijke schade, grote veranderingen te weeg gebracht en spreiding in de tijd. Hieronder wordt de in kaart gebrachte professionele en maatschappelijke lering weergegeven.

1. Het ongeval met de *Comet* heeft een belangrijke pioniersrol gespeeld. Vele fabrikanten hebben geleerd van fouten gemaakt door Havilland Comet tijdens de bouw van de eerste passagiersvliegtuigen, vooral wat betreft metaalmoeheid.
2. Het ongeval met de *Trident* heeft veel ontwikkelingen teweeg gebracht wat betreft deep stall (motorinlaat en stabilisator in turbulente stroom). Tevens is geleerd ten aanzien van de ergonomische inrichting van een cockpit. Daarnaast is later naar aanleiding van dit ongeval geleerd ten aanzien van berging en slachtofferidentificatie.
3. Het ongeval op *Tenerife* heeft ervoor gezorgd dat Human Factors (menselijke factoren) en Crew Resource Management (communicatie en coördinatie tussen bemanningsleden) een grote rol zijn gaan spelen binnen luchtvaartveiligheidsonderzoek. Daarnaast is na Tenerife het belang van een open en onafhankelijke rapportagestructuur, teneinde zoveel mogelijk informatie te verzamelen, extra duidelijk geworden. Tevens is geleerd over identificatie en schaalvergroting. Na het ongeval is het Rampen Identificatie Team (RIT) opgericht.

4. Het ongeval bij *Mt. Erebus* laat zien dat latente fouten binnen de organisatie met betrekking tot een vluchtplan grote gevolgen kunnen hebben voor de vluchttuitvoering. Daarnaast heeft het ongeval van Air New Zealand lering opgeleverd met betrekking tot Crew Resource Management. Tevens is de kwaliteit van Cockpit Voice Recorders (neemt gesprekken en omgevingsgeluiden in cockpit op) verbeterd. Daarnaast heeft de ramp in tweede instantie lering opgeleverd met betrekking tot identificatie en rampenbestrijding. Identificatie op basis van gebitskenmerken heeft grote ontwikkelingen doorgemaakt als gevolg van dit ongeval.
5. Het ongeval met *Air Florida* heeft veel lering opgeleverd over de-icing (ontdoen van ijs). Niet alleen de karakteristieken van het vliegtuig zijn aangepast, maar ook de procedures en de afhandeling van vliegtuigstromen, waardoor ijsophoping geen kans krijgt. Ook heeft het ongeval lering opgeleverd over reddingsmogelijkheden.
6. Het ongeval met *JAL* is de grootste vliegtuigramp met één vliegtuig. Naar aanleiding van het *JAL* ongeval is vooral geleerd ten aanzien van onderhoud. Kortere onderhoudscycli zijn ingesteld, om de kans op slijtage te verminderen. Daarnaast zijn technische aanpassingen verricht om verlies van druk in de toekomst te voorkomen. Tevens zijn na het ongeval diverse onderzoekscommissies ingesteld, die als doel kennisbundeling hebben om de veiligheid te vergroten. Wat betreft latere ontwikkelingen heeft *JAL* lering opgeleverd met betrekking tot redding en berging.
7. Het ongeval met *Avianca* heeft het belang van goede communicatie aangegeven. Naast de slechte bewaking van de brandstofvoorraad speelden misverstanden tussen luchtverkeersleiding en bemanning een rol. De inadequate afhandeling van vliegtuigstromen en het slechte engels van de gezagvoerder hebben ook meegespeeld. Later is gebleken dat onvoldoende aandacht is besteed aan letselpreventie. Survivability (overleefbaarheid) is tegenwoordig een onderdeel van ICAO Annex 13.
8. Naar aanleiding van de *Faro* ramp is geleerd dat handmatig landen zoveel mogelijk voorkomen moet worden gedurende de naderings- en landingsfase, vooral onder slechte weersomstandigheden. Daarnaast zijn de verantwoordelijkheden van de luchtverkeersleiding en van de Meteorologische Dienst op het gebied van luchtvaart meteorologie beter vastgelegd. Ook is geleerd over windschering. Het ongeval bij *Faro* heeft veel lering met betrekking tot zorg voor nabestaanden te weeg gebracht.
9. Vooral naar aanleiding van de *ValuJet* ramp is de vraag wat is er gebeurd aangevuld met de vraag waarom is het gebeurd. *ValuJet* is een typisch voorbeeld van een systeemongeval. Het complexe luchtvaartstelsel heeft ervoor gezorgd dat vele verkeerde beslissingen in een bepaalde samenstelling tot het ongeval hebben geleid. De juridische veroordeling van SabreTech medewerkers heeft tevens een grote invloed op veiligheidsonderzoek gehad, aangezien de openheid van betrokkenen is afgenomen als gevolg van de angst voor strafrechtelijke vervolging. Naar aanleiding van de *ValuJet* ramp is het vertrouwen in *ValuJet* sterk afgenomen.
10. Het *Swissair* ongeval heeft veel lering opgeleverd over onder andere bedrading, brandbare materialen, brandbestrijding, checklisten en luchtverkeersleidingstrainingen. *Swissair* laat zien dat nog steeds ten aanzien van techniek geleerd kan worden. Tevens heeft de ramp met *Swissair* lering opgeleverd over de zorg voor nabestaanden. Aandacht voor het individu, informatievoorziening, financiële compensatie en herdenkingen spelen hierbij een grote rol.

## Verschuivingen

Ten aanzien van de techniek heeft een verschuiving van oorzaken gerelateerd aan ontwerp naar oorzaken gerelateerd aan functie, specificatie en gebruik plaatsgevonden.

Tevens heeft een verschuiving van enkelvoudige oorzaken naar een complexe samenstelling van causale factoren plaatsgevonden, waarbij Human Factors een centrale rol spelen. Dergelijke ongevallen worden systeemongevallen genoemd.

Daarnaast komt er steeds meer aandacht voor oorzaken hoger gelegen in de hiërarchie van de organisatie. Naar aanleiding van Tenerife en Swissair zijn wijzigingen in de organisatie doorgevoerd. Dit neemt niet weg dat organisaties huiverig zijn fouten toe te geven in verband met de schuld kwestie. Het feit dat openheid van management een positieve invloed heeft op de hele organisatie staat nog in de kinderschoenen.

Los van ongevalonderzoeken ingesteld door de Raad voor de Transportveiligheid en aanbevelingen uitgebracht door regelgevende instanties heeft lering binnen de luchtvaartwereld plaatsgevonden naar aanleiding van ongevallen. Die ontwikkelingen gaan veelal sneller, waardoor de aanbevelingen vaak niet goed aansluiten.

Een andere verschuiving vormt de ontstane aandacht voor aspecten tijdens en na de ramp. Tegenwoordig wordt niet alleen gekeken naar de oorzaken, maar ook welke aspecten tijdens en na de ramp het ongeval hebben beïnvloed, ofwel de tweede dimensie van rampen.

## Hoe heeft de lering plaatsgevonden?

De doorgevoerde lering is veelal slechts beperkt vastgelegd. De grote lijnen van ontwikkelingen zijn bekend, maar wie, wat, waar en hoe geleerd heeft, bleek lastig te achterhalen. De latere ongevallen, zoals ValuJet en Swissair, laten wat betreft het vastleggen van doorgevoerde lering een positieve ontwikkeling zien.

In de loop der tijd heeft één op één lering plaatsgemaakt voor flexibelere vormen van lering. Tegenwoordig wordt veelal meer ruimte geboden om andersoortige oplossingen te kiezen, zolang een bepaald veiligheidsniveau behaald wordt.

Wat betreft het leren in loops heeft een verschuiving plaatsgevonden van vooral lering in loop 1 over factoren naar meer lering in loop 2 over oorzaken dieper gelegen in de organisatie. Lering in loop 3, aanpassen van normen en waarden van de organisatie en wet en regelgeving begint een steeds grotere rol te spelen.

Het hele luchtvaartveiligheidsonderzoek is in de loop der tijd dusdanig vormgegeven dat zoveel mogelijk geleerd kon worden van ongevallen. Juridisch onderzoek met betrekking tot aansprakelijkheid zou deze ontwikkeling mogelijk te niet kunnen doen, wat een enorme teruggang voor ongevalonderzoek zou betekenen, aangezien openheid en aandacht voor de vele complexe causale factoren van groot belang is.

## Huidige ontwikkelingen op nationaal niveau

Medio 2004 wordt de Nieuwe Onderzoeksraad Voor de Veiligheid ingesteld. De Raad krijgt bevoegdheden in transport, defensie, natuurrampen, milieu en gezondheid en overige sectoren waarin explosies, grote branden en instortingen kunnen plaatsvinden<sup>1</sup>. Lering tussen sectoren gaat een grote rol spelen. Na een ongeval zal een projectteam met leden uit diverse sectoren worden samengesteld, om kruisbestuiving te bewerkstelligen.

---

<sup>1</sup> Dr. Ir. J.A. Stoop, Arbeids- en milieuveiligheid, ongevalanalyse 2, methoden & technieken, Kluwer, 2003

Er is een nieuwe denkschool in opkomst, namelijk 'Safety deficiency and system change'. De nieuwe vraag die gesteld wordt is hoe een neutrale en objectieve analyse kan worden bewerkstelligd als basis voor veiligheidsverbeteringen. Het onderzoek richt zich niet meer op afwijkingen van het normale proces, maar op systeemtekorten. Hiermee wordt getracht het zoeken naar een schuldige geheel los te koppelen en de nadruk te leggen op onafhankelijk onderzoek, teneinde zoveel mogelijk te leren binnen het luchtvaartstelsel.

Dreiging van juridisch onderzoek met betrekking tot de schuldvraag heeft een negatieve invloed op de openheid van betrokkenen wat betreft luchtvaartveiligheidsonderzoek. De ontwikkelingen die de luchtvaart heeft doorgemaakt zijn grotendeels te danken aan de openheid van betrokkenen. Wanneer de openheid afneemt zal deze positieve ontwikkeling grotendeels te niet worden gedaan.

#### Waar zou toekomstig onderzoek in Nederland zich op moeten richten?

Op basis van de 'mondiale' lering en de huidige ontwikkelingen in Nederland zijn de volgende aanbevelingen voor toekomstig onderzoek op nationaal niveau geformuleerd.

#### *Leren tussen sectoren*

Met de komst van de nieuwe Onderzoeksraad nemen de mogelijkheden om tussen sectoren te leren toe. Per ongeval wordt een projectteam samengesteld met leden uit verschillende sectoren, waardoor kruisbestuiving kan plaatsvinden. Aanbevolen wordt eerst te kijken of een soortgelijke situatie zich niet al in een andere sector heeft voorgedaan, voordat nieuwe onderzoeken worden ingesteld. Hierbij dient te allen tijde wel kritisch te worden gekeken of de lering goed aansluit op de sector. Om optimale kennisuitwisseling tussen sectoren te bewerkstelligen moet aandacht worden besteed aan het inzichtelijk maken van de mogelijkheden om van elkaar te leren, zodat de bereidheid om van elkaar te leren toeneemt.

#### *Leren binnen de luchtvaartsector*

Om duurzame veiligheidsveranderingen binnen de luchtvaartsector te kunnen bewerkstelligen is het van belang dat er sprake is van gezamenlijke verantwoordelijkheid van betrokken partijen voor de veiligheid van het systeem. Geadviseerd wordt om de relevante partijen direct bij het in kaart brengen van de systeemtekorten te betrekken. Hierdoor kan de kennis van de luchtvaartwereld worden meegenomen en wordt voorkomen dat aanbevelingen niet aansluiten op de mogelijkheden van de luchtvaartwereld.

#### *Gesloten onderzoeksloop*

De controle wat betreft het doorvoeren van aanbevelingen is op dit moment zeer beperkt. Hierdoor is nauwelijks zicht op welke aanbevelingen worden doorgevoerd en welke lering daadwerkelijk plaatsvindt. Om de onderzoeksloop te sluiten wordt aanbevolen om stelselmatig te controleren of de aanbevelingen worden doorgevoerd. Op deze manier ontstaat inzicht in de kwaliteit van de aanbevelingen, zodat in de toekomst de aanbevelingen nog beter op de praktijk kunnen worden afgestemd. Daarnaast kan de vastgelegde lering verspreid worden over de luchtvaartwereld waardoor die kennis breder ingezet kan worden.

#### *Professionele lering*

##### *Ontwerp: grootste veiligheidswinst*

Het ongeval van Swissair geeft aan dat er nog steeds technische verbeteringen mogelijk zijn. Vooral ontwerpverbeteringen bieden goede mogelijkheden om de veiligheid te vergroten, zoals gebleken is na het Trident ongeval. Wijzigingen doorgevoerd in latere fases zijn gebonden aan de beperkingen van het ontwerp. Aandacht voor ontwerpverbeteringen blijft dan ook van groot belang.

### *Afstemming techniek op gebruik*

In de toekomst moet zowel aandacht worden besteed aan technische als Human Factor aspecten. Hierbij liggen mogelijkheden bij de afstemming van techniek op het gebruik, om de invloed van menselijke factoren op de veiligheid zo veel mogelijk te ondervangen.

### *Oorzaken hoger gelegen in hiërarchie*

De ontwikkeling richting meer aandacht voor oorzaken hoger gelegen in de hiërarchie van de organisatie dient voortgezet te worden. Hiervoor is een mentaliteitsverandering noodzakelijk.

### *Loop 1 blijft van groot belang*

In loop 2 en vooral in loop 3 schuilt het risico dat de link met het werkproces beperkt is. Directe aanpassingen van het werkproces blijft een belangrijke manier om de veiligheid te verbeteren. Naast leren in loop 2 en loop 3 blijft leren in loop 1 dan ook van groot belang.

### *Maatschappelijke lering*

Aangezien maatschappelijke lering nog een relatief nieuwe ontwikkeling is in vergelijking tot professionele lering wordt aanbevolen om bij toekomstig onderzoek hierop de nadruk te leggen. Lering die al in andere sectoren doorgevoerd is kan hierbij zeer waardevol zijn.

### *Scheiding veiligheidsonderzoek en juridisch onderzoek*

Dreiging van juridisch onderzoek ten aanzien van aansprakelijkheid heeft een negatieve invloed op de openheid ten aanzien van veiligheidsonderzoek en doet geen recht aan de complexiteit van de oorzaken. Veiligheidsonderzoek is dusdanig waardevol dat de lering uit juridisch onderzoek niet opweegt tegen de verdwijning van openheid. Aanbevolen wordt om een duidelijke keuze voor luchtvaartveiligheidsonderzoek te maken. Een ongeval dient alleen te worden doorgenomen op strafbare feiten als daar daadwerkelijk aanleiding toe is in de vorm van grove schuld, ernstige nalatigheid of ernstige tekortkoming in de uitvoering van een functie. Zo blijft de grote waarde van luchtvaartveiligheidsonderzoek behouden<sup>2</sup>.

### *Openheid luchtvaartwereld*

De maatschappij wordt veelal met luchtvaartveiligheid geconfronteerd na ongevallen. De media richt zich dusdanig op het ongeval dat vooral het zoeken naar een schuldige de aandacht krijgt. Wanneer de complexe oorzaken in kaart gebracht zijn, is er vaak geen aandacht meer vanuit de media. Op dit terrein valt veel winst te behalen.

### *Afstudeerscriptie*

Dit afstudeeronderzoek zou een bijdrage kunnen leveren. Het onderzoek geeft de positieve veiligheidsontwikkelingen weer en biedt inzicht in de complexiteit van luchtvaartongevallen.

### *Informereren en synchroniseren*

Om de buitenwereld inzicht te bieden in de complexiteit van luchtvaartongevallen is het van belang dat de aandacht van de maatschappij vastgehouden wordt totdat het onderzoek is afgerond en de complexe samenstelling van oorzaken bekend is. Het instellen van een persvoorlichter en het herinvoeren van publieke hoorzittingen kunnen hierbij een rol spelen.

### *Waar ligt de grens?*

De complexiteit van luchtvaartongevallen brengt met zich mee dat het onmogelijk is om een omgeving zonder ongevallen te creëren. Dit bewustzijn dient op de maatschappij overgedragen te worden, zodat meer begrip ontstaat. Het is raadzaam onderzoek vooral te richten op gebieden waarin nog verbeteringslagen mogelijk zijn<sup>3</sup>.

<sup>2</sup> L. Fenwick, IFALPA Accident Analysis (AA) Committee Tokyo, Japan, AA/1/2003, US ALPA, 27 mei 2003

<sup>3</sup> W. Langewiesche, The lessons of ValuJet 592, the Atlantic Monthly, maart 1998



## Summary

The aviation safety has strongly increased since the beginning of civil aviation. The air safety is high with respect to other modalities. Preventive research and incident and accident investigation have made a large contribution to this. A worrisom development is the increase of the absolute number of plane accidents in the last ten years. This has been caused by an increase of the number of flights, whereas the percentage of accidents has remained equal. To reduce the absolute number of plane accidents it is necessary that the aviation safety is further improved.

Historical plane accidents in the past have lead to knowledge development and technological innovation in aviation. Recent developments indicate that historical aviation accidents offer more possibilities to learn. The impact of aviation accidents and the increased involvement of the society have ensured that next to professional learning also social learning takes place. To exploit the learning potential of the accidents optimally the next objective and associated research question has been established:

### Objective of the research:

Making transparent the developments with respect to the aviation safety as a result of historical accidents and on that basis the drawing up of recommendations concerning future aviation safety research in the Netherlands.

### Research question:

Which learning has taken place in the course of time as a result of historical aviation accidents and how can be learned better within the aviation world in the future?

### Learning per accident

To map the learning from historical accidents, ten accidents have been selected on the basis of four criteria; many victims, much material and social damage, triggered major changes and spacing in time. The professional and social learning is reflected below.

1. The accident with the Comet has played an important pioneer role. A lot of manufacturers have learned of errors Havilland Comet made during the construction of the first passenger planes, especially concerning metal fatigue.
2. The accident with the Trident has brought many developments concerning deep stall (engine inlet and stabilizer in turbulent flow). With respect to the ergonomic design of a cockpit has also been learned. Later on learning has taken place concerning rescue and victim identification.
3. The accident on Tenerife has ensured that Human Factors and Crew Resource Management (communication and coordination between crew members) play a large role within aviation safety investigation. Moreover after Tenerife the importance of an open and independent reporting structure to collect information has become clear. Also has been learned about identification and process of enlargement. After the disaster an identification team (RIT) has been founded.

4. The accident at Mt. Erebus shows that latent errors within the organisation concerning a flightplan can have a large impact on flight operations. Moreover the air New Zealand accident has produced learning concerning Crew Resource management. The quality of Cockpit Voice Recorders (records conversations and surroundings sounds in the cockpit) has been improved. Afterwards the disaster has induced learning concerning identification and calamity suppression. Identification on the basis of teething characteristics has undergone large developments as a result of this accident.
5. The accident with Air Florida has produced much learning concerning de-icing. Not only the characteristics of the plane have been adapted, but also the procedures and flow control, as a result of which icing gets no chance. The accident has also produced learning concerning rescue possibilities.
6. The accident with JAL is the largest accident involving one plane. As a result of the JAL accident especially has been learned with respect to maintenance. Shorter maintenance cycles have been established to reduce the chance on fatigue. Technical adaptations have been performed to preclude decompression in the future. After the accident several research commissions have been established, to increase the gathering of knowledge and with that the aviation safety. Concerning posterior developments JAL have provided learning about rescue and salvage.
7. The accident with Avianca has indicated the importance of good communication. Besides the bad monitoring of the fuel reserve, misunderstandings between air traffic control and crew played a role. The inadequate flow control and bad English of the pilot have also played a role. Afterwards it appeared that insufficient attention has been given on injury prevention. Survivability is nowadays a part of ICAO annex 13.
8. From the Faro disaster has been learned that manual control in a critical phase of the landing, especially under bad circumstances, must be prevented as much as possible. Moreover the responsibilities of the air traffic control and the meteorological service have been better determined in the field of aviation meteorology. Concerning windshear learning has taken place. Also learning has been achieved with respect to care for survivors.
9. As a result of the ValuJet disaster the question what has happened is completed with the question why it has happened. ValuJet is a typical example of a system accident. The complex aviation system has ensured that a lot of wrong decisions in a certain composition have contributed to the accident. The legal condemnation of SabreTech employees has had a large influence on safety research, since the willingness to co-operate of people involved has decreased by fear for criminal prosecution. As a result of the ValuJet crash the faith in ValuJet has strongly decreased.
10. Swissair has delivered a lot of learning among wiring, flammable material, firefighting, checklists and air traffic control training. The Swissair disaster shows that still can be learned with respect to technique. The Swissair disaster has also produced learning concerning the care for survivors. Attention to the individual, provision of information, financial compensation and memorials plays a large role.

## Shifts

With respect to technique a shift has taken place of causes related to design to causes related to function, specification and use.

A shift of simple causes to a complex composition of causal factors has taken place, where Human Factors play a central role. Such accidents are called system accidents.

More and more attention is paid to causes higher in the hierarchy of the organisation. As a result of Tenerife and Swissair modifications have been carried out in the organisation. Organisations are still shivering to admit errors concerning the blame. The fact that openness of management has a positive influence on the complete organisation still is in one's infancy.

Apart from accident researches established by the Council for the Transport Safety and recommendations brought out by regulatory agencies, learning has taken place within the aviation world as a result of the accidents. The developments as a result of accidents are mostly fast, resulting in relatively late publication of the recommendations.

Another shift is the arisen attention to aspects during and after the accident. Nowadays not only is looked to the causes, but also to aspects that have influence during and after the the accident; the second dimension of accidents.

## How has the learning taken place?

The implemented learning has mostly been determined on a limited scale. The developments are roughly known, but which, what, where and how has been learned, appeared difficult to retrieve. Recent accidents, such as ValuJet and Swissair, show a positive development concerning fixing implemented learning.

In the course of time one on one learning has made place for more flexible forms of learning. Nowadays mostly more space is offered for different solutions, as long as a certain safety level is reached.

Concerning learning in loops a shift has taken place of particular learning in course 1 concerning factors to more learning in course 2 concerning causes deeper in the organisation. Learning in course 3, adapting standards and values of the organisation and law and legislation starts to play a larger role.

In the course of time the complete aviation research has been designed in such a way that as much as possible could be learned of accidents. Legal research concerning liability would possibly frustrate this development, what would mean an enormous involution for accident research, since openness and attention to the complex causal factors is very important.

## Current developments at national level

In the Netherlands the new research Council For the Safety will be established in the middle of 2004. The Council gets powers in transport, defence, natural disasters, environment and health and remaining sectors in which explosions, large fires and collapses can take place. Learning between sectors will play a large role. After an accident a project team will be composed with members from several sectors, to bring about cross-fertilization.

There is a new school of thought in rise, namely 'Safety deficiency and system change'. The new question that is asked is how a neutral and objective analysis can be brought about as a basis for safety improvements. The research no longer aims at deviations from a normative performance, but on system deficiencies. In this way is tried to separate the question of guilt and to lay the emphasis on independent research, in order to learn as much as possible within the aviation system.

Threat of legal research with respect to the question of guilt has a negative influence on the openness of people concerned with aviation research. The developments, which aviation has experienced is due to the openness of people concerned. When the openness decreases this positive development will be diminished.

#### **Where future research in the Netherlands must aim at?**

On the basis of the 'global' learning and the current developments in the Netherlands the following recommendations for future research at national level have been formulated.

#### *Learning between sectors*

With the arrival of the new research Council there are new possibilities for learning between sectors. In case of an accident a project team is composed with members from several sectors, as a result of which cross-fertilization can take place. Recommended is firstly to look if a similar situation has not occurred already in another sector, before new researches are established. At any time, however, one has to look critically if the learning connects well on the sector. To bring about optimum exchange between sectors, attention must be spent on making transparent the possibilities to learn from each other, so that the willingness increases to learn from each other.

#### *Learning within the aviation sector*

To establish durable safety changes within the aviation sector it is important to bring about that there is common responsibility of parties concerned for the safety of the system. It is recommended to involve the relevant parties concerning the accident directly at mapping of the system shortages in order to make use of the professional knowledge of the aviation sector and to present recommendations, which create the optimum change to be implemented.

#### *Closed research loop*

The control that recommendations will be implemented properly has been very limited at this moment. Because of this it is not visible that recommendations are carried out and that learning has taken place. To close the research loop it is recommended that implementation of the recommendations is checked systematically. In this way insight in the quality of the recommendations arises, so that in the future the recommendations can be better coordinated. Moreover the implemented learning can become spread concerning the aviation world as a result of the fact that knowledge can be used more widely.

#### *Professional learning*

##### *Design*

The accident of Swissair shows that there are still technical improvements possible to enlarge safety profit. Design improvements offer good possibilities of increasing the safety. Modifications carried out in later phases have been bound to the restrictions of the design. Attention to design improvements remains thus of large importance.

*Harmonisation technique and usability*

In the future attention must be spent both to technical and Human factor aspects. The harmonisation of technique and usability offers possibilities to overcome the negative influence of Human Factors on safety as much as possible.

*Causes higher in hierarchy*

The development to pay more attention to causes higher in the hierarchy of the organisation must be continued. Therefore, a mentality change is necessary.

*Course 1 remains of large importance*

In course 2 and especially in course 3 hides the risk that the link with the work process is limited. Direct adaptations of the work process continue an important manner to improve the safety. Besides learning in course 2 and course 3, learning in course 1 continues of large importance.

*Social learning*

Since social learning is still a relatively new development compared to professional learning it is recommended to lay the emphasis at future research on this. Learning which is already drawn in other sectors can be very valuable.

*Separation between safety research and legal investigation*

Threat of legal investigation with respect to liability has a negative influence on the openness with respect to safety research and does not take into account the complexity of the causes. Safety research is so valuable that the learning from legal research does not even out the disappearance of openness. It is recommended to make a clear choice for aviation safety research. Legal investigation concerning liability must only be established in case of grave debt, serious failure or serious shortcoming in the implementation of a function. In this way the large value of aviation safety research continues preserve.

*Openness aviation world*

The society is mostly faced with aviation safety after accidents. The media aim at the accident so that search for a delinquent especially gets the attention. When the complex causes are mapped, there is frequently no attention from the media. In this area much profit can be gained.

*This thesis*

This research could make a contribution. The research reflects the positive safety developments and offers insight in the complexity of aviation accidents.

*To inform and synchronise*

To offer insight to the outside world in the complexity of aviation accidents it is important that the attention of the society is held till the research has been wound up and the complex composition of causes is confessed. Establishing a press officer and reintroduction of public hearings can play a role.

*Where does the border lie?*

The complexity of aviation accidents brings with itself that it is impossible to create a surrounding without accidents. This conscience must be transferred on the society, so that more understanding arises. It is advisable to aim research especially in areas in which improvements still are possible.

## Afkortingen

### Hoofdstuk 2

ETOPS	Extended Twin Engine Operations
ICAO	International Civil Aviation Organization
IFALPA	International Federation of Air Line Pilots' Associations
ISASI	International Society of Air Safety Investigators
RVTV	Raad voor de Transportveiligheid
DGL	Directoraat Generaal Luchtvaart DGL
ECAC	European Civil Aviation Conference ECAC
JAA	Joint Aviation Authorities JAA
EASA	European Air Safety Agency
WRR	Werk en Rust Tijden Regelingen
IATA	International Air Transport Association

### Hoofdstuk 4

TBP	Technologische, Bestuurlijke en Praktijk optiek
HFACS	Human Factors Analysis and Classification Systems
SOP	Standard Operating Procedure

### Hoofdstuk 6

FAA	Federal Aviation Administration
NTSB	National Transportation Safety Board

### Hoofdstuk 7

FSF	Flight Safety Foundation
CLOP	Criminal Liability of Pilots
ATS	Auto Throttle System
CWS	Control Wheel Steering
BIM	Basic Instruction Manual
RSPA	Research and Special Programs Administration
FSHB	Flight Standard Handbook Bulletin
COMAT	COmpany owned MATerial
TC	Transport Canada
IFEN	In-Flight Entertainment Network
STC	Supplemental Type Certificate
AD	Airworthiness Directive
SB	Service Bulletin
NPRM	Notice of Proposed Rulemaking
EAPAS	Enhanced Airworthiness Program for Airplane Systems
FOCA	Federal Office for Civil Aviation
EO	Engineering Order
FCRL	Flight Crew Reading Light
ARAC	Aviation Rulemaking Advisory Committee
MPET	Metallized Polyethylene Terephthalate
AFCB	Arc Fault Circuit Breaker
CVR	Cockpit Voice Recorder

### Hoofdstuk 8

RIT	Rampen Identificatie Team
SAR	Search and Rescue

**Hoofdstuk 9**

RLD	Rijks Luchtvaart Dienst
ROVV	Rijkswet Onderzoeksraad Voor Veiligheid

**Bijlage 1**

GPWS	Ground Proximity Warning System
ILS	Instrument Landing System
FDR	Flight Data Recorder

**Bijlage 2**

ATC	Air Traffic Control
DME	Distance Measure Equipment
TACAN	UHF Tactical Air Navigation Aid
EPR	Engine Pressure Ratio

**Bijlage 3**

BOAC	British Overseas Airways Corporation
CAA	Civil Aviation Authority
ARB	Air Registration Board
DAAC	Director Administration Aviation Civil
CAR	Canadian Aviation Regulations
CVR	Cockpit Voice Recorder
CAM	Cockpit Area Microphone

**Bijlage 4**

HSA	Hawker Siddeley Aviation
MSA	Minimum Sector Altitude
CFCF	Central Flow Control Facility
ACOB	Air Carrier Operations Bulletin
MMEL	Master Minimum Equipment List
POI	Principal Operations Inspectors
EO	engineering order
AOM	Aircraft Operations Manual
CSR	Special Certification Review
ACO	Aircraft Certification Offices
ACSEP	Aircraft Certification Systems Evaluation Program
ODA	Organizational Designation Authorization

## Begrippenlijst

### Hoofdstuk 1

safety veiligheid van het luchtvaartstelsel  
security beveiliging van het luchtvaartstelsel

### Hoofdstuk 2

Human Factors menselijke factoren  
Crew Resource Management communicatie en coördinatie tussen bemanningsleden  
high risk system hoge risico systemen  
Annex 13 deel van conventie van Chicago over de internationale burgerluchtvaart, onderdeel Verenigde Naties  
flag carriers grote gerenomeerde luchtvaartmaatschappijen  
Low cost carriers in opkomst zijnde goedkope luchtvaartmaatschappijen

### Hoofdstuk 3

Normal accidents Normale ongevallen, doordat het onmogelijk is om alle risico's in high risk systems te elimineren is het normaal dat er ongevallen plaatsvinden.

### Hoofdstuk 6

Aërodynamische stall Luchtwerveling van vleugels op elevator  
diep stall motorinlaat en stabilisator in turbulente stroom  
droop zitten aan voorrand van vleugel, die ervoor zorgen dat de welving van vleugel wordt vergroot, doordat droops zich naar boven en voorwaarts uitstrekken, waarmee welving en vleugeloppervlak toenemen.  
flaps zitten aan achterrand van de vleugel en zorgen ervoor dat zowel stijging als weerstand toeneemt, doordat flaps zich naar beneden en achterwaarts uitstrekken, waarmee welving en vleugeloppervlak toenemen.  
De-icen het vliegtuig vrijmaken van ijs en sneeuw  
stick shaker geeft aan dat vliegtuig bijna in stall raakt  
pitch up neusstand omhoog  
windschering plotselinge en onverwachte windvariatie in snelheid en richting  
flooded overstroomd

### Hoofdstuk 7

stick shake waarschuwt voor stall situatie door te bewegen  
stick push beweegt stuur naar voren om stall situatie op te heffen  
Clearance Toestemming tot landen/opstijgen  
Cockpit Voice Recorder neemt gesprekken en omgevingsgeluiden in cockpit op  
clear aircraft concept Vertrek nadat geconstateerd is dat vliegtuig vrij is van ijs  
Flow control onbehoorlijke afhandeling van de vliegtuigstromen  
In-Flight Entertainment Network entertainment netwerk in het vliegtuig  
Supplemental Type Certificate goedkeuring van installatie door uitgifte van certificaat  
Airworthiness Directive richtlijn voor luchtwaardigheid  
Wiring Corrective Action Plan bedrading correctieve actie plan  
Flight Crew Reading Light kaartverlichting  
Smoke/Fumes of Unknown Origin rook en damp met onbekende oorsprong



**Hoofdstuk 8**

Family Assistance	ondersteuning van families in moeilijke omstandigheden
Survivability	overleefbaarheid
Forensische odontologie	gerechtelijke tandheelkunde

**Hoofdstuk 10**

safety culture	veiligheidscultuur
----------------	--------------------

**Bijlage 1**

Take off	start
lift-off	loskomen van de grond
angle of attack	bepaald weerstand geproduceerd door vleugeloppervlak. Hoek tussen vleugelkantlijn en luchtstroom, bepaald mate van stijgen of weerstand geproduceerd door vleugeloppervlak.
in de hold	wachten om te mogen landen
Flight Data Recorder	slaat vluchtgegevens op

**Bijlage 2**

noise-abatement procedures	procedures waarmee getracht wordt geluidsoverlast te verminderen. Specifiek klim of landing profiel.
----------------------------	---

**Bijlage 3**

Scatter	Problematiek welke ontstaat ten gevolge van de variatie in levens, onder een gegeven beladingcyclus, van in naam gelijke onderdelen.
Handle	hendel

**Bijlage 4**

Advisory Circular	adviserende brief
Gate hold procedures	procedures voor het wachten bij de gate

## Inhoudsopgave

1	Inleiding.....	19
2	Relevante aspecten .....	21
2.1	<i>Positionering onderzoek.....</i>	21
2.2	<i>Leren van ongevallen .....</i>	21
2.3	<i>Relevantie onderzoek .....</i>	22
2.4	<i>Technische complexiteit.....</i>	23
2.5	<i>Commercie versus veiligheid.....</i>	24
2.6	<i>Bestuurlijke complexiteit.....</i>	24
2.7	<i>Publiek onderzoek .....</i>	25
2.8	<i>Invloed van de media en politiek.....</i>	26
2.9	<i>Rol van regelgeving.....</i>	27
3	Theoretisch kader .....	28
3.1	<i>Definities begrippen .....</i>	28
3.2	<i>Oorzaken.....</i>	31
3.3	<i>Intelligente informatie .....</i>	32
3.4	<i>Individuele versus organisationele lering.....</i>	32
3.5	<i>Lerende organisaties in loops.....</i>	33
4	Methoden en technieken .....	35
4.1	<i>TBP diagram.....</i>	35
4.2	<i>HFACS methode .....</i>	36
4.3	<i>Design and Development methode.....</i>	41
4.4	<i>Veiligheid Management Systeem.....</i>	42
5	'Geschiedschrijvende' ongevallen .....	44
6	Oorzaken van ongevallen .....	45
6.1	<i>Deelsystemen .....</i>	45
6.2	<i>Oorzaken per deelsysteem.....</i>	46
6.3	<i>Overzicht oorzaken van ongevallen.....</i>	51
7	Professionele lering .....	52
7.1	<i>Professionele Lering per ongeval.....</i>	52
7.2	<i>Overzicht professionele lering .....</i>	67
8	Maatschappelijke lering.....	71
8.1	<i>Maatschappelijke lering per ongeval.....</i>	71
8.2	<i>Overzicht maatschappelijke lering .....</i>	76
8.3	<i>Waar vindt welke soort lering plaats? .....</i>	78
9	Conclusies en aanbevelingen.....	80
9.1	<i>Conclusies ten aanzien van lering.....</i>	80
9.2	<i>Huidige ontwikkelingen.....</i>	82
9.3	<i>Aanbevelingen voor de toekomst.....</i>	84
	Literatuurlijst .....	90
	Bijlage 1: Verloop per ongeval .....	93
	Bijlage 2: Oorzaken per ongeval .....	96
	Bijlage 3: Aanbevelingen per ongeval .....	102
	Bijlage 4: Doorgevoerde lering per ongeval .....	112

# 1 Inleiding

De veiligheid van het luchtverkeer is relatief hoog. Per jaar vallen wereldwijd 1250 doden als gevolg van vliegtuigongevallen. Ter vergelijking, alleen al in Nederland vallen jaarlijks 1100 slachtoffers als gevolg van verkeersongevallen<sup>4</sup>. Vanaf 1959, het eerste volledige jaar waarin commerciële vluchten werden uitgevoerd, heeft de luchtvaart enorme verbeteringen op het gebied van veiligheid doorgemaakt. Als het percentage ongevallen gelijk zou zijn gebleven, gegeven het toegenomen aantal vluchten, zouden honderden luchtvaartongevallen per jaar plaatsvinden. Zeker één of twee vliegtuigen zouden per dag ergens ter wereld neerstorten. De laatste tien jaar is het absolute aantal vliegtuigongevallen toegenomen. Deze zorgwekkende ontwikkeling is veroorzaakt door een toename van het aantal vliegbewegingen, terwijl het percentage ongevallen gelijk is gebleven. Teneinde het absolute aantal ongevallen te reduceren dient meer geïnvesteerd te worden in luchtvaartveiligheid. Het blijft dan ook noodzakelijk de luchtvaartveiligheid verder te verbeteren, teneinde de luchtvaartveiligheid op gewenst niveau te krijgen en houden<sup>5</sup>.

Luchtvaartongevallen hebben veelal een enorme impact op de maatschappij. Naast de gevolgen voor de directe omgeving en getroffenen spelen angst en verontwaardiging over het feit dat de ramp heeft kunnen plaatsvinden vaak een grote rol. Deze gevolgen vragen om maatregelen om de kans op vliegtuigongevallen in de toekomst te minimaliseren. Naar aanleiding van 'geschiedschrijvende' luchtvaartongevallen worden dan ook grootschalige en arbeidsintensieve onderzoeken ingesteld door veelal de nationale raden voor transportveiligheid. Daarnaast besteden luchtvaartmaatschappijen en andere luchtvaartorganisaties veel aandacht aan ongevallenonderzoek, om de veiligheid zo goed mogelijk te waarborgen en gelijksoortige vliegtuigongevallen in de toekomst te voorkomen.

De lering die is getrokken uit grote vliegtuigongevallen heeft ervoor gezorgd, samen met incidentenonderzoek en preventief onderzoek, dat het huidige veiligheidsniveau is bereikt. 'Geschiedschrijvende' vliegtuigongevallen in het verleden hebben geleid tot grote veranderingen in de luchtvaart. Hoewel er nooit sprake is van een precies dezelfde situatie, is in het verleden gebleken dat veelal gelijksoortige patronen ten grondslag liggen aan 'geschiedschrijvende' ongevallen. Deze ongevallen hebben dan ook veel input opgeleverd voor kennisontwikkeling en technologische innovatie binnen de luchtvaart. Wetenschappelijke kennis heeft ook een grote rol gespeeld bij ondersteuning van vliegtuigontwerp en vluchtuitvoering. Hierbij kan gedacht worden aan de ongevallen met het eerste type straalvliegtuig 'De Havilland Comet' (vanaf 1953) als gevolg van metaalmoeheid, de botsing tussen twee Boeings 747's van PanAm en KLM op Tenerife in 1977 en de ontploffing van de Boeing 747 tussen Tokyo en Osaka in 1985.

Ondanks de vele positieve ontwikkelingen wat betreft de luchtvaartveiligheid kan niet gezegd worden dat alle mogelijkheden om te leren van ongevallen zijn benut. In het verleden heeft vooral professionele lering binnen de luchtvaartwereld plaatsgevonden. Nieuwe inzichten wijzen erop dat vliegtuigongevallen meer mogelijkheden bieden om te leren. De impact van luchtvaartongevallen en de toegenomen mondigheid van de maatschappij hebben ervoor gezorgd dat naast professionele lering ook maatschappelijke lering plaatsvindt. Daarnaast is door de veelal informele informatie uitwisseling vaak ondoorzichtig welke ontwikkelingen hebben plaatsgevonden en of die ontwikkelingen werkelijk het gevolg zijn van 'geschiedschrijvende' vliegtuigongevallen.

---

<sup>4</sup> M.A. Zwartelé, Platform voor de Nederlandse Luchtvaart, Luchtvaart in de samenleving, Fabels en Feiten over Luchtvaart, Print Productions BV, Ursem, Uitgave 1, maart 2000, pagina 18

<sup>5</sup> <http://www.flightsafety.org/priorities.html>, geraadpleegd op 18 februari 2003

Om het leerpotentieel van de 'geschiedschrijvende' vliegtuigongevallen zo goed mogelijk te benutten, zal in dit onderzoek getracht worden de in de loop der tijd getrokken lering uit 'geschiedschrijvende' ongevallen zo goed mogelijk in kaart te brengen. Hierbij worden terroristische aanslagen buiten beschouwing gelaten. Het onderzoek richt zich op safety (veiligheid van het luchtvaartstelsel) en niet op security (beveiliging van het luchtvaartstelsel). De in kaart gebrachte lering wordt gebruikt om de ontwikkelingen van luchtvaartveiligheidsonderzoek aan te geven. Op basis van de in kaart gebrachte lering en de huidige ontwikkelingen zullen aanbevelingen worden gedaan voor toekomstig onderzoek.

**Doelstelling van het afstudeeronderzoek:**

Het inzichtelijk maken van de ontwikkelingen ten aanzien van de luchtvaartveiligheid als gevolg van 'geschiedschrijvende' ongevallen en het op basis daarvan opstellen van aanbevelingen met betrekking tot toekomstig luchtvaartveiligheidsonderzoek in Nederland.

**Vraagstelling:**

Welke lering heeft in de loop der tijd plaats gevonden naar aanleiding van 'geschiedschrijvende' luchtvaartongevallen en hoe zou in de toekomst (nog) beter geleerd kunnen worden binnen de nationale luchtvaartwereld?

**De bijbehorende onderzoeksvragen luiden:**

- Van welke vliegtuigongevallen kan het meeste geleerd worden?
  
- Wat waren de oorzaken van deze ongevallen?
  
- Welke aanbevelingen zijn gedaan naar aanleiding van deze ongevallen?
- Welke professionele lering is daadwerkelijk doorgevoerd?
- Welke maatschappelijke lering is daadwerkelijk doorgevoerd?
- Hoe heeft de lering plaatsgevonden?
  
- Welke ontwikkelingen ten aanzien van luchtvaartveiligheid vinden op dit moment op nationaal niveau plaats?
  
- Waar zou luchtvaartongevallenonderzoek in Nederland zich in de toekomst op moeten richten?

**Opbouw van het rapport**

Het afstudeerrapport is als volgt opgebouwd. In hoofdstuk 2 worden de relevante aspecten besproken. Vervolgens wordt in hoofdstuk 3 het theoretische kader uitgewerkt. In hoofdstuk 4 worden de methoden en technieken toegelicht. Om de in de loop der tijd getrokken lering uit 'geschiedschrijvende' ongevallen zo goed mogelijk in kaart te brengen zal allereerst in hoofdstuk 5 de selectie van 'geschiedschrijvende' ongevallen plaatsvinden. Daarna zullen in hoofdstuk 6 de oorzaken van de ongevallen in kaart worden gebracht, aangezien de geïdentificeerde oorzaken in luchtvaartveiligheidsonderzoek het uitgangspunt vormen voor de te bepalen aanbevelingen. Op basis daarvan worden in hoofdstuk 7 de aanbevelingen en de doorgevoerde lering naar aanleiding van de luchtvaartveiligheidsonderzoeken in kaart gebracht. Vervolgens zullen in hoofdstuk 8 de recentere ontwikkelingen ten aanzien van maatschappelijke lering inzichtelijk worden gemaakt. In hoofdstuk 9 worden allereerst de conclusies ten aanzien van lering weergegeven. Vervolgens worden de huidige ontwikkelingen op nationaal niveau beschreven. Daarna worden op basis van de in kaart gebrachte lering en de huidige ontwikkelingen aanbevelingen voor toekomstig onderzoek binnen Nederland uitgewerkt. Na hoofdstuk 9 wordt een literatuurlijst weergegeven. Het rapport wordt afgesloten met bijlagen.

## 2 Relevante aspecten

In dit hoofdstuk worden de relevante aspecten uitgewerkt. Hiertoe wordt in §2.1 allereerst de positionering van het onderzoek uitgewerkt. In §2.2 wordt beschreven wat het leren van ongevallen mogelijk maakt. In §2.3 wordt de relevantie van het onderzoek beschreven. Daarna wordt in §2.4 de technische complexiteit ten aanzien van luchtvaartveiligheid toegelicht. Vervolgens wordt hieraan gerelateerd in §2.5 het spanningsveld tussen commercie en veiligheid weergegeven. In §2.6 wordt de bestuurlijke complexiteit besproken. De volgende drie paragrafen geven drie specifieke vormen van bestuurlijke complexiteit weer. In §2.7 wordt ingegaan op de rol van publiek onderzoek dat veelal wordt uitgevoerd door de nationale raad van transportveiligheid. In §2.8 wordt de rol van de media en politiek bij luchtvaartongevallen. Tot slot wordt in §2.9 de rol van de regelgeving uitgewerkt.

### 2.1 Positionering onderzoek

Dit afstudeeronderzoek heeft als doel het in kaart brengen van de lering die getrokken is uit 'geschiedschrijvende' luchtvaartongevallen. Dergelijke rampen hebben veelal grootschalige onderzoeken als gevolg gehad om op basis daarvan te kunnen leren van de ongevallen. Luchtvaartveiligheidsonderzoek omvat echter meer dan alleen het onderzoeken van rampen. Onderzoek naar aanleiding van incidenten en preventief onderzoek spelen ook een zeer belangrijke rol binnen het luchtvaartveiligheidsonderzoek. Incidenten brengen, net als ongevallen, veel informatie met zich mee over mogelijke oorzaken. Deze kennis wordt zoveel mogelijk ingezet om nieuwe incidenten en ongevallen te voorkomen. Preventief onderzoek wordt uitgevoerd teneinde incidenten en ongevallen te voorkomen. De verschillende vormen van onderzoek binnen het luchtvaartveiligheidsonderzoek hebben samen als doel de luchtvaartveiligheid zo goed mogelijk te bewaken.

### 2.2 Leren van ongevallen

Organisaties zijn complex en aan veranderingen onderhevig. Organisaties beschikken dan ook nooit over volledige informatie. Veelal blijken rampen noodzakelijk voordat daadwerkelijk wijzigingen worden doorgevoerd. Ongevallen bieden dan ook goede mogelijkheden om veranderingen door te voeren, ofwel om actief te leren. Behrens stelde dan ook<sup>6</sup>: "a disaster creates a climate uniquely conducive to social reform and legislation"<sup>7</sup>. Ongevallen worden door organisaties en andere betrokkenen bij veiligheid dan ook vaak aangegrepen als moment om veranderingen te bewerkstelligen. Druk vanuit media en politiek spelen hierbij een grote rol. Het gevoel dat er nu echt iets moet gebeuren overheerst vaak na rampen. Deze factoren creëren een uniek klimaat wat leren van ongevallen makkelijker maakt.

Het verleden heeft dan ook uitgewezen dat geleerd kan worden van luchtvaartongevallen. Ongevallen lijken op het eerste gezicht veelal uniek. Diepere analyses hebben echter uitgewezen dat er veelal gelijksoortige patronen te herkennen zijn. Lagadec concludeerde dan ook<sup>8</sup>:... "the disaster must not be seen like the meteorite that falls out of the sky on an innocent world; the disaster, most often, is anticipated, and on multiple occasions"<sup>8</sup>.

---

<sup>6</sup> B. Toft and S. Reynolds, learning from disasters, a management approach, Butterworth-Heinemann Ltd, 1994

<sup>7</sup> E.B. Behrens, The Triangle Shirtwaist Company fire of 1911; a lesson in legislative manipulation. Texas Law Review, 62, 319, 1983

<sup>8</sup> Lagadec, P. Major Technical Risk; An Assesment of Industrial Disasters, Pergamon Press, Oxford, 1982

In de luchtvaartwereld weet 'iedereen' dat de Comet een belangrijke pioniersrol heeft gespeeld en dat de Tenerife-ramp het begin was van de ontwikkelingen op het gebied van Human Factors (menselijke factoren) en Crew Resource Management (communicatie en coördinatie tussen bemanningsleden). Zo geldt voor alle geselecteerde ongevallen dat in de luchtvaartwereld bekend is dat deze ongevallen grote veranderingen ten aanzien van de veiligheid met zich hebben meegebracht.

### **2.3 Relevantie onderzoek**

In de loop der tijd is veel geleerd van ongevallen. Onderzoeken ingesteld door nationale raden voor transportveiligheid of andere instellingen belast met het onderzoek spelen daarbij een belangrijke rol. Deze organisaties investeren veel in onderzoek naar aanleiding van ongevallen. Veel mankracht wordt gedurende een lange periode ten bate van het ongevallenonderzoek ingezet. De opgedane kennis heeft vele positieve ontwikkelingen met zich meegebracht, maar desondanks kan gesteld worden dat de onderzoeken niet altijd optimaal zijn gebruikt. Ten eerste kan opgemerkt worden dat de lering getrokken uit de ongevallen veelal tot specifieke organisaties beperkt is gebleven. Bij specifieke organisaties kan gedacht worden aan een vliegtuigbouwer, luchtvaartmaatschappij, luchtverkeersleiding, luchthaven, onderhoudsorganisaties, rampenbestrijdingsorganisaties. De lering heeft veelal bij een specifieke organisatie plaatsgevonden en is niet gecommuniceerd met gelijksoortige en/of andersoortige organisaties. Ten tweede speelt mee dat niet alle informatie uit onderzoeken daadwerkelijk is benut. Ten derde zijn de aandachtsgebieden in de loop der tijd gewijzigd. Hierdoor komen de laatste tijd nieuwe aandachtpunten aan het licht die in het verleden niet meegenomen zijn, zoals rampenbestrijding, identificatie en zorg voor nabestaanden. Door deze lering in kaart te brengen en waar mogelijk aan te vullen wordt de lering die in de loop der tijd getrokken is expliciet gemaakt. Voor drie doelgroepen is het in kaart brengen van de lering interessant, namelijk voor de luchtvaartwereld zelf, voor andere sectoren met gelijksoortige faalmechanismen en voor de buitenwereld.

Luchtvaartwereld:

- Door de ontwikkelingen ten aanzien van de veiligheid zo goed mogelijk in kaart te brengen en waar mogelijk aan te vullen kan de in kaart gebrachte kennis breder en beter ingezet worden binnen de luchtvaartwereld. Lering getrokken bij een bepaalde organisatie kan allereerst bij een gelijksoortige organisatie worden ingezet, Airbus kan bijvoorbeeld leren van Boeing en andersom. Ten tweede kan de lering bij andersoortige organisaties worden gebruikt. Als een luchtvaartmaatschappij leert over Human Factors kan luchtverkeersleiding daar mogelijk ook van leren.
- Het onderzoek verschaft inzicht in de ontwikkelingen ten aanzien van het trekken van lering uit ongevallen in de loop der tijd. Dit onderzoek kan dan ook dienen als een tussenevaluatie van de gebruikte onderzoekstechnieken. De vragen die daarbij gesteld kunnen worden is of het doel van de onderzoeken bereikt is, ofwel is er voldoende geleerd en hebben voldoende verbeteringen plaatsgevonden.
- Tevens kan het onderzoek mogelijk een bijdrage leveren aan de toekomstige afweging tussen juridisch onderzoek en veiligheidsonderzoek. Op dit moment is nog geen duidelijkheid in Nederland over welke onderzoeksvorm prioriteit heeft bij het ongevallenonderzoek. Legitimering van intern onafhankelijk onderzoek zal daarbij een belangrijke rol spelen.

Andere sectoren:

- De vele ontwikkelingen die de luchtvaart heeft doorgemaakt en het hoge veiligheidsniveau bieden mogelijkheden voor andere sectoren met gelijksoortige faalmechanismen om te leren van de luchtvaart. Hierbij kan gedacht worden aan ontwikkelingen op het gebied van werk en rusttijdsregelingen, trainingen, checklisten en Human Factors. Bij andere sectoren dient gedacht te worden aan sectoren, die net als de luchtvaart door Perrow een high risk systems (hoge risico systemen) worden genoemd. Hierbij kan gedacht worden aan andere transportsectoren, energie sector, off shore en de medische wereld. Binnen die sectoren spelen twee systeemkarakteristieken een belangrijke rol, namelijk sterke koppelingen en complexe interacties. In paragraaf 3.2 wordt de theorie van Perrow met betrekking tot high risk systems verder toegelicht<sup>9</sup>.

Buitenwereld:

- De buitenwereld heeft, mede door de manier waarop de media zich profileert, veelal het idee dat luchtvaartveiligheidsonderzoek een gesloten wereld is. Doordat dit onderzoek door een 'buitenstaander' wordt uitgevoerd, op basis van input vanuit de luchtvaartwereld, vormt dit onderzoek een opening vanuit de luchtvaartwereld naar buiten toe. De openheid van het onderzoek kan eraan bijdragen dat de buitenwereld meer inzicht krijgt in de ontwikkelingen ten aanzien van de luchtvaartveiligheid en daardoor een positiever beeld krijgt.

## 2.4 Technische complexiteit

In het verleden is veel op het gebied van de techniek geleerd. Door alle ervaring die is op gedaan en de snelle vernieuwingen ten aanzien van technologie, heeft de veiligheid enorme verbeteringen doorgemaakt. Daarnaast zorgt de technologie er ook voor dat steeds meer mogelijk is. Dit brengt naast positieve gevolgen voor de veiligheid soms ook risico's met zich mee die er voorheen niet waren. Het is tegenwoordig bijvoorbeeld mogelijk om onder zeer slechte weersomstandigheden te vliegen, bovendien nemen onderlinge afstanden tussen vliegtuigen af.

Het technisch complexe karakter wordt onder andere bepaald door de technische complexiteit van vliegtuigen. De driedimensionale bewegingsvrijheid en de noodzakelijke betrouwbaarheid van systemen brengt met zich mee dat nieuwe technieken altijd met veel zorgvuldigheid geïmplementeerd worden, om het veiligheidsniveau vanaf het eerste moment van operationele inzet te waarborgen. Ten aanzien van de betrouwbaarheid speelt onderhoud ook een belangrijke rol.

Naast de technische complexiteit van vliegtuigen is ook sprake van technische complexiteit op het niveau van het luchtvaartstelsel. De technische complexiteit van een vliegtuig stelt hoge (technische) eisen aan deelsystemen die luchttransport mogelijk maken. Binnen het luchtvaartstelsel zijn er vele menselijke en technische elementen die op elkaar afgestemd moeten worden om te kunnen functioneren. Vele deelsystemen zijn dan ook nodig om een vlucht van A naar B op een snelle en betrouwbare manier mogelijk te maken. Dit stelt hoge eisen aan de bemanning, grondafhandeling, luchtverkeersleiding, luchthaven en luchtvaartmaatschappij. Het weer speelt als externe factor ook een belangrijke rol.

---

<sup>9</sup> C. Perrow, Normal Accidents: living with high-risk technologies, Basic Books, 1984

## 2.5 *Commercie versus veiligheid*

De spanning tussen commercie en veiligheid levert een extra vorm van techniek gerelateerde complexiteit op. Veiligheid vormt binnen de luchtvaart één van de belangrijkste pijlers. Dit betekent niet dat de techniek ten koste van alles zo veilig en betrouwbaar mogelijk gemaakt kan worden. Luchtvaartmaatschappijen wensen de vluchten winstgevend uit te kunnen voeren. Bij het optimaliseren van de veiligheid wordt dus steeds de afweging gemaakt of de investeringen haalbaar zijn. Het streven is om met technologische ontwikkelingen zowel de prestaties als de veiligheid te verbeteren. Een goed voorbeeld hiervan is de ETOPS (Extended Twin Engine Operations) regeling, die in mei 1985 tot stand is gekomen. ETOPS betekent dat tweemotorige straalvliegtuigen met een voldoende vliegbereik (180 minuten op één motor) op lange overwatertrajecten mogen worden ingezet, mits de route zo gepland is, dat met één motor binnen 180 minuten een uitwijkhaven veilig bereikt kan worden.

Vroeger werden alleen viermotorige vliegtuigen ingezet voor overwatertrajecten. Indien een motor uitviel kon veilig met de drie resterende motoren worden doorgevlogen. Later mochten ook driemotorige vliegtuigen overwatertrajecten uitvoeren, zoals de DC10 en Lockheed Tristar. Met een tweemotorig straalvliegtuig werd dat veel riskanter geacht. Bij uitval van één motor zou de andere motor wel eens zo zwaar kunnen worden belast, dat het risico groot was dat het zou uitvallen. In het begin van de jaren tachtig waren de nieuwste typen straalmotoren zo krachtig en betrouwbaar geworden dat men er geen problemen meer in zag om ook met tweemotorige toestellen de oceanen over te steken. Boeing had daarop al ingespeeld door van de B767 vliegtuigen varianten met een groter vliegbereik te ontwerpen. Dit werd bereikt door de vleugels van nog grotere tankruimten te voorzien. Hierdoor moest de constructie wel extra worden versterkt<sup>10</sup>.

Voor de luchtvaartmaatschappijen betekent de totstandkoming van ETOPS lagere operationele kosten (lager brandstofverbruik en hogere inzetbaarheid van vliegtuigen) en voor passagiers meer rechtstreekse verbindingen<sup>11</sup>. Tot nu toe is er geen reden aan te nemen dat het minder veilig is om met tweemotorige straalvliegtuigen de oceaan over te vliegen. De toekomst zal uitwijzen of het vertrouwen in techniek terecht is, of dat deze trajecten beter met drie- of viermotorige vliegtuigen kunnen worden uitgevoerd<sup>12</sup>.

## 2.6 *Bestuurlijke complexiteit*

De bestuurlijke complexiteit is het gevolg van de vele betrokken actoren bij onderzoek naar aanleiding van luchtvaartongevallen, zoals vliegtuigbouwer, luchtvaartmaatschappij, vereniging van verkeersvliegers, luchtverkeersleiding, luchthaven, onderhoudsorganisaties, rampenbestrijdingsorganisaties en toezichthoudende (overheids)instanties. De veiligheidsbewaking heeft een sterk internationaal karakter. Internationale non-profit organisaties, zoals International Civil Aviation Organization (ICAO), International Federation of Air Line Pilots' Associations (IFALPA) en International Society of Air Safety Investigators (ISASI), zetten zich in om op internationaal niveau regelingen en afspraken tot stand te laten komen. Bijvoorbeeld in ICAO Annex 13 (deel van conventie van Chicago over de internationale burgerluchtvaart, onderdeel Verenigde Naties) worden internationale standaarden en aanbevolen toepassingen ten aanzien van ongevallen en incidentenonderzoek zijn weergegeven.

<sup>10</sup> <http://www.pilootenvliegtuig.nl/groteluchtvaart/vliegtuig.html>, geraadpleegd op 7 april 2003

<sup>11</sup> <http://www.hvdm.nl/pers/160999-3.htm>, geraadpleegd op 7 april 2003

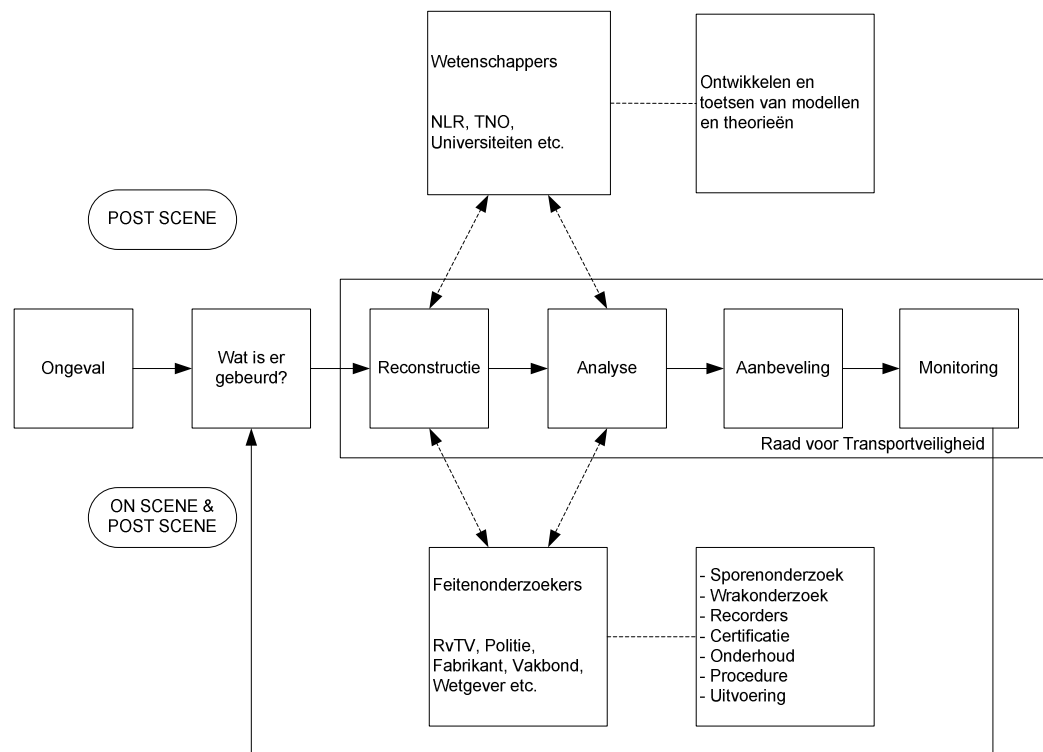
<sup>12</sup> The relative safety of ETOPS and NON-ETOPS restricted large commercial airplanes, Department of Aviation, University of New South Wales, Sydney, Australia, november 1999



Tussen de actoren is sprake van onderlinge afhankelijkheden, ofwel interdependenties. Het is niet zo dat één partij is die de macht in handen heeft. De partijen zijn wederzijds afhankelijk van elkaar ten aanzien van de luchtvaartveiligheid. De veiligheid is zo groot als de zwakste schakel in de keten mens-machine-omgeving. Verbeteringen kunnen dan ook alleen plaatsvinden wanneer alle betrokken partijen binnen het netwerk meewerken. De (internationale) non-profit organisaties spelen een faciliterende rol. Alle betrokken partijen hebben belang bij het bewaken en vergroten van luchtvaartveiligheid. De partijen maken veelal zelf gebruik van het vliegtuig en hebben dan ook naast het maatschappelijke belang een direct belang. Commerciële luchtvaartmaatschappijen verliezen klanten op het moment dat de veiligheid niet voldoende bewaakt wordt. Klanten zullen ervoor kiezen om uit veiligheidsoverwegingen met andere luchtvaartmaatschappijen te vliegen<sup>9</sup>.

## 2.7 Publiek onderzoek

Publiek onderzoek neemt een speciale plaats in binnen de bestuurlijke context. Publiek onderzoek wordt ingesteld door de nationale raden voor transportveiligheid. In Nederland is dat de Raad voor de Transportveiligheid (RvTV). Tijdens het ongevallenonderzoek worden verschillende processen stapsgewijs doorlopen, zoals weergegeven in figuur 2.1.



2.1 Proces van ongevallenonderzoek<sup>13</sup>

Ongevallenonderzoek begint met verzamelen van feiten, om te bepalen wat er is gebeurd. Op grond van hypothesen wordt daarna getracht de toedracht te bepalen. Hierbij wordt gebruik gemaakt van methoden en technieken uit wetenschappen. Daarna wordt gezocht naar een bevredigende verklaring, ofwel waarom het ongeval heeft plaatsgevonden. Hieruit is lering te trekken en zijn aanbevelingen op te stellen om herhaling van het type ongeval te voorkomen. Tenslotte wordt gekeken of de aanbevelingen daadwerkelijk zijn doorgevoerd<sup>14</sup>.

<sup>13</sup> Kahan & Van Dorp & Frinking & Stoop & Van der Horst, 'Modellen voor een TOR', in opdracht van project Transportongevallenraad. RAND Europe, Delft. RE-97.05, MR-882-RE/VW, 1997

<sup>14</sup> Dr. Ir. J.A. Stoop, Arbeids- en milieuveiligheid, ongevallenanalyse 2, methoden & technieken, Kluwer, 2003

Aangezien de oorzaken de basis vormen voor de aanbevelingen en daarmee voor de lering die plaats zal vinden, wordt in dit onderzoek begonnen met het in kaart brengen van de oorzaken. Hierbij dient te worden opgemerkt dat het zo kan zijn dat andere zaken zwaarder meewegen dan het publiceren van de werkelijke oorzaken. De politiek speelt hierbij een rol, het kan ongewenst zijn om oorzaken te publiceren die niet opgelost kunnen worden. Ook is het niet automatisch zo dat aanbevelingen worden geïmplementeerd. Ondanks dat op verschillende punten kritiek geleverd kan worden, biedt publiek onderzoek door de formele structuur en procedures mogelijkheden om ongevallen te analyseren. De analyse kan gebruikt worden om cruciale oorzaken te isoleren en soortgelijke ongevallen te voorkomen<sup>6</sup>.

De complexiteit van rampen maakt het voor onderzoeksteams lastig om de daadwerkelijke oorzaken naar boven te halen. Dit bleek wel uit de Parlementaire enquête over de Bijlmerramp. Voor het leren van ongevallen is het van belang dat onderzoek zo onafhankelijk mogelijk wordt uitgevoerd, om achterliggende oorzaken te identificeren. Onafhankelijk onderzoek is nog niet wereldwijd ingevoerd. In vele landen doet de overheid zelf onderzoek en als gevolg daarvan hebben politieke aspecten ongewenste invloed.

## ***2.8 Invloed van de media en politiek***

De media en politiek nemen een bijzondere positie in binnen de complexe bestuurlijke context. Luchtvaartrampen zorgen voor veel maatschappelijke onrust. De media voedt deze onrust door in te spelen op de gevoelens die bij de burgers leven. De media is gebaat bij commercieel succes en sensatie naar aanleiding van een luchtvaartongeval. Mede omdat ongevalonderzoeken niet als doel hebben een schuldige aan te wijzen is het publiek meer geïnteresseerd in eerste verslaggeving dan in het uiteindelijke onderzoeksrapport. Direct na het ongeval worden veelal al uitspraken gedaan over de mogelijke toedracht, terwijl de onderzoekswerkzaamheden net zijn gestart. Bovenstaande wordt extra bevestigd door de afwezigheid van media bij de presentatie van het uiteindelijke onderzoeksrapport, veelal een tijd na de ramp. Hierdoor krijgt de samenleving geen inzicht in de ware toedracht van het ongeval en de vervolgacties die worden ondernomen om de veiligheid te vergroten.

Door de houding van de media lijkt luchtvaartveiligheidsonderzoek snel een gesloten wereld voor buitenstaanders. Vaak wordt gedacht dat ongevallen veroorzaakt worden door één factor, waardoor alle frustratie daarop gericht wordt. Met dit onderzoek wordt inzicht gegeven in de complexe samenhang, waardoor duidelijk wordt dat nooit sprake is van één schuldige, maar dat vele factoren uiteindelijk tot het ongeval leiden. Tevens wordt duidelijk dat veel geleerd is van ongevallen en dat de luchtvaartveiligheid is toegenomen. Deze informatie kan bijdragen aan een genuanceerder beeld over luchtvaartveiligheid.

De negatieve aandacht heeft ook nadelige gevolgen voor het directe onderzoek. Naast het doen van onderzoek moet ook aandacht worden besteed aan het bewaken van de rust. Om de media op gepaste afstand te houden is het van belang dat gedoceerd uitspraken worden gedaan over de toedracht van het ongeval. Daarnaast omdat het onderzoek op de rampplek vaak belemmerd wordt. Om de daadwerkelijke oorzaken naar boven te halen is het belangrijk dat onderzoekers op de plek van het ongeval het benodigde onderzoek kunnen uitvoeren. Deze tijd wordt veelal niet aan onderzoekers gegeven, omdat het politiek gezien wenselijker is om de rampplek zo snel mogelijk 'op te ruimen'.

## 2.9 Rol van regelgeving

De regelgever neemt een speciale positie in binnen de complexe bestuurlijke context en heeft zowel een regelgevende als toezichthoudende, controlerende en sanctionerende functie. Op nationaal niveau wordt beleid geformuleerd door Directoraat Generaal Luchtvaart (DGL). Op Europees niveau is het DGL vertegenwoordigd in European Civil Aviation Conference (ECAC). Dit orgaan houdt zich bezig met aanvullende Europese maatregelen. De specifieke maatregelen worden vastgesteld in de Joint Aviation Authorities (JAA). De Europese Unie bespreekt veiligheidszaken in de Transportraad. Het Directoraat-Generaal voor Transport van de Europese Commissie maakt voorstellen. De Europese Commissie krijgt een apart agentschap voor luchtvaartveiligheid, genaamd EASA, ofwel European Air Safety Agency. Het DGL neemt op internationaal niveau deel aan internationale organisaties. Op mondiaal niveau zijn dit werkgroepen van Air Navigation Commission van ICAO<sup>15</sup>.

In het verleden heeft de regelgever zich vaak beperkt tot zijn regelgevende functie. Dit werd mede veroorzaakt doordat grote gerenommeerde luchtvaartmaatschappijen, ook wel flag carriers genoemd, in de arbeidsvoorwaardelijke geschiedenis een marge hadden opgebouwd tussen gestelde limieten door de regelgever en de, veelal door vakbonden, afgedwongen limieten. De heersende 'trotse' bedrijfscultuur brengt met zich mee dat een bepaalde veiligheidsmarge wordt ingebouwd wat betreft training, selectie en Werk en Rust Tijden Regelingen (WRR). Ook wordt kwaliteit van groot commercieel en nationaal belang geacht.

Kwaliteit uit zich onder andere in de volgende diensten die geboden worden:

- serviceverlening aan boord (krant, maaltijden, alcoholische dranken)
- training van cabinebemanningen op hartmassage en het aan boord hebben van zeer kostbare instrumenten voor hartmassage
- In geval van vertragingen veroorzaakt door de luchtvaartmaatschappij, bijvoorbeeld door technische storingen, worden doorverbindingen gegarandeerd en overnachtingen betaald op grond van IATA (International Air Transport Association) afspraken

De sterk in opkomst zijnde goedkope luchtvaartmaatschappijen, ofwel low cost carriers, zoeken in tegenstelling tot de flag carriers zeer nadrukkelijk de grenzen op die de regelgever stelt ten aanzien van veiligheid en kwaliteit. De vraag is of de overheid als gevolg hiervan een meer toezichthoudende, controlerende en sanctionerende rol zou moeten gaan spelen. Met betrekking tot kwaliteit zou de overheid zich kunnen inzetten om de slecht zichtbare commerciële kwaliteitswaarde van flag carriers inzichtelijk te maken voor de klant. Wat betreft veiligheid zou de overheid kunnen onderzoeken of het verantwoord is dat de low cost carriers de marges opzoeken. Dit is echter zeer lastig te bepalen wanneer aan alle JAA eisen wordt voldaan en er met een moderne vloot wordt gevlogen. Er zou bijvoorbeeld gekeken kunnen worden of de commerciële druk op het personeel de veiligheid niet in gevaar brengt. Als gevolg van de weinig open rapportagecultuur bij dit soort luchtvaartmaatschappijen zal dit echter lastig te achterhalen zijn. 'Klokkenluiders' zouden hierbij een belangrijke rol kunnen spelen. Tevens speelt een rol dat veel medewerkers van de low cost carriers ervan uitgaan dat zij slechts voor een beperkte periode bij deze werkgever blijven werken.

Er dient wel rekening gehouden te worden met het feit dat flag carriers én de bonden low cost carriers als een soort bedreiging zien en zichzelf proberen te verdedigen. Tevens bestaat de kans dat wanneer de low cost carriers meer gevestigd raken, deze luchtvaartmaatschappijen ook te maken gaan krijgen met de arbeidsvoorwaardelijke discussies en als gevolg daarvan marges zullen inbouwen ten opzichte van het minimum.

---

<sup>15</sup> <http://www.luchtvaartbeleid.nl/dgl/internationaal/veiligheid1.asp>, geraadpleegd op 13 april 2003

### 3 Theoretisch kader

Dit hoofdstuk vormt het theoretische kader van het afstudeeronderzoek. In §3.1 zullen allereerst de relevante begrippen gedefinieerd worden. In §3.2 worden de aspecten gerelateerd aan de oorzaken van ongevallen toegelicht. In §3.3 wordt aandacht besteed aan het begrip intelligente informatie. In §3.4 wordt het onderscheid tussen individuele en organisationele lering besproken. Tot slot wordt in § 3.5 de verschillende loops waarin organisaties kunnen leren in kaart gebracht.

#### 3.1 Definities begrippen

In deze paragraaf worden de relevante begrippen voor dit afstudeeronderzoek gedefinieerd.

**Accident (ongeval), serious incident (ernstig incident) en incident.**

ICAO Annex 13<sup>16</sup> geeft definities voor de begrippen ongeval, incident en serieus incident. Aangezien deze definities lastig te vertalen zijn naar het Nederlands zonder afbreuk te doen aan de inhoud is ervoor gekozen om de engelse definities weer te geven.

*Accident.* An occurrence associated with the operation of an aircraft which takes place between the time any person boards the aircraft with the intention of flight until such time as all such persons have disembarked, in which:

a) a person is fatally or seriously injured as a result of

- being in the aircraft, or
- direct contact with any part of the aircraft, including parts which have become detached from the aircraft, or
- direct exposure to jet blast,

except when the injuries are from natural causes, self inflicted or inflicted by other persons, or when the injuries are to stowaways hiding outside the areas normally available to the passengers and crew: or

b) the aircraft sustains damage or structural failure which:

- adversely affects the structural strength, performance or flight characteristics of the aircraft, and
- would normally require major repair or replacement of the affected component,

except for engine failure or damage. when the damage is limited to the engine, its cowlings or accessories: or for damage limited to propellers, wing tips, antennas, tires, brakes, fairings, small dents or puncture holes in the aircraft skin: or

c) the aircraft is missing or is completely inaccessible.

Note I.-- For statistical uniformity only, an injury resulting in death within thirty days of the date of the accident is classified as a fatal injury by ICAO.

Note 2.-- An aircraft is considered to be missing when the official search has been terminated and the wreckage has not been located.

<sup>16</sup> ICAO, Annex 13, to the Convention on International Civil Aviation, Aircraft Accident and Incident Investigation, Ninth Edition, juli 2001

**Serious incident.** An incident involving circumstances indicating that an accident nearly occurred.

Note 1.-- The difference between an accident and a serious incident lies only in the result.

Note 2.-- Examples of serious incidents can be found in Attachment D of Annex 13 and in the ICAO Accident/Incident Reporting Manual (Doc 9156)

**Incident.** An occurrence, other than an accident, associated with the operation of an aircraft which affects or could affect the safety of operation.

Note.-- The type of incidents which are of main interest to the International Civil Aviation Organization for accident prevention studies are listed in the ICAO Accident/Incident Reporting Manual (Doc 9156).

Een serious incident is qua impact gelijk aan een ongeval, maar met het geluk dat het net niet fataal eindigt. Serious incidents hebben dan ook de meeste potentie om van te leren, want de personen die het hebben beleefd, kunnen het navertellen.

### Ramp

Een *ramp* is volgens de Wet Rampen en Zware Ongevallen een gebeurtenis waardoor een ernstige verstoring van de openbare veiligheid is ontstaan, waarbij het leven en de gezondheid van vele personen, het milieu of grote materiële belangen in ernstige mate worden bedreigd of zijn geschaad en waarbij een gecoördineerde inzet van diensten en organisatie van verschillende disciplines is vereist om de dreiging weg te nemen of de schadelijke gevolgen te beperken.

Dit onderzoek is gericht op het achterhalen van de lering die getrokken is uit 'geschiedschrijvende' luchtvaartongevallen. Het woord ongevallen geeft al aan dat het gaat om gebeurtenissen waarbij het systeem als geheel heeft gefaald. Hierbij gaat het dus om ongevallen (accidents) en niet om incidenten. Incidentenonderzoek speelt ook een belangrijke rol binnen het luchtvaartveiligheidsonderzoek, maar wordt in dit onderzoek buiten beschouwing gelaten, omdat de geschiedschrijvende luchtvaartongevallen ook onder de definitie van ramp vallen. De ongevallen hebben immers grote materiële en maatschappelijke schade met zich meegebracht, reden waarom de begrippen ongeval en ramp door elkaar worden gebruikt.

### Veiligheid en risico

*Veiligheid* heeft primair betrekking op de inhoud van het begrip; de bedreigingen die uitgaan naar leven en welzijn vanuit technologische systemen en processen.

*Risico* heeft primair betrekking op het omgaan met het begrip; de besluitvorming over het geheel van aspecten en overwegingen met de daarin voorkomende onzekerheden en beperkingen<sup>17</sup>.

---

<sup>17</sup> Dr. Ir. J. A. Stoop, Diktaat TB 9421, Risicobeheersing en -management, reader deel 1 en 2, Subfaculteit Technische Bestuurskunde, versie 1, januari 2001

### Risicobeheersing

Ten aanzien van het begrip *risicobeheersing* wordt onderscheid gemaakt tussen drie assen.

- Levenscyclus van technologische systemen en processen, weergegeven in de vorm van de hoofdfase van ontwerp, ontwikkeling, bouw, gebruik, modificatie, sloop en hergebruik, te karakteriseren als het 'ontwerpen van veiligheid en risico'.
- De systeemniveau's van besluitvorming en omgang met risico's, het niveau van gebruikers en risicodragers (micro niveau), het niveau van beheerders en managers (meso niveau) en het niveau van regelgevers en toezichthouders (macro niveau), te karakteriseren als het 'beslissen over veiligheid en risico'.
- Het ontwerp- en ontwikkelingsproces van technologische systemen en processen, waarin achtereenvolgens worden onderscheiden: de eerste, conceptuele fase met het Programma van Eisen, de tweede fase met de functionele specificaties en de ontwerpprincipes en de derde fase met vormgeving en gebruik van het ontwerp in de praktijk, te karakteriseren als het 'ondergaan van veiligheid en risico'<sup>17</sup>.

Deze drie assen vormen samen het TBP (Technologische, Bestuurlijke en Praktijk optiek) diagram, dat uitgewerkt is in §4.1. In het TBP diagram worden de relaties tussen de assen weergegeven.

### Latente en actieve fouten

Bij het inventariseren en achterhalen van oorzaken dient rekening te worden gehouden met het onderscheid tussen actieve en latente fouten.

"*Actieve fouten* zijn fouten en overtredingen waarvan de nadelige consequenties direct waarneembaar zijn". Veelal zijn dit fouten gerelateerd aan technologie en vluchtuitvoering.

"*Latente fouten* zijn echter beslissingen of acties waarvan de schadelijke gevolgen heel lang onzichtbaar kunnen blijven, tot ze op een gegeven ogenblik samenvallen met plaatselijke 'triggers' (actieve fouten, falen van technische systemen, of abnormale condities zoals slechte weersomstandigheden) en de verdediging van het systeem wordt doorbroken"<sup>18</sup>. Hierbij kan gedacht worden aan regelgeving, organisatie, kwaliteitsbewaking en supervisie.

Latente fouten kunnen vele actieve fouten triggeren. Door latente fouten te elimineren, worden vele actieve fouten uitgeschakeld. Het is dan ook verstandig te beginnen met het oplossen van de latente fouten. Er zullen namelijk altijd actieve fouten worden gemaakt door mensen. Tegen deze fouten kan men beschermd worden door latente fouten te elimineren<sup>19</sup>.

### Human Factors

Human Factors hebben betrekking op de mogelijkheden en beperkingen van menselijk gedrag, die vragen om aanpassing van het systeemontwerp ter beheersing en bevordering van de veiligheid en de effectiviteit<sup>20</sup>.

---

<sup>18</sup> J. Reason, The contribution of latent human failures to the breakdown of complex systems, Basis Journal 9, september 1991

<sup>19</sup> Capt. D. Maurino, , Management decisions have an impact on flight safety, ICAO Journal, oktober 1991

<sup>20</sup> HUFAG (Human Factors Advisory Group) Nieuwsbrief nr. 3, winter 2002

### 3.2 Oorzaken

Perrow hanteert een systeembenadering bij de analyse van high risk systems, zoals de luchtvaart. Hij richt zich dus niet op de individuele fouten op het micro niveau, maar zoekt naar een verklaring van rampen op het niveau van de organisatie (meso niveau) en het systeemniveau (macro niveau). De oorzaken van een luchtvaartongeval vormen veelal een ingewikkeld geheel. Een ongeval wordt bijna nooit veroorzaakt door één oorzaak maar door een complexe samenstelling van meerdere oorzaken<sup>21</sup>. Deze vele oorzaken, elk noodzakelijk en alleen gezamenlijk afdoende, zijn nodig om een complex systeem te laten falen. De oorzaken kunnen gerelateerd zijn aan ontwerp, technologie, vluchtuitvoering, procedures, onderhoud, verkeersleiding en omgeving.

Perrow geeft aan dat in high risk systems, zoals de luchtvaart, het 'normaal' is dat ongevallen voorkomen. Perrow noemt dergelijke ongevallen dan ook normal accidents ofwel normale ongevallen. Het is volgens hem niet mogelijk alle risico's te elimineren. Mensen maken vele kleine fouten, die meestal geen gevolgen hebben. Perrow geeft dan ook aan dat Murphy's Law niet klopt, want wat verkeerd *kan* gaan, gaat meestal *goed*. Echter op een bepaald moment komen verschillende verkeerde keuzes bij elkaar en de omstandigheden zorgen er dan voor dat het vliegtuig neerstort<sup>22</sup>. Dit wordt veroorzaakt door twee systeemkarakteristieken die gelden in high risk systems, namelijk sterke koppelingen en complexe interacties.

Sterke koppelingen hebben als gevolg dat nauwelijks sprake is van vertraging tussen factoren. Hierdoor is de tijd om tijdens een aantal gekoppelde interacties in te grijpen vaak erg beperkt. De volgorde van activiteiten staat vast en het doel kan slechts op één manier bereikt worden. Technologische ontwikkelingen hebben ervoor gezorgd dat de tijd tussen falen van deelsystemen en het ongeval korter wordt, waardoor mogelijkheden tot ingrijpen verder afnemen.

Complexe interacties hebben als gevolg dat de consequenties veelal moeilijk kunnen worden geschat. Complexe interacties zijn veelal onbekend, ongepland en onverwacht. Ze zijn veelal niet zichtbaar en lastig te begrijpen. Het luchtvaartstelsel bestaat uit vele onderdelen, eenheden en subsystemen, die veelal op onverwachte wijze met elkaar samenhangen. Het risico is dan ook dat als ergens zich een probleem voordoet, niet zichtbaar is welke gevolgen dat voor andere onderdelen zal hebben. Als voordeel van complexe interacties kan genoemd worden dat één onderdeel meerdere functies kan vervullen, wat tot meer efficiëntie leidt<sup>23</sup>.

Ten aanzien van het in kaart brengen van menselijke fouten heeft een verschuiving plaatsgevonden. Eerder werden veelal de individuen die direct betrokken waren bij het ongeval als schuldige aangewezen. Het zoeken naar een schuldige komt voort uit de reactie van de omgeving. Achteraf kijken hoe een ongeval had kunnen voorkomen is veelal eenvoudig, maar doet geen recht aan de complexiteit. Er dient gekeken te worden hoe de bemanning op dat moment de situatie inschatte. Tegenwoordig is er dan ook meer aandacht voor de situatie waarin de betrokkenen functioneren en de operationele en organisationele druk die op dat moment gold. Menselijke fouten worden dan ook steeds meer gezien als een symptoom van problemen die dieper in het systeem zijn gelegen. De vraag *wat* is er fout gegaan is aangevuld met de vraag *waarom* het is fout gegaan<sup>24</sup>.

<sup>21</sup> <http://www.vnv-dalpa.com/vnvinfo/persberichten/pers20020913.htm>, geraadpleegd op 15 april 2003

<sup>22</sup> W. Langewiesche, The lessons of ValuJet 592, the Atlantic Monthly, maart 1998

<sup>23</sup> C. Perrow, Normal Accidents; living with high-risk technologies, Basic Books, 1984

<sup>24</sup> S.W.A. Dekker, The field guide to human error, Cranfield University Press, Bedford, UK, 2000

### 3.3 *Intelligente informatie*<sup>25</sup>

Deutsch (1996) en Wilensky (1967) geven aan dat intelligente informatie een belangrijke voorwaarde is om te kunnen leren. Deutsch geeft aan dat onder invloed van externe omstandigheden structurele veranderingen plaats kunnen vinden. Onaangesproken bronnen zijn hierbij vereist. Wilensky geeft aan heldere en eenduidige informatie noodzakelijk is. De hoeveelheid intelligente informatie hangt volgens Wilensky af van drie factoren:

- Mate van conflict en concurrentie met omgeving
- Mate van interne steun
- Mate van voorspelbaarheid omgeving (intern / extern)

Als de concurrentie groter is, zal meer geïnvesteerd worden in goede informatie en kennis, om de concurrentiepositie te waarborgen. Veel interne steun betekent substantiële aandacht voor interne communicatie. Door goede interne communicatie kunnen mogelijke interne problemen immers snel vastgesteld worden. Een voorspelbare omgeving zorgt ervoor dat het zinvol is om deze in kaart te brengen. Concurrentie, interne steun en een voorspelbare omgeving dragen dus bij aan de hoeveelheid intelligentie binnen de organisatie.

Complexe organisaties worden veelal gekenmerkt door heterogene doelstellingen, specialisatie, hiërarchie en centralisatie. Dergelijke organisaties zijn vaak groot en beschikken over een ingewikkelde structuur. Het belang van intelligentie in complexe organisaties is dan ook groot. Door de complexiteit is het echter lastig om de aanwezige verspreide intelligente informatie op de juiste plaats te krijgen, zodat deze informatie bij belangrijke beslissingen wordt meegenomen. Hiërarchie zorgt immers voor belemmering van informatiestromen. Als gevolg van formele procedures raakt informatie gefragmenteerd. Centralisatie zorgt ervoor dat er meer aandacht is voor algemene dan voor specifieke informatie.

### 3.4 *Individuele versus organisationele lering*

Organisaties leren doordat individuen binnen de organisaties leren. Voor organisationeel leren is meer nodig dan alleen individueel leren. Argyris<sup>26</sup> geeft aan dat hiervoor noodzakelijk is dat een organisatie instaat is om collectief organisationele acties te ondernemen. Individuen beslissen en handelen op basis van de collectiviteit. Om individuen de mogelijkheid te bieden om in de naam van het collectief beslissingen te nemen zijn regels noodzakelijk die de grenzen van de collectiviteit weergeven, ofwel wanneer een beslissing is genomen en voor welke beslissingen de individuen geautoriseerd zijn. Wanneer de leden van een collectief zulke regels creëren is organisationele lering mogelijk. Binnen formele organisaties liggen vaak regels vast op grond waarvan organisationeel geleerd kan worden.

Organisationele lering ontstaat wanneer individuen binnen een organisatie een probleemsituatie onderzoeken. Wanneer een afwijking tussen het gewenste en werkelijke proces wordt opgemerkt, wordt gereageerd door het vormen van een ander beeld van de organisatie of van andere inzichten in organisationele aspecten. Daarop wordt actie ondernomen in de vorm van herstructurering van activiteiten, om de afwijking te elimineren. Om die individuele lering vervolgens organisationele lering te maken is het van belang dat de resultaten van het onderzoek ingebed raken in de organisatie en in de hoofden van de individuen. Tevens moeten de gegevens in de kennisbronnen (programma's, geheugen, documenten) van de organisationele omgeving opgeslagen worden<sup>27</sup>.

---

<sup>25</sup> M.J. van Duin, Van rampen leren, Haagse Drukkerij en Uitgeversmaatschappij, Den Haag, 1992

<sup>26</sup> Argyris, C. & D. Schön, Organisational learning; a theory of action perspective, Reading, 1978

<sup>27</sup> F. Koornneef, Organised Learning from Small-scale incidents, Delft University Press, Delft, 2000



### 3.5 *Lerende organisaties in loops*<sup>28</sup>

Onderscheid kan gemaakt worden tussen twee houdingen ten aanzien van leren, namelijk een passieve en actieve houding. Een passieve houding wordt gekenmerkt door weten was er misgegaan is, maar geen actie ondernemen om soortgelijke gebeurtenissen in de toekomst te voorkomen. Een actieve houding wordt gekenschetst door weten wat er misgegaan is en actie ondernemen om soortgelijke gebeurtenissen in de toekomst te voorkomen. Een ongeval impliceert dat een afwijking van het normale proces heeft plaatsgevonden. Wanneer iets anders uitpakt dan gepland en verwacht bestaat de behoefte om te achterhalen waarom dit gebeurde, zodat de afwijking in de toekomst niet meer zal plaatsvinden. Dit kan bereikt worden door middel van een actieve houding.

Een actieve houding is noodzakelijk om te kunnen leren van informatie uit het publieke onderzoek. De informatie uit het onderzoek moet worden omgezet in informatie over hoe het systeem aangepast moet worden, teneinde ongevallen in de toekomst te voorkomen. Hiertoe wordt het gewenste veiligheidsniveau vergeleken met het werkelijke veiligheidsniveau op basis van de informatie. Indien hiertussen sprake is van een discrepantie, wordt er actie ondernomen om dat op te lossen. Dit gebeurt door te kijken welke aanbevelingen van het publieke onderzoek relevant zijn voor de organisatie. Vervolgens wordt er verder naar de toekomst gekeken, zodat de veiligheid op een pro-actieve manier bewaakt kan worden<sup>29</sup>. Leren, met als doel in de toekomst dergelijke afwijkingen te voorkomen kan in drie verschillende loops plaatsvinden. Argyris en Schön maken het onderscheid tussen single-loop leren, double-loop leren en deutero leren<sup>25</sup>.

Single-loop leren: lering die plaats vindt op het meest elementaire niveau door het aanpassen of verwijderen van afwijkingen, zodat het gevaar verdwijnt en het doel bereikt wordt volgens het originele plan. Hierbij kan gedacht worden aan het verhelpen van een technisch mankement, zonder dat verder binnen de organisatie gekeken wordt of van de geconstateerde afwijking geleerd kan worden.

Double-loop leren: lering die bewerkstelligd kan worden door het aanpassen van het plan of organisatie, zodat het originele doel bereikt wordt. De fundamentele, veronderstellingen en normen van de organisatie zijn hierbij aan veranderingen onderhevig. Hierbij kan gedacht worden aan aanpassingen van het onderhoudsplan, om te voorkomen dat er technische mankementen zullen ontstaan als het gevolg van een slecht onderhoudsplan.

Deutero leren: Deze term is ontleend aan Bateson (1972). Lering die wordt bewerkstelligd door het aanpassen van doelen. Dit betekent dat de organisatie daadwerkelijk leert van opgedane ervaringen, ofwel hoe lessen te gebruiken of lessen te trekken. Dit kan neerkomen op het niet meer toepassen van een technologie omdat er reeds meerdere ongevallen zijn gebeurd als het gevolg van de desbetreffende technologie. Een andere, mogelijk minder ingrijpende derde orde beslissing kan zijn het wijzigen van beleid ten aanzien van veiligheid

Deze drie vormen van lering kunnen zowel op het micro, meso als macro niveau voorkomen. Het hoeft bijvoorbeeld niet altijd zo te zijn dat een organisatie (meso niveau) leert door het aanpassen van een plan of de organisatie. Het is ook mogelijk dat de organisatie (meso niveau) leert dat niet de organisatie moet worden aangepast, maar dat er op het meest elementaire niveau (loop 1) een aanpassing moet plaatsvinden.

---

<sup>28</sup> A. Hale, B. Wilpert, M. Freitag, *After the event, from accident to organisational learning*, 1997, pagina 11-14

<sup>29</sup> B. Toft and S. Reynolds, *learning from disasters, a management approach*, Butterworth-Heinemann Ltd, 1994

Een organisatie dient aan bepaalde voorwaarden te voldoen om de stap van single-loop lering naar double-loop lering te maken. De organisatie dient te beschikken over valide informatie, de organisatieleden dienen uit vrije wil gefundeerde beslissingen te nemen en de organisatieleden dienen loyaal te zijn aan de organisatie en oog voor de gang van zaken te hebben. Het is van groot belang dat sprake is van een breed gesteunde gemeenschappelijke probleemdefinitie, waarin de percepties en belangen van de betrokkenen terugkomen, zodat sprake is van voldoende draagvlak om double-loop lering te laten plaatsvinden.

Om te komen tot een gemeenschappelijke probleemdefinitie dient een organisatie bereid te zijn om achterliggende waarden en normen ter discussie te stellen. Hiervoor is veelal aanpassing van de doelen nodig, ofwel deuterio leren. Openheid en het geven van inzicht in fouten is noodzakelijk. In organisaties wordt veelal voor gekozen om fouten te verdoezelen en successen te benadrukken. De doelen dienen dus dusdanig te worden aangepast dat ruimte ontstaat om fouten te bespreken. Dit zou bovenin de organisatie moeten beginnen. Wanneer het management fouten durft toe te geven, zal dat verder in de organisatie doorwerken. Problemen dienen van meerdere kanten te worden bekeken en niet te snel vereenvoudigd te worden. Flexibiliteit is tevens van groot belang. Het doel dient niet van te voren vast te liggen, maar dient tijdens het proces aangepast te kunnen worden. Hierdoor ontstaan mogelijkheden om snelle aanpassingen te verrichten.

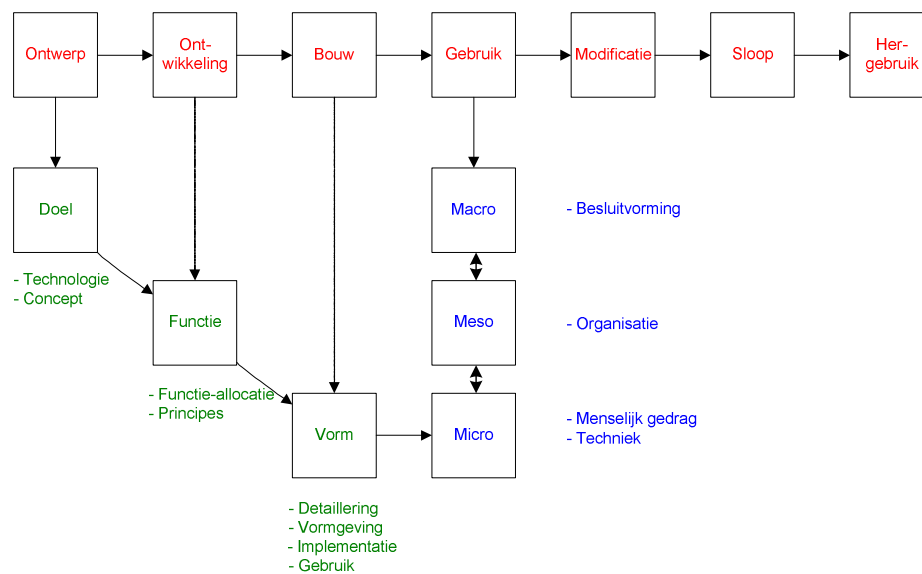
Om dit te kunnen bereiken dient de organisatie structuren, processen en instrumenten te ontwikkelen die ervoor zorgen dat de organisatie leert te leren. Hierbij spelen vier zaken een belangrijke rol. Allereerst dient er sprake te zijn van functionele redundantie, de afdelingen moeten tot meer in staat zijn dan alleen het vervullen van eigen taken. Door redundantie in relaties neemt het aantal kanalen waarlangs informatie ontvangen kan worden toe. Hierdoor neemt het aantal ervaringen van afdelingen toe. Deze relaties bieden tevens uitwijkmogelijkheden. Door niet afhankelijk te zijn van een afdeling nemen de kansen voor de organisatie toe. Tevens kan het zo zijn dat de informatie 'toevallig' op de goede plek terecht komen. Ten tweede dient sprake te zijn van variëteit. De omgeving dient hiertoe te worden meegenomen. Ten derde is van belang dat het aantal randvoorwaarden beperkt blijft, zodat de flexibiliteit bewaard blijft. Omdat flexibiliteit ook tot chaotische taferelen kan leiden, dient ten vierde het leren leren deze chaos te voorkomen<sup>25</sup>.

## 4 Methoden en technieken

In dit hoofdstuk worden de methoden en technieken uitgewerkt, die gebruikt zullen worden in dit onderzoek. In §4.1 wordt het TBP diagram uitgewerkt. In §4.2 wordt de HFACS methode toegelicht. Vervolgens wordt in §4.3 de 'Design and Development' methode uitgewerkt. Tot slot wordt in §4.4 het Veiligheid Management Systeem toegelicht.

### 4.1 TBP diagram<sup>30</sup>

Het TBP (Technologische, Bestuurlijke en Praktijk optiek) diagram vormt een belangrijke basis voor dit afstudeeronderzoek. Het TBP diagram bestaat uit drie assen, namelijk een technologische, bestuurlijke en praktijk as. In figuur 4.1 is het TBP diagram weergegeven.



Figuur 4.1 TBP Diagram

#### *Technologische as: ontwerp van veiligheid en risico*

De technologische as geeft de levenscyclus van technologische systemen en processen weer. De bijbehorende fasen zijn: ontwerp, ontwikkeling, bouw, gebruik, modificatie, sloop en hergebruik.

#### *Bestuurlijke as: beslissen over veiligheid en risico*

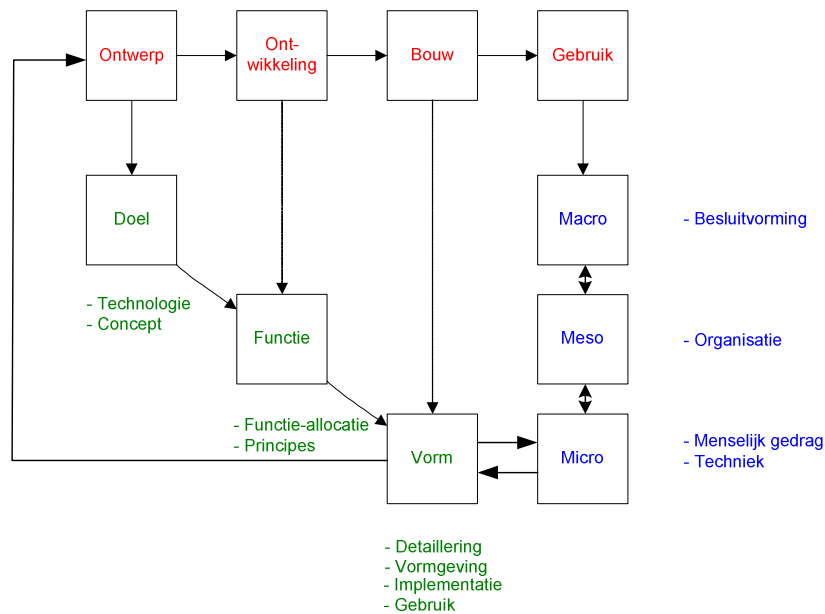
De bestuurlijke as geeft de systeemniveau's van besluitvorming en omgaan met risico's weer. Op het macro niveau bevinden zich de regelgevers en toezichhouders, op het meso niveau de beheerders en managers en op het micro niveau de gebruikers en risicodragers.

#### *Praktijk as: ondergaan van veiligheid en risico*

De praktijk as geeft het ontwerp- en ontwikkelingsproces van technologische systemen en processen weer. De eerste fase uit dit proces is de conceptuele fase (Programma van Eisen), de tweede fase bestaat uit functionele specificaties en ontwerpprincipes, de derde fase bestaat uit vormgeving en gebruik van het ontwerp in de praktijk.

Het startpunt voor dit afstudeeronderzoek ligt op de praktijk as, want daar heeft het ongeval immers plaats gevonden. In figuur 4.2 is de praktijk as en de verschillende verbanden met andere assen uitgewerkt.

<sup>30</sup> Dr. Ir. J. A. Stoop, Diktaat TB 9421, Risicobeheersing en -management, reader deel 1 en 2, Subfaculteit Technische Bestuurskunde, versie 1, januari 2001



Figuur 4.2 Relevante TBP diagram

In dit onderzoek wordt allereerst gekeken welke factoren het vliegtuigongeval hebben veroorzaakt. De oorzaken zullen zowel op de praktijk as als op de bestuurlijke as gezocht worden. De vier fasen van de technologie as worden niet direct meegenomen, maar wel indirect, als gevolg van de invloed van die fasen op de bestuurlijke as en praktijk as.

De beïnvloeding vanuit de bestuurlijke as bestaat uit de invloed van het macro en meso niveau op het micro niveau. Het macro niveau wordt weer beïnvloed door het gebruik op de technologie as. De regelgeving op het macro niveau en het beleid van de organisatie op het meso niveau hebben invloed op het menselijk handelen op het micro niveau.

De beïnvloeding vanuit de praktijk as wordt bepaald door drie opeenvolgende fasen, namelijk conceptualisatie, specificatie en vormgeving. De conceptualisatie wordt op zijn beurt weer bepaald door het ontwerp op de technologie as, de specificatie door de ontwikkeling op de technologie as en de vormgeving door de bouw op de technologie as.

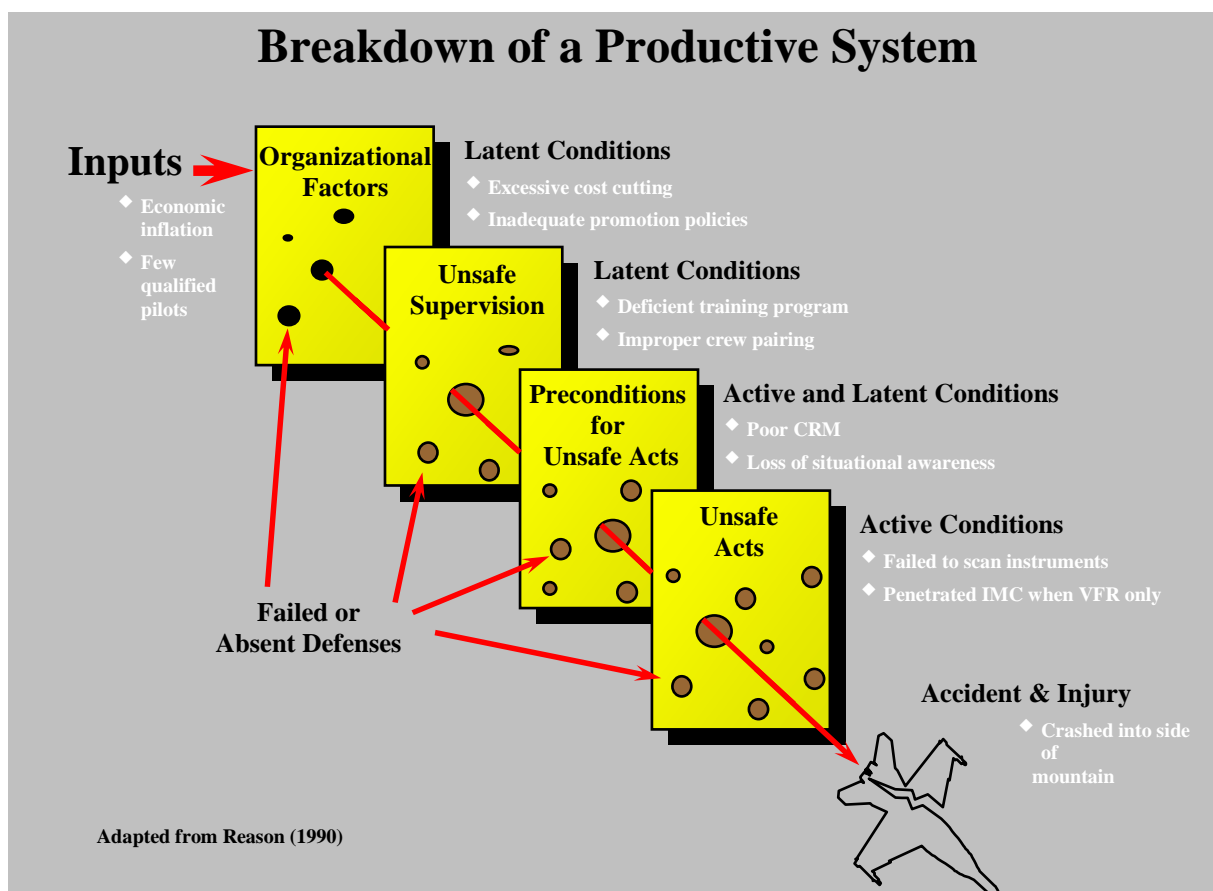
Wanneer bekend is welke factoren het ongeval hebben veroorzaakt, is het interessant om te kijken welke assen naar aanleiding van het ongeval doorlopen zijn. Op die manier kan lering worden getrokken uit de ongevallen. Vanuit het startpunt, het ongeval, zullen wederom twee assen doorlopen worden, namelijk de praktijk as en de bestuurlijke as.

## 4.2 HFACS methode<sup>31</sup>

Voor het in kaart brengen van de oorzaken gelegen op de bestuurlijke as zal gebruik worden gemaakt van de HFACS methode. HFACS staat voor Human Factors Analysis and Classification Systems en is een Human Factor benadering voor ongevallenanalyse en preventie. Deze methode vormt een praktische toepassing en hanteert een bredere definitie van Human Factors dan gedefinieerd in hoofdstuk 3. Alle niet technische oorzaken worden in kaart gebracht met behulp van deze methode. Ondanks deze verruiming van de definitie van Human Factors, wordt deze methode geschikt geacht voor dit onderzoek, aangezien op deze manier inzicht worden geboden in de samenhang tussen niet technische oorzaken.

<sup>31</sup> Ph.D. D. Shappell en Ph.D. D. Wiegmann, HFACS, a human factors approach to accident analysis and prevention, 1997

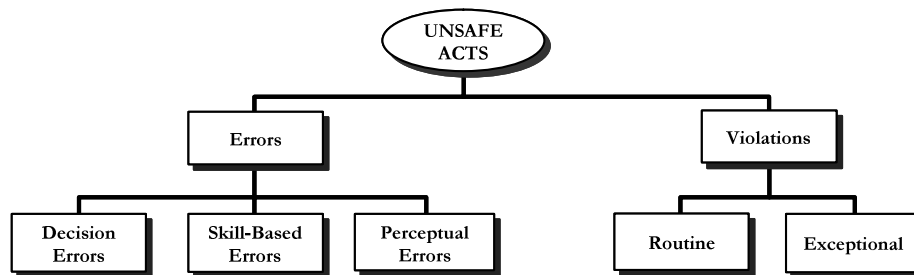
In deze paragraaf wordt de methode verder toegelicht. Hiertoe is gebruik gemaakt van de informatie en documentatie verkregen tijdens de HFACS workshop 25 en 26 februari bij de Vereniging van Nederlandse Verkeersvliegers. De basis voor de HFACS methode vormt de 'Breakdown of a Productive System' ontworpen door Reason (1990), weergegeven in figuur 4.3. Op het laagste niveau vindt het ongeval plaats als gevolg van 'unsafe acts'. Dit zijn onveilige gedragingen ofwel actieve fouten die direct tot een ongeval leiden. Deze factoren worden getriggerd door 'preconditions of unsafe acts', ofwel achterliggende omstandigheden. Dit kunnen zowel actieve en latente fouten zijn. Deze achterliggende omstandigheden worden op hun beurt weer beïnvloed door 'unsafe supervision'. Dit zijn latente fouten in de vorm van slechte supervisie. Tenslotte wordt de supervisie beïnvloed door 'organizational factors'. Dit zijn ook latente fouten die op het niveau van de organisatie gemaakt worden. Deze organisatorische factoren worden beïnvloed door input van buiten af, welke onder andere door de besluitvorming en regelgeving wordt bepaald. Bij deze methode wordt het macro niveau als externe invloed beschouwd, omdat het veelal lastig is om de regelgeving direct te beïnvloeden. De vier niveau's worden hieronder verder toegelicht.



Figuur 4.3 Breakdown of productive system

#### 4.2.1 'Unsafe acts'

Wat betreft onveilige gedragingen ('unsafe acts') kan onderscheid gemaakt worden tussen 'errors' (fouten) en 'violations' (overtredingen). 'Errors' zijn activiteiten waarbij er niet in geslaagd wordt om de gewenste uitkomst te bereiken. 'Violations' zijn overtredingen van de regels. In figuur 4.4 zijn de 'unsafe acts' in kaart gebracht. Hierbij dient wel opgemerkt te worden dat het in deze context niet gaat om overtredingen in juridische zin, ofwel overtreding van de wet, maar over overtreding van de heersende regels.



Figuur 4.4 'Unsafe acts'

## Errors

*'Skill based' niveau ('skill-based errors')*: 'stick and rudder' en ander automatisch gedrag dat zonder cognitieve inspanning en gerichte aandacht wordt uitgevoerd. Fouten op dit niveau worden veroorzaakt doordat de compatibiliteit van het ontwerp niet goed is of doordat er onvoldoende aandacht is of doordat het geheugen faalt. Bijvoorbeeld slechte technieken, verkeerde prioritering van aandacht en 'task overload'.

*'Rule based' niveau ('perceptual errors')*: gedrag waarvoor regels aangeleerd zijn. Fouten op dit niveau ontstaan doordat onder druk beslissingen worden gemaakt op basis van foutieve interpretatie van inhoudelijke informatie. Hierbij kan gedacht worden aan het verkeerd schatten van de hoogte, afstanden en snelheid, visuele illusies en ruimtelijke desoriëntatie.

*'Knowledge based' niveau ('decision errors')*: gedrag dat wordt vertoond als onder tijdsdruk beslissingen moeten worden genomen, zonder dat er een pasklare oplossing is. In een zeer beperkt tijdsbestek moet met redeneren en denkstrategieën tot een oplossing gekomen worden, waardoor verkeerde keuzes worden gemaakt. Fouten op dit niveau ontstaan doordat onder grote druk besloten moet worden welke handeling of product wordt ingezet voor een bepaalde complexe taak. Voorbeelden zijn het toepassen van verkeerde manoeuvres of procedure, onvoldoende kennis van systemen, slechte besluitvorming en de verkeerde reactie op noodsituaties.

Naast het feit dat er fouten op de verschillende niveau's gemaakt kunnen worden, kan het ook voorkomen dat een verkeerd niveau wordt doorlopen tijdens de vluchtuitvoering. Hierbij kan gedacht worden aan een situatie waarin de bemanning zonder nieuwe instructies door te nemen probeert te redeneren welke handelingen verricht moeten worden om een bepaald doel te bereiken. Het gedrag had op 'rule based' niveau moeten plaatsvinden, maar heeft op 'knowledge based' niveau plaatsgevonden, ofwel één niveau te hoog<sup>30</sup>.

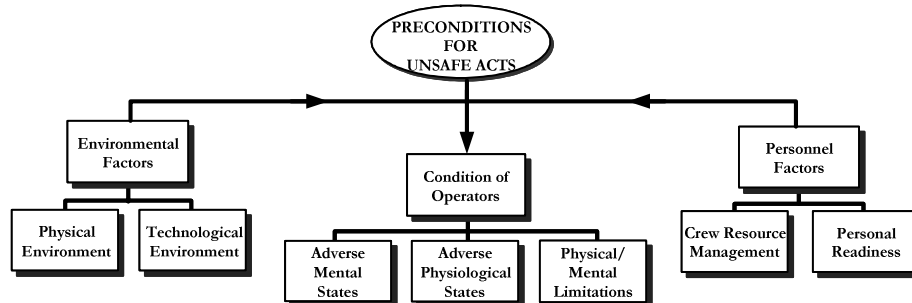
## Violations

*'Routine'*: gebruikelijke afwijking van de regels, die getolereerd worden door het management. Bijvoorbeeld onvolledige briefing voor de vlucht, het vliegen van een niet toegestane nadering en het overtreden van SOP's, ofwel Standard Operating Procedures.

*'Exceptional'*: geïsoleerde afwijking van de regels die niet door het management getolereerd wordt. Hierbij kan gedacht worden aan het ongekwalificeerd vliegen, het verrichten van een acrobatische manoeuvre en het overschrijden van de limieten van het vliegtuig. Veelal valt niet te achterhalen of een bepaalde actie vaker door een bemanning of piloot wordt uitgevoerd, daardoor is het lastig om het onderscheid tussen routinematige en exceptionele overtredingen te maken.

### 4.2.2 'Preconditions for unsafe acts'

Wat betreft de achterliggende omstandigheden van operationele fouten kan onderscheid gemaakt worden tussen omgevingsfactoren ('environmental factors'), conditie van operator ('conditions of operators') en persoonlijke factoren ('personnel factors'). In figuur 4.5 zijn de achterliggende omstandigheden in kaart gebracht.



Figuur 4.5 'Preconditions of unsafe acts'

#### 'Environmental factors'

'*Physical environment*': voorbeelden zijn weersomstandigheden, hoogte verlichting, vibratie en terrein. Omdat weersomstandigheden veelal een grote rol bij luchtvaartongevallen spelen is weersomstandigheden als een apart deelsysteem weergegeven.

'*Technological environment*': voorbeelden zijn uitrusting, vormgeving checklist, display / interface apparatuur en inrichting van de cockpit.

#### 'Condition of operators'

'*Adverse mental states*': mentale conditie, met gevolgen voor de prestaties van de operators. Bijvoorbeeld stress, overmoedigheid en vermoeidheid.

'*Adverse psychological states*': medische en psychische condities die veilige vluchtuitvoering uitsluiten. Hierbij kan gedacht worden aan ziekte en psychische vermoeidheid.

'*Psychical / mental limitations*': situatie overschrijdt de capaciteiten van de operator. Bijvoorbeeld te veel informatie, onvoldoende ervaring om met de complexiteit van de situatie om te gaan en onvoldoende reactietijd.

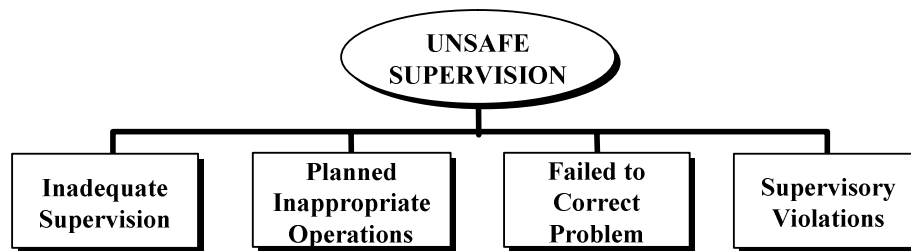
#### 'Personell factors'

'*Crew Resource Management (CRM)*': slechte communicatie en coördinatie tussen operators. Gebrek aan samenwerking, slechte communicatie en het gebrek aan leiderschap speelt hierbij een belangrijke rol.

'*Personal readiness*': het er niet in slagen om zich mentaal en geestelijk goed voor te bereiden op de vlucht. Onvoldoende training en onvoldoende slaap kunnen hierbij een rol spelen.

### 4.2.3 'Unsafe supervision'

Wat betreft 'unsafe supervision' kan onderscheid gemaakt worden tussen, inadequate supervision, planned inappropriate operations, failed to correct problem en supervisory violations. In figuur 4.6 wordt dit weergegeven.



Figuur 4.6 'Unsafe supervision'

*'Inadequate supervision'*: hierbij wordt gekeken naar de rol van de supervisor. Hierbij kan gedacht worden aan het onvoldoende aanbieden van behoorlijke training, het onvoldoende verschaffen van relevante informatie en onvoldoende inzicht in prestaties en kwaliteiten.

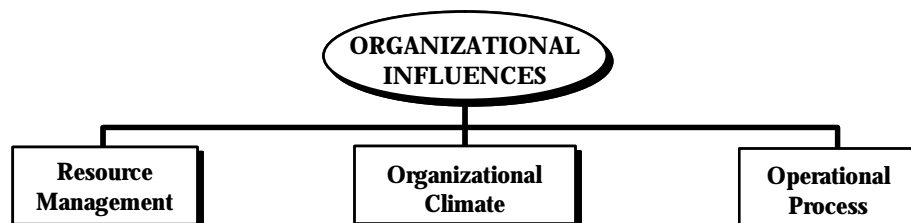
*'Planned inappropriate operations'*: vluchtuitvoering die tijdens noodgevallen niet te voorkomen zijn, maar tijdens normale vluchtuitvoering onacceptabel zijn. Bijvoorbeeld onvoldoende tijd voor briefing/supervisie, slechte samenstelling van bemanningen en te hoge werkbelasting.

*'Failed to correct problem'*: veiligheidsproblemen ten aanzien van individuen, uitrusting, training en andere zaken die bekend zijn bij de supervisor, maar niet op een juiste manier aangepast zijn. Voorbeelden zijn het er niet in slagen om correctieve actie te ondernemen of om risico's te identificeren.

*'Supervisory violations'*: ontstaan wanneer supervisors bewust regels, instructies en Standard Operating Procedures (SOP's) overtreden. Hierbij kan gedacht worden aan het er niet in slagen om regels te laten naleven, het toestaan van onnodige gevaren en slechte documentatie.

#### 4.2.4 'Organizational influences'

Wat betreft 'organizationale influences' kan, zoals te zien in figuur 4.7 onderscheid gemaakt worden tussen resource management, 'organizational climate' en 'organizational process'.



Figuur 4.7 'Organisational influences'

*'Resource management'*: besluitvorming ten aanzien van de toewijzing van onderhoud en organisatorische aspecten. Hierbij kan onderscheid gemaakt worden tussen 'human resources', 'monetary and budget resources' en 'facility and equipment resources'.

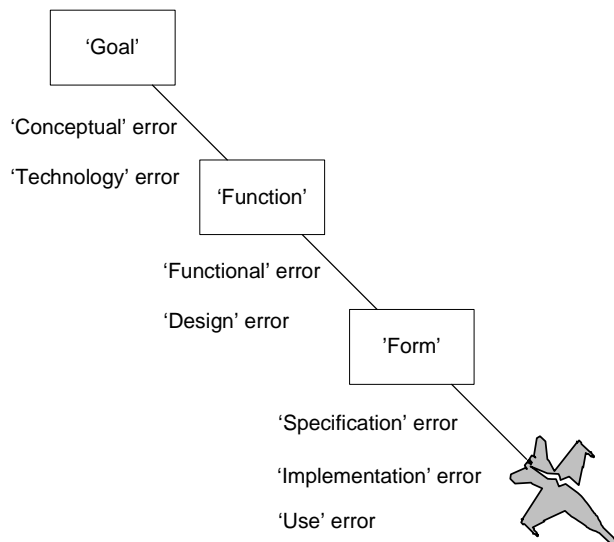
*'Organizational climate'*: de werksfeer binnen de organisatie. Hierbij kan gedacht worden aan de structuur, het beleid en de cultuur van de organisatie.

*'Operational process'*: de formele processen waarlangs dingen gerealiseerd worden binnen de organisatie, verdeeld in vluchtuitvoering, procedures en overzicht.



### 4.3 Design and Development methode

Voor het in kaart brengen van de oorzaken gelegen op de praktijk as is een methode ontworpen met soortgelijke terminologie als de HFACS methode. In figuur 4.8 is de 'Design and Development' methode schematisch weergegeven.



Figuur 4.8 'Design and Development' methode

De 'Design and Development' methode achterhaalt oorzaken gerelateerd aan het ontwerpen en het ontwikkelen van technologische systemen en processen. De oorzaak op de praktijk as kan op drie niveau's liggen. Hieronder worden die drie niveau's uitgewerkt.

#### 4.3.1 'Goal'

De conceptuele fase, ofwel doelstellingsfase, is de eerste fase. Het is van groot belang dat de veiligheid in deze fase reeds meegenomen wordt in het ontwerp. Indien dat niet gebeurt, is het namelijk zeer lastig dan wel onmogelijk om in de opvolgende twee fasen alsnog de veiligheid op het gewenste niveau te krijgen. In deze fase wordt de technologie bepaald en vindt de conceptualisatie plaats. In de eerste fase kunnen zich dan ook twee verschillende soorten fouten voordoen, namelijk 'technological' errors en 'conceptual' errors.

*'Technological' errors:* falen van de technologie. De technologie is niet in staat om het vereiste veiligheidsniveau te bieden. Hierbij kan gedacht worden aan het bijvoorbeeld te laat of niet reageren van waarschuwingssystemen.

*'Conceptual' errors:* fouten die gerelateerd zijn aan het conceptuele ontwerp. Bijvoorbeeld het plaatsen van motoren aan de staart zodat het vliegtuig in deep stall kan geraken.

#### 4.3.2 'Function'

Op het functieniveau worden de functionele eisen vastgelegd en worden de ontwerpprincipes vastgelegd. Op dit niveau kunnen zich dan ook twee verschillende soorten fouten voordoen, namelijk 'functional' errors en 'design' errors.

*'Functional' errors:* functionele specificaties blijken niet te voldoen. Een bepaald onderdeel faalt in het vervullen van de functie waarvoor het ingezet is. Hierbij kan gedacht worden aan motoren die onvoldoende vermogen kunnen leveren om veilig te vliegen.

'Design' errors: verkeerde ontwerpprincipes. De principes die bij het ontwerpen zijn toegepast blijken foutief te zijn. Bijvoorbeeld een verkeerd ontwerp van de ophanging van de motor, met als gevolg dat de motor met ophanging afbreekt.

### 4.3.3 'Form'

Op het vormgevingsniveau vindt de specificatie, implementatie en het uiteindelijke gebruik plaats. Op dit niveau kunnen zich dan ook drie verschillende soorten fouten voordoen, namelijk 'specification' errors, 'implementation' errors en 'use' errors.

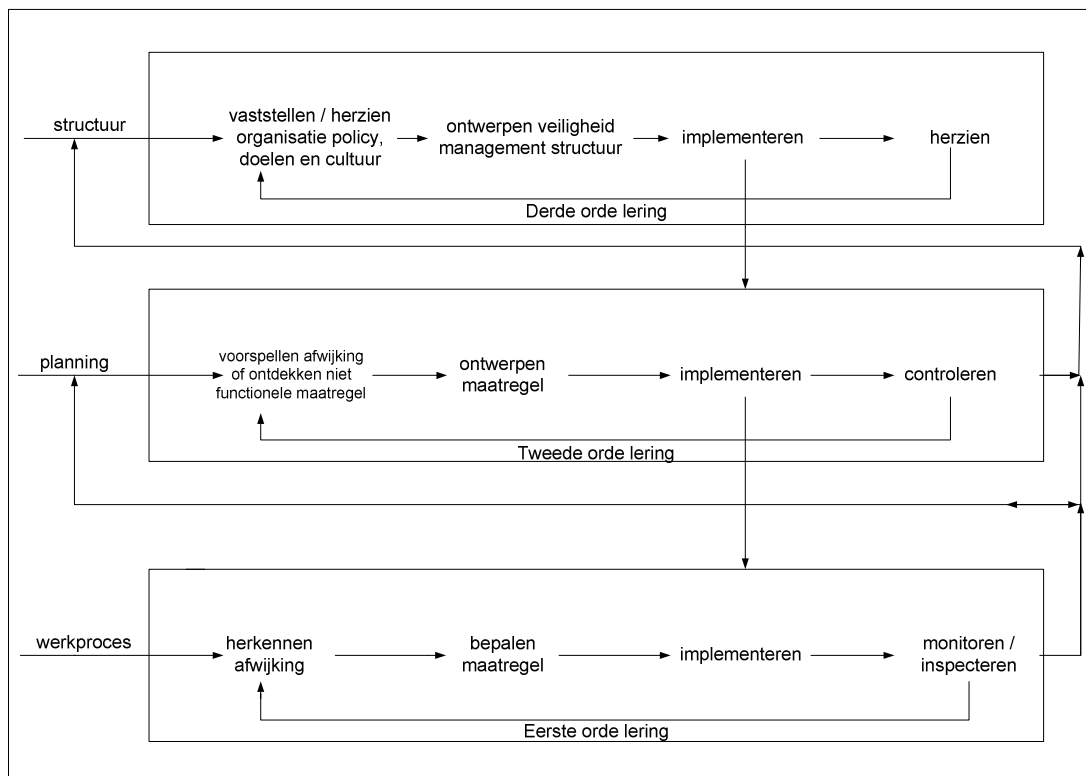
'Specification' errors: fouten ten aanzien van specificatie. De specifieke invulling van het ontwerp voldoet niet aan de eisen. Bijvoorbeeld verkeerde vormgeving van het 'airfoil' oppervlak, met als gevolg dat kleine hoeveelheden ijs al problemen kunnen opleveren.

'Implementation' errors: fouten gemaakt tijdens de implementatie. Hierbij kan gedacht worden aan een onzorgvuldige implementatie. Het complexe luchtvaartstelsel brengt met zich mee dat nieuwe technieken met voldoende zorg geïmplementeerd moeten worden.

'Use' errors: verkeerd gebruik van technologie. Het kan zijn dat de technologie niet goed is afgestemd op de toekomstige gebruikers. Tevens kan het zo zijn dat de gebruikers onvoldoende zijn opgeleid om op een veilige manier om te gaan met de nieuwe technologie.

## 4.4 Veiligheid Management Systeem<sup>32</sup>

Het veiligheid management systeem, dat zorgdraagt voor de veiligheid van het systeem, kan gemodelleerd worden met behulp van drie lerende loops. Deze loops zijn weergegeven in figuur 4.9. Onder de figuur worden de loops en de relaties ertussen verder toegelicht.



Figuur 4.9 Lerende loops in veiligheid management systeem

<sup>32</sup> A. Hale, B. Wilpert, M. Freitag, After the event, from accident to organisational learning, 1997, pagina 11-14

*Loop 1:* Voor een veilig systeem is het essentieel dat obstakels als afwijkingen van het gewenste veiligheidsdoel worden geïdentificeerd. Het obstakel dient geanalyseerd en onderzocht te worden waarom het ontstaat en welke factoren het onder controle zullen houden. Besloten dient te worden welke maatregelen ingezet zullen worden. Deze zullen geïmplementeerd en geëvalueerd worden. Indien de maatregel tijdens de evaluatie onvoldoende bevonden wordt, zal de loop opnieuw worden doorlopen.

*Loop 2:* In deze loop wordt de organisatie meegenomen door de ontwerpcyclus. Op basis van de planning wordt geschat welke obstakels of niet functionerende maatregelen er zijn. Op grond hiervan worden nieuwe maatregelen ontworpen, die vervolgens geïmplementeerd worden. Na implementatie zal gecontroleerd worden of de maatregelen effectief zijn. Indien bij controle blijkt dat de maatregelen ineffectief zijn zal de loop opnieuw worden doorlopen.

*Loop 3:* Diepere analyse van de structuur en het functioneren van de eerste twee cycli. Op basis van de analyse worden de doelen en criteria van de organisatie aangepast om op basis daarvan de veiligheid management structuur te (her)ontwerpen. Deze zal vervolgens geïmplementeerd en beoordeeld worden. Indien de structuur daarna als onvoldoende wordt beoordeeld, zal de loop opnieuw worden doorlopen.

Veelal wordt begonnen met het doorlopen van loop 1. Indien loop 1 onvoldoende mogelijkheden biedt om de afwijking van het proces te elimineren of als het ongeval direct aanleiding geeft om te kijken of de organisatie aangepast moet worden, wordt veelal loop 2 doorlopen. Indien loop 2 onvoldoende mogelijkheden biedt, kan loop 3 doorlopen worden. Loop 2, aanpassingen binnen de organisatie, geniet echter veelal de voorkeur boven loop 3, het aanpassen van het doel, omdat het laatste zeer ingrijpende veranderingen vereist.

De lering getrokken op een hoger niveau beïnvloedt de lering die getrokken wordt op een lager niveau en daarmee dus de veiligheid van het systeem. Het optreden van een afwijking van het gewenste proces wordt dus niet alleen veroorzaakt door fouten binnen de eerste loop, maar tevens door maatregelen die genomen worden binnen de tweede en derde loop.

## 5 'Geschiedschrijvende' ongevallen

In dit hoofdstuk wordt de selectie van 'geschiedschrijvende' ongevallen uitgevoerd. Om uitspraken te kunnen doen over de invloed van dergelijke vliegtuigongevallen op het gebied van technologische innovatie en kennisontwikkeling, moet allereerst bepaald worden welke vliegtuigrampen relevant zijn om te bestuderen. Hiertoe zijn vliegtuigongevallen geselecteerd waarbij veel slachtoffers zijn gevallen en waarbij sprake is geweest van veel materiële en maatschappelijke schade. Daarnaast is bekend dat de ongevallen grote veranderingen met zich hebben meegebracht en als gevolg daarvan mogelijkheden bieden om lering in kaart te brengen. Door de spreiding van de ongevallen in de tijd, geven de ongevallen de ontwikkelingen ten aanzien van de luchtvaartveiligheid vanaf het begin van de burgerluchtvaart goed weer. De ongevallen zijn dus geselecteerd op basis van de volgende selectiecriteria:

- veel slachtoffers
- veel materiële en maatschappelijke schade
- grote veranderingen te weeg gebracht
- spreiding in de tijd

De selectie van 'geschiedschrijvende' vliegtuigongevallen is vanzelfsprekend niet uitputtend, met betrokkenen is echter overeengekomen dat deze selectie een geschikt uitgangspunt vormt om lering van 'geschiedschrijvende' ongevallen in kaart te brengen. De ongevallenselectie in figuur 5.1 vormt de basis van het verdere onderzoek. In bijlage 1 is het verloop van de ongevallen kort weergegeven, waarbij gebruik is gemaakt van de database van Aviation Network (<http://aviation-safety.net/database/database.html>).

Nr	Datum	Vliegtuigtype	Locatie	Luchtvaart- maatschappij	doden aan boord/ totaal aan boord/ doden op de grond
1	10 januari 1954	Havilland DH106 Comet 1 G-ALYP	Elba, Italy	British Overseas Airways	35 / 35
2	18 Jun 1972	Hawker Siddeley Trident 1C G-ARPI	London Heathrow, Staines, Surrey, Engeland	British European Airways	118 / 118
3	27 maart 1977	Boeing B-747-121 / Boeing B-747-206B N736PA/PH-BUF	Tenerife, Canarische eilanden	PanAm/ KLM	335 / 396
4	28 Nov 1979	McDonnell Douglas DC- 10-30 ZK-NZP	Nabij Mt. Erebus, Ross Ice Shelf, Antarctica	Air New Zealand	257 / 257
5	13 januari 1982	Boeing B-737-222 N62AF	Washington, D.C.	Air Florida	74 / 79 / 4
6	12 augustus 1985	Boeing B-747-SR46 JA8119	Mt. Osutaka, nabij Ueno Village, Japan	Japan Air Lines	520 / 524
7	25 Januari 1990	Boeing B-707-321B HK 2016	Cove Neck, New York	Avianca	73 / 158
8	21 december 1992	McDonnell Douglas DC- 10-30CF PH-MBN	Faro, Algarve, Portugal	Martinair Holland NV	56 / 340
9	11 mei 1996	McDonnell Douglas DC- 9-32 N904VJ	Everglades, Miami, Florida	ValuJet	110 / 110
10	2 september 1998	McDonnell Douglas MD- 11 HB-IWF	Off Peggy's Cove, Nova Scotia, Canada	Swissair	229 / 229

Figuur 5.1 Geselecteerde vliegtuigongevallen<sup>33</sup>

<sup>33</sup> <http://aviation-safety.net/database/database.html>, geraadpleegd op 11 februari 2003

## 6 Oorzaken van ongevallen

In dit hoofdstuk worden de oorzaken van de in het voorgaande hoofdstuk geselecteerde 'geschiedschrijvende' ongevallen in kaart gebracht. Deze oorzaken vormen de basis voor het verdere onderzoek, namelijk het doen van aanbevelingen teneinde soortgelijke ongevallen in de toekomst te voorkomen. In §6.1 worden allereerst de deelsystemen van het luchtvaartstelsel benoemd. Vervolgens wordt in §6.2 per ongeval aangegeven welke oorzaken een rol spelen en onder welke deelsystemen de oorzaken vallen. Tot slot wordt in §6.3 van elk ongeval een overzicht gegeven van de deelsystemen die gefaald hebben.

### 6.1 Deelsystemen

Teneinde de veelal zeer diverse reeks van gebeurtenissen, die uiteindelijk gezamenlijk tot het ongeval hebben geleid, zo goed mogelijk in kaart te brengen is het luchtvaartstelsel opgedeeld in verschillende deelsystemen. Het is de bedoeling om op deze manier alle gaten in de 'gatenkaas' van James Reason uit figuur 4.3 inzichtelijk te maken, inclusief systeemkenmerken die in ontwerp, bouw en gebruik zijn vastgelegd. Hierdoor wordt voorkomen dat de oorzaken niet alleen gezocht worden bij de uitvoering, maar dat ook relevante (achterliggende) oorzaken worden meegenomen. Hierbij worden de volgende deelsystemen onderscheiden:

#### 1. Techniek

Het deelsysteem techniek heeft betrekking op het falen van technische systemen. Hierbij gaat het om het falen van het systeem waarbij ingrijpen van de bemanning op geen enkele manier een oplossing had kunnen bieden.

#### 2. Operatie (*unsafe acts*)

Het deelsysteem operatie heeft betrekking op alle werkzaamheden met betrekking tot de uitvoering van de vlucht.

#### 3. Achterliggende omstandigheden (*preconditions for unsafe acts*)

Het deelsysteem achterliggende omstandigheden heeft betrekking op de omstandigheden die invloed hebben op de uitvoering van de operatie.

#### 4. Onderhoud

Het deelsysteem onderhoud heeft betrekking op de onderhoudswerkzaamheden die door het onderhoudspersoneel zijn uitgevoerd. Onderhoud is een speciale vorm van 'preconditions of unsafe acts'. Onderhoud valt onder 'Environmental factors', 'Technological environment'.

#### 5. Luchtverkeersleiding

Het deelsysteem luchtverkeersleiding heeft betrekking op de informatievoorziening vanuit de luchtverkeersleiding en de communicatie met de luchtverkeersleiding. Luchtverkeersleiding is een speciale vorm van 'preconditions for unsafe acts'. Luchtverkeersleiding valt onder 'personell factors', 'Crew Resource Management'.

#### 6. Weer

Het deelsysteem weer heeft betrekking op de invloed van het weer. Het weer is een speciale vorm van 'preconditions for unsafe acts'. Het weer valt onder 'environmental factors', 'physical environment'.

### 7. Supervisie (*unsafe supervision*)

Het deelsysteem supervisie heeft betrekking op de leiding die wordt gegeven aan en het toezicht dat gehouden wordt op de bemanning en de operatie.

### 8. Organisatie (*organisational influences*)

Het deelsysteem organisatie heeft betrekking op de relevante organisationele aspecten die van invloed zijn op de operatie.

### 9. Besluitvorming (regelgevend / toezichthoudend)

Het deelsysteem besluitvorming heeft betrekking op de relevante besluitvorming die als externe factor de organisatie beïnvloed.

### 10. Tweede dimensie van rampen

Het kan zo zijn dat de oorzaken uit de voorgaande negen deelsystemen het ongeval niet geheel verklaren. Het begrip 'tweede dimensie' heeft betrekking op aanvullende factoren die rampen kunnen verklaren. Hierbij wordt gekeken naar de rampenbestrijding en besluitvorming tijdens en na het ongeval en welke fouten daarbij zijn gemaakt. Fouten gemaakt tijdens en na de ramp zijn, net als fouten gemaakt voor de ramp, veelal het gevolg van achterliggende fouten gemaakt bij de voorbereiding of organisatie<sup>34</sup>.

## 6.2 Oorzaken per deelsysteem

In deze paragraaf zullen de oorzaken per ongeval toegelicht worden. Alle deelsystemen behalve het techniek deelsysteem worden ingevuld met de HFACS methode uit §4.2, waarbij de besluitvorming een externe factor vormt. Het deelsysteem techniek zal met de 'Design and Development' methode uit §4.3 ingevuld worden. De volledige uitwerking van de oorzaken per deelsysteem, zoals aangegeven in de vorige paragraaf, is weergegeven in bijlage 2. Voor het achterhalen van de oorzaken is hoofdzakelijk gebruik gemaakt van de database van Aviation Safety Network (<http://aviation-safety.net/database/database.html>) en rapporten uitgebracht door de nationale raden voor transportveiligheid en andere documenten, welke per ongeval zijn weergegeven in de literatuurlijst.

### Comet

Het ongeval met de Comet is het enige ongeval in dit onderzoek dat uitsluitend een technische oorzaak heeft. Dit is logisch te verklaren, het ongeval heeft zich voorgedaan in het begin van de ontwikkeling van de burgerluchtvaart. In die tijd was er nog relatief weinig bekend over technische aspecten zoals de sterkte van de drukcabine. Wanneer een drukcabine niet in staat is om weerstand te bieden aan de kracht gemoeid met het oppompen en leeglopen, leidt dat direct tot een ongeval. Een uitgeschakelde drukcabine maakt een veilige voortzetting van een vlucht immers zo goed als onmogelijk. Dergelijke directe (actieve) oorzaken komen vooral in het begin van de ontwikkeling voor, omdat die het snelst ontdekt worden.

### Trident

Het ongeval met de Trident heeft geruime tijd na het ongeval met de Comet plaatsgevonden. Bij het ongeval met de Trident spelen meerdere factoren een rol, waarbij de stall problematiek een centrale factor vormt. Oorzaken met betrekking tot techniek, operatie, achterliggende omstandigheden, weer en supervisie hebben gezamenlijk ervoor gezorgd dat het vliegtuig in deep stall raakte.

---

<sup>34</sup> M.J. van Duin, Van rampen leren, Haagse Drukkerij en Uitgeversmaatschappij, Den Haag, 1992

Allereerst is het vliegtuig in aërodynamische stall geraakt, als gevolg van luchtwerveling van vleugels op het hoogteroer, waardoor de hoogte niet meer behouden kon worden. Even later is het toestel in een deep stall situatie terecht gekomen. Hierbij was sprake van een turbulente luchtstroom door de motor, met als gevolg dat de motoren uitvielen. De droops (zitten aan de voorrand van de vleugel en zorgen ervoor dat het vliegtuig beter presteert bij lage snelheden) zijn bij te lage snelheid ingetrokken, waardoor de vliegtuigprestaties afnamen (*operatie*). Slechte ergonomische inrichting van de cockpit (gelijke uitvoering van de hendel voor droops en flaps (zitten aan de achterrand van de vleugel en zorgen ervoor dat de stijging en weerstand toeneemt)) heeft hieraan bijgedragen, wat waarschijnlijk uiteindelijk heeft geleid tot de verkeerde handeling, waardoor het vliegtuig in stall is geraakt. Om een stall situatie te voorkomen zijn echter vooraf wel goede technische oplossingen ontwikkeld, namelijk de implementatie van droops en flaps (*techniek*). De droops en flaps zijn tevens bedoeld om bij lage snelheden te kunnen starten en landen. De vroegtijdige terugtrekking van droops is wellicht veroorzaakt door incapaciteit van de gezagvoerder (*achterliggende omstandigheden*). Door de beperkte training op dit gebied, is dit mogelijk niet ontdekt en heeft als 'latente' oorzaak mede het ongeval veroorzaakt (*supervisie*). Door het slechte weer had de bemanning geen visuele referentie (*weer*).

### Tenerife

Het ongeval op Tenerife is een samenloop van vele omstandigheden geweest, waarbij Human Factors een belangrijke positie innamen. De deelsystemen operatie, achterliggende omstandigheden, luchtverkeersleiding, weer en organisatie hebben hierbij een rol gespeeld.

Het vertrek van KLM zonder startpermissie terwijl de PanAm Boeing 747 zich nog op de startbaan bevond en het missen van de afslag door PanAm hebben de botsing tussen de twee vliegtuigen mogelijk gemaakt (*operatie*). Human Factors spelen hierbij een grote rol, zoals stress, irritatie, vermoeidheid en sterk gezag van de gezagvoerder (*achterliggende omstandigheden*). Werkdruk vanuit de organisatie heeft daar mogelijk invloed op gehad (*organisatie*). De slechte communicatie met de luchtverkeersleiding, veroorzaakt door taalproblemen en beperkte standaardisatie van terminologie, heeft eraan bijgedragen dat er misverstanden zijn ontstaan tussen de bemanning en de luchtverkeersleiding. Botsingen op de startbaan vormen een belangrijk probleem en informatie-uitwisseling tussen bemanning en de luchtverkeersleiding speelt daarbij een grote rol (*luchtverkeersleiding*). Mist heeft ervoor gezorgd dat PanAm de afslag niet goed kon zien en daardoor de afslag miste (*weer*).

### Mt. Erebus

Bij Mt. Erebus ongeval speelden de deelsystemen operatie, achterliggende omstandigheden, luchtverkeersleiding, weer, supervisie, organisatie en tweede dimensie van rampen een rol.

In verband met het slechte zicht heeft de bemanning een verdere daling ingezet, om het zicht tijdens de rondvlucht goed te bewaken (*operatie*). Dit werd door Air New Zealand gestimuleerd (*organisatie*). Ondanks de daling bleef de bemanning last houden van slecht zicht (*weer*). Doordat de luchtvaartmaatschappij kort voor de vlucht wijzigingen in het vluchtplan had aangebracht, zonder dat de bemanning daarvan op de hoogte was gesteld, kwam de bemanning zonder het door te hebben bij de Mt. Erebus uit op gevaarlijke hoogte (*supervisie*). Dit was mede veroorzaakt doordat de navigatie afdeling van Air New Zealand niet is meegegroeid in de tijd dat deze luchtvaartmaatschappij sterk gegroeid is. Hierdoor is de kwaliteit van navigatie niet gewaarborgd (*organisatie*). Hierbij speelde mee dat de bemanning weinig ervaring had met het vliegen van de Antartica route (*achterliggende omstandigheden*). De bemanning kon geen contact leggen met de luchtverkeersleiding via frequenties, veroorzaakt doordat het vliegtuig dusdanig laag vloog dat bergen communicatie tussen vliegtuigsystemen en de gronduitrusting belemmerden (*luchtverkeersleiding*).

Naast de oorzaken die tot het ongeval hebben geleid zijn er ook aspecten die tijdens en na het ongeval de ramp hebben verergerd. Allereerst had de bemanning geen training gehad voor het overleven gedurende noodlanding op ijs of wateren in Antarctica. Daarnaast was er geen additionele overlevingsuitrusting aan boord van het vliegtuig. Doordat het vliegtuig in Antarctica was neergestort, verliepen de bergingswerkzaamheden moeizaam. Weinig ervaring met berging onder deze omstandigheden speelde hierbij een belangrijke rol. Pas 11 uur na het ongeval kon de rampplek bereikt worden. Het heeft ontzettend veel moeite gekost de slachtoffers te bergen. 213 doden zijn geïdentificeerd. (*tweede dimensie van rampen*)

### Air Florida

Alle deelsystemen zijn vertegenwoordigd bij dit ongeval, namelijk techniek, onderhoud, operatie, achterliggende omstandigheden, luchtverkeersleiding, weer, supervisie, organisatie, besluitvorming. Ook de tweede dimensie van rampen heeft een rol gespeeld.

Het ongeval is veroorzaakt doordat de bemanning geen motor de-icing (vliegtuig vrijmaken van ijs en sneeuw) heeft gebruikt gedurende taxiën en de start, alsmede door te starten met sneeuw en ijs op de vleugels en het doorzetten van de start door de gezagvoerder terwijl hij geïnformeerd was over extreme instrumentwaarden. Het alleen gebruiken van neusstand controle zonder het selecteren van maximaal vermogen na de waarschuwing van de stick shaker (geeft aan dat vliegtuig bijna in stall raakt) (*operatie*) heeft ook meegespeeld. De lange tijdsperiode tussen de-icing en de ontvangst van luchtverkeersleiding startklaring (*luchtverkeersleiding*), mede veroorzaakt door slecht toezicht op vliegtuigstromen vanuit de FAA (Federal Aviation Administration) (*besluitvorming*), terwijl het vliegtuig bloot stond aan voortdurende neerslag (*weer*), de bekende pitch up (neusstand omhoog) karakteristieken van de B737 wanneer de vleugelvoorkant sneeuw of ijs bevat (*techniek*) en de beperkte ervaring in winteroperaties (achterliggende omstandigheden) hebben mede het ongeval veroorzaakt. Hierbij speelde mee dat de gezagvoerder en copiloot weinig ervaring hadden voor de functies die ze bekleden, veroorzaakt door zeer snelle promotie. Daarnaast was er sprake van commerciële druk vanuit de organisatie, mede veroorzaakt door de deregulering. Hierdoor is de concurrentie toegenomen en daarmee de druk op de organisatie (*organisatie*). Niet adequate de-icing procedures (*supervisie*) en het niet gebruiken van pluggen voor motorsensoren tijdens het vrijmaken van ijs (*onderhoud*) heeft bijgedragen aan opbouw van ijs. Tijdens de rampenbestrijding bleek dat de reddingsuitrusting voor op de rivier niet goed functioneert wanneer de rivier bedekt is met ijs. (*tweede dimensie van rampen*)

### JAL

Het ongeval met JAL is veroorzaakt door onderhoudstechnische problemen. De deelsystemen techniek, onderhoud en supervisie en besluitvorming hebben een rol gespeeld.

Metaalmoeheid heeft ervoor gezorgd dat er scheuren zijn ontstaan in de drukscheidingswand achterin de B747. Hierdoor zijn de hydraulische leidingen voor het roer en de achterste stabilisatoren afgebroken, met als gevolg dat het vliegtuig onbestuurbaar raakte (*techniek*). Metaalmoeheid is ontstaan na een staartlanding in 1978 gevolgd door een incorrecte reparatie van de scheidingswand, uitgevoerd door Boeing ingenieurs. Tevens speelde mee dat het onderhoud van de B747 niet is aangepast op het gewijzigde gebruik van het toestel. De B747 werd door JAL ingezet op korte afstanden met veel starts en landingen. Boeing heeft de onderhoudscyclus hierop niet aangepast, waardoor slijtage kon doorzetten (*onderhoud*). Het niet ontdekken van de slijtage en slechte reparatie door JAL (*supervisie*) en Ministerie van Transport (*besluitvorming*) hebben ook aan het ongeval bijgedragen.



## Avianca

Bij het ongeval waren de volgende deelsystemen vertegenwoordigd: operatie, achterliggende omstandigheden, luchtverkeersleiding, weer, organisatie, besluitvorming en tweede dimensie van rampen.

Een centrale causale factor vormt het feit dat de bemanning er niet in is geslaagd de brandstofvoorraad adequaat te controleren. Daarnaast heeft de bemanning niet naar de luchtverkeersleiding toe gecommuniceerd dat er sprake was van een noodsituatie wat betreft de brandstofvoorraad (*operatie*). Dit werd mede veroorzaakt door de slechte beheersing van de engelse taal door de gezagvoerder. Hierdoor vond alle communicatie via de copiloot plaats. De gezagvoerder had de copiloot opgedragen een noodsituatie te verklaren. Dit heeft de copiloot niet gedaan, maar dit kon de gezagvoerder niet controleren (*achterliggende omstandigheden*). Mogelijk werd hiertoe ook weinig ruimte geboden, gezien de enorme werkdruk waaronder de luchtverkeersleiding werkte (*luchtverkeersleiding*). Het feit dat geen gebruik is gemaakt van relevante systemen voor assistentie tijdens een internationale vlucht bij een drukke luchthaven onder slechte weersomstandigheden heeft bijgedragen aan het ongeval (*operatie*). Ook heeft bijgedragen dat geen adequate sturing van verkeersstromen heeft plaatsgevonden door de FAA. Daarnaast was er gebrek aan gestandaardiseerde terminologie over minimale brandstofhoeveelheden (*besluitvorming/organisatie*). Ook speelde mee dat het vluchtplan geen recente informatie bevatte (*organisatie*). Vermoeidheid en stress (*achterliggende omstandigheden*) en windschering, ofwel plotselinge en onverwachte windvariatie in snelheid en richting (*weer*), hebben bijgedragen aan de eerst onsuccesvolle nadering. Hierbij speelde mee dat de luchtverkeersleiding geen recente informatie over windschering heeft doorgegeven (*luchtverkeersleiding*).

Het cabinepersoneel en passagiers zijn niet geïnformeerd over de noodlanding, wat mogelijk heeft bijgedragen aan de diversiteit in verwondingen. De zware en fatale verwondingen waren het gevolg van de enorme krachten gedurende het neerstorten. De evacuatie glijbanen waren niet bruikbaar doordat er een gebrek aan glijbanen en bijbehorende onderdelen was. Tevens waren er geen schoudergordels en (oprolbare) veiligheidsgordels in de stoelen van de bemanning geïnstalleerd (*tweede dimensie van rampen*).

## Faro

Onverwachte weersomstandigheden waren de belangrijkste oorzaak van dit ongeval. Daarnaast speelden diverse andere deelsystemen een rol bij dit ongeval, namelijk operatie, luchtverkeersleiding, supervisie en de tweede dimensie van rampen.

De mogelijke oorzaak is windschering in het laatste deel van de nadering (*weer*). Vervolgens ontwikkelde zich een snelle daling en een extreme zijwaartse verplaatsing, met als gevolg een harde landing op het rechter landingsgestel, welke in combinatie met een zijwaartse hoek de structurele limieten van het vliegtuig overschreden. Bijgedragen heeft dat geen windschering werd verwacht op basis van de voorspellingen en dat de luchtverkeersleiding verkeerde windinformatie had doorgegeven. Daarnaast was er onduidelijkheid over de term flooded (overstroomd) (*luchtverkeersleiding*). Hierbij speelde mee dat de term flooded niet was aangepast op basis van de ICAO terminologie (*besluitvorming*). Het overgaan op handmatig sturen in het kritische deel van de nadering heeft gezocht voor vroegtijdige vermogensreductie en het ontbreken van extra vermogen (*operatie*).

Tevens speelde de gang van zaken na het ongeval een rol. De brandweer had problemen om bij de rampplek te komen in verband met het begaanbare terrein. Tevens waren er coördinatieproblemen wat betreft de uitvoering van het noodplan. Op sommige punten was de medische uitrusting op Faro Airport onvoldoende (*tweede dimensie van rampen*).

## ValuJet

De oorzaken die tot het ongeval hebben geleid zijn verdeeld over de volgende deelsystemen, namelijk onderhoud, achterliggende omstandigheden, supervisie, organisatie en besluitvorming.

De waarschijnlijke oorzaak van het ongeval, resulterend in een brand in klasse D vrachtruim door activatie van één of meer zuurstofgeneratoren, is:

1. Onbehoorlijk aanleveren van zuurstofgeneratoren door Sabretech aan ValuJet (*onderhoud*). Er was lastig onderscheid te maken tussen expanded en niet-expanded zuurstofgeneratoren. Op volle zuurstofgeneratoren waren geen beschermingskappen geplaatst en dus niet als zodanig te herkennen. (*achterliggende omstandigheden*).
2. Gebrek aan controle van onderhoudsprogramma door ValuJet om goed onderhoud, training en vereisten aan gevaarlijke materialen te verzekeren (*organisatie*),
3. Niet vereisen van rookdetectoren en brandonderdrukkingssystemen in klasse D vrachtruimen. Na een eerdere soortgelijke brand is aan de FAA aanbevolen om brand- en rookdetectoren te plaatsen in klasse D vrachtruimen. Na een kosten-baten analyse heeft de FAA destijds ervoor gekozen om deze aanbeveling niet door te voeren. Dit heeft volgens NTSB (National Transportation Safety Board) mede het ongeval veroorzaakt (*Besluitvorming*).

Aan het ongeval heeft bijgedragen dat FAA geen goed toezicht heeft gehouden op ValuJet's onderhoudsprogramma en daaraan gerelateerde verantwoordelijkheden en dat de FAA niet behoorlijk heeft gereageerd op eerdere branden met zuurstofgeneratoren met programma's die aandacht besteden aan deze gevaarlijke bronnen (*besluitvorming*). ValuJet was er niet in geslaagd om te verzekeren dat ValuJet en gecontracteerde onderhoudsmedewerkers zich bewust waren van het beleid om geen gevaarlijke materialen te vervoeren en dat behoorlijke training was geboden betreffende het omgaan met gevaarlijke stoffen (*supervisie*).

## Swissair

Brand in de cockpit heeft het ongeval veroorzaakt, maar naast deze technische oorzaak, speelden ook oorzaken met betrekking tot de deelsystemen operatie, achterliggende omstandigheden, supervisie, organisatie en besluitvorming een rol.

Bedekkingmateriaal op de warmte en geluid absorberende isolatiebedekking heeft ervoor gezorgd dat een brand is ontstaan op het plafond aan de rechterkant van de cockpit in de buurt van de achterwand. De stroomonderbrekers die in het vliegtuig gebruikt werden, waren niet geschikt om alle vormen van vonkende bedrading te voorkomen. De brand verspreidde zich snel, wat leidde tot het verlies van controle over het vliegtuig (*techniek*). De bemanning stelde niet direct vast dat de lucht die in de cockpit hing rook was. Om de lucht te verdrijven werd de airco aangezet, wat de situatie verergerde. Daarnaast richtte de bemanning zich niet volledig op landing, maar tevens op het bestrijden van de brand (*operatie*). De brand verspreidde zich zo snel door de cockpit met als gevolg dat vele systemen uitvielen (*achterliggende omstandigheden*). Er was geen adequaat plan op grond waarvan de brand geblust werd (*supervisie*). Er was geen waarschuwingssysteem en geen systeem dat de brand onderdrukte (*organisatie*). Standaardisatie voor vliegtuigcertificatie ten aanzien van brandbaar materiaal waren onbehoorlijk. Deze normen staan brandbare materialen toe. Rook en brand detectoren en weringsystemen werden niet vereist in de regelgeving. Een plan om een brand zo snel mogelijk te blussen werd niet vereist in de regelgeving (*regelgeving*).

### 6.3 Overzicht oorzaken van ongevallen

In figuur 6.1 wordt per ongeval weergegeven welke deelsystemen de reeks van gebeurtenissen vormen die uiteindelijk tot het ongeval hebben geleid. In het begin speelden technische aspecten de belangrijkste rol. In het geval van de Comet was dat metaalmoetheid. In het geval van de Trident speelden al wel meerdere deelsystemen een rol, de centrale oorzaak was echter toch van technische aard, namelijk de deep stall problematiek.

In de daaropvolgende ongevallen spelen steeds meer deelsystemen een rol bij het verklaren van vliegtuigongevallen. Door de Tenerife ramp is veel aandacht ontstaan voor Human Factors. De latente oorzaken die het deelsysteem operatie beïnvloeden zijn hierdoor een steeds belangrijkere rol gaan spelen. In het geval van Mt. Erebus is al, zij het in mate, aandacht besteed aan oorzaken met betrekking tot de tweede dimensie van rampen. De Air Florida ramp heeft dusdanige diverse oorzaken dat alle deelsystemen worden bedekt. De oorzaken van het JAL ongeval zijn, vooral gerelateerd aan onderhoud. Bij Avianca speelden oorzaken met betrekking tot communicatie met luchtverkeersleiding een centrale rol. Bij het ongeval bij Faro hebben onverwachte weersomstandigheden een belangrijke rol gespeeld.

Bij ValuJet speelden vooral hogere systeemniveau's een belangrijke rol. Supervisie komt bij veel ongevallen terug als deelsysteem waarin gerelateerde oorzaken zijn vastgesteld. Kijkend naar alle ongevallen kan worden opgemerkt dat over het algemeen weinig oorzaken gerelateerd zijn aan organisatie en besluitvorming. Dit kan ten eerste liggen aan het feit dat er geen oorzaken zijn gerelateerd aan de organisatie of dat de betrokken organisaties dusdanig gesloten zijn dat het niet haalbaar is om op dit gebied verdieping te laten plaatsvinden. Hierbij kan meespelen dat organisaties en besluitvormers niet openstaan om oorzaken bij zichzelf te zoeken, in verband met mogelijk gezichtsverlies en juridische aansprakelijkheid. Waarschijnlijk in verband met wederzijdse afhankelijkheden is in het verleden vaak niet verder gespit in dergelijke oorzaken. Tegenwoordig worden organisatie en besluitvorming steeds vaker meegenomen bij het in kaart brengen van de oorzaken<sup>35</sup>.

Het Swissair ongeval geeft aan dat techniek nog steeds een belangrijke rol blijft spelen, naast alle andere ontwikkelingen. De techniek vormt tegenwoordig niet meer de hoofdoorzaak, maar één van de aspecten die bijgedragen heeft aan het ongeval.

Oorzaken		Deelsystemen	1. Techniek	2. Onderhoud	3. Operatie	4. Achterliggende omstandigheden	5. Verkeersleiding	6. Weer	7. Supervisie	8. Organisatie	9. Besluitvorming	10. Tweede dimensie van rampen
1	Comet		√									
2	Trident		√		√	√		√	√			
3	Tenerife				√	√	√	√		√		
4	Mt. Erebus				√	√	√	√	√	√		√
5	Air Florida		√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
6	JAL		√	√					√		√	
7	Avianca				√	√	√	√	√		√	√
8	Faro				√		√	√				√
9	ValuJet			√		√			√	√	√	
10	Swissair		√		√	√			√	√	√	

Figuur 6.1 Overzicht gefaalde deelsystemen per ongeval

<sup>35</sup> Dr. Ir. J.A. Stoop, Arbeids- en milieuveiligheid, ongevallenanalyse 2, methoden & technieken, Kluwer, 2003

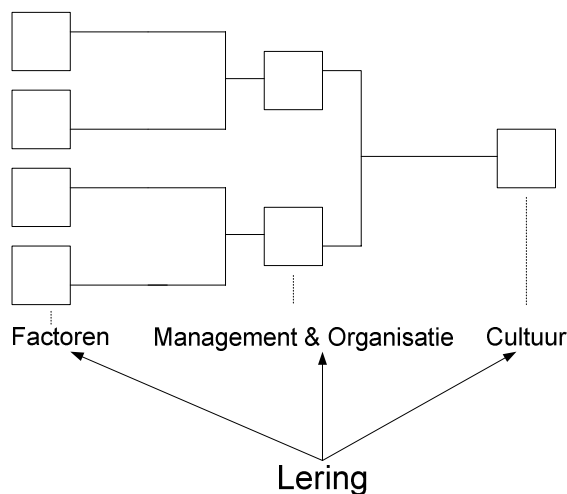
## 7 Professionele lering

In dit hoofdstuk wordt de professionele lering uit de geselecteerde luchtvaartongevallen in kaart gebracht. Hiertoe is gebruik gemaakt van de officiële ongevalrapporten en documenten die vermeld staan in de literatuurlijst. Allereerst zal in §7.1 de lering binnen de luchtvaartwereld per ongeval in kaart worden gebracht. Vervolgens zal in §7.2 een overzicht gegeven worden van de professionele lering.

### 7.1 Professionele Lering per ongeval

In deze paragraaf wordt per ongeval in kaart gebracht welke professionele lering heeft plaatsgevonden. Hierbij zal onderscheid gemaakt worden tussen aanbevelingen uit onderzoeken (overzicht in bijlage 3) en lering die daadwerkelijk is doorgevoerd (overzicht in bijlage 4). Voordat aanbevelingen daadwerkelijk worden doorgevoerd wordt eerst een afweging gemaakt wat gewenst, haalbaar en betaalbaar is. Dit wordt bepaald op basis van de resultaten van een commercieel gedreven kosten-baten analyse, de duur van het onderzoek, de publieke opinie, druk vanuit internationale organisaties zoals ICAO, IFALPA en FSF (Flight Safety Foundation) en veranderende inzichten wat betreft toepasbare techniek en training. Op basis hiervan wordt besloten welke lering daadwerkelijk wordt doorgevoerd.

Wat betreft professionele lering wordt onderscheid gemaakt tussen lering met betrekking tot factoren (deelsystemen techniek, onderhoud, operatie, achterliggende omstandigheden, luchtverkeersleiding, weer, supervisie), management en organisatie (deelsysteem organisatie) en cultuur (deelsysteem besluitvorming). In figuur 7.1 wordt de relatie tussen die drie vormen van lering toegelicht.



Figuur 7.1 Verhouding tussen vormen lering

Uit figuur 7.1 kan worden opgemaakt dat ten eerste direct gestuurd kan worden op factoren, ofwel 'loop 1' leren. Ten tweede kan op Management en Organisatie aspecten gestuurd worden, waardoor automatisch meerdere factoren indirect worden beïnvloed. Dit is een vorm van 'loop 2' leren. Ten derde kan door middel van wet- en regelgeving en handhaving op cultuur (fundamenten, veronderstellingen en normen van de organisatie) gestuurd worden, waardoor meerdere management en organisatie aspecten en dus meerdere factoren indirect beïnvloed worden, waardoor het effect het grootst is. Dit is een vorm van 'loop 3' leren.

## *Comet*

### **Aanbevelingen**

De aanbevelingen naar aanleiding van het onderzoek zijn geheel gericht op één technische oorzaak, namelijk het ontwerp van de structuur van de drukcabine. Dit is ook niet zo verwonderlijk, aangezien de techniek de basis vormt. Zonder een technisch gezien luchtwaardig vliegtuig is vliegen niet mogelijk. Doordat de technische kennis op dat moment nog beperkt was, richtte de lering zich geheel op de technische aspecten. Destijds ontworpen drukcabines waren niet bestand tegen de belasting en stressconcentraties die op de cabine worden uitgeoefend, met als gevolg dat het materiaal van een elastische vorm naar een plastische vorm overging, met als resultaat optredende metaalmoeheid. Nieuwe drukcabines dienen op een dusdanige manier ontworpen te worden, dat de stressconcentraties dusdanig beperkt blijven dat er geen metaalmoeheid optreedt. De aanbevelingen richten zich dus geheel op het herontwerpen van de drukcabine.

### **Doorgevoerde lering**

De doorgevoerde lering naar aanleiding van het ongeval met de Comet is zeer goed in kaart gebracht in het onderzoeksrapport en sluit grotendeels aan op de aanbevelingen die naar aanleiding van het ongeval gedaan zijn.

### *'Verlies van druk'*

Net als de aanbevelingen is de lering die daadwerkelijk getrokken is ook grotendeels gericht op het technische ontwerp van de drukcabine. In eerste instantie zijn er vooral dikkere materialen gebruikt om beter weerstand te kunnen bieden aan de spanningsverschillen, later zijn meer fijnere uitvoeringen van de drukcabine ontworpen die in staat zijn om stressconcentraties weerstand te bieden. Naar aanleiding van het ongeval is het beleid van Havilland gericht op vermindering van druk (locale en excessieve belasting). Dit is een typisch voorbeeld van lering in loop 1, door versterken van de drukcabine wordt de kans op het falen van de drukcabine tijdens de vluchtuitvoering verkleind.

Niet alleen Havilland heeft geleerd van het ongeval met de Comet, sterker nog, het ongeval is van groot belang geweest voor de ontwikkeling van de burgerluchtvaart. Havilland heeft een belangrijke pioniersrol gespeeld. Vele fabrikanten hebben geleerd van de fouten die Havilland gemaakt heeft tijdens de bouw van de eerste passagiersvliegtuigen.

## *Trident*

### **Aanbevelingen**

Bijna twintig jaar na het ongeval met de Havilland heeft het ongeval met de Trident plaatsgevonden. In die tijd zijn er vele technische verfijningen doorgevoerd aan het ontwerp van vliegtuigen. De kennis van vliegtuigen is sterk toegenomen in die tijd. De deep stall problematiek is bekend. Om de negatieve gevolgen van de motoren aan de staart op te heffen is er een hogere staart geïmplementeerd en zijn flaps en droops bevestigd. Dit is een functionele verbetering geweest. Echter bij het vormgeven van de flaps en droops hendel is geen rekening gehouden met het belang van onderscheid tussen die twee hendels. Door beide hendels gelijk uit te voeren is een *'use error'* gemaakt, namelijk het ontwerp is niet goed aangepast aan de eisen voor de operatie. Door de gelijke uitvoering is namelijk mogelijk de droops hendel ingetrokken in plaats van de flaps hendel, waardoor het toestel in deep stall geraakte. Belangrijke aanbeveling is dan ook het niet meer mogelijk maken van vroegtijdige terugtrekking van de droops hendel en aanpassing van de uitvoering van de hendels zodat er duidelijk onderscheid is tussen beide hendels.

Bijkomende factor was dat de stick shaker (hendel die waarschuwt voor stall situatie) en stick pusher (hendel die naar voren beweegt om stall situatie op te heffen) niet door de bemanning herkend zijn als signaal voor naderende stall situatie. Extra training op dit gebied wordt dan ook geadviseerd. Naast de technische aspecten zijn bij het ongeval met de Trident ook Human Factors naar voren gekomen. De gezagvoerder is mogelijk onwel geworden en de bemanning had onvoldoende ervaring om dit te herkennen en om daarmee om te kunnen gaan. Aanvullende training op dit gebied blijkt noodzakelijk. Daarnaast wordt op het niveau van de besluitvorming ook aanbevolen om de piloot in opleiding meer training te bieden voordat deze als copiloot gaat opereren op een passagiersvliegtuig. Daarnaast zijn er aanbevelingen gedaan om het luchtvaartveiligheidsonderzoek beter te coördineren en de verantwoordelijkheden beter te verdelen in verband met de vele betrokken partijen. Al deze aanbevelingen bij elkaar geven aan dat er vele aspecten zijn waarop gestuurd kan worden.

### Doorgevoerde lering

De doorgevoerde lering naar aanleiding van het ongeval met de Trident is niet zeer goed gedocumenteerd. In het rapport wordt alleen opgemerkt dat BEA en andere partijen veel inspanningen hebben geleverd om de aanbevelingen door te voeren. Op basis van de beschikbare informatie en kennis is getracht de doorgevoerde lering inzichtelijk te maken.

#### *'Ergonomie'*

Het is niet meer mogelijk om de droops hendel bij een te lage snelheid in te trekken. Tevens zijn de droops en flaps hendels verschillend uitgevoerd zodat eenvoudiger onderscheid gemaakt kan worden. Dit zijn twee vormen van *'use solutions'*. De technische oplossingen zijn niet gezocht in het eerste ontwerp, maar in de aansluiting van de techniek op de gebruiker. Deze oplossingen worden ook wel ergonomische oplossingen genoemd, ofwel oplossingen die de kans op vergissing bij gebruik verkleinen.

#### *'Deep stall'*

Naar aanleiding van het ongeval zijn bemanningen beter geïnstrueerd over het fenomeen deep stall, bijvoorbeeld over de stick shake en stick push operatie als signaal voor naderende stall situatie. Hierdoor zullen bemanningen een mogelijke stall situatie sneller herkennen en daardoor eerder kunnen ingrijpen.

#### *'Incapaciteit piloten'*

Aanvullende training zijn geïmplementeerd voor het herkennen en omgaan met medebemanningsleden die niet meer in staat zijn om hun werkzaamheden uit te voeren. Hierdoor zullen bemanningen mogelijke incapaciteit eerder herkennen en kunnen ingrijpen.

### *Tenerife*

#### Aanbevelingen

Human Factors, Crew Resource Management en communicatie met de luchtverkeersleiding spelen bij het ongeval op Tenerife een zeer grote rol. Als aandachtspunt wordt genoemd de problematiek betreffende het verzamelen van informatie. Hierbij dient wel opgemerkt te worden dat in het onderzoek ingesteld door de Spaanse onderzoeksraad is getracht de Spaanse luchtverkeersleiding buiten schot te houden. Dit heeft tot gevolg gehad dat het onderzoek een eenzijdige visie op het ongeval gaf. De KLM en Rijksluchtvaartdienst waren het in veel opzichten niet eens met het rapport. Uiteindelijk is dan ook gebruik gemaakt van de mogelijkheid om in het definitieve Annex 13 rapport een afwijkende analyse te publiceren. Dit neemt echter niet weg dat ondanks deze publiekelijk afwijkende reactie binnen de organisatie veel aanpassingen ten aanzien van training en evaluatie van cockpitbemanningen zijn aangebracht.

### Doorgevoerde lering

Naar aanleiding van de Tenerife ramp hebben er vooral op het gebied van Human Factors vele veranderingen plaatsgevonden. Opmerkelijk is dat de daadwerkelijk doorgevoerde lering wel algemeen zeer bekend is, maar lastig terug te vinden is in documentatie.

#### *'Human Factors'*

De Tenerife ramp heeft ervoor gezorgd dat Human Factors een zeer belangrijk onderzoeksgebied is geworden binnen de luchtvaartveiligheid. Binnen dit vakgebied wordt gekeken welke Human Factors de operatie beïnvloeden, zoals stress en vermoeidheid en overmoedigheid en hoe die factoren het meest positief beïnvloed kunnen worden. Hierbij spelen werk- en rusttijdregelingen, werkdruk, werkomstandigheden en training een grote rol. De KLM heeft naar aanleiding van de Tenerife ramp het hele veiligheid management systeem aangepast om Human Factors zo goed mogelijk mee te nemen. Hierdoor heeft lering in loop 2 plaatsgevonden, aangezien met het aanpassen van het veiligheid management systeem de fundamentele veronderstellingen en normen van de organisatie aan veranderingen onderhevig waren.

#### *'Crew Resource Management'*

Crew Resource Management neemt binnen het Human Factors geheel een speciale positie in, gericht op een zo'n effectief mogelijke samenwerking tussen de bemanningsleden. Het gezag van de gezagvoerder is ingeperkt, teneinde meer ruimte te creëren voor de copiloot om in te grijpen als de gezagvoerder op het punt staat om verkeerde beslissingen te nemen. Een vlakkere verhouding, waarbij confirmatie, consensus en herkenning van complicaties (bijvoorbeeld stress, tijdmanagement en taakintensiteit) werd in snel tempo toegepast. De piloten die na dit ongeval werden opgeleid kwamen met een totaal ander cockpitrelatie verwachting uit de opleiding dan daarvoor het geval was. Bij evaluaties wordt ook veel aandacht besteed aan de verhoudingen in de cockpit. Dit komt bijvoorbeeld tot uiting in het feit dat de copiloot eerst de mogelijkheid krijgt om zijn visie uit te spreken, om te voorkomen dat de copiloot onvoldoende betrokken wordt en zijn kennis niet wordt gebruikt.

#### *'Ergonomie'*

Tevens wordt gekeken hoe de cabine ergonomisch gezien zo goed mogelijk vormgegeven kan worden, zodat de kans op menselijke fouten zo klein mogelijk is. Hetzelfde geldt voor materiaal, werkoverdracht, procedures, handleidingen, die zaken dienen allemaal afgestemd te worden op de mogelijkheden van de medewerkers, met als doel de kans op fouten zoveel mogelijk te beperken. Deze aspecten zijn net als de ontwikkelingen op organisatie niveau door de KLM meegenomen in het Veiligheid Management Systeem om zo goed mogelijk rekening te houden met Human Factors.

#### *'Communicatie met luchtverkeersleiding'*

Het ongeval op Tenerife heeft veel lering met betrekking tot de communicatie met de luchtverkeersleiding bewerkstelligd. Naar aanleiding van de Tenerife ramp is de standaardisatie van taalgebruik verder doorgevoerd. Daarnaast zijn er duidelijker afspraken gemaakt over clearances (toestemming tot landen/opstijgen), zoals verschillende frequenties en welke woorden er wel en niet in voor mogen komen. De wijze van presentatie van clearances door ICAO zijn zodanig aangepast dat de kans op herhaling sterk wordt gereduceerd. Daarnaast is de training aangepast op een dusdanige wijze dat luchtverkeersleidinginformatie absoluut door beide piloten moet worden begrepen en de drempel om een verificatie te vragen is sterk verlaagd.

### *'Prioritering onderzoek'*

Een ander aandachtsgebied welke al tijdens het onderzoek naar aanleiding van de Tenerife ramp speelde is de prioritering van veiligheid of juridisch onderzoek gericht op de aansprakelijkheid van personen. CLOP (Criminal Liability of Pilots) is op dit moment een van de grootste zorgen van IFALPA en veel luchtvaartmaatschappijen. Als gevolg van de open rapportagecultuur heeft de commerciële luchtvaart zich kunnen ontwikkelen op vliegveiligheidsaspecten, doordat vrijwillig gemelde fouten de mogelijkheid bieden ervan te leren. Uitgezonderd grove nalatigheid en opzet mocht er vanuit worden gegaan dat vrijwillige rapportage, welke een kwetsbare opstelling vereist, een positieve kwaliteitsbijdrage zou leveren aan het geheel. Een ongeval is immers een onverwachte, niet bedoelde gebeurtenis. Deze manier van rapporteren heeft ervoor gezorgd dat de veiligheid in de luchtvaart sneller heeft kunnen groeien dan in andere industrieën. De basis van een dergelijke aanpak is beschreven in Annex 13 van ICAO. Zoals aangegeven in Annex 13, dergelijk onderzoek is 'not for liability or to blame', ofwel strafvervolgning is bedoeld. Dit artikel staat echter (nog) beschreven onder de noemer '*recommendation*' en niet als een verplichte '*standard*', waardoor de kracht van dit artikel beperkt is. Niettemin is de strekking overduidelijk. Uit ervaringen, zoals met de Tenerife ramp is geleerd dat veel informatie van groot belang is om te kunnen leren, op basis daarvan is dan ook gewerkt naar een open en onafhankelijke rapportagestructuur. Deze lering heeft in loop 3 plaatsgevonden, luchtvaartveiligheidsonderzoek is aangepast op basis van lering uit eerdere ongevallen.

### *Mt. Erebus*

#### **Aanbevelingen**

In eerste instantie is de belangrijkste oorzaak gezocht in de ongeoorloofde verdere daling die is ingezet door de bemanning om beter zicht aan de passagiers te bieden. Vervolgens is een onderzoekscommissie ingesteld die verder onderzoek heeft gedaan. Deze commissie kwam tot de conclusie dat het wijzigen van het vluchtplan kort voor de vlucht zonder dit door te geven aan de bemanning de belangrijkste oorzaak was. Deze gewijzigde inzichten hebben geleid tot aanbevelingen die sterk gericht zijn op aanpassingen met betrekking tot instructies en vluchtplannen. Overige aanbevelingen hebben betrekking op het voorkomen van vliegen op gevaarlijk lage hoogtes, Crew Resource Management en aanpassingen van de Cockpit Voice Recorder (neemt gesprekken en omgevingsgeluiden in cockpit op).

#### **Doorgevoerde lering**

De aspecten waarop de aanbevelingen zich richten ten aanzien van de Mt. Erebus ramp komen ook terug in de doorgevoerde lering. In het rapport lopen de aanbevelingen en doorgevoerde lering gedeeltelijk door elkaar heen.

#### *'Crew Resource Management'*

Ten aanzien van Crew Resource management is van belang dat alle bemanningsleden zoveel mogelijk betrokken zijn bij de vlucht, zodat alle kennis zo goed mogelijk benut kan worden. Om die reden moeten alle bemanningsleden bij de instructie aanwezig zijn. Door de hele bemanning te betrekken bij de gehele vlucht kan de kennis zo goed mogelijk benut worden en neemt de kans op problemen wat betreft de samenwerking tijdens de vluchtuitvoering af.

#### *'Cockpit Voice Recorder'*

De kwaliteit van de bandopnamen is verbeterd door technische obstakels weg te nemen. Tevens zijn aanbevelingen van ICAO overgenomen wat betreft de verplichting van Cockpit Voice Recorders in vliegtuigen. Door deze aanbeveling over te nemen worden meer vliegtuigen uitgerust met een Cockpit Voice Recorder zodat de omgevingsgeluiden in de cockpit gedurende een bepaalde vliegtijd opgenomen kunnen worden.



*'Organisationele aspecten'*

Air New Zealand is als luchtvaartmaatschappij enorm gegroeid in de tijd voor het ongeval. De navigatie afdeling is tijdens die groei echter niet meegegroeid. Naar aanleiding van het ongeval is er dan ook veel aandacht besteed aan dit onderdeel om de veiligheid te verhogen. De vluchtinstructies met betrekking tot de route zijn herzien en de instructeurs zijn bekend met de details van alle routes voor welke ze de verantwoordelijkheid hebben om een vluchtinstructie te geven. Daarnaast kan elke computer waarop vluchtplaninformatie staat onafhankelijk gecheckt worden. Door deze maatregelen te nemen wordt de kans dat verkeerde instructies worden gegeven of fouten in vluchtplannen ontstaan geminimaliseerd. Daarnaast zijn er strengere eisen gesteld ten aanzien van dalingen rond de Mt. Erebus en het niet meer toestaan van vliegen over vulkanische gebieden, teneinde te voorkomen dat een vliegtuig voortaan dusdanig laag vliegt dat het mogelijk botst tegen obstakels. Het commerciële belang (laag vliegen om zicht te kunnen bieden) ging voorheen boven de veiligheid. Van dit ongeval is geleerd dat commercie nooit boven veiligheid mag gaan. Deze lering heeft in loop 3 plaatsgevonden, de cultuur van de organisatie is aangepast.

*Air Florida***Aanbevelingen**

De aanbevelingen zijn vooral gericht aan de FAA ten aanzien van regelgeving en procedures. Ten eerste om luchtvaartmaatschappijen te informeren over het gevaar betreffende aanhechting van ijs en de gevolgen daarvan. Ten tweede om procedures aan te passen om te voorkomen dat gevaarlijke hoeveelheden ijs zich aan het vliegtuig kunnen hechten. Ten derde verbetering van de informatieverstrekking richting luchtverkeersleiding aanbevolen om bewustzijn ten aanzien van de gevaren van lange periodes tussen het ontdoen van ijs en vertrek onder koude weersomstandigheden te vergroten. Deze organisaties dienen vanaf dat punt de draad op te pakken en de bemanningen en luchtverkeersleiders verder te instrueren.

Vervolgens heeft de NTSB nog additionele aanbevelingen gedaan richting de FAA. Hierbij is aandacht besteed aan de invloed van ijsopbouw achter de voorrand van de vleugel en als gevolg daarvan noodzakelijke technische, maar ook aan operationele wijzigingen. Daarnaast zijn aanbevelingen gericht op het uitbrengen van onderhoudsbulletins met betrekking tot aansturing van onderhoudsinspecteurs, teneinde het onderhoud te verbeteren en een eerlijke verdeling van verantwoordelijkheden tussen luchtvaartmaatschappij en onderhoudsorganisatie te stimuleren. Naar de luchtverkeersleiding toe zijn aanbevelingen gedaan met als doel de luchtverkeersleidingprocedures te verbeteren. Ook zijn aanbevelingen gedaan voor betere rapportage zodat operationele fouten inzichtelijk worden. Tevens wordt aanbevolen het vrijmaken van ijs onderdeel van de taxi checklist te maken.

**Doorgevoerde lering**

De achterhaalde lering bestaat grotendeels uit doorgevoerde aanbevelingen door de FAA naar aanleiding van aanbevelingen van de NTSB. De lering heeft niet alleen betrekking op de Air Florida ramp maar heeft een algemene functie wat betreft sneeuw en ijscondities.

*'Technische prestaties onder ijscondities'*

Verder onderzoek is gedaan naar de invloed van ijs op de motorinlaat en naar blokkade van de ingangen van de motorsensoren door ijs. Op basis daarvan zijn de methoden voor de bemanningen om deze condities te herkennen en om het vliegtuig vrij te maken van ijs aangepast. De resultaten zijn verspreid in de luchtvaartsector. Naast het onderzoek hebben er ook directe technische aanpassingen plaatsgevonden, zoals het gebruik van het vleugel thermaal systeem om ijsopbouw te voorkomen. Daarnaast zijn modificaties van flaps en van vleugeloppervlakten uitgevoerd om gevolgen van ijsopbouw te beperken.

*'Crew Resource Management'*

De aandacht is gevestigd op een betere taakverdeling in de cockpit om intimidatie en overheersing van de gezagvoerder te voorkomen. Hierbij is ook een belangrijke rol voor de copiloot weggelegd en dient voldoende assertief op te treden. Dit wordt mede mogelijk gemaakt door een betere verdeling van de verantwoordelijkheden.

*'Afhandeling vliegtuigstromen'*

Nieuwe procedures voor luchtverkeersleiding ten aanzien van afhandeling van vliegtuigen om de tijd tussen het ontdoen van ijs en vertrek zoveel mogelijk te beperken. Tevens zijn de luchtverkeersleiders beter geïnformeerd over de gevolgen van ijsopbouw en de invloed daarvan op de prestaties van vliegtuigen. Een nieuwe richtlijn bepaalt tevens dat een grotere afstand aangehouden moet worden tussen taxiënde vliegtuigen, om te voorkomen dat als gevolg daarvan ijsopbouw ontstaat op achteropkomende vliegtuigen.

*'De-icing procedures'*

Als het gevolg van het ongeval en de aanbeveling is de investering in onderzoek en ontwerp toegenomen. De informatie uit onderzoeken benadrukken dat verbeterde procedures nodig zijn om te verzekeren dat gevaarlijke ijsvorming niet ontstaat voor de start. Hiertoe zijn operationele procedures en handleidingen herzien, bijvoorbeeld de invoering van het 'clear aircraft' concept, inhoudend dat niet het tijdsbestek tussen het ontdoen van ijs en start bepalend is voor wel of niet opnieuw vrij te maken van ijs voor de start, maar de constatering of het vliegtuig voor vertrek vrij van ijs is.

**JAL****Aanbevelingen**

Aangezien de engelse versie van het officiële rapport niet achterhaald is tijdens het onderzoek, is geen informatie beschikbaar over de aanbevelingen die gedaan zijn. Aangezien de doorgevoerde lering, vooral uitgevoerd door Boeing, zeer goed gedocumenteerd is, wordt direct overgegaan naar de doorgevoerde lering. Logischerwijs mag aangenomen worden dat de doorgevoerde lering grotendeels volgt uit de aanbevelingen die zijn gedaan.

**Doorgevoerde lering**

Doordat het ongeval grotendeels veroorzaakt is door technische aspecten is het ook niet verbazingwekkend dat vooral op dat gebied lering is doorgevoerd. Boeing heeft vele wijzigingen doorgevoerd met betrekking tot de constructie van de B747.

*'Verlies van druk'*

Om decompressie te voorkomen is bij nieuwe vliegtuigen een beschermingsplaat geplaatst over de interne toegang van de verticale staart. Hiermee wordt voorkomen dat lucht door de hoge druk in de staart ontsnapt, waardoor de staart van het vliegtuig kan afbreken. Hiermee neemt de kans op hydraulische problemen met als gevolg onbestuurbaarheid af. Daarnaast heeft Boeing modificaties doorgevoerd waardoor het totaalverlies van hydraulische vloeistof en druk wordt voorkomen. Mc Donnell Douglas heeft gelijke actie ondernomen naar aanleiding van de crash van vlucht 232 van United Airlines op 19 juli 1989. Boeing heeft ook klinknagels bij de staart vervangen door een nieuwer type die beter bestand zijn tegen corrosie door druk. Ook zijn kabels ten behoeve van de besturing in de staart versterkt door Boeing. Na het ongeval is meer aandacht ontstaan voor besturen van vliegtuigen zonder hydraulische druk ofwel alleen op motoren.

### *'Onderhoudscontroles'*

Het ongeval heeft uitgewezen dat tussentijdse controles en vooral ook goede controles na bijzondere gebeurtenissen zoals een staartlanding van groot belang zijn. Deze controles zijn aangescherpt. Bij afwijkingen dient geen reparatie maar direct vervanging plaats te vinden. Door deze crash en de crash van United Airlines is duidelijk geworden welke gevaren slordige reparaties en corrosie met zich mee kunnen brengen. De controle op corrosie is versterkt en eveneens is aangedrongen op zorgvuldig uitvoeren van reparaties.

### *'Onderzoekscommissies'*

Naar aanleiding van onder andere het ongeval met JAL zijn verschillende onderzoekscommissies ingesteld, die zich richten op bepaalde aspecten met als doel de kennis te bundelen om de veiligheid te vergroten. Hierbij kan gedacht worden aan de oprichting van Air Accident Investigation Committee in Japan, onderdeel van het Ministerie van Verkeer. Deze commissie doet onderzoek naar aanleiding van ongevallen. Andere commissies zijn Systems Review Task Force en Engine Containment Working Group. Bij deze commissies zijn de volgende partijen betrokken: Boeing, Airbus, Lockheed, Mc Donnell Douglas, General Electric, Pratt & Withney en Rolls Royce. De Task Force doet onderzoek naar vliegtuigsystemen en mogelijke zwakke plekken, de Engine Working Group richt zich op motoren. Luchtvaartmaatschappijen die opereren met Wide body toestellen profiteren van het onderzoek uitgevoerd door bovengenoemde organisaties. Deze lering heeft in loop 3 aangepast, er is dusdanig van het ongeval geleerd dat het soort onderzoek is aangepast.

## **Avianca**

### **Aanbevelingen**

De aanbevelingen in het onderzoeksrapport naar aanleiding van het ongeval met Avianca richten zich op verschillende aspecten, die ook bij de oorzaken naar voren zijn gekomen. Ten aanzien van standaardisatie van terminologie, communicatie met luchtverkeersleiding over minimum brandstof, Crew Resource Management en afhandeling van vliegtuigstromen zijn dan ook aanbevelingen gedaan. Aangezien de meeste aanbevelingen daadwerkelijk doorgevoerd zijn worden de aandachtsgebieden bij de doorgevoerde lering verder beschreven.

### **Doorgevoerde lering**

De doorgevoerde lering naar aanleiding van het ongeval met Avianca is gedeeltelijk in het rapport teruggevonden, waarin aangegeven is dat bepaalde aanbevelingen zijn doorgevoerd. Overige informatie is uit een boek gehaald, welke is vermeld in de literatuurlijst. Opmerkelijk is dat ongevallen beschreven in boeken zich wat betreft lering veelal richten op bemanning en dat de aanbevelingen uit rapporten zich veelal richten op de besluitvormers.

### *'Communicatie met luchtverkeersleiding'*

Naar aanleiding van het ongeval zijn handleidingen verder aangevuld met informatie over procedures met betrekking tot minimum brandstofwaarden voor verschillende fasen binnen de vlucht, wanneer landing niet moet worden uitgesteld en wanneer een voorzorgslanding bij de luchtverkeersleiding moet worden gevraagd. Hierbij is ook een rol voor luchtverkeersleiding weggelegd, die moet doorvragen indien onduidelijk is in welke situatie het vliegtuig verkeert. FAA heeft in samenwerking met ICAO een gestandaardiseerde woordenlijst ontwikkeld met definities, termen, woorden en zinnen wat betreft de communicatie over minimum brandstof.

*'Crew Resource Management'*

Binnen Avianca zijn Crew Resource Management concepten opgenomen in het bemanning trainingsprogramma, aangezien slechte coördinatie tussen de bemanningsleden een belangrijke rol bij het ongeval heeft gespeeld. De gezagvoerder sprak geen engels, waardoor de copiloot de communicatie verzorgde met de luchtverkeersleiding. De opdracht van de gezagvoerder om een noodsituatie uit te roepen heeft de copiloot niet uitgevoerd. Dit kon de gezagvoerder door zijn slechte engels niet controleren.

*'Afhandeling vliegtuigstromen'*

Onbehoorlijke afhandeling van de vliegtuigstromen (flow control) heeft een rol gespeeld bij het ongeval. Hierdoor heeft het vliegtuig lang moeten wachten voordat het kon landen. FAA heeft naar aanleiding hiervan een uitvoerige studie uitgevoerd naar controle faciliteiten van centrale vliegtuigstromen en het Verkeers Management Systeem. Op grond hiervan is het Verkeers Management Systeem aangepast, teneinde de effectiviteit en behoorlijkheid van training, verantwoordelijkheden, procedures en methoden te vergroten.

**Faro****Aanbevelingen**

Wat betreft de operatie wordt aanbevolen om de procedures te herzien met betrekking tot het gebruik van de automatische vliegcontrole systemen ATS (Auto Throttle System) voor automatisch vermogen en CWS (Control Wheel Steering) voor automatisch sturen gedurende de naderings- en landingsfase, vooral onder slechte weersomstandigheden. Daarnaast wordt aanbevolen om afspraken te bewerkstelligen tussen de Meteorologische Dienst en de luchtverkeersleiding over welke dienst er verleend dient te worden en welke verantwoordelijkheden ieder van de autoriteiten heeft op het gebied van luchtvaart meteorologie. Ook wordt registratie van alle weersinformatie beschikbaar in de verkeerstoren geadviseerd. Martinair dient het BIM (Basic Instruction Manual) te herzien.

**Doorgevoerde lering**

Doorgevoerde lering naar aanleiding van Faro is beperkt gedocumenteerd.

*'Sturingssystemen'*

Procedures met betrekking tot het gebruik van ATS en CWS door piloten gedurende de naderings- en landingsfase, vooral onder slechte weersomstandigheden zijn dusdanig aangepast dat handmatig landen in die fasen zoveel mogelijk wordt voorkomen.

*'Meteorologische informatie'*

Procedures voor de luchtverkeersleiding met betrekking tot verspreiden van informatie, geleverd door meteorologische dienst, zijn aangepast zodat de bemanning de juiste informatie ontvangt. Daarnaast zijn er afspraken gemaakt tussen de Meteorologische Dienst en de luchtverkeersleiding over welke dienst er verleend dient te worden en welke verantwoordelijkheden de autoriteiten hebben op het gebied van luchtvaart meteorologie.

*'BIM (Basic Instruction Manual)'*

Martinair heeft het BIM herzien op de volgende punten:

- Herziening van procedures betreffende starts en landingen met als doel te bepalen onder welke condities de copiloot deze manoeuvres kan uitvoeren, telkens wanneer de weersomstandigheden ongunstig zijn.
- Herziening van training wat betreft windschering, vooral ten aanzien van herkenning.

## *ValuJet*

### **Aanbevelingen**

Opvallend is dat de aanbevelingen zich niet alleen richten op de regelgever zoals bij eerdere ongevallen veelal het geval was, maar ook op organisaties zoals onderzoeksinstituten, U.S. Postal Service en Air Transport Association. Door het Research and Special Programs Administration (RSPA) wordt aanbevolen om de goedkeuringen gekregen van de explosievendienst beschikbaar te stellen aan de inspecteurs, zodat die kunnen bepalen of transport veilig kan plaatsvinden. U.S. Postal Service, FAA en Air Transport Association worden aanbevolen samen een programma op te stellen om passagiers, verzenders en klanten te informeren over gevaren van het niet aangeven van gevaarlijke materialen aan boord van een vliegtuig en over het belang van behoorlijk geïdentificeerde en verpakte gevaarlijke materialen voor aanlevering voor luchttransport. Voor U.S. Postal Service medewerkers moet een programma ontwikkeld worden over de identificatie van niet aangegeven gevaarlijke materialen die worden aangeboden voor transport. De aanbevelingen voor de FAA richten zich op welke acties ondernomen kunnen worden om in geval van brand de mogelijkheden om veilig te landen te vergroten. Regels over rookdetectie en brandonderdrukkingssystemen voor alle Klasse D vrachtruimen zijn hierbij van belang.

Luchtvaartmaatschappijen dienen programma's te ontwikkelen om gevaarlijke stoffen veilig af te handelen. Onderhoudshandleidingen dienen dusdanig herzien te worden dat deze consistent zijn met vereisten uit Research and Special Programs Administration voor het vervoer van materialen. Het betrokken onderhoudspersoneel dient tevens goede training te krijgen met betrekking tot het herkennen van gevaarlijke materialen, slechte labeling, slechte verpakking en bekend te zijn met de verzendprocedures van specifieke gevaarlijke materialen die worden afgehandeld door de onderhoudsdienst van de luchtvaartmaatschappij. Supervisietechnieken om deze onderhoudsactiviteiten meer effectief te managen dienen geëvalueerd en vergroot te worden. Inspecteurs dienen tevens voldoende mogelijkheden te hebben om goede controle uit te oefenen.

Aandacht dient te worden besteed aan Human Factors, inclusief training, procedures ontwikkeling, dubbelzinnigheid, supervisie, werkomgeving, om de prestaties van het personeel en de navolging van procedures te verbeteren. De Werktijdenregeling moet worden afgestemd op wetenschappelijke kennis die beschikbaar is over prestaties van onderhoudspersoneel.

### **Doorgevoerde lering**

Opmerkelijk is dat in tegenstelling tot veel van de eerdere ongevallen dit ongeval ontzettend goed gedocumenteerd is wat betreft doorgevoerde lering.

#### *'Brandpreventie en onderdrukking'*

FAA heeft de regelgeving dusdanig aangepast dat Klasse D vrachtruimen aan dezelfde eisen als Klasse C vrachtruimen moeten voldoen voor het jaar 2001 en dat geen enkel toekomstig vliegtuig mag worden ontworpen dat niet voldoet aan deze standaard. Daarnaast is aandacht voor ademhalingsuitrusting, rookbrillen, zuurstofmaskers en technieken om zicht te bewaren in de cockpit om in het geval van een beginnende brand snel te kunnen handelen.

#### *'Vervoer zuurstofgeneratoren'*

Op 30 december 1996 heeft de RSPA een definitieve regelgeving uitgebracht die het transport van alle zuurstofgeneratoren verbiedt, expended of niet, als vracht aan boord van een passagiersvliegtuig. Vliegtuigbouwers hebben hun handleidingen aangepast om om te kunnen gaan met de nieuwe regelgeving.

*'Onderhoud met betrekking tot gevaarlijke materialen'*

Als reactie op de zorgen met betrekking tot de werkkaarten is het Flight Standard Handbook Bulletin (FSHB) uitgebracht om het onderhoudspersoneel te ondersteunen in:

- Herkenning van vliegtuigonderdelen die gevaarlijke materialen bevatten.
- Behoorlijke opslag-, afhandelings-, inpak- en verwijderingsprocedures.
- Identificatie van specifieke obstakels betreffende deze materialen.

Het luchtwaardigheidshandboek voor inspecteurs, verschillende richtlijnen en onderhoudsprogramma's zijn ook herzien op basis van deze informatie.

In november 1996 is in Washington een industrie brede conferentie gehouden, welke zich richtte op vele van de richtlijnen die bepaald waren door de NTSB. Een maand later heeft de RSPA een advies gepubliceerd over transport van materiaal in eigendom van de luchtvaartmaatschappij, genaamd Transportation of COMAT (COmpany owned MATerial) by aircraft. Februari 1997 heeft dezelfde organisatie een veiligheidsmededeling uitgebracht met de titel "Adviserende handleiding: aanbieden, accepteren en vervoeren van gevaarlijke materialen". In begin 1998 hebben de FAA en de RSPA samen een mededeling gepubliceerd gericht op de speciale vereisten van zuurstofgeneratoren. Een brochure, welke specifieke informatie over gevaarlijke COMAT weergeeft, is later dat jaar verspreid.

In december 1997 is een FSHB uitgebracht om te verzekeren dat er behoorlijke controle op onderhoudsprogramma's van luchtvaartmaatschappijen wordt uitgevoerd. De adequaatheid van de organisaties en de competentie van onderhoudspersoneel moeten continu worden gecontroleerd, onafhankelijk van het feit of de werkzaamheden door de organisatie zelf worden uitgevoerd of worden uitbesteed.

*'Human Factors'*

FAA is Human Factors (inclusief training, procedures, ontwikkeling, redundantie, supervisie en de werkomgeving) gaan meenemen bij de ontwikkeling van procedures, teneinde de prestaties van het personeel te verbeteren.

*'Organisationele aspecten'*

Na het ongeval is enorm veel aandacht ontstaan voor ValuJet, SabreTech en de FAA. Zes weken na de crash heeft ValuJet de operaties gestaakt en het certificaat overgedragen aan de FAA. ValuJet heeft 2 miljoen dollar aan de FAA betaald voor onderzoek om een signaal af te geven. Dezelfde dag heeft een topman van de FAA zijn vertrek aangekondigd. ValuJet heeft de zomer van 1996 gebruikt om zijn organisatie te verbeteren, totdat de FAA tevreden was met de processen, werkzaamheden en procedures. De hele structuur ten aanzien van het veiligheidssysteem is opnieuw naar aanleiding van het ongeval herontworpen. September 1996 heeft ValuJet de operatie hervat. Het ongeval heeft echter een dusdanige impact gehad dat mensen niet meer met ValuJet wilden vliegen. In 1997 is ValuJet dan ook samengegaan met AirTran Airways, onder de naam van laatstgenoemde. Begin 1997 heeft SabreTech vrijwillig zijn operatie beëindigd en de licentie overgedragen aan de FAA.

*'Juridische gevolgen'*

Voor de eerste keer in de Amerikaanse geschiedenis zijn juridische consequenties verbonden aan een vliegtuigongeval. In juli 1999 heeft de staat Florida twee onderhoudsmedewerkers en de onderhoudsdirecteur van SabreTech veroordeeld. De aanklacht luidde: "het niet verhelpen van problemen die tot het ongeval leidden en het niet goed trainen van onderhoudsmedewerkers voor de afhandeling van gevaarlijke stoffen." Ondanks de vooraanstaande positie van de NTSB zijn als gevolg van deze veroordeling problemen ontstaan wat betreft het verzamelen van informatie. De veroordelingen hebben een negatief effect gehad op informatieverspreiding richting de ongevalonderzoekers.

## *Swissair*

### **Aanbevelingen**

Zowel de aanbevelingen als de lering naar aanleiding van het Swissair ongeval is zeer goed gedocumenteerd. Daarnaast zijn er niet alleen aanbevelingen gericht aan de regelgever, maar ook aan alle andere betrokken partijen, zoals Transport Canada (TC), NTSB, FAA, Boeing, Swissair, SR Technics en Hella Aerospace.

#### *'MD-11 bedrading'*

Er zijn aanbevelingen gedaan met betrekking tot bedradingafwijkingen teneinde vonkende bedrading te voorkomen. Om goed zicht te krijgen op de huidige stand van zaken dienen alle MD-11 gecontroleerd te worden op afwijkende bedrading.

#### *'MD-11 Bemanning leesverlichting (kaartverlichting)'*

Als onderdeel van de bedradinginspectie is naar voren gekomen dat isolatiebedekking in contact is gekomen met de kaart verlichting geïnstalleerd aan de rechter kan van het cockpit plafond. Deze ontdekking heeft geleid tot extra inspecties, waarbij verschillende afwijkingen naar voren zijn gekomen, welke zijn doorgezonden naar de NTSB.

#### *'IFEN/Supplementair Type Certificaat'*

Tijdens het onderzoek bleek dat het IFEN (In-Flight Entertainment Network), ofwel het entertainment netwerk in het vliegtuig, op onjuiste wijze verbonden was met de motorgeneratoren. Deze verbinding was niet compatible met de ontwerpfilosofie van de MD-11 aangezien de IFEN voeding niet werd verwijderd, terwijl het doel van Swissair's rook checklist zoveel mogelijk elektrische voeding te verwijderen. TSB heeft gewezen op de situatie, terwijl onderzoek naar het Supplemental Type Certificate (STC) proces dat de installatie heeft goedgekeurd werd voortgezet.

#### *'Brandbestrijding'*

Op 4 januari 2002 heeft de NTSB vijf aanbevelingen uitgebracht met betrekking tot recente branden in vliegtuigen. De aanbevelingen van de NTSB hebben betrekking op een systeembenadering waarbij gebreken worden geïdentificeerd op het gebied van detectie en onderdrukking, Crew Resource Management, checklist procedures, uitrusting en toegankelijkheid. De aanbevelingen van de NTSB richten zich op acties van bemanning in het omgaan met brand in het vliegtuig. Daarnaast vindt herziening plaats van methodologie voor bewerkstelligen van toegewezen brandzones en adequaatheid brandbestrijding, aanpassing brandbestrijding- en industriestandaarden en ontwerp van noodsituatie checklist procedures voor rook met onbekende oorzaak om de kans op veilige landing te vergoten.

#### *'Luchtverkeersleidingtraining'*

Verder verbeteren en vergroten kennis en vaardigheden zodat luchtverkeersleiding beter in staat is om veilige en snel begeleiding te bieden aan vliegtuigen in noodsituaties. Gewone training voortzetten en vernieuwde opdrachten met betrekking tot noodsituaties.

#### *'Cockpit Voice Recorder'*

De Cockpit Voice Recorder moet minimaal twee uur kunnen opnemen en er moet sprake zijn van onafhankelijke voeding naar de Cockpit Voice Recorder. Voor elektrische voeding dienen de twee vluchtreorders aangesloten te zijn op aparte generator bussen.

*'Warmte- en geluidsisolerende materialen'*

Op urgente basis dienen ook alle warme en geluidsabsorberende isolatie materialen in gebruik of bedoeld voor gebruik getest te worden op strengere en meer representatieve criteria dan die op dit moment voorradig zijn.

*'Standaarden met betrekking tot brandbaarheid van materialen'*

Er dient heriening plaats te vinden van brandbaarheidstandaarden voor gebruikt materiaal en de certificatie test die de elektrische bedrading falingskarakteristieken onder realistische operatie condities en tegen gespecificeerde prestatie criteria test.

*'Standby Instrumentarium'*

De vereisten aan het noodinstrumentarium dienen herzien te worden, inclusief onderwerpen als standby communicatie en navigatiemogelijkheden.

**Doorgevoerde lering**

Net als de aanbevelingen is de doorgevoerde lering zeer goed gedocumenteerd en voor alle verschillende betrokkenen zeer goed weergegeven.

*'MD-11 Bedrading'*

Boeing heeft een standaard bedradinghandleiding uitgebracht. Swissair technici hebben technische trainingsdocumenten herzien. FAA heeft een MD-11 Airworthiness Directive (AD) (richtlijn voor luchtwaardigheid) uitgebracht, waarin inspecties worden vereist om te bepalen of er bedradingafwijkingen bestaan die vlambogen kunnen veroorzaken. Het MD-11 Wiring Corrective Action Plan (bedradings correctieve actie plan) heeft 41 AD's met additionele SB's (Service Bulletin) opgebracht. Deze AD's ondergaan Notice of Proposed Rulemaking (NPRM). Parallel heeft FAA lessen gebruikt, geleerd van het onderzoek naar vliegtuigbedradingen, om interactieve trainingsprogramma's voor FAA gecertificeerde technici, aangewezen technische verantwoordelijken en veiligheidsinspecteurs vorm te geven. Daarnaast heeft de FAA een internet gebaseerd trainingshulpmiddel geproduceerd. In 2001 heeft de FAA het Enhanced Airworthiness Program for Airplane Systems (EAPAS) gelanceerd, welke is ontworpen om aandacht te besteden aan verouderende vliegtuigvloot.

*'IFEN/STC'*

Boeing leidde ontwerpherziening van installaties om te bevestigen dat geen onveilige condities bestaan. De herziening resulteerde in productiewijzigingen ontworpen om het IFEN systeem van de cockpit te isoleren. FOCA (Federal Office for Civil Aviation) heeft opdracht gegeven voor annulering van de certificatie. De FAA heeft zorggedragen voor daadwerkelijke intrekking van IFEN certificatie. De FAA heeft zich daarna op verschillende fronten ingezet, door het ontwikkelen van programma's, richtlijnen voor luchtwaardigheid en beleid.

*'MD-11 Bemanning leesverlichting (kaartverlichting)'*

Hella Aerospace werkt samen met Boeing aan het ontwikkelen van ontwerpverbeteringen om de gebreken ontdekt tijdens het onderzoek te verhelpen. Daarnaast zijn aanpassingen verricht wat betreft de Flight Crew Reading Light (kaartverlichting) om bescherming tegen kortsluiting te bieden. Deze aanpassingen vinden in loop 1 plaats, door ontwerpherzieningen wordt de obstakels weggenomen en daardoor wordt de veiligheid vergroot.

Gebaseerd op Service Bulletin van Boeing heeft de FAA een AD uitgebracht welke een herhaalde inspectie vereist voor alle betrokken lampen in de MD-11 cockpit. Op 15 mei 2001 is de Hella SB goedgekeurd. Dit betekent niet dat de AD stopt, het verandert de inspectiecyclus van elke 700 uur naar eens per jaar. De AD blijft van kracht zo lang het gevaar van de kaartverlichting niet is weggenomen.



*'Standby instrumentarium'*

Als onderdeel van het MD-11 Modification Plus Programma heeft Swissair ervoor gekozen om standby vlieginstrumentatie te installeren.

De FAA gaat aandacht besteden aan noodinstrumentarium aspecten naar voren gekomen bij Aviation Rulemaking Advisory Committee (ARAC). Dit forum zal de zaken aangegeven door de TSB vergelijken met huidige veiligheidszaken en op basis daarvan beslissingen nemen.

*'Luchtverkeersleidingstraining'*

TC adviseerde de TSB contact te leggen met luchtverkeersleidingcentra, Nav Canada en SERCO Aviation Services om te verzekeren dat zorgen met betrekking tot noodsituaties bekend zijn. Nav Canada ontwikkelde en leverde een opfris trainingsmodule en een wijziging in de luchtverkeersleiding operatiehandleiding om luchtverkeersleiders een nieuwe richtlijn te bieden met betrekking tot brandstof dumpingoperaties.

*'Duur vluchtopname en vermogenlevering'*

Boeing publiceerde SB's welke toestaan dat MD-11 recorders elektrische voeding ontlenen aan gescheiden bussen. FAA is het eens met de intentie van de NTSB aanbevelingen en geeft aan dat het Notice of Proposed Rulemaking actie zal initiëren in de zomer van 1999. In augustus 1999 gaf de FAA aan dat door competitieve prioriteiten de NPRM wordt vertraagd. Op dit moment wordt de NPRM actie verwacht najaar 2003. TC's implementatieschema is gelinkt aan het FAA tijdschema. Deze lering is dus nog niet volledig doorgevoerd.

*'Warmte- en geluidsisolerende materialen'*

De FAA reageerde op de TSB aanbeveling door twee NPRM's uitbrengen van, die voorstellen het verwijderen van MPET (Metallized Polyethylene Terephthalate) bedekt isolatiemateriaal van alle Amerikaanse vliegtuigen. Swissair heeft in samenspraak met Boeing al de geselecteerde MPET bedekte isolatiemateriaal vervangen. Januari 2003 is voldaan aan de AD door Swissair voor alle MD-11's. In reactie op TSB aanbeveling versnelde de FAA een project om een verbeterde certificatie brandbaarheidstest te ontwikkelen voor alle warmte en geluidsabsorberende isolatiematerialen. Een NPRM is uitgebracht in september 2000.

*'Brandbestrijding'*

Boeing heeft een bulletin uitgebracht aan alle MD-11 exploitanten waarin aandacht wordt besteed aan verschillende opties om om te gaan met rook in de cockpit. Boeing heeft ook een commissie ingesteld om de operationele impact van rook en brand te bestuderen.

Swissair heeft de MD-11 checklist aangepast, ook over een herziening van de noodprocedures met betrekking tot het omgaan met rook en dampen, waarbij de prioriteit meer is komen te liggen bij het zo snel mogelijk veilig landen. Aanvullend heeft Swissair de Smoke/Fumes of Unknown Origin Checklist, ofwel checklist met betrekking tot rook en damp met onbekende oorsprong, verbeterd. Swissair is wat betreft training verder gegaan met het opleiden van bemanning met bulletins en interne nieuwsbrieven met betrekking tot stroomonderbreker beleid, checklist herzieningen en incidenten met betrekking tot rook of dampen. Instructies zijn aangepast naar aanleiding van de ramp.

*'Human Factors'*

Effectieve communicatie en CRM spelen een belangrijke rol. Naar aanleiding van het ongeval ondernamen Swissair en SR Technics een studie om alle potentiële factoren die mogelijk hebben bijgedragen aan het ongeval te analyseren. De studie resulteerde in de aanname van het MD-11 Modification Plus programma, bestaande uit Gemengd Rook Detectie Systeem, Video Camera Monitoring Systeem, Halon Distributie Systeem en standby vlieginstrumenten.

*'Stroomonderbreker Reset Filosofie'*

Airbus heeft beleid uitgebracht waarin niet wordt toegestaan de stroomonderbreker te resetten, uitgezonderd in noodsituaties en dan alleen wanneer goedgekeurd door de gezagvoerder. Boeing heeft hetzelfde beleid als Airbus, behalve dat Boeing resetten onder geen enkele omstandigheden toestaat voor brandstofpomp circuits. Swissair heeft net als SR Technics een Bulletin uitgebracht met adviezen over een herziening van de stroomonderbrekingprocedures. FAA geeft aan dat vooral voorzichtigheid belangrijk is.

*'Standaarden met betrekking tot brandbaarheid van materialen'*

Boeing heeft een SB uitgebracht met als doel het informeren over een FAA gekeurde modificatie procedure dat aluminium componenten van het zuurstof leveringssysteem vervangt met stalen componenten om de kans op brand te verkleinen.

TC is het eens met TSB's aanbevelingen en bevestigt dat er meer gedaan moet worden om behoorlijke regulering met betrekking tot de standaarden voor brandbare materialen te verzekeren. TC is van plan zijn acties met zowel de FAA en JAA te coördineren met als doel harmonisatie met betrekking tot de regelgeving. De FAA is het eens met de TSB aanbevelingen. De FAA is ervan overtuigd dat het Arc Fault Circuit Breaker (AFCB) programma de bescherming tegen vonkende bedrading omvat. Aanvullend heeft de FAA een werkgroep de taak gegeven om de standaarden voor bedrading prestaties en test vereisten te herzien, met als resultaat een technische standaard voor bedrading.

## 7.2 Overzicht professionele lering

In deze paragraaf wordt een overzicht gegeven van de in kaart gebrachte oorzaken, aanbevelingen en doorgevoerde lering per ongeval. Hiertoe zijn hieronder drie tabellen, figuren 7.2, 7.3 en 7.4 weergegeven.

Oorzaken		Deelsystemen	1. Techniek	2. Onderhoud	3. Operatie	4. Achterliggende omstandigheden	5. Verkeersleiding	6. Weer	7. Supervisie	8. Organisatie	9. Besluitvorming
1	Comet		√								
2	Trident		√		√	√		√	√		
3	Tenerife				√	√	√	√		√	
4	Mt. Erebus				√	√	√	√	√	√	
5	Air Florida		√	√	√	√	√	√	√	√	√
6	JAL		√	√					√		√
7	Avianca				√	√	√	√	√		√
8	Faro				√		√	√			
9	ValuJet			√	√				√	√	√
10	Swissair		√		√	√			√	√	√

Figuur 7.2 Oorzaken

Aanbeveling		Deelsystemen	1. Techniek	2. Onderhoud	3. Operatie	4. Achterliggende omstandigheden	5. Verkeersleiding	6. Weer	7. Supervisie	8. Organisatie	9. Besluitvorming
1	Comet		√								√
2	Trident		√		√	√			√		√
3	Tenerife		√		√	√	√		√		√
4	Mt. Erebus		√		√	√	√		√	√	√
5	Air Florida		√	√			√		√		√
7	Avianca						√		√		√
8	Faro						√	√	√		
9	ValuJet									√	√
10	Swissair		√			√	√				√

Figuur 7.3 Aanbevelingen

Doorgevoerd		Deelsystemen	1. Techniek	2. Onderhoud	3. Operatie	4. Achterliggende omstandigheden	5. Verkeersleiding	6. Weer	7. Supervisie	8. Organisatie	9. Besluitvorming
1	Comet		√							√	
2	Trident		√						√	√	√
3	Tenerife				√	√	√		√	√	√
4	Mt. Erebus		√			√	√		√	√	√
5	Air Florida		√	√	√	√	√		√	√	√
6	JAL		√	√					√		√
7	Avianca								√		√
8	Faro						√		√		
9	ValuJet			√						√	√
10	Swissair		√				√			√	√

Figuur 7.4 Doorgevoerd

*Verschuiving ten aanzien van techniek*

Bij vijf van de ongevallen zijn de technische oorzaken achterhaald. Ten aanzien van deze vijf ongevallen heeft dan ook lering plaatsgevonden ten aanzien van techniek. Bij twee ongevallen, Tenerife en Trident, zijn technische verbeteringen doorgevoerd, ondanks dat er geen directe technische oorzaak was. Techniek kan dus ook oplossingen bieden wanneer technisch falen niet de directe oorzaak is. Wat betreft de techniek heeft een verschuiving plaatsgevonden. In het begin stadium met de Comet werd vooral geleerd ten aanzien van het (conceptuele) ontwerpaspecten, terwijl in de loop der tijd de lering verplaatst is naar lering over functies, specificatie en gebruik. Dit is te verklaren doordat in het begin van de ontwikkeling van de burgerluchtvaart vooral geleerd is over het conceptuele ontwerp en technologie. Deze lering is breed doorgevoerd in de luchtvaart waardoor na verdwijning van deze obstakels vooral functionele en vormgevingsfouten naar voren zijn gekomen.

*Operatie en achterliggende omstandigheden*

Al vanaf het ongeval met Trident, maar vooral na het ongeval op Tenerife, is veel aandacht ontstaan voor achterliggende omstandigheden. Het idee dat het ongeval veroorzaakt wordt door één factor werd losgelaten en alle samenhangende oorzaken worden meegenomen. Human Factors en Crew Resource Management nemen hierbij een centrale positie in. De lering over operatie en achterliggende omstandigheden vindt veelal op het niveau van supervisie en organisatie plaats. Dit wordt veroorzaakt door dat de operatie aangepast wordt door middel van nieuwe trainingen, procedures en handleidingen, die op het niveau van de supervisie en organisatie worden doorgevoerd. Via supervisie wordt de lering overgebracht op de operatie, waardoor de kans op problemen ten aanzien van de operatie afnemen.

*Luchtverkeersleiding*

Communicatie met de luchtverkeersleiding heeft bij meerdere ongevallen een rol gespeeld. Standaardisatie van terminologie en duidelijke afspraken zijn belangrijke ontwikkelingen die als gevolg van de ongevallen hebben plaatsgevonden. De afhandeling van verkeersstromen heeft ook meerdere malen een rol gespeeld, waardoor ook lering heeft plaatsgevonden over afhandeling door de luchtverkeersleiding door middel van nieuwe procedures.

*Oorzaken hoger in de organisationele hiërarchie*

De laatste tijd is een ontwikkeling gaande dat de oorzaken steeds hoger in de hiërarchie van de organisatie gezocht worden. Naar aanleiding van Tenerife en Swissair zijn wijzigingen in de organisatie doorgevoerd. Dit neemt niet weg dat organisaties huiverig zijn fouten toe te geven in verband met de schuld kwestie. Het feit dat openheid van management een positieve invloed heeft op de hele organisatie staat nog in de kinderschoenen.

*Aanbevelingen versus ontwikkelingen in de sector*

Opvallend is dat, ondanks het feit dat op het niveau van de organisatie en besluitvorming weinig oorzaken zijn gevonden, veel lering heeft plaatsgevonden ten aanzien van organisatie en besluitvorming. Dit wordt veroorzaakt doordat veel aanbevelingen gericht zijn aan regelgevende instanties, waardoor die als eerste zichtbaar lering trekken uit ongevallen. Via die instanties worden de aanbevelingen verder verspreid in de luchtvaartsector.

Los van de aanbevelingen vinden ontwikkelingen op het niveau van organisaties zoals luchtvaartmaatschappijen, onderhoudsorganisaties, luchtverkeersleidingcentra en vliegtuigfabrikanten plaats. Voorbeelden hiervan zijn nieuwere types vliegtuigen waardoor bepaalde problemen uitgesloten zijn, nieuwe onderhoudsapparatuur, nieuwe systemen enzovoorts. Hierbij kan gedacht worden aan de technische aanpassingen die Boeing heeft verricht aan de B 747 naar aanleiding van het ongeval en de aanpassingen die Boeing (McDonnell-Douglas) en Swissair hebben verricht naar het ongeval met Swissair.

De (technische) lering die deze organisaties doormaken gaan veelal sneller en verder dan de regelgeving, zoals in bovenstaande gevallen, met als gevolg dat de sturing vanuit de regelgeving niet goed aansluit op de ontwikkelingen in de sector. Hierdoor komt het voor dat de aanbevelingen richting de sector niet goed aansluiten op de ontwikkelingen die gaande zijn, waardoor het effect van die aanbevelingen beperkt blijft. Om goed zicht te krijgen op de kwaliteit van de aanbevelingen is het van belang dat gecontroleerd wordt in hoeverre de aanbevelingen worden doorgevoerd. Op basis van die informatie kan bepaald worden of de aanbevelingen effectief zijn en hoe in de toekomst de aanbevelingen aangepast kunnen worden zodat de aanbevelingen beter aansluiten op de luchtvaartsector.

#### *Doorgevoerde lering beperkt vastgelegd*

Bij het in kaart brengen van de doorgevoerde lering bleek dat de doorgevoerde lering naar aanleiding van aanbevelingen veelal slechts beperkt is vastgelegd. De laatste tijd is een positieve ontwikkeling ten aanzien van het vastleggen van doorgevoerde lering zichtbaar. De doorgevoerde lering naar aanleiding van het ValuJet en Swissair ongeval is beter vastgelegd dan de lering naar aanleiding van eerdere ongevallen.

#### *Niet doorgevoerde aanbevelingen*

Zoals in het inleidende deel van paragraaf 7.1 is aangegeven, eerst wordt gekeken wat gewenst, haalbaar en betaalbaar is, voordat aanbevelingen daadwerkelijk worden doorgevoerd. Wat betreft de in kaart gebrachte doorgevoerde lering is duidelijk dat die aanbevelingen zijn doorgevoerd. Daarnaast zijn er aanbevelingen waarvan niet achterhaald is of die lering daadwerkelijk is doorgevoerd. Dit betekent niet dat gesteld kan worden dat deze lering niet is doorgevoerd. Immers mogelijk is die lering wel doorgevoerd, maar niet dusdanig gedocumenteerd dat deze binnen dit onderzoek is achterhaald. Er zijn slechts enkele aanbevelingen waarvan bekend is dat deze niet zijn doorgevoerd. Dit is bijvoorbeeld de aanbeveling naar aanleiding van het Trident ongeval om luchtvaartveiligheidsonderzoek in verband met de vele betrokken partijen beter te coördineren en meer te centraliseren, om het effect te vergroten. Deze ontwikkeling heeft pas later plaatsgevonden, met de opkomst van de raden voor transportveiligheid eind jaren 90. Een ander voorbeeld is de aanbeveling na de Swissair ramp om MD-11 recorders de voeding te laten ontladen aan gescheiden bussen. In verband met competitieve prioriteiten is deze actie nog niet doorgevoerd.

#### *Één op één naar flexibele lering*

In de loop der tijd heeft één op één lering plaatsgemaakt voor flexibelere vormen van lering. In het geval van de Comet is gebleken dat er sprake was van een zwakke drukcabine. Naar aanleiding van het ongeval is geleerd door de drukcabine te versterken. Na die eerste grote technische ontwikkelingen zijn er naar aanleiding van ongevallen steeds meer oorzaken binnen het luchtvaartsysteem in kaart zijn gebracht, met als gevolg meer mogelijkheden om te sturen. Tegenwoordig wordt meer ruimte geboden om andersoortige oplossingen te kiezen, zolang een bepaald veiligheidsniveau behaald wordt.

De oplossingen hoeven dus niet meer op hetzelfde gebied als de oorzaak gezocht te worden. Hiermee wordt recht gedaan aan de complexiteit van oorzaken en het feit dat veelal niet een specifieke oorzaak, maar een groot scala aan oorzaken een rol speelt. Als voorbeeld kan genoemd worden het ongeval met Air Florida. De belangrijkste oorzaak was dat het vliegtuig niet adequaat ontdaan van ijs voor vertrek. Er is echter ook geleerd over de afhandeling van vliegtuigstromen, omdat een langere tijd tussen het de laatste keer ontdoen van ijs en het vertrek een negatieve invloed heeft op technische prestaties.

*Leren in loops*

Wat betreft de loops waarin geleerd is kan worden opgemerkt dat vooral in de eerste ongevallen veel geleerd is in loop 1, door aanpassingen van factoren waardoor obstakels zijn verdwenen. Bij de eerste ongevallen, met de Comet en Trident, waren dit veelal technische factoren. Bij latere ongevallen is meer aandacht ontstaan voor andere factoren, zoals aspecten met betrekking tot operatie, achterliggende omstandigheden, onderhoud en verkeersleiding.

In de loop der tijd is er meer aandacht gekomen voor lering met betrekking tot organisatie en management, ofwel lering in loop 2. In het begin waren organisaties zeer gesloten en veelal niet bereid te leren van ongevallen. Tegenwoordig zijn organisaties zich steeds bewuster van het feit dat meer openheid ten aanzien van het toegeven van fouten een positieve invloed heeft op de complete bedrijfsvoering. Op deze manier ontstaat een meer open bedrijfscultuur. In het geval van Tenerife bijvoorbeeld is geleerd in loop 2 door het Veiligheid Management Systeem aan te passen.

De laatste tijd begint lering in loop 3 steeds meer te spelen. Al in de tijd van de Tenerife ramp werd het belang van onafhankelijk onderzoek binnen de luchtvaartwereld onderkend. Als gevolg van de open rapportagecultuur heeft de commerciële luchtvaart zich kunnen ontwikkelen op vliegveiligheidsaspecten, doordat vrijwillig gemelde fouten de mogelijkheid bieden ervan te leren. De open rapportage cultuur is een vorm van lering in loop 3, van opgedane ervaringen is geleerd hoe het beste geleerd kan worden van ongevallen.

*Consequenties van juridisch onderzoek wat betreft aansprakelijkheid*

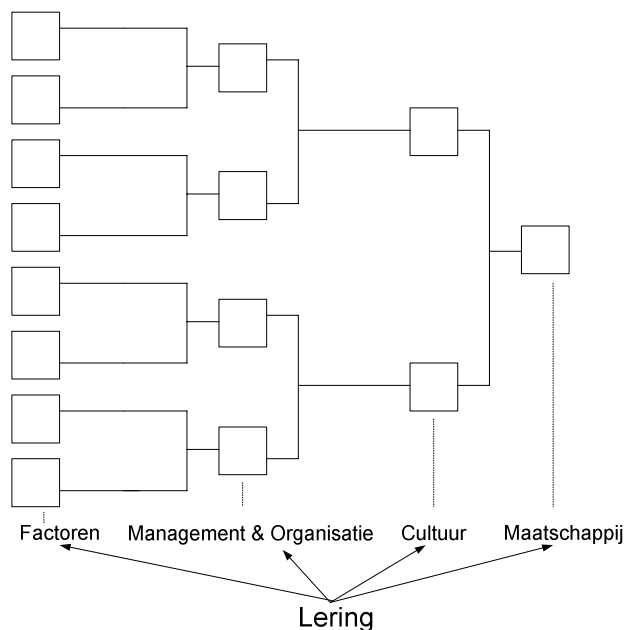
De open rapportagecultuur heeft ervoor gezorgd dat de veiligheid in de luchtvaart sneller is gegroeid dan in andere industrieën. De juridische veroordeling van SabreTech medewerkers naar aanleiding van het ongeval met ValuJet heeft dan ook een negatief effect gehad op de informatieverspreiding richting de ongevalonderzoekers. CLOP (Criminal Liability of Pilots) is op dit moment een van de grootste zorgen van IFALPA en veel luchtvaartmaatschappijen. Door deze ontwikkelingen wordt veel van de lering die in loop 3 heeft plaatsgevonden ten aanzien van luchtvaartveiligheidsonderzoek beperkt.

## 8 Maatschappelijke lering

In dit hoofdstuk wordt per ongeval aangegeven welke nieuwe inzichten ten aanzien van maatschappelijke lering hebben plaatsgevonden. In §8.1 wordt de recente maatschappelijke lering per ongeval inzichtelijk gemaakt. In §8.2 wordt een beknopt overzicht gegeven van de maatschappelijke lering. In §8.3 wordt aangegeven waar welke soort lering plaatsvindt.

### 8.1 Maatschappelijke lering per ongeval

In deze paragraaf zullen de nieuwe inzichten ten aanzien van lering naar aanleiding van luchtvaartongevallen in kaart worden gebracht. Deze lering heeft op het niveau van de maatschappij plaats gevonden. In figuur 8.1 is het niveau van de maatschappij toegevoegd.



Figuur 8.1 Nieuwe inzichten

Uit figuur 8.1 kan worden opgemaakt dat lering op het niveau van de maatschappij invloed heeft op zowel de cultuur, management en organisatie en op de factoren. In de jaren 60 en 70 werd de bevolking opstandiger en mondiger. Voor die tijd stelde de maatschappij zich zeer lijdzaam op, vanaf die tijd echter werd niet alles wat door bijvoorbeeld de regering werd opgelegd automatisch geaccepteerd. In die tijd zijn dan ook de slachtofferverenigingen ontstaan. In Amerika leidde dat tot de oprichting van organisaties die zich bezig houden met Family Assistance (ondersteuning van families in moeilijke omstandigheden). De enorme impact van luchtvaartongevallen op de maatschappij heeft ervoor gezorgd dat vanuit de maatschappij veel problemen zijn vastgesteld met betrekking tot de tweede dimensie van rampen. Deze input vanuit de maatschappij heeft ervoor gezorgd dat naar aanleiding van de ongevallen veel is geleerd ten aanzien van letselpreventie, rampenbestrijding, slachtofferidentificatie en zorg voor nabestaanden. Naast de aan de tweede dimensie van rampen gerelateerde maatschappelijke lering heeft ook een andere vorm van maatschappelijke lering plaatsgevonden, namelijk over het vertrouwen in de luchtvaart. Ook deze vorm van maatschappelijke lering zal in kaart worden gebracht. Het ongeval met de Comet is niet meegenomen omdat daarover geen maatschappelijke lering is achterhaald.

## Trident

Slechts een uur na de ramp is via de media de exacte rampplek bekend gemaakt. Hierdoor zijn veel ramptoeristen op de plek afgekomen. Op één inzittende na zijn alle mensen aan boord van het vliegtuig direct na het neerstorten overleden. Maar mocht er een snelle evacuatie van veel mensen naar de omliggende ziekenhuizen noodzakelijk zijn geweest, dan had dat enorme problemen opgeleverd. Daarnaast speelde mee dat de autoriteiten van de luchthaven niet op de hoogte waren van de crash. De luchtverkeersleiding had niet opgemerkt dat het toestel van de radar was verdwenen. Hierdoor is geen alarmfase afgekondigd. De luchthaven autoriteiten moesten van buitenaf vernemen van het ongeval.

Doordat het vliegtuig recht naar beneden is neergestort zijn de passagiers naar voren gegooid in het vliegtuig. Slechte weersomstandigheden maakten het extra lastig om de lichamen uit het vliegtuig te verwijderen. Om sommige slachtoffers eruit te kunnen halen is gebruik gemaakt van kranen. Het heeft veel tijd gekost om zeker te stellen dat er geen lichamen meer in het wrak aanwezig waren. De lichamen zijn in rijen gelegd en vervolgens naar een mortuarium gebracht.

## Tenerife

Bij de Tenerife ramp verliep de rampenbestrijding moeizaam. De brandweer kon geen haast maken richting het rampgebied. Op weg naar de startbaan moest een parkeergebied worden overgestoken, waar vele vliegtuigen stonden en mensen liepen. Aangekomen bij het KLM toestel werd snel begonnen met blussen. Door het slechte zicht waren de reddingsdiensten niet op de hoogte van het feit dat er nog een ander vliegtuig bij het ongeval betrokken was en dat deze tevens brandde. Wel werd snel hulp geboden door een omliggende brandweereenheid.

In verband met de omvang van het ongeval was besloten dat Spaanse, Nederlandse en Amerikaanse specialisten zouden samenwerken, teneinde de slachtoffers te identificeren. De samenwerking tussen de verschillende instanties liet te wensen over. De werkelijke identificatie van de lichamen heeft uiteindelijk in Nederland plaatsgevonden door een team van het korps rijkspolitie. Doordat de lichamen zeer verkoold waren, was snelle identificatie uitgesloten. De identificatie heeft dan ook veel tijd in beslag genomen, mede veroorzaakt door het grote aantal slachtoffers. Naar aanleiding van de Tenerife ramp is het Rampen Identificatie Team (RIT) opgericht. De Tenerife-ramp heeft een belangrijke rol gespeeld bij het leren van berging en identificatie na de ramp. De ervaringen hebben ervoor gezorgd dat het belang van het bundelen van kennis in de vorm van een RIT team ingezien werd<sup>36</sup>.

## Mt. Erebus

De bemanning heeft geen training gehad voor het overleven gedurende noodlanding op ijs of wateren in Antarctica. Daarnaast was er geen additionele overlevingsuitrusting aan boord van het vliegtuig. De sectie van de ICAO standaard uitgewerkt in Annex 6 van de conventie, vereisend behoorlijke overlevingsuitrusting op vluchten over gebieden waar SAR (Search en Rescue) extra moeilijk is, heeft meer aandacht gekregen na het ongeval. De aandacht voor survivability (overleefbaarheid) is toegenomen en vormt tegenwoordig dan ook een onderdeel binnen het vliegtuigongevallenonderzoek, vastgelegd in ICAO Annex 13.

---

<sup>36</sup> J. Reijnoudt, N. Sterk, Tragedie op Tenerife, Uitgeverij Kok, Kampen, 2002



Doordat het vliegtuig in Antarctica is neergestort, verliepen de bergingswerkzaamheden moeizaam. Een gebrek aan ervaring met berging onder deze omstandigheden speelde hierbij een grote rol. Pas 11 uur na het ongeval kon de rampplek bereikt worden. Het heeft veel moeite gekost de slachtoffers te bergen. Identificatie verliep eveneens moeizaam, uiteindelijk zijn 213 slachtoffers geïdentificeerd. Verder onderzoek heeft uitgewezen dat de mensen waarschijnlijk direct overleden en niet door een later ontstane brand. De ramp bij Mt. Erebus heeft vooral wat betreft berging en identificatie veel lering opgeleverd. Vooral gebitsidentificatie heeft een grote ontwikkeling doorgemaakt na de Mt. Erebus ramp. Hiertoe zijn verschillende methoden ontwikkeld en wordt gebruikt gemaakt van DNA<sup>37</sup>.

## Air Florida

Het vliegtuig is neergestort in een bevroren rivier. De reddingsdiensten waren niet getraind en uitgerust om in een dergelijke situatie te opereren. Doordat de overlevenden niet bereikt konden worden ontstond een wanhopige situatie. De mensen in het bevroren water verloren hun gevoel en langzamerhand hun bewustzijn. Met behulp van helikopters zijn de overlevenden uit het water gehaald. Dit verliep erg moeizaam aangezien de mensen veelal hun kracht waren verloren. Na de ramp is gebleken dat de waterreddingsuitrusting, die op Washington National Airport beschikbaar was, niet getest was op een rivier bedekt met ijs. De uitrusting bleek niet effectief te zijn. Naar aanleiding van de ramp zijn de volgende aanbevelingen gedaan door NTSB aan FAA.

- Lever essentiële uitrusting en meer training om de waterreddingsmogelijkheden bij Washington National Airport te verbeteren in alle weersomstandigheden en biedt noodzakelijke fondsen voor omliggende gebieden. Het district zal worden ingeschakeld om te ondersteunen in het geval van noodsituaties. (*Class II, Priority Action*) (A-82-87)
- Ondervraag alle gecertificeerde luchthavens die een nadering of start vliegpad over het water hebben over hun waterreddingsplannen, faciliteiten, uitrusting met betrekking tot de handleiding en formuleer aanbevelingen voor verbeteringen indien nodig voor luchtvaartautoriteiten. (*Class II, Priority Action*) (A-82-88)
- Vereis adequate waterreddingsmogelijkheden bij luchthavens die een nadering of landingspad over water hebben die in overeenstemming zijn met de verschillende weersomstandigheden die kunnen worden verwacht. (*Class II, Priority Action*) (A-83-89)

Net als het ongeval bij Mt. Erebus heeft dit ongeval een grote bijdrage geleverd wat betreft het bewustzijn binnen de luchtvaartwereld van het belang van goede reddingsmogelijkheden, aangepast aan de omgeving waarover het vliegtuig vliegt.

## JAL

Gezien de bergachtige omgeving waarin het vliegtuig is neergestort, kostte het reddingswerkers 14 uur voordat de rampplek kon worden bereikt. Mist tussen de bergen zorgde ervoor dat het gevaarlijk was om met helikopters te vliegen. Tijdens de bergingswerkzaamheden werden nog overlevenden tussen de wrakresten weggehaald. Het was een enorme operatie om meer dan 500 mensen te moeten bergen. Naar aanleiding van deze ramp is dan ook veel geleerd over reddingsmogelijkheden en berging. De nadruk is meer komen te liggen op het snel bereiken van de rampplek aangezien dat levens kan redden. Nieuwe technieken en apparatuur zorgen ervoor dat de reddingsoperatie sneller ingezet kunnen worden, ook in slecht begaanbare gebieden.

---

<sup>37</sup> [http://www.forensicdentistryonline.org/Forensic\\_pages\\_1/identguide.htm](http://www.forensicdentistryonline.org/Forensic_pages_1/identguide.htm), geraadpleegd op 15 augustus 2003

## Avianca

Cabinepersoneel en passagiers waren niet geïnformeerd over de noodlanding. Dit heeft bijgedragen aan de diversiteit in verwondingen. De zware en fatale verwondingen waren het gevolg van de enorme krachten gedurende het neerstorten. De evacuatie glijbanen waren niet bruikbaar doordat er een gebrek aan glijbanen en bijbehorende onderdelen was. Er waren geen schoudergordels en (oprolbare) veiligheidsgordels in de stoelen van de bemanning geïnstalleerd. Daarnaast was geen noodpadverlichting geïnstalleerd. Naar aanleiding van deze ramp zijn strengere eisen gesteld aan evacuatie uitrusting, gordels en noodpadverlichting om de gevolgen van een dergelijk ongeval zoveel mogelijk te beperken. Deze lering heeft binnen de luchtvaartwereld plaatsgevonden.

Doordat het vliegtuig niet vol zat hebben sommige passagiers een andere stoel bezet dan oorspronkelijk was toegewezen. Daarnaast is het vliegtuig met dusdanige kracht neergestort dat de passagiers uit de stoel zijn weggerukt. Hierdoor werd de identificatie bemoeilijkt.

## Faro

Net nadat het vliegtuig was neergestort had het brandweerpersoneel problemen om bij de rampplek te komen, doordat het terrein lastig begaanbaar was. Daarnaast waren er coördinatieproblemen met betrekking tot de uitvoering van het noodplan. Tevens was de medische uitrusting op sommige punten op Faro Airport onvoldoende.

Naar aanleiding van deze problemen tijdens de rampenbestrijding zijn de volgende aanbevelingen binnen de luchtvaartwereld gedaan:

- verbeteren van de toegang tot de landingsbaan voor de brandweer.
- creëren van een alternatieve toegang.
- verbeteren van drainage van het terrein rond de baan.
- aanpassen van het waterhervulstelsel voor de brandweerauto's.
- wijzigen van noodplan van nationale luchthavens volgens ICAO aanbevelingen.

Na de ramp speelden praktische problemen een rol als gevolg van de afstand tussen Nederland en Portugal, zoals wettelijke formaliteiten en procedures, taalproblemen, gebrekkige communicatie. De problematiek rond de schadevergoedingen was groot. Betrokkenen moesten lang wachten op uitbetaling. Daarnaast werden betrokkenen veelal niet als individuen behandeld. Weinig aandacht is besteed aan letselschade begeleiding. De nadruk lag op de letselschaderegeling, waardoor er hoge verwachtingen gewekt werden wat betreft de schadevergoeding, terwijl de begeleiding minder aandacht kreeg. Na de ramp is onvoldoende gevraagd naar de ervaringen van de betrokkenen. Veel slachtoffers voelden zich niet serieus genomen door autoriteiten en instanties die nazorg verrichten. Ook over de medische begeleiding zijn slachtoffers niet te spreken<sup>38</sup>.

Naar aanleiding van de Faro ramp is geleerd dat tijdens de ramp goede toegankelijkheid van de rampplek en een goed noodplan van groot belang zijn. Tevens is geleerd dat na de ramp zorg voor nabestaanden een belangrijk aandachtspunt is. Naar aanleiding van de Faro ramp is veel geleerd wat betreft de zorg voor nabestaanden, individuele zorg en goede informatievoorziening.

---

<sup>38</sup> C. ten Hove, Faro de ramp na de ramp, Van slachtoffer naar probleem, Reed Business Information, Den Haag, 2002

## ValuJet

ValuJet heeft op een andere manier dan de meeste ongevallen maatschappelijke lering met zich meegebracht. Er is namelijk niet geleerd ten aanzien van de tweede dimensie van rampen, maar ten aanzien van het vertrouwen in de luchtvaart. De ramp met ValuJet heeft een dusdanige indruk gemaakt op de maatschappij, dat na een grondige reorganisatie mensen nog steeds niet met ValuJet wilden vliegen. Dit kan worden verklaard door de minimale aandacht die ValuJet samen met de onderhoudsmaatschappijen aan veiligheid heeft besteed. Hiervan is geleerd dat het voor een commerciële organisatie van belang is om een minimum veiligheidsniveau te hanteren, omdat mensen anders voor andere maatschappijen zullen kiezen. ValuJet is uiteindelijk samengegaan met AirTran Airways, onder de naam van laatstgenoemde.

Uitgezonderd de extreme gevallen zoals ValuJet hebben luchtvaartongevallen geen negatieve invloed op het vertrouwen in de luchtvaart. Na de aanslagen op 11 september 2001 is het vertrouwen in de luchtvaart echter wel substantieel gedaald. Veel mensen hebben gedurende een lange periode de luchtvaart gemeden. Hieruit blijkt dat terrorisme een grotere invloed heeft op het vertrouwen in de luchtvaart dan andere ongevallen. De angst voor terroristische aanslagen is dan ook een nieuw aandachtspunt binnen de luchtvaart.

## Swissair

Als gevolg van de enorme kracht waarmee het vliegtuig is neergestort, is het vliegtuig gefragmenteerd. In de dagen na het ongeval werd duidelijk dat de mensen pas geborgen konden worden op het moment dat het wrak was geborgen. De identificatie van de passagiers en de bemanning is uitgevoerd door een team bestaande uit medische specialisten uit de omgeving van Nova Scotia en Ontario en anderen uit de lokale medische gemeenschap. Één passagier is op zicht geïdentificeerd. De overige 214 passagiers en 14 bemanningsleden zijn geïdentificeerd op basis van een combinatie van gebitsgegevens vergelijking, vingerafdruk vergelijking, forensische radiografie en DNA protocollen. Alle 229 betrokkenen zijn in december 1998 geïdentificeerd.

Slechts enkele uren na de crash gebruikte de luchtvaartmaatschappij zijn website om de informatienummers voor nabestaanden wereldkundig te maken en een condoleanceregister te openen. Deze site is vervolgens bijgehouden en aangevuld met nieuwe informatie zoals een transcriptie van het radioverkeer van vlucht SR111 met de verkeersleiding en nieuws over de voortgang van het onderzoek naar de oorzaak van het ongeval<sup>39</sup>.

De Zwitserse luchtvaartmaatschappij Swissair heeft de nabestaanden van de 229 slachtoffers een tegemoetkoming van 273.000 gulden per familie geboden. De families en hun advocaten bestreden de daaraan gekoppelde ondertekening van een overeenkomst, waarmee het eisen van smartengeld bij Amerikaanse rechtbanken zou worden verhinderd. Amerikaanse rechtbanken wijzen immers bij dergelijke claims al snel miljoenen dollars toe. Maar Swissair benadrukte dat "het toegezegde bedrag van geen enkele invloed is op de uiteindelijke, juridische regelingen." Op het moment zijn er zeventien klachten ingediend tegen Swissair<sup>40</sup>.

Naar aanleiding van de Swissair ramp is naast lering op het gebied van berging en identificatie vooral geleerd ten aanzien van de zorg voor nabestaanden, mede door veel aandacht te besteden aan informatievoorziening en de belangen van de nabestaanden.

<sup>39</sup> <http://home.planet.nl/~hwzegers/ww-digikrab.htm>, geraadpleegd op 15 augustus 2003

<sup>40</sup> <http://oud.refdag.nl/bui/990807bui04.html>, geraadpleegd op 15 augustus 2003

## 8.2 *Overzicht maatschappelijke lering*

Ten aanzien van maatschappelijke lering dient onderscheid te worden gemaakt tussen lering met betrekking tot de tweede dimensie van rampen en lering met betrekking tot het vertrouwen in de luchtvaart, beide het gevolg van input vanuit de maatschappij. Ten aanzien van de tweede dimensie van rampen wordt onderscheid gemaakt tussen de volgende fasen. De eerste fase heeft betrekking op letselpreventie. Juiste uitrusting kan de kans op letsel verkleinen. De tweede fase is de rampenbestrijding, waarin getracht wordt de ramp zoveel mogelijk te beperken. Wanneer er geen overlevenden meer zijn, starten de bergingswerkzaamheden. Wanneer de lichamen geborgen zijn volgt de derde fase, namelijk identificatie. Hierna begint de vierde en laatste fase, de zorg voor nabestaanden. Schadevergoedingen, informatievoorziening en (medische) begeleiding spelen hierbij een rol.

### **Letselpreventie**

In het verleden is relatief weinig aandacht besteed aan letselpreventie, omdat een vliegtuigongeval meestal fataal afliep. Gebleken is echter dat er situaties zijn, zoals met Avianca, waarin het zeer nuttig zou zijn geweest als meer aandacht zou zijn besteed aan letselpreventie. De aandacht voor het ontwerpen van gordels en stoelen om de kans op letsel te beperken is dan ook toegenomen. Survivability vormt een vast onderdeel van ICAO Annex 13 en dus een verplicht onderdeel in het luchtvaartveiligheidsonderzoek na een ongeval. Daarbij moet wel in ogenschouw genomen worden dat er een zekere acceptatiegrens is bij de passagiers. Het feit dat het veel veiliger zou zijn om de passagiersstoel met de rug in de vliegrichting te plaatsen, zoals in de moderne vliegtuigen de attendantstoelen zijn gemonteerd, is niet voldoende om daar uitvoering aan te geven omdat de passagier dat niet comfortabel genoeg vindt. Aangezien letselpreventie al lange tijd een belangrijke rol binnen het wegverkeer speelt, zou gekeken kunnen worden welke ontwikkelingen daar hebben plaatsgevonden. Hierbij dient wel opgemerkt te worden dat de krachten die bij vliegtuigongevallen spelen veelal groter zijn dan bij een auto-ongeluk.

### **Rampenbestrijding**

Vooraf problemen ten aanzien van planning en voorbereiding spelen een belangrijke rol, zoals te late, inadequate of ongeorganiseerde hulpverlening. Doordat luchtvaartongevallen weinig voorkomen is de ervaring beperkt en dient de lering getrokken uit ongevallen zo goed mogelijk benut te worden<sup>41</sup>. Bij de ongevallen kwam vooral naar voren dat de rampenbestrijding niet goed voorbereid was op het verrichten van hulpverlening.

In Amerika is een federatie van rampengroepen ontstaan naar aanleiding van de ontwikkeling van de slachtofferbeweging in de luchtvaart. Uiteindelijk leidde dit er toe dat de NTSB in haar wettelijke taak ook de slachtofferzorg moest opnemen. In Nederland neemt de aandacht voor belang van goed georganiseerde en gecoördineerde rampenbestrijding ook toe. Verschillende knelpunten hebben de aanleiding gevormd voor het huidige conceptwetsvoorstel wet kwaliteitsrampenbestrijding. Onvoldoende samenhang in het handelen van de betrokken disciplines, zowel in de voorbereiding op de rampenbestrijding als bij daadwerkelijke optreden vormt een belangrijk knelpunt. Interdisciplinaire afstemming komt vaak te laat tot stand. Het voorstel is dan ook een wet rampenbestrijding ter bevordering van de kwaliteit van rampenbestrijding. De voorstellen komen erop neer dat een aantal planfiguren (integraal beheersplan, organisatieplan) wettelijk worden voorgeschreven en dat toezicht door provincies en Rijksoverheid aangescherpt wordt<sup>42</sup>.

<sup>41</sup> M.J. van Duin, Van rampen leren, Haagse Drukkerij en Uitgeversmaatschappij, Den Haag, 1992

<sup>42</sup> <http://www.nvbr.nl/cms/show/id=432977>, geraadpleegd op 15 augustus 2003

### Identificatie

Bij sommige vliegcrampen, zoals Tenerife en Faro, vond bij meer dan 80 procent van de slachtoffers identificatie plaats op basis van hoofdzakelijk tandheelkundige gegevens<sup>43</sup>. In Nederland hebben zes tandartsen zich gespecialiseerd op het terrein van de forensische odontologie (gerechtelijke tandheelkunde). De tandartsen zijn beëdigd door het gerechtshof en op afroep van het Rampen Identificatie Team (RIT) beschikbaar. De capaciteit van dit team is berekend op een ramp met maximaal 500 slachtoffers. De mensen van het RIT richten zich op alles wat de identiteit van het slachtoffer kan weergeven. Gezocht wordt naar bijzonderheden op lichamen, zoals tatoeages of littekens. Indien mogelijk worden vingerafdrukken genomen. Het gebit wordt onderzocht en er worden röntgenfoto's gemaakt, die vergeleken worden met medische- en tandartsdossiers. Indien dat nog geen uitsluitsel over de identiteit geeft, kan tevens DNA-onderzoek worden gedaan. De mensen van het Nederlandse Rampen Identificatie Team hebben een respectabele staat van dienst opgebouwd. Bij de ramp in Faro en de Bijlmerramp werden uiteindelijk bijna alle slachtoffers geïdentificeerd<sup>44</sup>.

### Zorg voor nabestaanden

Van de Faro ramp en de Swissair ramp is geleerd dat goede zorg voor nabestaanden van groot belang is. Wanneer onvoldoende aandacht voor nabestaanden bestaat heeft dit veelal maatschappelijke onrust tot gevolg. Wanneer nabestaanden niet het gevoel hebben als individu te worden behandeld en onvoldoende informatie krijgen, wordt veelal de media opgezocht om vorm te geven aan deze onrust. Het organiseren van opvang, professionele hulp, medische begeleiding, informatievoorziening, financiële compensatie en herdenkingen spelen hierbij een belangrijke rol.

### Vertrouwen in luchtvaart

Naar aanleiding van de ValuJet ramp is het vertrouwen in deze luchtvaartmaatschappij dusdanig beschadigd dat bijna niemand meer met ValuJet wilde vliegen. Hiervan is geleerd dat het voor een commerciële organisatie van belang is dat een minimum veiligheidsniveau wordt gehanteerd, omdat mensen anders voor andere luchtvaartmaatschappijen zullen kiezen. Uitgezonderd extreme gevallen zoals ValuJet hebben luchtvaartongevallen geen negatieve invloed op het vertrouwen in de luchtvaart. Na 11 september 2001 is gebleken dat terroristische aanslagen een enorme bedreiging vormen voor het vertrouwen in de luchtvaart. De angst voor terroristische aanslagen vormt dan ook een belangrijk nieuw aandachtspunt.

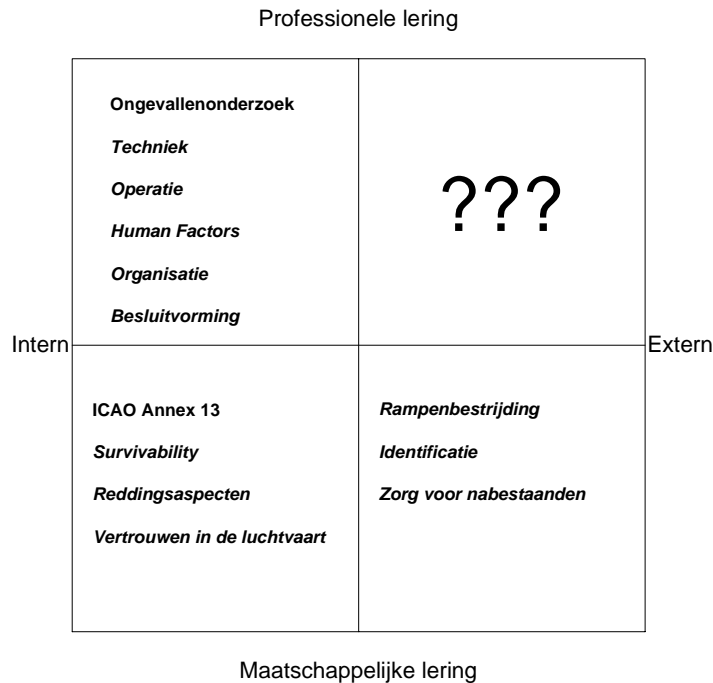
---

<sup>43</sup> Algemeen Dagblad, 14-9-2001

<sup>44</sup> Volkskrant, 19-5-2000

### 8.3 Waar vindt welke soort lering plaats?

In deze paragraaf zal voor zowel de professionele als maatschappelijke lering die heeft plaatsgevonden worden aangegeven of die lering intern binnen de luchtvaart wereld of extern heeft plaatsgevonden. In figuur 8.2 is het overzicht weergegeven.



Figuur 8.2 Indeling voor lering

#### *Intern / professionele lering*

Intern binnen de luchtvaartwereld heeft zeer veel professionele lering plaatsgevonden naar aanleiding van ongevallenonderzoek zoals weergegeven in hoofdstuk 7. Hierbij heeft onder andere lering ten aanzien van techniek, operatie, Human Factors, organisatie en besluitvorming plaatsgevonden.

#### *Intern / maatschappelijke lering*

Binnen de luchtvaartwereld vindt ook maatschappelijke lering plaats. ICAO Annex 13 neemt hierbij een centrale rol in. De internationale civiele luchtvaartorganisatie ICAO past naar aanleiding van vliegtuigongevallen en incidenten Annex 13 aan, waarin internationale standaarden en aanbevolen toepassingen zijn opgenomen. Annex 13 wordt zowel naar aanleiding van lering wat betreft aspecten voor het ongeval (bijvoorbeeld techniek, Human Factors) als ten aanzien van aspecten tijdens en na het ongeval zoals survivability en reddingsaspecten aangepast. Wijzigingen vanuit ICAO wat betreft Annex 13 nemen veel tijd in beslag. IFALPA (International Federation of Air Line Pilots Association) richt zich geheel op de vliegveiligheid en de effectiviteit van veiligheidsonderzoek. IFALPA heeft mogelijkheden om sneller wijzigingen te formuleren naar aanleiding van luchtvaartongevallen. Deze wijzigingen vormen onderdeel van een toetsingskader voor Annex 13 waarmee IFALPA probeert ICAO te stimuleren om sneller aanpassingen door te voeren in Annex 13.

Een andere vorm van maatschappelijke lering die heeft plaatsgevonden, vormt de lering over het vertrouwen in de luchtvaart. Van het ongeval met ValuJet is geleerd dat het voor een commerciële organisatie van belang is dat een minimum veiligheidsniveau wordt gehanteerd, omdat mensen anders voor andere luchtvaartmaatschappijen zullen kiezen.

***Extern / maatschappelijke lering***

Veel maatschappelijke lering heeft extern plaatsgevonden, ofwel buiten de luchtvaartwereld. Hierbij is geleerd ten aanzien van rampenbestrijding, identificatie, zorg voor nabestaanden en ten aanzien van het vertrouwen in de luchtvaart. De lering over rampenbestrijding heeft hoofdzakelijk bij organisaties die belast zijn met de rampenbestrijding plaatsgevonden en bij de regelgevende instanties die de rampenbestrijding moeten sturen. Ten aanzien van de identificatie heeft bijvoorbeeld het Rampen Identificatie Team, voorheen een team van het korps rijkspolitie, veel geleerd. Ten aanzien van identificatie is ook geleerd binnen de medische wereld. In Nederland hebben zes tandartsen zich gespecialiseerd op het terrein van de forensische odontologie (gerechtelijke tandheelkunde). Wat betreft de zorg voor nabestaanden is geleerd door onder andere hulpverleningsdiensten en verantwoordelijke overheidsinstanties.

***Externe / professionele lering***

De vraagtekens geven aan dat er nog niet of nauwelijks externe professionele lering heeft plaatsgevonden. De buitenwereld heeft weinig inzicht in de positieve ontwikkelingen die de luchtvaartveiligheid in de loop der tijd heeft doorgemaakt. Tevens heeft de maatschappij nauwelijks inzicht in de complexiteit van het luchtvaartsysteem en daaraan gerelateerde luchtvaartongevallen. De media speelt hierbij een grote rol. Luchtvaartrampen zorgen voor veel maatschappelijke onrust. De media voedt deze onrust door in te spelen op de gevoelens die bij de burgers leven. Veelal wordt direct op zoek gegaan naar schuldige, waarmee geen recht wordt gedaan aan de complexiteit van een luchtvaartongeval. De aandacht van de media is alleen direct na het ongeval groot, terwijl het ongevalonderzoek soms jaren in beslag neemt. Hierdoor krijgt de samenleving geen inzicht in de ware toedracht van het ongeval en de vervolgacties die worden ondernomen om de veiligheid te vergroten.

## 9 Conclusies en aanbevelingen

In dit hoofdstuk worden zowel de conclusies als aanbevelingen voor toekomst onderzoek weergegeven. In §9.1 worden allereerst de conclusies ten aanzien van professionele en maatschappelijke lering uitgewerkt. De geselecteerde ongevallen hebben verspreid over de hele wereld plaatsgevonden. Hetzelfde geldt voor de doorgevoerde lering, die heeft ook verspreid over de hele wereld plaatsgevonden. In de paragrafen §9.2 en §9.3 zal niet meer op mondiaal niveau gekeken worden, maar op nationaal niveau. In §9.2 wordt gekeken welke ontwikkelingen op dit moment in Nederland spelen wat betreft luchtvaartveiligheidsonderzoek. Op basis van de 'mondiale' lering naar aanleiding van 'geschiedschrijvende' ongevallen en de huidige ontwikkelingen op nationaal niveau worden in §9.3 aanbevelingen voor toekomstig onderzoek in Nederland gedaan.

### 9.1 *Conclusies ten aanzien van lering*

In deze paragraaf worden de conclusies ten aanzien van lering puntsgewijs weergegeven. Hierbij wordt onderscheid gemaakt tussen professionele en maatschappelijke lering.

#### *Professionele lering*

- Wat betreft de techniek heeft een verschuiving plaatsgevonden van lering vooral gericht op (conceptuele) ontwerpaspecten, zoals bij de Comet, naar lering ten aanzien van functies, specificatie en gebruik, zoals bij Swissair.
- Uitgezonderd het ongeval met Havilland Comet zijn alle luchtvaartongevallen het gevolg van een complexe samenstelling van oorzaken. Vooral Human Factors en Crew Resource Management nemen hierbij een centrale positie in. Deze vele oorzaken, elk noodzakelijk en alleen gezamenlijk afdoende, zijn nodig om een complex systeem te laten falen. De oorzaken kunnen gerelateerd zijn aan ontwerp, technologie, operatie, procedures, onderhoud, verkeersleiding en omgeving.
- Communicatie met de luchtverkeersleiding heeft bij meerdere ongevallen een rol gespeeld. Standaardisatie van terminologie en duidelijke afspraken zijn belangrijke ontwikkelingen die hebben plaatsgevonden. Tevens is geleerd wat betreft de afhandeling van verkeersstromen door nieuwe procedures in te voeren.
- Het leren van oorzaken hoger in de hiërarchie van organisaties neemt toe. Naar aanleiding van Tenerife en Swissair zijn wijzigingen in de organisatie doorgevoerd. Dit neemt niet weg dat organisaties huiverig zijn fouten toe te geven in verband met de schuld kwestie. Het feit dat openheid van management een positieve invloed kan hebben op de organisatie staat nog in de kinderschoenen.
- Veelal vindt los van ongevallenonderzoeken ingesteld door de Raad en aanbevelingen uitgebracht door regelgevende instanties lering binnen de luchtvaartwereld zelf plaats naar aanleiding van ongevallen. De ontwikkelingen binnen de luchtvaartwereld gaan veelal sneller, waardoor aanbevelingen niet goed aansluiten op de mogelijkheden van de luchtvaartwereld.
- De doorgevoerde lering is beperkt vastgelegd. De ontwikkelingen naar aanleiding van ongevallen zijn veelal wel algemeen bekend, maar wat daadwerkelijk geleerd is van luchtvaartongevallen is lastig te achterhalen. De laatste ongevallen laten ten aanzien van het in kaart brengen van doorgevoerde lering een positieve ontwikkeling zien.



- In de loop der tijd heeft één op één lering plaatsgemaakt voor flexibelere vormen van lering. Doordat steeds meer oorzaken een rol zijn gaan spelen bij luchtvaartongevallen zijn er ook meer mogelijkheden ontstaan om te sturen. Tegenwoordig wordt meer ruimte geboden om andersoortige oplossingen te kiezen, zolang een bepaald veiligheidsniveau behaald wordt.
- Wat betreft het leren in loops heeft een verschuiving plaatsgevonden van vooral lering in loop 1 over factoren naar meer lering in loop 2 wat betreft oorzaken dieper gelegen in de organisatie. Lering in loop 3 ten aanzien van de cultuur van de organisatie en wet- en regelgeving begint een steeds grotere rol te spelen.

#### *Maatschappelijke lering*

- Een lange periode is een scherpe scheiding aangehouden tussen oorzaken voor het ongeval en de aspecten die spelen tijdens en na het ongeval. Nieuwe inzichten geven aan dat aspecten tijdens en na het ongeval de omvang van de ramp sterk kunnen beïnvloeden en om die reden zelfs als één van de oorzaken kunnen worden gezien.
- Het bewustzijn van het belang van letselpreventie is na de ongevallen toegenomen en vormt dan ook een onderdeel van ICAO Annex 13. Op het gebied van letselpreventie kunnen nog vele ontwikkelingen plaatsvinden, waarbij wel rekening gehouden dient te worden met de acceptatiegrens van passagiers. Hierbij kan bijvoorbeeld worden gekeken naar de ontwikkelingen die ten aanzien van letselpreventie in het wegverkeer hebben plaatsgevonden.
- Coördinatie van rampenbestrijding blijft een knelpunt. Doordat luchtvaartongevallen weinig voorkomen is de ervaring beperkt en dient de lering getrokken uit ongevallen zo goed mogelijk benut te worden<sup>45</sup>. Onvoldoende samenhang in het handelen van de betrokken disciplines, zowel in de voorbereiding op de rampenbestrijding als bij het daadwerkelijke optreden vormt een belangrijk knelpunt. Interdisciplinaire afstemming komt vaak in een te late fase tot stand. Het voorstel is dan ook een wet rampenbestrijding ter bevordering van de kwaliteit van rampenbestrijding.
- Naar aanleiding van de Tenerife ramp is het Rampen Identificatie Team (RIT) opgericht. De mensen van het RIT hebben een respectabele staat van dienst opgebouwd. Bij de ramp in Faro en de Bijlmerramp werden uiteindelijk bijna alle slachtoffers geïdentificeerd<sup>46</sup>. Bij sommige vliegcrashes, zoals Tenerife en Faro, vond bij meer dan 80 procent van de slachtoffers identificatie plaats op basis van hoofdzakelijk tandheelkundige gegevens<sup>47</sup>. In Nederland hebben zes tandartsen zich gespecialiseerd op het terrein van de forensische odontologie (gerechtelijke tandheelkunde).
- De zorg voor nabestaanden is sterk toegenomen naar aanleiding van Faro en Swissair. Aandacht voor het individu, informatievoorziening, financiële compensatie en herdenkingen spelen hierbij een belangrijke rol.
- Ten aanzien van het vertrouwen in de luchtvaart is geleerd dat het voor een commerciële organisatie van belang is dat een minimum veiligheidsniveau wordt gehanteerd, omdat mensen anders voor andere luchtvaartmaatschappijen zullen kiezen en de luchtvaartmaatschappij zijn bestaansrecht zal verliezen.

<sup>45</sup> M.J. van Duin, Van rampen leren, Haagse Drukkerij en Uitgeversmaatschappij, Den Haag, 1992

<sup>46</sup> Volkskrant, 19-2000

<sup>47</sup> Algemeen Dagblad 14-9-2001

## 9.2 Huidige ontwikkelingen

In de voorgaande hoofdstukken is de lering naar aanleiding van 'geschiedschrijvende' ongevallen zo goed mogelijk in kaart gebracht. De belangrijkste conclusies ten aanzien van professionele en maatschappelijke lering, die verspreid over de hele wereld hebben plaatsgevonden, zijn in de voorgaande paragraaf weergegeven. In de volgende twee paragrafen zal niet meer op mondiaal niveau gekeken worden, maar op nationaal niveau. In deze paragraaf zal allereerst in kaart worden gebracht welke huidige ontwikkelingen ten aanzien van luchtvaartveiligheidsonderzoek binnen Nederland spelen.

### Onderzoeksraad Voor de Veiligheid

In de loop der tijd is in Nederland steeds meer aandacht gekomen voor het belang van onafhankelijk onderzoek. Tijdens de parlementaire enquête naar aanleiding van de Bijlmerramp kwam naar voren dat het onderzoek naar aanleiding van de Bijlmerramp niet onafhankelijk genoemd kon worden, aangezien het onderzoek is uitgeleid door de RLD (Rijks Luchtvaart Dienst). Onder andere naar aanleiding van de Bijlmerramp is verder gewerkt aan de vormgeving van onafhankelijk onderzoek. Hiertoe is een wetsvoorstel ingediend dat heeft geleid tot de oprichting van de Raad voor de Transportveiligheid in 1999. Hierbinnen zijn vier kamers benoemd, namelijk luchtvaart, scheepsvaart, railverkeer en wegtransport.

Als vervolgstap zal medio 2004 bij wet de Onderzoeksraad Voor de Veiligheid worden ingesteld. De Rijkswet Onderzoeksraad Voor de Veiligheid (ROVV) maakt het mogelijk dat onafhankelijk onderzoek breder toegepast kan worden. Overeenkomsten ten aanzien van organisatie en werkwijze hebben de aanzet gegeven om de diverse sectoren toe te voegen aan de Raad. De Onderzoeksraad Voor de Veiligheid krijgt bevoegdheden in transport, defensie, natuurrampen, milieu en gezondheid en overige sectoren waarin explosies, grote branden en instortingen kunnen plaatsvinden<sup>48</sup>. Binnen de nieuwe Onderzoeksraad worden geen kamers meer ingesteld, maar zullen per ongeval projectteams benoemd worden. Het achterliggende idee van de Onderzoeksraad is naast onafhankelijkheid het profiteren van elkaars kennis en expertise om slagvaardiger te kunnen functioneren<sup>49</sup>.

Ten aanzien van de onafhankelijkheid van de Onderzoeksraad Voor de Veiligheid spelen op dit moment twee aandachtspunten. Ten eerste hebben de ministeries van Justitie, van Defensie en van Binnenlandse Zaken en koninkrijksrelaties de wettelijke bevoegdheid gekregen om in onderzoeken van de Raad te kunnen interveniëren. De heer Van Vollenhoven, voorzitter van de RvTV, stelde in een brief aan de Tweede kamer: "Het onafhankelijk onderzoek is gebaat bij de woorden 'transparantie' en 'integriteit' en niet bij onderhandelingen over wat wel of niet in de rapporten mag worden opgenomen". Ten tweede heeft het ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties besloten om de Onderzoeksraad geen rechtspersoonlijkheid toe te kennen. De heer van Vollenhoven stelde in deze brief aan de Kamer: "Zonder rechtspersoonlijkheid zullen de banden met het ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties nog verder moeten worden geïntensiveerd. Bij het geven van inhoud aan het woord onafhankelijkheid dient het uitgangspunt te zijn dat er geen afhankelijke relatie bestaat tussen de Raad en de uitvoerende macht"<sup>50</sup>.

<sup>48</sup> Dr. Ir. J.A. Stoop, Arbeids- en milieuveiligheid, ongevallenanalyse 2, methoden & technieken, Kluwer, 2003

<sup>49</sup> <http://www.rvtv.nl/organisatie/doelstelling/index.html>, 27 augustus 2003

<sup>50</sup> Mr. P. van Vollenhoven, brief verzonden aan de Voorzitter en Leden van de Tweede Kamer der Staten-Generaal over nieuwe Onderzoeksraad voor Veiligheid, RvTV, 5 juni 2003

### 'Safety deficiency and system change'

Als gevolg van de ontwikkelingen ten aanzien van onafhankelijk onderzoek en loskoppeling van juridisch onderzoek is er een nieuwe ontwikkeling gaande wat betreft veiligheidsdenken. Hieraan gekoppeld is een nieuwe denkwijze ontstaan, namelijk 'Safety deficiency and system change'. Deze ontwerpschool staat nog in de beginfase van de ontwikkeling. De nieuwe vraag die gesteld wordt is hoe een neutrale en objectieve analyse kan worden bewerkstelligd als basis voor veiligheidsverbeteringen. Het onderzoek richt zich niet meer op afwijkingen van het normale proces, maar op systeemtekorten. Het benadrukt de behoefte aan duurzame veiligheidsveranderingen in het systeem op basis van tijdige, haalbare en betaalbare aanbevelingen, boven het doen van aanbevelingen zonder dat de effecten daarvan gecontroleerd worden (Rasmussen en Svedung 2000)<sup>51</sup>.

Voor het in kaart brengen van tekortkomingen is het van belang dat alle veiligheidskritische aspecten worden meegenomen. Het meenemen van hogere systeemniveau's van organisatie en regelgeving en een integrale benadering, waarbij alle gebeurtenissen voor, tijdens en na de ramp worden meegenomen, spelen hierbij een sleutelrol. Bij het in kaart brengen van de lering naar aanleiding van 'geschiedschrijvende' ongevallen is naar voren gekomen dat er steeds meer aandacht wordt besteed aan hogere systeemniveau's en een integrale benadering. Op deze manier ontstaan meer mogelijkheden om systeemtekorten in kaart te brengen en op grond daarvan diverse en duurzame veiligheidsveranderingen in het systeem te bewerkstelligen.

### Scheiding veiligheidsonderzoek en juridisch onderzoek

De laatste tijd speelt de vraag wat prioriteit verdient, veiligheidsonderzoek of juridisch onderzoek met betrekking tot aansprakelijkheid van personen, aangezien beide vormen van onderzoek elkaar verstoren. Dit is bijvoorbeeld gebeurd na de ramp met de Concorde in Parijs in 2000, waarbij politieonderzoek dusdanige schade heeft aangericht op de rampplek dat de mogelijkheden voor het veiligheidsonderzoek afnamen<sup>52</sup>. Bij de afweging dient de vraag gesteld te worden, wat voor de toekomst belangrijker is, het zoeken naar een schuldige of het leren, teneinde soortgelijke ongevallen in de toekomst te voorkomen. Los van prioritering van onderzoek staat, dat als strafbare feiten worden vermoed tijdens veiligheidsonderzoek, aangewezen instanties moeten worden ingeschakeld. De aanslag op PanAm bij Lockerbee in 1998 vormt een goed voorbeeld. Naar aanleiding van vermoedens van strafbare feiten is voorrang gegeven aan juridisch onderzoek.

Met de komst van de nieuwe ROVV speelt wederom de discussie over het gebruik van de openbare veiligheidsrapporten in juridische procedures. De heer van Vollenhoven geeft aan in zijn brief: "Uit studies en internationale ervaringen is gebleken dat er geen sprake kan zijn van een absolute scheiding tussen het oorzakenonderzoek en het schuldonderzoek; niet kan worden voorkomen dat de informatie van de onderzoeksrapporten – die openbaar zijn – worden gebruikt als 'sturingsinformatie' om een rechtsgeding aan te vangen"<sup>50</sup>. De heer van Vollenhoven geeft tevens aan dat het bovenstaande niet wil zeggen dat niet getracht kan worden om de scheiding in een openbare regeling zo goed mogelijk vast te leggen. Op dit moment is het zo dat de informatie die is verzameld ten bate van de openbare veiligheidsrapporten beschermd is. Dit houdt in dat voor een juridisch of ander nieuw onderzoek nieuwe informatie verzameld moet worden met een nieuw doel, waarvoor ook nieuwe regels en procedures gelden<sup>50</sup>. De informatie, die is verzameld ten bate van de bovengenoemde rapporten is weliswaar beschermd, maar de eindrapporten zelf niet.

<sup>51</sup> Dr. Ir. J.A. Stoop, Transport Safety Organisation in Public and Private Sectors, ETSC, Brussel 2003

<sup>52</sup> L. Fenwick, IFALPA Accident Analysis (AA) Committee Tokyo, Japan, AA/1/2003, US ALPA, 27 mei 2003

### 9.3 Aanbevelingen voor de toekomst

In deze paragraaf zullen aanbevelingen worden gedaan voor toekomstig luchtvaartveiligheidsonderzoek binnen Nederland, op basis van de over de wereld verspreide lering uit 'geschiedschrijvende' ongevallen en de huidige ontwikkelingen binnen Nederland.

#### Gesloten onderzoeksloop

Om zoveel mogelijk lering tussen en binnen de sectoren mogelijk te maken is hieronder een gesloten onderzoeksloop uitgewerkt. Als basis is het proces van ongevallenonderzoek gebruikt, zoals weergegeven in §2.7<sup>53</sup>. Deze aangepaste onderzoeksloop biedt aanknopingspunten om in de toekomst beter tussen en binnen de sectoren te kunnen leren.

1. Door de Raad voor de Transportveiligheid wordt een projectteam samengesteld dat het onderzoek naar het ongeval zal uitvoeren. Hierin zitten zowel experts uit de sector waarin het ongeval zich heeft voorgedaan als experts uit andere sectoren.
2. Het onderzoek ingesteld door de Raad voor de Transportveiligheid begint met het onderzoek op de rampplek en het verzamelen van feiten.
3. Vervolgens wordt de toedracht in kaart gebracht. Hiertoe worden uit verschillende disciplines diverse methoden en technieken gebruikt, zoals technische wetenschappen, gedrags- en sociale wetenschappen, medische wetenschappen en bestuurlijke wetenschappen. Voordat de methoden en technieken worden vastgesteld, wordt eerst gekeken naar eerdere ongevallen in de luchtvaartsector of in andere sectoren om te voorkomen dat twee keer hetzelfde wordt onderzocht. Hierbij wordt de expertise van de projectleden uit verschillende sectoren ingezet. Daarnaast wordt onderzoek pas ingesteld als redelijkerwijs verwacht mag worden dat het onderzoek nieuwe informatie oplevert. Er wordt dan ook niet per definitie bijvoorbeeld een zeer kostbare reconstructie uitgevoerd, maar alleen wanneer verwacht wordt dat op die manier nieuwe feiten aan het licht zullen komen.
4. Daarna worden systematische tekortkomingen vastgesteld. Betrokken partijen, zoals luchtvaartmaatschappij, luchtverkeersleiding onderhoudsorganisatie en vliegtuigbouwer worden, indien relevant, bij het onderzoek betrokken om draagvlak onder de relevante partijen te creëren, de aanbevelingen zo goed mogelijk op de praktijk te laten aansluiten en expertise mee te kunnen nemen. Hierdoor wordt voorkomen dat aanbevelingen niet aansluiten op de ontwikkelingen in de praktijk, aangezien in deze stap de praktijk al wordt meegenomen.
5. Op basis van tekortkomingen worden aanbevelingen voor de betrokken partijen opgesteld. De aanbevelingen kunnen gericht worden op technische-ontwerpkundige en operationele aspecten (technische ontwerp en de operatie), op sociaal-wetenschappelijke aspecten (organisatie) en op juridisch-bestuurskundige aspecten (maatschappelijk en bestuurlijk met juridische randvoorwaarden om blijvende verbeteringen te realiseren). Het is van belang dat de aanbevelingen zich richten op factoren die sturingsmogelijkheden bieden en het mogelijk maken dat op redelijke termijn de systeemtekorten door betrokken partijen worden ingevuld.
6. Na het uitzetten van de aanbevelingen dient de doorgevoerde lering teruggekoppeld te worden. Bij het uitzetten van de aanbevelingen dient duidelijk te zijn wat verwacht wordt van wie en op welke termijn terugkoppeling dient plaats te vinden. Op basis van de teruggekoppelde lering dient gekeken te worden hoe in het vervolg de aanbevelingen beter vorm gegeven kunnen worden<sup>48</sup>.

---

<sup>53</sup> Kahan & Van Dorp & Frinking & Stoop & Van der Horst, 'Modellen voor een TOR', in opdracht van project Transportongevallenraad. RAND Europe, Delft. RE-97.05, MR-882-RE/VW, 1997

### Leren tussen sectoren

De Onderzoeksraad Voor de Veiligheid krijgt bevoegdheden in transport, defensie, natuurrampen, milieu en gezondheid en overige sectoren waarin explosies, grote branden en instortingen kunnen plaatsvinden<sup>48</sup>. Door het diverse aantal sectoren dat door de Onderzoeksraad wordt vertegenwoordigd nemen de mogelijkheden voor sectoren om van elkaar te leren toe. Voor het leren tussen de sectoren zitten vooral de mogelijkheden besloten in stap 1 tot en met 3 van de gesloten onderzoeksloop.

Doordat in stap 1 niet alleen experts uit de sector waarin het ongeval heeft plaatsgevonden, maar ook experts uit de andere sectoren worden opgenomen in het projectteam, wordt de basis gelegd voor uitwisseling van kennis en ervaring tussen de diverse sectoren binnen stap 2 en stap 3. Vooral in stap 3 kan de diversiteit van sectoren in het projectteam een bijdrage leveren aan het leren tussen sectoren. Alvorens een onderzoek wordt ingesteld, kan eerst worden gekeken of een soortgelijke situatie zich niet al in een andere sector heeft voorgedaan. Hierbij dient kritisch gekeken te worden of de soortgelijke situatie daadwerkelijk voldoet. Hierdoor kunnen mogelijk kostbare onderzoeken worden uitgespaard.

De luchtvaart biedt uitgesproken mogelijkheden voor andere sectoren om te leren. Binnen de luchtvaart is in vergelijking tot andere sectoren veel geleerd over het meenemen van vele causale factoren binnen het complexe systeem. Hierbij kan gedacht worden aan ontwikkelingen op het gebied van werk en rusttijdregelingen, trainingen, checklisten en Human Factors. De luchtvaart loopt ten aanzien van veel van die ontwikkelingen ver voor op andere sectoren. Dat de luchtvaart op vele aspecten zeer vooruitstrevend is, wil niet zeggen dat er geen mogelijkheden voor de luchtvaart zijn om van andere sectoren te leren. De luchtvaart zou bijvoorbeeld mogelijk kunnen leren van wegverkeer over letselpreventie, medische hulp op plek ongeval, aquaplaning en traumazorg. Daarnaast zou de luchtvaart kunnen leren van de chemische industrie met betrekking tot safety culture (veiligheidscultuur). Binnen de chemische industrie is deze benadering op diverse plaatsen al ver doorgevoerd. Safety culture omvat het rekening houden met veiligheidsaspecten bij alle werkzaamheden, handelingen, acties, processen en beslissingen op alle niveau's binnen een organisatie<sup>54</sup>. Dit is een interessante benadering voor de luchtvaart, aangezien bijna alles binnen de luchtvaart gerelateerd is aan veiligheid. Een kritische houding blijft ten alle tijden gewenst ten aanzien van het overnemen van lering uit andere sectoren.

Voor lering tussen sectoren moet aan de volgende voorwaarden worden voldaan:

- De wederzijdse afhankelijkheden dienen positief benut te worden door het vergroten van het inzicht in de ruilmogelijkheden met andere sectoren. De projectteams dienen van dusdanige samenstelling te zijn dat de input vanuit diverse sectoren wordt geleverd. Dit bewustzijn zal groeien wanneer blijkt dat in andere sectoren al bepaalde ontwikkelingen hebben plaatsgevonden, die nieuwe onderzoeken overbodig maken.
- Om goede verspreiding van kennis mogelijk te maken zijn redundante relaties noodzakelijk. De wisselende multidisciplinaire samenstelling van projectteams zorgt ervoor dat kruisbestuiving kan plaatsvinden. De diverse sectoren komen op meerdere manieren met elkaar in aanraking, waardoor de verspreiding van kennis toeneemt.
- Openheid tussen de sectoren is van groot belang. Wanneer een sector zich gesloten opstelt nemen de mogelijkheden om van elkaar te leren af. Ingewikkelde sector gebonden terminologie bemoeilijkt de kennisuitwisseling sterk. Wanneer bereidheid ontstaat om van elkaar te leren, zal de openheid ook toenemen. De prioriteit komt immers te liggen bij het leren van elkaar in plaats van bij een gesloten opstelling.

---

<sup>54</sup> Drs. I.N.L.G. van Schagen, vermoeidheid achter het stuur, Een inventarisatie van oorzaken, gevolgen en maatregelen, R-2003-16, Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid (SWOV), Leidschendam, 2003

### Leren binnen de luchtvaartsector

Voor leren binnen de luchtvaartsector zit de vernieuwing in stappen 4 tot en met 6. Om duurzame veiligheidsveranderingen binnen de luchtvaartsector te kunnen bewerkstelligen is het van belang dat er sprake is van gezamenlijke verantwoordelijkheid van betrokken partijen voor de veiligheid van het systeem. Onderzoek richt zich immers niet meer op afwijkingen van het normale proces, maar op systeemtekorten. Om systeemtekorten in te kunnen vullen dienen alle betrokken partijen binnen het luchtvaartsysteem mee te werken. Om ervoor te zorgen dat het proces de inhoud waarborgt is een procesontwerp gemaakt voor *stap 4*, waarbinnen diverse procesregels en een mogelijke structuur zijn uitgewerkt.

In *stap 4* dienden de volgende procesregels in acht genomen te worden:

- Alle bij het ongeval betrokken partijen worden uitgenodigd om in *stap 4* de systematische tekortkomingen in kaart te brengen.
- De vertegenwoordigers van de betrokken partijen dienen een duidelijk mandaat te hebben van de organisatie die zij vertegenwoordigen.
- De bijeenkomsten worden geleid door een afgevaardigde het projectteam van de Raad voor de Transportveiligheid.

De mogelijke structuur van het proces in *stap 4* ziet er als volgt uit:

- De eerste ronde bestaat uit het voorleggen van de toedracht vastgesteld in *stap 3*, zodat draagvlak ontstaat voor de toedracht van het ongeval. De kans op consensus wordt zo groot mogelijk gemaakt wanneer de toedracht ingaat op zoveel mogelijk diverse causale factoren, zodat geen partij het gevoel krijgt (onterecht) als schuldige te worden aangewezen. Daarnaast dienen de partijen zich in deze ronde bewust te zijn van de interdependenties. De systeemtekorten kunnen immers alleen ingevuld worden indien alle betrokken partijen zich hiervoor inzetten.
- De tweede ronde bestaat uit het gezamenlijk formuleren van systeemtekorten. Hierbij is van belang dat de systeemtekorten sturingsmogelijkheden bieden voor betrokken partijen en dat de systeemtekorten zo divers mogelijk zijn. De aanbevelingen die in *stap 5* geformuleerd worden volgen hier direct uit, zodat zekerheid bestaat over het commitment van betrokken partijen.

### Sluiten van de onderzoeksloop

In *stap 6*, bij het in kaart brengen van de doorgevoerde lering uit 'geschiedschrijvende' vliegtuigongevallen kwam naar voren dat, uitgezonderd het eerste ongeval met de Comet en de laatste twee ongevallen met ValuJet en Swissair terugkoppeling van de doorgevoerde lering slechts beperkt heeft plaatsgevonden. Teneinde duurzame veiligheidsverbeteringen binnen het luchtvaartsysteem mogelijk te maken is het van belang dat onderzoek en praktijk goed op elkaar aansluiten. In *stap 4* is hiertoe al een belangrijke aanzet gegeven, door de betrokken partijen te betrekken bij het in kaart brengen van de systeemtekorten. Om te kunnen bepalen of de aanbevelingen goed op de praktijk aansluiten, dient gecontroleerd te worden of de aanbevelingen daadwerkelijk zijn doorgevoerd. Op deze manier kan terugkoppeling vanuit de praktijk naar het onderzoek plaatsvinden, zodat aanbevelingen in de toekomst mogelijk nog beter afgestemd kunnen worden op de praktijksituatie. *Stap 6* is dan ook de cruciale stap die ervoor kan zorgen dat de onderzoeksloop gesloten wordt.

Het in kaart brengen van de doorgevoerde lering heeft tevens nog een andere functie. Veelal wordt de lering informeel overgebracht, waardoor de ontwikkelingen die het gevolg zijn van de doorgevoerde lering slecht zichtbaar zijn. Wanneer de doorgevoerde lering in kaart gebracht wordt, ontstaan meer mogelijkheden voor betrokkenen om te leren van desbetreffende ongevallen. Het in kaart brengen van de doorgevoerde lering draagt dus op twee manieren bij aan duurzame veiligheidsverbeteringen binnen het luchtvaartsysteem.

Op dit moment wordt in Nederland de doorgevoerde lering slechts beperkt bijgehouden. De vakminister dient een vinger aan de pols te houden, waar het gaat om (verplichte) reacties op aanbevelingen. De heer Van Vollenhoven heeft aangegeven dat door de vakminister geen inhoud wordt gegeven aan deze verantwoordelijkheid. Het voorstel van de heer van Vollenhoven is om de Raad in de vorm van prikacties een rol op dit gebied te geven<sup>50</sup>. Gezien de bijdrage die het controleren en vastleggen van doorgevoerde lering kan leveren aan het luchtvaartveiligheid wordt aanbevolen om de doorgevoerde lering stelselmatig bij te houden. Deze taak zou bij de vakminister kunnen worden neergelegd, aangezien er sprake is van belangenverstrengeling wanneer de Onderzoeksraad deze taak zelf zou vervullen.

Bij het in kaart brengen van de aanbevelingen naar aanleiding van 'geschiedschrijvende' vliegtuigongevallen is naar voren gekomen dat veel aanbevelingen gericht zijn op de regelgever, het Directoraat Generaal Luchtvaart, die vervolgens op zijn beurt aanbevelingen in de sector verspreid. Door deze versnippering verdwijnt het overzicht op de doorgevoerde lering, aangezien die lering veelal niet goed vastgelegd wordt. Aandacht voor diversiteit, verspreiding over het luchtvaartsysteem, communicatie onderling en registratie van doorgevoerde lering is dan ook van groot belang om het veiligheidsniveau te waarborgen.

De regelgever heeft een sleutelrol als het gaat om het vaststellen van de doorgevoerde lering. Het opleggen van sancties is immers voorbehouden aan de regelgever. Wanneer in de toekomst de systeemtekorten samen met de betrokken partijen worden opgesteld, ontstaat voor de regelgever ook meer duidelijkheid over welke mogelijkheden de betrokken partijen hebben om systeemtekorten in te vullen. Hierdoor zullen de aanbevelingen beter aansluiten. Hierdoor zou de regelgever zich meer kunnen richten op het vastleggen van doorgevoerde lering en op de mogelijkheden sancties wanneer de lering niet wordt doorgevoerd.

## Professionele lering

### *Ontwerp: grootste veiligheidswinst*

Het ongeval van Swissair geeft aan dat er nog steeds technische verbeteringen mogelijk zijn. Ten aanzien van de techniek heeft een verschuiving van oorzaken gerelateerd aan ontwerp naar oorzaken gerelateerd aan functie, specificatie en gebruik plaatsgevonden. Meer aandacht voor functie, specificatie en gebruik wil niet zeggen dat ontwerpverbeteringen niet meer kunnen plaatsvinden. Vooral ontwerpverbeteringen bieden goede mogelijkheden om de veiligheid te vergroten. Het ontwerp vormt de basis en in die beginfase kan dan ook de grootste veiligheidswinst worden behaald. Wijzigingen doorgevoerd in latere fases zijn altijd gebonden aan de beperkingen van het ontwerp, zoals ook bleek uit het ongeval met de Trident. Ondanks de functionele aanpassingen was het toch niet mogelijk om de veiligheid voldoende te waarborgen. De veiligheid wordt grotendeels bepaald door het ontwerp en kan in latere fases nog maar in beperkte mate beïnvloed worden.

### *Afstemming techniek op gebruik*

In de loop der tijd is veel geleerd over de complexe oorzaken van luchtvaartongevallen. Opvallend is dat oorzaken gerelateerd aan Human Factors, Crew Resource Management en communicatie terugkomen bij veel ongevallen. Menselijke fouten kunnen niet geheel uitgesloten worden en zullen dan ook een rol blijven spelen. Getracht wordt deze aspecten zo goed mogelijk in te vullen met training, procedures en eenduidige afspraken. In de toekomst dient zowel aandacht te worden besteed aan technische als Human Factor gerelateerde aspecten. Hierbij liggen vooral mogelijkheden bij de afstemming van techniek op het gebruik, teneinde de invloed van menselijke factoren op de veiligheid zo veel mogelijk te ondervangen. Inrichting van de cockpit, balans tussen automatisering van taken en afstemming en overzichtelijkheid van systemen spelen hierbij een rol.

*Oorzaken hoger gelegen in hiërarchie*

De ontwikkeling dat meer aandacht voor oorzaken hoger in de hiërarchie van de organisatie is ontstaan dient zoveel mogelijk voortgezet worden. Door deze oorzaken beter inzichtelijk te maken, worden automatisch problemen op het niveau van de uitvoering aangepakt, aangezien de organisatie invloed heeft op meerdere factoren op het niveau van de operatie. Openheid van organisaties is hiervoor noodzakelijk en dient dan ook zoveel mogelijk gestimuleerd te worden. Het toegeven van fouten door de top van organisaties dient als positief gezien te worden, aangezien hierdoor ook de medewerkers eerder fouten zullen toegeven. Hiervoor is een mentaliteitsverandering nodig, die gedeeltelijk al is ingezet. Safety culture is hieraan gerelateerd, het is immers van belang dat de hele organisatie doordrongen is van het feit dat werkelijk alles wat binnen een organisatie gebeurt de veiligheid beïnvloedt, zodat meer bereidheid ontstaat om oorzaken dieper in de organisatie te achterhalen.

*Loop 1 blijft van groot belang*

Een belangrijke ontwikkeling is de verschuiving richting leren in loop 2, ofwel leren ten aanzien van management en organisatie aspecten en leren in loop 3, leren wat betreft fundamentele veronderstellingen en normen van de organisatie en wet- en regelgeving. In loop 2 en vooral in loop 3 schuilt het risico dat de link met het werkproces beperkt is. Directe aanpassingen van het werkproces blijft een belangrijke en adequate manier om de veiligheid te verbeteren. Naast leren in loop 2 en loop 3 blijft leren in loop 1 dus van groot belang.

**Maatschappelijke lering***Tweede dimensie van rampen*

Ten aanzien van letselpreventie, rampenbestrijding, identificatie en zorg voor nabestaanden hebben de laatste tijd verschillende ontwikkelingen plaatsgevonden, zoals te lezen is in hoofdstuk 8. Aangezien deze ontwikkelingen nog relatief nieuw zijn ten opzichte van de professionele lering kan ten aanzien van deze vormen van maatschappelijke lering nog veel geleerd worden. Aanbevolen wordt om ook te kijken naar andere sectoren waarin geleerd is ten aanzien van deze ontwikkelingen. Wat betreft letselpreventie zou gekeken kunnen worden naar het wegverkeer. Binnen het wegverkeer vormt letselpreventie al lange tijd een belangrijk onderzoeksgebied en mogelijk kan de luchtvaart van deze kennis profiteren.

*Vertrouwen in de luchtvaart*

Naast maatschappelijke lering met betrekking tot de tweede dimensie van rampen is ook geleerd ten aanzien van het vertrouwen in de luchtvaart. ValuJet heeft uitgewezen dat bij nalatigheid wat betreft veiligheid mensen zullen kiezen voor andere luchtvaartmaatschappijen. Een minimum veiligheidsniveau is van groot belang voor commerciële luchtvaartmaatschappijen. Daarnaast is na de aanslagen van 11 september 2001 gebleken dat terroristische dreigingen een enorme impact hebben op het vertrouwen in de luchtvaart. Terroristische dreiging vormt dan ook een belangrijk aandachtsgebied voor de toekomst.

**Scheiding veiligheidsonderzoek en juridisch onderzoek**

Onderzoeksrapporten naar aanleiding van vliegtuigongevallen zijn met de komst van de ROVV (nog) niet beschermd. Dit betekent dat dergelijke onderzoeksrapporten mogen worden gebruikt in rechtsgedingen. Mocht dit in pragmatische zin inhouden dat justitie elk rapport controleert op strafbare feiten dan zal dat als uitkomst hebben dat piloten, luchtverkeersleiders, onderhoudspersoneel, luchtvaartmaatschappijen en andere organisaties zich gaan afsluiten voor de buitenwereld en daarmee ook voor elkaar. Deze ontwikkeling zou een grote teruggang ten aanzien van luchtvaartveiligheidsonderzoek betekenen.



Juridisch onderzoek wat betreft aansprakelijkheid levert een beperkte bijdrage aan de lering naar aanleiding van vliegtuigongevallen. Deze lering weegt niet op tegen de lering die binnen de luchtvaartwereld te niet wordt gedaan. Het ongevallenonderzoek is dusdanig waardevol gebleken dat lering uit juridisch onderzoek naar aansprakelijkheid niet opweegt tegen de verdwijning van openheid ten aanzien van luchtvaartveiligheidsonderzoek. Het is voor de luchtvaartveiligheid van groot belang dat dit niet gebeurt en dat het niet zo is dat elk ongeval wordt doorgenomen op strafbare feiten, maar alleen wanneer daar werkelijk aanleiding toe is in de vorm van grove schuld, ernstige nalatigheid of een ernstige tekortkoming in de uitvoering van een functie. Op deze manier blijft de waarde van ongevallenonderzoek binnen de luchtvaart behouden<sup>52</sup>.

### Openheid luchtvaartwereld

In §8.3 kwam naar voren dat de luchtvaartwereld nog steeds een gesloten wereld is voor buitenstaanders. De maatschappij wordt veelal met luchtvaartveiligheid geconfronteerd na ongevallen. De media richt zich dusdanig op het ongeval dat vooral het zoeken naar een schuldige de aandacht krijgt. Wanneer de complexe oorzaken in kaart gebracht zijn, is er vaak geen aandacht meer vanuit de media, waardoor de maatschappij geen zicht krijgt op de complexe samenstelling van oorzaken. Op dit terrein valt veel winst te behalen.

### *Afstudeerscriptie*

Dit afstudeeronderzoek kan een bijdrage leveren aan een link tussen de luchtvaartwereld en de buitenwereld, aangezien dit onderzoek buiten de luchtvaartwereld is uitgevoerd. Dit onderzoek geeft de positieve veiligheidsontwikkelingen in de loop der tijd binnen de luchtvaartwereld goed weer en biedt inzicht in de complexiteit van luchtvaartongevallen.

### *Informereren en synchroniseren*

Om de buitenwereld inzicht te bieden in de complexiteit van luchtvaartongevallen is het van belang dat de aandacht van de maatschappij vastgehouden wordt tot het moment dat het ongevalonderzoek is afgerond en de complexe samenstelling van oorzaken bekend is. Al die tijd dient de maatschappij zo goed mogelijk geïnformeerd te worden over de ontwikkelingen binnen het onderzoek, zodat de aandacht vastgehouden wordt en synchronisatie kan plaatsvinden. De nieuwe Onderzoeksraad Voor de Veiligheid zou hieraan een grote bijdrage kunnen leveren. Het instellen van een persvoorlichter en het herinvoeren van publieke hoorzittingen kunnen hierbij een belangrijke rol spelen, teneinde de maatschappij beter inzicht te bieden in luchtvaartveiligheid en complexiteit van luchtvaartongevallen.

### Waar ligt de grens?

De luchtvaartveiligheid heeft in de loop der tijd enorme ontwikkelingen doorgemaakt. De complexiteit van het luchtvaartsysteem heeft als gevolg dat ongevallen worden veroorzaakt door zeer complexe causale factoren. Deze complexiteit brengt met zich mee dat het niet mogelijk is om een omgeving waarin geen ongevallen voorkomen te creëren. De veiligheid kan immers niet ten koste van alles vergroot worden, omdat altijd een afweging tussen commercie en veiligheid plaatsvindt. Daarnaast speelt mee dat het niet mogelijk is om alle causale factoren die tot het ongeval leiden uit te schakelen. De complexe samenhang tussen de factoren maakt de samenstelling dusdanig complex en onvoorspelbaar dat de mogelijkheden om in te grijpen beperkt zijn. Door te streven naar een luchtvaartsysteem waarin geen ongevallen voorkomen wordt het luchtvaartsysteem nog complexer aangezien nieuwe mechanismen ingebouwd moeten worden. Deze toegenomen complexiteit zorgt mogelijk alleen maar voor meer ongevallen. Het is raadzaam onderzoek naar aanleiding van ongevallen vooral te richten op gebieden waarin nog verbeteringslagen mogelijk zijn<sup>55</sup>.

---

<sup>55</sup> W. Langewiesche, The lessons of ValuJet 592, the Atlantic Monthly, maart 1998

## Literatuurlijst

Argyris & Schön, *Organisational learning; a theory of action perspective*, Reading, 1978

E.B. Behrens, *The Triangle Shirtwaist Company fire of 1911; a lesson in legislative manipulation*, Texas Law Review, 62, 319, 1983

S.W.A. Dekker, *The field guide to human error*, Cranfield University Press, UK, 2000

M.J. van Duin, *Van rampen leren*, Haagse Drukkerij en Uitgeversmaatschappij, Den Haag, 1992

A. Hale & B. Wilpert & M. Freitag, *After the event, from accident to organisational learning*, 1997

C. ten Hove, *Faro de ramp na de ramp, Van slachtoffer naar probleem*, Reed Business Information, Den Haag, 2002

Kahan & Van Dorp & Frinking & Stoop & Van der Horst, *'Modellen voor een TOR', in opdracht van project Transportongevallenraad*. RAND Europe, Delft, 1997

F. Koornneef, *Organised Learning from Small-scale incidents*, Delft University Press, Delft, 2000

P. Lagadec, *Major Technical Risk; An Assessment of Industrial Disasters*, Pergamon Press, Oxford, 1982

W. Langewiesche, *The lessons of ValuJet 592*, the Atlantic Monthly, 1998

D. Maurino, *Management decisions have an impact on flight safety*, ICAO Journal, 1991

C. Perrow, *Normal Accidents: living with high-risk technologies*, Basic Books, 1984

J. Reason, *The contribution of latent human failures to the breakdown of complex systems*, Basis Journal 9, 1991

J. Reijnoudt, N. Sterk, *Tragedie op Tenerife*, Uitgeverij Kok, Kampen, 2002

Drs. I.N.L.G. van Schagen, *vermoeidheid achter het stuur, een inventarisatie van oorzaken, gevolgen en maatregelen*, Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid (SWOV), Leidschendam, 2003

Ph.D. D. Shappell & Ph.D. D. Wiegmann, *HFACS, a human factors approach to accident analysis and prevention*, 1997

Dr. Ir. J.A. Stoop, *Afl. 45 Arbeids- en milieuveiligheid, ongevallenanalyse 2, methoden & technieken*, Kluwer, 2003

Dr. Ir. J. A. Stoop, *Diktaat TB 9421, Risicobeheersing en -management*, reader deel 1 en 2, Subfaculteit Technische Bestuurskunde, versie 1, 2001

Dr. Ir. J.A. Stoop, *Transport Safety Organisation in Public and Private Sectors*, ETSC, Brussel, 2003

B. Toft & S. Reynolds, *learning from disasters, a management approach*, Butterworth-Heinemann Ltd, 1994

M.A. Zwartelé, *Fabels en Feiten over Luchtvaart*, Platform voor de Nederlandse Luchtvaart, Luchtvaart in de samenleving, Print Productions BV, Ursem, Uitgave 1, 2000

#### Officiële ongevalrapporten en overige documenten

##### *Comet*

Ministry of Transport and Civil Aviation, Civil Aircraft Accident, Report of the Court of Inquiry into Accidents to Comet G-ALYP on 10<sup>th</sup> January, 1954 and Comet G-ALYY on 8 April, 1954, Londen 1955

M. Job, Air Disaster, Volume 1, Aerospace Publications Pty Limited, 1994, pagina 11-21

S. Stewart, Air Disasters, Ian Allan Publishing, 1986, pagina 36-58

##### *Trident*

United Kingdom Air Accidents Investigation Branch Inspector's Investigations Aircraft Accident Report No: 4/73

J. Bartelski, Disasters in the Air, Airlife Publishing Ltd, 2001, pagina 184-207

M. Job, Air Disaster, Volume 1, Aerospace Publications Pty Limited, 1994, pagina 88-97

S. Stewart, Air Disasters, Ian Allan Publishing, 1986, pagina 91-112

##### *Tenerife*

Spanish report- Analysis, KLM, B-747, PH-BUF and Pan Am B-747 N736 collision at Tenerife Airport Spain on 27 March 1977, Report dated October 1978 released by the Subsecretaria de Aviacion Civil, Spain, in both Spanish and English

Aircraft Accident Report, Tenerife, March 27, 1977, Air Line Pilots Association, Engineering and Air Safety, Washington D.C.

Uitspraak van de Raad voor de Luchtvaart inzake het ongeval op 27 maart 1977 op het vliegveld Los Rodeos op Tenerife (Spanje) overkomen aan de vliegtuigen PH-BUF van de Koninklijke Luchtvaart Maatschappij N.V. (KLM) en de N736PA van de Pan American World Airways Inc. 's-Gravenhage, 31 juli 1979 (no.1979-3).

C.E. Billings & D.B. O'Hara, *Human factors associated with runway incursions*, NASA Report, bijlage 6 van Aircraft Accident Report, Tenerife, Air Line Pilots Association, Engineering and Air Safety, Washington D.C., March 27, 1977

J. Bartelski, Disasters in the Air, Airlife Publishing Ltd, 2001, pagina 248-269

M. Job, Air Disaster, Volume 1, Aerospace Publications Pty Limited, 1994, pagina 164-180

J. Reijnoudt, N. Sterk, Tragedie op Tenerife, Uitgeverij Kok, Kampen, 2002

*Mt. Erebus*

Air New Zealand, McDonnell-Douglas DC10-30 ZK-NZP, Ross Island, Antarctica, 28 November 1979, Report 79-139

M. Job, Air Disaster, Volume 2, Aerospace Publications Pty Limited, 1996, pagina 61-82

S. Stewart, Air Disasters, Ian Allan Publishing, 1986, pagina 172-196

*Air Florida*

National Transport Safety Board, Aircraft Accident Report, NTSB/AAR-82/08

M. Job, Air Disaster, Volume 2, Aerospace Publications Pty Limited, 1996, pagina 83-95

S.S. Krause, Aircraft Safety, Accident Investigations, Analyses and Applications, McGraw-Hill, 1996, pagina 64-71

*JAL*

M. Job, Air Disaster, Volume 2, Aerospace Publications Pty Limited, 1996, pagina 136-153

S. Stewart, Air Disasters, Ian Allan Publishing, 1986, pagina 215-230

<http://www.japanlaw.com/lawletter/april87/fbc.htm>, geraadpleegd op 13 februari 2003

*Avianca*

National Transport Safety Board, Aircraft Accident Report, NTSB/AAR-91/04

S.S. Krause, Aircraft Safety, Accident Investigations, Analyses and Applications, McGraw-Hill, 1996, pagina 72-83

*Faro*

D.G.A.C. Portugal, Final Report On The Accident Occuring at Faro Airport, Portugal 21 dec. 1992

C. ten Hove, Faro de ramp na de ramp, Van slachtoffer naar probleem, Reed Business Information, Den Haag, 2002

*ValuJet*

National Transport Safety Board, Aircraft Accident Report, NTSB/AAR-97/06

W. Langewiesche, The lessons of ValuJet 592, the Atlantic Monthly, maart 1998

J.M. Walters, R.L. Sumwalt III, Aircraft Accident Analysis, Final Reports, McGraw-Hill, 2000, pagina 99-130

*Swissair*

Transport Safety Board of Canada, Aircraft Accident report, A98H0003

## Bijlage 1: Verloop per ongeval

Nr	Ongeval	Verloop van de luchtvaartongevallen
1	Comet	De Comet G-ALYP vertrok vanaf luchthaven Ciampino, Rome, om 09:31, voor een vlucht naar Londen. Na de start was er contact met de verkeerstoren en is de positie van het vliegtuig meerdere malen doorgegeven. De rapportages geven aan dat volgens vluchtplan werd gevlogen. De vlieghoogte werd om ongeveer 9:51 bereikt, waarna de radioverbinding van het toestel plotseling werd verbroken. Geschat wordt dat het toestel rond 10:00 is gecrasht.
2	Trident	Vlucht BE548 startte vanaf Luchthaven Londen Heathrow om 16.08. 50 seconden na rotatie werden de droops (zitten aan de voorrand van de vleugel en zorgen ervoor dat het vliegtuig beter presteert bij lage snelheden) ingetrokken. Het vliegtuig klom naar 1770 voet (540 meter) met een snelheid van 162 knopen (300km/h). Vervolgens raakte de Trident in stall en begon te dalen. De snelheid zakte naar 54 knopen en het vliegtuig stortte neer in een veld naast de snelweg drie minuten na de start.
3	Tenerife	KLM vlucht 4805 van Amsterdam en PanAm vlucht 1736 waren in verband met een bomexplosie op Las Palmas uitgeweken naar Tenerife. De luchthaven van Las Palmas werd om 15.00 weer geopend voor verkeer. Nadat iedereen terug aan boord was kreeg de KLM vlucht vervolgens toestemming om terug te taxiën naar startbaan 12 en om een draai van 180 graden aan het einde te maken. Drie minuten later kreeg PanAm toestemming om de KLM te volgen en terug te taxiën naar startbaan 12. De PanAm bemanning werd verteld de startbaan te verlaten bij de derde taxibaan en gaf aan de startbaan daar te verlaten. PanAm miste echter de desbetreffende afslag. Om 17.05:44 gaf KLM 4805 aan klaar te zijn voor de start en kreeg instructies voor vertrek. De KLM bemanning herhaalde de instructies en voegde toe: "We are now at take off". Take off (start) vermogen werd gegeven en de KLM 4805 begon te rollen. De verkeerstoren wist dat Pan Am 1736 zich nog steeds op de startbaan bevond en herhaalde "OK ..... Stand by for take off, I will call you." Dit bericht viel samen met de melding van PanAm bemanning "No ... uh we're still taxiing down the runway, the Clipper 1736". Deze communicatie zorgde voor een schel lawaai in de KLM cockpit voor vier seconden. Luchtverkeersleiding antwoordde: "Papa Alpha 1736 report runway clear.", waarop de PanAm bemanning antwoordde: "OK, will report when we're clear". Hierdoor ontstond er twijfel bij de de boordwerktuigkundige van de KLM. Deze vroeg dan ook aan de gezagvoerder: "Is he not clear then?" De gezagvoerder antwoordde met: "Oh, yes". Enkele seconden voor de botsing zag de KLM bemanning de PanAm Boeing nog taxiën op de startbaan. De bemanning probeerde te klimmen en raakte los na een excessieve rotatie. De PanAm bemanning draaide het vliegtuig direct naar rechts en gaf vol vermogen. Het KLM toestel was losgekomen, maar de vliegtuigromp raakte de achterkant van de romp van PanAm, waardoor deze werd vernietigd en de staart afbrak. Het KLM toestel vloog iets verder door en crashte 150 meter verder op, waarna het toestel 300 meter verder gleed en vervolgens in brand vloog.
4	Mt. Erebus	Om 19.17 startte vlucht TE901 voor een rondvlucht vanaf Auckland, met een route over South Island, Auckland Islands, Baleny Islands en Cape Hallett naar McMurdo (Antarctica). Daarna zou de vlucht terugkeren via Cape Hallett en Campbell Island naar Christchurch. Bij de nadering van Ross Island kwam het vliegtuig tijdens een toegestane daling onder 16.000 voet in een wolkendek terecht. De bemanning besloot daarop om verder te dalen naar een onbewolkte omgeving aan de (daadwerkelijk) noordzijde van Ross Island. De daling van het vliegtuig werd voortgezet naar 1500 voet op de geplande vluchtroute terug naar Ross Island voor zijn volgende draaipunt, Williams Field, McMurdo. Het vliegtuig vloog echter 1,5 mijl (2,7 km) ten oosten van het vluchtplan. Kort na het bereiken van de hoogte van 1500 voet sloeg het GPWS (Ground Proximity Warning System) alarm. Ondanks het vermogen dat werd gegeven crashte het vliegtuig in de glooiingen van de Mt. Erebus op 1465 voet hoogte. Het vliegtuig brak en vloog in brand.

5	Air Florida	Air Florida vlucht 90 had volgens plan Washington National Airport om 14:15 moeten verlaten voor een vlucht naar Fort Lauderdale International Airport met een tussenstop op Tampa. Vanwege sneeuwval werd de luchthaven tussen 13:38 en 14:53 gesloten om sneeuw te verwijderen. Om ongeveer 14:20 begon het onderhoudspersoneel met het de-icen (ontdoen van ijs) van de linker kant van de vliegtuigromp met de-icing vloeistof Type II. De gezagvoerder wilde de-icen net voordat de luchthaven heropend zou worden volgens rooster om 14:30, zodat zo snel mogelijk vertrokken kon worden. De vloeistof was gedeeltelijk verspreid toen de gezagvoerder besloot het de-icen te stoppen omdat de luchthaven niet heropend zou worden om 14:30. Tussen 14:45 en 14:50, gaf de gezagvoerder aan dat de de-icing operatie hervat kon worden. De linkerkant van het vliegtuig werd eerst gede-iced. Om 15:15 werden de deuren van het vliegtuig gesloten. Een combinatie van ijs, sneeuw en glycol op de romp en een lichte helling weerhield het sleepvoertuig, dat niet was uitgerust met kettingen, van het verplaatsen van het vliegtuig. Dit hielp echter ook niet, het sleepvoertuig werd er weer voor geplaatst. Het vliegtuig taxiede uiteindelijk naar startbaan 36 om 15:38. Om 15:57 werd de checklist doorgenomen, waarna om 15:58 toestemming werd gegeven voor take off. Ondanks dat de copiloot aangaf dat hij dacht dat er iets niet goed was, heeft de gezagvoerder de start niet afgeblazen. Het vliegtuig accelereerde minder dan normaal gedurende take off. Hierdoor waren 45 seconden en ongeveer 5.400 voet van de startbaan nodig, 15 seconden en ongeveer 2.000 voet meer dan normaal om de lift off (loskomen van de grond) snelheid te bereiken. Het vliegtuig klom in het begin, maar slaagde er niet in om na het loskomen te accelereren. De stall warning stick shaker activeerde bijna direct na het loskomen en continueerde tot het einde. Het vliegtuig raakte in stall en daalde met hoge angle of attack (hoek tussen vleugelkantlijn en luchtstroom, bepaald weerstand geproduceerd door vleugeloppervlak). Om ongeveer 16:01 raakte het vliegtuig de 14th Street Bridge en kwam terecht in de met ijs bedekte Potomac River.
6	JAL	Dit is het grootste luchtvaartongeval uit de geschiedenis waarbij slechts één vliegtuig betrokken was. JAL vlucht 123 startte vanaf Tokyo-Haneda om 18.12 voor een vlucht naar Osaka. Om 18:24, Tijdens de klim naar 23900 voet met een snelheid van 300 knopen ontstond een ongebruikelijke vibratie. Hierdoor ontstonden problemen om het vliegtuig onder controle te houden. Twee minuten later viel de hydraulische druk weg. Verschillende vliegtuigsystemen raakten onbruikbaar, gevolgd door een rolbeweging. Het vliegtuig begon te dalen naar 6600 voet terwijl de bemanning probeerde het vliegtuig weer onder controle te krijgen door gebruik te maken van het motorvermogen. Bij het bereiken van 6600 voet was de luchtsnelheid naar 108 knopen gedaald. Het vliegtuig klom daarna met een angle of attack van 39 graden tot een maximum van ongeveer 13400 voet, waarna het vliegtuig weer begon te dalen. JAL 123 vloog uiteindelijk tegen een berg op, waarna het verder ging en nogmaals een berg raakte, waarna het in brand vloog.
7	Avianca	Avianca vlucht AV052 (Bogota - Medellin - New York-JFK) startte vanaf Medellin om 15.08. Bij het naderen van New York moest het vliegtuig drie keer de holding in, ofwel wachten om te mogen landen. De eerste keer voor 19 minuten rond Norfolk, de tweede keer voor 29 minuten rond New Jersey, en de derde keer boven de CAMRN intersectie voor 29 minuten. Rond CAMRN daalde het vliegtuig van 14000 voet naar 11000 voet. Terwijl het vliegtuig reeds 26 minuten bij CAMRN in de hold hing, gaf de verkeersleider aan dat om 21.05 verder gedaald zou kunnen worden. Op dat moment gaf de bemanning van Avianca aan niet meer langer dan vijf minuten in de wacht te kunnen wachten en dat uitwijken naar Bosten onmogelijk is in verband met brandstofgebrek. De vlucht verliet om 20:47 de holding en had contact met luchtverkeerleiding die AV052 leidde naar een landingsbaan 22L ILS (Instrument Landing System) nadering. Uiteindelijk kreeg de bemanning om 21.15 toestemming van de verkeersleider om vier minuten later te landen. Door het slechte weer (bewolking op 300 voet, 400 m zicht en windschering van ca. 10 knopen) moest de bemanning een de nadering afbreken om 21.23. De luchtverkeerleiding begeleidde de bemanning voor een nieuwe nadering. Om 21.32 vielen motoren nummer 3 en 4 uit. Kort daarna gevolgd door de overige twee motoren. Om 21.34 stortte het vliegtuig neer op een heuvel in een bosrijke omgeving op het noordelijke gedeelte van Long Island.
8	Faro	Om 05.52 startte vlucht 495 vanaf Amsterdam voor een vlucht naar Faro. De vlucht was 40 minuten vertraagd door problemen met een elektrische installatie van motor nr. 2. Na 2 uur en 17 minuten vluchttijd gaf de luchtverkeerleiding toestemming om naar 7000 voet te dalen. Vervolgens werd om 8:20 toestemming gegeven om te dalen naar 4000 voet, gevolgd door toestemming op te dalen naar 3000 voet en 2131 voet. Om 08:29 werd de bemanning geïnformeerd over het feit dat er veel water op de landingsbaan stond. Op een hoogte van 994 voet en een snelheid van 140 knopen werd de nadering instabiel. Een minuut later kwam de snelheid onder de referentiesnelheid voor de nadering te liggen. Ongeveer 3-4 seconden voor het raken van de grond werd aan het hoogteroer getrokken en het motorvermogen vergroot. Het rechter landingsgestel raakte de landingsbaan met 900 voet/min dalingssnelheid. De rechtervleugel raakte los van het vliegtuig en het vliegtuig schoof over de landingsbaan en kwam tot stilstand 1100 meter van het begin van landingsbaan 11 en vatte vlam.

9	ValuJet	ValuJet vlucht 592 was opgestegen vanaf Miami voor een vlucht naar Atlanta. Kort na de start verloor het vliegtuig 815 voet hoogte en nam de snelheid met 34 knopen in 3 seconden af. De Flight Data Recorder, welke vluchtgegevens opslaat, gaf met tussenpozen data onderbrekingen aan. Kort daarna vroeg de bemanning om terug te mogen keren naar Miami in verband met rook in de cockpit. De brand werd veroorzaakt door de activatie van een of meer zuurstofgeneratoren in het voorste vracht gedeelte van het vliegtuig. Het vliegtuig werd teruggeleid, vervolgens stopte de FDR met opnemen. Vijftig seconden later crashte het vliegtuig 18 mijl ten noordwesten van Miami Airport in een afgelegen deel van de Everglades, als gevolg van besturingsproblemen.
10	Swissair	Vlucht 111 vertrok vanaf New York-JFK naar Geneve om 20:18. Om 20:58 werd voor het eerst contact gezocht met de verkeersleiding. 16 minuten later gaf de bemanning aan dat er sprake was van rook in de cockpit en verzocht om een noodlanding op de dichtstbijzijnde luchthaven. De bemanning dacht dat dat Boston was. De luchtverkeersleiding gaf toestemming om te landen op de luchthaven van Halifax als dichtstbijzijnde luchthaven. De bemanning ging akkoord. Om 21:18 werd de vlucht overgedragen aan luchtverkeersleiding en werd de vlucht teruggeleid voor de nadering naar Halifax. Het vliegtuig was slechts 30 mijlen verwijderd toen het toestemming kreeg om 360 graden te draaien om wat hoogte verliezen en de brandstof te dumpen voor de kust. Om 21:24 werd de situatie in de cockpit erger, de bemanning verklaarde een noodsituatie en gaf aan dat ze waren begonnen met het lossen van brandstof en dat ze direct moesten landen. De radiocommunicatie werd verbroken en het vliegtuig verdween van de radar en crashte in de Atlantische Oceaan ten zuidwesten van Halifax.

*Figuur bijlage 1: Geschiedenis van de geselecteerde rampen*

## Bijlage 2: Oorzaken per ongeval

Comet	
Deelsysteem	Oorzaak
Techniek	Door middel van weerstandstesten met een zo'n gelijkwaardig mogelijk toestel is aangetoond dat het structurele verzwakking van de drukcabine als gevolg van metaalmoeheid de oorzaak van het ongeval was. Scheuren ontstonden als gevolg van het steeds oppompen en leeg laten lopen van de drukcabine om de passagiers goed te kunnen laten ademen op grote hoogte. De cabine was het eerste deel van het vliegtuig dat verstoord raakte. De brokstukken geven, net als de weerstandstest, aan dat ontregeling van de drukcabine de oorzaak is. Deze verklaring is consistent met het overige bewijs. De enige andere defecten die zijn gevonden in het vliegtuig speelden geen rol, wat gedemonstreerd is bij het wrak (R.A.E. (Royal Aircraft Establishment) report). ( <i>conceptual error</i> )
Trident	
Deelsysteem	Oorzaak
Techniek	Ontwerp, met motoren aan de staart, maakte de kans om in een stall te geraken groter. Als gevolg van de nieuwe motorpositie achteraan het vliegtuig werd de stabilisator met hoogteroer bovenop het kielvlak met richtingsroer gemonteerd. Wanneer een toestel met motoren aan de staart in een aërodynamische stall terecht komt betekent dat, dat de stabilisator zich in de turbulente luchtstroom van de vleugels bevindt. Hierdoor gaat de stuurcontrole voor wat betreft de neusstand van het vliegtuig verloren en verliest het vliegtuig snel hoogte. Vervolgens leidt dit tot een deep stall, waarbij de turbulente stroom ook door de motoren loopt, met als gevolg motorvermogenverlies. Hierdoor gaat het vliegtuig recht naar beneden en kunnen de motoren zelfs uitvallen. Vervolgens is het probleem dat niet uit een stall gekomen kan worden doordat motorvermogen ontbreekt en het toestel onbestuurbaar is en snel naar beneden valt. ( <i>conceptual error</i> ) Om een aërodynamische stall te voorkomen zijn flaps en droops geïntroduceerd. Dit is een functionele verbetering geweest waardoor de turbulente luchtstroom op tijd wordt afgebogen en daardoor niet meer over de stabilisator stroomt. Het vliegtuig raakte in stall door de een te lage snelheid waarbij per ongeluk de droops ingetrokken werden. Mogelijk is de droop handle (hendel) aangezien voor de flaps handle, beide handles zijn identiek qua vormgeving. De gezagvoerder dacht mogelijk dat de flaps naar beneden waren gehaald in plaats van omhoog en wilde dit corrigeren. Hierbij is mogelijk de copiloot opgedragen om de flaps omhoog te halen, waarbij hij mogelijk de droop handle aangaf, terwijl hij dacht dat de flaps handle was. Gelijke uitvoering van de handles heeft mogelijk dus het misverstand veroorzaakt. Dit is dan ook een 'use error' in de zin dat de ergonomische inrichting niet is afgestemd op de gebruikers. ( <i>use error</i> ) Gebrek aan mechanisme dat voorkomt dat de droops bij een te lage snelheid kunnen worden ingetrokken na het intrekken van de flaps. ( <i>use error</i> )
Operatie	Na noise-abatement procedures (procedures waarmee getracht wordt geluidsoverlast te verminderen) heeft piloot niet de juiste snelheid bereikt. ( <i>skill-based error</i> ) De snelheid waarbij droops ingetrokken werden is 162 knopen (300km/h). De minimale snelheid dient echter 225 knopen te zijn. Hierdoor raakte het toestel in deep stall. Dat betekent dat een turbulente luchtlaag door de motor heen loopt, waardoor vermogensverlies optreedt. Hierdoor ging het toestel recht naar beneden en vielen de motoren uit. ( <i>skill-based error</i> ) De bemanning is er niet in geslaagd om de snelheidsfouten te monitoren, het moment van de droop handel te observeren en om de reden voor de stick pusher operatie te observeren. ( <i>skill-based error</i> ) Het niet meer gebruiken van het stall recovery system procedure door de bemanning. ( <i>decision error</i> )
Achterliggende omstandigheden	De slechte hartconditie van de gezagvoerder speelde een belangrijke rol. Dit zorgde voor gebrek aan concentratie en minder aandacht voor de snelheidsafwijkingen en het intrekken (of de order daartoe) van de droops in plaats van de flaps. ( <i>condition of operators, adverse physiological states</i> ) Afleiding, mogelijk omdat een gezagvoerder op de jumpsuit zat, heeft de aandacht van de copiloot voor zijn monitorende werkzaamheden beperkt. ( <i>condition of operators, adverse mental states</i> ) Gebrek aan ervaring copiloot. ( <i>conditions of operators, physical/mental limitations</i> ) Gebrek aan kennis bij de bemanning over de mogelijkheid of gevolgen van een veranderingen van stall situatie. ( <i>conditions of operators, physical/mental limitations</i> ) Een gedeelte van de bemanning wist niet dat stick shake en push tegelijkertijd had plaatsgevonden en wat de oorzaak is van die gebeurtenis. ( <i>conditions of operators, physical/mental limitations</i> )
Weer	Er was sprake van regenachtig weer en turbulentie. Op het cruciale moment hing het vliegtuig in de bewolking waardoor de bemanning geen visuele referentie had.
Supervisie	Gebrek aan training met betrekking tot het handelen wanneer een piloot (nauwelijks merkbaar) door omstandigheden zijn taken niet meer (goed) kan verrichten. ( <i>inadequate supervision</i> )



Tenerife		
Deelsysteem	Oorzaak	
Operatie	KLM was zonder startpermissie vertrokken terwijl de PanAm Boeing 747 zich nog op de startbaan bevond. ( <i>perceptual error</i> ) De PanAm Boeing heeft een afslag gemist. ( <i>perceptual error</i> )	
Achterliggende omstandigheden	Stress/irritatie over oponthoud en werkdruk vermoeidheid. ( <i>condition of operators, adverse mental states</i> ) Vrees dat het maximum aantal toegestane cockpituren zou worden overschreden. ( <i>condition of operators, adverse mental states</i> ) PanAM concentreerde zich op clearance (toestemming tot landen/opstijgen) gegeven aan KLM en miste dan ook afslag. ( <i>conditions of operators, adverse mental state</i> ) Training syndroom heeft mogelijk geleid tot vroege conclusie van KLM gezagvoerder dat hij toestemming had voor take off. De gezagvoerder was tevens instructeur. In trainingssituatie hoeft niet gewacht te worden op toestemming van verkeersleiding. Door de relatief weinige uren die de gezagvoerder daadwerkelijk had gemaakt op lijnvluchten heeft hij mogelijk te weinig rekening gehouden met het feit dat deze werkelijke situatie niet ingevuld kon worden met trainingservaring. ( <i>condition of operators, physical/mental limitations</i> ) PanAm bemanning dacht nog niet bij de juiste afslag te zijn als gevolg van vormgeving vliegtuig. ( <i>condition of operators, physical/mental limitations</i> ) Authority in the cockpit, ofwel de gezagvoerder is de baas. Met als gevolg dat de copiloot niet heeft ingegrepen, terwijl hij eraan twijfelde of PanAm de startbaan al verlaten had. ( <i>personnel factors, Crew resource management</i> )	
Luchtverkeersleiding	Korte storingen in de radioverbindingen tussen beide vliegtuigen en de toren waardoor het 'stand by for take off' waarschijnlijk niet werd gehoord of verkeerd werd verstaan door de KLM-bemanning. Voor de KLM gezagvoerder was het mogelijk om te concluderen dat toestemming van de luchtverkeersleiding het enige was waar nog op gewacht moest worden. In een transmissie vroeg KLM zowel om ATC ( Air Traffic Control) als take off clearance, KLM heeft dan ook geconcludeerd dat één ja beide vragen beantwoord. KLM bemanning heeft reactie van verkeersstoren ontvangen als toestemming om te gaan starten, waarschijnlijk doordat de woorden take off erin voorkwamen. Taalproblemen en misverstanden over gebruik van terminologie tussen verkeersstoren en bemanning hebben een rol gespeeld. Taxi-instructies waren slecht te verstaan.	
Weer	Verslechterende weersomstandigheden. De PanAm bemanning miste de afslag op de startbaan door de mist. De KLM bemanning kon door het slechte weer lastig zien of PanAm nog om de baan stond.	
Organisatie	De werkdruk vanuit de organisatie speelde mogelijk een rol. ( <i>organizational climate, culture</i> )	

Mt. Erebus		
Deelsysteem	Oorzaak	
Operatie	De bemanning hield niet de actuele positie in relatie tot de topografische locatie, terwijl die informatie wel beschikbaar was. ( <i>skill-based error</i> ) Bemanning heeft het overgangsniveau in gebruik in de McMurdo luchtverkeersleidinggebied niet opgemerkt als punt om de hoogtemeter van het vliegtuig te resetten. ( <i>skill-based error</i> ) De hoogtemeter is niet correct ingesteld tot 3500 voet bereikt werd. ( <i>skill-based error</i> ) Copiloot heeft zich vooral bezig gehouden met het bewerkstelligen van communicatie met McMurdo Grondstation en onvoldoende bezig gehouden met observeren en bekritisieren van daling door gezagvoerder. ( <i>decision error</i> ) De bemanning heeft ervoor gekozen om verder te zakken dan toegestaan was, om op die manier in een onbewolkte omgeving terecht te komen. Vervolgens is gekozen om laag te blijven hangen terwijl gevolgen werd in de richting van een gebied met veel bewolking. Hierdoor was het lastig in te schatten wat het vliegtuig tegen zou komen. ( <i>violation</i> )	
Achterliggende omstandigheden	De bemanning had weinig ervaring met het vliegen van de Antarctica route. ( <i>conditions of operators, physical/mental limitations</i> ) De daling is toch doorgezet, ondanks de boordwerktuigkundigen aan hebben gegeven dat ze dat onverstandig leek. ( <i>personnel factors, Crew resource management</i> )	
Luchtverkeersleiding	Bemanning werd afgeleid doordat er geen contact kon worden gelegd met de luchtverkeersleiding, de DME (Distance Measure Equipment) niet op de TACAN (UHF Tactical Air Navigation Aid) kon en het vliegtuig niet werd geïdentificeerd op de radar. De bemanning kon geen contact leggen met de luchtverkeersleiding via frequenties, waarschijnlijk veroorzaakt doordat het vliegtuig dusdanig laag vloog dat bergen communicatie tussen vliegtuigsystemen en de gronduitrusting belemmerden.	

Weer	Door de bewolking daalde de bemanning naar een hoogte onder toegestaan niveau. Vervolgens kwam het vliegtuig te laag in bewolking te hangen, waardoor de Mt. Erebus niet opgemerkt is.
Supervisie	De bemanning had onvoldoende training gekregen om de Antarctica route op een behoorlijke manier te kunnen vliegen. ( <i>inadequate supervision</i> ) De luchtvaartmaatschappij heeft wijzigingen in het vliegplan aangebracht zonder dat de bemanning daarover is ingelicht. ( <i>inadequate supervision</i> ) Diagrammen en kaarten gaven de situatie onjuist weer. Aangegeven werd dat over het westen van Ross Island werd gevlogen, terwijl over het oosten werd gevlogen, waar sprake was van hogere gebieden. ( <i>inadequate supervision</i> ) De bemanning had tevens geen kaart die de uitgestippelde route weergaf. ( <i>inadequate supervision</i> ) Bemanning was niet in bezit van procedure om in het overgangsniveau in gebruik in de McMurdo luchtverkeersleidinggebied op te merken teneinde de hoogtemeter van het vliegtuig te resetten. ( <i>inadequate supervision</i> ) De 14 maanden daarvoor heeft er een fout in het vluchtplan gezeten. ( <i>failed to correct problem</i> ) Instructie bevatte fouten die niet door eerdere bemanningen en supervisors zijn opgemerkt. ( <i>failed to correct problem</i> )
Organisatie	De filosofie van de organisatie was het zo goed mogelijk bewaken van het zicht tijdens de vlucht, ten bate van de passagiers. Om dit te bereiken werd veelal gedaald. Het commerciële belang speelde hierbij een grote rol. ( <i>operational proces, procedures</i> ) Air New Zealand is voor het ongeval razendsnel gegroeid. De afdeling verantwoordelijk voor de navigatie is in die tijd echter niet meegegroeid. Hierdoor zijn de ontwikkelingen op het gebied van de navigatie achtergebleven ( <i>organizational climate, culture</i> )
Tweede dimensie van rampen	Bemanning heeft geen training gehad voor het overleven tijdens noodlanding op ijs of wateren. Er was geen additionele overlevingsuitrusting aan boord van het vliegtuig. Doordat het vliegtuig in Antarctica is neergestort, verliepen de bergingswerkzaamheden moeizaam. Weinig ervaring met berging onder deze omstandigheden speelde hierbij een belangrijke rol. Pas 11 uur na het ongeval kon de rampplek bereikt worden. Het heeft ontzettend veel moeite gekost de slachtoffers te bergen. 213 doden zijn geïdentificeerd. De mensen zijn waarschijnlijk door de impact overleden en niet door een later ontstane brand.

Air Florida	
Deelsysteem	Oorzaak
Techniek	Slechts een beperkte hoeveelheid ijs op de vleugeloppervlakten van het vliegtuig levert al problemen op voor het B-737 toestel. De neusstand eigenschappen wanneer de voorrand van de vleugel bedekt is met beperkte hoeveelheid ijs of sneeuw. ( <i>specification error</i> )
Onderhoud	De de-icing operatie is niet adequaat uitgevoerd.
Operatie	Na de waarschuwing van de stick shaker is wel behoorlijke neusstand controle gebruikt, maar er is geen maximaal vermogen gegeven. ( <i>skill-based error</i> ) Verzuimd om motor anti-icing systeem te gebruiken tijdens grondoperatie en start. ( <i>skill-based error</i> ) Toen de gezagvoerder tijdens de eerste periode van de start buitengewone instrumentwaarden opmerkte, heeft hij de start niet afgebroken. ( <i>decision error</i> ) Door de geblokkeerde inlaten van de motorsensoren werd de ingestelde waarde voor de EPR (Engine Pressure Ratio) van 2.07 in werkelijkheid niet bereikt. Hierdoor accelereerde het vliegtuig minder dan normaal. ( <i>decision error</i> ) In tegenstelling tot de handleiding, heeft de bemanning motorvermogen gegeven om het vliegtuig te laten verplaatsen. Dit resulteerde in blazende sneeuw welke is blijven kleven op vliegtuig. ( <i>violation</i> ) In strijd met de vlieghandleiding probeerde de bemanning het vliegtuig te de-icen door het vliegtuig in de buurt van de inlaat van het vliegtuig (een New York Air DC-9) ervoor te plaatsen. Dit zou eraan bijgedragen kunnen hebben dat het ijs zich op de voorrand van de vleugel heeft vastgezet en dat de ingangen van de motor sensoren werden geblokkeerd. ( <i>violation</i> ) Gezagvoerder heeft niet gecontroleerd of vliegtuig ijsvrij was voor pushback. De bemanning wist voor take off dat er zich sneeuw en ijs op het vliegtuig bevond. Er is voor gekozen om te starten met sneeuw en ijs op de vleugeloppervlakten van het vliegtuig. ( <i>violation</i> )
Achterliggende omstandigheden	De onervarenheid van de bemanning onder ijscondities was een doorslaggevende factor. ( <i>conditions of operators, physical/mental limitations</i> ) De gezagvoerder heeft de start voortgezet ondanks dat de copiloot aangaf dat er iets mis was. ( <i>personell factors, Crew resource management</i> )
Luchtverkeersleiding	Door de vertraging op de grond en de late toestemming voor take off werd de periode tussen het de-icen en het vertrek te groot.
Weer	Ijscondities, die voor Florida zeer ongebruikelijk zijn. Veel sneeuwval en verminderd zicht.

Supervisie	De-icing procedures waren niet toereikend. Air florida verantwoordelijke voor het onderhoud heeft niet gecontroleerd of vliegtuig ijsvrij was voor pushback. ( <i>inadequate supervision</i> )
Organisatie	Door het snelle promotiebeleid hadden de gezagvoerder en copiloot voor de functie die ze uitoefenden relatief weinig ervaring. ( <i>organizational climate/culture</i> )
Besluitvorming	Federal Aviation Administration is er niet ingeslaagd adequate controle van de vliegbewegingen en het gebruik van gate procedures te implementeren.
Tweede dimensie van rampen	Washington National Airport had water reddingsuitrusting beschikbaar. Deze uitrusting was echter niet getest om water bedekt met ijs en bleek niet effectief.

JAL	
Deelsysteem	Oorzaak
Techniek	De hydraulische leidingen voor het roer en achterste stabilisatoren braken af als gevolg van scheuren in een drukscheidingswand achterin de 747. De achterliggende oorzaak van deze crash is dat de B747 niet geschikt was voor veel starts en landingen. Door de korte vluchten die JAL ermee maakte, overschreed het toestel het toegestane aantal starts en landingen en raakte onderhevig aan slijtage. ( <i>use error</i> )
Onderhoud	De sterkte van de scheidingswand is afgenomen door toenemende slijtage als gevolg van metaalmoeheid. Na een staartlanding in 1978 is de reparatie van de scheidingswand op een incorrecte manier uitgevoerd door Boeing ingenieurs. Hierdoor is de kans op metaalmoeheid met 70% toegenomen. Boeing heeft de onderhoudscyclus niet aangepast op het veranderde gebruik (vele starts en landingen), waardoor slijtage kon doorzetten.
Supervisie	Het feit dat de slijtage en de slechte reparatie tijdens latere inspecties door JAL ook niet ontdekt en verholpen zijn, heeft ook bijgedragen aan het ongeval. ( <i>failed to correct problem</i> )
Besluitvorming	Het feit dat de slijtage en de slechte reparatie tijdens latere inspecties door het Ministerie van Transport ook niet ontdekt en verholpen zijn, heeft ook bijgedragen aan het ongeval.

Avianca	
Deelsysteem	Oorzaak
Operatie	Voor vertrek is niet de weersituatie op de plaats van bestemming opgevraagd en tijdens de vlucht is geen informatie over de huidige weersomstandigheden opgevraagd. ( <i>skill-based error</i> ) De hoeveelheid brandstof is niet goed gecontroleerd, waardoor brandstof op raakte. ( <i>skill-based error</i> ) De gezagvoerder vloog de ILS nadering op een niet stabiele manier. wat heeft geleid tot de noodzaak om af te zien van landing door veel vermogen te geven. ( <i>skill-based error</i> ) Operational Control Dispatch System is niet gebruikt als ondersteuning bij de nadering van de drukke luchthaven onder slechte weersomstandigheden. ( <i>skill-based error</i> ) Keuze voor alternatieve luchthaven was onjuist op basis van beschikbare weersinfo. ( <i>decision error</i> ) De bemanning informeerde de luchtverkeersleiding dat de brandstof oprakte, maar gaven niet aan dat er sprake was van een noodsituatie zodat zij direct konden landen. De luchtverkeersleiding had niet in de gaten in welke slechte situatie het vliegtuig verkeerde. De copiloot gaf enkel aan dat ze voorrang nodig hadden, ofwel 'we need priority'. De copiloot heeft geen noodsituatie afgeroepen. ( <i>decision error</i> )
Achterliggende omstandigheden	Vermoeidheid en stress hebben bijgedragen aan gemiste nadering. ( <i>condition of operators, adverse mental states</i> ) Het engels van de gezagvoerder was gebrekkig, communicatie vond plaats via de copiloot. De gezagvoerder kon in verband met zijn slechte engels dan ook geen controle op de communicatie tussen de copiloot en luchtverkeersleiding uitvoeren. ( <i>personnel factors, Crew resource management</i> )
Luchtverkeersleiding	De luchtverkeersleiding heeft niet het laatste rapport betreffende de weersomstandigheden (windschering) doorgegeven. Tevens zijn bij overdracht de brandstofproblemen niet doorgegeven. Dit terwijl de gezagvoerder meerdere keren aan de copiloot heeft doorgegeven dat de copiloot een noodsituatie diende te verklaren. Hierbij dient wel opgemerkt te worden dat er geen gestandaardiseerde terminologie was voor piloten om aan te geven dat er gebrek aan brandstof is. De luchtverkeersleiders werken onder een dusdanige druk dat ze snel moeten handelen, met als gevolg dat slecht engels sprekende bemanningen vaak weer achterin de rij moeten aansluiten.
Weer	Het weer was slechter dan werd voorspeld. Het weer op de bestemming en de alternatieve bestemming verslechterden beide tijdens de vlucht. Door het slechte weer moest de bemanning een doorstart maken.
Supervisie	Het vluchtplan bevatte niet de meest recente informatie. ( <i>inadequate supervision</i> )
Besluitvorming	Het Traffic Flow Management System van de FAA, teneinde de verkeersstromen adequaat af te handelen, voldeed niet met betrekking tot overzeese landingen en gemiste naderingen. Gebrek aan gestandaardiseerde terminologie voor noodsituaties met onvoldoende brandstof.

Tweede dimensie van rampen	Cabinepersoneel en passagiers zijn niet geïnformeerd over noodlanding, wat mogelijk heeft bijgedragen aan de diversiteit in verwondingen. De zware en fatale verwondingen waren het gevolg van de enorme krachten gedurende het neerstorten. De evacuatie glijbanen waren niet bruikbaar doordat er een gebrek aan glijbanen en bijbehorende onderdelen was. Er waren geen schoudergordels en (oprolbare) veiligheids gordels in de stoelen van de bemanning geïnstalleerd.
----------------------------	---

Faro	
Deelsysteem	Oorzaak
Operatie	De bemanning heeft te lang gewacht met het geven van extra vermogen. ( <i>skill-based error</i> ) Foutieve evaluatie van baancondities, verkeerde interpretatie van de term flooded. ( <i>perceptual error</i> ) Vroegtijdige vermindering van vermogen is waarschijnlijk veroorzaakt door bemanning. ( <i>decision error</i> ) In de kritieke fase van de landing heeft een (mogelijk onbedoelde) omschakeling van Control Wheel Steering naar handmatig landen plaatsgevonden. ( <i>decision error</i> )
Luchtverkeersleiding	De bemanning kreeg door dat de landingsbaan flooded was. De bemanning associeerde de term flooded echter niet met poor braking conditions (staand water op landingsbaan), maar met medium braking conditions (gemiddelde tot zware regen op landingsbaan). Luchtverkeersleiding (nadering) heeft niet windinformatie van landingsbaan 11 doorgegeven. De naderingslichten waren niet ingeschakeld.
Weer	Een plotselinge en onverwachte windvariatie in richting en snelheid (windschering) in het laatste gedeelte van de nadering. Vervolgens ontwikkelde zich een snelle daling en een extreme zijwaartse (laterale) verplaatsing, met als gevolg een harde landing op het rechter landingsgestel, welke in combinatie met een aanzienlijke zijwaartse hoek de structurele limieten van het vliegtuig overschreden. Afname van stijgingscoëfficiënt door enorme regenbuien.
Supervisie	De term flooded was niet aangepast in vliegtuig- en bemanningshandleidingen op basis van de ICAO terminologie. ( <i>inadequate supervision</i> ) De bemanning had geen ervaring met handmatig landen in windschering. ( <i>inadequate supervision</i> )
Tweede dimensie van rampen	Het brandweerpersoneel had problemen om bij de rampplek te komen door lastig begaanbare terrein. Er waren coördinatieproblemen ten aanzien van de uitvoering van het noodplan. Medische uitrusting was op sommige punten op Faro Airport onvoldoende.

ValuJet	
Deelsysteem	Oorzaak
Onderhoud	Slecht onderhoud en slecht naleven van de regels heeft ertoe geleid dat de generatoren niet voorzien waren van veiligheidscapsules en dat ze slecht gelabeld waren. ( <i>skill based error</i> ) Tevens hebben de onderhoudsmedewerkers het vervoer van de generatoren niet tegengehouden, terwijl deze generatoren niet vervoerd hadden mogen worden. ( <i>violation</i> )
Achterliggende omstandigheden	De onderhoudsmedewerkers die normaal alleen expired generatoren vervingen, moesten onderscheid maken tussen expired en expended wat betreft generatoren, waarbij op niet expended generatoren een beschermingskap geplaatst moest worden. Er waren echter verschillende soorten generatoren, expired en niet expended, expired en expanded, niet expired en expanded, expired en expanded. Door het lastige onderscheid zijn niet alle niet expended generatoren als dusdanig onderkent en daardoor is vaak geen beschermingskap geplaatst. ( <i>conditions of operators, physical/mental limitations</i> ) Taalbarrière, meesten waren spaanstalig, terwijl engineering omgeving engels was. ( <i>conditions of operators, physical/mental limitations</i> )
Supervisie	Er waren geen duidelijke instructies op grond waarvan het onderhoudspersoneel de expended generators moest behandelen. ( <i>inadequate supervision</i> ) Gevaren van generatoren zijn niet goed bij onderhoudspersoneel aangegeven, waardoor niet met volledige voorzichtigheid gewerkt is. ( <i>inadequate supervision</i> ) Doordat geen controle heeft plaatsgevonden is niet voorkomen dat zuurstofgeneratoren op een onbehoorlijke manieren vervoerd zijn. ( <i>failed to correct problem</i> )
Organisatie	Er was geen waarschuwingssysteem dat reageerde op de brand. Tevens was er geen systeem aanwezig dat de brand onderdrukte. ( <i>resource management, equipment / facility resources</i> ) Werkdruk en financiële druk binnen onderhoudsorganisatie was hoog. ( <i>operational climate, culture</i> ) SabreTech heeft verzuimd om zuurstofgeneratoren op goede aan te leveren. De generatoren waren achterhaald, onbehoorlijk gelabeld en veiligheidscapsules ontbraken. ( <i>operational process, oversight</i> ) ValuJet heeft verzuimd om op een behoorlijke manier het onderhoudscontract programma te overzien met betrekking tot onderhoud, onderhoudstraining en eisen aan gevaarlijke stoffen. Het was verboden om zuurstofgeneratoren te transporteren. ( <i>operational process, oversight</i> ) ValuJet heeft verzuimd ervoor te zorgen dat ValuJet en gecontracteerde onderhoudsmedewerkers zich bewust waren van beleid om geen gevaarlijke stoffen te vervoeren. ( <i>operational process, oversight</i> ) Tevens is verzuimd om behoorlijke training te geven. ( <i>resource management, human resources</i> )

Besluitvorming	Federal Aviation Administration heeft verzuimd om rookdetectoren en brandweringsystemen te eisen in Klasse D vrachtruimen. Tevens heeft aan het ongeval bijgedragen dat FAA verzuimd heeft om ValuJet's onderhoudsprogramma en verantwoordelijkheden te monitoren, inclusief ValuJet's overzicht van klanten en SabreTech's certificatie van het reparatie station. FAA heeft ook verzuimd om adequaat te reageren op eerdere branden met zuurstofgeneratoren met programma's voor gevaarlijke stoffen.
----------------	---

Swissair	
Deelsysteem	Oorzaak
Techniek	Bedekkingmateriaal op warmte en geluid absorberende isolatiebedekking (MPET = Metallized Polyethylene Terephthalate) heeft ervoor gezorgd dat brand is ontstaan op het plafond aan de rechterkant van de cockpit in de buurt van de achterwand. Door het branden van het hiervoor genoemde materiaal vatten andere soortgelijke warmte en geluid absorberende isolatiematerialen vlam. Hiermee werd niet voldaan aan de brandbaarheidscriteria. MPET-type bedekkingmateriaal was geïnstalleerd in het toestel en was betrokken bij de brand in het vliegtuig. Andere aanwezige materialen hebben de brand versterkt. De stroomonderbrekers waren niet geschikt om alle vormen van vonkende bedrading te voorkomen. Het meest waarschijnlijke is dat de brand begonnen is als het gevolg van vonkende bedrading. Een onderdeel van het In-Flight Entertainment Network kabel spreidde weer hard geworden koper op een draad dat was veroorzaakt door vonkende bedrading. Brand verspreidde zich snel met als gevolg dat vele systemen en cockpitomgeving uitvielen, wat uiteindelijk leidde tot verlies van controle. ( <i>specification error</i> )
Operatie	Bemanning stelde niet direct vast dat de lucht die in de cockpit hing rook was. Om de lucht te verdrijven is de airconditioning aangezet, wat de situatie verergerde. ( <i>skill-based error</i> ) Bemanning richtte zich niet volledig op landing, maar ook op bestrijden van brand. ( <i>skill-based error</i> )
Achterliggende omstandigheden	De brand verspreidde zich zo snel door de cockpit met als gevolg dat vele systemen uitvielen. ( <i>conditions of operators, physical and mental limitations</i> )
Supervisie	Er was geen brandbestrijdingsplan en bemanning was niet getraind om in dergelijke situaties te handelen. ( <i>inadequate supervision</i> )
Organisatie	Er was geen plan op grond waarvan een brand geblust wordt. ( <i>operational process, procedures</i> ) Er was geen waarschuwingssysteem dat reageerde op de brand. Tevens was er geen systeem aanwezig dat de brand onderdrukte. ( <i>resource management, equipment / facility resources</i> )
Besluitvorming	Standaarden voor vliegtuigcertificatie ten aanzien van brandbaar materiaal waren onbehoorlijk. Rook en brand detectoren en weringsystemen werden niet vereist in de regelgeving. Een plan om een brand zo snel mogelijk te blussen werd niet vereist in regelgeving.

## Bijlage 3: Aanbevelingen per ongeval

Comet	
Deelsysteem	Aanbeveling
Techniek	<p>Problematiek van het verzekeren van een economisch bevredigende en veilige levensduur van de drukcabine van een vliegtuig heeft meer studie, zowel in ontwerp als door experimenteren teneinde de lichtst mogelijke veilige structuur te bereiken.</p> <p>Problematiek welke ontstaat ten gevolge van de variatie in levens, onder een gegeven beladingcyclus, van in naam gelijke onderdelen, bekend als scatter. In de drukcabine van een vliegtuig zijn er mogelijk een aantal oorzaken van scatter. Testen van een groot aantal monsters is feitelijk niet uitvoerbaar. Om een veilige levensduur boven het minimum te kunnen verzekeren dat economisch acceptabel is voor een operator, moeten methoden worden ontworpen om te verzekeren dat ontwerp gecombineerd met een behoorlijk programma van testen kan garanderen dat de drukcabine van een vliegtuig volledig veilig zal zijn.</p> <p>Uit het onderzoek is naar voren gekomen dat er stappen zouden moeten worden ondernomen om door middel van berekeningen, door middel van testen van specifieke onderdelen van de cabine en testen van een of meerdere complete cabines, zowel de verdeling van belasting door de structuur in gewenst detail, de invloed welke zowel de hoogste statische belasting welke het zal houden en het leven tot falen onder herhaaldelijke belasting te bepalen. Met de huidige kennis is het wenselijk dat twee complete cabines worden getest, één onder statische lading en één onder cycli van herhaaldelijke lading.</p> <p>De bestaande calculatiemethoden, de belastingverdeling in de structuur van de drukcabine welke met voordelen breder ingezet zou kunnen worden. In testen van drukcabine of delen daarvan de belastingverdeling zou moeten worden bepaald door breed gebruik van spanningsmeetinstrumenten. Deze procedure maakt het mogelijk dat berekeningen gebruikt in het ontwerp kunnen worden geverifieerd of aangepast, wat zal leiden tot beter begrip van het probleem.</p> <p>Invloed van de taaiheid van de aluminium legering waarvan de huid van de cabine is gemaakt, de manier waarop de spanningsverdeling in de huid samenhangt met het verschil in interne en externe druk op de cabine. Waarschijnlijk is het het handigste om naar dit probleem te kijken in het licht van de situatie die zich ontwikkelt als de druk in de cabine toeneemt van de werkdruk naar een waarde iets onder de waarde waarbij de cabine faalt tijdens een statische test.</p> <p>Meenemen dat er in praktijk sprake zal zijn van spanningsverschillen op verschillende plekken van de huid. Aan punten waar de druk hoger dan gemiddeld zal zijn, dient door de ontwerper meer aandacht besteed te worden.</p> <p>Als het drukverschil in de cabine toeneemt van <math>P</math> naar bijvoorbeeld <math>1,5 P</math> de spanning over zal in gelijke mate toenemen. Maar als de druk <math>2 P</math> nadert, de spanning in gebieden met meer spanning zorgt ervoor dat het materiaal niet langer elastisch zal zijn. De extensie zal dan een plastische vorm krijgen, welke niet zal verdwijnen als de spanning verdwijnt. Meestal zal de huid onder die waarde blijven en dan ook terug keren naar de originele vorm. Maar wanneer het drukniveau overschreden wordt zal de plastische vorm behouden blijven en dus niet meer in de originele vorm terugkeren.</p> <p>De permanente extensie van het materiaal waar het een plastische vorm heeft verkregen, zonder beschadigingen, is dusdanig klein en niet vast te stellen bij visuele inspectie. Het kan echter wel een diepgaand effect hebben op de drukverdeling in het materiaal wanneer er wederom druk wordt toegepast. Het belangrijkste is om de spanning in de gebieden waar die voorheen het grootst was te verminderen, waardoor de stressconcentratie in die gebieden afneemt.</p> <p>Dit is een proces dat begrepen wordt en er zijn voorbeelden waar het is gebruikt om de weerstand tegen metaalmoeheid te verbeteren. Tevens is gesuggereerd dat het zou kunnen gebruikt worden in structuren zoals die van de drukcabine. Toch zijn er gevaren bij het toepassen ervan. Het onderwerp verdient dan ook meer studie.</p> <p>Een vraag die tevens onderzocht dient te worden is wat is de werkelijke statische sterkte van de complete Comet cabine? Mogelijk zijn de testen uitgevoerd op delen van de cabine in bepaalde mate misleidend. Een test uitgevoerd in de tank met de meest veelomvattende verkenning van de spanningsverdeling zou onschatbaar zijn. Niet alleen voor onderzekerheden die binnen het onderzoek blijven bestaan, maar ook voor het ontwerp van toekomstige drukcabines zou het enorm waardevolle informatie betekenen.</p> <p>Herzien van het systeem dat gebruikt wordt om het controlepaneel te bedienen. De vraag is of het systeem op zich voldoet en het ongeval in elk geval had plaatsgevonden of dat het systeem verbeterd zou moeten worden. Tevens speelt de vraag of het wenselijk is om het bedieningspaneel aan te passen met als gevolg dat de bemanning een positief gevoel krijgt wat betreft de belasting die uitgeoefend wordt op de controle oppervlakten. Havilland en ARB (Air Registration Board) krijgen de ruimte om het bedieningssysteem te herzien in het licht van beide kritische kanttekeningen.</p>

Besluitvorming	Voor 1954 is mogelijk onvoldoende gebruik gemaakt van ongekeerde faciliteiten beschikbaar voor de civiele luchtvaart. Dit in het belang van de industrie en daarmee voor de nationale economie, is het van groot belang dat vliegtuigbouwers in de toekomst zich bewust zijn van en gebruik zullen maken van de faciliteiten en onderzoeksmogelijkheden die het Ministerie van Levering kan bieden. De boordwerktuigkundige was niet in het bezit van een geldige licentie op het moment van het ongeval. De raad van BOAC (British Overseas Airways Corporation) beheert het systeem met betrekking tot de licenties. Volgens de raad functioneert het systeem niet meer naar behoren, er zijn dan ook adequate stappen genomen om soortgelijke situaties in de toekomst te voorkomen. Het is helder dat het van groot belang is om te verzekeren dat geen vliegtuig vliegt zonder volledig gekwalificeerde bemanning wat betreft kennis en ervaring, maar ook behoorlijke licentie speelt daarbij een belangrijke rol.
----------------	---

Trident	
Deelsysteem	Aanbeveling
Techniek	Het gevaar inherent aan de vroegtijdige retractie van de droops of slats is aantoonbaar groot dat een snelheidsgebonden beveiliging om retractie bij te lage snelheid te voorkomen vereist is en dan ook wordt aanbevolen. Verschil in uitvoering van slats en droops hendel is wenselijk, omdat de kans op vergissing tussen de twee hendels afneemt.
Operatie	De opklapbare armsteun van piloot dient altijd ingeklapt te worden tijdens start, klim, nadering en landing.
Achterliggende omstandigheden	De vraag is of het wenselijk is om de 4e stoel in de cockpit onbemand te laten gedurende kritieke fasen van de vlucht uitgezonderd iemand met een vliegfunctie of iemand die getraind wordt.
Supervisie	Het is wenselijk dat specifieke instructie en training aan piloten wordt gegeven met betrekking tot: <ul style="list-style-type: none"> <li>• De oorzaken en gevolgen van een verandering van configuratie stall.</li> <li>• Omstandigheden waaronder de stick-pusher bijna gelijk met de stick-shaker zal opereren.</li> <li>• Het verschil in het ontwerpconcept tussen stick-shaker en stick-pusher mechanismen.</li> <li>• mogelijk gevaar van subtiel en zichtbare incapaciteit van piloten.</li> </ul> Aanbevolen wordt om de bestaande ECG door de stress-test electrocardiogram te vervangen wanneer de laatste in de toekomst betrouwbaarder wordt dan de bestaande ECG.
Besluitvorming	Aanbevolen wordt om een cockpit voice recorders zo snel mogelijk als haalbaar te vereisen op alle vliegtuigen die ingezet worden binnen de burgerluchtvaart met een totaal gewicht boven 27.000 kg. Aanbevolen wordt om jonge piloten in opleiding meer ervaring te geven in de cockpit dan tegenwoordig het geval is voordat er toestemming wordt gegeven om als P2 op een passagiersvlucht te fungeren. Het uitbreiden van de extra ervaring zou onderwerp van discussie moeten zijn tussen CAA en de luchtvaartmaatschappij. Het zou de piloot in opleiding de mogelijkheid moeten bieden om een variëteit aan bemanningen te zien opereren voordat de piloot zelf als P2 aan het werk gaat. CAA (Civil Aviation Authority) wordt aanbevolen om zich te bekommeren om een betere samenwerking tussen de operationele en luchtwaardigheid tak.

Tenerife	
Deelsysteem	Aanbeveling
Techniek	De kwaliteit van opnamen van conversaties binnen de cockpit dienen te worden verbeterd. Stroboscoop verlichting met als doel botsingen te voorkomen zou op alle vliegtuigen geïnstalleerd moeten worden en gebruikt wanneer mogelijk.
Operatie	Als de omstandigheden dit toelaten dient niet eerder een taxi clearance aan te worden gevraagd voordat een vertrek instructie en/of op route clearance is gevraagd, ontvangen en door teruglezing is bevestigd. Het aanvragen van een start clearance dient nimmer vergezeld te gaan van enig ander bericht. Grote nadruk op het belang van exacte volgzzaamheid wat betreft instructies en clearances. Wanneer een vliegtuig zich verplaatst dienen, indien uitvoerbaar, de landingslichten aan te zijn. Commerciële vliegtuigen zouden niet moeten taxiën wanneer zicht minder is dan 150 meter wanneer geen behoorlijke taxi verlichting of andere visuele hulpmiddelen en grond radar beschikbaar zijn.
Achterliggende omstandigheden	Instructeurs dienen de meeste vliegers in reguliere lijnoperaties te maken, zodat de kans op het negatieve gevolgen door alleen in trainingssituaties te vliegen geminimaliseerd wordt. Alle beschikbare medische literatuur betreffende vereisten voor optimale prestaties zouden moeten worden onderzocht en resultaten zouden aan de bemanningsleden moeten worden gecommuniceerd.

Luchtverkeersleiding	<p>Gebruik van standaard, bondige en ondubbelzinnige luchtvaarttaal.</p> <p>Gebruik van het woord take off vermijden in ATC clearance en adequate tijdseparatie tussen de ATC clearance en take off clearance.</p> <p>Indien praktisch uitvoerbaar dient een vertrek instructie en/of op route clearance en een startclearance via verschillende frequenties worden verstrekt.</p> <p>De veiligheid van het zich gelijktijdig op een start- en/of landingsbaan bevindend verkeer (taxiënde, startende er landende vliegtuigen alsmede ander verkeer) wordt gewaarborgd, met name wanneer de verkeersleider slechts over radiocommunicatie beschikt en die start- en/of landingsbaan niet onafgebroken kan waarnemen.</p> <p>Afslagen van een start- en landingsbaan worden voorzien van duidelijk te onderkennen plaatsaanduidingen, waarbij elke aanduiding overeenstemt met het desbetreffende teken op de overzichtsschetsen welke ten behoeve van het taxiën worden gebruikt.</p> <p>De verkeersleiding dient naast radiocommunicatie andere systemen ter beschikking te hebben, zoals grondradar, blokbeveiliging, visuele bevestiging door middel van lichten en zogenaamde datalink, zulks teneinde met behulp daarvan tijdens slecht zichtomstandigheden het verkeer op start- en landingsbanen en zo nodig op taxibanen doeltreffender te kunnen regelen en controleren.</p> <p>Voor het ongevallenonderzoek is het van belang dat net als in de cockpit ook in de luchtverkeersleidingstorens de conversaties opgenomen worden.</p>
Supervisie	De rol van elk bemanningslid zou onderzocht moeten worden door een behoorlijke instelling teneinde te bepalen hoe optimale interactie tussen de bemanningsleden kan plaatsvinden ten einde de kans op menselijke fouten te minimaliseren. Op basis van de resultaten van dit onderzoek dienen alle bemanningsleden bijgeschoold ten aanzien van nieuwe procedures.
Besluitvorming	Gedurende het onderzoek heeft de studiegroep problemen ondervonden met het verkrijgen van alle beschikbare informatie. Als gevolg van mogelijke juridische consequenties neemt de diepgaandheid en effectiviteit van ongevallenonderzoek dan ook af.

Mt. Erebus	
Deelsysteem	Aanbeveling
Techniek	<p>Herarrangeren van het Cockpit Voice Recorder schakelschema om de UK Civil Aviation Authority's standaard over te nemen. (<i>use solution</i>)</p> <p>Invoering systeem, welke de waarde van de Cockpit Voice Recorder vergroot zonder dat procedures in de cockpit moeten worden aangepast en er significante kosten aan verbonden zijn. (<i>functional solution</i>)</p>
Operatie	Onderzoek naar welke noodsituaties een landing op McMurdo's Williams Field als gevolg kunnen hebben en hoe genaderd moet worden voor een dergelijke landing samen met een volledige en recente instructie wat betreft de vliegveldlocaties, naderingsmiddelen, Antarctica fenomenen en instructies naar de passagiers toe.
Achterliggende omstandigheden	Alle bemanningsleden zoveel mogelijk betrekken bij alle fasen van de vlucht om alle kennis te benutten om de vlucht zo veilig mogelijk te laten verlopen en vooral kritisch te laten kijken naar hoe de gezagvoerder de vlucht afhandelt. (Crew resource management)
Luchtverkeersleiding	Strengere eisen ten aanzien van vliegen op lagere hoogtes.
Supervisie	<p>Verbeteren trainingsprogramma's ten aanzien van vliegen rond Antarctica.</p> <p>Route kwalificatie instructie voor vluchten naar Antarctica moeten worden herzien om ervoor te zorgen dat het voldoet aan de huidige eisen, voordat nieuwe vluchten naar Antarctica worden toegestaan.</p> <p>De copiloot, boordwerktuigkundige en de officiële verslaggevers moeten de instructies naast de gezagvoerder bijwonen.</p> <p>Instructeurs moeten bekend zijn met de details van alle routes voor welke ze de verantwoordelijkheid hebben om een vluchtinstructie te geven voor bemanning en verantwoordelijke luchtverkeersleiders die de initiële instructie voor elke seizoensvlucht bijwonen.</p> <p>Alle toegangen tot de computers van de operators waarop vluchtplan informatie staat opgeslagen moet onafhankelijk gecheckt kunnen worden.</p> <p>Er moeten stappen ondernomen worden om te verzekeren dat het aantal personen in de cockpit niet het aantal beschikbare aantal stoelen overstijgt, uitgezonderd onder stabiele vliegcondities.</p>
Organisatie	Zorgen voor evenwichtige groei binnen organisatie. Meer aandacht besteden aan navigatie conform de huidige eisen.
Besluitvorming	De aanbevelingen in paragraaf 6.3.3. van deel I van Annex 6 van de ICAO Conventie wat betreft burgerluchtvaart International Commercial Air Transport worden overgenomen door Nieuw Zeeland als standaard. Deze aanbeveling houdt in 'Na 1 januari 1975 alle turbinemotor vliegtuigen van een maximum gewicht van meer dan 5700 kg tot en met 27000 kg, welke van typen zijn waarvan het prototype was gecertificeerd door de daarvoor aangewezen nationale autoriteit, na 30 september 1969 zouden moeten worden uitgevoerd met een Cockpit Voice Recorder.



Air Florida	
Deelsysteem	Aanbeveling
Techniek	Onderzoeken van het effect van blokkade van de ingangen van de motor sensoren door ijs op de waarden weergegeven door de instrumenten. (A-82-11) (Class 2, priority action) Verbeteren van adviezen betreffende koud weer operatie van vliegtuig en vliegtuig de-icing en anti-icing systemen, om in detail de effecten en gevaren met betrekking tot blokkade van de ingangen van de motor sensoren door ijs te bediscussiëren (A-82-12) (Class 2, priority action)
Onderhoud	Direct herzien van de voor vertrek de-icing procedures die gebruikt worden door alle luchtvaartmaatschappijen bij operaties onder koude weersomstandigheden. (A-82-7) (Class I, Urgent Action)
Luchtverkeersleiding	FAA luchtverkeersleiding en grondpersoneel moeten alert zijn in het geval van toenemend potentieel voor ijsopbouw op de vliegtuigen in het geval van lange vertragingen voor de start en wanneer het vliegtuigen opereren in nabijheid van elkaar tijdens grondoperaties onder milde weersomstandigheden. Hiertoe dienen handleidingen aangepast te worden. (A-82-10) (Class 1, Urgent Action) Uitbreiden trainingscurriculum voor luchtverkeersleiders om te verzekeren dat instructie de gevaren met structurele en motor icing van het vliegtuig bevat. (A-82-14) (Class 2, Priority Action)
Supervisie	Luchtvaartmaatschappij dient aan de bemanning informatie te geven over hoe potentieel gevaar met betrekking tot ijs dat de ingangen van de motor sensoren blokkeert te herkennen en de bemanningen dienen al de motor instrumenten gedurende het toepassen van take off vermogen te checken. (A-82-6) (Class I, Urgent Action) Direct herzien van informatie die de bemanning krijgt om te benadrukken de beperkingen van de-icing vloeistof om te beschermen tegen nieuwe hechting van ijs als gevolg van condensatie na de-icing. (A-82-7) (Class I, Urgent Action) Direct herzien van de informatie die door de luchtvaartmaatschappijen geleverd wordt aan de bemanningen met betrekking tot operaties onder koude weersomstandigheden om te verzekeren veelomvattende bedekking van alle aspecten van dergelijke operaties, inclusief de effecten van een baan bedekt met sneeuw gedurende take off en methoden die gebruikt kunnen worden om maximale effectiviteit van motor anti-icing gedurende grondoperatie en take off te realiseren. (A-82-8) (Class 1, Urgent Action) Direct vereisen dat bemanningen visueel de oppervlakten van de vleugels inspecteren voor take off als er sneeuw- of ijsaanhechting plaatsvindt en de tijd sinds de laatste bevestiging dat de oppervlakten schoon waren meer dan 20 minuten bedraagt om te verzekeren dat niet gestart wordt met bevroren ijs of sneeuw om de vleugels of besturingsvlakken. (A-82-9) (Class 1, Urgent Action) Uitbreiden trainingscurriculum voor trainees om te verzekeren dat instructie de gevaren met structurele en motor ijsopbouw van het vliegtuig bevat. (A-82-14) (Class 2, Priority Action) Herzien van vliegtuig besturingsprocedures met betrekking tot het taxien van het vliegtuig voor take off wachten in de rij voor take off en take off onder koude weersomstandigheden en wanneer icing problemen bestaan. (A-82-13) (Class 2, priority Action)
Besluitvorming	Direct aan alle luchtvaartmaatschappijen bekendmaken dat sprake is van potentieel gevaar met betrekking tot ijs dat de ingangen van de motor sensoren blokkeert. (A-82-6) (Class I, Urgent Action) Direct een algemene berichtgeving uitvaardigen aan al het FAA luchtverkeersleiding en grondpersoneel met advies alert te zijn in geval van toenemend potentieel voor icing op de vliegtuigen in het geval van lange vertragingen voor take off en wanneer vliegtuig opereert in nabijheid van elkaar gedurende grondoperaties onder milde weersomstandigheden en zorgdragen voor procedurele veranderingen. (A-82-10) (Class 1, Urgent Action) Vereis dat de informatie over het effect van blokkade van de ingangen van de motor sensoren door ijs op de waarden weergegeven door de instrumenten wordt toegevoegd aan de goedgekeurde vliegtuighandleidingen. (A-82-11) (Class 2, priority action) Direct verspreiden van de inhoud van deze veiligheidsaanbevelingen aan buitenlandse luchtvaartmaatschappijen die te maken hebben met operaties onder koude weersomstandigheden. (A-82-15) (Class 1, Urgent Action)

Air Florida		
Deelsysteem	Aanbeveling (additioneel)	
Techniek	Geef een luchtwaardigheidrichtlijn uit om de noodzakelijke vliegtuigmodificaties en/of veranderingen in operationele procedures voor B737 take off operaties gedurende weers- of startbaancondities waarbij sneeuwophoping achter de voorrand van de vleugel een rol speelt, waardoor het noodzakelijk is dat of de voorrand vrij dient vrij te zijn van ijs door het gebruik van vleugel thermaal anti-icing systeem of een toegenomen stall luchtsnelheidsmarge bij het stijgen welke adequate controle biedt om de gevolgen te niet te doen van de effecten van niet gedetecteerde voorrand door modificatie van take off flaps configuratie en/of toegenomen take off luchtsnelheid schema's. <i>(Class II, Priority Action) (A-82-83)</i>	
Luchtverkeersleiding	<p>Verbeter luchtverkeersleidingprocedures en uitvoering met de eis dat de terminal en route faciliteiten bieden een Central Flow Control Facility (CFCF) met huidige en accurate informatie met betrekking tot de congestie en dat CFCF zich naar die informatie gedraagt op een positieve manier om de vertragingen zoveel mogelijk te beperken. Herzie implementatie van voorgeschreven procedures voor het wachten bij de gate en vereis het gebruik waar mogelijk. <i>(Class II, Priority Action) (A-82-84)</i></p> <p>Geef een algemene notitie uit aan luchtverkeersleidingfaciliteiten waarbij de nadruk wordt gelegd dat verkeersleiders de separatie criteria bepaald in FAA Air Traffic Control Handbook 7110.65C welke vereist een minimum van 2 mijl separatie niet toestaat een afwijking gebaseerd op geanticiperde acceleratie verschillen tussen landend en vertrekkend verkeer. <i>(Class II, Priority Action) (A-82-85)</i></p> <p>Evalueer de criteria en huidige uitvoering van luchtverkeersleidingfaciliteiten met betrekking tot de declaratie en reportage van operationele fouten om te verzekeren dat dergelijke errors worden gerapporteerd en onderzocht. <i>(Class II, Priority Action) (A-82-86)</i></p>	
Supervisie	<p>Geef een Onderhoud Allert Bulletin uit waarin wordt vereist dat vooraanstaande onderhoudsinspecteurs de nadruk leggen naar luchtvaart onderhoudsafdelingen toe dat behoorlijk onderhoud van grondondersteuning uitrusting kritiek kan zijn voor operaties en het belang van het volgen van onderhoudsaanbevelingen door de producenten van dergelijke uitrusting. <i>(Class II, Priority Action) (A-82-79)</i></p> <p>Geef een Onderhoud Allert Bulletin uit waarin vereist wordt dat vooraanstaande onderhoudsinspecteurs herzien de contracten tussen de luchtvaartmaatschappij waarbij een andere luchtvaartmaatschappij of onderhoudsorganisatie de onderhoudsdiensten uitvoert, om ervoor te zorgen dat de verantwoordelijkheden van beide partijen en het personeel duidelijk gedefinieerd zijn en dat de contractant die het onderhoud verricht bekend is het onderhoud van het relevante vliegtuig. <i>(Class II, Priority Action) (A-82-80)</i></p> <p>Geef een Operationele Alert Bulletin uit waarbij van vooraanstaande operationele inspecteurs wordt vereist dat trainingsprogramma's van luchtvaartmaatschappijen adequaat de effecten op aërodynamische prestaties als gevolg van ijs dat zich achter de voorrand opstapelt weergeven, specifiek als het invloed heeft op de relaties tussen de luchtsnelheid en de angle of attack en de functies waarvan de activatie afhankelijk is van de angle of attack, zoals stall warning systemen en automatische snelheidssystemen. <i>(Class II, Priority Action) (A-82-81)</i></p> <p>Vereis herziening van de B-737 goedgekeurde vlieghandleiding door de-icing toe te voegen aan de normale taxi en take off checklist. Herzie de checklists voor alle maatschappijen teneinde te verzekeren dat alle acties vereist voor een succesvolle take off inbegrepen zijn aan de behoorlijke checklist. Speciale aandacht dient besteed te worden aan de onderdelen waarvan het functioneren wordt beïnvloed door omgevingsinvloeden als gevolg van veranderingen gedurende vertragingen op de grond. <i>(Class II, Priority Action) (A-82-82)</i></p>	

Avianca		
Deelsysteem	Aanbeveling	
Luchtverkeersleiding	In luchtrouteverkeersleidingcentra apparatuur opnemen om een vastgelegde uitzending van verkeersmanagement informatie te bieden waarop alle vliegtuigen binnen de grenzen van het centrum kunnen meekijken, teneinde de bemanning vroege indicatie te geven van mogelijke vertragingen op de route. <i>(Class II, Priority Action) (A-91-36)</i>	
Supervisie	<p>Vereisen dat de luchtvaartmaatschappij Avianca Cockpit Resource Management concepten opneemt in trainingsprogramma. <i>(Class II, Priority Action) (A-91-38)</i></p> <p>Vereisen dat handleidingen informatie bevatten over procedures met betrekking tot minimum brandstof waarden voor verschillende fasen binnen de vlucht en op welke momenten landing niet dient te worden uitgesteld en wanneer een noodlanding bij de luchtverkeersleiding moet worden gevraagd. De handleiding en bijbehorende aanvullingen met betrekking tot regelgeving en procedures zouden criteria moeten bevatten op grond waarvan aan de luchtverkeersleiding kan worden doorgegeven dat een routine afhandeling naar de bestemming of een alternatieve luchthaven kan plaatsvinden of dat een noodafhandeling is vereist. <i>(Class II, Priority Action) (A-91-35)</i></p>	

Besluitvorming	<p>FAA dient een uitvoerige studie te leiden naar controle faciliteiten van centrale vliegtuigstromen en het Verkeers Management Systeem, teneinde de effectiviteit en behoorlijkheid van training, verantwoordelijkheden, procedures en methoden van de toepassing van het Verkeers Management Systeem te bepalen. <i>(Class II, Priority Action) (A-91-34)</i></p> <p>FAA dient in samenwerking met ICAO een gestandaardiseerde woordenlijst te ontwikkelen met definities, termen, woorden en zinnen, die volkomen begrijpelijk zijn voor zowel de bemanning als de luchtverkeersleiding, met betrekking tot de communicatie over minimum brandstof of een noodsituatie wat betreft brandstof. <i>(Class II, Priority Action) (A-91-33)</i></p> <p>Director Administration Aviation Civil (DAAC), Colombia dient te herzien beleid, procedures, trainingen en overkoepelende activiteiten. teneinde te verzekeren dat een adequate nadruk wordt gelegd op de tweevoudige verantwoordelijkheid die luchtverkeersleiding en bemanning hebben wat betreft het elkaar informeren over de gebeurtenissen en situaties die afwijken. <i>(Class II, Priority Action) (A-91-37)</i></p> <p>FAA dient direct bekend te maken aan alle nationale en internationale luchtvaartmaatschappijen te benadrukken dat alle bemanningen die opereren binnen de commerciële luchtvaart in het Amerikaanse Luchtruim Systeem volledige op de hoogte moet zijn over de vluchtoperatie en luchtverkeersleidingprocedures, inclusief de standaard terminologie voor operaties in Amerika. <i>(A-90-9)</i></p> <p>FAA dient direct de inhoud van de aanbevelingen te verspreiden onder alle luchtvaartmaatschappijen die opereren binnen de commerciële luchtvaart in Amerika. <i>(A-90-10)</i></p> <p>FAA dient direct een algemene mededeling uit te vaardigen richting het management van alle luchtverkeersleidingfaciliteiten, waarin formeel alle luchtverkeersleiders worden geïnformeerd over de omstandigheden van het ongeval. Tevens om te benadrukken dat het van groot belang is om de bemanning om verduidelijking te vragen van onduidelijke of tegenstrijdige meldingen, die mogelijk een noodsituatie of de behoefte aan assistentie van de luchtverkeersleiding aangeven. <i>(A-90-11)</i></p>
----------------	---

Faro	
Deelsysteem	Aanbeveling
Luchtverkeersleiding	<p>Installeren van landingslichten op de luchthaven van Faro, zodat onder slechtere zichtomstandigheden de piloot voldoende zicht houdt op de middenlijn van de landingsbaan.</p> <p>Procedures voor luchtverkeersleiding met betrekking tot verspreiden informatie geleverd door meteorologische dienst.</p> <p>Bewerkstelligen operationele gewoonten bij luchtverkeersleiding teneinde menselijke fouten te minimaliseren.</p> <p>Het mogelijk maken van inspectie van de luchtverkeersleiding door de luchthaven.</p> <p>Afspraken tussen meteorologische verantwoordelijke en luchtverkeersleiding over welke dienst er verleend dient te worden en welke verantwoordelijkheden ieder van de autoriteiten heeft op het gebied van luchtvaart meteorologie.</p>
Weer	<p>Registratie en opslaan van alle weersinformatie beschikbaar in de verkeerstoren voor ongevalsonderzoek.</p> <p>Luchtstroomsensoren van landingsbaan 11 volgens internationale aanbevelingen worden geïnstalleerd.</p> <p>Installatie van displays die windstromen weergeven volgens internationale aanbevelingen.</p> <p>Wijzigen van gemiddelde windinformatie in koersgemiddelde.</p>
Supervisie	<p>Herzien procedures met betrekking tot ÁTS en CWS gedurende de naderings- en landingsfase, vooral onder slechte weersomstandigheden.</p> <p>Martinair zal BIM (Basic Instruction Manual) herzien ten aanzien van:</p> <p>Herzien procedures betreffende starts en landingen met als doel te bepalen wanneer en onder welke condities de copiloot deze manoeuvres kan uitvoeren, telkens wanneer de weersomstandigheden ongunstig zijn en/of de operationele parameters miniem zijn.</p> <p>Martinair zal training herzien wat betreft windschering, vooral herkenning zal een rol spelen.</p>
Tweede dimensie van rampen	<p>Verbeteren toegang tot de landingsbaan voor de brandweer en alternatieve toegang creëren en verbeteren van drainage van het terrein rond de baan.</p> <p>Aanpassen van het water hervul systeem voor de brandweerauto's.</p> <p>Herzien en aanpassen van het noodplan van de nationale luchthavens volgens ICAO aanbevelingen.</p>

ValuJet	
Deelsysteem	Aanbeveling
Onderhoud	<p>Werkkaarten die gebruikt worden gedurende het onderhoud van onderdeel 121 vliegtuig dient als de werkkaart bedoeld is voor het verwijderen van een onderdeel dat gevaarlijk materiaal bevat, instructies voor het verwijderen van de gevaarlijke materialen te bevatten of een directe referentie naar de onderhoudshandleiding van die instructies en er dient ruimte overgelaten te worden voor handtekening van de controleur op elke werkkaart die gerelateerd is aan het afhandelen van onderdelen die gevaarlijke materialen bevatten. <i>(A-97-65)</i></p>

Organisatie	<p><i>Research and Special Programs Administration:</i> Ontwikkel documenten voor alle goedkeuringen uitgegeven door de explosieendienst en doorgegeven aan de RSPA en verzeker dat alle documenten, inclusief ontwerp, testen en verpakkingseisen beschikbaar zijn voor inspecteurs als ondersteuning om te bepalen dat producten getransporteerd onder die goedkeuring veilig kan plaatsvinden in overeenstemming met de vereisten van deze goedkeuring. (A-97-78)</p> <p><i>U.S. Postal Service:</i> Ontwikkel, in samenwerking met FAA en Air Transport Association programma's om passagiers, verzenders en klanten te informeren over gevaren van niet aangegeven gevaarlijke materialen aan boord van een vliegtuig en over het belang van behoorlijk geïdentificeerd en verpakte gevaarlijke materialen voor aanlevering voor luchttransport. Het programma zou zich moeten focussen op passagierbagage, luchtvracht en post geleverd door klanten van U.S. Postal Service. (A-97-79)</p> <p>Ontwikkel een programma voor U.S. Postal Service medewerkers ten aanzien van identificatie van niet aangegeven gevaarlijke materialen die aangeboden worden voor transport. (A-97-80)</p> <p>Inschakelen van civiele uitvoerende autoriteiten wanneer niet aangegeven gevaarlijke materialen worden geïdentificeerd op een transport. (A-97-81)</p> <p><i>Air Transport Association:</i> Ontwikkel, in samenwerking met U.S. Postal Service en FAA, programma's om passagiers, verzenders en klanten te informeren over de gevaren van niet aangegeven gevaarlijke materialen aan boord van een vliegtuig en over het belang van behoorlijk geïdentificeerd en verpakte gevaarlijke materialen voor aanlevering voor luchttransport. Het programma zou zich moeten focussen op passagierbagage, luchtvracht en post geleverd door klanten van U.S. Postal Service. (A-97-82)</p>
Besluitvorming	<p><i>Aanbevelingen voor de FAA:</i> Afronden laatste regels met betrekking tot vereisen rook detectie en brand onderdrukkingssystemen voor alle Klasse D vrachtruimen. (A-97-56)</p> <p>Specificeer, in operaties voornaamste minimale uitrustingslijst, dat cockpitcabine deel van service telefoonsysteem actief moet zijn voordat een vliegtuig kan vertrekken. (A-97-57)</p> <p>Besteed aandacht aan handleiding voor piloten over het belang van het dragen van zuurstofmaskers en rookbeschermingsbril bij een eerste indicatie van rook of brand noodsituatie. (A-97-58)</p> <p>Bewerkstellig een prestatie standaard voor het snel opzetten van rookbrillen, dan erop toezien dat alle maatschappijen aan de standaard voldoen, door middel van nieuwe uitrusting en/of training. (A-97-59)</p> <p>Vereis dat rookbrillen die geschikt zijn voor gebruik op een dusdanige manier verpakt zijn dat ze eenvoudig voor de bemanning geopend kunnen worden. (A-97-60)</p> <p>Evalueer de cockpit noodsituatie gezichtsvermogen technologie en neem gewenste actie. (A-97-61)</p> <p>Evalueer en stimuleer behoorlijk onderzoek, inclusief het Nationale luchtvaart en Ruimtevaart onderzoeksprogramma, voor het ontwikkelen van technologieën en methoden voor het vergroten van ademhalingsbescherming van passagiers tegen gevaarlijke stoffen als gevolg van brand. (A-97-62)</p> <p>Evalueer de bruikbaarheid en effectiviteit van de DC-9 procedure wat betreft de gedeeltelijke opening van cabinedeuren en soortgelijke procedures overgenomen door sommige operators voor ledigen van rook of vuur, gebaseerd op de evaluatie, bepalen of deze procedures opgenomen moeten worden in alle vlieghandleidingen en luchtvaartoperatie handleidingen. (A-97-63)</p> <p>Vereis dat vliegtuigbouwers onderhoudshandleidingen verbeteren voor vliegtuigen die chemische zuurstofgeneratoren gebruiken door aan te geven dat generatoren hun levensduur hebben overschreden niet meer zouden moeten worden getransporteerd, behalve wanneer ze zijn aangedreven en het oxidatiemiddel kern is leeggehaald. (A-97-64)</p> <p>Eis van de fabrikant dat er een waarschuwingslabel geplaatst wordt op de chemische zuurstofgeneratoren om zo effectief het gevaar dat komt kijken bij niet expended generatoren en dat niet expended generatoren gevaarlijke materialen bevatten te communiceren. Vliegtuigbouwers dienen op hun beurt alle operators die chemische zuurstofgeneratoren gebruiken te instrueren wat betreft het belang van het verifiëren of er labels aanwezig zijn (of zelf bevestigen) op de chemische zuurstofgeneratoren die zij op dit moment in hun bezit hebben. (A-97-66)</p> <p>Vereis dat alle maatschappijen programma's ontwikkelen en implementeren om ervoor te zorgen dat vliegtuigonderdelen die gevaarlijk zijn behoorlijk worden geïdentificeerd en dat effectieve procedures worden bewerkstelligd om veilig zulke componenten af te handelen en te verwijderen. (A-97-67)</p> <p>Evalueer en vergroot de supervisietechnieken om onbehoorlijke onderhoudsactiviteiten meer effectief te identificeren en vaststellen. (A-97-68)</p> <p>Herzie de adequaatheid van de huidige industriële toepassing en indien gerechtvaardigd, vereis dat onderdeel 121 luchtvervoerders en onderdeel 145 onderhoudsorganisaties voor luchtvaartmaatschappijen een systeem ontwikkelen en implementeren dat vereist dat onderdelen geleverd aan verzending, ontvangst en opslaggebieden van de faciliteit behoorlijk worden geïdentificeerd en geclassificeerd als gevaarlijk en niet gevaarlijk en procedures voor achterhalen van de afhandeling en verwijdering van gevaarlijke materialen. (A-97-69)</p>

	<p>Neem mee in de ontwikkeling en goedkeuring van onderhoudprocedures en programma's, expliciete aandacht voor menselijke factoren, inclusief training, procedures ontwikkeling, dubbelzinnigheid, supervisie, werkomgeving, teneinde de prestaties van het personeel en de navolging van de procedures te verbeteren. (A-97-70)</p> <p>Herzie het onderwerp vermoedheid bij personeel bij luchtvaartonderhoud, bepaal werktijdregelingen en beperkingen consistent met de huidige staat van wetenschappelijke kennis over prestaties van onderhoudsmedewerkers. (A-97-71)</p> <p>Besteed aandacht aan handleidingen van luchtvaartmaatschappijen voor procedures voor het vervoer van gevaarlijke vliegtuigonderdelen consistent met vereisten uit RSPA voor het vervoer van luchtvaartmaatschappij materialen; vereis dan vooraanstaande inspecteurs die indien noodzakelijk de luchtvaartmaatschappij handleidingen herzien en verbeteren om ervoor te zorgen dat de procedures consistent zijn met de handleiding. (A-97-72)</p> <p>Vereis van luchtvaartmaatschappijen dat erop toe gezien wordt dat al het betrokken onderhoudspersoneel goede training ontvangt met betrekking tot het herkennen van gevaarlijke materialen, slechte labeling, slechte verpakking en verzendprocedures met betrekking tot het specifieke gevaarlijke materiaal dat wordt afgehandeld door de onderhoudsfuncties van de luchtvaartmaatschappij. (A-97-73)</p> <p>Verzekert dat onderdeel 121 luchtvaartmaatschappij onderhoudsfuncties een zelfde niveau van FAA surveillance ontvangen, onafhankelijk van welke functies worden uitgevoerd binnen het eigen bedrijf of bij een gecontracteerde onderhoudsfaciliteit. (A-97-74)</p> <p>Herzie de omvang en aard van de werkvereisten van vooraanstaande onderhoudsinspecteurs toegewezen aan deel 145 onderhoudsstations die onderhoudswerkzaamheden uitvoeren voor deel 121 luchtvaartmaatschappijen en verzekert dat deze inspecteurs voldoende tijd en bronnen hebben om de surveillance goed uit te voeren. (A-97-75)</p> <p>Ontwikkel, in samenwerking met de U.S. Postal Service en de Air Transport Association, programma's op te leiden passagiers, verzenders en klanten over de gevaren van niet aangegeven gevaarlijke materialen aan boord van een vliegtuig en over het belang van behoorlijk geïdentificeerd en verpakte gevaarlijke materialen voor aanlevering voor luchttransport. Het programma zou zich moeten focussen op passagierbagage, luchtvracht en post geleverd door klanten van U.S. Postal Service. (A-97-76)</p> <p>Instrueer vooraanstaande inspecteurs om de procedures van luchtvaartmaatschappijen ten aanzien van openbaar maken van passagiers, inclusief gehandicapte kinderen te herzien en zorg ervoor dat deze procedures resulteren in achterhaalbare documenten met de namen van alle passagiers. (A-97-77)</p>
--	---

<b>Swissair</b>	
Deelsysteem	Aanbeveling
Techniek	<p>MD-11 Bedrading <i>Transportation Safety Board of Canada</i> Tijdens het onderzoek is de bedrading van verschillende MD-11 toestellen nagekeken, om potentiële vonkende bedrading en warmtegenererende bronnen te identificeren. Bij deze inspecties kwamen verschillende afwijkingen naar voren, zoals geschuurde, kapotte en gespleten bedrading. Inconsistentie in bedrading en bundeling van bedradingroutes zijn ook ontdekt. Er zijn geen directe relaties ontdekt tussen bedradingafwijkingen en de bedrading ontdekt in het Swissair wrak, verder onderzoek is noodzakelijk om beter zicht te krijgen op mogelijke risico's binnen de MD-11 vloot. Hiertoe is op 22 december 1998 door de TSB een notitie verzonden over MD-11 bedradingonderwerpen. <i>United States National Transportation Safety Board</i> Op 11 januari 1999 heeft de NTSB aan FAA een inspectie aanbevolen van alle MD-11 vliegtuigen wat betreft bedradingafwijkingen. De NTSB heeft geadviseerd inspectie te concentreren in en rond cockpit en vliegtuigelektronica stroomonderbrekerpaneel. Tevens onderzoek van losse bedradingconnecties, inconsistente bedradingroutes, gebroken gebonden bedrading en gescheurde of gespleten isolatie.</p> <p>MD-11 Bemanning leesverlichting (kaartverlichting) <i>Transportation Safety Board of Canada</i> Als onderdeel van de bedradinginspectie is naar voren gekomen dat de isolatiebedekking in contact is gekomen met de kaart verlichting geïnstalleerd aan de rechter kan van het cockpit plafond. Het MPET bedekte isolatie materiaal is beschadigd door de achterkant van de verlichting. Ook andere isolatiedelen vertoonden warmtebeschadiging als het gevolg van die lamp. Deze ontdekking heeft geleid tot inspectie van 12 extra MD-11 vliegtuigen, waarbij diverse afwijkingen naar voren zijn gekomen, zoals beschadigingen, foutieve reparaties, bewijs van vonkende bedrading en verandering door warmte.</p> <p>Boven gangpad- en noodverlichting <i>Transportation Safety Board of Canada</i> Oververhitting van gangpad- en noodverlichting heeft mogelijk bijgedragen aan beschadiging plafond.</p>

	<p>IFEN/Supplementair Type Certificaat <i>Transportation Safety Board of Canada</i></p> <p>Tijdens het onderzoek is ontdekt dat het IFEN niet op een dusdanige manier verbonden was met het vliegtuigvermogen dat het compatible was met de ontwerpfilosofie van de MD-11. De IFEN kreeg vermogen van AC Bus 2, een bus die niet gedeactiveerd werd wanneer de CABIN BUS is geselecteerd. Het gebruik van de CABIN BUS schakelaar, welke het eerste onderdeel was van de Swissair's rook checklist op het moment van ontstaan, heeft als doel op het meeste vermogen van de cabine te verwijderen. DE TSB heeft gewezen op deze situatie, terwijl het onderzoek werd voortgezet naar Supplemental Type Certificate proces dat de installatie heeft goedgekeurd.</p> <p>Stroomonderbreker Reset Filosofie Stroomonderbreker Reset Filosofieën blijken inconsistent binnen de luchtvaartindustrie. Gebrek aan een gelijke benadering heeft geleid tot verschillende interpretaties met betrekking tot de juiste actie hierop.</p>
Achterliggende omstandigheden	<p>Brandbestrijding <i>United States National Transportation Safety Board</i></p> <p>Op 4 januari 2002, heeft de NTSB vijf aanbevelingen uitgebracht (A01-83 tot en met A01-87) met betrekking tot recente branden in vliegtuigen. Deze aanbevelingen zijn niet direct gerelateerd aan de omstandigheden van het Swissair ongeval, maar gaan wel over brandbestrijding in het algemeen. De aanbevelingen van de NTSB hebben betrekking op een systeembenadering waarbij gebreken worden geïdentificeerd op het gebied van detectie en onderdrukking, Crew Resource Management, checklist procedures, uitrusting en toegankelijkheid. De aanbevelingen van de NTSB richten zich op acties van bemanning in het omgaan met brand in het vliegtuig. De NTSB aanbevelingen vullen die van de TSB aan door te benadrukken de ontoereikendheid van de bemanningsbewustzijn en training die hun mogelijkheden beperken om een effectieve brandbestrijding uit te voeren.</p>
Luchtverkeersleiding	<p>Luchtverkeersleidingstraining <i>Transportation Safety Board of Canada</i></p> <p>Uit het onderzoek kwam naar voren dat twee luchtverkeersleiders betrokken bij het ongeval geloofden dat de bemanningen, in verband met veiligheidsredenen, mogelijk elektrische en radio systemen uit hebben geschakeld gedurende het dumpen van brandstof. Deze perceptie verklaarde de beëindiging van de radiocommunicatie en radar informatie, welke plaatsvond direct nadat de bemanning had aangegeven te beginnen met het dumpen van brandstof.</p> <p>In noodsituaties kan het potentieel van het minimaliseren van ongewenste uitkomsten en vergroting van service geleverd aan bemanningen afhangen van het bewustzijn van de luchtverkeersleiders van de speciale procedures ondernomen door de bemanningen. De kennis van luchtverkeersleiders van verwachtingen van bemanningen en bekendheid met de mogelijkheden van commerciële vliegtuigen zouden het bewustzijn van de operationele behoeften van bemanningen kunnen verbeteren. Momenteel zijn er in Canada geen speciale vereisten voor het verkrijgen van trainingen voor noodsituaties en de afhandeling daarvan voor luchtverkeersleiding en eventuele opfriscursussen.</p> <p>Op 14 augustus 2001 heeft de TSB een aanbeveling uitgebracht aan TC met betrekking tot herziening van training voor verkeersleiders. Meer aandacht voor extra training ten aanzien van noodsituaties of een vergunning voor verkeersleiders onder de CAR (Canadian Aviation Regulations). Verder verbeteren kennis en vaardigheden zodat ATC beter in staat is om veilige en snel begeleiding te bieden.</p>
Besluitvorming	<p>Duur vluchtopname and vermogenlevering <i>Transportation Safety Board of Canada</i></p> <p>Tekortkomingen ten aanzien van de duur van de CVR (Cockpit Voice Recorder) en de levering van elektrische voeding aan de FDR is tijdens het onderzoek en andere ongevalonderzoeken vastgesteld. Om die reden heeft de TSB op 6 maart 1999 aan Transport Canada en JAA aanbevelingen uitgebracht met betrekking tot CVR duur, onafhankelijk voeding en het gebruik van gescheiden elektrische bussen. CVR speelt een grote rol bij het identificeren van veiligheidsaspecten naar aanleiding van een ongeval. Voor nieuwe toestellen geldt vanaf 2003, dat elke CVR die geïnstalleerd wordt een opname capaciteit van minimaal 2 uur dient te hebben. <i>A99-01 (9 maart 1999)</i></p> <p>Voor oude toestellen geldt dat vanaf 1 januari 2005 dat alle vliegtuigen zowel een FDR als CVR dienen te hebben die minimaal 2 uur kunnen opnemen. <i>A99-02 (9 maart 1999)</i></p> <p>Op het moment dat het vliegtuig vermogen naar de vluchtrecorder werd onderbroken op 10000 voet, stopte de FDR en CVR met opnemen. Deze laatste zes minuten van de vlucht zijn dan ook niet opgenomen en bemoeilijkten het veiligheidsonderzoek door het gebrek aan informatie. Met onderhoudsvrije onafhankelijke vermogensbronnen is het nu haalbaar om nieuwe technologie CVR's en Cockpit Area Microphone (CAM) onafhankelijk van normaal vliegtuigvermogen te gebruiken.</p> <p>Vanaf 2004 dienen alle vliegtuigen uitgerust met CVR met minimaal 2 uur opnametijd een onafhankelijke vermogenslevering vereist geïnstalleerd zijn bij of in de CVR, zodat de CVR en CAM vermogen hebben voor een periode van 10 minuten indien normale vliegtuigvermogen bronnen naar de CVR zijn onderbroken. <i>A99-03 (9 maart 1999)</i></p>

	<p>Met zowel de CVR als de FDR op dezelfde bus is bij het falen van die bus of het bewust uitschakelen van die bus in verband met checklist acties of in een noodgeval beide systemen uitgeschakeld. Vliegtuigen dienen dan voor vermogenslevering ook de twee vluchtrecorders aan te sluiten op aparte generator bussen. <i>A99-04 (9 maart 1999)</i> <i>United States National Transportation Safety Board</i> Naast de aanbevelingen van de TSB aan de FAA beveelt NTSB ook aan dat vliegtuigen worden uitgerust met twee combinatie (CVR/DigitalFDR) systemen.</p> <p>Warmte- en geluidsisolerende materialen <i>Transportation Safety Board of Canada</i> Uit het onderzoek is naar voren gekomen dat warmte en geluidsisolerende bedekkingmateriaal een belangrijke rol heeft gespeeld bij de ontstane brand. De brandbaarheid van het MPET bedekkingmateriaal is erg groot gebleken. Regelgevende autoriteiten hebben aangegeven, dat voldoende actie is ondernomen om dit risico te reduceren en te elimineren. <i>A99-07 (11 augustus 1999)</i> De huidige testmogelijkheden zijn te beperkt om de performance van MPET dekens en andere materialen op brandbaarheid karakteristieken en andere aspecten te testen. Op urgente basis dienen dan ook alle warme en geluidsabsorberende isolatie materialen in gebruik of bedoeld voor gebruik getest te worden op strengere en meer representatieve voor actuele situatie criteria dan die op dit moment voorradig zijn. <i>A99-08 (11 augustus 1999)</i></p> <p>Standaarden met betrekking tot brandbaarheid van materialen <i>Transportation Safety Board of Canada</i> Voor het luchtdrukdeel van het vliegtuig herziening van brandbaarheidsstandaarden voor gebruikt materiaal in de fabricage of ander arenautischproduct, gebaseerd op realistische ontbrandingsscenario's om het gebruik van materiaal dat brand veroorzaakt of laat bestaan te voorkomen. <i>A01-02 (28 augustus 2001)</i> Een certificatie test die de elektrische bedradings falingskarakteristieken onder realistische operatie condities en tegen gespecificeerde prestatie criteria test met het doel om risico van brand te verminderen. <i>A01-03 (28 augustus 2001)</i> Als voorwaarde voor certificatie dienen alle componenten te worden geevalueerd om te verzekeren dat de systemen welke bij falen brand kunnen veroorzaken worden herontworpen. <i>A01-04 (28 augustus 2001)</i></p> <p>Brandbestrijding <i>Transportation Safety Board of Canada</i> Herziening van de methodologie voor bewerkstelligen van toegewezen brandzones, samen met regelgevende autoriteiten en de luchtvaartwereld, om betere bescherming en onderdrukkingscapaciteit te kunnen leveren. <i>A00-17 (4 december 2000)</i> Relevante regelgevende autoriteiten dienen actie te ondernemen om te verzekeren dat industriestandaarden de filosofie reflecteren dat wanneer rook van een onbekende bron verschijnt, de meest behoorlijke actie is om zo snel mogelijk het vliegtuig veilig te laten landen. <i>A00-18 (4 december 2000)</i> Relevante regelgevende autoriteiten dienen te verzekeren dat noodsituatie checklist procedures voor rook met onbekende oorzaak wordt ontworpen die kunnen worden uitgevoerd in een tijdsbestek zodat de mogelijkheid op een brand wordt geminimaliseerd. <i>A00-19 (4 december 2000)</i> Relevante regelgevende autoriteiten dienen te herzien huidige brandbestrijdingstandaarden inclusief training, procedures, uitrusting en de toegang tot ruimtes om te verzekeren dat bemanningen zijn voorbereid om snel en effectief op een gecoördineerde manier te reageren op een brand. <i>A00-20 (4 december 2000)</i> Relevante regelgevende autoriteiten dienen, in samenspraak met de luchtvaartwereld, de adequaatheid van brandbestrijding in zijn geheel te herzien, om te verzekeren dat bemanningen beschikking hebben over een systeem waarvan de elementen op elkaar aansluiten en optimaal zijn om maximum haalbare kans ten aanzien van vaststellen en onderdrukking van brand te bieden. <i>A00-16 (4 december 2000)</i></p> <p>Standby Instrumentarium <i>Transportation Safety Board of Canada</i> Ondanks dat de noodinstrumenten voldoen aan de eisen, hebben problemen met het gebruik van het noodinstrumentarium geleid tot de volgende aanbevelingen. Herziening van de vereisten aan het noodinstrumentarium, inclusief onderwerpen als standby communicatie en navigatiemogelijkheden. Regelgeving dient herzien te worden om adequate training te verzekeren in het gebruik van het standby instrumentarium, dat de ontwerpstandaarden adequaat zijn en qua lay out goed werkbaar zijn, gelijk aan de gewone vlieginstrumenten.</p>
--	--

## Bijlage 4: Doorgevoerde lering per ongeval

Comet	
Deelsysteem	Doorgevoerd
Techniek	<p>Maatregelen genomen in overleg met ARB (Air Registration Board) om de problematiek over de metaalmoetheid op te lossen. Dikker materialen in de drukcabine en versterken en herontwerpen van ramen en uitsnijdingen om zo het algemene drukniveau te verlagen naar een niveau waarop lokale stress concentraties geen gevaar opleveren. (<i>design solution</i>)</p> <p>Betrokken bij een veelomvattend programma waarbij onderdelen worden getest om op die manier ontwerptechnieken welke de gevolgen van lokale stress minimaliseren. Tevens worden er beladingstesten gedaan. (<i>design solution</i>)</p> <p>Verbetering van ontwerp, constructiemethoden en fabricagetechnieken en strenge inspectie om de kans op scheuren tijdens productie te minimaliseren. Wanneer scheuren worden ontdekt tijdens productie mogen deze alleen verholpen worden indien de kans op metaalmoetheid niet vergroot wordt. (<i>design solution</i>)</p> <p>Herontwerp van delen van vleugelstructuur welke in staat zijn om het drukniveau te verlagen door middel van verdikking en versteviging. (<i>design solution</i>)</p> <p>Aanpassing van de uitbreekmogelijkheden voor het gemak en comfort van de piloot. Dit is in het ontwerp van de Comet 3 meegenomen. (<i>design solution</i>)</p> <p>Vermindering van beschadiging door verschuiving van spullen aan de onderkant van de vliegtuigromp door de hoeken van de motoren in de COMET 2 en 3 aan te passen en de dikte van de huid van de vliegtuigromp te vergroten. (<i>design solution</i>)</p> <p>Bescherming van gebieden (o.a. deuren) die onderhevig zijn aan beschadiging door belading van passagiers en vracht. (<i>design solution</i>)</p> <p>Invoering van nieuwe beladings- en druk standaarden (<i>use solution</i>)</p>
Organisatie	<p>Het beleid van Havilland richt zich op het verminderen van zowel de algemene druk en de lokale excessieve belasting, als gevolg van alle bekende oorzaken, boven het niveau van de algemene druk. (<i>organizational climate / culture</i>)</p> <p>Problematiek van het verzekeren van een economisch bevredigende en veilige levensduur van de drukcabine van een vliegtuig behoeft meer studie, zowel in ontwerp als door experimenteren teneinde de lichtst mogelijke veilige structuur te bereiken. Dit is onderkend door van de Havillands in hun beleid met betrekking tot de toekomst van de Comet. (<i>operational proces/oversight</i>)</p>

Trident	
Deelsysteem	Doorgevoerd
Techniek	<p>Snelheidsgebonden beveiliging om retractie bij te lage snelheid te voorkomen. (<i>use solution</i>)</p> <p>Verskil in uitvoering van droops en flaps hendel. (<i>use solution</i>)</p>
Supervisie	<p>Specifieke instructie en training met betrekking tot:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• stall situaties</li> <li>• incapaciteit van piloten (<i>adequate supervision</i>)</li> </ul>
Organisatie	<p>BEA en HSA (Hawker Siddeley Aviation) hebben nieuwe noise-abatement procedures ingevoerd. (<i>operational proces / procedures</i>)</p>
Besluitvorming	<p>Strengere eisen ervaring copiloot.</p> <p>Betere samenwerking tussen de operationele en luchtwaardigheid tak.</p>

Tenerife	
Deelsysteem	Doorgevoerd
Operatie	<p>Wanneer een vliegtuig zich verplaatst dienen, indien uitvoerbaar, de landingslichten aan te zijn. (<i>skill based solution</i>)</p> <p>Taxiën is in geen geval toegestaan wanneer het zicht minder is dan 150 meter en wanneer geen behoorlijke taxi verlichting of visuele hulpmiddelen en grond radar beschikbaar zijn. (<i>perceptual solution</i>)</p>
Achterliggende omstandigheden	<p>Aantal vliegreuen van instructeurs in reguliere lijnoperaties is vergroot, zodat de kans op het 'Training Syndrome' geminimaliseerd wordt. (<i>conditions of operators, physical/mental limitations</i>)</p> <p>Communicatie van invloed op prestaties. (<i>conditions of operators, adverse mental state</i>)</p>
Luchtverkeersleiding	<p>Invoering van standaard, bondige en ondubbelzinnige luchtvaarttaal en duidelijke afspraken over clearances, zodat de kans op vergissingen afneemt.</p> <p>Als omstandigheden dit toelaten dient niet eerder een taxi clearance aan te worden gevraagd voordat een vertrek instructie en/of op route clearance is gevraagd, ontvangen en door teruglezing is bevestigd.</p>



	<p>Het aanvragen van een start clearance (take off clearance) dient nimmer vergezeld te gaan van enig ander bericht.</p> <p>Het woord take off mag niet gebruikt worden in ATC clearance en adequate tijdseparatie tussen de ATC clearance en take off clearance.</p> <p>Grote nadruk op het belang van exacte volgzzaamheid wat betreft instructies en clearances</p> <p>Strengere regels ten aanzien van het gelijktijdig begeven van verkeer op de start of landingsbaan, vooral in het geval van slecht zicht.</p> <p>Afslagen (exits) van een start- en landingsbaan zijn voorzien van duidelijk te onderkennen plaatsaanduidingen, waarbij elke aanduiding overeenstemt met het desbetreffende teken op de overzichtsschetsen welke ten behoeve van het taxiën worden gebruikt.</p> <p>De verkeersleiding heeft naast radiocommunicatie andere systemen ter beschikking, zoals grondradar, blokbeveiliging, visuele bevestiging door middel van lichten en zogenaamde datalink, zulks teneinde met behulp daarvan tijdens slecht zichtomstandigheden het verkeer op start- en landingsbanen en zo nodig op taxibanen doeltreffender te kunnen regelen en controleren.</p> <p>Opname van conversaties in luchtverkeerstoren.</p>
Supervisie	Invoering van trainingen op het gebied van Crew Resource Management en Crew Coördinatie. Authority in the cockpit is beperkt, zodat de medebemanningsleden sneller zullen ingrijpen indien de gezagvoerder verkeerde beslissingen lijkt te maken en er meer mogelijkheden voor samenwerking ontstaan. Tevens meer aandacht voor Human Factors in trainingen. ( <i>adequate supervision</i> )
Organisatie	Toename bewustzijn belang van aandacht voor Human Factors. ( <i>organisational climate, culture</i> )
Besluitvorming	De ontwikkelingen ten aanzien van prioritering van veiligheid of juridisch onderzoek gericht op de aansprakelijkheid van personen zijn nog steeds in volle gang. Onlangs is in de Tweede Kamer ook de discussie gevoerd welke vorm van onderzoek prioriteit verdient, juridisch onderzoek of vliegveiligheidsonderzoek bij het behandelen van de Rijkswet Onderzoeksraad Voor Veiligheid (ROVV), het nieuwe onderzoeksbureau welke de plaats moet innemen van de Raad voor de Transportveiligheid RvTV. Naast de termen "onafhankelijkheid, rechtsbescherming van de betrokken personen, die vrijwillig verklaringen afleggen" is in de nieuwe wet ook geen afspraak gemaakt welk onderzoek prioriteit heeft.

Mt. Erebus	
Deelsysteem	Doorgevoerd
Techniek	Invoering systeem, welke de waarde van de CVR vergroot zonder dat procedures in de cockpit moeten worden aangepast en er significante kosten aan verbonden zijn. ( <i>functional solution</i> )
Achterliggende omstandigheden	Er wordt ontzettend veel moeite gedaan om ervoor te zorgen dat elk bemanningslid betrokken is bij alle fasen van de vlucht om alle kennis te benutten om de vlucht zo veilig mogelijk te laten verlopen en vooral kritisch te laten kijken naar hoe de kapitein de vlucht afhandelt. ( <i>personnel factors/crew resource management</i> )
Luchtverkeersleiding	Commerciële passagiervliegtuigen mogen niet dusdanig gepland worden dat ze dicht over een actieve vulkaan vliegen. Daling onder Minimum Sector Altitude (MSA) is niet toegestaan in de omgeving rond Ross Island, uitgezonderd wanneer het vliegtuig onder continue radar surveillance staat.
Supervisie	Training met betrekking tot vliegen rond Antarctica. ( <i>adequate supervision</i> ) De route kwalificatie instructie voor vluchten zijn aangepast aan de huidige eisen. ( <i>adequate supervision</i> ) De copiloot, boordwerktuigkundige en de officiële verslaggevers zullen de instructies naast de gezagvoerder bijwonen. ( <i>adequate supervision</i> ) Instructeurs zijn bekend met de details van alle routes voor welke ze de verantwoordelijkheid hebben om een vluchtinstructie te geven voor bemanning en verantwoordelijke luchtverkeersleiders die de initiële instructie voor elke seizoensvlucht bijwonen. ( <i>adequate supervision</i> ) Alle toegangen tot de computers van de operators waarop vluchtplan informatie staat opgeslagen kunnen onafhankelijk gecheckt worden. ( <i>adequate supervision</i> )
Organisatie	Navigatie afdeling is verbeterd conform de eisen van een grote luchtvaartmaatschappij. ( <i>operational proces/oversight</i> )
Besluitvorming	De aanbevelingen in paragraaf 6.3.3. van deel I van Annex 6 van de ICAO Conventie wat betreft burgerluchtvaart International Commercial Air Transport worden overgenomen door Nieuw Zeeland als standaard. Deze aanbeveling houdt in 'Na 1 januari 1975 alle turbinemotor vliegtuigen van een maximum gewicht van meer dan 5700 kg tot en met 27000 kg, welke van typen zijn waarvan het prototype was gecertificeerd door de daarvoor aangewezen nationale autoriteit, na 30 september 1969 zouden moeten worden uitgevoerd met een CVR.

Air Florida	
Deelsysteem	Doorgevoerd
Techniek	<p>A-82-11 en 12. Een nieuwe te verspreiden Advisory Circular (adviserende brief) is ontwikkeld welke een discussie bevat over de gevaren van ijs op de motorinlaat en blokkade van de ingangen van de motor sensoren door ijs, en methoden die bemanningen kunnen gebruiken om deze condities te herkennen en om op een behoorlijke manier gebruik te maken van anti-icing systeem. Daarnaast is een gedetailleerde technische analyse ondernomen teneinde de invloed op de motor instrument weergaven, kruis controle procedures en achteruitgaande prestaties van de parameters weer te geven. De resultaten van deze studie zijn direct verspreid in het veld.</p> <p>Gebruik van vleugel thermaal anti-icing systeem om ijsophoping te voorkomen. (<i>functional solution</i>)</p> <p>Modificatie van take off flaps om gevolgen van ijsophoping te niet te doen. (<i>design solution</i>)</p> <p>Modificatie van vleugeloppervlakten om de gevolgen van ijs op voorrand te beperken. (<i>specification solution</i>)</p>
Onderhoud	82-6 op 11 maart 1982: FAA besteed in Air Carrier Operations Bulletin (ACOB) Nr. 7-82-2 aandacht aan procedures voor onder koude weersomstandigheden, waarbij de nadruk ligt om de problemen met betrekking tot ijs op de motor inlaat en er worden suggesties gedaan voor operationele procedures.
Operatie	<p>Beter gebruik van vliegtuighandleidingen, aangezien die veel informatie bevatten over icing. (<i>skill-based solution</i>)</p> <p>Geven van volledig vermogen teneinde te blijven vliegen heeft prioriteit gekregen. De bemanning heeft geen volledig vermogen gegeven, om motorbeschadiging te voorkomen. Tegenwoordig ligt de prioriteit bij het blijven vliegen. (<i>decision solution</i>)</p> <p>Gerichter werken gedurende instrument controle. Eerst wordt getracht te begrijpen waarom het gaat en vervolgens worden de instrumenten gelezen. (<i>decision solution</i>)</p>
Achterliggende omstandigheden	Crew Resource Management. Betere taakverdeling tussen bemanningsleden en evenwichtiger verdeling van de verantwoordelijkheid, zodat de gezagvoerder niet alle macht bezit, maar dat er onderling naar elkaar geluisterd wordt. Hiermee wordt intimidatie tevens voorkomen. Assertiviteit van de copiloot is hierbij vereist. ( <i>personell factors, crew resource management</i> )
Luchtverkeersleiding	<p>A-82-10. Een kopie van de NTSB aanbevelingen A-82-6 tot en met A-82-15 is verzonden naar alle luchtverkeersleidingfaciliteiten op 28 januari 1982. De bepalingen van FAA met betrekking tot de gate-hold (wachten bij de gate) procedures, bedekken op een adequate manier de afhandeling van vertrek procedures in het geval van vertragingen. De bepalingen hebben als doel faciliteiten eraan te herinneren toepassing van deze procedures te herzien.</p> <p>A-82-14. Binnen het trainingsprogramma van de luchtverkeersleiding over meteorologie dient dieper ingegaan te worden op het identificeren van verschillende vormen van icing en de invloed daarvan op de prestaties van het vliegtuig. Daarnaast adviseert FAA de huidige werkracht via het bulletin over gevaren die gemoeid gaan met structuur en motor icing van het vliegtuig.</p> <p>A-82-13. De volgende notitie is toegevoegd aan Handboek 7110.65C, paragraaf 972b: Vliegtuigen die taxiën achter vliegtuigen onder vriezende weersomstandigheden ondervinden mogelijk neergeslagen ijs op motor en vliegoppervlak. De intervals tussen de taxiënde vliegtuigen dient in dergelijke gevallen groter te zijn.</p>
Supervisie	<p>82-7 en 82-8. Deze veiligheidsaanbevelingen zijn aan alle luchtvaartmaatschappijen aangeboden via een telegrafisch bericht op 28 januari in 1982. Een telefonische bespreking tussen FAA's kantoor en vliegtuigoperatie en alle regionale divisieverantwoordelijken voor vliegstandaardisatie op 29 januari in 1982 hebben de regio's opgedragen om leiding te geven aan een herziening van hun operators. De vraag aan elke voornaamste operatie inspecteur of behoorlijke vliegveiligheidsinspecteur om actief de handleidingen met betrekking tot operaties onder koude weersomstandigheden te herzien. De criteria voor deze herziening zijn afgeleid uit luchtvaartregelgeving, adviezen en richtlijnen, luchtvaartoperatie- en onderhoudsbulletins samen met de telefonische conferentie op 29 januari 1982. (<i>adequate supervision</i>)</p> <p>A-82-9. Refererend aan de tijdsperiode van 20 minuten sinds de-icing of de laatste bevestiging dat de oppervlakten van het vliegtuig schoon waren is niet onderkend als goede methode om de veiligheid te waarborgen. Ijs kan onder dergelijke condities in een veel korter tijdsbestek reeds problemen opleveren. Bemanningen dienen 'clear aircraft' concept gespecificeerd door huidige regels zonder aandacht voor specifieke tijdsintervallen. (<i>adequate supervision</i>)</p>
Organisatie	Als het gevolg van het ongeval en de aanbeveling is de investering in research and design toegenomen. De informatie uit de onderzoeken benadrukken dat verbeterde procedures nodig zijn om te verzekeren dat gevaarlijke ijsvorming niet ontstaat voor take off. ( <i>operational process, oversight</i> )
Besluitvorming	<p>A-82-15. Een telegrafisch bericht is verzonden op 29 januari naar alle FAA faciliteiten, alle Amerikaanse luchtvaartmaatschappijen, eigenaren, operators, vliegtuig en motor fabrikanten, buitenlandse autoriteiten van bekende vliegtuigregistraties en andere geïnteresseerde groepen. Dit bericht omvatte de inhoud van de Raad's veiligheidsaanbevelingsbrief uitgegeven en verspreid door de FAA.</p> <p>Het doel van de verspreiding was om te verzekeren hun bewustzijn, de eerste bevindingen en aanbevelingen zoals vereist door de Raad.</p>

	<p>De telefonische conferentie op 29 januari had als doel het adviseren het regionale vliegstandaardisatie personeel om contact op te nemen met alle luchtvaartmaatschappijen om te herzien de aanbevelingen van de raad en de operationele procedures onder koude weersomstandigheden, trainingsprogramma's en de inhoud van handleiding, zoals vereist door de raad.</p> <p>Een onderzoeksrapport is geleverd door elke FAA regio. Dit rapport geeft aan dat alle luchtvaartmaatschappijen zijn ingelicht en bewust zijn gemaakt van de aanbevelingen met betrekking tot de gevaren omtrent ijsopbouw. Het resultaat van het onderzoek geeft aan dat er een positieve houding bestaat van de industrie ten opzichte van deze aanbevelingen.</p> <p>Als onderdeel van het onderzoek vereiste de Raad op 10 mei 1982 de volgende informatie van de FAA:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Data met betrekking tot, overwogen, of actuele veranderingen aan de Boeing 737 (standard or advanced) FAA Approved Flight Manual.</li> <li>• Gegevens met betrekking tot de uitgave of overwogen uitgave van elke herziening van Service Bulletins van toepassing op de Boeing 737</li> <li>• Gegevens met betrekking tot de uitgave of overwogen uitgave van elke herziening van Operatie Handleiding Bulletins van toepassing op de Boeing 737</li> <li>• Gegevens met betrekking tot de uitgave of overwogen uitgave van elke herziening van de Boeing 737 Operatie Handleiding.</li> <li>• Gevens met betrekking tot de uitgave of overwogen uitgave van elke herziening van de Boeing 737 Onderhoud en Structureel Herstel Handleiding</li> </ul> <p>Op 27 juli 1982 antwoordde de FAA dat het Seattle, Washington, omgeving vliegtuig certificatie kantoor had gevraagd of Boeing de Vliegtuig vlieghandleidingen behoorlijk zou kunnen aanpassen zodat de vragen die opgekomen zijn betreffende B-737 en B-727 icing waardoor de ingangen van de motor sensoren worden geblokkeerd en het gebruik van anti-icing beter bedekt worden.</p> <p>De Seattle Vliegtuig Certificatie Kantoor heeft nog geen operationele wijzigingen of bulletins van Boeing ontvangen. Boeing heeft ontwikkeld een Service Bulletin dat toestaat het gebruik van vleugel anti-icing op de grond. Boeing heeft een telex verzonden naar alle operators van B-737's en 727's over het onderwerp van de B-737 Operatie Handleiding en service brieven is naar allen verzonden.</p>
--	--

JAL	
Deelsysteem	Doorgevoerd
Techniek	<p>Bij nieuwe vliegtuigen is een beschermingsplaat geplaatst over de interne toegang van de verticale staart, dit om te voorkomen dat lucht door de hoge druk in de staart ontsnapt, waardoor de staart van het vliegtuig kan afbreken. Alle bestaande B-747 zijn kostenloos gemodificeerd. (<i>design solution</i>)</p> <p>Boeing heeft een modificatie doorgevoerd waardoor het totaalverlies van hydraulische vloeistof en druk wordt voorkomen. (<i>functional solution</i>)</p> <p>Boeing heeft klinknagels bij de staart vervangen door een nieuwer type die beter bestandig zijn tegen corrosie door druk. (<i>specification solution</i>)</p> <p>Kabels ten behoeve van de besturing zijn versterkt door Boeing. (<i>specification solution</i>)</p>
Onderhoud	<p>Onderhoudsmailing verzonden aan iedereen die gebruik maakt van de B747, waarbij wordt aangedrongen op regelmatige controle van de klinknagels bij de staart en vervanging in plaats van reparatie bij beschadigingen.</p>
Supervisie	<p>Naar aanleiding van het ongeval is meer aandacht voor besturen van vliegtuigen zonder hydraulische druk ofwel alleen op de motoren gekomen. (<i>adequate supervision</i>)</p>
Besluitvorming	<p>Ongevallen als JAL en het ongeval met BOAC (British Overseas Airways Corporation) op 5 maart 1996 bij Mount Fuji met een Boeing 707 hebben gezorgd voor oprichting van Air Accident Investigation Committee in Japan, onderdeel van het Ministerie van Verkeer.</p> <p>De ongevallen met JAL 123 en United Airlines 232 op 19 juli 1989 met een DC-10 boven het midden westen van Amerika hebben gezorgd voor oprichting van Systems Review Task Force en Engine Containment Working Group. De volgende partijen zijn daarbij betrokken, namelijk Boeing, Airbus, Lockheed, Mc Donnell Douglas, General Electric, Pratt &amp; Withney en Rolls Royce.</p>

Avianca	
Deelsysteem	Doorgevoerd
Supervisie	Luchtvaartmaatschappij Avianca heeft Cockpit Resource Management opgenomen in het bemanning trainingsprogramma. ( <i>adequate supervision</i> ) In handleidingen is informatie uitgebreid over procedures met betrekking tot minimum brandstof samen met criteria op grond waarvan bepaald kan worden of routine afhandeling of noodlanding is vereist. ( <i>adequate supervision</i> )
Besluitvorming	FAA heeft een uitvoerige studie geleid naar controle faciliteiten van centrale vliegtuigstromen en het Verkeers Management Systeem op grond waarvan het Verkeers Management Systeem is aangepast teneinde de effectiviteit en behoorlijkheid van training, verantwoordelijkheden, procedures en methoden te vergroten. FAA heeft in samenwerking met ICAO een gestandaardiseerde woordenlijst ontwikkeld met definities, termen, woorden en zinnen, die volkomen begrijpelijk zijn voor zowel de bemanning als de luchtverkeersleiding, met betrekking tot de communicatie over minimum brandstof of een noodsituatie wat betreft brandstof. Door Director Administration Aviation Civil (DAAC), Colombia zijn beleid, procedures, trainingen en overkoepelende activiteiten herzien. Dit heeft bijgedragen aan adequate nadruk op de tweevoudige verantwoordelijkheid die luchtverkeersleiding en bemanning hebben wat betreft het elkaar informeren over de gebeurtenissen en situaties die afwijken. FAA heeft bekend gemaakt aan alle nationale en internationale luchtvaartmaatschappijen te benadrukken dat alle bemanningen die opereren binnen de commerciële luchtvaart in het Amerikaanse Luchtruim Systeem volledige op de hoogte moet zijn over de vluchtoperatie en luchtverkeersleidingprocedures, inclusief de standaard terminologie voor operaties in Amerika. ( <i>A-90-9</i> ) FAA heeft direct de inhoud van de aanbevelingen verspreid onder alle luchtvaartmaatschappijen die opereren binnen de commerciële luchtvaart in Amerika. ( <i>A-90-10</i> ) FAA heeft direct een algemene mededeling uitgevaardigd richting het management van alle luchtverkeersleidingfaciliteiten, waarin formeel alle luchtverkeersleiders worden geïnformeerd over de omstandigheden van het ongeval. Tevens om te benadrukken dat het van groot belang is om de bemanning om verduidelijking te vragen van onduidelijke of tegenstrijdige meldingen, die mogelijk een noodsituatie of de behoefte aan assistentie van de luchtverkeersleiding aangeven. ( <i>A-90-11</i> ) Op 22 juni 1990, zijn de aanbevelingen A-90-9 tot en met -11 als "Closed--Acceptable Action" geclassificeerd.

Faro	
Deelsysteem	Doorgevoerd
Luchtverkeersleiding	Procedures voor luchtverkeersleiding met betrekking tot verspreiden informatie geleverd door meteorologische dienst. Afspraken tussen meteorologische verantwoordelijke en luchtverkeersleiding over welke dienst er verleend dient te worden en welke verantwoordelijkheden ieder van de autoriteiten heeft op het gebied van luchtvaart meteorologie.
Supervisie	Herzien procedures met betrekking tot ÁTS en CWS gedurende de naderings- en landingsfase, vooral onder slechte weersomstandigheden. Martinair heeft BIM (Basic Instruction Manual) herzien ten aanzien van: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Procedures betreffende starts en landingen met als doel te bepalen wanneer en onder welke condities de copiloot deze manoeuvres kan uitvoeren, telkens wanneer de weersomstandigheden ongunstig zijn en/of de operationele parameters miniem zijn.</li> <li>• Training wat betreft windschering, vooral wat betreft herkenning. (<i>adequate supervision</i>)</li> </ul>

ValuJet	
Deelsysteem	Doorgevoerd
Onderhoud	Als reactie op de zorgen met betrekking tot de werkkaarten is het Flight Standard Handbook Bullerin (FSHB) 98-10 uitgebracht om het onderhoudspersoneel te ondersteunen in: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Herkennen vliegtuigonderdelen die gevaarlijke materialen bevatten.</li> <li>• Behoorlijke opslag-, afhandelings-, inpak- en verwijderingsprocedures.</li> <li>• Identificatie van specifieke obstakels betreffende deze materialen.</li> </ul> Het luchtwaardigheidshandboek voor inspecteurs en Continue Luchtwaardigheid Onderhouds Programma's zijn ook herzien op basis van deze informatie.

Organisatie	Zes weken na de crash heeft ValuJet de operaties gestaakt en het certificaat overgedragen aan de FAA. ValuJet heeft 2 miljoen dollar aan de FAA betaald voor onderzoek om een signaal af te geven. Dezelfde dag heeft een topman van de FAA zijn vertrek aangekondigd. ValuJet heeft de zomer van 1996 gebruikt om zijn organisatie te herstellen, totdat de FAA tevreden was met de processen, praktijken en procedures. Op september 1996 heeft ValuJet de operatie hervat. 15 januari 1997 heeft SabreTech vrijwillig zijn operatie in het onderhoudsreparatie station in Miami beëindigd en Orlando faciliteit licentie overgedragen aan FAA. ( <i>organisational climate, structure</i> )
Besluitvorming	<p>NPRM door FAA in juni 1997, welke vereist dat Amerikaanse luchtvaartmaatschappijen binnen drie jaar de Klasse D vrachtruimen voorzien van brand- en rookdetectie en brandblus systemen. De uiteindelijke regelgeving is vastgesteld op 12 februari 1998, waarin staat dat Class D compartimenten aan dezelfde eisen als Klasse C vrachtruimen moeten voldoen voor het jaar 2001 en dat geen enkel toekomstig vliegtuig mag worden ontworpen die niet voldoet aan deze standaard.</p> <p>Tijdens het ongeval heeft het interne telefoonsysteem gefaald. Omdat de procedures veelal niet beschikbaar zijn voor de bemanning, is op 24 juli 1998 een beleidsdocument toegevoegd aan de Master Minimum Equipment List (MMEL) om te bewerkstelligen operationele standaarden voor onderhoudszaken aangaande deze systemen.</p> <p>FSIB (Flight Standards Information Bulletin) betreffende POI's (Principal Operations Inspectors) om te verzekeren dat voldoende training wordt geleverd ten aanzien van beschermende ademhalingsuitrusting. Het programma dient te omvatten controle van elk onderdeel van de uitrusting en richtlijnen voor gebruik van zowel rookbrillen als zuurstofmaskers bij eerste waarneming van niet geïdentificeerde geur binnen de 15 seconden die in het ontwerp als doel is gesteld.</p> <p>De FAA heeft alle bekende technieken voor zicht in cockpit in nood geëvalueerd en heeft één type goedgekeurd. Toch is het niet noodzakelijk gesteld dat systemen door dit systeem worden vervangen.</p> <p>FAA legt nadruk op brand preventie en onderdrukking, hierdoor bestaat meer vrijheid ten aanzien van rook evacuatie systemen. Verschillende fabrikanten bieden verschillende technieken die volgens de FAA allemaal tot de mogelijkheden behoren zonder dat er een bepaald systeem wordt opgelegd.</p> <p>Op 30 december 1996 heeft de RSPA (Research and Special Programs Administration) een definitieve regel uitgebracht, verbiedend het transport van alle zuurstofgeneratoren, expended of niet, als vracht aan boord van een passagiersvliegtuig. Vliegtuigbouwers hebben hun handleidingen aangepast om om te kunnen gaan met de nieuwe regelgeving.</p> <p>De FAA heeft een studie gericht op het definiëren en specificeren van menselijke factoren gerelateerd aan de ontwikkeling en goedkeuring van luchtvaartmaatschappij en onderhoudsprocedures en programma's. Op basis hiervan zullen regels of beleid in de toekomst worden aangepast.</p> <p>Een industrie brede conferentie is gehouden in Washington in november 1996, welke zich richtte op vele van de richtlijnen bepaald door de NTSB. Een maand later heeft de RSPA een advies gepubliceerd, Transportation of COMAT (COmpany owned MATerial) by aircraft. Februari 1997 heeft dezelfde organisatie een veiligheidsmededeling adviserende handleiding: aanbieden, accepteren en vervoeren van gevaarlijke materialen uitgebracht. In begin 1998 hebben de FAA en RSPA samen een mededeling gepubliceerd gericht op de speciale vereisten van zuurstofgeneratoren en een brochure, welke specifieke informatie over gevaarlijke COMAT weergeeft, is verspreid later dat jaar.</p> <p>In december 1997 is een FSHB uitgebracht om te verzekeren behoorlijke controle op onderhoudsprogramma's van luchtvaartmaatschappijen. De adequaatheid van de organisaties en competentie van onderhoudspersoneel moeten continu worden gecontroleerd, onafhankelijk van het feit of de werkzaamheden door de organisatie zelf worden uitgevoerd of worden uitbesteed.</p> <p>Op 23 februari 1998 heeft de FAA een andere FSHB uitgebracht, gericht aan alle POI's om te verzekeren dat hun operators voldoen aan de bestaande regels betreffende voorbereiding van belading. Ondanks de vooraanstaande positie van de NTSB in luchtvaartveiligheidsonderzoek zijn er bij bepaalde ongevallen, zoals ValuJet 592, problemen ontstaan ten aanzien van het verzamelen van informatie. De veroordelingen die hebben plaatsgevonden hebben een negatief effect gehad op de informatieverspreiding richting de ongevalonderzoekers. Voormalige voorzitter Hall gaf tijdens een NTSB symposium aan, "Those [SabreTech] prosecutions caused us to take a hard look at the possibility that old types of information might also be lost to the accident investigator. For decades, we had relied on individuals to tell us what happened in an accident—and they usually, sometimes reluctantly, did so." After the SabreTech prosecutions, Hall continued, "we feared that what had been reluctance to cooperate would now become refusal. The [previously cited] pipeline accident in Bellingham, Wash., proved us right. A criminal investigation of the accident was immediately launched, and we have yet to talk to most of the individuals who were operating the pipeline when it ruptured [in] June [1999]. As a result, serious safety issues and serious questions about prevention remain unanswered<sup>56</sup>."</p>

<sup>56</sup> <sup>56</sup> L. Fenwick, IFALPA Accident Analysis (AA) Committee Tokyo, Japan, 10-12 JUNE 2003, Reference: AA/1/2003, 04AAC019, US ALPA, 27 May 2003

Swissair	
Deelsysteem	Doorgevoerd
Techniek	<p>Boven gangpad- en noodverlichting  <i>The Boeing Company</i>            Als reactie op de TSB uitkomsten, heeft Boeing gevraagd aan de fabrikant van gangpad- en noodverlichting om deze te testen. De resultaten van deze testen leverden geen afwijkingen op en bevestigde dat de inrichting voldeed aan de bestaande certificatie standaarden. (<i>use solution</i>)</p> <p>IFEN/Supplementair Type Certificaat (STC)  <i>Swissair</i>            Als voorzorgsmaatregel heeft Swissair in oktober 1998 gereageerd op de TSB ontdekking door het IFEN uit te schakelen in zowel de MD-11 als Boeing 747 vloot. (<i>implementation solution</i>)  <i>The Boeing Company</i>            Boeing, als leverancier van fabrieksgeïnstalleerde IFEN systemen, leidde een ontwerpherziening van de installaties om te bevestigen dat er geen onveilige condities bestaan. De herziening resulteerde in productiewijzigingen ontworpen om het IFE systeem van de cockpit te isoleren. (<i>design solution</i>)</p> <p>Standby instrumentarium  <i>Swissair</i>            Als onderdeel van het MD-11 Modification Plus programma heeft Swissair ervoor gekozen om een tweede vliegdisplay systeem te installeren met dezelfde display als de eerste in het MD-11 vliegtuig. Het systeem omvat hoogte, snelheid en ander informatie in een geïntegreerde display. Indien het vermogen van de eerste wegvalt, kan de tweede nog 45 minuten op batterijen blijven werken. (<i>functional solution</i>)  <i>The Boeing Company</i>            Boeing heeft de huidige standby instrumentarium uitrusting herzien naar aanleiding van een poging om de gebieden die geoptimaliseerd kunnen worden te identificeren. Als onderdeel van productverbeteringen voor de klanten biedt Boeing standby instrument systemen aan, zoals het geïntegreerde systeem gebruikt op de B 717, welke verschillende standby instrumentarium vereisten combineert in een enkele display. (<i>functional solution</i>)</p>
Luchtverkeersleiding	<p>Luchtverkeersleidingstraining  <i>Transport Canada</i>            TC adviseerde de TSB contact te leggen met de luchtverkeersleidingcentra, Nav Canada en SERCO Aviation Services om te verzekeren dat de zorgen weergegeven in de TSB ASA bekend zijn.  <i>Nav Canada</i>            Nav Canada ontwikkelde en leverde een opfris voor luchtverkeersleiders, welke omvatten bekendmaking met rook en brand gerelateerde noodsituaties.            Aanvullend, op 11 juli 2002, heeft Nav Canada uitgebracht een wijziging in de luchtverkeersleiding operatiehandleiding om luchtverkeersleiders een nieuwe richtlijn te bieden met betrekking tot brandstof dumpingsoperaties en in het bijzonder de volgende informatie. "It has been determined some aircraft may be incapable of making radio transmissions during a fuel dump however, all are capable of maintaining a listening watch on the frequency. As well, some aircraft must also turn off their transponders during the fuel dump procedure."</p>
Organisatie	<p>MD-11 Bedrading  <i>The Boeing Company</i>            Als toevoeging op de integrale steun aan de FAA's MD-11 Wiring Corrective Action Plan, antwoordde Boeing op de behoefte aan additionele technische training met betrekking tot bedrading door het ontwikkelen van een bedradinginspectie cursus voor vliegtuigmaatschappijen en overheidsorganisaties. Verbetering van Boeing's bedradinghandleiding. (<i>operational process, procedures</i>)  <i>Swissair</i>            De behoefte om technische training met betrekking tot bedrading te verbeteren is ook erkend door Swissair. Technici hebben technische training documenten herzien. Tevens is ontwikkeld een serie van technische orders om om te kunnen gaan met alle toepasbare AD's genoemd in de FAA's MD-11 Wiring Corrective Action Plan en hebben opgedragen verschillende specifieke bedradinginspecties. (resource management, human resources)</p> <p>Duur vluchtopname and vermogenlevering  <i>The Boeing Company</i>            Boeing publiceerde SB's MD11-31-101 op 19 december 2001, welke toestaat dat MD-11 recorders vermogen ontlenen aan separate bussen. In werking stellen van de SB zal als gevolg hebben dat CVR vermogen krijgt van rechter noodbus en dat DigitalFDR vermogen krijgt van de motor 1 generator bus. (<i>operational process, procedures</i>)</p>

	<p>Warmte- en geluidsisolerende materialen <i>Swissair</i> Voor de publicatie van de AD van FAA heeft Swissair in samenspraak met Boeing reeds de geselecteerde MPET bedekte isolatiemateriaal vervangen. Na ontvangst van de AD van FAA is Swissair een volledig MPET bedekte isolatiemateriaal vervangingsprogramma begonnen van de MD-11 vloot. Januari 2003 is volledig voldaan aan de AD door Swissair. (<i>operational process, procedures</i>)</p> <p>MD-11 Bemanning leesverlichting (kaartverlichting) <i>Hella Aerospace</i> Hella Aerospace werkt samen met Boeing aan het ontwikkelen van ontwerpverbeteringen om aandacht te besteden aan de gebreken ontdekt tijdens het onderzoek. Als tussentijdse maatregelen heeft Hella SB 2LA005916-33-003 op 12 december 2000 uitgebracht, welke enkele veranderingen reeds omvat. Volledig herzien ontwerp is in augustus 2002 in samenwerking met Boeing afgerond. Documentatie met betrekking tot het definitieve Flight Crew Reading Light (FCRL) is doorgestuurd naar Boeing en is gebruikt voor productie van een nieuwe serie vanaf begin november 2002. (<i>operational process, procedures</i>) <i>Swissair</i> In juni 2001 hebben technici engineering order (EO) 217609.01 uitgebracht om mee te nemen Hella's SB 2LA005916-33-003. De EO past aan de FCRL (kaartverlichting) om bescherming tegen kortsluiting te verbeteren, door middel van 11,5 watt halogeen lamp door een 7 watt gloeilamp te vervangen. De EO is volledig geïmplementeerd in maart 2002. (<i>operational process, procedures</i>)</p> <p>Brandbestrijding <i>The Boeing Company</i> Boeing heeft uitgebracht een 'Flight Operations Bulletin (MD-11-99-04) aan alle MD-11 exploitanten die aandacht besteed aan verschillende opties om om te gaan met rook in de cockpit. Boeing heeft ook bewerkstelligd een Boeing Brand/Rook Commissie om te bestuderen de operationele impact van rook en brand op elk Boeing vliegtuig. (<i>operational process, procedures</i>) <i>Swissair</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• MD-11 Checklists</li> </ul> <p>Swissair heeft een Aircraft Operations Manual (AOM) Bulletin (90/99) uitgebracht adviserend de MD-11 bemanning voor een herziening van Smoke/Fumes of Unknown Origin Checklist. Swissair besloot om de checklist te veranderen om te verzekeren dat de juiste schakelaar is geselecteerd voor de CABIN BUS schakelaar. Deze verandering is gebaseerd om een ongeval op een vlucht van Singapore naar Zurich, gedurende welke de bemanning moest omgaan met een donkere cabine nadat de CABIN BUS schakelaar was geselecteerd. Hierdoor is het niet meer mogelijk dat de noodverlichting uitgaat als gevolg van selectie van de CABIN BUS schakelaar. Om tijd te besparen tijdens het afwerken van de checklist, heeft Swissair ook de bemanningen geïnstrueerd om direct door te gaan naar het relevante checklist onderdeel, daarbij overslaand de vereisten om de resultaten van het verwijderen van vermogen van de CABIN BUS te evalueren en het weer vermogen geven aan de CABIN BUS. In maart 1999, na een intensieve discussie met de vliegtuigbouwer op de nieuwe herziening, Swissair leidde een testvlucht in vliegtuig HB-IWR om de nieuwe checklist procedure te valideren. Swissair heeft gebruikt een Bulletin (94/99) om de MD 11 bemanning te adviseren over de aanvullende informatie op rook/brand tijdens de vlucht. In 1993, de MD-11 fabrikant heeft besloten om te verwijderen de Air Conditioning Smoke Checklist, omdat alle onderdelen in deze checklist op waren genomen in de Smoke/Fumes of Unknown Origin Checklist. Toch heeft Swissair ervoor gekozen om de Air Conditioning Smoke Checklist te behouden omdat de checklist mogelijkheden biedt om sneller de specifieke bron van de rook of dampen te achterhalen als bekend is dat ze afkomen van het airconditioning systeem. Swissair beschouwt het gebruik van de Air Conditioning Smoke Checklist als minder onderbrekend voor vliegtuigsystemen, zoals displays, communicatie en navigatie systemen dan het gebruik van Smoke/Fumes of Unknown Origin Checklist, welke vereist dat de generator bussen uit worden geschakeld achtereen. In AOM Bulletin (94/99), adviseert Swissair zijn MD-11 bemanningen ook over een herziening van de noodprocedures met betrekking tot het omgaan met rook en dampen. Swissair geeft aan dat "onder onzekere omstandigheden de identificatie van een rookbron erg lastig kan zijn en dat in sommige scenario's, waarin het airconditioning systeem zich gedraagt als een transportmedium maar niet zelf de rookbron veroorzaakt, zou kunnen leiden tot misinterpretatie van de rookoorsprong". Om te standaardiseren met de fabrikant zowel om te verhelderen en versnellen het rook bron identificatie proces, heeft Swissair besloten om te gebruiken de Smoke/Fumes of Unknown Origin Checklist in elke rook/damp situatie. Swissair waarschuwde de bemanningen dat de Smoke/Fumes of Unknown Origin Checklist zal leiden tot het uitschakelen van belangrijke essentiële vliegtuigsystemen.</p>
--	---

	<p>Aanvullend heeft Swissair de Smoke/Fumes of Unknown Origin Checklist verbeterd door de bemanning aan het begin van de checklist de overweging van een noodlanding en het dumpen van brandstof te overwegen. Swissair heeft uitgebracht een AOM bulletin om te adviseren aan de MD-11 bemanningen over een herziening van de Smoke/Fumes of Unknown Origin Checklist. Zuurstofmaskers zijn toegevoegd als het eerste onderdeel in de checklist. Deze aanvulling vertegenwoordigt geen wijziging voor Swissair praktijk, omdat zuurstofmaskers altijd het eerste onderdeel vormt als het gaat om het omgaan met rooksituaties in simulatietrainingen.</p> <p>Daaropvolgens heeft Swissair in AOM Bulletin (122/01) uitgelegd de redenen achter de grote veranderingen in de presentatie van de Smoke/Fumes of Unknown Origin Checklist procedure. Het zelfde bulletin informeerde de MD-11 bemanningen dat Airbus heeft gecombineerd drie rook procedures in één checklist procedure gelijk aan de Smoke/Fumes of Unknown Origin Checklist (<i>operational process, procedures</i>)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Training</li> </ul> <p>Swissair is verder gegaan met het opleiden van bemanning met AOM Bulletins en interne nieuwsbrieven met betrekking tot CB beleid, checklist herzieningen en incidenten met betrekking tot rook of dampen. Bemanningen zijn geïnformeerd over het toenemende aantal inspecties van kaartlichten als gevolg van beschadiging door warmte ontdekt gedurende het onderhoud.</p> <p>In vroegere jaren heeft Swissair herzien zijn grondbeschool opfrustraining door mee te nemen instructies gebaseerd op de ervaring naar aanleiding van de Swissair 111 crash. De instructies zijn bedoeld om te benadrukken het belang van effectieve communicatie en tijdige beslissingen wanneer om gegaan moet worden met rook met onbekende oorsprong.</p> <p>Swissair heeft herzien een deel van de CRM training als het gaat om omgaan met rook gerelateerde noodsituaties. (<i>resource management, human resources</i>)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• MD-11 Modificatie Plus programma</li> </ul> <p>Naar aanleiding van het ongeval namen Swissair en de onderhoudsorganisatie SR Technics een gezamenlijke studie om te analyseren alle potentiële factoren die mogelijk hebben bijgedragen aan het ongeval. De studie richt zich op het onderzoeken van de mogelijkheden om de kwetsbaarheid van het MD-11 vliegtuig bij een brand zoveel mogelijk te beperken door te ontwikkelen een vroegtijdig rook detectie systeem. De intentie was het vergroten van brandblus en noodsituatie responsecapaciteit van de MD-11. De studie resulteerde in de aanname van het MD-11 Modificatie Plus programma. Het programma bestaat uit de volgende verbeteringen:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. <i>Gemengd Rook Detectie Systeem</i> Deze aanpassing installeert rookdetectoren in het avionische deel, de cockpit en de galley. Het systeem bestaat uit een dubbele loop rook detectie systeem, welke toelicht een amber waarschuwingslicht. Een noodchecklist genaamd is ontworpen en geïntroduceerd aan de MD-11 bemanningen via AOM Bulletin (123/01)</li> <li>2. <i>Video Camera Monitoring Systeem</i> Dit systeem installeert camera's in het avionische deel, de cockpit en de galley om een visuele bevestiging te leveren van de aanwezigheid van rook. De camera installatie omvat een scherm dat de piloten toestaat het geheel te kunnen overzien.</li> <li>3. <i>Halon Distributie Systeem</i> Dit systeem bestaat uit drie vaste Halon flessen, verbonden aan het distributie systeem. Het HDS kan een brandonderdrukkings agent leiden naar het bovenste deel van de cockpit en de galley. Als deze gebieden niet toegankelijk zijn verbetert deze modificatie de bemanning zijn brandonderdrukking capaciteiten. Bedradingroute: Dit onderdeel van het programma omvat de bedradingaanpassing ontwerpen om te verbeteren de separatie en vergroten overleefbaarheid van vliegkritische systemen. De aanpassing scheidt de rechter en linker vermogensdraden naar tegenovergestelde kanten van het vliegtuig. Zuurstofsysteem / Airconditioning systeem verbeteringen: Om het bemanning zuurstofsysteem brandbestendige te maken, heeft Swissair Boeings SB MD11-35-021 aangenomen, welke vervangt aluminium onderdelen met staal. Tevens heeft Swissair de bescherming van het airconditioning systeem vervangen door een meer brandbestendige versie.</li> <li>4. <i>Standby vlieginstrumenten</i> Dit onderdeel is een mini primaire vliegdisplay. Deze combineert alle noodzakelijke en relevante informatie zoals standby horizon, snelheid en hoogte. Dit onderdeel omvat ook een automatische back-up wat betreft vermogen. Om de aircraft downtime te reduceren is het MD-11 Modificatie Plus programma gecoördineerd met het MPET bedekte isolatiemateriaal vervangingsprogramma. Alle aanpassingen zijn goedgekeurd door behoorlijke luchtwaardigheidsautoriteiten en in januari 2003 zijn negen MD-11's, voorheen eigendom van Swissair, aangepast in overeenstemming met het MD-11 Modificatie Plus programma. (<i>organisational proces, procedures</i>)</li> </ol>
--	---



	<p>Stroomonderbreker Reset Filosofie <i>Airbus</i> Airbus heeft beleid uitgebracht waarin niet wordt toegestaan de stroomonderbreker te resetten, uitgezonderd in noodsituaties en dan alleen wanneer goedgekeurd door de gezagvoerder. (<i>operational process, procedures</i>) The Boeing Company Zelfde beleid als Airbus, behalve dat Boeing resetten onder geen enkele omstandigheden toestaat voor brandstofpomp circuits. (<i>operational process, procedures</i>) <i>Swissair</i> Swissair heeft een AOM Bulletin uitgebracht adviserend de MD-11 bemanningen over een herziening van de stroomonderbrekingprocedures. De beslissing is gemaakt om toe te staan een reset gedurende vliegtuigpreparatie voordat het vliegtuig zich verplaatst op zijn eigen vermogen. Bemanningen hebben geen toestemming om een stroomonderbreker te resetten gedurende taxi of vlucht. SR Technics, Swissair's onderhoudsmaatschappij, heeft ook zijn stroomonderbrekers reset filosofie herzien. Hiertoe is uitgebracht Training Letter 041, welke aangeeft dat SR Technics experts alle beschikbare technieken zullen gebruiken om de oorzaak van de elektrische overlading te bepalen voordat overgegaan wordt tot het resetten van de stroomonderbreker. Daarnaast vereist SR Technics dat alle stroomonderbrekers fouten worden opgenomen in het onderhoudslogboek. (<i>operational process, procedures</i>)</p> <p>Standaarden met betrekking tot brandbaarheid van materialen <i>The Boeing Company</i> Op 18 mei 2001 heeft Boeing een SB uitgebracht genaamd "OXYGEN - Control and Distribution - Modify Crew Oxygen Supply Line Installation". Het doel van was het informeren van de MD-11 operators over een FAA gekeurde modificatie procedure dat vervangt aluminium componenten van het bemannings zuurstofleveringssysteem met stalen componenten om kans op brand te verkleinen. (<i>operational process, procedures</i>)</p>
Besluitvorming	<p>MD-11 Bedrading <i>United States Federal Aviation Administration</i> In 1999 reageerde de FAA op de aanbevelingen van de NTSB door een MD-11 Airworthiness Directive (AD) uit te brengen, waarin inspecties worden vereist om te bepalen of er bedradingafwijkingen bestaan die vlambogen kunnen veroorzaken. Dergelijke vonken zouden brand of rook in zowel de cockpit als de cabine kunnen veroorzaken. Gebaseerd op de resultaten van deze inspecties heeft de FAA een twee fasen MD-11 Bedrading Correctie Actie Plan gelanceerd. De eerste fase bestaat uit drie AD's die gericht zijn op het gebied van zorgen benadrukt in de TSB's veiligheidsadviezen. De tweede fase wordt bewerkstelligd in nauwe samenwerking met Boeing, welke bestaat uit vijf Correctieve Actie Pakketten, elk omvattend een aantal AD's. Elke AD is gebaseerd op een door Boeing gegenereerde MD-11 Service Bulletin (SB). In mei 2002, heeft het MD-11 Bedrading Correctieve Actie Plan 41 AD's met additionele SB's opgebracht, die 'Notice of Proposed Rulemaking (NPRM) herziening ondergaan. Paralleel heeft FAA lessen gebruikt, geleerd van het onderzoek naar de vliegtuig bedradingtoepassing, om interactieve trainingsprogramma's voor FAA gecertificeerde technici, aangewezen technische verantwoordelijken en veiligheidsinspecteurs vorm te geven. Daarnaast heeft de FAA een internet gebaseerde trainingshulpmiddel genaamd Aircraft Wiring Practices (Job Aid) (<a href="http://www.academy.jccbi.gov/airdl/wiringcourse/index.htm">http://www.academy.jccbi.gov/airdl/wiringcourse/index.htm</a> geproduceerd). In augustus 2001 heeft de FAA het Enhanced Airworthiness Program for Airplane Systems (EAPAS) gelanceerd ontworpen om aandacht te besteden aan een verouderende vliegtuigvloot. EAPAS richt zich op verouderde bedradingsystemen. Korte termijn doelstellingen zijn het toenemen van bewustzijn van verouderende bedradingsystemen en implementatie van basisveranderingen in onderhouds- en in trainingsprogramma's. Lange termijn doelstellingen zijn concentreren op institutionalisering van het management van verouderende bedradingsystemen. De FAA heeft de Air Transport Association gevraagd om een nieuwe rapportage code te introduceren om meer adequate achterhaling van specifieke bedradingsproblemen en afwijkingen te faciliteren. <i>Swiss Federal Office for Civil Aviation (FOCA)</i> Alle AD's uitgebracht door de FAA met betrekking tot MD-11 bedradingaspecten zijn herzien en opgenomen als Zwitserse AD's.</p> <p>Duur vluchtopleiding and vermogenlevering <i>United States Federal Aviation Administration</i> FAA is het eens met de intentie van de NTSB aanbevelingen en geeft aan dat het NPRM actie zal initiëren aan het einde van de zomer van 1999. In augustus 1999 adviseerde de FAA de NTSB dat in verband met competitieve prioriteiten, de NPRM wordt vertraagd. Op dit moment wordt de NPRM actie verwacht in de herfst van 2003.</p>

	<p><i>Transport Canada</i>  TC reageerde op de TSB's aanbevelingen met betrekking tot vluchtrecorders en vermogenslevering door aan te geven dat het TC's bedoeling was om zijn positie met de JAA te harmoniseren en de FAA's NPRM's op een behoorlijke Canadian Aviation Regulation Advisory Council bijeenkomst aan de orde te stellen. TC's implementatieschema is gelinkt aan het FAA tijdschema.</p> <p>Warmte- en geluidsisolerende materialen  <i>United States Federal Aviation Administration</i>  De FAA reageerde op de TSB aanbeveling A99-07 door twee NPRM's (99-NM-161-AD en 99-NM-162-AD) uit te brengen. Deze NPRM's stellen het verwijderen van MPET bedekt isolatiemateriaal van alle Amerikaanse vliegtuigen voor. De laatste regel met betrekking tot deze voorstellen is aangenomen in mei 2000 toen de FAA twee AD's uitbracht (beschikbaar op <a href="http://www.faa.gov">http://www.faa.gov</a>), welke vereisten verwijdering van alle met MPET bedekte isolatiemateriaal. Deze AD's zijn gebaseerd op bestaande McDonnell Douglas (MD) SB's, welke vragen om vervanging van MPET bedekt isolatiemateriaal. In reactie op TSB aanbeveling A99-08, versnelde FAA een project om een verbeterde certificatie brandbaarheidstest te ontwikkelen voor alle warmte en geluidsabsorberende isolatiematerialen. In de tussentijd heeft de FAA Flight Standards Information Bulletin for Airworthiness uitgebracht om te verzekeren dat 14 Code of Federal Regulations (CFR) Delen 121 en 125 organisaties procedures voor inspectie van warmte en geluidsabsorberende isolatiematerialen gedurende zwaar onderhoud hebben bewerkstelligd.</p> <p><i>Transport Canada</i>  Hoewel op dit moment er geen vliegtuigen zijn in het Canadese register gebouwd met MPET bedekkingisolatiemateriaal, heeft TC een onderzoek ingesteld om te bevestigen dat geen Canadees geregistreerd vliegtuig het desbetreffende materiaal heeft gebruikt gedurende het vervangingsprogramma. Additioneel, is gewerkt met Bombardier Inc. Om MPET achtig tape te verwijderen van de RJ Series 700 specificatie.</p> <p><i>Swiss Federal Office for Civil Aviation</i>  De Zwitserse FOCA heeft herzien AD 2000-11-02 als Swiss AD 2000-414.</p> <p>MD-11 Bemanning leesverlichting (kaartverlichting)  <i>United States Federal Aviation Administration</i>  Gebaseerd op Boeing zijn Alert Service Bulletin (MD-11 33A069) heeft de FAA een AD 2000-07-02 uitgebracht welke een herhaalde inspectie vereist voor alle betrokken lampen in de MD-11 cockpit. In januari 2001 is deze AD vervangen door AD 2000-26-15, welke vereist van maatschappijen met vliegtuigen uitgevoerd met kaartverlichting, als onderdeel van het vliegtuig zijn Skybunk installaties, om deze mee te nemen als onderdeel van de originele herhaalde inspectie vereisten. Op 15 mei 2001, heeft de FAA de Hella SB 2LA005916-33-003 goedgekeurd. Dit betekent niet dat de AD stopt, het verandert de inspectiecyclus van elke 700 uur naar eens per jaar. De AD blijft van kracht zo lang het gevaar van de kaartverlichting niet is weggenomen.</p> <p><i>Swiss Federal Office for Civil Aviation</i>  The Zwitserse FOCA heeft herzien de AD 2000-07-02 als Swiss AD 2000-246 en AD 2000-26-15 als Swiss AD 2001-109.</p> <p>Brandbestrijding  <i>United States Federal Aviation Administration/Transport Canada</i>  Zowel de FAA als TC hebben ingestemd met TSB positie met betrekking tot brandbestrijding en hebben aangegeven dat een herziening van bestaande programma's onderweg is. In samenspraak met de JAA wordt een gezamenlijke benadering gevolgd, omvattend de volgende activiteiten:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ontwikkelen brandtesten voor materialen in ontoegankelijke omgevingen</li> <li>• Ontwikkelen het meest actieve middel om toegang te krijgen tot verborgen omgevingen voor brandbestrijding doeleinden</li> <li>• Bepalen de haalbaarheid van brandbescherming en onderdrukkingssystemen in ontoegankelijke omgevingen.</li> <li>• Onderzoeken de haalbaarheid van waterspray en nitrogene onderdrukkingssystemen</li> <li>• Ontwikkelen verbeterde brand en rook detectiesystemen</li> <li>• Ontwikkelen ultra brandresistente interieurmaterialen</li> <li>• Verbeteren hulpmiddelen om toe te laten accurate risicobeoordeling van vliegtuig bedradingssystemen bedreigingen.</li> <li>• Ontwikkelen nieuwe CB technologie om nadelige effecten te voorkomen van vonkende bedrading te voorkomen.</li> <li>• Ontwikkelen certificatie criteria voor nieuwe brand detectie sensor technologie.</li> </ul>
--	---

<p>Boven gangpad- en noodverlichting <i>United States Federal Aviation Administration</i> De FAA heeft de MD-11 industrie data in ogenschouw genomen met betrekking tot boven gangpad- en noodverlichting en kwam tot de conclusie dat er onvoldoende informatie beschikbaar is om te bevestigingen of er sprake is van onveilige omstandigheden die veiligheidsactie verdienen.</p> <p>IFEN/Supplementair Type Certificaat (STC) <i>Federal Office for Civil Aviation</i> Op 13 november 1999 heeft de FOCA order 220.99 uitbracht, annulering van de validaties van IFEN STC ST00236LA-D (MD-11) and ST00431LA-D (B-747). <i>Federal Aviation Administration</i> FAA heeft een Special Certification Review (CSR) gelanceerd, welke resulteerde in een intrekking van de IFEN certificatie. Volgend op deze herziening heeft de FAA zich op verschillende fronten ingezet.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• AD 99-20-08</li> </ul> <p>Op 13 oktober 1999 heeft de FAA een AD uitgebracht dat het gebruik van ST00236LA-D voorkomt. Het doel van de AD was om mogelijke verwarring met betrekking tot de verwachting van bemanningen te voorkomen, als zij handelen in rook/dampen noodgevallen. Elke vorm van verwarring zou de mogelijkheid tot correct handelen kunnen verminderen.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Passagiers Entertainment Systeem STC Onderzoek</li> </ul> <p>De FAA leidde een onderzoek naar andere passagiers entertainment systemen STC's om de problemen met dergelijke systemen in kaart te brengen gedurende de herziening van STC ST00236LA-D. Het onderzoek identificeerde onveilige omstandigheden met betrekking tot verschillende STC's, welke resulteerden in 18 AD's welke wijzigingen aan systeemontwerpen vereisen. Een omvangrijke herziening openbaarde dat deze systemen voorzien blijven van vermogen ondanks bemanningsprocedures. Deze AD's vereisen van operators dat het systeem wordt uitgezet, of het aanpassen van procedures zodat het vermogen verwijderd wordt of het gehele systeem van het vliegtuig verwijderd wordt.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vliegtuig Certificatie Service Beleidsverandering</li> </ul> <p>Gebaseerd op de FAA SCR van 14 juni 1999 zijn de volgende correctieve acties geïmplementeerd: Een memorandum genaamd "Follow-on Corrective Actions Pertaining to Aircraft Certification Systems Evaluation Program Findings at Delegated Facilities", gedateerd 2 juli 1999. Een memorandum genaamd "AIR-100 Policy Memorandum # 00-02, Designated Alteration Station Certification Activities Performed on Foreign-Registered Test Articles, and/or at Off-Site Locations", gedateerd 13 maart 2000. Een memorandum genaamd "Interim Policy Guidance for Certification of In-Flight Entertainment Systems on Title 14 CFR_Part 25 Aircraft", gedateerd 18 september 2000. Het memorandum levert informatie aan FAA personeel en een herziening van IFE systemen.</p> <p>Additionele punten naar aanleiding van STC herziening:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• onvoldoende certificatie data</li> <li>• onvoldoende of missende vereisten</li> <li>• afwezige instructies voor continue luchtwaardigheid</li> <li>• inadequate ontwerpfilosofie</li> <li>• slechte elektrische ladings analyse</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>• DDS Programma</li> </ul> <p>Opgezet in 1997 voor het opstellen van standaard procedures, richtlijnen en beperkingen van zeggenschap van organisaties, die zelfstandig kunnen handelen. De eerste stap in bewerkstelligen van dit programma was het schrijven van een richtlijn voor creëren van gelijk begrip ten aanzien gezaghebbende functies en procedures als hun autoriteit wordt uitgevoerd. Verwachte uitkomsten:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Standaardisatie ten aanzien van kiezen, afspraken en procedures,</li> <li>2. Certification proces in overeenstemming met alle regelgeving en FAA richtlijnen</li> <li>3. Toegenomen begrip tussen organisatie en FAA</li> <li>4. Standaardisatie van de DDS handleiding</li> <li>5. Zelfevaluatie van de gedelegeerde organisaties</li> <li>6. Toename supervisie van FAA over gedelegeerde organisaties</li> <li>7. Toegenomen project overzicht</li> </ol> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Organizational Designation Authorization (ODA)</li> </ul> <p>Aanvullend op het DDS programma, zal de focus van ODA liggen op systeemprocessen en organisaties en niet op individuele medewerkers. Het doel is het voorkomen dat betrokkenen onvoldoende ervaring hebben met FAA certificatie procedures.</p>
---

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Beleid ANM-01-04</li> </ul> <p>FAA heeft een notification uitgebracht genaamd System Wiring Policy for Certification of Part 25 Airplanes op 2 juli 2001. Er is geen sprake van nieuwe regels, maar adviserend materiaal over hoe bestaande regels (14 CFR, deel 21) moeten worden geïnterpreteerd.</p> <p>Stroomonderbreker Reset Filosofie <i>Transport Canada</i> Om het bewustzijn omtrent stroomonderbrekers te vergroten heeft TC een artikel gepubliceerd in uitgave 1 van 2001 van Aviation Safety Letter. <i>United States Federal Aviation Administration</i> Op 21 augustus 2000 heeft de FAA een Bulletin uitgebracht, om FAA's positie ten aanzien van het resetten van stroomonderbrekers samen te vatten. De belangrijkste boodschap is voorzichtigheid. Tijdens de vlucht is resetten niet toegestaan, uitgezonderd wanneer het consistent is met de goedgekeurde handleiding en noodzakelijk is voor een veilige vlucht of landing. Toegang tot het logboek is noodzakelijk voor correctieve acties door onderhoudspersoneel. Het resetten van de stroomonderbreker op de grond is alleen toegestaan wanneer de onderhoudsmedewerker de oorzaak hebben vastgesteld.</p> <p>Standby instrumentarium <i>United States Federal Aviation Administration</i> De FAA is van plan om aandacht te besteden aan noodinstrumentarium zaken naar voren gekomen bij de Aviation Rulemaking Advisory Committee (ARAC). Dit forum zal de zaken aangegeven door TSB vergelijken met de huidige veiligheidszaken en zal op basis daarvan beslissingen nemen.</p> <p>Standaarden met betrekking tot brandbaarheid van materialen <i>Transport Canada</i> TC is het eens met TSB's aanbevelingen en bevestigt dat meer gedaan moet worden om behoorlijke regulering te verzekeren met betrekking tot de standaarden voor brandbare materialen. TC is van plan zijn acties te coördineren met zowel FAA en JAA met als doel harmonisatie met betrekking tot regelgeving. <i>United States Federal Aviation Administration</i> De FAA is het eens met de TSB aanbevelingen met betrekking tot materiaal brandbaarheidstandaarden in slecht toegankelijke ruimtes en verbeterde brandbaarheidseisen voor warmte en geluidsisolatie programma's, in aanvulling op de Test Methods for Evaluation of Low Heat Release Materials Program zal aandacht besteden aan de zorgen die naar voren komen uit TSB aanbeveling A01-02. De FAA is ervan overtuigd dat het Arc Fault Circuit Breaker (AFCB) programma de bescherming tegen vonkende bedrading omvat. Aanvullend heeft FAA de Wire Systems Harmonization Working Group de taak gegeven om de standaarden voor bedrading prestaties en test vereisten te herzien, met als resultaat een technische standaard voor bedrading. Tenslotte gelooft de FAA dat de bestaande regelgeving met betrekking tot brandbescherming en preventie van kritische systemen (bijvoorbeeld zuurstof) voldoende zijn om om te gaan met de zorgen die naar voren zijn gekomen. De FAA is ervan overtuigd dat de huidige regelgeving, gekoppeld aan de resultaten van FAA initiatieven risico's van brand als gevolg van falen zullen afnemen.</p>
--	--