

# Recovery uncovered: how people in the chemical process industry recover from failure

*Lisette Kanse<sup>1</sup>*

## Samenvatting proefschrift

Promotiedatum: 7 januari 2004  
Promotie instituut: Beta, Research

## Summary

Traditionally, the focus of those who work in safety and reliability management has mainly been on the prevention of technical failures, human failures or errors, and more recently also organizational or management failures. However, additional benefits can be gained from focusing on what can be done after a failure has occurred, but before this leads to negative consequences. The research described in this thesis aimed at gaining a better understanding of the processes people follow to recover from different types and combinations of failures in work situations, and the factors that influence these processes and their outcomes. To this end, five empirical studies were performed in the chemical process industry, using existing event reporting systems, interviews, event diaries, and vignettes. The results showed that a variety of recovery process scenarios exist, composed of three main types of recovery steps: detection, which always occurs first, explanation, and countermeasures. The latter two do not always occur in the same order, nor have to occur both, and both can also recur later during the process. Recovery processes appeared to be facilitated by a timely detection of the problem, teamwork, communication, and detailed process knowledge. Organizations can use the insights presented in this thesis to evaluate and expand their recovery possibilities.

## Uitgebreide samenvatting

De focus bij het management van proces- en productbetrouwbaarheid, veiligheid en kwaliteit was tot zover voornamelijk gericht op de preventie van fouten. Het kan echter ook erg nuttig zijn om de herstelmogelijkheden zodra er fouten zijn opgetreden, maar voordat deze tot negatieve gevolgen hebben geleid, te optimaliseren. Niet alle fouten kunnen ten slotte worden voorzien, en zelfs voorziene fouten kunnen niet altijd worden voorkomen – de gepaste preventieve maatregelen kunnen onbekend zijn, of het implementeren ervan onmogelijk, of de baten van het implementeren wegen wellicht niet op tegen de kosten. Hoewel mensen vaak gezien worden als degenen die dingen mis laten gaan door fouten te maken (menselijke fouten), kunnen zij ook op een positieve wijze bijdragen aan de veiligheid en betrouwbaarheid in een organisatie, door hun vermogen om fouten te herstellen. Het doel van het in dit proefschrift beschreven onderzoek was om een beter inzicht te krijgen in hoe mensen dit doen, in de herstelprocessen die zij doorlopen, beginnend met de ontdekking dat er iets mis is, gevolgd door alle denkprocessen en handelingen in reactie daarop, totdat de situatie naar normaal is teruggekeerd. Verschillende aspecten van zulke herstelprocessen zijn in dit proefschrift bestudeerd.

Het onderzoek dat in dit proefschrift is beschreven begon met een overzicht van relevante literatuur uit de domeinen van arbeids- en organisatiepsychologie, cognitieve psychologie, menselijk falen en betrouwbaarheid, ergonomie, veiligheidsmanagement, probleemoplossen en besluitvorming. Het overzicht liet zien dat het grootste deel van het bestaande, herstelproces-gerelateerde onderzoek gericht was op het her-

stellen van menselijke fouten, en er veel minder aandacht was gericht op het herstellen van andere soorten en combinaties van fouten. Bovendien, terwijl in de literatuur redelijk wat aandacht was geschonken aan het ontdekken van fouten, waren bestaande inzichten met betrekking tot de stappen die na zo'n ontdekking volgen niet alleen minder talrijk maar ook meer uiteenlopend. Op basis van dit literatuuroverzicht werden zeven meer specifieke onderzoeksvragen geformuleerd. De eerste vijf vragen waren gericht op respectievelijk de stappen of fasen waaruit het proces bestaat, het soort gedrag dat hiervoor nodig is, enkele tijdgerelateerde aspecten, hoe prioriteiten voor taken vastgesteld worden, en de mensen die een rol spelen. In de laatste twee vragen werden deze aspecten gerelateerd aan de gebeurtenissen voorafgaand aan een herstelproces en de eindresultaten van het proces.

Om de onderzoeksvragen te beantwoorden, werden er in totaal vijf studies uitgevoerd in de chemische procesindustrie. Een groeiend aantal van de organisaties in deze industrie heeft systemen opgezet waarbinnen bijna-ongevallen worden gerapporteerd, dat wil zeggen, situaties waarbij een ongeval had kunnen plaatsvinden maar waar negatieve gevolgen werden voorkomen, meestal als gevolg van succesvol herstel. Zulke meldingssystemen worden voornamelijk gebruikt om fouten op te sporen waartegen preventieve maatregelen genomen moeten worden. De gerapporteerde gebeurtenissen kunnen echter ook gebruikt worden om inzicht te krijgen in de redenen waarom deze zich niet tot heuse ongevallen ontwikkeld hebben en in de herstelprocessen die gevolgd zijn. Deze additionele leermogelijkheden worden tot op heden nog bijna niet benut.

In de eerste drie studies die uitgevoerd werden om de onderzoeksvragen te beantwoorden, werd een meervoudige case studie aanpak gehanteerd om data te verzamelen over een grote verscheidenheid aan herstelprocessen, in twee verschillende chemische fabrieken. In de eerste studie werden bijna-ongevalsrapporten van één chemische fabriek gebruikt als basis voor de dataverzameling, en deze werden steeds opgevolgd met interviews met degenen die betrokken waren bij deze gebeurtenissen. In de tweede studie, die in dezelfde fabriek werd uitgevoerd, werd een dagboekmethode gebruikt om data specifiek over het herstellen van zelfgemaakte fouten te verzamelen, omdat de data die in de eerste studie verzameld was geen voorbeelden van zulke gebeurtenissen bevatte. In de derde studie, die uitgevoerd werd in een andere chemische fabriek, werden interviews gehouden, waarin mensen gevraagd werden om recente situaties die ze zich konden herinneren te beschrijven waarbij ze er met meer of minder succes in geslaagd waren negatieve gevolgen te voorkomen door het nemen van herstelmaatregelen. De verzamelde data werden gecodeerd om verdere analyse van en vergelijking tussen herstelprocessen mogelijk te maken. In totaal werd data verzameld over 122 herstelprocessen.

De eerste drie studies toonden aan dat de herstelprocessen altijd begonnen met de detectie van een afwijking, per definitie, en dat daarna allerlei aantallen en combinaties van stap-

pen gericht op verklaring en tegenmaatregelen konden volgen, variërend van geen enkele dergelijke stappen tot meerdere herhalingen van beide soorten stappen, meestal eindigend met tegenmaatregelen. Verschillende subdoelen konden onderscheiden worden in de verklaringfase (probleemdefinitie en vaststellen van oorzaken) en de tegenmaatregelenfase (stabilisatie, inperking, tijdelijke correctie, en permanente correctie). De studies lieten ook zien dat het creatieve denkvermogen van mensen en het toepassen van op kennis gebaseerd gedrag heel belangrijk was voor herstelprocessen. Het is daarom belangrijk dat organisaties voldoende investeren in de proces- en fabriekskennis van hun medewerkers, om ze voor te bereiden op zelfs het onverwachte. Vooraf plannen gebeurde vooral met betrekking tot de tegenmaatregelenfase en bleek deze stappen aanzienlijk te versnellen. Daarom zouden organisaties voor situaties waar snel herstel belangrijk is de bijpassende tegenmaatregelen vooraf moeten plannen. De stappen aan het begin van herstelproces bleken het snelst voltooid te worden; het doel van deze stappen was veelal het terug onder controle krijgen van de situatie. De totale hoeveelheid tijd tussen het begin en de afronding van een herstelproces hing niet alleen af van de hoeveelheid tijd die nodig was voor elk van de herstelprocesstappen, maar ook van de tijd die verstreek tussen de stappen. Daarom zouden organisaties er altijd naar moeten streven de mogelijke gevaren die als gevolg van een afwijking kunnen optreden zo snel mogelijk weer onder controle te krijgen, vroeg in het herstelproces, voordat men toestaat dat andere taken de voortgang van het herstelproces vertragen. De aanwezigheid van andere urgente en belangrijke taken bleek het stellen van prioriteiten te beïnvloeden; deze taken leidden tot een toename in de totale hoeveelheid tijd die verstreek tussen begin en voltooiing van een herstelproces. Om zeker te stellen dat hun medewerkers de juiste beslissingen nemen in het vaststellen van prioriteiten voor taken, zouden organisaties ervoor moeten zorgen dat zij de kennis hebben die nodig is om de juiste inschattingen te maken van de urgentie en belangrijkheid van zowel herstel- als normale taken. Het betrokken zijn van anderen bleek niet alleen belangrijk te zijn voor de detectie van afwijkingen, maar ook voor latere stappen in het herstelproces, vanwege hun kwalificaties, ervaring, gereedschap dat zij hadden, of de extra capaciteit die ze konden leveren, of vanwege een combinatie van deze redenen. Daarom zouden organisaties ervoor moeten zorgen dat toegang tot en communicatie met zulke anderen zo eenvoudig mogelijk gemaakt wordt. Wat betreft het verband tussen de gebeurtenissen die aan een herstelproces voorafgaan, het proces zelf, en de eindresultaten ervan, bleken er een aantal typische patronen uit de verzamelde data. Allereerst, de aanwezigheid van technische en organisatorische fouten vergrootte de noodzaak van stappen gericht op een verklaring. De aanwezigheid van organisatorische fouten vertraagde ook het moment van detectie van de afwijking. Bovendien leidde latere detectie tot langere herstelprocessen waarin meer mensen betrokken waren; zulke processen bestonden ook uit meer stappen, en als gevolg van dit alles bleven er meer of ernstigere gevolgen over na afloop van het herstelproces. Daarom zouden organisaties zich moeten richten op het zoveel mogelijk reduceren van de tijd die

verstrijkt voordat een afwijking ontdekt wordt. Tenslotte bleken gebeurtenissen waarbij technische en/of organisatorische fouten en/of meer of ernstigere potentiële gevolgen een rol speelden te leiden tot langere herstelprocessen bestaande uit meer stappen en waarbij meer mensen betrokken waren, dan gebeurtenissen waarbij alleen menselijke fouten en/of weinig of geringe mogelijke gevolgen een rol speelden, en als gevolg van dit alles bleven er meer of ernstigere gevolgen over na afloop van het herstelproces. Dit gaf aan dat er ruimte zou kunnen zijn voor verbeteringen in het vermogen te herstellen van combinaties van fouten waarbij technische en organisatorische fouten een rol spelen. Organisaties zouden er echter ook voor moeten waken de huidige expertise met betrekking tot het herstellen van afwijkingen waarbij alleen menselijke fouten een rol speelden niet kwijt te raken. De mogelijke gevolgen van zulke fouten als geen herstelstappen ondernomen worden kunnen ook zeer ernstig zijn.

Twee vervolgstudies werden uitgevoerd onder operators in twee andere chemische fabrieken, om een vollediger inzicht te krijgen in de factoren die invloed hebben op het stellen van prioriteiten en het verdelen van taken onder de medewerkers in situaties waarin herstel nodig is. In tegenstelling tot de eerdere studies, werd in deze vervolgstudies rekening gehouden met de combinatie waarin deze invloeden op prioriteitsstelling en taakverdeling aanwezig waren. Bovendien, terwijl in de eerdere studies voor elk herstelproces alleen gegevens beschikbaar waren met betrekking tot de door de betrokken personen genomen stappen, werd in de vervolgstudies hetzelfde scenario van een situatie waarin herstel nodig was aan verschillende deelnemers voorgelegd. De voor de studies ontwikkelde scenario's, ofwel vignettes, bevatten elk zowel een abstracte beschrijving van een situatie waarin herstel nodig is als een voorbeeld. De waarden of niveaus van de factoren waarvan verwacht werd dat ze invloed hebben op prioriteitsstelling en taakverdeling varieerden tussen deze scenario's. Aan elke deelnemer werd een deel van de gehele verzameling van vignettes gegeven. Ze moesten voor elk scenario aangeven wanneer de nodige hersteltaken zouden beginnen, en in hoeverre ze anderen zouden betrekken in de hersteltaken. Omdat hierbij niet alleen de in de scenario's ingebouwde factoren, maar ook factoren op persoonsniveau een rol zouden kunnen spelen, werd aan alle deelnemers ook een vragenlijst gegeven om hun aantallen jaren relevante werker-ervaring vast te stellen, en hun vertrouwen in eigen kunnen op het werk. De met de vignettes en vragenlijsten verzamelde data werd geanalyseerd met multilevel analyse en modelbouw technieken. Door deze technieken te gebruiken werd er rekening gehouden met het hiërarchische of geneste karakter van de data (vignettes genest in deelnemers). In totaal namen 222 operators deel aan de vervolgstudies, die samen 3540 scenario's ingevuld terug inleverden.

De vervolgstudies toonden aan dat urgentie en belangrijkheid invloedrijke factoren waren bij het stellen van prioriteiten in situaties waarin een afwijking hersteld diende te worden, hetgeen resultaten bevestigde afkomstig uit time management onderzoek, en theorieën uit de psychologie met betrekking tot actie, motivatie en doelen. Dit resultaat ondersteunde nogmaals het belang voor organisaties om ervoor te zorgen dat hun medewerkers de juiste inschattingen maken van de urgentie en belangrijkheid van zowel herstel- als normale taken. De beschikbaarheid van anderen bleek een belangrijke factor te zijn voor taakverdeling, hetgeen opnieuw het belang aantoonde van toegang tot en communicatie met zulke anderen, in situaties waarin hun assistentie nodig is. De aard van de andere taken waarmee mensen bezig waren op het moment waarop ze een afwijking ontdekten, dat wil zeggen hoe belangrijk en urgent deze taken waren, speelde ook een belangrijke rol in de taakverdeling, en zo ook de beschikbaarheid van de nodige kennis en expertise. De vervolgstudies toonden aan dat medewerkers onder bepaalde omstandigheden geneigd waren af te wijken van wat de normale werkwijze of procedures voorschreven met betrekking tot wie in de hersteltaken betrokken dienden te worden. Voornamelijk de beschikbaarheid van anderen, andere taken, en kennis en expertise bepaalden de waarschijnlijkheid van zulke afwijkingen van de procedures. Deze procedureafwijkingen waren niet per definitie verkeerd; de bedoeling van de betrokkenen was om de klus te klaren en negatieve gevolgen te voorkomen. Het is natuurlijk van cruciaal belang dat wanneer mensen afwijken van wat procedures voorschrijven, degenen die taken gaan uitvoeren die eigenlijk niet voor hen bedoeld zijn weten wat ze doen, anders ontstaan er extra risico's.

Het belang van de conclusies van de vijf empirische studies waarop dit proefschrift is gebaseerd is niet beperkt tot het domein van de chemische procesindustrie. Hoewel de exacte vormen die herstelprocessen aannemen, de beschikbare tijd, capaciteit, en dergelijke kunnen verschillen in andere domeinen, zijn de algemene procesmechanismen en bijbehorend gedrag en het nut van aandacht voor herstelprocessen, zoals beschreven in dit proefschrift, onverminderd van toepassing. Ook al heeft het in dit proefschrift beschreven onderzoek al bijgedragen aan het bestaande inzicht in herstelprocessen, toch blijven er op dit gebied nog heel wat zaken over die nog verder onderzoek behoeven. Het zou bijvoorbeeld erg interessant kunnen zijn om specifieke manieren of methoden te ontwikkelen om de herstelmogelijkheden binnen een organisatie uit te breiden om zo de prestaties op dit gebied te verbeteren, deze te implementeren, en achteraf het effect ervan te meten.