



91M/014418/SCE/SCE
TNO-rapport

21 oktober 1991

ONDERBOUWING SCHADEONDERZOEK;
Technieken voor schadeanalyse en fractografie
Deelproject V: literatuurstudie fase I

Interim rapport

Bestemd voor : Projectgroep onderbouwing schade onderzoek, deelproject V,
"Breukvlakken en breukmechanismen van metalen.

Samengesteld door: Ing. E.W. Schuring

opdrachtnummer : 36.3.8052-MET

Uw ref :

Oplage : 25

Alle rechten voorbehouden.

Niets uit deze uitgave mag worden
vermenigvuldigd en/of openbaar gemaakt
door middel van druk, fotokopie, microfilm
of op welke andere wijze dan ook, zonder
voorafgaande toestemming van TNO.

Indien dit rapport in opdracht werd
uitgebracht, wordt voor de rechten en
verplichtingen van opdrachtgever en
opdrachtnemer verwezen naar de
'Algemene Voorwaarden voor Onderzoeks-
opdrachten aan TNO', dan wel de
betreffende terzake tussen partijen
gesloten overeenkomst.

Het ter inzage geven van het TNO-rapport
aan direct belanghebbenden is toegestaan.

© TNO

Nederlandse organisatie voor
toegepast-natuurwetenschappelijk onderzoek

TNO-Industrie doet onderzoek en verleent diensten op het
terrein van de Industriële Technologie. Zij richt zich
daarmee op de industrie, de dienstensector en de overheid.
Industriële technologie omvat gebieden als toegepaste fysica,
chemie, produktontwikkeling, produktietechnologie,
materiaalkunde, bedrijfskunde, micro-elektronica,
informatica en telematica.



Vestiging Apeldoorn: Materialen en Technologie.
Vestiging Eindhoven: Automatisering, Technologie en
Management.
De vestiging Eindhoven (ITP) is een "joint venture" van de
TUE en TNO.

Op opdrachten aan TNO zijn van toepassing de Algemene
Voorwaarden voor onderzoekopdrachten aan TNO,
zoals gedeponeerd bij de Arrondissementsrechtbank
en de Kamer van Koophandel te 's-Gravenhage.

INHOUD	pag.
1 Inleiding	3
2 Opzet van fase I: indeling breuktypen en schaden in een schema	5
3 Schema "breuk en schade"	6
Literatuur	8
figuren	

1 INLEIDING

De contactgroep fractografie heeft het initiatief genomen voor een meerjarig collectief onderzoekproject op het gebied van het schadeonderzoek; "Onderbouwing Schadeonderzoek; Technieken voor schadeanalyse en Fractografie".

Binnen dit project is een vijftal deelprojecten gedefinieerd t.w.:

- I : Breukvlakonderzoek en breukmechanismen van kunststoffen
- II : Kwantitatieve metallografie
- III : Metallografische technieken voor metalen
- IV : Procedures schadeanalyse
- V : Breukvlakken en breukmechanismen van metalen.

Het is de ervaring van alle leden van de projectgroep Fractografie, dat in het algemeen minder problemen voorkomen bij het maken van fractografische opnamen met de lichtmicroscop of de SEM dan bij de interpretatie van de verkregen beelden. Daarom is het werkprogramma "Interpretatie van fractografische opnamen" gedefinieerd. Hiervoor zijn de deelprojecten I en V uitgekozen.

Binnen dit werkprogramma zal grote aandacht worden besteed aan de punten met betrekking tot:

- a: de herkenning van breukkenmerken,
- b: de relatie met de breukprocessen
- c: de herkenning van beschadigingen van de breukvlakken,
- d: de herkenning van neerslagen, oxydatie- en corrosieproducten
- e: de reinigingstechnieken

Literatuuronderzoek zal een essentieel deel van dit onderwerp zijn.

Dit interim-rapport geeft de resultaten van de eerste fase van een literatuuronderzoek in het kader van deelproject V. Dit literatuuronderzoek is opgesplitst in 4 fasen t.w.:

- 1: Indeling van breuktypen in een schema
- 2: Herkenning van breuktypen, macroscopisch en microscopisch
- 3: Herkenning van : Typen belasting
welke vorm van corrosie
welke thermische belasting
welke tribologische belasting
of gecombineerde effecten een rol hebben gespeeld in het
ontstaan van de breuk of schade.
- 4: Herkenning van de initiatiepunten van de breuk.

2 OPZET VAN FASE I: INDELING BREUKTYPEN EN SCHADEN IN EEN SCHEMA.

Er wordt een schematische indeling gemaakt van de verschillende breuktypen en schaden die in metalen kunnen optreden. Het literatuuronderzoek zal zich niet beperken tot breuken maar zal ook beschadigingen aan installaties of onderdelen daarvan beslaan, waardoor de installatie niet meer kan functioneren. De resultaten worden gepresenteerd in de vorm van een schema. Het schema is opgezet in de vorm van een boom die later aangevuld zal worden met de resultaten uit fase II, III en IV. In de eerste fase wordt er geen onderscheid gemaakt tussen ferro- en non-ferro-metalen. Dit in tegenstelling tot de aanvankelijke opdracht, een en ander in overleg met de projectgroep.

Voor het maken van het schema is vooral gebruikgemaakt van de duitse literatuur omdat deze een zeer gedetailleerde indeling van breuktypen kent. Bij deze indeling is uitgegaan van de belastingsvorm.

3 SCHEMA "BREUK EN SCHADE"

Figuur 1 geeft een boom van de mogelijke breuktypen en schaden zoals die gerapporteerd worden door de verschillende referenties. Bij het literatuuronderzoek is gebleken dat met name de duitse literatuur een gedetailleerde omschrijving van breuktypen en schaden geeft. Daarbij wordt uitgegaan van de belastingsvorm. Verder geeft het "Metals Handbook" [4] duidelijke omschrijvingen waarbij zij minder gedetailleerd te werk gaat dan de meeste duitse referenties. In de engelstalige literatuur wordt daarbij uitgegaan van het mechanisme.

Bij alle metalen komen de genoemde breuktypen voor. Afhankelijk van het metaal en/of de legering komen bepaalde breuktypen minder vaak of juist vaker voor. Dit is echter onderwerp van de volgende 3 fasen van de literatuurstudie.

In de diverse referenties worden de verschillende breuktypen in groep verdeeld, waarbij elke groep een bepaalde soort van belasting vertegenwoordigd. In de duitse literatuur zijn deze groepen:

- a: Mechanische belasting,
- b: Corrosieve belasting,
- c: Thermische belasting,
- d: Tribologische belasting.

Niet alle gevallen van belasting zullen leiden tot een breuk. Tengevolge van b.v. thermische belasting (vervorming) en tribologische belasting kan de installatie of een deel van de installatie zodanig beschadigen dat deze niet meer kan functioneren. Voorlopig zullen deze vormen van falen meegenomen worden in de literatuurstudie.

Binnen de groepen worden de vormen van breuken of schaden genoemd, waarbij de naam afhankelijk is van de uiterlijk van het (breuk)oppervlak of de vorm van de belasting.

In referentie 5, 6 wordt de aard van de verschillende breuktypen onderverdeeld in twee grote groepen, n.l.: direct en indirect (na scheurvorming), figuur 2. De indirecte breuk

wordt nog weer onderverdeeld in scheurvorming zonder en met invloed van het milieu. Als uitgangspunt is hier dus het verloop van het falen genomen. Uiteraard komen ook hier de verschillende vormen van belasting uiteindelijk weer in terug.

Het schema van figuur 1 is opgezet als een combinatie tussen de opzet van ref. 1 en ref. 5, 6. Uitgaande van een breuk of een andere schade is een eerste opdeling gemaakt in "direct" en "indirect".

Onder "direct" is de mechanische belasting ondergebracht die een geweldbreuk of een brosse breuk veroorzaakt.

Bij "indirect" is een verder verdeling gemaakt in falen "na scheurvorming" en "overige". In de categorie "overige" zijn de gevallen opgenomen waar het falen in eerste instantie niet veroorzaakt wordt door breuk, maar door beschadigingen die een verder functioneren van de installatie belemmeren.

De categorie bevat "tribologische belasting" en bepaalde vormen van "corrosieve belasting".

De categorie "indirect, na scheurvorming" omvat breuken die worden ingeleid door scheuren, met of zonder invloed van het milieu. Bij "zonder invloed van het milieu" gaat het om de mechanische belasting waarbij vermoeiing optreedt.

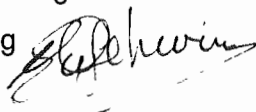
Onder "met invloed van het milieu" vallen bepaalde vormen van corrosieve belasting en thermische belasting. De corrosieve belasting is daarbij nog onder te verdelen in een categorie met en zonder mechanische belasting.

Uiteraard hoeft een falen niet te gebeuren volgens één bepaalde categorie of vorm, maar kan ook door een combinatie van verschillende vormen gebeuren. Dit is in het schema weergegeven met de onderbroken lijn.

INSTITUUT VOOR PRODUCTIE EN LOGISTIEK

afd materiaaltechnologie

ing. E.W. Schuring



LITERATUUR

- 1 VDI 3822
Schadensanalyse, Blatt 1, 2, 3, 4, 5.1, 5.2, 6

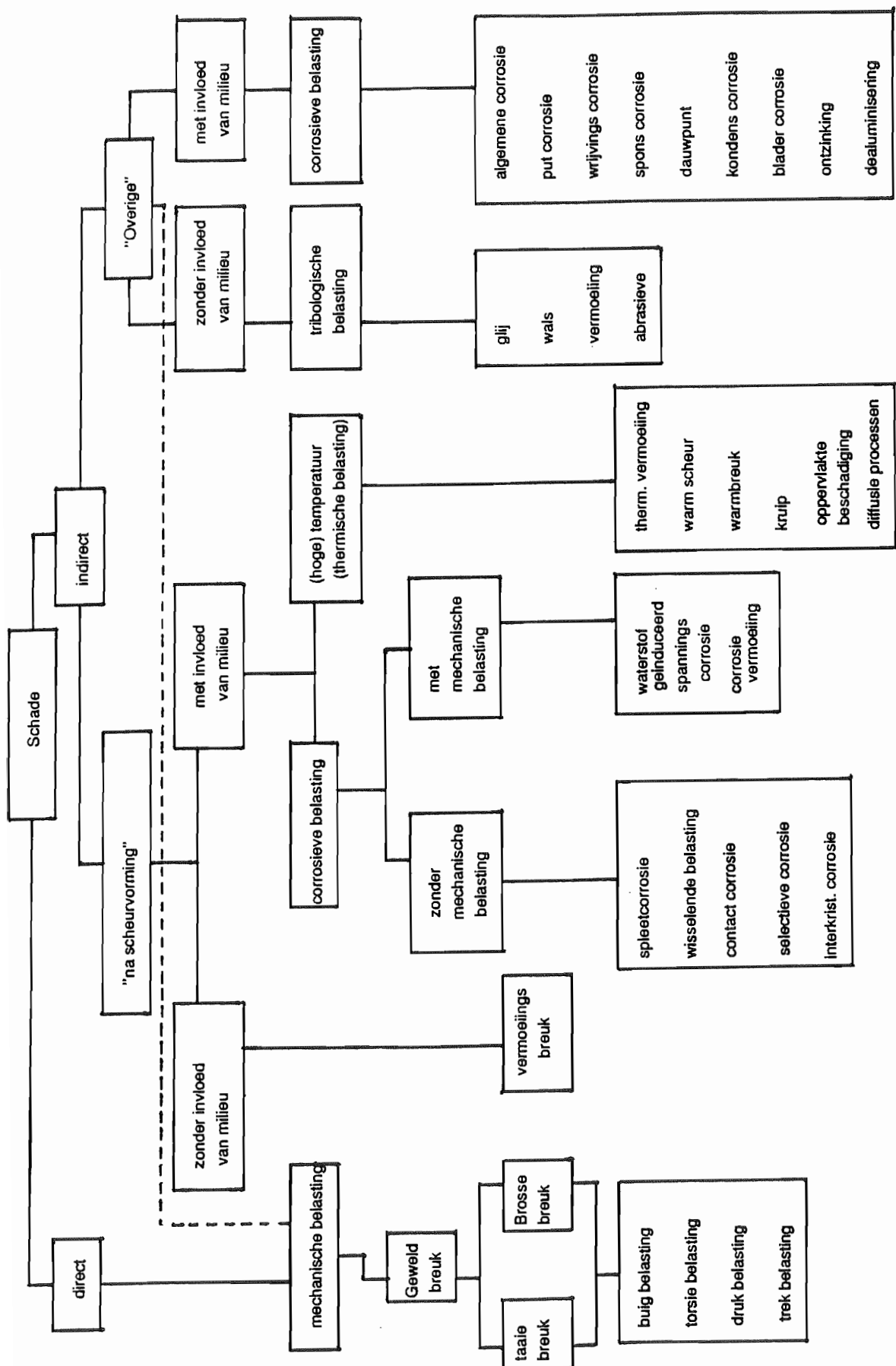
- 2 O.N. Romanis, B.N Andrusiv and V.I. Borsukevich
Crack formation in fatigue of metals (review)
UDC 669.539.43
1988, Plenum Publishing Corporation, (translated from Fiziko-Khmimicheskaya
Mekhanika Materialov, no. 1 pp. 3-13, january/februari, 1988.

- 3 S.W.Husain and P.C. Clapp
The effect of aging on the fracture behavior of Cu-Al-Ni β -phase alloys.
Metallurgical Transactions A
Volume 19A, july 1988 pp 1761-1766

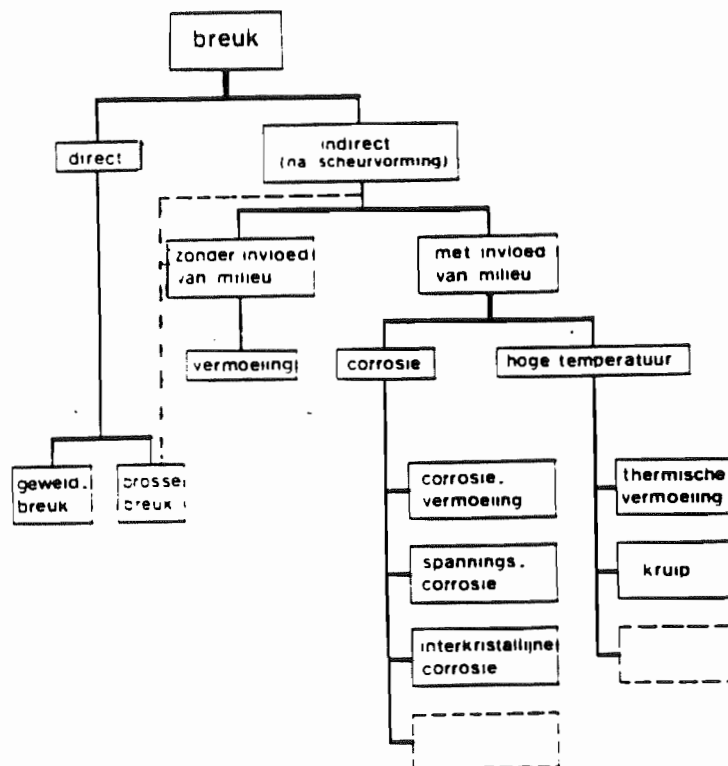
- 4 Metals Handbook Ninth Edition
Volume 11, Failure analysis and prevention

- 5 J.A. Peschar
Schadeonderzoek
NTT De Zee, februari 1983

- 6 J.A. Peschar
schadeonderzoek; interpretatie van breuk- en scheurverschijnselen.
Metaalinstituut TNO



Figuur 1: Schema breuk en schaden aan metalen



Figuur 2: Aard van verschillende breuktypen, volgens ref. 5.