

Rapportnr. 776101006

VERKENNING VAN TECHNOLOGISCHE
OPLOSSINGEN VOOR MILIEUPROBLEMEN
IN DE TEXTIEL- en TAPIJTVEREDELING

E.J. Etman, M.W. van Schijndel en E.R. Soczó

oktober 1994

Deze rapportage is opgesteld in opdracht van Directie Bestuurszaken (afd. Milieutechnologie) in het kader van mijlpaal 2 'Technologie onderzoekprogramma textielveredeling' binnen het MAP-Milieu 1994, project Technologie en Milieu

VERZENDLIJST

1. Directoraat Generaal Milieubeheer, Directie Bestuurszaken, mr J.A. Peters
2. Plv. Directeur Generaal Milieubeheer, dr ir B.C.J. Zoeteman
3. Directoraat Generaal Milieubeheer, Directie Bestuurszaken, drs K.J. Moning
4. Directoraat Generaal Milieubeheer, Directie Bestuurszaken, ir J. van Lidth de Jeude
5. Directoraat Generaal Milieubeheer, Directie Industrie, Bouw, Produkten en Diensten, drs M.E. Timmer
6. Dr M. Booy (Novem-projectmanagement)
7. Ir J. Havinga (Novem-projectmanagement)
8. Drs A.P.M. Huisman (VNTF)
9. Ir J.J. Duiverman (VNTF)
10. Dhr D.J. Oudman
11. Drs C. Lodiers (Textielvereniging KRL)
12. Dr ir H.A.J. Senhorst (RIZA)
13. Ir J.W. Bijsterbosch (RIZA)
14. Ir J.W. Klein Wolterink (Tebodin)
15. Ir W.J.M. Koning ter Heege (Tebodin)
16. Drs A. Luiken (Centrum TNO-Textiel)
17. Drs G.M. de Ruiten (Gamma-Holding)
18. Depot van Nederlandse publicaties en Nederlandse bibliografie
19. Directie RIVM
20. Sectordirecteur Milieuonderzoek, Ir F. Langeweg
21. Ir A.H.M. Bresser
22. Ir K. Visscher
23. Ir T.A. Meeder
24. Ir H. Verhagen
25. Drs A.J.C.M. Matthijsen
26. Dr H.E. Elzenga (jr)
- 27-29. Auteurs
30. Hoofd Voorlichting en Public Relations RIVM, Mw. drs J.A.M. Lijdsman-Schijvenaars
- 31-32. Bibliotheek RIVM
33. Bureau Projecten- en Rapportenregistratie (RIVM)
- 34-55. Reserve exemplaren

VERANTWOORDING

Deze rapportage is het resultaat van een in het kader van het projekt Technologie en Milieu door het RIVM-LAE uitgevoerde studie 'technologie onderzoekprogramma textielveredeling' zoals is beschreven in het Meerjaren Activiteiten Programma Milieu 1994 van het RIVM.

De studie is tot stand gekomen onder begeleiding van de volgende personen:

dhr J.W. van Lidth de Jeude	DGM, directie Bestuurszaken
dhr M.E.M. Timmer	DGM, directie Industrie, Bouw, Producten en Consumenten
dhr J. Havinga	Novem
dhr A.P.M. Huisman	Vereniging van Nederlandse Tapijtfabrikanten (VNTF)
dhr C. Lodiers	Textielvereniging KRL
dhr H.A.J. Senhorst	RIZA

Met dank aan de geïnterviewde personen:

dhr A.P.M. Huisman en dhr J.J. Duiverman (VNTF)
dhr J.W. Klein Wolterink en dhr W.J.M. Koning ter Heege (Tebodin)
dhr Lodiers en dhr van Hensbergen (Textielvereniging KRL)
dhr G.M. de Ruiter (Gamma Holding)
dhr A. Luiken (Centrum TNO Textiel)
dhr H. Senhorst en mw J. Bijsterbosch (RIZA)

INHOUDSOPGAVE

VERZENDLIJST	ii
VERANTWOORDING	iii
INHOUDSOPGAVE	iv
ABSTRACT	vi
SAMENVATTING	1
1 INLEIDING	3
1.1 Doelstelling	3
1.2 Gevolgde werkwijze	3
1.3 Leeswijzer	4
2 TEXTIEL- EN TAPIJTVEREDELING: DEFINITIE EN ONTWIKKELINGEN	5
2.1 Afbakening van de bedrijfskolom	5
2.2 Ontwikkelingen in de textiel- en tapijtveredeling	7
3 BELANGRIJKSTE MILIEUKNELPUNTEN TEXTIEL- EN TAPIJTVEREDELING	9
3.1 Identificatie milieuknelpunten textielveredeling	9
3.2 Selectie milieuknelpunten	14
3.3 Belangrijke milieuproblemen in de rest van de bedrijfskolom	14
4 TECHNOLOGISCHE OPLOSSINGEN VOOR MILIEUKNELPUNTEN IN DE TEXTIEL- EN TAPIJTVEREDELING	15
4.1 Inventarisatie en selectie	15
4.1.1 Technologische oplossingen die (in potentie) milieuhygiënisch goed scoren	15
4.1.2 Technologische oplossingen die milieuhygiënisch niet goed scoren	17
4.1.3 Technologische oplossingen waarover onvoldoende bekend is	17
4.2 Fase in het innovatietraject	18
4.3 Mogelijke onderwerpen voor de Stimuleringsregeling Milieutechnologie	19
5 CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN	21
GERAADPLEEGDE LITERATUUR EN REFERENTIES	24
BIJLAGEN	26

BIJLAGE I Overzicht emissies, chemische afvalstoffen, water- en energieverbruik van de textiel- en tapijtveredeling

BIJLAGE II Kleurstoffen in de textielveredeling

BIJLAGE III Technologische oplossingen voor milieuknelpunten binnen de textiel- en tapijtveredeling

IIIa: Technologische oplossingen die geselecteerd zijn omdat ze (in potentie) milieuhygiënisch goed scoren

IIIb: Technologische oplossingen die afvallen op grond van milieurendement en/of probleemverschuiving

IIIc: Technologische oplossingen waarover onvoldoende bekend is

LITERATUURLIJST BEHORENDE BIJ DE BIJLAGEN

ABSTRACT

On the basis of the working document "Selected topics for the subprogrammes under the Regulation for the Advancement of Environmental Technology" (StirMT) (1), the Steering Committee on Environmental Technology decided on an exploratory study to further elaborate the subject of 'textile and carpet finishing'. The results of the study, carried out by the Laboratory for Waste Materials and Emissions (LAE) of the National Institute of Public Health and Environmental Protection (RIVM), will be used to underpin the decision-making process around the possible introduction of a subprogramme on textile and carpet finishing within the framework of StirMT in 1995.

From 1995 onward support of not only research and development, but also the enhancement of the implementation of technologies within the framework of the StirMT, will become possible. This means that further development and implementation of technological solutions which, in principle, are applicable or even already applied, can then be stimulated.

Within the textile and carpet finishing sector (also including pretreatments, dyeing and printing) three environmental bottlenecks rarely discussed or exhibiting uncertainty are selected. These are emissions of dyes and antimony (from antimony-containing fire retardants) to the surface water, production of chemical waste resulting from the use of dyes and water use. At the moment, another study, commissioned by the direction Industry, Construction, Products and Consumers of the Directorate General of Environment (DGM/IBPC), is being carried out, which will, upon completion, give more insight into the volume of the current emissions of priority substances and priority waste substances produced by the textile and carpet finishing sector. In particular, it will become clearer to what extent priority substances in fire retardants (other than antimony), carriers and pesticides, as well as VOC emissions through the application of finishes, should also be considered environmental bottlenecks. The results of the DGM/IBPC study will become available in the Autumn of 1994 and will be used to supplement the results of this RIVM study under consideration.

After being inventoried possible technological solutions of the environmental bottlenecks were selected on the basis of the environmental yield. The inventory and selection were first based on data from the literature. Next, the technological solutions were tested and supplemented by means of interviews with experts from the sector and from research institutions associated to the sector.

Besides the selected technological solutions there are also solutions for which insufficient information is available to make a selection possible. These solutions could, however, have perspectives from an environmental point of view. The technological solutions which are still in development and for which little information is available seem especially appropriate as subjects for feasibility studies. Most of the selected technological solutions are found in the application or demonstration phase. Because of the changes that StirMT will undergo starting from 1995, this type of technological solutions can also be considered for the lending of support.

Most of the technological solutions either selected or showing possible perspective aim at *prevention* of environmental problems. This is in tune with the main target of the Dutch

environmental policy. End-of-pipe techniques very often lead to problem shifting and are therefore not selected or not considered to show perspective.

Especially important for the major environmental bottlenecks caused by the application of dyes (emissions to surface water and the production of chemical waste) are:

- optimization of the the process chemicals manufacture by measurement and adjustment;
- process adjustments, like minimization of the systems volume;
- new process techniques, like minimum or non-water-based application techniques (supercritical carbon dioxide coating and electron beam coating are examples of non-water-based application techniques).
- reuse of excess printing pastes.

Besides this, several end-of-pipe techniques (techniques for the treatment of waste water and chemical waste) are also identified; these could, in the second place, offer a solution if more preventive technological measures cannot be implemented in the short term. Particularly oxidation (e.g. ozonization) followed by biological wastewater treatment could offer perspectives from both an environmental and financial viewpoint if compared to wastewater treatment technology based on adsorption and membrane techniques.

For the environmental bottleneck caused by antimony emissions to surface water, two causes were identified: the release of antimony from antimony-containing fire retardants and from polyester while dyeing. Technological solutions like antimony-free fire retardants are available to reduce the release of antimony. The release of antimony from polyester during dyeing can be decreased by process adjustments (mainly by fixation by hot air instead of by increasing the temperature of the dye bath) or by adjustments of the process in the production of polyester itself (in the chemical industry).

Reuse of water streams (not only cooling and washing water but also waste water) for process water and the application of measurement and adjustment techniques were selected as technological solutions for the water use bottleneck.

In conclusion, a general remark is that some of the technological solutions mentioned cannot be developed by the textile and carpet finishing industry alone. Especially the development of totally new processes and raw materials will have to take place in cooperation with suppliers of equipment and producers of raw materials.

SAMENVATTING

Op basis van het werkdocument 'Keuze onderwerpen t.b.v. programma's Stimuleringsregeling Milieutechnologie' (1) is door de Stuurgroep Milieutechnologie besloten in aansluiting op het doelgroepenoverleg het onderwerp 'textiel- en tapijtveredeling' in een verkennende studie nader uit te laten werken. De resultaten van deze studie dienen ter onderbouwing van de besluitvorming rond de mogelijke introductie van een programma-onderdeel textiel- en tapijtveredeling binnen de Stimuleringsregeling Milieutechnologie (StirMT) in 1995.

Vanaf 1995 wordt het mogelijk om in het kader van de Stimuleringsregeling niet alleen onderzoek en ontwikkeling maar ook bevordering van de implementatie te ondersteunen. Dit betekent dat de verdere ontwikkeling en toepassing van technologische oplossingen die in principe toepasbaar zijn of al toegepast worden dan ook gestimuleerd kan worden.

Binnen de textiel- en tapijtveredeling zijn drie milieuknelpunten gesignaleerd waar weinig discussie of onzekerheid over bestaat. Achtereenvolgens zijn dat emissies van kleurstoffen en antimoonhoudende brandvertragers naar water, de produktie van chemisch afval t.g.v. kleurstoffengebruik en het waterverbruik. Momenteel wordt er ook een studie uitgevoerd i.o.v. DGM/IBPC, die na voltooiing meer inzicht zal geven in de omvang van de actuele emissies van prioritaire stoffen en produktie van prioritaire afvalstoffen door de branche. De resultaten hiervan komen waarschijnlijk in het najaar van 1994 beschikbaar. Er zal dan meer inzicht zijn in hoeverre met name prioritaire stoffen in brandvertragers (anders dan antimoon), in carriers en in bestrijdingsmiddelen alsook VOS-emissies door toepassing van finishmiddelen als extra milieuknelpunten naast bovengenoemde moeten worden beschouwd.

Mogelijke technologische oplossingen van milieuknelpunten in de textiel- en tapijtveredeling zijn na inventarisatie zoveel mogelijk op basis van milieurendement geselecteerd. In eerste instantie is dit gebeurd d.m.v. gegevens uit de literatuur. Vervolgens zijn de technologische oplossingen getoetst en aangevuld d.m.v. interviews met deskundigen uit de branche en uit de met de branche samenhangende onderzoeksinfrastructuur.

Naast geselecteerde technologische oplossingen zijn er ook technologische oplossingen waarover nog onvoldoende bekend is om ze al dan niet te selecteren, maar die mogelijk wel perspectiefvol zijn vanuit milieu-oogpunt. De technologische oplossingen die nog in ontwikkeling zijn en waarover nog weinig bekend is, met name over het milieurendement, lijken vooral geschikt als onderwerpen voor haalbaarheidstudies. Een groot deel van de geselecteerde en mogelijk perspectiefvolle technologische oplossingen bevindt zich in de fase van toepassing of demonstratie. Vanwege de veranderingen m.b.t. de StirMT vanaf 1995 komen ook dit type technologische oplossingen in aanmerking voor eventuele ondersteuning.

De meeste van de geselecteerde en mogelijk perspectiefvolle technologische oplossingen zijn gericht op preventie; dit spoort met de hoofddoelstelling van het milieubeleid.

Voor de milieuknelpunten t.g.v. het toepassen van kleurstoffen zijn met name belangrijk:

- Optimaliseren van de aanmaak door meten en regelen

- Procesaanpassingen, zoals minimaliseren van de systeeminhoud
- Nieuwe procestechnieken, zoals minimum-applicatietechnieken en opbrengtechnieken zonder water (enkele voorbeelden van het laatste zijn superkritisch CO₂-verven en electronbeamverven)
- Hergebruik van restpasta's (bij drukken)

Daarnaast zijn er ook enkele 'end-of-pipe' technieken (voor afvalwaterzuivering en chemisch afvalverwerking) aangegeven die in tweede instantie mogelijk een oplossing kunnen bieden indien meer preventieve technologische oplossingen niet op korte termijn implementeerbaar zijn. Met name oxidatie (bv. ozonisatie) gevolgd door biologische zuivering kan vanuit milieu- en kostenoogpunt perspectiefvol zijn in vergelijking met waterzuiveringstechnieken op basis van adsorptie- en membraantechnieken.

Voor het milieuknelpunt m.b.t. antimoon geldt dat voor het antimoon dat zich in brandvertragers bevindt in principe alternatieven voorhanden zijn. Het vrijkomen van antimoon uit polyester tijdens de behandeling kan via procesaanpassingen binnen het textielveredelingsproces verminderd worden (hoofdzakelijk door het toepassen van hete luchtfixatie i.p.v. verhoging van de temperatuur van het verfbad). Procesaanpassingen bij de polyesterproductie zelf (binnen de chemische industrie) is een andere technologische oplossing voor dit knelpunt.

Voor het knelpunt m.b.t. het waterverbruik zijn hergebruik van waterstromen (zowel koel- en waswater alsook andere waterstromen) als proceswater en het toepassen van meet-en regeltechnieken als technologische oplossingen geselecteerd.

Een algemene opmerking is dat een aantal van de technologische oplossingen niet door de textielveredelingsbranche alléén kan worden opgepakt. Met name de ontwikkeling van geheel nieuwe processen en nieuwe grondstoffen zal in samenwerking met toeleveranciers van apparatuur en grondstoffenproducenten moeten plaatsvinden.

1 INLEIDING

1.1 Doelstelling

Op basis van het werkdocument 'Keuze onderwerpen t.b.v. programma's Stimuleringsregeling Milieutechnologie' [1] is door de Stuurgroep Milieutechnologie besloten het onderwerp 'textiel- en tapijtveredeling' in een verkennende studie nader uit te laten werken. De resultaten van deze studie dienen ter onderbouwing van de besluitvorming rond de mogelijke introductie van een programma-onderdeel textiel- en tapijtveredeling binnen de Stimuleringsregeling Milieutechnologie (StirMT) in 1995. Deze besluitvorming vindt in het derde kwartaal van 1994 plaats. De onderzoeksthema's van het mogelijke programma zullen inhoudelijk grotendeels op de resultaten van deze studie gebaseerd worden.

De uitwerking van de bedrijfstakken textiel- en tapijtveredeling sluit aan bij de beslissing de Stimuleringsregeling meer aan te laten sluiten bij het doelgroepenbeleid en milieubeleidsthema's van de overheid.

Deze studie is van start gegaan in januari 1993. Na aanvang bleek dat een programma voor deze bedrijfstakken teveel vooruit zou lopen op het doelgroepenoverleg m.b.t. de textiel- en tapijtindustrie. Eind maart 1993 werd besloten deze studie alleen als een werkdocument af te ronden en een terugkoppeling met de branche zelf nog niet uit te voeren.

Eind 1993 werd een begin gemaakt met het doelgroepenoverleg en in maart 1994 werd besloten om deze studie voort te zetten. De studie is uitgevoerd door het RIVM/LAE en begeleid door een commissie samengesteld uit DGM/B, DGM/IBPC, RWS/RIZA en vertegenwoordigers van de textiel- en tapijtveredelingsbranche.

Momenteel wordt er ook een studie uitgevoerd i.o.v. DGM/IBPC, die na voltooiing meer inzicht zal geven in de omvang van de actuele emissies van prioritaire stoffen en productie van prioritaire afvalstoffen van de branche. De resultaten hiervan komen waarschijnlijk in het najaar van 1994 beschikbaar. Deze verkenning richt zich daarom met name op milieuproblemen waar weinig discussie of onzekerheid over bestaat. Uitgaande van deze milieuproblemen kan begin 1995 een eventueel programma-onderdeel van de Stimuleringsregeling Milieutechnologie al van start gaan. De milieuproblemen waarover nog onzekerheid bestaat kunnen nadat aanvullende informatie is verkregen eventueel in daaropvolgende jaren als onderdeel van het programma meegenomen worden.

1.2 Gevolgde werkwijze

Bij deze studie is de werkwijze gevolgd zoals is beschreven in het rapport "Pilotstudie Verkenning van technologische oplossingen voor milieuproblemen in bedrijfstakken"[2]. Hierbij wordt (na het vaststellen van grenzen van de bedrijfstak) een inventarisatie en selectie van de grootste milieuknelpunten van de bedrijfstak gemaakt. Voor de inventarisatie van milieuproblemen m.b.t. lucht- en water emissies is in eerste instantie gebruik gemaakt van de 'Emissieregistratie Industriële Emissies'[3] en voor het chemische afval het bestand van het 'Bureau meldingen Wca'[4]. Uitgangspunt bij de raadpleging van deze bestanden waren de bedrijven die volgens het lisa-bestand [5] tot de textiel- en tapijtveredelingsindustrie (SBI-code 224 of 2252) behoren. Daarnaast zijn

nog gegevens uit andere bronnen gebruikt waarnaar in bijlage I verwezen wordt. De verschillende emissies zijn zoveel mogelijk gekoppeld aan de verschillende subprocessen waar de oorzaken van de milieuproblemen liggen. Uit deze gegevens is een selectie gemaakt; door het hanteren van bepaalde criteria zijn milieuknelpunten afgeleid.

Op basis van in de literatuur beschikbare informatie zijn voor deze knelpunten technologische oplossingen geïdentificeerd. Op grond van bepaalde selectiecriteria is tevens een selectie gemaakt van uit milieu-oogpunt gewenste technologische ontwikkelingen.

De resultaten van de literatuurstudie zijn in een werkdocument vastgelegd en vervolgens voorgelegd aan de branche zelf (te weten de twee branche-organisaties KRL en VNTF, alsook Gamma Holding), aan de met de branche samenhangende onderzoeksinfrastructuur (TNO, Tebodin) en aan RIZA. D.m.v. interviews zijn de resultaten besproken, waarna bijstelling van het werkdocument op grond van recente/extra gegevens heeft plaatsgevonden.

1.3 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 wordt de plaats van de textiel- en tapijtveredeling in de totale bedrijfskolom aangegeven. Tevens wordt in dit hoofdstuk een beschrijving gegeven van enige ontwikkelingen die op beleidsmatig en technologisch gebied plaatsvinden binnen deze bedrijfstakken. Daarna worden de belangrijkste milieuproblemen van de textielveredeling toegelicht in hoofdstuk 3. In hoofdstuk 4 is een groot aantal technologische oplossingen aangegeven waaruit een selectie is gemaakt op grond van de gekozen criteria. In hoofdstuk 5 volgen de conclusies en aanbevelingen voor een eventueel programma-onderdeel textiel- en tapijtveredeling binnen de Stimuleringsregeling Milieutechnologie.

2 TEXTIEL- EN TAPIJTVEREDELING: DEFINITIE EN ONTWIKKELINGEN

2.1 Afbakening van de bedrijfskolom

Het proces van de textiel- en tapijtveredeling is te omschrijven als het niet-mechanisch bewerken van textiel met het doel het uiterlijk van het materiaal te veranderen en het materiaal een bepaalde bruikbaarheid te geven. Bij het verkennen van oplossingsrichtingen is uitgegaan van het blijven vervullen van deze functie.

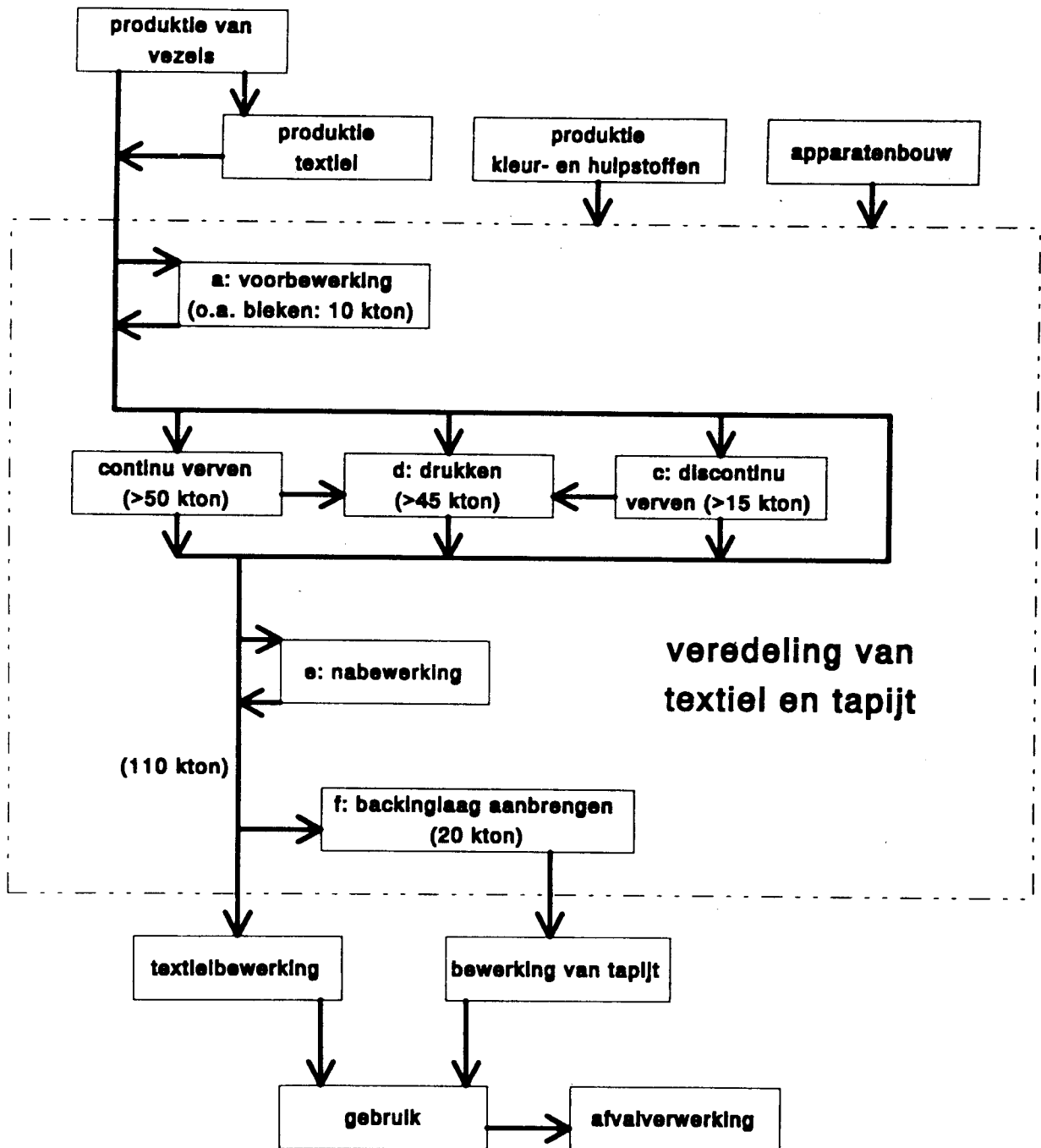
De bedrijfstak waarbinnen dit proces plaatsvindt omvat de textielveredelings-industrie (SBI 224 (nieuwe SBI: 173 [6])) en de tapijtfabrieken (SBI 2252 (nieuwe SBI: 1751 [5])). Er zijn zo'n 170 textielveredelingsbedrijven en tapijtfabrieken. Hiervan zijn 60 textielveredelingsbedrijven en 11 tapijtfabrieken WVO-plichtig [7].

Deze bedrijfstak vormt onderdeel van een bedrijfskolom; naast textielveredelaars en tapijtfabrikanten worden hierin met name toeleveranciers, afnemers, gebruikers (consumenten) en (afval)verwerkers onderscheiden. In figuur 2.1 staan de processen en subprocessen die binnen de bedrijfskolom onderscheiden kunnen worden schematisch weergegeven. Bij de processen die behoren bij de textiel- en tapijtveredeling is aangegeven, voor zover bekend, hoeveel textiel er bewerkt wordt [8][9][10]. Deze hoeveelheden mogen niet opgeteld worden om de totale hoeveelheid textiel te verkrijgen die veredeld wordt. Hetzelfde textiel kan namelijk meerdere subprocessen ondergaan. De volgende processen en subprocessen worden onderscheiden:

1. Processen bij toeleverende bedrijven onder te verdelen in:
 - a. produktie natuurlijke en synthetische vezels;
 - b. produktie textiel (spinnen, weven etc.);
 - c. produktie kleurstoffen;
 - d. produktie hulpstoffen (verdikkingsmiddelen, tensiden, carriers, rot-, mot-, schimmelwerende stoffen, etc.);
 - e. apparatenbouw.
2. Processen behorende bij de textiel- en tapijtveredeling:
 - a. voorbereiding (reinigen, merceriseren, bleken (10 kton) etc.);
 - b. continu verven (>50 kton);
 - c. discontinu verven (>15 kton);
 - d. drukken (>45 kton);
 - e. nabewerking (brandvertragend, rot- en schimmelwerend, krimpvrij maken, coaten etc.) (omvang niet bekend);
 - f. aanbrengebackinglaag (bij tapijt) (20 kton).
3. Processen die leiden tot een eindprodukt (zoals kleding en tapijt)
4. Gebruiksfase van de produkten
5. Afvalverwerking
 - a. hergebruik textiel
 - b. verbranden/storten

5. Afvalverwerking

- a. hergebruik textiel
- b. verbranden/storten



Figuur 2.1 Textiel- en tapijtveredeling in een gedeelte van de bedrijfskolom, met tussen haakjes de hoeveelheid bewerkte textiel

2.2 Ontwikkelingen in de textiel- en tapijtveredeling

Beleidsmatige ontwikkelingen

Vanuit de Coördinatiecommissie Uitvoering Wet Verontreiniging Oppervlakte-wateren houdt de CUWVO VI-subwerkgroep zich bezig met de textielveredelings-industrie. Deze werkgroep begeleidt de vergunningverlening en geeft richtlijnen aan voor lozingseisen.

Per 1 juli 1994 zullen definitieve vergunningen verleend worden aansluitend op het aflopen van de tijdelijke vergunningen. Dit zal gebeuren op basis van de saneringsplannen die de bedrijven hebben moeten opstellen.

Door de CUWVO wordt als één van de richtlijnen aangegeven dat de zwarte lijststoffen geheel uit het afvalwater moeten verdwijnen (streven naar '0-lozing') via vervanging door minder schadelijke stoffen. Indien vervanging niet mogelijk is moeten de best bestaande technieken worden toegepast voor de verwijdering van de stoffen uit het afvalwater of moeten restbaden afgevoerd worden als chemisch afval. Een andere richtlijn is dat lozing van relatief minder schadelijke stoffen teruggedrongen dient te worden m.b.v. de best uitvoerbare technieken. Voor de kleurstoflozing geldt dat deze dmv "goodhouse-keeping" (o.a. terughouden van concentraatbaden en deze afvoeren als chemisch afval) verminderd moet worden. Naar verwachting zal op die manier de lozing met 50% teruggebracht worden. Daarna moet met aanvullende maatregelen een reductie van de kleurstoflozing van 90% gehaald worden. Deze reductieniveaus worden gerelateerd aan de emissieniveaus van 1985 en moeten twee jaar na vergunningverlening (rond juli 1996) bereikt zijn. Controle zal moeilijk zijn en zal dan ook plaatsvinden door middelvoorschrift [11].

Eind 1993 zijn de brancheorganisaties Textielvereniging KRL en de Vereniging van Nederlandse Tapijt Fabrikanten (VNTF) in het kader van het doelgroepenbeleid in overleg getreden met het Ministerie van VROM (directie IBPC). In eerste instantie zal een intentieverklaring opgesteld worden, later gevolgd door een beleidsovereenkomst. De reductiedoelstellingen voor bepaalde stoffen, welke nu nog algemeen zijn gesteld (reductiedoelstellingen voor de industrie), kunnen bij bovengenoemd overleg nader worden gespecificeerd. In een Intergale Milieu Taakstelling (IMT) wordt vastgelegd met welke percentages de emissies moeten worden teruggebracht. Om meer inzicht te krijgen in de emissies van de branche wordt momenteel i.o.v. DGM/IBPC een studie hiernaar uitgevoerd i.o.v. DGM/IBPC (zie ook 1.1).

Tussen de Textielvereniging KRL en het Ministerie van Economische Zaken is een meerjarenafspraak gemaakt over verbetering van de energie-efficiëntie bij de textielindustrie [12]. Hierin wordt het doel gesteld om in 1995 t.o.v. 1989 een verbetering van de energie-efficiëntie te bewerkstelligen van 10% en te streven naar een verbetering van 20% in 2000.

Naast de nationale regelgeving worden er ook in overkoepelend kader zoals op Europees niveau afspraken gemaakt, welke hun weerslag hebben op de Nederlandse industrie.

Algemene ontwikkelingen

Een duidelijke trend m.b.t. de omvang van de textielveredelingsindustrie is niet zichtbaar. De hoeveelheid geproduceerde textiel zal waarschijnlijk niet sterk gaan veranderen in de komende jaren.

Op het gebied van technologische ontwikkelingen kunnen bepaalde veranderingen verwacht worden: Ten gevolge van het opstellen van nieuwe vergunningen zullen op korte termijn aanpassingen gedaan worden om aan de geformuleerde eisen te voldoen. Dit heeft waarschijnlijk tot gevolg dat eerst de concentraten (restbaden) teruggehouden zullen gaan worden, waardoor al een aanzienlijke vermindering van de lozingen op zal treden. Wel is hierbij sprake van verplaatsing van het probleem naar de productie van chemisch afval. Ook wordt verwacht dat op korte termijn optimalisatie van de aanmaak van verfbaden en -pasta's zal plaatsvinden en dat op de middellange termijn procesaanpassingen en nieuwe procestechnieken, zoals verbeterde/nieuwe verftechnieken, worden geïmplementeerd. De saneringsplannen die de bedrijven op moeten stellen in de loop van 1994 kunnen hier wellicht meer duidelijkheid over verschaffen.

3 BELANGRIJKSTE MILIEUKNELPUNTEN TEXTIEL- EN TAPIJTVEREDELING

3.1 Identificatie milieuknelpunten textielveredeling

Tabel 3.1 geeft een overzicht van de omvang van de emissies, het chemische afval en het energie- en waterverbruik binnen de textielveredeling. Deze gegevens zijn gebaseerd op informatie die afkomstig is uit een groot aantal bronnen (zie bijlage I en de bijbehorende literatuurlijst). Ondanks de vele bronnen is een groot aantal emissies echter niet gekwantificeerd. Bovendien is een aantal van de wel gekwantificeerde gegevens niet van recente datum. Daarom worden de gegevens in deze lijst als voorlopige emissiecijfers gehanteerd totdat meer recente en eventuele nieuwe gegevens beschikbaar komen. In het kader van het doelgroepoverleg worden in de eerste helft van 1994 de emissies afkomstig uit de textiel- en tapijtveredeling op een rijtje gezet. Dit gebeurt op grond van te houden enquêtes onder de bedrijven en op basis van gegevens uit de Emissieregistratie. Deze informatie komt waarschijnlijk in het najaar van 1994 beschikbaar.

Uit het overzicht in bijlage I is uit de vele gegevens over emissies een keuze gemaakt op basis van 2 criteria, namelijk dat de emissie een prioritaire stof betreft en gekwantificeerd is (zie ook [1]). In die gevallen dat er meerdere cijfers voor de emissie van 1 stof gegeven zijn, is de meest recente waarde gebruikt. Het resultaat van deze keuze is weergegeven in tabel 3.1.

Om vast te stellen wat de meest relevante milieuproblemen zijn, is tevens de procentuele bijdrage van de textielveredeling aan deze milieuproblemen t.o.v. de totale Nederlandse industrie weergegeven in tabel 3.1. Indien de bijdrage van de textielveredeling minder dan 1% van het totaal bedraagt, wordt het milieuprobleem niet als een knelpunt beschouwd (zie ook [1]). Niet in alle gevallen zijn er gegevens beschikbaar over de omvang van het milieuprobleem binnen de totale Nederlandse industrie. In deze gevallen is onder andere op basis van informatie uit de interviews bepaald of er sprake is van een milieuknelpunt.

Hieronder wordt nader toegelicht welke van de in tabel 3.1 weergegeven milieuproblemen al dan niet als een milieuknelpunt aangemerkt worden. Hierbij is tevens gebruik gemaakt van de laatste inzichten die onder andere verkregen zijn uit de interviews met deskundigen.

Vorbewerking (bleken)

A. Emissie van hypochloriet ontstaat bij het bleken en als gevolg van het krimprij maken van textiel. De kwantitatieve gegevens omtrent deze emissies zijn achterhaalde waarden omdat volgens de laatste gegevens slechts 150 ton hypochloriet wordt toegepast [9]. Dit betekent dat de emissie nog eens vele malen lager zal liggen dan de 600 ton die in de literatuur wordt vermeld. Tijdens de interviews is aangegeven dat hier geen sprake meer is van een knelpunt.

Verven en drukken

B. De emissie van koper (1,3 ton naar water, overeenkomend met 1,7% van de totale emissie door de Nederlandse industrie) werd grotendeels veroorzaakt door het nakoperen bij het wolverven. Dit vindt praktisch niet meer plaats en deze emissie zal

dan ook in werkelijkheid lager zijn. Wel worden (afhankelijk van de mode) nog koperhoudende (blauwe reactieve) kleurstoffen toegepast. Op grond van de IBPC-studie kan vastgesteld worden of de emissie van koper t.g.v. het gebruik van kleurstoffen een milieuknelpunt vormt. De emissie van kleurstoffen wordt overigens ook als apart milieuprobleem behandeld (zie E).

- C. De aangegeven emissie van chroom (0,4 ton naar water; overeenkomend met 0,4% van de totale emissie door de Nederlandse industrie) t.g.v. het gebruik van chroomhoudende kleurstoffen en dichromaat als oxidatiemiddel bij het verven met zwavel- en kuipkleurstoffen is tamelijk laag in vergelijking met totale emissie door de Nederlandse industrie. Bovendien worden volgens [13] op dit moment praktisch geen chroomhoudende kleurstoffen meer gebruikt. Deze zijn veelal vervangen door andere metaalhoudende kleurstoffen. Verder wordt er geen kaliumdichromaat meer gebruikt maar waterstofperoxide. De emissie van chroom hoeft dus niet langer als een knelpunt gezien te worden, tenzij uit de IBPC-studie blijkt dat dit niet juist is.
- D. Nikkel overschrijdt evenmin de 1%-grens als bijdrage aan de emissie van de totale nederlandse industrie. Op basis van de huidige informatie is dit dus geen knelpunt. Op grond van de informatie uit de IBPC-studie kan deze uitspraak eventueel herzien worden.
- E. De emissie van kleurstoffen (± 200 ton naar water) is zeker een knelpunt. Af zetten tegen de totale emissie door de Nederlandse industrie is niet mogelijk, maar vanuit het beleid wordt de emissie van kleurstoffen vanuit de textielveredeling met prioriteit aangepakt (zie met name CUWVO-richtlijnen). De kleurstoffen zijn te verdelen in verschillende kleurstofgroepen welke verschillen in toxiciteit, biologische afbreekbaarheid, fixatiegraad en toepassingsmogelijkheden (zie Bijlage II; hieruit blijkt de schadelijkheid van kleurstoffen). Op basis van toxiciteit en vracht zijn volgens een voor NOVEM uitgevoerde studie de zure, disperse, reactieve en metaalcomplexen kleurstoffen vanuit milieu-oogpunt het meest relevant.
- F. Voor carriers met organochloorverbindingen zijn er alternatieven op de markt volgens TNO. Deze alternatieven bestaan uit aromatische organische verbindingen. De emissie van carriers (2.6 ton naar water) door gebruik als hulpmiddel bij het fixeren van kleurstoffen is sterk afgenomen. Dit is veroorzaakt door introductie van technieken als High Temperature-verven (HT) en het thermosolproces. Dit wordt daarom voorlopig niet als knelpunt aangemerkt. Op grond van de informatie uit de i.o.v. DGM/IBPC uitgevoerde inventarisatiestudie kan deze uitspraak eventueel herzien worden.

Backinglaag aanbrengen

- G. De emissie van zink naar water en de emissie van ammoniak naar lucht dragen niet zoveel bij aan de totale industriële emissie dat ze als een knelpunt van de tapijveredeling gezien moeten worden. Deze uitspraak kan eventueel op grond van meer recente informatie uit de IBPC-studie herzien worden.

Alle processen

- H. De emissie van VOS is de laatste jaren sterk afgenomen doordat de 2 grootste emittenten maatregelen hebben getroffen. Hierdoor is de VOS-belasting uit de textiel- en tapijtveredeling t.o.v. de totale industriële belasting onder de 1%-grens gekomen en vormt deze dus niet langer een knelpunt. Uit de Emissieregistratie kwam naar voren dat er een aanzienlijke emissie aan tetrachlooretheen vrijkomt in vergelijking met de overige industrie. Deze stof kwam echter bij slechts één bedrijf vrij (bij het wassen van strijkgaren) en kan daarom niet als een milieuknelpunt voor de hele branche gezien worden. Tijdens de interviews werd door de VNTF opgemerkt dat er nog veel onzekerheden zijn omtrent de omvang van de huidige VOS-emissies naar lucht. Wel is het zo dat de styreen-emissie sinds 1985 aanzienlijk is verminderd. TNO signaleert dat in verband met het voldoen aan de NER-eisen bij vergunningherzieningen mogelijk nog knelpunten kunnen optreden door het toepassen van finishmiddelen, omdat deze kleine hoeveelheden VOS bevatten. Voorlopig wordt dit niet als knelpunt aangemerkt. Op grond van de informatie uit de i.o.v. DGM/IBPC uitgevoerde inventarisatie kan deze uitspraak eventueel herzien worden.
- I. De emissie van antimoon is afkomstig uit 2 procesonderdelen. Het komt voor in brandvertragers (o.a. antimoontrioxide) en komt daardoor via restbaden en waswater in het water terecht. Daarnaast loogt het uit bij het HT-verven uit het substraat polyester. Antimoon wordt gebruikt als katalysator (antimoontrioxide) bij de productie van polyester. Van de totale industriële belasting blijkt de textielveredeling een grote bijdrage te leveren, dit is dus een knelpunt.
- M. In 1991 werd ca. 4450 ton chemisch afval aangemeld (zie tabel 3.1). De in tabel 3.1 gehanteerde indeling in categorieën is gebaseerd op de indeling zoals die door het Bureau Meldingen Wca gehanteerd wordt. Hierbij worden afvalstoffen o.a. op basis van samenstelling gecategoriseerd. Via deze indeling zijn ook gegevens over de omvang van de verschillende afvalstoffen in de totale Nederlandse industrie voorhanden. Daardoor is het mogelijk een prioriteitstelling uit te voeren m.b.t. de verschillende afvalstoffen (prioriteit voor afvalstoffen die meer dan 1% bijdragen aan de totale omvang ervan binnen de Nederlandse industrie). Op basis van het 1%-criterium blijkt uit tabel 3.1 dat verfstoffen, zuiveringsslib, verontreinigd loog en verontreinigde emballage de belangrijkste afvalstromen zijn. Verontreinigd loog ontstaat tijdens het merceriseren (voorbewerking). Volgens CUWVO VI wordt dit proces steeds minder toegepast en zal de hoeveelheid verontreinigd loog steeds verder afnemen. De andere afvalstromen hangen veelal samen met het kleurstoffengebruik. Deze kunnen in de toekomst nog verder toenemen door de verplichting om restbaden etc. terug te houden en af te voeren als chemisch afval. Omdat dit knelpunt sterk gekoppeld is aan het kleurstoffen-gebruik wordt het ook op die manier benaderd. De hier gehanteerde indeling wijkt enigszins af van de indeling die gehanteerd is in de RIVM-notitie "Een verkenning van het technisch haalbare reductiepotentieel in de jaren 2000 en 2010 voor afvalstoffen uit de textielveredeling- en tapijtbranch" van oktober 1994. De basisgegevens zijn weliswaar hetzelfde, maar de gehanteerde categorieën zijn er daar meer op gericht om de relatie tussen afvalstoffen en

processen optimaal zichtbaar te maken. Omdat van deze categorieën echter alleen met een grote inspanning cijfers over de totale Nederlandse industrie te verkrijgen zijn, kan een prioriteitstelling veel moeilijker plaatsvinden. Overigens zijn ook bij deze indeling verfstoffen, zuiveringsslib en verontreinigd loog de grootste afvalstromen qua omvang.

- N. Het (zoet-)waterverbruik in de textielveredelingsindustrie ligt rond de 8-10 miljoen m³/jr (1990, incl. tapijtind.). Dit overschrijdt de 1%-grens en wordt als een knelpunt gezien binnen de textielveredeling. Het hoge waterverbruik komt vooral door het grote aantal wasprocessen.
- O. Het energieverbruik zit ruim onder de 1% van het totale industriële verbruik en is dus geen knelpunt voor de StirMT. Bovendien wordt er al aandacht hieraan gegeven in het kader van de Meerjarenaafspraken met EZ voor verbetering van de energie-efficiency.

Naast de in tabel 3.1 opgenomen milieuproblemen zijn er nog andere milieuproblemen die wellicht aandacht vragen. Met name over de lozing van *bestrijdingsmiddelen* (mot-, rot- en schimmelwerende middelen) en *brandvertragers* (die niet op antimoon gebaseerd zijn) is weinig specifieke informatie voorhanden. Wat betreft de bestrijdingsmiddelen is door VNTF aangegeven dat pentachloorfenolderivaten niet meer worden toegepast. Bestrijdingsmiddelen zullen echter volgens VNTF nog steeds nodig zijn. Lozing kan voorkomen worden door behandelingsbaden terug te houden en af te voeren als chemisch afval. Volgens TNO worden bestrijdingsmiddelen binnen de textielveredeling niet zoveel toegepast; het gaat met name om specifieke toepassingen (bv tentdoek). Het probleem is dat bepaalde bestrijdingsmiddelen die hier niet zijn toegestaan in het buitenland (bv Duitsland) wel mogen worden toegepast en dat bepaalde afnemers (bv. defensie) het gebruik van bepaalde bestrijdingsmiddelen eist. De vraag is ook of vooral in vergelijking met de relatief veel grotere toepassing van bestrijdingsmiddelen in de landbouw er hier gesproken kan worden van een groot knelpunt. Wellicht dat de inventarisatie in het kader van het doelgroepenoverleg hier meer duidelijkheid in kan brengen.

De afvalstroom *tapijtafval* heeft een grote omvang vanwege het vele snijafval. Voor de branche zelf is dit dus een knelpunt, maar het betreft hier geen prioritaire stof en wordt in deze studie buiten beschouwing gelaten.

Tabel 3.1: Gegevens over omvang van de emissies, chemische afvalstoffen, water- en energieverbruik binnen de textiel- en tapijtveredeling

MILIEUPROBLEEM	PROCES	comp. l/w	OMVANG TEXTIEL (ton/jr)	BRON	OMVANG TOT. NL. INC (ton/j)[24]	% TEXTIEL
Emissies						
hypochloriet	bleken	w	600	21		
koper	verven/drukken	w	1.3	3	78	1.7%
chromium	verven/drukken	w	0.4	3	98	0.4%
nikkel	verven/drukken	w	0.1	3	38	0.3%
kleurstoffen	verven/drukken	w	ca. 200	10		
	continu verven		55	7		
	discontinu verven		18	7		
	drukken		86	7		
carrier	verven	w	2.6	21		
VOS	algemeen	l	200	23	104000	0.2%
zink	backinglaag aanbrengen	w	1.5	3	220	0.7%
ammoniak	backinglaag aanbrengen	l	12	3	7000	0.2%
antimoon	brandvertragend/verven PE	w	0.9	22	4 [22]	22.5%
			(0,4/0,46)			
zoetwaterverbruik (m3)	totaal		8E+06	26	500	1.6%
energieverbruik (PJ)	totaal		ca. 4	27	ca. 990 [25]	0.4%
Chemisch afval				4 *		
1: zure en neutrale anorganische stoffen in oplossing						
102: foto en reprografisch afval (fixeer)			7			
104: oppervlaktebehandeling (etsmiddel)			13			
2: alkalische anorganische afvalstoffen in oplossing						
202: foto en reprografisch afval (ontwikkelaar)			8		9614	0.1%
205: anorganische basen (verontreinigd loog)			123		2208	5.6%
3: halogeenarme organische stoffen						
306: olie- afgeleide stoffen (alles mbt olie)			643		101973	0.6%
307: vaste en pasteuze stoffen (verf, inkt, lijmafval)			2989		62570	4.8%
308: sludges (zuiveringsslib, drukpasta, inkten, lijmrestanten)			455		5607	8.1%
309: vloeistoffen/oplosmiddelen (verdunners, verfafval)			35		43579	0.1%
4: halogeenrijke organische stoffen						
407: vaste en pasteuze stoffen (destillatieresidu, brandwerend)			27		2440	1.1%
409: vloeistoffen/oplosmiddelen (tetrachlooretheen, brandw.)			22		6846	0.3%
5: afvalstoffen met zware metalen en metalloïden, niet in oplossing						
504: bestrijdingsmiddelen			<1			
510: verontreinigde emballage			42		3714	1.1%
513: filterkoeken met metalen			7			
516: slibs en sludges (proceswaterslib, verfbekerafval)			55			
* aangemeld chemisch afval exclusief scheepvaartafval, verontreinigde grond en afgewerkte olie						

3.2 Selectie milieuknelpunten textielveredeling

Concluderend uit de vorige paragraaf mag gesteld worden dat er 3 concrete milieuknelpunten naar voren komen waar de Stir-MT zich m.b.t. de textielveredeling met name op kan richten. Het eerste knelpunt betreft het kleurstoffenprobleem als emissie naar water en in de vorm van chemisch afval. Andere knelpunten zijn het hoge waterverbruik bij vooral de wasprocessen en de emissie van antimoon naar water.

Wat de andere emissies betreft is er voorlopig geen aanwijzing om er in dit kader extra aandacht aan te besteden. Mogelijk dat de inventarisatie in het kader van het doelgroepenoverleg (IBPC-studie) hier nog aanvullend kan zijn. Het gaat met name om prioritaire stoffen in brandvertragers (anders dan antimoon), carriers en bestrijdingsmiddelen. Daarnaast is er ook nog aandacht voor specifieke VOS-emissies door toepassing van finishchemicalien.

De 3 geselecteerde milieuknelpunten:

Kleurstof naar water en als chemisch afval
Antimoon naar water
Waterverbruik

3.3 Belangrijke milieuproblemen in de rest van de bedrijfskolom

Naast de milieuknelpunten binnen de bedrijfstak textielveredelingsindustrie vinden ook emissies plaats in de rest van de bedrijfskolom. De inventarisatie hiervan valt echter buiten deze studie. Hieronder worden enkele milieuproblemen gesignaleerd:

- De katoenteelt is een grootverbruiker van chemische bestrijdingsmiddelen (18% van het wereldtotaal), kunstmest en water [14].
- Tijdens het gebruik van het textiel vinden er ook nog milieubelastende handelingen plaats. Het wasproces verbruikt zeer veel water, namelijk naar schatting resp. 5 en 7 miljard liter water per jaar voor huishoudens en industrie. Daarnaast wordt veel energie gebruikt om het water op te warmen en wordt ongeveer 60.000 ton wasmiddel verbruikt per jaar. Daarnaast zijn er nog bedrijven die voor reiniging van kwetsbaar textiel CFK's of CKW's toepassen.
- Jaarlijks wordt er tussen de 136000 ton en 157000 ton kleding afgedankt, waarvan ongeveer driekwart op de stortplaats of in de verbrandingsoven belandt [15].

4 TECHNOLOGISCHE OPLOSSINGEN VOOR MILIEUKNELPUNTEN IN DE TEXTIEL- EN TAPIJTVEREDELING

4.1 Inventarisatie en selectie

Uitgaande van de drie milieuknelpunten die in hoofdstuk 3 zijn gesignaleerd, zijn technologische oplossingen op grond van de ter beschikking staande literatuur geïdentificeerd. Het gaat om zowel technologische oplossingen die in ontwikkeling zijn als die al toegepast (kunnen) worden. Voor al deze oplossingen (zie bijlage III a t/m IIIc)) zijn zoveel mogelijk de gegevens m.b.t. de verwachte milieurendement (potentiële reductie in omvang emissies en afvalstoffen per processtap en in omvang van energie- en waterverbruik), type (en mate) van probleemverschuiving en de fase in het innovatietraject (ontwikkelingsfase) weergegeven.

Op basis van twee criteria [1] heeft een selectie uit de verschillende technologische oplossingen plaatsgevonden:

1. mate van oplossen van milieuprobleem (milieurendement): de technologie moet tot een aanzienlijke reductie van het knelpunt leiden (de reductie wordt uitgedrukt in % reductie van de hoeveelheid)
2. mate van probleemverschuiving: A. emissie van stoffen (milieubeleidsthema 2 t/m 6); B. afvalstoffen (thema 7); C. energieverbruik (thema 1); of D. verspilling van grondstoffen en verdroging (thema 9 en 10). In principe mag geen wezenlijke verschuiving optreden naar andere milieu-aspecten.

De aanwezige informatie is in een aanzienlijk aantal gevallen onvoldoende gebleken om het milieurendement en de mate van probleemverschuiving in te kunnen schatten. De interviews hebben hierover ook niet veel extra informatie opgeleverd. Hierdoor is een groep van technologische oplossingen ontstaan waarover te weinig bekend is om ze wel of niet te selecteren. Dit heeft geleid tot een opdeling van de technologische oplossingen in drie groepen.

De technologische oplossingen in de eerste groep (zie bijlage IIIa) scoren (in potentie) milieuhygiënisch goed.

De tweede groep technologische oplossingen (bijlage IIIb) valt af doordat de emissiereductie te laag is en/of doordat er sprake is van probleemverschuiving.

In de derde groep (bijlage IIIc) zijn de technologische oplossingen opgenomen waarover weinig bekend is, met name over het (potentiële) milieurendement en de mate van probleemverschuiving.

In de volgende paragrafen worden deze drie categorieën technologische oplossingen kort toegelicht.

4.1.1 Technologische oplossingen die (in potentie) milieuhygiënisch goed scoren

Deze categorie betreft de geselecteerde technologische oplossingen. De hieronder met name genoemde technologische oplossingen moeten vooral gezien worden als *voorbeelden* van oplossingen met een (in potentie) hoog milieurendement, waarbij nauwelijks probleemverschuivingen optreden. De genoemde voorbeelden komen uit bijlage IIIa; deze lijst moet echter niet als uitputtend worden beschouwd en kan op basis van extra/nieuwe

informatie ten alle tijde aangevuld en gewijzigd worden (bv. met voorbeelden uit bijlage IIIc).

A. Kleurstoffen

De vele geselecteerde technologische oplossingen die aangrijpen op het knelpunt m.b.t. de kleurstoffen kunnen grofweg op de volgende manier gerubriceerd worden:

1. de aanmaak optimaliseren: op dit punt lijkt nog veel winst te behalen, het implementeren van automatische verfkeukens e.d. leidt tot grote verbeteringen. Ook verschillende registratiesystemen t.a.v. het gebruik van chemicaliën leidt tot besparingen omdat hiermee grote overmaten te voorkomen zijn. Door de VNTF is een studie hiernaar geïnitieerd.

2. nieuwe procestechnieken: er is een aantal nieuwe technieken om kleurstoffen op textiel aan te brengen in ontwikkeling of zelfs al toepasbaar. Het betreft onder andere een verzameling van Minium Applicatie-technieken, waarbij het gebruik van water zo laag mogelijk wordt gehouden. Voorbeelden zijn likrolsystemen, inkjetverven, vacuümtechniek, verneveling en schuimopbrengtechnieken. Hiermee valt t.o.v. de conventionele verftechnieken een redelijke winst te behalen. Vooral de afvalwaterstromen worden bij deze technieken beperkt.

Daarnaast zijn er geheel nieuwe technieken die niet langer water als basis hebben, zoals bijvoorbeeld het verven m.b.v. superkritisch CO₂ of het transferdrukken m.b.v. papier.

3. procesaanpassingen: ook kunnen bestaande verftechnieken en apparatuur verder worden geoptimaliseerd. Systeeminhouden kunnen worden geminimaliseerd om zo resthoeveelheden die weggespoeld worden te beperken. Maar ook toepassing van beter fixeerbare kleurstoffen, zoals reactieve kleurstoffen met 2 of 3 reactieve groepen i.p.v. 1, leiden tot afname van de emissies.

4. hergebruik kleurstoffen: het hergebruiken van restpasta's (bij drukken) blijkt goed mogelijk te zijn. Vooral wanneer de kleuren opgebouwd worden uit een aantal basiskleuren, is het bijmengen zeer goed uit te voeren.

B. Antimoon

Voor beide procesonderdelen waar emissies van antimoon plaatsvinden zijn technologische oplossingen geselecteerd:

- Voor het antimoon dat gebruikt wordt in brandvertragers lijkt het veelal mogelijk alternatieve brandvertragers te gebruiken zonder antimoon. (Om probleemverschuivingen te voorkomen moet antimoon daarbij niet vervangen worden door andere milieubezwaarlijke stoffen).
- Voor het antimoon dat vrijkomt bij het veredelen van polyester is het lastiger om het te vervangen door alternatieven. Er blijken op dit moment nog geen alternatieve productieprocessen voor polyester te zijn ontwikkeld waarbij geen antimoon nodig is. Daarom dient in eerste instantie gepoogd te worden door veranderingen aan het proces het uitloggen van antimoon uit polyester te voorkomen. Deze veranderingen houden in het beperken van het aantal natte processtappen en het fixeren van de kleurstof met hete lucht i.p.v. via verhoging van de temperatuur van het verfbad.

C. Waterverbruik

Het waterverbruik kan op twee manieren worden ingedamd. Ten eerste door meer gecontroleerd te werk te gaan, d.w.z. door de verschillende waterstromen te optimaliseren met bijvoorbeeld meet- en regeltechnieken. Maar wat vooral een grote winst kan betekenen is zoveel mogelijk water hergebruiken. Zo zijn koel- en waswater met enige systeemtechnische aanpassingen veelal in te zetten als proceswater.

4.1.2 Technologische oplossingen die milieuhygiënisch niet goed scoren

De in bijlage IIIb aangegeven technologische oplossingen worden op basis van de huidige inzichten omtrent het lage milieurendement en/of optreden van probleemverschuivingen als niet relevant beschouwd vanuit milieu-oogpunt.

Het gaat vooral om afvalwaterzuiveringstechnieken (met name adsorptie- en membraantechnieken) voor kleurstoffen en antimoon, waarbij het ontstaan van chemisch afval veelal onontkombaar is (probleemverschuiving). Afgezien daarvan staat het kostenaspect bij met name membraantechnieken wellicht implementatie in de weg. Voor de emissie van antimoon als brandvertrager wordt aangegeven dat restbaden hergebruikt kunnen worden, terwijl spoelwater relatief makkelijk teruggehouden en als chemisch afval afgevoerd kan worden. De emissies worden hiermee verminderd, maar omdat hergebruik van spoelwater niet mogelijk is, is er alsnog een probleemverschuiving naar chemisch afval.

4.1.3 Technologische oplossingen waarover onvoldoende bekend is

Voor de in bijlage IIIc opgenomen technologische oplossingen geldt dat er onvoldoende gegevens zijn om deze technologische oplossingen te selecteren dan wel af te laten vallen. Mogelijk is een aantal van deze technologische oplossingen interessant vanuit milieuhygiënisch oogpunt. Met name voor het oplossen van het knelpunt m.b.t. kleurstoffen lijkt er een aantal mogelijkheden te liggen. Het gaat vooral om nieuwe opbrengstechnieken voor kleurstoffen, nieuwe technieken die hergebruik van kleurstoffen uit afvalwater mogelijk zouden maken en het combineren van verschillende afvalwaterzuiveringstechnieken. Door TNO en Gamma-Holding is ook de mogelijkheid aangegeven van het toepassen van natuurlijke kleurstoffen. Het gaat daarbij om kleurstoffen die langs biotechnologische weg (bv via schimmels) geproduceerd worden. Voorlopig kan dit alleen nog op kleine schaal.

Op basis van de interviews lijkt hergebruik van kleurstoffen uit afvalwater niet haalbaar. Daarentegen zou het ontwikkelen van nieuwe opbrengstechnieken (bv. electronbeamverven, electrostatisch verven, plasmatechnieken, verven volgens een magneetprincipe, etc)) goede perspectieven kunnen bieden.

Dit geldt ook voor het combineren van afvalwaterzuiveringstechnieken (bv. ozonisatie gevolgd door biologische waterzuivering); het voordeel t.o.v. andere waterzuiveringstechnieken (vnl. adsorptie) is dat geen *chemisch* afval wordt geproduceerd. Onduidelijk is echter in hoeverre het effluent na ozonisatie zonder problemen in een rwzi nabehandeld kan worden [16]. Indien effluentbehandeling in een rwzi na ozonisatie goed mogelijk is, is deze techniek te prefereren boven de waterzuiveringstechnieken die in IIIb zijn opgenomen (zie 4.1.2). In bijlage IIIc zijn ook verwerkingstechnieken voor

chemisch afval (bv verbranding drukpasta's) opgenomen. De ontwikkeling van deze technieken heeft minder de voorkeur, omdat preventie van het ontstaan van afval binnen het milieubeleid een hoge prioriteit heeft. Bovendien brengt afvalverwerking vaak een extra probleemverschuiving met zich mee (verbrandingsemissies, energieverbruik).

Hoewel meer preventieve oplossingen de voorkeur hebben (zie 4.1.1) kan het ontwikkelen en toepassen van bepaalde end-of-pipe technieken voor de verwerking van afval(water)stromen eventueel een voorlopige tussenoplossing voor de korte termijn zijn in die gevallen dat er niet direct alternatieven voorhanden zijn.

4.2 Fase in het innovatietraject

Van de verschillende technologische oplossingen wordt in deze paragraaf aangegeven in welke fase van het innovatietraject ze zich bevinden. Stadia die onderscheiden worden zijn: onderzoek en ontwikkeling (R&D; inclusief demonstratiefase), toepasbaar en toegepast. Dit onderscheid maakt het voor beleidsmakers mogelijk om met de verschillende beleidsinstrumenten hierop aan te sluiten; de verschillende mogelijkheden worden hieronder aangegeven.

Tot voor kort was voor de programmering van de StirMt met name de ondersteuning van technologische oplossingen die zich in de onderzoek- en ontwikkelingsfase bevinden interessant (via R&D- en demonstratieprojecten en via haalbaarheidsstudies). Vanaf 1995 gaat dit veranderen: naast bovengenoemde studies en projecten wordt ook ondersteuning van de implementatiebevordering (via marktintroductie- en toepassingsprojecten), van praktijkexperimenten en van kennisoverdracht mogelijk.

In deze paragraaf wordt vooral ingegaan op de geselecteerde technologische oplossingen (IIIa) en de technologische oplossingen waarover nog te weinig bekend is om ze al dan niet te selecteren (IIIc). Laatsgenoemde oplossingen kunnen mogelijk perspectief bieden voor het verminderen van milieuproblemen binnen de textielveredeling. De in bijlage IIIb opgenomen technologische oplossingen scoren slecht vanuit milieuhygiënisch oogpunt en komen daarom niet voor eventuele stimulering in aanmerking.

Veel van de 31 geselecteerde technologische oplossingen (bijlage IIIa) worden al toegepast (10), zijn in principe toepasbaar (12) of verkeren in de demonstratiefase (4). Slechts een klein aantal (5) van de geselecteerde technologische oplossingen bevindt zich in de fase van R&D (onderzoek en ontwikkeling). In principe komen deze technieken in aanmerking voor ondersteuning vanuit de Stimuleringsregeling Milieutechnologie; met name bevordering van de implementatie heeft hier prioriteit. Tijdens de interviews is naar voren gekomen dat ondanks het feit dat van bepaalde technieken gezegd wordt dat ze volledig uitontwikkeld en zo te implementeren zijn, dat laatste in de praktijk soms toch niet gebeurt. Dit kan natuurlijk verschillende oorzaken hebben, maar enige terughoudendheid bij de bedrijven blijkt er toch wel te bestaan t.a.v. nieuwe technologieën. Kennisoverdracht of demonstratie zouden hier wellicht een goede impact kunnen hebben om mensen te overtuigen van belangrijke ontwikkelingen. Daarnaast kunnen technologische oplossingen die in principe toepasbaar zijn of al toegepast worden nog voor verbetering/optimalisatie vatbaar zijn (ook vanuit het oogpunt van verbetering van het milieurendement). Ook R&D kan hier nog een bijdrage leveren aan verdergaande innovatie.

Al eerder is opgemerkt dat ook de in bijlage IIIc genoemde technologische oplossingen mogelijk vanuit milieu-oogpunt interessant kunnen zijn. Met name in deze groep bevindt een groot aantal technieken zich nog in de onderzoek- en ontwikkelingsfase. Omdat over deze technieken nog weinig bekend is, met name m.b.t. het milieurendement, lijkt het voor de hand te liggen met name de uitvoering van haalbaarheidstudies te ondersteunen. De technologische oplossingen die zich richten op de behandeling van afval(water)stromen hebben een lagere prioriteit dan de meer preventieve technologische oplossingen. Ze komen alleen in aanmerking voor eventuele stimulering indien aangetoond kan worden dat m.b.v. meer preventieve technieken op de korte termijn vanuit milieu-oogpunt onvoldoende kan worden bereikt en dat van de afvalstromen het volume en/of de mate van schadelijkheid afnemen.

Een algemene opmerking is dat een aantal van de technologische oplossingen niet door de textielveredelingsbranche alléén kan worden opgepakt. Met name de ontwikkeling van geheel nieuwe processen zal in samenwerking met de toeleveranciers van apparatuur moeten gebeuren. De ontwikkeling van nieuwe grondstoffen zoals polyester zonder antimoon is zelfs iets dat uitsluitend door de chemische industrie opgepakt kan worden, omdat hierbij een productieproces voor polyester ontwikkeld moet worden waarbij geen antimoon nodig is.

4.3 Mogelijke onderwerpen voor de Stimuleringsregeling Milieutechnologie

Hieronder zal voor elk gesignaleerd knelpunt aangegeven worden welke mogelijkheden er zijn om deze aan te pakken en hoe deze passen in een eventuele programmering voor de StirMT.

A. Kleurstoffen

Voor dit milieuknelpunt is een groot aantal (21) technologische oplossingen geselecteerd (bijlage IIIa).

Slechts vijf daarvan bevinden zich in fase van onderzoek en ontwikkeling (R&D); het gaat met name om minimaliseren systeeminhoud, superkritisch CO₂ verven, schuimbopbrengtechnieken, inkjetsystemen voor textiel (nu alleen bij tapijt toegepast) en hergebruik van restpasta's. In principe komen deze onderwerpen voor alle typen van stimulering in aanmerking.

Het gros van de (in bijlage IIIa) geselecteerde technologische oplossingen is (vrijwel) direct toepasbaar of wordt al toegepast. Onduidelijk is in hoeverre ze werkelijk geïmplementeerd (kunnen) worden; bij een lage penetratiegraad is het wellicht zinvol via kennisoverdracht en/of demonstratie een verhoging hiervan te stimuleren. Ook via marktintroductie- en toepassingsprojecten kan dit bereikt worden. Bij een aantal van de in principe toepasbare geselecteerde technologische oplossingen waarmee nog veel winst lijkt te behalen betreft het technieken die ingezet kunnen worden om de aanmaak te optimaliseren (o.a. automatische verfkeukens, registratiesystemen). Tijdens de interviews is opgemerkt dat op dit gebied enige onderzoeksinspanning nog wel op zijn plaats lijkt. Met name het voorspellen van het grondstoffenverbruik via een modellering van het proces op basis van doekeigenschappen lijkt een goede methode om overmaat te voorkomen. Ondersteuning van dit soort onderzoek kan met name via haalbaarheidsstudies en R&D projecten gebeuren.

De in bijlage IIIc opgenomen technologische oplossingen bevinden zich voor een groot deel in de onderzoeksfase. Het gaat in deze groep vooral om nieuwe opbrengtechnieken voor kleurstoffen, nieuwe technieken die hergebruik van kleurstoffen uit afvalwater mogelijk zouden maken en combinatie van verschillende afvalwaterzuiveringstechnieken (bv ozonisatie in combinatie met biologische zuivering). Deze technieken zijn nog sterk in ontwikkeling en exacte toepassingsgebieden en milieurendementen zijn nog niet bekend. Om de (milieuhygienische) potenties van deze nieuwe technieken in te schatten lijkt het goed om hiervoor haalbaarheidsstudies uit te (laten) voeren. Wel is tijdens de interviews naar voren gekomen dat het hergebruik van kleurstoffen niet echt haalbaar lijkt. Verwerkingstechnieken voor de behandeling van chemisch afval bevinden zich grotendeels in de demonstratiefase of zijn toepasbaar; dit type technologische oplossingen heeft vanuit milieu-oogpunt een lagere prioriteit dan meer preventieve.

B. Antimoon

Drie van de vier geselecteerde technologische oplossingen voor de emissies van antimoon t.g.v. het verven van polyester zijn in principe toepasbaar. Het gaat hierbij om procesaanpassingen waarbij minder uitloging van antimoon plaatsvindt. Voorbeelden zijn het fixeren van de kleurstof met hete lucht (i.p.v. via verhoging van het procesbad) en het beperken van het aantal natte processtappen. Ook de vervanging van antimoonhoudende brandvertragers door alternatieven is in principe toepasbaar. Onduidelijk is in hoeverre deze toepasbare technologische oplossingen werkelijk geïmplementeerd worden. Bij een lage penetratiegraad is het wellicht zinvol een (verdere) verhoging van de toepassing te stimuleren.

De vervanging van antimoon bij de produktie van polyester is de enige geselecteerde technologische oplossing die nog in de onderzoeksfase verkeert. Opgemerkt wordt dat de ontwikkeling van polyester zonder antimoon niet door de textielveredelingsindustrie zelf kan worden opgepakt. Dit is een taak voor de toeleverancier van polyester, de chemische industrie. Onderzoek en ontwikkeling zou vanuit de StirMt gestimuleerd kunnen worden.

C. Waterverbruik

De voor het knelpunt waterverbruik geselecteerde oplossingen zijn toepasbaar of worden al toegepast in de praktijk. Uit de interviews is naar voren gekomen dat de implementatiegraad van deze technieken echter zeer laag is, terwijl er goede mogelijkheden liggen. Het gaat met name om het gebruik van koel- en waswater als proceswater en om de optimalisatie van het verbruik door toepassing van meet- en regeltechnieken. Het is wenselijk dat de implementatiegraad verder verhoogd wordt. Naast het geven van voorlichting kunnen demonstratie-projecten op dit gebied gestimuleerd worden. Ook vanwege de in de nabije toekomst vereiste hoge mate van zuivering van het afvalwater komen er interessante mogelijkheden voor recycling van andere waterstromen (naast koel- en waswater); onderzoek en ontwikkeling op dit gebied kan in kader van StirMT plaatsvinden.

5 CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN

Op basis van de informatie in de voorgaande hoofdstukken wordt geconcludeerd dat de drie belangrijkste milieuknelpunten binnen de textiel- en tapijtveredeling kunnen worden toegeschreven aan het kleurstoffengebruik (emissies naar water en chemisch afval), het gebruik van antimoonhoudende brandvertragers (emissies naar water) en het waterverbruik. Wat betreft de andere milieuproblemen is er voorlopig geen aanwijzing om er in het kader van de Stimuleringsregeling extra aandacht aan te schenken. Mogelijk kan de inventarisatie van de huidige emissies van prioritaire stoffen die momenteel in het kader van het doelgroepenoverleg plaatsvindt nog aanvullend zijn. Het gaat met name om prioritaire stoffen in brandvertragers (anders dan antimoon), in carriers en in bestrijdingsmiddelen. Ook toepassing van VOS-bevattende finishmiddelen kan nog knelpunten opleveren. De resultaten van de inventarisatie komen waarschijnlijk in het najaar van 1994 beschikbaar. Deze verkenning heeft zich daarom met name gericht op milieuproblemen waar weinig discussie of onzekerheid over bestaat. Uitgaande van deze milieuproblemen kan begin 1995 een eventueel programma-onderdeel van de Stimuleringsregeling Milieutechnologie al van start gaan. De milieuproblemen waarover nog onzekerheid bestaat kunnen nadat aanvullende informatie is verkregen eventueel in daaropvolgende jaren als onderdeel van het programma meegenomen worden.

Voor de gesignaleerde milieuknelpunten is een aantal technologische oplossingen geïdentificeerd; op basis van milieuhygiënische potentie is een selectie uitgevoerd. Naast geselecteerde technologische oplossingen (bijlage IIIa) is er ook een lijst met technologische oplossingen waarover nog vrij weinig bekend is (bijlage IIIc), maar die mogelijk wel perspectiefvol zijn vanuit milieu-oogpunt.

Van de geselecteerde en mogelijk perspectiefvolle technologische oplossingen wordt in tabel 5.1 per milieuknelpunt aangegeven in welke fase van het innovatietraject zij zich bevinden. In aansluiting daarop kan iets gezegd worden over het type stimulering dat het meest zinvol lijkt voor de betreffende technologische oplossingen. Volgens het "Bijdragenbesluit Milieugerichte Technologie" wordt in 1995 ondersteuning in de vorm van haalbaarheidsstudies, onderzoek- en/of ontwikkelingsprojecten (R&D), praktijkexperimenten, bevordering implementatie (via marktintroductie- en toepassingsprojecten) en kennisoverdracht mogelijk. Voor de technologische oplossingen die toepasbaar zijn of al toegepast worden kan de stimulering zich vooral richten op het bevorderen en vergroten van de implementatie. Dit kan op verschillende manieren, afhankelijk van de reden waarom implementatie (nog) niet goed verloopt. In geval van onbekendheid en/of terughoudendheid van de branche m.b.t. het toepassen van nieuwe technieken, kan vooral aan kennisoverdracht en demonstraties gedacht worden. Indien er sprake is van technologische knelpunten kan ook aan onderzoek- en ontwikkelingsprojecten of aan haalbaarheidsstudies gedacht worden.

De technologische oplossingen die zich in de R&D fase bevinden komen in principe voor alle typen stimulering in aanmerking. Die technieken waarvan nog onvoldoende bekend is, met name over het milieurendement, lijken in eerste instantie met name geschikt als onderwerpen voor haalbaarheidsstudies. In de tabel zijn ook combinaties van afvalwaterzuiveringstechnieken en behandelingstechnieken voor chemisch afval opgenomen als mogelijke onderwerpen voor de StirMt. Voor deze technologische

oplossingen geldt dat ontwikkeling en toepassing hiervan een lagere prioriteit heeft dan van meer preventieve technologische oplossingen, waarbij het ontstaan van afval(water)stromen wordt voorkomen. Ze komen alleen in aanmerking voor eventuele stimulering indien aangetoond kan worden dat m.b.v. preventieve technieken (op korte termijn) onvoldoende kan worden bereikt en dat van de afval(water)stromen tevens het volume en/of mate van schadelijkheid afneemt.

Tevens wordt aangegeven of er sprake is van een grote mate van betrokkenheid van derden. Voorbeelden zijn toeleveranciers van apparatuur indien het eigenlijke proces van textielveredeling dusdanig verandert dat sprake is van de *ontwikkeling* van geheel nieuwe apparatuur en grondstoffenleveranciers indien de grondstof dusdanig van samenstelling verandert dat ontwikkeling van een geheel nieuwe produktietechnologie voor de grondstof moet plaatsvinden. In andere gevallen kan ook betrokkenheid van derden nodig zijn, maar in principe kan de ontwikkeling en toepassing hoofdzakelijk vanuit de textiel- en tapijtveredeling zelf in gang kan worden gezet.

Er is weinig discussie over het feit dat de drie in deze verkenning gesignaleerde milieuknelpunten in vergelijking met andere milieuproblemen in de bedrijfstak belangrijk genoeg zijn om te worden aangepakt. Voor deze gesignaleerde knelpunten zijn voldoende technologische oplossingen geselecteerd, waarvan de ontwikkeling en toepassing vanuit de StirMT ondersteund kan worden. Het grootste deel van de onderwerpen is gericht op preventie; dit spoort met de hoofddoelstellingen van het milieubeleid.

Het reeds in 1995 opstarten van een programma-onderdeel textiel- en tapijtveredeling wordt aanbevolen, mede omdat dit de ondersteuning van de bedrijfstak bij het binnen twee jaar voldoen aan de CUWVO-richtlijnen mogelijk maakt. In een later stadium (bv. over 1 jaar) kunnen eventueel nog extra onderwerpen opgenomen worden, indien de i.o.v. DGM/IBPC uitgevoerde inventarisatie van de huidige emissies hiertoe aanleiding geeft.

Tabel 5.1 Mogelijke onderwerpen voor StirMT

Milieuknelpunt	Fase innovatietraject*	Grote betrokkenheid derden
Kleurstoffen		
<i>Aanmaak optimaliseren (meten en regelen)</i>		
.automatische verfkoukens, registratiesystemen	Toepasbaar/Toegepast	
.procesmodellering o.b.v. doekeigenschappen	R&D+	
<i>Procesaanpassingen</i>		
.minimaliseren systeeminhoud	R&D	toeleveranciers apparatuur
.beter fixeerbare kleurstoffen	Toepasbaar/R&D	
<i>Nieuwe procestechnieken</i>		
<i>-Minimumapplicatietechnieken</i>		
.vacuumtechniek, verneveling, inkjet (tapijt)	Toegepast	
.likrolsystemen	Demo	
.schuimopbrengtechniek, inkjet (textiel)	R&D	toeleveranciers apparatuur
<i>-Opbrengtechnieken zonder water</i>		
.superkritisch CO ₂ -verven	R&D	toeleveranciers apparatuur
.transferdrukken m.b.v papier	Toegepast	
.overige ¹	R&D+	toeleveranciers apparatuur
<i>Hergebruik (intern)</i>		
.restpasta's	R&D/toegepast	
.kleurstoffen in afvalwater	R&D+	
<i>Combinatie van afvalwaterzuiveringstechnieken**</i>		
.bv. ozonisatie met biologische zuivering	R&D+	
<i>Behandeling chemisch afval**</i>		
	R&D+	
Antimoon		
<i>Vervanging antimoon polyesterproductie</i>	R&D	chemische industrie
<i>Procesaanpassing HT-verven polyester</i>	Toepasbaar	
<i>Vervanging brandvertragers met antimoon</i>	Toepasbaar	
Waterverbruik		
<i>Hergebruik waterstromen als proceswater</i>		
.koel- en waswater	Toepasbaar	
.overige waterstromen	R&D+	
<i>Toepassen meet- en regeltechnieken</i>	Toegepast/Toepasbaar	

* R&D: onderzoek en ontwikkeling (incl demo); R&D+: komen vooral in aanmerking voor haalbaarheidsstudies omdat weinig bekend is over deze technieken

** Ontwikkeling en toepassing van dit soort technologische oplossingen heeft een lagere prioriteit dan van meer preventieve technologische oplossingen waarbij het ontstaan van afval(water)stromen wordt voorkomen.

¹ het betreft met name technologische oplossingen opgenomen in bijlage IIIc; bv. electronbeamverven, electrostatisch verven, verven m.b.v. plasmatechnieken, verven volgens een magneetprincipe, aerodynamisch verven, etc.

GERAADPLEEGDE LITERATUUR EN REFERENTIES

1. Keuze onderwerpen t.b.v. programma's Stimuleringsregeling Milieutechnologie. Werkdocument.
Hoogenkamp, A.W.H.M., J.P.a. Lijzen en K. Visscher. RIVM, Bilthoven, maart 1993.
2. Pilotstudie "Verkenning van technologische oplossingen voor milieuproblemen in bedrijfstakken" (rapportnr. 736101016).
J.P.A. Lijzen, A.W.H.M. Hoogenkamp en K.Visscher. RIVM, Bilthoven, juli 1992.
3. Hoofdinspectie Milieuhygiene, afdeling ER/IM. Uitdraai bedrijven (3e en 5e ronde) met SBI-code 224 en 2252 volgend dit bestand en volgens LISA [5].
4. Bureau Meldingen Wet chemische afvalstoffen. Leidschendam, geraadpleegd door het RIVM, uitdraai maart 1993.
5. Databestand LISA- industrie, basisjaar 1991.
6. CBS SBI-indeling 1993.
7. Omvang en aard van afvalwaterlozingen in de bedrijfstakken textielveredeling en tapijtindustrie, stand der techniek en te verwachten financiële consequenties. W.J.M. Koning ter Heege, J.W. Klein Wolterink en D.R. van Veldhuisen. (rapportnr. 331468). Tebodin, Hengelo december 1992.
8. SPIN-beschrijving: Textielveredeling. E.H. Heuvelman. Tebodin, februari 1993.
9. Concept-rapportage van onderzoek naar de lozing van milieubezwaarlijke stoffen door tapijtfabrieken. W.A. van Asselt en J.W. Klein Wolterink. Tebodin. Hengelo, februari 1993.
10. Afvalwaterproblematiek van de textielveredelingsindustrie. CUWVO werkgroep VI. December 1993
11. Gesprek met ing. L.V.M. Teurlinckx, RIZA, 27 juli 1993.
12. Meerjarenafpraak tussen Textielvereniging KRL en het Ministerie van Economische Zaken over verbetering van de energie-efficiëncy bij de textielindustrie. Boekelo, 2 oktober 1992.
13. Gesprek met drs A.H. Luiken, Centrum TNO Textiel, 29 juni 1993
14. Het gifloze T-shirt. J. v/d Zwan. Milieudefensie, nr.2 1991.
15. De naakte waarheid over "groene" kleding. Consumentengids, juni 1992.
16. Ontkleuren afvalwater goedkoper met ozonisatie. Milieumarkt mei 1994.
17. Gesprek met dhr J.W. Klein Wolterink en dhr W.J.M. Koning ter Heege, Tebodin Hengelo, 23 maart 1994.

18. Gesprek met dhr A.H. Luiken, Centrum TNO Textiel en met dhr G.M. de Ruiter, Gamma Holding Nederland, 12 april 1994.
19. Gesprek met dhr C. Lodiers en dhr J. van Hensbergen, Textielvereniging KRL, 24 maart 1994.
20. Gesprek met dhr A.P.M. Huisman en dhr J.J. Duiverman, VNTF, 17 maart 1994
21. [Bijlage: referentie 1]
22. [Bijlage: referentie 6]
23. [Bijlage: referentie 10]
24. [Bijlage: referentie 27]
25. [Bijlage: referentie 17]
26. [Bijlage: referentie 15]
27. [Bijlage: referentie 14]

BIJLAGEN

Bijlage I: Overzicht emissies, chemische afvalstoffen, water- en energieverbruik van de textiel- en tapijveredeling

PROCES	STOF	comp. l/w	vracht ton/jr	bron *	verbruik ton/jr	bron *	
Ontsterken/reinigen	CZV (sterkmidd., enzymen, oxidatiemidd.)	w	4500	5			
			4600	1			
	CZV (tot. Textielindustrie) tensiden oppervlakact. stoffen natronloog olien biociden fosfaat, perboraat, natriumcarbonaat	w	12000	16			
		w	2900	1			
		w	65	5			
		w	2900	1			
		w		1			
		w		1			
		w	1500	2			
Wassen	tetrachlooretheen	l	10	5			
Smoutverwijderen/vollen	tensiden, olien, avivagemiddelen, alifatische, naftenische en aromatische olien	w		1			
Merceriseren	natronloog	w	5000	1			
Bleken	hypochloriet waterstofperoxide natronloog tensiden natriumsilicaat	w	600	1	150	26	
		w		1			
		w		1			
		w		1			
		w		1			
Carboniseren	zwavelzuur	w	40	2			
		w	0,1/bedr.	1,2			
Verven/drukken	kleurstoffen	w	210	26	1100	1	
			1100	2	3600	2	
			ca. 175	4	1100	4	
					1235	19	
	disperse kleurstoffen carriers (fenolen, dimethylfalaat, benzoaten, gechloreerde benzenen) orthofenylfenol, salicylzuur(-derivaten)	l	5%	11	100	3	
		w	>2,6	1			
		w	17	2			
	zouten, sulfaten en zuren koper	l	3	2			
		w	7000	2			
	chrom	w	2	9			
			1,3	5			
		w	1,1	9			
			0,35	5			
	nikkel		0,04/bedr.	3			
		w	0,025/bedr.	3			
	zware metalen (van kleurstoffen) antimoon (uit PE)	w	0,1	5			
		w	7,5	2			
	tensiden	w	0,46	6			
	CZV -verven	w		3			
		w	3469	4			
	verdikkingsmiddelen (plantaardige gommen, zetmeelderivaten en op terpentinebasis)	terpentine	w	425	2		
			l	<670	2		
		VOS-totaal	l	540	5		
		waarvan:					
		-trichlooretheen	l	150	5		
		-tolueen	l	1	5		
		VOS	l	200	10		
tolueen		l	607	9			
		w	1,1	9			
Krimpvrij maken		(hypo)chloriet avivagemiddelen	w	>20	2		
	l		>80	2			
	l	230	5				
	afbr.prod. avivagemid. anorganische zouten	l	130	5			
	w		3				
Brandvertragend maken	antimoon	w	0,4	6			
	aluminiumhydroxide	w			50	7	
	anorganische zouten	w			5	7	
	anorganische halogenen, PVC, organofosforverb., zouten	w		1,2			

Bijlage I: Overzicht emissies, chemische afvalstoffen, water- en energieverbruik van de textielveredeling- en tapijtindustrie

PROCES	STOF	comp. l/w	vracht ton/jr	bron *	verbruik ton/jr	bron *	
Kreukherstellend maken	magnesiumion	w	0,8	5			
	Mg- en Zn-zouten	w	<0,6/bedr.	1			
	formaldehyde	l		3			
	formaldehyde (verb)	w		1,2			
	carbamaten, siloxanen, dihydroxydimethylol, ethyleenureum	w		1			
Waterafstotend maken	siliconen, zepen, parafine, Al- en Zr-palmitaat, melanineverbindingen, CFK's	w		1,2			
Rot-, mot-, schimmelwerend maken	motwerend: gechloreerde aromaten	w	4.2	2			
	rot + schimmelwerend: halogeenhoudende bestrijd.mid.	w			20	1,3,8,18	
	pentachloorfenyl-derivaten (pentachloorfenyllauraat)	w	0.05	2			
	rot-, mot-, schimmelwerende stoffen organokoperverbindingen	w	3	4	0.3	8	
Antistatisch maken	kunstharspolymeren	w		1			
Backinglaag aanbrengen	ammoniak	l	12	5			
	styreen	l	4.5	5			
	gecarboxileerde butadieen rubber	w	<0,2/bedr.	1			
	bitumen	l		13			
	dithiocarbamat	w		1			
	mercaptothiazolen	w		1			
	latexachtigen	w	360	4			
	zink	w	6.3	4			
				1.5	5		
	CZV	w	54	4			
Finishen algemeen	CZV	w	9362	4			
Waterverbruik	zoetwater				8-10 mln m3	15,20	
Energieverbruik	totaal				4 PJ.	14	
HOOFDGROEPEN CA (totaal SBI 224+2252, zie hst 2.1)			Hoeveelheid ton/jaar	bron: 12			
1: zure en neutrale anorganische stoffen in oplossing							
102: foto en reprografisch afval (fixeer)			7				
104: oppervlaktebehandeling (etsmiddel)			13				
2: alkalische anorganische afvalstoffen in oplossing							
202: foto en reprografisch afval (ontwikkelaar)			8				
205: anorganische basen (verontreinigd loog)			123				
3: halogeenarme organische stoffen							
306: olie- afgeleide stoffen (alles mbt olie)			643				
307: vaste en pasteuze stoffen (verf, inkt, lijmafval)			2989				
308: sludges (zuiveringsslib, drukpasta, inkten, lijmrestanten)			455				
309: vloeistoffen/oplosmiddelen (verduunners, verfafval)			35				
4: halogeenrijke organische stoffen							
407: vaste en pasteuze stoffen (destillatieresidu, brandwerend)			27				
409: vloeistoffen/oplosmiddelen (tetrachlooretheen, brandwerend)			22				
5: afvalstoffen met zware metalen en metalloïden, niet in oplossing							
504: bestrijdingsmiddelen			0.1				
510: verontreinigde emballage			42				
513: filterkoeken met metalen			7				
516: slibs en sludges (proceswaterslib, verbekerafval)			55				

* zie de literatuurlijst van de bijlagen

Bijlage II: Kleurstoffen in de textielveredeling

kleurstoftype	techniek (1)	substraat (2)	verbruik '91 (ton/jr) (3)	(4)		(5)	toxiciteit (5)		biol. afbreekbaarh. (5)	
				% niet gefixeerd best	worst		aantal in bestand	aantal	% toxisch	aantal
zuur	VC, VD, D	n,w,z	140	7%	20%	98	53	15%	76	31%
naftol	VC, D	at,k,pe,r	35	5%	10%	59	8	13%	25	72%
basisch	VD	al,peg	20	2%	3%	19	8	76%	18	11%
direct	VD	k,n,r	80	5%	30%	73	41	0%	41	17%
dispers	VC, VD, D	at,pe	100	8%	20%	77	46	7%	54	41%
metaalcomplex	VD	n,w	60	2%	5%	14	14	57%	14	14%
reaktief	VC, VD, D	k,n,r,w,z	180	5%	50%	127	77	0%	85	82%
kuip	VC, VD, D	k,r	400	5%	20%	37	21	0%	17	29%
zwavel	VC, VD, D	k,r	80	30%	40%	40	16	6%	16	69%
pigment	VC, D	alle	140	1%	1%	5	4	0%	5	0%
totaal:			1235			549	288		351	

In bovenstaande tabel zijn de textielkleurstoffen onderverdeeld in groepen op grond van chemische eigenschappen zoals de manier van hechting aan de vezels. Aangegeven is welke techniek er gebruikt wordt voor deze kleurstoffen en voor welke substraten ze geschikt zijn. De fixatiegraad hangt af van de omstandigheden waaronder geveerd of gedrukt wordt en het soort substraat, hiervoor is een range aangegeven.

Er is een enquête onder producenten en leveranciers gehouden over chemicaliën die gebruikt worden binnen de textielveredelingsindustrie. Hierbij werden 1255 stoffen genoemd waaronder 754 kleurstoffen. 549 kleurstoffen waren onder te te verdelen in bovenstaande kleurstofgroepen. In de tabel staat aangegeven over hoeveel stoffen gegevens beschikbaar zijn over de toxiciteit en de biologische afbreekbaarheid. Van deze kleurstoffen is aangegeven welk percentage toxisch of slecht afbreekbaar is. De toxiciteitsgrens is gelegd bij LC50 < 10 mg/l. Onder slechte afbreekbaarheid wordt hier verstaan dat minder dan 50% afgebroken is nadat de kleurstof gedurende 28 tot 42 dagen is belucht met actief slib. Overigens hanteert RIZA als criterium voor slechte afbreekbaarheid dat minder van 10% van de kleurstof afgebroken is na 28 tot 42 dagen. In werkelijkheid ligt de afbreekbaarheid nog lager doordat hier ook de absorptie aan het slib is meegenomen.

1. Bron: Afvalwaterproblematiek textielveredelingsindustrie. CUWVO werkgroep VI. 1988. [1]

VC = continu verven
VD = discontinu verven
D = drukken

2. Bron: Afvalwaterproblematiek textielveredelingsindustrie. CUWVO werkgroep VI. 1988. [1]

al = acryl
at = acetaat
c = cellulose
k = katoen
n = nylon (polyamide)
pe = polyester
peg = gem. polyester
r = rayon
w = wol
z = zijde

3. Probleem/Technologie Combinaties lozingen textielveredeling. Tebodin. [19] Verbruikcijfers door TNO aangegeven voor 1991. Kleurstofleveranciers Ciba-Geigy en BASF geven voor het verbruik van naftol 115 ton aan. De hoeveelheid kuipkleurstoffen betreft waarschijnlijk de hoeveelheid in opgeloste vorm; droog bedraagt het ongeveer 100 ton.

4. Handhavingsbundel textielveredelingsbedrijven en tapijtfabrieken. Tebodin, 1992. [13]

5. Afvalwater in de textielveredelingsindustrie. Tebodin, 1987. [8]

Bijlage III: Technologische Oplossingen voor milieuknelpunten binnen de textiel- en tapijtveredeling

Toelichting op de symbolen en afkortingen in bijlage III

De symbolen en afkortingen zoals ze gebruikt worden in deze bijlage hebben de volgende betekenissen:

+	'positief effect op ...'
-	in combinatie met een woord betekent dit 'negatief effect op ...'
	in combinatie met een getal betekent dit 'afname met .. %'
?	'onbekend' of 'onzeker'
lz	'lozing'
vb	'verbruik'
CA	'chemisch afval'
VE	'vervuilingseenheden'
VD	'discontinu verven'
VC	'continu verven'
D	'drukken'
arbo	'er dient rekening gehouden te worden met de arbowet'
niets ingevuld	bijlage IIIa en b: geen probleemverschuiving bijlage IIIc: onbekend

Bijlage IIIa: Technologische oplossingen die geselecteerd zijn omdat ze milieuhygiënisch goed scoren

MILIEUKNELPUNT		PROCES	BRON	TECHNOLOGISCHE OPLOSSING	MILIEURENDEMENT emissie/ afvalstof	PROBLEEMVERSCHUIVING emissie/ afvalstof	energie	verspilling	FASE INNOVATIE TRAJECT
kleurstoffen	drukken	4	aanmaak drukpasta's optimaliseren (rest-run-administratie mbv software)	+ vb -19%, lz -43%	+ VE -43%	0	water -0.5%	toepasbaar	
		4	registratie pasta-verbod met terugkoppeling naar aanmaak	+ vb -5%, lz -30%	+ VE -30%	0	water -0.12%	toepasbaar	
		5	minimalisatie systeeminhoud pomp- en rakelsysteem rotatiedrukmaschine	+ lz -18 %	+ VE -8%	+	+ water	R&D	
		19	bedrukken textiel dmv inkt-jet systeem	+	- afval	+		toegepast (tapijt)	
		19	transferdrukken (sublimatie kist. (van papier) via gasfase op textiel)	+ vb -3%, lz -19%	- emis. papierfabr. lucht	- electra	+ water -0.1%	toegepast	
		30	terughouden drukpasta's (hergebruik in donkere kleuren)(pigment)	+ lz -72%	+ VE -19%			toegepast	
verven		19	optimale kleurstofdosing bij batchgewijs reactief verven	+ vb -10%	?	?	?	demonstratie	
		4,19	VC minimalisatie resibaden door meten, berekenen en regelen	+ vb -4%, lz -40%	+ VE -40%	0	0	demonstratie	
		4	VC toepassen kleurstofopbrenggregaat (KOA)	+ vb -5%, lz -5%	+ VE -10%	0	0	toegepast	
		4,19	reactieve kleurstoffen met hogere fixatiegraad (van 70 naar 90%)	+ vb -1-2%, lz -3-10%	+ VE -0.5-2%	0	0	toepasbaar	
		19	verven (PES) in droog superkritisch CO2-proces met disperse kist.	+ fixatie 98%	+ geen wateremissie	+		R&D	
		4,19	vacuum-techniek: niet gefixeerde chemicalien atzigen en hergebruiken	+ -10-20% chemicalien		+ drogen		toegepast	
verven/ drukken		4,19	hergebruik verbaden na reconstitutie	+ %? lz/vb				demonstratie	
		19	receptuur/kleurstofaanmaak computergestuurd, automatische verfkeuken	+ vb -7%	+ andere chemicalien	?	?	toegepast	
		19	MA-techniek: mbv "likrol" kleurstoffen opbrengen	+ tot -30% red. lz of vb		+	+ water	demonstratie	
		19	vermeveling van water en chemicalien	+ vb -10-20% mogelijk	- atbol			toegepast	
		4,19	schuimopbrengtechniek voor kleurstof	hoog		+ -50%	+ water	R&D	
		19	software voor hergebruik kleurstoffen (restkleurprogramma)	+ vb -10-15%	+ andere chemicalien			toegepast	
waterverbruik	alle	19	meet en regel	+ -20-30%				toegepast	
	processen	4	optimalisatie procesomstandigheden discontinu verven	+ -25%	vb-1% lz-7%, VE-27%	+/-	nvt	toepasbaar	
		4	tegenstroomwassen bij continu processen	+ VC: -25%; D: %?	0	0	nvt	toegepast	
		4,19	hergebruik effluent (koel/waswater hergebruiken als proceswater)	+ -40%/ -10-20%		- electra	nvt	toepasbaar	
antimoon		19	recyclingssyst. bij de reiniging van sjablonen/ rakels	+ -50%/ -90%	0	?	nvt	toepasbaar	
	verven PES	28	vervanging van antimoontrioxide door andere katalysator bij productie PE	+ -100%		+	+ water	R&D	
		28	optisch witten van PES met koud water ipv HT-verven	+				toepasbaar	
	brandvertr.	28	vervangen HT-verven door koude verving gevolgd door drogen op 200 C	+				toepasbaar	
		28	vervanging van antimoonhoudende brandvertragers door andere	+ -100%				toepasbaar	

Bijlage IIIb: Technologische oplossingen die afvallen op grond van milieurendement en/of probleemverschuiving

MILIEUKNELPUNT	PROCES	BRON	TECHNOLOGISCHE OPLOSSING	MILIEURENDEMENT emissie/ afvalstof	PROBLEEMVERSCHUIVING emissie/ afvalstof	energie	verspilling	FASE INNOVATIE TRAJECT
kleurstoffen	drukken	4	dosering vloeibare kleurstoffen optimaliseren	+ vb -1%, lz -2.5%	+ VE -2.5%	0	0	toepasbaar
		4	indampen respasta's en afvoeren als chemisch afval	+ lz -44% waswater?	+ VE -44%, - CA	- electra	0	toepasbaar
		4	respasta's terughouden en afvoeren als chemisch afval	+ lz -89% waswater?	+ VE -89%, - CA	- electra	+ -1%	toepasbaar
	verven	19	jetverfmachines met lage vlotverhouding van 1:3 ipv 1:9	lz effect beperkt	- CA	- electra	0	toegepast
waterverbruik	alle processen	19	lanacet: kleurstofmengsel (zuur/reactief/metaalcomplex) voor wolverven	+ fixatie (88 --> 96%)	+ VE -85%/ -51%, -CA	- electra	0	toegepast
		19	deelstroom-behand. met (kationische) vlokmiddelen bij reactieve kist.	? onbekend	- CA	- electra	0	toegepast
		19	restvlot/bad opvangen en afvoeren als chemisch afval	+ lz -85%/ -51%	+ VE -85%/ -51%, -CA	- electra	0	toegepast
		4	logistiek goede (automatische) chemicaliënaanmaak en -dosering	+ vb -0.1%, lz -1%	+ VE -1%	0	0	toepasbaar
		19	ultrasoon verven	kleine verhoging fixatie tot 4 weken	- CA	- electra	0	toegepast
		19	herg. ruiksmogelijkheden kist. vergroten door houdbaarheid te verhogen	? onbekend	- CA	- electra	0	R&D
		4	indamping afvalwater + hergebruik warm condensaat	+ -80% mogelijk	- slib	- electra	0	toepasbaar
		4	biologische zuivering (oxidatie en adsorptie)	laag rendement	- slijb	- electra	0	toepasbaar
		4	actiefkoolfiltratie	? onbekend	- slijb	- electra	0	(niet efficiënt)
		19	effluentbehandeling: filtratie mbv klei	laag rendement	- CA	- electra	0	onbekend
		4	poederkool-actiefslib (PACT)	+ lz -1.2%	- CA	- electra	0	onbekend
		19	uitschrapen chemicaliënvaten ipv uitspoelen	+ lz -99%	- CA	- electra	0	niet toegepast
4	micro- en nanofiltratie (met indampen concentraat)	+ lz -80%	+ VE -90%, - CA	- electra	0	toegepast		
4	coagulatie/flocculatie (deelstroom) + hergebruik water	? onbekend	+ VE -80%, - CA	- electra	0	R&D		
19	waterbehandeling: adsorptie van kleurstof aan chitosan		- CA	- electra	+ water -70%	toepasbaar D		
waterverbruik	alle processen	19	hergebr. proceswater/effluent/koelwater dmv oxidatie/omgekeerde osmose	+ %?	+ VE&lz -80%/ - CA	? - electra	nvt	onbekend
		4	coagulatie/flocculatie (deelstroom) + hergebruik water	+ -70%	+ VE&lz -80%/ - CA	- electra	nvt	toepasbaar D
animoon	verven PES	28	vermindering watergebruik door voorreiniging met CFK's ipv heet water	+ -50%	- gebruik van CFK	+ water	+ water	toepasbaar
		28	actief kool adsorptie	+ -60-80%	- CA en aanzuring + hoge zoutvracht toevoegen	+ water	+ water	toepasbaar
		28	reinen afvalwater dmv vlokvorming (flocculatie, precipitatie)	+ max. -80%	- CA	- CA	- CA	toepasbaar
		28	turfadsorptie	? -80%	- CA	- CA	- CA	toepasbaar
		28	ionenuitsluiting	? -80%	- CA	- CA	- CA	toepasbaar
		28	terughouden restbaden en spoelwater en hergebr. resp. afvoeren als CA	+ tot 100%	- CA	- CA	- CA	toepasbaar

Bijlage IIIc: Technologische oplossingen waarover onvoldoende bekend is

MILIEUKNELPUNT	PROCES	BRON	TECHNOLOGISCHE OPLOSSING	MILIEURENDEMENT emissie/ afvalstof	PROBLEEMVERSCHUIVING emissie/ afvalstof	energie	verspilling	FASE INNOVATIE TRAJECT	
kleurstoffen	drukken	4, 19	opsputten/vernevelen chemicalien (MA)	? onbekend				onderzoek	
		19	fixatieverbetering reactieve kist. door alternatief verdikkingsmiddel	+?(fixatie +10-15%), vb 0				demonstratie	
		29	droogopbrengen pigmentkleurstof en mbv UV uitharden	? nog onbekend				onderzoek	
	verven	19	optimal. fixatie reactieve kleurstof door bepaling AOX-gehalte in kist.	+ -10-20% lz H-KWS					onderzoek
		4, 19	continu verven in plaats van discontinu (vanaf 3000m.)	twijfelachtig					toepasbaar
		19	reactief verven bij lage temperatuur, koude fixatie reactief kist.	+ fixatie +5%			?		ruim toegepast
		19	VD solophenyl 2000: directe kist. (ipv reactief) voor cell. vezels bij VD	+ fixatie hoger			+?	+ water	demonstratie
		19	VC kleurmeting (licht/donker) met terugkoppeling nr foulard (bv. snelheid)	? onbekend					demonstratie
		19	minimale kist-aanmaak: water+concentraat gescheiden houden tot op doek + %?	? onbekend				+ water %?	onderzoek
	verven/ drukken	19	kleurstofopbrengst juist relatieren aan doeksnelheid	? onbekend					demonstratie
		29	procesmodellering o.b.v. doeigenschappen	? onbekend					onbekend
		19	kleurstofopbrengst substraatmengsels (katoen en PES.) optimaliseren	? onbekend					onderzoek
		19	"maximale" kist-aanmaak: recycling economisch haalbaar z. ondergrens	? nog onbekend					onderzoek
		19	(mutant) katoenvezel in denimkleur	+ % kist.?	-CA?				idee
		19	kleuren op textiel-substraat ontwikkelen analoog polaroid foto's?	? onbekend					onbekend
		29	langs biotechnologische weg geproduceerde natuurlijke kleurstoffen	? onbekend					onderzoek
		29	verven m.b.v. electronenstraling	+ %?					onderzoek
		19	plasma-technieken voor het opbrengen van kleurstoffen	? nog onbekend					onderzoek
		19	kunststofvezels voor kleuropbrengst activeren mbv laserstralen	+ hogere fixatie			-?		onderzoek
19		diepvriezen katoen gevolgd door dompeling in kist-bad: goede penetratie	? onbekend					onderzoek	
19		aerodynamisch verven (is airjet)	? onbekend					toepasbaar	
chemisch afval	verven/ drukken	19	verven volgens magneetprincipe	? onbekend				toepasbaar	
		19	elektrostatisch verven (xerografie, kopieermachines)	? onbekend				onderzoek	
		19	kleurstoffen in componenten scheiden (membraantechn.) en hergebruiken	? onbekend			-?	toep. kleine hvh.	
		4	hyperfiltratie waswater en hergebruik van chemicalien (kleurstoffen)	? onbekend			-?	onderzoek	
waterverbruik	alle processen	19	ultrafiltratie van indigo (=kuip-)kleurstoffen	+ %?	hergebruik?			toepasbaar	
		4	oxidatie dmv ozon gecombineerd met andere technieken bijv. biol. zuiv.	+ %?				onderzoek	
		19	omgekeerde osmose waswater + hergebr. kist. en hergebruik chemicalien + bij hergebruik, %?			-?	0	toegepast	
antimoon	brandvertr.	19	chemicalienvaten van "in-liners" voorzien	+ lz of CA?	- verontr. liners			toegepast	
		19	conische ijzervaten i.p.v. plastic drums	+ kleinere rest-hvh				onderzoek	
		19	in-line filtersysteem bij automatische aanmaak kleurpasta	+ tov mech. filteren	? +lz -35%		?	0	toepasbaar
waterverbruik	alle processen	19	verbranden drukpasta's	+CA?				demonstratie	
		19	indampen restpasta's en afvalwaterslib (met restwarmte naverbrander)	+ CA %?				demonstratie	
		19	kort en heet wassen van reactief geleverde textiel (3 ipv 8 baden)	+ 50%?			-?	nvt	toegepast
antimoon	brandvertr.	19	reductie watergebruik; wasprocessen na drukken	+ onbekend				onderzoek	
		28	hvh spoelwater beperken door h.d.reiniging; opvangen en afvoeren als CA	? ?				toepasbaar	
		28	antimoontrioxide verpakken in vaatjes ipv papieren zakken	? ?				toepasbaar	
28	toelevering antimoontrioxide in granulaat- of suspensievorm ipv poeder	? ?					toepasbaar		

Bronnen:

4. Omvang en aard van afvalwaterlozingen in de bedrijfstakken textielveredeling en tapijtindustrie, stand der techniek en te verwachten financiële consequenties. W.J.M. Koning ter Heege, J.W. Klein Wolterink, D.R. van Veldhuisen. Tebodin. Hengelo, december 1992. [20]
19. Probleem/Technologie Combinaties lozingen textielveredeling (tussenrapportage - fase 2). D.R. van Veldhuisen, W.J.M. Koning ter Heege. Tebodin. Hengelo, juni 1992. [19]
28. Antimoon in afvalwater van textielveredelingsbedrijven. H.B. Gels, D.R. van Veldhuisen. Tebodin. Hengelo, november 1988.
29. Gesprek met A. Luiken, Centrum TNO Textiel, 12 april 1994.
30. Het beheersen van lozingen van milieubezwaarlijke stoffen uit de textielveredeling. D.R. van Veldhuisen, W.J.M. Koning ter Heege, J.W. Klein Wolterink. Tebodin. Hengelo, juni 1993.

Literatuurlijst behorende bij de bijlagen

1. Afvalwaterproblematiek textielveredelingsindustrie. CUWVO werkgroep VI. September 1988.
2. Textiel Chemicaliën. A. Klingenberg. Stichting Natuur en Milieu. Utrecht, augustus 1986.
3. SPIN-beschrijving: Textielveredeling. E.H. Heuvelman. Tebodin, februari 1993.
4. Omvang en aard van afvalwaterlozingen in de bedrijfstakken textielveredeling en tapijtindustrie, stand der techniek en te verwachten financiële consequenties. W.J.M. Koning ter Heege, J.W. Klein Wolterink. D.R. van Veldhuisen. Tebodin. Hengelo, december 1992. (Emissies verkregen via extrapolatie van de modulespecifieke gegevens).
5. Hoofdinspectie Milieuhygiëne, afdeling ER/IM. Gegevens afkomstig uit de 3e (1986-88) en 5e ronde (1990).
6. Toepassing en emissies van de aandachtstof antimoon. M. van Ewijk, C.J.M. Konig en J.P.M. Ros. Bilthoven, december 1990.
7. Inventarisatie van het gebruik van brandvertragende middelen in Nederland. Tebodin. Den Haag, februari 1981.
8. Afvalwater in de textielveredelingsindustrie. H.B. Gels. Tebodin. Den Haag, december 1987.
9. Reductiedoelstellingen voor de doelgroep industrie; werkdocument; versie 2.0. VROM/Comprimo, augustus 1992.
10. KWS 2000, concept: Strategie 1992-2000 voor projectorganisatie KWS 2000, 1994.
11. Beoordelingssysteem nieuwe stoffen. Onderdeel: Uitworpverwachting textielkleurstoffen. J.P.M. Ros. RIVM. Bilthoven, april 1985.
12. Bureau Meldingen Wet chemische afvalstoffen. Leidschendam, uitdraai maart 1993.(Betreft meldingen 1991).
13. Handhavingsbundel textielveredelingsbedrijven en tapijtfabrieken. W.A. van Asselt, Th. Smit, D.R. van Veldhuisen. Tebodin. Hengelo, 1992.
14. Meerjarenafpraak tussen Textielvereniging KRL en het Min. van EZ over verbetering van de energie-efficiëncy bij de textielindustrie.
15. Onderzoek ind. waterverbruik. Eindrapportage, Cattoir, F.C.A., Krachtwerktuigen. Amersfoort, januari 1992.
16. totaal ned. ind.: CBS Milieustatistieken; waterkwaliteitsbeheer, deel A Lozing van afvalwater, 1989.
17. totaal ned. ind.: CBS Milieustatistieken; milieufactetten, cijfers bij de tweede nationale milieuverkenning, 1991.
18. Inventarisatie halogeenkoolwaterstoffen in Nederland. Bremmer, Engelhard, Van Erkel, Joziase, Troost, Verhagen, Visscher. TNO/RIVM. Maart 1988. -verbruik heel Nederland niet-landbouw bestrijdingsmiddelen 23000 ton/jaar (waarvan halogeenhoudend 400 ton/jaar).
19. Probleem/Technologie Combinaties lozingen textielveredeling (tussenrapportage fase2). D.R. van Veldhuisen, W.J.M. Koning ter Heege. Tebodin. Hengelo, juni 1992.
20. Eindrapport Onderzoek naar de lozing van milieubezwaarlijke stoffen door tapijt-fabrieken. W.A. van Asselt, J.W. Klein Wolterink. Tebodin. Hengelo, maart 1993.
21. MilieuTechnologie nieuwsbrief. Stichting NMC, Woerden. Jaargang 5, nr 2, 18

februari 1993.

22. MilieuTechnologie nieuwsbrief. Stichting NMC, Woerden. Jaargang 4, 28 maart 1992.
23. Concept-rapportage over afvalwater en stofgebruik in de textielveredeling door CUWVO-werkgroep VI, subwerkgroep Textiel. Voorjaar 1993.
24. Studiedag: "MA: Minimum Applicatie" -zuinig met energie en chemicaliën-. Nederlands Textielinstituut. Wageningen, 28 april 1993.
25. Overzicht en evaluatie van nageschakelde technieken voor heatsetdrukkerijen. P.E. Ywema. Doelgroepoverleg Milieu, oktober 1991.
26. Afvalwaterproblematiek textielveredelingsindustrie. CUWVO werkgroep VI. december 1993.
27. Nationale Milieuverkenning 3, 1993-2015. RIVM, 1993.
28. Antimoon in afvalwater van textielveredelingsbedrijven. H.B. Gels, D.R. van Veldhuisen. Tebodin. Hengelo, november 1988.
29. Gesprek met dhr A.H. Luiken, Centrum TNO Textiel en met dhr G.M. de Rooter, Gamma Holding Nederland, 12 april 1994.
30. Het beheersen van lozingen van milieubezwaarlijke stoffen uit de textielveredeling. D.R. van Veldhuisen, W.J.M. Koning ter Heege, J.W. Klein Wolterink. Tebodin. Hengelo, juni 1993.
31. Eindrapport Onderzoek naar technieken ter vermindering van de lozing van milieu-bezwaarlijke stoffen door tapijtfabrieken. W.A. van Asselt, W.J.M. Koning ter Heege. Tebodin. Hengelo, augustus 1993.
32. De milieugerichte levenscyclusanalyse van vier typen vloerbedekking. J. Potting, K. Blok. Utrecht, maart 1993.
33. Mogelijkheden tot milieu-innovatie en milieuvriendelijke assortimentsontwikkeling in de kledingsector. C.W.M. Van Berkel, F.J.M. Schelleman. Milieu 1993/5, blz. 225-230.
34. Procesbeheersing door meten en regelen ten behoeve van reductie van milieubelasting. G.J. Annokée, J. Zeevalkink, H. Leeuwis, D. Sprangers. Instituut voor Milieu- en Energietechnologie TNO. Apeldoorn, augustus 1993.
35. Gesprek met dhr J.W. Klein Wolterink en dhr W.J.M. Koning ter Heege, Tebodin Hengelo, 23 maart 1994.
36. Gesprek met dhr C. Lodiers en dhr J. van Hensbergen, Textielvereniging KRL, 24 maart 1994.
37. Gesprek met dhr A.P.M. Huisman en dhr J.J. Duiverman, VNTF, 17 maart 1994.