TU/e EINDHOVEN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

Milieuinformatiesystemen voor produktiebedrijven

Citation for published version (APA):
Lambert, A. J. D., Schuwer, R. V., Splinter, M. A. M., & Jansen-Vullers, M. H. (1997). Milieuinformatiesystemen voor produktiebedrijven. *Bedrijfskunde : Tijdschrift voor Modern Management*, *69*(3), 47-54.

Document status and date:
Gepubliceerd: 01/01/1997

Document Version:
Uitgevers PDF, ook bekend als Version of Record

Please check the document version of this publication:

• A submitted manuscript is the version of the article upon submission and before peer-review. There can be important differences between the submitted version and the official published version of record. People interested in the research are advised to contact the author for the final version of the publication, or visit the DOI to the publisher's website.
• The final author version and the galley proof are versions of the publication after peer review.
• The final published version features the final layout of the paper including the volume, issue and page numbers.

Link to publication

General rights
Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal.

If the publication is distributed under the terms of Article 25fa of the Dutch Copyright Act, indicated by the “Taverne” license above, please follow below link for the End User Agreement:

www.tue.nl/taverne

Take down policy
If you believe that this document breaches copyright please contact us at:

openaccess@tue.nl

providing details and we will investigate your claim.

Download date: 14. jan. 2020

MILIEU-INFORMATIE-SYSTEMEN VOOR PRODUCTIEBEDRIJVEN[1]

DRS. M.H. JANSEN, DR. IR. A.J.D. LAMBERT, DR IR. R.V. SCHUWER EN IR. M.A.M. SPLINTER*

INLEIDING

De industrie krijgt steeds meer en steeds dwingender te maken met eisen op het gebied van milieuzorg. Dit komt voort uit meer stringente regelgeving, uit stijgende tarieven voor bijvoorbeeld afvalverwerking en uit zorg voor het imago van bedrijf en product (zie bijvoorbeeld Meffert en Kirchgeorg, 1994). Deze ontwikkeling doet de vraag naar milieu-gerelateerde informatie toenemen, zowel voor interne als externe belanghebbenden. De informatie is niet alleen nodig voor de klassieke functies zoals controle en voorlichting. Ook het proces van beheersing en zo mogelijk vermindering van de milieubelasting vereist een adequate informatievoorziening. De behoefte hieraan culmineert in de internationale standaardisatie van milieu-managementsystemen en de bijbehorende registratie en uitwisseling van milieugegevens. Deze krijgt gestalte in een reeks uitgaven in het kader van de ISO 14000 serie[2].

Bij het bedrijfsleven dient zich de vraag aan hoe een en ander gestalte kan krijgen. Tegelijkertijd zien leveranciers van software zich geconfronteerd met de vraag vanuit het bedrijfsleven hoe zij de nieuw gevraagde functionaliteit moeten implementeren in reeds bestaande of nieuw te ontwikkelen softwaresystemen.

De opzet van dit artikel is als volgt. De problematiek wordt eerst in algemene zin behandeld in de vorm van een model. Vervolgens is het model in een gevalsstudie getoetst in een groot bedrijf. Dit bedrijf heeft een grote variatie aan productieprocessen met sterk uiteenlopende milieukarakteristieken. Aan de hand van de resultaten van deze studie worden conclusies afgeleid en aanbevelingen gepresenteerd die een meer algemene strekking hebben.

ACHTERGRONDEN

Milieuzorgsystemen

In productiebedrijven speelt informatie vanouds een belangrijke rol. Pas met de vrij recente introductie van informatietechnologie werd het mogelijk om de informatiestromen op systematische wijze te beheersen. Het gaat dan om ondersteuning van functies in de kwaliteitszorg en de productiebesturing, die logistieke en gewoonlijk ook financiële functies omvat. In het algemeen is het niveau van integratie of afstemming tussen de functies onderling beperkt.

Productie heeft altijd een zekere invloed op het milieu. Grondstof- en energiegebruik aan de inputzijde van het productiesysteem resulteert direct en indirect in het ontstaan van

SAMENVATTING

De industrie krijgt steeds meer en steeds dwingender te maken met eisen op het gebied van milieuzorg. Milieuzorgsystemen spelen daarom een steeds belangrijkere rol voor bedrijven. In dit artikel staat het onderliggende denkmodel van een milieuzorgsysteem centraal. De grondslag van dit denkmodel is een beschrijving van de processen in termen van input- en outputstromen. Op basis van het model is een prototype ontworpen voor een producent van transportmiddelen. De ervaringen die zijn opgedaan met het gebruik van dat prototype worden beschreven.

* ALLE AUTEURS ZIJN VERBONDEN AAN DE TECHNISCHE UNIVERSITEIT EINDHOVEN.

DRS. M.H. JANSEN IS WERKZAAM BIJ DE FACULTEIT TECHNOLOGIE MANAGEMENT, VAKGROEP INFORMATIE EN TECHNOLOGIE.

DR.IR. A.J.D. LAMBERT IS WERKZAAM IN DE VAKGROEP FABRICAGETECHNOLOGIE.

DR IR. R.V. SCHUWER IS WERKZAAM IN DE VAKGROEP INFORMATIE EN TECHNOLOGIE.

IR. M.A.M. SPLINTER IS WERKZAAM IN DE VAKGROEP FABRICAGETECHNOLOGIE.

afval en emissies aan de outputzijde. Deze milieu-beïnvloeding wordt gerelateerd aan de hoeveelheid productie en vormt daarmee voor een belangrijk deel de milieuprestatie van een bedrijf. Er bestaat een toenemende druk op bedrijven om deze milieuprestatie te verbeteren, waarvoor naar verwachting instrumenten nodig zijn zoals in de ISO 14000 serie zijn gespecificeerd. Tot dit instrumentarium behoort in de eerste plaats een bedrijfsintern milieuzorgsyssteem conform de ISO 14001 standaard. Een essentieel begrip hierin is zelfregulering (Lambert, 1995). Zelfregulering houdt in dat wetgeving, vergunningverlening en dergelijke gericht zijn op hoofdpunten, terwijl het bedrijf verantwoordelijk is voor de realisatie van de gestelde normen, zonder dat de regelgever tot in detail vastlegt op welke wijze dit moet geschieden. De milieuzorg is in die filosofie geïntegreerd in het gehele productiesysteem, van werkvloer tot topmanagement. Dit stelt eisen aan het bedrijfsinformatiesysteem, zowel op het gebied van workflow-management (het ondersteunen van procedures, instructies, bevoegdheden en te ondernemen acties), als op het gebied van het aggregeren van informatie vanaf de 'werkvloer'. Vanuit dit primaire proces wordt informatie gegenereerd die toegesneden is op de uiteenlopende belanghebbenden bij milieu-informatie. Deze kunnen zich zowel binnen als buiten de organisatie bevinden.

Het raamwerk van een dergelijk managementsysteem komt in grote lijnen overeen met het concept zoals dat in de ISO 9000 serie voor kwaliteitszorg is vastgelegd (Hulsen e.a., 1995), maar er zijn ook verschillen die samenhangen met het specifieke karakter van milieu-informatie. Een belangrijk verschil tussen milieu- en kwaliteitszorgsystemen ligt op het gebied van de externe communicatie. Milieuzorgsystemen moeten, veel meer dan kwaliteitszorgsystemen, de communicatie met een grote diversiteit aan belanghebbenden ondersteunen. Hierbij kan men denken aan verschillende overheden, omwonenden, media, en de ketenpartners (toeleveranciers, afnemers en de uiteindelijke consument). Kwaliteitszorgsystemen daarentegen richten zich voornamelijk op communicatie met de ketenpartners. De organisatie van interne informatiestromen in beide typen zorgsystemen is nauw met elkaar verwant.

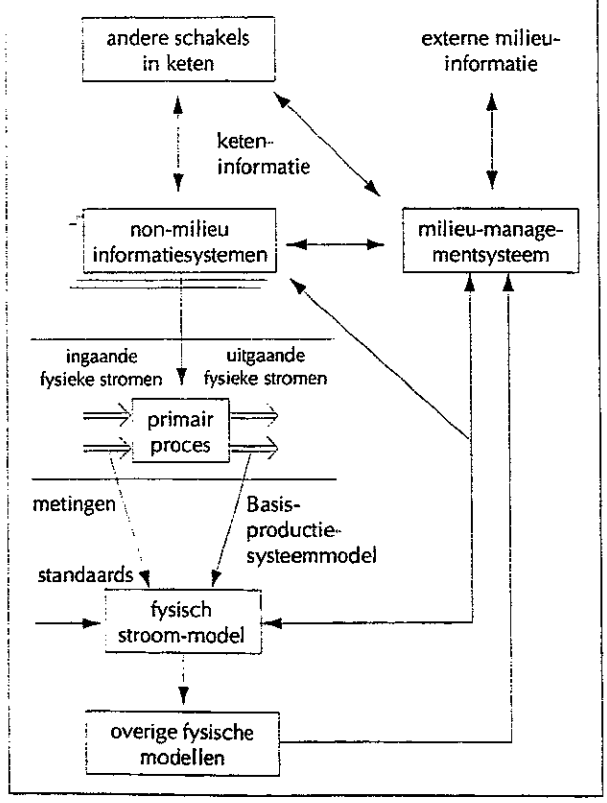
Een bedrijfsintern milieuzorgsysteem omvat een aantal elementen waaronder een in algemene bewoordingen gevatte milieubeleidsverklaring. Het bedrijfsmilieuplan, dat meer gedetailleerd is, behelst een nadere uitwerking van deze milieubeleidsverklaring en wordt opgesteld voor een periode van een viertal jaren (Kerkhof en Van der Tak, 1992). Dit plan omvat een pakket van maatregelen dat moet bijdragen tot vermindering van de milieubelasting door het productiesysteem. Alvorens dit te bereiken zal inzicht moeten worden verkregen in de milieugegevens die samenhangen met de uitgangssituatie. Deze hebben doorgaans betrekking op laagwaardige reststromen zoals afval en emissies, of op milieukritische componenten van materialen, zoals toevoegingen aan kunststoffen. Dit soort stofstromen wordt meestal niet als zodanig geregistreerd door het logistieke of het kwaliteitsinformatiesysteem. Ze zijn immers slechts zijdelings gerelateerd aan het primaire bedrijfsdoel, namelijk het creëren van toegevoegde waarde door transformatie van materialen en halffabrikaten tot producten. Voor de opzet van een milieu-informatiesysteem is het van belang dat de hoogwaardige massastromen binnen het productiesysteem wel degelijk worden geregistreerd in het logistieke informatiesysteem. Het ligt dus voor de hand hiervan ook in het milieu-informatiesysteem gebruik te maken.

De basismodule voor fysische modellen

De opzet van een milieuregistratie- en -informatiesysteem vereist inzicht in de materiaal- en energiestromen in de verschillende processen. Daartoe verdient het aanbeveling om steeds uit te gaan van dezelfde basismodule, het zogenaamde basismodel van een productiesysteem. Dit model is het centrale onderdeel van figuur 1, waar het geïntegreerd is met het bedrijfsinformatiesysteem. Dit model is gebaseerd op de definitie van productie: 'Productie is de toevoer of afvoer van energie aan een object of een verzameling van objecten teneinde de waarde ervan te vergroten' (Splinter, 1994).

In de betreffende figuur ziet men dan ook een ingaande en een uitgaande materiaalstroom, terwijl ook een ingaande en een uitgaande energiestroom te onderscheiden zijn. Dit

FIGUUR 1. BASIS-PRODUCTIESYSTEEMMODEL, GEÏNTEGREERD IN BEDRIJFSINFORMATIESYSTEEM

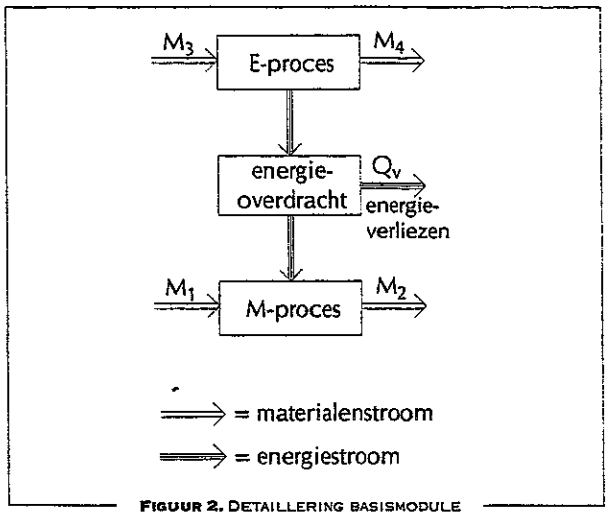


zijn de fysieke stromen. Zij zijn weergegeven met een dubbele lijn. Daarnaast zijn ook de informatiestromen weergegeven, die op de fysieke stromen betrekking hebben (pijlen met een enkele lijn). De gegevens die door metingen aan het primaire proces worden gegenereerd, worden aan het model toegevoerd en op consistentie getoetst met behulp van in het model ingevoerde normen. Het model specificeert tevens op welke wijze een afgeleide informatiestroom van een hoger aggregatieniveau wordt verkregen, ten behoeve van besluitvorming op operationeel en tactisch niveau. Als zodanig dient het model als grondslag voor zowel het milieu-informatiesysteem als de andere informatiesystemen, en met name het productiebesturingssysteem. Omdat deze systemen niet alleen registreren, maar ook een regelende functie kunnen uitoefenen, ziet men tevens een informatiestroom in tegengestelde richting gaan.

Uiteraard bevatten milieu-informatiesystemen ook een aantal onderdelen die geen rechtstreekse relatie met de stofstromen hebben of waarvoor gespecialiseerde fysische modellen nodig zijn. Een voorbeeld daarvan vormt de geluidsproductie, in de figuur weergegeven als externe milieu-informatie. Tenslotte is er uitwisseling van informatie tussen de verschillende informatiesystemen, alsmede tussen de partners van de productieketen onderling terwijl, zeker bij milieu-informatie, een uitgebreide communicatie over en weer met de diverse stakeholders plaats zal vinden.

Uit de essentie van productie volgt dat er in wezen twéé transformatieprocessen plaatsvinden: een energietransformatieproces (E-proces) en een materiaaltransformatieproces (M-proces), die beide in het basismodel beschreven dienen te worden. Productiesystemen hebben in het algemeen meerdere ingaande en uitgaande stromen. In logistieke informatiesystemen die de discrete productie ondersteunen, beperkt men zich vaak nog tot basismodulen waarbij weliswaar meerdere ingaande stromen, doch slechts één uitgaande stroom zijn toegelaten. Indien ook milieu-informatie gegenereerd dient te worden zal men in het basismodel altijd meerdere uitgaande (milieu)productstromen moeten kunnen beschrijven. Een belangrijk deel van de milieu-effecten waarmee productie gepaard gaat, is immers te wijten aan andere materiaalstromen dan die welke het hoofdproduct vertegenwoordigen. Dit wordt de multi-input/multi-output benadering genoemd. Deze benadering is wel inherent aanwezig in informatiesystemen voor procesgewijze productie.

Omdat in de meeste bedrijven zowel vormen van discrete als procesgewijze productie voorkomen, is het een voordeel dat door deze benadering beide typen productie met eenzelfde basismodule te beschrijven zijn. In figuur 2 wordt een nadere detaillering van de basismodule gegeven, waarbij de black box uit figuur 1 is opengemaakt. We zien hierin het E-proces en het M-proces weergegeven Een voorbeeld van een E-proces is de energie-overdracht van stoom (energiedrager) naar de te transformeren materialen. Zowel de drager als een



FIGUUR 2. DETAILLERING BASISMODULE

groot deel van de energiestroom verlaat vervolgens het proces en komt dan in het milieu, tenzij ze wordt hergebruikt. De stromen die het M-proces ingaan, zijn te verdelen in de volgende drie categorieën[3]:

- Materialen, zoals grondstoffen en halffabrikaten. Bijvoorbeeld stalen platen of bouten.
- Productieniveau-afhankelijke hulpstoffen. De gebruikte hoeveelheid hiervan is recht evenredig met de hoeveelheid producten. Voorbeelden hiervan zijn lak en lasstaven.
- Productieniveau-onafhankelijke hulpstoffen, zoals reinigingsmiddelen of koelwater. Het gebruik hiervan is niet evenredig met de productie, maar hangt samen met periodieke activiteiten.

In het algemeen zal een deel van de grondstoffen en halffabrikaten het proces als product verlaten. Daarnaast worden ook nevenproducten, bijproducten en restproducten geproduceerd. Schroot, dat een relatief lage economische waarde heeft, is een voorbeeld van een bijproduct. Restproducten (afval en emissies) bezitten een negatieve economische waarde.

Omdat massa en energie behouden blijven, is het mogelijk om massa- en energiebalansen op te stellen voor iedere basismodule, die zowel een geheel bedrijf als een deelsysteem binnen het bedrijf kan representeren. In het laatste geval zal een ingaande stroom vaak afkomstig zijn van een ander deelsysteem binnen hetzelfde bedrijf, en zal een uitgaande stroom weer toegevoerd worden aan een ander deelsysteem. Men kan aldus een hiërarchie van aggregatieniveaus vaststellen: het is mogelijk om iedere black box (E-proces, M-proces) steeds opnieuw te openen en daarin een netwerk van deelsystemen op een lager aggregatieniveau waar te nemen. Iets soortgelijks valt op te merken met betrekking tot de gebezigde tijdschaal: deze kan men bijvoorbeeld definiëren op instrumenteel (seconden, minuten), operationeel (uren, dagen), tactisch (jaar) en strategisch (meerdere jaren) niveau. Milieu-informatiesystemen moeten het pro-

ces in ieder geval op operationeel, tactisch en strategisch niveau ondersteunen. Op operationeel niveau is bijvoorbeeld het meenemen van het milieu-aspect in de productieplanning en de kostprijscalculatie van belang, op tactisch niveau milieu-jaarverslaglegging, terwijl evaluatie van milieu-relevante investeringen een voorbeeld is op een strategisch niveau.

Er zijn twee benaderingswijzen om het productieproces in een bedrijf te modelleren: de top-down en de bottom-up benadering. Bij de top-down benadering gaat men uit van de gegevens voor het gehele te bestuderen systeem, i.c. een bedrijf, en daalt men vanaf dat niveau, indien gewenst, af tot lagere aggregatieniveaus. De nu meer gedetailleerde gegevens moeten dan beoordeeld worden in het kader van het grotere geheel. Bij de bottom-up benadering gaat men uit van meer gedetailleerde procesmodellen die in een volgende fase gecombineerd worden tot een model dat grotere eenheden beschrijft. Het voordeel hiervan is dat de gegevens die het model oplevert beter te verklaren zijn, het nadeel is dat men zeer veel gegevens nodig heeft om een bedrijf te modelleren. De opgeleverde informatie kan dan (achteraf) op minder gegevens gebaseerd zijn dan feitelijk zijn verzameld.

Grootheden en eenheden in fysische modellen

Zoals reeds is opgemerkt vinden er in reeds bestaande bedrijfsinformatiesystemen registraties plaats van de voor de productie meest relevante materiaal- en productstromen, en is het sterk aan te bevelen om deze gegevens te gebruiken voor de milieu-informatiesystemen. Hierbij is wèl een aantal aanpassingen noodzakelijk: de gebezigde eenheden, zoals stuks, werkweek, strekkende meter en dergelijke, zijn toegesneden op de functionaliteit van een productiebesturingssysteem en dienen ondubbelzinnig te kunnen worden omgerekend naar eenheden die voor een fysisch model relevant zijn. Bij de hier beschreven methodiek zijn de basiseenheden kJ/tijdseenheid voor energie-, en kg/tijdseenheid voor materiaalstromen. De noodzaak hiervan kan worden geïllustreerd aan de hand van de simpele vraag: hoeveel afval komt vrij bij het bewerken van een product. Indien alles in stuks wordt uitgedrukt kan men deze vraag niet beantwoorden, omdat daartoe immers de massa van het werkstuk voor en na de bewerking bekend moet zijn. Naast de massa moeten ook nog andere attributen van het product bekend zijn, waarvan sommige reeds in het productiebesturingssysteem aanwezig zijn en andere nog moeten worden toegevoegd. Het betreft hier gegevens over de fysische en chemische karakterisering van de materialen en producten, en bovendien zogenaamde modelgrootheden die van belang zijn bij bepaalde processen, zoals oppervlakte, volume of lengte.

Een model van een fysisch proces wordt dus gekenmerkt door een groot aantal variabelen. Aan al deze variabelen moet een waarde worden toegekend. Dit kan op uiteenlopende wijzen geschieden:

- Het *productiebesturingssysteem* bevat gegevens waarmee bepaalde variabelen een waarde toegekend kunnen krijgen. Bijvoorbeeld: op welke machine wordt een bepaald product bewerkt.
- *Normgetallen* vloeien voort uit gegevens uit het verleden: tijdreeksen, statistiek, literatuurgegevens en dergelijke.
- *Berekeningen* kunnen plaatsvinden als tussen diverse grootheden betrekkingen bestaan. De belangrijkste zijn: massabehoud, energiebehoud en eventuele chemische reactievergelijkingen.
- *Schattingen* zijn noodzakelijk als bovengenoemde methoden falen of als door schatting een beter resultaat wordt verkregen.
- *Steekproefsgewijze metingen en registraties* zijn nodig om te controleren of het model de werkelijkheid in voldoende mate weergeeft. Technische en economische beperkingen verhinderen dat iedere relevante grootheid continu gemeten wordt. Daarom zal het onontkoombaar zijn dat de waarde van vele variabelen in het model van het productieproces langs indirecte weg tot stand komt.

GEVALSSTUDIE

Beschrijving

Het bedrijf DAF Trucks NV produceert transportmiddelen voor de professionele markt. De milieucoördinator wil, vanuit een pro-actieve houding, weten op welke wijze de door het productieproces gegenereerde milieu-effecten kunnen worden geregistreerd in een informatiesysteem en welke moeilijkheden zich daarbij zouden kunnen voordoen. Uitgangspunt is een bottom-up benadering, waarbij één productiesysteem werd geanalyseerd en beschreven volgens het model van figuur 2. Het gekozen productiesysteem voorziet verschillende typen motoren door lakspuiten van een aflaklaag. Deze 'Motoren Spuitkabine' wordt door de voor milieuzorg verantwoordelijke medewerkers binnen het bedrijf representatief geacht voor de meest milieu-kritieke productiesystemen bij het bedrijf. Randvoorwaarde voor het onderzoek was een generiek systeemontwerp, gebaseerd op algemeen toepasbare begrippen, zodat het ontwerp in principe ook voor andere productiesystemen toepasbaar is (zie Bemelmans, 1994; Pels, 1992).

Het informatiesysteem dient periodiek de hoeveelheden en de daarmee verbonden kosten van de in- en uitgaande massa- en energiestromen van een productiesysteem te bepalen en een schatting te maken van de verwachte hoeveelheden in een toekomstige periode of bij (fictieve) wijzigingen aan het productiesysteem. Het zal dus als het ware het productiesysteem moeten kunnen simuleren. Uit deze periodieke gegevens is het mogelijk de belasting van het milieu door het productiesysteem af te leiden. Analyse leerde dat het wenselijk was om de optredende materiaal- en energiestromen aan de invoer-

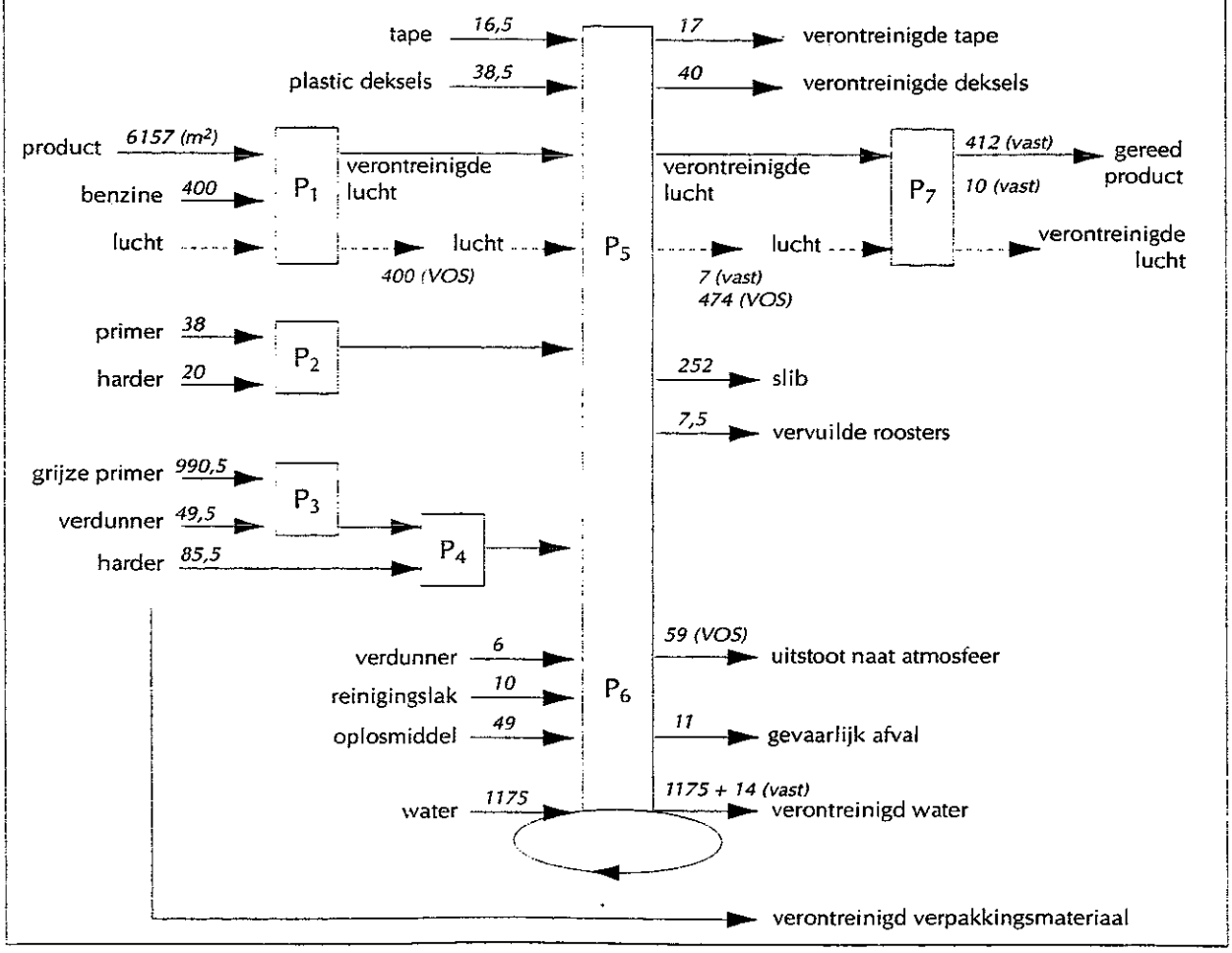
kant in de drie categorieën te verdelen die in de voorafgaande bespreking van de basismodule zijn genoemd.

Al deze materiaal- en energiestromen kunnen worden samengevat in een gecombineerde massa- en energiebalans. Uit de balans volgen de hieronder genoemde grootheden:

- De in- en uitgaande materiaal- en energiestromen voor ieder van de eerder genoemde categorieën, inclusief relevante gegevens omtrent de samenstelling ervan.
- Het rendement van het productiesysteem: de werkelijke output gedeeld door werkelijke input.
- De reststoffen die ontstaan na transformatie door het productiesysteem van elk van de ingaande stromen en de relatieve hoeveelheden hiervan t.o.v. één eenheid ingaande stroom.
- Per reststof de wijze waarop deze verder wordt behandeld (afvoer naar grondwater, lucht, bodem, verwerker, enzovoort) en de relatieve hoeveelheden (gewichtspercentages) ten opzichte één eenheid reststof.

Zijn deze gegevens eenmaal beschikbaar dan kan periodiek een schatting worden gemaakt van de in- en uitgaande massa- en energiestromen, indien ook de bedrijfstijd van het productiesysteem (per periode), het productieprogramma (aantal geproduceerde eenheden per producttype per periode) en het onderhouds- en reinigingsschema (frequentie van de onderhouds- en reinigingsactiviteiten per periode) bekend zijn. Figuur 3 toont een schematisch overzicht van alle voor de studie relevante processen, samen met de relevante massastromen. De materiaalstromen zijn gemeten gedurende een periode van twee weken, omdat gedurende deze periode een complete reinigingscyclus wordt doorlopen. Daardoor kon ook een volledig beeld van de invloed van de onderhouds- en reinigingsactiviteiten worden verkregen. De materiaalstromen zijn weergegeven in kilogram, behalve de productstroom die hier uitgedrukt is in de modelgrootheid, m². Dit laatste houdt verband met de directe relatie tussen oppervlakte en de benodigde hoeveelheid lak.

Figuur 3. Model motorenspuitkabine. In relatie met het spuiten zijn de volgende deelprocessen aanwezig: reinigen van de producten (P_1), mengen (P_2, P_3, P_4), spuiten (P_5), periodiek reinigen van de installatie (P_6), en drogen (P_7). Opgemerkt moet worden dat het product alleen de processen P_1, P_5 en P_7 doorloopt. De overige deelprocessen hebben betrekking op hulpstoffen en restproducten.



Voor de motorenspuitkabine was een aantal benodigde gegevens beschikbaar in verschillende productiedatabases of ze konden daaruit eenvoudig worden afgeleid. De ingaande grondstofstroom wordt gevormd door de te lakken onderdelen, die achtereenvolgens de bewerkingen reinigen, spuiten en drogen ondergaan. Hulpstoffen zijn chemicaliën zoals wasbenzine, diverse laksoorten en -bestanddelen, verpakkingsmiddelen en afplaktape, en daarnaast ook water en grote hoeveelheden lucht die als verontreinigde water- respectievelijk luchtstromen weer uit het proces te voorschijn komen.

Centraal staat de productstroom, waarvan per producttype de te lakken aantallen bekend moeten zijn. Deze kunnen uit de productiedatabases worden afgeleid. De producten zijn van diverse typen, die elk een ander type lak vereisen. De lak wordt soms ter plaatse uit een aantal componenten bereid, terwijl aan ieder producttype een nieuw attribuut, namelijk de oppervlakte ervan in m^2, moet worden toegekend. Verder moet bekend zijn welk type lak ervoor wordt gebruikt. De lakken worden volgens een recept samengesteld uit een beperkt aantal componenten, waartoe een bepaalde mengverhouding gegeven is. Hier ziet men duidelijk geïllustreerd hoe belangrijk het juiste gebruik van eenheden en stofsamenstellingen is. De aangeleverde lakcomponenten en hun mengverhoudingen worden namelijk vermeld in volume-eenheden (liter), terwijl de verontreinigingen die ze veroorzaken in kg wordt uitgedrukt. Omrekeningsfactoren, zoals de relevante specifieke massa's (kg/liter), moeten dus in het informatiesysteem aanwezig zijn. Voor wat betreft de samenstelling van de materiaalstromen zijn eveneens aan de inputzijde andere gegevens nodig dan aan de outputzijde, maar nooit wordt een complete chemische samenstelling geëist. Zo is voor bepaling van de emissie het gewichtspercentage vaste en vluchtige bestanddelen van belang, ongeacht de precieze chemische samenstelling van de betreffende componenten. De hoedanigheid van bijvoorbeeld de vluchtige bestanddelen wordt immers samengevat onder de verzamelnaam VOS (vluchtige organische stof). Het is van belang om ook de bron van de normgetallen als extra attribuut van een bepaalde stof te vermelden.

Uit de ervaringen is gebleken dat veel gegevens in het stofstroomschema niet continu gemeten en geregistreerd kunnen worden. Dit geldt onder meer voor de ijking van de normgetallen, die bijvoorbeeld via de toeleverancier, door eenmalige metingen of door schattingen verkregen worden. De consistentie van al deze gegevens kan bijvoorbeeld worden getest door het principe van massa- en energiebehoud te gebruiken. Een voorbeeld daarvan is de berekening van de dikte van de laklaag op de producten met behulp van het model. Deze dikte moet overeen komen met de specificaties en de resultaten van eventuele directe metingen. Ook kunnen met behulp van de in het model gestructureerde gegevens additionele normgetallen worden berekend, zoals het aantal kg benzine dat nodig is om 1 m^2 product te reinigen.

De gewenste gegevenstypen voor het informatiesysteem staan afgebeeld in het globale gegevensmodel, dat in de bijlage is toegevoegd. Van dit systeem is een prototype gemaakt. Dit had twee hoofddoelen:

- Controle of het gemaakte ontwerp in praktijk voldoet
- Achterhalen van mogelijke latente wensen van de gebruiker ten aanzien van de functionaliteit.

In het prototype zijn de tabellen die kunnen worden afgeleid uit het gegevensmodel, gevuld met de gegevens die gelden voor de motorenspuitkabine. Veel van de in te voeren normgegevens bleken niet of heel lastig verifieerbaar te zijn. Zij konden daarom slechts worden verkregen met behulp van schattingen door een aantal experts. Het prototype is getest door de beoogde gebruiker en vervolgens met hem geëvalueerd.

'Lessons learned' uit de gevalsstudie

De belangrijkste lessen uit de evaluatie van het prototype van het milieu-informatiesysteem luiden:

- Een grote hoeveelheid en verscheidenheid aan gegevens dient te worden ingevoerd en onderhouden om het systeem te laten functioneren. Veel van die gegevens zijn nog niet geautomatiseerd of in de juiste vorm beschikbaar, zodat ze handmatig moeten worden bewerkt en ingevoerd.
- Om de door de milieu-coördinator gevraagde milieuinformatie te kunnen verschaffen is een grote mate van detail vereist. Dit stelt hoge eisen aan de kwaliteit (betrouwbaarheid, nauwkeurigheid en validiteit) van de normgegevens die als input dienen voor het informatiesysteem.
- Van veel normgegevens is weinig tot niets bekend over de kwaliteit. Vaststellen van de kwaliteit bleek voor een groot aantal van de gebruikte gegevens praktisch onuitvoerbaar of te arbeidsintensief te zijn. Hierdoor is het niet mogelijk een uitspraak te doen over de waarde die men kan toekennen aan het door het informatiesysteem gegenereerde resultaat. Daarnaast is de mate van nauwkeurigheid waarmee de resultaten worden gepresenteerd niet in overeenstemming met de nauwkeurigheid waarmee de normgegevens zijn vastgesteld.
- Regelmatig is controle nodig of de gebruikte normgegevens van het productiesysteem nog steeds valide zijn. Gegeven de voorgaande opmerking is ook dit een arbeidsintensief proces, als het überhaupt al nauwkeurig genoeg kan worden vastgesteld. De gebruiker dient over een grondige kennis van het productiesysteem en het onderliggende denkmodel te beschikken om zonder al te veel problemen zelfstandig met het prototype om te kunnen gaan.

- Gegeven de vóórgaande ervaringen kan worden gesteld dat invoering van een dergelijk informatiesysteem praktisch gezien een onhaalbare kaart is. Nader onderzoek moet uitwijzen of een minder gedetailleerd model voldoet en hoe het reeds bestaande model het best vereenvoudigd kan worden.

In dit verband wordt aanbevolen om te starten met een top-down benadering voor een groter geheel, bijvoorbeeld het gehele bedrijf. Dit ruwe, globale model dient als uitgangspunt en referentiekader om meer gedetailleerde beschrijvingen te ontwikkelen.

Daarnaast is het van belang om te onderzoeken welke gegevens reeds beschikbaar zijn in bestaande informatiesystemen zoals voor productiebesturing en kwaliteit, en om het te ontwikkelen milieu-informatiesysteem daarmee te integreren. Het is hierbij ook raadzaam om rekening te houden met toekomstige informatiebehoeften en met de raakvlakken die er zijn met andere, nog te ontwikkelen, informatiesystemen.

Conclusies

Gegeven de groeiende vraag naar milieu-informatie en de noodzaak om deze informatie met andere belanghebbenden uit te wisselen, zijn basisgedachten geformuleerd over milieu-informatiesystemen voor productiebedrijven. Hierin staat centraal dat milieu-informatie niet een afzonderlijke categorie is, maar evenals logistieke informatie gebaseerd is op materiaal- en energiestromen. Dit uitgangspunt, gevoegd bij de maatschappelijke noodzaak tot zelfregulering en de integratie van het milieu-aspect met de overige bedrijfsactiviteiten, leidt tot bezinning op een nieuwe, geïntegreerde aanpak van bedrijfsinformatiesystemen. Er ontstaat dus geen aparte 'milieu-module', doch milieufunctionaliteit wordt verkregen door aan bestaande entiteittypen nieuwe attributen toe te voegen. In dergelijke systemen staat het primaire proces, beschreven door de fysieke stromen, centraal. Bovendien laat de beschrijving met behulp van multi-input/multi-output modules de traditionele scheiding tussen procesgeoriënteerde en fabricagetechnologische productie naar de achtergrond verdwijnen.

Bij de implementatie van een dergelijk concept is grote zorg nodig voor de keuze van de tijdschaal waarvoor de informatie vereist is (instrumenteel, operationeel, tactisch, strategisch), voor de nauwkeurigheid en de mate van detail die de vereiste informatie kenmerkt en voor de wijze van modelleren van het gehele bedrijf. In dit verband is het sterk aan te bevelen om op een hoog aggregatieniveau te beginnen alvorens de milieufunctionaliteit in het informatiesysteem te integreren. Een dergelijke hoog-niveau massa- en energiebalans kent weliswaar een geringe mate van detaillering, doch is wel consistent. Aan de hand hiervan kan vervolgens een globaal massastroomschema worden opgesteld, waarin de relaties met reeds beschikbare informatie kunnen worden gelegd. Dit laatste model biedt mogelijkheid tot nadere detaillering en aanpassing.

Noten

1. Dit artikel is voortgekomen uit het afstudeerwerk van M.A. Langeveld (Langeveld, 1995) en M. Philipsen (Philipsen, 1995), onder begeleiding van de mede-auteurs R.V. Schuwer en M.A.M. Splinter. Het onderzoek handelt over de ontwikkeling van een milieu-informatiesysteem voor een specifieke onderneming.
2. Literatuuropgave omtrent ISO-14000 is minder zinvol, omdat de ontwikkelingen hieromtrent zo sterk in ontwikkeling zijn dat actualiteit niet gewaarborgd is. Via het World Wide Web is het mogelijk om een grote hoeveelheid actuele informatie te verwerven, zie bijvoorbeeld de site http://www.cris.com/~isogroup/iso14000.html. De voorbereiding van de ISO 14000 serie werd begonnen in 1993 door het Technisch Comité TC 207 van de ISO (International Organisation for Standardization) en zal leiden tot een zestal voorlopige standaarden voor milieumanagementsystemen, milieu-auditing, beoordeling van milieuprestatiekracht, levenscyclusanalyse (LCA), milieukeurmerken en milieu-aspecten in de productspecificaties. Deze standaarden worden geacht in 1998 gereed te zijn.
3. Zie bijlage.

Literatuur

Bemelmans, T.M.A., ***Bestuurlijke informatievoorziening en automatisering***, Kluwer Bedrijfswetenschappen, Deventer 1994.

Hulsen, S.C. van, B. Nooteboom en A.J.M. Schoot Uiterkamp, 'Een geïntegreerd milieuzorg- en kwaliteitszorgsysteem', in: ***Bedrijfskunde***, 1995/2, pp. 54-62.

Kerkhof, J.J.B. en T. van der Tak, ***Leidraad voor het opstellen van bedrijfsmilieuplannen in de basismetaalindustrie***, Ministerie van VROM/Twijnstra Gudde, Amersfoort, april 1992.

Lambert, A.J.D., 'Bedrijfsinterne milieuzorgsystemen', in: H. Hekman (red.), ***Handboek Arbeids & Milieuveiligheid***, Kluwer Bedrijfswetenschappen, Deventer 1995.

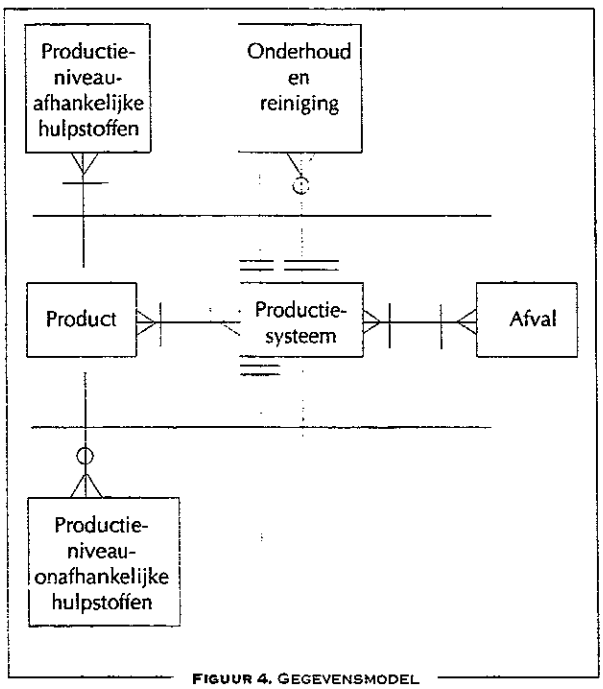
Meffert, H. en M. Kirchgeorg, 'Sustainable Development: de weg is het doel', in: ***PEM Select***, 1994/4, pp. 75-87.

Langeveld, M.A., ***Ontwerp informatiesysteem ter ondersteuning van de milieuzorg bij DAF Trucks NV***, Afstudeerscriptie Faculteit Technologie Management, Technische Universiteit Eindhoven, 1995.

Pels, H.J., ***Gegevens: modellering, analyse en beheer***, Samsom Bedrijfsinformatie, Alphen a/d Rijn 1992.

Philipsen, M., ***Ontwikkeling van een milieu management systeem***, Afstudeerscriptie Faculteit Technologie Management, Technische Universiteit Eindhoven, 1995.

Splinter, M.A.M., 'An energy model of production systems', in: ***Proceedings of the 1st European Congress on Economics and Management (ECEMEL)***, Rio Tinto, Portugal, 1994.



FIGUUR 4. GEGEVENSMODEL

BIJLAGE GEGEVENSMODEL

In figuur 4 staat het globale gegevensmodel afgebeeld waarop het prototype uit de gevalsstudie is gebaseerd.