

# Afvalverwerking door middel van hergebruik

Door: J.G. Beerends  
F.J. Helleman

Coördinatoren: Ir. W. Bergman  
Ir. F. Moltzer  
Ir. W. Riedijk

Mei 1975

Gemeentelijke Hogere Technische School  
Wegastraat 60  
's-Gravenhage

INHOUDSOPGAVE

|                                                                            |          |
|----------------------------------------------------------------------------|----------|
| Voorwoord                                                                  | pag. 2   |
| Opdrachtomschrijving                                                       | pag. 3   |
| Samenvatting                                                               | pag. 4 ✓ |
|                                                                            |          |
| H 1 Het ontstaan van huisafval                                             | pag. 5   |
| H 2 Afvalverwerking door middel van hergebruik                             | pag. 11  |
| H 3 Wenselijkheidsaspecten                                                 | pag. 15  |
| H 4 Komposteren als mogelijke oplossing                                    | pag. 19  |
| -Procesbeschrijving van de Van Maanen-methode                              | pag. 20  |
| -Verwerking van 2,5 miljoen ton huisafval per jaar, bij de V.A.M.          | pag. 22  |
| -Wenselijkheidsaspecten van komposteren                                    | pag. 23  |
| H 5 Scheidingstechnieken                                                   | pag. 25  |
| H 6 Methoden voor de verwerking van de organische stoffen in het huisafval | pag. 27  |
| H 7 Wenselijkheidsaspecten van kompostering met scheiding vooraf           | pag. 30  |
| H 8 Samenwerking en communicatie                                           | pag. 32  |
|                                                                            |          |
| Bijlage 1                                                                  | pag. 34  |
| Bijlage 2                                                                  | pag. 35  |
| Bijlage 3                                                                  | pag. 37  |
| Literatuur                                                                 | pag. 40  |

3 Hoofdstukken

Voorwoord.

Dit rapport is tot stand gekomen in het kader van een afstudeeropdracht aan de gemeentelijke H.T.S. te Den Haag, vanuit de bedrijfskundige discipline.

Het onderzoek heeft plaats gevonden bij de V.A.M. (Vuil Afvoer Maatschappij), te Amsterdam in de periode van 3 maart tot 17 mei 1975 en is uitgevoerd door J.G. Beerends en F.J. Helleman.

Bijzondere dank zijn wij verschuldigd aan ir. R.F. Bruinsma, bedrijfsingenieur bij de V.A.M., die ons tijdens de gehele afstudeeropdracht ter zijde heeft gestaan met advies.

Verder willen wij ook een dankwoord richten tot de volgende personen en instellingen.

|         |                    |               |
|---------|--------------------|---------------|
|         | J.A. Dijkstra      | T.N.O.-C.T.I. |
|         | W.A. Glas          | V.A.M. N.V.   |
| Ir.     | D.W. Hartog        | Resam         |
| Ir.     | E.J. v. Heugten    | V.A.M. N.V.   |
| Ir.     | K. Jansen Hutteman | T.H.E.        |
| Drs.    | J.N. Joosten       | S.V.A.        |
| Prof.Ir | M. Tels            | T.H.E.        |

Studie en informatiecentrum voor onderzoek ten dienste van het milieubeheer (T.N.O.)

H.T.S. "St. Virgilius" te Breda.

En verder onze begeleidende docenten Ir. W. Riedijk, Ir. F. Molter en Ir. W. Bergman.



Opdrachtomschrijving:

De opdrachtomschrijving, die wij als uitgangspunt voor ons onderzoek hebben gebruikt, luidt als volgt:

"Een algemeen onderzoek doen naar hergebruik van 2,5 miljoen ton huisvuil per jaar, waarbij speciale aandacht wordt geschonken aan hergebruikmogelijkheden van organisch materiaal".

Daar tijdens het onderzoek is gebleken, dat de hergebruikmethoden van organisch materiaal nog in een te experimenteel stadium zijn om enig praktisch onderzoek hieraan te kunnen verrichten (uitgezonderd voor kompostering) is de opdracht verschoven in de richting van een algemene theoretische beschouwing over hergebruik.

Samenvatting:

Dit rapport behandelt een systeemtheoretische beschouwing over verwerking van huisafval door middel van hergebruik welke heeft geleid tot een aantal potentiële basisoplossingen.

Voor de verschillende oplossingen van het huisafvalprobleem zijn een aantal wenselijkheidscriteria opgezet, die voor een praktische toepassing verder uitgewerkt zullen moeten worden om de beslissing tussen de verschillende systemen te kunnen nemen.

Als laatste zouden wij willen stellen dat sommige deeloplossingen van het huisafvalprobleem, die wel wenselijk zijn maar niet economisch haalbaar, door middel van wetgeving en voorlichting gestimuleerd moeten worden.

## Hoofdstuk 1

### Het ontstaan van ~~huis~~afval

Het begrip afval is een relatief begrip en kan gedefinieerd worden als die stoffen, die hun functie volbracht en/of hun positieve <sup>eken</sup> waarde verloren hebben. *oorspronk gebruiken* ?

Het begrip is geboren uit de illusie, dat de mens kan produceren en consumeren zonder zich er van bewust te zijn, dat het noodzakelijk is om net als in een stabiel, gesloten ecosysteem ervoor te zorgen, dat iedere consument "reststoffen" produceert, welke opnieuw geconsumeerd kunnen worden.

Om een beter inzicht te krijgen in het ontstaan van afval en in de fundamentele oplossingen, die ons hiervoor ter beschikking staan, beschouwen we het in figuur 1 weergegeven model. Het model stelt een aantal productie -en consumptieprocessen voor ( $P_c$  resp.  $C_m$ ), die aan de inputzijden gestuurd worden door drie fundamentele stromen.

1. de energiestroom (E)
2. de grondstoffenstroom (G)
3. de informatiestroom (I)

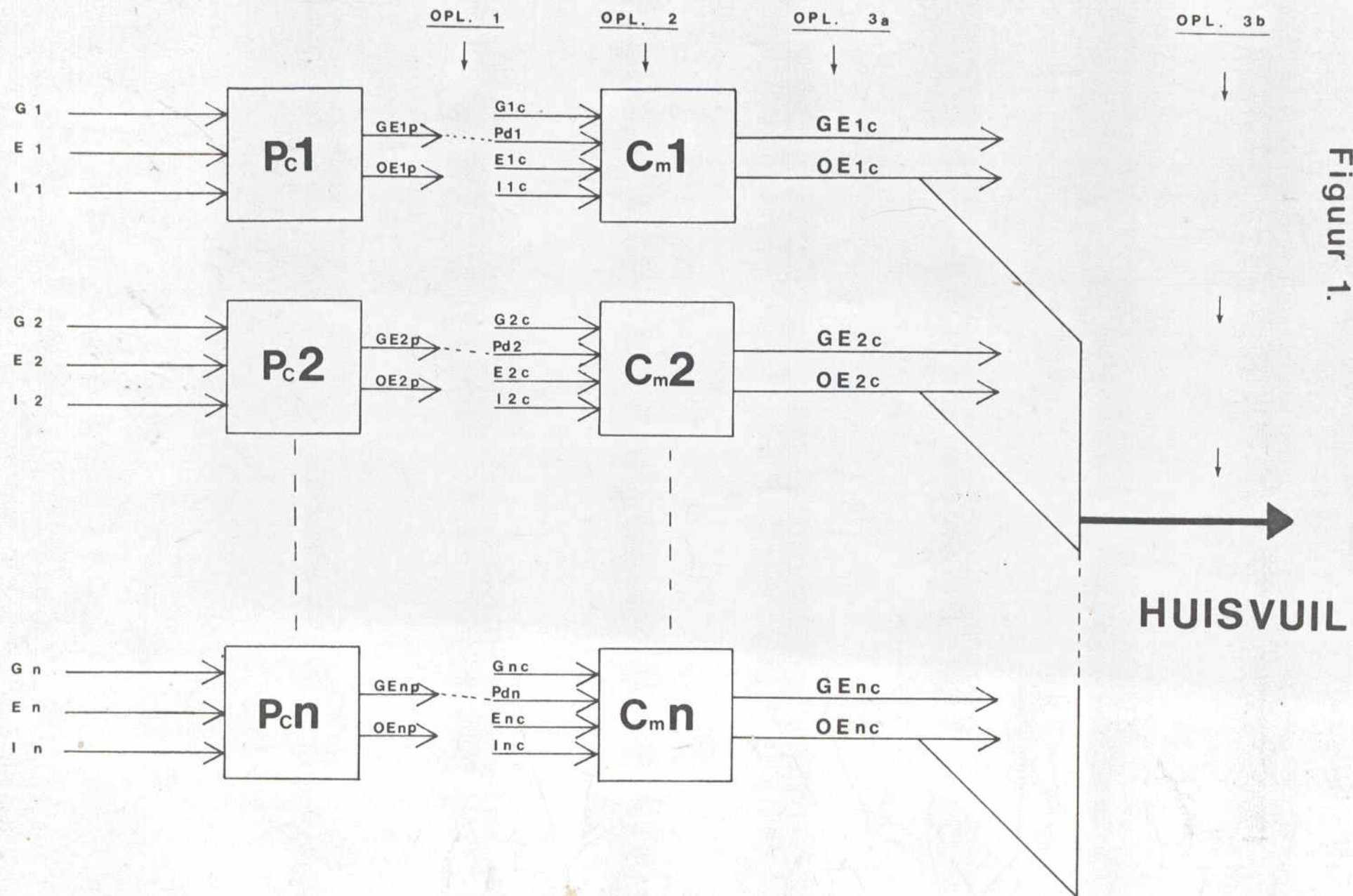
Opmerking: - menselijke arbeid is energie + informatie  
- een halffabriek is energie + informatie + grondstoffen

Aan de outputzijde van het consumptieproces is het totaal van effecten, veroorzaakt door het totale conversieproces (productie + consumptie) waarneembaar.

Deze effecten zijn te splitsen in gewenste en ongewenste effecten ( $GE_c$  resp.  $OE_c$ ).

De scheiding tussen twee laatstgenoemde effecten ligt niet mathematisch vast maar is afhankelijk van b.v. lokatie, tijd en individu (we stelden reeds, dat het begrip afval een relatief begrip is).





Figuur 1.

VERKLARING VAN DE IN FIG 1 EN 4 GEBRUIKTE AFKORTINGEN

|           |   |                                                                                     |    |
|-----------|---|-------------------------------------------------------------------------------------|----|
| G1,2..n   | = | Grondstoffen                                                                        |    |
| E1,2..n   | = | Energie                                                                             |    |
| I1,2..n   | = | Informatie                                                                          |    |
| Pc1,2..n  | = | Producent                                                                           |    |
| GE1,2..np | = | Gewenste Effecten van de producent                                                  |    |
| OE1,2..np | = | Ongewenste Effecten van de producent                                                |    |
| G1,2..nc  | = | Grondstoffen ten behoeve van het consumptieproces                                   |    |
| Pd1,2..nc | = | Product                                                                             | ,, |
| E1,2..nc  | = | Energie                                                                             | ,, |
| I1,2..nc  | = | Informatie                                                                          | ,, |
| Cm1,2..n  | = | Consument                                                                           |    |
| GE1,2..nc | = | Gewenste Effecten van de consument                                                  |    |
| OE1,2..nc | = | Ongewenste Effecten van de consument                                                |    |
| SM        | = | Schaarse Middelen met evt. verwijzingen naar de wenselijkheidscriteria 2A enz.      |    |
| MV        | = | Milieu Verontreiniging met evt. verwijzingen naar de wenselijkheidscriteria 1A enz. |    |
| Hp        | = | Hergebruiksproces                                                                   |    |



De koppeling van producent en consument vindt voor een groot gedeelte plaats door het produkt ( $P_d$ ), dat de producent levert en door de consument, al dan niet onder toevoeging van nieuwe energie ( $E_c$ ), grondstoffen ( $G_c$ ) en informatie ( $I_c$ ) wordt geconsumeerd.

Dit produkt vertegenwoordigt een bepaalde hoeveelheid grondstoffen, energie en informatie.

Uit het model blijkt, dat er in principe drie mogelijke oplossingen ter beschikking staan om de ongewenste effecten te veranderen.

Deze drie mogelijke oplossingen zijn de volgende:

1. Een zodanige verandering van de input van het consumptieproces teweegbrengen, dat het betreffende ongewenste effect vermindert of verdwijnt. Dit houdt dus in, dat o.a. het produkt en dus het produktieproces en de input hiervan zullen moeten veranderen.
2. Een zodanige verandering van het consumptiepatroon teweegbrengen, dat het betreffende ongewenste effect vermindert of verdwijnt.
3. Het betreffende ongewenste effect zodanig veranderen, dat het vermindert of verdwijnt.

Het huisafval is één van deze ongewenste effecten aan de output en als zodanig zijn hierop de genoemde basisoplossingen van toepassing. Wat het huisafvalprobleem echter bemoeilijkt, is het feit, dat het de som is van vele kleine ongewenste effecten.

Hierdoor ontstaat een splitsing van de derde basisoplossing, indien toegepast op huisvuil, nl.:

3a. Verwerken van het huisvuil, voordat de deelstromen zijn samengevoegd (scheiden bij de bron).

3b. Verwerken van het huisvuil nadat de deelstromen zijn samengevoegd.

Een gecombineerde aanwending van de basisoplossingen 1, 2, 3a en 3b wordt in de praktijk natuurlijk vaak toegepast, waarbij de oplossingen 1 en 2 via het marktmechanisme zijn gekoppeld. Van deze drie basisoplossingen volgen nu enige voorbeelden, die in de praktijk toegepast kunnen worden als deeloplossing.

1. Indien in plaats van conservenblikjes met aluminium deksel, blikjes worden geproduceerd geheel vervaardigd uit blik, zal de afvalhoop op eenvoudige wijze gereduceerd kunnen worden. Dit blik kan dan weer eenvoudig verwerkt worden tot ijzer en tin, terwijl het scheiden van ijzer en tin van aluminium een veel gecompliceerder proces vraagt.
2. Deze oplossing moet gezocht worden in een beïnvloeding van de markt. Zal de consument alleen conservenblikjes zonder aluminium deksel of papier zonder plastic coating e.d. verlangen, dan zal de afvalhoop gereduceerd kunnen worden, omdat blik zonder aluminium en papier zonder plastic coating e.d. in het algemeen op eenvoudiger wijze te verwerken zijn.
- 3a. Een voorbeeld hiervan is het huis aan huis verzamelen van oud papier, dat we in de papierindustrie weer verwerken.

3b. Een voorbeeld hiervan is het komposteren van het huisvuil en storten van de residustroom.

Als laatste voorbeeld noemen we nog een oplossing, die in 1,2 en 3 tegelijkertijd ingrijpt, n.l. het terugdringen van de bevolkingsgroei. Deze zal een zodanige verandering van de input van het consumptieproces, het consumptiepatroon en de output hiervan ten gevolge hebben, dat de huisafvalstroom minder zal worden.

Ons rapport behandelt slechts een gedeelte van de mogelijke oplossingen op basis van 3b. Oplossingen op basis van 1, 2 en 3a zullen verder onderzocht en getoetst aan wenselijkheidscriteria moeten worden, omdat deze naar onze mening een groot gedeelte van de fundamenteel juiste oplossing voor het huisvuilprobleem kunnen bevatten.



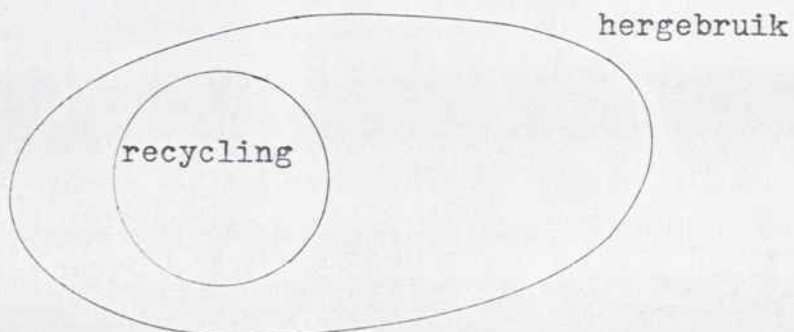
## Hoofdstuk 2

### Afvalverwerking door middel van hergebruik.

Om begripsverwarring te voorkomen omtrent de begrippen hergebruik en recycling zullen we deze begrippen vooraf definiëren.

- Hergebruik is, het een "nuttige" bestemming geven aan afvalstoffen.
- Recycling is, het totaal van handelingen, dat noodzakelijk is om een "nuttige" kringloop te sluiten. *W. Criteria*

Recycling is dus een deelverzameling van hergebruik. (zie figuur 2)



figuur 2

Voor de verwerking van het huisafval volgens basisoplossing 3b bestaan in principe weer verschillende mogelijke methoden. Op het ogenblik zijn er drie methoden, die op redelijk grote schaal worden toegepast.

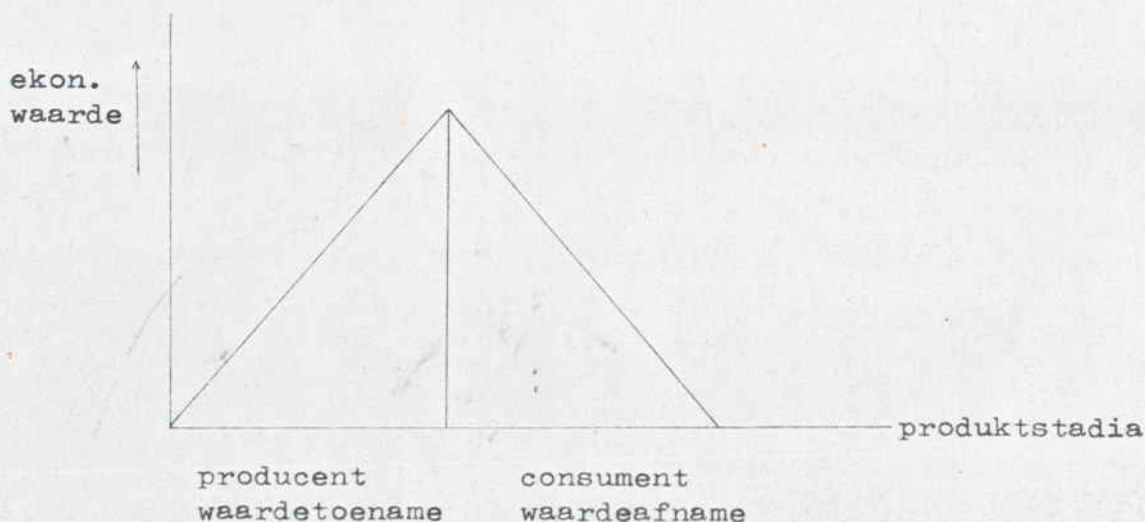
1. storten (al dan niet gecontroleerd)
2. verbranden (al dan niet met electriciteitsopwekking)
3. komposter + storten.

Deze drie verwerkingsmethoden hebben ieder één of meerdere hergebruiksaspecten.

- B.v. 1. landschapsvorming door middel van gecontroleerde stort  
 2. electriciteitsopwekking  
 3. structuurverbetering van de bodem

Hergebruik vindt in de huidige maatschappij alleen plaats indien dit economisch rendabel is. Om dit te verduidelijken beschouwen we figuur 3.

Hierin zijn horizontaal de verschillende produktstadia van een grondstof uitgezet en vertikaal de economische waarde, die deze grondstof in die produktstadia vertegenwoordigt. Voor dat de winning van de grondstof heeft plaatsgevonden vertegenwoordigt het een waarde nul. De verwerkte grondstof, die zich in het huisafval bevindt, heeft ook ongeveer de waarde nul. Tussen twee genoemde stadia vindt bij de producent een waardevermeerdering en bij de consument in het algemeen een waardevermindering plaats.



figuur 3

Als voorbeeld kan genoemd worden de grondstof ijzer. In tabel 1 is deze in verschillende produktstadia weergegeven, zowel in het produktie -als in het consumptiestadium.

Tabel 1

|                                |        |   |                  |
|--------------------------------|--------|---|------------------|
| ijzererts in de grond          | waarde | 0 | } waarde-toename |
| ijzererts in de hoogovens      | waarde | 1 |                  |
| ijzer uit de hoogovens         | waarde | 2 |                  |
| ijzer in blik                  | waarde | 3 | } waarde-afname  |
| ijzer in verwerkt conserveblik | waarde | 4 |                  |
| ijzer in blik in huisafvalhoop | waarde | 5 |                  |

Hergebruik is nu economisch mogelijk, indien vanuit dit afvalstadium een opwerking van het afval (hier grondstof) mogelijk is naar een produktie/consumptiestadium, waarbij de economisch toegevoegde waarde kleiner of gelijk moet zijn aan de waarde van het produkt in dat produktie -of consumptiestadium.

Er is eventueel ook een negatief verschil mogelijk, indien de consument betaalt voor de verwijdering van zijn afvalstoffen (b.v. reinigingsrecht).

De grote bevolkingsdichtheid gekoppeld aan de hoge levensstandaard induceert een grote behoefte aan grondstoffen. Inherent aan het probleem der afvalstoffen ligt het probleem van de grondstoffenvoorziening. Voor verkrijging hiervan is Nederland voornamelijk van buitenlandse leveranciers/producenten afhankelijk.

De groeiende vraag naar en het achterblijvend aanbod van grondstoffen werken progressieve schaarste en daardoor stijgende prijzen in de hand.



Ten einde blijvend in de natieve grondstoffenbehoefte te kunnen voorzien zal hergebruik van afvalstoffen in betekenis toenemen. Dit vanwege het feit, dat de kosten om hergebruik te realiseren minder progressief zullen stijgen ten opzichte van die kosten, die gemaakt moeten worden om een produkt uit primaire grondstoffen te vervaardigen.

### Hoofdstuk 3

#### Wenselijkheidsaspecten.

Behalve het economisch aspect zijn er bij hergebruik en in het algemeen bij iedere vuilverwerkingsmethode van afvalstoffen ook een aantal wenselijkheidsaspecten, die van belang kunnen zijn. Wel dient gesteld te worden, dat het economische aspect eigenlijk de enige maatstaf van wenselijkheid zou moeten zijn, omdat zich hierin in principe alle wenselijkheidsaspecten zouden moeten manifesteren.

De bedoelde wenselijkheidsaspecten zijn de volgende:

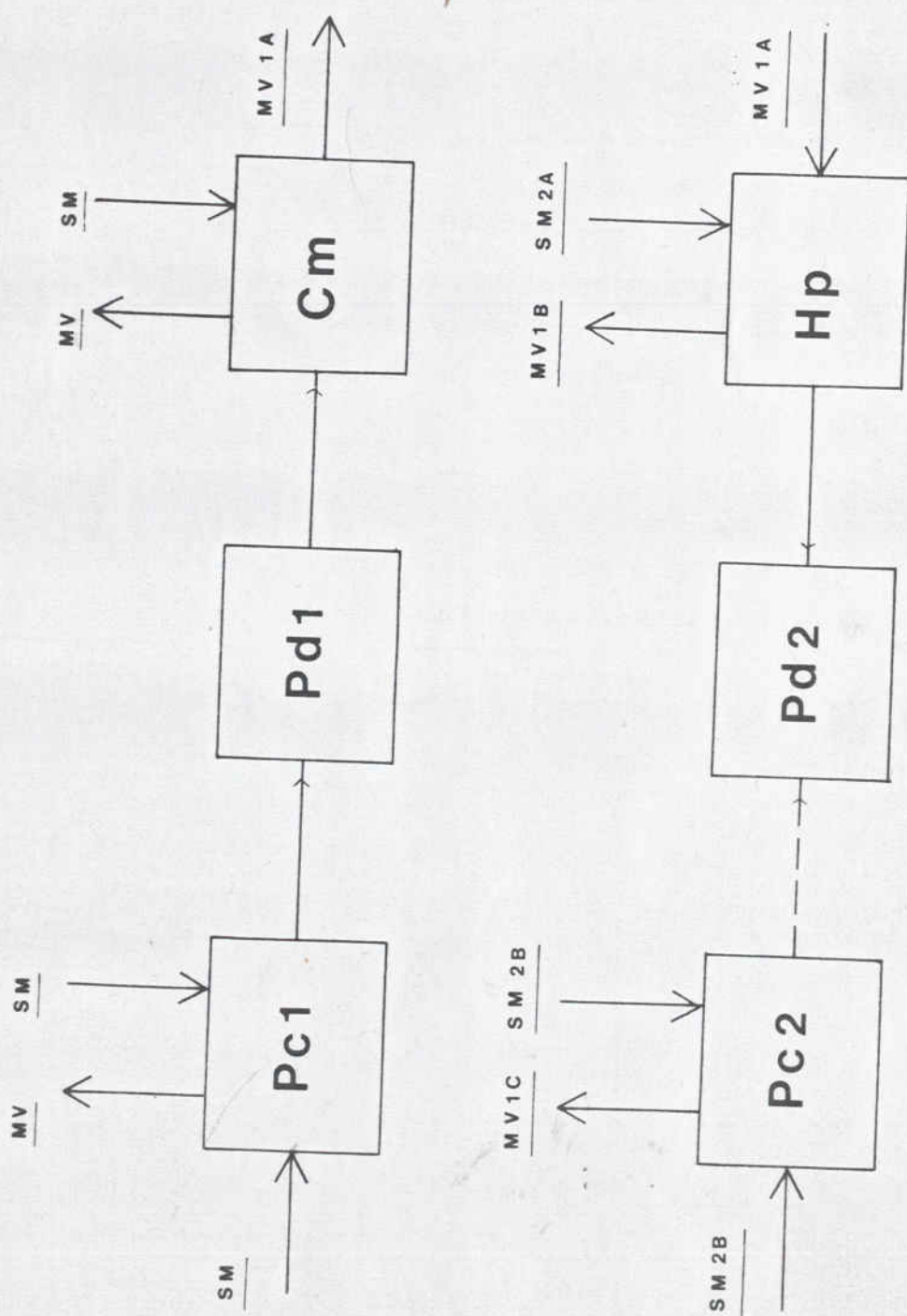
1. verontreiniging van het milieu
2. gebruik van schaarse middelen zoals grondstoffen, ruimte e.d. te splitsen in tijdelijk beslag en definitief beslag
3. flexibiliteit ten aanzien van de hoeveelheid en de samenstelling van het huisafval

#### Toelichting:

De energieconsumptie van een proces komt altijd neer op het gebruik van „schaarse“ middelen en/of verontreiniging van het milieu. Het bepalen van energieinhouden en energieconsumptie levert meestal geen duidelijk wenselijkheidsaspect op, daar de verschillende energiesoorten verschillende belastingen leggen op schaarse middelen en verschillende verontreinigingen veroorzaken.

Het hanteren van de drie genoemde wenselijkheidsaspecten zal bij toepassing hiervan in de praktijk als volgt kunnen verlopen (zie figuur 4).

Figuur 4.





- 1a. Er wordt bepaald, welke kwantitatieve verontreiniging (MV1A) de afvalstroom veroorzaakt indien geen hergebruik plaats vindt.
- 1b. Er wordt bepaald, wat de kwantitatieve verontreiniging (MV1B) is van het totale hergebruiksproces.
- 1c. Er wordt bepaald, wat de kwantitatieve verontreiniging (MV1C) is van het normale produktieproces.

We kunnen nu een wenselijkheidsgetal (w.g.1) bepalen door van de gekwantificeerde verontreiniging 1A + 1C de kwantitatieve verontreiniging 1B af te trekken.

$$1A + 1C - 1B = w.g.1$$

- 2a. Er wordt bepaald, wat het kwantitatieve beslag (SM2A) op schaarse middelen is van het totale hergebruiksproces.
- 2b. Er wordt bepaald, wat het kwantitatieve beslag (SM2B) op schaarse middelen is van het normale produktieproces.

We kunnen nu een wenselijkheidsgetal (w.g.2) bepalen door van het gekwantificeerde beslag op schaarse middelen 2B het gekwantificeerde beslag 2A af te trekken.

$$2B - 2A = w.g.2$$

Opmerking:

Het getal 1A is constant voor bepaalde situaties, waarin verschillende vuilverwerkingssystemen met elkaar worden vergeleken.

Voor de toetsing van verschillende hergebruiksprocessen op wenselijkheid, zullen de hiervoor gevonden wenselijkheidsgetallen gerubriceerd moeten worden samen met de flexibiliteitsaspecten, die nog moeilijker zijn te kwantificeren dan verontreiniging en beslag op schaarse middelen. Hieruit kan door vergelijking bepaald worden wat de meest wenselijke hergebruiksmethode is.

Deze kwantificeringen zijn echter zeer moeilijk en lijken vooralsnog niet uitvoerbaar, waarbij dan ook nog de optimaliseringsproblemen van aspecten binnen 1 en 2 en het optimaliseringsprobleem van 1,2 én 3 onderling moeilijkheden opleveren.

In dit rapport zijn dan ook naast ruwe economische calculaties alleen de kwalitatieve wenselijkheidsaspecten van 1a, 1b, 1c, 2a en 2b bekeken.

#### Hoofdstuk 4

##### Komposteren als mogelijke oplossing.

Een van de mogelijke hergebruikmethoden is het komposteren van het huisafval. Tengevolge van de nieuwe wet op de afvalstoffen, die het ongecontroleerd storten verbiedt, ontstaat de noodzaak tot extra verwerking van ongeveer 1,8 miljoen ton huisafval. Een juiste methode voor de verwerking van deze afvalstroom is natuurlijk het recyclen van de grondstoffen, die zich hierin bevinden. Daar hiervan echter nog geen goede methode in praktijk is gebracht, hebben wij voor de verwerking van dit afval bij de aanvang van ons onderzoek uit de op het ogenblik op redelijk grote schaal in gebruik zijnde methoden, V.A.M. afvoer, verbranden en storten gekozen voor V.A.M. afvoer, die naar alle waarschijnlijkheid van deze drie het best de ideale recycling benadert.

Hierbij dient wel te worden opgemerkt, dat het direkt storten van 50% van de afvalstroom zoals het op het ogenblik in Wijster gebeurt dan niet meer plaats zal mogen vinden en ook deze hoeveelheid gekomposteerd zal moeten worden.

Dit direkt storten is een gevolg van een bewuste terughoudendheid van de V.A.M. ten aanzien van nieuwe investeringen en uitbreidingen in verband met de stormachtige ontwikkeling van hergebruikstechnieken, dit ter voorkoming van kapitaalsvernietiging.



Procesbeschrijving van de Van Maanen - methode.

Komposteren in het algemeen is een proces, waarbij hetero-geen organisch materiaal door micro-organismen, zoals bacteriën en schimmels, wordt afgebroken en gedeeltelijk wordt omgezet in anorganische stoffen. Bij de Van Maanen - methode wordt het stedelijk afval zonder het te verkleinen of te sorteren gedeponeerd op daarvoor bestemde fermentatieterreinen. (bij de V.A.M. gebeurt deze aanvoer per spoor en per auto)

De fermentatie komt spontaan op gang en om deze verder te doen laten verlopen, dient het afval enige malen omgezet en met water besproeid te worden. Deze omzetting is noodzakelijk voor de toevoer van zuurstof, zodat de gisting aërobe verloopt. Deze oxydatie van het materiaal doet de temperatuur in de afvalhopen oplopen tot 70 à 80 C, waardoor ziektekiemen en onkruidzaden worden vernietigd.

Tijdens het fermentatieproces gaan de organische stoffen over in meer stabiele verbindingen, waarbij een gedeelte van de daarin aanwezige koolstof als koolzuurgas ( $\text{CO}_2$ ) in de lucht verdwijnt, wat een gewichtsvermindering van ongeveer 20% veroorzaakt.

Na een gemiddelde fermentatieduur van zes tot acht maanden is het proces ten einde, waarna men met zeven het verkleinde materiaal van de grotere bestanddelen afscheidt.

Er ontstaan dan twee stromen; een kompoststroom en een residustroom. Deze laatste bestaat uit plastic, glas, hout, stenen, metalen enz. Het residu is ten gevolge van de hoge temperatuur tijdens het fermentatieproces gepasteuriseerd en daarom volkomen biologisch schoon. Deze residustroom wordt afgevoerd en gecontroleerd gestort.

De kompost die nog kleine steentjes en glasdeeltjes bevat wordt nabewerkt in verkleiningsmachines en daarna uitgezeefd in twee fijnheden.

Eventueel kunnen dan hulpstoffen bijgevoegd worden om aan de wens van de klant te voldoen.

Verwerking van 2,5 miljoen ton huisvuil per jaar, bij de V.A.M.

Indien gesteld, dat een aanvoer van 2,5 miljoen ton huisvuil per jaar gerealiseerd wordt voor de V.A.M. zal uit flexibilitateitsoverwegingen voor de verwerking van deze hoeveelheid gekozen moeten worden voor minimaal twee bedrijven.

(op het ogenblik bestaan er reeds twee n.l. Wijster en Mierlo).

Dit komt neer op een verwerkingscapaciteit van 1,25 miljoen ton per jaar voor elk van de beide kompostbedrijven. Deze totale hoeveelheid vuil zal met de huidige samenstelling van het huisvuil (zie bijlage 1) een netto opbrengst kompost leveren van 1 miljoen ton per jaar.

Aan de hand van deze gegevens is een uitgebreide economische calculatie gemaakt voor de verwerking van huisvuil tot kompost. Deze calculatie is gebaseerd op een in zijn totaal nieuw opgezet bedrijf. Dit ter vereenvoudiging van de berekening en ter verkrijging van een beter inzicht in de huidige kosten.

In bijlage 2 is weergegeven hoeveel en wat er aan investeringen gedaan moet worden met daaraan gekoppeld een berekening voor de verwerkingskosten per jaar. De gegevens zijn gebaseerd op gegevens uit Wijster en alles is berekend op prijspeil '75.



Wenselijkheidsaspecten van komposter.

Met gebruikmaking van figuur 4 (blz.16) en de daarbij behorende wenselijkheidsaspecten, volgt hier een gespecificeerde uitwerking voor komposter.

1a. Dit wenselijkheidsaspect is niet van belang, daar dit voor ieder vuilverwerkingssysteem identiek is.

1b. Een van de oorzaken van milieu-verontreiniging bij het Van Maanen-komposteringsproces is, dat de vuilberg, die gekomposteerd wordt, onafgedekt is. Hierdoor kan in het begin van het komposteringsproces ongedierte worden aangetrokken. Deze behoeven echter bij een juiste bestrijding geen problemen op te leveren.

Verder zijn bodem -en waterverontreiniging nihil, wat te danken is aan de gunstige omstandigheden in Wijster en Mierlo; n.l.

a. goede bodemgesteldheid

b. langzame stroomsnelheid van het grondwater

Op het ogenblik zijn nog hydrologische en bodemkundige onderzoeken aan de gang.

Luchtverontreiniging is zo goed als niet aanwezig en komt alleen voor in de vorm van een enigszins onaangename reuk, waaraan geen gevaren verbonden zijn. Het feit, dat van een naburige camping op 800 m. nooit klachten zijn ontvangen, bewijst dat deze afstand niet groot hoeft te zijn.

Verdere verontreiniging wordt veroorzaakt door de investeringen en het gebruik van 13 KWh per ton huisvuil (zie toelichting op blz.15).

1c. Daar er volgens ons in de praktijk geen normaal productieproces voor komposter bestaat, is dit wenselijkheidsaspect niet van toepassing, wat de totale beschouwing van de wenselijkheid echter bemoeilijkt.

2a. Definitief beslag wordt gelegd op alle schaarse middelen, die nodig zijn om 13 KWh per ton huisvuil te produceren.

Er wordt deels tijdelijk deels definitief beslag gelegd op de schaarse middelen verwerkt in alle investeringen. Tijdelijk beslag wordt gelegd op de vrij grote oppervlakte, die het proces vraagt.

2b. Dit wenselijkheidsaspect valt net als wenselijkheidsaspect 1c buiten deze beschouwing.

De flexibiliteit ten aanzien van de samenstelling en hoeveelheid huisafval lijkt ons redelijk goed op basis van de ervaring, die is opgedaan tijdens 40-jaar verwerken volgens deze methode.

Genoemde wenselijkheidsaspecten zullen verder onderzocht moeten worden om tot een definitieve uitspraak te komen omtrent het verwerken volgens deze methode. Nemen wij echter de economische evaluatie in ogenschouw (zie bijlage 2), dan lijkt het ons, dat deze methode van vuilverwerken voor de hoeveelheid van 2,5 miljoen ton huisvuil niet de juiste definitieve oplossing is.

Wanneer echter deze methode met de andere in gebruik zijnde methoden vergeleken wordt (getoetst aan de zelfde wenselijkheidscriteria), zal deze methode niet ongunstig naar voren hoeven te komen.



## Hoofdstuk 5

### Scheidingstechnieken.

Bij het hergebruiken van huisafvalstoffen en meer in het speciaal bij recycling van grondstoffen is scheiding vaak een noodzakelijkheid.

Deze scheidingstechnieken zijn op het ogenblik vrijwel alleen gericht op het herwinnen van papier en ferro-metalen, omdat deze twee deelstromen van het huisafval op korte termijn economisch realiseerbaar lijken te zijn.

Dit sluit niet uit, dat het afscheiden van andere deelstromen op langere termijn niet economisch haalbaar zullen zijn, want zoals reeds in hoofdstuk 2 is gesteld zullen de grondstoffenprijzen voorlopig aan een progressieve stijging onderhevig zijn.

Voor een beschrijving van deze scheidingstechnieken verwijzen we naar literatuur nr. 1,2,3,4,5,6,7,8,14.

Van de twee genoemde deelstromen geeft de papierstroom de meeste technische moeilijkheden. Het scheiden van ferro-metalen kan namelijk op eenvoudige wijze geschieden met behulp van een magneet.

Principieel bestaan er twee mogelijke oplossingen voor het scheiden van papier uit het huisafval:

- a. Een nat procedé, waarbij direkt de papiergevezels gewonnen worden.
- b. Een droog procedé, waarbij verdere verwerking van het papier aan de papierfabriek wordt overgelaten.

Een nat procedé, het hydrosposel fibreclaim system, geïntroduceerd door de firma Black Clawson, is na een onderzoek door verschillende instanties (waarvan als belangrijkste genoemd kan worden de SVA) afgekeurd op milieu-technische -en economische aspecten.



Dit onderzoek is uitgebracht in een niet openbaar rapport ("Erasmus" rapport).

Een proefinstallatie van dit systeem functioneert nog steeds (in Franklin, Ohio), maar verdere installaties op grote schaal zijn naar ons weten nooit van de grond gekomen.

Voor een beschrijving van de installatie verwijzen we naar literatuur 1,2,8.

Voor het droge scheidingsprocedé is de zig-zag windzifter op het ogenblik het meest in zwang. Hierbij worden na verkleining de lichtere delen uit het huisafval met behulp van een luchtstroom afgescheiden van de rest. Voor een technische beschrijving hiervan verwijzen we naar literatuur 1,4,5,7 14.

Met behulp van enkele basisgegevens verkregen uit het werkcollege van prof.ir. M. Tels hebben wij hiervan een ruwe economische calculatie gemaakt, welke te vinden is in bijlage 3. Hierbij is gebruik gemaakt van nieuw cijfermateriaal betreffende de huidige prijzen van oud papier en ferro-metalen. Uit deze calculatie blijkt, dat het herwinnen van papier en ferro-metalen (hoofdzakelijk blik) op het ogenblik bij een afvalaanbod van 1,25 miljoen ton per jaar rendabel kan zijn. Voor kleinere hoeveelheden zijn geen calculaties gemaakt, maar in verband met de rentabiliteit voor ontginning lijkt een hoeveelheid van 300.000 ton per jaar wel een minimum.

De toetsing van dit systeem aan de wenselijkheidscriteria is in hoofdstuk 7 te vinden.

## Hoofdstuk 6

### Methoden voor de verwerking van de organische stoffen in het huisafval.

Bij het hergebruiken van huisafval zal, nadat verschillende scheidingen hebben plaats gevonden, altijd de vraag rijzen, "wat te doen met het in hoofdzaak organisch residu"?

Voor het verkrijgen van een beter inzicht in deze verwerkingsproblematiek zou men zich kunnen afvragen, wat er met deze organische stoffen in de natuur gebeurt, want zoals bekend mag worden veronderstelt kent de natuur geen afval.

In de ecologische kringloop (zie figuur 5) zien we, dat er voor de organische "afval"stoffen in principe twee mogelijkheden bestaan om deze kringloop sluitend te maken.

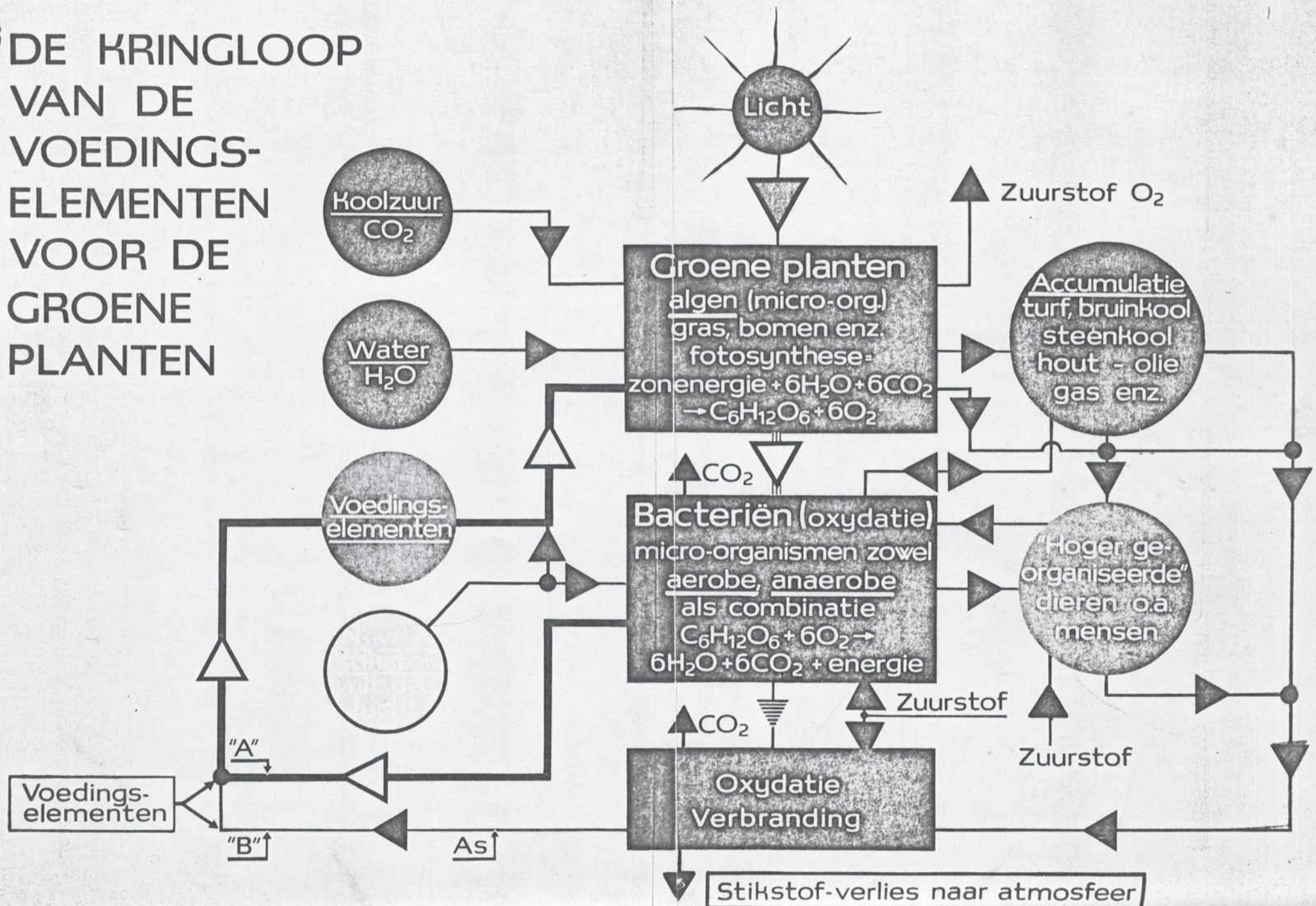
1. Micro-biologische (heterotrofe organismen) transformatie van organische "afval"stoffen in anorganische voedingsstoffen voor de plantenwereld (autotrofe organismen) te scheiden in;

- a. aërobe gisting
- b. anaërobe gisting, welke uit energetisch oogpunt het gunstigst is

Bij beide processen kunnen eventueel andere stoffen vrij komen (b.v. metaan), die weer in een kringloop worden opgenomen.

- 2a. Verbranding van de organische "afval"stoffen, waarbij als rest anorganische voedingsstoffen overblijven. Hierbij kunnen eventueel andere stoffen vrijkomen, die weer in een kringloop worden opgenomen.
- 2b. Accumulatie in de vorm van olie, turf, bruinkool, steenkool, gas enz. Worden deze geaccumuleerde stoffen verbrand dan zullen als reststoffen weer de anorganische voedingsstoffen overblijven.







Uitgesloten worden echter olie en gas die hun voedingsstoffen al in een vroeger stadium in de kringloop hebben gebracht.

De eerste mogelijkheid wordt op grote schaal toegepast door de verschillende stadsvuil-kompostbedrijven, waarvan het V.A.M. bedrijf in Wijster het grootst is. Bij laatstgenoemd bedrijf vindt echter geen scheiding vooraf plaats (zie hoofdstuk 4).

Een economische calculatie volgens de Van Maanen methode, waaraan scheiding van papier en ferro-metalen is voorafgegaan, is gegeven in bijlage 3.

Methoden 1b en 2a worden naar ons weten voor de verwerking van huisafval nog nergens in de praktijk toegepast en bevindt zich nog geheel in het experimentele stadium.

Onderzoekingen aan T.H. te Eindhoven lijken er op te wijzen, dat deze methoden geïntegreerd met aantal andere technieken op lange termijn weleens de juiste oplossing zou kunnen bieden voor het totale organische afvalprobleem.

Hierbij verwijzen wij naar een boekje geschreven door Ir. K. Jansen Hutteman, dat naar alle waarschijnlijkheid in het najaar van 1975 zal verschijnen.

Toetsing van de wenselijkheidscriteria aan dit systeem is een zo vroeg stadium bijna een onmogelijkheid en is daarom achterwege gelaten.

Methode 2b is technisch niet realiseerbaar maar een technisch procedé dat een zelfde resultaat oplevert is het pyrolyse-procedé. Voor deze methode verwijzen we naar literatuur 1.

## Hoofdstuk 7

### Wenselijkheidsaspecten van kompostering met scheiding vooraf.

Met gebruikmaking van figuur 4 (blz.16) en de daarbij behorende wenselijkheidsaspecten volgt hier een gespecificeerde uitwerking voor komposteren met scheiding vooraf.

De wenselijkheidscriteria, wat betreft het komposteren, zijn nagenoeg dezelfde. Behalve deze criteria zijn de volgende wenselijkheidscriteria van toepassing op de scheiding vooraf.

- 1b. Die verontreinigingen, die worden veroorzaakt door de investeringen in de scheidingsinstallatie en het gebruik van 34 KWh per ton huisvuil.

Daarbij kan er nog sprake zijn van enige luchtverontreiniging in de vorm van een onaangename reuk, die niet gevaarlijk is.

- 1c. Dit zijn de verontreinigingen, die worden voorkomen door een verminderde produktie van ijzer en papier.

- 2a. Er wordt definitief beslag gelegd op die schaarse middelen, die nodig zijn om 34 KWh per ton te produceren. Deels tijdelijk deels definitief wordt beslag gelegd op die schaarse middelen, die verwerkt zijn in alle investeringen.

Tijdelijk beslag wordt gelegd op de oppervlakte, die de installatie bezet, welke echter vrij klein is.

- 2b. Dit is het beslag op die schaarse middelen, die bespaard worden door een verminderde produktie van ijzer en papier uit primaire grondstoffen.



De wenselijkheid van komposterende met scheiding vooraf zal verder onderzocht moeten worden.

Onze indruk is echter, dat de wenselijkheid van deze methode groter is dan de wenselijkheid indien enkel wordt gekomposteerd.

Daarbij is ook nog van belang, dat deze methode economischer is, wat blijkt uit de calculatie in bijlage 3.

Tevens benadert deze methode beter de ideale recycling.

## Hoofdstuk 8

### Samenwerking en communicatie.

Tijdens ons onderzoek is gebleken, dat twee belangrijke aspecten bij het huisafvalprobleem samenwerking en communicatie zijn.

Dit eerste begrip wordt nog te vaak verkeerd opgevat.

Samen werken is heel iets anders dan samenwerken. Aan de hand van een definitie zullen wij dit begrip zo goed mogelijk proberen weer te geven.

Samenwerken is het vrijwillig en bewust tezamen brengen van capaciteiten en/of middelen, ten einde door de gecombineerde aanwending daarvan een gemeenschappelijk resultaat te doen ontstaan dat groter is dan de som van de resultaten, die ieder voor zich had kunnen bereiken.

Het beoogde resultaat; het een oplossing vinden voor het huisafvalprobleem, zou indien dit het enig streven was geen problemen opleveren om te samenwerken.

Echter het aantal instellingen en bedrijven, dat zich bezig houdt met het zoeken naar mogelijke oplossingen voor het afvalprobleem is zo groot, dat de ene helft niet weet dat de andere bestaat.

Zo komt het voor, dat er verschillende instellingen met een zelfde onderzoek bezig zijn zonder dat zij dit van elkaar weten en erger vindt plaats, dat bedrijven dit zich wel bewust zijn maar in het geheel geen belangstelling tonen om te samenwerken en zelfs tegenwerken.

De vraag rijst dan; "waarin zijn deze bedrijven en instellingen geïnteresseerd?" Zoeken ze echt naar een oplossing voor het huisvuilprobleem of moeten we het zoeken in de richting, dat ze er alleen "brood" in zien. Dit dan figuurlijk gezien, want dat het er letterlijk inzigt, is al erg genoeg.



Ook communicatie speelt een belangrijke rol bij gesteld probleem. Het uitwisselen van alle benodigde informatie, wat eigenlijk al een onderdeel is van de ideale samenwerking, is noodzakelijk.

Recycling c.q. hergebruik vraagt in de praktijk dan ook integratie van uiteenlopende belangen. Immers het winnen en gebruiken van grondstoffen wordt uitsluitend aan het particuliere initiatief (commercie) toevertrouwd, terwijl afvalverwijdering en verwerking een collectieve verantwoordelijkheid is, die via het bestuurlijk apparaat wordt uitgevoerd (ten dienste van het algemeen belang).

Hier is dan ook een belangrijke taak weggelegd voor de overheid. Ze moet hergebruik door middel van wetgeving en voorlichting stimuleren en toezien op naleving van voorschriften, die "dumping" elimineren.