ATO

IQ-Pack

Een innovatieve recyclebare transportverpakking met dynamische vochtregulatie voor bloemen, groente en fruit

Bijlage I bij de EET subsidieaanvraag

Projectplan
Ref.nr. OPD 00/106

Vertrouwelijk



WAGENINGEN UR

ATO

IQ-Pack

Een innovatieve recyclebare transportverpakking met dynamische vochtregulatie voor bloemen, groente en fruit

Bijlage I bij de EET subsidieaanvraag

Projectplan
Ref.nr. OPD 00/106

Vertrouwelijk

ATO
Agrotechnologisch Onderzoeksinstituut
Bornsesteeg 59
Postbus 17
6700 AA Wageningen
Tel: 0317-475029
Fax:0317.475347

2405 04

Inhoudsopgave

0 Titel van het project 4

1 Samenvatting 4

2 Achtergrond van het project 6

2.1 Aanleiding van het project en probleemstelling 6

2.2 Stand der techniek op dit moment 8

3 Doel van het project 12

3.1 Beoogd resultaat 12

3.2 Strategisch belang van het project 12

3.3 Te verwerven wetenschappelijke en technische kennis 13

4 Samenwerkingsverband 20

4.1 Deelnemers 20

4.2 Structurele opzet van het samenwerkingsverband 24

5 Eerder behaalde resultaten 26

6 Uitvoering van het project 27

6.1 Aanpak 27

6.2 Taakverdeling 31

6.3 Fasering 33

6.4 Go/no go-beslissingen 34

6.5 Tijd-kostenplan 36

6.6 Derden 38

Eigendom van ATO-DLO. Niets uit dit voorstel mag worden gebruikt, vermeerderd of gedistribueerd zonder schriftelijke toestemming van ATO-DLO.

7 Bijdrage aan doelstellingen EET 39

7.1 Economisch perspectief 39

7.2 Ecologisch perspectief 42

7.3 Technologie 45

8 Literatuur 49

8.1 Octrooi-informatie 50

8.2 Verwante projecten 50

9 Appendix 1: Gedetailleerde beschrijving van de activiteiten 52

Eigendom van ATO-DLO. Niets uit dit voorstel mag worden gebruikt, vermeerderd of gedistribueerd zonder schriftelijke toestemming van ATO-DLO.

0 Titel van het project

IQ-Pack: een innovatieve recyclebare transportverpakking met dynamische vochtregulatie voor bloemen, groente en fruit.

1 Samenvatting

De moderne consument verlangt ruime keuze, gebruiksgemak, snelheid en een goede kwaliteit. Een van de gevolgen van de bovenstaande trends is dat de kwaliteitseisen die aan verse producten en het bijbehorende logistieke systeem gesteld worden steeds hoger worden. Om een houdbaarheid en kwaliteit te garanderen die voldoet aan de eisen die gesteld worden vanuit de distributie en de consument, worden diverse maatregelen genomen om de kwaliteitsachteruitgang van het product te beperken en voldoende logistieke flexibiliteit te creëren. Eén van de belangrijkste hiervan is een goede (transport)verpakking.

Bij het transport van bloemen, groenten en fruit van producent naar consument speelt de vochthuishouding een belangrijke rol. Bij een te lage relatieve vochtigheid droogt het product onacceptabel uit, terwijl bij een te hoge relatieve vochtigheid schimmels en bacteriën versneld groeien wat tot kwaliteitsachteruitgang leidt of zelfs een bedreiging voor de volksgezondheid kan vormen. Behalve de productkwaliteit beïnvloedt vocht ook de functionaliteit van de verpakking (vooral de mechanische stabiliteit). Er is dan ook een sterke behoefte aan een verpakking die dynamisch de vochthuishouding regelt en op deze manier een optimale bescherming van het product waarborgt.

Om de doelstellingen van verpakkingen convenant II te realiseren is het van belang dat nieuw te ontwikkelen verpakkingen volledig recycleerbaar zijn. Door deze hoge milieu eisen wordt de totale milieubelasting van verpakking-product combinaties echter vaak uit het oog verloren. Want behalve recycleerbaarheid zijn economische en ecologische winst op een nieuwe verpakking (in combinatie met het verse product) belangrijke voorwaarden voor succes.

In dit project zal een innovatieve volledig recycleerbare kartonnen verpakking voor groenten, fruit en bloemen ontwikkeld worden. Binnen deze verpakking wordt de vochthuishouding dynamisch gereguleerd door middel van nieuwe technologieën zoals product-specifieke absorbers, instelbare coatings en innovatieve verpakkingsontwerpen die gestuurde condensatie bewerkstelligen. De interacties tussen de wisselende relatieve vochtigheden en de transpiratie van het verpakte product enerzijds en de mechanische sterkte van de verpakking anderzijds zullen worden onderzocht en gebruikt bij de ontwikkeling van de verpakking. Ook zullen de resultaten van life cycle analyses gebruikt worden tijdens dit project. De nieuwe verpakking zal uiteindelijk leiden tot economische en ecologische winsten voor de verpakking-product combinatie in de hele keten.
Samengevat zal het nieuwe verpakkingsconcept aan de volgende criteria moeten voldoen:

- Verbetering van de productkwaliteit.
- Dynamische vochtregulatie in de verpakking die optimale condities voor het verpakte product genereert tijdens het doorlopen van de gehele keten.
- Volledig recycleerbaar.
- Verbetering van de productkwaliteit.
- Verlaging van de milieubelasting van de verpakking-product combinatie in de keten.
- Concurrerende prijs-prestatie verhouding.
- Goede interactie met de vervoersmodaliteit.

De doorbraak in verbetering van de productkwaliteit zal bewerkstelligt worden door alle technologische ontwikkelingen af te stemmen op de fysische, chemische en biologische activiteit van het verse product.

Eigendom van ATO-DLO. Niets uit dit voorstel mag worden gebruikt, vermeerderd of gedistribueerd zonder schriftelijke toestemming van ATO-DLO.

Het onderzoek naar de "verpakking van de toekomst" zal ter hand worden genomen door een uniek consortium van bedrijven met daarbij ATO als technologische kennisinstelling met grote expertise op het gebied van verse producten. Om de ontwikkeling en toepassing van de nieuwe technologie zo spoedig mogelijk te laten verlopen is er voor een ketencombinatie van toeleveranciers (Dow Chemicals), verpakkers (Kappa Packaging) en afnemers gekozen (Bloemenveiling Aalsmeer, Greenery). Tevens zullen milieuspecialisten in het consortium plaatsnemen (IVAM).

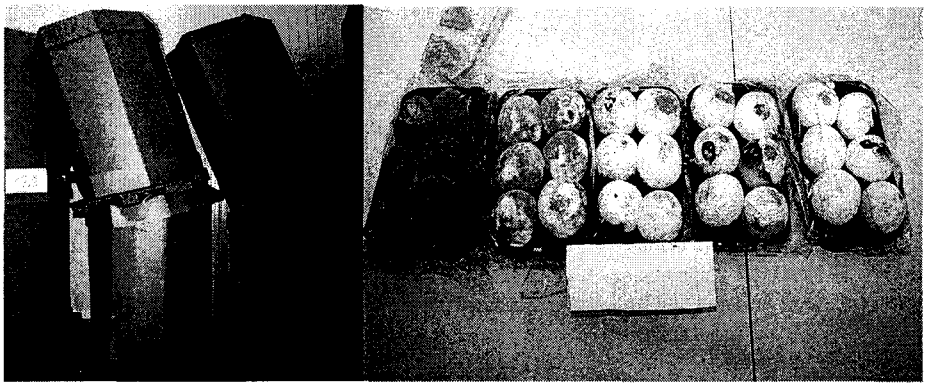
Eigendom van ATO-DLO. Niets uit dit voorstel mag worden gebruikt, vermeerderd of gedistribueerd zonder schriftelijke toestemming van ATO-DLO.

2 Achtergrond van het project

2.1 Aanleiding van het project en probleemstelling

Nederland is van oudsher een tuin- en landbouwland. Wij staan bekend om onze hoge kwaliteit land- en tuinbouwproducten en exporteren deze dan ook over de hele wereld. In 1998 werden vanuit Nederland alleen al 700.000 ton tomaten geëxporteerd welke een waarde vertegenwoordigen van fl 1,6 miljard. Jaarlijks worden er in Nederland circa 10 miljard stuks snijbloemen verhandeld. Alleen al de op de Nederlandse veilingen verhandelde rozen leveren een omzet van fl 1,3 miljard. Om een houdbaarheid en kwaliteit te garanderen die voldoet aan de eisen van de moderne consument vergt van deze zeer grootschalige een enorm goed uitgewerkt logistiek systeem in termen van traceren en volgen, productwaardering, planning en transportmedia. De grotere partijen worden vervoerd in kartonnen transportverpakkingen al dan niet op water (bloemen) en soms op ijs (groenten). Met name transport over lange afstanden geschiedt in een kartonnen verpakking. Dit betreft import vanuit Afrika, Azië en Zuid-Amerika en export naar landen in Noord-Amerika, Azië, Japan en Oost Europa.

Transport over grote afstand gaat doorgaans gepaard met een langere transportduur en dus met kwaliteitsachteruitgang, doordat agro producten onderhevig zijn aan bederf en door mechanische schade (instorten verpakking, kneuzing). Dit heeft een directe relatie met onder andere declassificatie, afkeur, beperking van vaas- of schapleven en beperking in opslagduur. Ter illustratie: slechts 40% van de druiven die in Zuid-Afrika geteeld worden, bereikt de supermarkt, de overige 60% valt uit gedurende het doorlopen van de logistieke keten. Het is duidelijk dat dit niet alleen een groot financieel probleem is, maar ook een ecologisch probleem, daar circa 60% van de energie die gestoken is in productie, verpakking en transport verspild is. *Kwaliteitsachteruitgang leidt dus direct tot economische en ecologische verliezen.*

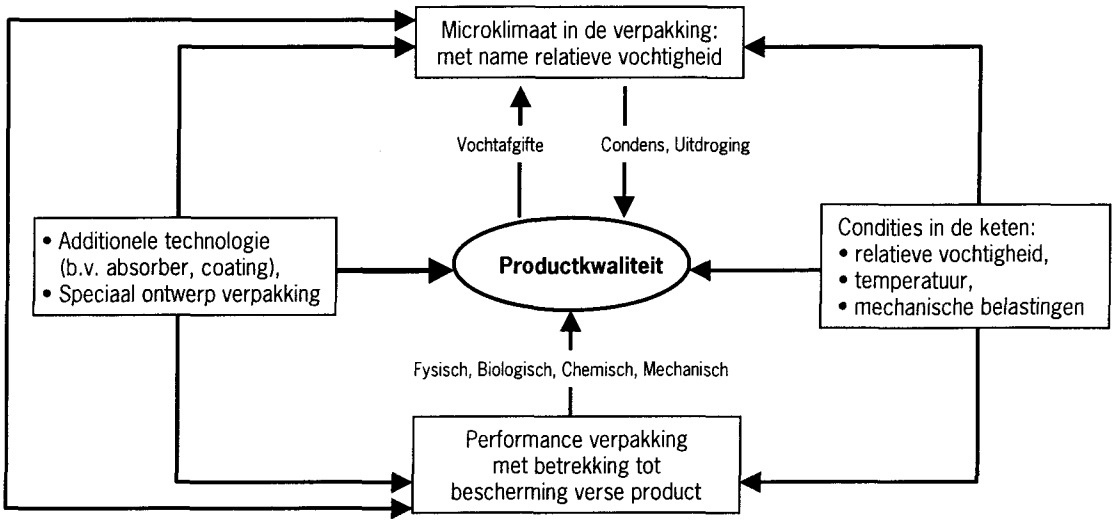


Figuur 1: Kwaliteitsachteruitgang door mechanische schade en bederf.

De verpakking kan een actieve rol spelen in de bescherming van het verse product en de kwaliteitsachteruitgang remmen en daarmee productuitval voorkomen. De verpakking kan zorgen voor een goede mechanische bescherming, voor een optimale gasatmosfeer en voor een optimale relatieve vochtigheid om de productkwaliteit te handhaven. De meeste verpakkingsinnovaties tot nu toe hebben betrekking op het al dan niet actief wijzigen van de gasatmosfeer binnen de verpakking (O_2, CO_2 concentratie). Is er relatief veel aandacht besteed aan de gashuishouding in een verpakking (bijvoorbeeld de ontwikkeling van een heel scala van barrière materialen), de vochthuishouding en de mechanische stabiliteit onder vochtige omstandigheden zijn nauwelijks onderzocht en blijven een technisch probleem. Op beide terreinen speelt vocht een cruciale rol: bij een te lage relatieve vochtigheid droogt het product onacceptabel uit, terwijl bij een te hoge relatieve vochtigheid de verpakking zijn stabiliteit verliest en schimmels en bacteriën op het product versneld groeien wat tot kwaliteitsachteruitgang leidt en zelfs een bedreiging voor de

Eigendom van ATO-DLO. Niets uit dit voorstel mag worden gebruikt, vermeerderd of gedistribueerd zonder schriftelijke toestemming van ATO-DLO.

volksgezondheid kan vormen. Schimmel speelt een belangrijke rol bij het bederf van bijvoorbeeld tomaten, druiven, aardbeien, snijbloemen en potplanten.



Figuur 2. Schematische weergave van de rol van de verpakking in relatie tot het verse product en de keten.

Er is dan ook een sterke behoefte aan een verpakking die dynamisch de vochthuishouding regelt en op deze manier een optimale bescherming van het product waarborgt. Door middel van een geavanceerd verpakkingsontwerp kan een optimaal microklimaat rond het verse product worden bereikt. Dit microklimaat kan het product beschermen tegen de vaak extreme externe invloeden tijdens het transport (met name temperatuur- en vochtfluctuaties) en kan daardoor productuitval voorkomen.

In dit project wordt een totaal nieuwe, volledig recycleerbare kartonnen transportverpakking ontwikkeld die de vochthuishouding in de verpakking optimaliseert met betrekking tot de productkwaliteit. In de verpakking moet de relatieve vochtigheid op de voor het product optimale waarde gestabiliseerd zijn. Dit betekent dat er bij een te lage relatieve vochtigheid vocht moet worden toegevoerd en dat vocht moet worden afgevoerd indien de relatieve vochtigheid te hoog is. Bovendien moet het vochtgehalte van het karton zo zijn, dat de verpakking niet destabiliseert. Totaal nieuw is de technologische benadering in dit project. Al het technologisch onderzoek zal gekoppeld worden aan de fysische, biologische en chemische parameters van het verse agro product. Het is bijvoorbeeld essentieel de vochtafgifte van het product, de alles overheersende factor, gedetailleerd te bestuderen en vervolgens de absorptie capaciteit van het karton en de absorber hierop af te stemmen. De focus van het project zal liggen op snijbloemen. De aanpak zal echter dermate conceptueel zijn dat toepassingen binnen andere sectoren (groenten, fruit, bollen) mogelijk zal zijn. De kennis bij de partners met betrekking tot het verse product zal hierbij van groot belang zijn. Er zullen innovaties plaatsvinden op het gebied van vochtabsorbers, instelbare coatings, verpakkingstechnologie en modelontwikkeling. De innovaties zullen ondersteund worden door analyses van de logistieke ketenkosten, de interactie met de vervoersmodaliteit en de milieubelasting van product en verpakking in de gehele keten. Omdat duidelijk is dat er wisselwerkingen bestaan tussen deze aspecten, is er een beslissingsondersteunend model nodig dat het mogelijk maakt gefundeerde afwegingen te maken tijdens het technologische ontwerpproces.

In de toekomst zal de in dit project opgebouwde kennis leiden tot verbeterde verpakkingsconcepten en dus tot een milieuvriendelijker en – door de verlengde houdbaarheid – flexibeler afzetketen. Kortom, een concept dat de gehele logistieke keten ondersteunt in het optimaal bedienen van haar markten over de gehele wereld tegen zo laag mogelijke kosten en een minimale milieubelasting.

Eigendom van ATO-DLO. Niets uit dit voorstel mag worden gebruikt, vermeerderd of gedistribueerd zonder schriftelijke toestemming van ATO-DLO.

2.2 Stand der techniek op dit moment

2.2.1 Algemeen

Om bloemen optimaal te beschermen is een verpakking nodig die de relatieve vochtigheid op een voor het product optimaal niveau stabiliseert, zonder dat de verpakking zelf zijn mechanische stabiliteit verliest. Op dit moment worden doorgaans PE-coatings gebruikt om de stabiliteit van de verpakking te garanderen. Doordat PE een goede barrière vormt voor vocht, kan hierdoor de relatieve vochtigheid hoog oplopen. Voor het afvoeren van vocht worden op dit moment ventilatiegaten gebruikt. Op deze manier probeert men problemen met vocht te voorkomen. Maar fundamentele kennis over de relatie tussen vocht en productkwaliteit (welke relatieve vochtigheid is optimaal voor welk product), de mogelijkheden om de relatieve vochtigheid in de verpakking te sturen en de interactie tussen de verschillende deeloplossingen ontbreekt, evenals een totaaloplossing die een optimale productkwaliteit garandeert, een goede mechanische stabiliteit combineert met een goede logistieke performance, aansluit op de vervoersmodaliteit en de milieubelasting van verpakking en product in de keten omlaag brengt.

2.2.2 Productkwaliteit

Hoewel er al veel onderzoek gedaan is naar de kwaliteit van verse agro producten onder gewijzigde gascondities (verlaagde zuurstof concentratie, verhoogde kooldioxide concentratie, invloed ethyleen), is de hoeveelheid wetenschappelijk onderzoek naar de relatie tussen relatieve vochtigheid en de kwaliteit van verse producten in het algemeen en snijbloemen in het bijzonder beperkt. Gegevens over hoe de relatieve vochtigheid de kwaliteitsachteruitgang door uitdroging en schimmelaantasting beïnvloedt, zijn schaars. Ook is weinig bekend over de mechanismen die de vochtafgifte van het product bepalen. Deze gegevens zijn nodig om te bepalen hoeveel vocht er uit de verpakking moet worden afgevoerd.

Ook de modelmatige kwantificering van de invloed van vochtcondities is zeer beperkt. Uit eerder onderzoek is wel bekend dat de kwaliteit van bederfelijke producten gekwantificeerd kan worden met behulp van een model dat de invloed van de omgevingsfactoren op de kwaliteit weergeeft. In dit model is echter alleen de invloed van initiële kwaliteit en temperatuur expliciet meegenomen, Andere factoren die invloed hebben op de productkwaliteit kunnen aan het model toegevoegd worden, maar zijn nog niet gekwantificeerd. Een voor dit project essentiële beperking is echter dat de meeste inzichten en resultaten gebaseerd zijn op experimenten waarbij constante condities werden opgelegd aan producten. Om de kwaliteit in een verpakking te kunnen voorspellen, zal kennis moeten worden verworven betreffende de invloed op de kwaliteit van veranderende omgevingsfactoren zoals die optreden in de keten.

2.2.3 Verpakkingstechnologie

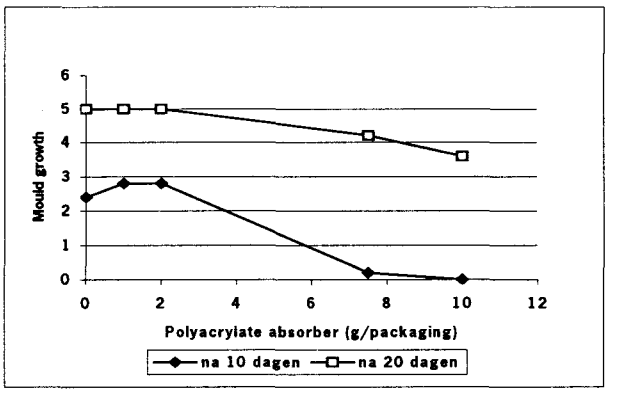
Zoals al eerder opgemerkt is, is het essentieel dat de verpakking de kwaliteitsachteruitgang van het product door middel van een optimaal microklimaat remt, en het product een voldoende bescherming tegen mechanische belastingen tijdens de transport biedt. In beide gevallen speelt de vocht een belangrijke rol: de verpakking moet een optimale vochthuishouding waarborgen zodat binnen de verpakking het optimale microklimaat heerst. Verder moet de verpakking zelf tegen vocht worden beschermd, omdat de mechanische sterkte van de verpakking afhankelijk is van de vochtgehalte van het karton. Voor huidige verpakkingen worden polyethyleen (PE) en polyacrylaat coatings toegepast, om het karton tegen vocht te beschermen, zodat een voldoende mechanische prestatie onder vochtige omstandigheden wordt bereikt. Deze coatings voorkomen een voldoende vochtafvoer door permeatie van waterdamp door de verpakking: het is noodzakelijk ventilatiegaten aan te brengen, om de vochtopbouw in verpakkingen te beperken. De combinatie van waterdamp ondoorlatende coatings en ventilatiegaten heeft echter een aantal nadelen: de huidige coatings veroorzaken vaak problemen bij het recyclen van de verpakking. Verder is voor een productspecifieke vochtbeheersing met ventilatiegaten ook een productspecifieke controle van

Eigendom van ATO-DLO. Niets uit dit voorstel mag worden gebruikt, vermeerderd of gedistribueerd zonder schriftelijke toestemming van ATO-DLO.

luchtstroming en relatieve vochtigheid tijdens opslag en transport nodig. Dit kan al moeilijk worden, als kartonnen dozen met ventilatiegaten op een pallet zijn gestapeld: de vochtafvoer vanuit een doos hangt dan al van de positie van de doos in de pallet. Kortom: het is met de huidige verpakkingsoplossing technisch bijna onmogelijk, een voor het product optimale relatieve vocht in de verpakking te bereiken.

Een mogelijke oplossing biedt een op het product afgestemde keuze van verpakking, coating en absorber, zodat de verpakking actief de optimale vocht regelt. Hiervoor zijn instelbare coatings en interactieve absorbers noodzakelijk, die op dit moment voor verpakkingsoplossingen niet beschikbaar zijn: de waterdampdoorlaatbaarheid van de op dit moment toegepaste coatings is niet instelbaar. Er zijn wel polymeren met een hogere waterdampdoorlaatbaarheid én een goede barrière tegen contact water bekend. Voorbeelden van deze materialen zijn: Goretex®, Sympatex® en Pebax films. Deze materialen worden op dit moment nog niet in verpakkingen toegepast, maar de technologie achter deze materialen biedt mogelijkheden verpakkingen te ontwerpen die beter afgestemd zijn op verse producten.

Er worden wel droogmiddelen zoals silica gel toegepast voor producten die geen transpiratie vertonen (elektronische apparatuur of droge levensmiddelen zoals Sushi bladen). De toepasbaarheid van silica gel in groente en fruit verpakkingen is in een verkennend studie bij ATO onderzocht: deze droogmiddelen zijn niet voor transpirerende producten geschikt, omdat ze initieel de vocht te sterk verlagen, en daarop te snel verzadigen. Deze studie heeft ook aangetoond, dat polyacrylaat absorber in potentie geschikt zijn, om vocht in verpakkingen voor groente en fruit te controleren. Polyacrylaat absorbers kunnen een grote absolute hoeveelheid waterdamp absorberen uit de lucht in de verpakking, kunnen de relatieve vochtigheid stabiliseren op lagere niveaus en kunnen op deze manier de uitgroei schimmel op het product verminderen.



Figuur 3: Effect van verschillende hoeveelheden polyacrylaat absorber op schimmelgroei op trostomaten.



Figuur 4: Ventilatiegaten in een transportverpakking met anjers.

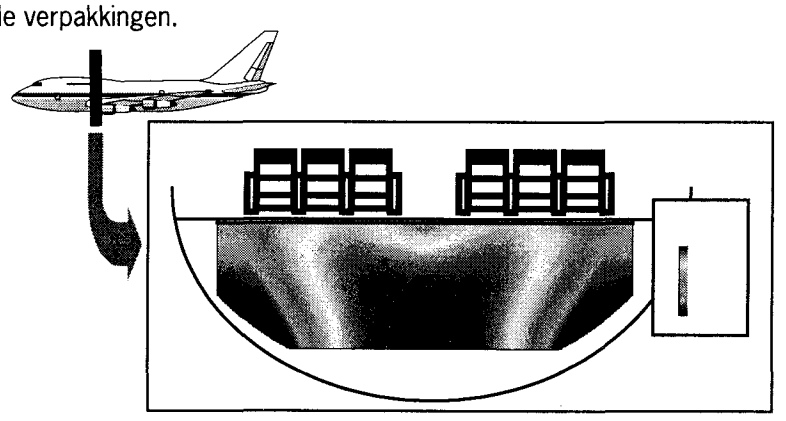
De hierboven genoemde mechanismen zijn erop gericht de relatieve vochtigheid in de verpakking te optimaliseren ten opzichte van de eisen die het verse product stelt, wat tevens de kern is van het onderhavige project. Over het algemeen zal deze optimalisatie er toe leiden dat de verpakking onder relatief vochtige omstandigheden moet functioneren. In de praktijk betekent dit dat 'betere'

Eigendom van ATO-DLO. Niets uit dit voorstel mag worden gebruikt, vermeerderd of gedistribueerd zonder schriftelijke toestemming van ATO-DLO.

grondstoffen, zwaardere materialen en vochtwerende coatings gebruikt worden om de verpakking voldoende mechanische performance te geven. Hoewel ontwikkelingen op mechanisch gebied niet tot de kern van dit project behoren is het noodzakelijk kennis op te bouwen over de relatie tussen microklimaat en de mechanische eigenschappen van verpakkingen. Een vooronderzoek bij ATO heeft experimentele gegevens opgeleverd over de absorptie- en diffusiekarakteristieken van één type karton. Bovendien is een fundamenteel fysisch model ontwikkeld dat het transport van waterdamp in en door karton beschrijft. Dit onderzoek zal verder uitgebreid moeten worden voor de innovatieve verpakkingsconcepten die in dit project onderzocht worden. Tevens zal een koppeling gemaakt moeten worden tussen vochtgehalte en mechanische eigenschappen van de verpakking.

2.2.4 Logistiek

Om de logistieke ketenperformance van een nieuwe verpakking te kwantificeren moeten de (logistieke) kosten en baten van een product in kaart gebracht worden. Dit kan met reeds bestaande modellen. Daarnaast moet echter ook duidelijk worden hoe een verpakking aansluit op de bestaande logistieke faciliteiten zoals de vervoersmodaliteit en bestaande koelsysytemen. Naast vocht heeft immers de temperatuur een bepalende invloed op de productkwaliteit. In de huidige verpakkingen die zo zijn ontworpen dat de inhoud snel afkoelt, is de relatieve vochtigheid niet van binnen uit te sturen. Terwijl verpakkingen die relatief dicht zijn, wat mogelijkheden biedt de relatieve vochtigheid van binnenuit te sturen, moeilijk te koelen zijn. Ook de manier waarop verpakkingen op een pallet gestapeld zijn, heeft invloed op de toe- of afvoer van vocht en het afkoelen van de verpakkingen.



Figuur 5: Temperatuurverdeling in het laadruim tijdens luchttransport van pallets met dicht opeen gestapelde bloemendozen. Rood: 20 °C, donkerblauw: -5 °C.

Hoewel er de laatste decennia veel aandacht is besteed aan en kapitaal is geïnvesteerd in de aanschaf van klimaatsystemen, is er vaak een sterke discrepantie tussen de goed geregelde condities van de circulerende lucht en de lucht binnen pallets, door de geringe luchtdoorlaatbaarheid van op pallets gestapelde dozen met product. Uit voorgaand onderzoek is bijvoorbeeld gebleken dat tijdens luchttransport van bloemen door te compacte stapeling de temperatuur van de bloemen op kan lopen tot 20 °C, ondanks een temperatuurinstelling van 5 °C in het laadruim (zie Figuur 5). Gegeven dat de optimale bewaartemperatuur voor bijvoorbeeld rozen 1 °C is, betekent zo'n hoge producttemperatuur een ongewenst sterke achteruitgang in productkwaliteit. Het is dus van cruciaal belang dat bij het ontwikkelen van nieuwe verpakkingen de aansluiting op logistieke faciliteiten wordt onderzocht en meeweegt in de beoordeling.

2.2.5 Milieubelasting.

Uit het voorgaande blijkt dat er verschillende mogelijkheden zijn om in te spelen op de vochtbehoefte van verse producten, waardoor deze producten langer de gewenste kwaliteit behouden. In eerste instantie denkt men dat de benodigde toevoegingen aan de verpakking een nadelig effect op de kosten en de milieubelasting van de verpakking zullen hebben. Hierbij gaat

Eigendom van ATO-DLO. Niets uit dit voorstel mag worden gebruikt, vermeerderd of gedistribueerd zonder schriftelijke toestemming van ATO-DLO.

men vooral uit van de recycleerbaarheid van de verpakking (zoals bijvoorbeeld in het convenant verpakkingen). Echter, slechts een deel van de impact die een verpakking heeft op het milieu wordt weerspiegeld in de recycleerbaarheid ervan. Het is realistischer om de milieubelasting van de verpakking-product combinatie te bekijken in de keten. Een voorbeeld dat de meerwaarde van deze benadering duidelijk aantoont is een kartonnen recycleerbare paprika verpakking recent ontwikkeld door Kappa Packaging en ATO. Door een coating aan te brengen en het ontwerp van de verpakking te veranderen wordt een gemodificeerde atmosfeer in de verpakking gecreëerd waardoor de paprika's twee weken langer houdbaar blijven. Het is daardoor nu mogelijk paprika's per schip naar de VS te transporteren in plaats van per vliegtuig. De totale milieubelasting van de keten-verpakking-product combinatie is daarmee aanzienlijk verminderd. Op dit moment is er echter nog geen instrument voorhanden waarmee deze afweging in de conceptuele fase gemaakt kan worden.

De milieugerichte levenscyclusanalyse (LCA) zoals in 1992 beschreven door het Centrum voor Milieukunde in Leiden is de best beschikbare en internationaal geaccepteerde methodiek om de milieubelasting van een product te kwantificeren. Momenteel wordt de laatste hand gelegd aan een update van deze methodiek, die naar verwachting najaar 2000 in rapportvorm beschikbaar komt. Inhoudelijk zijn de meeste onderdelen reeds vastgelegd, waarbij IVAM Environmental Research betrokken is. Er zijn instrumenten, zoals SimaPro die gebruikt kunnen worden door ontwerpers met kennis van de levenscyclusanalyse methodiek. In de praktijk blijken deze voor ontwerpers minder geschikt vanwege de complexiteit, benodigde kennis en data. Eenvoudiger hulpmiddelen, zoals bijvoorbeeld Eco-it, zijn minder geschikt voor het juist in beeld brengen van de complexe keten die in dit onderzoek centraal staat. Standaard wordt de milieubelasting van een verpakking van de productiefase tot en met de afvalfase beoordeeld, maar niet de milieubelasting van verpakking en verpakt product samen in de keten. Speciaal voor het onderhavige project zal dus een aangepaste LCA methodiek ontworpen moeten worden waarin verpakking en product wel samen beoordeeld worden in de gehele keten.

2.2.6 Beslissingsondersteunend model

Gezien de complexiteit van het probleem, waarbij in de ontwerpfase van een verpakking rekening moet worden gehouden met de vochtbehoefte van het verpakte product, de mechanische stabiliteit van de verpakking, de logistieke ketenkosten, de interactie met de vervoersmodaliteit en andere logistieke faciliteiten en de milieubelasting van verpakking en product in de keten, is een beslissingsondersteunend model noodzakelijk. Dit model moet het mogelijk maken fundamentele en gedegen keuzes te maken in het ontwerpproces. Zo'n beslissingsondersteunend model bestaat tot op heden niet.

Eigendom van ATO-DLO. Niets uit dit voorstel mag worden gebruikt, vermeerderd of gedistribueerd zonder schriftelijke toestemming van ATO-DLO.

3 Doel van het project

3.1 Beoogd resultaat

Dit project beoogt het ontwerpen van een innovatieve volledig recycleerbare kartonnen verpakking die de vochthuishouding binnen de verpakking dynamisch controleert: in het geval van een overmaat aan vocht wordt vocht afgevoerd en in het geval van een tekort aan vocht, wordt vocht toegevoerd. Bij het ontwerp van deze verpakking wordt rekening gehouden met de interacties tussen vochthuishouding en productkwaliteit en tussen vochthuishouding en mechanische stabiliteit, omdat de vochthuishouding binnen de verpakking een directe invloed heeft op de kwaliteit van het verpakte product en omdat de mechanische stabiliteit van de verpakking afhangt van de vocht condities binnen en buiten de verpakking. De beoogde verpakking levert zowel een ecologische als een economische winst op voor de hele keten van een verpakking-product combinatie. Samengevat zal het nieuwe verpakkingsconcept aan de volgende criteria moeten voldoen:

- Verbetering van de productkwaliteit.
- Dynamische vochtregulatie in de verpakking die optimale condities voor het verpakte product genereert en zijn mechanische stabiliteit behoudt tijdens het doorlopen van de gehele keten.
- Volledig recycleerbaar.
- Verlaging van de milieubelasting van de verpakking-product combinatie in de keten.
- Concurrerende prijs-prestatie verhouding.
- Goede interactie met de vervoersmodaliteit.

Het onderzoek naar de "verpakking van de toekomst" zal ter hand worden genomen door een consortium van bedrijven met daarbij ATO en technologische kennisinstellingen. Om de ontwikkeling en toepassing van de nieuwe technologie zo spoedig mogelijk te laten verlopen is er voor een ketencombinatie van toeleveranciers, verpakkers en afnemers gekozen. Tevens zullen milieuspecialisten in het consortium plaatsnemen.

3.2 Strategisch belang van het project

Er is grote behoefte aan een nieuwe, breed toepasbare generatie innovatieve verpakkingen met een hoge ecologische en economische toegevoegde waarde. Het huidige onderzoek naar verpakkingen vindt steeds plaats op deelgebieden waardoor er sub-optimale oplossingen ontstaan. Slechts deelaspecten worden geoptimaliseerd en de interactie blijft onderbelicht. Een centraal probleem bij de ontwikkeling van een milieuvriendelijke volledig recycleerbare transportverpakking voor verse producten is de vochthuishouding. Recycleerbare kartonnen verpakkingen voor verse producten kunnen de gewenste productkwaliteit en mechanische sterkte niet altijd garanderen door de oncontroleerbare vochthuishouding. Enerzijds moet het vocht afgevoerd worden om condens op het product en vochtadsorptie door het karton te voorkomen. Anderzijds, moet de relatieve vochtigheid in de verpakking hoog genoeg blijven om uitdroging van het product te voorkomen. Extra complex wordt het doordat de externe omgeving invloed heeft op temperatuur en relatieve vochtigheid en dus op condensvorming en uitdroging. Het vochtprobleem leidt tot productuitval en in sommige gevallen zelfs tot de noodzaak recycleerbare kartonnen verpakkingen door kunstof verpakkingen te vervangen. Een integraal onderzoek naar alle interacties tussen product, verpakking en omgeving is dan ook noodzakelijk.

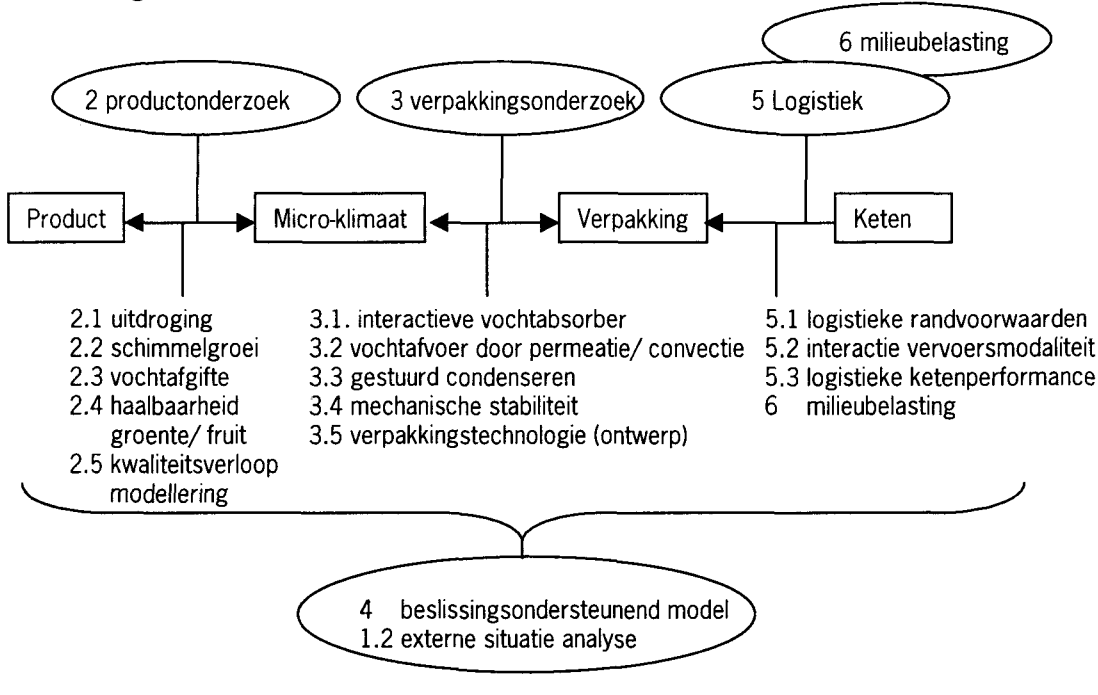
Onderhavig project is niet alleen technologisch van strategisch belang, het is ook van groot economisch belang. Nederlandse telers komen steeds meer onder druk te staan om ook op verre markten goedkopere producten met hoge kwaliteit af te zetten. Zo zijn Noord Amerikaanse telers in staat zeer goede producten te telen, waardoor Nederlandse telers markt dreigen te verliezen. Wil Nederland ook in de toekomst nog een belangrijke economische speler zijn, dan zullen er

Eigendom van ATO-DLO. Niets uit dit voorstel mag worden gebruikt, vermeerderd of gedistribueerd zonder schriftelijke toestemming van ATO-DLO.

nieuwe logistieke kanalen ontgonnen moeten worden waarmee goedkoop en ecologisch verantwoord producten op verre markten afgezet kunnen worden. Voor de toekomst van de Nederlandse export is het derhalve belangrijk nu een strategisch fundament te leggen voor een nieuwe generatie transportverpakkingen.

3.3 Te verwerven wetenschappelijke en technische kennis

Zoals eerder opgemerkt zijn er op dit moment verschillende mogelijkheden om de relatieve luchtvochtigheid in verpakkingen te sturen. Aan de verpakking kunnen absorbers worden toegevoegd, het karton kan voorzien worden van een coating met een bepaalde vochtbarrière en in de verpakking kunnen ventilatiegaten worden aangebracht. In de meeste gevallen zijn deze oplossingen echter niet toereikend. Absorbers zijn doorgaans te snel verzadigd of ze nemen zoveel vocht op dat het product uitdroogt. Met coatings kan de hoeveelheid vocht die een verpakking verlaat enigszins gestuurd worden, maar over het algemeen is de doorlaatbaarheid voor waterdamp niet instelbaar. Dit is echter wel noodzakelijk, omdat ieder product een ander microklimaat behoeft en een typische vochtafgifte heeft. Ventilatiegaten tenslotte, hebben als nadeel dat het verpakte product snel uitdroogt, dat de performance afhangt van de manier waarop de verpakkingen gestapeld zijn en dat er geen controle is over de toe- of afvoer van vocht, omdat deze afhangen van de condities in de keten.



Figuur 6: Overzicht van de onderzoeksvelden waarop het project IQ-Pack betrekking heeft. De getallen verwijzen naar de verschillende deelprojecten (zie Hoofdstuk 5).

Om een optimale technologische oplossing te ontwikkelen, moet fundamentele kennis beschikbaar zijn over (zie Figuur 6):

- **Productkwaliteit.** Wat is de relatie tussen productkwaliteit en relatieve vochtigheid? Wanneer treedt uitdroging op en onder welke omstandigheden leidt het optreden van condens tot een onaanvaardbare schimmelaantasting? Welke mechanismen sturen de vochtafgifte van het product?
- **Verpakkingstechnologie.** Hoe kan in de verpakking een voor het product optimaal microklimaat gerealiseerd worden, zonder dat de verpakking zijn mechanische stabiliteit verliest?
- **Logistiek.** Wat is de interactie tussen de verpakking en de vervoersmodaliteit (vrachtwagen, container, vliegtuig)? Hoe beïnvloedt de vervoersmodaliteit de functionaliteit van de verpakking

Eigendom van ATO-DLO. Niets uit dit voorstel mag worden gebruikt, vermeerderd of gedistribueerd zonder schriftelijke toestemming van ATO-DLO.

met betrekking tot productbescherming en hoe presteert de nieuwe verpakking qua logistieke performance (kosten baten analyse)?
- **Milieubelasting.** Hoe presteert de nieuwe verpakking qua milieubelasting, als verpakking en product in de keten gezamenlijk beoordeeld worden.
- **Beslissingsondersteunend model.** Wat is de interactie tussen alle bovengenoemde fysische, chemische, biologische, mechanische en logistieke processen.

3.3.1 Productkwaliteit

Omdat de hoeveelheid wetenschappelijk onderzoek naar de relatie tussen relatieve vochtigheid en de kwaliteit van verse producten in het algemeen en snijbloemen in het bijzonder, beperkt is en de gegevens over hoe de relatieve vochtigheid de productkwaliteit beïnvloed door uitdroging en schimmelaantasting schaars zijn, wordt in het onderhavig project onderzoek verricht naar deze aspecten. Het is duidelijk dat deze kennis cruciaal is voor het ontwerpen van een verpakking die inspeelt op de vochtbehoefte van het product.

De hoeveelheid vocht die uit de nieuwe verpakking moet worden afgevoerd hangt ook af van de vochtafgifte van het verpakte product. Er is dus inzicht nodig in de mechanismen die de vochtafgifte van het product bepalen. De rol van de waterdamp spanning rondom het product moet duidelijk worden. Er zijn echter meer aspecten die mogelijk van belang zijn.Uit recent onderzoek aan bloembollen (ATO, niet gepubliceerd) en aardappelplanten (Wheeler et a., 1999) blijkt dat hoge kooldioxide concentraties voor een onverwacht grote afgifte van waterdamp kunnen zorgen. De centrale hypothese is dat concentraties hoger dan 1% de stomata (huidmondjes) ontregelen en permanent open doen staan. Door de ademhaling van het verpakte product zijn concentraties hoger dan 1% gebruikelijk in een gesloten verpakking. Producten waarbij dit effect een rol kan spelen zijn o.a. bloemen en bladgroente (sla, andijvie). Onderzoek zal zich moeten richten op de gevoeligheid van producten voor kooldioxide, en eventueel op het laag houden van de kooldioxideconcentratie in de verpakking. Ook teeltcondities hebben invloed op het openen en sluiten van de stomata en dus op de vochtafgifte van het product. Normaalgesproken is er bij planten (en ook geoogste bloemen) sprake van een dag-nacht ritme. Overdag zijn de stomata open, en 's nachts zijn ze dicht. Bij rozen die geteeld zijn onder weinig licht, of zijn bijbelicht, sluiten de stomata niet volledig in het donker. Dit kan leiden tot extra vochtverlies. Een oplossing is het gedurende enkele uren toedienen van een hoge lichtintensiteit voor de oogst (Blom-Zandstra et al., 1995). Dit wordt echter niet standaard gedaan. Relevant voor onderzoek aan rozen (en wellicht ook andere bloemen) is kennis van de voorgeschiedenis. De voorgeschiedenis bepaalt de vochtafgifte en wellicht de gevoeligheid voor kooldioxide. Om bijvoorbeeld een verpakking voor rozen te maken die jaarrond te gebruiken is, moet dit soort informatie meegenomen worden.

Om de productkwaliteit mee te kunnen nemen in het beslissingsondersteunend model, moet de productkwaliteit gekwantificeerd worden met behulp van een model dat de invloed van de omgevingsfactoren op de kwaliteit weergeeft. Een te hoge relatieve vochtigheid kan bijvoorbeeld schimmelgroei bevorderen, terwijl een te lage vochtigheid uitdroging veroorzaakt. Beide hebben een nadelig invloed op de productkwaliteit. Een hoge temperatuur versnelt het metabolisme van een product waardoor het sneller veroudert. Een verhoogde kooldioxide concentratie verlaagt het metabolisme waardoor het product trager veroudert, maar zou ook de vochtafgifte kunnen vergroten, waardoor het product sneller uitdroogt. Om de kwaliteit in een verpakking te kunnen voorspellen, zullen bestaande modellen aangevuld moeten worden met de invloed van vocht en veranderende omgevingsfactoren op de kwaliteit.

- *Te verwerven wetenschappelijke kennis voor verse producten.*
  Met name de relatie tussen de relatieve luchtvochtigheid, temperatuur, vochtafgifte en kwaliteitsverlies (uitdroging, vaasleven, schimmel, etc.) van snijbloemen tijdens de bewaring wordt gekwantificeerd. Wetenschappelijk onderzoek moet aantonen onder welke omstandigheden en binnen welke tijdsspanne significant kwaliteitsverlies van de bloemen optreedt en hoe dit door een optimaal microklimaat in een verpakking voorkomen kan worden. Hierbij wordt zowel constante als variërende temperatuur en relatieve

Eigendom van ATO-DLO. Niets uit dit voorstel mag worden gebruikt, vermeerderd of gedistribueerd zonder schriftelijke toestemming van ATO-DLO.

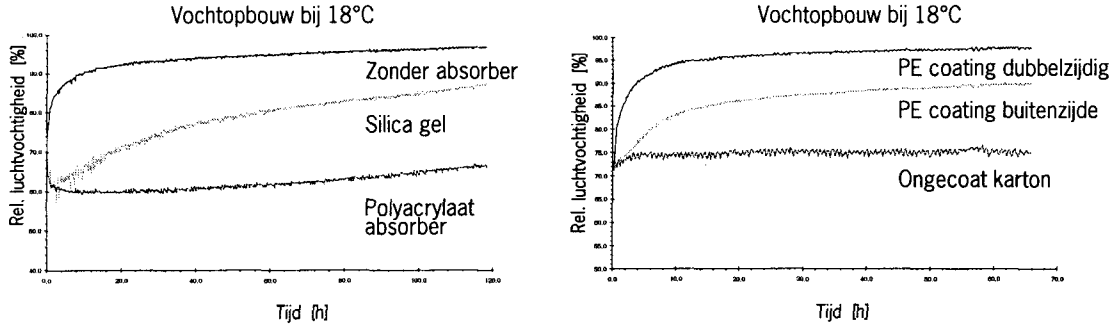
luchtvochtigheid beschouwd. Ook moet de invloed van de teeltcondities en de kooldioxide concentratie worden meegenomen. Alles wordt beschreven in een uitgebreid wiskundig model. Tenslotte wordt, om de toepasbaarheid van de verworven kennis te verbreden, ook wetenschappelijk onderzocht of de generieke conceptuele kennis verworven voor snijbloemen in concept ook geldig is voor groenten en fruit.

3.3.2 Verpakkingsonderzoek

In principe zijn er drie mogelijkheden de vochthuishouding in verpakkingen te beheersen:
1. vocht kan binnen de verpakking chemisch of fysisch worden gebonden door een absorber;
2. vocht kan door permeatie (coatings) of convectie (ventilatiegaten) uit de verpakking worden afgevoerd; en
3. vocht kan gecontroleerd gecondenseerd worden (het principe van een 'koude val') en dan worden afgevoerd.

Deze technieken worden in drie deelprojecten separaat onderzocht, en in een daaropvolgend deelproject individueel en in slimme combinaties in verpakkingen toegepast en getest, zodat de voor de vochtbehoefte van een vers product optimale microklimaat in een verpakking wordt bereikt.

Haalbaarheidsonderzoek bij ATO heeft aangetoond dat er grote mogelijkheden zijn om met absorbers de relatieve vochtigheid te sturen in een verpakking met transpirerend product (zie Figuur 7). In dit project zal Dow Chemicals samen met ATO absorbers ontwikkelen met een instelbare absorptiesnelheid en capaciteit om de waterdampspanning in verpakkingen met transpirerende producten te kunnen sturen. Tevens zal door Kappa Packaging gekeken worden hoe deze absorbers het best te integreren zijn in een slimme verpakking. Daartoe zullen eerst diverse fundamentele inzichten moeten worden opgedaan.



Figuur 7: Links: Invloed van verschillende absorbers op de relatieve vochtigheid in een verpakking met transpirerend product. Rechts: Invloed van verschillend aangebrachte coatings op de relatieve vochtigheid in een verpakking met transpirerend product.

- *Te verwerven wetenschappelijke kennis voor absorbers.*
  Opbouw van fundamenteel inzicht in de bepalende mechanismen voor de absorptiesnelheid dm^{H2O}/dt (p_{H2O}, $m^{H2O}{}_{max}$, T) als functie van de partiële waterdampdruk, de mate van verzadiging en de temperatuur en absorptiecapaciteit $m^{H2O}{}_{max}$ (p_{H2O}, T) als functie van de partiële waterdampdruk en de temperatuur. Onderzoek zal verricht worden naar mogelijkheden om dm^{H2O}/dt and $m^{H2O}{}_{max}$ te sturen (aan te passen aan de vochtafgifte van het verse product) door de samenstelling of de structuur van de absorber aan te passen (bijvoorbeeld door zouten toe te voegen en door het gebruik van specifieke membranen). Alle kennis en inzichten wordt beschreven in een theoretisch model dat gebruikt kan worden om de absorberkarakteristieken en absorberactiviteit te voorspellen. Afsluitend zal worden onderzocht in hoeverre absorbers kunnen worden geïntegreerd in verpakkingsmaterialen (b.v. coatings en films).

Eigendom van ATO-DLO. Niets uit dit voorstel mag worden gebruikt, vermeerderd of gedistribueerd zonder schriftelijke toestemming van ATO-DLO.

Een absorber alleen is niet voldoende om het microklimaat te optimaliseren. Een absorber verlaagt de relatieve vochtigheid door vocht te binden, het afvoeren van vocht door convectie en permeatie is een andere mogelijkheid om de relatieve vochtigheid te sturen (zie Figuur 7). Kappa Packaging, Dow Chemicals en ATO zullen transportmechanismen voor water en waterdamp in verpakkingen onderzoeken. Onderzocht wordt waarom bepaalde coatings een zekere performance geven (fundamenteel inzicht in de fysisch-chemische afstotingseigenschappen van coatings). Tevens zullen nieuwe coatings ontwikkeld worden die het transport van waterdamp sturen. In het project moeten coatings ontwikkeld worden met een instelbare, vochtafhankelijke relatief lage barrière tegen waterdamp, maar een uitstekende constante barrière tegen contact water. Daartoe zal fundamenteel naar het diffusie en absorptiegedrag van water gekeken moeten worden. Uitgangspunt voor dit onderzoek kunnen materialen zoals Goretex®, Sympatex® en Pebax films zijn. De technologie achter deze materialen biedt mogelijkheden verpakkingen te ontwerpen met optimale eigenschappen voor verse agro producten. Omdat de condities tijdens transport en opslag kunnen variëren, zal een coating die op verschillende condities flexibel reageert uitermate geschikt zijn (b.v. materialen die condens van binnen de verpakking afvoeren, maar de verpakking vanuit buiten tegen vocht beschermen; een coating die zijn waterdampdoorlaatbaarheid aan de behoefte van het product aanpast). Mogelijkheden bieden materialen waar de waterdampdoorlaatbaarheid van het vochtgehalte afhangt.

- *Te verwerven wetenschappelijke kennis voor afvoer van vocht door permeatie of convectie.*
  Op materiaalniveau zal onderzoek verricht worden naar:
  - Waterdampdoorlaatbaarheid van karton, gecoat karton, en mogelijke additieven voor verschillende vochtgradiënten en vochtgehalte van coating en karton. Onderzoek naar high performance coatings, met voorspelbare en instelbare waterdampdoorlaatbaarheid.
  - Onderzoek naar coatings met een vochtafhankelijke functionaliteit.
  - Op verpakkingsniveau wordt onderzoek verricht naar de fysische mechanisme die de vochtdoorlaatbaarheid en absorptie bepalen. Tevens zal gekeken worden naar de bijdrage aan de totale massastroom van permeatie door het verpakkingsmateriaal en convectie en diffusie door het constructie lek van de verpakking. Tenslotte zal alle opgedane kennis worden beschreven in een theoretisch model dat kan worden gebruikt om de waterdamptransport in gesloten verpakkingen voor verschillende materialen en verschillende omgevingscondities te simuleren.

Behalve met absorbers en coatings is een alternatieve manier om vocht uit een verpakking te verwijderen gestuurde condensatie. Door vocht op een vaste plek in de verpakking te laten condenseren, wordt voorkomen dat er water condenseert op het verpakte product en dat water op willekeurige plekken de mechanische stabiliteit van het karton aantast. Condensatie kan bijvoorbeeld gestuurd worden door gebruik te maken van een koude val, een techniek die in de vacuümtechniek wordt toegepast om gasvormige stoffen door middel van condens te verwijderen. In verpakkingen wordt deze techniek tot nu toe nog niet toegepast. Verder kan condensatie bevorderd worden door condensatiekiemen. De tegengestelde techniek wordt in anti-condens materialen toegepast. ATO en Kappa Packaging zullen de mogelijkheden van gestuurde condensatie in dit project onderzoeken. Dit onderzoek zal ook fundamenteel inzicht geven in het verband tussen temperatuur- en vochthuishouding in verpakkingen en in de ruimtelijke verdeling van absorptie en condens.

- *Te verwerven wetenschappelijke kennis voor gestuurd condenseren*
  Om condensvorming op het product te voorkomen door gecontroleerde condens op condensatiekiemen of op een koud oppervlak, moet wetenschappelijke kennis verworven worden over condensatiemechanismen en materialen die geschikt zijn als condensatiekiemen en moet onderzoek gedaan worden naar de invloed van een koud oppervlak en/of een temperatuurgradiënt op de vochthuishouding en condens in een verpakking. Verder zal naar de ruimtelijke verdeling van vochtabsorptie en condens in verpakkingen worden gekeken, en in hoeverre deze verdeling wordt

Eigendom van ATO-DLO. Niets uit dit voorstel mag worden gebruikt, vermeerderd of gedistribueerd zonder schriftelijke toestemming van ATO-DLO.

beïnvloed door temperatuurgradiënten en verpakkingsontwerp. Experimenteel kan een locale afkoeling door middel van een Peltier element worden gerealiseerd en condens kan worden gedetecteerd door middel van verlaging van de elektrische oppervlakteweerstand. In een vervolgstap zal worden onderzocht, hoe gecontroleerde condens in verpakkingen door doosontwerp en actieve elementen (b.v. endotherm oplossende hygroscopische zouten) kan worden gerealiseerd.

Zoals eerder opgemerkt is het noodzakelijk de vochtafgifte van het verse product en de absorptie van het verpakkingsmateriaal te koppelen aan het mechanisch gedrag van de verpakking om echt een significante stap voorwaarts te maken binnen de verpakkingstechnologie. De mechanische sterkte van een kartonnen verpakking wordt doorgaans bepaald door experimenteel de compressiesterkte te bepalen. Er is door diverse onderzoekers in de wereld al gewerkt aan de ontwikkeling van mechanische modellen om de compressiesterkte van kartonnen verpakkingen te voorspellen. Deze wiskundige modellen hebben echter alleen betrekking op verpakkingen onder standaard condities (23 graden Celsius, 50% relatieve vochtigheid). Bovendien moet er fundamenteel nieuwe experimentele technieken ontwikkeld worden om de relevante materiaal parameters voldoende nauwkeurig te bepalen. Kappa Packaging zal fundamenteel onderzoek verrichten naar de materiaaleigenschappen van papier en karton en hun relatie met de compressiewaarde en de relatieve vochtigheid. ATO zal modellen ontwikkelen om de compressiesterkte van verpakkingen onder niet standaard omstandigheden te kunnen beschrijven Bovendien moet ook rekening gehouden worden met het effect van kruip, dat wil zeggen irreversibele plastische vervorming ten gevolge van een statische belasting, waarbij opgemerkt dient te worden dat een variërende relatieve vochtigheid kruip versterkt.

- *Te verwerven wetenschappelijke kennis voor mechanische performance onder vochtige condities*

  De absorptiekarakteristieken van papier en karton (absorptiesnelheid dm^{H2O}/dt (p_{H2O}, T) als functie van partiële waterdampdruk en T, verzadigingsgraad $m^{H2O}{}_{max}$ (p_{H2O}, T) als functie van partiële waterdampdruk en T) zijn bepalend voor de mechanische sterkte van het materiaal. Deze eigenschappen worden experimenteel voor de beoogde materialen bepaald.
  Tevens zal een theoretisch model ontwikkeld worden dat absorptie en diffusie karakteristieken van verschillende verpakkingsmaterialen beschrijft. Vervolgens wordt dit model uitgebreid met de beschrijving van de mechanische performance onder vochtige omstandigheden. Niet-standaard experimentele technieken worden onderzocht om de mechanische eigenschappen van verpakkingsmateriaal (elasticiteit, sterkte, kruip) en van een complete verpakking onder verschillende vochtige omstandigheden te bepalen.

Het verpakkingstechnologisch onderzoek wordt afgerond met de integratie van de onderzochte technieken in verschillende verpakkingsconcepten. Deze onderzoeksactiviteiten zullen de prestatie van de ontwikkelde absorber, coatings, en 'slimme ontwerpen' (gestuurde condens) individueel en in combinatie op laboratoriumsschaal bepalen.

- *Te verwerven wetenschappelijke kennis voor in verpakking geïntegreerde technieken*

  Prestatie van de ontwikkelde technieken in een verpakking op laboratoriumsschaal en validatie van de ontwikkelde simulatiemodellen. Verder zal inzicht worden verkregen in geschikte combinaties van coatings, absorber, en 'slimme ontwerpen' en de versterkende (synergetische) effecten die hierdoor te bereiken zijn.

3.3.3 Beslissingsondersteunend model

Om een verantwoorde ecologische en economische beslissing te nemen betreffende de ontwerpregels van een verpakking dient een beslissingsondersteunend model te worden ontwikkeld. Dit is zeker geen trivialiteit aangezien in eerste instantie moeilijk vergelijkbare

Eigendom van ATO-DLO. Niets uit dit voorstel mag worden gebruikt, vermeerderd of gedistribueerd zonder schriftelijke toestemming van ATO-DLO.

eenheden als productkwaliteit, materiaalkosten, milieubelasting, doorlooptijd, etc. ten opzichte van elkaar afgewogen en vergeleken moeten worden. In eerste instantie denkt men bijvoorbeeld dat de benodigde toevoegingen aan de verpakking een nadelig effect op de kosten en de milieubelasting van de verpakking zullen hebben. Om een goed technologisch onderzoek te waarborgen zullen dus generieke prestatie indicatoren moeten worden ontwikkeld die in een beslissingsondersteunend model gewogen kunnen worden zodat op die manier de prestatie van verpakking en product in de keten gekwantificeerd kan worden op het gebied van productkwaliteit, mechanische stabiliteit, logistiek en milieu. De kennis in dit project op het gebied van vochthuishouding, productkwaliteit en verpakkingstechnologie zal dan ook gecombineerd worden met analyses van de logistieke ketenperformance en de milieubelasting.

- *Te verwerven kennis beslissingsondersteunend model.*
  Wetenschappelijke kennis verwerven om de verschillende modellen te integreren in een beslissingsondersteunend model. Onafhankelijke performance parameters definiëren zodanig dat op verantwoorde wijze productkwaliteit, kosten, milieu en logistieke performance onderling vergeleken kan worden.

3.3.4 Logistiek

De logistieke ketenperformance van een nieuwe verpakking zal gekwantificeerd moeten worden. Er bestaan al modellen om de logistieke kosten en baten van een product in kaart te brengen, doch deze zijn voor dit project niet toereikend. Daarnaast moet namelijk ook duidelijk worden hoe een verpakking aansluit op de bestaande logistieke faciliteiten. De nieuwe generatie verpakkingen zal ingezet moeten kunnen worden in bestaande ketens. Hiervoor zullen de praktische logistieke randvoorwaarden in kaart moeten worden gebracht die tezamen een Program van Eisen opleveren. Denk hierbij aan eisen m.b.t. afmetingen, stevigheid, handling, bedrukbaarheid, recyclebaarheid, isolatie etc. Onderdeel van deze analyse is ook een ketenanalyse. Hierbij moeten onder andere de volgende vragen beantwoord worden: In welk type ketens zal de te ontwikkelen transportverpakking ingezet worden? Welke activiteiten worden binnen deze ketens onderscheiden, die mogelijk beïnvloed worden door het toepassen van een nieuwe transportverpakking? Wat is de doorlooptijd van deze activiteiten? Wat zijn de kosten van deze activiteiten? Wat zijn de klimaatcondities tijdens deze activiteiten (bijv. tijdens opslag en transport).

- *Te verwerven wetenschappelijke kennis voor de logistieke ketenperformance.*
  Er zal een wiskundig kosten-baten analyse model opgezet worden. Logistieke prestatie indicatoren worden gedefinieerd die aansluiten bij de prestatiebeleving. Voor alle logistieke kernactiviteiten moeten functies worden gedefinieerd die de relatie aangeven met de verpakking en de behaalde score op de prestatie indicatoren. Alles wordt samengebracht in een wiskundig model.

Om de interactie met de vervoersmodaliteit te bestuderen zal ATO samen met Kappa Packaging en de Bloemenveiling Aalsmeer zowel experimenteel als modelmatig kijken naar afkoeling en bewaartemperatuur gegeven de eigenschappen van het product en de fysische eigenschappen en geometrie van de nieuwe verpakking. De verpakking zal waar nodig gemodificeerd worden om een optimale interactie met de vervoersmodaliteit te krijgen.

- *Te verwerven wetenschappelijke kennis voor de interactie vervoersmodaliteit.*
  Experimenteel onderzoek met verschillende bestaande en nieuwe experimentele verpakkingen om datasets te verzamelen voor mechanistische modellering van temperatuurdynamica in gepalletiseerd product. Opzetten van een model van de temperatuurdynamica met als ingang de klimaatcondities aan de rand van pallets en als uitgang het verloop in de tijd van de temperatuurverdeling binnen de pallet. Vervolgens zullen generieke ontwerpregels worden opgesteld voor een nieuw verpakkingsconcept met optimale thermodynamische karakteristieken

Eigendom van ATO-DLO. Niets uit dit voorstel mag worden gebruikt, vermeerderd of gedistribueerd zonder schriftelijke toestemming van ATO-DLO.

3.3.5 Milieubelasting

Traditioneel is er veel aandacht in LCA's voor het productieproces en afvalverwerking of recycling van de verpakking. In dit project is een innovatieve LCA aanpak juist gericht op variabelen in de gebruiks- en distributie fase die een belangrijke invloed hebben op de milieubelasting van de product-verpakking combinatie in de keten. Een voorbeeld hiervan is een verpakking die een product langer op een goede kwaliteit houdt, waardoor een boeket 10 in plaats van 7 dagen goed blijft of waardoor luchttransport kan worden vervangen door transport over water.

- *Te verwerven wetenschappelijke kennis voor het kwantificeren van de milieubelasting.*
  Op het gebied van de (internationale) ontwikkeling van de LCA-methodiek moet onderzocht worden hoe de milieubelasting van verpakking en product samen, in de hele keten, meegewogen kan worden in de LCA.

De LCA methodiek is complex, evenals de daarvan afgeleide LCA programmatuur. Dit belemmert het gebruik ervan door ontwikkelaars van product-verpakking combinaties. Ook voor toepassing van de bestaande vereenvoudigde milieu-instrumenten moet nog (te) veel informatie worden verzameld.

- *Te verwerven wetenschappelijke kennis voor het ontwikkelen van een instrument.*
  Binnen dit project wordt kennis verworven om een eenvoudig en snelwerkend instrument te ontwikkelen dat als een schil om bestaande LCA instrumenten sluit en dat focust op de knelpunten uit de keten. Zo kunnen, met een interface die aansluit bij de belevingswereld van de ontwerper en met achterliggende kennis en kwaliteit van complexe instrumenten, met een minimum aan gegevens de milieuconsequenties van ontwerpbeslissingen zichtbaar worden.

Eigendom van ATO-DLO. Niets uit dit voorstel mag worden gebruikt, vermeerderd of gedistribueerd zonder schriftelijke toestemming van ATO-DLO.

4 Samenwerkingsverband

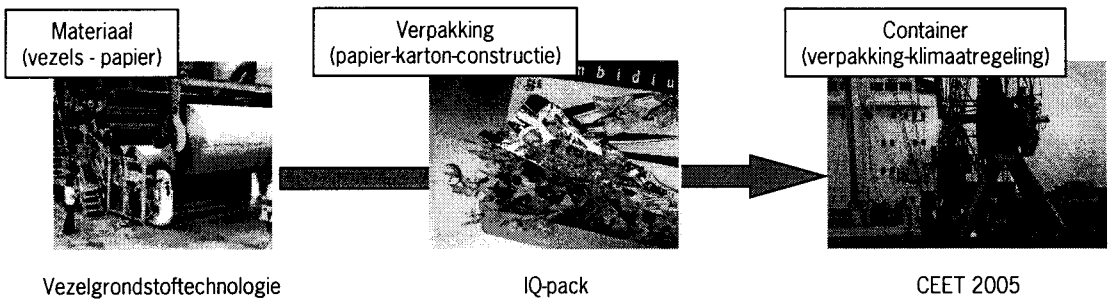
4.1 Deelnemers

4.1.1 ATO

Het instituut voor Agrotechnologisch Onderzoek, ATO, is een multidisciplinair onderzoeksinstituut, dat in Nederland een prominente rol speelt bij de vergroting van de kennis en de verhoging van het technologieniveau van de agrobusiness, handel en industrie. ATO werkt samen met een grote verscheidenheid aan ondernemingen, inclusief grote multinationals, coöperaties, veilingen, voedingsmiddelenindustrie, chemische industrie, handels- en exportbedrijven. Het instituut participeert in diverse nationale en Europese onderzoeksprogramma's. ATO heet een staf van ongeveer 400 medewerkers, waaronder bijna 200 wetenschappelijk onderzoekers. Een belangrijke activiteit van ATO betreft het onderzoek naar het verpakken van bederfelijke producten. In dit kader wordt veel onderzoek verricht naar de bewaring en de kwaliteitsverandering van bloemen, groente en fruit. Ook worden nieuwe verpakkingsconcepten ontwikkeld voor deze producten. Drie onderzoeksgroepen van ATO zullen bij het project IQ-Pack betrokken zijn: de afdeling Na-oogstkwaliteit van Verse Producten zal het onderzoek met betrekking tot productkwaliteit verrichten; de afdeling Verpakkingen, Transport en Logistiek zal meewerken aan de ontwikkeling van nieuwe absorbers en coatings, zal onderzoek doen naar de mogelijkheden voor gestuurde condensatie in verpakkingen en zal onderzoek verrichten naar de integratie van diverse technieken in innovatieve verpakkingsconcepten. Daarnaast zal deze afdeling ook logistiek onderzoek verrichten. De afdeling Productie en Controle Systemen zal de modellering van de thermodynamica van de ontwikkelde verpakkingen voor haar rekening nemen.

Binnen ATO is eerder al ervaring opgedaan in deelaspecten van het voorgestelde onderzoeksproject. Zo loopt op dit moment een door E.E.T. gesubsidieerd project waarin een nieuwe container ontwikkeld wordt voor het transport van verse producten, CEET (Ref. Nr. EETK97132). Vooral op het gebied van logistiek (interactie vervoersmodaliteit, klimaatregeling container) kan dit project en onderhavig project elkaar versterken. Een groot verschil is echter dat in het CEET project een actieve regeling ontwikkeld wordt terwijl IQ-pack uitgaat van een passieve regeling. Dit vergt een totaal andere technologische benadering. Bovendien richt IQ-Pack zich op meer gesegmenteerde productstromen (luchttransport, mengladingen, etc.) wat een speciale aanpak vereist in vergelijking met bulktransport.

Het EET project Vezelgrondstoftechnologie voor duurzame papier & kartonproductie (Ref. Nr. EETK99006) heeft tot doel het sluiten van de vezelcyclus door ontwikkeling van technologieën voor up-grading en beheersing van de kwaliteit van vezelgrondstoffen voor de productie van papier en karton. De raakvlakken tussen dit project en IQ-pack zijn zeer beperkt. Alleen op het gebied van de vochthuishouding en de papier eigenschappen treed enige wederzijdse versterking op.



Figuur 8. De drie EET projecten en hun interactie.

Eigendom van ATO-DLO. Niets uit dit voorstel mag worden gebruikt, vermeerderd of gedistribueerd zonder schriftelijke toestemming van ATO-DLO.

4.1.2 Kappa Packaging

Motivatie
Een belangrijk deel van de activiteiten van Kappa Packaging richt zich op verpakkingen voor bederfelijke producten in het algemeen en verpakkingen voor snijbloemen meer in het bijzonder. Kappa Packaging beoogt een meerwaarde te leveren door de integratie van de kennis rondom product-marktcombinaties, materialen, doos- en machineontwerp, ketenkosten- en milieuanalyses. Die meerwaarde komt ondermeer tot uitdrukking in een betere kwaliteit en/ of een langer houdbare kwaliteit van het te verpakken product en een betere ketenprestatie op het gebied van logistiek, kosten en milieu. Om deze meerwaarde te realiseren dient telkenmale een dedicated research-traject afgelopen te worden, specifiek gericht op één product-marktcombinatie (b.v. paprika of broccoli). Kappa Packaging ontbreekt tot nu toe de fundamentele basiskennis die noodzakelijk is om een dedicated verpakkingsconcept modelmatig te ontwerpen.

Dit project zal ertoe bijdragen dat Kappa Packaging beter in staat is om ecologisch geoptimaliseerde verpakkingsconcepten voor bloemen, groente en fruit te ontwerpen. De ecologische optimalisatie uit zich in de beheersing van de productkwaliteit, logistieke integratie en recycleerbaarheid. De fundamentele principes zijn noodzakelijk om middels modellering de ecologische principes in het dagelijkse ontwerptraject te integreren.

Expertise
De verschillende expertisecentra van Kappa Packaging zijn verantwoordelijk voor inbreng en afstemming van de onderzoeks- en ontwikkelingsresultaten ten behoeve van nieuwe verpakkingsconcepten. Voor de integratie van deze resultaten en die van de andere partners in dit project is de producent van de verpakking verantwoordelijk. Expertise centra van Kappa Packaging die bij dit project betrokken zijn: Development Center, Machine Prototyping, Paper Production Technology, Supply Chain Management, Concept-Marketing en Environmental Affairs.

Verwante onderzoeksactiviteiten
Kappa Packaging voert haar R&D uit in een uitgebreid netwerk van bedrijven en kennisinstellingen. Door samenwerkingsverbanden aan te gaan met verschillende kennisdragers in het veld, kan de time-to-market verkort worden bij een vergroting van de R&D-kracht. Kennis die elders aanwezig is, hoeft immers niet zelf opgedaan te worden. De R&D van Kappa Packaging vindt plaats in drie lagen: fundamenteel, industrieel en applicatiegericht. De basis wordt gelegd in fundamenteel onderzoek naar de interactie verpakking $\leftrightarrow$ product en de constructieve modellering van ketens. Uit dit onderzoek komen kansen gericht op een bepaald verpakkingsconcept, zoals modified atmosphere en active packaging. In een industrieel getint onderzoek worden deze concepten verder onderzocht op hun functionaliteit in de keten. Vervolgens worden uit deze concepten, specifieke toepassingen ontwikkeld zoals een doos specifiek voor transport van broccoli.

Het onderzoek naar een fundamentele basis is in de afgelopen jaren uitgevoerd in het clusterproject "Intelligente Verpakkingen", van Kappa Packaging en ATO gezamenlijk. Eén (van in totaal vier) deelprojecten binnen het clusterproject was het onderzoek naar "modified atmosphere" (MA) verpakkingen voor land- en tuinbouwproducten. Binnen dit deelproject wordt praktijkgericht onderzoek gedaan naar het verband tussen de ademhaling van groenten en fruit (O_2 consumptie en CO_2 productie) en de gashuishouding binnen de verpakking.

Op basis van de resultaten uit het clusterproject, is een industrieel onderzoeksprogramma opgestart gericht op de vertaling van MA naar een concept voor verpakking van verse vis. In dit project werken Kappa Packaging, ATO, RIVO, Hoek Loos, Zeehaven IJmuiden, Dayseaday, De Visscher Seafood en Zeevisgroothandel Noordzee Breskens samen om de impact van de keten te kunnen onderzoeken. In het project voor het onderzoek naar een gasverpakking voor verse vis (BTS98187) draagt het product niet bij tot de gewijzigde gassamenstelling in de verpakking; in dit geval is het doel van het onderzoek een beschermende atmosfeer aan de verpakking toe te voegen, en de verpakking zo gasdicht mogelijk te ontwerpen, om het beschermend microklimaat in de verpakking te houden.

Eigendom van ATO-DLO. Niets uit dit voorstel mag worden gebruikt, vermeerderd of gedistribueerd zonder schriftelijke toestemming van ATO-DLO.

Vanuit de netwerk-opzet van de R&D is Kappa Packaging medeoprichter van het Kenniscentrum Papier en karton en werkt ze mee aan het EET-project 'Vezelgrondstoftechnologie voor duurzame papier en kartonproductie (Ref. Nr. EETK99006)' dat gecoördineerd wordt vanuit dit kenniscentrum.

4.1.3 Bloemenveiling Aalsmeer (VBA)

Motivatie
's Werelds grootste bloemenveiling Verenigde Bloemenveiling Aalsmeer (VBA) is het centrum van de internationale productie en handel in sierteeltproducten. Dagelijks worden 18 miljoen bloemen en 2 miljoen planten geveild, afkomstig van 7.000 kwekers in Nederland en andere landen. Gemiddeld worden per dag 50.000 transacties afgesloten met exporteurs en groothandelaren, die de bloemen en planten wereldwijd exporteren. Het is hiermee de grootste bloemenveiling van de wereld. De jaarlijkse omzet bedraagt ƒ 2,8 miljard. Hiervan namen snijbloemen circa ƒ 1,85 miljard voor hun rekening en potplanten ƒ 950 miljoen.

De Bloemenveiling Aalsmeer is een coöperatie van kwekers. Ongeveer 4.000 kwekers zijn lid van de coöperatieve vereniging en zijn daarmee gezamenlijk eigenaar van het veilinggebouw. Als lid van de coöperatie zijn zij verplicht al hun producten via de veiling te verkopen. Veel buitenlandse kwekers zijn geen leden, maar mogen wel handelen wanneer er een contract gesloten is. De winst van het bedrijf wordt voor een deel toegevoegd aan de algemene reserve en een deel wordt uitgekeerd aan de leden. Kopers zijn geen lid maar worden wel als koper geregistreerd in het geautomatiseerde administratiesysteem. In totaal heeft de Bloemenveiling Aalsmeer een marktaandeel van 55% in de Nederlandse sierteeltexport. De Nederlandse export bestaat voor 41% uit Duitse en 12% uit Franse import.

De handel in de sierteelt vindt plaats langs drie wegen.
- Het grootste gedeelte van de handel vindt plaats op de veiling. Hier worden vraag en aanbod van sierteeltproducten bij elkaar gebracht en vindt de prijsstelling plaats.
- De tweede manier van handel vindt plaats zonder gebruik van de veilingklok. Het gaat vooral om afspraken tussen kwekers en grote exporteurs. De distributie en administratie vinden meestal nog plaats via Aalsmeer. De klokprijs van dat moment bepaalt voor een groot gedeelte de prijs.
- De derde manier van handel is electronic commerce. Deze manier van handelen is nog betrekkelijk nieuw en wordt daardoor nog slechts op kleine schaal toegepast.

De VBA heeft een belangrijke rol in het controleren en reguleren van de productkwaliteit. De VBA is ook namens haar leden actief in het verbeteren van productkwaliteit zowel binnen het eigen complex, als in de hele keten. Vanuit de VBA wordt dan ook grote waarde gehecht aan initiatieven waarmee de kwaliteit over de gehele keten verbeterd kan worden. Onderhavig project zal dan ook bijdragen aan deze doelstelling, doordat beheersing van het microklimaat, zeker daar waar het gaat om vochtregulatie, een grote impact op de productkwaliteit heeft. Ook kunnen nieuwe en andere markten geopend worden, hetgeen ook voor de telers belangrijk nieuwe perspectieven kan bieden.

Expertise
De VBA heeft een eigen laboratorium waar product kwaliteitsmetingen verricht kunnen worden. Binnen dit laboratorium is expertise omtrent de invloed van omgevingsfactoren op de kwaliteit van het product. Bovendien is veel ervaring aanwezig betreffende de invloed van herkomst- en seizoenseffecten. Deze kennis is noodzakelijk om uiteindelijk een modellering van deze invloeden mogelijk te maken.

Voorts heeft de VBA, als grootste Europese veiling, als geen ander inzicht in de handelstromen en handelsbelemmeringen op het gebied van bloemen. De VBA heeft belangrijke expertise daar waar het gaat om de opzet van de keten en de wijze waarop de keten kan inspelen op nieuwe technologische ontwikkelingen.

Eigendom van ATO-DLO. Niets uit dit voorstel mag worden gebruikt, vermeerderd of gedistribueerd zonder schriftelijke toestemming van ATO-DLO.

Verwante onderzoeksactiviteiten
Door de VBA wordt zelf voortdurend onderzoek verricht naar de invloed van omgevingsfactoren op de bloemkwaliteit. Daarnaast verricht de VBA onderzoek naar de wijze waarop nieuwe technologie invloed kan hebben op de handel in bloemen. Voorbeeld is het onderzoek naar e-commerce, waarbij gekeken is naar de invloed van e-commerce op de keten. De VBA heeft inmiddels een eigen electronisch handelscentrum op internet, www.floweraccess.com. Zie ook www.vba.nl.

4.1.4 Dow Chemical Company

Dow Chemical Company is een van de grootste chemiebedrijven van de wereld. Het bedrijf is gevestigd op 115 locaties in 37 landen en telde eind 1998 40.000 medewerkers. Dow ontwikkeld en produceert een portfolio van chemicaliën, kunststoffen en producten voor de agro–sector. Deze producten worden in 168 landen verkocht. De omzet van Dow Chemical Company was in 1998 $18.4 miljard. In de Benelux had Dow begin 1998 vier productielocaties, een ingenieursbureau en een verkoopbureau / dienstencentrum. Verspreid over de zes vestigingen in Nederland en België waren daar aan het eind van het verslagjaar 2.596 mensen werkzaam. In dit project neemt het hoofdkantoor van Dow Benelux N.V. deel, gevestigd in Terneuzen. Deze plaats is de grootste productie locatie buiten de Verenigde Staten. In Terneuzen zijn een aantal ondersteunende afdelingen en functies gehuisvest die verantwoordelijk zijn voor een groot deel van de Europese productontwikkeling- en onderzoeksactiviteiten. De business unit 'Performance Chemicals' zal het onderzoek uitvoeren naar een portfolio van op het verse product afgestemde absorbers. Verder kan de business unit 'Performance Plastics' een bijdrage leveren aan het onderzoek naar instelbare coatings. Omdat chemicaliën en kunststoffen een competitieve markt zijn, heeft Dow Chemical Company interesse in nieuwe en innovatieve toepassingen van hun materialen. Met name het onderzoek naar eigenschappen van polyacrylaatabsorber voor verpakkingen heeft raakvlakken met het onderzoek naar geoptimaliseerde absorber voor andere toepassingen (luiers, personal hygiene, etc.)

4.1.5 IVAM

IVAM Environmental Research is het milieukundig onderzoeks- en adviesbureau verbonden aan de Universiteit van Amsterdam. Het bureau is voortgekomen uit de Interfacultaire Vakgroep Milieukunde van de Universiteit van Amsterdam en is in 1993 als zelfstandige onderzoeksinstelling ondergebracht bij de UvA Holding B.V. IVAM Environmental Research werkt in opdracht van overheidsinstellingen, uitvoeringsorganisaties en bedrijfsleven. Ook voor buitenlandse opdrachtgevers zoals de Europese Unie, Wereldbank, OECD en verschillende milieuprogramma's binnen de Verenigde Naties is IVAM Environmental Research actief. Behalve onderzoeksprojecten worden zowel in binnen- als buitenland praktijkgerichte milieu- en energie-adviezen en trainingen verzorgd.

IVAM Environmental Research is betrokken bij toonaangevende projecten in Nederland op het gebied van ketenanalyses in de bouw, elektronica- en voedingsmiddelen industrie, milieugerichte productontwikkeling (Eco-design; Eco-Quantum), afvalpreventieprojecten (PRISMA; DESIRE), milieugerichte assortimentsontwikkeling binnen de detailhandel (PRIMA) en implementatiestudies op het gebied van duurzame energie. De afdeling Ketenbeheer, die zal participeren in het project IQ-Pack, richt zich met name op het uitvoeren van LCA's, methodiekontwikkeling, instrumentontwikkeling en de ontwikkeling van databases.

De levenscyclusanalyse (LCA) wordt gebruikt om milieu-effecten systematisch in kaart te brengen. Met behulp hiervan kunnen milieubewuste beslissingen genomen worden over producten die in alle fasen van hun levensketen effecten hebben op het milieu. In toenemende mate is er behoefte aan advisering bij het op systematische wijze opsporen van milieu-effecten en milieuverbeteringen van producten. In opdracht van bedrijven worden screening LCA's en uitgebreide LCA´s uitgevoerd in het kader van productgerichte milieuzorg, milieugerichte productontwikkeling en assortimentsontwikkeling bij de detailhandel. Dit gebeurt onder meer binnen de industriële sectoren van de bouw en de voedingsmiddelen en elektronica-industrie. Bij de uitwerking van de

Eigendom van ATO-DLO. Niets uit dit voorstel mag worden gebruikt, vermeerderd of gedistribueerd zonder schriftelijke toestemming van ATO-DLO.

LCA-methodiek is IVAM Environmental Research betrokken op nationaal en international niveau. Op deelgebieden zoals karakterisatie, allocatie, de milieueffecten van landgebruik, weging van milieueffecten en datakwaliteit heeft IVAM belangrijke bijdragen geleverd aan de LCA methode.

IVAM Environmental Research heeft ervaring met de ontwikkeling van praktijkgerichte instrumenten zoals "Eco-Quantum", in opdracht van Stuurgroep Experimenten Volkshuisvesting (SEV) en de Stichting Bouwresearch (SBR) ontwikkeld hulpmiddel voor onder meer architecten om de milieubelasting van een gebouw te bepalen en "Eco-profit in Sugar Making" gericht op managers in suikerfabrieken in opdracht van de afdeling Industriële Ontwikkeling van de Verenigde Naties (UNIDO).

IVAM Environmental Research heeft ook naast de eerder genoemde instrumentendatabases ontwikkeld met milieu-informatie. IVAM LCA Data 2.0 is een database die door IVAM wordt verkocht die informatie bevat over meer dan 1000 processen variërend van energie-opwekking en transport tot materiaalproductie en afdanking.

4.1.6 The Greenery International

The Greenery International is de marketing - en verkooporganisatie van de coöperatie Voedings Tuinbouw Nederland (VTN). De onderneming is ontstaan uit een fusie van negen belangrijke groenten-, fruit- en paddestoelenveilingen en het voormalige Centraal Bureau van de Tuinbouwveilingen in Nederland. Namens ruim 5.000 aangesloten tuindersbedrijven (7.000 leden) levert The Greenery het hele jaar door de beste producten. The Greenery International heeft een holding structuur waaronder 5 business units opereren. Te weten: Greenery Operations, Greenery Trading, Greenery Processing, Greenery Retail en Greenery Vastgoed.

In maart 1998 heeft The Greenery International een aantal vooraanstaande handelsbedrijven overgenomen, waaronder Van Dijk Beheer BV, Hagé International BV, Disselkoen Holding BV en C. den Hollander BV. Tot deze organisaties behoren import- en exportbedrijven, verwerkingsbedrijven en vervoers- en handelsbedrijven. Deze krachtenbundeling is een belangrijke stap in het streven naar het gehele jaar door dagverse groenten, fruit en paddestoelen aan te bieden, alsmede het streven naar een kortere keten van teler naar consument.

Het ondernemingsdoel van The Greenery is een winstgevende, stabiele positie garanderen voor de Nederlandse voedingstuinbouw. Om dat te realiseren zijn vijf strategische speerpunten vastgesteld: schaalvergroting, efficiency en kostenbeheersing, toegevoegde waarde, marktgerichtheid en ketenmanagement. Het project IQ-Pack past duidelijk binnen deze speerpunten.

4.2 Structurele opzet van het samenwerkingsverband

structuur van samenwerking, overleg, coördinatie tussen de hierboven genoemde deelnemers en eventuele andere betrokkenen.

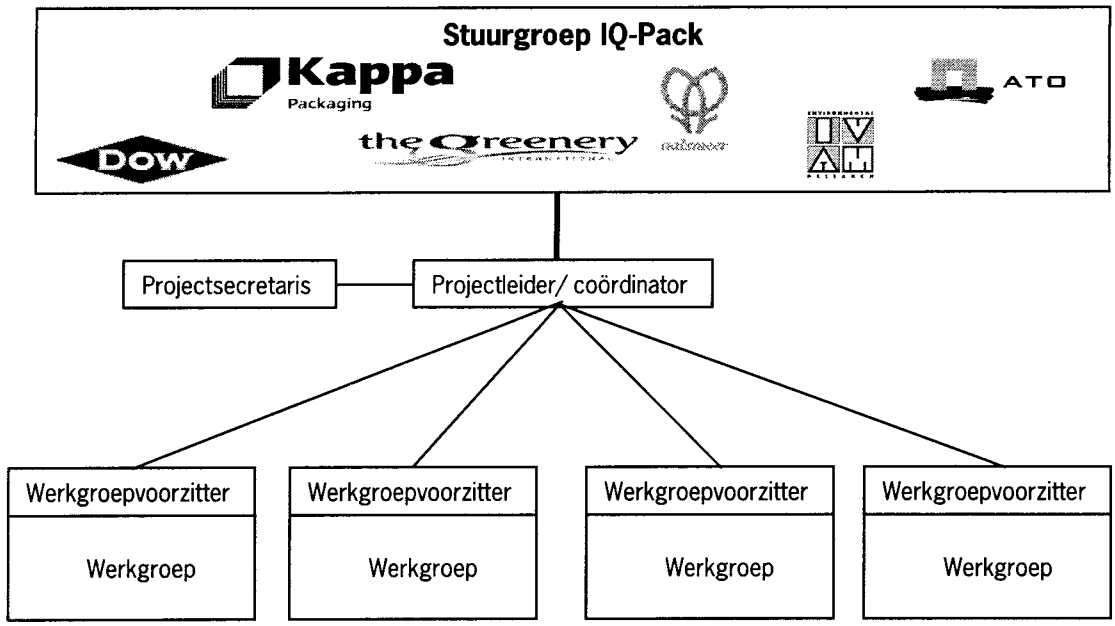
Er zal door een projectleider/ coördinator aangesteld worden die de voortgang van het project en de budgetten bewaakt. Deze projectleider/ coördinator zal ondersteund worden door een projectsecretaris voor de administratieve zaken betreffende het project. De projectleider/ coördinator zal contacten onderhouden met het EET bureau betreffende wetenschappelijke en financiële zaken, zoals vastgelegd in de EET bepalingen. De projectleider rapporteert aan de stuurgroep.

Van elke deelnemer heeft een afgevaardigde zitting in de stuurgroep. Deze stuurgroep zal iedere zes maanden bijeen komen samen met de projectleider. De stuurgroep heeft tot taak om het project te begeleiden, aan te sturen en te coördineren. Hierbij gaat het vooral erom dat de stuurgroep de globale voortgang van het project bewaakt in relatie tot de planning, de resultaten,

Eigendom van ATO-DLO. Niets uit dit voorstel mag worden gebruikt, vermeerderd of gedistribueerd zonder schriftelijke toestemming van ATO-DLO.

eventuele problemen, wijzigingen in het projectplan, financiën. Daarnaast is haar taak het creëren van draagvlak en acceptatie van bevindingen binnen de deelnemende organisaties. De stuurgroep beslist over de verspreiding van de onderzoeksresultaten, waaronder het goedkeuren en beschikbaar stellen van de rapportages aan het EET bureau. De stuurgroep ondersteunt de projectleider in het aansturen en begeleiden van de werkgroepen. De besluitvorming in de stuurgroep is gebaseerd op consensus.

Voor elk van de deelprojecten zal er een werkgroep geformeerd worden waarin de direct betrokken onderzoekers zitting hebben. De werkgroepen krijgen precies gedefinieerde verantwoordelijkheden betreffende de te bereiken onderzoeksresultaten. De werkgroepen zullen onderleiding staan van een voorzitter die namens de werkgroep aan de projectleider rapporteert. In de werkgroepbijeenkomsten, die elke twee maanden plaatsvinden, zal voornamelijk inhoudelijk gediscussieerd worden. Ook buiten deze bijeenkomsten om zullen de leden van een werkgroep intensief contact onderhouden. Om de uitwisseling van noodzakelijke resultaten tussen deelprojecten te garanderen en 'kruisbestuiving' te bevorderen zullen enkele personen deel uitmaken van meerdere werkgroepen. Elke werkgroep publiceert regelmatig een onderzoeksrapport waarin de resultaten gedetailleerd vastgelegd worden. Daarnaast wordt elke drie maanden onder redactie van de projectleider een nieuwsbrief uitgegeven om hen die meewerken aan het project op de hoogte te houden van de ontwikkelingen en waarin de behaalde resultaten globaal worden besproken.



Figuur 9. De projectorganisatie van IQ-Pack.

Eigendom van ATO-DLO. Niets uit dit voorstel mag worden gebruikt, vermeerderd of gedistribueerd zonder schriftelijke toestemming van ATO-DLO.

5 Eerder behaalde resultaten

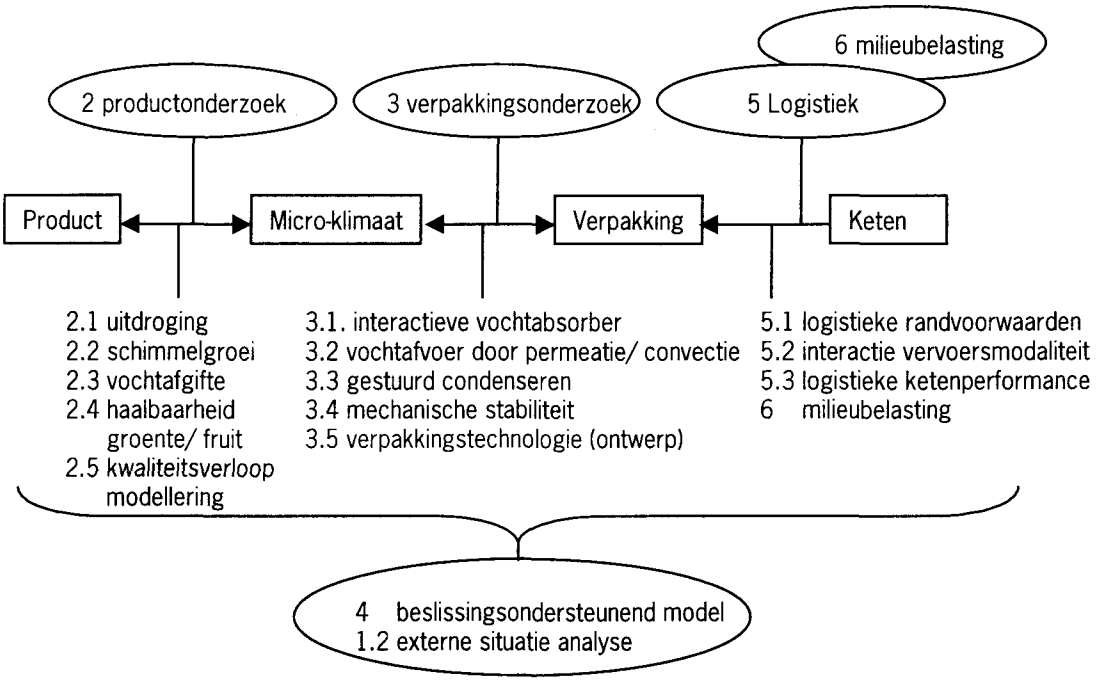
Dit onderzoek behelst geen voortzetting van een lopend E.E.T. project. Er is dan ook geen sprake van eerder behaalde resultaten.

Eigendom van ATO-DLO. Niets uit dit voorstel mag worden gebruikt, vermeerderd of gedistribueerd zonder schriftelijke toestemming van ATO-DLO.

6 Uitvoering van het project

6.1 Aanpak

Zoals geschetst in Figuur 10, is het onderzoek onderverdeeld in vijf onderzoeksgebieden: productonderzoek, verpakkingsonderzoek, onderzoek betreffende een beslissingsondersteunend model, logistiek onderzoek en onderzoek naar de milieubelasting. In deze paragraaf wordt een globale schets gegeven van de deelprojecten waarin elk van de onderzoeksgebieden is opgedeeld en de belangrijkste taken die in deze deelprojecten uitgevoerd zullen worden. Een gedetailleerde beschrijving van alle deelprojecten is bijgevoegd als Appendix 1.



Figuur 10. Overzicht van de onderzoeksvelden waarop het project IQ-Pack betrekking heeft. De getallen verwijzen naar de verschillende deelprojecten (zie Hoofdstuk 5)

De laboratoria van de diverse partners zijn uitstekend uitgerust voor het uitvoeren van de in dit project benodigde werkzaamheden. Het gaat hierbij van kleinere laboratorium apparatuur zoals Grant dataloggers and precision sensors, trekbanken, Interscience GC with FID en cold trap tot grootschalige onderzoeksfaciliteiten zoals een CA doorstroomsysteem, klimaatruimten, palletdrukbank en een Lansmont transport simulator.

1 Projectmanagement

1.1 Organisatie, administratie, communicatie

- organiseren van de formele projectbijeenkomsten (zoals werkgroepen en stuurgroepen)
- operationele projectadministratie
- beheersing financiële stromen en capaciteit
- zorgdragen voor een vloeiende en verantwoorde interne (binnen het projectteam) en externe communicatie van de stand van zaken en de behaalde projectresultaten (redactie van de projectnieuwsbrief, coördinatie van interne en externe presentaties, coördinatie van vakblad en wetenschappelijke artikelen)

1.2 Externe situatie analyse

Voor het welslagen van een innovatief project als dit is het noodzakelijk dat de projectdeelnemers aan het project continu toegang hebben tot de state-of-the-art

Eigendom van ATO-DLO. Niets uit dit voorstel mag worden gebruikt, vermeerderd of gedistribueerd zonder schriftelijke toestemming van ATO-DLO.

ontwikkelingen. Daartoe wordt gedurende het gehele project een externe situatie analyse uitgevoerd. Alhoewel deze activiteit als "regular business" van de projectdeelnemers zou kunnen worden betiteld is het essentieel de opgedane informatie op een overzichtelijke en uniforme manier onder de projectdeelnemers te verspreiden.

- literatuuronderzoek naar de voor dit project relevante wetenschappelijke ontwikkelingen buiten het projectteam
- onderzoek naar de performance van commercieel verkrijgbare verpakkingsmaterialen en verpakkingen; het is essentieel om hierbij de in dit project nieuw ontwikkelde wetenschappelijke testmethodes te gebruiken

2 Productonderzoek

2.1 Productkwaliteit (uitdroging) in relatie tot het microklimaat

De relatieve vochtigheid en de temperatuur rondom het product beïnvloeden de kwaliteit van het product. De relatie tussen de relatieve vochtigheid en temperatuur (zoals deze kunnen optreden in een verpakking) en kwaliteitsverlies wordt bepaald, waarbij uitdroging en vaasleven centraal staan.

- kwaliteitsverloop bij verschillende (constante) relatieve vochtigheden en temperaturen (bepaling van het optimale microklimaat en kwaliteitsverlies bij sub-optimale microklimaten)
- kwaliteitsverloop bij variërende relatieve vochtigheid en temperatuur (bepaling van de invloed van variërende ketenomstandigheden)

2.2 Productkwaliteit (microbiële groei) in relatie tot het microklimaat

Schimmelsporen kunnen uitgroeien tot een ongewenste aantasting, met name onder vochtige condities. Wetenschappelijk onderzoek moet aantonen onder welke omstandigheden en binnen welke tijdsspanne dit gebeurt en hoe dit voorkomen kan worden.

- variatie in besmetting product (herkomst en seizoenseffecten)
- invloed condens op schimmelgroei
- invloed microklimaat op schimmelgroei
- milieuvriendelijke schimmelremmers

2.3 Invloed microklimaat op de vochtafgifte van het product

De vochtafgifte van het product bepaalt het benodigde vochtbergend vermogen van de verpakking. Deze vochtafgifte wordt beïnvloed door het micro klimaat rondom het product, maar ook door de teeltcondities en de kooldioxide concentratie (aanwezig in de verpakking).

- vochtafgifte bij verschillende RV en T
- invloed voorgeschiedenis (teeltcondities) op de vochtafgifte
- invloed kooldioxide concentratie op de vochtafgifte

2.4 Conceptuele haalbaarheidsstudie toepasbaarheid op groente en fruit.

Om mogelijke technologische investeringen geïnitieerd door dit project te verantwoorden zal onderzocht moeten worden of de generieke conceptuele kennis voor snijbloemen ook geldig is voor groente en fruit.

- voor een select aantal gekozen AGF-producten wordt een haalbaarheidsstudie uitgevoerd.

2.5 Kwaliteitsverloop modellering (prestatiemeter productkwaliteit)

Wiskundige beschrijving van de relatie tussen productkwaliteit en bewaaromgeving, gebaseerd op de resultaten van 2.1, 2.2 en 2.3.

- ontwikkelen kwaliteitsmodel

3 Verpakkingsonderzoek

3.1 Onderzoek naar een "interactieve" vochtabsorber

Wetenschappelijk onderzoek naar het mechanisme van absorptie van waterdamp en naar mogelijke modificaties van de absorptie karakteristieken (capaciteit en snelheid) Met deze kennis kunnen absorbers met instelbare absorptiecapaciteit, -periode en -snelheid ontwikkeld worden, aangepast aan het verse product en de gebruikte verpakking.

- onderzoek naar absorberkarakteristieken

Eigendom van ATO-DLO. Niets uit dit voorstel mag worden gebruikt, vermeerderd of gedistribueerd zonder schriftelijke toestemming van ATO-DLO.

- onderzoeken hoe absorberkarakteristieken gericht gestuurd kunnen worden
- onderzoek naar aborbers die dynamisch reageren op verschillende partiële waterdamp spanningen
- onderzoek naar absorbers met een specifieke wateractiviteit die ook vocht af kunnen geven
- ontwikkeling theoretisch model om absorber gedrag te kunnen simuleren als functie van de relatieve vochtigheid en de temperatuur, gegeven de chemische samenstelling van de absorber
- onderzoek naar integratie absorber en verpakkingsmateriaal en ontwikkelen technische implementatie

3.2 Onderzoek naar vochtafvoer door permeatie en/ of convectie

In deze taak zullen de partners de transportmechanismen voor water en waterdamp in verpakkingen onderzoeken. Om een instelbare waterdampbarrière en weerstand tegen contactwater te verkrijgen, moet onderzoek verricht worden naar nieuwe materialen (of een combinatie daarvan) met een instelbare permeatie en/ of Cobb-waarde. Daartoe moet inzicht verkregen worden in de relatie tussen chemische samenstelling, productieproces en fysische eigenschappen van coatings.

- onderzoek permeatie en absorptie karakteristieken van verpakkingsmaterialen en coatings
- onderzoek naar de mogelijkheden van meerlaags coatings
- onderzoek naar slimme coatings waarbij de fysische eigenschappen afhangen van de omgevingcondities
- vochtdoorlaatbaarheid en absorptie op verpakkingsniveau
- ontwikkelen theoretisch model voor permeatie

3.3 Onderzoek naar gestuurde condensatie

Een derde manier waarop vocht verwijderd kan worden uit een verpakking is gebruikmaken van condensatie. Door vocht op een bepaalde plaats actief te laten condenseren kan condensatie op het product voorkomen worden (bijvoorbeeld door gecontroleerde condens op condensatiekiemen of op een koud oppervlak) Onderzoek naar de invloed van (kleine) temperatuurgradiënten in de verpakking op de vochthuishouding en de ruimtelijke verdeling van condens en absorptie maakt deel uit van dit onderzoek.

- onderzoeken relatie tussen locale afkoeling/ opwarming en waterdampspanning
- gecontroleerde condensatie op koude plek of condensatiekernen
- ontwikkelen theoretisch model voor de simulatie en optimalisatie van technieken voor gestuurde condensatie
- onderzoek naar technische implementatie (bijvoorbeeld keuze van coatings die als condensatiekiemen dienen, gebruik van endotherm oplossende zouten om locale afkoeling te bereiken, verpakkingsontwerp met een koud oppervlak, afvoer van locale condens door verpakkingsontwerp of absorber)

3.4 Mechanische stabiliteit van een verpakking onder vochtige omstandigheden

De relatieve vochtigheid in een verpakking beïnvloed niet alleen de productkwaliteit, maar ook de mechanische stabiliteit van de verpakking. Er worden nieuwe meetmethoden ontwikkeld om fundamenteel te begrijpen hoe vocht het mechanisch gedrag van de verpakking beïnvloedt. Tevens wordt een wiskundig model ontwikkeld dat de stabiliteit van een verpakking voorspelt bij een interne (transpirerend product) en/ of externe klimatologische (ketencondities) belasting. Met behulp hiervan kan de stabiliteit onder vochtige omstandigheden geoptimaliseerd worden door de geometrie en/ of de gebruikte materialen aan te passen.

- Ontwikkeling van fundamenteel nieuwe meetmethoden
- bepalen absorptie- en diffusiekarakteristieken verpakkingsmateriaal
- modelleren sterkte verpakking onder vochtige omstandigheden en het model valideren
- mechanische optimalisatie verpakking onder vochtige omstandigheden

3.5 Verpakkingstechnologie

Eigendom van ATO-DLO. Niets uit dit voorstel mag worden gebruikt, vermeerderd of gedistribueerd zonder schriftelijke toestemming van ATO-DLO.

Onderzoek naar mogelijke technieken om additieven (coatings, absorbers, etc.) te integreren in een verpakkingsconcept. Opstellen van ontwerpregels en onderzoek naar prototypen

- Integratie en combinatie van nieuwe technologieën in een geïntegreerd verpakkingsconcept
- Geometrische modificatie van verpakkingsconcepten
- onderzoek naar nieuwe prototype verpakkingsconcepten

4 Beslissingsondersteunend Model

Om verschillende verpakkingsconcepten met elkaar te kunnen vergelijken op het gebied van productkwaliteit, mechanische sterkte, logistieke performance en milieubelasting, is een beslissingsondersteunend model noodzakelijk dat deelmodellen op deze gebieden combineert. Met behulp van het model kan de totale prestatie van een verpakking gekwantificeerd worden.

4.1 Specificaties deelmodellen

Eerst moet het beslissingsondersteunend model conceptueel opgezet worden en moeten de specificaties van de deelmodellen vastgesteld worden, voordat het eigenlijke model gebouwd wordt.

- ontwerp database en software
- randvoorwaarden voor deelmodellen

4.2 Wetenschappelijke ontwikkeling model

De ontwikkelde deelmodellen (met bijbehorende prestatieindicatoren) moeten gecombineerd worden in één beslissingsondersteunend model waarmee een waardering (totale overkoepelende prestatie indicator) kan worden gegeven aan een nieuw ontwikkelde verpakking op het gebied van productkwaliteit, mechanische stabiliteit, logistieke ketenperformance en milieukosten.

- definitie van een gemeenschappelijke prestatie indicator
- bepalen relatie tussen verschillende deelprestatie indicatoren
- opbouw en wiskundige ontwikkeling model

5 Logistiek

5.1 Logistieke randvoorwaarden

In kaart te brengen wat de praktische logistieke randvoorwaarden zijn die tezamen een Program van Eisen en een wensenpakket voor de verpakking opleveren. Denk hierbij bijv. aan eisen m.b.t. afmetingen, stevigheid, handling, bedrukbaarheid, recyclebaarheid, isolatie etc. Uitvoeren van een ketenanalyse (type ketens, activiteiten binnen deze ketens, invloed verpakking, doorlooptijd, kosten, klimaatcondities) Beoordelen van de prototype verpakkingen ten opzichte van het programma van eisen en het wensenpakket.

- analyse van de logistieke randvoorwaarden
- ketenanalyse
- testen van prototype verpakkingen

5.2 Interactie vervoersmodaliteit: thermodynamische prestatie van de verpakking vanuit ketenperspectief

De thermodynamische eigenschappen van een verpakking wetenschappelijk analyseren in relatie tot de ketencondities.

- modelmatig en experimenteel onderzoek naar afkoelgedrag, temperatuurverdeling en vochtopbouw op palletniveau. Invloed op productkwaliteit kwantificeren en ontwerpregels voor verpakking ontwikkelen.
- Invloed ketencondities (gekoelde vs. ongekoelde keten) kwantificeren op stapel- en verpakkingsfunctionaliteit. Relateren aan kwaliteitsverlies.

5.3.Logistieke ketenperformance

Het uitvoeren van een logistieke kosten- en batenanalyse (kosten en baten tengevolge van een veranderde verpakking en baten tengevolge van een verbeterde productkwaliteit). Definiëring van een aantal logistieke prestatie indicatoren (beladingsgraad, beslag op magazijnruimte,

Eigendom van ATO-DLO. Niets uit dit voorstel mag worden gebruikt, vermeerderd of gedistribueerd zonder schriftelijke toestemming van ATO-DLO.

handlings-activiteiten) en vervolgens mathematische relaties bepalen tussen de verpakking en de behaalde score op de prestatie indicatoren. Tenslotte zullen de prestatie indicatoren uitgedrukt worden in kosten. Alles wordt omschreven in een logistiek model voor kwantificering van de logistieke prestatie van de verpakking. .

- kosten-baten analyse van de logistieke prestatie
- ontwikkelen logistiek model voor een onafhankelijke prestatiemeting

6 Milieubelasting

6.1 Nul-meting: analyse milieubelasting huidige product-verpakking combinatie in de keten

Analyse van de milieubelasting met behulp van de levenscyclusanalyse (LCA) methode van enkele huidige representatieve product-verpakking combinaties in de keten. Hierdoor wordt duidelijk wat de milieubelasting van de hele keten is en wat het aandeel is van de verschillende variabelen in de keten. Naar verwachting zullen productuitval, transportgewicht en –volume en retourtransport, en daarmee ook verpakking, een belangrijke rol spelen. Ook de externe situatie analyse (deelproject 1.2) zal hierbij worden betrokken.

- selecteren representatieve product-verpakking combinatie
- uitvoeren LCA: doelbepaling, inventarisatie, karakterisering, interpretatie

6.2 Een nieuw model voor de bepaling van de milieubelasting van product-verpakking combinaties

Opstellen van een specifiek model om de milieubelasting van product-verpakking combinaties te bepalen. Uit deelproject 6.1 komen de belangrijkste factoren naar voren die van invloed zijn op de milieubelasting in de keten. Het model kent variabelen die samenhangen met deze factoren en variabelen die aan de orde zijn in het verpakkingsonderzoek (relatie met deelproject 3.5) en bij bepaling van logistieke randvoorwaarden.

- bepalen belangrijkste variabelen die milieubelasting van verpakking en product bepalen
- vaststellen relevante variabelen bij verpakkingsonderzoek en logistiek
- verzamelen extra relevante milieudata
- rekenmodel opstellen dat invloed van bovenstaande variabelen op milieubelasting weergeeft
- uitwerken model tot prototype instrument

6.3 kwantificeren milieubelasting voor beslissingsondersteunend model

Milieuinformatie over de keten tijdens een ontwikkeltraject geschikt maken voor beslissingsondersteunend model.

- bepalen hoe de milieu informatie aangeleverd moet worden aan het beslissingsondersteunende model
- implementeren van prototype in beslissingsondersteunend model

6.2 Taakverdeling

1 Projectmanagement

ATO zal als penvoerder zorg dragen voor organisatie, administratie en communicatie. De externe situatie analyse (octrooi- en literatuurstudies) zal voornamelijk worden uitgevoerd door ATO, Kappa, Dow Benelux en de Greenery.

	ATO	Dow Chemicals	IVAM BV	Kappa Packaging	The Greenery	VBA
1.1						
1.2						

2 Productonderzoek

Het onderzoek naar kwaliteitsverlies van bloemen door uitdroging (deelproject 2.1) en schimmelgroei (deelproject 2.2) en naar vochtafgifte door bloemen (deelproject 2.3) wordt

Eigendom van ATO-DLO. Niets uit dit voorstel mag worden gebruikt, vermeerderd of gedistribueerd zonder schriftelijke toestemming van ATO-DLO.

uitgevoerd door ATO en VBA. VBA kiest de modelproducten die in experimenten gebruikt zullen worden, levert de modelproducten en stelt de beoordelingscriteria vast. ATO zal in alle drie de deelprojecten de wetenschappelijke 'proof of principle' leveren, terwijl VBA de robuustheid van de gevonden verbanden onderzoekt (seizoensinvloeden, herkomsteffecten) en de generieke toepasbaarheid onderzoekt voor verschillende cultivars.

ATO en The Greenery zullen samen een conceptuele haalbaarheidsstudie uitvoeren (deelproject 2.4), waarin onderzocht wordt in hoeverre de generieke conceptuele kennis voor snijbloemen ook geldig is voor groente en fruit. Ook hier zal ATO de wetenschappelijke 'proof of principle' leveren, terwijl The Greenery zich richt op industrieel onderzoek naar de robuustheid en de generieke toepasbaarheid.

De wiskundige modellering van het kwaliteitsverloop van bloemen (deelproject 2.5) zal volledig uitgevoerd worden door ATO.

	ATO	Dow Chemicals	IVAM BV	Kappa Packaging	The Greenery	VBA
2.1						
2.2						
2.3						
2.4						
2.5						

3 Verpakkingsonderzoek

Het onderzoek naar een interactieve vochtabsorber (deelproject 3.1) en naar afvoer van vocht door permeatie en convectie (deelproject 3.2) wordt hoofdzakelijk uitgevoerd door Dow Chemicals en ATO. Dow Chemicals draagt zorg voor het fundamentele onderzoek aan absorptie karakteristieken en instelbare coatings, terwijl ATO zich richt op het wiskundig modelleren van respectievelijk absorptie, permeatie en convectie van vocht. Daarnaast wordt ook het wetenschappelijk onderzoek op verpakkingsniveau door ATO uitgevoerd. Kappa Packaging tenslotte, verricht industrieel onderzoek aan de functionaliteit van de high-performance coatings.

Het onderzoek naar concepten om condensatie te sturen (deelproject 3.3) wordt uitgevoerd door ATO, waarbij Kappa Packaging een belangrijke ondersteunende rol vervult. Ook het meer fundamentele onderzoek naar de mechanische stabiliteit van een verpakking onder vochtige omstandigheden (deelproject 3.4) en het onderzoek op het gebied van verpakkingstechnologie (deelproject 3.5) wordt door ATO en Kappa Packaging uitgevoerd. Voor beide deelprojecten geldt dat het modelmatig onderzoek hoofdzakelijk door ATO uitgevoerd zal worden en het experimentele onderzoek, door Kappa Packaging. Bij het opstellen van de ontwerpregels voor de nieuwe verpakking (onderdeel van deelproject 3.5) zullen de VBA en Dow Chemicals een belangrijke ondersteunende rol vervullen.

	ATO	Dow Chemicals	IVAM BV	Kappa Packaging	The Greenery	VBA
3.1						
3.2						
3.3						
3.4						
3.5						

4 Beslissingsondersteunend model

Het beslissingsondersteunend model zal hoofdzakelijk door ATO ontwikkeld worden, maar input van alle partners is daarbij van groot belang. Met name de bijdrage van Kappa (logistieke,

Eigendom van ATO-DLO. Niets uit dit voorstel mag worden gebruikt, vermeerderd of gedistribueerd zonder schriftelijke toestemming van ATO-DLO.

thermodynamische en mechanische modellering) en Dow Chemicals (modellering van de absorptie karakteristieken) is wezenlijk.

	ATO	Dow Chemicals	IVAM BV	Kappa Packaging	The Greenery	VBA
4.1						
4.2						

5 Logistiek

Voor het vaststellen van de logistieke randvoorwaarden (deelproject 5.1) is de bijdrage van alle partners essentieel. Het onderzoek naar de interactie met de vervoersmodaliteit (deelproject 5.2) wordt uitgevoerd door de drie, met betrekking tot de logistiek, belangrijkste partners ATO, Kappa Packaging en VBA. Bij ATO zal de nadruk op theoretisch onderzoek liggen, terwijl Kappa Packaging en VBA zich voor namelijk richten op het experimentele onderzoek. De wetenschappelijke analyse van de logistieke ketenperformance (deelproject 5.3) zal uitgevoerd worden door ATO ondersteunt door Kappa Packaging.

	ATO	Dow Chemicals	IVAM BV	Kappa Packaging	The Greenery	VBA
5.1						
5.2						
5.3						

6 Milieubelasting

IVAM Environmental Research en Kappa Packaging zullen al het onderzoek verrichten naar de milieubelasting van verpakking en product in de keten. ATO zal hierbij een kleine ondersteunende taak uitvoeren.

	ATO	Dow Chemicals	IVAM BV	Kappa Packaging	The Greenery	VBA
6.1						
6.2						
6.3						

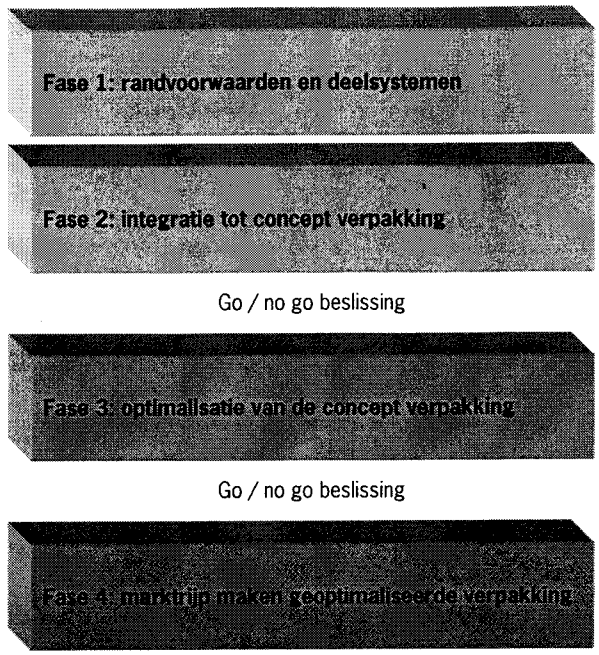
6.3 Fasering

In de eerste fase van het project wordt voornamelijk fundamenteel technologisch onderzoek gedaan naar randvoorwaarden en deelsystemen. Deze fase zal 27 maanden duren: van oktober 2000 tot en met december 2002. De tweede fase richt zich op de integratie van de resultaten uit fase één. Verschillende deelsystemen zullen worden gecombineerd om tot nieuwe verpakkingsconcepten te komen. Fase twee duurt 24 maanden: van oktober 2001 tot september 2002.

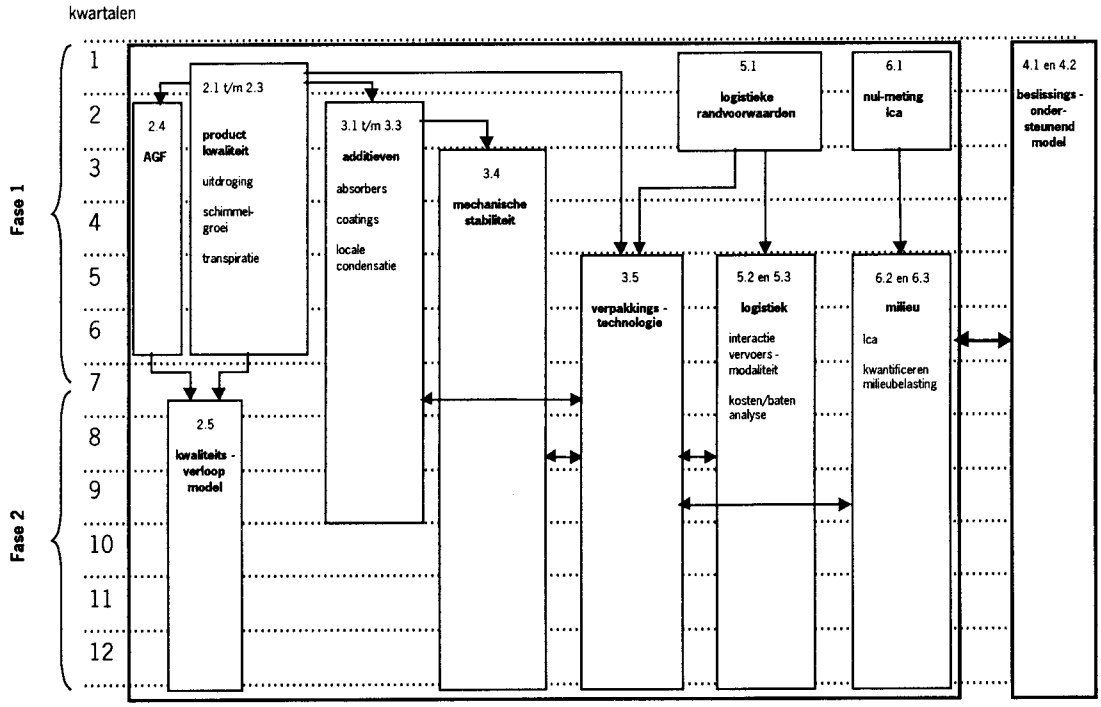
In de derde fase wordt één kansrijk verpakkingsconcept verder geoptimaliseerd en zal de procestechnologie en robuustheid geoptimaliseerd worden en zullen praktijktesten met dit model uitgevoerd worden.

De vierde fase behelst het 'markt rijp maken' van het ontwerp, machine ontwikkeling etc.
Het huidige project voorstel heeft alleen betrekking op fase 1 en 2. In Figuur 12 is de samenhang tussen de verschillende deelprojecten van fase 1 en 2 geschetst, bovendien is een globale indicatie gegeven van het verloop in de tijd.

Eigendom van ATO-DLO. Niets uit dit voorstel mag worden gebruikt, vermeerderd of gedistribueerd zonder schriftelijke toestemming van ATO-DLO.



Figuur 11: Globale indeling van het project.



Figuur 12: Samenhang en fasering van de deelprojecten in fase 1 en 2.

6.4 Go/no go-beslissingen

waar liggen de go/no go-punten, beslissingscriteria

Na fase twee en tussen fase drie en vier liggen 'go/no go-punten'. De eerste go/no-go zal na drie jaar plaatsvinden. Belangrijke toetsingscriteria zijn:

- Wordt de productkwaliteit significant verbeterd door het gewijzigde microklimaat in de verpakking.

Eigendom van ATO-DLO. Niets uit dit voorstel mag worden gebruikt, vermeerderd of gedistribueerd zonder schriftelijke toestemming van ATO-DLO.

- Treedt er met de innovatieve absorbers en coatings daadwerkelijk dynamische vochtregulatie op.
- Heeft het consortium er vertrouwen in dat de in de eerste drie jaar ontwikkelde technologie op termijn productietechnisch en financieel verantwoord in een integraal concept te integreren is.
- Is de milieuverbetering significant en aantoonbaar.
- Is de ontwikkelde technologie flexibel genoeg om voor een breed scala aan producten toepasbaar te zijn.
- Is er zicht op dat het gehele systeem robuust genoeg wordt op termijn om in de logistieke keten te functioneren.
- Toont de kosten-baten analyse aan dat er voldoende economische ruimte is om het concept verder te ontwikkelen.
- Voldoet het concept aan alle wettelijke eisen of is er zicht op dat dit op termijn te realiseren is.

Eigendom van ATO-DLO. Niets uit dit voorstel mag worden gebruikt, vermeerderd of gedistribueerd zonder schriftelijke toestemming van ATO-DLO.

6.5 Tijd-kostenplan

In onderstaande tabel zijn de kosten per deelnemer per deelproject weergegeven. Fundamenteel onderzoek is dikgedrukt en industrieel onderzoek is cursief gedrukt.

	kosten ATO	Kosten Kappa	kosten VBA	kosten Dow Benelux	Kosten Dow affiliates	kosten IVAM	kosten greenery	Kosten voor subsidie	Totale projectkosten
deelproject 1.1	**fl 386,929**	*Fl 65,422*	*fl 26,033*	*fl 39,507*		**fl 33,913**	*fl 21,327*	fl 573,130	fl 573,130
1.2	**fl 112,826**	*Fl 84,154*		*fl 36,960*			*fl 56,531*	fl 290,471	fl 290,471
deelproject 2.1	**fl 228,049**		*fl 184,926*					fl 412,975	fl 412,975
2.2	**fl 220,381**		**fl 193,790**					fl 414,171	fl 414,171
2.3	**fl 229,932**		**fl 202,432**					fl 432,365	fl 432,365
2.4	**fl 220,845**	*Fl 84,596*					*fl 227,826*	fl 533,267	fl 533,267
2.5	**fl 177,536**							fl 177,536	fl 177,536
deelproject 3.1	**fl 164,152**			**fl 528,454**	**fl 400,000**			fl 692,606	fl 1092,606
3.2	**fl 183,118**	**fl 363,635**			**fl 400,000**			fl 546,753	fl 946,753
3.3	**fl 220,536**	**fl 168,232**						fl 388,768	fl 388,768
3.4	**fl 386,194**	**fl 582,231**						fl 968,425	fl 968,425
3.5	**fl 312,722**	*fl 738,670*	*fl 285,455*	*fl 140,091*				fl 1,476,939	fl 1,476,939
deelproject 4.1	**fl 31,389**							fl 31,389	fl 31,389
4.2	**fl 496,501**	*fl 340,522*		*fl 16,742*				fl 853,765	fl 853,765
deelproject 5.1	**fl 79,746**	*Fl 23,260*	*fl 40,155*	*fl 4,000*				fl 147,161	fl 147,161
5.2	**fl 530,894**	*fl 261,941*	*fl 87,432*					fl 880,267	fl 880,267
5.3	**fl 167,305**	*Fl 43,073*						fl 210,377	fl 210,377
deelproject 6.1		*Fl 81,200*				**fl 112,325**		fl 193,525	fl 193,525
6.2	**fl 29,508**	**Fl 86,145**				**fl 197,705**		fl 313,358	fl 313,358
6.3	**fl 29,385**	*Fl 86,469*				**fl 56,423**		fl 172,276	fl 172,276
totaal	fl 4,207,948	fl 3,009,550	fl 1,020,224	fl 765,753	fl 800,000	fl 400,365	fl 305,683	fl 9,709,524	fl 10,509,524

Eigendom van ATO-DLO. Niets uit dit voorstel mag worden gebruikt, vermeerderd of gedistribueerd zonder schriftelijke toestemming van ATO-DLO.

Op gemerkt dient te worden dat de Dow kosten voor Dow Affiliates niet voor subsidie in aanmerking komen omdat ze buiten Nederland gemaakt worden. **De totale projectkosten, inclusief de niet subsidiabele kosten bedragen dus fl 9,709,524 + fl 800,000 = fl 10,509,5244.** Uit bovenstaande tabel en de samenhang en de fasering van de deelprojecten is een inschatting te verkrijgen van de kosten in de tijd.

Uit bovenstaande tabel en de samenhang en de fasering van de deelprojecten is een inschatting te verkrijgen van de kosten in de tijd.

	2000	2001				2002				2003			Totale kosten
kwartaal	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
deelproject 1.1	fl 47,761	fl 47,761	fl 47,761	fl 47,761	fl 47,761	fl 47,761	fl 47,761	fl 47,761	fl 47,761	fl 47,761	fl 47,761	fl 47,761	fl 573,130
1.2	fl 24,205	fl 24,205	fl 24,205	fl 24,205	fl 24,205	fl 24,205	fl 24,205	fl 24,205	fl 24,205	fl 24,205	fl 24,205	fl 24,205	fl 290,471
deelproject 2.1	fl 68,829	fl 68,829	fl 68,829	fl 68,829	fl 68,829	fl 68,829							fl 412,975
2.2	fl 69,028	fl 69,028	fl 69,028	fl 69,028	fl 69,028	fl 69,028							fl 414,171
2.3	fl 72,060	fl 72,060	fl 72,060	fl 72,060	fl 72,060	fl 72,060							fl 432,365
2.4		fl 88,878	fl 88,878	fl 88,878	fl 88,878	fl 88,878	fl 88,878						fl 533,267
2.5							fl 29,589	fl 29,589	fl 29,589	fl 29,589	fl 29,589	fl 29,589	fl 177,536
deelproject 3.1		fl 136,576	Fl 136,576	fl 136,576	fl 136,576	fl 136,576	fl 136,576	fl 136,576	fl 136,576				fl 1092,606
3.2		fl 118,344	Fl 118,344	fl 118,344	fl 118,344	fl 118,344	fl 118,344	fl 118,344	fl 118,344				fl 946,753
3.3		fl 48,596	fl 48,596	fl 48,596	fl 48,596	fl 48,596	fl 48,596	fl 48,596	fl 48,596				fl 388,768
3.4			fl 96,842	fl 96,842	fl 96,842	fl 96,842	fl 96,842	fl 96,842	fl 96,842	fl 96,842	fl 96,842	fl 96,842	fl 968,425
3.5					fl 184,617	fl 184,617	fl 184,617	fl 184,617	fl 184,617	fl 184,617	fl 184,617	fl 184,617	fl 1,476,939
deelproject 4.1	fl 15,694	fl 15,694											fl 31,389
4.2			fl 85,377	fl 85,377	fl 85,377	fl 85,377	fl 85,377	fl 85,377	fl 85,377	fl 85,377	fl 85,377	fl 85,377	fl 853,765
deelproject 5.1	fl 73,581	fl 73,581											fl 147,161
5.2					fl 110,033	fl 110,033	fl 110,033	fl 110,033	fl 110,033	fl 110,033	fl 110,033	fl 110,033	fl 880,267
5.3					fl 26,297	fl 26,297	fl 26,297	fl 26,297	fl 26,297	fl 26,297	fl 26,297	fl 26,297	fl 210,377
deelproject 6.1	Fl 96,763	fl 96,763											fl 193,525
6.2					fl 39,170	fl 39,170	fl 39,170	fl 39,170	fl 39,170	fl 39,170	fl 39,170	fl 39,170	fl 313,358
6.3					fl 21,535	fl 21,535	fl 21,535	fl 21,535	fl 21,535	fl 21,535	fl 21,535	fl 21,535	fl 172,276
totaal	fl 467,921	fl 860,315	fl 856,496	fl 856,496	fl 1,238,148	fl 1,238,148	fl 1,057,820	fl 968,942	fl 968,942	fl 665,426	fl 665,426	fl 665,426	fl 10,509,524

Eigendom van ATO-DLO. Niets uit dit voorstel mag worden gebruikt, vermeerderd of gedistribueerd zonder schriftelijke toestemming van ATO-DLO.

6.6 Derden

welke werkzaamheden worden uitbesteed en waarom; aan wie worden ze uitbesteed (naam, plaats, offerte in bijlage viii)
Voor zover nu te overzien is worden er geen werkzaamheden uitbesteed aan derden afgezien van enkele zeer beperkte verpakkingstesten door de Greenery.

Eigendom van ATO-DLO. Niets uit dit voorstel mag worden gebruikt, vermeerderd of gedistribueerd zonder schriftelijke toestemming van ATO-DLO.

7 Bijdrage aan doelstellingen EET

7.1 Economisch perspectief

Op welke markt heeft het project betrekking en wat is de positie van de deelnemers in het samenwerkingsverband op die markt?
Het project richt zich op de handel in en transport van vochtgevoelige land- en tuinbouwproducten, met name groente, fruit en bloemen. In 1999 werden door de zeven bloemenveilingen in Nederland 12,9 miljard bloemen verhandeld, hetgeen resulteerde in een omzet van 6,7 miljard gulden. Op het gebied van groente en fruit is in 1999 ca 4 miljoen tonnen geproduceerd.

Het consortium omvat de marktleiders in Europa op het gebied van de handel in groente, fruit en bloemen (VBA, The Greenery) en productie van massief kartonen verpakkingen (Kappa Packaging). Deze combinatie garandeert de toepasbaarheid van de opgedane kennis en technologieën. Dow Chemical is één van de topspelers in de markt op het gebied van vochtabsorberende middelen, onder andere in de markt van luiers. Hierdoor is de praktische toepassing van absorbers gegarandeerd. IVAM is een (inter)nationaal bekende consultant op het gebied van de analyse en de interpretatie van milieu-impact van productieprocessen. Het ATO-DLO is één van de meest vooraanstaande onderzoeksinstituten in Nederland waar het komt om verpakkingstechnologie en ketenintegratie. Door de inbreng van zowel IVAM als ATO zal de opgedane kennis optimaal verspreid worden naar andere toepassingsgebieden, middels vervolgonderzoek met andere partijen uit binnen en buitenland.

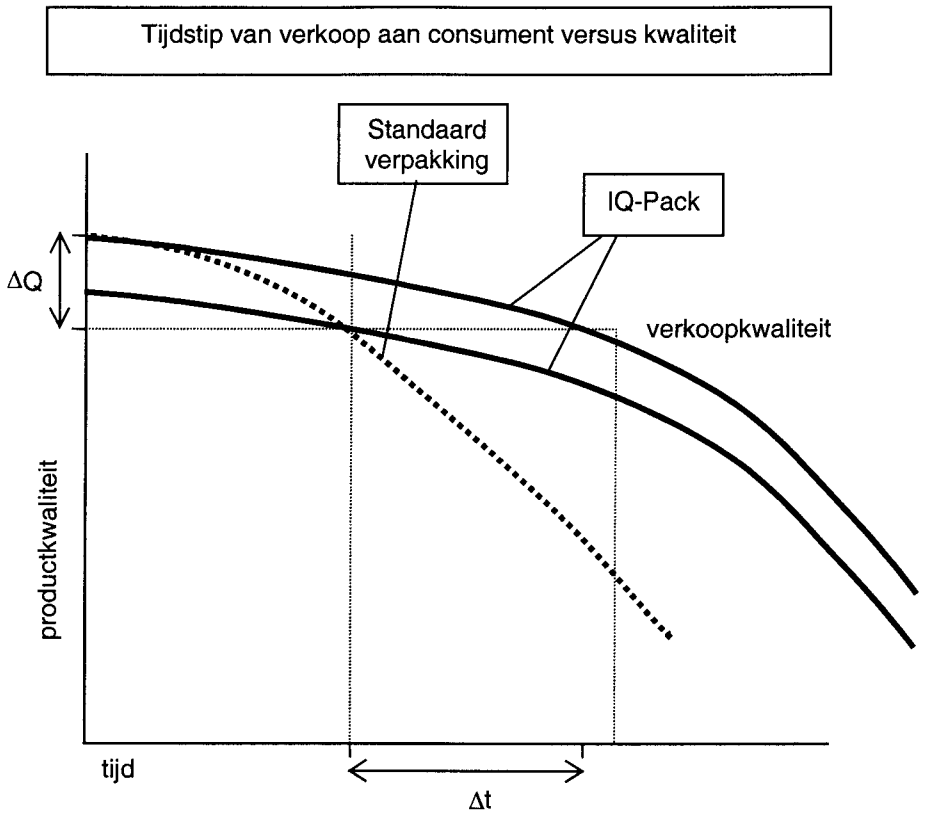
Op welke wijze zal het project bijdragen aan het vergroten van marktmogelijkheden (nieuwe en verbeterde producten, nieuwe markten in Nederland en het buitenland, het verkrijgen van referenties e.d).
Kern van het project vormt de verlenging van de initieel hoge kwaliteit groente, fruit en bloemen. In het traject van teler tot consument treedt een significante vermindering van productkwaliteit op door klimatologische (met name temperatuur en vocht) en mechanische belastingen. Met name schade door vocht (schimmel, rot) is relatief onderbelicht in de onderzoekswereld en er valt op dit gebied dan ook nog veel winst te behalen. Indien het mogelijk is een stap te maken tot een inzicht in de wijze waarop o.m. de vochthuishouding gereguleerd kan worden, zal daarmee de kwaliteitsachteruitgang verminderd kunnen worden. Dit resulteert in een concept dat aanleiding zal geven tot een verlengde producthoudbaarheid.

Deze verlengde houdbaarheid kan op een aantal verschillende wijze worden aangewend.

- Hogere productkwaliteit → hogere omzet. Het product dat door de consument gekocht wordt heeft een hogere kwaliteit. De bloem ziet er mooier uit, het vaasleven is langer, de tomaat heeft langer een verse 'bite', etc.; in het schema hieronder aangeduid als ΔQ. Deze hogere kwaliteit kan leiden tot een hogere marge op de verkoopsprijs en/ of een hogere afzet in aantallen daar het product gewilder is bij de consument; beide resulterend in hogere omzet.
- Verminderde kwaliteitsachteruitgang → minder productuitval. Door de optimale vochtregulatie zal het product minder snel zijn initiële kwaliteit verliezen. Product wat eerst met onvoldoende kwaliteit in de winkel aankwam en vervolgens werd afgevoerd (uitval!!), kan nu toch verkocht worden. De kwaliteit op het verkooppunt is immers gelijk, terwijl de initiële kwaliteit verschillend was (zie Figuur 13).
- Langere houdbaarheid → logistieke optimalisatie. Het product heeft een langere periode een hoge kwaliteit. Het duurt dus langer voordat een product de minimaal noodzakelijke 'verkoopskwaliteit' heeft; Δt in onderstaand schema. Deze tijd kan gebruikt worden om economisch verantwoord transport naar vergelegen markten mogelijk te maken, zoals Zuid-Afrika, Zuid-Amerika, Azië en Japan. De lange houdbaarheid in IQ-pack creëert logistieke flexibiliteit. Men kan hierbij denken aan een hogere beladingsgraad, optimaler gebruik van mengladingen en alternatieve transportmiddelen. Momenteel geschiedt transport bijvoorbeeld, vaak per vliegtuig, hetgeen vanuit economisch en ecologisch standpunt niet wenselijk is. Met de IQ-Pack kunnen producten per boot getransporteerd worden en toch een goede eindkwaliteit behalen.
- Geconditioneerd transport → nieuwe markten. Aan bederf onderhevige producten kunnen momenteel slechts beperkt getransporteerd worden. Bepaalde soorten groente, fruit en bloemen komen daardoor niet eens aan de overkant van de oceaan terecht. Door beter conditionering van het product, is het

Eigendom van ATO-DLO. Niets uit dit voorstel mag worden gebruikt, vermeerderd of gedistribueerd zonder schriftelijke toestemming van ATO-DLO.

mogelijk deze producten op deze nieuwe markten af te zetten. Een voorbeeld is de afzet van trostomaten in Amerika. Dit product is zeer gevoelig voor vocht en schimmelvorming en dus slechts zeer kort houdbaar in normale omstandigheden. Vochtregulering kan dit probleem oplossen, zodat dit product ook in Amerika afgezet kan worden. Op dit moment worden er per jaar 34,771,000 kg trostomaten naar Amerika geëxporteerd in meer dan 6,9 miljoen dozen. Ook Oost-Europa biedt interessante perspectieven.



Figuur 13. Schematische weergave van het kwaliteitsverloop in een standaard verpakking en in IQ-Pack.

Door wie zal het resultaat van het project geëxploiteerd worden? Op welke wijze gebeurt dit?
De resultaten van het project zullen een impact hebben op de gehele transportketen: van teler tot consument. De exploitatie van de kennis ligt dan ook primair bij de partijen die invloed hebben op de structuur van deze gehele keten, te weten de veilingen en de toeleveranciers. De veilingen hebben een regulerende taak waar het gaat om kwaliteit en kunnen voorwaardenscheppende activiteiten initiëren. De veilingen kunnen bijvoorbeeld bepaalde transportconcepten voorschrijven voor de telers. De uiteindelijke toepassing van de resultaten hangt dus voor een deel af van de insteek van de veilingen. Doordat de VBA als grootste veiling ter wereld van de partij is en het voortouw neemt, is de exploitatie langs deze route gewaarborgd. Anderzijds zijn via The Greenery International een aantal vooraanstaande handelsbedrijven, waaronder Van Dijk Beheer BV, Hagé International BV, Disselkoen Holding BV en C. den Hollander BV. In het project aanwezig.

Een tweede exploitatie route ligt via de toeleverancier, in casu Kappa Packaging en Dow Chemicals. Kappa Packaging zal als producent en marktleider van innovatieve transportverpakkingen voor verse producten de meest geschikte partij zijn IQ-Pack op de markt te implementeren. Kappa Packaging is de voornaamste producent van verpakkingen voor de veilingen in Nederland. Daarmee is exploitatie van kennis vanuit de verpakkingsproducent eveneens gewaarborgd. Vanuit Dow Chemicals kunnen onderdelen (voor IQ-pack speciaal ontwikkelde absorbers) worden toegeleverd aan Kappa Packaging, ter verwerking in de verpakkingen. Via deze routing wordt de kennis van absorbers ook in Nederland geëxploiteerd.

Een derde routing van exploitatie wordt gevormd door de kennisinfrastructuur, in casu ATO-DLO en IVAM. Beide kunnen in de toekomst bij vervolg en aanpalende projecten kennis toepassen (uiteraard wel voor

Eigendom van ATO-DLO. Niets uit dit voorstel mag worden gebruikt, vermeerderd of gedistribueerd zonder schriftelijke toestemming van ATO-DLO.

zover de vertrouwelijkheid en exploitatieafspraken als vastgelegd in de samenwerkingsovereenkomst dat toe laat). Met name het generieke concept van ketengerichte verpakkingsontwikkeling in relatie tot ecologische voordelen biedt ook in de verre toekomst nog diverse wetenschappelijke uitdagingen. Daarmee wordt gegarandeerd dat de kennis ook in andere toepassingen verwerkt kan worden. Kennisexploitatie en integratie in andere toepassingen zal al tijdens het project beperkt gebeuren door de samenwerking tussen dit project en twee andere EET projecten, nl. Vezelgrondstoftechnologie voor duurzame papier & kartonproductie (Ref. Nr. EETK99006) en CEET 2005 (Ref. Nr. EETK97132).

Wanneer verwacht u de eerste commerciële resultaten van het project (in jaren vanaf het begin van het project)?
De eerste commerciële resultaten van de in het project onderzochte verpakkingstechnologieën zullen zeker niet voor het 7e à 8e jaar na aanvang van het project op volle schaal in de industrie worden toegepast. Volledige toepassing in de markt van het totale concept (inclusief intelligente absorbers en –coatings) is zeker binnen een termijn van 10 jaar nog niet te verwachten.

Voor welke andere bedrijven en branches is het projectresultaat bruikbaar?
De resultaten zullen primair van toepassing zijn voor het transport van groente, fruit en bloemen in kartonnen verpakkingen. In principe zijn de resultaten bruikbaar voor alle transportmiddelen waarbij regulering van atmosfeer in het transportmedium wenselijk is. Dit kan bijvoorbeeld het geval zijn bij het transport van overige verse levensmiddelen (vlees, vis, gevogelte), overige land- en tuinbouwproducten (bloembollen, potplanten), alsmede kleinverpakking van chemicaliën of farmaceutica.

In brede zin kan de technologie toegepast worden in ketens waarbij (vocht)gevoelige producten getransporteerd worden in een keten met sterk wisselende externe omstandigheden, bijvoorbeeld elektronica en machines. Dit soort producten worden steeds gevoeliger voor externe factoren als relatieve vochtigheid, temperatuur en mechanische belasting. De IQ-Pack technologie (met name vochtregulatie in combinatie met mechanische performance) zou ook hier toepassing kunnen vinden.

Op welke wijze zal het resultaat bijdragen aan het verlagen en vermijden van toekomstige kosten (productiekosten, materialen, grondstoffen, afval, heffingen, energie, water, e.d.)?
IQ-Pack kan op een aantal verschillende manieren bijdragen in het verlagen van toekomstige economische kosten. Primair ligt het voordeel in het verlagen van de productuitval ten gevolge van kwaliteitsverlies. Nog altijd komt een groot deel van de getransporteerde producten in bepaalde stadia van bedorvenheid aan. Bijvoorbeeld van de Nederlandse witlof gaat gemiddeld 6 % van de export naar Duitsland verloren door een te lage productkwaliteit. Een deel daarvan kan nog verwerkt worden tot laagwaardige producten als veevoer, het grootste deel is echter afval dat afgevoerd of gecomposteerd moet worden. IQ-Pack leidt tot een verhoging van de kwaliteit en dus tot verlaging van het percentage afkeur. Daarmee wordt niet alleen afval vermeden, maar wordt de (economische) efficiency van de hele keten verbeterd (in termen van zaad, energie, water, warmte, koude, etc.). Ter illustratie: slechts 40% van de druiven die in Zuid-Afrika worden geteeld, komt ook daadwerkelijk in de supermarkt terecht, 60% is uitval gedurende het doorlopen van de logistieke keten.

Een secundair voordeel wordt gerealiseerd door het veranderen van transportmethoden. Er komt een alternatief voor het vliegen op verre markten in de vorm van goedkopere en efficiëntere bootverbindingen. De economische potenties van deze verre markten kunnen volledig benut worden, zonder daartoe een hoge economische èn ecologische prijs te moeten betalen. Ook wegtransport kan vervangen worden door bijvoorbeeld transport per binnenvaartschip, met alle bijbehorende economische, ecologische en logistieke voordelen.

Economische slaagkans

Heeft bestaande of toekomstige regelgeving invloed op de commerciële exploitatie van het resultaat van het project? Indien dit belemmerende invloed is, hoe denkt u daarmee om te gaan?
In het Nederlandse Verpakkingsconvenant zijn richtlijnen opgesteld t.a.v. het gebruik van verpakkingen. Dit convenant geeft richtlijnen omtrent vermindering van verpakkingshoeveelheden en stelt eisen aan verpakkingsproducenten hieromtrent. Onderhavig onderzoekstraject is geheel in lijn met het

Eigendom van ATO-DLO. Niets uit dit voorstel mag worden gebruikt, vermeerderd of gedistribueerd zonder schriftelijke toestemming van ATO-DLO.

verpakkingsconvenant, daar het een verhoogde efficiency nastreeft van de gebruikte verpakkingen (hogere efficiency door minder afval leidt immers tot minder verpakkingen). Richting de toekomst is het echter nog onduidelijk of de reductie waarde in de richtlijn gehandhaafd kan blijven, gezien de steeds strenger wordende milieueisen. Door in het project milieu en milieu-impact als belangrijke randvoorwaarde mee te nemen denkt het consortium ook aan toekomstige, strengere richtlijnen te kunnen voldoen.

Een tweede mogelijke beperking kan liggen in de eis dat een verpakking van een mono-materiaal moet zijn (i.v.m. eisen op het gebied van afvalscheiding). Karton is in principe een mono-materiaal en voldoet dus aan deze eis. Het toevoegen van een absorber of coating, kan in strijd zijn met deze eis, waardoor dit soort verpakkingen een speciale (dus dure) separatie-behandeling moeten ondergaan. Het consortium denkt met deze dreiging om te gaan door in het ontwerpproces de recyclebaarheid als belangrijke randvoorwaarde mee te nemen. Een absorber of coating zal in het recyclingsproces zeer eenvoudig verwijderd moeten worden, dan wel mee-gerecycled kunnen worden. In de uitwerking van het project zal hiermee rekening gehouden moeten worden.

Een positief effect heeft de steeds strengere eisen met betrekking tot het toepassen van schimmelwerende stoffen. Een significant gedeelte van de in Nederland geïmporteerde druiven, bijvoorbeeld, zijn nog steeds begast met SO_2 en de verpakkingen zijn voorzien van zogenaamde SO_2 release pads. SO_2 wordt toegevoegd om schimmel, geïnitieerd door condens, te voorkomen. Alhoewel dit formeel is verboden, wordt dit toch oogluikend toegestaan. De in dit project ontwikkelde technologie maakt alleen gebruik van natuurlijke gassen (H_2O regulering) en de commerciële exploitatie zal dus positief gestimuleerd worden door de steeds strengere regelgeving betreffende bestrijdingsmiddelen in verpakkingen.

Wat is de te verwachten acceptatie door de markt?
Gezien de deelname van zowel de grootste veiling, als de grootste producent van bloemenverpakkingen, is de verwachte acceptatie in de markt hoog. Door de verhoogde toegevoegde waarde en verbeterde efficiency van de schakels in de keten, zal ook hier de acceptatie hoog zijn.

Een mogelijk probleem kan liggen in de noodzaak voor afzonderlijke schakels om te investeren in middelen (koelcellen, opslag) en het opleiden van personeel. De verhoogde efficiency en dito rendement zal er voor moeten zorgen dat deze investeringen zich waarschijnlijk (zeer) snel zullen terugverdienen. Een complicerende factor is dat vaak het punt van kosten en het punt van bate niet op hetzelfde punt in de keten liggen. Het is daarom belangrijk voor een ketenaanpak te kiezen.

Wat is de mate van aansluiting op bestaande systemen?
De IQ-Pack technologie zal zo veel mogelijk aansluiting moeten vinden bij bestaande handelskanalen. Om de acceptatie in de markt te maximaliseren zal de handelswijze voor bijvoorbeeld een teler in Zuid-Afrika nagenoeg hetzelfde moeten blijven. Eventuele wijzigingen in opzet van de keten, zullen derhalve op een hoger niveau moeten komen en daar waar de impact het grootst zal zijn (coöperatie bv.). Gedurende het project zal de invloed van IQ-Pack op de keten gemeten en geanalyseerd om een zo goed mogelijke aansluiting met bestaande systemen te waarborgen. Een belangrijk aandachtspunt zal de interactie met de vervoersmodaliteit zijn. Het is voor dit project dan ook gunstig dat ATO een belangrijke participant is in het CEET 2005 project, waarin een nieuwe vervoersmodaliteit (nl. Container) ontwikkeld wordt. Beide projecten zullen elkaar dan ook versterken.

7.2 Ecologisch perspectief

Op welke ecologische doelstelling(en) van het programma EET heeft de aanvraag betrekking. Geef een nadere omschrijving van de milieudoelstelling van het project.
Onderhavig project valt binnen het thema 'Milieugerichte productontwikkeling', met een kleine inbreng in het thema 'Verkeer en vervoer'. Het project richt zich op een duurzame productinnovatie in de agro-transportketen met als doel vermindering van milieubelasting, door het onderzoeken van de transportmethodologie in respect tot de levenscyclus en de functie van het transportmedium: de verpakking.

Eigendom van ATO-DLO. Niets uit dit voorstel mag worden gebruikt, vermeerderd of gedistribueerd zonder schriftelijke toestemming van ATO-DLO.

De milieudoelstelling is vierledig:

- **Vermindering productafval** door kwaliteitsborging. De IQ-Pack technologie dient er voor zorg te dragen dat de kwaliteit van het te transporteren vochtgevoelige agro-product zo hoog mogelijk blijft. Hierdoor zal gedurende de transportketen minder afval ontstaan in de vorm van afgekeurd product. Voor een gemiddeld verpakt transport bedraagt minder dan 1 % van de milieubelasting de verpakking. Vermindering van de productuitval zal dus een zeer grote invloed hebben op de totale milieubelasting.
- **Geen verbruik meer van milieuonvriendelijke bestrijdingsmiddelen in de verpakking.** Door de dynamische vochtregulatie zal de hoeveelheid condens en dus de schimmelgroei op het product verminderen. Het gebruik van milieuonvriendelijke systemen zoals SO_2 release pads wordt dus sterk verminderd of zelfs geheel overbodig. Bovendien is schimmelremmende begassing met CO_2 tot nu toe niet mogelijk door de grote vochtproblemen die dan ontstaan in de verpakking. Deze milieuvriendelijke techniek kan met IQ-pack verder geoptimaliseerd worden.
- **Hogere transportefficiency** door sterkere verpakking. De verpakking verliest een groot deel van zijn functionaliteit (sterkte) door inwerking van vocht (de compressiesterkte kan meer dan 20 % afnemen). Door hetzij vermindering van vochtopbouw door absorbers, hetzij het vochtprobleemvermijdend ontwerpen is het mogelijk de mechanische functionaliteit te garanderen gedurende de hele transportketen. Hierdoor wordt voorkomen dat er afval ontstaat in de vorm van complete afgekeurde dozen door instorting of verzakking op de pallet.
- **Ecologisch vriendelijkere transportmodaliteit** door verlengde houdbaarheid. De verlengde houdbaarheid maakt het mogelijk andere transportmodaliteiten te gebruiken zoals de boot in plaats van het vliegtuig of de vrachtwagen. Hierdoor wordt de ecologische impact per verpakkingseenheid verminderd, bij gelijkblijvende kwaliteit van het agro-product.

Kortom, IQ-Pack dient er voor zorg te dragen dat een maximaal aantal producten via een ecologisch verantwoorde en efficiënte transportmodule bij de eindgebruiker komen.

Doel van dit project is een 30% reductie van productuitval ten gevolge van kwaliteitsachteruitgang of verpakkingsgerelateerde beschadiging. Het zal onmogelijk zijn om een volledige terug gang te krijgen, daar er ook uitval of beschadiging is door externe factoren (slechte handling van pallets, verbreken van de koelketen door pallets te lang buiten te laten staan, plantenziektes, etc.).

Geef een indicatie van de omvang van het milieuprobleem wereldwijd en op nationale schaal.
In Nederland worden jaarlijks circa 11 miljard stuks bloemen verhandeld. De voornaamste bloem is de roos, gevolgd door de tulp, de chrysant, de gerbera en de anjer. Voor de bloemenveilingen in Nederland resulteerde dat in een omzet van circa ƒ 6,6 miljard. Nederland neemt als echt bloemenland ca 75% van de Europese handel in sierteelt voor haar rekening. De Europese omzet is daarmee circa 15 miljard stuks groot.

Gemiddeld worden 200 stuks bloemen per transportdoos verpakt, hetgeen leidt tot het potentieel transporteren van 50 miljoen dozen op jaarbasis voor de Nederlandse handel. In de praktijk vindt transport ook plaats per kunststof krat, staand in een emmer en verscheidene retoursystemen. De handel in kartonnen dozen is circa 60% van de totale handel (ruim 30 miljoen dozen). Voor dit gehele segment biedt IQ-pack grote ecologische voordelen. Geschat wordt dat in circa 5% van de transporten het eindproduct niet op plaats van bestemming komt, vanwege bederf of beschadiging. Dit komt overeen met 1,5 miljoen dozen op jaarbasis, met daarin 300 miljoen bloemen (bijna de gehele jaarlijkse teelt chrysanten!).

Nederland produceert circa 4 miljoen tonnen groente en fruit op jaarbasis. Daarnaast worden 2 miljoen tonnen groente en fruit geïmporteerd en wordt 3 miljoen tonnen naar landen binnen en buiten Europa geëxporteerd. De veilingen in Nederland behalen hiervan een omzet van circa ƒ 4 miljard. Op het gebied van de productie van groente en fruit behaald Nederland circa 5% van de Europese productie.

Per transportdoos wordt circa 5 kg product vervoerd. Dit leidt tot een verplaatsing van 1 miljard transporteenheden voor de im- en exportbewegingen. Het transport per kartonen doos neemt hiervan circa 40% van voor zijn rekening. Als we alleen de export van trostomaten naar Amerika beschouwen dan praten we over 7 miljoen dozen die met IQ-pack met de boot i.p.v. het vliegtuig geëxporteerd kunnen worden. Van de totale im- en export wordt geschat dat circa 5% van de producten niet op de eindbestemming komt door

Eigendom van ATO-DLO. Niets uit dit voorstel mag worden gebruikt, vermeerderd of gedistribueerd zonder schriftelijke toestemming van ATO-DLO.

kwaliteitsverlies of beschadiging. Dit leidt tot een verlies van 20 miljoen dozen, met 0,1 miljoen tonnen product (ruim de Nederlandse jaarlijkse sla productie).

Kortom, jaarlijks gaan op basis van deze analyse circa 21,5 miljoen dozen met Nederlandse handelsproducten het afvalcircuit in. Daarmee zijn alle met deze dozen en producten gepaard gaande economische en ecologische kosten verspild.

In hoeverre kan dit project het bovengenoemde milieuprobleem oplossen? U kunt hierbij een scenario schetsen met directe en indirecte milieueffecten.
Bovengenoemde uitval is een gevolg van kwaliteitsvermindering of beschadiging van het agro-product. Beide aspecten worden integraal op een fundamentele wijze onderzocht, met als doel daarmee op een breed toepasbaar concept uit te komen. De doelstelling om 30% reductie op uitval te realiseren zou op deze wijze ook over de brede linie en in verschillende product-markt combinaties haalbaar moeten zijn.

De doelstelling van dit project is de hoeveelheid uitval door kwaliteit of beschadiging met minimaal 30% te verminderen. Deze doelstelling resulteert op Nederlandse schaal in een reductie van afval van 6,5 miljoen dozen, waarvan 0,5 miljoen bloemen dozen met 100 miljoen bloemen (vergelijkbaar met de jaaromzet anjers) en 6 miljoen groente- en fruitdozen met 30 miljoen kilo agro-product (de jaarlijkse Nederlandse productie van aardbeien). Op Europese schaal zal het resultaat ongeveer het tienvoudige kunnen bedragen, op wereldschaal nog een veelvoud daarvan.

Consequentie van deze vermindering van uitval zal waarschijnlijk niet zijn dat de totale productie verminderd, maar dat het 'overschot' door afvalreductie op andere markten afgezet zal worden. Deze markten zouden zo wie zo ontgonnen worden in de expansie op wereldhandelsniveau, doch dit gaat met IQ-Pack gepaard met minder extra productie en op een ecologisch verantwoorde wijze.

Wat is het mogelijke uitstralingseffect van dit project?
Het project richt zich in eerste instantie op de handelskanalen die gedreven worden vanuit of door Nederlandse partijen. Daarmee wordt slechts een deel van de totale agro-wereldhandel gedekt. Een eerste te verwachten uitstraling zal zich hebben naar andere agro-gebaseerde handelsstromen die zich buiten Nederland afspelen (bv grapefruit van Israël naar Noord-Amerika). Een tweede uitstralingseffect wordt verwacht naar transportstromen met andere agro producten, waarbij vochtproblematiek ook een rol speelt (bv potplanten en aardappelen).
Verder zal een uitstraling mogelijk zijn naar andere schakels in de keten, door introductie van andere transportmethodieken. Focussering op beheerste conditionering in één bepaald traject, kan het bewustzijn wekken om met conditionering ook op een ander trajecten beter om te gaan. Daarmee kan het project uitstraling hebben tot andere handelsstromen die momenteel nog niet te overzien zijn. Denk bijvoorbeeld aan gevoelige elektronica, chemicaliën en voedingsmiddelen.

Andere belangrijk uitstralingen zijn mogelijk naar de biologische landbouw. Door de milieuvriendelijke productietechnieken worden producten vaak schimmelgevoeliger wat een dynamische vochtregulatie noch belangrijker maakt.

Ook zal een uitstraling mogelijk zijn via de verpakkingskant. De fundamentele kennis rondom vochtbeheersing in transport van agro-producten kan een vertaling hebben naar het ontwerpen van andere constructies waarbij externe invloeden een rol spelen. Kennis omtrent de relatie vocht ↔ sterkte kan ook vertaald worden naar omstandigheden waarbij het vocht van buitenaf komt (bv bij nat afspoelen van groente in een open verpakking).

Ecologische slaagkans

Wat zijn milieutechnische alternatieven voor het project?
De crux van het project is het aanbrengen van een (lucht-)omgeving waarin het product optimaal vertoeft en niet beschadigd wordt. Binnen dit project wordt dit gezocht in de eerste schil rondom het product, zijnde de verpakking. Een alternatief is het conditioneren op de tweede of derde schil (omdoos-, respectievelijk

Eigendom van ATO-DLO. Niets uit dit voorstel mag worden gebruikt, vermeerderd of gedistribueerd zonder schriftelijke toestemming van ATO-DLO.

container-niveau). Het zal in de praktijk echter veel moeilijker zijn om de atmosfeer op elke plek in de container te sturen, dan dat in een kleine (doos-)omgeving is. Hoe groter de inhoud van de ruimte, des te moeilijker wordt het deze te controleren en te sturen. Tevens zal het moeilijk zijn de impact van verstorende elementen als de verpakking en de pallet meet te nemen. Tenslotte zal het in de hedendaagse logistiek niet altijd mogelijk zijn op container niveau te sturen. Immers soms zijn mengladingen noodzakelijk en moet op een kleiner fysisch niveau het klimaat geregeld worden.

Wat zijn mogelijke neveneffecten op het milieu door toepassing van de nieuwe technologie?
Het project heeft twee neveneffecten die momenteel al zijn in te schatten. Ten eerste zal een mogelijke milieuprobleem optreden in de recycling van de nieuwe verpakking. Momenteel worden bloemen, groente en fruit in verpakkingen getransporteerd van één mono-materiaal (massief karton). In het project wordt gekeken of het mogelijk is een absorber of isolator aan te brengen, eventueel van een ander materiaal. Daarmee wordt de verpakking van meerdere materialen samengesteld, hetgeen in de recycling tot problemen kan leiden. Zo kan de pulper voor het maken van papier 'verstopt' raken, doordat absorbers niet gescheiden kunnen worden. Ook kunnen deels in de pulp opgelost coatings of absorbers wellicht de eigenschappen van het papier dat er mee gemaakt wordt negatief beïnvloeden.

Een tweede veel kleiner neveneffect op het milieu vormt de waarschijnlijke noodzaak tot het verzorgen van een gekoeld traject gedurende het transport. Dat betekent dat ook over de verre transporten (bijvoorbeeld in een boot) de producten dan ook gedurende een langere periode gekoeld moeten worden. Dit gaat gepaard met een hogere vraag naar elektriciteit in de keten. Opgemerkt moet worden dat voor verse producten nu al bijna al het transport gekoeld plaatsvindt.

Hoe groot is het aandeel van het consortium bij het veroorzaken/ oplossen van dit probleem?
Het eerste probleem, het bi-materiaal, is een probleem dat door de opzet van het project veroorzaakt wordt. Het consortium is echter ook instaat om de impact van het probleem te onderzoeken, alsmede met mogelijke oplossingen te komen. Enerzijds kan de oplossing liggen in het ontwerpen van een slimme verwijdering. Anderzijds in de wijze waarop de pulper ingesteld kan worden zodat het met het bi-materiaal overweg kan. Kappa Packaging is de grootste papier-recyclaar van Europa en is dus bij uitstek geschikt dit probleem op te lossen.

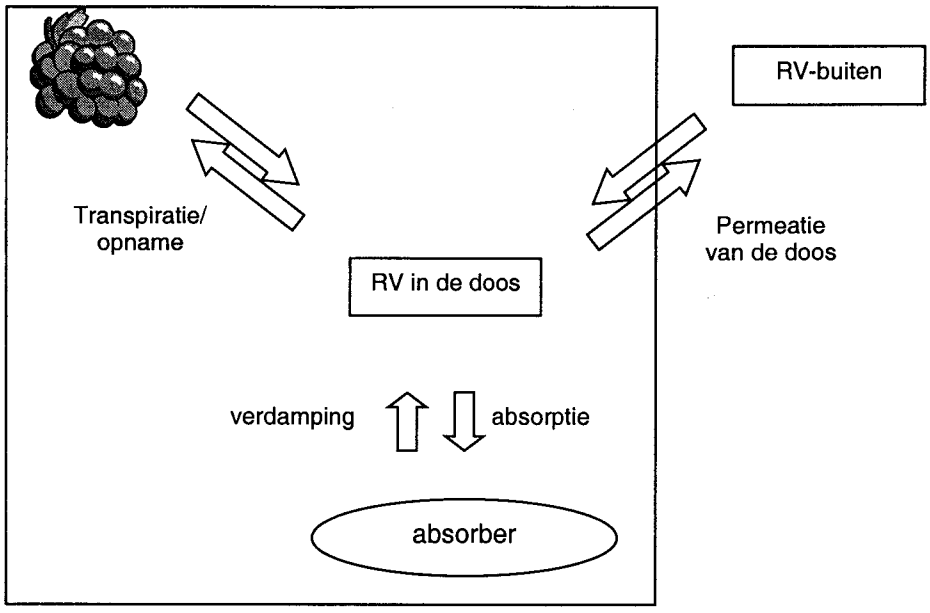
Het tweede neveneffect komt voort uit het gebruik van de IQ-Pack en de eisen die dat waarschijnlijk stelt aan de keten. In het onderzoekstraject zal ruim aandacht worden besteed aan dit probleem, om te bezien of dit op een andere wijze opgelost, dan wel geminimaliseerd kan worden (bijvoorbeeld isolatie van de doos). Anderzijds zal intensieve samenwerking gezocht worden met het CEET project waarin de container met minimale energiebelasting ontwikkeld wordt.

Vormt het milieuprobleem een knelpunt bij de milieuvergunning?
Voor zover bekend vormt IQ-Pack op geen enkele wijze een belemmering in enige milieuvergunning. Het project zou wel kunnen raken aan regelgeving omtrent voedselveiligheid. De absorber of coating zal hoogstwaarschijnlijk in contact komen met het agro-product en eventueel tot contaminatie kunnen leiden. Alhoewel het consortium hier geen problemen verwacht, zal in het onderzoek dit aspect en de regelgeving hieromtrent als belangrijk aandachtspunt worden meegenomen.

7.3 Technologie

Wat is de mate van technologische innovatie?
De innovatie zal bereikt worden op twee niveaus, namelijk op verpakkings- en ketenniveau. De vochthuishouding vormt een complex dynamisch systeem, waarbij de interactie tussen product en zijn omgeving centraal staat. De verpakking dient deze interactie te reguleren en daarmee de functionaliteit te geven.

Eigendom van ATO-DLO. Niets uit dit voorstel mag worden gebruikt, vermeerderd of gedistribueerd zonder schriftelijke toestemming van ATO-DLO.



Figuur 14. Overzicht van de verschillende processen die in een verpakking met vers product plaatsvinden.

Bij het reguleren van deze omgevingscondities door de verpakking spelen een zeer groot aantal factoren een rol, zoals het gewenste microklimaat (relatieve vochtigheid, temperatuur, CO_2-concentratie, O_2-concentratie, etc.), de condities in de keten, het ontwerp van de verpakking (sterk afhankelijk van het product), de gewenste bescherming, eventuele additionele functionele eisen uit de keten (stapelbaarheid, hanteerbaarheid), de maakbaarheid en recyclebaarheid. **De primaire technologisch innovatie betreft een totaal nieuw generiek ontwerpconcept waarmee de vochthuishouding in een recyclebare verpakking op microschaal gestuurd kan worden gedurende alle schakels van de logistieke keten. Deze nieuwe verpakking moet leiden tot een hogere productkwaliteit.**

Deze innovatie kan alleen plaatsvinden door een uniek samengaan van een aantal innovaties op deelterreinen.

- **Vochtregulering** door bv absorbers. Het is tot op heden nog onmogelijk om de vochthuishouding in een transportverpakking te reguleren. Het probleem hierbij vormt niet zozeer het wegnemen van vocht (dat kan door ventilatiegaten aan te brengen) maar het instellen en reguleren van een bepaald niveau relatieve vochtigheid. Een vochtregulerend systeem dat een van te voren in te stellen niveau van relatieve vochtigheid in een omgeving kan realiseren is een technologische doorbraak.
- **High-performance coatings**, die in staat zijn om de atmosfeer in een verpakking dynamisch te sturen. De verpakking vormt een barrière tussen de binnen- en buitenatmosfeer. Wil de binnenatmosfeer constant blijven bij wijzigende buitenatmosfeer, dan zal de coating een variabele barrière eigenschap moeten hebben, die zich automatische aanpast aan de buitenomgeving. Een coating die zelfregulerende eigenschappen heeft, vormt een belangrijke innovatie op verpakkingsgebied.
- **Mechanische stabiliteit**. Een verpakking is onderhevig aan grote dynamische belasting, onder steeds wisselende omgevingscondities. Binnen dit project wordt het fundament gelegd voor een model dat in absolute waarde de interactie voorspeld tussen een constructieve verpakkingsopzet, de dynamische belasting en de omgeving. Hiermee kan op de tekentafel de exacte mechanische performance van een verpakkingsconcept in de keten voorspeld worden.

De secundaire innovatie wordt bereikt in de logistieke keten. **Door IQ-Pack komt een agro-product met een gegarandeerde hoge kwaliteit aan bij de consument, ook in ver weg gelegen markten.**

De innovatie op ketenniveau kan zich uiten op ten minste drie manieren:

- **Hogere productkwaliteit** op dezelfde markt. Indien gebruik gemaakt wordt van dezelfde keten, zal het product door IQ-Pack minder kwaliteitsverlies hebben, resulterend in een langer vaas- of schapleven.

Eigendom van ATO-DLO. Niets uit dit voorstel mag worden gebruikt, vermeerderd of gedistribueerd zonder schriftelijke toestemming van ATO-DLO.

- **Langere houdbaarheid** maakt de weg vrij naar de grootschalige ontginning van verre markten. Nu kan vanuit kostenoogpunt slechts beperkt gebruik gemaakt worden van vliegtransport naar verre landen, met IQ-pack kunnen dezelfde markten grootschalig bereikt worden per boot.
- **Geconditioneerd transport** waardoor bederfelijke producten naar nieuwe markten gebracht kunnen worden, die voorheen zelfs met vliegtransport niet bereikbaar waren.

Kortom, ook op ketenniveau zal IQ-Pack aanleiding geven tot het bereiken van andere markten en het opzetten van nieuwe handelsstromen.

Wat is de verbetering t.o.v. de stand der techniek?
Het verlengen van houdbaarheid door het actief of passief sturen van de atmosfeer rondom een product wordt op een beperkt aantal plaatsen reeds toegepast, met name bij consumentenproducten.

- **Gastoevoeging op consumentenschaal** wordt al toegepast bij bijvoorbeeld vis, vlees en verpakte groente. In dit geval wordt tijdens het verpakken van het product op een schaaltje of in een zakje een gas (meestal stikstof of kooldioxide) toegevoegd. Dit gas heeft een houdbaarheidsverlengende werking op het product. Vanwege de kostbare apparatuur en de eis dat de verpakking gasdicht moet zijn, is de toepassing nog beperkt.
- **Gastoevoeging op transportschaal** wordt beperkt toegepast bij vis. Het toedienen van kooldioxide aan de atmosfeer rondom een vis kan de houdbaarheid met enkele dagen verlengen. Vanwege de vochtige omstandigheden wordt de vis daarbij in een plastic zak verpakt, eventueel ingebed in een doos.
- **Actieve verpakkingen**, waarbij gedurende een bepaalde periode een gasvormige stof wordt toegediend aan de atmosfeer. Dit soort verpakkingen bevinden zich nog in de ontwikkelingsfase en zijn nog maar zeer beperkt op de markt verkrijgbaar.
- **Passieve verpakkingen**, waarbij de gasatmosfeer rondom een product wordt beheerst door van te voren vastgestelde buffering of aangebracht barrières. Voorbeeld van deze technologie betreft de ontwikkeling van modified atmosphere verpakkingen van Kappa Packaging. Het product vormt daarbij een belangrijke input voor het opbouwen van een atmosfeer. Zo geeft de ademhaling van een broccoli een overmaat kooldioxide die door de barrière van de doos gevangen blijft en daarmee de langere houdbaarheid realiseert.

Bovenstaande systemen zijn allen specifiek ontwikkeld voor één bepaald product en de eisen die dat ene product stelt aan zijn omgeving. Daarbij gaan deze systemen voorbij aan vochtproblematiek, hetgeen vele malen complexer is vanwege de relatie met variabele externe invloeden. De omgevingstemperatuur buiten de doos heeft een directe invloed op de verdamping van het product in de doos en dus op de relatieve vochtigheid, bij het aanbrengen van een kooldioxide atmosfeer zoals bij vis is de externe invloed nihil.

Vochtregulering in een ketenproces gaat een behoorlijke stap verder in technologische complexiteit, dan andere systemen tot nu toe hebben gerealiseerd. De kennis en ervaring uit deze andere technologieën zijn wel van groot belang in onderhavig onderzoek; vochtregulering is daarmee een logische volgende stap in de complete beheersing van transportcondities.

Wat zijn de mogelijkheden voor octrooien?
Gezien de innovatiegraad van het project, zal er zeker sprake zijn van een aantal octrooien. Deze zullen vallen in de gebieden van absorbers, coatings en constructies, eventueel in combinatie met bepaalde applicaties.

Welke nieuwe toepassingsgebieden opent de nieuwe technologie?
IQ-Pack opent de weg naar een volledige beheersing van het vochtklimaat in een verpakking. In het project wordt daarbij onderzocht of dit mogelijk is op basis van absorbering en regulering van de relatieve vochtigheid door gebruik te maken van systemen op basis van b.v. absorbers, coatings, constructieve elementen. Deze systemen geven elk op zich al aanleiding tot innovaties die zich ook op andere terreinen kunnen uiten, buiten de genoemde transportmodaliteiten om.

Wat zijn technologisch alternatieven voor het project?

Eigendom van ATO-DLO. Niets uit dit voorstel mag worden gebruikt, vermeerderd of gedistribueerd zonder schriftelijke toestemming van ATO-DLO.

IQ-Pack is gebaseerd op vochtregulering in brede zin, op basis van absorptie en/ of regulatie. Voor deze opzet bestaan vooralsnog geen alternatieven die hetzelfde kunnen bereiken.

Alternatieven in functionele zin dienen gezocht te worden in regulering in de tweede of derde schil rondom het product (de omdoos/ pallet, respectievelijk de transportcontainer). Een probleem in deze aanpak is wel dat de kwaliteit van het voor- en na-traject bij een conditionering op hoog niveau veel nauwkeuriger steekt. Aangezien het product tijdens voor- en na-traject niet door de doos geconditioneerd wordt, zal de keten in deze delen de borgingsfunctie van de container moeten overnemen. Een groot voordeel van conditionering op doosniveau is nog dat er gemengde lading mogelijk is in een container; bij conditionering op container of palletniveau is dat niet mogelijk.

Een ander mogelijk alternatief is conditionering op individueel product- of portieniveau. Gezien het feit dat het in de bedoelde handelsstromen doorgaans om grote hoeveelheden (bulk) producten gaat, die in verschillende verdere kanalen worden afgezet, is dit niet een praktisch alternatief.

Samenwerking

Wat is het belang van de inbreng van iedere deelnemer in het samenwerkingsverband? In hoeverre vullen de deelnemers elkaar aan wat betreft kennis en ervaring?
Het unieke aan de samenwerking binnen dit project is dat, naast de gezamenlijke doelstelling, alle zes de partijen in het project een eigen specifieke doelstelling hebben die ze zonder elkaar niet kunnen oplossen. Kappa Packaging wil haar leidende positie in de veilingen versterken door innovatie en vergroten van haar toegevoegde waarde, doch kan dit niet zonder de inbreng van de veilingen en kennis omtrent het agro-product. VBA en The Greenery willen hun telers ieder op eigen terrein een voorsprong geven door kwalitatief hoogwaardige logistieke trajecten aan te bieden, doch kunnen dit niet zonder de toeleverancier van verpakkingen. Dow Chemicals wil haar markt verbreden richting agro-verpakkingen, doch kan dit niet zonder partijen uit die keten. ATO en IVAM willen hun positie als kennisdragers op hun eigen terrein versterken, doch kunnen dit niet zonder praktische cases. Kortom, er is een zeer hechte relatie tussen de partijen ontstaan, waarbij kennisuitwisseling over en weer essentieel is om de gezamenlijke doelen te kunnen bereiken. Gezamenlijk kunnen de partijen borgen dat alle technologische en ecologische eisen in de keten van producent tot consument worden meegenomen.

Maar niet alleen vanuit de probleemstelling geredeneerd vormen de partijen een unieke samenwerking, ook vanuit (markt-)technisch en technologische achtergrond zijn de partijen complementair in kennis. Voor onderhavig project is kennis nodig op verschillende terreinen: planten fysiologie en –biologie, voedingsmiddelentechnologie, verpakkingstechnologie, marktkennis, vochtregulering, werktuigkundig, constructies, milieutechnologie, ketenkennis en logistiek. De zes partijen bestrijken al deze gebieden en hebben daarmee gezamenlijk de basiskennis om het project te kunnen uitvoeren. Ook vanuit de noodzakelijke brede technologische basiskennis en ervaring, nodig voor dit project, is de kennisuitwisseling over en weer essentieel om de doelstelling van het project te kunnen realiseren.

In het verleden is er reeds op projectbasis samengewerkt door ATO en Kappa Packaging, door ATO en VBA, door ATO en The Greenery en door ATO en Dow Chemicals, maar het ketenbrede samenwerkingsverband tussen ATO, Kappa Packaging, VBA, The Greenery, Dow Chemicals en IVAM is uniek.

Eigendom van ATO-DLO. Niets uit dit voorstel mag worden gebruikt, vermeerderd of gedistribueerd zonder schriftelijke toestemming van ATO-DLO.

8 Literatuur

Productonderzoek

[1] Gorris, L.G.M. and Smid, E.J. (1995). Crop protection using natural antifungal compounds. *Pesticide Outlook*, **6,** 20-24.

[2] Hertog, M.L.A.T.M., H.W. Peppelenbos, L.M.M. Tijskens en R.G. Evelo, Modified Atmosphere Packaging: Optimisation Through Simulation. Proceedings of the Seventh International Controlled Atmosphere Research Conference, July 13-18, Davis, California, USA (1997).

[3] Oosterhaven, K., Chambel Leitao, A. Gorris, L.G.M. and Smid, E.J. (1996). Comparative study on the action of S-(+)-carvone, *in situ*, on the potato storage fungi *Fusarium solani* var. *coeruleum* and *F. sulphureum*. J. *Appl. Bacteriol.*, **80,** 535-539.

[4] Peppelenbos, H.W., The use of gas exchange characteristics to optimize CA storage and MA packaging of fruits and vegetables, Ph.D. Thesis, Landbouwuniversiteit Wageningen, Wageningen (1996).

[5] Peppelenbos, H.W., L.M.M. Tijskens, J. van 't Leven en E.C. Wilkinson, *Modelling oxidative and fermentative carbon dioxide production of fruits and vegetables*, Postharvest Biology and Technology, in press.

[6] Smid, E.J., De Witte, Y., Vrees, O. and Gorris, L.G.M. (1994). Use of secondary plant metabolites for the control of postharvest fungal diseases on flower bulbs. *Acta Horticulturae*, **368,** 523-530.

[7] Smid, E.J., Hendriks, L., Boerrigter, H.A.M. and Gorris, L.G.M. (1996). Surface disinfection of tomatoes using the natural plant compound *trans*-cinnamaldehyde. *Postharvest Biol. Technol.*, **9,** 343-350.

[8] Smid, E.J., Koeken, J.P.G. and Gorris, L.G.M. (1996). Fungicidal and fungistatic action of the secondary plant metabolites cinnamaldehyde and carvone. In: *H. Lyr, P.E. Russell and H.D. isler (editors), Modern fungicides and antifungal compounds,* Intercept, Andover, Hants, UK, p. 173-181.

[9] Tijskens, L.M.M. en J.J. Polderdijk, *A Generic Model for Keeping Quality of Vegetable Produce During Storage and Distribution*, Agricultural Systems **51** (4), pp. 431-452 (1996).

Verpakkingstechnologie

[10] Berkenbosch, A.C. and C.L.M. van Weert, *Modelling corrugated paperboard and the box compression test using the finite element method,* in Proc. Of the 3rd Summer Conference on Numerical Modelling in Continuum Mechanics, Prague (1997), pp. 141-148.

[11] Donkelaar, J.R. ten, *Transport and sorption of water vapour in corrugated cardboard,* Proceedings of the 4th International Symposium on Moisture and Creep Effects on Paper, Board, and Containers, 1999.

[12] Eagleton, D.G. and J.A. Marcondes, *Moisture-sorption isotherms for paper-based components of transport packaging for fresh produce,* Tappi Journal **77** (1994), pp. 75-81

[13] Evelo, R.G. and J. Horst, *Modified atmosphere packaging of tomatoes; controlling gas and humidity,* Packaging Technology and Science **9** (1996), pp. 265-273.

[14] Jaeger, C.R., F. Schreutelkamp and A.C. Berkenbosch, *The gas permeance of coated MA boxes: from the material properties of the components to the performance of the boxes under realistic conditions,* in Proceedings of the 11th IAPRI World conference on packaging, Singapore, Singapore (1999), pp. 341-350.

[15] Jaeger, C.R., R.G.M. van der Sman, A.C. Berkenbosch, *Developing an active packaging concept for perishable products – an integrated approach,* Verpackungsrundschau Interpack 99 Special (1999), pp. 56-58

[16] Kooijman, J.M., Verpakken van voedingsmiddelen - een keten behandeling, Kluwer Techniek, 1996.

[17] Marcondes, J., *Corrugated fibreboard in modified atmospheres: moisture sorption/ desorption and shock cushioning,* Packaging Technology and Science **9** (1996), pp. 87-98.

[18] McKee, R.C., J.W. Gander and J.R. Wachutta, *Compression strength formula for corrugated boxes,* Paperboard Packaging (1963), pp. 149-159.

[19] Nakano, T., *A theoretical description of creep behavior during water desorption,* Holzforschung **50** (1996), pp. 49-54.

Eigendom van ATO-DLO. Niets uit dit voorstel mag worden gebruikt, vermeerderd of gedistribueerd zonder schriftelijke toestemming van ATO-DLO.

[20] Nordstrand, T.M., *Parametric study of the post-buckling strength of structural core sandwich panels*, Composite Structures **30** (1995), pp. 441-451.
[21] Robertson, G.L., *Packaging and the Environment: it's the Impacts, Stupid!*, In: Proceedings of the 11th IAPRI World Conference on Packaging, July 1999, Singapore, Singapore (1999).
[22] Saliklis, E.P. and S.J.K. Kuskowski, *Constitutive modeling of paper accounting for rate of load and transient relative humidity effects*, Tappi Journal **81** (1998), pp. 181-188.
[23] Sman, R.G.M. van der, M.H. Ernst and A.C. Berkenbosch, *Lattice Boltzmann scheme for cooling of packed cut flowers,* Int. J. Heat Mass Transfer **43** (2000), pp. 577-587.
[24] Urbanik, T.J., *Hygroexpansion-creep model for corrugated fiberboard,* Wood and Fiber Science **27** (1995), pp.134-140.
[25] Verpakkingen Convenant II, staatscourant **247**, Den Haag, Nederland (1997).
[26] Verpakkingsontwikkelingen 1999, SVM-PACT.

Milieu

[27] Behrendt, S. , IZT Institute for Future Studies and Technology Assessment, Berlin, Germany
[28] Berkel , C.W.M. van, J.G.M. Kortman (red.) en J. Krozer (red.)., *Milieugerichte assortimentsverbetering in de detailhandel.* tussenrapport project voor de introductie van milieusparende assortimenten in de detailhandel (PRIMA) (Environmental Improvement of Retail Assortments: Interim Report of the Project for the Introduction of Environmentally Sound Assortments in the Retail Trade).
[29] Eco-design: acht voorbeelden, Productontwikkeling met Milieu als Innovatie Strategie (PROMISE), TNO (red), Delft, februari 1994.
[30] *IVAM LCA Data 2.0,* IVAM Environmental Research, december 1998
[31] Huppes, Gjalt, *Allocation procedure in LCA*, Erwin Lindeijer (IVAM Environmental Research), Februari 1999
[32] Jasch, C., Institute of Research on Ecological Economy, Vienna, Austria
[33] Kampen, Michela van, and Erwin Lindeijer, *Environmental Process Diagnosis and Improvement Tool* (Summary report for the Lucent Technologies Industrial Ecology Faculty Fellowship Grant 1997), August 1999.
[34] Kortman, J.G.M., Mak, J.P., Anink, D.A. en Ewijk, H.A.L. van, *Eco-Quantum: development of LCA based tools for buildings*, Paper submitted to Deuxième Conférence Internationale Bâtiment et Environnement, Parijs, juni 1997.
[35] Kortman, J.G.M., Mak, J.P., Anink, D.A. en Ewijk, H.A.L. van, *Eco-Quantum 1: ontwerp van een rekenmethode voor de kwantitatieve bepaling van de milieubelasting van een gebouw*, SEV/SBR, Gouda/Amsterdam, maart 1996.
[36] Lindeijer, Erwin en Harry van Ewijk, *Kapitaalgoederen in LCA-data voor de bouw*, (Capital goods for LCA's in the building sector), August 1998.
[37] Peneda, M.C. , National Institute of Engineering and Industrial Technology, Portugal, Lisboa
[38] Weenen, H. van , University of Amsterdam, The Netherlands in cooperation with M. Lafleur and J. Kortman, IVAM Environmental Research, 1997.

8.1 Octrooi-informatie

Zover bekend zijn er voor dit project geen bedreigende octrooien. Tijdens het project zullen in deelproject 1.2 (externe situatie analyse) regelmatig octrooistudies worden verricht.

8.2 Verwante projecten

- Onderzoek naar een gasverpakking voor verse vis (BTS98187)
  In dit project wordt een barrière verpakking ontwikkeld voor verse vis. In het project voor het onderzoek naar een gasverpakking voor verse vis draagt het product niet bij tot de gewijzigde gassamenstelling in de verpakking; in dit geval is het doel van het onderzoek een beschermende atmosfeer aan de verpakking toe te voegen, en de verpakking zo dicht als mogelijk te ontwerpen,

Eigendom van ATO-DLO. Niets uit dit voorstel mag worden gebruikt, vermeerderd of gedistribueerd zonder schriftelijke toestemming van ATO-DLO.

om het beschermend microklimaat in de verpakking te houden. Verder levert het verpakken van verse vis een aantal specifieke problemen op, die in de andere onderzoeksprojecten niet optreden: verse vis wordt ter koeling tot nu toe op ijs vervoerd. Een belangrijke aandachtspunt is de afvoer van smeltwater. Het gewicht van vis en ijs stelt hoge eisen aan de mechanische stabiliteit van de verpakking. Als ijs door droog ijs wordt vervangen, moet aandacht worden besteden aan het oplossen van CO_2 in het product. Een specifiek probleem voor verpakkingen van verse vis is de geurontwikkeling door het product, de geuropname van het karton en de hieruit volgende recyclingproblemen. Op het gebied van gasbarrières van papier en karton en het mechanisch gedrag van verpakkingen onder vochtige condities zullen de projecten elkaar beperkt versterken.

- CEET 2005 (Ref. Nr. EETK97132).
  In dit project wordt een nieuwe energiezuinige container voor verse producten ontwikkeld.
  Op het gebied van de logistiek en de interactie tussen verpakking en container zullen de projecten elkaar versterken. Echter de dimensionering en het feit dat aan de container een actieve regelunit verbonden is maken de technologische en ecologische vragen totaal anders.

- Vezelgrondstoftechnologie voor duurzame papier & kartonproductie (Ref. Nr. EETK99006).
  Dit project heeft tot doel het sluiten van de vezelcyclus door ontwikkeling van technologieën voor upgrading en beheersing van de kwaliteit van vezelgrondstoffen voor de productie van papier en karton. De raakvlakken tussen dit project en IQ-pack zijn zeer beperkt. Alleen op het gebied van de vochthuishouding en de papier eigenschappen treed enige wederzijdse versterking op.

- Onderzoek naar een actief verpakkingsconcept dat snijbloemen ongevoelig voor ethyleen maakt (BTS99128).
  In dit project wordt een actieve verpakking ontwikkeld die een stof vrijgeeft die bloemen ongevoelig maakt voor ethyleen.
  Aangezien bloemen in bovengenoemd project en IQ-pack centraal staan zijn er wel degelijk raakvlakken. Echter de vochthuishouding of de ethyleenhuishouding bij snijbloemen is een totaal ander issue. Niet ethyleen-gevoelige bloemen zoals rozen zijn zeer vochtgevoelig en zullen dan ook geen enkele baat hebben bij het actieve verpakkingsconcept. De kern van het actieve verpakkingen concept is de ontwikkeling van een controlled release systeem in een verpakking. Dit speelt totaal geen rol in IQ-pack.

Eigendom van ATO-DLO. Niets uit dit voorstel mag worden gebruikt, vermeerderd of gedistribueerd zonder schriftelijke toestemming van ATO-DLO.

9 Appendix 1: Gedetailleerde beschrijving van de activiteiten

Eigendom van ATO-DLO. Niets uit dit voorstel mag worden gebruikt, vermeerderd of gedistribueerd zonder schriftelijke toestemming van ATO-DLO.

Deelproject 2.1: Productkwaliteit (uitdroging) in relatie tot het microklimaat

Doelstelling
Doel van dit deelproject is het bepalen van het effect van uitdroging op de kwaliteit van bloemen, in relatie tot bewaartemperatuur en uitdrogingsperiode. Deze taak moet informatie opleveren over de optimale hoeveelheid waterdamp (gegeven een bepaalde temperatuur en tijdsduur in een verpakking) rondom een aantal modelproducten.

Achtergrond
Na de oogst nemen verse producten zoals groente, fruit en bloemen af in gewicht. Dit gewichtsverlies wordt vooral veroorzaakt door de afgifte van waterdamp. Een te groot gewichtsverlies is niet wenselijk. Negatieve effecten zijn namelijk:
verminderde hoeveelheid van het product
verminderde kwaliteit van het product (uitdroging paprika, bladgroenten, bloemen)
verminderde waarde van het product

Gewichtsverlies kan worden tegengegaan door de omstandigheden rond het product te wijzigen. Dat kan door het verkleinen van het dampdrukdeficit (hogere luchtvochtigheid) of door een lagere temperatuur. In een verpakking kan een hogere RV worden bereikt door de doorlaatbaarheid van de verpakking voor waterdamp aan te passen. Belangrijke vragen voor het ontwerp van een verpakking voor een logistieke keten zijn:

- Hoeveel mag een modelproduct uitdrogen bij een bepaalde temperatuur zonder (blijvende) negatieve gevolgen voor de kwaliteit? Met andere woorden; is 5% uitdroging bij 5 °C even erg als 5% uitdroging bij 20 °C?
- Hoe lang mag uitdroging plaatsvinden zonder (blijvende) negatieve gevolgen voor de kwaliteit? Met andere woorden; is 5% uitdroging over een periode van een dag even erg als 5% uitdroging over een periode van een week?

Voorgaande deelprojecten
Geen.

Werkplan
Taak a:
Bepalen kwaliteitsverloop van de modelproducten bij blootstelling aan verschillende, maar constante, relatieve vochtigheden (combinaties van temperatuur, luchtvochtigheid, tijdsduur).
Taak b:
Bepalen kwaliteitsverloop van de modelproducten bij blootstelling aan variabele relatieve vochtigheden (combinaties van temperatuur, luchtvochtigheid, tijdsduur).
Milestone a:
Advies over de optimale relatieve vochtigheid rondom het product waarbij gewichtsverlies beperkt blijft en de kwaliteit van het product zo goed mogelijk gehandhaafd blijft.
Taak c:
Testen robuustheid en generieke toepasbaarheid van de in Taak a en b gevonden effecten, door onderzoek naar seizoensinvloeden en verschillen tussen diverse cultivars.

Eigendom van ATO-DLO. Niets uit dit voorstel mag worden gebruikt, vermeerderd of gedistribueerd zonder schriftelijke toestemming van ATO-DLO.

Deelproject 2.2: Productkwaliteit (microbiële groei) in relatie tot microklimaat

Doelstelling
Doel van dit deelproject is vaststellen wanneer en hoe snel schimmelsporen op het product uitgroeien tot een ongewenste schimmelaantasting.

Achtergrond
Als de vochtafgifte van het product tijdelijk groter is dan het vochtbergend vermogen van de verpakking kan een dermate hoge relatieve vochtigheid ontstaan dat lokaal condensatie optreedt. Met name condens stimuleert de uitgroei van schimmelsporen en de uitgroei van bacteriën. Onderzoeksvragen met betrekking tot microbiële groei zijn:

- hoe zit het met de initiële besmetting met micro-organismen?
- hoe wordt schimmelgroei beïnvloedt door de luchtvochtigheid?
- hoe lang moet condensvorming plaatsvinden opdat schimmelgroei gestimuleerd wordt?
- hoe effectief zijn additionele maatregelen (slow release schimmelremmers)?

Voorgaande deelprojecten
Geen

Werkplan
Taak a:

Bepalen hoe lang een periode met condens (vrij water) op het product nodig is om schimmelsporen te laten uitgroeien.

Taak b:

Bepalen variatie in besmetting van het product. Laten uitgroeien van sporen door blootstelling aan een hoge relatieve vochtigheid in combinatie met condens bij een hoge temperatuur. Producten met verschillende geschiedenis (cultivars, teelt, seizoen) worden vergeleken. Kan deels beperkt worden door literatuurstudie.

Taak c:

Relatie tussen schimmelgroei op het product en de klimaatcondities (combinaties van luchtvochtigheid en temperatuur) onderzoeken, evenals het effect van een voorafgaande periode met condens.

Milestone a:

Gebaseerd op taken a t/m c wordt een advies gegeven over de randvoorwaarden waaraan voldaan moet worden om schimmelvorming in een gesloten verpakking te voorkomen danwel sterk te beperken.

Taak d:

Testen van milieuvriendelijke schimmelremmers.

Eigendom van ATO-DLO. Niets uit dit voorstel mag worden gebruikt, vermeerderd of gedistribueerd zonder schriftelijke toestemming van ATO-DLO.

Deelproject 2.3: Relatie klimaatcondities en vochtafgifte van het product

Doelstelling
Doel van dit deelproject is het bepalen van de invloed van het verpakte product op de hoeveelheid waterdamp in de verpakking. De vochtafgifte zal worden bepaald onder diverse (micro)klimaatcondities. Tevens wordt onderzocht of gassamenstelling (met name de hoeveelheid kooldioxide) rondom de modelproducten en teeltcondities de vochtafgifte beïnvloeden.

Achtergrond
Kooldioxide concentratie
In een gesloten verpakking neemt de kooldioxide concentratie toe als gevolg van de ademhaling van het verpakte product. Uit recent aan bloembollen (ATO, niet gepubliceerd) en aardappelplanten (Wheeler et a., 1999) blijkt dat hoge kooldioxide concentraties voor een onverwacht grote afgifte van waterdamp kan zorgen. Centrale hypothese is dat concentraties hoger dan 1% de stomata (huidmondjes) ontregelen en permanent open doen staan. Concentraties hoger dan 1% zijn gebruikelijk in een verpakking. Producten waarbij dit een rol kan spelen zijn o.a. bloemen, bladgroente (sla, andijvie), bloembollen en stekmateriaal. Onderzoek zal zich moeten richten op de gevoeligheid van producten voor kooldioxide, en eventueel op het laag houden van de kooldioxideconcentratie in de verpakking.

Teeltcondities
Normaalgesproken is er bij planten (en ook geoogste bloemen) sprake van een dag-nacht ritme. Overdag zijn de stomata open, en 's nachts zijn ze dicht. Bij rozen die geteeld zijn onder weinig licht, of zijn bijbelicht, sluiten de stomata niet volledig in het donker. Dit kan leiden tot extra vochtverlies. Een oplossing is het gedurende enkele uren toedienen van een hoge lichtintensiteit voor de oogst (Blom-Zandstra et al., 1995). Dit wordt echter niet standaard gedaan. Relevant voor onderzoek aan rozen (en wellicht ook andere bloemen) is kennis van de voorgeschiedenis. De voorgeschiedenis bepaalt de vochtafgifte en wellicht de gevoeligheid voor kooldioxide. Om een verpakking voor rozen te maken die jaarrond te gebruiken is, moet dit soort informatie meegenomen worden.

Voorgaande deelprojecten
Geen. Wel is informatie nodig over de te verwachten gassamenstelling in een verpakking.

Werkplan:
Taak a:
Bepalen vochtafgifte modelproducten bij diverse combinaties van temperatuur en luchtvochtigheid
Taak b:
Bepalen van de invloed van voorgeschiedenis van het product op vochtafgifte. Dit onderzoek vindt plaats bij condities waar een grote vochtafgifte verwacht wordt (gebaseerd op taak a).
Taak c:
Bepalen van de invloed van gassamenstelling op vochtafgifte van het product. Dit onderzoek vindt plaats bij gascondities die in een verpakking kunnen optreden in combinatie met condities waar een grote vochtafgifte verwacht wordt (gebaseerd op resultaten taak a).
Milestone a:
Relevante informatie over de vochtafgifte van de modelproducten onder alle condities die kunnen voorkomen in een gesloten verpakking. Deze informatie moet worden gebruikt bij het ontwerp van het vochtbergend vermogen van de verpakking.

Eigendom van ATO-DLO. Niets uit dit voorstel mag worden gebruikt, vermeerderd of gedistribueerd zonder schriftelijke toestemming van ATO-DLO.

Deelproject 2.4: Conceptuele haalbaarheidsstudie toepasbaarheid op groente en fruit

Doelstelling
Doel van dit deelproject is het toepassen en optimaliseren van kennis uit de voorgaande taken voor groente en fruit.

Achtergrond
Bij diverse soorten groente en fruit is vochtcontrole de meest relevante factor voor het behoud van kwaliteit. Dit geldt voor producten die gevoelig zijn voor:
A. uitdroging (paprika, komkommer, tomaat, sla)
B. schimmelaantasting (aardbei, citrus, druiven).
Onderzoeksvragen voor deze taak zijn:
- wat is de vochtafgifte van producten van groep A?
- hoe lang moet condensvorming plaatsvinden opdat schimmelgroei gestimuleerd wordt bij producten van groep B?
- hoe effectief zijn additionele maatregelen (slow release schimmelremmers)?

Voorgaande deelprojecten
2.1, 2.2 en 2.3

Werkplan
Taak a:
Bepalen vochtafgifte modelproducten bij diverse combinaties van temperatuur en luchtvochtigheid.
Taak b:
Bepalen hoe lang een periode met condens (vrij water) op het product nodig is om schimmelsporen te laten uitgroeien.
Taak c:
Bepalen variatie in besmetting van het product. Laten uitgroeien van sporen door blootstelling aan hoge luchtvochtigheid in combinatie met condens bij een hoge temperatuur. Producten met verschillende geschiedenis (cultivars, teelt, seizoen) worden vergeleken. Kan deels beperkt worden door literatuurstudie.
Taak d:
Bepalen schimmelgroei op het product in relatie tot de klimaatcondities (combinaties van luchtvochtigheid en temperatuur), evenals het effect van een voorafgaande periode met condens.
Milestone a:
Gebaseerd op taken b t/m c wordt een advies gegeven over de randvoorwaarden waaraan voldaan moet worden om schimmelvorming in een gesloten verpakking te voorkomen cq. sterk te beperken.
Taak e:
Testen van milieuvriendelijke schimmelremmers.

Eigendom van ATO-DLO. Niets uit dit voorstel mag worden gebruikt, vermeerderd of gedistribueerd zonder schriftelijke toestemming van ATO-DLO.

Deelproject 2.5: Kwaliteitsverloopmodel

Doelstelling
Het doel van dit deelproject is het ontwikkelen van een model dat de kwaliteit (uitgedrukt in vaasleven of schapleven) van bederfelijk producten voorspelt als functie van de condities waaraan het product binnen de verpakkingsontwerpen van dit project kan worden blootgesteld (temperatuur, relatieve vochtigheid, luchtstroom, micro organismen, gasconcentraties)

Achtergrond
Het is wenselijk de processen in een verpakking te modelleren omdat bij het ontwikkelen van een nieuwe verpakking voor bederfelijke producten de verschillende ontwerpparameters een tegengestelde invloed kunnen hebben op de kwaliteit van het product. Met behulp van een model kunnen de waarden van de ontwerpparameters geoptimaliseerd worden. In het model wordt de invloed van verschillende omgevingsfactoren op de kwaliteit van het product beschreven. Bijvoorbeeld:

- Een hoge temperatuur versnelt het metabolisme van producten waardoor het product sneller veroudert.
- Een verhoogde kooldioxide concentratie verlaagt het metabolisme van producten waardoor het product trager verouderd.
- Temperatuur en relatieve vochtigheid beïnvloeden de groei van micro-organismen en het ontkiemen van sporen.

Tijskens en Polderdijk (1996) ontwikkelden een generiek model voor de houdbaarheid van bederfelijke producten dat in principe betrekking heeft op alle processen inclusief de initiële kwaliteit, acceptatiegrenzen en de verschillende biochemische processen die een rol spelen bij kwaliteitsveranderingen. Een beperking van het model is dat het gebaseerd is op experimenten waarbij constante condities werden opgelegd aan de producten. Om de kwaliteit in een keten te kunnen voorspellen, zal het model met de invloed van veranderende omgevingsfactoren op de kwaliteit moeten worden aangevuld. Factoren die dan een rol spelen zijn met name temperatuur, relatieve vochtigheid en (tijdelijke) condens vorming.

Voorgaande deelprojecten
Om het model te kunnen ontwikkelen zijn specifieke data nodig, daarom is een goede afstemming met de deelprojecten 2.1 t/m 2.4 noodzakelijk. De structuur van het model en de daarbij benodigde parameters zullen mede de opzet van de experimenten sturen.

Werkplan
Taak a:
Literatuuronderzoek naar kwaliteitverloopmodellen.
Taak b:
Ontwikkelen van een theoretisch model dat de houdbaarheid van bederfelijk producten als functie van de initiële kwaliteit, dynamische omgevingscondities en de verschillende biochemische processen in het product beschrijft, gebaseerd op de experimentele resultaten uit 2.1 t/m 2.4.
Taak c:
Implementatie van het theoretische model in een computerprogramma.

Resultaten

- een theoretisch model dat productkwaliteit voorspelt
- een computerprogramma dat de houdbaarheid van bederfelijk product als functie van verschillende product-, verpakkings- en ketenparameters beschrijft.

Aansluitende deelprojecten:
Het ontwikkelde kwaliteitsverloopmodel zal gebruikt worden in het beslissingsondersteunend model (deelproject 4.2).

Eigendom van ATO-DLO. Niets uit dit voorstel mag worden gebruikt, vermeerderd of gedistribueerd zonder schriftelijke toestemming van ATO-DLO.

Deelproject 3.1: Optimalisatie van de relatieve vochtigheid in verpakkingen door middel van op maat gemaakte absorbers

Doelstelling

Het uiteindelijke doel van dit deelproject is de ontwikkeling van een portfolio van absorbers met optimaal absorptiegedrag voor specifieke verpakking-product combinaties. Het onderzoek zal zich vooral op technieken richten die kunnen worden gebruikt om het absorptiegedrag van de absorbers gericht te beïnvloeden: aanpassen van de chemische of fysische structuur van een absorber, toepassing van additieven, gebruik van membranen om de absorptiesnelheid te sturen.

Achtergrond

Droogmiddelen (zoals silica gel) worden op dit moment vooral toegepast om een uiterst lage relatieve vochtigheid in een verpakking te bereiken, bijvoorbeeld voor vochtgevoelige elektronische apparatuur, of voedsel dat droog bewaard moet worden (Sushi sheets). Voor het gebruik in verpakkingen met transpirerend product zoals groente en fruit zijn deze absorbers minder geschikt: ze verzadigen te snel en/of leiden tot de uitdroging van het product. Uit verkennend onderzoek bij ATO blijkt dat organische absorbers (b.v. polyacrylaat absorber) die gewoonlijk voor het absorberen van vrij water gebruikt worden, beter geschikt zijn voor toepassingen in verpakkingen met transpirerend product:

- deze absorbers kunnen meer vocht vanuit de headspace van een verpakking opnemen;
- ze kunnen de relatieve vochtigheid op een moderaat niveau stabiliseren;
- ze kunnen schimmelgroei op het product remmen.

Deze resultaten zijn een 'proof of principle' van de werking van polyacrylaat absorbers. Verder onderzoek is vereist, om bijvoorbeeld:

- de absorber voor een optimale prestatie aan te passen;
- een absorber met een flexibele respons te ontwikkelen, die op variërende ingangskwaliteit van het product en variërende condities in de keten reageert.

Voorafgaande deelprojecten

Het gebied waarin een absorber moet functioneren wordt aangegeven door het microklimaat waarbij de kwaliteit van het product optimaal gehandhaafd blijft (deelproject 2.1 en 2.2), het transpiratiegedrag van het product (deelproject 2.3), de barrière eigenschappen van de verpakking (deelproject 3.2), en de omstandigheden in de keten (deelproject 5.1).

Werkplan

Taak a:

Literatuuronderzoek naar absorberkarakteristieken: inventarisatie bestaande kennis over absorptiegedrag van absorbers en mogelijkheden deze karakteristieken te beïnvloeden. Onderzoek naar de wettelijke eisen aan absorbers in verpakkingen, bijvoorbeeld wat betreft voedselveiligheid van absorbers. Keuze absorbers voor verder onderzoek.

Taak b:

Onderzoek naar absorberkarakteristieken: absorptiesnelheid dm^{H2O}/dt (p_{H2O}, $m^{H2O}{}_{max}$, T) als functie van partiële waterdampdruk, verzadigingsgraad en T, verzadigingsgraad $m^{H2O}{}_{max}$ (p_{H2O}, T) als functie van partiële waterdampdruk en T.

Taak c:

Onderzoek naar mogelijkheden om dm^{H2O}/dt en $m^{H2O}{}_{max}$ gericht te sturen door bijvoorbeeld aanpassen van de chemisch/fysiche structuur, toevoeging van zouten en toepassing van membranen. Verkennende tests in verpakkingen met de ontwikkelde absorbers.

Taak d:

Ontwikkeling van een theoretisch model dat kan worden gebruikt om de absorberkarakteristieken te simuleren. Bepalen van de voor het model benodigde ingangsparameters van de in taak c ontwikkelde absorbers.

Eigendom van ATO-DLO. Niets uit dit voorstel mag worden gebruikt, vermeerderd of gedistribueerd zonder schriftelijke toestemming van ATO-DLO.

Milestone a:

Gebaseerd op de resultaten van taak a t/m c, het model van taak d, en de gegevens voor het product (deelproject 2.1 t/m 2.3), de keten (deelproject 5.1) en de eigenschappen van een standaardverpakking (deelproject 3.2): keuze van geschikte absorbers voor verder onderzoek.

Taak e:

Ontwikkeling concept voor de technische implementatie van een op product en verpakking geoptimaliseerde absorber (bijvoorbeeld integratie van een absorber in het verpakkingsmateriaal (als film of coating), ontwerp van een absorptie – sachet (absorber en membraan), rekening houdend met bijvoorbeeld voedselveiligheid van de onderdelen van het absorptie systeem).

Milestone b:

Prototype voor een absorptiesysteem voor een verpakking van een transpirerend product dat de relatieve vochtigheid actief regelt.

Milestones en verwachte resultaten

Belangrijkste resultaten zijn het inzicht in (a) absorptiegedrag van een absorber, (b) technieken om het absorptiegedrag gericht te sturen en (c) de ontwikkeling van een model dat het absorptiegedrag van verschillende absorbers kan simuleren. Milestones zijn de keuze van mogelijke absorbers voor de testen, en het ontwikkelen van een concept voor de technische implementatie van de bereikte resultaten.

Deliverables

- Verslag over de resultaten van het onderzoek uitgevoerd in taak a t/m e;
- Theoretisch model incl. nodige experimentele parameters ter simulatie van het absorptiegedrag van de beoogde absorbers (taak d).
- Prototypes voor een absorptiesysteem voor verdere testen in verpakkingen (resultaat van taak e).

Aansluitende deelprojecten

Voor de ontwikkeling van een wiskundig model voor de simulatie van de vochthuishouding in verpakkingen (deelproject 3.4) wordt gedeeltelijk de experimentele en theoretische grondslag gevormd in taak a t/m taak d. De prototypes van taak e zijn nodig voor toepassingen van het absorptiesysteem in de verpakking (deelproject 3.5). Gebaseerd op de eerste resultaten van deelproject 3.3 en de karakteristieken van de absorbers kunnen nieuwe en innovatieve verpakkingsconcepten voor deelproject 3.5 worden ontwikkeld.

Eigendom van ATO-DLO. Niets uit dit voorstel mag worden gebruikt, vermeerderd of gedistribueerd zonder schriftelijke toestemming van ATO-DLO.

Deelproject 3.2: Onderzoek naar recyclebare coatings met instelbare eigenschappen

Doelstelling:
Doel van dit deelproject is het ontwerpen en het testen van coatings, waarmee de vochtopbouw in een verpakking en de opname van vocht door het karton gericht worden kan gestuurd. Tegelijkertijd met het onderzoek naar de coatings zal ook de vochtopname van het karton worden onderzocht: het vochtgehalte van karton is bepalend voor zijn mechanische stabiliteit. Verder zal worden onderzocht in hoeverre een geschikte combinatie van coatings en verpakkingsfilms (die bijvoorbeeld kunnen worden gebruikt om de verpakking af te sluiten) de vochthuishouding kan optimaliseren.

Achtergrond
Het transport van water en waterdamp binnen verpakkingen is belangrijk vanwege twee aspecten. Vocht moet zo worden afgevoerd zodat zowel condens in verpakkingen als ook het uitdrogen van het product wordt voorkomen; tegelijkertijd zal het karton niet te veel vocht opnemen omdat absorptie van water de mechanische stabiliteit van kartonnen verpakkingen vermindert. Vochtafvoer wordt op dit moment gerealiseerd door ventilatiegaten, waarbij een voldoende luchtcirculatie moet worden bereikt. Om karton tegen vocht te beschermen wordt deze met PE of polyacrylaat coatings gecoat. Deze coatings hebben een goede Cobb – waarde (barrière tegen contact water), maar voorkomen ook vochtafvoer door permeatie. Behalve PE en polyacrylaat coatings zijn in de laatste jaren nieuwe materialen met een lage barrière tegen waterdamp, maar een uitstekende barrière tegen contact water op de markt gekomen (b.v. Goretex®, Sympatex®, Pebax films, etc.) De techniek achter deze materialen maakt het mogelijk verpakkingen met nieuwe eigenschappen te ontwikkelen.

Voorafgaande deelprojecten:
Uitgangspunt van deelproject 3.2 is een inventarisatie van bestaande verpakkingsconcepten en de condities in de keten, de zwakten van bestaande oplossingen, en de wensen en eisen aan een innovatief verpakkingsconcept. Het productonderzoek (deelproject 2.1 t/m 2.4) en het ketenonderzoek (deelproject 5.1) leveren belangrijke randvoorwaarden voor de doosconstructie (b.v. ventilatiegaten) op. De keuze van coatings beïnvloedt de recycleerbaarheid van de verpakking en er moet dus terugkoppeling plaatsvinden tussen deelproject 3.2 en de analyse van de milieubelasting (deelproject 6.2).

Werkplan
Taak a:

Literatuuronderzoek waterdampdoorlaatbaarheid en Cobb waarden (contact water gedrag) van papier, karton, mogelijke coatings en mogelijke verpakkingsfilms. Inventarisatie bestaande kennis over absorptie van water in karton en papier en de fysisch chemische achtergrond van afstotingseigenschappen van coatings. Keuze van coatings en films voor verder onderzoek.

Taak b:

Onderzoek op materialenniveau: vochtabsorptiekarakteristieken van papier, karton en gecoat karton: absorptiesnelheid dm^{H2O}/dt (p_{H2O}, T) als functie van partiële waterdampdruk en T, verzadigingsgraad $m^{H2O}{}_{max}$ (p_{H2O}, T) als functie van partiële waterdampdruk en T. Waterdampdoorlaatbaarheid van karton, gecoat karton, en beoogde verpakkingsfilms voor verschillende vochtgradiënten en verzadigingsgraden. Onderzoek naar verdere eigenschappen die voor coatings belangrijk zijn (vouwbaarheid, verlijmbaarheid, 'blocking', recycleerbaarheid, bedrukbaarheid, verwerkbaarheid, etc.)

Taak c:

Experimenteel onderzoek naar waterdampdoorlaatbaarheid en absorptie op doosniveau (gesloten verpakking, met en zonder ventilatiegaten): bijdrage van permeatie door het verpakkingsmateriaal en diffusie/ convectie door het constructie lek aan de totale massastroom; sturen van de Waterdampdoorlaatbaarheid van een verpakking door toepassing van verschillende materiaaltypes (b.v. combinatie van hoog doorlatende deksels of venster met een minder doorlatende doos). Verkennende experimenten met modelverpakkingen en product.

Eigendom van ATO-DLO. Niets uit dit voorstel mag worden gebruikt, vermeerderd of gedistribueerd zonder schriftelijke toestemming van ATO-DLO.

Taak d:

Ontwikkeling van een theoretisch model dat kan worden gebruikt om het waterdamptransport in gesloten verpakkingen voor verschillende materialen en verschillende omgevingscondities te simuleren. Gebaseerd op de wensen en eisen aan een verpakking vanuit de logistieke inventarisatie en eerste resultaten van deelproject 3.1 en 3.3: ontwerp van qua vochttransport geoptimaliseerde verpakkingen en simulatie van de vochthuishouding.

Milestone a:

Expertise en simulatie tool om qua vochttransport geoptimaliseerd dichte verpakkingen te ontwerpen.

Taak e:

Onderzoek naar coatings en verpakkingsconcepten die flexibel reageren op veranderende omstandigheden. Mogelijke concepten zijn verpakkingen, die vrij water (condens) van de binnenkant naar buiten kunnen afvoeren, maar van de buitenkant een hoge barrière voor contact water hebben, of coatings waarbij de waterdampdoorlaatbaarheid en Cobb waarde afhankelijk is van het vochtgehalte (apolaire en bio-afbreekbare coatings) en waarbij deze afhankelijkheid gericht kan worden gestuurd. Onderzoek naar verdere eigenschappen die voor coatings belangrijk zijn (vouwbaarheid, verlijmbaarheid, 'blocking', recycleerbaarheid, bedrukbaarheid, verwerkbaarheid, etc.). Verkennende experimenten met modelverpakkingen en product.

Taak f:

Integratie van de flexibel reagerende coating in het model van taak d; experimentele validatie van het model van taak d en de resultaten van taak e.

Milestone b:

Prototypes voor verpakkingen met geoptimaliseerd vochttransport.

Milestones en verwachte resultaten

Belangrijkste resultaten zijn het inzicht in (a) het permeatie- en afstotingsgedrag van verschillende verpakkingsmaterialen en mogelijkheden deze eigenschappen de beïnvloeden en (b) de water- en waterdampabsorptie van kartonnen verpakkingsmaterialen. Milestones zijn de expertise een qua vochttransport en vochtabsorptie geoptimaliseerde verpakking te ontwerpen en het ontwikkelen van prototypes voor verpakkingen met een bepaalde waterdampdoorlaatbaarheid.

Deliverables

- Verslag over de resultaten van het onderzoek uitgevoerd in taak a t/m f;
- Theoretisch model incl. nodige experimentele parameters ter simulatie van de vochttransport in dichte verpakkingen (taak d en f).
- Prototypes van verpakkingen met een bepaalde waterdampdoorlaatbaarheid (resultaat van taak c en e), waarbij de binnen dit deelproject ontwikkelde en/of onderzochte coatings en materialen toegepast worden.

Aansluitende deelprojecten

Het absorptiegedrag van papier en karton is een belangrijke ingangsparameter voor het onderzoek naar de invloed van vocht op het mechanische gedrag van papier en karton (deelproject 3.4). Voor de ontwikkeling van een wiskundig model voor de simulatie van de vochthuishouding in verpakkingen (deelproject 4) wordt in dit deelproject de experimentele en theoretische grondslag gelegd voor de behandeling van het vochttransport. De verkennende testen met prototypes en product zijn nodig voor de ontwikkeling van verbeterde en nieuwe verpakkingen (deelproject 3.5).

Eigendom van ATO-DLO. Niets uit dit voorstel mag worden gebruikt, vermeerderd of gedistribueerd zonder schriftelijke toestemming van ATO-DLO.

Deelproject 3.3: Onderzoek naar het sturen van vocht en condensvorming door gecontroleerde locale condens

Doelstelling:
Binnen dit deelproject zal worden onderzocht:
(a) in hoeverre de relatieve luchtvochtigheid in een verpakking kan worden beïnvloed door gecontroleerde locale condens (veroorzaakt door temperatuurgradiënten of condensatiekiemen) en
(b) of actief gestuurde locale condensatie condensvorming elders (b.v. op het product) kan voorkomen.
In verband met dit onderzoek zal ook inzicht worden gekregen in de ruimtelijke verdeling van condensvorming in een verpakking en in de invloed van temperatuurgradiënten op de vochthuishouding in verpakkingen. Temperatuurgradiënten treden vaak in verpakkingen op door de metabolisch activiteit van agro-producten en kunnen een belangrijke rol spelen in de vochtopbouw in verpakkingen.

Achtergrond
Een van de concepten die zullen worden onderzocht is gebaseerd op het idee van een koude val. Een koude val wordt bijvoorbeeld in de vacuümtechniek toegepast, om gasvormige stoffen door middel van condens te verwijderen. In verpakkingen wordt deze techniek tot nu toe nog niet toegepast. Condensvorming kan verder door condensatiekiemen worden bevorderd. De tegengestelde techniek wordt in anti-condens materialen toegepast.

Voorafgaande deelprojecten
Het productonderzoek (deelproject 2.1 t/m 2.4) en het onderzoek naar absorbers (deelproject 3.1) en het vochttransport door de verpakking (deelproject 3.2) zullen in het verloop van dit deelproject belangrijke parameters opleveren voor de integratie van de binnen dit deelproject te ontwikkelende technieken.

Werkplan
Taak a:

Literatuuronderzoek naar condensatiemechanismen en materialen die geschikt zijn als condensatiekiemen. Ontwerp van een experimentele meetopstelling om de invloed van een koud oppervlak / temperatuurgradiënt op vochthuishouding en condens in een verpakking te onderzoeken (b.v. afkoeling door middel van een Peltier element, detectie van condens door middel van verlaging van de elektrische oppervlakteweerstand).

Taak b:

Effect van locale afkoeling op de relatieve vochtigheid in een verpakking, verband tussen relatieve vochtigheid en temperatuurgradiënt, grootte en positie van het koude oppervlak.

Taak c:

Ruimtelijke verdeling van condensvorming en vochtopbouw in een verpakking met product. Effect van gestuurde condens door middel van condensatiekiemen of een koud oppervlak op de ruimtelijke verdeling van condensvorming. Verkennende experimenten met verpakkingen en product.

Milestone a:

'Proof of principle' voor technieken om locale condens te sturen en condens op het product te voorkomen; inzicht in de ruimtelijke verdeling van condensvorming en vochtopbouw in verpakkingen.

Taak d:

Modelmatige benadering van locale condens en het effect van temperatuurgradiënten op de vochtopbouw in verpakkingen, ontwerp van wiskundige modellen voor de simulatie en optimalisatie van technieken voor gestuurde condensatie. Experimentele validatie van de ontwikkelde modellen.

Taak e:

Technische implementatie van technieken voor locale condens in verpakkingen: bijvoorbeeld keuze van coatings die als condensatiekiemen dienen, gebruik van endotherm oplossende hygroscopische zouten om locale afkoeling te bereiken, verpakkingsontwerp met een koud oppervlak, afvoer van locale condens door verpakkingsontwerp of absorber. Verkennende experimenten met verpakkingen en product.

Milestone b:

Eigendom van ATO-DLO. Niets uit dit voorstel mag worden gebruikt, vermeerderd of gedistribueerd zonder schriftelijke toestemming van ATO-DLO.

Prototypes van verpakkingen met een geïntegreerde techniek voor gestuurde condensatie.

Milestones en verwachte resultaten
Belangrijkste resultaten zijn inzicht in (a) mogelijkheden vochtopbouw en condensvorming door gecontroleerde locale condens te sturen, en (b) het verband tussen vochtopbouw en temperatuurgradiënten in verpakkingen. Milestones zijn 'proof of principles' voor de beoogde technieken, en hun technische implementatie in verpakkingen.

Deliverables
- Verslag over de resultaten van het onderzoek uitgevoerd in taak a t/m c;
- Theoretisch model incl. nodige experimentele parameters ter simulatie van gestuurde condensatie en effect van temperatuurgradiënten op de vochtopbouw (taak d).
- Prototypes van verpakkingen met een geïntegreerde techniek voor gestuurde condensatie (taak f).

Aansluitende deelprojecten
Het inzicht in condensvorming en de invloed van temperatuurgradiënten op de vochtopbouw in verpakkingen zijn belangrijk voor het ontwerp van een wiskundig model voor de simulatie van de vochthuishouding in verpakkingen (project 4) en het ontwerp van nieuwe verpakkingen (deelproject 3.4 en 3.5). Het inzicht in de ruimtelijke verdeling van condens en vochtopbouw zijn belangrijk voor een qua mechanische stabiliteit geoptimaliseerd doosontwerp (deelproject 3.4 en 3.5), het bepalen van de optimale positie van absorbers (deelproject 3.1 en 3.5) en het aanbrengen van coatings op posities in de verpakking, die vooral aan vocht worden blootgesteld. De prototypes van taak e zijn nodig voor de testen van verpakkingen (deelproject 3.5).

Eigendom van ATO-DLO. Niets uit dit voorstel mag worden gebruikt, vermeerderd of gedistribueerd zonder schriftelijke toestemming van ATO-DLO.

Deelproject 3.4: Mechanische stabiliteit

Doelstelling
Het doel van dit deelproject is het optimaliseren van het gewicht, de gebruikte materialen en de sterkte van verpakkingen onder vochtige omstandigheden. Daartoe zal een model ontwikkeld worden dat de mechanische eigenschappen van verpakkingsmateriaal en verpakkingen onder vochtige omstandigheden beschrijft.

Achtergrond
Momenteel worden verpakkingen aan de hand van ervaringsregels ontworpen. Om een verpakking te laten voldoen onder vochtige omstandigheden worden meestal zwaardere en betere materialen ingezet. Door een gebrek aan inzicht in de invloed van vocht op de mechanische eigenschappen van verpakkingsmaterialen en verpakkingen, zijn verpakkingen vaak overgedimensioneerd. Het gebruik van modellen bij het construeren van verpakkingen zal leiden tot een reductie van de hoeveelheid verpakkingsmateriaal en een betere selectie van het verpakkingsmateriaal.

De hoeveelheid vocht die het verpakkingsmateriaal opneemt, heeft een grote invloed op de mechanische eigenschappen van dat verpakkingsmateriaal. Daarom worden eerst de absorptie en diffusie karakteristieken van verpakkingsmaterialen bepaald. In een inleidend onderzoek bij ATO zijn de absorptie en diffusie karakteristieken van één type papier al experimenteel bepaald. Daarnaast is een fysisch model ontwikkeld dat de absorptie en diffusie van water in en door papier beschrijft. In dit deelproject zullen deze experimenten worden uitgebreid met absorptie en diffusie karakteristieken van verscheidene typen papier, gecoat papier en andere verpakkingsmaterialen.

De mechanische sterkte van een kartonnen verpakking wordt doorgaans bepaald door het meten van de box compressiesterkte. In deze test wordt een verpakking tussen twee platen samengedrukt. De box compressiesterkte is gelijk aan de maximaal geregistreerde kracht op de platen. Het is mogelijk om binnen een bepaalde nauwkeurigheid de box compressiesterkte van een verpakking te voorspellen aan de hand van de materiaaleigenschappen van het gebruikte papier en de geometrie. Momenteel wordt de eindige elementen methode toegepast om de compressiesterkte van kartonnen verpakkingen te voorspellen. Omdat de huidige modellen alleen betrekking hebben op verpakkingen onder standaard condities (23 graden Celsius, 50% relatieve vochtigheid), wordt gebruik gemaakt van lineair elastische materiaal modellen. Onder vochtige condities voldoen deze materiaal modellen niet meer en moet gebruik gemaakt worden van meer gecompliceerde materiaalmodellen.

Het mechanisch gedrag van vochtige verpakkingsmaterialen wordt beïnvloed door de belastingsnelheid. Daarnaast leidt een statische belasting onder vochtige omstandigheden tot kruip. Kruip zorgt voor een plastische (irreversibel) vervorming van het materiaal. Saliklis et al beschreven het gedrag van vochtig papier onder invloed van verschillende belastingsnelheden en statische belastingen succesvol met een visco-elastisch materiaalmodel. Uit experimenten blijkt dat een wisselende relatieve vochtigheid kruip versterkt. Echter, om deze effecten te meten zijn uitgebreide experimenten noodzakelijk. Daarnaast dient nog veel werk verricht worden met betrekking tot het modelleren van deze effecten. Het orthotrope en niet lineair elastische karakter van papier maken de modellen nog complexer. De ontwikkelde materiaal modellen zullen uiteindelijk geïmplementeerd worden in het eindige elementen model. Dit model zal de gevalideerd worden door het vergelijken van de resultaten van een box compressie test en een simulatie van de box compressie test.

Werkplan
taak a: literatuuronderzoek
taak b: experimentele bepaling van absorptie en diffusie karakteristieken van verschillende verpakkingsmaterialen (bijvoorbeeld karton, gecoat karton, papier, kunststoffen).
taak c: ontwikkeling van een theoretisch model dat absorptie en diffusie karakteristieken van verschillende verpakkingsmaterialen beschrijft.
taak d: experimenteel bepalen van de mechanische eigenschappen van verpakkingsmateriaal (elasticiteit, sterkte, kruip) onder verschillende vochtige omstandigheden.

Eigendom van ATO-DLO. Niets uit dit voorstel mag worden gebruikt, vermeerderd of gedistribueerd zonder schriftelijke toestemming van ATO-DLO.

taak e: modelmatige beschrijving van de mechanische eigenschappen van verpakkingsmateriaal (elasticiteit, sterkte, kruip) onder vochtige omstandigheden.
taak f: experimenteel bepalen van de compressiesterkte van verpakkingen onder vochtige omstandigheden.
taak g: implementatie van de ontwikkelde materiaal modellen in het eindige elementen model van een verpakking
taak h: validatie van het ontwikkelde eindige elementen model van een verpakking door middel van een vergelijking tussen experimentele en numerieke resultaten.
taak i: ontwikkeling van nieuwe verpakkingsconcepten gebruik makend van de inzichten die verkregen zijn bij het ontwikkelen van het model dat de mechanische sterkte van verpakkingen onder vochtige omstandigheden beschrijft. De vernieuwing in deze verpakkingsconcepten betreft de dikte van het gebruik materiaal, de eigenschappen van het gebruik materiaal en het ontwerp van de verpakking.
taak j: voorspelling van de mechanische sterkte van de vernieuwde verpakkingsconcepten met de hulp van het ontwikkelde eindige elementen model.

Resultaten

- een rapport met daarin de volgende resultaten:
  - experimentele resultaten uitgedrukt in absorptie curves en diffusie coëfficiënten.
  - een theoretisch model dat absorptie en diffusie karakteristieken van verschillende verpakkingsmaterialen beschrijft
  - experimentele data met betrekking tot het mechanische gedrag van verschillende verpakkingsmaterialen onder vochtige omstandigheden.
  - modelmatig beschrijving van de mechanische eigenschappen van verpakkingsmaterialen.
  - experimentele data met betrekking tot de compressiesterkte van verpakkingen onder vochtige omstandigheden.
- een eindige elementen model dat de compressiesterkte van een verpakking beschrijft met een bepaalde nauwkeurigheid.
- vernieuwde, geoptimaliseerde verpakkingsconcepten die minder materiaal bevatten, nieuwe materialen bevatten of vernieuwend geconstrueerd zijn zodanig dat hun sterkte behouden blijft onder vochtige condities.

Aansluitende deelprojecten

Natuurlijk is mechanische sterkte niet de enige ontwerp eis waaraan een verpakking moet voldoen. Naast mechanische sterkte spelen immers de kwaliteit van het product (beïnvloed door de doorlaatbaarheid van de verpakking), de logistieke kwaliteit (bijvoorbeeld maatvoering of handelbaarheid) en de milieubelasting een belangrijke rol. Omdat deze ontwerp eisen soms tegengestelde eigenschappen van een verpakking verlangen, kan het ontwerp van een nieuwe verpakking een gecompliceerde taak worden. Het beslissingsondersteunend model (deel project 4) kan een nuttig instrument zijn bij het ontwerp van een verpakking. De resultaten van de deelprojecten 1.2.3 en 1.2.4 zullen gebruikt worden in het beslissingsondersteunend model.

Eigendom van ATO-DLO. Niets uit dit voorstel mag worden gebruikt, vermeerderd of gedistribueerd zonder schriftelijke toestemming van ATO-DLO.

Deelproject 3.5: Integratie tot verpakkingsconcept: Toepassing van de ontwikkelde kennis om bestaande verpakkingsconcepten te verbeteren en voor nieuwe verpakkingsconcepten te ontwikkelen

Doelstelling
Doel van dit deelproject is het toepassen van de in deelproject 3.1 t/m 3.4 ontwikkelde technieken in verpakkingen om het voor het product optimale microklimaat (deelproject 2.1 t/m 2.4) te realiseren. Het onderzoek in deelprojecten 3.1 t/m 3.3 is gericht op het halen van 'proof of principles' van technieken ter vochtregulatie in verpakkingen en het bepalen van de speelruimte die door variaties van de ontwikkelde technieken kan worden bereikt (door bijvoorbeeld instelbare absorbers, coatings, en gestuurde condensatie). In deelproject 3.4 wordt de invloed van vocht op de stabiliteit van kartonnen verpakkingen op materiaal- en constructieniveau onderzocht. De vertaalslag naar de toepassingen in de praktijk zal worden gemaakt in dit deelproject. Eerst zal worden onderzocht waar bestaande verpakkingsconcepten door de toepassing van een van de ontwikkelde technieken kunnen worden gemodificeerd en verbeterd. Met deze experimenten kan de prestatie van de technieken onder keten-realistische condities individueel worden onderzocht en de haalbaarheid van de ontwikkelde technieken op labschaal worden getest. Naar aanleiding van deze eerste resultaten kunnen daarna geavanceerde verpakkingsconcepten door slimme combinaties van de technieken en geheel nieuw ontwikkelde verpakkingsconcepten worden onderzocht.

Stand van zaken
Concurrerende ontwikkelingen in de verpakkingstechnologie worden continu geïnventariseerd in deelproject 1.2.

Voorafgaande deelprojecten
Bestaande verpakkingsconcepten, eisen en wensen aan een nieuwe verpakking, en de condities in de keten zijn geïnventariseerd in deelproject 5.1. De optimale bewaarcondities voor het product, die binnen een verpakking moeten worden bereikt, zijn bepaald in deelproject 2.1 t/m 2.4. Technieken om de RV binnen een verpakking gericht te beïnvloeden zijn ontwikkeld in deelproject 3.1 t/m 3.3, en de invloed van vocht op de mechanische stabiliteit ven verpakkingen is onderzocht in deelproject 3.4.

Werkplan
Taak a:
Ontwikkeling eerste ideeën voor verbeteringen van een bestaand verpakkingsconcept gebaseerd op de keteninventarisatie, het productonderzoek en de in deelproject 3.1 t/m 3.4 ontwikkelde technieken.

Taak b:
Specificatie van de onderdelen van het verpakkingsconcept (b.v. hoeveelheid absorber, permeabiliteit verpakking, ontwerp en materiaalkeuze kartonnen doos) met de ontwikkelde simulatie tools. Ontwerp van prototypes van de verbeterde verpakking.

Taak c:
Packaging trials onder keten realistische omstandigheden met de prototypes, evaluatie van de prestatie van het verbeterde verpakkingsconcept en validatie van de ontwikkelde simulatie tools.

Milestone a:
Verbeterde verpakkingsconcepten. Inzicht in de prestatie van de ontwikkelde technieken en prototypes op labschaal.

Taak d:
Ontwikkeling eerste ideeën voor nieuwe verpakkingsconcepten door slimme combinaties van de in deelproject 3.1 t/m 3.4 ontwikkelde en in taak a t/m c geteste technieken en/of ontwikkeling van geheel nieuwe verpakkingsconcepten.

Taak e:
Specificatie van de onderdelen van het verpakkingsconcept (b.v. hoeveelheid absorber, permeabiliteit verpakking, ontwerp kartonnen doos) met de ontwikkelde simulatie tools. Ontwerp van prototypes van de verbeterde verpakking.

Eigendom van ATO-DLO. Niets uit dit voorstel mag worden gebruikt, vermeerderd of gedistribueerd zonder schriftelijke toestemming van ATO-DLO.

Taak f:

Packaging trials onder keten realistische omstandigheden met de prototypes, evaluatie van de prestatie van de innovatieve verpakkingsconcepten en validatie van de ontwikkelde simulatietools.

Milestone b:

Innovatieve verpakkingsconcepten door combinatie van de ontwikkelde technieken en/of een geheel nieuw verpakkingsontwerp. Inzicht in de prestatie van de ontwikkelde technieken en prototypes op labschaal.

Milestones en verwachte resultaten

Belangrijkste resultaten zijn het inzicht in de werking van de ontwikkelde technieken en modellen onder realistische omstandigheden door de verbetering van bestaande verpakkingsconcepten.

Deliverables

- Concept voor verbeterde verpakkingsconcepten (verslag en prototypes, taak a, b).
- Verslag over de resultaten van de verpakkingstests, evaluatie van de prestatie en (indien nodig) een voorstel voor verbeteringen; verbeterde ingangsparameter voor de simulatiemodellen (taak c).
- Concepten voor geheel nieuwe verpakkingen (verslag en prototypes, taak d, e).
- Verslag over de resultaten van de verpakkingstests met geheel nieuwe verpakkingsconcepten, evaluatie van de prestatie en (indien nodig) een voorstel voor verbeteringen; verbeterde ingangsparameter voor de simulatiemodellen (taak f).

Aansluitende deelprojecten

In dit deelproject worden de binnen andere deelprojecten ontwikkelde concepten en technieken in verpakkingen geïntegreerd en getest. De prestatie en het ontwerp van de verpakkingen die binnen dit deelproject zijn ontwikkeld leveren belangrijke parameters voor deelprojecten 5.2 en 5.3 (logistieke performance) en deelproject 6.2 (analyse van milieubelasting). De validatie van de simulatiemodellen is nodig voor project 4.2 (beslissing ondersteunend systeem)

Eigendom van ATO-DLO. Niets uit dit voorstel mag worden gebruikt, vermeerderd of gedistribueerd zonder schriftelijke toestemming van ATO-DLO.

Deelproject 4.1 en 4.2: Beslissingsondersteunend model

Doelstelling
Het doel van dit deelproject is het creëren van een model dat het ontwerp van een verpakking en het inrichten van een keten voor specifieke producten ondersteunt. In dit model zullen deelmodellen geïntegreerd worden die de technologische aspecten van een verpakking (absorptie, diffusie, sterkte), de activiteit van het verpakte product (transpiratie, respiratie), de prestaties in de keten (logistieke kosten, klimaat condities, gebruik van resources), de milieubelasting en de kwaliteit van het verpakte product beschrijven.

Stand van zaken
ATO beschikt over modellen die de activiteit van bederfelijke producten in een verpakking, de gassamenstelling in een verpakking en de invloed van de gassamenstelling op de kwaliteit van bederfelijke producten beschrijven. Ook beschikt ATO over ervaring om dergelijke modellen te integreren en implementeren in software.

Voorgaande deelprojecten
Het beslissingsondersteunend model wordt opgebouwd uit verschillende deelmodellen. Deze deelmodellen zijn pas beschikbaar na het afronden van deelprojecten 2.5, 3.1 t/m 3.4, 5.3 en 6.3. Het is echter noodzakelijk om al in een vroeg stadium aan het beslissingsondersteunend model te beginnen omdat deze randvoorwaarden (structuur van de data, benodigde gegevens) schept voor de verschillende deelmodellen.

Werkplan
1. ontwerp database en software: een concept voor de structuur van de database en de architectuur van de software wordt ontworpen. Hieruit volgt welke gegevens de verschillende deelmodellen zullen opleveren en in welke vorm deze gegevens gepresenteerd worden.
2. afstemmen deelmodellen: gedurende het hele project zullen de resultaten van de verschillende deelprojecten gecontroleerd en op het beslissingsondersteunend model afgestemd worden.
3. Onderzoek naar het objectief beoordelen van de combinatie van de resultaten van de verschillende deelmodellen: om een eenduidig objectief oordeel te kunnen geven over een specifieke product-verpakking-keten combinatie zullen de resultaten van de verschillende deelmodellen uitgedrukt moeten worden in dezelfde eenheid. Het converteren van de deel resultaten naar deze eenheid (bijvoorbeeld een houdbaarheid verlenging uitdrukken in geld) vergt nog onderzoek.
4. Programmeren: de verschillende deelmodellen zullen worden geïntegreerd in een beslissingsondersteunend model. Dit beslissingsondersteunend model zal toegankelijk worden gemaakt door middel van een gebruiksvriendelijke user interface.
5. testen van software:
6. doorrekenen van scenario's en product-verpakking-keten combinaties: de prestaties van verschillende verpakkingen voor verschillende producten en ketens zullen worden bepaald met behulp van het ontwikkelde model. Inbreng van de projectdeelnemers over mogelijke ketens, producten en verpakkingen zal daarvoor noodzakelijk zijn.

Resultaten:
1. Het gegenereerde model zal worden geïmplementeerd in een software tool.
2. Het beslissingsondersteunend model zal uitspraken doen over de prestatie van de keten (logistieke prestatie indicatoren en operationele kosten), de baten van de product-verpakking-keten combinatie (houdbaarheid, geld) en de milieukosten. Ook zal het beslissingsondersteunend model een eenduidige waardering geven aan de verpakking.

Eigendom van ATO-DLO. Niets uit dit voorstel mag worden gebruikt, vermeerderd of gedistribueerd zonder schriftelijke toestemming van ATO-DLO.

Project 5: Logistiek

Doelstelling
Het logistiek onderzoek binnen dit project heeft betrekking op twee deelgebieden. Het eerste deelgebied betreft het garanderen van een verpakking die aan alle 'harde' logistieke randvoorwaarden en wensen vanuit de keten voldoet. Denk hierbij aan mechanische sterkte en isolatie-eigenschappen.
Het tweede deelgebied betreft het modelleren van de logistieke ketenperformance van een verpakking, en het kwantificeren van de voordelen van een verbeterde productkwaliteit. Dit alles als input voor het Beslissing ondersteunend model.

State of the art
Er bestaan modellen om de logistieke ketenperformance van een verpakking te analyseren. Echter, er bestaat voorzover bekend geen geïntegreerd Beslissing ondersteunend model waarbij een logistiek model gecombineerd wordt met een productkwaliteitsmodel en een milieumodel. Ontwikkeling van een Beslissing ondersteunend model biedt de mogelijkheid om een afweging te kunnen maken tussen logistieke performance, productkwaliteit en milieubelasting.

Deelproject 5,1 Logistieke randvoorwaarden

Doelstelling
De te ontwikkelen verpakking zal ingezet moeten kunnen worden in bestaande ketens. Doelstelling van dit deelproject is om in kaart te brengen wat de praktische logistieke randvoorwaarden zijn die tezamen een Program van Eisen en een wensenpakket voor de verpakking opleveren. Denk hierbij bijv. aan eisen m.b.t. afmetingen, stevigheid, handling, bedrukbaarheid, recyclebaarheid, isolatie etc.
Onderdeel van deze analyse is ook een ketenanalyse. Hierbij moeten bijv. de volgende vragen beantwoord worden. In welk type ketens zal de te ontwikkelen transportverpakking ingezet worden? Welke activiteiten worden binnen deze ketens onderscheiden, die mogelijk beïnvloed worden door het toepassen van een nieuwe transportverpakking? Wat is de doorlooptijd van deze activiteiten? Wat zijn de kosten van deze activiteiten? Wat zijn de klimaatcondities tijdens deze activiteiten (bijv. tijdens opslag en transport). Deze ketenanalyse fungeert als een nul-meting voor het te bouwen logistieke model in 3.3.

Deliverable: Program van Eisen (PvE) en wensenpakket voor de verpakking

Eigendom van ATO-DLO. Niets uit dit voorstel mag worden gebruikt, vermeerderd of gedistribueerd zonder schriftelijke toestemming van ATO-DLO.

Deelproject 5.2 : Thermodynamische prestatie van de verpakking vanuit ketenperspectief

Doelstelling:
Doel van dit deelproject is de thermodynamische eigenschappen van verpakkingen in relatie tot de ketencondities mathematisch te modelleren.

State of the art:
De laatste decennia is veel aandacht besteed aan en kapitaal geïnvesteerd in de aanschaf van koelsystemen. Echter, door de geringe luchtdoorlatendheid van op pallets gestapelde dozen met produkt is er vaak een sterke discrepantie tussen de perfect geregelde condities van circulerende lucht en de lucht binnen pallets. Bij MA-verpakkingen wordt dit probleem extra groot: MA is enkel mogelijk door een luchtverversing van vrijwel 0, maar om wille van de temperatuurhomogeniteit is luchtstroming wel vereist.

Uit metingen in voorgaande projecten is bijvoorbeeld gebleken dat de steady-state temperatuurgradiënt binnen bijv. een pallet mango's kan oplopen tot 2.5 – 3 °C, terwijl de afkoeltijd in de orde van dagen ligt. Wanneer aan het begin van de keten onvoldoende wordt ingekoeld, leidt dit meestal in de hele keten tot ongewenst hoge temperaturen. Uit voorgaand onderzoek is bijvoorbeeld gebleken dat tijdens luchttransport van bloemen door te compacte stapeling de temperatuur van de bloemen op kan lopen tot 20 graden Celsius, ondanks een buitentemperatuur van 5 °C graden (zie Figuur 5). Gegeven dat de optimale bewaartemperatuur voor bijv. rozen 1 °C is, betekent zo'n hoge producttemperatuur een sterke achteruitgang in productkwaliteit. Het is dus van cruciaal belang dat bij het ontwikkelen van nieuwe bloemenverpakkingen, en al helemaal bij MA-verpakkingen, de thermodynamische prestatie wordt onderzocht.

Voorafgaande deelprojecten: Keteninventarisatie (koelfaciliteiten, etc.) (5.1), conceptverpakkingen (3.3, 3.4, 3.5), productgegevens? (2.1, 2.5)

Werkplan:
Taak a:
proeven met verschillende bestaande en nieuwe experimentele verpakkingen om datasets te verzamelen voor mechanistische modellering van temperatuurdynamica in gepalleteerd produkt.

Taak b:
modelvorming: afkoeling en bewaartemperatuur modelleren gegeven de eigenschappen van het product en de fysische eigenschappen en geometrie van de verpakkking. Doel hierbij is de ontwikkeling van een mechanistisch model van de temperatuurdynamica met als ingang de klimaatcondities aan de rand van pallets en als uitgang het verloop in de tijd van de temperatuurverdeling binnen de pallet:

$$\dot{\mathbf{T}} = f(\mathbf{T}, \mathbf{u}, \mathbf{p}, \mathbf{r}_{\mathbf{product}}) \qquad \mathbf{r}_{\mathbf{product}} = g(\mathbf{T}, product) \tag{1}$$

met **T** de temperatuurverdeling in de pallet, **u** de klimaatcondities aan de rand van de pallet (temperatuur, luchtsnelheid, luchtrichting), **p** de parameters van de doosstapeling (warmtecapaciteit, warmtegeleidingscoëfficiënt, vorm en afmeting van luchtkanalen, ...) en $\mathbf{r}_{\mathbf{product}}$ de temperatuursafhankelijke warmte productie van het verpakte product.

Milestone a:
Gevalideerd model dat de temperatuurverdeling in pallets relateert aan de respiratiekarakteristiek van het verpakte product en klimaatcondities aan de rand van pallets.

Taak c:
nieuw verpakkingsconcept met optimale thermodynamische karakteristieken ontwikkelen en testen. Het in taak b ontwikkelde model wordt gebruikt om de ontwikkeling van het nieuwe verpakkingsconcept te sturen, en zo grote hoeveelheden experimenten te vermijden.

Eigendom van ATO-DLO. Niets uit dit voorstel mag worden gebruikt, vermeerderd of gedistribueerd zonder schriftelijke toestemming van ATO-DLO.

Milestones en verwachte resultaten:
mechanistisch model van temperatuurdynamica binnen verpakking gerelateerd aan kwaliteit van het product, nieuw verpakkingsconcept met optimale thermodynamische karakteristieken.
spin-off: De thermodynamische eigenschappen van een verpakking en product koppelen aan ketenmanagement waardoor de kwaliteit van het product hoger blijft en andere afzetkanalen mogelijk worden.

Deliverables: verslagen, modellen, prototypen

Aansluitende deelprojecten: integratie verpakkingsconcepten (3.5)

Eigendom van ATO-DLO. Niets uit dit voorstel mag worden gebruikt, vermeerderd of gedistribueerd zonder schriftelijke toestemming van ATO-DLO.

Deelproject 5.3 Logistieke Ketenperformance

Taak a: Analyse van logistieke kosten en baten
Vanuit gebruikersoogpunt (kweker, veiling, handelaar, retailer) is het interessant om inzicht te verkrijgen in de logistieke prestatie van de transportverpakking in de totale keten. De logistieke kosten- en baten vallen uiteen in kosten en baten tengevolge van een veranderde verpakking (maatvoering, stapelbaarheid, ...) en in baten tengevolge van een verbeterde productkwaliteit.

Verpakking
Om de kosten- en baten van de nieuwe verpakking te kunnen kwantificeren zullen eerst een aantal logistieke prestatie-indicatoren moeten worden gedefinieerd die aansluiten bij de prestatie-beleving in de praktijk. Mogelijke prestatieindicatoren zijn beladingsgraad tijdens transport, beslag op magazijnruimte en te verrichten handlings-activiteiten.
In 3.1 is de keten geanalyseerd a.d.h.v. de verrichte activiteiten (bijv. orderpicken, verzendgereedmaken, laden, transport, lossen, inslag, opslag etc). Vervolgens wordt voor elke ketenactiviteit een functie gedefinieerd die de relatie aangeeft tussen de verpakking en behaalde score op de prestatie-indicatoren. Tenslotte zullen de prestatie-indicatoren uitgedrukt worden in kosten.

Productkwaliteit
Om de baten ten gevolge van een verbeterde productkwaliteit te kunnen kwantificeren zullen interviews worden gehouden met de betreffende actoren in de keten. Denk hierbij aan handelaren en retailers.
Mogelijke voordelen van een verbeterde productkwaliteit zijn nieuwe distributiemogelijkheden, ruimere speculatiemogelijkheden, hogere prijs, verbeterd imago, nieuwe markten etc.

Deliverable: Een analysemethode voor het kwantificeren van de logistieke kosten en baten van een transportverpakking in de keten.

taak b: Ontwikkeling tool voor prestatiemeting
Om verschillende verpakkingen binnen verschillende ketens te beoordelen is het zinvol de analysemethode uit taak a vast te leggen in een software-tool. Dit 'logistiek model' vormt een belangrijke component voor het te ontwikkelen Beslissing ondersteunend model, waarin ook een analyse van de milieubelasting en product-kwaliteit mogelijk is.

Deliverable: Een softwaretool (bijv. in Delphi) als implementatie de analyse van de logistieke performance van een verpakking. Deze tool is in te passen in het Beslissing ondersteunend model.

Aansluitend deelproject: Ontwikkeling Beslissing ondersteunend model

Eigendom van ATO-DLO. Niets uit dit voorstel mag worden gebruikt, vermeerderd of gedistribueerd zonder schriftelijke toestemming van ATO-DLO.

Deelproject 6.1: Nul-meting: analyse milieubelasting huidige product-verpakking combinatie in de keten

Doelstelling:
Doel van dit deelproject is het analyseren van de milieubelasting van enkele huidige representatieve product-verpakking combinaties in de keten. Hierdoor wordt duidelijk wat de milieubelasting van de hele keten is en wat het aandeel is van de verschillende variabelen in de keten.Naar verwachting zullen productuitval, transportgewicht en –volume en retourtransport, en daarmee ook verpakking, een belangrijke rol spelen.

Tegelijkertijd wordt inzicht verkregen in waaraan een methode moet voldoen om milieubelasting van een product-verpakking combinatie in de keten te meten. Deze kennis kan worden gebruikt bij de ontwikkeling van een analyse model en instrument voor milieubelasting in de keten.

State of the art:
De milieugerichte levenscyclusanalyse (LCA) zoals beschreven zoals in 1992 beschreven door het Centrum voor Milieukunde in Leiden is de best beschikbare en internationaal geaccepteerde methodiek om de milieubelasting van een dergelijke product-verpakking te kwantificeren. Momenteel wordt de laatste hand gelegd aan een update van deze methodiek, die naar verwachting najaar 2000 in rapportvorm beschikbaar komt. Inhoudelijk zijn de meeste onderdelen reeds vastgelegd. IVAM Environmental Research is daarbij betrokken.

Voorafgaande deelprojecten:
deelproject 1.2: externe situatie analyse
deelproject 5.1: logistieke randvoorwaarden

Werkplan:
Taak a:
Doelbepaling. Deze valt uiteen in o.a. het bepalen van:
- gewenste resultaten en toepassing van de LCA
- te beschouwen milieuthema's
- te beschouwen product-verpakking combinaties
- de keten en de actoren (in dit geval ook externe situatie).

Taak b: Inventarisatie
Van de verpakking moet de levenscyclus worden geïnventariseerd tot aan het ontstaan van de combinatie. De combinatie moet vervolgens worden gevolgd tot aan het uitpakken, waarna voor de verpakking het eind van de levenscyclus, de afdankfase, in kaart zullen worden gebracht. Ook logistiek zal hierin belangrijk zijn. Met behulp van de partners in het project wordt door IVAM Environmental Research de hiervoor benodigde data verzameld, deels op basis van literatuur en deels specifieke bedrijfsdata aan de hand van interviews en vragenlijsten.

Taak c: Karakterisering
De geïnventariseerde data van de huidige product-verpakking combinatie wordt in deze fase omgerekend naar de diverse milieuthema's (bijvoorbeeld CO_2→broeikaseffect)

Taak d: Interpretatie
Hieronder valt ook een zwaartepuntanalyse die belangrijk is om de aandacht te kunnen richten tijdens het verbetertraject. De zwaartepuntanalyse worden die variabelen van de keten bepaald die een grote bijdrage leveren aan de totale milieubelasting.

Milestone a:
overzicht van de milieubelasting van enkele huidige representatieve product-verpakking combinaties in de keten, en wat het aandeel is van de verschillende variabelen in de keten.

Eigendom van ATO-DLO. Niets uit dit voorstel mag worden gebruikt, vermeerderd of gedistribueerd zonder schriftelijke toestemming van ATO-DLO.

Milestones en verwachte resultaten:
(a) overzicht van de milieubelasting van enkele huidige representatieve product-verpakking combinaties in de keten, en wat het aandeel is van de verschillende stadia in de keten.

Deliverables:
verslag waarin overzichtelijk de resultaten van deelproject 6.1 worden beschreven. milieudata

Aansluitende deelprojecten: deelproject 6.2 sluit aan op dit deelproject.

Eigendom van ATO-DLO. Niets uit dit voorstel mag worden gebruikt, vermeerderd of gedistribueerd zonder schriftelijke toestemming van ATO-DLO.

Deelproject 6.2: Een nieuw model voor bepaling van milieubelasting van product-verpakking combinaties

Doelstelling: Doel van dit deelproject is het opstellen van een model om de milieubelasting van specifieke product-verpakking combinaties te bepalen en het ontwikkelen van een praktisch instrument.

State of the art: Er zijn instrumenten, zoals SimaPro die gebruikt kunnen worden door ontwerpers met kennis van de levenscyclusanalyse methodiek. In de praktijk blijken deze voor ontwerpers minder geschikt vanwege de complexiteit, benodigde kennis en data. Eenvoudiger hulpmiddelen, zoals bijvoorbeeld Eco-it, zijn minder geschikt voor het juist in beeld brengen van de complexe keten die in dit onderzoek centraal staat.

Voorafgaande deelprojecten: Uit deelproject 6.1 komen de belangrijkste factoren naar voren die van invloed zijn op de milieubelasting in de keten. Het model kent variabelen die samenhangen met deze factoren en variabelen die aan de orde zijn in het verpakkingsonderzoek (relatie met deelproject 3.5) en bij bepaling van logistieke randvoorwaarden. Er is een relatie met deelproject 4.1 waarin de specificaties van alle deelmodellen worden vastgesteld om er voor te zorgen dat de resultaten ook bruikbaar zijn voor deelproject 6.3.

Werkplan:

Taak a: Selectie relevante variabelen zoals die uit het verpakkingsonderzoek (3.1 t/m 3.4) naar voren komen.

Taak b:
Opstellen van een rekenmodel om de milieubelasting van product-verpakking combinaties te bepalen tijdens productontwikkeling. Het model bevat rekenregels waarmee de invloed van verpakkingsvariabelen op de milieubelasting kan worden bepaald (zie taak a). Het model omvat een databestand waarin de milieudata zijn opgenomen uit de verschillende fasen van de verpakkingsketen. Voorbeelden daarvan zijn: grondstofwinning, productie van de verpakking, transport, koeling, afdanking van verpakkingsmaterialen.

Milestone a: Model om de milieubelasting van product-verpakking combinaties te bepalen tijdens productontwikkeling.

Taak c: Verzamelen aanvullende milieudata over relevante processen/materialen ten behoeve van bepaling milieubelasting. Deze data zijn nodig om de berekeningen volgens het model te kunnen uitvoeren (zie taak b).

Taak d: Uitwerken van het model tot een prototype instrument dat door ontwerpers van verpakkingen wordt gebruikt. Het omvat onder meer interfaces voor de invoer van producteigenschappen en de uitvoer van milieuresultaat. Op basis van het verpakkingsonderzoek worden ontwerpconcepten in het model opgenomen die de ontwerper in staat stelt veranderingen in de milieubelasting snel te berekenen.

Milestone b: Praktisch instrument om de milieubelasting van product-verpakking combinaties te bepalen tijdens productontwikkeling.

Milestones en verwachte resultaten:
(a) Model om de milieubelasting van product-verpakking combinaties te bepalen tijdens productontwikkeling.
(b) Praktisch instrument om de milieubelasting van product-verpakking combinaties te bepalen tijdens productontwikkeling.

Deliverables: database milieu, database ontwerpconcepten, rekenmodel, interfaces, handleiding.

Aansluitende deelprojecten: De resultaten zijn bruikbaar voor deelproject 6.3 ten behoeve van het beslissingsondersteunend model

Eigendom van ATO-DLO. Niets uit dit voorstel mag worden gebruikt, vermeerderd of gedistribueerd zonder schriftelijke toestemming van ATO-DLO.

Ook zal er in deelproject 3.5 (verpakkingstechnologie) en voor latere stadia van deelproject 3.1 t/m 3.4 van de resultaten gebruik kunnen worden gemaakt.

Eigendom van ATO-DLO. Niets uit dit voorstel mag worden gebruikt, vermeerderd of gedistribueerd zonder schriftelijke toestemming van ATO-DLO.

Deelproject 6.3: Kwantificeren milieubelasting voor beslissingsondersteunend model

Doelstelling: Doel van dit deelproject is het geschikt maken van milieu-informatie voor het beslissingsondersteunend model.

State of the art: Er zijn nog weinig geslaagde pogingen gedaan om milieu-informatie tijdig en in de juiste vorm in het ontwerpproces in te brengen. Tijdig betekent dat er nog voldoende keuzevrijheid bestaat om het milieuprofiel van de verpakking te verbeteren. In de juiste vorm betekent zo dat de creativiteit van ontwerpers niet wordt belemmerd.

Voorafgaande deelprojecten: Uit deelproject 6.2 komen de belangrijkste randvoorwaarden uit het milieumodel naar boven. In deelproject 4.1 worden de randvoorwaarden van de andere deelmodellen vastgesteld om er voor te zorgen dat de resultaten ook bruikbaar zijn voor deelproject 6.3.

Werkplan:
Taak a: Inventariseren randvoorwaarden uit algemene model en de afzonderlijke deelmodellen.

Taak b:
Aanpassen en aanvullen van het rekenmodel om de milieubelasting van product-verpakking combinaties te bepalen om het in het algemene beslissingsmodel te integreren. Hierbij zal richt de aandacht zich zowel op het belang van milieu ten opzichte van andere aspecten (multi criteria analyse) als op aggregatie van de verschillende milieuaspecten tot een score voor het aspect milieu.

Milestones en verwachte resultaten:
Milieumodel geïntegreerd in algemeen beslissingsmodel

Deliverables:
bijdragen aan het eindrapport
Bijdragen aan het beslissingsmodel: geïntegreerde database milieu, database ontwerpconcepten, rekenmodel, interfaces, handleiding.

Eigendom van ATO-DLO. Niets uit dit voorstel mag worden gebruikt, vermeerderd of gedistribueerd zonder schriftelijke toestemming van ATO-DLO.