

De Zonneterp – een grootschalig zonproject

Deze rapportage is opgesteld in opdracht van InnovatieNetwerk Groene Ruimte en Agrocluster door:

Mr. E.J.S.A. Wortmann, Elannet B.V. (tekst en coördinatie)

m.m.v.:

I.E.L. Kruseman, Bureau ASK (illustraties)

De rapportage vormt onderdeel van het project 'Agropolis'.

Opdracht en begeleiding:

Dr.ir. J.G. de Wilt (InnovatieNetwerk)

Ir. P.G.M. Hübens (InnovatieNetwerk)

InnovatieNetwerk Groene Ruimte en Agrocluster

Postbus 19197

3501 DD Utrecht

tel.: 070 378 56 53

internet: <http://www.agro.nl/innovatienetwerk/>

ISBN: 90 – 5059 – 260 – 0

Overname van tekstdelen is toegestaan, mits met bronvermelding.

Rapportnr. 05.2.101 (serie achtergrondrapporten), Utrecht, juni 2005.

Colofon

Aan deze publicatie werkten mee:

Dr.ir. A. Mels en dr.ir. G. Zeeman; Lettinga Associates Foundation

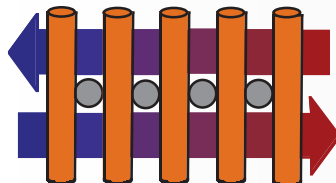
Ir. T. Deelstra en ir. M. Kramer; The International Institute for the Urban Environment

P. Oei; Rabobank Nederland

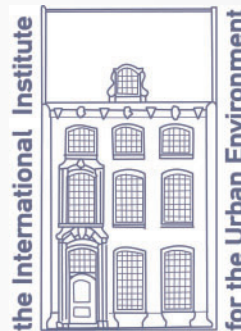
Dr.ir. E. van Andel, ir. A.P.M. ter Beek en ir. E.E. van Andel; FiWiHex BV

Mr. E.J.S.A. Wortmann (projectleiding); Elannet BV

Prof.ir J. Kristinsson en ir. D.T. Josee; Architecten- en ingenieursbureau Kristinsson



FIWIHEX



Met dank aan: RaboVastgoed, Stichting EVA en Vereniging Ecodorp.

Lay-out: I.E.L. Kruseman, Architectural Support Kruseman (ASK)

Voorwoord

Het versterken van de wederkerigheid tussen stad en land kan een wezenlijke bijdrage leveren aan de ontwikkeling van een duurzame landbouw, die in evenwicht is met de omringende stedelijke omgeving, economisch rendeert en maatschappelijk wordt gewaardeerd. Deze wederkerigheid is in de afgelopen decennia in snel tempo verloren gegaan door globalisatie en specialisatie van het voedselsysteem enerzijds en centralisatie van energievoorziening en afvalzuivering anderzijds. Dit leidt tot een inefficiënte benutting van natuurlijke hulpbronnen.

In het rapport “Agropolis – Een symbiose tussen stad en land”, eveneens uitgebracht door InnovatieNetwerk Groene Ruimte en Agrocluster worden ideeën aangedragen om de relatie tussen stad en land te bevorderen. Dit heeft geleid tot twee ontwerpen: Waterlandschap en Stadskas. In het voorliggende rapport treft u een verdere uitwerking voor een Stadskas, dat hier de Zonneterp wordt genoemd.

Het Zonneterp-ontwerp legt verbindingen tussen een kas met vergister enerzijds en de bebouwde omgeving anderzijds. Daarbij is sprake van vier soorten kringlopen die worden gesloten: warmte, koolstof, water en mineralen. Het basisontwerp is opgebouwd uit een nieuwe combinatie van beproefde technologieën. De opgave ligt in de afstemming en dimensionering van de verschillende onderdelen van het gehele systeem. Belangrijker nog zijn de nieuwe arrangementen op het gebied van financiering, wet- en regelgeving en zeggenschap, die nodig zijn voor het functioneren van de Zonneterp. De neiging tot centralisatie en separatie waarmee onze samenleving is doordrongen, staat op gespannen voet met de kern van de Zonneterp: decentralisatie en integratie.

De conclusie in het rapport is dat in het Zonneterp-ontwerp effectief gebruik wordt gemaakt van duurzame energie, dat emissies naar het milieu worden voorkomen en dat het ontwerp rendabel kan functioneren. De voordelen van de Zonneterp komen bovendien direct ten goede aan de burgers. Volop perspectief dus voor een succesvolle toepassing.

Als eerste stap richting implementatie van de Zonneterp wordt op basis van dit rapport een informatiebijeenkomst georganiseerd voor gemeenten. Inmiddels hebben enkele gemeenten al hun concrete belangstelling voor de Zonneterp kenbaar gemaakt. InnovatieNetwerk wil bijdragen aan de ontwikkeling van drie pilots in de praktijk.

Dr. G. Vos,
Directeur InnovatieNetwerk Groene Ruimte en Agrocluster.

**“Aarde verandert in goud
in de handen van wijzen”**

Roemi

“Het verbazingwekkende feit is dat ecologische wijsheid niet bestaat in het in harmonie leven met de natuur; het bestaat erin hoe wij mensen het eens kunnen worden over de wijze waarop we in harmonie met de natuur kunnen leven.”

Ken Wilber

Inhoudsopgave

Colofon

Voorwoord	i
-----------	---

Samenvatting	1
--------------	---

Leeswijzer	5
------------	---

1	Inleiding	7
---	-----------	---

1.1	De belofte	7
-----	------------	---

1.2	Doelstelling en doelgroep	8
-----	---------------------------	---

1.3	Bewustzijn, energie en kringlopen	9
-----	-----------------------------------	---

1.4	Een grootschalig zonproject?	10
-----	------------------------------	----

2	Kringloopcomplex 'De Zonneterp'	13
---	---------------------------------	----

2.1	De gesloten tuinbouwkas	13
-----	-------------------------	----

2.2	Omliggende bebouwing	16
-----	----------------------	----

2.3	Wederkerigheid met de bebouwing	18
-----	---------------------------------	----

2.4	Ontwikkelingsbeelden	19
-----	----------------------	----

3	De kringlopen	25
---	---------------	----

3.1	Warmtesysteem (Joule)	26
-----	-----------------------	----

3.2	De koolstofkringloop (C)	29
-----	--------------------------	----

3.3	Het watersysteem (H ₂ O)	33
-----	-------------------------------------	----

3.4	Het nutriëntensysteem (N)	35
-----	---------------------------	----

3.5	Het basisontwerp	36
-----	------------------	----

4	Technische aandachtspunten	39
---	----------------------------	----

4.1	Dimensionering	39
-----	----------------	----

4.2	Stand van de techniek	42
-----	-----------------------	----

5	Samenhang met de buitenwereld	45
---	-------------------------------	----

5.1	Water	46
-----	-------	----

5.2	Gas	47
-----	-----	----

5.3	Verwarming	47
-----	------------	----

5.4	Riool	48
-----	-------	----

5.5	Elektriciteit	49
-----	---------------	----

5.6	Risico's van zelfbeheer	50
-----	-------------------------	----

6	Vergunningen en ontheffingen	53
---	------------------------------	----

6.1	Wet Milieubeheer (Wm)	53
-----	-----------------------	----

6.2	Afval	54
-----	-------	----

6.3	Afvalinname	56
-----	-------------	----

6.4	Elektriciteitswet (Ew)	57
-----	------------------------	----

6.5	Warmtewet	58
6.6	Bijzondere regelingen bij grootschaligheid	58
7	Beheer en zeggenschap	61
7.1	Rechtsfiguren	62
7.2	Economisch nut	65
7.3	Financiering	66
7.4	Organisatie van het beheer	67
7.5	Recirculatie	68
8	Doelgroepen	71
8.1	Bewoners	71
8.2	De tuinder	73
9	Ruimtelijke perspectieven	77
9.1	Planologische contexten	77
9.2	Functionele contexten	79
9.3	Kansen en restricties	80
10	Van beperking naar voorsprong	83

Samenvatting

Milieu en zorg voor de aarde zijn doorgedrongen in alle gelederen van bestuur en samenleving. Veelal zet de zorg aan tot zuinigheid en restricties. Toch is zuinigheid niet het enige wat er over duurzaamheid te zeggen valt. Zorg voor het milieu kan hand in hand gaan met economisch profijt en verbetering van de leefomgeving.

De Zonneterp is een voorbeeld van vernieuwend duurzaamheidsdenken. De aandacht is niet gericht op de beperkingen en de milieumaatregelen, maar op de economische kansen die een volledig duurzaam systeem bieden kan. Daarbij valt te denken aan procesoptimalisatie, grootschalige toepassing van zonne-energie en productief gebruik van reststromen.

Deze kansen worden gecreëerd door natuurlijke kringlopen te benutten en deze in de techniek en organisatie in te bedden. De Zonneterp biedt daarvoor een basisontwerp, waarvan de hoofdlijnen in dit rapport worden uiteengezet.

Dit ontwerp- en haalbaarheidstraject is uitgevoerd door een multidisciplinair team van praktijkmensen en deskundigen in opdracht van InnovatieNetwerk Groene Ruimte en Agrocluster. Belangrijke bevindingen van het team zijn:

- Afval en vervuiling kunnen worden vermeden;
- Duurzame energie is goedkoop en niet schaars.

De Zonneterp is een kringloopcomplex waarin agrarische en stedelijke functies in een wederkerig evenwicht staan. Het land voedt de stad en de stad voedt het land. Directe resultaten zijn een volledig duurzame energieopwekking, decentrale drink- en afvalwaterzuivering, en benutting van reststromen. In het basisontwerp gebeurt dit lokaal en op beperkte schaal, waarbij de kringlopen tussen stad en land feitelijk en waarneembaar zijn gesloten.

Denkbaar is ook dat elementen uit het kringloopcomplex op grotere schaal worden toegepast. De kringloopsluiting is dan niet lokaal en feitelijk, maar globaal en minder direct zichtbaar. De kringloponderdelen zijn zelfstandige commerciële functies die tezamen - binnen een bepaalde regio - een kringloopsysteem vormen.

Centraal in de Zonneterp staat de zon, een bron van energie die vrijelijk beschikbaar is. De Zonneterp is uniek in haar vermogen de zonnewarmte rendabel te oogsten en grootschalig te benutten. Dit in een wederkerige relatie tot nabijgelegen bebouwing.

Winning van de zonnewarmte gebeurt in een glastuinbouwkas. Om de warmte niet te laten vervliegen, houdt die kas de ramen gesloten. Dat betekent onder andere dat condenswater uit de kas moet worden afgevoerd en dat CO₂ moet worden toegevoerd. Bovendien moet de kas kunnen worden gekoeld en verwarmd.

Deze kas heeft een warmteoverschot dat is te benutten door omliggende bebouwing; bijvoorbeeld woningen die met zonnewarmte worden verwarmd. Op haar beurt kan de bebouwing voor de kas van waarde zijn. De afvalstroom (water en biomassa) van de bebouwing is nutriëntrijk en heeft een energie-inhoud. In de Zonneterp worden deze kwaliteiten in een kringloop gebracht. Vier hoofdsystemen zijn daarbij te onderscheiden.

- **Het warmtesysteem:** Zonnewarmte wordt geoogst en opgeslagen voor verwarming van kas en bebouwde omgeving.
- **De koolstofkringloop:** Biomassa (waaronder gft en 'zwartwater') wordt vergist. Dat levert onder andere biogas dat wordt gebruikt voor productie van warm water, elektriciteit en CO₂-bemesting (voor in de tuinbouwkas).
- **Het watersysteem:** Grijswater uit de huishoudens wordt tezamen met het vergistingseffluent bewerkt tot nutriëntrijk gietwater in de kas. Door verdamping en condensatie wordt zuiver water teruggewonnen.
- **Het nutriëntensysteem:** Nutriënten uit de biomassa en waterstromen worden gebruikt in de kas; als gietwater en als teeltaarde.

Grootste uitdaging voor de Zonneterp is niet zozeer de techniek. Het basisontwerp is – enkele uitzonderingen daargelaten – opgebouwd uit bestaande en beproefde componenten. Het is voornamelijk de gebalanceerde mix van functies die het kringloopcomplex uitdagend maakt. Die uitdagingen worden beschreven vanuit de volgende invalshoeken:

- **Dimensionering:** De onderlinge samenhang van processen in het kringloopcomplex vraagt om een uitgekiend dynamisch evenwicht. Op verschillende manieren moet de balans binnen de Zonneterp sluiten: qua energie, massa en economie. Deze sluiting maakt een zorgvuldige dimensionering van het geheel en de verschillende processtappen noodzakelijk.
- **Wetgeving:** Realisatie van de Zonneterp is afhankelijk van tal van vergunningen en ontheffingen van diverse ministeries en andere overheidslagen. De samenhangen binnen het kringloopcomplex maken dat weigering van één vergunning of ontheffing, realisatie van het gehele kringloopcomplex kan bemoeilijken. Verder vraagt de hoge mate van integratie een enkelvoudige en rationele zeggenschapsstructuur. Iets wat binnen het Nederlandse vastgoedrecht maar moeizaam te regelen valt.
- **Organisatie:** Optimalisatie van de kringloopprocessen vergt een centrale coördinatie van alle procesonderdelen. Dat heeft consequenties voor de financiering en de zeggenschapsstructuur. Wat is de rol van de eindgebruikers? In welke mate dragen zij bij en delen zij in het rendement van het kringloopcomplex?

Het maatschappelijk, economisch en ecologisch rendement van de Zonneterp is het grootst wanneer het complex als een integraal kringloopproces wordt opgezet en beheerd. Dit ontwikkelingsbeeld noemen we 'Integratie'.

Hoewel Integratie het grootste nut levert, is het een weg die – in de Nederlandse praktijk – het lastigst te realiseren is. Derhalve dat ook een ander ontwikkelingsbeeld wordt geschetst, waarbij afgescheiden onderdelen van het kringloopcomplex zelfstandig worden geëxploiteerd. Dit wordt beschreven aan de hand van het ontwikkelingsbeeld Segmentatie. Een tussenvorm is Coëxistentie, waarin de kas en de omliggende bebouwing een wederzijds profijtelijke relatie aangaan.

De Zonneterp kan grotendeels duurzaam en zelfvoorzienend functioneren. Het beroep op de algemene nutsvoorzieningen is te beperken tot collectieve centrale aansluitingen voor de opstart- en noodvoorziening. De verbruikskosten van de eigen duurzame bronnen zijn veelal nihil. Wel gelden beperkingen voor het gebruik van de voorzieningen. Zo zullen piekmomenten in het stroomverbruik vermeden moeten worden, is verneveling in de kas uitgesloten en kunnen bepaalde chemische stoffen niet worden gebruikt. Altijd zal rekening moeten worden gehouden met de samenhangen en het dynamische evenwicht in het kringloopcomplex.

Beperkingen zijn binnen de Zonneterp overigens geen nadelen. Het zijn bijzondere kwaliteiten die – mits goed toegepast - voor het geheel van waarde zijn. Iedere situatie en locatie zal zijn eigen kwaliteiten en kansen bieden. Dit rapport geeft een introductie tot de mogelijkheden van een kringloopcomplex en is een uitnodiging aan belangstellenden om de haalbaarheid van een Zonneterp in een specifieke situatie te onderzoeken.

De Zonneterp toont dat economische activiteit niet vervuilend hoeft te zijn. Door samenwerking te zoeken met natuurlijke kringlopen, wordt maximale efficiency bereikt. Tegelijkertijd wordt een positieve bijdrage geleverd aan de kwaliteit van het milieu.



Artistieke impressie van 'wonen in de Zonneterp'

Leeswijzer

Dit rapport biedt een algemene indruk van de Zonneterp en van vele zaken die daarbij komen kijken. Tegelijkertijd biedt het een referentiekader dat kan worden gebruikt voor Zonneterp-realisatieprojecten. Bijgevolg kent de tekst verschillende lagen van diepgang.

De hoofdstukken 1 en 2 zijn inleidend en algemeen beschouwend. In deze hoofdstukken wordt het kader geschetst van waaruit de Zonneterp in de volgende hoofdstukken beschreven wordt.

In hoofdstuk 3 wordt de harde – technische – kern van de Zonneterp beschreven. De tekst is vrij compact. De bedoeling is de lezer een compleet beeld te geven van de stromen en processen binnen het kringloopcomplex.

De hoofdstukken 4-9 zijn weer wat soepeler van stijl. In deze hoofdstukken wordt ingegaan op aspecten en afwegingen die bepalend zijn voor de vorm en opzet van een Zonneterp.

Hoofdstuk 10 biedt een algemeen beschouwend besluit.

Wij hopen het rapport laagdrempelig en makkelijk leesbaar te hebben gehouden. Dit zonder afbreuk te doen aan een hoge informatiewaarde. We bieden in- en overzicht in de complexiteit en breedte van de materie. Niet alleen voor algemeen belangstellenden, maar ook voor personen die betrokken zijn bij de realisatie van een Zonneterp.

1 Inleiding

De Zonneterp is het resultaat van een verkennende studie naar de haalbaarheid en vormgeving van een kringloopcomplex in Nederland. Inzet daarbij is de vervlechting van agrarische en stedelijke functies. Dit ten behoeve van het economisch draagvlak voor plattelandsontwikkeling en een optimale milieukwaliteit van stad en land.

Gaandeweg het onderzoek openbaarden zich onvermoede kansen. Kansen voor leefbaarheid, economie en milieu. Een uitgekende combinatie van landelijke en stedelijke functies blijkt perspectief te bieden voor bestaande knelpunten. En dat niet alleen: doordachte duurzame vervlechting van stad en land levert ook het nodige profijt. Bestaande problemen worden opgelost, terwijl welvaart en milieukwaliteit worden vergroot.

Zo komen beperkingen die vandaag de dag leiden tot bezorgdheid en zuinigheid in de Zonneterp in een ander licht te staan. Nadelen en beperkingen kunnen de kiem zijn voor innovatieve ontwikkelingen die voorspoed en een hoger ontwikkelingspeil brengen.

De Zonneterp mag hierbij graag als voorbeeld dienen!

In dit eerste hoofdstuk besteden wij aandacht aan de achtergrond waartegen de Zonneterp kan worden begrepen. En de beloften die de Zonneterp in zich draagt.

1.1 De belofte

Met het toenemende milieubewustzijn zijn we eraan gewend geraakt dat:

- Natuurlijke hulpbronnen uitgeput raken;
- Menselijke activiteit aantasting van het milieu veroorzaakt;
- Wonen en werken vervuiling opleveren en natuur doen verdwijnen.

Een eerste reactie is 'zuinigheid'; de Nederlander op het lijf geschreven. Zuinig met ruimte, energie en grondstoffen. Maar willen we de aarde echt helpen, dan moeten we niet zuinig zijn maar ons denken veranderen.

Zoals Einstein zei: 'Een probleem kan niet worden opgelost vanuit hetzelfde bewustzijn dat het deed ontstaan'. Misschien dat lezing van dit rapport helpt om een glimp van dat andere bewustzijn op te vangen.

Energie is er in overvloed. En de stoffen die we nodig hebben om een comfortabel bestaan te onderhouden, zijn er ook genoeg. Ons probleem is niet dat we behoeften hebben. Of dat we onze aanwezigheid zichtbaar maken op deze planeet. Het probleem is dat we onszelf plaatsen buiten de kringlopen en systemen die het leven op aarde mogelijk maken. Kijkend van een afstand plukken we hier en daar wat vruchten. Zonder te beseffen dat we zelf deel uitmaken van het stromende geheel.

We mogen best volledig en zonder gevoel van zuinigheid in onze behoeften voorzien. Als we dat maar niet doen ten koste van, maar in samenwerking met de natuur. Als bewust en cocreërend deel van de natuurlijke stromen van energie en materie.

De Zonneterp biedt hiervan een voorbeeld. En dan niet alleen als een gedachte, maar als een realistisch ontwerp met interessante beloften:

- Geen afval maar producten;
- Een intelligente mix van 'rode' en 'groene' functies;
- Een normaal comfort dat volledig is gebaseerd op duurzame energie.

Realisatie van een Zonneterp zal bewijzen dat het mogelijk is: sluiting van stofkringlopen en profijtelijke oogst van duurzame energie. En dat zonder verlies van comfort, maar met toename van welvaart. Tegelijkertijd worden de kringloopsamenhangen zichtbaar gemaakt. Dat helpt mensen bewust te worden van de invloed van hun eigen handelen binnen de kringlopen: de belangrijkste stap op weg naar volledige duurzaamheid.

1.2 Doelstelling en doelgroep

In dit rapport worden de hoofdzaken van de Zonneterp beschreven. Dit om een algemene indruk te geven, en de complexiteit van het geheel gestructureerd en bespreekbaar te maken. De uiteenzetting is verre van volledig. En bij een concrete realisatie zullen nog tal van keuzes moeten worden gemaakt.

Wanneer dit rapport een gerichte dialoog over ontwerp en realisatie van de Zonneterp mogelijk maakt, is het geslaagd in zijn opzet. Het is niet bedoeld om te overtuigen. Noch om bepaalde veronderstellingen vast te leggen. Het is bedoeld als uitnodiging om mee te denken en te participeren in een project dat onze houding tot energie en materie duurzaam kan veranderen.

Aan de samenstelling van dit rapport is veel onderzoek en analyse voorafgegaan. In deze algemene introductie zijn daarvan de hoofdlijnen terug te vinden. Daarbij worden mogelijke ontwikkelingsrichtingen geschetst en de kerndilemma's geïntroduceerd.

Dit rapport is een uitnodiging aan potentiële partners die willen bijdragen aan de realisatie van een Zonneterp. We denken aan medewerkers en bestuurders van gemeenten, waterschappen, provincies, woningcorporaties, ministeries en de belastingdienst. En ook aan bewonersgroepen die het als toegevoegde waarde zien om te participeren in een Zonneterp.

Op basis van dit rapport kunnen belangstellenden zich oriënteren en een algemeen beeld vormen van de Zonneterp. Het nut, de kansen en de samenhangen. En wellicht ook de beren die op de weg blijken te staan. Want wij zullen de laatste zijn die beweren dat realisatie van de Zonneterp eenvoudig en zonder uitdagingen is. Niet voor niets spreken we van een 'kringloopcomplex'.

Het innovatiespoor dat met dit rapport wordt ingezet, voorziet in een dialoog, workshops en uiteindelijk ook samenwerking met belangstellenden. Daarbij kunnen relevante aandachtspunten (misschien zelfs knelpunten) worden geïnventariseerd, en is er ruimte voor nader onderzoek en vooroverleg rond de belangrijkste punten.

1.3 Bewustzijn, energie en kringlopen

De energie waarover wij op aarde beschikken, komt van de zon en van de aarde zelf. In de zon vind kernfusie plaats, waarbij waterstof wordt omgezet in helium. En ook in de aarde is sprake van kernenergie: 70% van de aardwarmte ontstaat door radioactief verval van isotopen zoals kalium, uraan en thorium. De rest van de aardwarmte stamt nog uit de tijd dat de aarde ontstond. Dit zijn de twee bronnen waaraan al het leven op aarde zijn energie ontleent. Het zijn ook de bronnen die we duurzaam kunnen 'tappen'. Zolang deze bronnen van energie bestaan, hebben wij geen energieprobleem. We moeten alleen nog leren ze effectief en rendabel te gebruiken.

Het leven zelf is ons al voorgegaan. Het vangt zonlicht op en gebruikt dat als motor voor zijn groei en activiteit. Daarbij vormt het zich in de materie, en staat het op allerlei manieren met omliggende materie in verbinding. Het maakt actief deel uit van stofkringlopen, die verandering en leven op aarde gaande houden.

Als bewuste wezens is het ons gegeven bewust in deze kringlopen te staan, en er bewust gebruik van te maken. Waarom zouden wij niet ten volle in onze behoeften mogen voorzien? En waarom kunnen we dat niet zodanig vormgeven dat onze wijze van groei en activiteit geheel past in de stromingen van energie en materie?

Zolang wordt gesproken over 'duurzaamheid' en 'milieuprobleem' is dat een teken dat we onze plaats in de schepping niet hebben gevonden. En dat we nog onvoldoende hebben geleerd evenwichtig met de overvloed van natuurlijke hulpbronnen om te gaan.

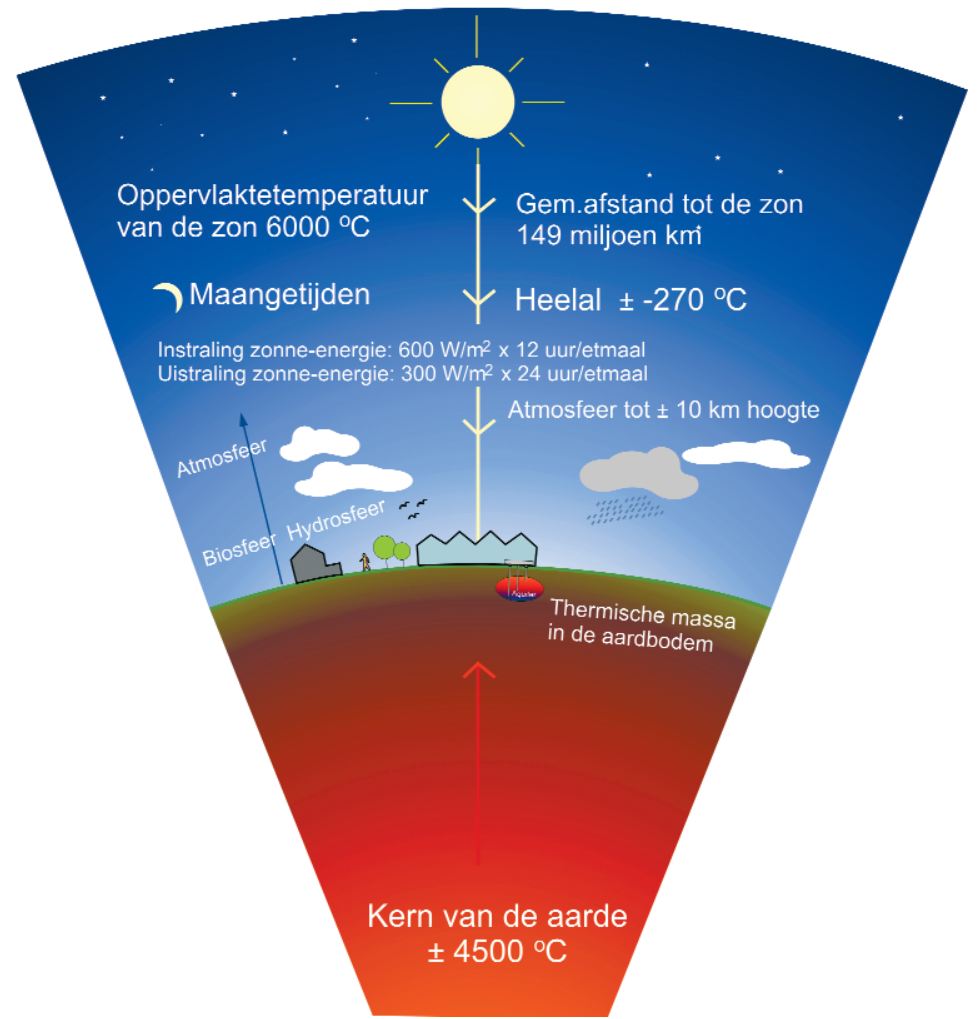
Vervuiling, schaarste en uitputting zijn het gevolg van de wijze waarop we in onze behoeften voorzien. Niet van het feit dat we behoeften hebben en daarin willen voorzien. Vandaar ook dat zuinigheid geen antwoord is. Verandering van de methoden wel. We moeten leren voldoende ontwikkeld en bewust te werk te gaan. Waarbij we bovendien net iets verder kijken dan de eigen neus en belangen lang zijn.

In de Zonneterp sluiten we aan op processen en kringlopen die de aarde al miljoenen jaren beheersen. Weinig nieuws dus onder de zon. Maar het vraagt wel een andere manier van ontwerpen en organiseren. Wederkerigheid is daarbij het motto. Want de onderdelen van de kringlopen staan niet op zichzelf. Het ene proces voedt het andere. En zo houden ze elkaar in stand. En zo wordt ook het belang van de één, mede het belang van de ander. En dat is het bewustzijn dat kan ontstaan wanneer men woont en werkt in een Zonneterp.

Wederkerigheid van stad en land

- De stedelijke omgeving als productief onderdeel van het ecosysteem;
- Landbouw/voedselproductie als onderdeel van de ecologische stad.

Primaire energiebronnen: zon en aarde



1.4 Een grootschalig zonproject?

Voor niets gaat de zon op. En zonlicht komt in overvloed naar de aarde. De energie ervan is vrij te oogsten. Planten zijn daar goed in. En zo weten ze zichzelf op te bouwen, en de aardatmosfeer leefbaar te houden. Mensen beginnen technieken te ontwikkelen om hun graantje mee te pikken én hun steentje bij te dragen.

Naar gangbare opvattingen is de grootschalige oogst van zonne-energie in Nederland nog toekomstmuziek. De kosten zijn hoog en de rendementen nog te laag. EZ rekent het tot de lange-termijninvesteringen (2020 – 2030). Dat neemt niet weg dat VROM zonne-energie heeft opgenomen in het transitiebeleid voor de bebouwde omgeving.

> Energieproducerende Kas

In de InnovatieNetwerk-publicatie 'Energieproducerende Kas' (E-kas)¹ staat een groot-schalig zonnewarmteoogststelsel beschreven. Het idee is als volgt. In een gesloten glastuinbouwkas wordt zonnewarmte opgevangen en opgeslagen in de grond. Vervolgens kan deze worden aangewend om de kas 's nachts en in de winter te verwarmen.

Belangrijk onderdeel van de E-kas is een warmtewisselaar die het mogelijk maakt zonnewarmte te oogsten zonder tussenkomst van een warmtepomp. Dat betekent minder energieverlies, ofwel een hoger rendement. Het voordeel is zelfs zo groot dat "kan worden aangetoond dat er (...) meer warmte over is (...) dan er aan energie de kas in gaat".² En daarmee is de kas te beschouwen als 'energiebron', althans als plaats waar de zonnewarmte rendabel kan worden geoogst.

De prijs van zonne-energie

Zonne-energie kost niets. Je kunt het zelf winnen. Daarbij put je direct uit de bron. Andere vormen van energie zul je doorgaans moeten inkopen.

	Eenheidsprijs	€/GJ
Ruwe olie Europoort	40,00 \$/bbl	4,20 €/GJ
Aardgas thuis	0,40 €/m ³	12,50 €/GJ
Elektriciteit aan huis	0,14 €/kWh	39,00 €/GJ
Benzine aan de pomp	1,20 €/l	32,60 €/GJ
PV-stroom	4,00 €/Watt-piek	159,00 €/GJ

> Agropolis

In een andere InnovatieNetwerk-publicatie – 'Agropolis'³ – wordt een beeld geschetst van een kas die stedelijke afvalstromen opneemt. In deze 'Stadskas' groeien gewassen o.a. op basis van nutriëntrijk afvalwater. Gelijktijdig wordt het water gezuiverd en wordt voedsel geproduceerd. In verschillende soorten en maten zijn hiervan in diverse landen voorbeelden te vinden. Zoals de glazen piramide in Kolding (Denemarken) en de 'living machine'TM in Findhorn (Schotland), waar waterzuivering lokaal, groen en zichtbaar vorm wordt gegeven. Het maakt bewoners bewust van het waterzuiverings-traject, en de rol die de natuur daarbij kan spelen. Een 'living machine'TM staat meestal in een tuinbouwkas. Hierin worden dan gewassen gekweekt, gevoed met afvalwater.

¹ Energieproducerende Kas, voorontwerp voor een pilot, InnovatieNetwerk-rapport nr. 03.2.044, ISBN: 90-5059-183-3, Den Haag, mei 2003.

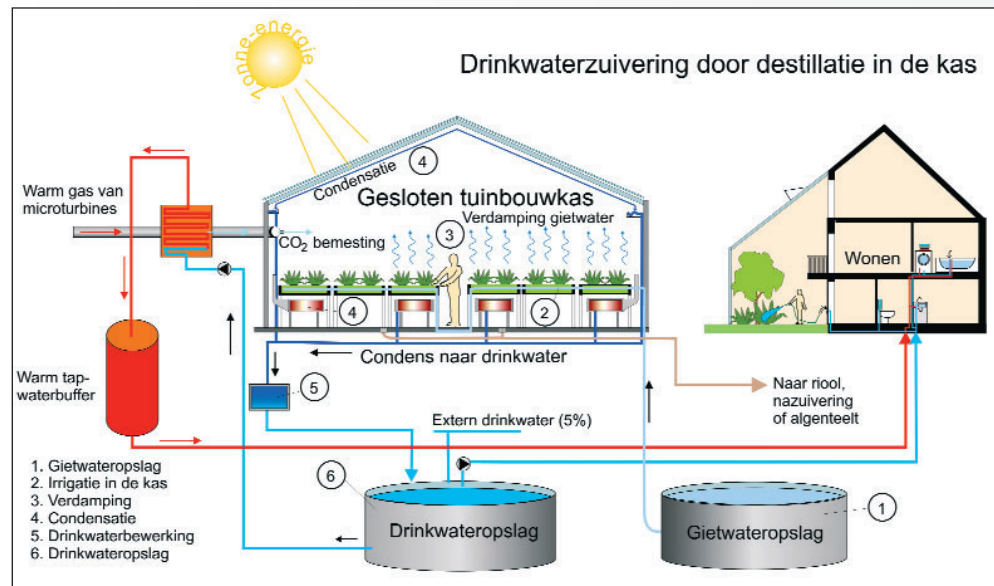
² Energieproducerende Kas, voorontwerp voor een pilot, p. 53.

³ Agropolis – een symbiose tussen stad en land, InnovatieNetwerk-rapport nr. 05.2.084, ISBN: 90-5059-233-3, Den Haag, mei 2005.

> Kringloopcomplex

Combinatie van de Stadskas en de Energieproducerende Kas biedt een extra mogelijkheid voor waterzuivering: verdamping en condensatie. Deze processen zijn nodig voor de klimaatbeheersing in de Energieproducerende Kas. Het bijproduct is zuiver water, dat zelfs geschikt gemaakt kan worden voor consumptie.

Aldus kan een situatie worden gecreëerd waarin lokaal warmte wordt geoogst, water wordt gezuiverd en drinkwater wordt geproduceerd. Resteert nog de behoefte aan naburige bebouwing die leverancier en afnemer is, zodat de functies van de kas met installaties profijtelijk kunnen worden benut.



En zo ontstaat het ontwerp van een 'kringloopcomplex' waarin een wederkerige samenhang bestaat tussen een glastuinbouwkas en overige bebouwing. En daarmee is de 'Zonneterp' geboren: een kringloopcomplex van stedelijke en agrarische functies waarin 'energie in overvloed is en afval niet bestaat'. Zou dit het eerste 'rendabele grootschalige zonproject' zijn dat in Nederland wordt gerealiseerd?

2 Kringloopcomplex 'De Zonneterp'

Voorwaarde voor een rendabel zonproject is dat efficiënt met de zonne-energie wordt omgegaan. Zodanig dat de vaste en variabele kosten met voldoende marge kunnen worden terugverdiend. In de Zonneterp wordt een dergelijk rendement op zonne-energie bereikt. Daarbij gelden wel enkele beperkingen voor de tuinders, die binnen de Zonneterp overigens alle worden geadresseerd. Zodanig zelfs dat het eindresultaat extra voordelen biedt - voor de tuinder, de gemeenschap en het milieu.

Belangrijkste innovatie van de Zonneterp wordt gevonden in het gebalanceerde vlechtwerk van processen en technieken. Centraal daarin staat de gesloten glastuinbouwkas, en de functies en behoeften die deze heeft.

Met sluiting van kringlopen wordt het milieu ontzien. Maar de werkelijke drijver achter de kringloopsluiting is de economie. Door zelfvoorzienend te zijn in energie en materie worden kosten bespaard en wordt waarde toegevoegd.

De functies van de kas kunnen worden benut door omliggende bebouwing, bijvoorbeeld woningen of bedrijven. En op haar beurt kan de omliggende bebouwing in bepaalde behoeften van de kas voorzien. Beide zijn elkaars afnemer en toeleverancier. Beide hebben profijt van elkaars aanwezigheid. Kas en bebouwing staan dan in een wederkerige relatie tot elkaar.

Maar dergelijke vervlechting vergroot de complexiteit. Zeker wat betreft de organisatie en het beheer. Niet in alle gevallen zal een vergaande vervlechting gewenst of haalbaar blijken. In dit rapport worden drie ontwikkelingsrichtingen onderscheiden met een toenemende mate van vervlechting, vernieuwing en profijt.

In het navolgende worden achtereenvolgens geïntroduceerd:

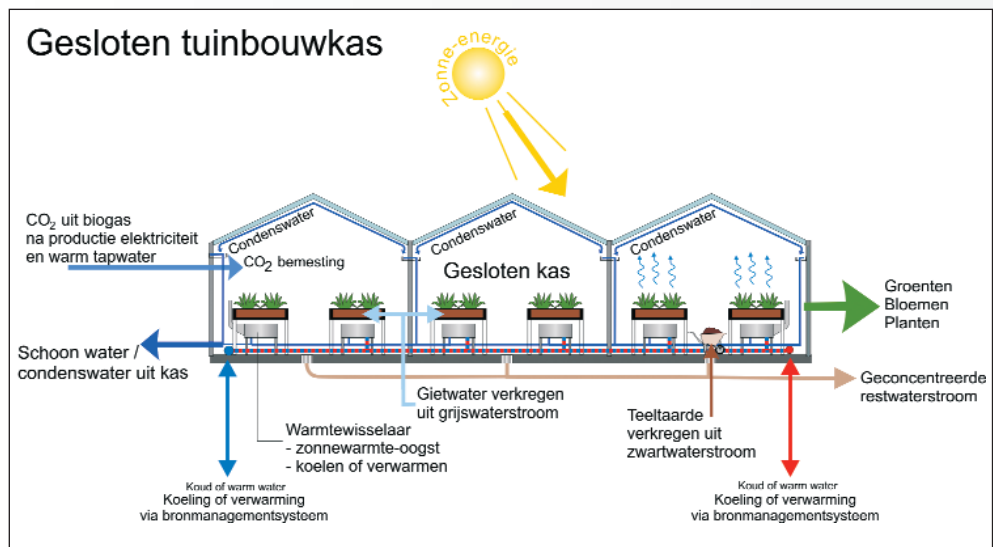
- De gesloten tuinbouwkas als 'veroorzaker' van de Zonneterp;
- De omliggende bebouwing als onderdeel van het kringloopcomplex;
- De wederkerige betrekking tussen kas en bebouwing;
- De drie ontwikkelingsrichtingen van de Zonneterp.

2.1 De gesloten tuinbouwkas

De tuinbouwkas is 'veroorzaker' van de Zonneterp. Naast gewassen kan in de kas zonnewarmte worden geoogst. Daarbij functioneert de kas als een grote zonne-collector voor de hele buurt. De vraag is dan: "Hoe win je de warmte die wordt opgevangen in de kas?" De tuinder zal de vraag echter anders formuleren. Hij denkt: "Hoe koel ik mijn kas?"

De tuinder is gewend om voor het koelen de ramen van zijn kas open te zetten. Maar in de Energieproducerende Kas is dat niet gewenst; de warmte zou dan immers verliezen. Derhalve moet de warmte worden opgevangen en de kas worden gekoeld. In de Energieproducerende Kas wordt hiervoor een installatie voorgesteld.

Een tuinder die zijn kas gesloten laat, heeft nog een andere vraag: “Waar haal ik mijn kooldioxide (CO_2) vandaan?” Want zijn gewassen in de kas hebben CO_2 nodig. Zeker overdag, wanneer het licht is. Dan benutten planten de zonne-energie om te groeien. Daarbij worden water en CO_2 omgezet in koolhydraten (ofwel ‘suikers’ = vormen van CH_2O) en vrije zuurstof (O_2). Dit is een kringloop die niet alleen de plant doet groeien. Het creëert tevens de randvoorwaarden voor ander leven op aarde in de vorm van voedsel, zuurstof en brandstof. De plant is te zien als een nuttige en milieuvriendelijke vorm van opslag van zonne-energie.



Planten eten CO_2

Een hoog productieve tuinbouwkas gebruikt overdag zo'n 7 gr CO_2 per m² per uur. Het gewenste CO_2 -niveau in de kas ligt rond de 800 ppm. Dat is iets hoger dan in een goed geventileerde woning. En ruim twee keer zo hoog als in de atmosfeer (368 ppm in 2003 en 280 ppm vóór de industriële revolutie).

Vanuit de gesloten kas is er dus een vraag naar CO_2 . Tegelijkertijd is er vanuit de kas en de omliggende bebouwing vraag naar elektriciteit. Beide zijn goed te combineren. Bijvoorbeeld door een gasverbrandingsinstallatie die gelijktijdig CO_2 en elektriciteit produceert. Dankzij de kas wordt de CO_2 niet ongecontroleerd de atmosfeer in

geblazen, maar gebonden in groenten en andere gewassen, die als producten de kas weer verlaten. Dat is niet alleen goed voor het milieu - de verbruiksprijs van deze elektriciteit is door de waarde van de CO₂ nihil.

Benutting van zonne-energie

In de kas wordt de zonne-energie op verschillende manieren benut:

- Directe winning van zonnewarmte;
- Binding van koolstof in plantmateriaal;
- Zuivering van water door verdamping en condensatie.

De warmte die in de kas wordt geoogst, is in de eerste plaats te gebruiken door de kas zelf. Maar omdat er een netto warmteoverschot is, kan ook andere bebouwing van de warmte meeprofiten. Bijvoorbeeld woningen. Deze moeten dan wel worden ontworpen en gebouwd met speciale energiekwaliteiten. Ze ontvangen hun verwarming immers van water met een temperatuur van ongeveer 25°C. En de huidige systemen voor 'Lage Temperatuur Verwarming' gebruiken nog altijd warmte van zo'n 40°C.

Kas en woningen leveren reststoffen die nodig zijn in de kringlopen van de Zonneterp. Zo kunnen groenafval en huishoudelijk 'zwartwater' de basis vormen voor productie van CO₂ en elektriciteit. Daarvoor moet de zwartwaterstroom gescheiden blijven van de grijswaterstroom. Zwartwater en kasafval kunnen vervolgens worden vergist, waarbij biogas wordt gewonnen. En waarop de gasturbines kunnen draaien. En passant wordt ook nog warm tapwater geproduceerd.

De grijswaterstroom uit de woningen kan worden gebruikt als gietwater in de kas. Na toevoeging van het vloeibare residu van vergiste biomassa (effluent) wordt het zelfs behoorlijk nutriëntrijk. Zo wordt het voor de tuinder interessant om dit water als voeding voor zijn gewassen te gebruiken.

In de warme kas zal het water uiteindelijk verdampen. Dat levert zuiver gedestilleerd water. En omdat de kas gesloten is, kan dat water niet vrij ontsnappen naar de atmosfeer. Het wordt derhalve opgevangen. En na bewerking is het zelfs te gebruiken als drinkwater.

Het vaste residu (digestaat) na vergisting is eveneens nutriëntrijk. En ook dat zou na bewerking in de kas kunnen worden gebruikt, als voedingsbodem (substraat) voor de planten.

Zo wordt in de Zonneterp geleefd van de zon en worden de stofkringlopen gesloten. Het overschot van de één, is voedingsstof voor de ander. In samenwerking met de zon en de plantenwereld ontwerpen we een biotoop waarin wij ons comfort volledig

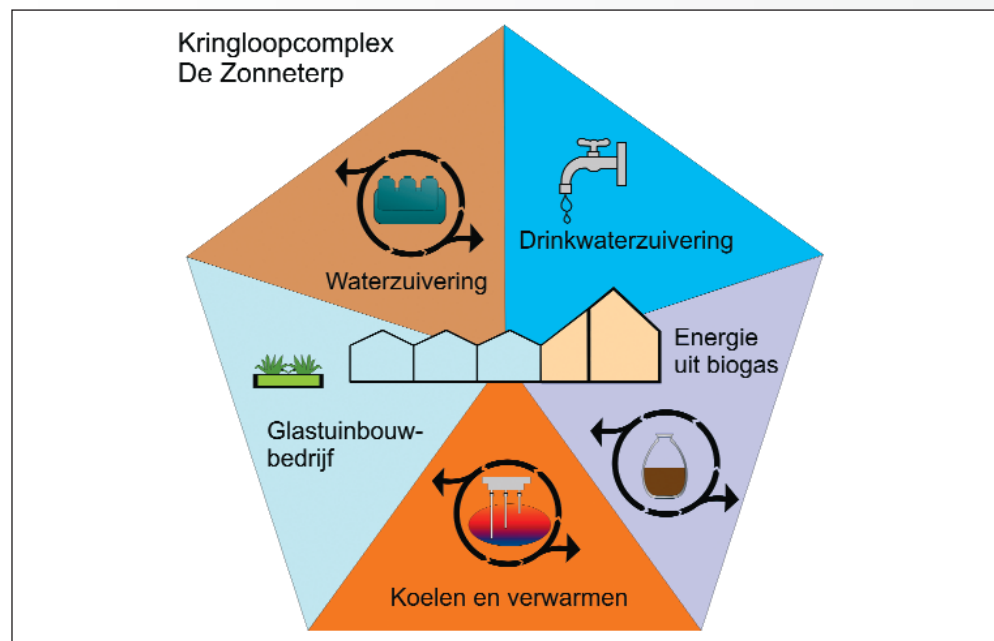
‘duurzaam’ kunnen regelen. Geen rooibouw en vervuiling meer, maar integrale samenwerking met de natuur. Ecologie en economie verenigd in één geïntegreerd ‘kringloopcomplex’.

De Zonneterp levert:

- Gratis verwarming voor woningen en andere gebouwen;
- Gewassen en producten in plaats van afvalstoffen;
- Duurzaam opgewekte elektriciteit (biogas);
- Decentrale waterzuivering;
- Warm tapwater.

En aan de tuinder:

- Gratis verwarming van de kas;
- Gratis koeling van de kas;
- Nutriëntrijk gietwater;
- Vruchtbaar substraat;
- CO₂-bemesting.



2.2 Omliggende bebouwing

Warmtewinning in de kas is slechts zinvol wanneer er vraag naar de warmte is. En voor de laagwaardige warmte uit de kas (water van ongeveer 25°C) is dat geen vanzelfsprekendheid.

Eén warmtevragers is de E-kas zelf: in koude seizoenen en tijdens koude nachten kan kasverwarming nodig zijn. Deze verwarming vraagt wel om speciale voorzieningen die de kas met laagwaardige warmte kunnen verwarmen. In de E-kas zijn die voorzieningen al aanwezig. Want dezelfde elementen die koelen, kunnen ook verwarmen.

Andere warmtevragers, die het warmteoverschot van de E-kas consumeren, kunnen maar beter dicht in de buurt liggen. De infrastructuur voor warmtetransport is prijzig (€ 500,-- per meter). Naarmate de kas en de overige warmtegebruikers verder uiteen liggen, vermindert het nut van de Energieproducerende Kas. In het ideaalontwerp van de Zonneterp liggen kas en warmteafnemers dan ook dicht bijeen.

Verder moeten capaciteit van de kas en de warmtevraag op elkaar zijn afgestemd. Belangrijk daarbij in de ontwerpfase is de mogelijkheid om inschattingen te maken van het energieverbruik en de stofstromen. Voor huishoudens (woningen) is dat makkelijker dan voor bedrijven (bedrijventerrein).

Dat brengt ons op de aard van de bebouwing die rondom de kas tot ontwikkeling kan worden gebracht. Gaat het om woningen of bedrijven? Het voordeel van een bedrijfslocatie is dat de kas wellicht aan minder restricties onderworpen hoeft te worden voor hinderbeperking. Nadeel is echter de slechte planbaarheid ervan. Dit speelt op twee manieren. Enerzijds moeten de bedrijfsvoering en -activiteiten zich verdragen met een hoge mate van isolatie en warmterugwinning in het pand. Anderzijds moet de warmtevraag van de bedrijvigheid stabiel en planbaar zijn.

Woningen hebben relatief goede eigenschappen wat betreft de planbaarheid van het energieverbruik. Ook het gebruik en de activiteiten verdragen zich met de specifieke wijze van verwarming in de Zonneterp (Zeer Lage Temperatuur Verwarming, ZLTV). Het nadeel van aanwezigheid van woningen is dat deze extra beperkingen kunnen betekenen voor de bedrijfsvoering in de kas. Bijvoorbeeld het achterwege laten van kunstmatige belichting of het lichtdicht maken van de kas.

Deze beperkingen zijn echter te relativiseren doordat tegenover de nadelen, grotere voordelen staan. Zo is te verwachten dat de vervlechting met woningen het draagvlak voor het glastuinbouwbedrijf vergroot.

Naast bedrijventerrein en woonwijk zijn nog legio andere Zonneterp-varianten te bedenken. Woon- en werkcombinaties, of combinatie met een ziekenhuis of winkelcentrum. Verschillende varianten hebben alle hun eigen voor- en nadelen.

In de berekeningen en het basisontwerp van de Zonneterp wordt primair uitgegaan van woningen als warmteafnemende bebouwing. Daarmee is voor dit ontwerp de prioriteit gegeven aan de planbaarheid én het economisch profijt. Woningen zijn niet alleen redelijk voorspelbaar in hun nutsbehoeften. Ze worden ook bewoond door

eindgebruikers, die over het algemeen de hoogste prijs betalen voor de voorzieningen. Voor hen is het rendement van de Zonneterp het hoogst. En daarmee de haalbaarheid van het kringloopcomplex – economisch gezien – het grootst.

Wonen

- Goed planbaar: bezetting, energieverbruik, stofstromen;
- Integraal beheer is ongebruikelijk (zie H. 7);
- Maximaal economisch profijt.

Werken

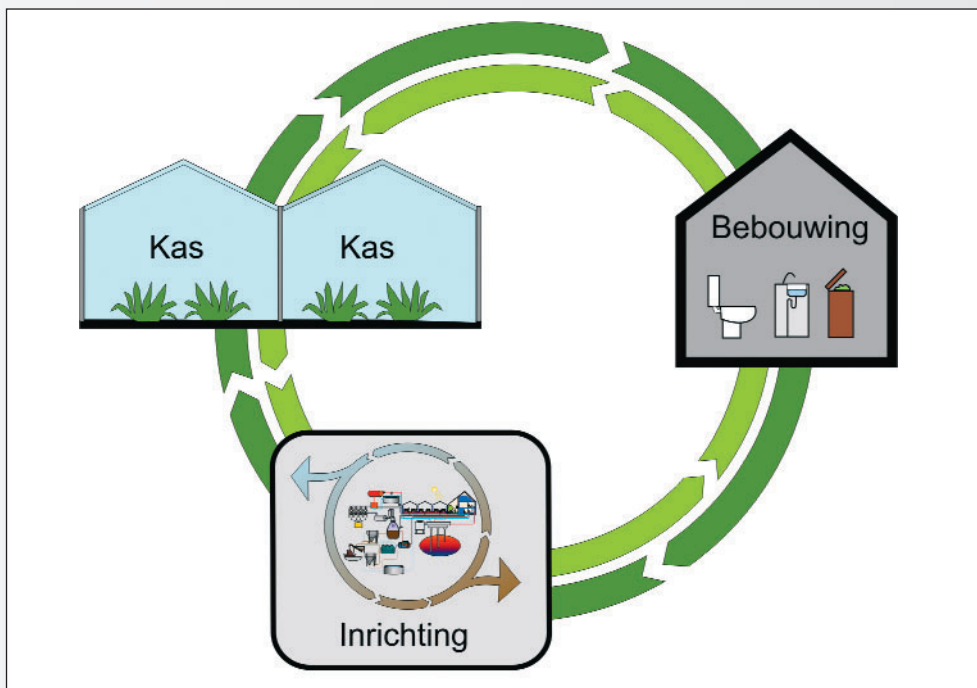
- Nauwelijks planbaar: bezetting, energieverbruik, stofstromen;
- ‘Parkmanagement’ in opkomst, maar juridisch nog weinig ontwikkeld (zie H. 7) ;
- In bepaalde gevallen voordeel van homogene stromen en gelijkmatig verbruik (zie H. 9).



De Zonneterp als leefomgeving

2.3 Wederkerigheid met de bebouwing

Het **kringloopcomplex** is gebaseerd op een wederkerigheid tussen ‘inrichting’ en ‘bebouwing’. De bebouwing kan daarbij uit woningen en/of bedrijven bestaan. Zolang de bebouwing qua ontwerp en gebruik maar geschikt is voor Zeer Lage Temperatuur Verwarming (ZLTV). De inrichting betreft het geheel van technische voorzieningen dat de warmtewinning, warmteopslag en kringloopsluiting realiseert. Deze technische voorzieningen bevinden zich in de kas (warmtewisselaars), in de ondergrond (aquifer) en in de overige bebouwing (installaties, bedrijfsruimtes en woningen).



Wederkerige samenhang van de hoofdonderdelen van het kringloopcomplex

De **wederkerigheid** bestaat eruit dat de bebouwing dienstbaar is aan de inrichting en de inrichting aan de bebouwing. De inrichting levert de nutsvoorzieningen. Terwijl de bebouwing afnemer is (de nutsvoorzieningen nuttig maakt) én leverancier is van stoffen waarmee het kringloopcomplex wordt gevoed.

Voor een **reële kringloopsluiting** zijn inrichting en bebouwing voor elkaar bestemd. Ze onderhouden een wederkerige relatie, en zijn qua werking en dimensionering op elkaar afgestemd.

Het is ook denkbaar dat bepaalde elementen uit het kringloopcomplex worden gehaald. Bijvoorbeeld: vergisting en elektriciteitsproductie. In dat geval zijn inrichting en bebouwing niet specifiek voor elkaar bestemd. De vergister haalt zijn biomassa ergens anders vandaan. En levert zijn elektriciteit aan het net. Hoewel de kringloopsluiting dan niet reël is, kan in abstracto natuurlijk best van een kringloop gesproken worden. Alhoewel deze over de grenzen van één planbare eenheid heen gaat.

2.4 Ontwikkelingsbeelden

Kringloopsluiting is niet alleen een technische aangelegenheid. Het vergt ook ruimtelijke en organisatorische integratie. En dat is geen eenvoudige zaak. Zeker niet in Nederland, waar praktijk, wet- en regelgeving veelal nopen tot scheidingen.

Zolang er steden worden gebouwd, worden functies onderscheiden en ruimtelijk gescheiden. Hinder en grootschaligheid zijn belangrijke drijvers achter deze scheidingen. Reeds aan het einde van de 16e eeuw werden in Leiden de lakenvollers (spoelen en reinigen) geconcentreerd, om waterverontreiniging te beperken. Toch was scheiding van 'wonen' en 'werken' door de eeuwen heen uitzondering en geen regel. Pas sinds de industriële revolutie en de grote stadsuitbreidingen zetten 'scheidingen' de toon.

De industrie bracht een grootschaligheid die niet meer in de schuur of achtertuin paste. En die bovendien een weinig mensvriendelijke omgeving bood. De ruimtelijke scheiding van functies werd verder versterkt door de bouw- en ontwikkelingseconomie. Verweven functies leveren complexe vragen die tijd en geld kosten. En met de huidige complexe regelgeving voor eigendom, zeggenschap, belastingen, milieu en ruimte geldt dat nu meer dan ooit.

De gehele praktijk van economie en recht in de Nederlandse ruimtelijke ontwikkeling is gebaseerd op scheidingen. Beleidsmatige uitgangspunten van functiemenging en verdichting ten spijt. 'Ontstapel' en 'scheidt' blijft het impliciete devies van wetgever, investeerders en bouwers. Het Nederlandse juridisch instrumentarium biedt – anders dan Angelsaksische rechtssystemen – ook weinig aanknopingspunt voor een meer geïntegreerde benadering.

Het resultaat is een onnodig grote ruimteconsumptie van relatief laagwaardige ontwikkelingen. Bedrijventerreinen in Nederland hebben – in vergelijking tot veel Angelsaksische landen – een lage kwaliteit. Ze zijn nauwelijks integraal te beheren. Voor meer hoogwaardige ontwikkelingen wordt hier het gedegen instrumentarium gemist. Zo blijft parkmanagement in Nederland steken in goede bedoelingen en pr. Aansprekende voorbeelden zijn nauwelijks gerealiseerd. En voor zover die er wel zijn, betreft het particulier initiatief, waarbij door de investeerders veel hobbels en risico's moeten worden genomen.

Dat belooft een weinig vruchtbaar klimaat voor initiatieven tot kringloopsluiting. Want om kringlopen te sluiten, moeten functies nu juist worden gemixt, en moet het geheel aan een integrale planning en coördinatie worden onderworpen.

Desondanks wordt in het Zonneterp-ontwerp een beeld geschetst van een vergaande kringloopsluiting. De uitdagingen die zich daarbij voordoen, beperken zich niet tot de haalbaarheid van de technologie. Sterker nog: de techniek wordt van mindere zorg geacht dan de aspecten van organisatie, beheer, zeggenschap, continuïteit, vergunningen en ontheffingen.

Het integrale ontwerp en het gecoördineerde beheer staan haaks op de praktijk van scheidingen ofwel 'Segmentatie'. Bij segmentatie wordt grootschalig gedacht en worden bestaande functiescheidingen bevestigd. Reële kringloopsluiting vraagt echter om een andere benadering, waarin niet de scheidingen maar de samenhangen worden uitgebouwd. Niet de afgescheiden belangen van de verschillende onderdelen, maar de productieve samenhang van het geheel staat centraal. Zodanig zelfs dat het belang van het geheel voor alle samenstellende onderdelen van het grootste belang wordt.

In dit rapport wordt het ideaalbeeld van de reële kringloopsluiting tot uitgangspunt genomen. Enerzijds met de intentie dit ontwerp daadwerkelijk te realiseren. Anderzijds om in meer of mindere mate inspiratie te bieden voor minder vergaande projecten. De Zonneterp bevat voldoende vernieuwende kwaliteiten die op zich overgenomen kunnen worden. Ook in een wereld van gevestigde belangen en scheidingen, waar het integrale kringloopcomplex wellicht wat moeizaam van de grond zal komen.

Segmentatie

- Theoretische kringloopsluiting;
- Aansluiten bij de huidige praktijk.

Integratie

- Reële kringloopsluiting;
- Ruimtelijke en sociale kwaliteit.

Coëxistentie

- Een tussenvorm met spanningsvelden;
- Belangentegenstellingen onder één dak.

Het onderscheid 'Segmentatie' en 'Integratie' gaat verder dan een analytische benadering van de ruimtelijke praktijk. Het onderscheid kruipt in de haarvaten van de organisatie, de zeggenschap en de technische infrastructuur van het kringloopcomplex. Een keuze voor reële kringloopsluiting brengt soms ingrijpend andere consequenties met zich mee dan een keuze voor 'kringloopelementen' die worden ingebracht in een 'gewone woonwijk'. Beide zijn denkbaar. Hun anatomie is significant verschillend. Vooral wat betreft de betrokkenheid van eindgebruikers en ieders verantwoordelijkheid voor het geheel.

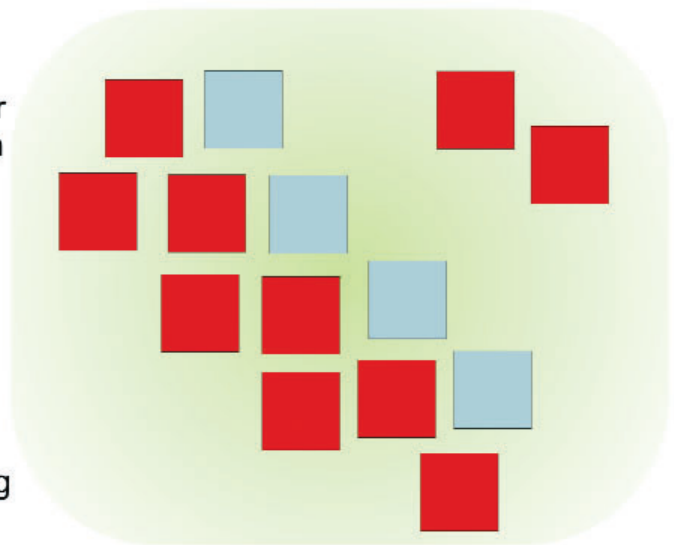
Integraal ontwikkelingsbeeld...

- nutsvoorzieningen & -gebruik als afgestemde 'procestechnologie';
- functionele en ruimtelijke vermenging van functies;
- wederkerigheid en dienstbaarheid.

...te midden van een juridische, economische en feitelijke praktijk van 'scheiding' en 'segmentatie'.

Integratie

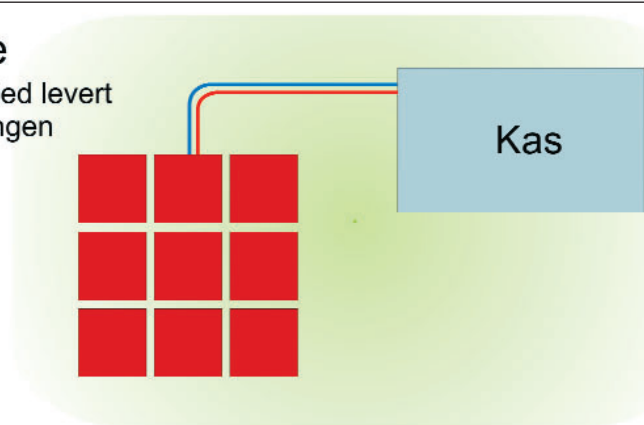
Kas is dienstbaar
aan de woningen



Schematische weergave van het ontwikkelingsbeeld Integratie

Segmentatie

Glastuinbouwgebied levert
warmte aan woningen

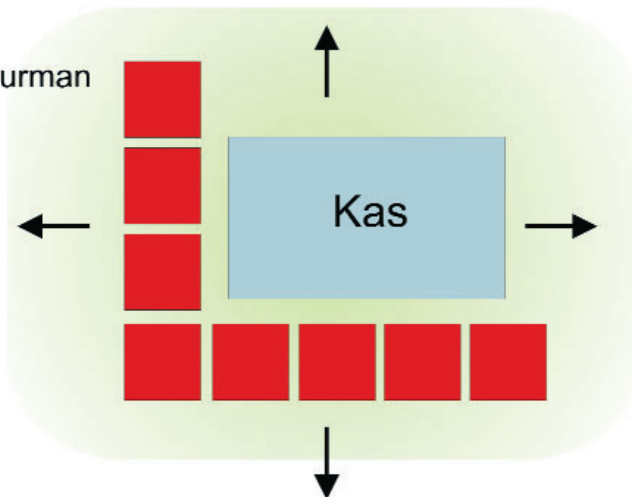


Schematische weergave van het ontwikkelingsbeeld Segmentatie

Een tussenvorm tussen Segmentatie en Integratie is Coëxistentie: de bebouwing en inrichting zijn weliswaar op elkaar betrokken, maar intentioneel en organisatorisch zijn de verschillende eenheden autonoom.

Coëxistentie

Tuinder als warme buurman
Tuinder kan groeien



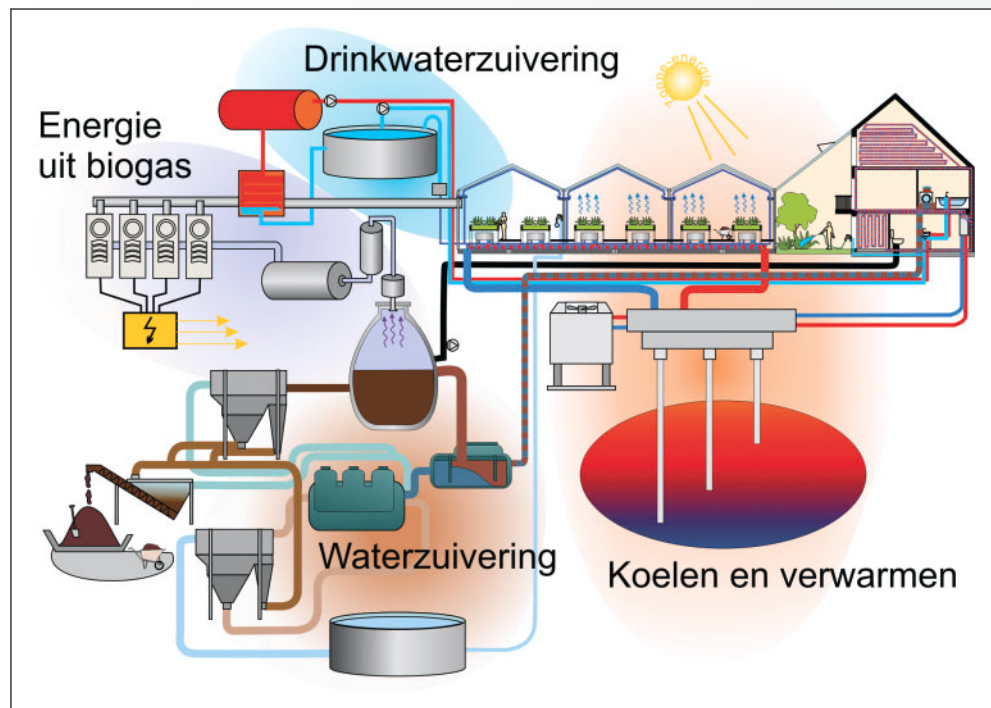
Schematische weergave van het ontwikkelingsbeeld Coëxistentie

Segmentatie	Integratie
Functiescheiding	Functiemix
Theoretische kringloopsluiting	Reële kringloopsluiting
Grootschalige ontwikkeling	Kleinschalige ontwikkelingen
Gesegmenteerd beheer	Integraal beheer
Normaal en comfortabel	Toegevoegde waarde
Algemene doelgroepen	Specifieke doelgroepen
Gedreven door eigen belang	Gedreven door samenwerking en wederkerigheid

> **Integratie:** Primaat bij efficiëntie en rendement van het geheel (algemeen belang). De kringlopen zijn werkelijk gesloten. De kringlooponderdelen vallen onder een gemeenschappelijk beheer. De verschillende participanten zijn feitelijk, organisatorisch en functioneel met elkaar verbonden. Gestuurd wordt op basis van gemeenschappelijke belangen en overleg.

> **Coëxistentie:** Primaat bij wederzijds profijt (geven en nemen). Kas, bebouwing en andere onderdelen hebben voordeel van elkaars aanwezigheid en activiteit. Maar ieder kent zijn eigen economie en bedrijfsvoering, die onderling soms op gespannen voet kunnen staan. Gestuurd wordt op basis van regels en afspraken.

> **Segmentatie:** Primaat bij individuele keuzevrijheid en particuliere belangen. Elementen uit het kringloopproces worden 'op zich' genomen. Ze vallen binnen een zelfstandige exploitatie. Gestuurd wordt op basis van afgescheiden eigen belangen en regels. Van reële kringloopsluiting zal nauwelijks sprake zijn. Geen van de partijen heeft belang bij de gehele kringloop.



Schema van de Zonneterp met globale zonering van de hoofdfuncties

3 De kringlopen

In de Zonneterp staat niets op zichzelf. Alles hangt samen met het grotere geheel. De woningen leveren nutriënten aan de kas. De kas levert warmte aan de woningen. De 'afvalstromen' worden omgezet in energie (elektriciteit en warmte) en gewas.

Vier hoofdsystemen zijn hierbij te onderscheiden.

1. *Het warmtesysteem (Joule)*: Zonnewarmte wordt geoogst en opgeslagen voor verwarming van kas en bebouwde omgeving.
2. *De koolstofkringloop (C)*: Biomassa (waaronder gft en 'zwartwater') wordt vergist. Dat levert onder andere biogas, dat wordt gebruikt voor de productie van warm water, elektriciteit en CO₂-bemesting (voor in de tuinbouwkas).
3. *Het watersysteem (H₂O)*: Grijswater uit de huishoudens wordt tezamen met het vergistingseffluent bewerkt tot nutriëntrijk gietwater in de kas. Door verdamping en condensatie wordt zuiver water teruggewonnen.
4. *Het nutriëntensysteem (N)*: Nutriënten uit de biomassa en waterstromen worden gebruikt in de kas. Als gietwater en als substraat (teeltbodem, los van de ondergrond).

Deze vier systemen hangen onderling nauw samen. Zo is het nutriëntensysteem feitelijk onderdeel van de waterkringloop. En de waterkringloop hangt weer samen met de warmtehuishouding in de kas.

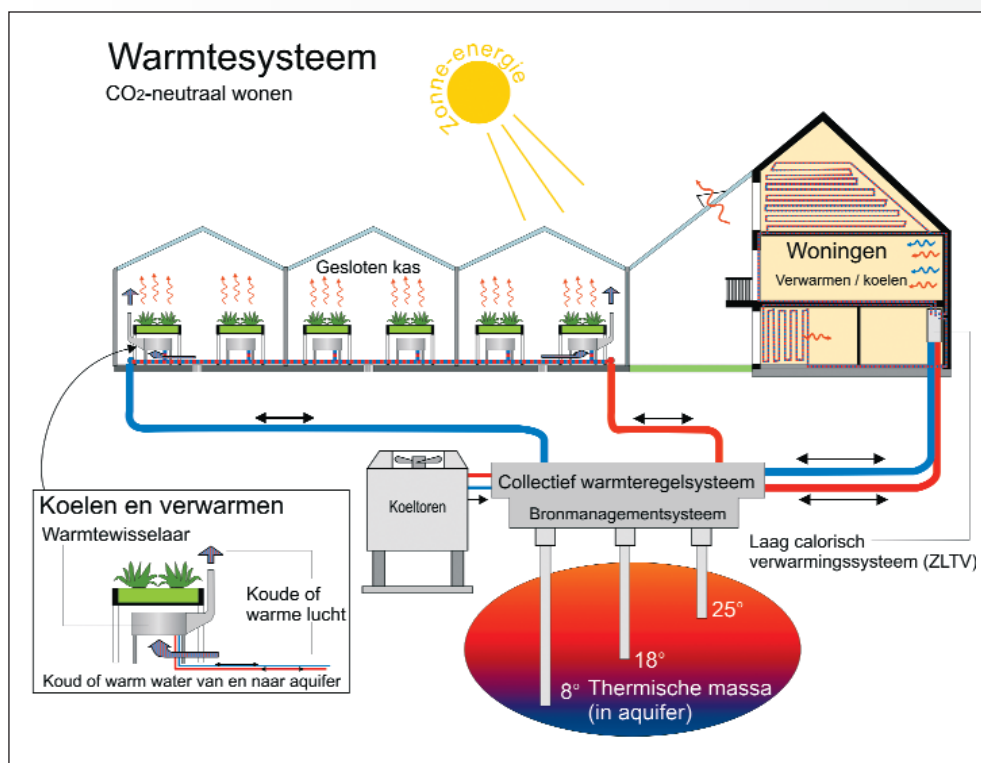
In hun onderlinge vervlechting vormen de kringlopen tezamen het basisontwerp van de Zonneterp. Dit basisontwerp is de kapstok voor de analyses die aan dit rapport ten grondslag liggen.

In het navolgende worden allereerst de vier hoofdsystemen nader toegelicht. Afgesloten wordt met een schematisch overzicht van het basisontwerp.

3.1 Warmtesysteem (Joule)

Het warmtesysteem van de Energieproducerende Kas is uitvoerig beschreven in de gelijknamige InnovatieNetwerk-publicatie.⁴ De elementaire bestanddelen zijn:

- De 'gesloten kas';
- De inrichting voor koeling (warmteogst) en verwarming;
- De thermische massa voor warmteopslag (hier: een aquifer);
- Putten, pompen en regelingen voor warmteopslag en -afname;
- Leidingen voor warmtetransport;
- Gebruikers van de warmte;
- Een koeltoren.



Het warmtesysteem

> Laagwaardige warmte

Verwarming in de Zonneterp vindt plaats op basis van 'laagwaardige warmte'. Deze warmte wordt direct verkregen van de zon, zonder verdere opwerking via warmtepompen. Opwerking zou namelijk extra energie vergen, waardoor het rendement onder druk komt te staan, of zelfs negatief wordt.

Verwarming op basis van laagwaardige warmte is beproefde techniek. Men spreekt van Lage Temperatuur Verwarming (LTV), waarmee inzet van duurzame energiebronnen binnen handbereik komt. De voordelen zijn legio: hogere rendementen, minder warmteverlies bij distributie, lager energieverbruik, minder stof, meer veiligheid en een aanzienlijk beter thermisch comfort in de woning. Volgens Novem-onderzoek leidt LTV tot 'uiterst positieve waarderingen door eindgebruikers'.

⁴ Energieproducerende Kas, voorontwerp voor een pilot, InnovatieNetwerk-rapport nr. 03.2.044, ISBN: 90-5059-183-3. Den Haag, mei 2003.

Diverse regelingen waarden Lage Temperatuur Verwarming bovendien door middel van subsidies of belastingvoordeel.

Van Lage Temperatuur Verwarming is sprake wanneer de aangevoerde warmte niet hoger is dan 55°C en de retourtemperatuur maximaal 45°C is. De praktijk kent ook de Zeer Lage Temperatuur Verwarming (ZLTV). Hierbij ligt de aanvoerwarmte op maximaal 30°C.

In de Zonneterp is sprake van ZLTV bij een gemiddelde aanvoertemperatuur van 25°C en een retourtemperatuur van 21°C. Dit vraagt om speciale aandacht voor verwarming, gebruik en ventilatie van de bebouwing.

Warmtedrager en -transporteur in de Zonneterp is (grond)water dat in verbinding staat met de aquifer en de warmtewisselaars in de kas.

> Gesloten kas

Om de warmte te kunnen oogsten, moet de kas gesloten zijn en blijven. Een gesloten kas brengt de tuinder echter het risico van oververhitting. Bij te hoge temperaturen (> 35°C) lopen de gewassen in de kas schade op. Er zijn situaties denkbaar waarbij de capaciteit van het koelsysteem onvoldoende is om alle overvloedige warmte te oogsten en af te voeren. In het uiterste geval (van oververhitting) moet de kas toch geopend worden.

> Inrichting voor koeling en verwarming

Voor duurzame koeling en verwarming van de gesloten Energieproducerende Kas zijn vooralsnog weinig technieken beschikbaar. In het Zonneterp-ontwerp wordt uitgegaan van een dunne-draadwarmtewisselaar uitgerust met speciale voorzieningen voor in de kas. Deze warmtewisselaar bestaat uit buisjes waarin waterstromen lopen die in verbinding staan met de 'thermische massa' voor warmteopslag. Langs die buisjes zijn dunne draden geweven. Dit levert een gaas waarlangs een luchtstroom wordt gevoerd. De buisjes en draden zijn van koper voor optimale warmtegeleiding. Afhankelijk van het temperatuurverschil tussen water in het gaas en de lucht die erdoorheen geblazen wordt, wordt de lucht verwarmd of gekoeld. Tegelijkertijd verandert ook het water van temperatuur.

De warmtewisselaars leveren warmte (water van ongeveer 26°C) aan de thermische massa. Bovendien leveren ze koelte vanuit de thermische massa aan de kas.

De warmtewisselaars zijn niet alleen toe te passen in de kas, maar ook in de overige bebouwing binnen de Zonneterp. Dit om in voorkomende gevallen te zorgen voor extra verwarming.

> De koeltoren

Voor een goede balans in de grond, de bebouwing en de kas, is koelte net zo belangrijk als warmte. Het ontwerp van de Energieproducerende Kas voorziet dan ook in een koeltoren die met name in de winter het koude deel van de thermische massa verder afkoelt.

> Thermische massa voor warmteopslag

Voor warmteopslag is 'thermische massa' nodig: het vermogen van materie om warmte op te nemen en vast te houden. Ook wel uitgedrukt als warmtecapaciteit: de hoeveelheid energie (in Joule) die nodig is om een voorwerp 1 graad in temperatuur te laten stijgen. De warmtecapaciteit geeft aan hoeveel energie er in een constructie kan worden opgeslagen. Een zware constructie houdt meer energie vast dan een lichte constructie.

In de Zonneterp kan echter toch 'licht' worden gebouwd, wat materiaal-, milieu- en kostenvoordelen biedt. De thermische massa zit niet in de constructie maar in de aarde: in een watervoerende zandlaag in de bodem (aquifer). Hierin wordt de zonnewarmte opgeslagen. Uit 'bronnen' wordt de energie weer verkregen. Voorzien zijn een koude bron (van 8°C), een warme bron (van 25°C) en een lauwe bron (van 18°C).

Een aquifer is een ondergronds 'open systeem'. De stabiliteit is afhankelijk van de plaatselijke stroomsnelheid van het grondwater en de waterdichte/waterdoorlatende eigenschappen van de aanwezige aardlagen. Met een aquifer kan tegen relatief lage kosten een grote warmtebuffer worden gecreëerd. Aanleg van een gesloten buffer wordt – wegens de enorme omvang – binnen het Zonneterp-ontwerp niet rendabel geacht.

> Putten, pompen en regelingen

Via putten en pompen wordt het water in de aquifers geïnjecteerd en ook weer opgepompt. Gesproken wordt van 'bronnen': 'warme', 'koude' en 'lauwe' bronnen.

De 'communicatie' tussen de bronnen en de klimaatbeheersing in kas en bebouwing vergt een uitgebalanceerd systeem. In het ontwerp 'Energieproducerende Kas' wordt gesproken van een 'bronmanagementsysteem' waarbij het gaat om bediening van de warme en koude bronnen in de aquifer. Dit bronmanagementsysteem is de centrale computer waarop de lokale warmtewisselaars zijn aangesloten.

De temperatuurregeling in de kas – waar de zonnewarmte wordt geoogst – is het meest geavanceerd. Vergeleken daarmee is de warmtelevering vanuit de aquifer aan de overige bebouwing relatief eenvoudig, en praktisch reeds beproefd.

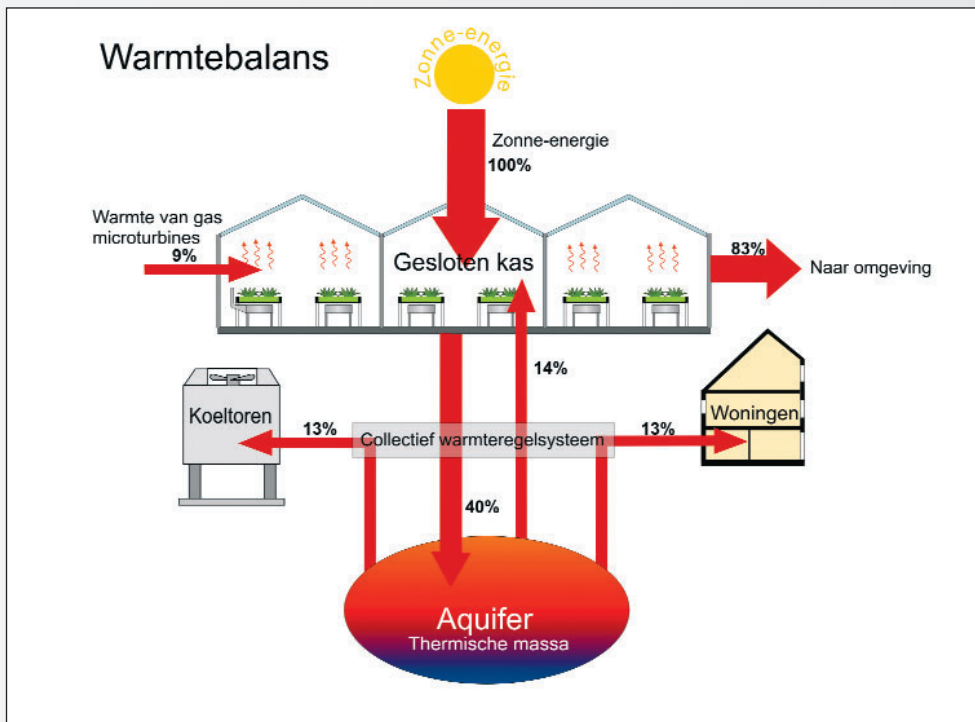
De putten betreffen geboorde gaten in de ondergrond, die reiken tot de watervoerende zandlaag die als thermische massa kan worden gebruikt. Diepte en dimensionering van de putten zijn afhankelijk van de locatie en de schaalgrootte van de Zonneterp.

> Leidingen voor warmtetransport

Lage Temperatuur Verwarming betekent geringer energieverlies bij het warmtetransport. Maar voor dat transport moeten wel bijzondere voorzieningen worden getroffen. Deze wegen zwaar op de totale investering van de Zonneterp. Als richtlijn

wordt aangenomen dat 1 meter warmteleiding een kostprijs heeft van € 500,-. Dit impliceert dat het economisch rendement van de Zonneterp vereist dat de Energieproducerende Kas en warmteafnemende bebouwing dicht bijeen worden gezet.

Wat het energieverlies betreft, is een afstand tussen kas en bebouwing van enkele kilometers denkbaar. De prijs van de warmteleidingen nodigt er echter toe uit om kas en bebouwing meer bijeen – en onderling verweven – te ontwerpen. Zeker wanneer naast gebruik van zonnewarmte ook sluiting van stofkringlopen wordt beoogd.



Globale indruk van de warmtestromen in de Zonneterp (in procenten)

3.2 De koolstofkringloop (C)

Voor teelt in een gesloten kas moet CO₂ worden toegevoerd (CO₂-bemesting). Planten verbruiken immers CO₂ bij hun groei. De koolstof wordt in de plant gebonden. En vrije zuurstof wordt geproduceerd.

De formule voor plantengroei is: $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CH}_2\text{O} + \text{O}_2$

Uit het plantmateriaal kan de koolstof weer worden teruggewonnen voor CO₂-bemesting in de kas. Daarvoor moet het plantmateriaal worden verbrand, waarbij koolstof en zuurstof weer CO₂ vormen. Bij verbranding komt energie vrij. In het Zonneterp-ontwerp wordt deze energie gebruikt voor productie van elektriciteit en warm tapwater.

Voor productie van CO₂ en elektriciteit worden veelal fossiele brandstoffen gebruikt. Die bestaan uit plant- en dierlijk materiaal dat in miljoenen jaren in de aardkorst is omgevormd, tot olie, gas en kolen. Omdat de vormingscyclus van deze brandstoffen ons tijdsbegrip (en verbruikstempo) te boven gaat, noemen we het verbruik van fossiele bronnen 'niet duurzaam'.

Wel duurzaam, want vernieuwbaar, is het verbruik van biomassa. Wanneer we het hebben over biomassa, dan hebben we het vaak over organisch afval en de verwerking daarvan.

Nuttige toepassingen van biomassa: meestoken of vergisten?

Een gebruikelijke 'nuttige' verwerking van biomassa (GFT) is verbranding voor energieproductie. Dit gebeurt bijvoorbeeld in de vorm van meestoken in een energiecentrale. Deze verwerking kent de nodige nadelen: voordat waterige biomassa kan branden, moet het water eerst verdampen. Dat proces kost energie. Bovendien levert het meestoken sterk vervuilde rookgassen op. Toepassing van CO₂ uit deze rookgassen in de kas ligt niet voor de hand.

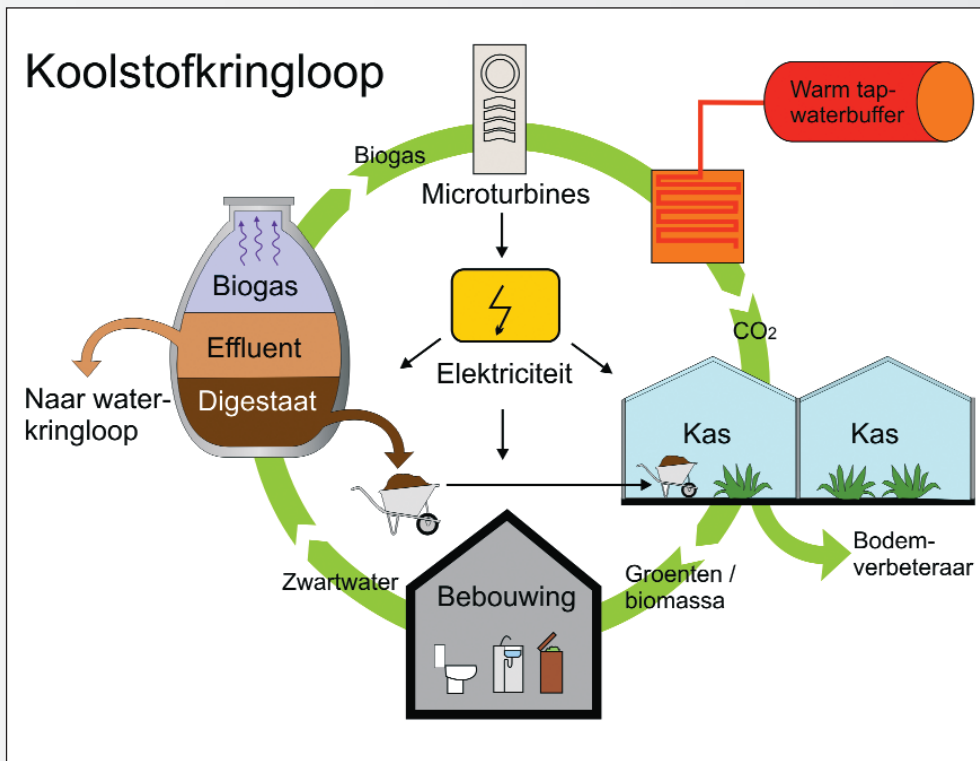
Vergisting heeft deze nadelen niet. Water hoeft niet eerst te verdampen en de CO₂ uit de biogasverbranding is direct in de kas te gebruiken. Bovendien is het vergistingsresidu (digestaat en effluent) nutriëntrijk, en als substraat en gietwater in de kas toepasbaar.

Binnen de Zonneterp levert de kas overtollige biomassa: alle plantresten die niet als product de markt op kunnen. En ook de mensen leveren overtollige biomassa. Denk daarbij aan gft en ieders persoonlijke ontlasting. Dat alles kan worden opgevat als bron van voedingstoffen (nutriënten) en energie.

In de Zonneterp wordt de biomassa indirect verbrand. Althans, wat het energierijke deel betreft (biogas). Daarvoor wordt het eerst anaëroob vergist. Waar verbranding een reactie met zuurstof betreft, gaat het bij anaërobe vergisting om een zuurstofloos proces.

Vergisting is een scheidingsproces. Er ontstaat:

- Biogas;
- Vloeistof (effluent);
- Vaste stof (digestaat).



Globaal overzicht van de koolstofkringloop

> Biogas

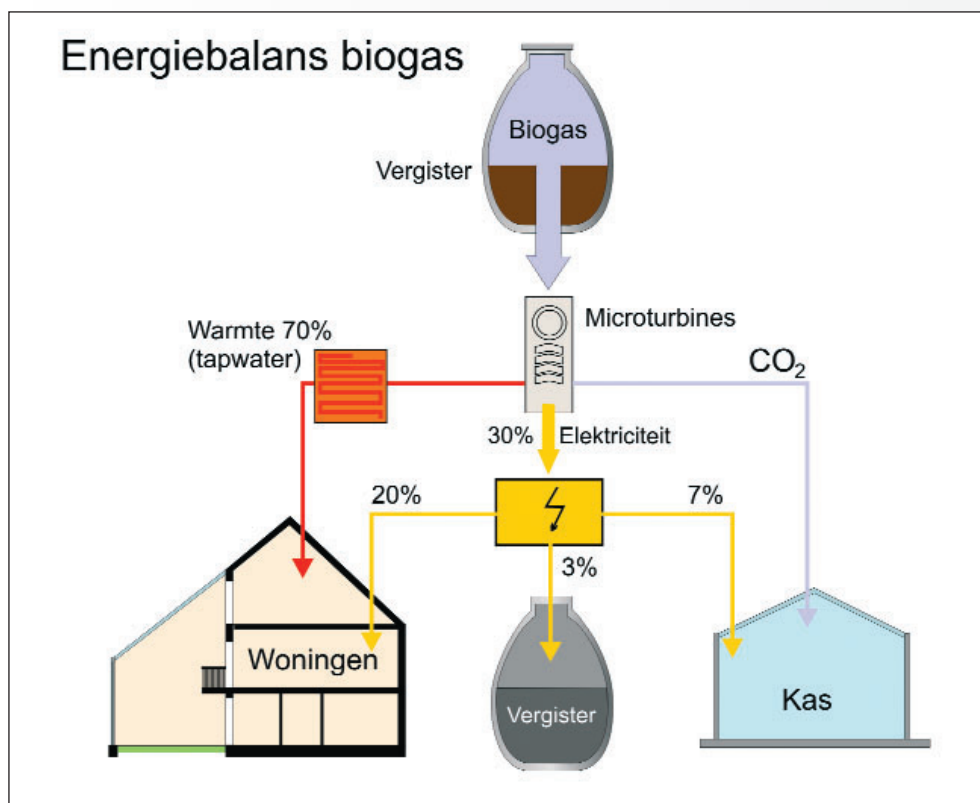
Het gas (biogas) bestaat voor grofweg 2/3 uit het brandbare methaan (CH_4) en voor 1/3 uit kooldioxide (CO_2). In kleine hoeveelheden zitten er ook andere gassen in, waaronder het brandbare waterstof (H_2), het inerte stikstof (N_2) en het stinkende zwavelwaterstof (H_2S).

Het biogas kan als zelfstandige brandstof dienen voor de productie van elektriciteit en warmte. Bovendien is de CO_2 uit de rookgassen op eenvoudige wijze toe te passen in de glasteelt.

De energiewaarde van biogas wordt bepaald door de hoeveelheid methaan. Gemiddeld ligt de energiewaarde van een m^3 biogas op 20–25 MJ of 5,5–7,0 kWh. Daarmee is de energiewaarde van 1 m^3 biogas vergelijkbaar met de energiewaarde van 0,6 m^3 aardgas.

In de Zonneterp wordt het biogas nuttig verstoekt voor de productie van:

- Elektriciteit;
- Warm tapwater;
- CO₂-bemesting van gewassen in de gesloten kas.



Globale indruk van de energie (in procenten) en koolstofstromen in de Zonneterp

> Effluent en digestaat

Na anaërobe⁵ vergisting en afvangen van het biogas worden de vloeibare en vaste delen die uit de vergister komen, door ontwatering gescheiden.

De vloeistof wordt opgenomen in de (grijs)waterkringloop, waardoor het uiteindelijk als gietwater de kas in gaat. De vaste stof levert een poedervormig en reukloos product dat na bewerking als veen vervanger in de kas kan worden toegepast.

Een mogelijke bewerking van het digestaat tot veen vervanger bestaat uit aanmenging met versnipperd snoeihout – ter verkrijging van de nodige structuur – en compostering.

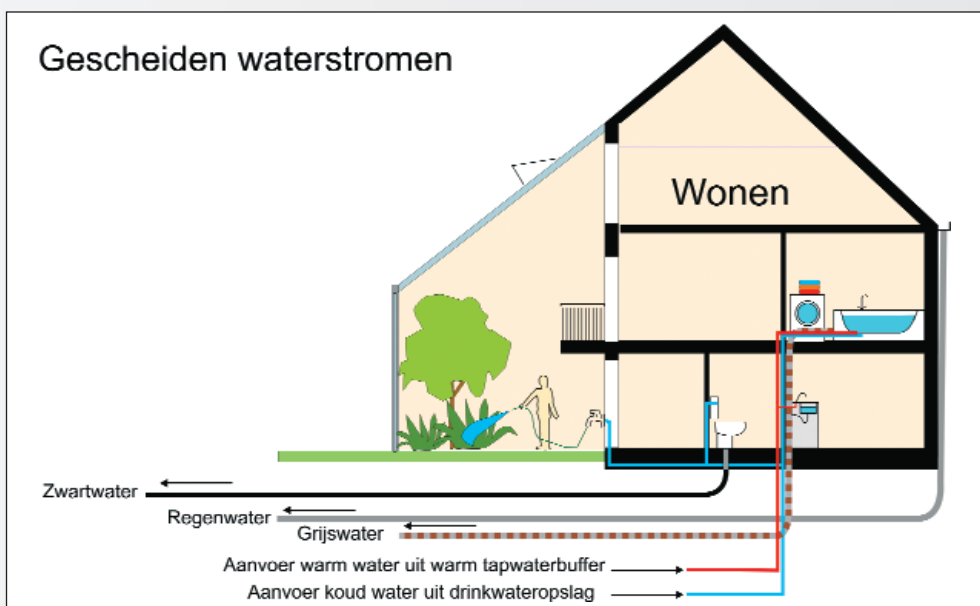
Een andere denkbare toepassing van het digestaat is verwerking tot briketten voor verbranding in gesloten houtkachels.

⁵ Anaëroob = zonder zuurstof.

3.3 Het watersysteem (H₂O)

In de gesloten kas verdient vocht speciale aandacht. Er gaat veel water de kas in. En dat kan de gesloten kas niet verlaten via verdamping. Het proces van verdamping en condensatie kan wel helpen om de kas te koelen. De condens is zuiver – gedestilleerd – water dat moet worden afgevoerd. De teelt is echter meer gediend met nutriëntrijk gietwater. En dat ontstaat toevallig in de omliggende bebouwing.

In de waterkringloop van de Zonneterp wordt onderscheid gemaakt tussen zwart- en grijswater. Het zwartwater is afkomstig van de toiletten, en bevat de meeste energie en nutriënten. Het grijswater is afkomstig van de overige huishoudelijke functies: keuken, badkamer en wasmachine.



Gescheiden waterstromen vanuit de woning

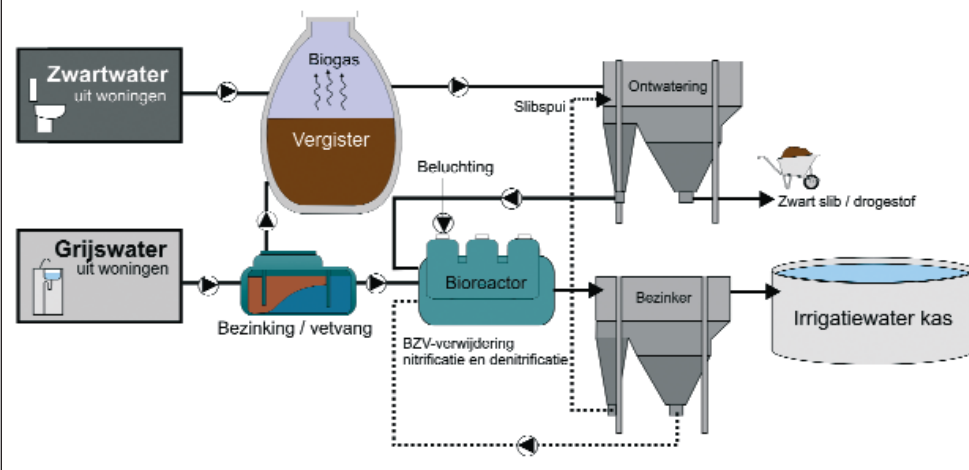
Door de zwart- en grijswaterstromen gescheiden te houden, is het mogelijk het zwartwater te vergisten. Daarbij wordt de energiewaarde van de biomassa gewonnen. Dit in de vorm van biogas. Het nutriëntrijke effluent komt bovendien beschikbaar voor verdere bewerking tot gietwater in de kas.

Voor vergisting moet het zwartwater zo droog mogelijk worden gehouden. Daarom wordt in het basisontwerp uitgegaan van vacuümtoiletten die weinig spoelwater gebruiken. Na vergisting wordt het vloeibare residu (effluent) alsnog gevoegd bij de grijswaterstroom. Dit in een bioreactor waar aërobe⁶ processen plaatsvinden. Feitelijk komt dit neer op reguliere waterzuivering, maar dan decentraal en op kleine schaal. Bovendien is door vergisting eerst de energie-inhoud uit de waterstroom teruggewonnen, en heeft de meest verontreinigde fractie extra ontsmettingsstappen ondergaan.

Het resultaat is een nutriëntrijke waterstroom die als gietwater in de kas kan worden gebruikt.

⁶ Aëroob = zuurstof verbruikend.

Afvalwaterbewerking



Samenhang van de bewerking van de gescheiden waterstromen

Water speelt een rol bij de werking van de koeling/warmtewinning in de kas. Bij verdamping onttrekt het warmte aan de omgeving. En na condensatie kan die warmte vloeibaar worden afgevoerd. Om de benodigde rendementen voor teelt en warmtewinning te halen, is een hoge luchtvochtigheid nodig (RV van 85%). De warmtewisselaars maken gebruik van condensatie van waterdamp. Via kunststof buizen kan het gedestilleerde water voor hergebruik worden afgevoerd.

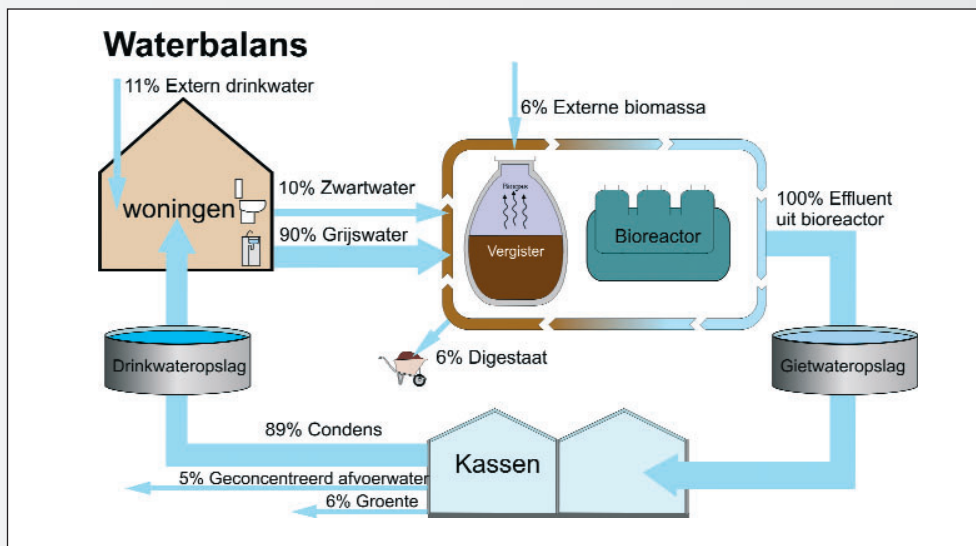
Het condenswater is schoon. In het ontwerp van de Zonneterp wordt het verder bewerkt tot drinkwater. Daarbij moet in ieder geval worden gedacht aan:

- Filtering, bijvoorbeeld door een actief koolfilter;
- Toevoeging van kalk, zodat het water enige hardheid krijgt;
- Toepassing van werkwijzen en technieken voor kwaliteitsborging en -controle.

Het resultaat is dat er voor het gehele kringloopcomplex slechts weinig drinkwater van het leidingnet betrokken hoeft te worden.

Het water verlaat de kas als schoon water (89%), gewas (6%) en geconcentreerd afvalwater (5%). Het 'afvalwater' kan tegen betaling worden geloosd op het riool. Maar andere oplossingen zijn ook denkbaar, zoals:

- Een extra zuiveringsstap, waarna op het oppervlaktewater kan worden geloosd;
- Uitbreiding van de productieve kringloop met algenteelt.



Globale indruk van de waterstromen in de Zonneterp (in procenten)

3.4 Het nutriëntensysteem (N)

Een van de kwaliteiten van de bewerkte waterstroom (gemengd water) is de grote rijkheid aan nutriënten. De belangrijkste zijn stikstof- (N), fosforverbindingen (P) en kalium (K⁺). Samen met koolstof (C) – afkomstig uit atmosferisch CO₂ – vormen N en P de elementaire bouwstenen voor de cellen van planten en dieren. Een glastuinbouwkas heeft daar dan ook behoefte aan. Bij te weinig nutriënten stagneert de teelt.

Het nutriënt dat hierbij de meeste aandacht verdient, is stikstof. In gasvormige toestand (N₂) is dit de veruit meest voorkomende stof in de aardatmosfeer (78%). Als gas is stikstof inert; het reageert niet met andere stoffen. Zo wordt het wel gebruikt als ‘beschermende atmosfeer’ bij verpakking van etenswaren.

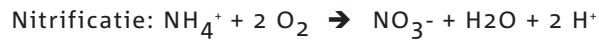
De stikstof in het zwartwater is in hoofdzaak gebonden in de vorm van ammonium. Bij grondgebonden teelt kan stikstof in die vorm worden toegediend. In de bodem vindt een natuurlijk proces plaats van nitrificatie, waardoor de stikstof vrijkomt voor opname door planten. Bij substraatteelt (niet-grondgebonden) moet de stikstof op andere wijze beschikbaar worden gemaakt.

Bovendien bevinden zich in de zwartwaterstroom te veel nutriënten. Die kunnen niet allemaal door planten worden opgenomen, en zouden als afvalwater de kas weer verlaten.

Het kringloopcomplex moet derhalve voorzien in omzetting van ammonium in nitraat en stikstof. Dit gebeurt in een bioreactor. Belangrijke processen hierin zijn:

- BZV-verwijdering door beluchting⁷;
- Nitrificatie: omzetting van ammonium in nitraat;
- Denitrificatie: omzetting van nitraat in gasvormig stikstof.

⁷ ‘BZV’ staat voor ‘biochemisch zuurstofverbruik’. Het is een term uit de waterzuiveringswereld en betreft een somparameter voor organische stoffen die biologisch afgebroken kunnen worden. Maatgevend daarbij is de hoeveelheid zuurstof die bij de afbraak wordt verbruikt.

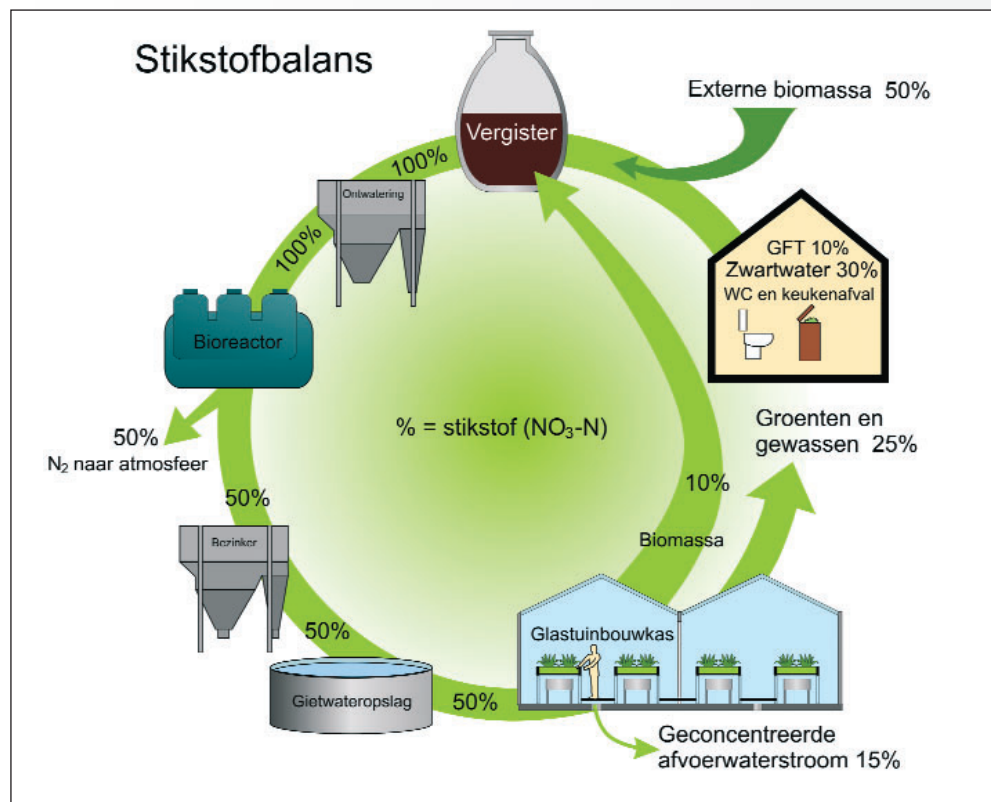


Een deel van de stikstof (N_2) zal na deze processen naar de atmosfeer ontsnappen. Daarmee is een groot deel van het overschot op milieuvriendelijke wijze geloosd. Een ander deel komt in voor de plant opneembare vorm ($\text{NO}_3\text{-N}$) via het gietwater in de kas terecht.

Indicatief bedragen de concentraties voor nutriëntrijk gietwater: 225 mg N/ltr, 400 mg K/ltr, 40 mg P/ltr.

De restwaterstroom uit de kas (ongeveer 5% van het gietwater) bevat de overgebleven nutriënten; met name kalium, fosfor en natrium. In het huidige ontwerp wordt die waterstroom geloosd op het riool. Maar andere oplossingen zijn ook denkbaar, zoals:

- Een extra zuiveringsstap, waarna op het oppervlaktewater kan worden geloosd;
- Uitbreiding van de productieve kringloop met algenteelt.

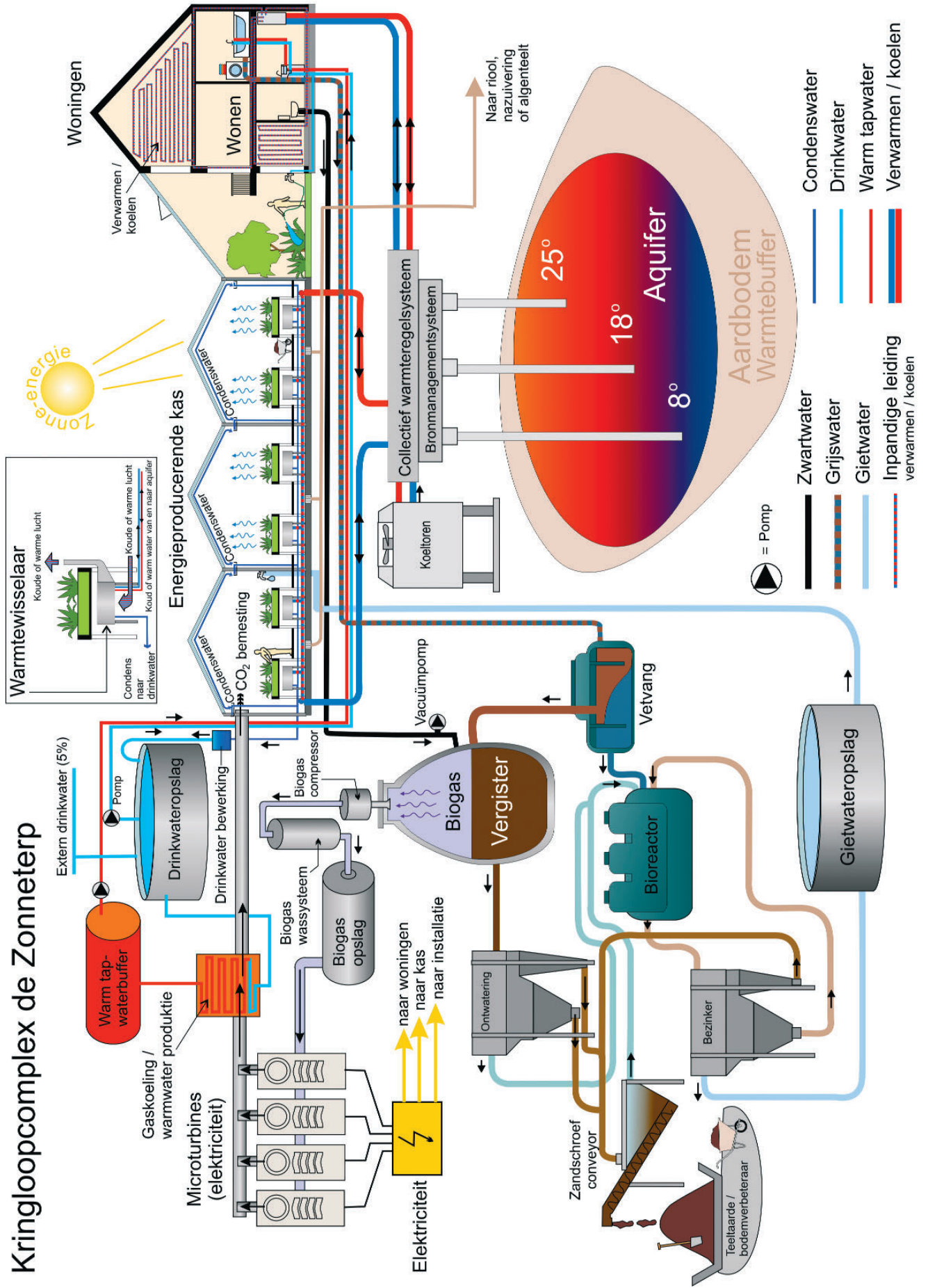


Globale indruk van de stikstofstromen in de Zonneterp (in procenten)

3.5 Het basisonwerp

Schematische weergave van het kringloopcomplex 'De Zonneterp': zie volgende pagina

Kringloopcomplex de Zonneterp



4 Technische aandachtspunten

Het Zonneterp-ontwerp levert het basisconcept voor een wederkerig complex van 'inrichting' en 'bebouwing', waarin afval tot grondstof dient en waar alles draait op gratis duurzame energie.

Voor de concrete realisatie zullen echter nog diverse keuzes moeten worden gemaakt. Keuzes voor gebruikte technieken, voor de schaalgrootte waarop het complex wordt opgezet, de fasering waarin het tot ontwikkeling kan worden gebracht, en de manier waarop het zal worden beheerd.

In dit hoofdstuk wordt ingegaan op de keuzes die moeten worden gemaakt in de technische sfeer. Dimensionering en gebruikte technologie staan daarbij centraal. In volgende hoofdstukken wordt vervolgens ingegaan op aspecten van regelgeving, beheer en zeggenschap.

4.1 Dimensionering

Een belangrijke vraag bij kringloopsluiting betreft de dimensionering. Bij deze vraagstelling ligt de nadruk op de kwantiteit. Wat is het outputvolume van het ene proces, en hoe verhoudt zich dat tot het inputvolume van de andere processen? Maar ook: op welke schaalgrootte is de Zonneterp rendabel? Bij welke schaalgrootte kan daadwerkelijk in de eigen energiebehoefte worden voorzien?

Voor geen van deze vragen is een pasklaar antwoord beschikbaar. Veel zal afhangen van de bijzondere omstandigheden van een concrete locatie; een concreet project. Wel zijn enkele uitgangspunten te geven waarmee het denkkader voor de dimensionering kan worden opgebouwd.

> Verhouding kas en bebouwing

De verhouding kas en bebouwing is te baseren op het warmteoverschot van de E-kas. In de Nederlandse situatie geldt:

- Verhouding E-kas : bebouwing = 1 ha : 100 woningequivalenten.

> Kosten warmtesysteem

De grootste extra investeringen voor een E-kas zijn de kosten voor warmtewinning en de kosten voor warmteopslag (aquifer, putten en pompen). Deze kosten moeten kunnen worden terugverdiend. Bijvoorbeeld door warmtelevering aan de 'afnemende bebouwing'.

Als uitgangspunt kan worden gehanteerd:

- Het warmtesysteem is rendabel vanaf 200 woningequivalenten, wat dus tevens vraagt om 2 ha kas.

Een belangrijke overweging daarbij is de omvang van de warmtebuffer in de bodem (aquifer). Bij kleinere buffers treden relatief grote warmteverliezen op. Verder bestaat er een relatie tussen de plaatselijke stroomsnelheid van het grondwater. Hoe lager deze is, hoe efficiënter de warmtebuffer kan werken.

> **Verhouding inrichting - bebouwing**

Wanneer niet meer alleen naar de verwarming wordt gekeken, maar ook naar de verhouding van de gehele inrichting tot de bebouwing, neemt de complexiteit toe. Er dienen zich dan vragen aan als:

- Produceert de Zonneterp voldoende elektriciteit om de totale interne vraag te voorzien?;
- Wordt de elektriciteitsproductie afhankelijk gesteld van de hoeveelheid zwartwater die binnen het kringloopcomplex beschikbaar komt?;
- Wordt de biogasverbranding afgestemd op de CO₂ behoefte van de kas?

> **Gft-verwerking**

Om geheel in de eigen elektriciteitsbehoefte te voorzien is te overwegen om gft van buiten de Zonneterp aan te voeren en te verwerken. Dit levert als voordeel dat de Zonneterp volledig zelfvoorzienend kan zijn in de elektriciteitsproductie.

Maar aan verwerking van aangevoerde gft kleven ook bezwaren. Zo vergt het:

- Een gecompliceerdere (dus duurdere) vergister dan nodig is voor verwerking van het zwartwater en de intern ingezamelde biomassa;
- Extra organisatie en logistiek voor de aanvoer van externe gft;
- Scheiding van gft-verwerking en voedselproductie;
- Inrichting voor lossing van de gft-vrachten;
- Inpassing van de extra verkeersaantrekkende werking.

Kortom, het vergt extra investeringen. Enerzijds om de gft-verwerking mogelijk te maken, en anderzijds om aantasting van de milieukwaliteit rond kas en leefomgeving te voorkomen. Bovendien zijn gft-inzameling en -verwerking contractueel doorgaans langjarig vastgelegd. Het is nog maar de vraag of het lokale gft-aanbod rondom een Zonneterp beschikbaar is voor plaatselijke verwerking.

Lokale gft-verwerking heeft overigens ook voordelen. Zo zijn opslag en transport van gft milieubelastend. Hoe eerder gft de vergister in gaat, hoe meer energie kan worden gewonnen, en hoe minder broeikasgassen ontsnappen naar de atmosfeer.

Naast of in plaats van gft zou ook meer homogene biomassa van buiten de Zonneterp ter vergisting kunnen worden aangevoerd. Te denken valt aan bermgras, swill en puttenvet.

De mogelijkheden voor opschaling van de vergisting zijn sterk afhankelijk van kansen die lokaal worden geboden. Ze zullen per geval moeten worden ontworpen, doorge-rekend en gecontracteerd.

> Het basisontwerp

In het basisontwerp van de Zonneterp is uitgegaan van 2 ha kas en 200 woningequi-valenten. Daarbij is aangeknoopt bij het rendement van de zonnewarmteogst, gegeven de investeringen in de benodigde inrichting voor warmteogst en -opslag.

Dimensionering van het basisontwerp levert een kapstok voor doorrekening van e.e.a. op een schaal die economisch en feitelijk haalbaar lijkt. Maar het is nog niet gezegd dat dit ook de optimale dimensionering is. Deze wordt sterk bepaald door de plaatselijke omstandigheden en onderlinge verwevenheden binnen het complex.

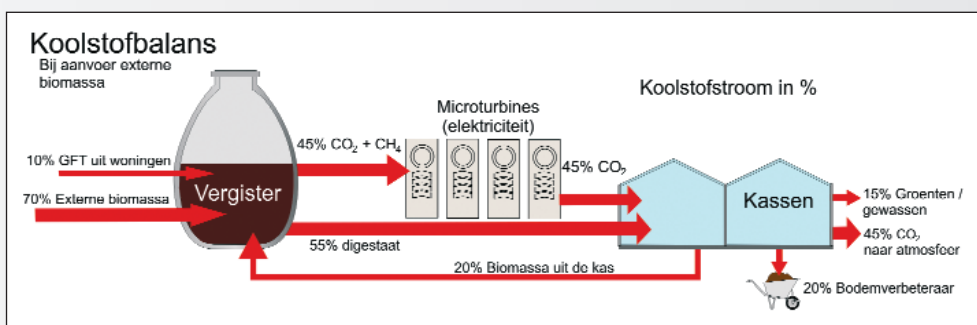
In het basisontwerp worden verschillende alternatieven opengehouden voor de opzet en dimensionering van de biogasproductie. Het streven is om de elektriciteitsvraag van de 200 woningen volledig te kunnen bedienen op basis van biogas. De intern beschikbaar komende biomassa is daarvoor echter nog onvoldoende.

Verskillende alternatieven zijn bij de huidige stand van de techniek denkbaar, zoals:

- De elektriciteit gedeeltelijk opwekken door te stoken op aardgas (dit is een 'niet-duurzame' oplossing);
- Opschaling van vergisting en waterzuivering en specialisatie in een bepaalde externe biomassastroom, zoals mest (covergisting), gft, swill of puttenvet.

Het digestaatoverschot is dan te verwerken tot verhandelbare mest. En het geheel is eventueel te combineren met algenteelt voor gebruik van het nutriëntenoverschot.

Wanneer gekozen wordt voor intrekking van externe biomassa, betekent dat – naast de productie in de kas – een extra bedrijfsactiviteit voor de Zonneterp. Zoals onderstaande figuur toont, levert het bovendien een aanzienlijke lozing van CO₂ in de atmosfeer. De milieubelasting daarvan is echter nihil. Het gaat immers niet om CO₂ uit fossiele brandstoffen die na miljoenen jaren van opslag in de aardkorst weer vrijkomt in de atmosfeer. Maar om CO₂ uit de levende kringloop, die duurzaam rondgaat in de biosfeer en atmosfeer. In de Zonneterp wordt deze levende kringloop – naar huidige maatstaven – maximaal benut.



Globale indruk van de koolstofstromen (in procenten) in de Zonneterp bij aanvoer van externe biomassa

> Wetgeving

Ook wetgeving kan aanleiding geven tot een bepaalde dimensionering. Zo zou het kringloopcomplex met een schaalgrootte van maximaal 10 woningen buiten de energierechtelijke regimes kunnen blijven. Terwijl een woonwijk van 2000 woningen in aanmerking kan komen voor een MER-procedure.

> Intentional community

In de pioniersfase (en daar zitten we nu) vraagt de Zonneterp om speciale bewoners: een intentional community met bovengemiddelde betrokkenheid bij de processen die in de Zonneterp plaatsvinden. Maar werkt zo'n community nog op een schaal van 2000 woningen? Is de doelgroep wel groot genoeg om zo'n woningaanbod aan de intentionele man te brengen? En zo ja: Hoe en waar? Wanneer in de pioniersfase ingespeeld wordt op een speciale doelgroep, kan de Zonneterp wellicht beter op kleinere schaal (b.v. < 100 woningequivalenten) worden ontworpen.

4.2 Stand van de techniek

In de Zonneterp wordt overwegend gebruik gemaakt van bestaande en beproefde technieken. Een paar belangrijke uitzonderingen zijn:

- De Energieproducerende Kas (E-kas);
- De Zeer Lage Temperatuur Verwarming (ZLTV).

> E-kas

In het basisontwerp van de E-kas is uitgegaan van gepatenteerde warmtewisselaars. Vooralsnog wordt aangenomen dat dit de enige beproefde warmtewisselaars zijn waarop de E-kas – zonder warmtepomp – kan worden gebaseerd. De werking van deze warmtewisselaars in een glastuinbouwkas is nader uiteengezet in de InnovatieNetwerk-publicatie 'Energieproducerende Kas'⁸. Een productielijn voor de warmtewisselaars is in ontwikkeling.

Naar verwachting wordt in 2005 het startsein gegeven voor de bouw van de eerste E-kas – zonder warmtepomp – in Bergerden (Gelderland). Dit pilotproject is vooral gericht op de technische realisatie van de Energieproducerende Kas. Daarbij is nog niet voorzien in maximale benutting van de geoogste zonnewarmte. Het gaat om een gesubsidieerde *proof of concept*, in de Nederlandse situatie, waarbij zomerwarmte tot en met de winter moet worden opgeslagen.

In Spanje (Almeria) is reeds een E-kas gerealiseerd waarin de zonnewarmte gebruikt wordt voor nachtelijke verwarming. Verschil met de Zonneterp-situatie is dat in de Spaanse pilot slechts een beperkte – bovengrondse – warmteopslag is gerealiseerd. Bovendien is in Spanje zorgvuldig watergebruik belangrijker dan in Nederland. Het gecondenseerde water uit de kas zal daar in hoofdzaak worden hergebruikt in de kas. Er is geen sprake van 'wederkerigheid met omliggende bebouwing'. Noch van opslag van zomerwarmte voor gebruik in de winter.

⁸ Energieproducerende Kas, voorontwerp voor een pilot, InnovatieNetwerk-rapport nr. 03.2.044, ISBN: 90-5059-183-3. Den Haag, mei 2003.

Bij ontwikkeling van de Zonneterp wordt voorgesteld om gefaseerd te werk te gaan. In eerste instantie worden de E-kas en de warmtebuffer aangelegd en in gebruik genomen. Ingebruikname van de omliggende bebouwing volgt later. Het warmtesysteem heeft immers tijd nodig om op temperatuur te komen.

> ZLTV

De Zeer Lage Temperatuur Verwarming (ZLTV) is een belangrijk aandachtspunt voor de 'warmteafnemende bebouwing'. Wil de 'Energieproducerende Kas' rendabel zijn, dan is benutting van het warmtesurplus een voorwaarde. Niet alle bebouwing is daar echter geschikt voor. ZLTV stelt voorwaarden aan zowel het gebruik als de constructie van de bebouwing en de technische installaties.

Het gebruik van de bebouwing wordt bij ZLTV beperkt door:

- Zeer langzame 19°C basisverwarming van de ruimte;
- Gebruik van een maximaal verwarmingsoppervlak;
- De noodzaak tot lokale balansventilatie met maximale warmteterugwinning.

Daarbij is de hoge isolatie van de bebouwing als vanzelfsprekend verondersteld.

Genoemde beperkingen impliceren dat de bebouwing slechts beperkt 'open' kan zijn. Bovendien is de ventilatiecapaciteit beperkt. Dat houdt onder andere in: niet te veel personen en/of vervuiling in de ruimte. Ook zullen speciale verwarmingstechnieken moeten worden toegepast.

Daartegenover staat dat licht kan worden gebouwd. De thermische massa die de warmte vast moet houden, zit immers in de grond.

Psychologisch geeft ZLTV ook een verschil met normale verwarming. De ZLTV staat altijd aan. Hij hoeft niet lager of uit te worden gezet.

Bij ontwerp van de installaties in de ZLTV-bebouwing kan gebruik worden gemaakt van dezelfde warmtewisselaars die in de E-kas worden gebruikt. Toepassing hiervan kan helpen om bepaalde vertrekken versneld en tot hogere temperaturen (tot 24°C) te verwarmen.

Een andere toepassing van de warmtewisselaars wordt gevonden in de warmteterugwinning bij ventilatie. Inmiddels worden proeven gedaan met 'ademende ramen' die per verblijfruimte voor gepaste ventilatie zorgen met een hoogrendements-warmteterugwinning.

> Vergister

De afgelopen decennia heeft Nederland wat 'vergisting' betreft een achterstand opgelopen op EU-landen Duitsland en Denemarken. In Duitsland is kleinschalige vergisting op boerenbedrijven inmiddels ingeburgerd. 2000 boeren (co)vergisten

inmiddels hun mest en winnen zo biogas, een bron van 'groene stroom'. In Denemarken wordt vergisting grootschaliger aangepakt. Daar verenigen boeren zich in coöperaties die mest verwerken, biogas winnen en binnen de coöperatie het digestaat weer 'uitrijden'.

Door technische tegenslagen en restrictieve regelgeving is Nederland sinds de jaren tachtig achterop geraakt. Zo bestaat voor drogestofvergisting in Nederland welgeteld één installatie: De Biocell in Lelystad. En ook de boerencoöperaties rondom covergisting komen maar moeizaam op gang. Dit is niet onopgemerkt gebleven, getuige het 'actieprogramma biomassa' en de 'handreiking covergisting van mest', die onlangs door de staatssecretaris van VROM zijn uitgegeven. Nederland is toe aan een inhaalslag. Maar vooralsnog blijkt de vergunningverlening voor vergisting van biomassa in Nederland slechts moeizaam op gang te komen.

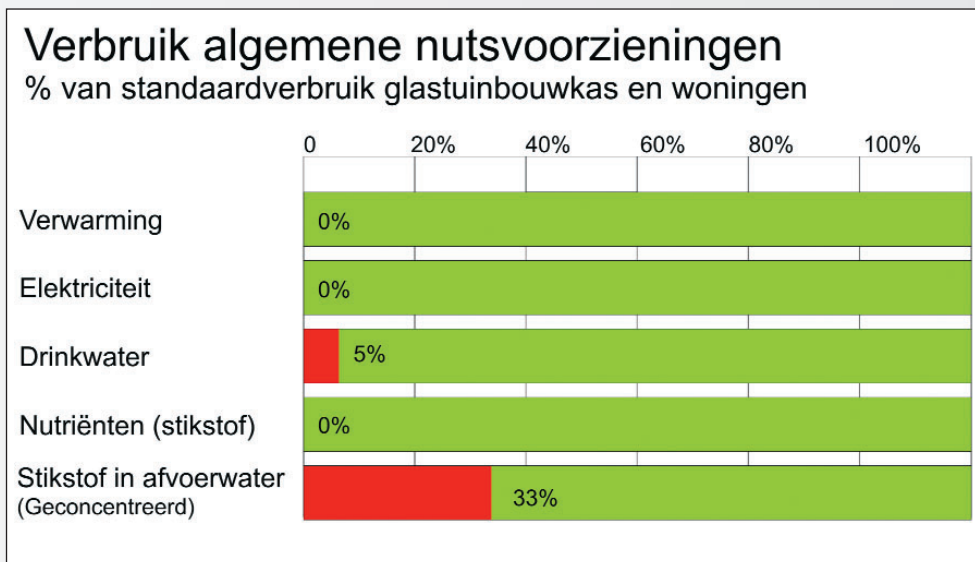
> Kas, bebouwing en vergister

Naar de combinatie van warmtewinning met kas, bebouwing en vergister loopt een nieuwheidsonderzoek in de zin van de Octrooiwet. Indien de nieuwheid wordt bevestigd en een octrooi wordt toegekend, geniet het integrale kernconcept van de Zonneterp bescherming.

5 Samenhang met de buitenwereld

De Zonneterp zoekt verbinding. Hoewel kringlopen gesloten heten te zijn, maken ze deel uit van het grotere geheel. Onder andere via vaste infrastructuur waarvoor regels gelden die voor de Zonneterp niet zonder gevolgen zijn.

De Zonneterp kan grotendeels duurzaam en zelfvoorzienend functioneren. Voor verwarming legt hij geen beslag op de bestaande fossiele voorraden. Wat elektriciteit betreft, kan hij zo worden gedimensioneerd dat hij geheel in de eigen behoefte voorziet. Aan schoon water heeft hij slechts een beperkte behoefte, tenminste wat de intrekking betreft van het algemene waterleidingbedrijf. En voor het riool behoeft het één centrale aansluiting als eenvoudigste weg om een klein deel van het gietwater te lozen. Eventueel is door extra zuiveringsstappen geheel van een rioolaansluiting af te zien, en kan direct op het oppervlaktewater worden geloosd.



Verbruik algemene nutsvoorzieningen door de Zonneterp, in vergelijking tot standaard verbruiksniveaus

In het ideale scenario kan voor de gehele Zonneterp met één centrale aansluiting worden volstaan. Dat geldt voor het riool, elektriciteit, aardgas en water. De 'interne infrastructuur' zijn onderdeel van de eigen kringloop en zouden in principe door het collectief kunnen worden beheerd.

Aansluiting op het gasnet heeft daarbij een back-up functie. Alleen wanneer delen van het systeem niet functioneren (of te klein zijn gedimensioneerd), moet op aardgas of anderszins worden bijgestookt. Dat geldt voor de verwarming, de elektriciteit, de CO₂-bemesting en het warme tapwater.

De mate waarin de Zonneterp zelfvoorzienend is en kringlopen worden gesloten, is overigens onbepaald. In het ene ontwikkelingsbeeld (Integratie) wordt gestreefd naar maximale kringloopsluiting. In het andere ontwikkelingsbeeld (Segmentatie) zullen

één of meerdere kringloopelementen worden geadopteerd. Bij Segmentatie wordt aansluiting gezocht op de bestaande wereld met haar ratio van schaarste en scheiding. Bij Integratie zoeken we aansluiting op de wereld van overvloed en natuurlijke samenhang. En Coëxistentie zoekt de middenweg tussen de bestaande wereld en het vernieuwende ideaalscenario van de Zonneterp.

Nutsvoorzieningen bij Integratie en reële kringloopsluiting

Eén centrale elektriciteitsaansluiting

- Collectief elektriciteitsnet;
- Ontheffing nodig van ministerie van EZ;
- Centrale aansluiting op het lichtnet voor opstart- en noodvoorziening;
- Centrale aansluiting op het lichtnet voor teruglevering van 'groene stroom';
- Centrale aansluiting op het lichtnet voor eventuele stroominkoop en piekopvang.

Eén centrale drinkwateraansluiting

- Collectief waterleidingnet (warm en koud);
- Overeenstemming met waterleidingbedrijf;
- Opstelling van meetprogramma;
- Toezicht van VROM.

Eén centrale gasaansluiting

- Gasaansluiting als fall-back voor elektriciteitsproductie en verwarming;
- Geen eigen intern gasnet.

Collectieve Zeer Lage Temperatuur (ZLTV) 'stadsverwarming'

- Fall-back: aardgas, LPG of bioethanol.

5.1 Water

Bij een 'gesloten kringloop' hoeft de Zonneterp maar beperkt water in te trekken. 5% van het waterverbruik moet worden ingekocht. Daarvoor is een centrale aansluiting op de waterleiding voorzien. 95% van het drinkwater komt uit de kringloop. Er is een collectief waterleidingnet voor koud tapwater, en een collectieve ringleiding voor warm tapwater.

Voor aansluiting van de collectieve waterleiding – op de algemene waterleiding – moet een meetprogramma worden opgesteld en uitgevoerd. Bovendien moet een overeenkomst worden gesloten met het waterleidingbedrijf. Het meetprogramma speelt daarin een rol. Met name wat betreft de mogelijke verontreiniging van het algemene waterleidingnet. Via het waterleidingbedrijf kunnen inspecteurs worden ingehuurd die de wettelijke kwaliteitscontroles uitvoeren.

> Integratie

Omdat de variabele kosten van het water (de inkoop van 5%) gering zijn, kan worden afgezien van individuele watermeters. Het watergebruik is vrij en de inkoop wordt volgens een redelijke sleutel omgeslagen of verwerkt in de beheerskosten van het kringloopcomplex. Intern geldt een fair use policy voor het waterverbruik. Hierdoor worden verspilling en kringloopverstoring tegengegaan. Voor watergebruik buiten de kringloop om (b.v. tuinbesproeiing) worden aparte voorzieningen getroffen (b.v. een regenton).

> Segmentatie

Bij Segmentatie zou het waterleidingbedrijf kunnen worden uitgenodigd om in te stappen. De kans is echter niet groot dat het bedrijf hiervoor belangstelling heeft. De schaal is te klein, de omzet gering en de investeringen – relatief – groot. Bovendien vergt het een intensieve samenwerking met de tuinder. Voor een waterleidingbedrijf is de Zonneterp hooguit interessant als goodwill- en ervaringsproject. Maar liever zal het gewoon water leveren, en zich niet bemoeien met de waterkringloop in de Zonneterp.

> Coëxistentie

Bij Coëxistentie zouden de tuinder of de energieleverancier de meest gereede partners zijn om het water voor hun rekening te nemen. De vraag is alleen of het voor hen aantrekkelijk (rendabel) is dit als een dienst aan de woningen aan te bieden. Ze nemen daarmee een verantwoordelijkheid die niet bedrijfseigen is, en die het risicoprofiel van het hoofdbedrijf sterk beïnvloedt.

5.2 Gas

Het Zonneterp-ontwerp voorziet in één centrale aardgasaansluiting. Alternatieven zijn bioethanol en LPG. Deze voorziening is louter voor 'back-up' van de productie van elektriciteit, CO₂, verwarmingswater en warm tapwater. In de normale gesloten kringloop wordt er geen gebruik van gemaakt. Individuele woningen hoeven geen gasaansluiting. Er is geen intern gasleidingnet.

Bij Segmentatie en Coëxistentie zijn verschillende taken gescheiden. Er zijn bijvoorbeeld een tuinder en een energiebedrijf. Beide zullen hun back-up voorziening willen regelen, voor zekerstelling van verwarming, CO₂-bemesting, warm tapwater en elektriciteit. En beide zullen al dan niet afzonderlijk overwegen een eigen gasaansluiting te nemen.

5.3 Verwarming

Kas en bebouwing in de Zonneterp worden verwarmd met een Zeer Lage Temperatuur Verwarming (ZLTV). Dit is een centraal systeem dat sterk verweven is met de kas. De tuinder moet zijn bedrijfsvoering aanpassen voor warmteoogst en het gebruik van de warmtewisselaars voor koeling en verwarming van de kas.

Zolang noch de Energieproducerende Kas, noch de ZLTV normale praktijk is, betekent dit een ruimtelijke en bouwtechnische onderlinge afstemming. Sowieso zijn ze qua afstand gebonden aan elkaar. De Energieproducerende Kas kan niet te ver van de warmteafnemende bebouwing staan. Wel is de situatie denkbaar dat er zoveel kassen in het gebied zijn, dat niet duidelijk is welke kas aan welk gebouw warmte levert. De kassen leveren dan gezamenlijk warmte aan de aquifer, die weer als algemene warmtebron dient voor kassen en bebouwing.

> Integratie

De kas is dienstbaar aan de Zonneterp. Warmtewinning is een centraal onderdeel van de functie en exploitatie van de kas. En de kas is integraal onderdeel van het 'kringloopcomplex'. De warmteproductie is een verantwoordelijkheid van de integrale beheersorganisatie.

Afgezien van de initiële investeringen en het beheer is verwarming voor de bebouwing gratis. Voor verkwisting hoeft niet te worden gevreesd. De bebouwing warmt slechts langzaam op. Bij slechte energieprestaties is de bebouwing eenvoudigweg niet te verwarmen. Bovendien is het voor de kringloop voordelig wanneer de retourtemperatuur van het verwarmingswater laag is. Dat helpt de warmtebalans in de aquifer evenwichtig te houden.

> Segmentatie

Bij Segmentatie zijn kas en bebouwing niet individueel op elkaar betrokken. Wellicht wordt er op grotere schaal gewerkt (meerdere kassen en grootschalige woningbouw). En zijn de kassen en de woningen maximaal van elkaar verwijderd (< 10 km). De woningen worden ZLTV-verwarmd, en de warmte wordt geleverd door een zelfstandig energiebedrijf. Dit bedrijf biedt garanties voor warmtelevering. De tuinders hebben contracten met het energiebedrijf voor levering en opname van laagwaardige warmte. Eén van beide - tuinders of energiebedrijf - is verantwoordelijk voor beheer van de putten, pompen en aquifer(s).

> Coëxistentie

Kas en bebouwing zijn individueel op elkaar betrokken. De tuinder levert warmte aan de woningen. Eventueel wordt een installatiebedrijf betrokken om de warmteleverantie te garanderen.

5.4 Riool

De woningen (of andere bebouwing) van de Zonneterp lozen geen huishoudelijk afvalwater. Dit water wordt in twee gescheiden waterstromen (grijs en zwart) opgevangen en bewerkt. De zwartwaterstroom levert in eerste instantie via vergisting biogas. Het effluent wordt vervolgens bij het grijswater gevoegd, bewerkt en gerecycled. Een kleine stroom (5% van de totale waterstroom binnen het kringloopcomplex) moet verder worden bewerkt of worden geloosd op het riool. Deze stroom bevat nutriënten (fosfor, kalium en nitraat), zout (Na⁺ en Cl⁻) en zware metalen, waaronder koper en zink.

Het interne zwart en grijs gescheiden afvalwatersysteem is specifiek voor het kringloopcomplex.

> Integratie

De Zonneterp volstaat met één centrale rioolaansluiting waarop de afvalwaterstroom vanuit de kas kan worden geloosd. De kostprijs hiervan wordt berekend op basis van de hoeveelheid geloosde 'vervuilingseenheden' (v.e.).

Eventueel zijn alternatieven te overwegen voor lozing op het riool. Zo zou het kringloopcomplex kunnen worden uitgebreid met algenteelt, voor de verwijdering van resterende nutriënten.

> Segmentatie

Riolering van de woningen moet worden ondergebracht bij één van de stakeholders: gemeente, energie- en CO₂-producent (belanghebbend bij zwartwater), de tuinder (belanghebbende bij grijswater).

Het voordeel voor één van de stakeholders om het gescheiden systeem te gebruiken, is overigens niet evident. De energie/CO₂-producent zal wellicht meer rendement boeken bij grootschalige covergisting. De tuinder zal mogelijk eerder geneigd zijn tot gebruik van kunstmatige middelen voor bemesting. Mogelijk zal hij zijn rol in de waterketen liever ontlopen. Deelname in de waterzuiveringsketen betekent voor de tuinder extra restricties in het gebruik van middelen (voor groei en gewasbescherming). En ook de gemeente zal wellicht geneigd zijn standaard rioolaansluitingen te eisen.

> Coëxistentie

De tuinder heeft de centrale aansluiting op het riool en wordt door de gemeente aangeslagen voor zijn bedrijfsmatige lozingen. Een stelsel van verrekening met de andere participanten in het kringloopcomplex is op zijn plaats.

5.5 Elektriciteit

De Zonneterp kan zodanig worden gedimensioneerd dat deze zelfvoorzienend is in de elektriciteitsbehoefte. Slechts voor opstart, stand-by en noodvoorziening is dan een centrale aansluiting nodig op het lichtnet. Berekend is dat elektriciteitsverbruik in de Zonneterp zelfs gratis kan zijn. Weliswaar moet er een inrichting worden neergezet en onderhouden. De kosten van elektriciteitsproductie laten zich terugverdienen door CO₂-afgifte aan de kas en een gate fee voor de input van de vergister.

Aansluiting op het lichtnet geeft ook de mogelijkheid van teruglevering van elektriciteit. Dit is evenwel pas aan de orde wanneer de interne elektriciteitsvoorziening voldoende op orde is. Voor teruglevering moet volgens vaste afspraken kunnen worden geleverd. Bij gebrek aan ervaringsgegevens (m.n. het interne verbruikspatroon) is dit een optie die pas op termijn realistisch wordt.

> Integratie

Bij Integratie is het voor de eindgebruikers voordelig om de elektriciteitsproductie in eigen beheer te houden. De vaste last voor de inrichting en productie wordt dan gedeeld. En het elektriciteitsverbruik is kosteloos. Zij het binnen zekere grenzen van een fair use policy. Ter voorkoming of opvang van piekbelasting moeten voorzieningen worden getroffen. Ook moeten regelingen worden geïmplementeerd die verkwisting tegengaan. Sowieso zal stroomverbruik dat de eigen opwekkingscapaciteit te boven gaat, financieel worden gesanctioneerd. Gebruik binnen de fair use bandbreedte is kosteloos, maar overschrijdingen van die bandbreedte kunnen juist erg kostbaar zijn. In het integratiescenario komt het erop neer dat de Zonneterp volstaat met:

- Eén centrale aansluiting op het elektriciteitsnet;
- Een intern controle- en verrekeningssysteem.

Er hoeven bij de eindgebruikers geen meters van het elektriciteitsbedrijf te worden geïnstalleerd. Maar er moet wel gewaarschuwd worden als de piekbelasting te groot wordt. Betrekken van het net kan dan een dure oplossing zijn. Alternatieven zijn overdimensionering van de gasturbines en bijstoken met aardgas.

> Segmentatie

Bij Segmentatie zal geen sprake zijn van zelfbeheer. In plaats daarvan is een energiebedrijf betrokken. Dit bedrijf levert CO₂ aan de tuinder, en elektriciteit aan tuinder en bewoners. Er moet dan wel een belangstellend energiebedrijf worden aangetrokken. Mogelijk zal de Zonneterp daarvoor - ten behoeve van de bedrijfsvoering - moeten worden opgeschaald. Te denken valt dan aan plaatsing van een grote (agrarische) covergister, die overigens weer meer hinder (verkeersaantrekking, grootschaligheid en stank) voor omwonenden betekent. Dit laat zich minder verenigen met de belangen van de bewoners. Bovendien zal de band tussen de bewoners en 'hun' inrichting zijn verbroken. Wat hun acceptatie van de vergistingscentrale niet ten goede zal komen.

Bewoners hebben eigen elektriciteitsmeters en betalen normale prijzen. Ze hebben individuele keuzevrijheid ten aanzien van de leverancier.

> Coëxistentie

Bij Coëxistentie zorgt de tuinder voor zijn eigen CO₂- en elektriciteitsvoorziening. Eventueel wordt een modus gevonden voor opschaling van de voorzieningen en elektriciteitslevering aan de woningen (vergelijk 'Integratie'). Maar meest waarschijnlijk is dat de bewoners eigen aansluitingen hebben op het elektriciteitsnet, en zelfstandig hun stroom betrekken.

5.6 Risico's van zelfbeheer

Bij 'integratie' worden alle nutsvoorzieningen in eigen beheer gehouden. Dat betekent dat risico's rondom de kwaliteit en continuïteit volledig bij de afnemers liggen. Dat vergt een professioneel organisatieniveau van de Zonneterp. Bovendien moeten er fall-back-voorzieningen aanwezig zijn, en zal er sprake zijn van een fair use policy. Het verbruik moet zichtbaar worden gemaakt en men moet rekening houden met elkaar.

De volgende fall-back-voorzieningen kunnen de Zonneterp extra zekerheid bieden:

Drinkwater fall-back

- Afkoppeling van het interne drinkwatersysteem;
- Volledig gebruik van het openbare net.

Elektriciteit fall-back

- Plaatsing van extra gasturbines;
- Overschakelen van biogas op aardgas, bioethanol of LPG.

Verwarming fall-back

- Noodketel op aardgas;
- Houtkachels in de woningen.

Bij gedegen zelfbeheer en fall-back-voorzieningen is het denkbaar dat op termijn de kans op onderbreking van nutsvoorzieningen kleiner is dan bij afhankelijkheid van de centrale netten. En dat terwijl geen risico- en aansprakelijkheidspremie hoeft te worden betaald aan de leverancier. De 99,999%-zekerheidspremie wordt uitgespaard, terwijl grotere zekerheid wordt verkregen.

6 Vergunningen en ontheffingen

De grootste onzekerheid voor de haalbaarheid van de Zonneterp ligt niet in de techniek of het beheer. Vooralsnog wordt deze onzekerheid gevonden in de externe toestemming die ze krijgt om te functioneren. Tal van vergunningen en ontheffingen zijn nodig om – onderdelen van – het kringloopcomplex op te richten, in werking te laten treden en te veranderen.

Verschillende zuilen van regelgeving en beleid komen samen in het kringloopcomplex. Van diverse ministeries is expliciete medewerking vereist. Met name zijn te noemen:

- Ministerie van Economische Zaken (energie);
- VROM (water, afval, ruimtelijke ordening en milieu);
- LNV (gebruik en verwerking van digestaat in de tuinbouw).

Naast de verschillende ‘beleidszuilen’ zijn alle overheidslagen op de één of andere manier bevoegd:

- Rijksoverheid (diverse vergunningen/ontheffingen, diverse ministeries);
- Provincie (diverse vergunningen/vrijstellingen/ontheffingen op grond van wetgeving, besluit, ruimtelijke plannen en verordeningen);
- Gemeente (ruimtelijke medewerking, bouw- en milieuvergunning, exploitatieverordening, riolering en afvalinzameling);
- Waterschap: waterberging, -infiltratie en -lozing.

Samenwerking met de gemeente is zeer feitelijk en breed. Medewerking van ministeries is specifiek gericht op bepaalde bevoegdheden die bij dat ministerie zijn belegd.

6.1 Wet Milieubeheer (Wm)

De Zonneterp is te beschouwen als één integrale inrichting die alle kringloopprocessen en onderling afgestemde technische voorzieningen omvat. Of daadwerkelijk gesproken kan worden van één inrichting in de zin van de Wm is echter afhankelijk van de wijze waarop eigendom, zeggenschap en beheer zijn geregeld.

> Integratie

Bij Integratie is de kans het grootst dat het kringloopcomplex één Wm-inrichting is. Integratie veronderstelt een organisatie en georganiseerde (mede)zeggenschap voor het beheer van het gehele complex. Er is dan ook één verantwoordelijke die aangesproken kan worden op het functioneren van het geheel.

Denkbaar is dat wordt aangestuurd op een flexibele 'vergunning op hoofdzaken (VOH)'. Criteria om daarvoor in aanmerking te komen, zijn dat de Zonneterp:

- Beschikt over een geacordeerd bedrijfsmilieuplan;
- Beschikt over een ISO-14001 of EMAS gecertificeerd milieuzorgsysteem;
- Jaarlijks een milieuverlag publiceert;
- Zoveel mogelijk openheid betracht naar derden over zijn milieupformance;
- Een goed nalevingsgedrag vertoont.

Bedrijven die aan al deze voorwaarden voldoen, worden in staat geacht om in grote zelfstandigheid hun milieudoelstellingen te bereiken. Ze krijgen daarbij maximale vrijheid. Wel wordt een beroep gedaan op de zelfcontrole (meten, registreren, rapporteren) van het bedrijf.

Ook voor bedrijven die (nog) niet aan alle voorwaarden voor de VOH of niet voor alle onderwerpen aan die voorwaarden voldoen, kan de vergunning worden afgestemd op de milieuzorg van het bedrijf. Wel zullen voor bepaalde aspecten of onderdelen in vergelijking met de VOH uitgebreidere of gedetailleerdere voorschriften worden opgenomen.

Te denken valt aan aanvullende prestatie-eisen op installatieniveau, extra ijkpunten in de vorm van meer frequente metingen of rapportages, en voor bepaalde aspecten een middelvoorschrift in plaats van een doelvoorschrift.

6.2 Afval

Afval is een relatief begrip. Volgens de Wet Milieubeheer (Wm) is afval een stof 'waarvan de houder zich ontdoet, wil ontdoen of moet ontdoen'. In de Zonneterp is het uitgangspunt kringloopsluiting. In principe betekent dat dat de Zonneterp geen afvalstoffen produceert⁹. Er zijn enkel processtappen en stofstromen. Maar dat gaat niet helemaal op. In de eerste plaats zijn er in de kringlopen op dit moment wel degelijk open eindjes. Zo is er een kleine afvalwaterstroom (5% van de totale waterstroom) die voor lozing in aanmerking komt. Er zijn wel kringloopoplossingen denkbaar voor deze waterstroom, maar die zijn in het basisontwerp niet meegenomen.

Beantwoording van de vraag of iets afval is, wordt tegenwoordig aan de rechtspraak overgelaten. Concreet betekent dat speelruimte maar ook onzekerheid, totdat een eventueel dispuut rechterlijk is beslecht.

Wanneer een stofstroom in de kringloop als afval bestempeld wordt, heeft dat gevolgen voor de bedrijfsvoering. Het betekent extra administratieve en financiële verplichtingen per processtap. Daarbij gaan specifieke regels en vergunningsprocedures gelden rondom verwerking, toepassing en vervoer van de afvalstoffen. De kringloop kan dan wel reëel gesloten zijn. Formeel worden de procesonderdelen afgezonderd en aan specifieke eisen onderworpen.

⁹ Afgezien van niet-organisch restafval: de grijze container.

> Integratie

Bij Integratie is de kans het grootst dat de meeste stofstromen binnen het kringloop-complex geen afval zijn. De stromen blijven immers binnen het complex en wisselen niet van 'houder'. Bovendien is de output van het ene proces, input voor het andere proces.

> Coëxistentie

Bij Coëxistentie gaan de stoffen niet alleen over van proces naar proces, maar ook van houder naar houder. Daarmee neemt de kans toe dat hoewel de intentie 'kringloopsluiting' is, toch gesproken wordt van afval. Dan levert het ene proces afval dat door het andere proces wordt ingenomen. Daarmee worden twee vergunnings- of ontheffingsstappen in het leven geroepen (ontdoen en inname van afval) inclusief de bijbehorende verplichtingen en controles.

> Segmentatie

Bij Segmentatie is de reële band tussen de meeste processen zodanig verbroken dat de kans verder toeneemt dat sprake is van afvalproductie door de één, en afvalinname door de ander.

> Voorbeeld zwartwaterdigestaat

Voorbeeld van een processtap waar de 'afval-of-geen-afval'-vraag speelt, betreft het hergebruik van zwartwaterdigestaat. Huishoudelijk afval en fecaliën zijn vergist. Dat heeft biogas opgeleverd. Het vloeibare deel (effluent) gaat een zuiveringstraject in waardoor het als gietwater kan worden gebruikt. Het vaste deel (digestaat) zou na menging en bewerking kunnen worden gebruikt als groeisubstraat in de kas. Daarmee is het een duurzame vervanger van veengrond, dat in kassen wel gebruikelijk is. Vragen die hierbij spelen zijn: a. Is de bewerking van het digestaat tot veenvervanger afvalverwerking of een (intern) productieproces? En b. Is het eindproduct een product dat inderdaad als groeisubstraat mag worden gebruikt?

De antwoorden op deze vragen kunnen ingrijpende gevolgen hebben voor de haalbaarheid van dit deel van de kringloopsluiting. Het zijn overigens vragen die binnen verschillende beleidszulen vallen: afval (VROM) en meststoffen (LNV).

Een complicerende factor kan bovendien zijn dat een vergunning voor gebruik als groeisubstraat pas wordt verleend wanneer de installatie is opgericht en monsters van het digestaat kunnen worden geleverd.

> Voorbeeld zwartwaterstroom

Een ander voorbeeld betreft de zwartwaterstroom uit de woningen. Vanuit het kringloopcomplex geredeneerd, is deze integraal onderdeel van de algehele bedrijfsvoering. Geen afval dus, maar noodzakelijk voer voor de vergister, die er biogas van maakt. Deze benadering zou wel eens op weerstanden kunnen stuiten. Misschien moeten de processen in de huishoudens wel worden onderworpen aan bedrijfsmatige kwaliteitseisen. Uiteindelijk belandt het zwarte water immers weer in de kas,

als gietwater en substraat. De vraag gaat dan spelen wat wel mag in de wc, en wat niet. Op dat vlak gelden nu ook al de nodige landelijke regels en verboden. Maar de handhaving en sanctionering ervan is minder evident. In de Zonneterp wordt dat echter van vitaal belang.¹⁰

Zo mogen er geen chloorhoudende schoonmaakmiddelen in de zwartwaterstroom terechtkomen. Chloor zou het vergistingsproces hinderen.

Natuurlijk valt er het nodige te meten en te regelen in de zwartwaterstroom voordat deze de vergister in gaat. Maar wat te doen met de stroom die er niet in mag? Het beste is het wanneer de bewoners zich bewust conformeren aan de waterinstructies die in de Zonneterp gelden. Dus mensen erbij betrekken en sturen op hun gedrag. Het beste is het wanneer ze er zelf belang bij hebben.

Bij covergisting in Denemarken lossen ze dit als volgt op. De participerende boeren in een vergistingscoöperatie rijden het digestaat uit over eigen land. Daarmee hebben ze een direct belang om aan de inputkant geen verontreinigingen te leveren. In de Zonneterp speelt iets vergelijkbaars. De bewoners drinken het water dat de hele kringloop door is gegaan. En eventueel eten ze ook de groente die in de kas is geproduceerd. Een overtuigender belang voor bewust en betrokken gedrag is er niet te geven. En tegelijkertijd gaat het er bij de grote kringlopen op aarde niet echt anders aan toe. Ook daar ademen, drinken en eten we de resultaten van de eigen kringlopen. Alleen in de Zonneterp is het erg zichtbaar, en worden we er ons zeer bewust van.

De Zonneterp is het best af met het predicaat 'preventie'. In meerdere opzichten stemt dat ook beter overeen met de intenties en werking van het kringloopcomplex. Niet alleen werkt het aan 'bewustwording' (volgens het Landelijk afvalbeheerplan (LAP) een essentiële factor in het afvalbeheer). Ook doet het feitelijk aan scheiding, door niet te mengen, maar actief gescheiden te houden. Waardoor bestaande kwaliteiten niet verloren gaan.

Om voor 'preventie' in aanmerking te komen, zal binnen het kringloopcomplex in ieder geval moeten worden gezorgd voor:

- Gecertificeerde milieuzorg;
- Maatregelen in de keten;
- Calamiteitenplannen.

6.3 Afvalinname

Wat afval betreft, is er mogelijk nóg een taak voor het kringloopcomplex weggelegd. Denkbaar is dat de vergisters groter worden gedimensioneerd dan voor de eigen stromen nodig is. De reden hiervoor kan verschillen. Bijvoorbeeld om het rendement van de vergisters te vergroten of om meer elektriciteit te kunnen produceren.

¹⁰ In Nederland gelden algemene verboden ten aanzien van bepaalde huishoudelijke lozingen via het riool. Zo mogen verfstoffen niet in het afvalwater komen. Deze moeten als klein chemisch afval worden afgevoerd. Handhaving hiervan is in reguliere situaties nauwelijks uitvoerbaar. Binnen de Zonneterp zouden dergelijke lozingen echter direct gevolg kunnen hebben voor het functioneren van het kringloopproces. Derhalve dat hier instrumenten moeten worden toegepast die controle en handhaving van een dergelijk verbod wel degelijk mogelijk maken. Belangrijkste instrument daarbij is preventie, door bewoners bewust te maken van de restricties en de risico's van niet-naleving.

In wezen wordt het kringloopcomplex dan verwerker van afval van buiten de Zonneterp. Gedacht kan worden aan bermgras, snoeiafval, gft, swill en puttenvet.

Lokale en relatief kleinschalige gft-verwerking kan voordelig zijn voor het milieu. Tijdens opslag en transport levert gft immers al de nodige broeikasgassen. Daarmee gaat biogas voor verbranding verloren, en komt methaan vrij in de atmosfeer.

Voor de Zonneterp is er ook – economisch – voordeel te behalen door gft uit de omgeving te verwerken. Met gft-inname kan geld worden verdiend, en de elektriciteitsproductie wordt ermee verhoogd. Dit zou het economisch draagvlak voor een professioneel Zonneterp-beheer vergroten. Nadelen zijn er echter ook. De gft-verwerking vergt extra investeringen, voorzieningen en voorzorgsmaatregelen.

6.4 Elektriciteitswet (Ew)

Een onverwacht prominente plaats wordt ingenomen door de Elektriciteitswet. Voor reële kringloopsluiting worden de bebouwing en de inrichting als onlosmakelijk aan elkaar verbonden ontworpen en ingericht. In dit integratiescenario is het grootste (collectieve) nut voor de eindgebruikers te verwachten. Zeggenschap en beheer van het kringloopcomplex ligt daarbij in één hand, namelijk die van de overkoepelende beheersorganisatie van het kringloopcomplex. Dat geldt dus ook voor opwekking, transport en levering van elektriciteit.

Ingevolge de Elektriciteitswet is daarvoor echter ontheffing nodig van de verplichte aanwijzing van een aparte netbeheerder.¹¹ De minister van Economische Zaken is de bevoegde instantie. Indien deze ontheffing niet wordt verkregen, moet de bedrijfsvoering van het kringloopcomplex worden gesplitst.

Bij gelegenheid van de ontheffingsaanvraag wordt een principieel uitgangspunt van de Elektriciteitswet gethematiseerd: de keuzevrijheid voor vragers en aanbieders van elektriciteit. Belangrijke vraag is derhalve of binnen het kringloopcomplex deze keuzevrijheid wordt geboden. En zo niet, of EZ daarmee akkoord wil gaan.

De vraag is principieel, maar dient feitelijk geen reëel belang. Althans niet wanneer het kringloopcomplex volledig aan de interne elektriciteitsvraag kan voldoen. Binnen het kringloopcomplex is de verbruiksprijs van de zelf opgewekte elektriciteit nihil. Derhalve is er weinig belang voor een eindgebruiker bij individuele vrijheid van leverancierskeuze.

Anders wordt dat natuurlijk wanneer ‘bijkopen’ eerder regel dan uitzondering is.

Hoe het ook zij: via de Elektriciteitswet heeft de minister van Economische zaken een bepalende invloed op de mate van integratie en de reële kringloopsluiting in de Zonneterp.

¹¹ Art. 15 lid 2 Ew.

6.5 Warmtewet

Wat betreft de levering van warmte (voor verwarming en warm tapwater) moet rekening worden gehouden met de Warmtewet. Deze wet is bij samenstelling van dit rapport nog in ontwerp. Toch mag worden verwacht dat de Zonneterp, op een schaal-grootte van 200 woningen, vergunningplichtig zal zijn in de zin van de Warmtewet.

De regeling van de warmtewet is beter afgestemd op de realiteit van het kringloop-complex dan de Elektriciteitswet. Het uitgangspunt is dat warmteproducent, leverancier en afnemer feitelijk aan elkaar gebonden zijn. Anders dan bij de Elektriciteitswet geldt hier geen gedetailleerde marktregulering door scheiding van rollen (o.a. netbe-heerder, producent, leverancier). En evenmin een sterke nadruk op keuzevrijheid van de warmteafnemer. In plaats daarvan voorziet het in marktregulering middels toe-zicht op de tarifiering.

6.6 Bijzondere regelingen bij grootschaligheid

Aangenomen wordt dat voor een Zonneterp van 200 woningen en 2 ha kas noch een MER-verplichting bestaat, noch een keuzerecht van de gemeente ingevolge de BAEI (Besluit Aanleg Energie Infrastructuur).

> MER-plicht

Wat betreft de MER: dit zal per locatie moeten worden bekeken. Binnen de regeling van de MER bestaat beoordelingsruimte voor het bevoegd gezag. De schaalgrootte van het Zonneterp-ontwerp valt doorgaans met ruime marge onder de beoordelings-drempels. In een enkel geval kan dat anders zijn, zoals bij de buisaanleg voor het warmtenet en de pomp- en infiltratiecapaciteit van de aquifer. Onderstaand een globale indicatie van relevante MER-plichtige activiteiten, voorzien van de drempel vanaf welke er mogelijk een MER-plicht kan worden opgelegd.

	Activiteit	Beoordeling (D)
8.3	Aanleg buisleiding water	> = 10 km
9	Inrichting landelijk gebied	> = 125 ha
11.1	Woningbouw	> = 2000 woningen
11.3	Bedrijventerrein	> = 75 ha
11.4	Glastuinbouw	> = 50 ha
15.2	Aquifer	> = 1,5 miljoen m3 per jaar
18.2	Vergister	> = 100 ton per dag
18.3	Zuiveringsslib	> = 5000 ton droge stof per jaar
18.4	Waterreiniging	> = 50.000 inwoner equivalenten per jaar
22.1	Elektriciteitsproductie	> = 200 megawatt
25.2	Bovengrondse opslag van aardgas	> = 100 000 m3

> Besluit Aanleg Energie Infrastructuur (BAEI)

Ingevolge het Besluit Aanbesteding Energie Infrastructuur (BAEI) hebben gemeenten de bevoegdheid om de exclusiviteit te doorbreken die de regionale netbeheerder heeft bij de aanleg en uitbreiding van het (elektriciteits)net. Deze bevoegdheid geldt vanaf een schaalgrootte van 500 woningen. In voorliggend Zonneterp-ontwerp (200 woningen) kan de BAEI buiten beschouwing worden gelaten.

7 Beheer en zeggenschap

Het kringloopcomplex draait niet vanzelf. Het moet worden aangelegd en onderhouden. Ook zal het actief moeten worden beheerd. Daarvoor zijn kennis, geld en bemensing nodig. De wijze waarop dit geregeld wordt, is bepalend voor het karakter van de Zonneterp. En wederom kan dit worden geïllustreerd op basis van de drie ontwikkelingsbeelden: Integratie, Segmentatie en Coëxistentie.

Bij Segmentatie is eigenlijk geen sprake van de Zonneterp als een samenhangend geheel. De verschillende functies zijn verdeeld over verschillende bedrijven. Hooguit hebben deze bedrijven aanleiding gezien om 'kringloopelementen' over te nemen, en hun bedrijfsvoering zo iets milieuvriendelijker op te zetten.

Bij Coëxistentie is de Zonneterp gebaseerd op een samengaan van twee of meer partijen, die voordeel hebben van elkaars aanwezigheid. Een tuinder heeft bijvoorbeeld extra inkomsten en kostenbesparingen door zich in de Zonneterp te voegen. En bewoners genieten voordelen door lagere kosten voor hun nutsvoorzieningen.

Integratie gaat veel verder dan de win-winsituatie die partijen in Coëxistentie bijeen brengt. In plaats daarvan is de Zonneterp bij Integratie op zich één partij. Een groter geheel dat voor tuinder en bewoners de biotoop verschaft om duurzaam en profijtelijk te kunnen functioneren. De verschillende functies zijn niet alleen op elkaar afgestemd, maar kunnen zonder elkaars werkzaamheid niet functioneren. De individuele bedrijfsvoering dient derhalve niet alleen het eigen belang, maar ook de goede werking van het grote geheel. Wat overigens uiteindelijk weer samenvalt met ieders eigen belang.

Alle drie de ontwikkelingsbeelden leiden tot geheel verschillende scenario's voor beheer en zeggenschap binnen de Zonneterp. Bij Segmentatie zijn beheer en zeggenschap verdeeld over afzonderlijke bedrijven. Ieder laat zich leiden door eigen belangen, die niet noodzakelijk overeenstemmen. Kringlopen zijn feitelijk niet gesloten. Bij Coëxistentie blijft iedere partij redeneren vanuit zijn eigen belang. Er is echter een sterke drijfveer om tegelijkertijd ook rekening te houden met de belangen van andere partijen. Want beide varen wel bij de duurzame onderlinge betrekking. Bij Integratie werkt ieder mee aan het grotere geheel. Niemand heeft een functie louter voor zichzelf, maar iedere activiteit hangt direct en merkbaar samen met het grotere geheel, dat voor allen de biotoop vormt om welvarend, actief en productief te zijn.

In het navolgende worden de verschillende ontwikkelingsbeelden tegen de achtergrond gezet van achtereenvolgens:

- Rechtsfiguren;
- Economisch nut;
- Financiering;
- Organisatie van het beheer;
- Recirculatie.

7.1 Rechtsfiguren

In de ideale vorm worden alle processen in de Zonneterp centraal gecoördineerd. Alleen dan wordt kringloopsluiting meer dan een idee; een beheersbare realiteit. Centrale coördinatie is het best denkbaar wanneer het kringloopcomplex onderdeel is van één juridische entiteit. Maar dat is geen vanzelfsprekendheid. Praktijk en gevestigde belangen zullen leren welke entiteiten in de zeggenschapssfeer een rol gaan spelen. Bovendien zijn de mogelijkheden die het Nederlandse privaatrecht biedt voor vormgeving van integraal beheer, uiterst beperkt.

> Eigendom in één hand

Integraal beheer is – ook in Nederland – nog het best denkbaar wanneer het eigendom van alle Zonneterp-onderdelen en -processen in één hand ligt. Dit zou de hand zijn van degene die de Zonneterp heeft gefinancierd, dan wel gekocht. Daarmee wordt alle macht in de Zonneterp extreem geconcentreerd. Belangrijke vraag is dan of het belang van de eigenaar overeenstemt met het belang van de bewoners/gebruikers. Als dat niet het geval is, dan mag de grote machtsconcentratie als onwenselijk worden beschouwd.

Niet voor niets kent het Nederlandse rechtssysteem tal van beschermingsmaatregelen die een al te vergaande ‘blote macht’ van de centrale eigenaar beperken. Zodanig zelfs, dat een natuurlijke eigenaar wellicht niet eens in staat zal zijn een duurzaam integraal beheer te voeren. Deze centrale eigenaar zal niet kunnen ontsnappen aan de Segmentatie wanneer de Zonneterp-bebouwing individuele bedrijven of huishoudens huisvest. Iedere eenheid zal bescherming genieten. Zoals de vrije keuze van nutsleverancier en instelling van tariefplafonds.

> Gemeenschappelijk eigendom

In het geval dat belangen van eigenaar, bewoners en gebruikers samenvallen, boet het argument tegen machtsconcentratie in aan kracht. De aandacht komt dan meer te liggen op de structuren voor besluitvorming en overleg.

Het Nederlandse zakenrecht kent twee rechtsfiguren voor gemeenschappelijk eigendom¹²: de Mandeligheid en het Appartementsrecht. De Mandeligheid betreft de gemeenschappelijke eigendom van een ongedeelde zaak, terwijl het Appartementsrecht nu juist primair de splitsing beoogt van de gemeenschappelijke zaak in afzonderlijke appartementsrechten.

Bij Mandeligheid kan een regeling voor beheer en besluitvorming worden overeengekomen. Bij het Appartementsrecht is een dergelijke regeling zelfs voorgeschreven. Bovendien voorziet het Appartementsrecht in een afgescheiden vermogen en verplicht lidmaatschap van de eigenaren van de VvE (Vereniging van Eigenaren); zaken die voor een integraal beheerde Zonneterp wenselijk zijn.

¹² Verder is er de goederenrechtelijke rechtsfiguur van de Gemeenschap. Deze kent echter de mogelijkheid dat na vijf jaar iedere deelgenoot scheiding en deling kan vorderen, hetgeen niet wenselijk is voor een zakenrechtelijke gemeenschap.

Wanneer de Zonneterp bestaat uit afzonderlijke woningen, is regeling via het Appartementsrecht te zwaar. Het brengt veel overbodige ballast, en wellicht een complexe constructie van meerdere verenigingen die onderling verbonden zijn. Regeling via Mandeligheid heeft weer het nadeel dat dit louter de ongedeelde gemeenschappelijke zaken betreft. Bovendien is via de Mandeligheid het lidmaatschap van een beherende vereniging niet bindend voor te schrijven.

> Condominium

In de Nederlandse situatie zal een gemeenschappelijk eigendom en integraal beheer van de Zonneterp leiden tot een complexe constructie van verschillende rechtsfiguren en overeenkomsten met meerdere partijen. Deze gekunsteldheid zal de overzichtelijkheid en betrokkenheid bij beheer en besluitvorming niet ten goede komen.

Angelsaksische rechtssystemen hebben in de loop der jaren¹³ rechtsfiguren ontwikkeld die meer zijn toegesneden op integraal beheer en bestuur van woongebieden, veelal aangeduid als 'Condominium'¹⁴. De 'Condominiums' voorzien in gereguleerd eigendom dat mede ongedeelde gemeenschappelijk bezit kan omvatten. Het integrale beheer is de taak van de 'Association', veelal een vertegenwoordigend orgaan, dat haar bevoegdheden ontleent aan de 'Declaration' van de condominium. Dit is een geregistreerde verklaring waarin de 'covenants' en 'restrictions' voor iedereen kenbaar zijn opgenomen en gedeponereerd.

> Gereguleerde eigendom

Via de 'covenants' en 'restrictions' kunnen rechten en verplichtingen aan de grond worden gebonden. In Nederland is dit slechts in beperkte mate mogelijk. De meest voorkomende methode om bepalingen aan de grond te binden, is de eeuwigdurende erfpacht. Onzeker is echter tot hoever deze reglementen mogen gaan. In de literatuur wordt aangenomen dat geen verplichtingen aan de grond zijn te binden anders dan de verplichting om iets te dulden of niet te doen.

Verdergaande verplichtingen die te maken hebben met de huishouding van de Zonneterp, zijn via de Erfpacht niet aan de grond te binden. Toch zou een dergelijke regeling voor de continuïteit en bedrijfszekerheid van de Zonneterp gewenst zijn. Zeker wanneer wordt gestreefd naar optimale en reële kringloopsluiting.

Voor de omliggende bebouwing zou het zware instrument van het Appartementsrecht en de Vereniging van Eigenaren van stal kunnen worden gehaald. Bovendien kan daarbij worden gewerkt met een hiërarchie van ondersplitsing en kwalitatief lidmaatschap van een overkoepelende vereniging. Maar dat is een zware constructie die veel bestuurlijke en formele ballast oplevert.

¹³ In de VS sinds de jaren zestig van de vorige eeuw.

¹⁴ De 'condominium' is terug te voeren op het Romeinse recht en betreft de 'vrije mede-eigendom'.

> Ruimtelijke werking¹⁵

De mogelijkheden om rechten en verplichtingen te binden aan de ondergrond is een heikel punt in het vastgoedrecht. In de literatuur worden suggesties gedaan voor introductie van de gereguleerde eigendom. In dat geval zouden bij een ontwikkeling kwalitatieve verplichtingen, rechten en restricties aan de grond kunnen worden gebonden. Wellicht zelfs met een werking die intact blijft ondanks faillissement, executie of opheffing van de VvE.

Deze figuur zou goede dienst bewijzen bij ontwikkelingen met meerdere belanghebbenden. Het zou betrokkenen een heldere situatie bieden waarin ieder zijn rechten en verplichtingen op eenvoudige wijze kan kennen. Daarmee zou het voor de Zonneterp de ideale figuur zijn, die de privaatrechtelijke regeling van een Integrale kringloop-sluiting eenduidig en helder kan voorzien.

Ook voor gemeenten zou een dergelijke rechtsfiguur perspectief bieden. Het zou hen de mogelijkheid verschaffen om duurzaam sturing te geven aan de kwaliteit van de gebouwde omgeving. Een sturingsmogelijkheid die thans nog wordt gemist.

> Eigendom in bedrijfsvorm

In het verleden hebben verschillende vastgoedinitiatieven hun toevlucht gezocht tot rechtsvormen als coöperatieve vereniging en naamloze vennootschap. Op die manier kunnen mensen en kapitaal worden verzameld en kan de besluitvorming worden gereguleerd. Maar deze rechtsfiguren zijn niet specifiek voorzien op de eigendom en exploitatie van vastgoed. En om ze daar wel geschikt voor te maken, moeten ze worden aangevuld met tal van regelingen, afspraken en constructies, wat ten koste gaat van de eenvoud en overzichtelijkheid.

Rechtsvorm en organisatiestructuur

Optimaal: 'condominium'

- Gereguleerde eigendom
- dat mede ongedeeld gemeenschappelijk bezit kan omvatten.

Cruciale aandachtspunten

- Eenvoud en betrokkenheid;
- Afgescheiden vermogen;
- Verplichte deelname;
- Overlegstructuur.

¹⁵ In juridische termen wordt hier bedoeld: goederenrechtelijke werking. Gekozen is voor de term 'ruimtelijke werking' wegens het meer beeldende karakter van die aanduiding. Bovendien verraadt het iets van de mogelijkheid die het overheden zou bieden bij gronduitgifte. Langs privaatrechtelijke weg kunnen zaken worden vastgelegd die thans niet via bestemmingsplan of exploitatieverordening kunnen worden geregeld.

7.2 Economisch nut

De Zonneterp levert aanzienlijke economische voordelen. Zo is de prijs van warmte (voor verwarming) nihil. En de prijs van elektriciteit kan zelfs negatief zijn. De warmte wordt betrokken van de zon. En de elektriciteitsproductie kan zichzelf terugverdienen door gft-verwerking en CO₂-levering aan de kas.

Aan wie het profijt ten goede komt, hangt nauw samen met het gekozen ontwikkelingsmodel en de bijbehorende zeggenschaps- en financieringsstructuur.

> Integratie

Bij Integratie komt het profijt ten goede aan de gehele Zonneterp-gemeenschap. Voorwaarde is wel dat de Zonneterp wordt opgezet als een gemeenschappelijk bezit met onverdeelde elementen. Dat vergt dat de financiering van het geheel - op termijn - gespreid wordt over de ingezetenen. Voor bewoners zou een optimale situatie worden bereikt wanneer de gemeenschappelijke voorzieningen fiscaal als onderdeel gelden van de eigen woning. Hypotheekrente is dan fiscaal aftrekbaar, wat het draagvlak voor economisch mede-eigendom vergroot. Dat zou een sterke impuls geven aan de betrokkenheid van de ingezetenen bij het functioneren van het kringloopcomplex. Het profijt komt dan voor hun conto.

Integratie is niet alleen het ontwikkelingsmodel dat kan leiden tot reële kringloopsluiting. Het is tevens het model met het grootste economische profijt, verdeeld over degenen die er het meeste belang bij hebben: de ingezetenen van de Zonneterp.

> Segmentatie

Bij Segmentatie komt het profijt ten goede aan de maatschappijen die de nutsdiensten leveren. Aan de eindgebruikers kunnen ze marktconforme prijzen berekenen, die los staan van de kostprijs. Zo wordt in de (ontwerp-)warmtewet het tarief voor warmtelevering aan kleinverbruikers gekoppeld aan de prijs van verwarming op basis van gas.

Wanneer de gecombineerde productie van biogas, elektriciteit en CO₂ bij een energiebedrijf in handen is, komt dit bedrijf over meerdere inkomstenbronnen te beschikken. Ook hier kunnen telkens marktconforme prijzen aan eindverbruikers in rekening worden gebracht. De tuinder betaalt voor CO₂ en nutriënten. En alle ingezetenen van de Zonneterp (inclusief de tuinder) betalen voor elektriciteit en warm water. De inkoopprijs van gft is in de huidige markt negatief.¹⁶ Dus zelfs aan de inkoopkant zou door het energiebedrijf worden verdiend.

> Integratie vs Segmentatie

Voorgaande summiere schetsen illustreren een belangrijk verschil in de effecten tussen Integratie en Segmentatie. Bij Integratie plukken de eindverbruikers de vruchten van de kringloopvoorzieningen. Hun kosten voor elementaire nutsvoorzieningen zijn laag, en in bepaalde situaties mogelijk zelfs nihil. Tegelijkertijd zijn ze bewust en maximaal

¹⁶ In het basisontwerp van de Zonneterp is rekening gehouden met een gate fee voor externe gft van -50 €/ton.

betrokken bij de kringloopsluiting en de ecologische economie van het geheel. Dit is vanuit maatschappelijk, economisch en ecologisch oogpunt veruit het meest wenselijke scenario. De grootste winst zit in betrokkenheid, verdeling van welvaart en preventie. Bij Segmentatie worden ook voordelen bereikt, maar van een geheel andere orde. Hier is het louter de techniek die ecologische voordelen moet bieden. Voor de eindgebruikers verandert er weinig. Het economisch profijt cumuleert bij de partijen die de initiële investeringen doen en de leveranties garanderen. Op zich dient dat ook een goed doel. Want zonder initiële investeringen en technologisch pionierswerk komt de Zonneterp nimmer tot stand.

7.3 Financiering

Bepalend voor het ontwikkelingsmodel is de financiering van de Zonneterp. Zo zal financiering door energiebedrijven leiden tot Segmentatie. En financiering door een tuinder zal wellicht leiden tot Coëxistentie. De kringloopfuncties voor de omliggende bebouwing gelden voor hem als neveninkomsten. Hoofdmotief zal zijn de kostenbesparing in de eigen primaire bedrijfsvoering.

In het geval van Segmentatie zal sprake zijn van een zo gewoon mogelijk ontwikkelingsproject, waarin de nutsleverancier bijzondere voorzieningen treft. In het geval van Coëxistentie zal sprake zijn van één dominante speler die het kringloopcomplex primair opzet vanuit de eigen bedrijfsvoering, en in aanvulling daarop eventueel nutsdiensten levert aan omliggende bebouwing. In beide gevallen ligt het profijt van het complex bij één of enkele partijen, omdat zij ook de financieringslasten en -risico's voor hun rekening nemen.

Voor Integratie zal een andere financieringsconstructie gevonden moeten worden. Daarbij valt te denken aan:

- Opzet van een vastgoed-CV, waarin stille vennoten de initiële investeringen voor hun rekening nemen. Door geleidelijke verkoop van delen van het vastgoed aan eindgebruikers wordt voor deze vennoten de 'exit' voorbereid. In de tussentijd ontvangen zij revenuen uit de exploitatie van het kringloopcomplex.
- Participatie door een woningbouwvereniging, die voorziet in een duurzame woonomgeving met bijzondere kwaliteiten.
- Participatie door de overheid wat betreft de onrendabele top en de bijzondere waarden van het complex voor duurzaamheid en innovatie.
- Voorfinanciering door een vooraf georganiseerde groep van eindgebruikers.

Het hiervoor geschetste beeld is allerminst uitputtend. Het dient enkel als opstart en referentiekader voor verdere gedachtevorming. Per situatie met potentieel belangstellende overheden, grondeigenaren en eindgebruikers zal de meest passende constructie ontworpen moeten worden.

7.4 Organisatie van het beheer

Bij Segmentatie is de organisatie van het beheer een interne aangelegenheid van de maatschappijen die het economisch profijt hebben van de kringloopvoorzieningen. De bewoners zijn enkel afnemers, die bovendien – waar mogelijk – keuzevrijheid behouden wat de leveranties betreft. Ook bij Coëxistentie zullen bewoners keuzevrijheid moeten behouden. Er is immers sprake van leverantie door een partij – buiten henzelf – aan wie in het Nederlandse systeem geen al te grote machtspositie wordt vergund. In beide ontwikkelingsmodellen is het beheer derhalve geen zorg voor de Zonneterp maar voor de afzonderlijke ondernemingen die – een deel van - de exploitatie van de kringloopprocessen op zich nemen.

Bij Integratie is het beheer wel een zorg voor de Zonneterp als geheel. Dat werpt primair de vraag op naar de financiering van dat beheer van de gemeenschappelijke voorzieningen. Aangenomen wordt dat het beheer de nodige personele capaciteiten zal vergen. Enkele personen komen in vaste dienst van de Zonneterp. Bovendien moeten reserves worden opgebouwd voor onderhoud en vervanging.

Elementaire uitgangspunten voor het beheer zijn:

- a. Dat dit kostendekkend is;
- b. Dat de gedane investeringen binnen redelijke tijd kunnen worden terugverdiend.

In het basisontwerp voor de Zonneterp worden beide waargemaakt. Niet alleen blijken de kosten van beheer goed te dekken uit de exploitatie. Op basis van 2 hectaren kas en 200 woningen is bovendien berekend dat de terugverdientijd van de kringloopvoorzieningen – inclusief rente op investeringen – rond de 3 jaren kan liggen. Daarbij is uitgegaan van tal van aannamen, waaronder:

- De opbrengst van teelt in de kas wordt toegerekend aan de Zonneterp. De kas is dus geen zelfstandig bedrijf, maar een dienstbaar onderdeel van de Zonneterp.
- Gift wordt van buiten ingetrokken voor de productie van biogas.
- Algehele milieu- en rioolheffingen worden aanzienlijk gereduceerd.
- Voor duurzame energieproductie worden subsidies ontvangen.
- De jaarlijkse kosten van initiële investeringen (inclusief de kas), beheer, onderhoud en vernieuwing liggen op ongeveer EUR 600.000,--.

Bij een terugverdientijd van ongeveer 3 jaren worden de voordelen die het kringloop-complex biedt, toegerekend aan de Zonneterp. Bovendien maakt de kas integraal onderdeel uit van de gemeenschappelijke bedrijfsvoering. Bewoners zijn niet duurder of goedkoper uit dan normaal. Wel zijn ze na 3 jaren gezamenlijk eigenaar van de kringloopvoorzieningen inclusief kas, waarna op het beheer zelfs winst kan worden gemaakt.

De terugverdientijd zou ook kunnen worden verlengd. Bijvoorbeeld tot 10 of 20 jaren. Dat zou zich goed verhouden tot een opzet waarbij de initiële financiering door een vastgoed-CV wordt opgebracht. In dat geval zouden de bewoners per saldo lagere kosten hebben aan de nutsvoorzieningen. Bovendien zou participatie in de CV voor stille vennoten aantrekkelijk kunnen worden gemaakt als langlopende groene belegging.

Daarbij ontstaat financiële ruimte voor de overige bijzondere voorzieningen die bij het kringloopcomplex komen kijken, zoals energietechnische maatregelen in de woningen en verdere innovaties in de kringlopen.

7.5 Recirculatie

Gesloten kringlopen zijn kwetsbaar. Recirculatie van stoffen doet vervuilingen ophopen. Zwakke schakels brengen grotere risico's in gesloten kringlopen dan in gangbare processen. Dat heeft een positieve kant: de ingezetenen hebben een tastbaar en reëel belang om bewust en zorgvuldig te werk te gaan. De inrichting is in wezen een eigen kunstmatig ecosysteem. Wellicht is het gevolg dat minder vanuit normen en meer vanuit inzicht en betrokkenheid kan worden gestuurd.

De risico's van ophoping en vervuiling vragen expliciet de aandacht binnen de Zonneterp. Enerzijds uit zich dat in toepassing van de nodige meet- en regeltechnieken in de kringlopen. Anderzijds in acceptatie van bepaalde gebruiksvoorschriften en –restricties. Zo zullen geen chloorhoudende schoonmaakmiddelen mogen worden gebruikt.

Ecologische teelt wordt wellicht een vanzelfsprekendheid in de Zonneterp. Tuinder en bewoners zullen zich bewust moeten zijn deel uit te maken van de kringlopen. Vervuilingen en verstoringen hebben een direct en merkbaar effect. De kringloop kan komen stil te vallen. Wat – bij toepassing van de nodige fall-back-voorzieningen - niet zozeer uitval van nutsvoorzieningen betekent. Maar wel een directe toename van kosten.

De belangrijkste instrumenten om de kringlopen zuiver te houden, liggen in de preventiesfeer. Door bewustwording bij bewoners en gebruikers van schadelijke activiteiten en van de gevolgen die deze hebben voor de economie van het kringloop-complex.

Voorbeelden van hulpmiddelen daarbij zijn:

- Gemeenschappelijke inkoop van niet-schadelijke (schoonmaak)middelen;
- Real-time presentatie van de kringloopprocessen en meetwaarden via een intranet.

Maar de beste wijze om ingezetenen te betrekken bij de kringloopprocessen, is wellicht de bewoners belanghebbend te maken bij het financiële wel en wee. Dit kan via mede-eigendom, of anders door ze ten minste mee te laten delen in de economische voordelen van de kringloopsluitingen. En ook – wanneer er storingen optreden – in de kosten daarvan.

Deze gezonde belangenvervlechting wordt bereikt wanneer het Integratiemodel wordt gevolgd. In het Segmentatiemodel is deze situatie daarentegen nauwelijks denkbaar. Daar blijven de nutsleveranciers verantwoordelijk, en bovendien gebonden aan marktconforme prijsniveaus. Bewoners zullen dan weinig merken van de efficiëntie van de kringlopen, en evenmin van eventuele verstoringen. Ook niet wanneer deze het gevolg zijn van hun eigen (on)zorgvuldigheid.

8 Doelgroepen

Bewustwording en preventie blijken belangrijke thema's voor de organisatie en het beheer van de Zonneterp. Zeker wanneer het Integrale ontwikkelingsbeeld wordt gevolgd. Dan richt de Zonneterp zich op een speciale doelgroep: mensen die ervoor kiezen om actief betrokken te zijn in de ecologische en economische systemen van het kringloopcomplex.

De verschillende ontwikkelingsbeelden leveren hier weer verheldering. Bij Segmentatie richt de Zonneterp zich op algemene doelgroepen. De inzet is om de ingezetenen zo weinig mogelijk te laten merken van de bijzondere voorzieningen. En bovendien een normaal comfort te bieden. Dat contrasteert met Integratie, waar de inzet is gericht op maximale betrekking van de ingezetenen, die er vrijwillig en bewust voor kiezen deel te zijn van de kringlopen.

8.1 Bewoners

De mate waarin doelgroepen te interesseren zijn, is een determinerende factor voor de schaal en haalbaarheid van een Integrale Zonneterp. Dat levert een interessant verschil met gewone projectontwikkeling. Die levert productie voor 'de woonconsument', eventueel nog gedifferentieerd naar locatie en financiële draagkracht. Maar daarmee is de rek wat betreft doelgroeporiëntatie er wel uit.

De Zonneterp vraagt om een gedifferentieerdere aanpak. Er wordt een bijzonder product geleverd voor een bijzondere doelgroep. Misschien is het iets minder courant op de algemene markt. Tegelijkertijd is het voor de doelgroep van extra waarde. De Zonneterp biedt praktische voordelen en een eigen uitstraling en sfeer. De projectontwikkeling begint derhalve niet met buizen en stenen. Maar met gevoel voor de doelgroep, zoals merkproducenten al jaren gewoon zijn om te doen bij ontwikkeling en marketing van hun producten.

Bij de grootste mate van Integratie is de Zonneterp-bewoner niet enkel consument, maar ook belanghebbende en producent. Dat vraagt ook integratie aan de menselijke kant. Er moet worden samengewerkt en gezamenlijk verantwoordelijkheid worden genomen. Dat gaat niet vanzelf. Het vraagt om bewuste samenstelling en moderatie van de bewonersgroep. De ingezetenen zullen niet alleen moeten kiezen voor deelname in de kringloop, maar ook voor samenwerking en gezamenlijke verantwoordelijkheid. In het ideale geval zal de belangstellende bewonersgroep zichzelf voorafgaand aan vestiging reeds beginnen te organiseren. Niet alleen zou dit de ondernemingsrisico's van de ontwikkeling verminderen. Ook zou dit het financiële draagvlak voor de Zonneterp significant vergroten.

Doelgroeporiëntatie biedt ook commerciële voordelen. Bepaalde eigenschappen van het project, die in het algemeen als nadeel worden beschouwd, kunnen voor een specifieke doelgroep juist toegevoegde waarde bieden. Zo zijn nadelen om te zetten in voordelen, en beperkingen in bijzondere kwaliteiten.

Waarom wonen in een Zonneterp?

- Leven in een groene en veilige leefomgeving;
- Meer betrokkenheid bij de leefomgeving;
- Actief bijdragen aan een beter milieu;
- Bewustwording van kringlopen;
- Genieten van economisch profijt.

Maar welke beperkingen biedt de Zonneterp eigenlijk? Wanneer we de uitkomsten van de Nationale VROM-enquête van januari 2005 tot uitgangspunt nemen, lijkt het er eerder op dat de Zonneterp uitstekend voldoet aan de algemene wensen van 'de woonconsument'. Als belangrijkste woonwensen worden in die enquête genoemd:¹⁷

Betaalbaarheid woningen	61%
Fysieke leefomgeving	52%
Veiligheid in de buurt	52%
Sociale leefomgeving	48%
Gezondheid	45%
Natuur en recreatie	43%

Zeker wanneer wordt gekozen voor Integratie, is te verwachten dat de Zonneterp op de meeste punten hoog zal kunnen scoren. Integratie vergt immers een grote mate van gemeenschappelijkheid en sociale consistentie binnen de Zonneterp. Bovendien levert het bij uitstek een omgeving waarin natuur en gezondheid centraal staan.

Belangrijk aandachtspunt is de betaalbaarheid van de woning. Deze wordt in grote mate beïnvloed door de grondprijs. Grondprijzen worden in Nederland kunstmatig opgedreven door restrictief overheidsbeleid. Dit verschaft de overheid mogelijkheden om actief te sturen in de richting van een Integrale Zonneterp. Bijvoorbeeld door herbestemming waarbij een grondwaardelift ten goede kan komen aan ontwikkeling en beheer van de Zonneterp.

Een andere factor die de betaalbaarheid beïnvloedt, is de samenstelling van het woningaanbod. Een makkelijke step-in kan helpen: goedkoop binnenkomen en op termijn doorgroeien. Dat vergroot de kans dat voldoende bewoners gevonden worden en vitale bewoners behouden blijven. Bovendien creëert dat verhoudingen waarbij minder eisen worden gesteld en meer wordt meegewerkt. Overigens is het ook zaak te zorgen dat mensen die geen deel meer willen uitmaken van de Zonneterp, vrij makkelijk weg kunnen. De Zonneterp-gemeenschap staat centraal. De woningen zijn daarin faciliterend.

¹⁷ Meer info: <http://www.vrom.nl/pagina.html?id=19365>



Artistieke impressie van 'wonen aan de kas'

8.2 De tuinder

De kas van de Zonneterp is niet alleen een zonnecollector. Ook haar tuinbouwfunctie is van vitaal belang. Alleen door biomassa te produceren, kunnen kringlopen worden gesloten. Bovendien is de kasopbrengst gewenst voor het economisch rendement van de Zonneterp.

Maar productie in de kas vraagt om beheer door een tuinder. Hoe valt deze te interesseren? Verschillende scenario's zijn denkbaar:

> Coëxistentie

De Zonneterp kan ontstaan rondom een tuinbouwbedrijf. De tuinder is dan zelf – mede – initiatiefnemer. Hijzelf maakt de keuze om zijn activiteiten uit te breiden en wegen te vinden om het rendement van zijn bedrijf te vergroten.

> Segmentatie

Ook hier zal de aanwezigheid van tuinders en kassen de aanleiding zijn om zonne-warmte te oogsten en het warmteoverschot te benutten.

> Integratie

Bij Coëxistentie en Segmentatie is de tuinder vanuit de Zonneterp gezien initiatiefnemer, en geen doelgroep. Bij Integratie is dat anders. Dan gaat het zelfstandige tuinbouwbedrijf op in het grotere geheel van de Zonneterp. Het is niet de tuinder die extra inkomsten of nevenactiviteiten zoekt, maar de Zonneterp die voor zijn functioneren behoefte heeft aan een tuinder.

De vraag is of er gekwalificeerde tuinders zijn te interesseren om een dergelijke rol op zich te nemen. En - zo ja - onder welke voorwaarden. Exploiteert hij een zelfstandig bedrijf of is hij in loondienst van de Zonneterp? Dit wordt een interessant onderwerp

bij de haalbaarheidstoets van de eerste Zonneterp-projecten. In de glastuinbouw-sector zijn echter ontwikkelingen te zien die tuinders zouden kunnen motiveren om de beschutting van de Zonneterp te prefereren boven de zelfstandigheid van het eigen bedrijf. Ter illustratie de volgende voorbeelden:

- Het gemiddelde gezinsinkomen in de glastuinbouw is in 2004 ten opzichte van het voorgaande jaar met 40% afgenomen. Volgens het LEI is dit mede het gevolg van toegenomen concurrentie, met name uit Spanje en op lokale exportmarkten. Dat doet wellicht vrezen dat de inkomensdaling structureel is.
- De aardgasprijzen zijn - sinds 2004 - significant toegenomen, wat het rendement van de normale glastuinbouw thans verder onder druk zet.
- De rentabiliteit van Nederlandse glastuinbouwbedrijven nadert de ondergrens. Het gezinsinkomen van 30% van de tuinders was in 2004 zelfs negatief. Gemiddeld lag het inkomen in de glasgroenteteelt op EUR 19.000,--. Het aantal negatieve of zeer lage inkomens (< EUR 25.000) in de sector laat sinds 2001 een constante stijging zien. In 2001 behoorde ruim een kwart van de inkomens tot deze categorie. In 2004 was dit aangegroeid tot meer dan de helft.
- Het aantal glastuinbouw bedrijven is (in 2004 met 5%) gedaald. Het totale areaal van 'glas' neemt overigens minder af. Veel tuinders zijn kennelijk gestopt of buiten Nederland begonnen. En andere bedrijven zijn opgeschaald.
- Reguliere Nederlandse glastuinbouwbedrijven zijn onderworpen aan een jaarlijks in zwaarte en restricties toenemend regime van verantwoording voor en verslaglegging over de milieubelasting van het bedrijf.

De Zonneterp zou tuinders minder zorgen en meer zekerheden kunnen bieden. Bovendien biedt het in de milieu- en rentabiliteits sfeer zelfs oplossingen voor bestaande problemen: de basis voor het rendement wordt verbreed. En de gewasproductie gaat niet meer ten koste van milieuwaarden, maar wordt hier juist dienstbaar aan.

Verder is te verwachten dat de Zonneterp-tuinder aanzienlijke kostenbesparingen kan realiseren. Zo zullen de energiekosten aanmerkelijk lager uitpakken. En bij Integratie is tevens een besparing op de arbeidskosten te verwachten. Dit door inzet van vrijwilligerspools van meewerkende eigenaren/bewoners. Genoemde posten (energie en arbeid) betreffen in het reguliere glastuinbouwbedrijf meer dan 40% van de bedrijfskosten.

Wel bestaan er voor de Zonneterp-tuinder risico's die nog moeten worden afgedekt. Deze houden verband met de nieuwheid van het geheel. Nieuwe elementen waarmee nog ervaring moet worden opgedaan, zijn:

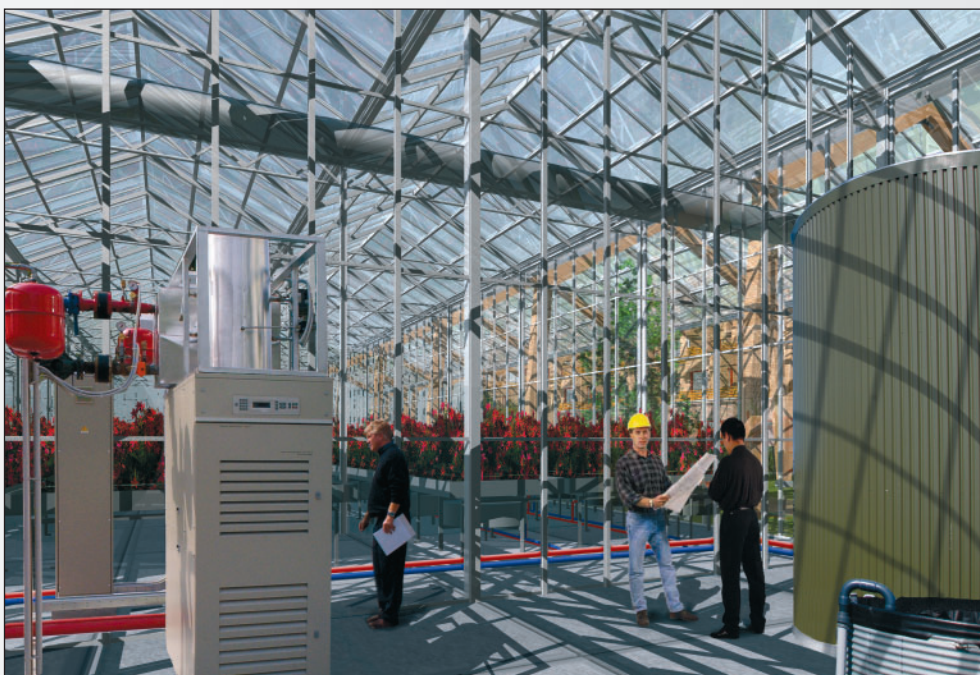
- De kas is gesloten en wordt gedreven bij een hogere relatieve vochtigheid.
- Voor groenbemesting wordt kunstmatig CO₂ gedoseerd. Bekend is dat dit leidt tot hogere productie. Hiermee zal echter allereerst praktische ervaring opgedaan moeten worden.

- Het gebruik van herbiciden kan (en moet) vergaand worden teruggebracht. Hiermee moet ervaring worden opgedaan.
- Door mogelijk hergebruik van condens functioneert het hydroponic systeem op een andere wijze.
- Gezocht moet worden naar de gewassen die optimaal geschikt zijn en die renderen binnen de setting van de E-kas en de Zonneterp.
- Gebruik van de aquifer voor warmteopslag vergt een opwarmperiode van 1-2 jaar. Hiermee bestaat nog nauwelijks ervaring. Gedurende het eerste gebruik zal bijgestookt moeten worden.

Verder gelden er voor de Zonneterp-tuinder beperkingen, zoals:

- Er mag niet worden gesproeid en verneveld;
- Kunstmatige belichting zal in de Zonneterp te hinderlijk of kostbaar gevonden kunnen worden.

De gekoelde kas van de Zonneterp biedt wat de kunstmatige belichting betreft nog een ander perspectief. Een reden waarom de (nachtelijke) lichtuitstraling uit kassen niet wordt afgeschermd, is de temperatuur in de kas. Door de lampen kan het te warm en vochtig worden; zeker wanneer het kasdak wordt afgeschermd. De Zonneterp-kas wordt echter gekoeld en de condens wordt afgevoerd. Hierdoor ontstaat een reële keuze voor kunstmatige belichting, gecombineerd met volledige afscherming van het assimilatielicht.



Artistieke impressie van 'werken in de Zonneterp'

9 Ruimtelijke perspectieven

Het kringloopcomplex kan in tal van ruimtelijke situaties worden geplaatst. Daarbij kan worden gedacht aan planologische contexten zoals 'landelijk gebied' of 'stadsuitbreiding'. Ook valt te denken aan functionele contexten waarbij een samenhang bestaat tussen het kringloopcomplex en specifieke processen in de bijbehorende bebouwing. Belangrijk is dat wordt gezocht naar een locatie waar het kringloopcomplex met zijn specifieke eigenschappen optimaal tot zijn recht kan komen. Daarbij moet rekening worden gehouden met de kansen die de Zonneterp biedt, maar ook met de restricties.

In het navolgende worden ter illustratie de planologische en functionele contexten kort toegelicht. Bovendien wordt kort ingegaan op de aard van de kansen en restricties die voor de Zonneterp gelden, en hoe daarmee om kan worden gegaan.

Planologische contexten

- Nieuwe dorpen;
- Glastuinbouwgebieden;
- Landbouwreconstructiegebieden;
- Grootschalige nieuwbouw en sanering;
- Grootschalige herontwikkelingslocaties.

Functionele contexten

- Wonen in een Zonneterp;
- Kringloopcomplex met ziekenhuis;
- Kringloopcomplex met winkelcentrum.

Kansen en restricties

- Kringloopsynergie;
- Economische synergie.

9.1 Planologische contexten

De planologische context van de Zonneterp is een knooppunt van financiële, commerciële en beleidsmatige belangen. De Zonneterp vergt een investering die moet kunnen worden terugverdiend. Bovendien betekent het een substantieel ruimtebeslag. Alleen voor de kas wordt al rekening gehouden met minimaal 2 hectare. Voor de huidige commerciële glastuinbouw is dat nog aan de lage kant. Voor de lange termijn wordt gerekend met ruimte-reserveringen van 5 tot 10 hectare voor de kas.

De planologische context kan medebepalend zijn voor de financiering van het kringloopcomplex. Zo zou een grondwaardelift kunnen worden benut voor bekostiging van de extra investeringen die voor de Zonneterp moeten worden gedaan.

> Nieuwe dorpen

Een Zonneterp zou kunnen worden opgezet als een 'nieuw dorp'. Een nieuwe hechte kern, in een landelijke omgeving. Bijzonder aan dit nieuwe dorp zou zijn dat het een mix biedt van agrarische en woonfuncties. Dit mogelijk voor een bijzondere doelgroep met een hoge organisatiegraad. Met een dergelijke doelgroep zouden afspraken kunnen worden gemaakt over het voorzieningenniveau. Sowieso kunnen de algemene nutsvoorzieningen beperkt blijven. Een optimaal geïntegreerde Zonneterp voorziet immers zelf in aanleg en beheer van de interne infrastructuur.

Bij een nieuw dorp ligt Integratie als ontwikkelingsbeeld het meest voor de hand. Bij Integratie horen immers een sterke sociale cohesie en grote betrokkenheid van de bewoners bij de algemene voorzieningen.

> Glastuinbouwgebieden

Wanneer de kas tot uitgangspunt dient, ligt het voor de hand de Zonneterp te situeren in een glastuinbouwgebied. Te denken valt aan nieuwe – door Rijk en Provincie aangewezen – gebieden, en oude gebieden die voor woningbouw worden herontwikkeld, zoals bij Utrecht (Vleuten – De Meern) of het Westland.

In de oude gebieden maakt het glas plaats voor grootschalige woningbouw. Wellicht dat in die gebieden draagvlak is om een beetje kas te behouden die dienstbaar is aan de omliggende nieuwbouw.

In nieuwe glastuinbouwgebieden is mogelijk draagvlak om ruimte te reserveren voor woon- en/of werkfuncties die zonnewarmte van de kas afnemen. En die eventueel ook in andere kringloopfuncties met de kassen verbonden worden.

> Landbouwreconstructiegebieden

Beleidsmatig en wettelijk zijn bijzondere regelingen getroffen voor de landbouwreconstructiegebieden. Wellicht dat een Zonneterp ook hier uitkomst kan bieden. Enerzijds zorgt het voor behoud van agrarische functies in die gebieden. Anderzijds brengt het extra draagvlak voor die functies. Bovendien brengt het een vervlechtingen met andere functies, zoals 'wonen' en 'werken'. Als energieproducent, waterzuiveraar en digestaatverwerker zouden de agrarische functies in het kringloopcomplex met de andere functies worden verbonden.

> Grootschalige nieuwbouw en sanering

Grootschalige nieuwbouw- en saneringslocaties kunnen ook goede omstandigheden bieden voor een Zonneterp. Zeker bij zeer grote (VINEX-)ontwikkelingen kan draagvlak bestaan voor bijzondere projecten. Een Zonneterp zou een eigen sfeer kunnen creëren en specifieke doelgroepen kunnen aantrekken. Daarbij zou het de urbane omgeving kunnen verlevendigen met een 'wintertuin' of andere functie in de (be)leefomgeving.

> Herontwikkelingslocaties

Bij herontwikkelingslocaties is de aanwezigheid van bestaande bebouwing en een bestaande grondwaarde vaak een probleem. Veelal is een grondwaardelift nodig om de herontwikkeling te bekostigen. Maar een herbestemming kan weer op andere bezwaren stuiten, zoals natuurbelasting of de noodzaak om een standaard voorzieningenniveau te brengen. De Zonneterp zou hier uitkomst kunnen bieden. Bijvoorbeeld door zelf verantwoordelijkheid te nemen voor het voorzieningenniveau. Dit past immers goed bij de aard van het kringloopcomplex. Dit wordt nog versterkt door de specifieke doelgroeporiëntatie van de Zonneterp. Er kan speciaal worden ingestoken op doelgroepen die de plaatselijke restricties (b.v. centraalstelling van groene waarden) juist als extra kwaliteit beleven. Verder kan hergebruik van bestaande bebouwing ook bij een Zonneterp goed mogelijk zijn.

Een ander probleem bij herontwikkelingen is de versnipperde eigendomssituatie, die in de weg staat bij uitvoering van een integraal herontwikkelingsplan. Ook hier zou de Zonneterp uitkomst kunnen bieden. Door zijn uitgesproken identiteit en onmiskenbare voordelen zou het nieuwe eigenaren naar het gebied kunnen trekken. Zittende eigenaren zouden bovendien om economische redenen kunnen besluiten om mee te doen. Met het kringloopcomplex zijn immers kosten te besparen.

9.2 Functionele contexten

In het basisontwerp is de Zonneterp geplaatst in de functionele context van 'wonen'. Dit omdat 'wonen' een voorspelbaar profiel heeft wat betreft de behoefte aan nutsvoorzieningen. Bovendien is voor bewoners (= eindgebruikers) de toegevoegde waarde van de Zonneterp het grootst. Dat wil echter niet zeggen dat de Zonneterp uitsluitend haalbaar is in combinatie met 'wonen'. De functionele contexten waarin het kringloopcomplex kan worden geplaatst, zijn legio. Als voorbeeld noemen we:

- Kringloopcomplex met ziekenhuis;
- Kringloopcomplex met winkelcentrum.

> Ziekenhuiskeukens leveren een vrij homogene biomassa (swill) voor vergisting. Dat komt de efficiency van biogasproductie ten goede, en levert redelijk homogeen digestaat. In het algemeen geldt: hoe constanter en homogener de stroom, hoe beter het kringloopcomplex kan functioneren.

> Winkelcentra bieden een groot dakoppervlak waarop een kas te plaatsen is. De kas levert warmte aan het centrum. En eventueel kan de kasproductie ter plekke worden afgezet.

Zo zijn er tal van functionele kringloopverbanden te bedenken en verder uit te werken. InnovatieNetwerk is voornemens als vervolg op deze publicatie een klein aantal haalbaarheidsonderzoeken – onder zekere voorwaarden – gedeeltelijk mee te financieren. Belangstellen met concrete situaties en locaties worden daartoe uitgenodigd hun casus voor zo'n haalbaarheidsonderzoek voor te dragen.

9.3 Kansen en restricties

Bij onderzoek naar de haalbaarheid van een kringloopcomplex in een bepaalde context gelden kansen en restricties. Restricties komen voort uit enkele beperkingen die het basisontwerp van de Zonneterp opwerpt. Om de belangrijkste te noemen:

Technische factoren

- De Energieproducerende Kas neemt relatief veel ruimte in de beslag. Is deze ruimte beschikbaar en betaalbaar?
- Het moet ter plaatse mogelijk zijn de warmte op te slaan, bijvoorbeeld in een aquifer. Onderzoek zal per locatie moeten uitwijzen of en zo ja hoe dat ter plaatse mogelijk is.
- Warmteafnemende bebouwing moet functioneel en technisch geschikt zijn voor Zeer Lage Temperatuur Verwarming (ZLTV).
- Afhankelijk van de dimensionering van de elektriciteitsvoorziening, moet rekening worden gehouden met piekopvang. Eventueel moet gebruik worden gemaakt van peakshaving stopcontacten bij grote elektriciteitsafnemers zoals wasmachines en wasdrogers.

Organisatorische en economische factoren

- Het kringloopcomplex vergt – in dit pioniersstadium – de nodige inspanning en aandacht. Is het draagvlak daarvoor aanwezig, zowel in financiële als personele zin (middelen en capaciteiten)?
- Ter voorkoming van vervuiling en ophoping van schadelijke stoffen kunnen restricties gelden ten aanzien van het gebruik van de voorzieningen in het kringloopcomplex. Per geval zal moeten worden bekeken welke dat zijn, en hoe deze kunnen worden geïmplementeerd.
- Het kringloopcomplex richt zich op een zekere doelgroep van een zekere omvang. Is die op een beoogde locatie te vinden dan wel te interesseren om daarheen te trekken?
- Het kringloopcomplex kan niet slagen zonder medewerking op alle overheidslagen. Wordt deze medewerking daadwerkelijk gegeven? Onder welke voorwaarden wel, en in welke situaties niet?

Wanneer de restricties goed worden voorzien, en in het ontwerp zijn ingepast, staat de weg open om de kansen die het kringloopcomplex biedt, te benutten. Er is dan geen sprake van een beperking, maar van toegevoegde waarde. Daarbij valt onderscheid te maken tussen:

- Feitelijke kansen, die te maken hebben met de kringloopsluiting (kringloop-synergie);
- Economische kansen, die te maken hebben met het draagvlak om een kringloopcomplex duurzaam rendabel te maken (economische synergie).

We spreken hier van kringloopsynergie en economische synergie. In het ene geval gaat het erom dat kringloopsluiting technisch mogelijk is. In het andere geval gaat het om het economische profijt van deze kringloopsluiting.

> Kringloopsynergie

De kringloopsynergie wordt bepaald door de wederkerigheid tussen inrichting en bebouwing. Zo biedt in het functionele voorbeeld van een winkelcentrum, het dak van het winkelcentrum ruimte aan de kas. De kas levert op haar beurt warmte aan het winkelcentrum.

> Economische synergie

Economische synergie kan worden bereikt doordat de kosten van interne productie en/of levering lager zijn dan bij betrekking van buiten. Zo zijn de verbruikskosten van warmte en elektriciteit binnen de Zonneterp nihil.

De economische synergie kan echter ook verder reiken dan de interne profijtelijkheid van de kringloopsluiting binnen het complex. Het kan ook gaan om de profijtelijkheid die ontstaat door interactie van het complex met de buitenwereld. Bijvoorbeeld door gift of andere biomassa in te trekken, of door elektriciteit en tuinbouwproducten te leveren.

Ook buiten de primaire kringloopprocessen is economische synergie met de buitenwereld denkbaar. Zo kan het kringloopcomplex bijkomende functies krijgen, bijvoorbeeld in de sfeer van educatie, omgevingsbeleving (wintertuin) of zorg (dagactiviteiten).

Iedere situatie en locatie zal eigen kwaliteiten en kansen bieden. Het is niet de bedoeling van dit rapport hiervan een uitgebreide opsomming te geven. De praktijk zal leren welke combinaties denkbaar en levensvatbaar zijn. Het belangrijkste is dat per geval wordt bekeken welke functies - gegeven de planologische en functionele context - haalbaar zijn en het draagvlak voor het kringloopcomplex vergroten.

10 Van beperking naar voorsprong

Een belangrijk inzicht dat de Zonneterp brengt, is dat beperkingen geen nadeel hoeven te zijn, maar toegevoegde waarde kunnen leveren.

Juist de kwetsbaarheden kunnen sterke punten blijken te zijn. Zo is het succes van de toonaangevende ecologische wijk Eva-Lanxmeer te Culemborg terug te voeren op de ligging nabij een kwetsbaar waterwingebied.

Ontwikkeling was niet mogelijk zonder de 'waterwaarden' in het plan centraal te stellen. En toevallig was dat ook wat de Eva-doelgroep ambieerde. Dat zette aan tot samenwerking en creativiteit. Daarbij werden ongedachte mogelijkheden verkend én benut. Het grondwater bleek niet alleen bescherming te behoeven, maar ook een bron van energie te zijn. En zo werd het waterleidingbedrijf tevens energieproducent. En werd Nederland een grensverleggend ecologisch voorbeeldproject rijker.

De Zonneterp is een voortzetting op de weg van waardecreatie, daar waar in eerste instantie louter beperkingen worden gezien. Dat past in de Nederlandse traditie om nadelen om te zetten in een voorsprong.



Techniek, wind, water en land in Kinderdijk

Uitputting van natuurlijke hulpbronnen is in Nederland niets nieuws. Massale ontbossing en daaropvolgende droogte deden grote delen van het middeleeuwse Nederland veranderen in onleefbare zandwoestijnen. En latere ontginning van de laagveengebieden, leidde al snel tot bodemdalingen die verbouw van graan onmogelijk maakten. Ruim voor dat steenkool de wereldeconomie ging beheersen, bouwden Hollanders een economie op het verstoken van turf. Dit veranderde grote delen van de Lage Landen in meren, waarvan vele in latere eeuwen als polder weer werden drooggelegd.

In de 16^e eeuw werd de 'winnende achterstand' van de Lage Landen voor de wereld waarneembaar. Daling en uitputting van de bodem hadden de Hollanders voor primaire behoeften van import afhankelijk gemaakt. Dit noodzaakte om zelf toegevoegde waarde te bieden en geld te verdienen met export. Het noodzaakte ook om de zee op te gaan, handel te drijven met de Oost-Europese graanschuren, en de eigen visserij uit te bouwen. Voordat de Hollanders de mondiale hegemonie van Spanjaarden en Portugezen durfden te tarten, genoot de Nederlandse vissers- en handelsvloot groot aanzien in de omringende landen.

Al snel volgde de opschaling van de zeevaart en de vele instituties die Nederland de wereld heeft gegeven: de Republiek, verhandelbare effecten, de effectenbeurs en de buitengewoon succesvolle PPS-constructie die met recht wel de eerste multinational wordt genoemd: de VOC.

Zo blijkt Nederland een bakermat voor ingrijpende vernieuwingen die vorm hebben gegeven aan de wereld van vandaag. En waarom zou Nederland niet ook nu – in de 21^e eeuw – weer een ruimte kunnen zijn waar paradigma's verschuiven? Waar nieuwe wegen worden ingeslagen die de manier waarop we werken en waarde creëren op een hoger ontwikkelingspeil brengen?

Vernieuwing is geen luxe maar noodzaak. Ook als we kijken naar de samenhang van stad en land. Het platteland snakt naar economisch draagvlak. En de stedeling naar open ruimte, rust en frisse lucht. Tegelijkertijd wil hij ook het stedelijk comfort van diversiteit en voorzieningen. De politiek twijfelt. Enerzijds zijn de veranderingen niet te stoppen, en in grote mate ook wel gewenst. Anderzijds leeft de vrees voor ongeremde dynamiek die open ruimte en diversiteit zou doen verdwijnen.

Wanneer de noodzaak tot het maken van keuzes zich aandient, wordt in eerste instantie gedacht in problemen en beperkingen. Regels en restricties zijn het resultaat. De Zonneterp toont echter een ander perspectief. Een van kansen, profijt en structurele vernieuwing. Misschien dat de problemen van vandaag in de nabije toekomst allang weer zijn vergeten, druk als we zijn met benutting van de kansen die voor het grijpen liggen.

Legenda Zonneterpimpressie volgende pagina

		Hoofdfunctie	Hoofdsysteem
1.	Woningen		
2.	Condenswateropvang	Drinkwaterzuivering	H ₂ O
3.	Drinkwaterbewerking	Drinkwaterzuivering	H ₂ O
4.	Drinkwateropslag	Drinkwaterzuivering	H ₂ O
5.	Zwartwater reservoir	Energie uit biogas	C, N
6.	Aanvoer externe biomassa	Energie uit biogas	C, N
7.	Vergister	Energie uit biogas	C, N
8.	Biogaszuivering	Energie uit biogas	C
9.	Biogasopslag	Energie uit biogas	C
10.	Microturbines	Energie uit biogas	C
11.	Gaskoeling	Energie uit biogas	C
12.	Warm tapwaterbuffer	Energie uit biogas	H ₂ O
13.	Warmtewisselaars	Koelen en verwarmen	J
14.	Collectief warmteregelsysteem / bronmanagementsysteem	Koelen en verwarmen	J
15.	Koeltoren	Koelen en verwarmen	J
16.	Warme bron	Koelen en verwarmen	J
17.	Lauwe bron	Koelen en verwarmen	J
18.	Koude bron	Koelen en verwarmen	J
19.	Teeltaarde / bodemverbeteraar	Glastuinbouwbedrijf	N, C
20.	Gietwateropslag	Glastuinbouwbedrijf	H ₂ O, N
21.	Gewasproductie (groenten, planten en bloemen)	Glastuinbouwbedrijf	N, C
22.	Vetvang	Waterzuivering	H ₂ O, C, N
23.	Bioreactor	Waterzuivering	H ₂ O, N
24.	Bezinker	Waterzuivering	H ₂ O, N
25.	Ontwatering	Waterzuivering	N, C

Verklaring hoofdsystemen

J(oule) = warmtesysteem
 C = koolstofkringloop
 H₂O = watersysteem
 N = nutriëntensysteem

