

# Landschappen in regeneratieve productie

Vergelijkingen middels data management in boerderij portalen.

## Doelen zijn:

- De zon benutten om CO<sub>2</sub> om te zetten in energierijke biomassa (voedsel, hout en vezels), en om
- minder fossiele energie toe te passen en minder CO<sub>2</sub> uit te stoten, en
- de toenemende CO<sub>2</sub> uitstoot om te buigen naar een afnemende uitstoot (regeneratiedoel1).
- Voedsel, ruimte en habitat bieden voor de levende organismen in het ecosysteem om de afnemende biodiversiteit om te buigen naar een toename (regeneratiedoel2)

Om de doelen te realiseren ontwikkelen het Fonds Natuurinclusieve Streekboerderijen (FNS), boeren en partnerorganisaties een portaal voor iedere deelnemende boerderij. Daarin wordt de nulmeting ingevoerd en wordt van maatregelen de effectiviteit gemonitord. Het portaal en het platform waarop meerdere portalen aangesloten kunnen worden hebben een zodanige capaciteit, dat 100 boerderijen gedurende >10 jaar gemonitord kunnen worden. Toelichting volgt hieronder in drie losse delen, met separaat een dia presentatie.

### -deel1: **Omzetting van CO<sub>2</sub> in energierijke biomassa met zonne-energie**, dias 1-7G.

De CO<sub>2</sub> concentratie in de atmosfeer schommelde lange tijd rond 250ppm, maar neemt sinds 6 jaar toe naar >400ppm en dat heeft voor mensen een nadelige invloed op het klimaat. Door agroforestry te versnellen kan bijgedragen worden aan:

- *de vergroting van de CO<sub>2</sub> vastlegging op de bodem (i12)*
- *vermindering van de CO<sub>2</sub> uitstoot uit productie, verwerking en distributie van voedsel, hout en vezels (i13)*
- *de vergroting van de CO<sub>2</sub> vastlegging in de bodem (i22)*
- *de toename van biodiversiteit in de bodem (i23)*
- *de toename van biodiversiteit op de bodem (i41-42).*

Langjarige veranderingen worden gemeten met de indicatoren i11-42.

### -deel2: **Productstromen en diensten in het boerderij portaal**, dias 11-66P.

De toepassing van zonne-energie en hoeveelheden product per ha wordt geoptimaliseerd in verschillende scenarios/landschapseenheden. Hoeveelheidsdata worden verzameld ten behoeve van:

- *marktproductie van soorten voedsel van meerjarige gewassen (i51)*
- *marktproductie van soorten hout en vezels in hoeveelheden per ha (i52)*
- *uitgifte van CO<sub>2</sub>- en natuurcertificaten in aantallen per ha (i12-i13+i22+i52)*

Langjarige veranderingen worden gemeten met de indicatoren i51-55.

### -deel3: **Doorrekenen van landschap scenarios**, dias 71-74W.

Om scenarios door te rekenen verschuiven de hoeveelheden uit het boerderij portaal naar omzetwaarden in de systematiek van de bedrijfsadministratie.

## Deel1: **Vastlegging van CO<sub>2</sub> in energierijke biomassa met zonne-energie**, dias 1-7G

Lang geleden op de geologische tijdschaal is zonne-energie benut voor een grootschalige reductie van CO<sub>2</sub> in de atmosfeer van ruim 3000 naar 300 ppm in een overeenkomstige vastlegging van energierijke biomassa (kolen, olie, gas, hout en levende organismen op en in de bodem, waarbij de vrije zuurstof in de atmosfeer toenam. Deze verandering bracht meer biodiversiteit en veerkracht in het ecosysteem. En tot 100 jaar geleden schommelde de CO<sub>2</sub>-concentratie in de atmosfeer tussen de 300 en 200 ppm, maar sinds de industriële en groene revolutie neemt de CO<sub>2</sub>-concentratie weer toe (naar 400 ppm in 2018), waardoor kwetsbare levensvormen op aarde (waaronder de mens) bedreigd worden.

Oorzaken van de CO2 toename in de atmosfeer:

- afbraak van bodemleven in natuurexclusieve landbouw
- vervanging van zonne-energie door fossiele energie in productie, verwerking en distributie van voedsel, hout en vezels, waardoor de CO2 voetafdruk van deze processen negatief geworden is.

Ombuiging (regeneratie) is mogelijk door zonne-energie meer te benutten (o.a. middels agroforestry) en minder fossiele energie toe te passen.

Zonne-energie opnemen in de koolstof-cirkel (dia 3G K. Raworth 2017).

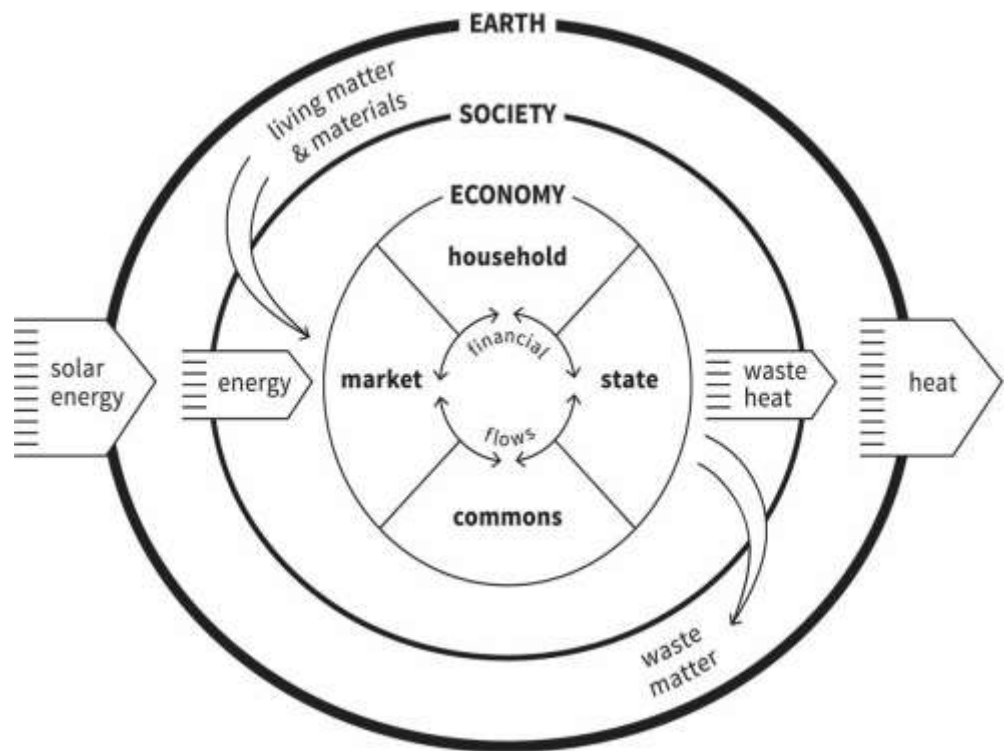
In energie termen gaat het om het reduceren van CO2 in energie rijke biomassa, waarvan een deel in de koolstof cirkel weer gaat oxideren tot CO2; en een ander deel wordt vastgelegd. Op de dia komt de zonne-energie van links in het ecosysteem, waarvan huishoudens in de circulaire streekeconomie onderdeel zijn.

Als de CO2 omzetting/ha toeneemt, dan:

- kan het gebruik van fossiele energie afnemen.
- kan de langjarige CO2-vastlegging toenemen
- komt meer voedsel/ha beschikbaar voor levende organismen
- kunnen biodiversiteit en veerkracht toenemen
- kunnen afval en restwarmte afnemen

Energie-huishouding middels de koolstof-cirkel

3G



**Verlies van biodiversiteit.**

De belangrijkste oorzaak is areaalverlies aan natuurexclusieve minerale monoculturen met toepassing van pesticiden. Sinds begin 1900 neemt het C-gehalte in de bodem af (inmiddels met meer dan 6%) en zorgt de overeenkomstige uitstoot van CO2 in de atmosfeer voor toenemende klimaatproblemen. Al jarenlang is er consensus dat het biodiversiteitsverlies gestopt moet worden, en dat meer CO2 vastgelegd moet worden, o.a. in de bodem en dat de bodem-productiviteit daardoor zal toenemen, maar toepassing van deze principes vindt slechts op kleine (experimentele) schaal plaats, en opschaling verloopt traag.

Een verklaring voor deze traagheid ligt in de (paradigmatische) tegenstelling tussen:

<u>Natuurexclusieve minerale monoculturen</u>	-	<u>Natuurinclusieve organische Agroforestry</u>
Negatieve CO2-voetafdruk	-	Positieve CO2-voetafdruk
Energetisch inefficiënte productie	-	Energetisch efficiënte productie
Biodiversiteit uitschakelen	-	Biodiversiteit benutten
Optimale productie in t/ha van teelten	-	Optimale productie in t/ha van biomassa
Produceren op substraat	-	Produceren op organische bodem
Minerale nutriënten huishouding	-	Organische nutriënten huishouding
Optimalisering productie geselecteerde soorten-	-	Optimalisering biomassa productie alle soorten
Direct curatief ingrijpen	-	Indirecte sturing, preventief ingrijpen
Resultaten binnen een jaar	-	Resultaten na 4 jaar
Statisch labiel evenwicht	-	Dynamisch evenwicht met veerkracht
Lage veerkracht, steriel	-	Hoge veerkracht, vitaal, gezond
Hoog risico	-	Laag risico

## Deel2: Productstromen en diensten in het boerderij portaal

Over toepassing van natuurinclusieve/organische principes en data management op boerderij niveau dient sneller meer kennis ontwikkeld te worden. Daarvoor is een systematisch opgezet data portaal nodig, onderdeel van een platform met meerdere portalen, waarin vergelijkingen in de tijd en tussen boerderijen mogelijk zijn, en waarin tegelijkertijd de unieke identiteit van iedere boer-boerderij combinatie gerespecteerd kan worden.

De boerderij portalen en het kennisplatform zijn dienstbaar aan kennisontwikkeling, planning, monitoring en ondersteuning. Hieronder volgt een model (ter verdere ontwikkeling) in 6 monodisciplinaire kennisclusters:

1. Benutting van zonne-energie om de C-cirkel te sluiten en netto langjarige CO2 vast te leggen
2. Benutting van bodembiodiversiteit om nutriënten beschikbaar te maken
3. Optimaal watermanagement
- 4-6. Optimale landschapsinrichting met ruimte voor spontane en geselecteerde soorten.

In het planningsproces met boeren (dat maanden kan duren) kunnen meerdere scenario's/landschapstypen ontwikkeld en vergeleken worden; ook met andere boerderijen. Voor doorrekening van scenario's dienen ook vragen beantwoord te worden in de clusters 7-9 over verwaarding, planning en monitoring van de stromen van producten en diensten:

- 7-8. Omzet optimaliseren, kosten beperken door kringlopen te sluiten en arbeidsinzet te beperken
9. Planning, monitoring, kennisuitwisseling en regelgeving.

Als een boer met het ondersteunings team tot overeenstemming komt over langjarige samenwerking, dan ontstaan wederzijdse verplichtingen. De ondersteunende partijen zich verplichten om:

- het individuele boerderij portaal te installeren en mede zorg te dragen voor onderhoud en updates
- op het goede moment de goede externe kennis in te brengen
- kennis uitwisseling te faciliteren met andere boerderijen, ketenpartners en kennisinstituten.

De boer biedt toegang tot zijn/haar portaal, tot transparantie en tot kennisdeling o.a. via het platform.

Op basis van deze afspraken wordt een begin gemaakt met de nulmeting, d.w.z. data invoer op de indicatoren die hieronder zijn aangegeven. Met respect voor "de unieke combinatie van een boer met visie op een boerderij in een specifieke streek" wordt de lange termijn visie in kaart gebracht in termen van een stip aan de horizon met een lange weg te gaan; maar ook zoveel mogelijk in streefwaarden op de indicatoren hieronder. Vergelijking van streefwaarden met nulmeting geeft de verandering aan. Bij de jaarlijkse update wordt gekeken of stapjes in de goede richting zijn gezet. Effect van maatregelen wordt vastgesteld. In het voorbeeld op blz. 4 gaat het portaal gedeelte om 17 ha homogeen heggeland op een heterogene boerderij.

Planning monitoring indicatoren: prod. 17ha heggenland 2403	ind	meting in 2022	meting in 2023	hvh verandering
Zonne-energie benutten middels groen oppervlak	i11	200 planten/ha	220 planten/ha	20 pl/ha/jaar
<i>Optimaal CO2 langjarig vastleggen op de bodem.</i>	i12	4 tCO2/ha	13 tCO2/ha	9 tCO2/ha/jaar
<i>Gebruik van fossiele energie en CO2-uitstoot minimaliseren</i>	i13		1 tCO2/ha	-0,1 tCO2/jaar
Netto langjarige CO2-vastlegging optimaliseren	i14			19 tCO2/ha/jaar
pH optimaal maken	i21	pH=4	pH=4	-
<i>C-gehalte in de bodem optimaliseren</i>	i22	270 tCO2/ha	281 tCO2/ha	11tCO2/ha/jaar
<i>Biodiversiteit in micro-organismen in de bodem stimuleren</i>	i23		1122 soorten	
Habitat voor grotere bodemorganismen (wormen) creëren	i24	1 worm	5 wormen	
Hoogte heggen optimaliseren: meer luwte, betere waterhuishouding	i31	hoogte 1,5 m.	hoogte 1,7 m.	20 cm groei
Strookbreedte optimaliseren om optimaal profijt te hebben van luwte.	i32	20 m.		-
<i>Biodiversiteit in spontane soorten organismen (vogels) stimuleren</i>	i41	40 vogelsoorten	44 vogelsoorten	+4 soorten
<i>Insectenwereld stimuleren en invasieve soorten beheersen</i>	i42	6 soorten plaagbestrijders	8 soorten plaagbestrijders	
<i>Meerjarige gewassen selecteren op hvh voedselproducten naar de markt</i>	i51			-
<i>Hout- en vezelgewassen selecteren op hvh producten naar de markt</i>	i52			
Eenjarige gewassen selecteren op inpassing in gewasrotatie	i53			
<i>Diersoorten</i> afstemmen op draagvermogen en handhaving open ruimten	i55			
Boerderij inrichting draagt bij aan biodiversiteit en TW				-
TW samenstelling 17+7=24 ha gemengd bedrijf berekenen.		Waarden 2022	waarden in 2023	% verandering
hvh voedsel van meerjarige planten naar de markt (i51) verwaarden	i71	100 €/ha/jaar	105 €/ha/jaar	5
hvh hout en vezelproducten naar de markt (i52) verwaarden	i72	0		
hvh producten van éénjarigen naar de markt (i53) verwaarden	i73	1000 €/ha/jaar	1010 €/ha/jaar	1
hvh CO2-vastlegging (certificaten) naar de markt (i14) verwaarden	i74	1615 €/ha/jaar	1615 €/ha/jaar	
totale grondgebonden heggenland-waarden/ha * 17 ha		2715€/ha*17ha	2730€/ha*17ha	1
totale gonggebonden voedselbos-waarden/ha * 7 ha			2325 €/ha*7ha	
totale gonggebonden boerderij waarden op 24 ha			46.410+16.275	
hvh dierlijke producten naar de markt (i55) verwaarden	i75	5000 €/jaar	5100€/jaar	2
Verwaarden van overige producten naar de markt	i76	1000 €/jaar	1100€/jaar	10
totale boerderij omzet				
Kosten beperken en productie afstemmen op de vraag	i78	15.000 €/jaar	15.000€/jaar	
Toegevoegde waarde op de boerderij				
Jaarlijkse arbeidsinzet beperken door <i>samenwerking, werktuigen, enz.</i>	i79	3000 uur/jaar	3000 uur/jaar	

### Indicator metingen en data management.

De verwachting is dat de metingen op de *veranderings indicatoren* i12-13, i22-23, i41-42 en i51-52 centraal zullen staan in de planning en monitoring van veranderingen tussen peildata; en dat de overige indicatoren een meer statisch en verklarend karakter hebben, waarbij de absolute waarde belangrijk is. Bij de veranderings indicatoren staat de meetmethode centraal. Gegevens daarover worden opgeslagen in het portaal (o.a. over bodem bemonstering).

### CO2-omzetting in voedsel, hout en vezels op de bodem, i11-12 en dia 11P

Zonne-energie wordt benut om CO2 uit de atmosfeer om te zetten in energierijke biomassa volgens de fotosynthese formule:  $Energie + 6CO_2 + 6H_2O \rightarrow C_6H_{12}O_6 + 6O_2$ . De CO2-omzetting neemt toe met het groene oppervlak en daarvoor is o.a. het aantal houtige planten per ha een indicator (i11). Naast het aantal houtige planten zijn er indicatoren voor de stroom van biomassa uit het fotosynthese proces. Daarvan wordt:

- een deel snel (jaarlijks) weer verteerd/verbrand tot CO2; dan is de cirkel weer rond.
- een deel *langjarig vastgelegd op de bodem (i12)*, waardoor de CO2-vastlegging toeneemt.
- een deel *langjarig vastgelegd in de bodem (i22)*, waardoor de CO2-vastlegging toeneemt.

### Broeikasgassen en langjarige CO<sub>2</sub>-vastlegging, i12-14 en dias 12-13P

Om op streekniveau de netto CO<sub>2</sub> uitstoot ten gevolge van fossiel energiegebruik (i13) naar nul te brengen dient de resterende CO<sub>2</sub>-uitstoot gecompenseerd te worden door producenten met een positieve CO<sub>2</sub>-voetafdruk, die o.a. gerealiseerd kan worden door Agroforestry boeren.

De CO<sub>2</sub>-voetafdruk wordt gedefinieerd als de som van:

- de CO<sub>2</sub>-vastlegging op de bodem (i12), waar de CO<sub>2</sub>-uitstoot (i13) van afgetrokken wordt
- de CO<sub>2</sub>-vastlegging in de bodem (i22)
- de C-onttrekking in hout en vezels voor langjarige toepassingen (i52)

$$\underline{\text{CO}_2\text{-voetafdruk: } i12 - i13 + i22 + i52 = i14}$$

### pH en schimmel-bacterie verhouding, i21 dia 21P

Om minerale N-verbindingen om te zetten in organische N-verbindingen (o.a. eiwitten) zijn de schimmel- en pH-ontwikkeling belangrijk. Bij een pH (streefwaarde) van 6,4 zijn de anionen (N P S) en de kationen (Ca Mg K Na) in evenwicht en kunnen minerale nutriënten worden gebonden aan humus complexen en vastgelegd in het bodemleven dat in de humuslaag actief is, en dat snel kan toenemen in een agroforestry omgeving.

Door de toename van het humus gehalte neemt ook het (water-) vasthoudend vermogen toe; en verhoging van het humus gehalte voorkomt verzuring. Voor optimale verhoging van het humus gehalte is de selectie van meerjarige gewassoorten op de bodem belangrijk: Es, esdoorn en linde hebben kalkrijk blad en groeien goed op wat rijkere gronden. Berk en lijsterbes zijn alternatieven voor armere gronden. In armere bodems zijn mycorrhizale schimmelsoorten extra belangrijk. Zij hebben met hun mycelium een veel groter bereik en absorptie oppervlak dan boomwortels. Maar verzuring en een overmaat aan stikstof zijn ongunstig voor mycorrhizale soorten. Dia afkomstig van A. de Jong in vakblad natuur bos en landschap 201511.

### Micro-organismen in de bodem en bodemkoolstof, i2-23 en dias 22-23P

Middels jaarlijkse bodembemonstering worden *het C-gehalte van de bodem (i22) gemeten en het aantal soorten schimmels (i23)*. Het C-gehalte kan op zand en kleigronden variëren tussen 1 en 12%. Om het op 1 ha 1% omhoog te brengen is  $100\text{m} \times 100\text{m} \times 0,3\text{m} \times 1\% = 30\text{m}^3$  koolstof nodig, ofwel 48 ton koolstof (soortelijk gewicht C=1,6); ofwel  $48 \times 3,67 = 176 \text{ tCO}_2/\text{ha}$ . In het rekenvoorbeeld op blz. 11 wordt berekend dat 58 tCO<sub>2</sub>/ha/jaar vastgelegd kan worden in de bodem. Dus zouden 3 jaar nodig zijn om het C-gehalte 1% omhoog te brengen. Deze cijfers zijn belangrijk, omdat een groot deel van de C-sink bestaat uit biodiverse bodemorganismen, en omdat de bodem biodiversiteit bepalend is voor de totale biodiversiteit. Hieronder volgt een relatieve verdeling van schimmel soorten naar functionaliteit op basis van een bodemmonsters genomen in 2 landschappen op Boer-in-Natuur op 202310-04.

Schimmel analyse 2 percelen	Bam	Heg	op Bamboeperceel en in het Heggenland
<b>relatieve verdeling naar functie</b>	<b>%</b>	<b>%</b>	
Ongedefinieerde Saprotroof	51	42	
Grondsaprotroof	7	13	veel grondsaprotrofen duiden op stabiele omgeving
Strooiselsaprotroof	7	3	
Bladsaprotroof	4	3	
Mest saprotroof		9	
Mosparasiet-saprotroof	12	10	veel plantparasieten duiden op verstoring
Plantpathogeen-saprotroof	6	1	
Plantpathogeen	9	6	
Dierpathogeen	1	2	
Endomycorrhiza	3	6	weinig mycorrhiza soorten in zuurdere bamboegrond
Ectomycorrhiza		5	
	100	100	
aantal soorten	1210	1122	

De metingen zijn gedaan bij een C-gehalte tussen 1 en 2%, en daarbij is al sprake van een hoge biodiversiteit. Op dia 26P worden voorbeelden gegeven van veel hogere aantallen bij een hoger C-gehalte. Aan de hand van functies die schimmels vervullen, kan de soortenverdeling informatie geven over de bodem:

-Op voormalige maisakkers worden weinig Mycorrhizale schimmel soorten gevonden. Zij leven in symbiose met plantenwortels en vergroten de reikwijdte van wortelsystemen in ruil voor suikers. Daarvoor krijgt de plant krijgt (extra) water en nutriënten (N P K) terug. Maar als N P K (in overmaat) toegediend worden, dan hebben de Mycorrhizale schimmels geen functie meer en sterven af.

-In de biodiverse bodemwereld zijn de parasitaire saprotrofen gespecialiseerd in snelle opruiming van andere soorten, die niet (meer) functioneel kunnen zijn als gevolg van b.v. droogte, overbemesting of pesticiden.

Bij verstoringen door zware bodembewerking en toediening van N, P, K en pesticiden neemt de biodiversiteit af, evenals de reikwijdte van wortels (zie linker helft van dia 23P) met als gevolg een afname van nutriënten beschikbaarheid en een snellere uitdroging in droge periode.

Rechts op dia 23P is de grondbewerking minimaal en de bodembiodiversiteit hoog. Toediening van N, P, K en pesticiden is minder nodig. Dia 23P is afkomstig uit Agroforestry Factsheet2 WUR, met meer details. Data over bodemleven kunnen snel wijzigen en jaarlijkse meting (in een vochtige nazomerse periode) wordt aanbevolen.

Eten en gegeten worden, (i24 en dia 24P) geldt voor alle (bodem) organismen. Ieders bestaan hangt af van voedsel-beschikbaarheid en iedereen wordt vroeger of later zelf weer opgegeten door andere organismen. Naast bacteriën en schimmels kunnen ook grotere bodemorganismen functioneel zijn in het productie proces en het aantal wormen in een monster kan gebruikt worden gebruikt als indicator (i24).

C-sink ontwikkeling gerelateerd aan aantallen soorten, dia 25P

Een groot deel van de CO<sub>2</sub> wordt vastgelegd in Soil Organic Carbon (SOC). De veranderingen in SOC lopen parallel met de ontwikkeling van bodemleven. Deze belangrijke ontwikkeling wordt geregistreerd op het dashboard van het boerderij portaal. Na 3 jaar ontstaat duidelijkheid over ontwikkelingen van C-gehalte en het bodemleven, aangegeven met verschillende kleuren voor de belangrijkste functionaliteiten (dia 25P). Uit deze lijnen worden trends zichtbaar, waarop maatregelen kunnen worden afgestemd.

Aantallen bodemorganismen en vasthoudend vermogen van de bodem, dia 26P

Gewichten van aantallen micro-organismen per soort staan rechts op de dia in pounds/acre. De som van deze gewichten is gerelateerd aan het percentage organische stof in de bodem, dat varieert tussen 2 en 8%; en dat vervolgens weer relateert aan het watervasthoudend vermogen dat kan verviervoudigen van 21 naar 85%. Om dat hoge niveau te bereiken dient veel CO<sub>2</sub> langjarig in de bodem vastgelegd te worden.

Water regulatie (i31-32 en dia 31P).

Voortbordurend op het belang van watervasthoudend vermogen van de bodem (dia 26P) is het ook belangrijk om de verdamping verlagen en een gunstig microklimaat te creëren op de bodem. Dat kan middels heggen. Dat is winst voor de productie en daarvoor zijn belangrijk:

-de hoogte belangrijk van de heg/bomenrij (i31 in m.). Bomen hoger dan 3 m. zijn lastig om te onderhouden en om van te oogsten.

-de afstand tussen de heggen (i32 in m.). 12m. afstand zou optimaal zijn, mits passend voor de (bewerking van de) teelten op de stroken tussen de heggen.

Maar door heggen kan ook verlies ontstaan door competitie met de gewassen dichtbij de heg. De optimalisatie tussen hoogte, afstand en N-Z oriëntatie komt terug in landschap inrichting (6).

Spontane soorten vinden een goede habitat in heggenland (i41-42 en dias 41-42P)

De combinatie van heggen met bredere open ruimte ertussen is ideaal voor de ontwikkeling van spontane soorten. De *vogeltellingen* (i41) op de Maashorst vormen een 1<sup>e</sup> proxy-indicator voor biodiversiteit op de bodem. Een ander voorbeeld vormen de insecten die vooral goed gedijen in de (strip-mix) heggen en het microklimaat tussen de heggen. Boeren hebben er belang bij om de *aantallen (soorten) plaag bestrijdende insecten* (i42) bij te houden als 2<sup>e</sup> proxy-indicator voor biodiversiteit op de bodem. Natuurorganisaties en imkers werken graag mee om tellingen te organiseren.

## Gewassen selecteren voor Agroforestry landschappen (i51-52, dia 51-52P)

Criteria bij de selectie zijn o.a.:

- de *jaarlijkse stroom van voedselproducten van de meerjarige gewassen naar de markt (i51)*. Data worden vastgelegd in de GewasVoedselmatrix in kg af boerderij per gewassoort en per jaar.
- de *stroom van hout- en vezelproductie van de meerjarige gewassen naar de markt (i52)*. De langjarige CO<sub>2</sub>-vastlegging op de bodem kan verschillen van 8-34 tCO<sub>2</sub>/ha/jaar en is mede afhankelijk van het soort gewas (dia 52P). Data over hoeveelheden worden vastgelegd in de GewasHoutmatrix in kg af boerderij per gewassoort.

Via Agroforestry Netwerk Nederland kunnen online keuzen gemaakt worden in plantensoorten met tips.

## Landschapsplanning en inrichting, dia 61P

Voorafgaande aan landschapsplanning is het nuttig om op historische kaarten te kijken naar heggen-structuren op perceelranden rondom akkers of weilanden, zoals op de dia 61 met de kaart uit 1800 van Slabroek (Boer-in-Natuur). Kennelijk waren boeren toen al overtuigd van het nut van heggen in hun teelten.

## Landschapstypen in Agroforestry, dia 62-64P

Onderscheid wordt gemaakt in o.a. voedselbos en rijenteelt (heggen) met stroken grasland of akkerbouw ertussen; bij voorkeur met etagebouw langs bosranden en heggen vergroot de fotosynthese en optimale strookbreedte. Bij een heg hoogte van 3 m. met N-Z oriëntatie zal de optimale strookbreedte waarschijnlijk tussen 12 en 24 m.

## Efficiëntie in aanplanten, onderhouden, monitoren en oogsten, dias 65-66P.

Bij selectie van soorten en landschapsplanning dient rekening gehouden te worden met o.a.:

- efficiënte landschapsinrichting
- rijen en soorten in de rij in kaart te brengen en in het boerderij portaal in te voeren
- gebruik van geotracking bij aanplant,
- meerdere handelingen in één plantgang gecombineerd worden
- optimale productie van energierijke biomassa en langjarige CO<sub>2</sub>-vastlegging. Daarover volgt een toelichting op blz. 10 en 11.

## Landschap biodivers inrichten op CO<sub>2</sub>-vastlegging, schema op blz. 11.

Optimale CO<sub>2</sub>-vastlegging is één van de criteria bij landschapsinrichting. Om de hoeveelheid CO<sub>2</sub>, die in 20 jaar vastgelegd kan worden in te schatten worden begin- en eindsituatie vergeleken in verschillende landschappen:

- Kaal akkerland (bovenzijde schema) heeft geen C-sink op de bodem en een C-gehalte van 67 t/ha in de bodem, overeenkomend met geringe wortel- en schimmel-activiteit.
- Bos heeft een hoge C-sink op de bodem (840 stuks houtige gewassen per ha) en een C-gehalte van 288 t/ha in de bodem, overeenkomend met veel diepe wortelsystemen en overeenkomstig bodemleven.
- Heggen in stroken teelt (onderzijde schema) hebben een lage C-sink op de bodem (210 stuks houtige gewassen per ha), en een hoog C-gehalte in de bodem (288 t/ha) vergelijkbaar met voedselbossen, omdat de combinatie van wortelactiviteit van één- en meerjarige planten in symbiose met bodemleven vergelijkbaar is.

Om CO<sub>2</sub>-vastlegging te meten worden de C-waarden omgerekend naar CO<sub>2</sub>, waarbij  $1 \text{ tC} = 3,7 \text{ tCO}_2$ .

De maximale CO<sub>2</sub>-vastlegging vindt plaats tussen de laagste C-sink aan het begin (kaal akkerland):

$67 \times 3,7 = 250 \text{ tCO}_2/\text{ha}$  in de bodem en  $0 \text{ tCO}_2$  op de bodem.

En de hoogste C-sink aan het eind (voedselbos):

$384 \times 3,7 = 1400 \text{ tCO}_2/\text{ha}$  in de bodem en  $140 \times 3,7 = 500 \text{ tCO}_2/\text{ha}$  op de bodem.

In deze combinatie bedraagt de CO<sub>2</sub>-vastlegging in 20 jaar: en per jaar

- van nul naar  $500 \text{ tCO}_2/\text{ha}$  op de bodem ->  $500$  ->  $25 \text{ tCO}_2/\text{ha/jaar}$  (i12)
- van  $250 \text{ tCO}_2/\text{ha}$  C-sink naar  $1400$  in de bodem ->  $1150$  ->  $58 \text{ tCO}_2/\text{ha/jaar}$  (i22)

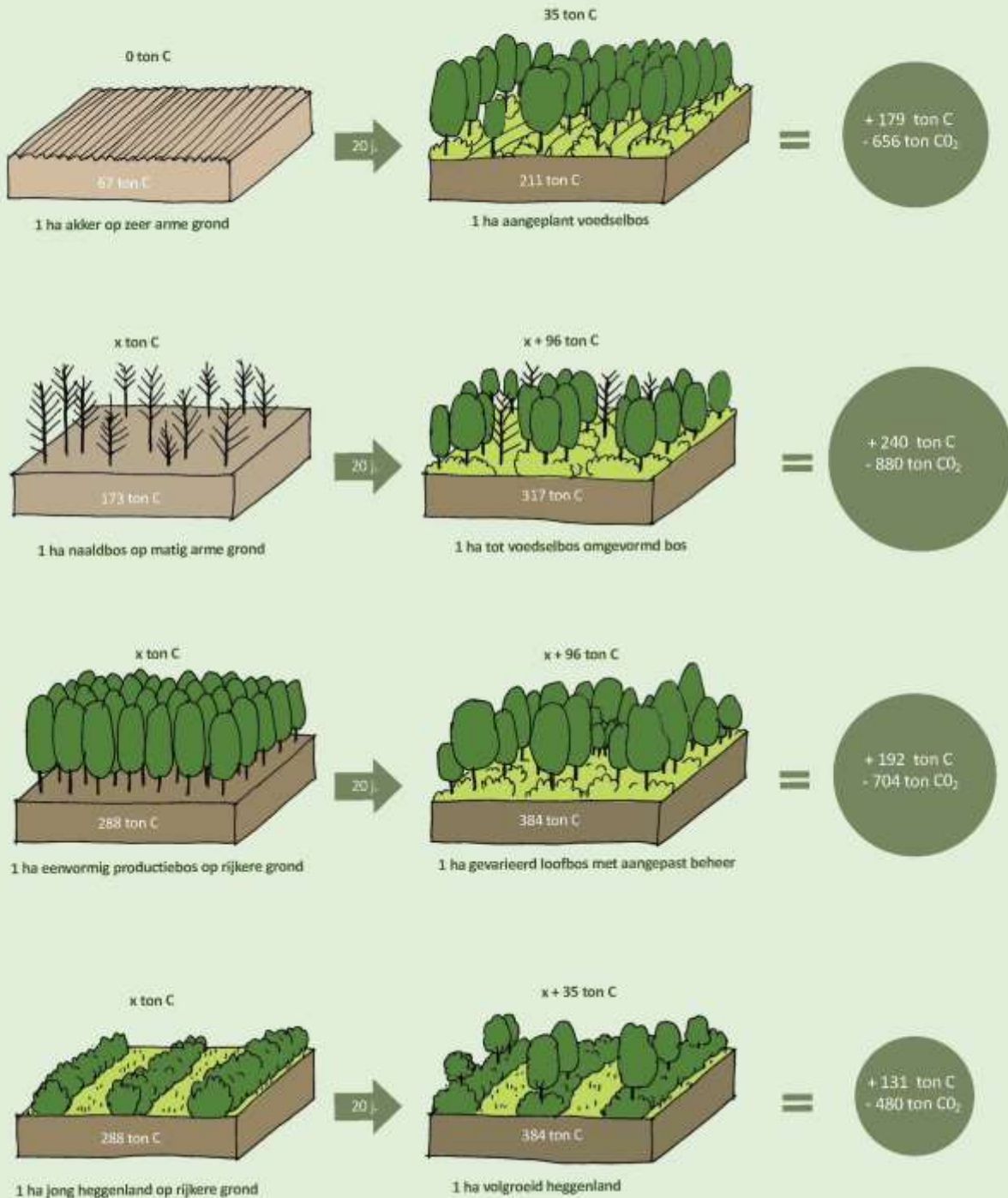
Streefcijfers voor i12 en i22 zijn dus  $25 + 58 \text{ tCO}_2/\text{ha/jaar}$ , te realiseren door maatregelen gericht op:

**Benutting van zonne-energie om CO<sub>2</sub> om te zetten in voedsel voor levende organismen in het ecosysteem waardoor biodiversiteit weer toe kan nemen.**

# Koolstofopslag op een natuurinclusieve bosboerderij



Op een natuurinclusieve bosboerderij wordt zonne-energie optimaal benut voor de productie van organische stof. Een deel van de organische stof is weer voedsel voor mens, dier en plant. Een groter deel wordt langjarig vastgelegd in bodem en gewas. Hoeveel hangt af van de uitgangssituatie, de inrichting en het beheer. Onderstaande schema's laten de koolstofopslag zien van verschillende bouwstenen die toegepast (kunnen) worden op de bosboerderij BoerInNatuur bij Uden. Het Fonds Natuurinclusieve Streekboerderijen wil hiervoor koolstofcertificaten uitgeven. Voor toelichting op de gebruikte cijfers is een aparte notitie beschikbaar.





Natuurcertificaten worden uitgegeven om boeren en terreinbeheerders te belonen voor het stimuleren van biodiversiteit gecombineerd met CO<sub>2</sub>-vastlegging. De waarde van een Natuurcertificaat is gekoppeld aan de vastlegging van één ton CO<sub>2</sub> en sluit aan op de markten voor CO<sub>2</sub> vastlegging. De certificering wordt gebaseerd op een nulmeting van vastgelegde CO<sub>2</sub> en een meting in een doel landschap aan biodiversiteit leven in en op de bodem. De boer heeft een plan om dat doel te halen en monitort de voortgang middels bodemonsters en observaties. In het boerderij portaal zijn voorzieningen ingebouwd voor:

- de CO<sub>2</sub> voetafdruk (i14 op blz. 7).
- aantallen soorten bodemorganismen (i21 op blz. 7).

De procedure voor de aanvraag van certificaten is beschreven in de bijlage. De certificeerder beoordeelt de aanvraag. De kans bestaat dat de geplande CO<sub>2</sub> vastlegging niet volledig gerealiseerd wordt. Om dit risico op te vangen kan de certificeerder bij uitgifte een percentage van de certificaten achterhouden. Naarmate de kwaliteit van het plan toeneemt en naarmate meer boeren deelnemen, zal de certificeerder minder certificaten achter te houden.

### Relatie tussen de C en N cirkels in de bodem

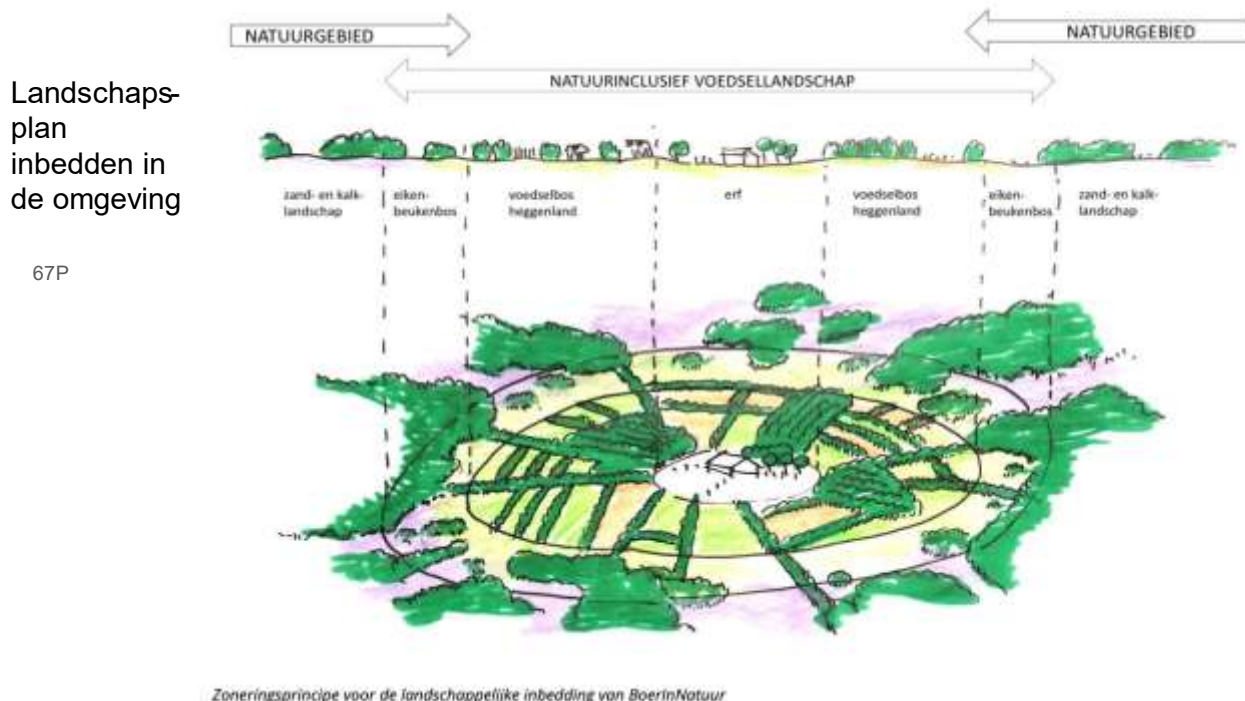
In de bodem wordt CO<sub>2</sub> hoofdzakelijk vastgelegd in eiwitten met een C/N verhouding >4. Om één ton stikstof vast te leggen is veel meer koolstof nodig. In Nederland slaat veel stikstof neer uit de lucht en zit stikstof in het grondwater. Boeren die natuurcertificaten uitgeven dienen daarmee rekening te houden in hun plan. Een overmaat van stikstof in relatie tot koolstof kan het bodemleven schaden.

### Ruimte en voedsel voor dieren inpassen in landschapsinrichting, i53

Als de omvang van de dierhouderijen beperkt wordt, dan kan de biodiversiteit toenemen. In de bodem zullen aantallen (soorten) bodemorganismen toenemen. Als de dierhouderij aangepast wordt aan het landschap, dan kunnen (al bij aanvang) jaarlijks hoeveelheden eindproducten geleverd worden in de vorm van zuivel, vlees, eieren; passend in een totaal voedselpakket voor de markt. Via de Diermatrix (i53) worden de dierlijke producten ingebracht in de boerderij-omzet.

### Integrale landschapsplanning, dia 67P

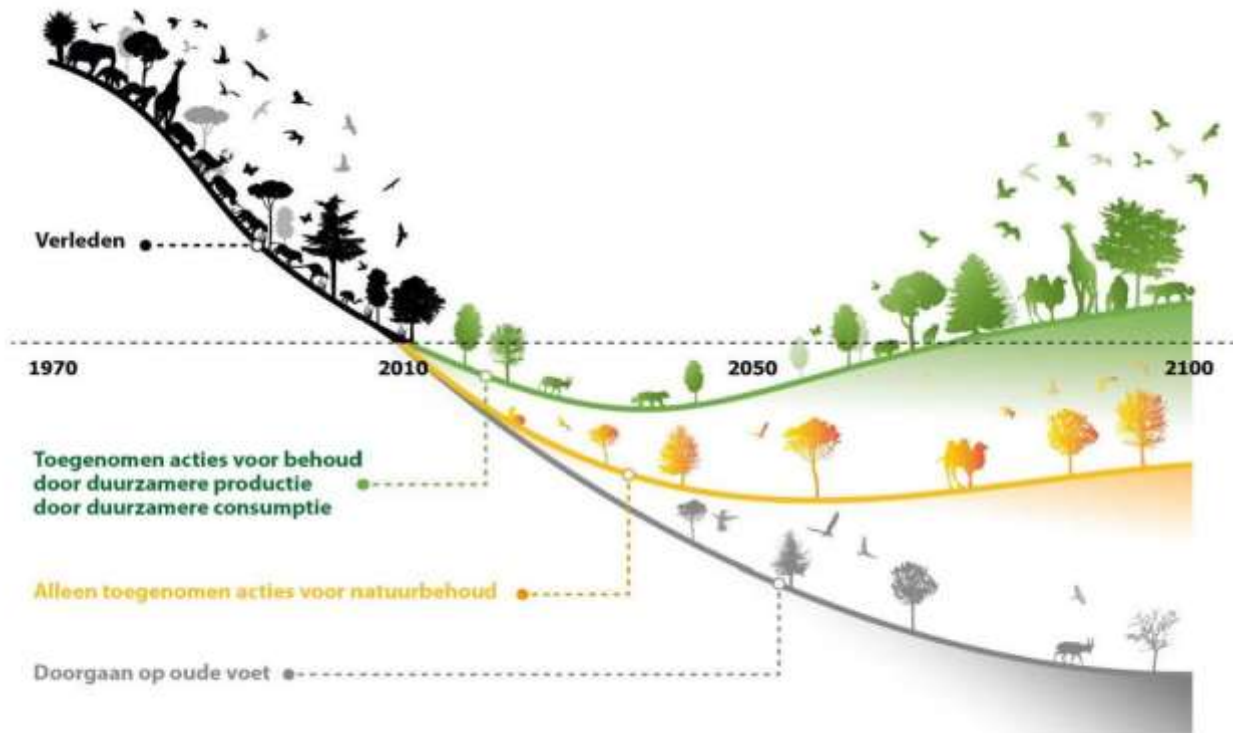
Hieronder een voorbeeld van divers landschap (heggenland, voedselbos, eiken- beukenbos) waarbij rekening gehouden is met de bovenstaande indicatoren (i11-53).



Het resultaat van integrale landschapsplanning vanuit boerderijen in een streek zou moeten zijn, dat de huidige biodiversiteitsafname omgebogen wordt naar een toename

## Biodiversiteits-afname ombuigen in een groen, geel of grijs scenario; dia 68P

- De groene lijn geeft een herstel van biodiversiteit aan naar het niveau van 2010. Dit resultaat kan binnen de komende 50 jaar bereikt worden als boeren en natuurbeheerders de zonne-energie om CO<sub>2</sub> om te zetten.
- In het gele scenario wordt de biodiversiteitsafname geleidelijk omgebogen naar een toename met acties beperkt tot natuur terreinen. De scheiding tussen natuur en landbouw blijft gehandhaafd, maar bemesting en pesticiden gebruik in de landbouw worden verminderd.
- De grijze lijn geeft de biodiversiteitsafname bij continuering van het huidige mest en pesticiden gebruik.



Het groene scenario loopt parallel aan het 1,2 graden scenario in de CO<sub>2</sub>-vastlegging op dia 12P op blz. 7. Om dit scenario te realiseren dient in de langjarige monitoring aandacht gegeven te worden aan de hierboven genoemde indicatoren (i11-i54), die hieronder worden samengevat.

### Bijlagen:

Bij1: Kernwoorden alfabetisch per kenniscluster 202401.

Separaat:

Bij2: Agroforestry versneller dia presentatie; deel1 7 dias; deel2 21 dias;

Bij3: Model werkblad "Planmodel monitoring regeneratieve productie".

1 Energie is nodig bij CO2 omzetting en wordt gedistribueerd in de vorm van energierijk voedsel, hout en vezels

**C cirkel wordt gesloten** als meer CO2 wordt omgezet in biomassa dan er wordt uitgestoten

C sink in en op de bodem neemt toe als meer CO2 wordt omgezet dan uitgestoten

CO2 equivalent: eenheid om dichtheid van broeikas gassen in de atmosfeer te meten; en om sluiting C-cirkel te meten

CO2 omzetting middels fotosynthese optimaliseren door benutting van zonne-energie en groen oppervlak

CO2 vastleggings certificaat wordt uitgegeven voor 1 T CO2, die netto vastgelegd wordt voor minimaal 20 jaar

CO2 voetafdruk van een productie proces = CO2 vastlegging - uitstoot uit het proces + hout en vezels onttrokken

**Energie van de zon benutten door aanpassingen in het landschap**

2-3 Bodem en water

**Bodem biodiversiteit** kan gemeten worden b.v. met DNA-matching technieken

Micro-organismen in een bodem monster kwantificeren met behulp van PLFA vetzuren

Mulchen: bodem bedekken met plantaardig materiaal om bodemleven te stimuleren en verdamping te beperken

Mycorrhiza schimmels leven in symbiose met plantenwortels en vergroten het bereik van de wortels

Symbiose: samenleven met wederzijds profijt, b.v. plantenwortels voeden schimmels in ruil voor nutriënten

**Voedselweb:** systeem waarin levende organismen eten en gegeten worden

Evapotranspiratie beperken: de verdamping door de zon en door levende organismen beperken

Verdamping beperken o.a. door heggen in strokenteelt, hoge bedekkingsgraad, selectie van droogte-resistente planten

4-6 Biodiversiteit op de bodem, habitat, selectie van soorten en landschapsinrichting optimaliseren

Agroforestry: houtige soorten selecteren om productie per ha te optimaliseren

**Biodiversiteit** toename wordt bepaald door beschikbaarheid voedsel en ruimte (zie habitat)

Composteren: C en N binden in eiwitstructuren ( $C/N < 4$ ), die weer ontbinden in het ritme van opname door planten

Dierenwelzijn verbeteren door dieren ruimte en keuze te bieden in het grazen, dieet, zoeken naar beschutting

Draagcapaciteit van de bodem aanduiden met potentiële voedselproductie en aantal grazers dat erop kan leven

Ecosysteem: geheel van samenlevende soorten die elkaar in balans houden en daarmee een eenheid vormen

Groen oppervlak vergroten door de bedekkingsgraad van de bodem te verhogen en etagebouw toe te passen

Habitat: goede ruimtelijke leefomgeving en positionering in het voedselweb voor een specifieke soort.

**Invasieve soorten** kunnen ecosysteemdiensten belemmeren en schade aanrichten; zie lijst NVWA.

Landschapstypen zijn o.a.: kale akkerbouw, (bos)weiden, heggenland met weiden en/of strokenteelt, (voedsel)bos

Natuurcertificaat: CO2 vastlegging wordt gecombineerd met een toename van de biodiversiteit

Spontane soorten ontstaan en verspreiden zich zonder tussenkomst van mensen

Streekeigenheid komt o.a. voort uit bodem- en cultuur geschiedenis

**Veerkracht** kan toenemen door meer biodiversiteit en/of vergroting van voorraden (H2O, energierijke C-verbindingen)

7-8 Verwaarding van productstromen, kosten minimaliseren, cirkels sluiten, arbeidsinzet beperken

**Circulariteit** in de streekeconomie: optimaal sluiten van kringlopen, importen en afval in de streek beperken

Externe kosten worden niet meegenomen in de boekhouding van degene die de kosten/schade veroorzaakt

**Gezond** = veerkrachtig = biodiversiteit toename (dynamisch begrip)

Internalisatie van externe kosten door invoering in de boekhouding van degene die de kosten/schade veroorzaakt

Multifunctionaliteit: gebouwen, installaties, werktuigen toepasbaar maken voor meerdere productieprocessen

**Productie** = toegevoegde waarde (TW) = omzet - kosten

**Risico** = omvang van de schade x kans dat de schade ontstaat; prioriteiten stellen op basis van risico

Seizoensproductie: zodanige gewasselectie dat oogsten, verwerking, bewaring jaarrond product aanbod mogelijk maken

Streekvoedsel wordt relevanter in het koopgedrag, als >60% van de voedselbehoefte vanuit de streek gedekt wordt

Verdienmodel: TW/arbeidsinzet in uren/jaar -> TW per arbeidsuur per jaar

Verwaarding: waarde toekennen aan producten en/of diensten

Voorraad vorming en langjarige waardencreatie als productie hoger is dan onttrekkingen

**Waarden** worden toegevoegd als de jaarlijkse omzet hoger is dan de kosten