Kennisbank / Leerlijn
Circulair Bouwen met
Biobased Bouwmaterialen

MBO, HBO, LLO

SMART Circulair
Empowering the Future

Circulair Biobased Bouwen

LLO | module | cursus | leergang

Na deze module heb je

- inzicht in klimaatdoelstellingen en hoe circulair biobased bouwen daarin past
- inzicht in de keten ‘Van Plant tot Pand’
- actuele kennis van circulaire en biobased materialen en technieken
- biobased toepassingen ‘Van Initiatieffase tot Uitvoering en (her)Gebruik

Duur

1 dag per module

Kosten

VUL IN



Afbeelding: Mecanoo
artist impression van **Park Valley**,
een nieuwe woonwijk in
ontwikkeling in Diemen, Nederland
https://shorturl.at/DPHJF

Building Balance

SMART Circulair
Empowering the Future

Nationaal Kenniscentrum Biobased Bouw

Kennisbank / Leerlijn Circulair Bouwen met Biobased Bouwmaterialen

MBO, HBO, LLO

SMART Circulair
Empowering the Future

6 modules

1. Why? Circulaire transitie
2. How? Circulaire strategieën
3. Biobased Bouwen
4. Integrale circulaire ontwikkeling
5. **Gezond klimaat voor mens en natuur**
6. Circulaire business cases

Verdieping en naslag

NKBB.org | doelgroep: educatie

TIPS

- Nodig experts uit om meer inhoud te geven aan de module.
- U kunt de cursusmodules aanpassen aan uw huisstijl, entiteit etc.
- Wilt u de **Powerpoint** van deze cursusmodules ontvangen? Inclusief notitiepagina met linkjes en aanvullingen? Mail dan **redactie@nkbb.org**



Licentievrij, open beschikbaar op NKBB.org

Building Balance

SMART Circulair
Empowering the Future

Nationaal Kenniscentrum Biobased Bouw

Kennisbank / Leerlijn Circulair Bouwen met Biobased Bouwmaterialen

MBO, HBO, LLO

SMART Circulair
Empowering the Future

Verwacht resultaat

Deelnemers:

- Identificeren, analyseren en definiëren het circulaire vraagstuk
- Passen nieuwe inzichten toe, verantwoorden hun keuzes, wegen alternatieven en onderbouwen keuzes
- Specificeren circulaire en biobased materialen, technieken, meetmethoden, modellen en instrumenten



Afbeelding: KAN Bouwen
https://www.kanbouwen.nl/tag/groen-blauw-dak/page/2/

Verdieping en naslag

NKBB.org | doelgroep: educatie, kies HBO

Building Balance

SMART Circulair
Empowering the Future

Nationaal Kenniscentrum Biobased Bouw

Kennisbank / Leerlijn
Circulair Bouwen met
Biobased Bouwmaterialen
MBO, HBO, LLO

SMART Circulair
Empowering the Future

Module 5 | Gezond klimaat voor mens en natuur

Thema's in deze module:

- Fundamenten van gezond bouwen
  - Thermische gezondheid
  - Gezonde bouwmaterialen
  - Damp-open bouwen
- Van theorie naar toepassen
  - Carbon Based Ontwerp- en constructieprincipes (bouwfysica, losmaakbaar detailleren)
  - R-waarde, warmtecapaciteit, faseverschuiving, verdamping
  - Certificeringssystemen en richtlijnen
- Klimaatpositief ontwerpen en bouwen
- Gezonde verstedelijking
  Groen/blauwe gebiedsinrichting
- Onderzoeken en bewijs

Discussie
• Overeenkomsten en verschillen
Case

Meer info op NKBB.org, doelgroep Educatie
Zie notities onderaan op de slides



Afbeelding: Bureau Kade
https://www.burokade.nl/tags/biobased/

Building Balance

SMART Circulair
Empowering the Future

Nationaal Kenniscentrum Biobased Bouw

Kennisbank / Leerlijn
Circulair Bouwen met
Biobased Bouwmaterialen
MBO, HBO, LLO

SMART Circulair
Empowering the Future

Module 5 | Gezond klimaat voor mens en natuur

Fundamenten van gezond bouwen

1. Luchtkwaliteit
2. Licht en uitzicht
3. Vocht
4. Thermisch comfort
5. Akoestiek
6. Gezonde materialen
7. Groen/blauw, biodiverse gebouw- en gebiedsontwikkeling
8. Waterkwaliteit
9. Veiligheid



Afbeelding: Agrodome, Green Deal Biobased Bouwen
https://www.agrodome.nl/greendealbouwen/

Kennisbank / Leerlijn
Circulair Bouwen met
Biobased Bouwmaterialen
MBO, HBO, LLO

SMART Circulair
Empowering the Future

Module 5 | Gezond klimaat voor mens en natuur

Gezond bouwen: dit levert het op

Gezond bouwen is het ontwerpen, realiseren en beheren van gebouwen die gezondheid, welzijn en prestaties van gebruikers ondersteunen.

Dit levert gezond bouwen op

- Gebruikers
  1. Minder gezondheid gerelateerde klachten
  2. Hogere productiviteit
  3. Meer comfort en welzijn

- Projecteigenaren
  1. Hogere vastgoedwaarde
  2. Lager verzuim
  3. Betere verhuurbaarheid

- Samenleving
  1. Lagere zorgkosten
  2. Hogere productiviteit
  3. Duurzame(re) leefomgeving voor mens en natuur

Trends
WELL, gezonde scholen/kantoren, post-COVID ventilatienormen.



Afbeelding: VORM, wijk New Roots Utrecht
https://vorm.nl/projecten/new-roots

Kennisbank / Leerlijn
Circulair Bouwen met
Biobased Bouwmaterialen
MBO, HBO, LLO

SMART Circulair
Empowering the Future

Module 5 | Gezond klimaat voor mens en natuur

Binnenklimaat gerelateerde gezondheidsproblemen

Luchtwegklachten, hoofdpijn, concentratieverlies en allergieën

- **Vluchtige organische stoffen (VOS)**
  Radon, fijnstof, naftaleen en benzeen
  van bouwmaterialen, kitten, tapijt, verf en gipsplaat, tonerstof, schoonmaakmiddelen
- **CO2**
  Een te hoge CO2-concentratie veroorzaakt geïrriteerde ogen, sufheid, concentratie verlies en hoofdpijnklachten.
- **Fijnstof**

Astma-aanvallen, sinusitis, bronchitis, allergieën en algemene symptomen zoals vermoeidheid en hoofdpijn

- Vocht uit de kruipruimte
- Vocht en tocht door naden en kieren
- Koudebruggen die condensatie en schimmelvorming veroorzaken.
- Een te hoge luchtvochtigheid is voedingsbodem voor huisstofmijten, schimmels en zwammen



Afbeelding: Veilig Werken
https://www.werkenveiligheid.nl/preventie/de-praktijk/beroepsziekte-2-gezondheidseffecten-van-schadelijke-stoffen

Langetermijneffecten
Hart- en vaatziekten, chronische obstructieve longziekte (COPD), en een verhoogd risico op sommige kankers.

Building Balance

SMART Circulair
Empowering the Future

Nationaal Kenniscentrum Biobased Bouw

Module 5 | Gezond klimaat voor mens en natuur

Het binnenklimaat beïnvloed onze gezondheid

Negatieve effecten van het binnenklimaat op gezondheid		Positieve effecten van het binnenklimaat op gezondheid
allergieen	nier- en blaasproblemen	algeheel gevoel van harmonie
astma	onbehaaglijk voelen	evenwichtige stofwisseling
depressie	onrust / nerveusiteit	geen ademhalingsproblemen
gebarsten huid	overmatige transpiratie	goede doorbloeding van de huid
geirriteerdheid	reuma	goede fysieke gezondheid
geuroverlast	slaapproblemen	goede mentale gezondheid
hart- en vaatziekten	vergiftiging en kanker	je comfortabel voelen
hoge bloeddruk	verhoogde voedselinname	je goed kunnen concentreren
hoofdpijn	verkoudheid	sterk immuumsysteem
irritatie van ogen/slijmvliezen	verminderde fysieke prestaties	totaal gevoel van 'well-being'
lagere levensverwachting	verminderde vruchtbaarheid	zin om iets te doen
neurologische bewegingsstoornis	verminderrde mentale prestaties	

Kennisbank / Leerlijn
Circulair Bouwen met
Biobased Bouwmaterialen
MBO, HBO, LLO

SMART Circulair
Empowering the Future

Module 5 | Gezond klimaat voor mens en natuur

Gezonde bouwmaterialen

Gezondheid en comfort

- Geen schadelijke stoffen zoals VOS of formaldehyde
- Ze verbeteren het binnenklimaat door vochtregulatie
- Materialen zoals hout, leem, hennep en stro zijn hygroscopisch en dragen bij aan een gezonde luchtvochtigheid (40–60%)

Gezond klimaat

- Biobased materialen dragen bij aan de klimaatdoelen van de EU, zoals de Europese Green Deal, door hun lage CO_2-uitstoot
- Tijdens de groei nemen planten CO_2 op (biogenic CO_2)
- Biobased bouwmaterialen hebben gemiddeld 45% minder CO_2-uitstoot dan fossiele alternatieven zoals beton of staal
- Bij grootschalige toepassing kan de bouwsector bijdragen aan CO_2-reductie en een gezondere leefomgeving

Noot: Biobased materialen zijn kwetsbaarder voor vocht, insecten en brand. Dus behandelen met milieuvriendelijke middelen als boraatzouten of natuurlijke oliën)



Afbeelding: WUR Versnelde plantengroei door efficiëntere fotosynthese https://weblog.wur.nl/uitgelicht/snellere-plantengroei-door-efficientere-fotosynthese/

Building Balance

SMART Circulair
Empowering the Future

Nationaal Kenniscentrum Biobased Bouw

Kennisbank / Leerlijn
Circulair Bouwen met
Biobased Bouwmaterialen
MBO, HBO, LLO

SMART Circulair
Empowering the Future

Module 5 | Gezond klimaat voor mens en natuur

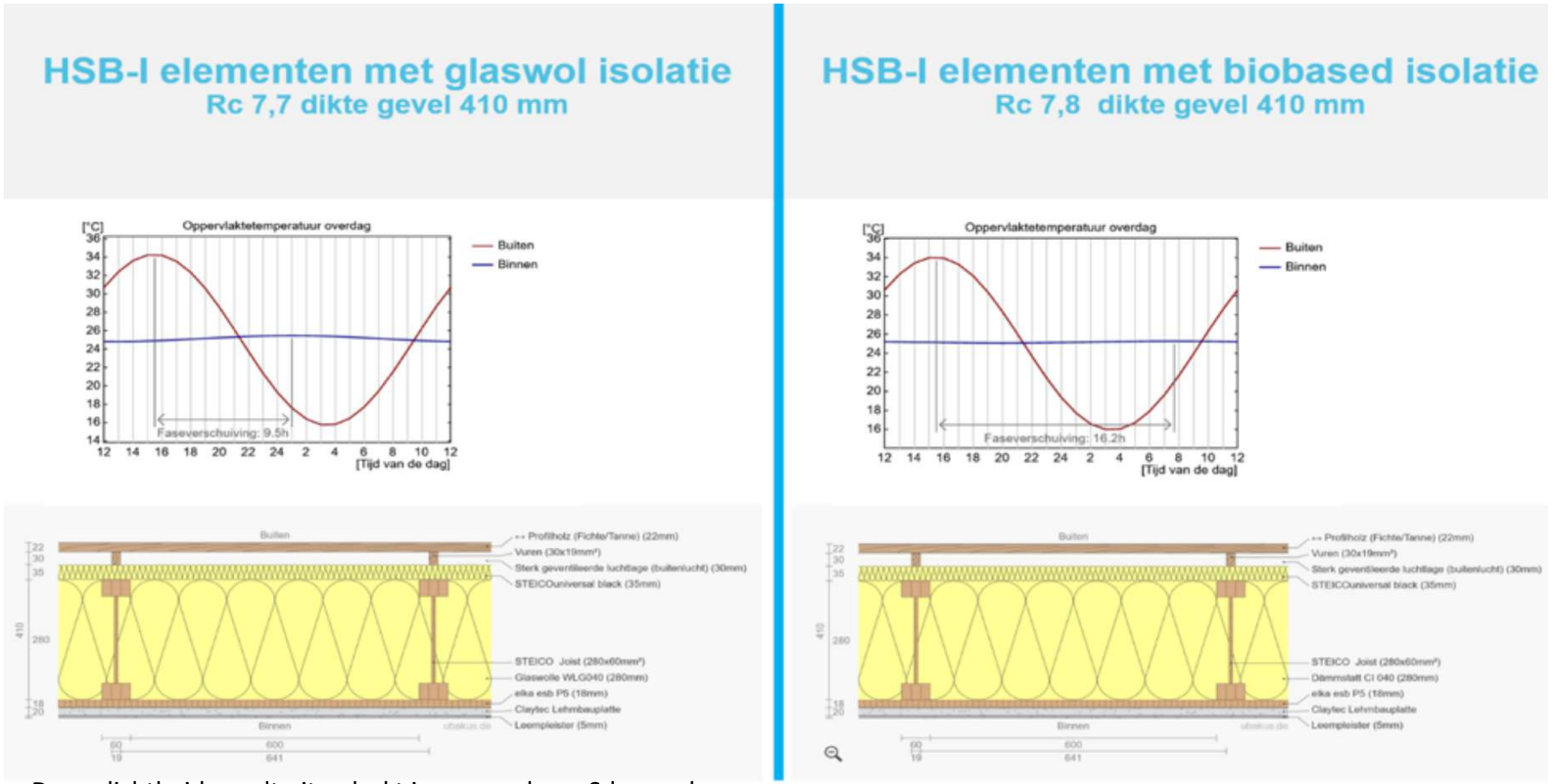
Damp-open bouwen

- Luchtvochtigheid is cruciaal voor comfort en gezondheid.
- Biobased materialen reguleren vocht via adsorptie, absorptie en diffusie. Ze voorkomen condensatie en schimmel en dragen bij aan een stabiel binnenklimaat.
- Het effect op energieverbruik en comfort hangt sterk af van ventilatie en toegepaste dikte in relatie tot de Rc-waarde en transmissieverlies

Bouwtechnische voorwaarden

- Hoge luchtdichtheid
- Wind- en waterdichte buitenkant
- Een hogere dampdiffusieweerstand aan de warme binnenzijde dan aan de koude buitenzijde
- Zorgvuldige detaillering en uitvoering
- Voorkom vocht tijdens opslag, transport en bouwfase

Biobased materialen zoals hennep en cellulose zijn erg geschikt vanwege hun vochtbufferende capaciteiten.



Dampdichtheid wordt uitgedrukt in µ-waarde en Sd-waarde.

Afbeelding: Kennisinstituut Kern, Damp-open bouwen: laat de bouwfysica haar werk doen door C. Rose (z.d.) 2024.
https://kennisinstituutkern.nl/blogs/damp-open-bouwen-laat-de-bouwfysica-haar-werk-doen

HAN_UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Building Balance

SMART Circulair
Empowering the Future

Nationaal Kenniscentrum Biobased Bouw

Kennisbank / Leerlijn
Circulair Bouwen met
Biobased Bouwmaterialen
MBO, HBO, LLO

SMART Circulair
Empowering the Future

Module 5 | Gezond klimaat voor mens en natuur

Gezond bouwen & Data

Data

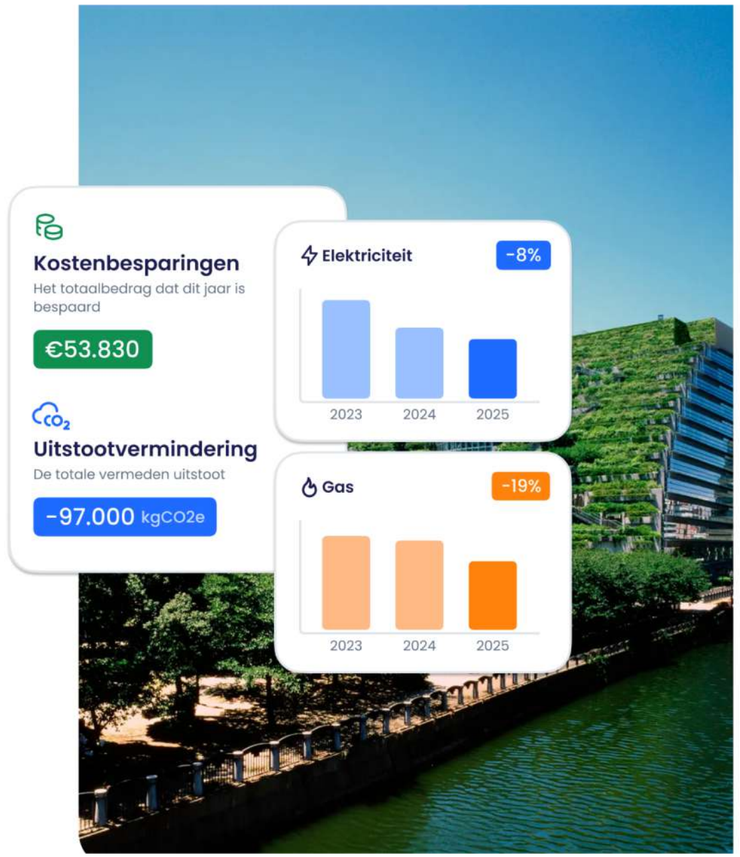
Monitor het gebouw na oplevering en maak indruk op investeerders, huurders en bewoners/gebruikers

Dashboard gebouwmonitoring

- Geeft 24/7 inzicht in de status van installaties zoals verwarming, koeling, ventilatie en verlichting.
- Dataintegratie**:** Bundelt data uit verschillende bronnen (zoals energiemeters, sensoren) in één gebruiksvriendelijke interface.
- Prestatie-analyse: Visualiseert gegevens met grafieken, diagrammen en tabellen, en berekent een ‘Healthy Building Score’ om de prestaties te beoordelen.

WELL Certificering

WELL Building Standard focust op het welzijn van gebouwgebruikers.
Een gebouwmonitoring is onderdeel van dit proces om te verifiëren dat aan de prestatie-eisen wordt voldaan. Het certificaat moet na drie jaar opnieuw getoetst worden om het te behouden



Afbeelding: Bureau Healty Workers
https://www.healthyworkers.com/nl

Building Balance

SMART Circulair
Empowering the Future

Nationaal Kenniscentrum Biobased Bouw

Kennisbank / Leerlijn
Circulair Bouwen met
Biobased Bouwmaterialen
MBO, HBO, LLO

SMART Circulair
Empowering the Future

Module 5 | Gezond klimaat voor mens en natuur

Case

Renovatie kantoorgebouw (WELL-certificering)

Uitdaging

Een bestaand kantoorgebouw voldoet niet meer aan de moderne eisen van werknemersgezondheid en -welzijn.

Vraag

Hoe kan de WELL-certificering worden ingezet om de luchtkwaliteit, akoestiek en verlichting te verbeteren, en welke aanpassingen zijn hiervoor nodig?

Bespreking

Deelnemers werken in groepjes aan de case. De nadruk ligt op concrete aanpassingen (bijvoorbeeld slimme ventilatie, biofilisch design) en de businesscase voor de projectontwikkelaar.



Afbeelding: Ludec
https://www.ludec.nl/kantoor-verbouwen/

Kennisbank / Leerlijn
Circulair Bouwen met
Biobased Bouwmaterialen
MBO, HBO, LLO

SMART Circulair
Empowering the Future

Module 5 | Gezond klimaat voor mens en natuur

Case

Renovatie kantoorgebouw (WELL-certificering)

Een bestaand kantoorgebouw uit ±2005 wordt gerenoveerd. Het gebouw heeft:

- Klachten over muffe lucht en concentratieverlies
- Veel geluidsoverlast (open kantoorvloeren)
- Onvoldoende daglicht en verouderde verlichting

De eigenaar wil het gebouw toekomstbestendig maken en aantrekkelijk houden voor huurders. WELL-certificering wordt overwogen als kwaliteitslabel.

Opdracht voor de groep

Werk als team een renovatievoorstel uit op basis van WELL. Jullie focussen op:

- Luchtkwaliteit
- Akoestiek
- Verlichting
- Optioneel: Businesscase

Elke groep presenteert kort:

- De belangrijkste maatregelen
- De link met WELL
- Optioneel: De meerwaarde (kosten vs. baten)



Afbeelding: Ludec
https://www.ludec.nl/kantoor-verbouwen/

Building Balance

SMART Circulair
Empowering the Future

Nationaal Kenniscentrum Biobased Bouw

Kennisbank / Leerlijn
Circulair Bouwen met
Biobased Bouwmaterialen
MBO, HBO, LLO

SMART Circulair
Empowering the Future

Module 5 | Gezond klimaat voor mens en natuur

Van Theorie naar Toepassen

- Carbon Based Ontwerp- en constructieprincipes (bouwfysica, losmaakbaar detailleren)
- R-waarde, warmtecapaciteit, faseverschuiving, verdamping
- Certificeringssystemen en richtlijnen

In termen van certificeringen: WELL en LEED integreren vaak biophilic design en buitenruimtecriteria, terwijl circulair bouwen kan bijdragen door natuurlijke, hernieuwbare materialen en groeninfrastructuur te gebruiken.
het zijn systeeminteracties.

Holistische kijk: gezondheid ≠ één parameter; het zijn systeeminteracties.



Afbeelding: Rots Bouw – Nieuwbouw Integraal Kindcentrum Duiven
https://www.rotsbouw.nl/projecten/nieuwbouw-integraal-kindcentrum-de-droomgaard-duiven/

Building Balance

SMART Circulair
Empowering the Future

Nationaal Kenniscentrum Biobased Bouw

Kennisbank / Leerlijn
Circulair Bouwen met
Biobased Bouwmaterialen
MBO, HBO, LLO

SMART Circulair
Empowering the Future

Module 5 | Gezond klimaat voor mens en natuur

Carbon Based Ontwerp- en constructieprincipes

En-en-en

- CO2-arme materialen
- Non-Toxisch
- Energie-efficiëntie
- Voer LCA's uit om de koolstof impact te begrijpen en verminderen
- Circulair ontwerp
  Stimuleer hergebruik en recycling door ontwerpen demontabel en adaptief te maken



Afbeelding: De Groot Vroomshoop- Gelamineerde spanten
https://degrootvroomshoop.nl/gelijmde-houtconstructies/gelamineerde-constructies/spanten/

Kennisbank / Leerlijn
Circulair Bouwen met
Biobased Bouwmaterialen
MBO, HBO, LLO

SMART Circulair
Empowering the Future

Module 5 | Gezond klimaat voor mens en natuur

Carbon Based Ontwerp- en constructieprincipes

Invloed van biobased materiaalgebruik op het voorontwerp

- Ontwerprichtingen en materiaalkeuze
  Houten constructies kunnen het gebouw lichter maken, grotere overspanningen vereisen een andere draagconstructie
- Duurzaamheidsdoelen en certificeringen
  WELL, MPG, BREEAM, LEED, GPR, HNN, Living Building Challenge, CO2 ambitie
- Kosten en budgettering
  Initiële levenscycluskosten (LCC)
- Constructieve en technische implicaties
- Architectonische expressie
- Bouwfysica en vochthuishouding)
- Levensduur en onderhoud



Afbeelding: Nutrified Architecten
https://www.natrufied.nl/portfolio/campus-markenhage/

Building Balance

SMART Circulair
Empowering the Future

Nationaal Kenniscentrum Biobased Bouw

(Van Vliet et al, 2021)
(Van Vliet et al., 2021)

Kennisbank / Leerlijn
Circulair Bouwen met
Biobased Bouwmaterialen
MBO, HBO, LLO

SMART Circulair
Empowering the Future

Module 5 | Gezond klimaat voor mens en natuur

Losmaakbaar detailleren

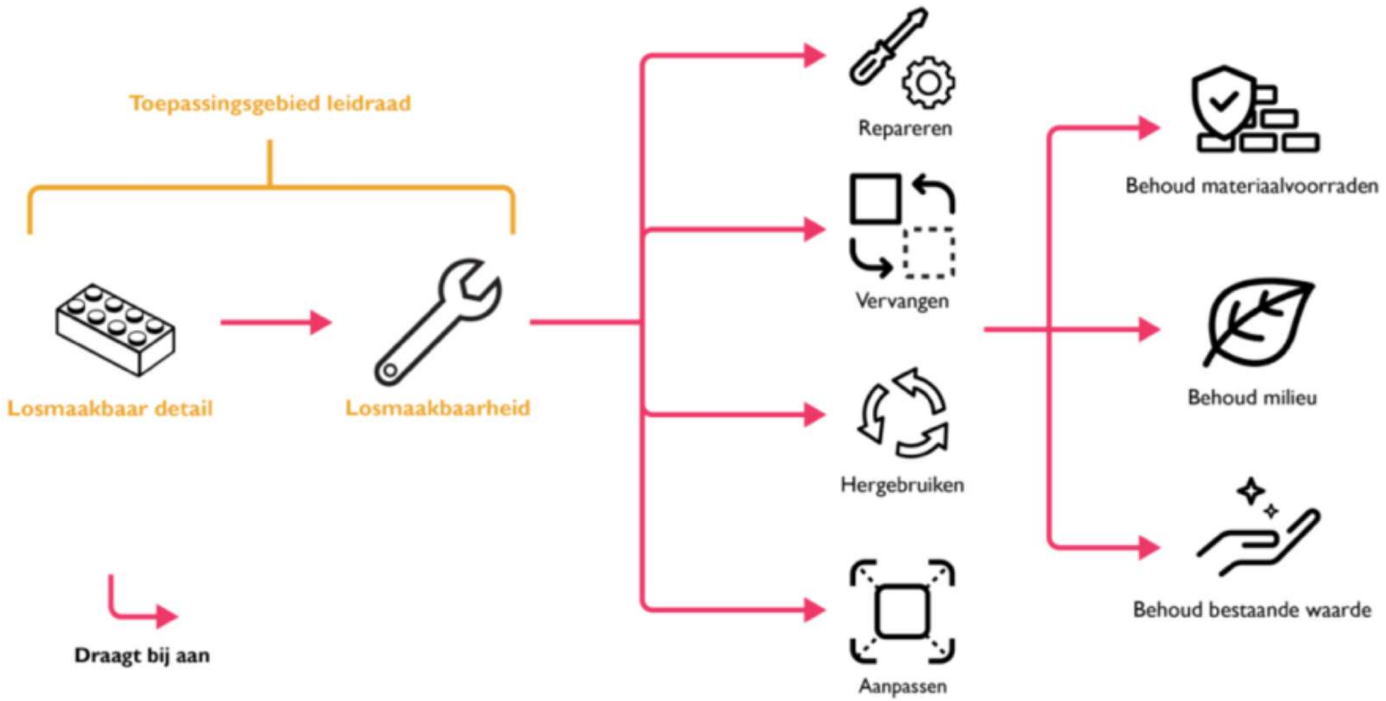
'De losmaakbaarheid van een gebouw is de mate waarin objecten demontabel zijn op alle schaalniveaus, zonder afbreuk te doen aan de functie van het object of omliggende objecten zo de bestaande waarde te beschermen.' (Van Vliet et al, 2021)

4 functies (CB23)

1. Reparatie
2. Vervanging
3. Hergebruik
4. Aanpassing

Losmaakbaar detailleren en bouwen draagt bij aan:

- Het behoud van materiaalvoorraden
- Behoud en verbetering van de kwaliteit van de leefomgeving (milieu)
- Behoud van bestaande waarden



Afbeelding: Lente-Akkoord 2.0
https://www.lente-akkoord.nl/nieuws/handen-en-voeten-geven-aan-losmaakbaar-bouwen

Building Balance

SMART Circulair
Empowering the Future

Nationaal Kenniscentrum Biobased Bouw

Kennisbank / Leerlijn
Circulair Bouwen met
Biobased Bouwmaterialen
MBO, HBO, LLO

Module 5 | Gezond klimaat voor mens en natuur

Losmaakbaar detailleren

Meetmethode (Alba Concepts)
Met de mate van onderstaande indicatoren wordt de losmaakbaarheidindex (LLc) bepaald. (Van Vliet et al, 2021)

Het type verbinding (TV)
Droge verbindingen, verbindingen met toegevoegde elementen en directe, integrale verbindingen hebben de voorkeur boven zachte en harde chemische verbindingen.

De toegankelijkheid van de verbinding (ToV)
De mate waarin het benodigde product of element bereikbaar is zonder schade toe te brengen aan omliggende producten of elementen.

Doorkruisingen (DK)
De mate waarin producten of elementen door elkaar heen lopen of zelfs volledig met elkaar zijn geïntegreerd

Randopsluiting (RO)
De wijze waarop producten in een samenstelling zijn geplaatst.



Bron: ISSO, Algemene legenda voor de beoordeling van losmaakbaarheid van verbindingen in de Standaard Referentiedetails, ISSO 2022, p14. https://bouwzo.nl/reader/publicatie/isso-rapport-110250-circulariteit-in-referentiedetails/2021

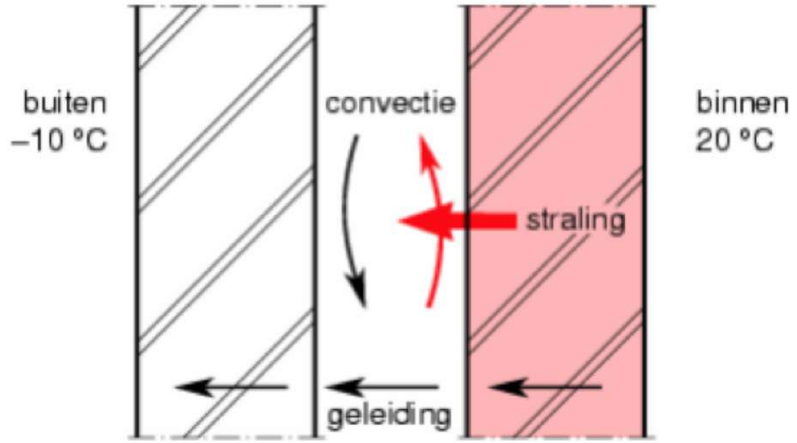
Kennisbank / Leerlijn
Circulair Bouwen met
Biobased Bouwmaterialen
MBO, HBO, LLO

Module 5 | Gezond klimaat voor mens en natuur

R-waarde, warmtecapaciteit

R-waarde, warmtevraag, warmtecapaciteit en faseverschuiving geven elk een ander aspect weer van de thermische prestaties van een gebouw. Het doel daarvan is om energiezuinige gebouwen te realiseren bij nieuwbouw en renovatie, en bij voorkeur Paris Proof gebouwen.

- De R-waarde geeft de warmteweerstand van een materiaallaag aan. Hoe hoger de R-waarde, des te beter de laag thermisch isoleert.
- De warmtevraag en energievraag zijn onderdelen van de BENG-indicatoren:
  - BENG 1 – Warmtevraag: toont hoe energiezuinig de gebouwschil is (isolatie, luchtdichtheid, oriëntatie)
  - BENG 2 – Primair fossiel energiegebruik: inclusief ruimteverwarming, koeling, tapwater, ventilatoren, pompen, verlichting.
  - BENG 3 – Aandeel hernieuwbare energie: geeft aan welk deel van de energievoorziening duurzaam wordt opgewekt. Dit betreft alleen ruimteverwarming en -koeling (geen tapwater, ventilatoren of verlichting).



figuur 3. verticale doorsnede van een ongeïsoleerde spouwmuur

materiaal	(d) [m]	λ [W/mK]	$R_m = d / \lambda$ [m^2K/W]
metselwerk	0,1	0,65	0,15
spouw	0,05		0,17
metselwerk	0,1	0,65	0,15
totaal, R_c			**0,47**

Bron: Klimapedia (2005), De relatie tussen Rm- en Rc wordt in een voorbeeld uitgewerkt. Rm wordt hier bedoeld als warmteweerstand van een materiaallaag.
https://klimapedia.nl/wp-content/uploads/2013/06/W_5_warmteweerstand_en_warmtedoorgang.pdf

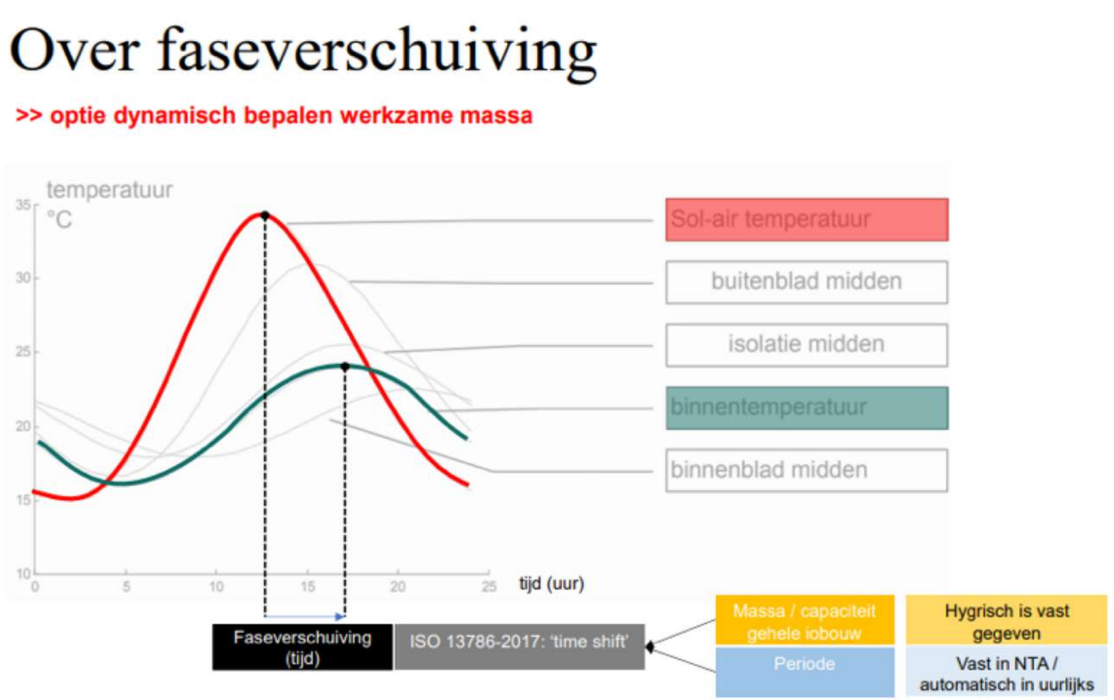
Kennisbank / Leerlijn
Circulair Bouwen met
Biobased Bouwmaterialen
MBO, HBO, LLO

Module 5 | Gezond klimaat voor mens en natuur

Faseverschuiving, verdamping

Faseverschuiving is de tijd die warmte nodig heeft om van de buitenkant van een constructie, zoals een dak of gevel, naar de binnenkant door te dringen.

Een langere faseverschuiving zorgt ervoor dat warmte die overdag door zoninstraling ontstaat pas ’s avonds of ’s nachts voelbaar wordt. Hierdoor warmen binnenruimtes overdag minder snel op, wat het risico op oververhitting aanzienlijk verkleint. Ook in de winter speelt faseverschuiving een rol. De warmte die door interne warmtebronnen of zoninstraling wordt opgewekt, blijft langer in de massa van het gebouw opgeslagen, wat leidt tot een stabielere binnentemperatuur.



Bron: Nationale Kennisbank Biobased Bouwen = Biobased Bites 9 (2024)
duiding van de term faseverschuiving
https://buildingbalance.eu/app/uploads/2024/12/biobased-bites-9-faseverschuiving.pdf

(Van Vliet et al., 2021)

Kennisbank / Leerlijn
Circulair Bouwen met
Biobased Bouwmaterialen
MBO, HBO, LLO

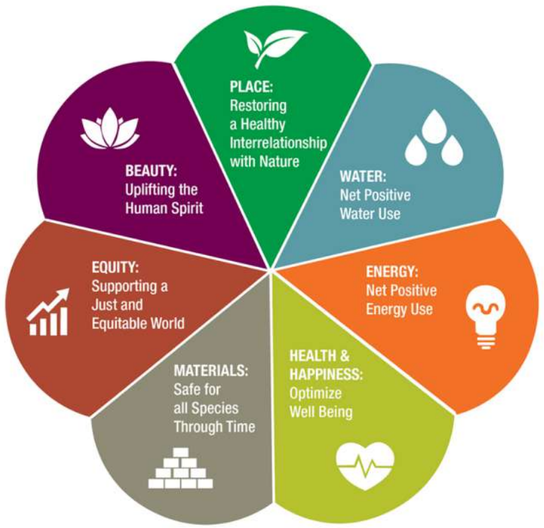
SMART Circulair
Empowering the Future

Module 5 | Gezond klimaat voor mens en natuur

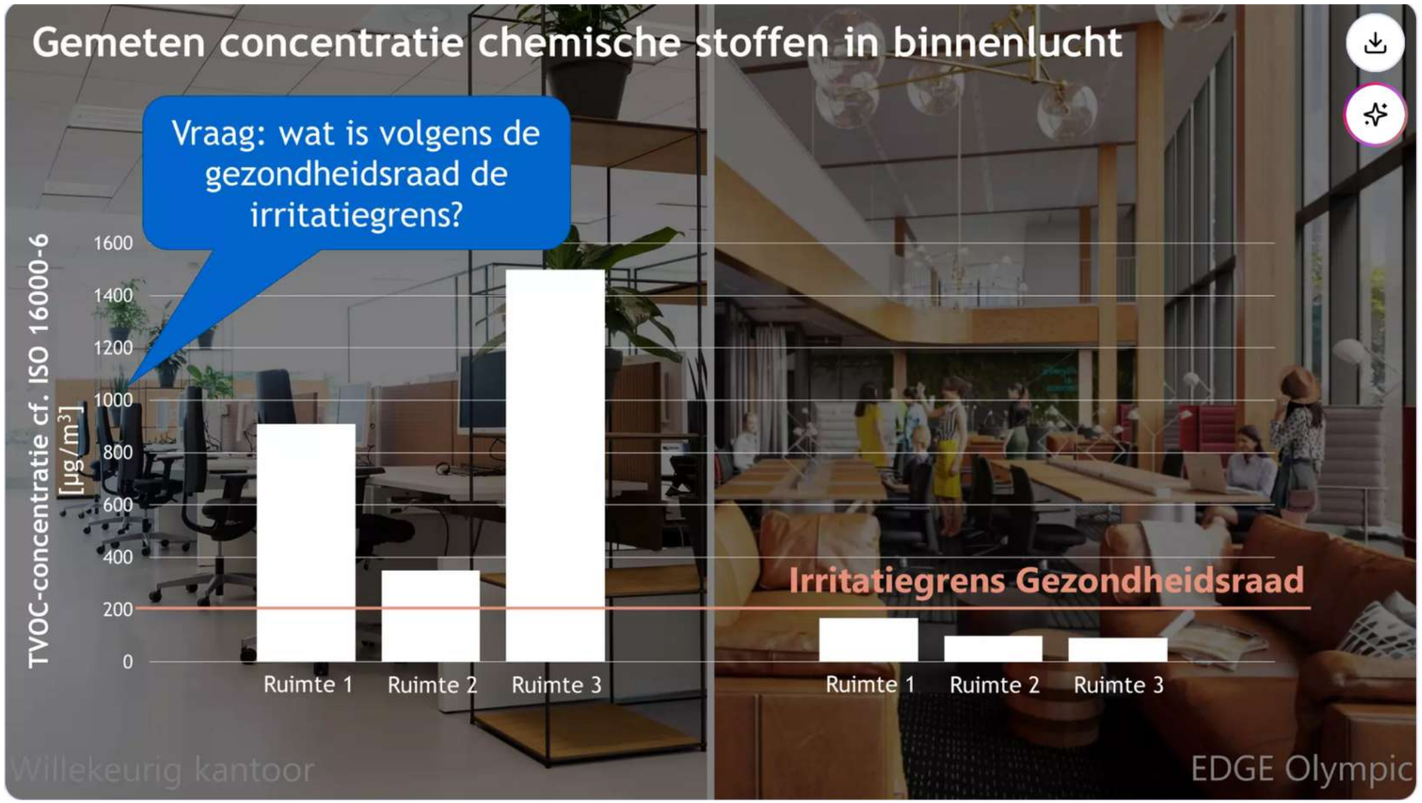
Certificeringssystemen en richtlijnen

Certificeringen

WELL, MPG, GPR, BREEAM, LEED,, HNN, Living Building Challenge



Bron: Living Building Challenge – Performance Petals
https://livingvillage.yale.edu/the-project/the-living-building-challenge/



Bron: DMGR (2023)
duiding van de term faseverschuiving
https://www.slideshare.net/slideshow/well-certificering-voor-een-gezond-binnenklimaat/255900385

Building Balance

SMART Circulair
Empowering the Future

Nationaal Kenniscentrum Biobased Bouw

Kennisbank / Leerlijn
Circulair Bouwen met
Biobased Bouwmaterialen
MBO, HBO, LLO

SMART Circulair
Empowering the Future

Module 5 | Gezond klimaat voor mens en natuur

Case

Renovatie schoolgebouw

Een VO-school (bouwjaar ±1975) staat aan de rand van een stedelijke wijk. Het gebouw is functioneel, maar verouderd en voldoet niet meer aan de huidige inzichten over gezondheid en welzijn.

De school wil renoveren, maar heeft:

- een beperkt budget
- lessen die tijdens de renovatie zoveel mogelijk door moeten gaan
- verschillende belangen (schoolleiding, docenten, leerlingen, ouders, gemeente)

De uitdaging

De uitdaging is niet om alleen losse problemen op te lossen (bijv. ‘meer ventilatie’), maar om het gebouw te bekijken als een samenhangend systeem.

Hoofdvraag

Hoe kan het schoolgebouw via renovatie worden getransformeerd tot een Gezonde School, bekeken vanuit een holistische visie op circulariteit en gezondheid?



Voorbeeld: Alfa-college Hoogeveen: Revitalisatie Volta2020
Zie youtube Serie Volta2020, https://www.youtube.com/results?search_query=volta2020

Building Balance

SMART Circulair
Empowering the Future

Nationaal Kenniscentrum Biobased Bouw

Kennisbank / Leerlijn
Circulair Bouwen met
Biobased Bouwmaterialen
MBO, HBO, LLO

SMART Circulair
Empowering the Future

Module 5 | Gezond klimaat voor mens en natuur

Case

Renovatie schoolgebouw

Stap 1 – Probleemanalyse
Breng de problemen in kaart vanuit verschillende perspectieven:
- Gebruikers (leerlingen, docenten)
- Gebouw (installaties, schil, indeling)
- Omgeving (geluid, groen, klimaat)
- Organisatie (roosters, gebruikstijden)

Gebruik het 'oorzaak–gevolg schema'

Stap 2 – Koppeling gezondheid aan gebouwprestaties
Koppel minimaal 5 gezondheidsproblemen aan bijbehorende gebouwprestaties.

Stap 3 – Renovatiestrategie (integraal)
Ontwikkel een integrale renovatiestrategie met:
- bouwkundige maatregelen
- installatietechnische maatregelen
- ruimtelijke / functionele ingrepen
- gebruiks- en gedragsmaatregelen



Afbeelding: RTV Drenthe
Alfa-College gebouwd met hulp studenten: 'Dat maakt nieuw pand extra leuk'
https://www.rtvdrenthe.nl/nieuws/14042804/alfa-college-gebouwd-met-hulp-studenten-dat-maakt-nieuw-pand-extra-leuk/399513/

Stap 4 – Afweging en keuzes
Maak keuzes en onderbouw:
- Wat pak je wel aan?
- Wat nog niet?
- Wat levert de meeste gezondheidswinst per ingreep op?

TIP: Denk aan:
- kosten
- uitvoerbaarheid
- impact op gebruikers
- korte vs. lange termijn

Eindpresentatie
Presenteer jullie holistische en realistische aanpak voor de schoolrenovatie
- Korte schets van het gebouw en de problemen
- Holistische analyse (systeeminteracties)
- Koppeling gezondheid met gebouwprestaties
- Renovatiestrategie (integraal)

Building Balance

SMART Circulair
Empowering the Future

Nationaal Kenniscentrum Biobased Bouw

Kennisbank / Leerlijn
Circulair Bouwen met
Biobased Bouwmaterialen
MBO, HBO, LLO

SMART Circulair
Empowering the Future

Module 5 | Gezond klimaat voor mens en natuur

Ontwerpen met de natuur

Biofilisch design
Een ontwerpaanpak die de menselijke behoefte aan verbinding met de natuur centraal stelt door natuurlijke elementen zoals planten, natuurlijk licht, water en natuurlijke materialen te integreren in gebouwen en leefomgevingen.

Kenmerken van biofilisch design

- Natuurlijke materialen
- Natuurlijk licht
- Planten en groen
- Natuurlijke vormen
- Visueel contact met buiten
- Water en lucht



Bron: YNNO
https://www.ynno.com/biophilic-design/

Kennisbank / Leerlijn
Circulair Bouwen met
Biobased Bouwmaterialen
MBO, HBO, LLO

SMART Circulair
Empowering the Future

Module 5 | Gezond **klimaat voor mens en natuur**

Gezonde verstedelijking

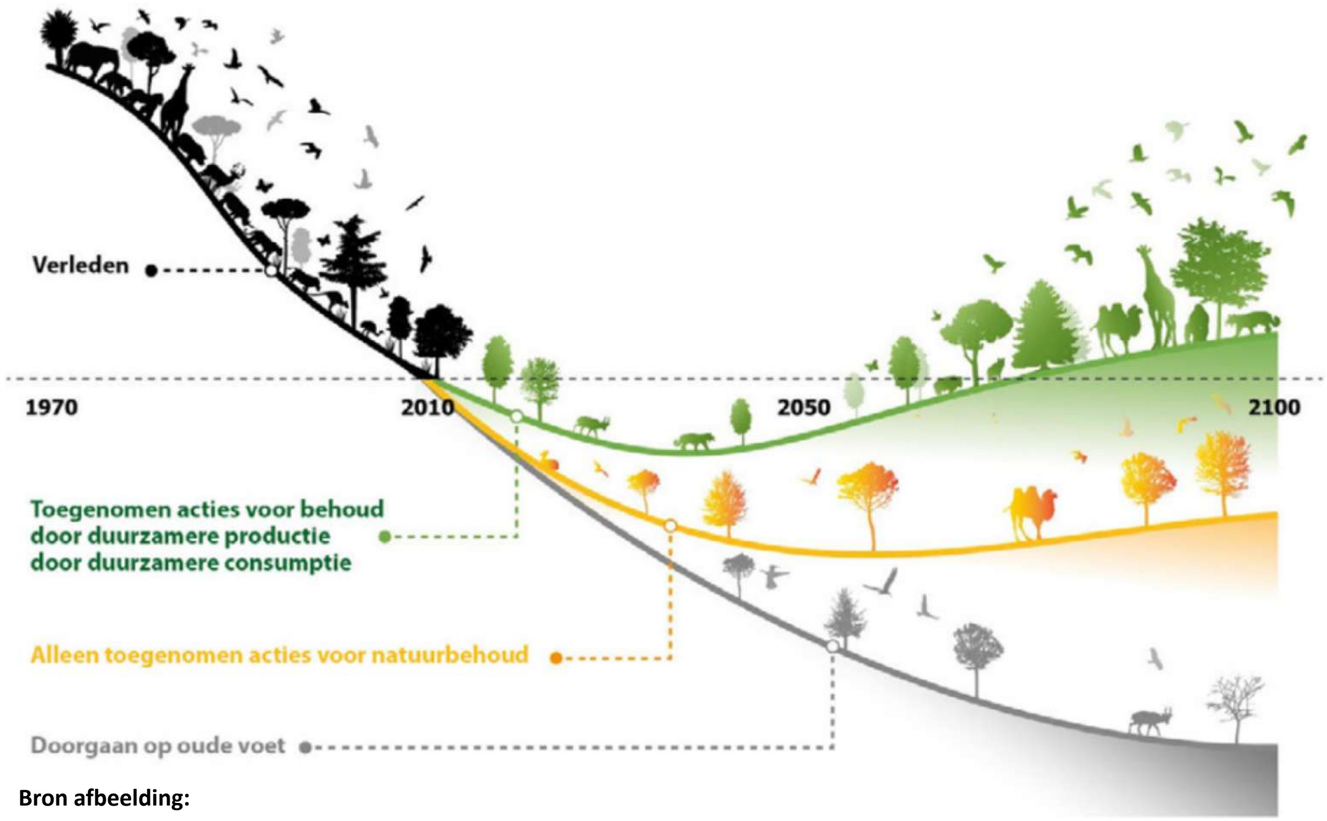
Drie redenen om natuurinclusief te ontwerpen en bouwen

1. Biodiversiteitsverlies: Slechts 15% van de oorspronkelijke soorten in Nederland is nog over. Natuur is cruciaal voor gezonde ecosystemen.
2. Klimaatproblemen in steden: Verharding zorgt voor hitte-eilanden, wateroverlast en droogte.
3. Ecosysteemdiensten: De natuur levert essentiële diensten zoals voedselproductie, luchtzuivering en recreatie.

Kernprincipes – De 6 V's:

Voor een leefbare habitat zijn nodig:

1. Verblijfplaats
2. Voortplanting
3. Voedsel
4. Veiligheid
5. Verbinding met omgeving
6. Variatie



Bron afbeelding:

Bending the curve of terrestrial biodiversity needs an integrated strategy van Leclère et al.(2020) via Meesters et al. (2024, p.10).
https://www.samenvoorbiodiversiteit.nl/updates/2024/02-februari/svbd-kennisdocument-basiskwaliteit-natuur.pdf

Kennisbank / Leerlijn
Circulair Bouwen met
Biobased Bouwmaterialen
MBO, HBO, LLO

SMART Circulair
Empowering the Future

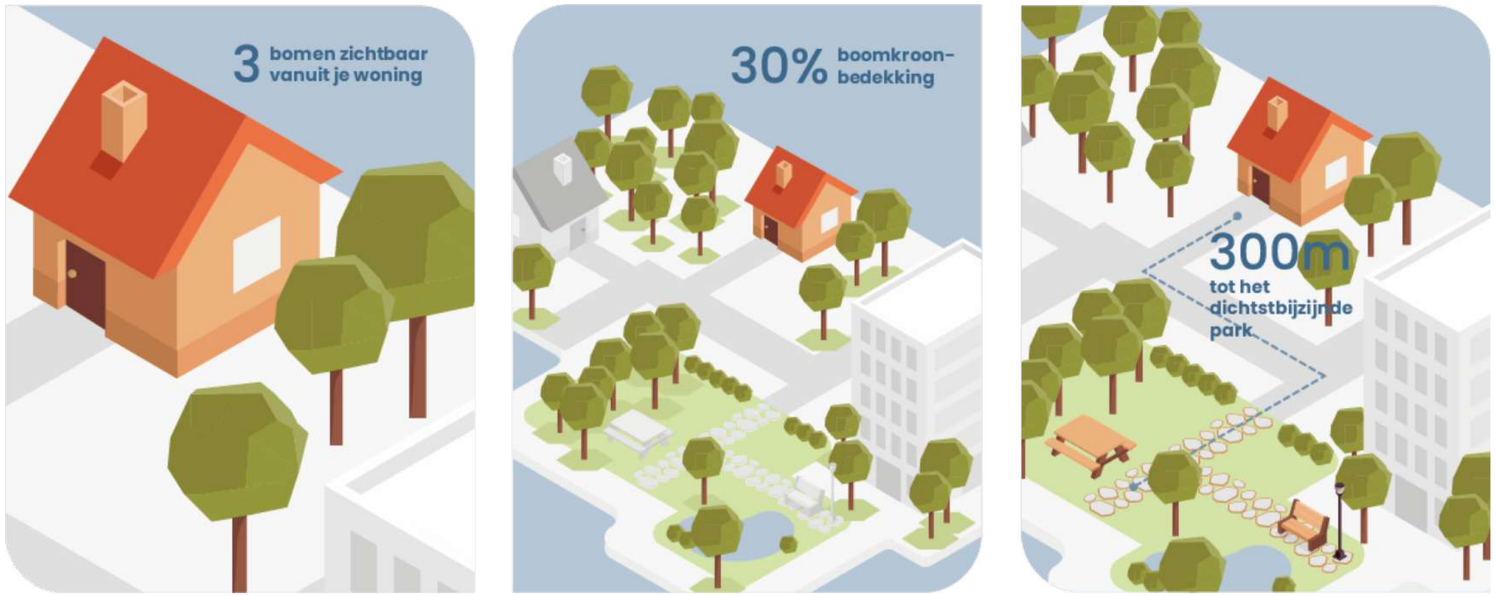
Module 5 | Gezond klimaat voor mens en natuur

Gezonde verstedelijking

3-30-300 regel WUR

De 3-30-300-regel is een vuistregel voor een gezondere en groenere leefomgeving, die ook wordt toegepast door de Wageningen University & Research (WUR)

- iedereen vanuit huis minstens **3 bomen** moet kunnen zien
- elke buurt minimaal **30%** boomkroonbedekking moet hebben
- niemand meer dan **300 meter** van een park of groene recreatieruimte mag wonen



Bron: Cobra Groeninzicht
https://cobra-groeninzicht.nl/nieuws/een-groenere-en-gezondere-leefomgeving/

Building Balance

SMART Circulair
Empowering the Future

Nationaal Kenniscentrum Biobased Bouw

Module 5 | Gezond klimaat voor mens en natuur

Klimaatadaptief inrichten

Richtlijnen

1. Waterbeheer
2. Koeling en hittebeperking
3. Bouwen
4. Biodiversiteit

Regelgeving en beleid

- Gemeenten kunnen richtlijnen vastleggen in hun lokale beleid, zoals het omgevingsplan en de hemelwaterverordening.
- Er zijn handreikingen beschikbaar die voorbeeldregels bevatten voor decentrale overheden, zoals de vernieuwde Handreiking decentrale regelgeving klimaatadaptief bouwen en inrichten
- De Landelijke Maatlat voor een groene klimaatadaptieve gebouwde omgeving biedt houvast voor het klimaatadaptief ontwerpen van gebouwen en omgevingen
- Het Deltaprogramma en de Omgevingswet spelen een rol bij het wettelijk vastleggen van klimaatadaptatie



Bron: Kennisportaal klimaatadaptie (Rijksoverheid) – Aanpassing landelijke meetlat (2025)
https://klimaatadaptatienederland.nl/actueel/actueel/nieuws/2025/gebouwde-omgeving-aanpassing-maatlat/

Kennisbank / Leerlijn
Circulair Bouwen met
Biobased Bouwmaterialen
MBO, HBO, LLO

SMART Circulair
Empowering the Future

Module 5 | Gezond klimaat voor mens en natuur

Natuurinclusieve gebiedsinrichting

Kernprincipes

- **Integratie**
  Natuurlijke elementen (groen, water, dieren) worden ingebed in gebouwen, infrastructuur en landschappen.

- **Verbinding**
  Er wordt gewerkt aan het creëren van ecologische verbindingen tussen verschillende groene zones.

- **Biodiversiteit**
  Het verhogen van de variëteit aan planten en dieren is een centraal doel.

- **Klimaatadaptatie**
  Wijken worden veerkrachtiger gemaakt voor extreem weer, bijvoorbeeld door waterberging in groene daken.

Bron: Provincie Utrecht, Klimaatbestendige, natuurinclusieve en gezonde wijken (2025)



Bron: Provincie Utrecht– Lessenbundel, wijkaanpassingen: 2.2. Obstakel; concurrerende opgaven in het ruimtelijk gebied (2025)
https://www.provincie-utrecht.nl/sites/default/files/2024-12/Lessenbundel%20wijkaanpak%20-%20provincie%20Utrecht.pdf

Kennisbank / Leerlijn
Circulair Bouwen met
Biobased Bouwmaterialen
MBO, HBO, LLO

SMART Circulair
Empowering the Future

Module 5 | Gezond klimaat voor mens en natuur

Natuurinclusieve gebiedsinrichting

Kijk eens op het platform van het KAN Netwerk
https://www.kanbouwen.nl
Projectontwikkelaars, bouwbedrijven en gemeenten sluiten zich aan bij het KAN platform om kennis te ontwikkelen en ervaringen te delen op het gebied van klimaatadaptief bouwen, wateroverlast, hittestress, biodiversiteit en natuurwaarde.

En het programmabureau Natuurinclusief
https://www.collectiefnatuurinclusief.nl
Is een samenwerking van het ministerie van LNV, Alle provincies, Natuurmonumenten, Staatsbosbeheer en Landschappen NL
Zij hebben een ‘Agenda Natuurinclusief’ uitgebracht



Bron: De Zoogdiervereniging – Natuurinclusief loont voor vleermuizen, vogels en mensen (2019)
https://www.zoogdiervereniging.nl/actueel/nieuws/natuurinclusief-loont-voor-vleermuizen-vogels-en-mensen/

Kennisbank / Leerlijn
Circulair Bouwen met
Biobased Bouwmaterialen
MBO, HBO, LLO

SMART Circulair
Empowering the Future

Module 5 | Gezond klimaat voor mens en natuur

Natuurinclusieve gebiedsinrichting

Studies en bewijs tonen aan dat een natuurinclusieve en groene stedelijke positieve effecten heeft op o.a.:

- Gezondheid (minder ziekte, hogere levensverwachting)
  The effect of urban green on small-area (healthy) life expectancy (2014)
  https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25053616/

- Mentale gezondheid / welzijn
  Green Space Attachment and Health: A Comparative Study in Two Urban Neighborhoods (2015)
  https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26569280/

- Klimaatadaptieve voordelen (studie Universiteit Maastricht) Integrated Assessment of Health Benefits and Burdens of Urban Greenspace Designs (2024)
  https://www.mdpi.com/2071-1050/16/17/7534

- Biodiversiteit & leefomgeving (ondersteund door PBL-rapport)
  Van een groene ambitie naar hoogwaardige natuur in en om de stad (2023)
  https://www.pbl.nl/publicaties/van-een-groene-ambitie-naar-hoogwaardige-natuur-in-en-om-de-stad?



Kan Bouwen - Goed groen verschilt per gebiedsontwikkeling
Video van KAN Cafe met Robbert Snep (WUR)

https://youtu.be/t2NFoGt4US8?si=QwbCennj3FCwLEU4
22 mei: Internationale dag van de biodiversiteit

Kennisbank / Leerlijn
Circulair Bouwen met
Biobased Bouwmaterialen
MBO, HBO, LLO

SMART Circulair
Empowering the Future

Module 5 | Gezond klimaat voor mens en natuur

Case | Rollenspel

Samen naar de Klimaatrobuuste wijk

Uitdaging: Wijk 'Groenrijk'

Een bestaande woonwijk met verouderde inrichting: weinig groen en veel verharding.

Vraag: *Wat is nodig om een wijk te ontwikkelen die toekomstige weersextremen kan opvangen, waar veel verschillende dier- en plantsoorten een plek hebben en waar mensen gezond en prettig kunnen leven?*

Opdracht

Het team werkt gezamenlijk aan een *integrale transformatiemissie* voor Groenrijk, gericht op:

- Visie & concrete doelen
- Concrete maatregelen
- Participatie en communicatie
- Uitvoering en obstakels

5 rollen / teams

1. Gemeentelijk Projectleider
2. Wijkbewoner
3. Waterschap expert
4. Groen-/biodiversiteit specialist
5. Gezondheidsdeskundige



Afbeelding: Provincie Utrecht (2025), Lessenbundel wijkaanpak
https://www.provincie-utrecht.nl/sites/default/files/2024-12/Lessenbundel%20wijkaanpak%20-%20provincie%20Utrecht.pdf

Building Balance

SMART Circulair
Empowering the Future

Nationaal Kenniscentrum Biobased Bouw

Kennisbank / Leerlijn
Circulair Bouwen met
Biobased Bouwmaterialen
MBO, HBO, LLO

SMART Circulair
Empowering the Future

Module 5 | Gezond klimaat voor mens en natuur

Case | Rollenspel

Scenariobeschrijving

Welke stappen zet je om een bestaande wijk groen/blauw te transformeren?

Fase 1 – Visie en Ambities

1. Bepaal gezamenlijk een heldere visie voor de wijk
   bv. ‘Een gezonde, waterbestendige buurt met 30% meer bomen en biodivers groen binnen 5 jaar’
2. Definieer minimaal 2 concrete doelen, bv.
   - % regenwater dat lokaal wordt geborgen
   - Aantal extra bomen/planten
3. Noteer mogelijke tegenstrijdige belangen. Bv. parkeerruimte vs groen

Fase 2 – Van Ambitie naar Maatregelen

Werk in subgroepen aan concrete maatregelen zoals:

- groene gevels & wadi’s voor waterberging
- boomrijen of pocket parks
- hittebestendige bestrating
- ontmoetingsplekken voor sociale cohesie

Rode draad

Doen we genoeg in de wijkontwikkeling om een significante bijdrage te leveren aan de biodiversiteit en het ecosysteem?



Afbeelding: Wikipedia
https://en.wikipedia.org/wiki/Sustainable_Development_Goal_15

Fase 3 – Participatie en Communicatie

Simuleer een bewonersbijeenkomst

- De wijkbewoner deelt zorgen (bv. Parkeerproblemen, angst voor insecten
- De Provincie-vertegenwoordiger en Projectleider moeten op deze zorgen reageren en helder communiceren wat wel/niet kan en waarom

Discussievraag

Hoe betrek je bewoners zo dat zij meedenken in oplossingen ipv angst en obstakels?

Fase 4 – Uitvoering en Obstakels

Simuleer een korte implementatievergadering

Rolspelpunten:

- Komt er onverwachte weerstand van belangengroepen?
- Zijn er juridische of technische obstakels?
- Hoe werkt de samenwerking tussen partijen?

Gebruik de lessen uit de Lessenbundel om oplossingen te vinden: duidelijke doelen, procesbegeleiding en samenwerking tussen disciplines.

Module 5 | Gezond klimaat voor mens en natuur

Onderzoeken en bewijs

1. Biodiversiteit & ecosysteemkwaliteit

Bewijs

- Natuurinclusieve inrichting (groen-blauwe structuren, bloemrijke bermen, nestgelegenheid, waterpartijen) verhoogt aantallen:
  - bestuivers (bijen, vlinders),
  - vogels,
  - bodemorganismen.
- Gebieden met gevarieerde vegetatie en ecologische verbindingen herstellen sneller na verstoring.

Onderzoeken

- Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services. (2019). *Global assessment report on biodiversity and ecosystem services*. IPBES Secretariat. https://ipbes.net/global-assessment-report-biodiversity-ecosystem-services
- Breman, B., Nieuwenhuizen, W., Dirkx, J., Pouwels, R., de Knegt, B., de Wit, E., … & van Hinsberg, A. (2022). *Natuurverkenning 2050 – Scenario Natuurinclusief* (WOT-rapport 136). Wageningen University & Research / PBL. https://doi.org/10.18174/558179
- Planbureau voor de Leefomgeving. (2023). *Natuur in en om de stad: bijdrage van natuur aan stedelijke opgaven* (PBL-rapport). https://www.pbl.nl/downloads/pbl-2023-natuur-in-en-om-de-stad-5023.pdf

2. Klimaatadaptatie (hitte, water, droogte)

Bewijs

Groene inrichting verlaagt **stedelijke hitte-eilanden** met 2–7 °C.
Groene daken, wadi's en open bodem verminderen **wateroverlast** en verbeteren infiltratie.
Vegetatie verhoogt verdamping en verkoeling.

Onderzoeken

- Groenblauwe Netwerken. (2023). *Groenblauwe netwerken: kennis en onderzoek over adaptatiemaatregelen voor klimaatbestendige steden*. Kennisportaal Klimaatadaptatie. https://klimaatadaptatienederland.nl/hulpmiddelen/overzicht/groenblauwe-netwerken/
- Castellari, S., Zandersen, M., Davis, M., Förster, J., Marttunen, M., Mysiak, J., … & Veerkamp, C. (2021). *Nature-based solutions in Europe: Policy, knowledge and practice for climate change adaptation and disaster risk reduction* (EEA Report No. 01/2021). European Environment Agency. https://www.eea.europa.eu/en/analysis/publications/nature-based-solutions-in-europe
- Rekenkamer Rotterdam. (2022). *Onderzoeksopzet groene buitenruimte: effecten van groen op hittestress en waterhuishouding in stedelijke context* (Rapport RO2201). Gemeente Rotterdam. https://rekenkamer.rotterdam.nl/wp-content/uploads/2022/05/RO2201-opzet-groene-buitenruimte.pdf rekenkamer.rotterdam.nl

Module 5 | Gezond klimaat voor mens en natuur

Onderzoeken en bewijs

3. Gezondheid & welzijn van mensen

Bewijs

- Mensen die wonen of werken in natuurinclusieve omgevingen:
  - ervaren minder stress,
  - bewegen meer,
  - hebben minder kans op depressie en hart- en vaatziekten.
- Zicht op groen versnelt herstel bij ziekte.

Onderzoeken

- World Health Organization, Regional Office for Europe. (2016). *Urban green spaces and health* (WHO/EURO 2016-3352-43111-60341). World Health Organization. https://iris.who.int/handle/10665/345751
- World Health Organization. (2017). *Who benefits from nature in cities? Social inequalities in access to urban green and blue spaces across Europe.* World Health Organization / European Environment Agency. https://www.eea.europa.eu/en/analysis/publications/who-benefits-from-nature-in-cities-social-inequalities-in-access-to-urban-green-and-blue-spaces-across-europe
- Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM). (2023). *De maatschappelijke waarde van een gezonde en groene leefomgeving – een verkenning*. *https://www.rivm.nl/publicaties/maatschappelijke-waarde-van-gezonde-en-groene-leefomgeving-verkenning*

4. Economische waarde & kosten-baten

Bewijs

- Vastgoed in groene, natuurinclusieve gebieden heeft:
  - hogere marktwaarde,
  - minder leegstand,
  - hogere aantrekkelijkheid voor bedrijven.
- Lagere kosten voor:
  - waterbeheer,
  - hittestressmaatregelen,
  - gezondheidszorg.

Onderzoeken

Planbureau voor de Leefomgeving, & Centraal Planbureau. (2020). *Kosten- en batenbegrippen in klimaatbeleid* (PBL-CPB rapport). PBL/CPB. https://www.pbl.nl/publicaties/kosten-en-batenbegrippen-in-klimaatbeleid

Warringa, G. & de Bruyn, S. (2018). Werkwijzer natuur: maatschappelijke kosten-batenanalyses (Werkdocument). Arcadis & CE Delft. https://ce.nl/publicaties/werkwijzer-natuur-maatschappelijke-kosten-baten-analyses/

Royal Institution of Chartered Surveyors. (2023). *Sustainability and ESG basis for conclusions* (Basis for Conclusions bij Professional Standard *Sustainability and ESG in commercial property valuation and strategic advice*). RICS. https://www.rics.org/content/dam/ricsglobal/documents/standards/sustainability_and_esg_basis_for_conclusions.pdf

Module 5 | Gezond klimaat voor mens en natuur

Onderzoeken en bewijs

5. Sociale cohesie & leefbaarheid

Bewijs

- Groene, natuurinclusieve openbare ruimte:
  - stimuleert ontmoeting,
  - vergroot veiligheidsgevoel,
  - verhoogt betrokkenheid bij de wijk.
- Buurtgroen leidt tot minder vandalisme en meer sociale controle.

Onderzoeken

- Sociaal en Cultureel Planbureau. (2024). *Samenleven in de toekomst: Een verkenning naar sociale cohesie bij een veranderde bevolkingssamenstelling in 2050*. Sociaal en Cultureel Planbureau. https://www.scp.nl/documenten/2024/12/10/samenleven-in-de-toekomst
- Peters, K. B. M., Elands, B. H. M., & Buijs, A. E. (2010). *Social interactions in urban parks: Stimulating social cohesion? Urban Forestry & Urban Greening, 9*(2), 93–100. https://doi.org/10.1016/j.ufug.2009.11.003

Praktijkcases (bewijs uit de praktijk)

Nederland

- Houten Castellum – ecologische structuren integraal in woonwijk.
- Amsterdam Buiksloterham – natuurinclusief bouwen + circulaire principes.
- Utrecht Merwedekanaalzone – biodiversiteit als ontwerpkader.
- Room for the River – combinatie waterveiligheid, natuur en ruimtelijke kwaliteit.

Internationaal

- Singapore – City in a Garden
- Freiburg (D) – Vauban wijk
- Malmö (SE) – Western Harbour

Kennisbank / Leerlijn
Circulair Bouwen met
Biobased Bouwmaterialen
MBO, HBO, LLO

SMART Circulair
Empowering the Future

Vind de kennismodules waarmee je je kennispakket samenstelt

Wil je verdieping?

Klik op HBO en maak je keuze

Wij helpen jou!

Kennisbank, Leerlijn Biobased Bouwen



Licentievrij, open beschikbaar op NKBB.org

Building Balance

SMART Circulair
Empowering the Future

Nationaal Kenniscentrum Biobased Bouw

Kennisbank / Leerlijn
Circulair Bouwen met
Biobased Bouwmaterialen
MBO, HBO, LLO

SMART Circulair
Empowering the Future

Vind de kennismodules waarmee je je kennispakket samenstelt

De kennisblokjes zijn opgesteld volgens de LCA - Bouw

Licentievrij beschikbaar op NKBB.org

Why?	How?	What?
1.1. Urgentie, Grondstoffentransitie	1.2. Definities	3. LCA Fase - PRODUCTIE
1.1.1. Urgentie Grondstoffentekorten	1.3. Modellen en (reken)tools	3.1. A1 - Winning van grondstoffen
1.1.2. Parijs 2050	1.3.1. Model R-ladder	3.1.1. Secundaire grondstoffen
1.1.3. NL programma's Circulaire Economie	1.3.2. Model Lagen van Brand	3.1.2. Plantaardig - Natuurlijke cyclus
1.1.4. Rol Bouwsector	1.3.3. Model LCA	3.1.3. Dierlijke grondstoffen
1.1.5. CO2 uitstoot	1.4. Strategieën	3.1.4. Overige grondstoffen
1.1.6. Aantasting Milieu, biodiversiteit …		3.1.5. (Bio)Composieten
	2. BIOBASED BOUWEN	3.2. A2 – Transport
	2.1. Doelstellingen	3.3. A3 – Productie
		4. LCA Fase – BOUW
		4.1. Transport
		4.2. Bouw- en installatieproces, aanleg
		5. GEBRUIK
		6. SLOOP
		7. HERGEBRUIK

Building Balance

SMART Circulair
Empowering the Future

Nationaal Kenniscentrum Biobased Bouw

Kennisbank / Leerlijn
Circulair Bouwen met
Biobased Bouwmaterialen
MBO, HBO, LLO

SMART Circulair
Empowering the Future

Geef feedback

Contact

Kennisbank Biobased Bouwen
Xnder de Bruine

Xander@nkbb.org







Building Balance

SMART Circulair
Empowering the Future

Nationaal Kenniscentrum Biobased Bouw

Kennisbank / Leerlijn
Circulair Bouwen met
Biobased Bouwmaterialen

MBO, HBO, LLO

SMART Circulair
Empowering the Future

Oplevering dec. 2025

De Leerlijn en Kennisbank zijn ontwikkeld door

HAN_UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

University of Applied Sciences Windesheim

Hanzehogeschool Groningen
University of Applied Sciences

SMART Circulair
Empowering the Future

Alfa-college

deltion college

Noorderpoort

Mogelijk gemaakt door

Building Balance

Licentievrije publicatie op

Nationaal Kenniscentrum Biobased Bouw