



seminarie circulair bouwen

masterproject.

afstudeerproject

Aerts Fien, Claes Laura, Claessens
Milan, Depae Tine, Lux Steven,
Meessen Kelly, Van Gremberghe
Liselot, Vandenbrande Lynn,
Verhemeldonck Tom & Wuyts Robbe

Leven binnen planetaire grenzen op de Herkenrode site

"The difficulty lies in the very expression "relation to the world," which presupposes two sorts of domains, that of nature and that of culture, domains that are at once distinct and impossible to separate completely."

Bruno Latour

masterproef 2023-2024

**Aerts Fien, Claes Laura, Claessens Milan, Depae
Tine, Lux Steven, Meessen Kelly, Van Gremberghe
Liselot, Vandenbrande Lynn, Verhemeldonck Tom
& Wuyts Robbe**

‘Leven binnen planetaire grenzen op de Herkenrode
site’

Master architectuur 2023-2024
Universiteit Hasselt Faculteit Architectuur & Kunst

Promotors: Prof. dr. ir. arch. Verbeeck Griet, Prof.
dr. ir. Knapen Elke & Prof. dr. arch. Novais Passarelli
Rafael

Projectbegeleider: Prof. arch. Berben Jo & Prof.
arch. Boeckx Eef



voorwoord.

Deze masterscriptie vormt samen met de individuele masterscripties en de individuele masterprojecten het eindresultaat van onze architectuurstudies aan de Universiteit Hasselt. Dit deel is tot stand gekomen als een groepswork van tien studenten die elk het seminarie circulair bouwen volgen.

Allereerst willen wij onze promotors, prof. dr. ir. arch. Verbeeck Griet, prof. dr. ir. Knapen Elke en prof. dr. arch. Novais Passarelli Rafael bedanken in het bijstaan van het creëren van deze masterscriptie. Zij hebben ons steeds bijgestuurd in ons kritisch reflecteren over de site en ons begeleid tot het creëren van deze masterscriptie.

Eveneens willen wij onze begeleider prof. arch. Eef Boeckx bedanken. Zij heeft ons steeds bijgestuurd waar nodig en gezorgd voor de nodige motivatie en begeleiding doorheen dit gezamenlijk deel en onze individuele projecten. Ook zouden wij graag prof. arch. Jo Berben willen bedanken voor de leerrijke begeleidingen doorheen het jaar en het bijsturen waar nodig.

Deze gezamenlijke masterscriptie vormt het beginpunt van tien leerrijke en interessante projecten die steeds terugvallen op dit gezamenlijk deel. Zonder één van ons waren we niet zo ver gekomen als waar we vandaag de dag staan.

Team circulair bouwen
Diepenbeek, mei 2024

abstract nl.

Willen we de toekomst leefbaar houden, dan moeten we evolueren naar een maatschappij die de klimaatverandering beperkt tot een stijging van max. 1,5°C en die ook de andere planetaire grenzen niet overschrijdt. Dit op een manier die een goed leven biedt voor iedereen (het beeld van een donut economie). We proberen op dit moment aan deze toekomst te werken (met wisselend succes), maar vaak voelt het aan alsof we vooral moeten inleveren, minderen, opgeven en hebben we minder aandacht voor wat er in de plaats kan komen. Bovendien krijgen we vaak doembeelden voorgeschoteld van hoe de toekomst er zal uitzien als we er niet in slagen om het tij te keren, maar zelden wordt er verbeeld hoe deze toekomst er zou kunnen uitzien, als we er wel in slagen. In die zin zijn we met z'n allen op weg, zonder te weten waar we willen geraken.

Het doel van de samenwerking van het seminarie circulair bouwen en de masterstudio is om een (radicale én positieve) toekomstbeeld proberen te verbeelden, zonder ons op dit moment af te vragen hoe we dqr geraken. We willen vooral onderzoeken hoe een gemeenschap er zou kunnen uitzien die al haar leden (menselijke en niet-menselijke) laat floreren én de planetaire grenzen respecteert. We willen dit onderzoek doen op de behapbare schaal van de Herkenrode Abdijsite. Dat abdijen en kloosters vroeger al samen met hun directe omgeving regeneratieve gemeenschappen vormden, is daarbij een pluspunt.

abstract eng.

If we want to keep the future liveable, we must evolve towards a society that limits climate change to a rise of max 1.5°C and does not exceed other planetary limits either. This in a way that offers a good life for all (the image of a donut economy). We are currently trying to work on this future (with the varying of success), but often it feels like we have to mostly give in, cut back, give up, and have less consideration for what can come in its place. Moreover, we are often presented with doomsday images of what the future will look like if we fail to turn the tide, but rarely do we imagine what this future might look like if we do succeed. In that sense, we are all on our way, without really knowing what we exactly want to accomplish.

The aim of the collaboration of the circular building seminar and the master studio is to try to portray that (radical as well as positive) vision of the future, without wondering at the moment how we will achieve that. We especially want to explore what a community could look like which lets all its members (human and non-human) flourish and respects the planetary boundaries. We want to perform this research on the manageable scale of the Herkenrode Abbey site. The fact that abbeys and monasteries used to form regenerative communities together with their immediate environment is a plus point.

inhoud.

voorwoord.	5	
abstract nl.	6	
abstract eng.	7	
 inhoud.	 8	
 inleiding.	 12	
 filosofische insteek.	 14	
 perspectieven.	 16	
1. 1,5° levensstijl		17
2. planetaire grenzen		19
3. emoties, care & healing		22
4. kijken naar het verleden		24
5. andere, regeneratieve culturen		28
 Herkenrode abdijsite.	 33	
 analyse.	 36	
1. mobiliteit		37
2. water		44
3. bodemonderzoek		50
 probleem- & kansenkaart.	 54	
1. wonen		57
2. (bouw)materialen		62
3. energie		69
4. mobiliteit		74
5. lokale voedselproductie		81
6. algemene kaarten		86
7. terugkoppeling planetaire grenzen		90
 masterplan.	 93	
 energie.	 108	
1. menselijke beweging als vorm van energie		109
2. biomeilers		110
3. windenergie		111
4. riothermie		112
5. restwarmte industrie		113
6. energie opwekken met water		114
7. mestvergister		116

toegepaste concepten.	118
1. restwarmte	119
2. biomeiler	120
3. windenergie	122
4. energie opwekken met water	124
waterhuishouding.	132
connecties onderling.	133
reflectie.	140
bibliografie.	144
figurenlijst.	152

inleiding.

Deze scriptie is het resultaat van de gezamenlijke inspanningen van een team van tien personen, dat gedurende een jaar heeft samengewerkt. Deze groep vertegenwoordigt het duurzaamheidsplateau, waarbij elk aspect op duurzaamheid wordt beoordeeld. Het eerste deel van deze scriptie behandelt de samenwerking, waarna de scriptie opsplitst in tien individuele delen, waarbij elk deel specifieke principes toepast in zijn/haar ontwerp.

De opdracht voor de masterproef startte op de Herkenrode-site in Hasselt. Als vertegenwoordigers van duurzaamheid in het tweede masterjaar hebben we twee jaar lang het seminarie circulair bouwen gevolgd. Door deze lens wordt de gegeven site bekeken. Als rode draad doorheen de scriptie wordt de filosofie van Bruno Latour onderzocht en geïnterpreteerd. Het doel van de groep is om een andere blik te werpen op een site vandaag de dag, waarbij Latour ons inspireert.

Vanuit het seminarie werd een leeslijst meegegeven. In de leeslijst worden vijf thema's aangesneden: 1,5 graden levensstijl, planetaire grenzen, zorg, kijken naar het verleden en regeneratieve culturen. Deze thema's helpen ons om op een andere manier naar de gegeven site te kijken, zowel op grote als kleine schaal. Dit hoofdstuk wordt perspectieven genoemd, waarbij elk van deze thema's een bepaald perspectief biedt.

Vervolgens licht de algemene analyse de Herkenrodesite toe en vormt het een basis om te begrijpen wat er op de site aanwezig is, wat er te zien is en welke consequenties dit met zich meebrengt. Deze analyse is onderverdeeld in mobiliteit, water en een onderzoek naar de bodem.

De geleerde kennis wordt vervolgens specifiek toegepast op de site. Als groep wordt er een probleem- en kansenkaart opgesteld. Bij het bezoeken en analyseren van de site worden enkele thema's aangehaald waarbij met de duurzaamheidslens bepaalde problemen naar boven worden gehaald. Deze problemen worden overlopen en samengevoegd tot één kaart. Vervolgens wordt er gekeken hoe deze problemen in de toekomst kunnen worden opgelost, waarbij van deze oplossingen een kaart wordt gemaakt.

Vanuit de literatuur, de analyse en zelf gevormde conclusies van de site vormt zich het ontwerpen van het masterplan. Als groep wordt er sterk samengewerkt om een site te ontwikkelen voor de toekomst. Hierbij wordt er niet enkel gekeken naar de noden van de mensen. Er wordt gekeken naar wat de natuur kan bieden en vanuit dit perspectief wordt bekeken hoe de mens zich hier naartoe kan aanpassen. Zo ontstaat er een gevormd masterplan zowel voor natuur als mens.

Nog twee belangrijke onderwerpen die extra aandacht vergen, zijn energie en water. Deze thema's zijn voor architectuur vaak vanzelfsprekend, er wordt vanuit gegaan dat deze geen probleem vormen. Toch is het vandaag de dag van belang om diep na te denken hoe er wordt omgegaan met energie en water en wat de noden zijn. Vanuit dit denken wordt als groep onderzocht hoe alternatieven uit de comfortzone kunnen worden toegepast om naar een duurzamere toekomst te evolueren.

Uiteindelijk eindigt het gemeenschappelijk deel met een onderlinge connectie. Na het ontwerpen van het masterplan neemt elk individu van de groep een eigen project op zich. Om het gedachtegoed van het masterplan in praktijk te brengen, worden de individuele projecten met hun programma's met elkaar verbonden. Met het onderzoek in groep willen we een antwoord bieden op de onderzoeksvraag: Hoe leven binnen planetaire grenzen op de Herkenrode site? Na het gemeenschappelijk deel volgen de tien individuele projecten.

METHODOLOGIE

In deze scriptie wordt onderzocht hoe een samenleving die voldoet aan de principes van een 1,5°C maatschappij eruit zou kunnen zien op de Herkenrode Abdijsite. Allereerst wordt een algemeen beeld geschetst vanuit verschillende perspectieven, waarbij vijf onderwerpen worden besproken die aan deze doelstelling zouden kunnen bijdragen. Verder wordt er een filosofische benadering geïntroduceerd, die als algemeen denkkader dient voor het verdere verloop van het onderzoek.

Vervolgens wordt de Herkenrode Abdijsite zelf geanalyseerd op basis van verschillende onderwerpen. Deze analyse is gebaseerd op zowel persoonlijke observaties tijdens het bezoeken van de site, als op literatuurstudie. Uit deze bevindingen zijn vijf probleem- en kansenkaarten ontwikkeld om een algeheel beeld te schetsen van de Herkenrode Abdijsite. De informatie is verkregen uit diverse bronnen, zoals literatuur over de site en verkennende bezoeken ter plaatse.

De conclusies die hieruit voortvloeien, zijn samengevat in een masterplan dat een toekomstbeeld biedt op de site. Dit masterplan dient als leidraad voor verdere individuele projecten. Het onderzoek dat in deze scriptie is uitgevoerd, vormt daarbij een solide basis waarop individuele projecten kunnen voortbouwen.

filosofische insteek.

Een inspirerende leidraad binnen dit onderzoek is de lezing van Bruno Latour 'Why Gaia is not the globe?'. Latour is een Franse socioloog en filosoof die zich vooral bezighoudt met wetenschapssociologie en techniek sociologie. In een lezing die hij gaf in 2016 voor faculty of Arts, aan Aarhus Universiteit waarvan de opname beschikbaar is op youtube, legt hij uit dat we sinds de Industriële Revolutie als maatschappij een evolutie van modernisering doormaken die we kunnen voorstellen als een lijn met twee aantrekkingspolen, weergegeven in stap 1. We zijn vertrokken van wat hij noemt 'het oude land' en er is een frontlijn van modernisering die meer en meer opschuift richting wat hij 'de globe' noemt (Aarhus Universiteit, 2016). Stap 2 toont het opschuiven van dit moderniserend front naar 'de globe'.

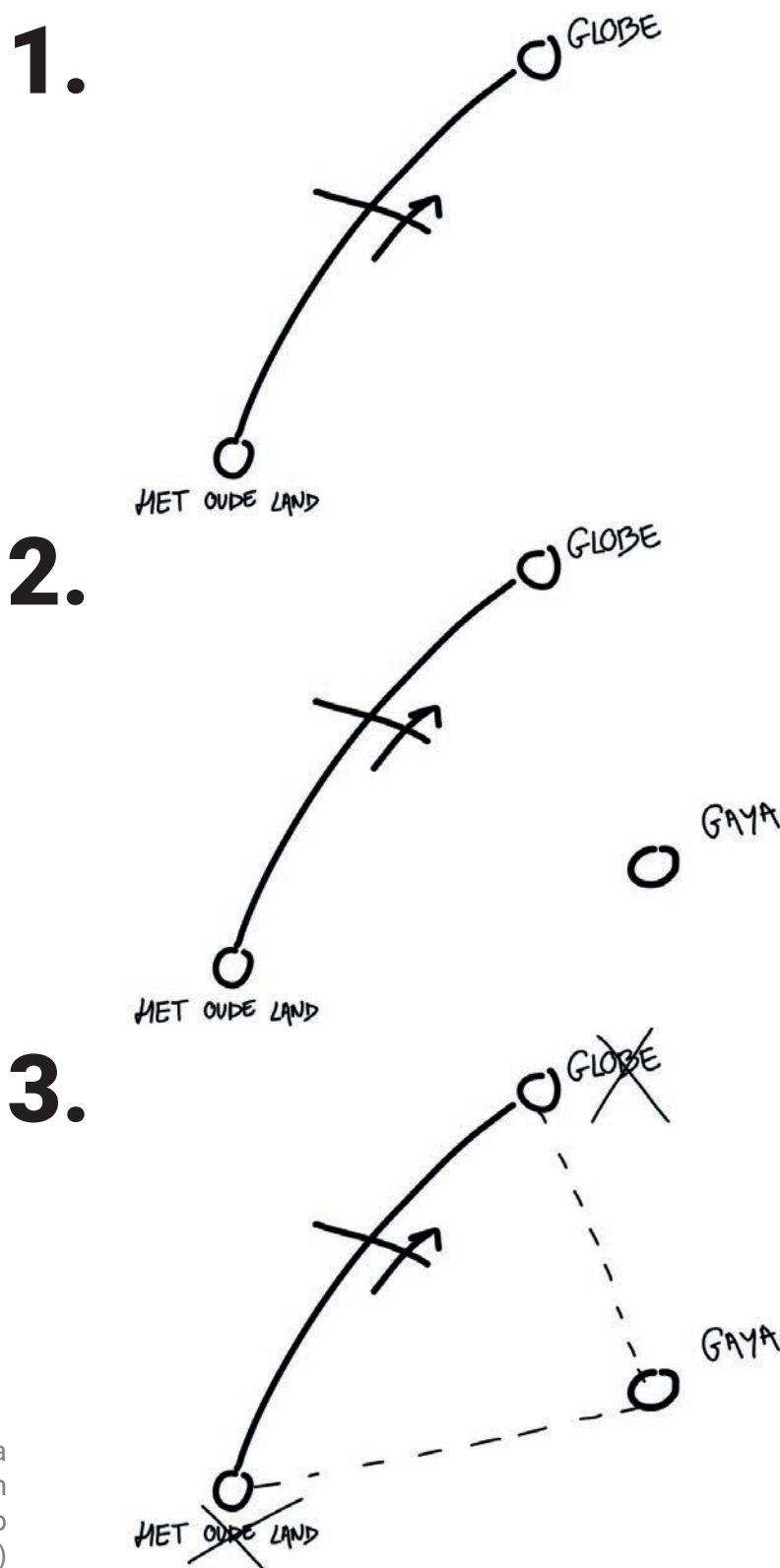
Het concept van een moderniserend front is sterk in ons denken verankerd. Hierdoor verdelen we zaken vaak in twee uitersten: iets of iemand kan modern en vooruitstrevend zijn of behoudsgezind en nostalgisch en dat zowel wat zijn/haar waarden betreft als wat zijn/haar economisch denken betreft. Dit beïnvloedt sterk hoe we naar de toekomst kijken.

Voor wie modernisering belangrijk is, fungeert "de globe" als het ultieme doel, dat is waar we moeten aan werken. Wanneer je jezelf als individu aan de andere zijde van dit modernisering mechanisme plaatst, word je al snel bestempeld als iemand die vasthoudt aan hoe het vroeger was, die passé is, op zoek naar een nostalgisch bestaan. Terwijl het "oude land" is waar we vandaan komen, niet noodzakelijk is waar we naartoe gaan, volgens dit schema.

Wat gebeurt er als het doel van 'de globe' plotseling in vraag wordt gesteld? Daarvoor is het belangrijk te begrijpen dat de term "de globe" niet mag worden opgevat als onze planeet, maar eerder als een mentale "globe" die al onze moderne ideeën en concepten bevat. We realiseren ons echter nu, met alle ecologische crises, dat de 'globe' die we nastreven te groot is om in onze planeet te passen. We beseffen dat dit doel onbereikbaar is en dat het realiseren van deze moderniteit voor iedereen de draagkracht van onze planeet overschrijdt. Tegelijk is terugkeren naar het "oude land" geen optie, want deze levenswijze is veranderd door de modernisering; die plek is er niet meer. Dat betekent dat we dus zowel de plek waar we vandaan komen, als de plek waar we dachten naartoe te evolueren, verloren zijn (Aarhus Universiteit, 2016).

Als we vanuit een bekommernis over de draagkracht van de planeet kritiek geven op de globalisering, krijgen we vaak als tegenreactie te horen: "Wil je dan terugkeren naar een grot en kaarslicht gebruiken?" Dit komt doordat de pijl in onze denkwijze ons beperkt tot slechts twee richtingen. Latour reikt ons, in stap 3, een manier aan om er anders naar te kijken. Hij stelt een derde aantrekkingspool voor, die zich niet op deze lijn bevindt. Die derde aantrekkingspool noemt hij 'Gaia'. Die kan elementen bevatten van de oude wereld en van de moderne wereld, maar ook nieuwe elementen, steeds op een manier die de draagkracht van de planeet respecteert. En dat is ook waar wij naar op zoek zijn. We onderzoeken of er alternatieve mogelijkheden zijn voor landbouw, voedsel, transport, materiaalgebruik, energie, enzovoort, en daarvoor kijken we soms terug naar vroeger, niet uit nostalgie, maar om eruit te leren. We schrijven moderne mogelijkheden niet per se af, maar kijken er wel kritisch naar vanuit de draagkracht van de planeet (Aarhus Universiteit, 2016).

Wij willen met andere woorden af van de dualiteit tussen vooruitstrevend en nostalgisch, en daarbij streven naar die derde aantrekkingspool. We willen op een andere manier kijken naar het geheel. De blik is niet meer gericht op deze lijn, maar op een ander territorium. Het bevindt zich niet in het midden van deze lijn; het is een compleet andere plek, maar er kunnen wel elementen van de twee andere aantrekkingspolen in aanwezig zijn. We weten nog niet hoe het er zal uitzien. Dat is net wat we via ons onderzoek en onze ontwerpen willen uitzoeken (Aarhus Universiteit, 2016).



Figuur 1: Why is Gaia not the globe? (Eigen beeld gebaseerd op Bruno Latour, 2023)
2023-2024

perspectieven.

Om de koppeling met het seminarie circulair bouwen en de ontwerpstudio voelbaar te maken, wordt er vanuit het seminarie een leeslijst opgegeven. Deze leeslijst biedt ons tijdens onze analyse en ons ontwerpproces een leidraad waarnaar we steeds kunnen teruggrijpen. Deze teksten bieden ons een andere kijk op hoe we het ontwerpproces en het herdenken van de abdijsite kunnen aanpakken met steeds het oog op circulariteit en duurzaamheid. De leeslijst bestaat uit volgende thema's die steeds apart besproken worden:

1. Onderzoek naar 1,5°C levensstijl
2. De planetaire grenzen
3. Emoties, care en healing
4. Kijken naar het verleden
5. Andere regeneratieve culturen

perspectieven

1. 1,5° levensstijl

Het Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) geeft weer hoeveel de maximale CO₂-uitstoot is indien we onder de 1,5°C opwarming willen blijven. Om onder deze gelegde lat te blijven zullen we elk jaar onze koolstofuitstoot moeten verminderen met gemiddeld 8%. Als we dat delen door de bevolking blijft er in 2030 nog een jaarlijkse uitstoot van 3,4 ton CO₂ per persoon. Om het concept van de 1,5°C levensstijl te begrijpen, valt op dat individuele levensstijlkeuzes een aanzienlijke impact hebben op de persoonlijke voetafdruk. Hieruit kan worden afgeleid dat een nieuwe bewustzijns- en denkwijze nodig is voordat individuen volledig begrijpen welke impact ze individueel hebben. Een essentieel risico van het niet omarmen van deze nieuwe mindset is dat men slechts de symptomen van het probleem aanpakt, zonder de onderliggende oorzaken aan te pakken.

Het rapport van de 1,5°C levensstijl (1five.org, 2021) omvat een lijst met de impact van de individuele levensstijlkeuzes. Deze lijst bevat vier niveaus waarop huishoudens zich kunnen richten om hun persoonlijke voetafdruk te verkleinen. Ze worden omgezet in een experiment waarbij deelnemers zich engageren om alle voorgestelde maatregelen daadwerkelijk toe te passen. Hierbij wordt onderzocht welke factoren een grote impact hebben op de ecologische voetafdruk en hoe de betrokkenen reageren op de 'beperkingen' die worden opgelegd. Dit geeft inzicht in de haalbaarheid ervan en helpt om toekomstige uitdagingen te identificeren bij het aanpassen van deze mindset (The 1.5°C Life – A Pilot Project To Track Sustainable Living, z.d.).

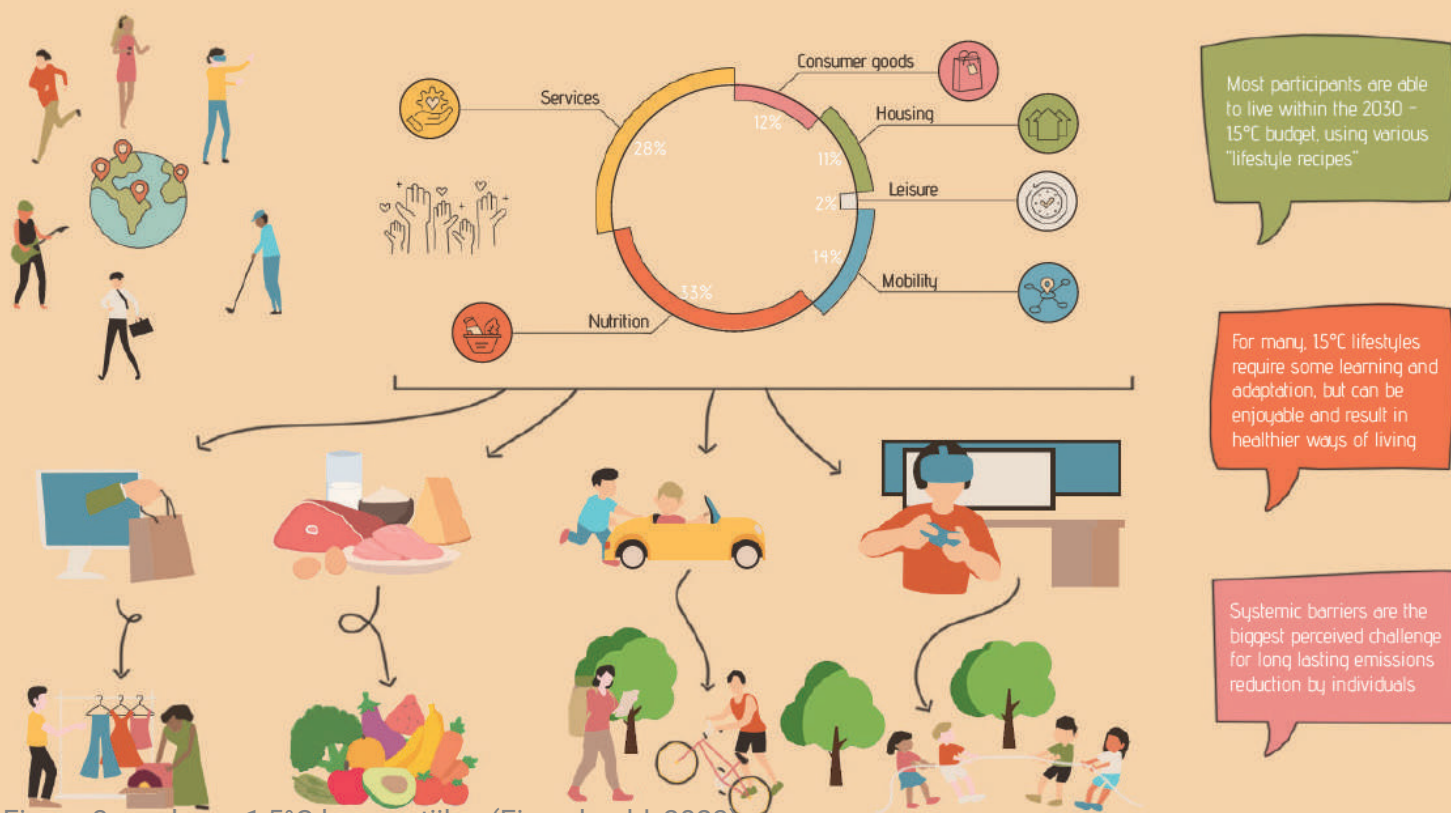
De onderzoekers van het experiment selecteren deelnemers op basis van drie belangrijke factoren. Allereerst het experimenteren met diverse deelnemers. De deelnemers die aan het onderzoek deelnamen, hebben een verschillende afkomst en verschillende leefomstandigheden. Ten tweede is het de diversiteit omtrent acties. Ze werden gevraagd om al hun acties te volgen; acties onderverdeeld in eenmalige, routine en langdurige acties; en hun uitdagingen vast te leggen. De laatste factor was de sociale betrokkenheid waarbij men merkte dat er meer betrokkenheid was van hun vrienden en familie bij het uitvoeren van het experiment. Dit leidde tot een meer sociaal en gezonder leven (The 1.5°C Life – A Pilot Project To Track Sustainable Living, z.d.).

Uiteraard zijn er tal van principes die we als persoon kunnen toepassen. Helaas hebben we als ontwerpers niet overal een even grote invloed op en nemen we dus enkele voorbeelden mee die hierna volgen. In *figuur 2 en 3* zien we enkele voorstellen die anders kunnen dan dat we gewoon zijn. Allereerst het implementeren van een tweedehands mindset in plaats van nieuwe goederen te produceren en kopen. Laten we bijvoorbeeld eerst gebruikmaken van de bestaande gebouwen en materialen voordat we overstappen op nieuwe materialen en gebouwen. Verder kan het verminderen van vleesconsumptie en het kiezen van een groen en plantaardig gebaseerd dieet een mogelijkheid zijn. Dit kunnen we mogelijk maken door tijdens het ontwerpen aandacht te besteden aan plaats voor voedselproductie. Verder is het minimaliseren van het gebruik van de auto en het maximaliseren van fietsen, wandelen en eventueel het openbaar vervoer een voordeel in het drukken van onze CO₂-uitstoot. Een laatste voorbeeld is het meer buiten komen, met andere woorden, tijd buiten spenderen in plaats van binnen. Zo kan het combineren van werk- en woongelegenheden her verminderen van autogebruik bevorderen door de verkleining van de afstand

tussen beiden. In *Figuur 2 en 3* zien we nog wat extra's zoals het delen van auto's, het gebruik van groene energie, recyclage en het bevorderen van sociaal contact in gemeenschappen door middel van bijvoorbeeld samen wonen. Allemaal elementen die kunnen bijdragen aan het drukken van onze ecologische voetafdruk en onder de limiet van 1,5°C opwarming blijven.



Figuur 2: analyse - 1,5°C levensstijl (Eigen beeld, 2023)



Figuur 3: analyse - 1,5°C levensstijlen (Eigen beeld, 2023)

perspectieven.

2. planetaire grenzen

De aarde is een leefbaar hemellichaam in ons sterrenstelsel. Al jaren is onze aarde stabiel en regelt de natuur het evenwicht. De laatste decennia heeft de mens invloed uitgeoefend op het natuurlijk evenwicht waardoor de aarde uit evenwicht geraakt. In 2009 introduceerde Johan Rockström het begrip de planetaire grenzen. De planetaire grenzen presenteert een reeks van negen grenzen waarbinnen de mensheid moet leven om de aarde stabiel te houden. Het overschrijden van deze grenzen zorgt ervoor dat het risico op grootschalige onomkeerbare milieuveranderingen toeneemt. Deze veranderingen vinden niet van de ene op de andere dag plaats, maar deze grenzen vormen samen een kritieke drempel voor toenemende risico's voor mensen en de ecosystemen (Richardson et al., 2023).

De grenzen beïnvloeden elkaar enorm. De negen grenzen moeten samen stabiel gehouden worden. Wanneer er één grens in het rood gaat veroorzaakt dit een kettingreactie waardoor de andere grenzen sneller ook in het rood gaan. Jarenlang zijn deze grenzen stabiel geweest, totdat de mens snel evolueerde en deze stabiliteit in het gedrang bracht (Richardson et al., 2023).

De planetaire grenzen bestaan uit de volgende negen grenzen:

Climate Change;

Deze grens wordt bepaald door de CO₂ concentratie in de atmosfeer. Deze hoge concentratie komt vooral door te grote uitstoot. Om binnen deze grens te blijven moeten we de concentratie CO₂ verlagen. Door onze uitstoot te verminderen gaat de concentratie niet afnemen. De concentratie kan enkel afnemen wanneer de mens stopt met het uitstoten van CO₂ en manieren zoekt om CO₂ uit de lucht te halen. Als ontwerper kan er gekozen worden voor CO₂-neutrale of -negatieve materialen. Er kan ook ontworpen worden vanuit het idee zonder installaties te werken (Richardson et al., 2023).

Biosphere integrity;

Deze grens is van groot belang in ons aardsysteem. Hierin kijken we naar alle levende organismen die we verliezen en ecosystemen die verloren zijn gegaan door de activiteiten van de mens. Het is belangrijk dat we genoeg aandacht besteden aan deze grens. Als ontwerper kunnen de beschadigde ecosystemen beschermd worden bij het ontwerpen op nieuwe plaatsen en kunnen ecosystemen herstellen en connecteren met elkaar (Richardson et al., 2023).

Biogeochemical flows;

Door de industrie en de landbouw worden onze gronden steeds meer verzadigd met stikstof en fosfor. Dit heeft een invloed op de vruchtbaarheid van de grond maar ook op de organismen die er leven. Het is belangrijk dat we hier niet over de grens gaan want dit beïnvloedt het verlies van de biodiversiteit. Architecten hebben weinig invloed op deze grens. De grootste vervuiler is de landbouw. Architecten kunnen een nieuwe vorm van landbouw ontwikkelen (Richardson et al., 2023).

Stratospheric ozone depletion;

Deze grens gaat over de ozonlaag die zich rond de aarde bevindt. Het is belangrijk dat deze intact blijft zodat het leven op deze planeet kan blijven bestaan (Richardson et al., 2023).

Ocean acidification;

Deze grens, de verzuring van de zee, bepaalt het leven in het water. Deze hebben dan weer invloed op zeestromen. Zo kunnen we steeds alles aan elkaar linken. De hoeveelheid CO₂ in de lucht heeft een invloed op de verzuring. Deze verzuring kan voorkomen wanneer de CO₂-concentratie in de lucht afneemt zoals eerder besproken (Richardson et al., 2023).

Freshwater change;

Het verbruik van water neemt exponentieel toe. We moeten rekening houden dat dit gevolgen heeft. Zo kunnen zoetwaterbronnen op raken waardoor processen waar water nodig is, niet meer mogelijk zullen zijn. Het aanpassen van de stroming rivieren heeft gevolgen op de levende organismen in en rond de rivier. In de toekomst gaat de mens te maken krijgen met waterstress en tekorten. Toekomstige architecten moeten water als prioriteit stellen. Ontwerpen met en voor water zal een belangrijke rol spelen in de toekomst. (Richardson et al., 2023).

Land-system change;

Deze grens heeft weer een invloed op de biodiversiteit. Er worden wereldwijd natuurlijke ecosystemen vervangen naar agricultuur door de stijgende vraag naar voedsel. Wanneer we deze ecosystemen verwijderen verdwijnen ook al de levende organismen in dit ecosysteem. Zo verlaagt onze biodiversiteit. Ook heeft het een invloed op waterstromen en biochemische stromen. Het is nodig dat er wordt onderzocht om op een andere manier voedsel te verbouwen. De ecosystemen moeten hersteld worden en er moet minder oppervlakte worden ingenomen voor landbouw. Een ontwerper moet bewuster omgaan met het land gebruik (Richardson et al., 2023).

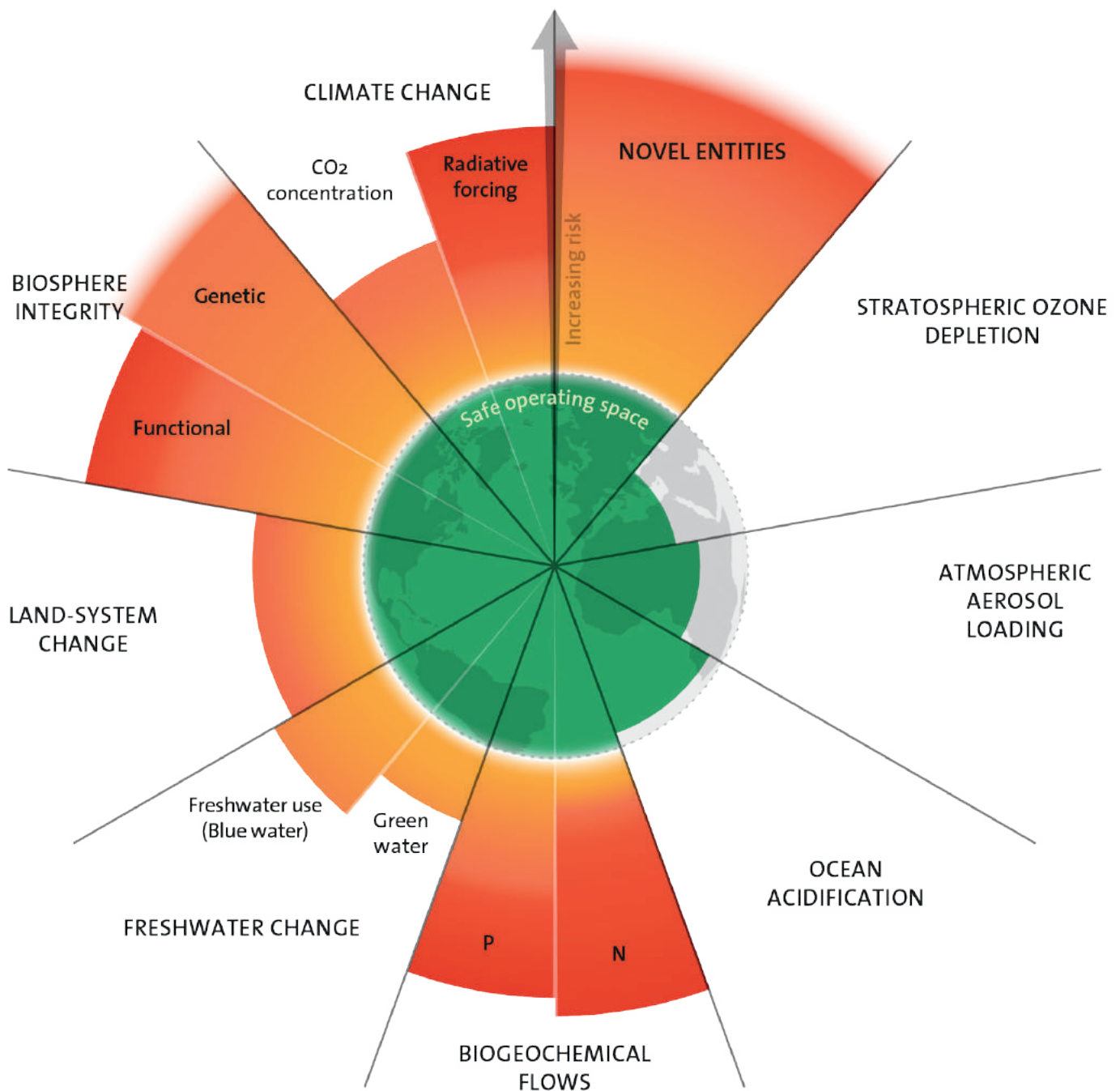
Novel Entities;

We voegen als mensen veel nieuwe materialen toe aan deze aarde zonder dat we weten of deze ooit afgebroken kunnen worden. Het zijn chemische verbindingen die vaak ook chemische afvalstoffen hebben. Deze kunnen een invloed hebben op de gezondheid van de mens of andere organismen. Ook de bodem neemt deze vervuiling op en leven is hier niet mogelijk. Het is belangrijk dat architecten nadenken om regeneratieve materialen te gebruiken in hun ontwerp. Dit betekent dat er enkel ontworpen mag worden met materialen die de aarde te bieden heeft (Richardson et al., 2023).

Atmospheric aerosol loading;

De hoeveelheid fijnstof die in onze lucht hangt kan een invloed hebben op het zonlicht. Deze kan bepalend zijn of plaatsen onleefbaar zijn of niet. Ook heeft deze concentratie een invloed op onze gezondheid. De mens moet stoppen met de uitstoot van verontreinigende stoffen om de concentratie fijn stof te verminderen, of installaties ontwikkelen om deze concentratie te verlagen (Richardson et al., 2023).

Wanneer we vandaag kijken naar de planetaire grenzen, zijn zes van de negen grenzen overschreden. Het begrijpen van de wisselwerking tussen grenzen, met name het klimaat en verlies van biodiversiteit, is van essentieel belang voor de wetenschap en de praktijk. Deze grenzen zijn aan elkaar gelinkt, waardoor het niet evident is om afzonderlijk te focussen per grens. Een wereldwijde focus op klimaatverandering alleen is niet voldoende om meer duurzaamheid te verkrijgen (Richardson et al., 2023).



Figuur 4: planetaire grenzen (Richardson et al., 2023)

perspectieven

3. emoties, care & healing

ARTIKEL - MIXED FEELINGS: A REVIEW & RESEARCH AGENDA FOR EMOTIONS IN SUSTAINABILITY TRANSITIONS

Emoties spelen een belangrijke rol in de context van duurzame transitie. Ze kunnen dienen als motivatie voor gedragsverandering, beïnvloeden hoe mensen communiceren en reageren op duurzame initiatieven. Ze spelen een rol in het vormgeven van attitudes en houdingen ten aanzien van duurzaamheid. Ondanks hun belang is er een beperkt onderzoek naar emoties gedaan in de context van duurzame transitie, en is er weinig consistentie in de terminologie en meetmethoden die worden gebruikt (Martiskainen & Sovacool, 2021).

Zo zal bijvoorbeeld een boos persoon minder geneigd zijn om onafhankelijke informatie of kennis te zoeken en eerder een gesloten geest overnemen. Daarentegen kan een angstig persoon een diepere verwerking van informatie provoceren en een verandering van standpunt aannemen. Emoties kunnen dus de “verborgen rationaliteiten” onthullen waarom mensen zich op een bepaalde manier gedragen. Ze kunnen ook dienen als kritieke “contextuele aanwijzingen” die perceptie moduleren, aandacht richten en bepalen wat wordt onthouden (Martiskainen & Sovacool, 2021).

Deze typologie kan helpen bij het categoriseren van de verschillende emoties die mensen kunnen ervaren in relatie tot duurzame transitie. Hier is een voorbeeld van een dergelijke typologie: Een van de typologieën zijn positieve emoties met hoge activatie, deze omvatten emoties zoals vreugde, enthousiasme en opwindning. Mensen kunnen deze emoties ervaren wanneer ze betrokken zijn bij duurzame praktijken of innovaties die ze als waardevol en plezierig beschouwen. Naast positieve emoties met hoge activatie, zijn er ook negatieve emoties met lage activatie. Deze omvatten emoties zoals verdriet en teleurstelling. Mensen kunnen zich verdrietig of teleurgesteld voelen als ze negatieve gevolgen ondervinden van duurzame transitie, zoals het verlies van bepaalde voordelen of voorzieningen (Martiskainen & Sovacool, 2021).

RAPPORT - ECONOMIES THAT DARE TO CARE

Hot or Cool Institute is een denktank van openbaar belang dat onderzoek doet naar de samenleving en duurzaamheid. Zij willen organisaties, beleidsmakers en gemeenschappen wetenschappelijk informeren over een duurzame en welvarende toekomst waar mens en wetenschap centraal staan in de duurzaamheidstransitie. Zij doen dit door zorg centraal te stellen in de samenleving om zo sociale rechtvaardigheid te bereiken en ecologische afbraak te voorkomen. Zij schreven hierover een rapport als inspiratie voor onderzoekers, financierders, activisten, praktijkmensen, ... om te werken richting een zorgzame samenleving (Lorek et al., 2023).

In de huidige maatschappij worden we constant geconfronteerd met crisissen zoals armoede, ongelijkheid, klimaatverandering, verlies biodiversiteit, ... Dit zijn allemaal symptomen van één dezelfde systeemcrisis die een holistische interventie nodig heeft. Ze zijn onderling met elkaar verbonden. Het welzijn van het ene, beïnvloedt het welzijn van het andere (Lorek et al., 2023).

Om een holistische interventie te starten, vertrekken zij vanuit zes perspectieven: ecologie, zorg, genderongelijkheid, sociale en ecologische rechtvaardigheid, post-koloniale benadering en een post-antropocentrische benadering. Doorgaans worden deze invalshoeken afzonderlijk benaderd, maar zij willen de samenhang hiertussen aanpakken (Lorek et al., 2023).

Ze hebben gemeenschappelijke grandoorzaken namelijk het uitbuitende, competitieve en kapitalistische systeem dat zich richt op de groei van het bruto binnenlands product (bbp, dit zijn alle goederen en diensten die op één jaar in een land worden geproduceerd, maat voor de omvang van de economie (Belgische Federale Overheidsdiensten, 2024)) én de ongelijke verdeling van hulpbronnen tussen de verschillende sociale groepen. Het hele systeem zal aangepakt moeten worden want anders zal het kapitalisme uitbuiting voortzetten (Lorek et al., 2023).

Een zorggerichte transformatie kan antwoord bieden voor die systematische verandering. Natuur en zorg worden nog te vaak ondergewaardeerd of genegeerd in de beleidsvoering. Maar door ons hierop te richten zal er ook verzet zijn tegen gender-, seksueel en racistisch geweld. Zorggericht beleid voeren moet een mindset worden. In het rapport zijn ze ook hoopvol over het potentieel voor verandering. Er zijn reeds voorstellen van beloftevolle effectieve en systematisch antwoorden. Er zijn al kritische stemmen die nieuwe en juistere richtingen bieden zoals bijvoorbeeld het ecofeminisme. Dit rapport wil een oproep doen om de krachten te bundelen om een rechtvaardigere, koolstofarme en zorgzame samenleving op te bouwen. Ze willen een forum oprichten voor zorgzame samenlevingen met zorg als katalysator voor een radicale verandering (Lorek et al., 2023).

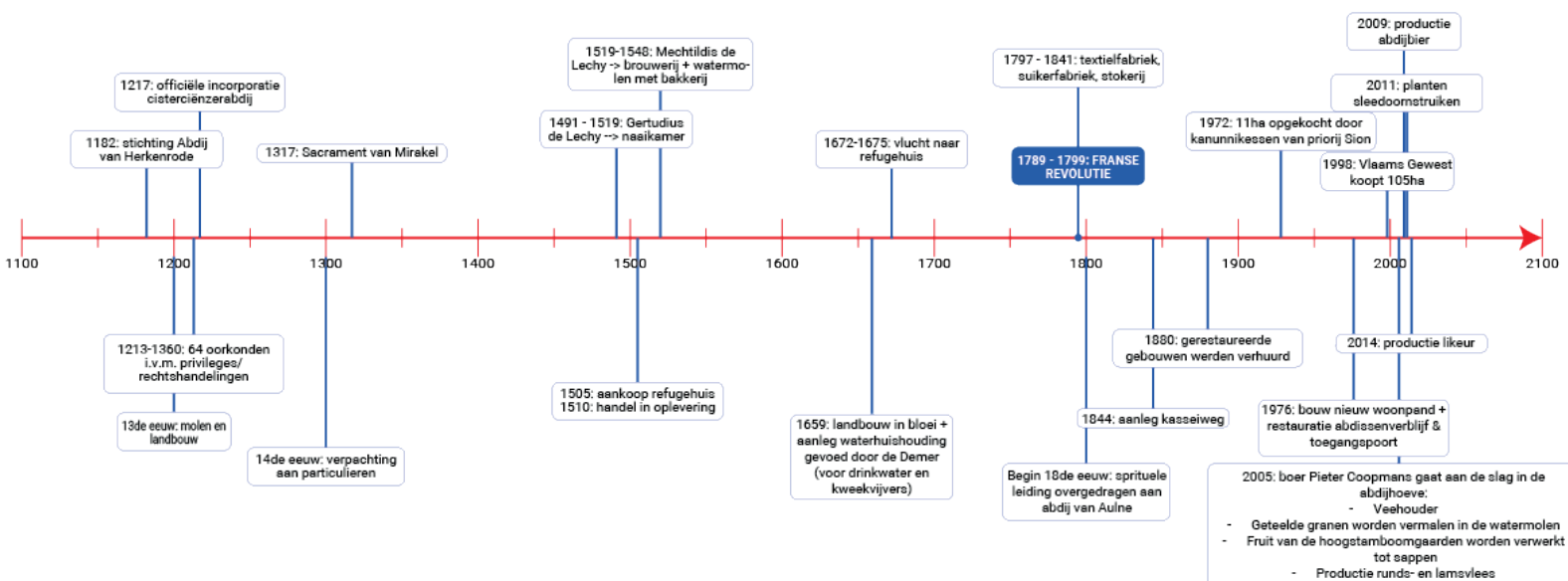
Hervormingen op korte en middellange termijn in het beleid en praktijk zijn stappen in de goede richting, maar zullen onvoldoende zijn om het huidige systeem te overwinnen. Zorgzame samenlevingen hebben een paradigma verschuiving nodig van de economieën gebaseerd op uitbuitingen en machtsmisbruik naar een systeem dat de grenzen accepteert van leven op aarde en de heroriëntering van investeringen en groei zoals bijvoorbeeld nieuwe economische maatregelen die gelijkheid van inkomen bevorderen of een eerlijke toegang tot sociale en ecologische hulpbronnen. Zorg zal de leidende factor moeten worden (Lorek et al., 2023).

perspectieven

4. kijken naar het verleden

Belangrijk om mee te nemen bij dit onderzoek is dat de hedendaagse crisissen voor een groot deel te wijten zijn aan de manier waarop de economie en de maatschappij sinds de industriële revolutie georganiseerd zijn, want deze organisatievormen zijn er niet altijd geweest. Net daarom laten we ons inspireren door terug te kijken naar het verleden, zonder nostalgisch te zijn, en te kijken of we hier lessen uit kunnen trekken.

Om een betere blik te krijgen op het verleden van de Herkenrode Abdijsite werd er voornamelijk ingezoomd op de vroegere organisatievormen in en rond abdijen, kloosters en meer bepaald de Herkenrode Abdijsite om van daaruit te kunnen kijken hoe men kan bijleren uit deze rijke geschiedenis. De cisterciënzers, de kloosterorde die de abdij heeft opgericht, vormden een microsamenleving. Net daarom bieden we deze blik op hun manier van leven, om te kijken hoe we eruit kunnen bijleren, hoe we dit kunnen toepassen op de site. Daarnaast willen we kijken hoe we het verleden kunnen vertalen naar een hedendaagse manier van samenleven alsook wat hun manier van leven zowel op programmatorisch als ontwerpmatig vlak zou kunnen betekenen voor een radicaal toekomstscenario. Onderstaande tijdlijn geeft een kort beeld van de zelfvoorzienendheid van de vroegere cisterciënzerverde op de Herkenrode Abdijsite.



Figuur 5: tijdlijn zelfvoorzienendheid Herkenrode Abdijsite (Eigen beeld, 2023)

DE CISTERCIËNZERORDE

Deze orde behoort tot een van de invloedrijkste katholieke kloosterorden uit de geschiedenis. Binnen hun beleving ligt de nadruk vooral op eenvoud, gebed en contemplatie. De Cisterciënzerorde werd opgericht in 1098 in de abdij van Cîteaux in Frankrijk. Ze ontstond als reactie op de wereldse ontspanning binnen de bestaande benedictijnse kloosters (Monasterium Herkenrode 1, 2008; Monasterium Herkenrode 3, 2012).

Cisterciënzers zijn altijd zeer bedreven geweest in landbouw en landbeheer. Hiervoor ontwikkelden ze innovatieve landbouwmethoden waarmee ze woeste gronden omzetten tot een productief landschap. Dankzij dit vermogen tot zelfvoorziening droegen ze bij aan het succes van de orde (Monasterium Herkenrode 1, 2008; Monasterium Herkenrode 4, 2014).

De abdijen en kloosters binnen deze orde behoren voornamelijk tot opvallende voorbeelden van Middeleeuwse architectuur. De gebouwen zijn gebouwd met aandacht voor eenvoud en harmonie binnen een natuurlijke omgeving (Monasterium Herkenrode 2, 2010; Monasterium Herkenrode 3, 2012).

LOW-TECH MAGAZINE

Een manier om te leren uit het verleden, is om naar 'Low-tech Magazine' te grijpen. Low Tech Magazine biedt een databank met technieken uit het verleden aan. De databank biedt ons interessante mogelijkheden om oude technieken te combineren met nieuwe kennis of nieuwe materialen, of om oude concepten en traditionele kennis toe te passen op een moderne manier (De Decker, z.d.). Hieronder worden twee concepten uit het Low-tech Magazine uitgelegd en hoe wij dit kunnen meenemen in ons verdere onderzoek.

BOERDERIJ OP MENSENKRACHT

Dit is een ideologische gedachtegang die mogelijk gemaakt werd door Low-tech Magazine en kunstenaar Melle Smets. In deze gedachtegang bevinden we ons in het jaar 2050 en is de landbouw zo goed als volledig klimaatneutraal. De mechanisering is teruggedraaid en het aandeel menselijke handenarbeid op het veld is weer toegenomen. Door technologische innovatie is het werk op de boerderij een stuk comfortabeler, veiliger, efficiënter en ergonomischer (De Decker & Smets, 2023).

Landbouw draait het grootste deel van de geschiedenis op mensenkracht. Cijfers tonen dat vanaf de neolithische revolutie tot het begin van de Industriële Revolutie ongeveer 75% van de wereldbevolking in de landbouw werkte. Dit aandeel werd sinds de negentiende eeuw steeds kleiner (De Decker & Smets, 2023).

Een grote bepalende factor voor het dalen van dit aandeel is de mechanisering. Taken die eeuwenlang handmatig of met lastdieren werden uitgevoerd, konden steeds vaker afgehandeld

worden met behulp van fossiele brandstoffen en machines. Dit zorgde ervoor dat het aandeel menselijke arbeid daalde met 9,5% tussen 1971 en 2017, maar dat er een stijging was van 38% voor het gebruik van fossiele brandstoffen. De mechanisering ging gepaard met een trend naar steeds grotere boerderijen. Anno 2020 werd echter duidelijk dat deze evoluties op vlak van mechanisering grote maatschappelijke kosten veroorzaakten (De Decker & Smets, 2023).

De mechanisering maakt het moeilijk om terug te keren naar het oude gedachtegoed, het gedachtegoed dat menselijke arbeid ook waarde heeft. Lange tijd dacht de mensheid dat zonder grootschalige technologie er niet genoeg voedsel kon verbouwd worden. Cijfers bewijzen dat door de inzet van fossiele brandstoffen en machines in 2020, in tegenstelling tot in 1950, er 17% meer voedsel per hectare verbouwd kan worden (De Decker & Smets, 2023).

In het ideologische gedachtegoed van Low-Tech Magazine werden de belangrijkste trends van de afgelopen jaren teruggedraaid. De mechanisering wordt teniet gedaan en menskracht (en dierkracht) worden opnieuw ingezet. Echter is dit geen pleidooi voor het terugkeren naar het verleden, maar om te leren van het verleden. Er worden veel nieuwe gereedschappen en machines ontwikkeld en innovatie is een begrip dat niet langer enkel gericht is op het verminderen van arbeidskrachten (De Decker & Smets, 2023).

Uit dit artikel kunnen wij besluiten dat een drastische verandering in de huidige landbouw mogelijk kan zijn als we streven naar een duurzame samenleving. Een belangrijk aspect dat we hieruit meenemen is het feit dat de mensheid en de natuur niet langer afzonderlijke begrippen zijn, maar dat ze complementair zijn aan elkaar. Ze kunnen elkaar als het ware helpen.

KAN EEN MODERNE SAMENLEVING OP MENSELIJKE SPIERKRACHT DRAAIEN?

Menselijke spierkracht is een factor die altijd beschikbaar is, in tegenstelling tot zonne-energie en windenergie. Het is eveneens een schone energiebron die alleen maar stijgt naarmate de wereldbevolking stijgt. Maar is een moderne levensstijl met alleen maar spierkracht realistisch? Kunstenaar Melle Smets en Low-tech Magazine onderzoeken de mogelijkheden van het opwekken van energie door middel van spierkracht in een moderne maatschappij (De Decker & Smets, 2017).

Gedurende het grootste deel van de geschiedenis was de mens de primaire bron van mechanische energie. Denk maar aan het graven van kanalen, het bouwen van steden, het produceren van voedsel enzovoort. Dit alles gebeurde grotendeels met menselijke spierkracht als energiebron. Dieren werden ingezet als extra energiebron voor onder andere transport of landbouw. Dit in tegenstelling tot wind- en watermolens die vanaf de late Middeleeuwen voornamelijk gebruikt werden voor het malen van graan. Enkel voor de thermische energie werd en wordt er beroep gedaan op brandstoffen: het verbranden van hout voor warmte en om te koken (De Decker & Smets, 2017).

Vandaag de dag kunnen we ons niet meer inbeelden dat menselijke spierkracht een rol speelt in de productie van mechanische energie. Deze mechanische energie wordt grotendeels geleverd door fossiele brandstoffen, hetzij direct als primaire brandstof, hetzij indirect als energiebron voor de opwekking van elektriciteit (De Decker & Smets, 2017).

Maar hier betaalt de moderne samenleving een prijs voor. We zijn als moderne samenleving volkomen afhankelijk van elektriciteit en fossiele brandstoffen. Echter zijn deze fossiele brandstoffen eindig en zijn ze medeverantwoordelijk voor vele problemen zoals de klimaatverandering, bodemdegradatie, luchtvervuiling en geopolitieke spanningen. Er wordt vandaag veel vertrouwen gevestigd op alternatieve energiebronnen zoals wind- en zonne-energie. Dit is echter slechts een onderdeel van de oplossing. Wind en zon zijn niet altijd beschikbaar, wat ervoor zorgt dat het aanbod van hernieuwbare energie uit wind en zon aanzienlijk kan verschillen naargelang het seizoen. Bovendien zijn alternatieve bronnen zoals zonnepanelen en windturbines afkomstig uit fabrieken en wordt er bij het productieproces gebruikt gemaakt van fossiele brandstoffen (De Decker & Smets, 2017).

Spierkracht daarentegen is een energiebron die deze nadelen niet heeft. Het is beschikbaar op afroep en onafhankelijk van de seizoenen en het weer. Anders gezegd is de mensheid een vorm van groene energie met ingebouwde energieopslag. Menselijke spierkracht heeft ook belangrijke voordelen, waarvan het grootste voordeel is dat de bron oneindig is, tenminste zolang er mensen zijn en ze zich gezond en wel genoeg voelen. (De Decker & Smets, 2017).

Echter is het niet mogelijk om een volledige moderne maatschappij te laten draaien op enkel spierkracht. Het kan wel een genuanceerd verhaal worden. Hoogtechnologische apparaten kunnen perfect aangedreven worden met spierkracht. Een uur fietsen zou als het ware al genoeg zijn om vier uur op een laptop te kunnen werken. Maar niet alle toestellen kunnen aangedreven worden met spierkracht. Vooreerst zijn apparaten die hitte opwekken een moeilijk gegeven. Warmte opwekken met behulp van elektriciteit is echter bijzonder inefficiënt. Toestellen die warmte nodig hebben, verbruiken al gauw 1000 watt en meer (De Decker & Smets, 2017).

Menselijke spierkracht is door de geschiedenis heen altijd gebruikt als energiebron, maar nooit als bron van thermische energie, dus waarom zouden we dat nu wel doen? Bovendien werd menselijke spierkracht niet omgevormd tot elektriciteit, maar werd het rechtstreeks gebruikt als mechanische energie. Naar deze theorie kunnen we vandaag de dag teruggrijpen wanneer we kijken naar machines. Machines zouden veel efficiënter door spierkracht kunnen worden aangedreven. We kunnen elektriciteit opwekken, maar we kunnen ook evengoed energie-efficiënter omgaan met de elektrische materialen die we gebruiken (De Decker & Smets, 2017).

Het zelf opwekken van elektriciteit door middel van menselijke spierkracht kan een belangrijke factor zijn in de bewustwording van het energieverbruik van mensen. Een gedragsaanpassing is hoe dan ook noodzakelijk om spierkracht weer een rol te laten spelen (De Decker & Smets, 2017).

Als we dit terugkoppelen naar ons eigen onderzoek, vormt energie een belangrijke factor op het vlak van duurzaamheid. Hierdoor is het belangrijk dat we voldoende alternatieve energiebronnen onderzoeken en deze ook eventueel inzetten.

perspectieven

5. andere, regeneratieve culturen

Het is belangrijk om verder te kijken dan de traditionele oplossingen en op zoek te gaan naar een alternatief zoals regeneratieve culturen. Deze benadering focust niet alleen op het minimaliseren van schade, maar streeft naar een systeem dat nog een stap verder gaat. Zo wil het een bijdrage leveren aan het herstel van de samenleving en het ecosysteem waarvan ze deel uitmaakt (Kuhk et al., 2018).

Twee boeken, “Op grond van samenwerking” en “Designing Regenerative Cultures”, belichten dit perspectief. Beide boeken benadrukken de noodzaak tot samenwerking tussen natuur en mens. Beide boeken worden kort besproken.

OP GROND VAN SAMENWERKING

Binnen het kader van regeneratieve culturen is het boek ‘Op grond van samenwerking’ gelezen. Hierin wordt teruggeblikt op het concept van de commons. Het begrip commons is een ruim begrip en gaat over het gemeenschappelijk gebruik, of gebruik door de gemeenschap. In het boek ligt de focus specifiek op de toepassing van commons op grond, oftewel het gemeenschappelijk gebruik van grond door groepen (Kuhk et al., 2018).

Al sinds de middeleeuwen bestaan commons, gronden die gezamenlijk worden gebruikt. Rond de 19^{de} eeuw past deze ingesteldheid niet meer in het moderne en rationele landbouwbeleid. Door de bevolkingsgroei en innovaties in landbouwsystemen kwamen de commons onder druk te staan waardoor ze verdwenen.

De transformatie van de samenleving naar een marktsamenleving gaat gepaard met een veranderende kijk op grond. Het begrip eigendom komt hierbij voor het eerst ter sprake (Kuhk et al., 2018).

De transformatie van het afschaffen van gemeenschappelijke gronden en het vermarkten van de samenleving heeft voor een vooruitgang gezorgd op verschillende gebieden. Zo is de productiviteit gestegen, neemt het belang van comfort toe en is de beschikbaarheid van hulpbronnen gestegen. Deze veranderingen brachten ook gevolgen met zich mee. We zijn op een andere manier gaan leven waardoor er een exponentiële bevolkingstoename is opgetreden. Ook worden grondstoffen meer en meer uitgeput. De uitstoot van restproducten, het verdringen van lokale productieprocessen en de constante focus op rijkdom hebben nefaste gevolgen voor de aarde. De klimaatwijzigingen zijn daar het voorbeeld van.

Al deze gevolgen hebben geleid tot een voortdurende drang om grond en ruimte op te eisen met een aanhoudende en snellere verstedelijking als gevolg (Kuhk et al., 2018).

Het boek pleit om commons terug te brengen, niet in hun historische vorm maar als een moderne en realistische interpretatie. Dit biedt de mogelijkheid om een correctie te maken van het huidige marktsysteem en te kijken welke rol de overheid hierbij kan vervullen.

Om dit weer te geven is het boek onderverdeeld in 3 thema's: huisvesting, trage wegen en voedsel, zichtbaar in het schema. Het schema hiernaast geeft de belangrijkste hedendaagse interpretaties van commons en hoe dat specifieke systeem in zijn werking gaat.

Op grond van samenwerking - Annette Kuhk, Dirk Holemans & Pieter Van Den Broeck

COMMONS

HUISVESTING

"Momenteel slagen de sociale woningmarkt en de private woningmarkt er niet in om een bijkomend aanbod betaalbaar wonen te creëren."



HOE ?

COALITIE



BOUW GROEP

samen initiatief nemen om te bouwen, samen ontwerpen en daarna wonen op dezelfde site, elk in zijn eigen woning

COOPERATIE

aandeel kopen in de coöperatie = woonrecht in alle gebouwen hiervan, mits betalen van huur

COMMUNITY LAND TRUST

CLT koopt land, houdt deze in eigendom maar biedt de mogelijkheid om er woningen op te bouwen. Enkel woning is eigendom van de bewoner.



Ref. Kalkbreite - Muller Sigrist Architekten

TRAGE WEGEN

- Niet dieper op ingegaan -

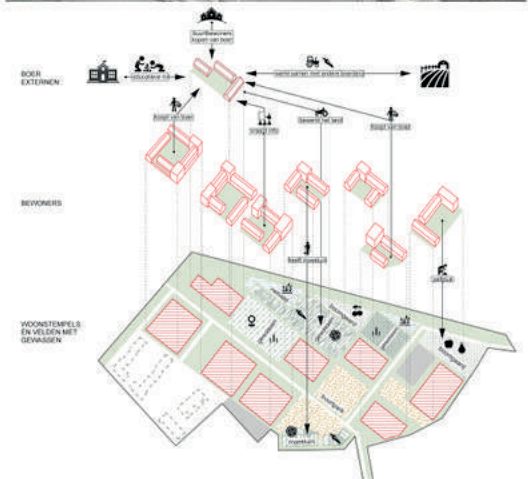
VOEDSEL

"Voedsel is niet langer alleen een gemeenschappelijk natuurlijke hulpbron, maar het is in belangrijke mate een gecultiveerd en verhandelbaar goed geworden."

"Voedsel is nu een massaproduct om maximale winst te realiseren."

COMMUNITY SUPPORTED AGRICULTURE

Ref. De Hoeve Werf - Collectief Noord



Figuur 6: schema commons (Eigen beeld, 2023)

Het eerste thema benoemt 3 alternatieve manieren van huisvesting. De eerste manier is een bouwgroep, waar er samen initiatief genomen wordt om zowel te ontwerpen als te bouwen. Later kan hier dan ook gewoond worden, maar elk in zijn eigen woning.

Een tweede alternatief is het oprichten van een coöperatie. Bij een coöperatie kan je een aandeel kopen. Dit betekent dat je het recht hebt om nu te gaan wonen in het gebouw, als er ook huur betaald wordt. Een voorbeeldproject van een coöperatie is Kalkbreite in Zürich.

Als laatste biedt een CLT, oftewel community land trust, een alternatief op de hedendaagse manier van huisvesting. Een CLT koopt een stuk grond en is daar ook eigenaar van. Het biedt daarna de mogelijkheid aan externen om hier een woning op te bouwen. Dit betekent wel dat de bewoners enkel de eigenaar zijn van de woning, maar niet van de grond (Vlaams bouwmeester, 2013).

Het hoofdstuk trage wegen stelt dat trage wegen een andere vorm zijn van commons en bespreekt dit aan de hand van 3 perspectieven die zowel de impact als de werking van trage wegen situeert. Op dit hoofdstuk wordt niet verder ingegaan omdat dit minder relevant is voor het toekomstige ontwerpproces.

Het laatste thema is het thema voedsel. Dit thema behandelt de rol die de privatisering van grond speelt op de transitie van voedsel naar een verhandelbaar goed. Een citaat uit het boek luidt: "Voedsel is geen gemeenschappelijke natuurlijke hulpbron, maar eerder een verhandelbaar goed." Verder geven de auteurs enkele oplossingen voor deze problematiek. Dit thema kan gecombineerd worden met het eerste thema. De coöperatieve 'De Landgenoten' bieden een antwoord op deze problematiek (kuhk et al., 2018). Het project 'De Hoeve Werf', ontworpen door Collectief Noord, is hier een voorbeeld van. Dit project is een CSA, oftewel community supported agriculture, dat enerzijds een woonproject is in combinatie met gronden bestemd voor biologische landbouw. In het schema wordt het stelsel van dit systeem weergegeven.

DESIGNING REGENARTIVE CULTURES

Een regeneratieve cultuur is een cultuur waarin menselijke systemen gezond, veerkrachtig en adaptief zijn. Deze cultuur koestert de planeet en het leven, en erkent dat dit de meest effectieve manier is om een welvarende toekomst voor de hele mensheid te waarborgen. Regeneratieve culturen bevorderen een gezonde relatie tussen mens en planeet, waarbij onderlinge relaties centraal staan. Het kiezen voor een regeneratieve benadering zal resulteren in een hoger niveau van welzijn, tevredenheid en gelijkheid. Het creëren van regeneratieve culturen begint in de shift van individueel naar een holistische kijk op natuurlijke processen. (Wahl, 2016).

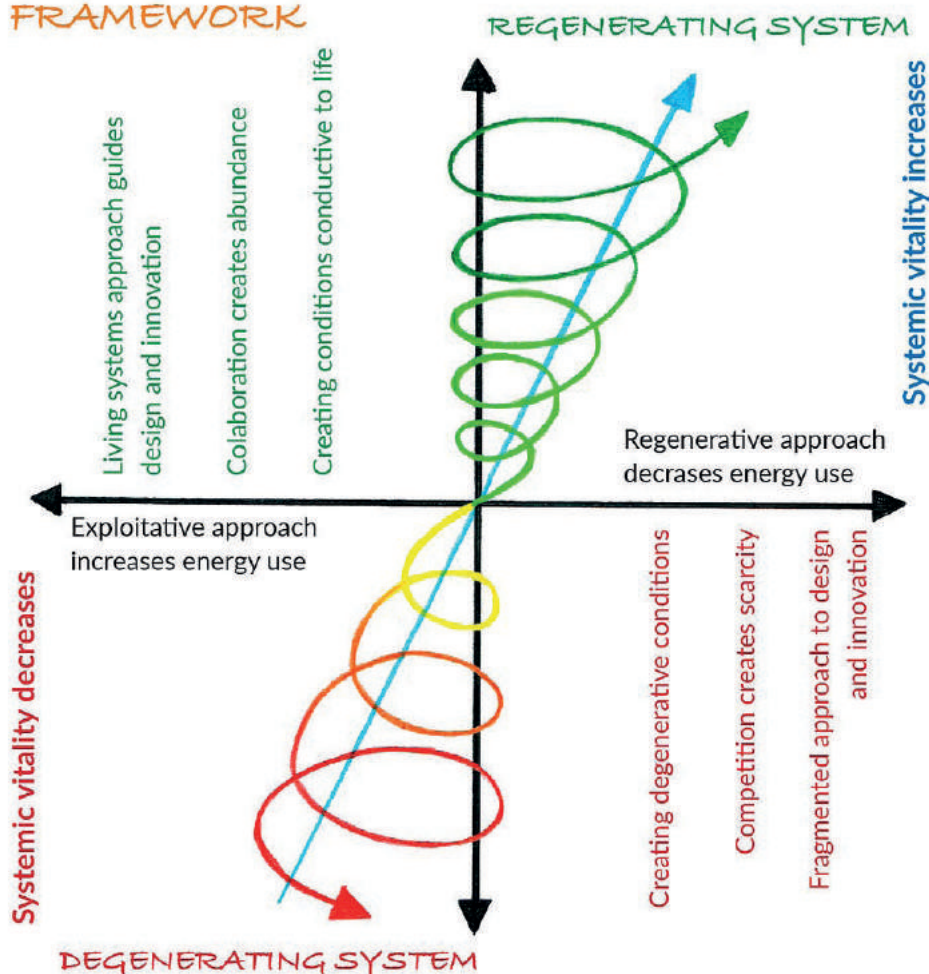
Figuur 7 illustreert de verschillende verschuivingen van de overgang van een traditioneel perspectief naar een regeneratieve cultuur. In een degeneratieve cultuur, die wordt gekenmerkt door een business as usual benadering, wordt een exploratieve aanpak gehanteerd, wat resulteert in een toenemend energieverbruik. In tegenstelling hiermee leidt een regeneratieve aanpak tot een daling van het energieverbruik. Het doel van het creëren van regeneratieve culturen gaat verder dan alleen duurzaamheid (Wahl, 2016).

Er wordt een onderscheid gemaakt tussen verschillende niveaus van een regeneratieve aanpak. Restorative of herstellend ontwerp richt zich op het effectief herstellen van een gezonde zelfregulatie

in lokale ecosystemen en ontwerp. Het reconciliatory of verzoenend ontwerp gaat nog een stap verder door de participatieve betrokkenheid bij de levensprocessen van natuur en cultuur expliciet te maken. Het hoogste niveau, regeneratief ontwerp, creëert culturen die in staat zijn om continu te leren en te transformeren als reactie op onvermijdelijke verandering. Regeneratief ontwerp beschermt en bevordert bioculturele overvloed voor de toekomstige generaties van de mensheid en voor het leven in het algemeen. (Wahl, 2016).

De mensheid bevindt zich in een kritieke fase waarin een verouderd wereldbeeld ons vermogen om effectief samen te werken en in harmonie met de rest van de levensgemeenschap te leven belemmert. Alleen door ons culturele verhaal te veranderen kunnen we onze visie op veranderen en onze relatie met het leven als geheel helen. We moeten herdefiniëren hoe we onszelf en onze realiteiten zien, zowel ten opzichte van elkaar als ten opzichte van de rest van de levensgemeenschap. Hoewel de huidige crisissen vaak als negatief worden beschouwd, kunnen we ze ook herinterpreteren als goede crisissen voor groei en transformatie. Als we luisteren naar de duidelijke signalen dat verandering onvermijdelijk is en al gaande is, en als we de samenkomende crisissen zien zien als creatieve uitdagingen om op te evolueren naar een planetaire bewustzijn, kunnen we deze uitdagingen aangaan en er sterker uitkomen. (Wahl, 2016).

THE REGENERATIVE DESIGN FRAMEWORK



Regenerative

Appropriate participation and design as nature.

Reconciliatory

Reintegrating humans as integral parts of nature.

Restorative

Humans doing things to nature.

Sustainable

Neutral point of not doing any more damage.

Green

Relative improvements.

Conventional practice

Compliants to avoid legal actions.

Source: Designing Regenerative Cultures, 2016 - www.danielchristianwahl.com; Graphics: www.flavlagargiulo.com

Figuur 7: CO₂-uitstoot per jaar (Wahl, 2016)

Herkenrode abdijsite.

De context van deze masterproef bevindt zich op de Herkenrode Abdij site. De site is gelegen naast de snelweg E313 en tussen twee dorpen, Tuilt en Stokrooie. Onderstaande afbeelding toont de inplanting van de Herkenrode Abdij site. Op de volgende pagina's staat een tijdlijn die een algemeen beeld geeft van Herkenrode is haar ontstaan en geschiedenis.



Figuur 8: kadering Herkenrode Abdij site in de omgeving (Google Maps, 2024)

Ontstaan van de abdij van Herkenrode met behulp van graaf Gerard van Loon. Hij verliest de strijd met de prins-bisschop van Luik en moet onvermijdelijk verhuizen naar Kuringen. Hij verkoopt een stuk grond aan een broeder en geeft deze de opdracht een abdij op te richten als begraafplaats voor hem en zijn nakomelingen. In 1217 wordt de abdij officiële opgenomen in de cisterciënzerorde. Het is de eerste vrouwenabdij van deze orde in de Nederlanden (Geschiedenis van de Abdij van Herkenrode, z.d.).

1275

De befaamde mystica Elisabeth van Spalbeek verblijft in de wijde omgeving van de Herkenrode Abdijsite. Haar aanwezigheid zorgt ervoor dat de abdij bijzondere relieken van de Heilige Ursula en haar gezelschap van elfduizend maagden verkrijgt. Hierdoor groeit de abdij uit tot een waar pelgrimsoord. In 1317 komt het Heilig Sacrament van Mirakel naar de abdijskerk van Herkenrode. Dit zorgt ervoor dat de abdij een belangrijk bedevaartsoord wordt. Het zorgt ook voor nieuwe inkomsten. Echter is de daarop volgende periode (1335-1495) een afwisseling van bloei enerzijds en dieptepunten anderzijds (Geschiedenis van de Abdij van Herkenrode, z.d.).



Figuur 9: schedel van de reliekschat van de Heilige Ursula (Herita, z.d.)

1510-1568

De Herkenrode Abdijsite beleeft een gouden tijd. Na een lange tijd van oorlog en plunderingen wil prins-bisschop Evrard van der Marck zijn rijk versterken. Evrard van der Marck investeert in de renovatie van de burcht in Kuringen en gebruikt zijn enorme rijkdom en invloed om Herkenrode terug op te bouwen. Deze renovatiewerken zijn niet alleen noodzakelijk vanwege de slechte staat van de gebouwen, maar ook vanwege het sterke verlangen van de religieuze overheid naar een leven op een 'paradijselijk eiland'. Vanaf 1568 worden de invloeden en gevolgen van de godsdienststrijd en de Tachtigjarige Oorlog duidelijk merkbaar. De Herkenrode Abdijsite ondervindt veel schade door het oorlogsgeweld (Geschiedenis van de Abdij van Herkenrode, z.d.).



Figuur 10: voorstelling van de Herkenrode van Herkenrode, z.d.)

1655

Een periode van relatieve rust en voorspoed breekt aan. De inkomsten stijgen weer en er worden nieuwe eigendommen aangekocht. Eveneens worden er wat bouwwerken uitgevoerd en beschikt de abdij over kunstwerken (Geschiedenis van de Abdij van Herkenrode, z.d.).



Figuur 11: Prins-Bisschop Evrard van der Marck (Herita, z.d.)



de Abdijsite (Abdij

1670

Een nieuwe periode van vele oorlogen breekt aan. Onder anderen de Hollandse Oorlog, de Spaanse Successieoorlog, De Zevenjarige Oorlog en de Negenjarige Oorlog zorgen voor een steeds terugkerende stroom van opeisingen, plunderingen, vernielingen, geweld of forse betalingen. Herkenrode kan grotendeels gespaard blijven van vernielingen doormiddel van het betalen van losgelden aan soldaten. Vanaf 1740 worden de bouwwerkzaamheden hervat, en gedragen de abdisen zich als echte vorstinne. Dit leidt tot een volledige nieuwbouw van de abdij in classictische stijl. De Luikse revolutie en de Franse revolutionairen brengen een einde aan het 600 jaar bestaan van de Herkenrode Abdijsite. De zusters worden gedwongen de abdij te verlaten. 13 december 1796 zal voor altijd een zwarte dag zijn in de geschiedenis van Herkenrode zijnde het de laatste zwijgzame doortocht van koordames en zusters onder het poortgebouw (Geschiedenis van de Abdij van Herkenrode, z.d.).

1797

De abdij wordt verkocht als 'zwart goed' door de Franse revolutionairen. De nieuwe eigenaars ontmantelen de abdij en houden een uitverkoop van de kunstschaten. In de kerk en abdijgebouwen wordt gestart met het uitvoeren van industriële

activiteiten. Zo is er op deze moment sprake van een textiel- en suikerfabriek op de site. Door opeenvolgende faillissementen raken de gebouwen in verval en is de verwaarlozing van het patrimonium duidelijk. In 1826 brandt de abdijkerk af en wordt uiteindelijk afgebroken. Tot op de dag van vandaag mist de Herkenrode Abdijsite het historisch hart (Geschiedenis van de Abdij van Herkenrode, z.d.).

1972

De Reguliere Kanunnikessen van het Heilig Graf kopen de abdisenverblijven en het daarbijhorende landschap. Ze trekken met respect voor de bestaande architectuur een nieuw klooster op (Geschiedenis van de Abdij van Herkenrode, z.d.).



Figuur 12: Herkenrode Abdijsite in de 19de eeuw (Cartesius, z.d.)

1974

De Herkenrode Abdijstie wordt beschermd als monument, de omgeving als landschap (Geschiedenis van de Abdij van Herkenrode, z.d.).

2022

Toerisme Vlaanderen is de eigenaar van het gehele domein. Herita, een erfgoedstichting, beheert de site en staat in voor de openstelling ervan (Geschiedenis van de Abdij van Herkenrode, z.d.).



Figuur 13: logo Herita (Herita, z.d.)

analyse.

De analyse is een resultaat van observaties ter plaatse, een literatuurstudie en aanvullend onderzoek. Ze vormt de basis voor het verdere ontwerp, waarbij grondig onderzoek naar de site en een specifieke benadering vanuit het seminarie circulair bouwen van cruciaal belang zijn.

In de eerste instantie zijn er gedetailleerde observaties op de site zelf uitgevoerd, wat essentiële inzichten opgeleverd heeft met betrekking tot de fysieke kenmerken, het gebruik van de locatie en de huidige staat. Daarnaast is een literatuuronderzoek uitgevoerd om op die manier een theoretisch kader te creëren. De literatuurlijst biedt niet alleen een bredere context voor circulair bouwen, maar ook inzichten en mogelijke uitdagingen die relevant zijn voor de specifieke context. Tenslotte zijn relevante bronnen en documenten geraadpleegd om een volledig beeld te krijgen van de geschiedenis, de regelgeving en eventuele plannen voor de ontwikkeling van de site. Deze contextuele informatie dient als een waardevolle aanvulling op de observaties.

De grootste factoren die meespelen in het bepalen van de problemen, zijn de planetaire grenzen. Deze planetaire grenzen dienen als leidraad en worden regelmatig geraadpleegd om te verifiëren of er wordt voldaan aan de 1,5°C levensstijl. Het eerste deel van de analyse richt zich op de vervuiling en onderzoekt de toegankelijkheid van de site, eveneens de bereikbaarheid in de omliggende gebieden.

Bij het onderzoek naar de Herkenrode site vallen er twee cruciale elementen in de geografische ligging op. Allereerst stroomt de Demer vlak langs de site. Daarnaast bevindt de E313 zich in de nabijheid van Herkenrode. Deze twee factoren spelen een sleutelrol in het streven naar 1,5°C levensstijlen.

Mobiliteit is grote factor. De snelweg die langs de site raast, draagt aanzienlijk bij aan vervuiling, zowel op gebied van CO₂-uitstoot als geluidsoverlast. Binnen het kader van de 1,5°C levensstijlen wordt er gestreefd naar het concept van de 15-minutenstad. Hierbij wordt ervoor gezorgd dat alle essentiële voorzieningen binnen 15 minuten fietsen liggen. Mobiliteit en de manier waarop we ermee omgaan spelen dus hier een cruciale rol.

In het onderzoek van de geschiedenis blijkt dat de beslissing om de abdij te plaatsen waar hij nu ligt een logische keuze was. De nabijheid van de Demer speelt een belangrijke rol, aangezien de site hierdoor constant van water kon worden voorzien. De abdij, strategisch gelegen iets hoger dan de Demer, viel bovendien net buiten het overstromingsgebied van de rivier. In dit opzicht is het eerste deel van de analyse gericht op de overstromingsgebieden van de Demer en de veranderingen die deze rivier teweegbrengt, zowel in de loop van de tijd aan de rivier zelf als in het omliggende landschap.

Om deze analyse te koppelen aan het seminarie circulair bouwen, is de lezing van Bruno Latour een interessante bron. Deze heeft voor veel inspiratie gezorgd en wordt dan ook meegenomen in het eerste deel van de analyse. Het vormt een basis voor de meer specifieke analyse die gekoppeld is aan de leeslijsten. Deze leeslijsten werden aangereikt tijdens het seminarie en dienen als leidraad om de site op een andere manier te benaderen. Ze vervullen ook een cruciale rol bij het verdere ontwerp van het masterplan en fungeren als een solide basis waarop kan worden teruggevallen.

algemene analyse.

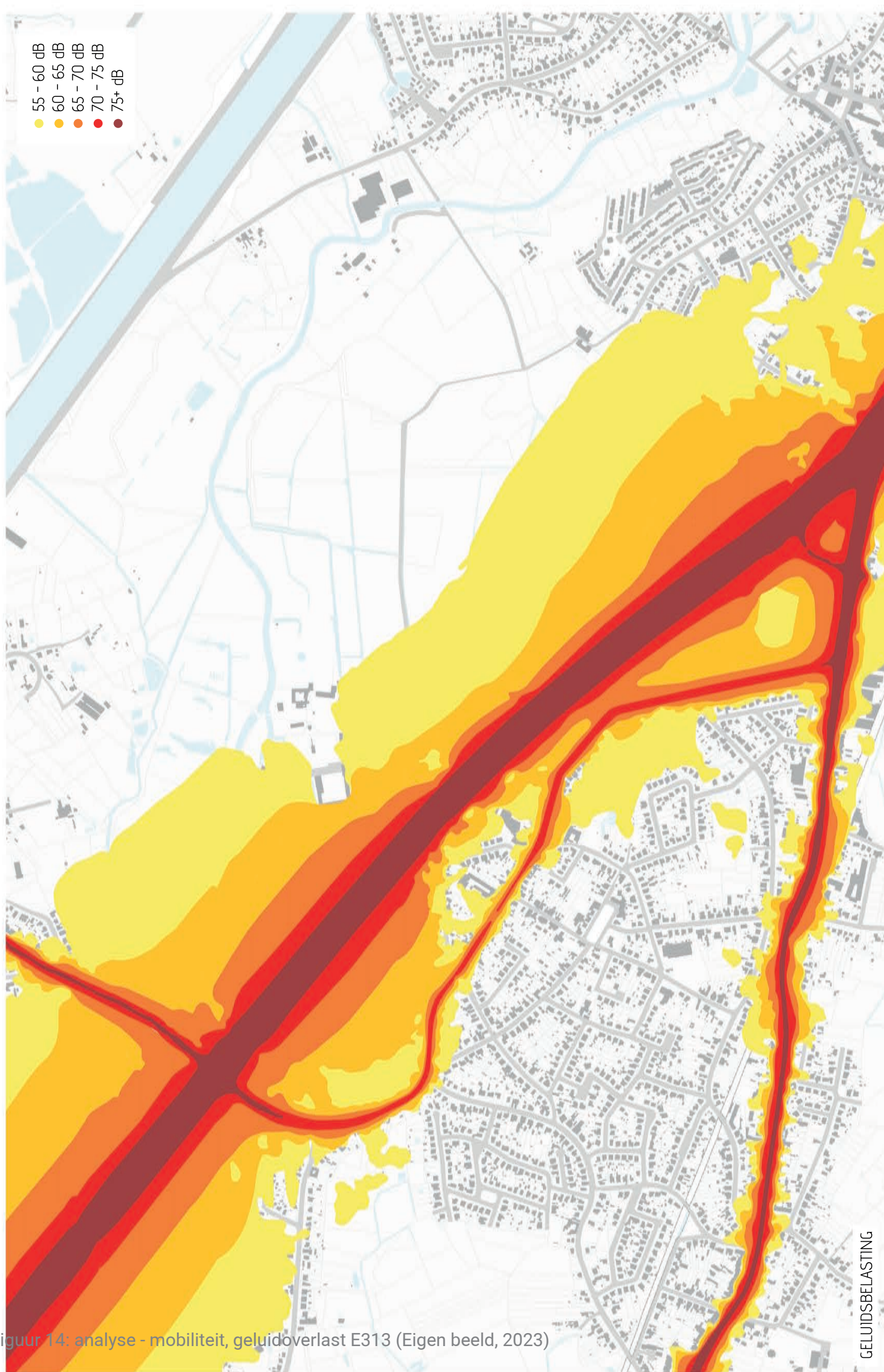
1. mobiliteit

Wanneer we kijken naar de huidige toestand van de mobiliteit in en rond Herkenrode, merken we dat vooral de autosnelweg – gelegen langs de site – vooral een grote impact heeft. Niet alleen op vlak van luchtverontreiniging zoals CO₂-uitstoot (Milieu-impact Mobiliteit, z.d.), maar ook op vlak van geluidsoverlast. De E313 raast op slechts tientallen meters van de Herkenrodesite, waardoor het lawaai afkomstig van deze snelweg zeer hoorbaar is wanneer men zich op de site bevindt. Dit is zichtbaar op *figuur 14: analyse - mobiliteit, geluidsbelasting* waarin de autostrade donkerrood kleurt en dus ook een grote impact heeft op vlak van geluidsoverlast.

In het verdere masterplan zal vooral gekeken worden hoe de mobiliteit op de site geoptimaliseerd kan worden en hoe de negatieve impact van de autosnelweg verminderd kan worden. Hoe kan Herkenrode bereikbaar gemaakt worden door het gebruik van trage wegen en integratie van het MAAS-principe? (Mobility As A Service (MaaS): Het Wondermiddel Voor Duurzame Mobiliteit, 2020).

Ook zal in het masterplan gewerkt worden met het principe van de 15-minuten stad. Voor deze aanname is er gekeken naar hoe bereikbaar de site momenteel is en welke essentiële voorzieningen (voedingswinkels, scholen, huisartsen etc.) zich binnen 15 minuten wandelen en/of fietsen bevinden. Door de centrale positie van Herkenrode tussen verschillende deelgemeenten zoals Kermt, Kuringen, Stokrooie etc. merken we dat veel van deze voorzieningen al aan deze voorwaarde voldoen. Dit is zichtbaar op *figuur 17: analyse - mobiliteit, leefbaarheid* waar verschillende functies aangeduid zijn aan de hand van verschillende kleuren. De cirkels in de figuur liggen op een afstand van 15 minuten wandelen of fietsen van Herkenrode. Op *figuur 14: busnetwerk*; en *figuur 16: fietsnetwerk*; zien we ook dat Herkenrode goed gelegen is op vlak van bereikbaarheid (Moreno, 2020; De Principes van de 15-minutenstad Concreet Gemaakt, 2023).

Wanneer we naar de huidige situatie kijken (*Figuur 18: analyse - mobiliteit, huidige situatie*), zien we dat grote structurele elementen, die later werden voorzien zoals het kanaal (Delmer et al., 1939) en de autosnelweg (E313 Antwerpen - Hasselt - Luik, z.d.), de verbindingen met de omringende deelgemeenten deels fragmenteren. In de verdere uitwerking van het masterplan werd dan ook gekeken naar hoe deze verbindingen weer geoptimaliseerd kunnen worden. Door de samenhang opnieuw te versterken, kan Herkenrode weer een centrale rol krijgen voor de omliggende buurten (*Figuur 19: analyse - mobiliteit, toekomstige situatie*).



Figuur 14: analyse - mobiliteit, geluidsoverlast E313 (Eigen beeld, 2023)



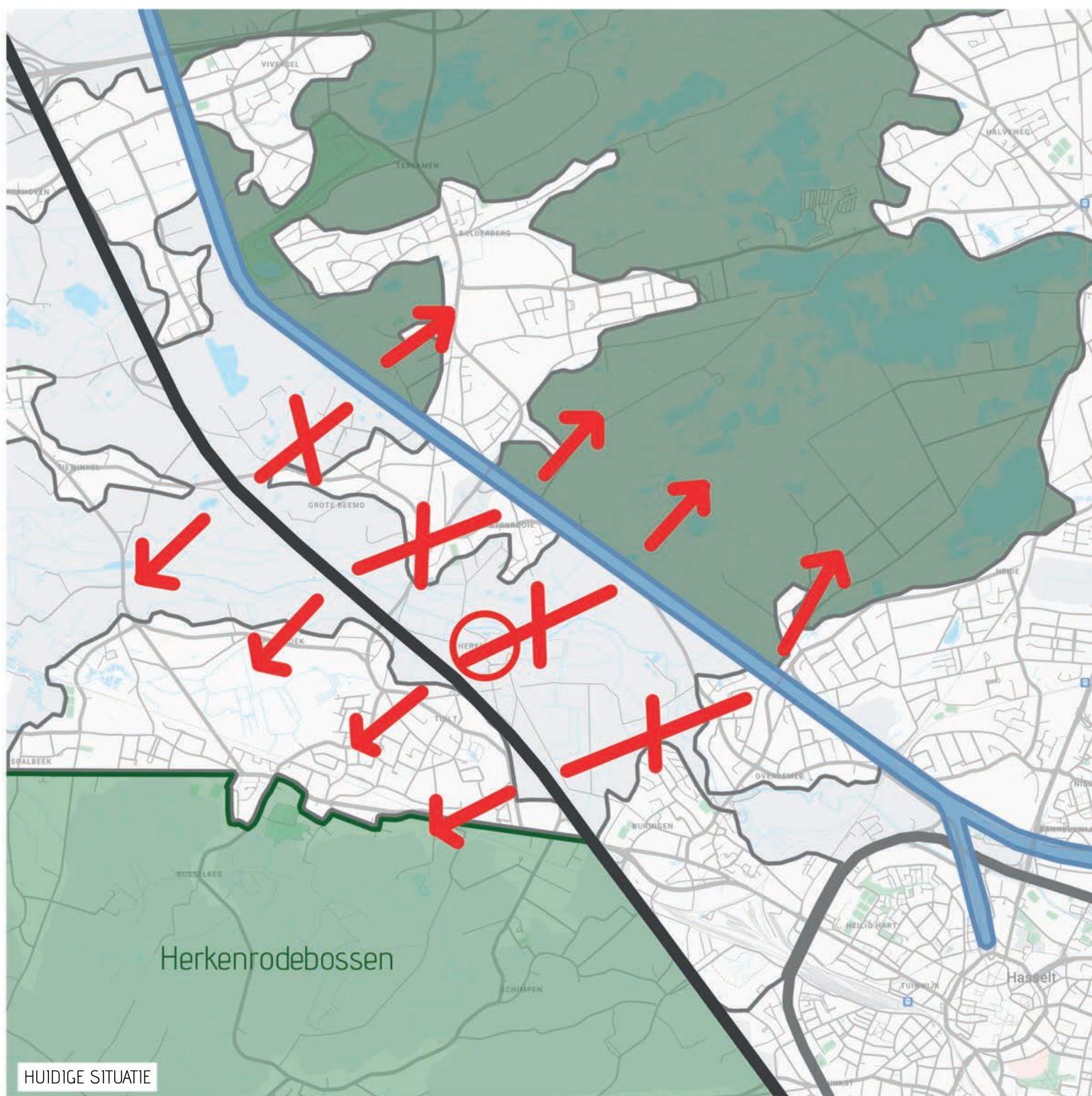
Figuur 15: analyse - mobiliteit, busnetwerk (Eigen beeld, 2023)



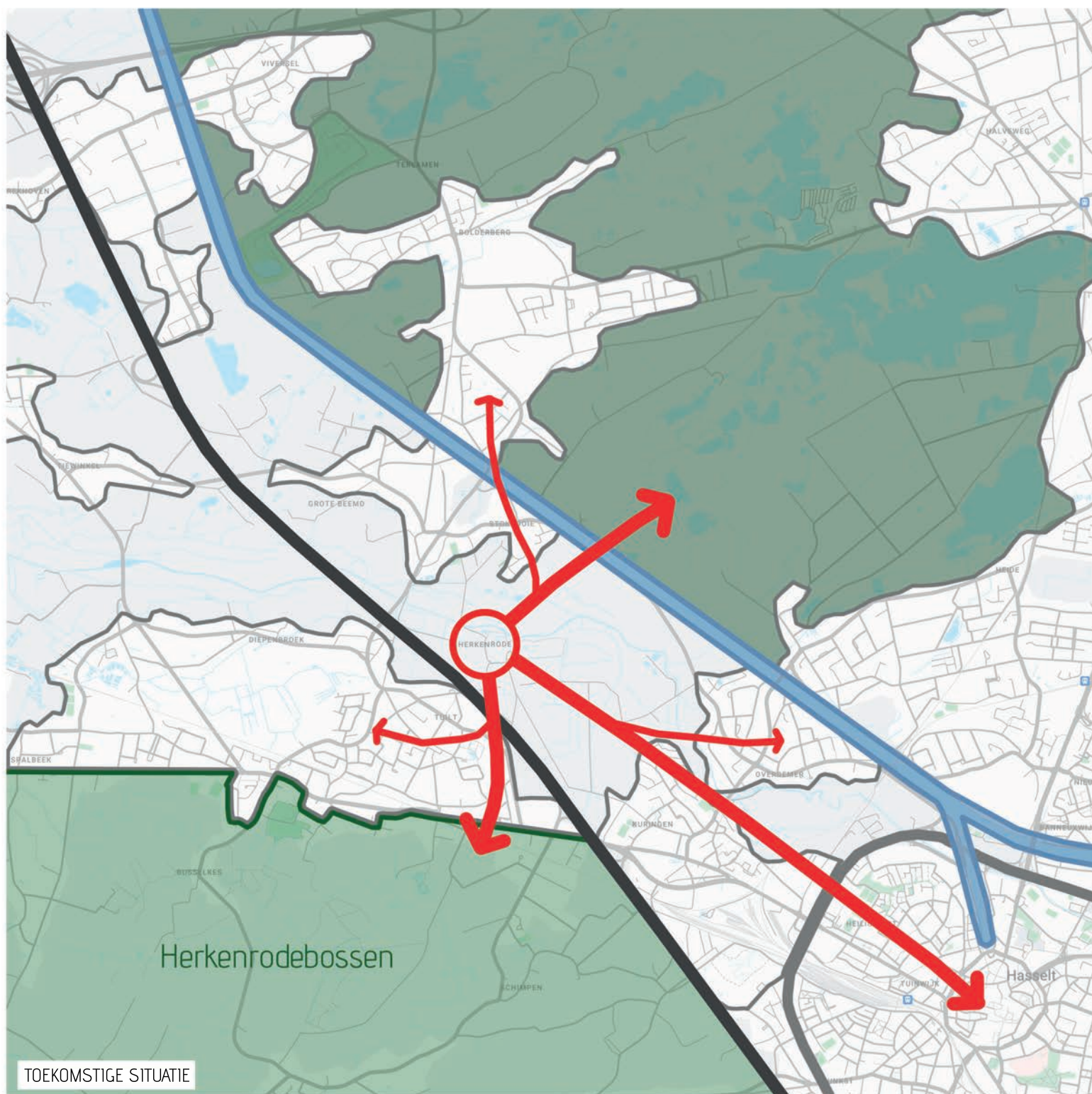
Figuur 16: analyse - mobiliteit, fietsnetwerk (Eigen beeld, 2023)



Figuur 17: analyse - mobiliteit, leefbaarheid (Eigen beeld, 2023)



Figuur 18: analyse - mobiliteit, huidige situatie (Eigen beeld, 2023)



Figuur 19: analyse - mobiliteit, toekomstige situatie (Eigen beeld, 2023)

algemene analyse.

2. water

De Demer heeft altijd een belangrijke rol gespeeld in de geografische ligging van de Herkenrode Abdijsite. De Demer zorgde voor de nodige watervoorziening van de site. Eveneens werd de oorspronkelijke Oerdemer heraangelegd zodat de nieuwe Demer dicht bij de abdijsite stroomt. Op die manier kon het water ingezet worden om elektriciteit op te wekken. Vanuit de rivier werden er ook irrigatiekanalen aangelegd die ervoor zorgden dat de omliggende gronden vruchtbaarder werden en dus zo gebruikt konden worden voor landbouwactiviteiten.

Vandaag stroomt er geen water meer door de Oerdemer en is de oorspronkelijke functie van deze rivier vervallen. Indien men de Oerdemer terug in gebruik zou nemen, zou deze het hele gebied overstromen aangezien het natuurgebied ten noorden van de abdijsite en de Engelse tuin in een overstromingsgevoelig gebied ligt. Dit is bepalend voor het vervolg van het masterplan. Het maakt duidelijk op welke zones bepaalde activiteiten mogelijk zijn.

De Demervallei (bovenaan op de kaart gearceerd) is een stukje natuur waar de rivier de Demer doorheen kronkelt, waardoor een gevarieerd landschap ontstaat met moerassen, weiden en een overvloed aan planten en dieren. De Herkenrode site heeft veel zorg besteed aan het behoud en herstel van haar natuurlijke omgeving. Speciale wandel- en fietsroutes zijn aangelegd om bezoekers de kans te geven om dit gebied te ontdekken. Langs deze paden is een verscheidenheid aan flora en fauna, waaronder zeldzame planten en vogelsoorten.

Rechts van de kern op de Herkenrode site ligt het historische Engelse park. Het park in Engelse landschapsstijl werd ontworpen in de 18^{de} eeuw en aangelegd rondom de abdijgebouwen. Kenmerkend voor deze stijl zijn de kronkelende paden en de weelderige beplanting waardoor een harmonie tussen de natuur en de gebouwde omgeving gecreëerd werd. Het gebied is gevoelig voor overstromingen en fungeert als natuurlijk wateropvanggebied waardoor overstromingen elders worden voorkomen.



Figuur 20: analyse - water, Demervallei + Engels park (Eigen beeld, 2023)

Op de Herkenrodesite zijn twee molens aanwezig: de abdijmolen en de Tuiltermolen. De abdijmolen is gelegen achter de bestaande abdijgebouwen en is sinds het najaar van 2019 weer werkzaam om te malen. De cisterciënzers waren in het verleden zelfvoorzienend. De abdijmolen bevindt zich in de vroegere ambachtszone waar naast een watermolen, ook een bakkerij, huidevetterij en een aantal werkateliers waren met verblijven voor het dienstpersoneel.

De Tuiltermolen werd in 1213 geschonken door graaf Lodewijk II van Loon aan de abdij. De inwoners lieten hun graan hier malen. De molen ligt op 700 meter van de abdij aan de Tuilterdemer, die meer westwaarts terug bij de Demer aansluit. Aan de rechterzijde van de kaart is een waterzuiveringsinstallatie van Aquafin zichtbaar. Afvalwater van Hasselt wordt hier in 24 uur omgezet in proper water. Deze kaart toont de watervoorziening in het heden en het verleden



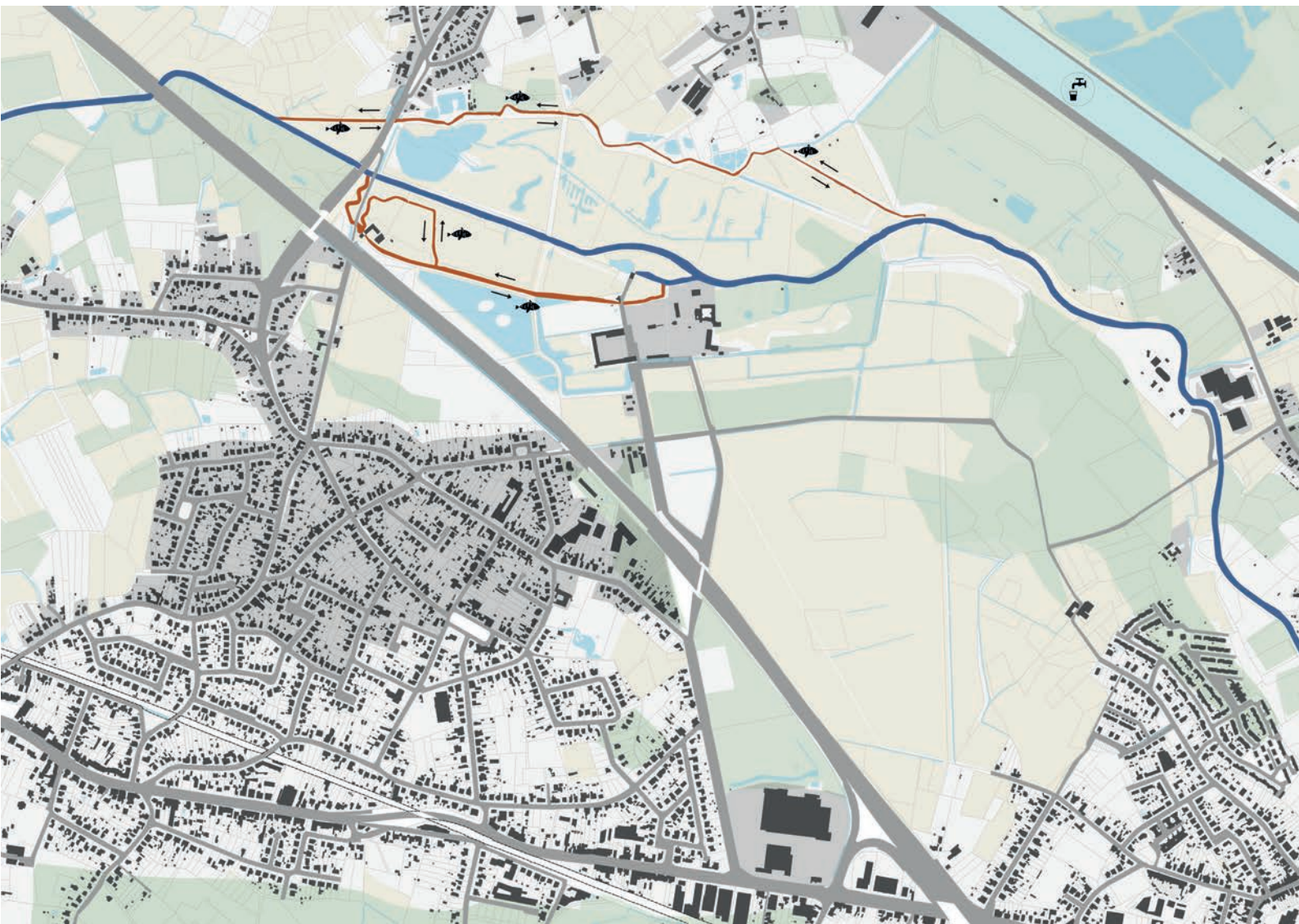
Figuur 21: analyse - water, Abdijmolen, Tuiltermolen & waterzuivering (Eigen beeld, 2023)

De overstromingskaart visualiseert en beoordeelt het risico op overstromingen in het gebied. Deze kaart helpt om te bepalen welke gebieden nu en in de toekomst vatbaar zijn voor overstromingen tijdens periodes van zware regenval of overstromende rivieren. Bij het uitwerken van een nieuw masterplan is het essentieel om rekening te houden met dit risico en de kaart te gebruiken als leidraad bij ruimtelijke planning. Kwetsbare gebieden zullen vermeden worden of passende maatregelen zullen genomen worden om de impact van overstromingen te verminderen.



Figuur 22: analyse - water, overstromingsgebied (Eigen beeld, 2023)

De vismigratie op de Herkenrodesite is een belangrijk aspect van de ecosystemen in dit gebied. Vismigratie gaat over het verplaatsen van vissen tussen verschillende watergebieden en habitats, gedreven door behoeften zoals voedselvoorziening, voortplanting, groei en overleving. Vismigratie speelt een belangrijke rol bij het behoud van biodiversiteit in deze watergebieden.



Figuur 23: analyse - water, vismigratie (Eigen beeld, 2023)

Door het samenvoegen van alle voorgaande kaarten, biedt deze kaart een alomvattend beeld van hoe water zich in het verleden, het heden en in de toekomst organiseert op de Herkenrodesite.



Figuur 24 analyse - water, samenvatende kaart (Eigen beeld, 2023)

algemene analyse.

3. bodemonderzoek

Een andere belangrijke factor bij het onderzoek naar de Herkenrode Abdijsite is de bodem in en rondom het gebied. De site zelf bestaat uit onvruchtbare grond, waardoor eventuele landbouwactiviteiten hier niet mogelijk zijn. De omliggende gronden variëren sterk in vruchtbaarheid, waarbij sommige zeer vruchtbaar zijn en andere totaal ongeschikt zijn voor landbouw. Het gebied ten noorden van de abdijsite, gelegen rondom de Demer, bestaat voornamelijk uit een natte licht zandleembodem. Deze bodems zijn vrijwel permanent nat, met het grondwater dat in de winter tot aan het maaiveld komt. In de zomer houden ze voldoende vocht. Echter, vanwege hun permanente natheid zijn ze ongeschikt voor akker- en tuinbouw (DOV Portaal, z.d.).

Ten zuiden van de Herkenrode Abdijsite liggen gronden die wel geschikt zijn voor landbouwactiviteiten. De grondsoort die we hier voornamelijk terugvinden, is een matig natte/droge, lemige zandbodem. Droge bodems in dit gebied zijn zeer gunstig, omdat ze nooit overdreven nat zijn, maar wel kunnen lijden onder watertekort in de zomer. Dit in tegenstelling tot de natte bodems, die vaak te nat zijn in de winter en lente.

Er zijn twee soorten profielontwikkelingen gekoppeld met deze bodem. De eerste is een profielontwikkeling met duidelijk ijzer en/of humus B. Dit uit zich in roestverschijnselen vanaf 40-60cm diep. De andere profielontwikkeling omvat een dikke antropogene humus A laag, wat betekent dat er een humusdek van meer dan 60 cm in de bodem aanwezig is. Dit humusdek stimuleert diepere wortelgroei van gewassen, waardoor deze profielontwikkeling ideaal is voor landbouwactiviteiten (DOV Portaal, z.d.). Op *figuur 25* wordt een kaart weergegeven waar alle bodemtypes op en rond de site aangeduid zijn. De verschillende bodemtypes zijn benoemd en worden kort toegelicht op volgende pagina's.

Uit de bodemanalyse blijkt dat er zich zeer vruchtbare grond rondom de site bevindt. Dit geeft ons de kans om deze gronden te vrijwaren van eventuele bebouwingen en in te zetten als productief landschap. Een gevolg hiervan is dat er enkel op de Herkenrode Abdijsite zelf bijgebouwd mag worden.

STERK VERGAREN GRONDEN

- Bodemprofiel is sterk gewijzigd/vernietigd door menselijke ingrepen (DOV Portaal, z.d.)

MATIG DROGE LEMIG ZANBODEM MET DUIDELIJKE IJZER EN/OF HUMUS B HORIZONT

- Roodachtige of bruinachtige roestvlekken tussen 60 en 90cm diepte;
- Gunstige waterhuishouding in winter meestal te droog in de zomer;
- Geschiktheid van gewas is afhankelijk van de dikte van de humuslaag → weinig eisende teelten (gewassen met grote droogte zoals haver, rogge, raaigras, erwten, bonen, vroege groenten, augurken, aardappelen, maïs en aardbeien);
- Asperge geeft minder goede resultaten (DOV Portaal, z.d.).

MATIG NATTE LEMIG ZANBODEM MET DUIDELIJKE IJZER EN/OF HUMUS B HORIZONT

- Roestverschijnselen vanaf 40-60cm diep;
- Waterhuishouding in winter en lente te nat --> in zomer behouden bodems voldoende vocht, maar watergebrek bij droge periodes kan optreden;
- Geschikt voor akker- en tuinbouw → in aanmerking voor veeleisende gewassen;
- Goede weidegronden (DOV Portaal, z.d.).

MATIG DROGE LEMIG ZANBODEM MET DIKKE ANTROPOGENE HUMUS A HORIZONT

- Humusdek van meer dan 60cm;
- Rust op begraven profiel (meestal Podzol);
- Humusgehalte van plaggende ligt tussen 4-5%;
- Roestverschijnselen tussen 60 en 90cm diepte;
- Optimaal vochthoudend in voorjaar → droogt sterk uit in zomer;
- Geschikt voor alle teelten → veeleisende gewassen vergen aanvullende bemesting en regelmatige (eventueel kunstmatige) watervoorziening in zomer;
- Zeer goede grond voor extensieve en intensieve groenteteelt;
- Iets te nat in voorjaar voor asperges (DOV Portaal, z.d.).

MATIG DROGE ZANBODEM MET DIKKE ANTROPOGENE HUMUS A HORIZONT

- Onder dikke humuslaag A vaak overblijfselen van Podzol B of verbrokkeld textuur B;
- Roestverschijnselen tussen 60 en 90cm diep;
- Nooit overdreven nat → zelfs niet tijdens voorjaar → kunnen in zomer aan watergebrek lijden;
- Geschikt voor akkerland;
- Veeleisende teelten → belangrijk oogstrisico → opbrengst hangt af van neerslagverdeling;
- Tuinbouwgewassen geven (DOV Portaal, z.d.).

NATTE LEMIG ZANBODEM MET STERK GEVLEKTE, VERBROKKELDE TEXTUUR B HORIZONT

- Permanent natte bodemt met winterwaterstand nabij het maaiveld (20-30cm); zomerwaterstand rond 100cm diepte;
- In winter → enkele weken overstroomd;
- Goed voor weiland;
- Akkerland (zomergewassen) → mits rationele ontwatering en drainering;
- Ongeschikt voor tuinbouw;
- Productiviteit hangt nauw samen met dikte van humuslaag
 - Dunne humuslaag: bossen (naalddhout en eik)
 - Dikkere humuslaag: landbouwgrond (weide) (DOV Portaal, z.d.).

MATIG NATTE LEMIG ZANBODEM MET DИКKE ANTROPOGENE HUMUS A HORIZONT

- Natte bodems met hoge voorjaarswaterstand;
- Zomerwaterstand is optimaal;
- Overtollige water in voorjaar moet worden afgeleid dmv greppels die rechtstreeks in verbinding staan met sloten langs kavels;
- Zeer geschikt voor alle teelten;
- Veeleisende teelten geven goede productie + laag oogstrisico;
- Late, traag opdrogende grond → moet op speciale wijze bewerkt worden;
- Aanleg in bedden verhindert gebruik van tractoren en landbouwmachines;
- Geschikt voor intensieve teelten → te nat voor asperges (DOV Portaal, z.d.).

NATTE LICHT ZANDLEEMBODEM ZONDER PROFIEL

- Humusvariant niet aangeduid → dikte humuslaag 20-30cm;
- Roestverschijnselen vanaf diepte van 20cm;
- Bodems zijn permanent nat → grondwater tot maaiveld in winter;
- Blijven voldoende vochthoudend in zomer;
- Ongeschikt voor akker- en tuinbouw;
- Mits kunstmatige, rationele drainering → zomergewassen en teelt van klein fruit;
- Goede weidegronden (DOV Portaal, z.d.).

NATTE ZANBODEM MET STERK GEVLEKTE, VERBROKKELDE TEXTUUR B HORIZONT

- Hydromorfe grondwaterbodem;
- Humuslaag van 20-40cm dik;
- Permanent natte gronden → grondwaterstand tot het maaiveld in de winter;
- Zomerwaterstand van 80-120cm;
- Rationele drainage → geschikt voor akkerland;
- Wordt veelal uitgebraat als weiland (DOV Portaal, z.d.).

probleem- & kansenkaart.⁵⁴

Vertrekkende uit onze analyse zijn we actief op zoek gegaan naar een methode om de tekortkomingen van de site duidelijk in kaart te brengen. Om een helder beeld te krijgen van de site, hebben we besloten om een probleemkaart op te stellen. Deze kaart identificeert welke hedendaagse problemen zich voordoen. Als antwoord hierop introduceren we ook een kansenkaart. Het doel van deze kansenkaart is niet om concrete oplossingen te bieden voor de vastgestelde problemen, maar om een overzicht te geven van de kansen van de site, die momenteel niet benut worden, en dit met een specifieke focus op circulariteit en duurzaamheid. Deze kaarten zijn onderverdeeld in vijf thema's: wonen, materialen, energie, mobiliteit en lokale voedselproductie. Deze thema's zijn gelinkt aan de planetaire grenzen, waardoor er gedurende het hele proces naar deze grenzen teruggekoppeld kan worden. De geïdentificeerde problemen en kansen vormen later tevens de basis voor het opstellen van het masterplan.

Op het gebied van wonen, met als voornaamste uitdagingen dat de kosten van het levensonderhoud toenemen (Statbel, 2023) en de prijzen van particuliere woningen onbetaalbaar worden voor velen (Statbel, 2024) richten we ons op het concept van levensloopbestendig wonen. Dat betekent dat mensen gedurende hun hele leven op dezelfde plek kunnen wonen, vanaf de geboorte tot aan het einde van hun leven. Om dit mogelijk te maken en de problemen van lange wachttijden voor sociale woningen (Netwerk tegen Armoede, 2024) aan te pakken, onderzoeken we een nieuwe vorm van betaalbaar wonen: coöperatief wonen. Dit model omvat het gezamenlijk bezitten en beheren van woonprojecten door verschillende partijen, waarbij de nadruk ligt op het delen van ruimtes die niet alleen bestemd zijn voor wonen, maar ook voor werken, vrijetijdsbestedingen etc. (Vlaanderen, 2024). (Door het introduceren van coöperatief wonen streven we naar een duurzame en inclusieve woonomgeving waarin individuen uit verschillende generaties en met diverse achtergronden samenleven.

De problematiek rond materialen beperkt zich niet enkel tot de site zelf. Enerzijds worden grondstoffen schaarser. Hierdoor stijgen de prijzen. Ook externe factoren zoals wereldwijde conflicten en pandemieën hebben hier invloed op (Vangelder, 2023). Daarnaast blijft bouwafval een probleem, desondanks de vele inspanningen om te recyclen. Op een doordachte manier het bestaande patrimonium herbestemmen en urban mining, waarbij materialen uit de nabije gebouwde context geoogst en terug ingezet worden, zijn cruciaal voor het duurzaam omgaan met materialen. Het gebruik van lokale producten vermindert bijvoorbeeld de import en recyclage van afval, zoals kledij, kan er ook toe bijdragen. Anderzijds vergt de productie van bouwmaterialen eveneens een grote hoeveelheid aan energie. Er is bovendien voor bepaalde bouwmaterialen, zoals cement, een grote CO₂-uitstoot nodig om ze te produceren (Boeren, 2021). Het herdenken van welke bouwmaterialen toegepast worden bij nieuwe constructies is dus ook van belang.

Het energieverbruik van gebouwen hangt sterk af van verschillende factoren. Ten eerste speelt het ontwerp ervan een rol. De grootte, de compactheid, welke volumes verwarmd dienen te worden en de zonering ervan, de oriëntatie etc. hebben een invloed op mogelijke energiewinsten of -verliezen. Een andere ontwerpaanpak kan zorgen voor een efficiëntere indeling van de beschikbare ruimtes en dat leidt dan weer tot een verminderde energiebehoefte. Het delen van installaties kan hier ook aan bijdragen. Vervolgens dient er gekeken te worden naar de efficiëntie van de installaties. Het voornaamste doel is om het energieverbruik zo laag mogelijk te houden, maar waar er toch nood is aan installaties is het interessant om ofwel low-tech oplossingen in te zetten, ofwel die met een hoog rendement. Ten slotte kunnen de landschappelijke elementen op de Herkenrode Abdijsite

worden ingezet voor energieopwekking, zoals het benutten van trillingen van voorbijrijdende auto's op de E313 en het gebruik van de stroming van de Demer voor lokale energieopwekking aan de hand van de reeds aanwezige molen. Het beheer van warmte, waaronder het gebruik van restwarmte van toestellen in gebouwen, biedt verdere mogelijkheden. Deze alternatieve benaderingen illustreren de diverse manieren om energie op te wekken en om doordacht om te gaan met de beschikbare energiebronnen. De concrete uitwerking van alle energie gerelateerde elementen in het masterplan zal verder nog aan bod komen.

Mobiliteit is een alomtegenwoordig aspect geworden in onze samenleving, maar brengt ook toenemende problemen met zich mee. De verneveling van de bebouwing bemoeilijkt collectief vervoer (bus, trein...), terwijl steden verkeersdrukke, lawaai en een slechte luchtkwaliteit ervaren (Sciensano, 2024). Transport is verantwoordelijk voor een aanzienlijk deel van de CO₂-, NO₂-uitstoot en de uitstoot van fijn stof. Het concept van de "15-minuten stad" wordt voorgesteld als een oplossing, waarbij alle essentiële voorzieningen binnen fiets- of loopafstand bereikbaar zijn, wat de afhankelijkheid van auto's als vervoersmiddel vermindert en de gezondheid van mens en planeet verbetert. Bovendien stimuleert het ook lokale bedrijven en de economische vitaliteit van buurten (VLAIO, 2023).

Op het gebied van lokale (voedsel)economie is het bijvoorbeeld opmerkelijk dat het Herkenrodebier momenteel buiten de regio wordt gebrouwen en de Herkenrodeabdijkazen eveneens elders worden geproduceerd. Als oplossing pleiten we voor een terugkeer naar een lokale productie en dus een kortere keten, waarbij producten rechtstreeks van boerderijen en land op en rond de site komen. Deze aanpak benut de bestaande ruimte en gebouwen, zoals de abdijmolen, de Tuiltermolen, de kruidentuin en de abdijhoeve, die opnieuw in werking kunnen worden gesteld. Het hergebruik van water uit de molens voor het doorspoelen van toiletten en het centraal verzamelen en hergebruiken van afvalstromen op de site dragen bij aan de lokale economie. Bovendien kunnen de overschotten van de productie buiten de site worden verkocht, wat extra inkomsten genereert.

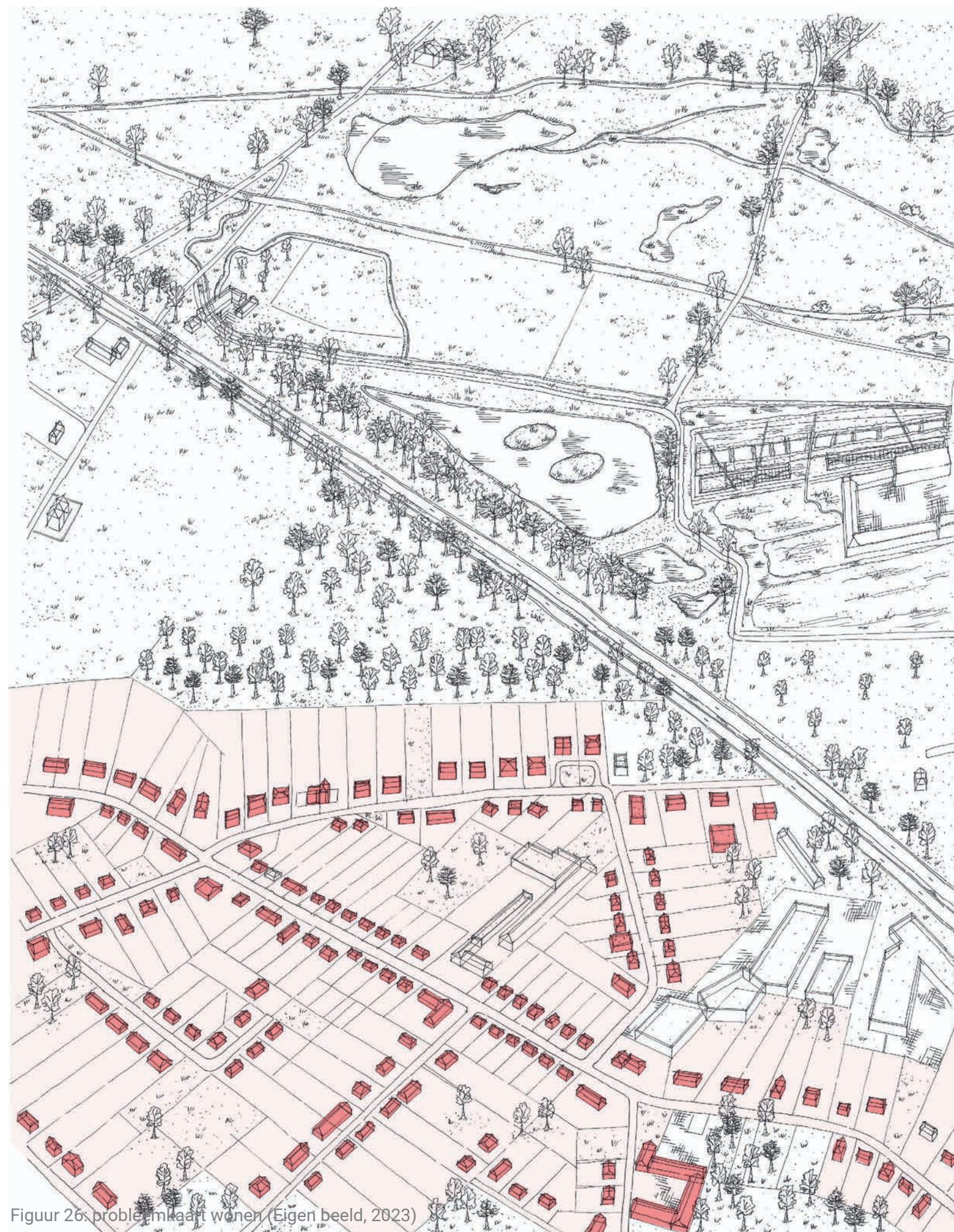
probleem- & kansenkaart.

1. wonen

Leven wordt steeds duurder en dus ook het wonen. De typische Vlaming met de baksteen in de maag wil zijn eigen perceel; eigen vrijstaande woning met grote tuin. Gronden worden volgebouwd, open ruimtes verdwijnen en het landschap blijft versnipperd achter. Dit is dan ook zichtbaar rondom de Herkenrode-site op *figuur 26: probleemkaart wonen*. Deze probleemkaart toont de versnippering door vrijstaande woningen weer. Prijzen van particuliere woningen gaan alsmaar de hoogte in en worden voor velen onbetaalbaar. Om deze reden zijn we genoodzaakt op zoek te gaan naar betaalbare vormen van wonen. Een voorbeeld hiervan zijn sociale woningen, maar deze slagen er op dit moment niet in vanwege de lange wachttijden. De wachttijden van deze sociale woningen lopen op tot meer dan zes jaar waardoor steeds meer mensen in nood op zoek zijn naar hun plek om te leven.

Het begrip dat we centraal stellen, is levensloopbestendig wonen. Dit betekent dat je gedurende je hele leven op dezelfde plek kunt wonen, vanaf je geboorte tot aan het einde van je leven (linkse tekening op *figuur 27: kansenkaart wonen*). Om dit mogelijk te maken, daarbij rekening houdend met het probleem van lange wachttijden, onderzoeken we een nieuwe vorm van betaalbaar wonen. We richten ons op coöperatief wonen, waarbij individuen uit verschillende generaties en levensfasen samenleven onder een gedeeld concept. In deze benadering bezitten en beheren diverse organisaties, particulieren of overheidsinstanties gezamenlijk een woonproject, en dit gebeurt in onderling overleg. Bewoners hebben elk een eigendomsaandeel in de vorm van aandelen die overeenkomen met een specifieke oppervlakte aan woongelegenheden. Mensen komen samen vanuit hun oorspronkelijke woning om deel te nemen aan deze coöperatie. Het betreft een coöperatieve woonstructuur waar naast het privéleven ook de nadruk ligt op het delen van ruimte en werkplekken. In dit model zijn enkele belangrijke kringlopen gevisualiseerd.

Wanneer verschillende gezinnen en/of generaties samenkomen, kan er drastisch verminderd worden in het bezit van materialen en/of toestellen. Men kan bijvoorbeeld in plaats van allemaal een individuele grasmachine overstappen op het gebruik van één gemeenschappelijke maaier. Dit kan men evenwel toepassen op bijvoorbeeld een strijkijzer en een wasmachine. Een grote groep mensen op eenzelfde locatie brengt ook andere facetten zoals afval, water en kleding met zich mee. Dit afval kan gecomposteerd worden wat op zijn beurt gebruikt kan worden als bemesting voor de boer. Gebruikt water kan gezuiverd worden zodat dit water niet verloren gaat, maar ook weer opnieuw gebruikt kan worden. Kleding is vaak na het gebruik nog in een zeer goede staat en is dus perfect door te geven aan anderen van dezelfde leeftijd, maar er kan ook een uitwisseling plaatsvinden tussen verschillende generaties. Kleding die men niet meer wil, kan gerecycleerd worden tot meubilair of zelfs toegepast worden met een isolerende functie voor hun eigen of andere woningen (rechtse tekening op *figuur 27: kansenkaart wonen*).



Figuur 26: probleemkaart wonen (Eigen beeld, 2023)





Figuur 27: kansenskaart wonen (Eigen beeld, 2023)

2023-2024

faculteit architectuur & kunst

2 master architectuur

probleem- & kansenkaart.

2. (bouw)materialen

De problemen die zich situeren op vlak van materialen zijn niet enkel van toepassing op en rond de site, maar gelden op een veel grotere schaal. Ten eerste zijn grondstoffen, en dus ook materialen, schaars. Een hoog percentage van de materialen is reeds in gebruik en er geldt een eindigheid aan beschikbare grondstoffen. De oorlog in Oekraïne en corona hebben de prijzen van woningen omhoog gekatapulteerd. De prijzen voor woningen stegen in Hasselt de afgelopen vijf jaar met ongeveer 25 procent. Hierdoor wordt nog eens duidelijk dat wij, Belgen, afhankelijk zijn van andere landen voor materialen. Het grootste deel wordt geïmporteerd.

Daarnaast is er ook enorm veel bouwafval. Ondanks de inspanningen van recyclage, degradeert het grootste deel van de gerecycleerde materialen in minderwaardige toepassingen zoals in de wegenbouw. Downcycling kan ook niet oneindig uitgevoerd worden, vroeg of laat is het opgewerkte materiaal niet langer geschikt voor verder gebruik. De afvalproductie van de bouw in België telde in 2020 meer dan 20 miljoen ton. Dat afval moet verwerkt worden waardoor slechts een beperkt gedeelte kan hergebruikt worden, zo wordt er vooral gedowncycled. Zo vergt het verwerken van afval net als het produceren van bouwmaterialen veel energie, wat gecombineerd met een grote CO₂-uitstoot kostig is voor het milieu. Er zijn ook bouwmaterialen die CO₂ opvangen in de plaats van uitstoten, denk maar aan vlas en hennep.

Alhoewel de leegstand van de Hasseltse winkels daalde het afgelopen jaar, is nog steeds 13 procent van de panden leeg in het centrum. Ook op de site staat een groot gedeelte van de panden leeg. Dit is zichtbaar op figuur *figuur 28: probleemkaart materialen* waar verschillende leegstaande panden in het rood aangeduid zijn. Leegstand zorgt ervoor dat gebouwen nog sneller achteruit gaan, en dus materialen en beschikbare ruimtes verloren gaan.

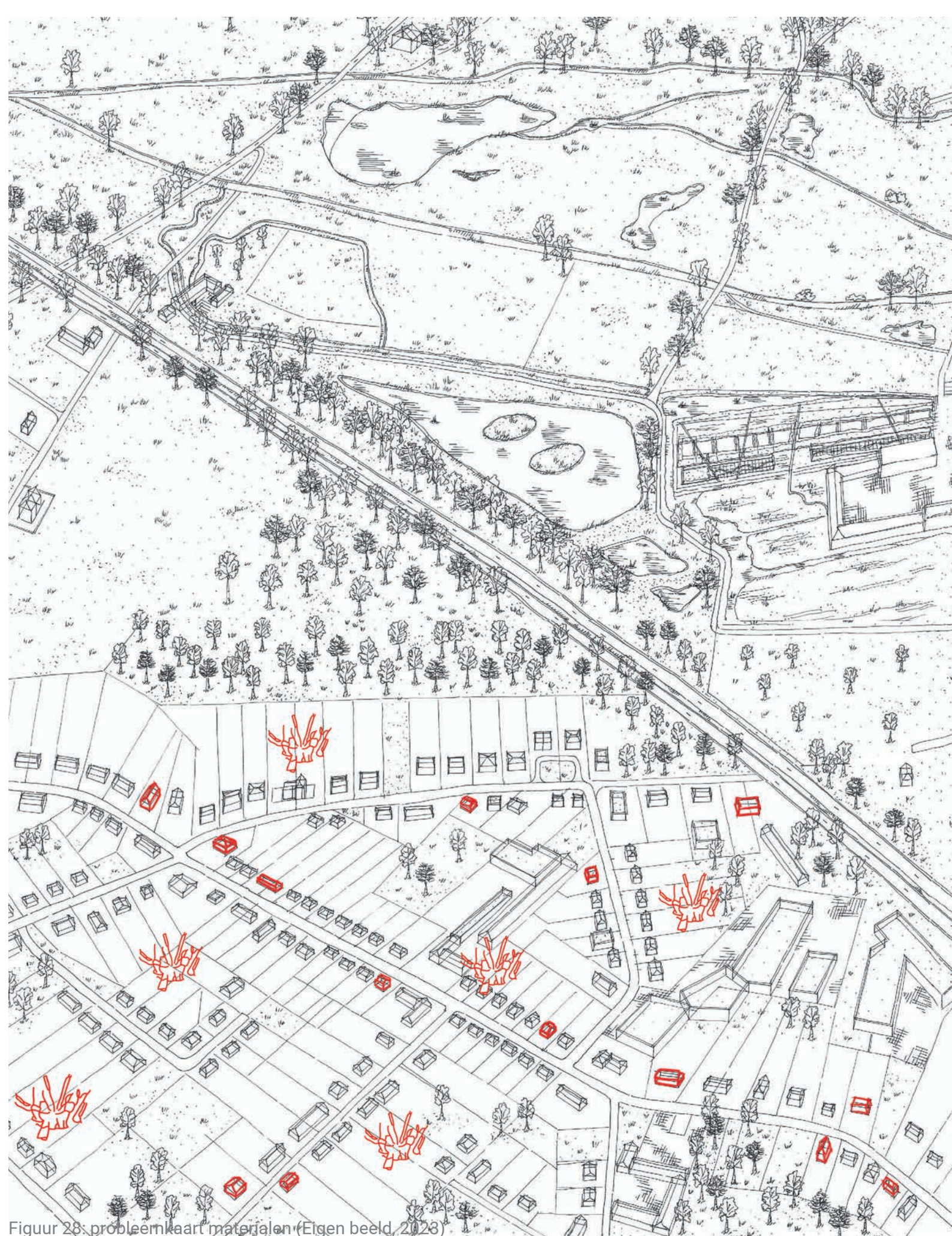
Alles start met de juiste vraagstelling. Wat hebben we nodig en wat is er ter beschikking? De site telt een aantal gebouwen die vandaag de dag leegstaan. Hier kunnen wij ons de vraag bij stellen of het vanuit het circulair denkkader een slimme oplossing is om de gebouwen naar de normen van vandaag te verwerken of ze af te breken. Slim omgaan met bestaande gebouwen is wanneer we aan materiaalgebruik denken een zeer belangrijke factor. Wanneer er gekozen wordt om de bestaande gebouwen te behouden is het ook hier belangrijk om na te denken hoeveel materiaal er juist toegevoegd moet worden en op welke plekken in het gebouw.

Daarnaast zijn gebouwen ook materialenbanken. De materialen stock blijft stijgen. Er worden nog steeds meer materialen toegevoegd dan gerecupereerd. Als er dan toch extra materialen moeten worden toegevoegd in het ontwerp, kies dan voor urban mining of materialen die CO₂ opslaan tijdens hun groei zoals regeneratieve materialen. In de omgeving, in Hasselt en andere gemeentes is er sprake van leegstand en afbraak. Huizen, winkels en openbare gebouwen worden afgebroken en kunnen als een mijn voor waardevolle grondstoffen dienen.

Naast de vaste bouwmaterialen die we kunnen halen uit gebouwen aan de hand van urban mining kunnen we ook gaan kijken naar onze enorme afvalproductie in België. Zo kunnen we namelijk producten/voorwerpen die op het einde zitten van hun levenscyclus (of niet meer gebruikt worden) in gaan zetten in de bouw door ze te gaan recyclen. Zo zullen kleren, textiel, jeansbroeken etc. die versleten zijn kunnen versnipperd worden tot vezels en door enkele toevoegingen en bewerking

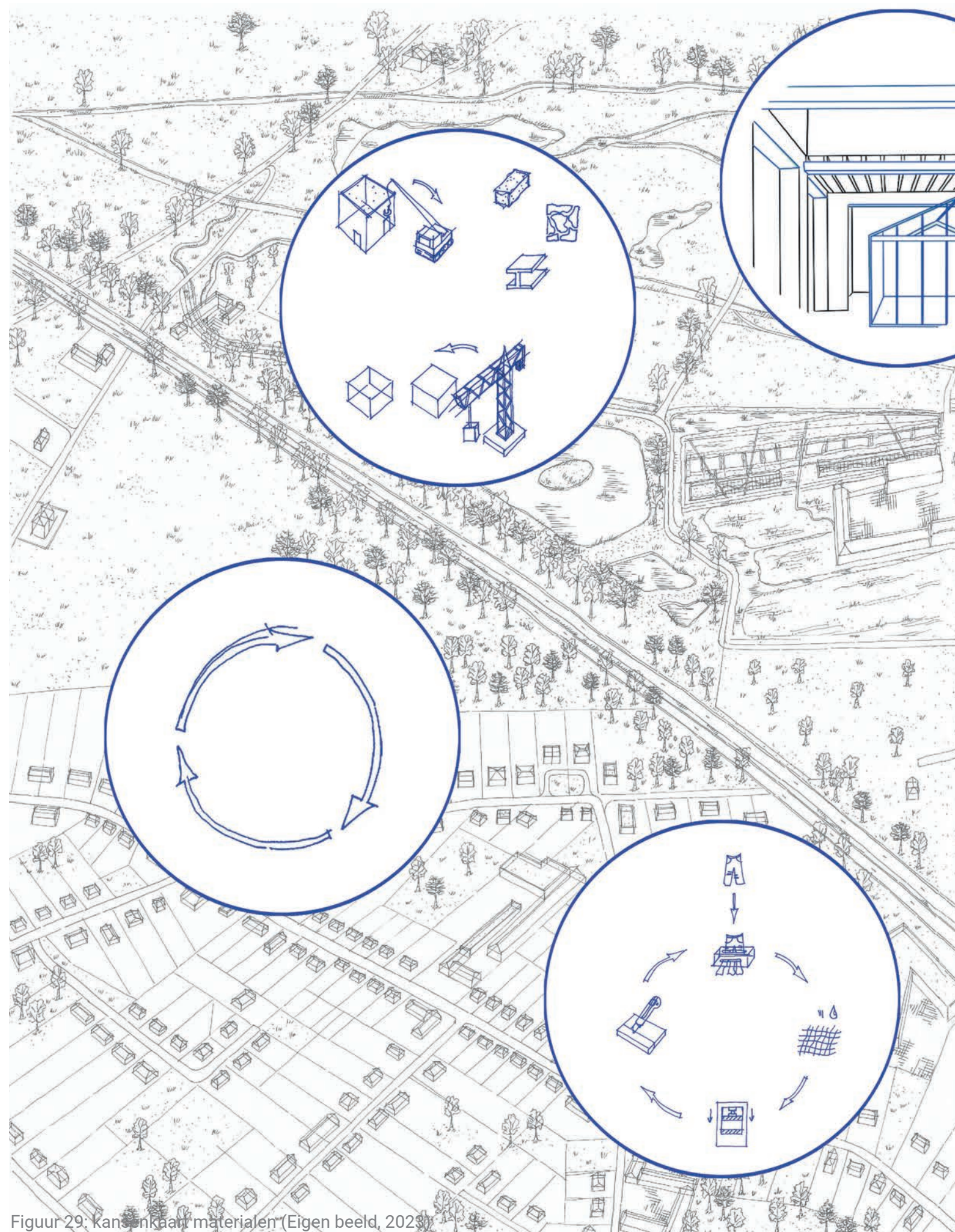
gevormd worden tot een duurzaam isolatie materiaal dat kan tippen aan de conventionele producten zoals rotswol.

Daarnaast moet er vooral ook geopteerd worden aan lokale producten, niet enkel bouwmaterialen maar ook andere materialen in het algemeen. Zo blijft de import beperkt en beperken we ook hier de ecologische voetafdruk.



Figuur 28: probleemkaart materialen (Eigen beeld, 2028)



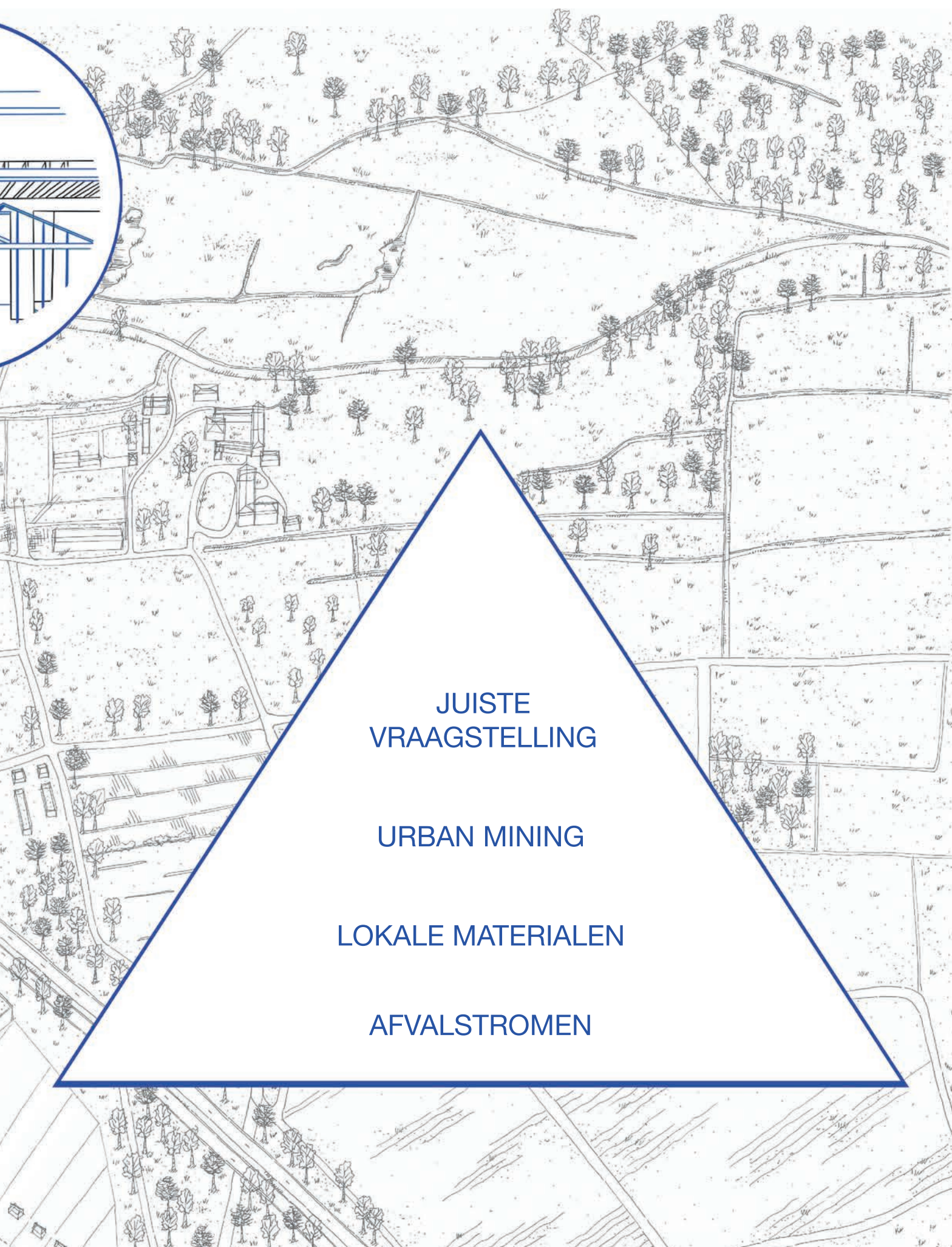


Figuur 29: kansinkbaar materialen (Eigen beeld, 2023)

2023-2024

faculteit architectuur & kunst

2 master architectuur



probleem- & kansenkaart.

3. energie

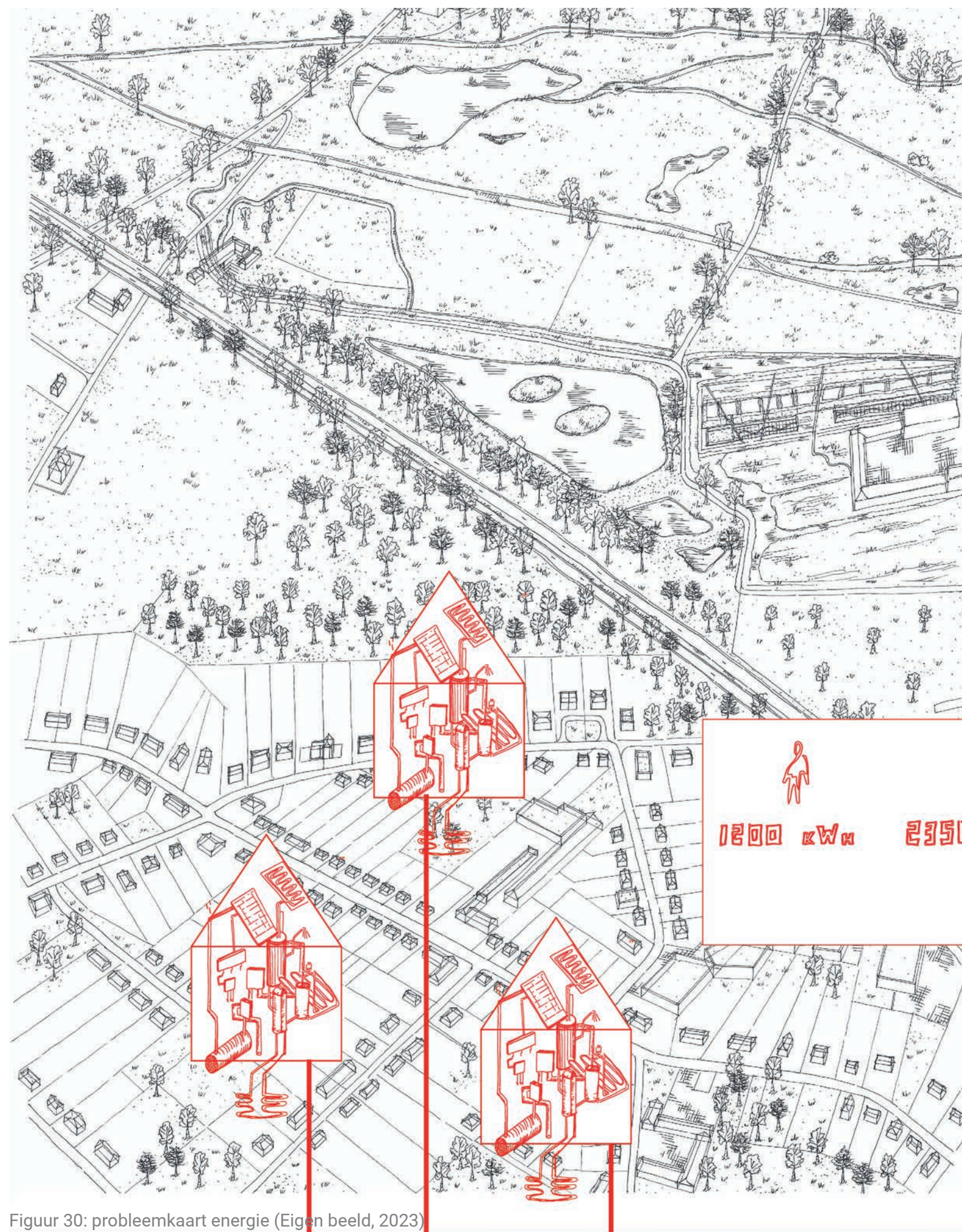
Het energieverbruik van woningen hangt sterk af van hoeveel mensen in deze woning leven. Zo blijkt dat wanneer twee singels apart leven, deze meer energie verbruiken dan wanneer ze samen zouden leven. Dit is te wijten aan het feit dat elke woning op zich installaties heeft. De technieken in de woningen zijn dan ook nog eens sterk veranderd ten opzichte van 20 jaar geleden. Er zijn veel meer apparaten toegevoegd die veel ruimte innemen. Wanneer men denkt aan hernieuwbare energie wordt er vaak gedacht aan zonnepanelen. Verder onderzoek heeft echter uitgewezen dat bij de maak van deze zonnepanelen veel fossiele brandstoffen nodig zijn en dat de lithiumindustrie eveneens voor grote gevolgen in ons ecosysteem kan zorgen. Deze hernieuwbare bron van energie kan dus in vraag gesteld worden. Dit alles wordt samengevat in *figuur 30: probleemkaart energie*.

Een andere manier van denken is ook hier van toepassing. We kunnen onszelf echter de vraag stellen of elke installatie nodig is voor elk gebouw/woning. Een eerste factor waar we rekening mee moeten houden is het ontwerpproces. Als we de manier van ontwerpen veranderen, kunnen we eveneens de manier van het gebruik van installaties veranderen. Zo wordt de oriëntatie van gevels van cruciaal belang, maar ook hoever het dak oversteeft kan een invloed hebben.

Een tweede factor die bepalend kan zijn, is het samenbrengen van mensen. Zoals bij het deel over wonen werd aangehaald, is het belangrijk dat mensen deel gaan uitmaken van een deeleconomie waar ze ook hun installaties en elektriciteit gaan delen.

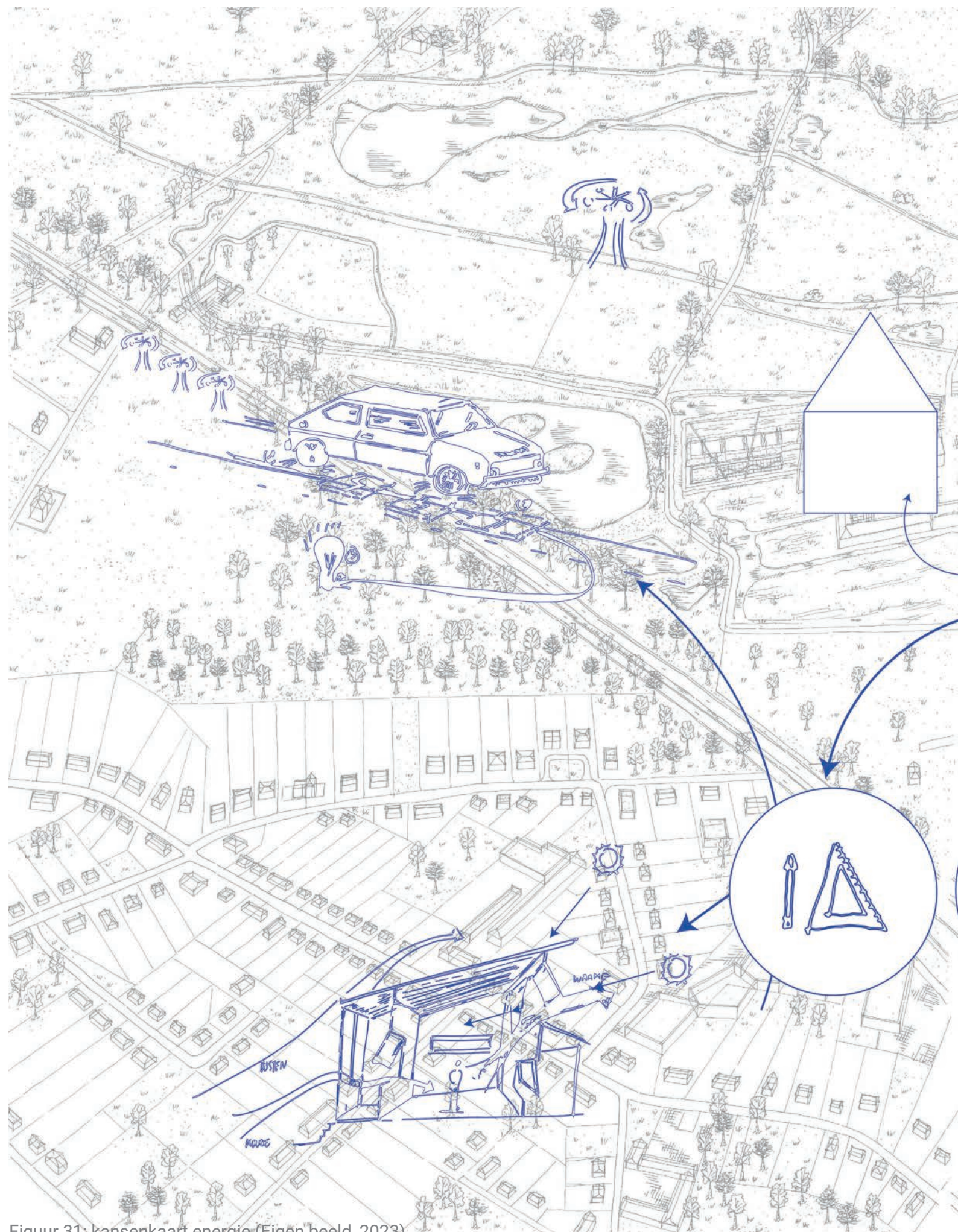
De laatste factor is het energie aspect zelf. De Herkenrode site heeft bepaalde landschappelijke elementen die we kunnen inzetten als nieuwe bron van energie. Een prominent aanwezige factor is de E313. Hier kunnen de trillingen van de voorbijrijdende auto's opgevangen worden en omgezet worden in energie. Deze methode van energie opwekken is nog vrij conceptueel, maar is zeker iets waar aan gedacht wordt tijdens het opstellen van het masterplan. Een tweede landschappelijke factor die aanwezig is op de site is de aanwezigheid van de Demer. Deze kan terug ingezet worden voor het lokaal opwekken van energie doormiddel dan de molen die al reeds aanwezig is. Wanneer we aan warmte denken, zijn er ook verscheidene mogelijkheden om hier mee om te gaan. Zo kan er meer gebruik gemaakt worden van restwarmte van toestellen in gebouwen.

Hieruit willen we vooral concluderen dat er verscheidene alternatieve manieren zijn om energie op te wekken, maar ook om met de voorziene energie om te gaan. De alternatieve zijn getekend in *figuur 31: kansenkaart energie*.



Figuur 30: probleemkaart energie (Eigen beeld, 2023)



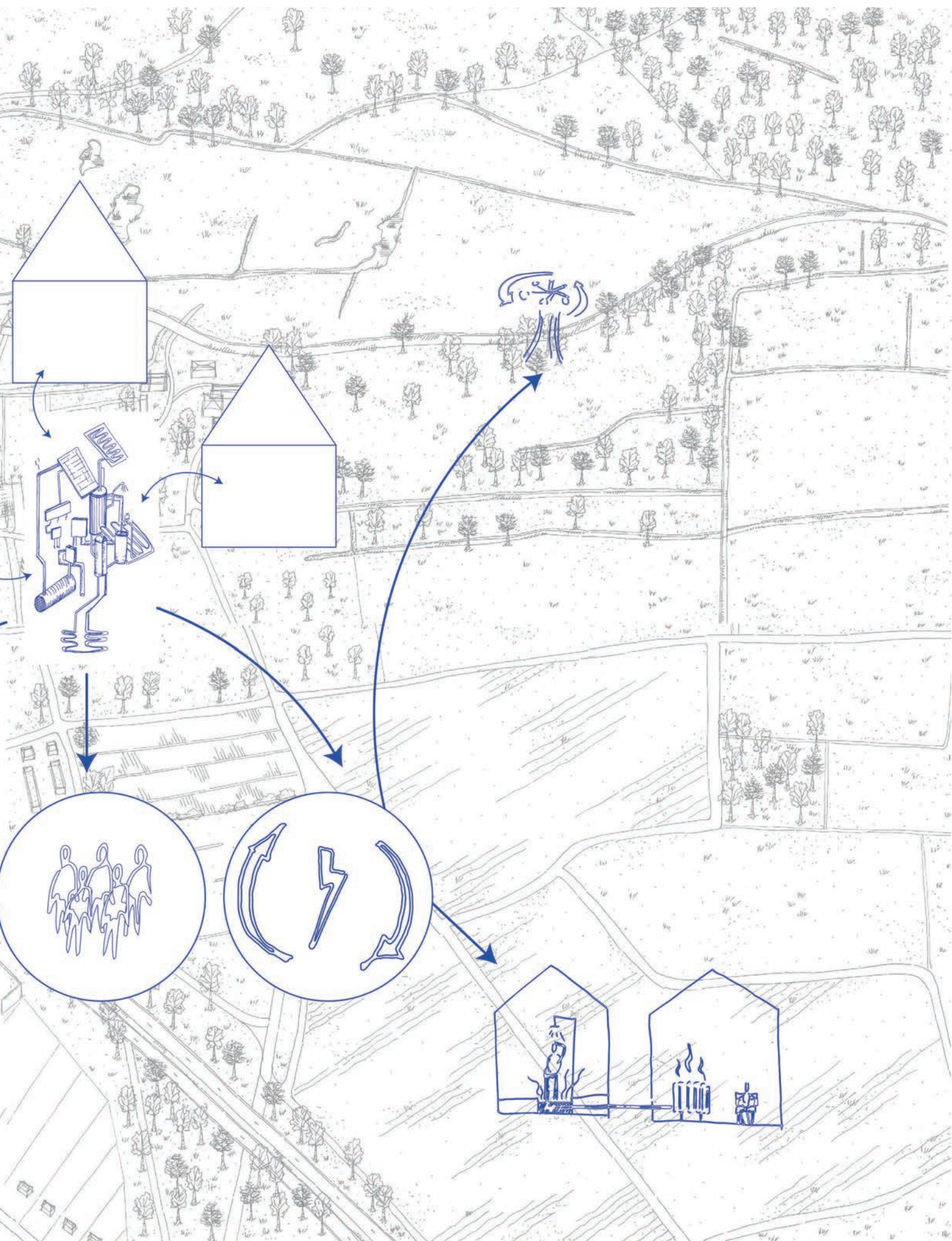


Figuur 31: kansenkaart energie (Eigen beeld, 2023)

2023-2024

faculteit architectuur & kunst

2 master architectuur



probleem- & kansenkaart.

4. mobiliteit

Hoe we ons verplaatsen is doorheen de tijd een steeds meer voor de hand liggend aspect geworden in onze samenleving, toch brengt dit ook een aantal factoren met zich mee die voor steeds grotere problemen zorgen. Zo maakt de manier waarop we momenteel wonen, de verspreide bebouwing, collectief vervoersgebruik moeilijker. Daarentegen zien we wel dat steeds meer mensen naar de stad trekken. De verkeersdruk is een toenemende factor die we dagelijks meemaken, maar waardoor ook de files en ongevallen toenemen. Steden worden steeds lawaaiër en de luchtkwaliteit en groene ruimte nemen alsmaar af (Departement Mobiliteit en Openbare Werken, 2022). Verder merken we dat mobiliteit een grote rol speelt op vlak van uitstoot.

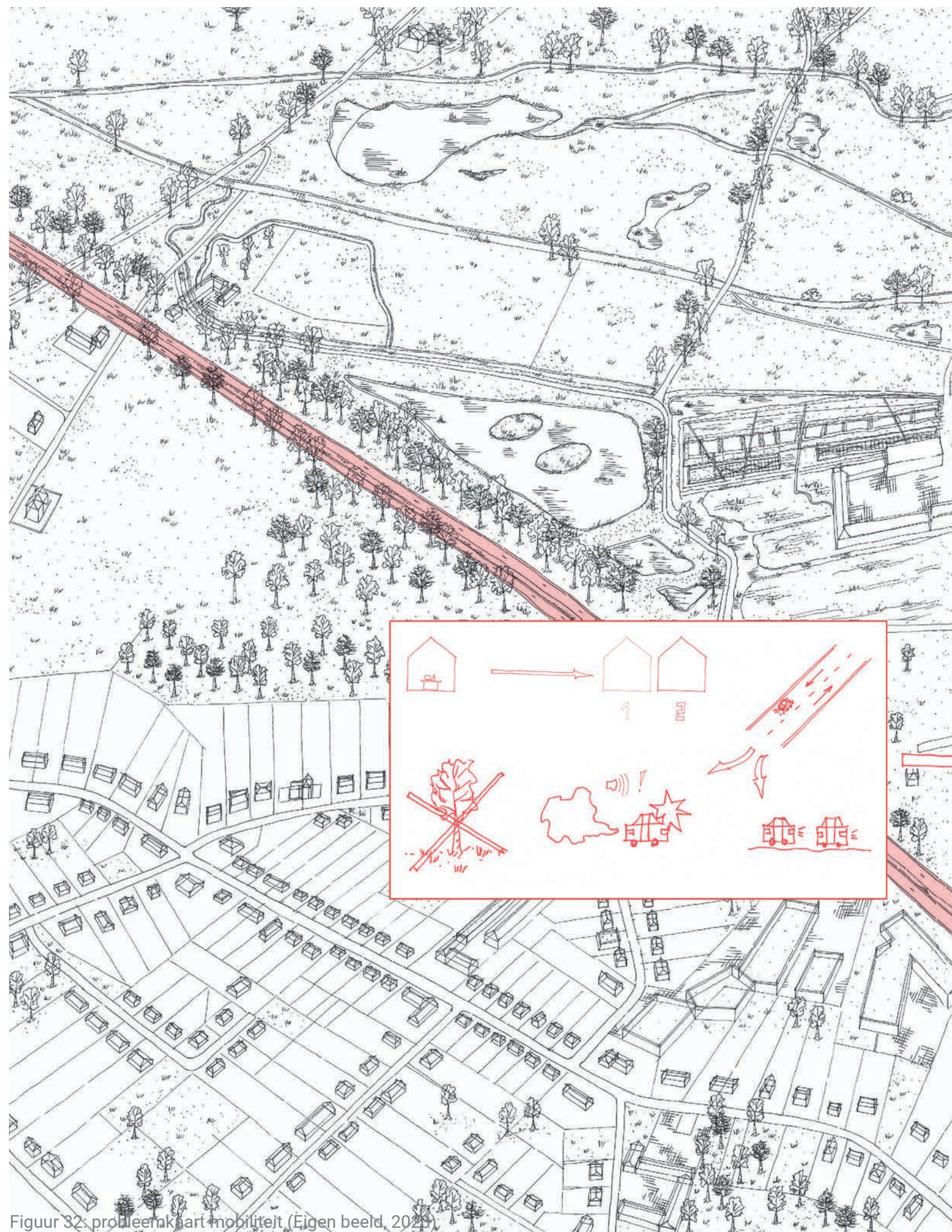
Cijfers van Klimaat.be (2021) en de Vlaamse mobiliteitsvisie 2040 (2022) geven aan dat 21,5% van de CO₂-uitstoot, 60% van de NO_x-uitstoot en 18% van de fijnstof-uitstoot in België afkomstig was van transport in 2021. Eveneens is 13% van de globale consumptie van materialen gerelateerd aan mobiliteit. Cijfers wijzen ook nog eens uit dat 95% van de tijd de wagens geparkeerd staan en het aantal parkeerplaatsen in gebruik gemiddeld slechts 1,5 zitplaatsen bedraagt. Daarenboven is 40% van het verkeer binnen de steden zoekend naar een parkeerplek. Dit alles wordt weergegeven in *figuur 32: probleemkaart mobiliteit*.

Om deze problematiek aan te pakken wordt de 15-minutenstad aangereik, zoals geïllustreerd in *figuur 33: kansenkaart mobiliteit*. Een '15-minutenstad' is een stedelijk model waarbij alle basisvoorzieningen, waaronder woonruimte, werkgelegenheid, voorzieningen, zorg, onderwijs en recreatie binnen de 15 minuten lopen of fietsen bereikbaar zijn. Het kan onder meer gaan over co-working spaces, buurtwinkels, huisartsen, bibliotheken, parken enzovoort (Crook, 2023; De Principes van de 15-minutenstad Concreet Gemaakt, 2023; Moreno, 2020).

Het verminderen van onze afhankelijkheid van voertuigen draagt bij aan een verminderd verbruik van fossiele brandstoffen, wat op zijn beurt leidt tot een verbetering van de luchtkwaliteit. Hoewel een volledig verbod op auto's in stadscentra wellicht onrealistisch is, zou het beperken van beschikbare straat- en parkeerruimte voor particuliere auto's gedragsverandering kunnen bevorderen (Mobiliteit van Morgen, 2022). Mensen verschuiven hun focus van het bezitten van een auto naar het gebruik van vervoer als dienst. Hierbij hebben ze de mogelijkheid om te kiezen uit verschillende alternatieve emissievrije vervoermiddelen die aansluiten bij hun route, dagelijkse of wekelijkse planning en persoonlijke voorkeuren (Mobility As A Service (MaaS): Het Wondermiddel Voor Duurzame Mobiliteit, 2020). De knooppunten tussen deze netwerken, die bekendstaan als 'mobiliteitshubs', spelen een belangrijke rol bij het optimaliseren van de bereikbaarheid binnen en tussen deze netwerken.

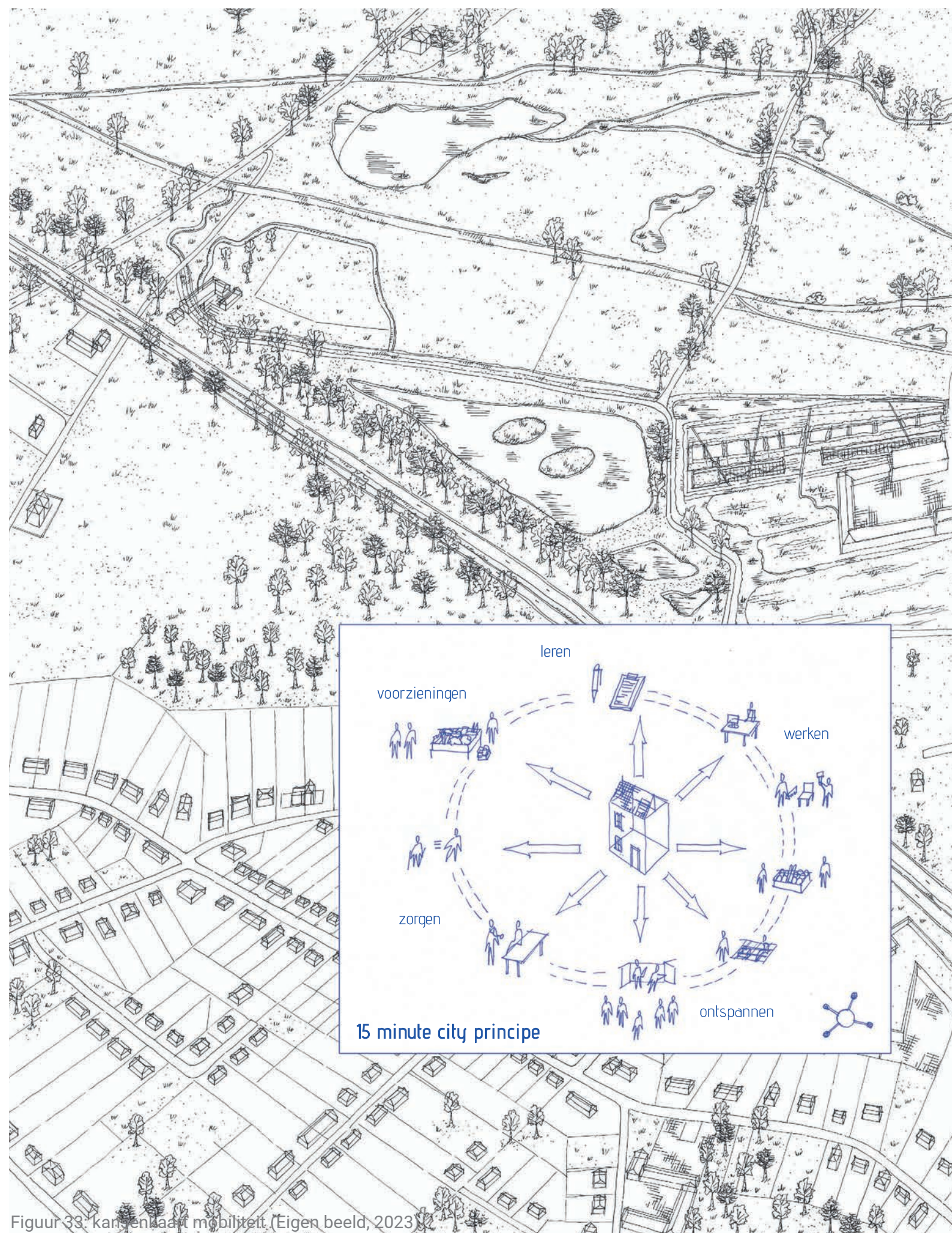
In combinatie met het idee van de 15-minuten stad, kan het Superblock model vanuit Barcelona gebruikt worden voor de Herkenrodesite. Binnen dit model gaat de prioriteit naar zwakke weggebruikers zoals voetgangers en fietsers. In zo een Superblock zijn auto's ook slechts uitzonderlijk toegelaten, bijvoorbeeld voor leveringen, en de snelheid is beperkt tot 10 km/u (Roberts, 2019; 'Superblocks' Barcelona Als Inspiratie Voor Integraal Duurzame Woonwijken, z.d; Superilles (Barcelona), 2020). Het doel is dat alle essentiële voorzieningen kunnen bereikt worden door te wandelen of fietsen, net als het principe van de 15-minuten stad. Zo kan de publieke ruimte vergroend worden en kan er meer ruimte worden voorzien voor ontmoetingen en duurzaam waterbeheer (De Jong, 2022).

Dat draagt bij tot een verbetering van zowel de menselijke gezondheid als de gezondheid van de planeet, en verhoogt de levenskwaliteit in de stad door het bevorderen van sociale interactie (Polonyi, 2021). De 15 minutenstad kan ook lokale bedrijven stimuleren doordat mensen vaker lokaal winkelen en werken. Dit kan de economische vitaliteit van buurten verbeteren.

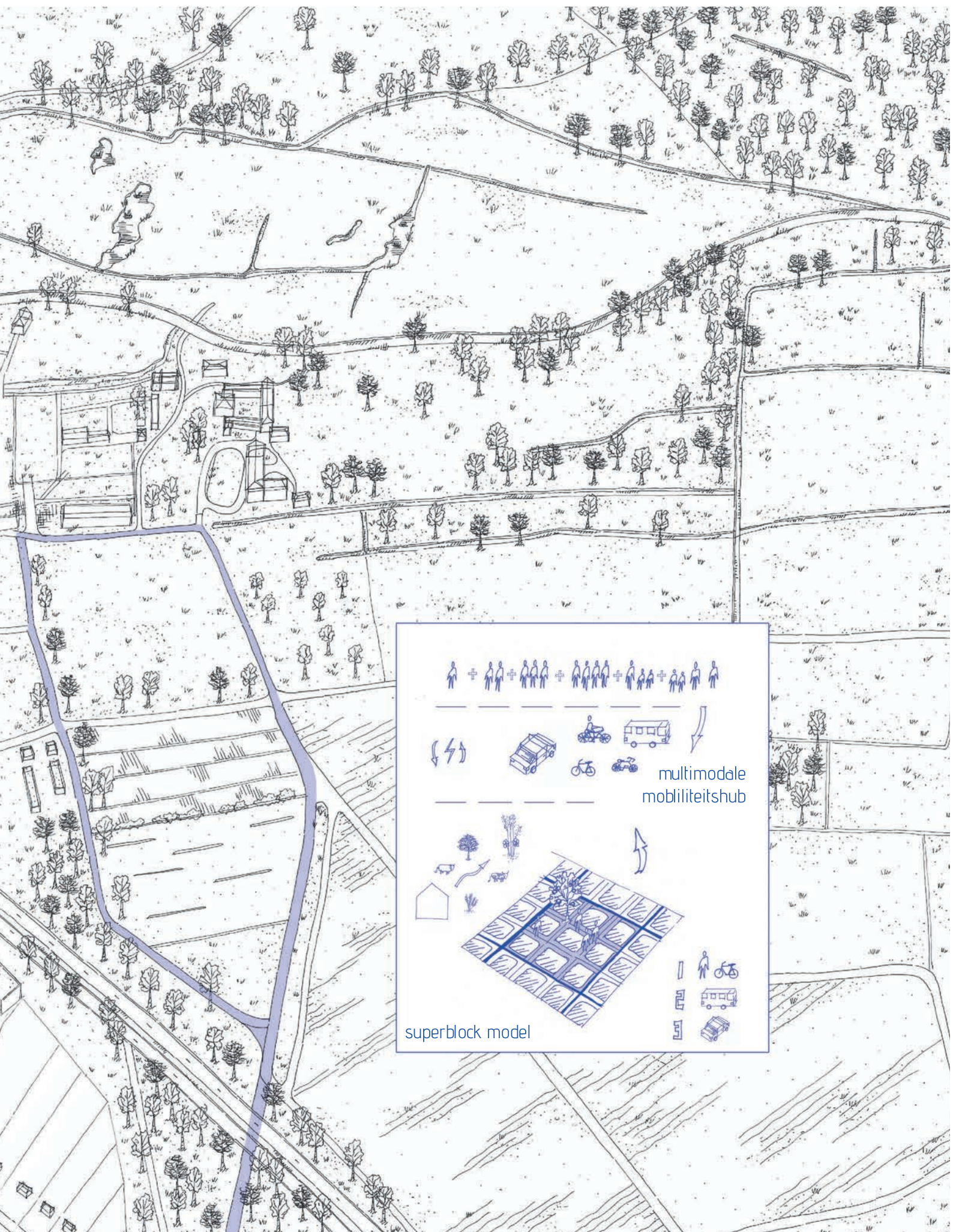


Figuur 32: probleemkaart mobiliteit (Eigen beeld, 2023)





Figuur 33: kaart naar mobiliteit. (Eigen beeld, 2023)



probleem- & kansenkaart.

5. lokale voedselproductie

Verrassend is dat het Herkenrode bier momenteel wordt gebrouwen in Opitter, bij Bree, in plaats van bij een lokale brouwerij in of rond Kuringen, of een brouwerij op de site zelf. De Herkenrode-abdijkazen worden gemaakt bij een hoeve in Herselt in opdracht van de Herkenrode vzw. Deze lange keten van voedselvoorziening wordt weergegeven in *figuur 34: probleemkaart lokale voedselproductie*.

Als oplossing hiervoor zouden we terug willen komen tot de korte keten van producten waarbij deze komen vanuit de boerderijen en het land op en rond de site. Deze keuze komt voort uit de ruimte en gebouwen die er aanwezig zijn. Hiervoor kunnen ook de abdijmolen, de Tuiltermolen, de kruidentuin en de abdijhoeve terug in werking worden gezet. De afvalstromen kunnen centraal verzameld worden waarna ze verdeeld worden op de site zoals voor het gebruik van toiletten, zoals te zien is op *figuur 35: kansenkaart lokale voedselproductie*.

Overschotten van de productie kunnen zorgen voor extra inkomsten door deze te verkopen buiten de site.



Figuur 34: probleemkaart lokale voedselproductie (Eigen beeld, 2023)

2023-2024

faculteit architectuur & kunst

2 master architectuur



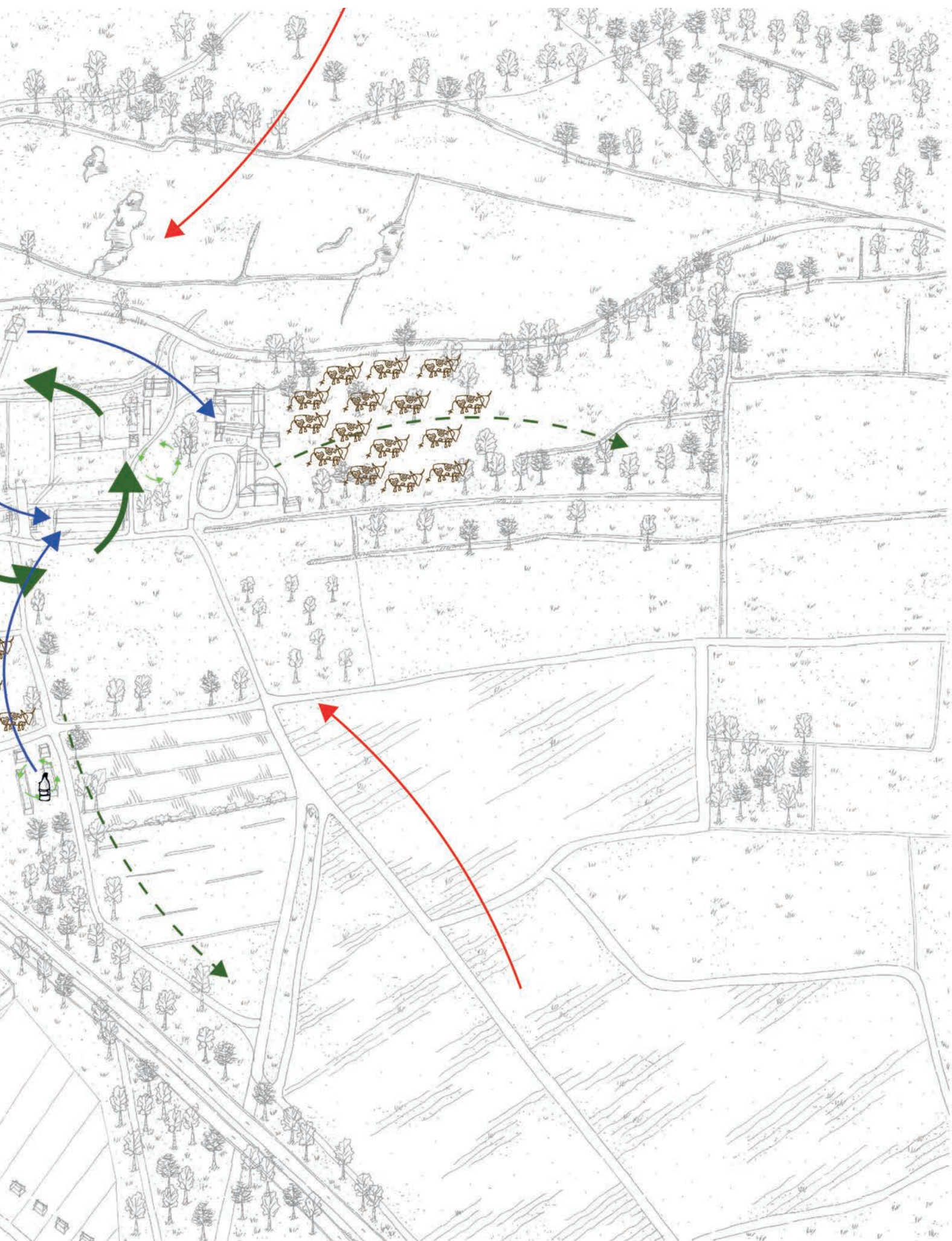


Figuur 35: kansenskaart lokale voedselproductie (Eigen beeld, 2023)

2023-2024

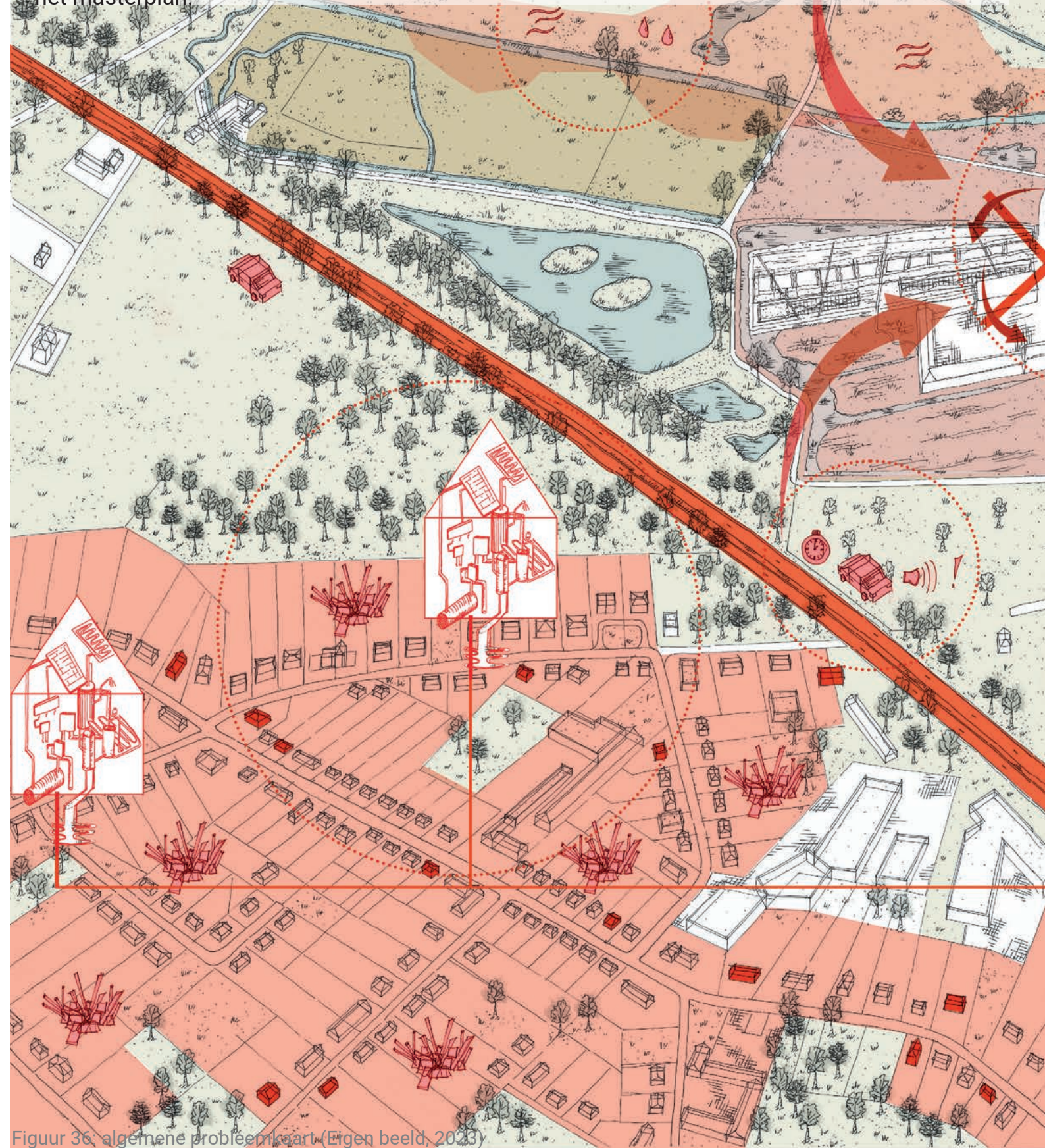
faculteit architectuur & kunst

2 master architectuur

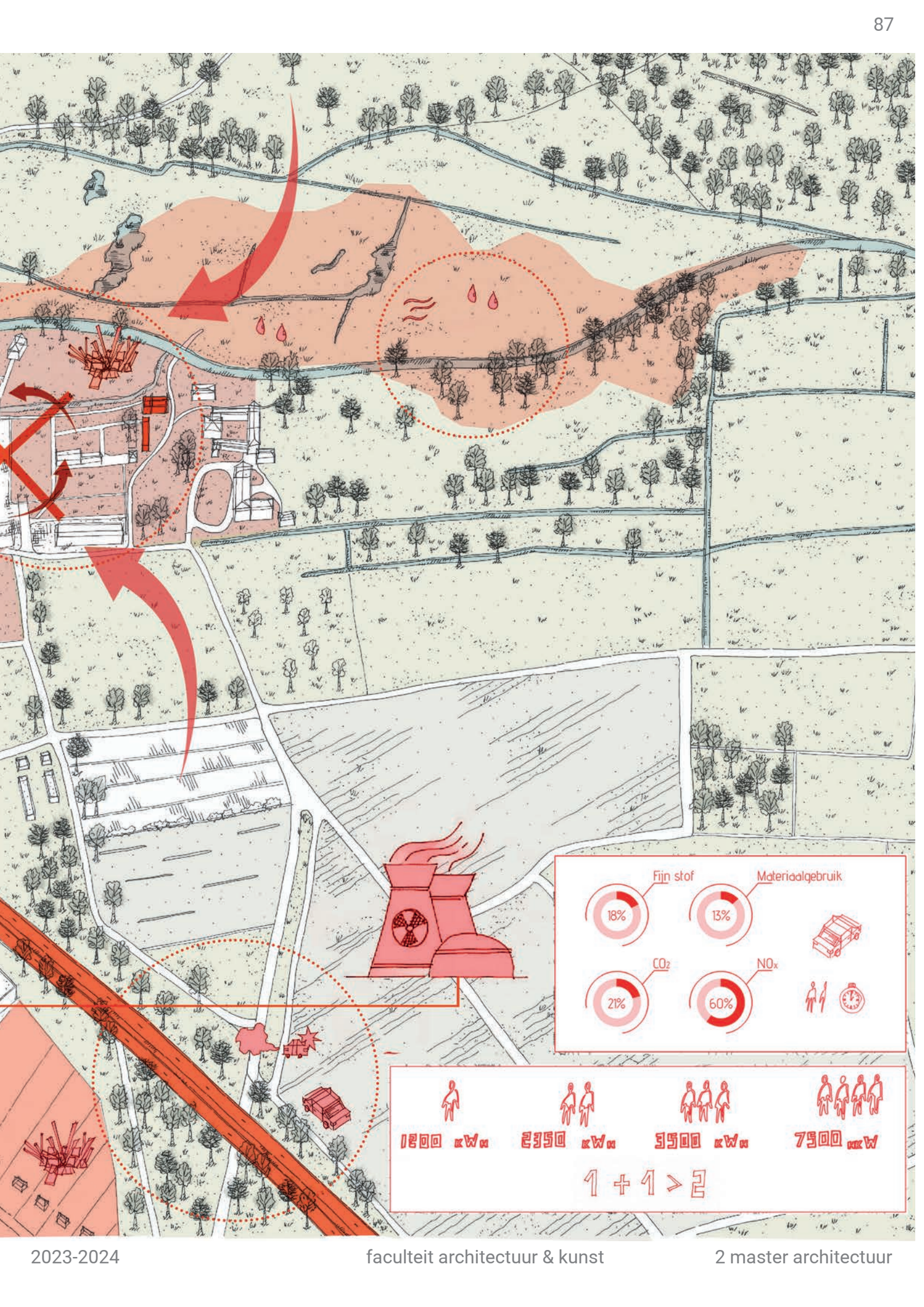


6 algemene kaarten

Om een overzicht te krijgen welke problemen en kansen zich voordoen op de site werden alle aspecten samengevoegd op twee samenvattende probleem- en kansenkaarten. Hierdoor krijgen we een globaal overzicht van de site en zorgt het voor een goede basis om verder te werken aan het masterplan.

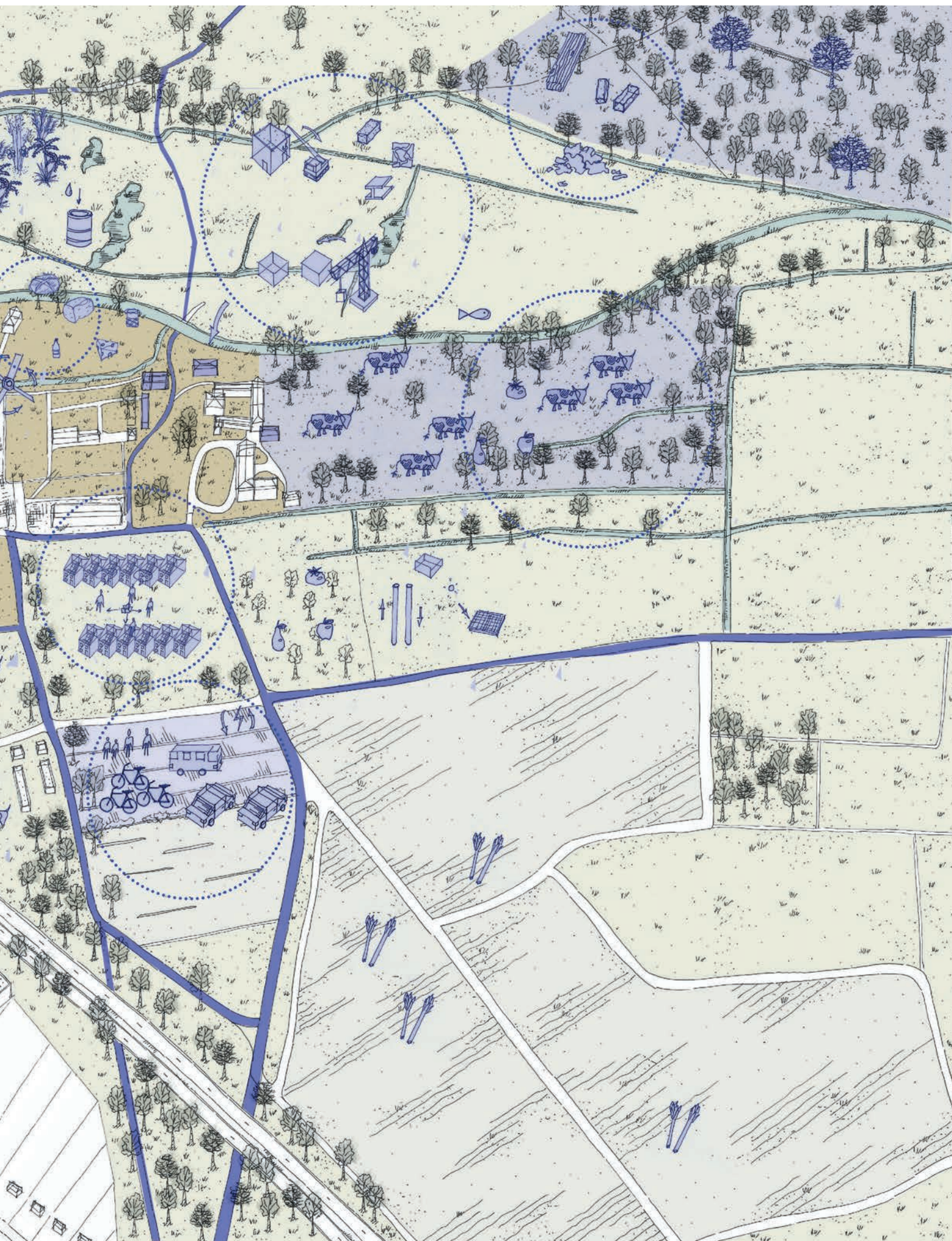


Figuur 36: algemene probleemkaart (Eigen beeld, 2023)





Figuur 37. algemene kansenkkaart (Eigen beeld, 2023)



probleem- & kansenkaart.

7. terugkoppeling planetaire grenzen

Eerder werd er al kennisgemaakt met de planetaire grenzen. Om een Herkenrode binnen de planetaire grenzen te bereiken zullen we onze ontwerpen en masterplan moeten afstemmen op deze grenzen. Enkele principes en kansen die wij zullen aanpakken worden hieronder opgelijst.

Climate Change;

Herkenrode binnen de planetaire grenzen is het uitgangspunt van de ontwerpen die we vanuit deze lens toevoegen op de site. Het is daarom belangrijk dat de uitstoot van CO₂ wordt beperkt tot nul. Het streefdoel is om toevoegingen te maken die CO₂-negatief zijn. Zo moet er rekening gehouden worden met het gebruik van duurzame materialen die CO₂-negatief zijn. Ook de levensstijl zal anders zijn dan hoe wij nu leven. Het gebruik van installaties beperken door te ontwerpen in functie van de natuur en wat de aarde ons te bieden heeft

Biosphere integrity;

De herkenrode site kent een rijke geschiedenis aan biodiversiteit. Zo is er een Herkenrodebos, een Engelse tuin en een natuurgebied aan Herkenrode. Langs de Demer is er een overstromingsgebied waar organismen leven. In de toekomstvisie van Herkenrode moet er rekening gehouden worden met de verschillende ecosystemen die er al zijn. Ook moeten de beschadigde ecosystemen hersteld worden. De nieuwe samenleving moet hand in hand leven met de natuur.

Biogeochemical flows;

Herkenrode kent een geschiedenis van ambacht en landbouw. Wanneer deze activiteiten worden geheractiveerd is het noodzakelijk om na te denken over onze huidige manier van landbouw. Er moet een nieuwe vorm van landbouw worden voorzien waarbij er geen chemische stoffen gebruikt worden, een vorm waarbij de bodem niet verzadigd raakt en de omliggende organismen en ecosystemen niet beschadigt

Freshwater change;

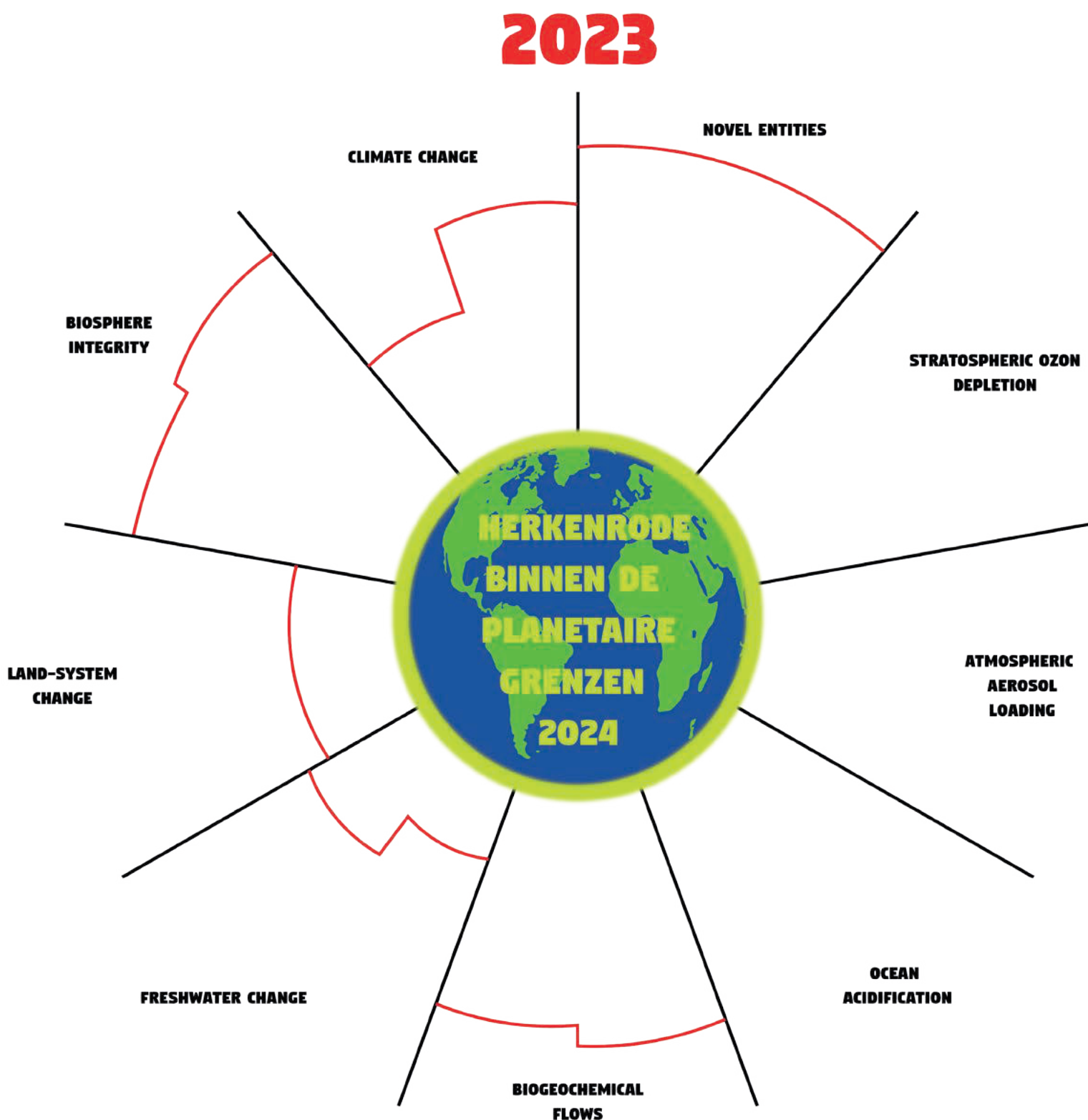
Het gebruik van water moet sterk gemonitord worden. Water moet centraal staan. In de ontwerpen wordt er nagedacht over hoe het water kan worden opgevangen, bijgehouden, en hergebruikt. Deze ontwikkelingen zullen in de toekomst een belangrijke rol spelen.

Land-system change;

De verloren ecosystemen in en rond Herkenrode moeten worden hersteld om Herkenrode binnen de planetaire grenzen te krijgen. Zo zal de biodiversiteit weer een boost krijgen. De grote oppervlakte landbouwgebied rondom herkenrode moet worden herdacht en er moet weer landgebruik afgegeven worden aan de natuur.

Novel Entities;

Als architecten is het belangrijk dat er in onze ontwerpen geen gemaakte materialen worden toegevoegd. Op de herkenrode site wordt er ingezet op generatieve materialen die bij voorkeur demontabel zijn.



Figuur 38: terugkoppeling planetaire grenzen (Eigen beeld, 2023)

masterplan.

Vanuit de duurzaamheidslens biedt de Herkenrodesite een uitgelezen kans om een voorbeeld te creëren van een duurzame en veerkrachtige samenleving, waarin onderlinge verbondenheid een centrale rol krijgt. Hierbij ligt de focus niet op wat er opgegeven moet worden om zo'n levenswijze te bereiken, maar op welke meerwaarde dit juist kan bieden. De ambitie is om een maatschappij te ontwikkelen die rekening houdt met de toenemende uitdagingen op het gebied van het milieu en die de sociale duurzaamheid versterkt.

Om het masterplan op te bouwen vanuit de lens die de nadruk legt op het begrip duurzaamheid, is het essentieel om eerst en vooral een antwoord te bieden op de volgende vraag: Hoe faalt de abdijsite van Herkenrode op het gebied van duurzaamheid? Door deze vraag te beantwoorden en te reflecteren over de verschillende duurzaamheidsprincipes, die in het onderdeel analyse aangehaald werden, kan er een basis gevormd worden voor zowel het ruimtelijke aspect, namelijk het masterplan, als het programmatorische aspect.

Als al het voorafgaande onderzoek in acht genomen wordt, kan er opgemerkt worden dat de site van Herkenrode over enkele knelpunten beschikt die verder vertaald kunnen worden in bijhorende noden en behoeften. Elk van deze noden heeft een maatschappelijke relevantie die omgezet kunnen worden in een architecturale en ruimtelijke oplossingen:

Onderbenutting

Momenteel functioneert de site van Herkenrode voornamelijk als toeristische bestemming en heeft het eerder een monofunctionele functie. Wonen en andere voorzieningen zijn van de site verdwenen, wat heeft geleid tot een onderbenutting en verloederen van het patrimonium. Ook heeft het ervoor gezorgd dat het een geïsoleerde en niet-inclusieve site is. Hoe kunnen toekomstige aanpassingen hierop inspelen en ervoor zorgen dat Herkenrode weer verbonden wordt met zijn omgeving? Kan het verloederde patrimonium op een doordachte manier herbestemd worden om multifunctionaliteit te bevorderen en wonen-werken opnieuw te introduceren op de site?

Lange keten i.p.v. korte keten

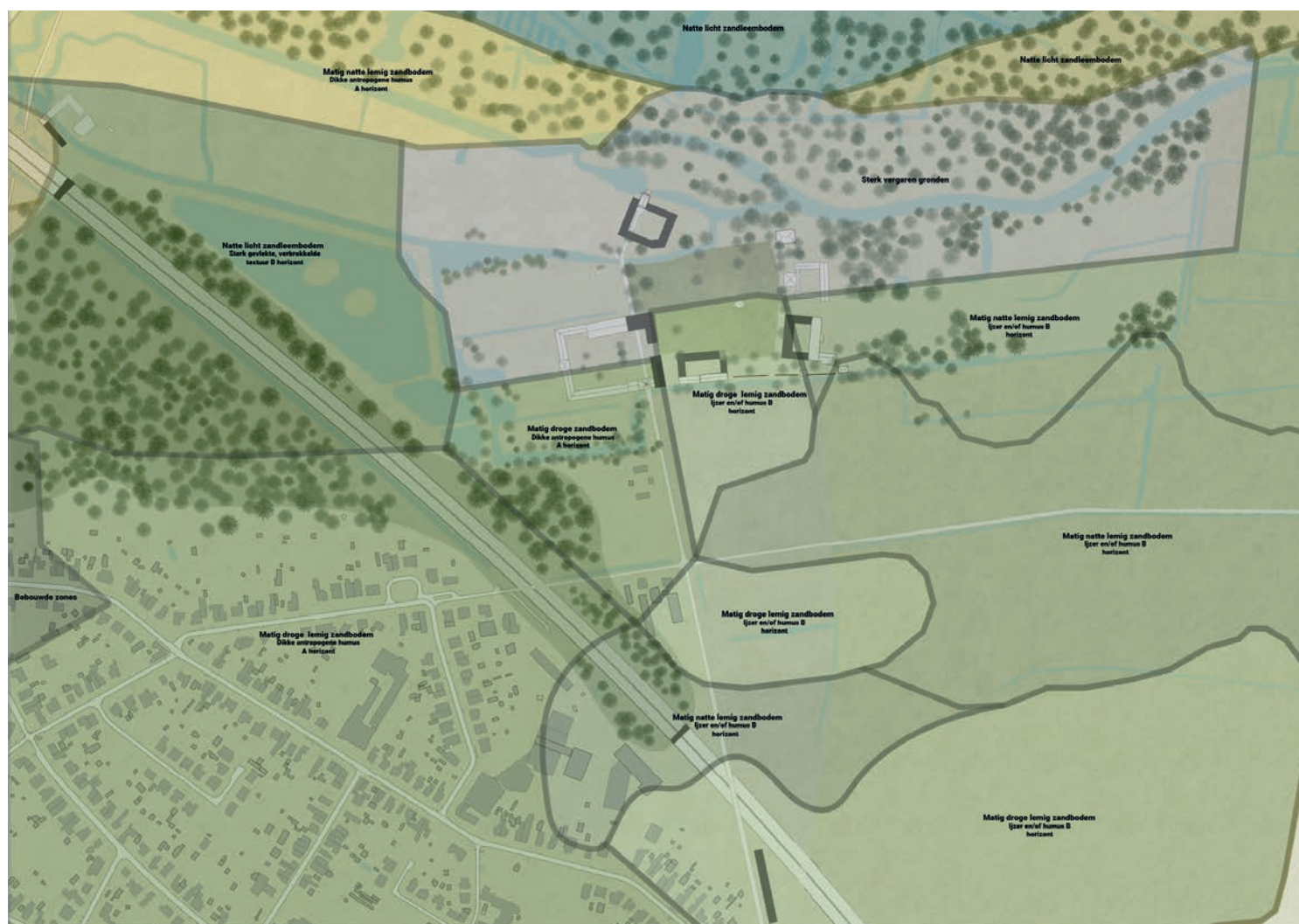
Op landschappelijk vlak merken we een versnippering van het landschap op. Door de korte keten te vervangen door een lange keten is bovendien ook de productiviteit en zelfvoorzienendheid, die eerst op de site heerste, uit het oog verloren. Hoe kunnen de gronden weer effectief gebruikt worden en kan er omgegaan worden met deze vroegere productiviteit? Is er ook een mogelijkheid tot natuurherstel, waarbij de huidige versnipperde landschappen opnieuw worden gereconnecteerd en er ruimte is voor biodiversiteit?

Leegte

De kern van de Herkenrodesite is verloren gegaan, wat heeft geleid tot een gevoel van leegte en een gebrek aan centrale functies. Dit gebrek aan een duidelijke, levendige kern draagt bij aan het gevoel van isolatie en onderbenutting van ruimte. Hierdoor is de site momenteel niet aantrekkelijk voor diverse activiteiten en bewoners. Hoe kunnen de ruimtes binnen de kern gedefinieerd worden en kan het toekomstige Herkenrode de principes van de 15-minuten stad integreren om zo een levendige en nauw verbonden gemeenschap te creëren?

HET RUIMTELIJK ASPECT

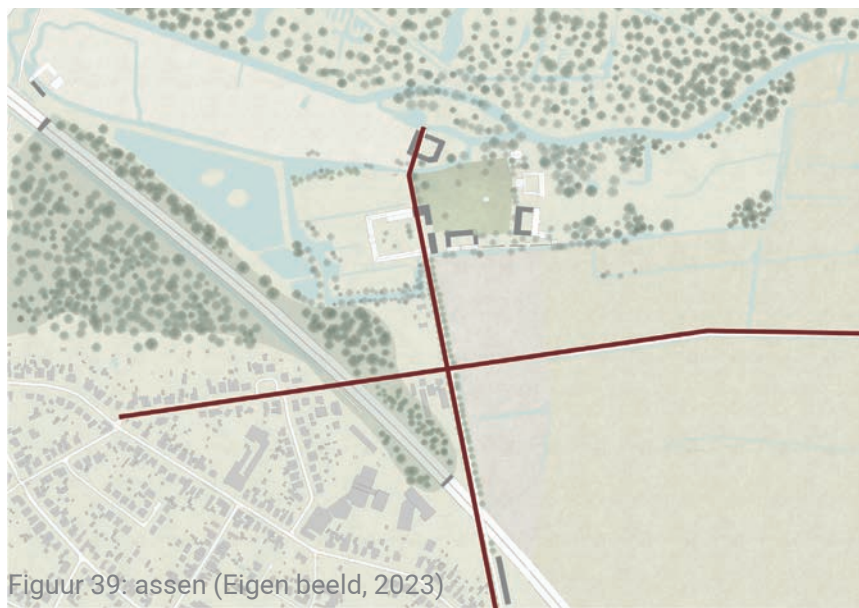
Een belangrijk startpunt in dit plan is de bodem, namelijk wat er van nature uit gegeven is. Vandaag de dag wordt vaak gedacht vanuit het perspectief dat de mens iets wil bereiken en dat het ecosysteem zich daaraan moet aanpassen. Dit voorstel keert deze benadering om: de natuur schikt zich niet naar de eisen van de mens, maar de mens schikt zich naar de regels van de natuur. Daarom wordt er in eerste instantie gekeken naar de bodemkaarten. Tot wat leent de bodem zich en wat kan het ecosysteem aan zonder dat de planetaire grenzen overschreden worden? Eenmaal dit is vastgesteld, kan er besloten worden welke programma's waar in de omgeving geïntegreerd kunnen worden.



Figuur 25: analyse - bodem, bodemkaart (Eigen beeld, 2023)

Stepping stones

Om de site terug open te stellen naar de ruimere omgeving, worden er drie belangrijke verbindingen gerealiseerd in het masterplan. Een eerste verbinding wordt gerealiseerd door de historische dreef terug door te trekken vanaf het poortgebouw tot aan de spoorweg. De onderbreking van de as door de snelweg wordt daarbij hersteld en de dubbele bomenrij wordt verder aangeplant. Een tweede verbinding bevindt zich ter hoogte van de Tuiltermolen en dient als toegangspoort tot het natuurgebied van de Wijers. Een derde verbinding ontstaat door de onderbreking van de trage weg tussen Tuilt en Herkenrode te herstellen. Dat gebeurt niet enkel ter hoogte van de snelweg door middel van een overbrugging, maar ook door het fietspad als verbinding tussen Kuringen en de site te herstellen. Op deze manier worden de woonwijken Stokrooie, Tuilt, Kermt en Kuringen, die de afgelopen jaren bijna volledig zijn vergroeid met Hasselt door hun uitbreiding, betrokken bij het geheel. Langs deze verbindingen worden 'stepping stones' geïntroduceerd. Deze bevinden zich op enkele strategische locaties om de aangehaalde verbindingen in de kijker te zetten. Dat wordt gerealiseerd door middel van landmarks of andere figuren die de ruimtelijke interventies versterken.



Figuur 39: assen (Eigen beeld, 2023)



Figuur 40: stapstenen (Eigen beeld, 2023)

Kern

De kern zelf ondergaat ook een transformatie. Om de leegte en de versnippering van het landschap in en rondom dit centrale punt aan te pakken, worden zowel de bestaande gebouwen als nieuwe gebouwen ingezet. Allereerst worden zo veel mogelijk historische constructies herbestemd. Er wordt een inschatting gemaakt van het aanwezige patrimonium en de relevantie ervan enerzijds qua erfgoedwaarde, anderzijds qua energetische behoefte. Gebouwen die op beide vlakken slecht scoren, worden verwijderd en hun materialen worden zorgvuldig elders hergebruikt.

Daarnaast worden enkele nieuwe constructies toegevoegd aan de site. Deze zijn ontworpen om te voldoen aan de huidige behoeften en worden quasi energieneutraal (of zelfs energie-negatief) ontworpen. Hierbij worden er weinig tot geen installaties toegepast en wordt de nadruk gelegd op lowtech principes. Deze vorm van technologie vereist weinig hoogwaardige technologie en verbruikt aanzienlijk minder energie. Het zijn methodes die vaak al enkele jaren of zelfs honderden jaren bestaan. Daarbij worden de gebouwen geconstrueerd uit zoveel mogelijk bio- en geogebaseerde materialen. Op die manier wordt de volledige levenscyclus van het gebouw meegenomen in het ontwerpproces.

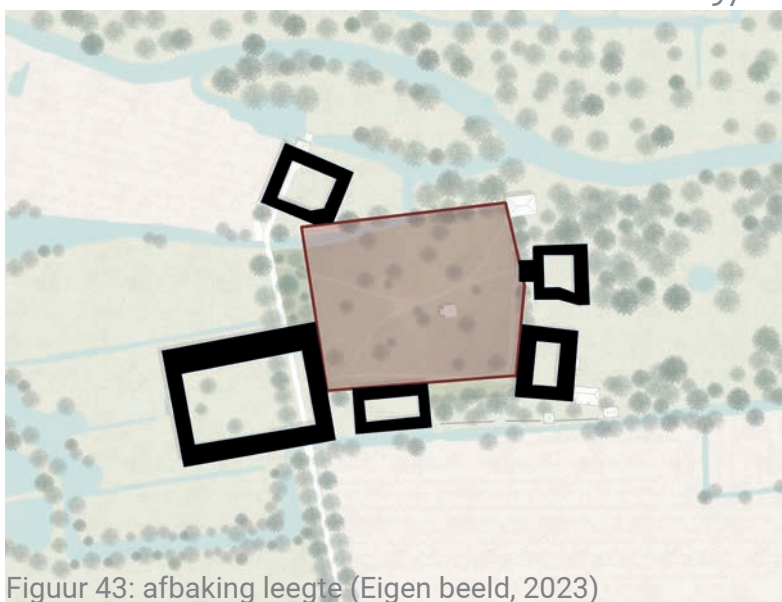
Deze nieuwe gebouwen worden geplaatst op een grid binnen de voormalige grenzen van de site. Het doel daarvan is om enkel in te breiden en de kern dus te verdichten. Dat grid verdeelt dan de kern in vijf zones door het doortrekken van bestaande assen, alsook het herstellen van de verbinding tussen de westelijke en de oostelijke zijde van de site. Het grid zorgt er niet alleen voor dat de schaal verandert, maar ook dat er aparte ruimtes/kamers gecreëerd worden in het landschap. Later worden enkele van deze gebouwen individueel uitgewerkt.

Natuurlijk zijn er niet alleen gebouwen nodig om de site te transformeren, maar ook de omgang met de natuur dient herdacht te worden. Omwille van die leegte en de verloren connectie met het omringende landschap wordt er beslist om de natuur te laten binnenkomen in de kern door het integreren van verschillende thematische parken, in de nieuwe ruimtes van het grid. Elk park werkt als semi-publieke ruimte en voldoet aan de noden van de omliggende functies. Het landschap creëert dus ook ruimtes, dit zowel voor de mens als voor andere dieren, en dit op een doordachte manier.

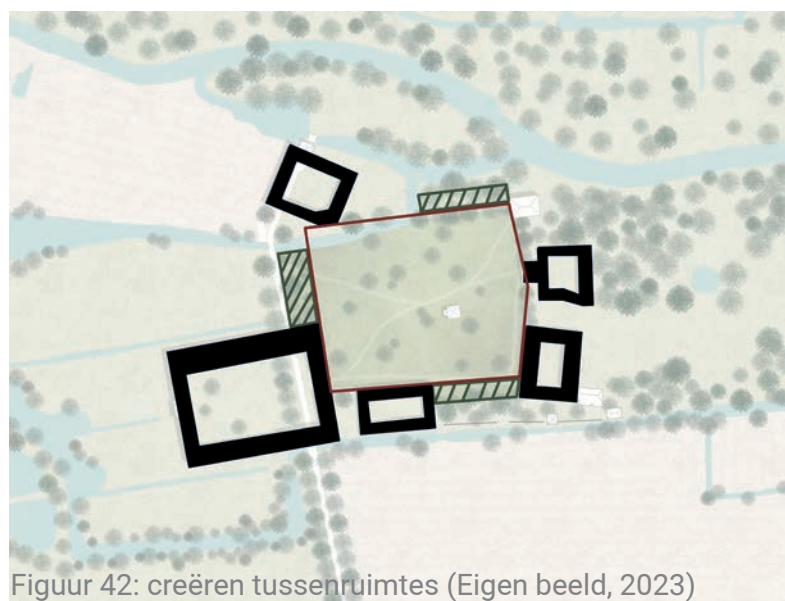




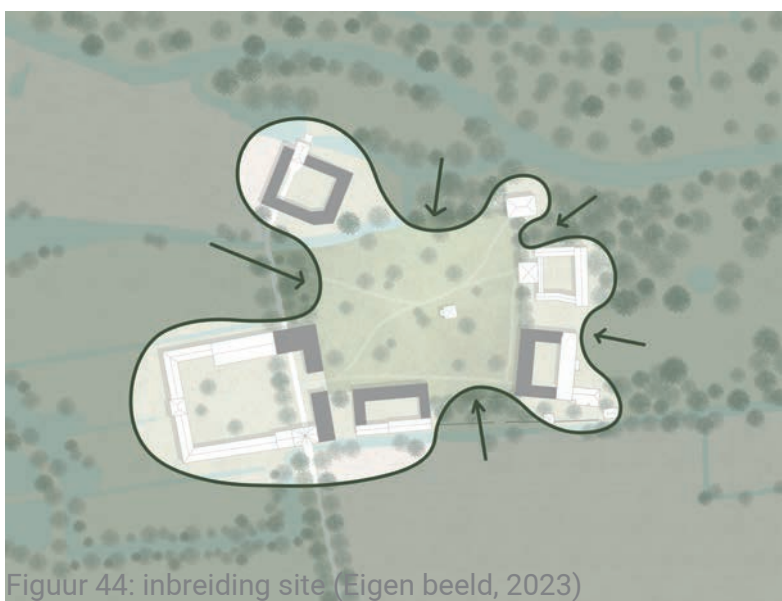
Figuur 41: stempels (Eigen beeld, 2023)



Figuur 43: afbaking leegte (Eigen beeld, 2023)



Figuur 42: creëren tussenruimtes (Eigen beeld, 2023)



Figuur 44: inbreiding site (Eigen beeld, 2023)



Figuur 45: leegte die wordt ingenomen door natuur (Eigen beeld, 2023)

HET PROGRAMMATORISCH ASPECT

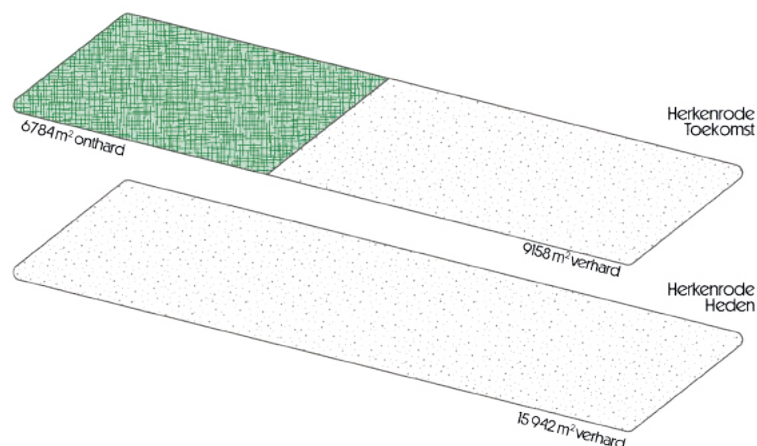
Na de nodige analyse van de bodem en met het gedachtegoed van een circulaire samenleving in het achterhoofd kan er een architecturaal programma opgesteld worden. Belangrijk hierbij is de notie dat een volledig zelfvoorzienende en dus op zichzelf functionerende maatschappij creëren een enorm moeilijke opgave is. Er heersen namelijk veel problemen die klimaatgerelateerd zijn. Toch zijn er enkele functies die geïntegreerd kunnen worden om naar dit doel toe te streven en om het maximale qua duurzaamheid eruit te kunnen halen:

1. Huisvesting: cohousing, zorg (ouderen, beperking, detentie...), kinderopvang, sociale woningen
2. Productief landschap: productie bouwmaterialen (houtzagerij, leemsteenfabriek...), CSA (community supported agriculture), agroforestry
3. Cultuur: gemeenschapshuis, kunstenaarsplek, horeca
4. Patrimonium (erfgoed en natuur): natuurherstel, kenniscentrum, biodiversiteitsonderzoek
5. Afvalverwerking: verschillende stromen (plantaardig, materialen...)
6. Mobiliteit: mobihub, trage wegen, fietsatelier
7. Water: overstromingsgebieden, irrigatie, infiltratiezones
8. Verwerking producten: ambacht (bakkerij, brouwerij...), vakmanschap, werkgelegenheid, uitleenplaats
9. Energie: waterkracht, windkracht...

Deze negen thema's zijn sterk aan elkaar verbonden, zoals aangehaald wordt in het onderdeel omtrent de connecties. Ze maken het mogelijk om aan systeendenken te doen en zo een ecologisch geheel te creëren.

Vervolgens wordt dit toegepast op het masterplan. Nadat de nodige ruimtelijke kwesties bepaald zijn, worden deze programma's geïntegreerd op de locaties die er zich het best toe lenen. Uiteindelijk worden daarvan tien individuele projecten uitgewerkt die nauw met elkaar verbonden zijn.

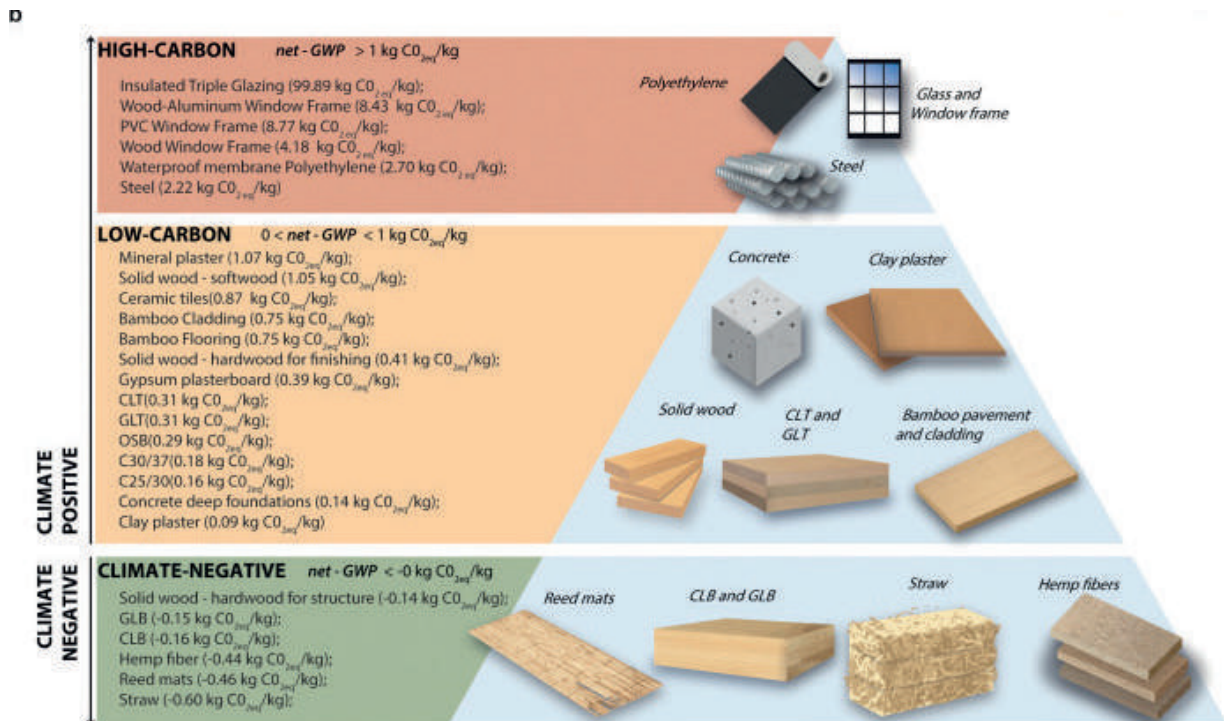
Bij het ontwerpen van het masterplan toont de huidige situatie veel verharding. Op sommige plaatsen is dit overbodig. Hierdoor wordt er een groot deel onthard waardoor er meer plaats vrijkomt voor groene ruimte. In *figuur 46* is de nieuwe situatie uitgetekend in een schema waarbij de verhouding verharding groen visueel zichtbaar is. In de toekomst kan het zijn dat er wordt bijgebouwd, in dit masterplan is er de regel dat de totale oppervlakte groen en verharding in zijn totale verharding niet mag worden overschreden.



Figuur 46: verharding versus groen (Eigen beeld, 2023)

MATERIALEN DRIEHOEK

Een belangrijk element bij het ontwerpen van een zo circulair mogelijke samenleving is het materiaalgebruik. Het bouwen van nieuwe gebouwen of het renoveren van oude vergt een bepaalde hoeveelheid materiaal. Omwille van zowel de toenemende schaarste aan grondstoffen om bouwmaterialen te produceren alsook de impact van het productieproces zelf op het milieu (Ruuska & Häkkinen, 2014) dient er op een andere manier met het gebruik ervan omgegaan te worden. Daarom is het van belang dat niet enkel het gebruik van een gebouw (energetische component) in vraag gesteld wordt, maar ook het materiaalgebruik. Om dit inzicht te kunnen toepassen op de nieuwe constructies die in het masterplan toegevoegd zullen worden op de abdijsite van Herkenrode en op de randen ervan, worden de materiaalkeuzes getoetst aan “a new material diet for climate-neutral construction” (Carcassi et al., 2022). Onderstaande afbeelding (figuur 47) geeft het principe van dit nieuwe materialendieet weer.



Figuur 47: een nieuw materialendieet voor een klimaat neutrale constructie (Carcassi et al., 2022)

In deze piramide worden de materialen met de grootste impact op het milieu, dit op basis van hun CO_2 -uitstoot, aan de top weergegeven en degene met de laagste impact aan de bodem. Het doel is om zoveel mogelijk elementen uit de onderste lagen van de piramide toe te passen. Dit zijn vaak biogebaseerde materialen. Bovendien zijn ze meestal hergroeibaar, wat wil zeggen dat de grondstoffen niet schaars zijn maar dat ze opnieuw aangeplant kunnen worden, of kunnen ze later terugkeren naar de natuur.

Aan de hand van dit fundamenteel principe kan de lineaire gedachtegang over materialen doorbroken worden. Er wordt wel steeds meer ingezet op het recyclen van producten, maar de winst die hieruit gehaald kan worden is niet genoeg om aan de vraag te kunnen voldoen. Hetzelfde geldt voor het sluiten van de verschillende materialencyclusen (Habert, 2023). Daarom moet er vanaf het begin nagedacht worden over het type materiaal dat toegepast wordt.

Daarenboven kan de manier van ontwerpen ook bijdragen tot het verminderen van de benodigde hoeveelheid aan materiaal. Hierbij kan het onderscheid gemaakt worden tussen het renoveren van bestaande constructies en het bouwen van nieuwe. Bij renovatie dient de overweging gemaakt te worden of het relevant is om overal bijkomend te gaan isoleren etc. De impact van het renoveren is soms quasi nul ten opzichte van het niet renoveren doordat de grote hoeveelheid aan extra materiaal dat toegevoegd moet worden voor een grotere uitstoot zorgt dan het energetisch gebruik van een bestaand gebouw (Priore et al., 2022). Bij nieuwbouw spelen naast materiaal nog drie andere elementen een belangrijke rol: compactheid, raam-muurratio en fundering (Habert, 2023). Door een compact gebouw te ontwerpen, dat dus minder fundering nodig heeft, met een beperkte oppervlakte aan glas ten opzichte van het oppervlakte aan muur kan de impact op het milieu enorm verlaagd worden.

Om tot een concreet masterplan te komen dat streeft naar de noden van een gemeenschap die leeft binnen de planetaire grenzen, wordt er gewerkt met persona's. Deze persona's geven een beeld van de programma's die zich op de Herkenrodesite kunnen bevinden en hoe mensen hiermee omgaan. Op *figuur 48* wordt het nieuwe masterplan voor de Herkenrode Abdijsite weergegeven.



Hallo!

Ik ben Zara, 24 jaar en leerkracht in de natuurschool. Ik woon op de Herkenrode site. De omgeving is er zeer gezinsvriendelijk en er is een grote aandacht aan veiligheid en gezondheid. Het is zo'n bruisende locatie! Er zijn tal van buitenschoolse activiteiten en de educatieve programma's spreken me ook echt aan. Hier zie ik mezelf een gezin stichten. De mogelijkheid van wonen en om door te stromen naar grotere of kleinere wooneenheden naargelang onze eigen behoeften zijn een troef die je niet snel ergens anders vindt. Door mijn actieve levensstijl is de aanwezigheid van het aanpalend natuurdomein een echte meerwaarde. En dan is er nog de CSA boerderij waar ik vanaf het begin lid van ben. Lokale voedselteelt staat centraal in mijn leven.

Hey!

Thomas hier. Ik ben de manager van de leemsteenfabriek. Duurzaamheid is een belangrijk aspect in mijn leven en we proberen dit binnen ons bedrijf steeds op een innovatieve manier te integreren. Daarom vind ik het ook belangrijk dat de Herkenrode site hier zo hard in wil bijdrage. Ik geloof dat we als gemeenschap echter veel verschil maken op de impact van het milieu. Ik probeer dagelijks om het verschil te maken. Het begint bij jezelf en kan uitgroeien tot de verschillen in de wereld.



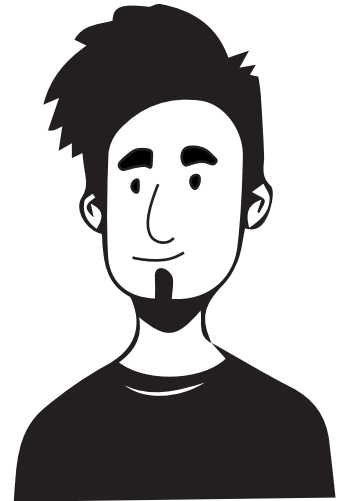
Goedemiddag.

Ik ben Adam, een gepensioneerd met een hart voor kunst. De Herkenrode site is een absolute must om te wonen als kunstenaar. Sinds ik op pensioen ben heb ik weer de passie gevonden voor kunst en kan ik deze weer ten volle ontwikkelen en ontdekken. Het feit dat hier een plaats is voor kunstenaars, maakt mijn leven compleet. Ik maak uit van een gemeenschap waar iedereen zijn liefde voor kunst kan delen en waar we mekaar aanmoedigen om steeds te blijven groeien als kunstenaar. Ik geniet ervan om steeds te leren van anderen. De natuurlijke omgeving die zich rondom de site bevindt zorgt ervoor dat ik mijn actieve levensstijl kan onderhouden. Als ik niet bezig ben met mijn kunst, kan je me ongetwijfeld ergens in de natuur op de fiets vinden.



Hey!

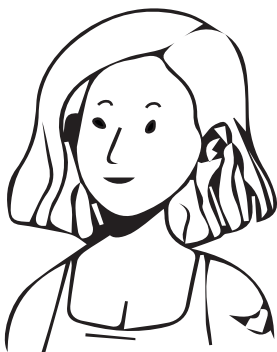
Mijn naam is Alex. ik ben
alleenstaande vader van twee schatten
van kinderen. Daarom is de Herkenrode site
een geweldige plaats om te wonen. De omgeving is
hier zeer gezinsvriendelijk en je kan hier vanalles doen in
de buurt. De aanwezigheid van de lokale kinderopvang zorgt
ervoor dat ik het gezinsleven wat makkelijker kan combineren met
mijn werk. In het weekend staat mijn leven volledig in het teken van
mijn kinderen. Daarom appreciër ik het ook zo hard dat er veel te
doen is op de site. Zo zijn er in het weekend ouder-kind workshops
in de bakkerij of brouwerij. Dit maakt dat er altijd iets te doen is op
de site. Zelf ben ik avontuurlijk aangelegd en dit probeer ik zoveel
mogelijk aan mijn kinderen mee te geven. Als we niet naar een
ouder-kind workshop gaan, kan je ons terugvinden in het
natuurgebied. Hier kamperen we soms of gaan we er
met de mountainebike doorfietsen. Ik koester de
momenten waarop ik mijn kinderen iets kan
bijbrengen van deze wondere
wereld.



Goedendag.

Wendy hier. Ik ben 58

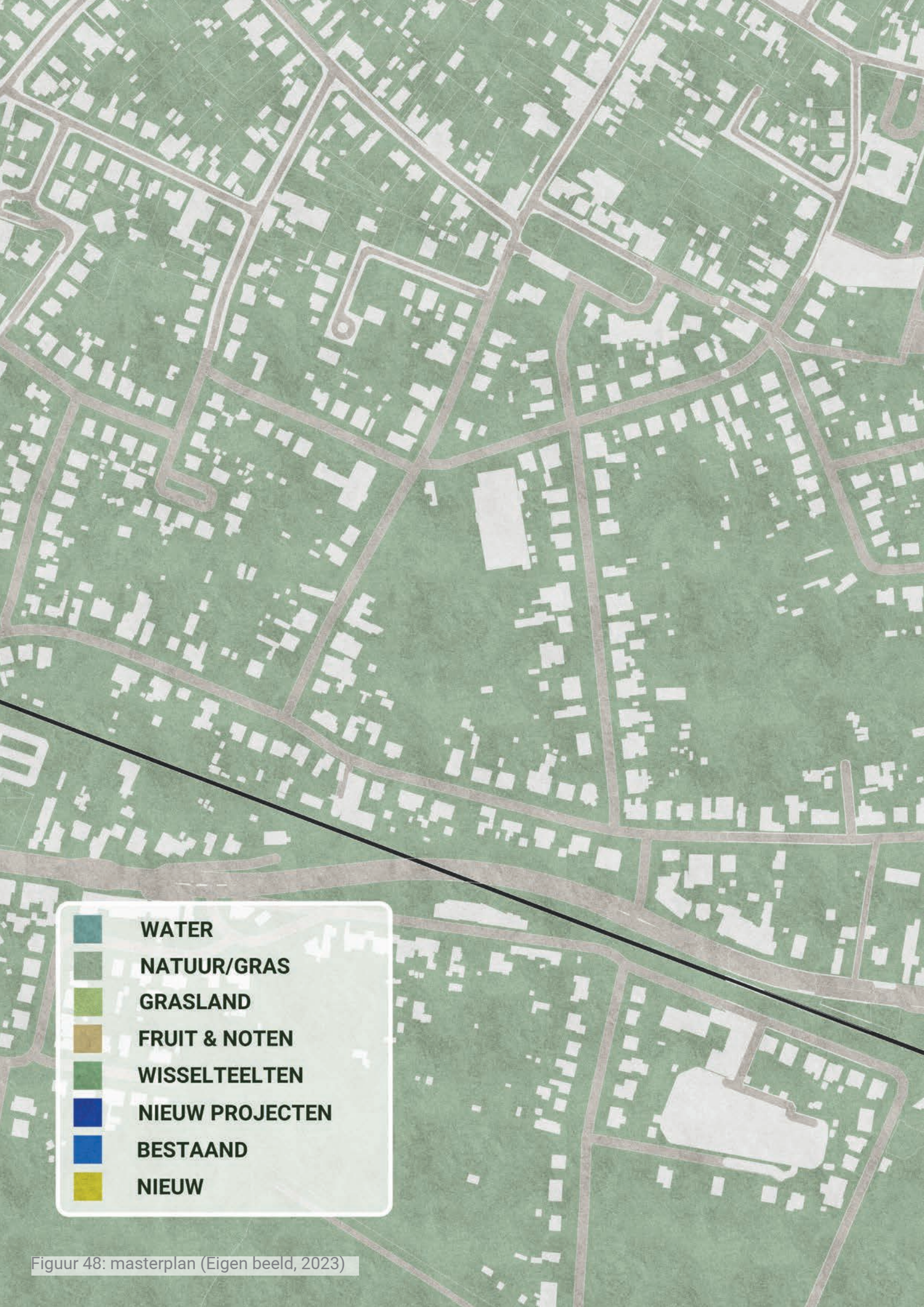
lentes jong en een gepassioneerde
ondernemster. De Herkenrode site trok me
vanaf het eerste moment aan. Het feit dat er hier zo'n
levendige lokale economie is en dat ik hier kansen krijg
om mijn eigen onderneming te vestigen, is een grote troef. Ik
werk samen met de lokale CSA boerderij en de ambachtszone.
Ik heb een eigen versmarkt waar ik vanalle producten van hun
verkoop. Verder heb ik ook moeder die momenteel in het
ziekenhuis verblijft. Hierdoor is het zeer handig dat het
mobipunt zo dichtbij is. Dit zorgt ervoor dat ik steeds
snel en gemakkelijk naar het ziekenhuis kan gaan.
De Herkenrode site is een aanrader voor
iedereen!





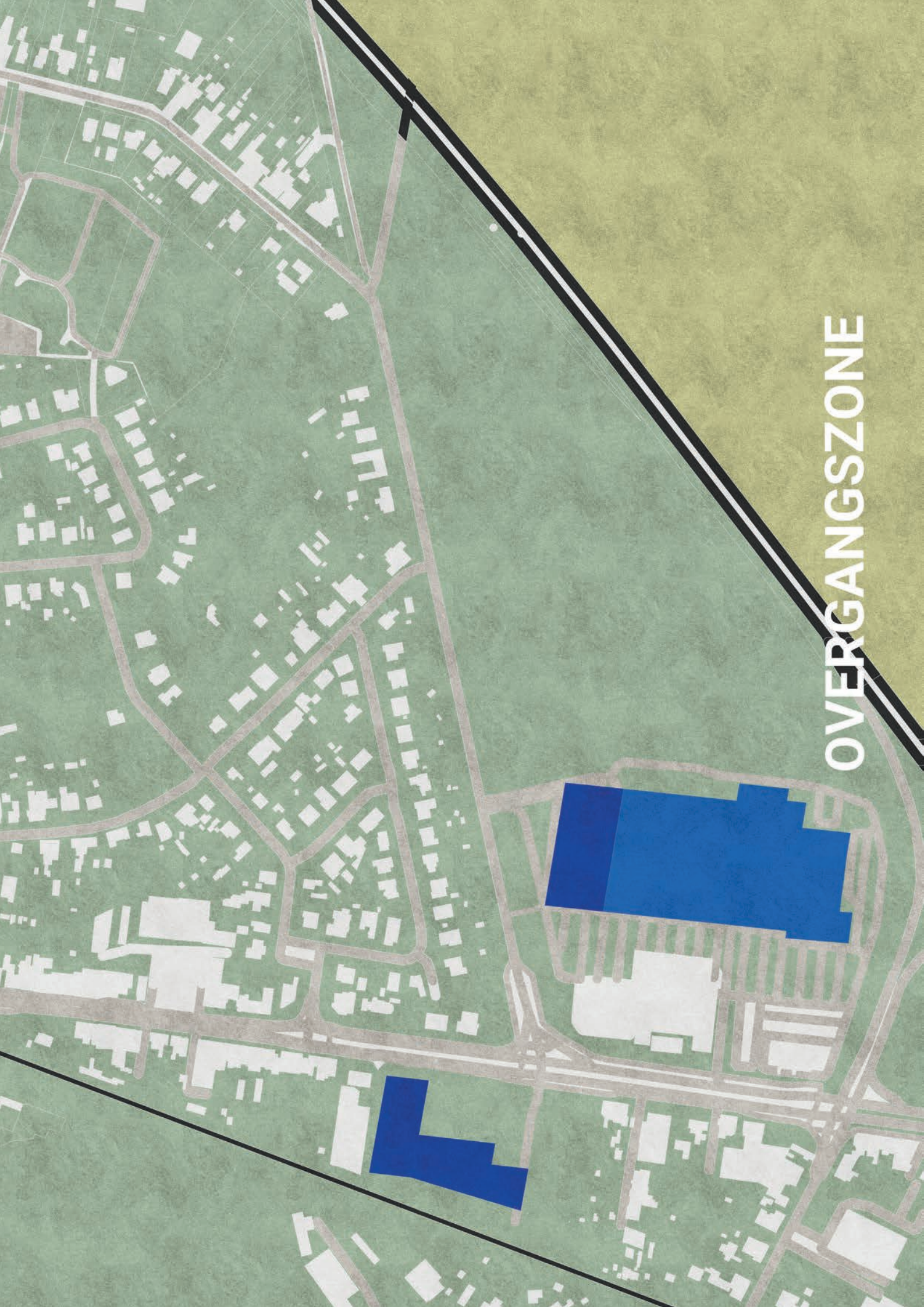


BUFFERZONE



Figuur 48: masterplan (Eigen beeld, 2023)

OVERGANGSZONE



energie.

Zoals eerder al vermeld bij *'probleem- en kansenkaart - 3.energie'* is het thema energie van algemeen belang op de site. Wanneer we naar de site kijken, merken we op dat de site verscheidene mogelijkheden biedt om energie op te wekken. Door hier met een kritisch oog naar te kijken en te onderzoeken welke mogelijkheden er zijn, willen wij ons onderscheiden van de rest.

Gebouwen moeten energie leveren om aan de behoeften van mensen te voldoen. Deze energie wordt ingezet voor verlichting en verwarming, maar het gaat verder dan dat. Enkele programma's in het masterplan vereisen machines, wat resulteert in een grote energievraag. Er is nagedacht over een duurzame aanpak van deze behoeften en het energieverbruik.

Elk project zal individueel verder worden uitgewerkt, waarbij het ontwerp zelf al veel bepaalt. Er wordt gestreefd om de energiebehoefte zo laag mogelijk te houden en het gebouw zo energiezuinig mogelijk te ontwerpen. Desondanks hebben we nood aan energie. Allereerst wordt er per project een ruwe inschatting gemaakt van de benodigde energie voor het programma. Vervolgens wordt er collectief nagedacht over verschillende mogelijkheden om energie op te wekken. Dit wordt op een brede manier benaderd. Hoewel zonnepanelen vaak als eerste optie worden overwogen voor energieopwekking, erkennen we dat de productie ervan niet altijd duurzaam is. Daarom willen wij onze energievraag oplossen door enkel met datgene te werken wat de natuur biedt en kan verdragen.

Er wordt nagedacht over alternatieve methoden om als groep gezamenlijk energie op te wekken en te verspreiden, waarbij traditionele denkwijzen worden losgelaten. Een belangrijke kanttekening die hierbij niet vergeten mag worden, is het feit dat de energievoorziening weer zichtbaar wordt. Vandaag de dag is het grootste deel van onze energievoorziening aan het oog onttrokken. Maar als we de omschakeling maken van fossiele naar hernieuwbare energie, zal dit een grote impact hebben op de ruimtelijkheid en de landschappen. Zo zal het landschap gekend worden door factoren zoals wind- of watermolens. Het landschap wordt opnieuw een energielandschap (Architecture Workroom Brussels & Team Vlaams Bouwmeester, 2016).

Echter is het niet onbelangrijk om de impact van energiewinning op het landschap te onderschatten. Met een volledige omschakeling naar hernieuwbare energie is het energieprobleem niet opgelost. Hiervoor moeten we niet alleen méér hernieuwbare energie produceren, maar is een drastische reductie van ons energieverbruik een noodzakelijke factor (Architecture Workroom Brussels & Team Vlaams Bouwmeester, 2016).

energie.

1. menselijke beweging als vorm van energie

Bewegen is een vorm van energie, hoe kan deze beweging-energie benut worden om zelf energie op te wekken, gelijk een levende energiecentrale.

Eén van de uitgangspunten van het masterplan is om de omgeving en de site met elkaar te verzoenen. Daarom zijn er programma's ontwikkeld om mensen te trekken naar de site, waaronder wonen en co-working spaces. Buiten het uitvoeren van hun dagdagelijkse taken is beweging ook belangrijk voor de gezondheid. In België is fietsen ook zeer populaire, zowel op de baan als in sportcentra. Wat als fietsen ingezet kan worden om bewegingsenergie om te zetten in elektrische energie?

De hoeveelheid energie die hieruit voorkomt, is afhankelijk van de wattage waarop wordt gefietst. Bij een vermogen van 100 watt levert dit 0,1 kWh op na één uur fietsen. Om hier een beeld op te plakken wordt dit vergeleken met het verbruik van een huishouden. Een woning van twee personen verbruikt 8kWh per dag aan stroom. Er zou dus 80 uur gefietst moeten worden om één dag gratis elektriciteit te voorzien. Dit met één fiets. Zoals hierboven gemeld wordt kunnen meerdere mensen fietsen en hierdoor meer energie per dag voorzien. Maar dit gaat telkens maar een kleine bijdrage leveren (Van Den Berge, 2022).

Het concept kan wel toegepast worden voor kleinschalig gebruik, zoals het opladen van een telefoon of computer. Maar dit idee bespaart niet enkel geld maar verbetert ook nog eens de conditie.

energie.

2. biomeilers

Een biomeiler is een laagtechnologisch systeem dat organisch materiaal, zoals houtsnippers, takken en ander tuinafval, gebruikt als bron van warmte en compost. Het proces begint met het verzamelen van deze biomassa en het opbouwen van een grote composthoop, ook wel de biomeiler genoemd. Deze hoop wordt in lagen opgebouwd en bevat vaak een mix van groen materiaal (rijk aan stikstof) en bruin materiaal (rijk aan koolstof), vergelijkbaar met traditionele composthoven (Biomeiler - Warmte Uit Compost, z.d.).

Wat een biomeiler onderscheidt, is dat het van onderuit actief belucht wordt, meestal via buizen die door de hoop lopen. Deze beluchting stimuleert de groei van micro-organismen, zoals bacteriën, die het organische materiaal afbreken. Tijdens dit composteringsproces wordt warmte gegenereerd als bijproduct. De activiteit van deze micro-organismen zorgt ervoor dat de temperatuur in de biomeiler stijgt, tot zo'n 60 à 70 °C (Biomeiler - Warmte Uit Compost, z.d.).

Deze opgewekte warmte wordt vervolgens gebruikt om water te verwarmen via warmtewisselaars. Het opgewarmde water kan worden opgeslagen in een bufferreservoir en vervolgens worden gebruikt om gebouwen te verwarmen, sanitair water te leveren of zelfs voor andere warmtebehoeften in de omgeving. Een grote biomeiler levert continu tussen de 7 en 11 kW warmte (Biomeiler - Warmte Uit Compost, z.d.).

Naast het produceren van warmte genereert de biomeiler ook elke één of twee jaar hoogwaardige compost. Dit is het resultaat van het afbraakproces van de organische materialen in de biomeiler. Deze compost is rijk aan voedingsstoffen en kan worden gebruikt om de bodem te verrijken, waardoor het geschikt is voor tuinbouw, landbouw en landschapsbeheer (Biomeiler - Warmte Uit Compost, z.d.).

Andere voordelen zijn het vastleggen van CO₂ in de bodem en deze uit de atmosfeer te verwijderen. Door organisch materiaal te composteren in plaats van te laten rotten, wordt de uitstoot van methaan verminderd. Ook stimuleert het de biodiversiteit door aan de hand van het opgebrachte compost de bodemstructuur te verbeteren (Biomeiler - Warmte Uit Compost, z.d.).

Een aandachtspunt is wel dat er erg veel water toegevoegd moet worden. Men kan als vuistregel nemen dat 30-70% van het volume aan compost ook in liters water moet worden toegevoegd. Hiervoor kan men het best sloot- of regenwater gebruiken (Biomeiler - Warmte Uit Compost, z.d.).

Andere aandachtspunten zijn dat de temperatuur van de biomeiler over tijd kan afnemen door het tweede jaar tot zo'n 30-tal graden. Daarnaast levert een biomeiler continu warmte, 24 uur per dag, wat het lastig maakt om deze optimaal te benutten. Met andere woorden zal er dus steeds een deel van de opgewekte warmte verloren gaan. Ook raadt men aan om minimaal 70% houtsnippers te gebruiken bij het produceren van warmte met een biomeiler omdat het van belang is dat het materiaal voor compostering rijk is aan zowel koolstof (C) en stikstof (N). Er zouden ook andere materialen gebruikt kunnen worden zoals takken en snoeiafval of stro en zaagsel (als vervanging voor houtsnippers) (Biomeiler - Warmte Uit Compost, z.d.).

energie.

3. windenergie

Windenergie is een optie om energie op te wekken op de site van Herkenrode. Wind is namelijk een onuitputtelijke bron van energie. Het biedt dus een alternatief voor fossiele brandstoffen en kan daarom een rol spelen tegen de opwarming van de aarde. Een nadeel is dat deze energie niet constant is, waardoor de opwekking afhankelijk is van de hoeveelheid wind.

Het gebruik maken van windenergie is dus zeker te overwegen. Toch moet er kritisch gekeken worden naar het volledige plaatje. De komst van plastic, waaruit windmolens vandaag grotendeels zijn opgebouwd, zorgt ervoor dat windenergie mee verantwoordelijk is voor het vergroten van de afvalberg.

Een verandering in materialiteit om deze energie op te wekken is dus noodzakelijk.

Voor 1980 werden materialen, zoals hout en steen, gebruikt die recycleerbaar of herbruikbaar zijn om windmolens te bouwen (De Dekker, 2019). Een omschakeling naar het gebruik van circulaire materialen bij de productie van windturbines kan er dus voor zorgen dat het afvalprobleem aan het einde van de levensduur opgelost wordt en dat het productieproces losgekoppeld wordt van fossiele brandstoffen en mijnbouw (De Dekker, 2019).

Het teruggrijpen naar de traditionele houten constructie is een optie, al zal de grootte van de wiek beperkt blijven (De Dekker, 2019). Enkele ondernemingen in het buitenland produceren deze alternatieve, houten windturbines. Om een juist beeld te krijgen tussen de verschillen wordt een vergelijking opgesteld.

Een standaard windmolen met een vermogen van 3MW wekt in theorie jaarlijks 6,5 miljoen kWh aan stroom op (Vlaanderen.be, z.d.). Een gemiddeld huishouden in België, dat bestaat uit 3 tot 4 personen, verbruikt 2944 kWh/jaar (Eneco, z.d.). Dit betekent dat 1 windmolen op jaarbasis 2100 huishoudens kan voorzien van stroom.

Wanneer we deze standaard windmolen vergelijken met de windturbines van EAZ, die kleiner zijn maar wel opgebouwd zijn uit hout, zien we dat ze jaarlijks 35,000 kWh produceren (Vels, 2021). In vergelijking met de standaard windmolen, voorziet deze zo'n 12 huishoudens jaarlijks van energie. Een andere variant, gecreëerd door het Zweeds bedrijf Modvion, is veel groter. Het is namelijk de hoogste houten windturbine op de markt. Met zijn 150 meter hoge constructie kan deze windmolen jaarlijks 400 woningen van stroom voorzien (Modvion, 2024). Een nadeel van deze windmolen is dat het bestaat uit fineerhout, er veel lijm aanwezig is en nog altijd gebruik gemaakt wordt van staal. De circulariteit kan dus in twijfel getrokken worden.

energie.

4. riothermie

Bij riothermie wordt een warmtewisselaar geplaatst in het rioleringsstelsel. De warme of koele afvalwaterstroom, afkomstig van douches, wastafel, wasmachine etc. wordt gebruikt om een geleidervloeistof op de gewenste temperatuur te brengen. De warmtegeleider-vloeistof wordt vervolgens aangeboden aan de warmtepomp binnen het gebouw, om zo voor de nodige warmte of verkoeling te zorgen (Aquafin NV, sd).

De site biedt een groot potentieel doordat het zich, binnen 15 minuten, bevindt tussen twee rioolwaterzuiveringsinstallaties, waardoor het de ideale verbinding zou kunnen vormen (Aquafin NV, sd).

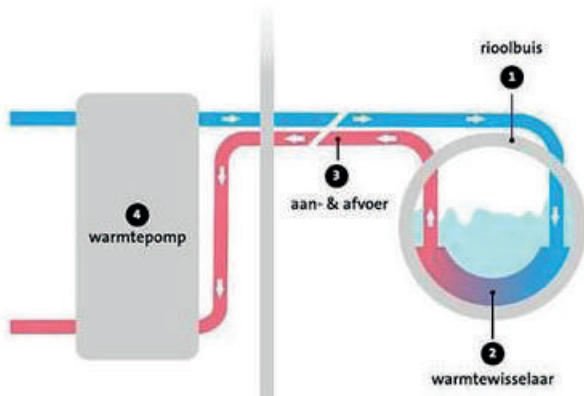
VOORDELEN

Een van de voordelen van de toepassing van riothermie is dat het een duurzame warmtebron is doordat de warmte via een warmtewisselaar onttrokken wordt van het warme (in de winter) en koele (in de zomer) afvalwater in de riolering. Hierdoor kan men tot meer dan 75% aan CO₂-uitstoot besparen. Daarnaast heeft het een lange levensduur doordat warmtewisselaar ontworpen zijn om meer dan 50 jaar meer te gaan. Aangezien de eenvoudige technologie voortbouwt op de bestaande rioleringsinfrastructuur kan het snel en efficiënt geplaatst worden (Aquafin NV, 2024).

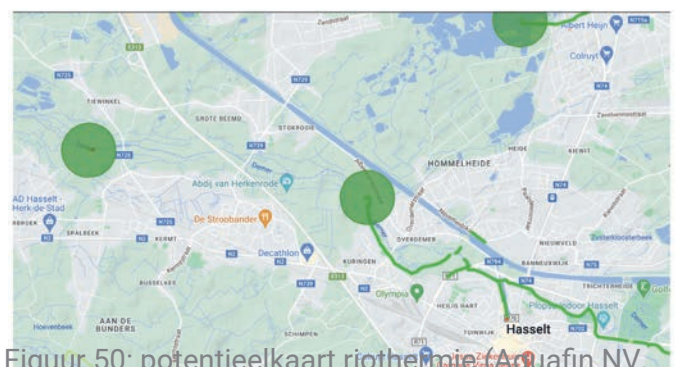
EISEN

Deze vorm van thermische energierecuperatie uit het bestaande en nieuwe rioleringsnetwerk vormt een interessante piste voor projecten met een warmtevraag vanaf 50kWh. Er kunnen namelijk vrij grote vermogen behaald worden van 1 tot 30 MWh. Een van de vereisten is dat de diameter van de riolering groot genoeg moet zijn. Het dient een minimale diameter te zijn van 80 cm met een minimaal debiet van 15 liter per seconde. In een collector, die het afvalwater van minstens 7000 personen transporteert, kan er tot 75% van de warmte gerecupereerd worden. Vervolgens is de afstand tussen de collector en de wooneenheden ook van belang. Deze afstand mag maximaal 900 meter bedragen (Aquafin NV, 2024).

Wanneer er aan deze eisen voldaan is, kan de watermaatschappij een riolering voorzien van een warmtewisselaar op maat en daarmee een belangrijk deel van de energievraag van een project duurzaam invullen (Aquafin NV, 2024).



Figuur 49: riothermie schematische weergave (Aquafin NV, z.d.)



Figuur 50: potentieelkaart riothermie (Aquafin NV, z.d.)

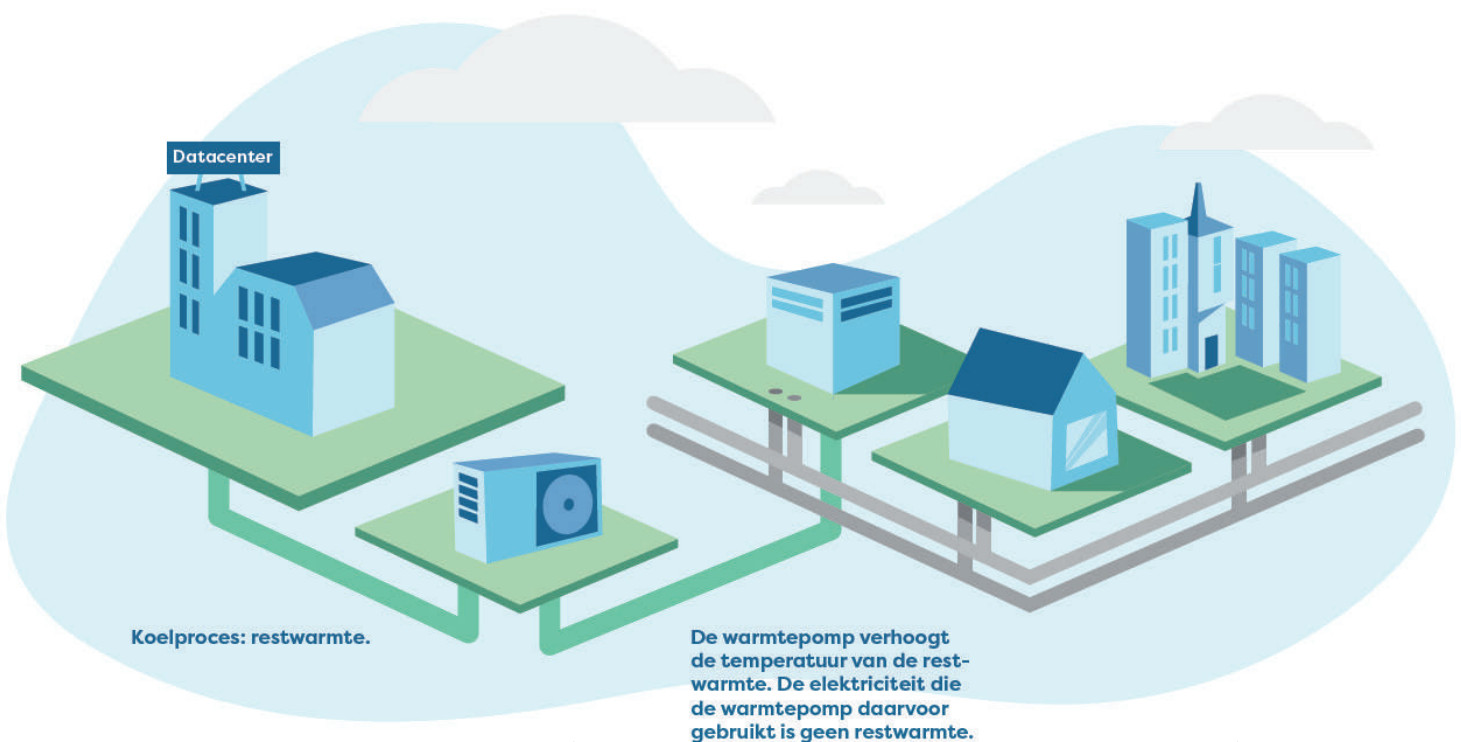
energie.

5. restwarmte industrie

In de industrie is er een grote behoefte aan energie om de productieprocessen draaiende te houden. De toegepaste machines gebruiken veel energie, maar er komt ook veel energie terug vrij. De eerste wet van de thermodynamica stelt namelijk dat energie niet verloren kan gaan en niet uit het niets kan ontstaan. Energie wordt dus niet opgebruikt, maar wordt omgezet in een andere vorm.

Het probleem is nu dat die omgezette energie, restwarmte, niet benut wordt. Deze restwarmte (onvermijdelijk bijproduct van het productieproces) beschikt toch over een groot potentieel. Indien de temperatuur voldoende hoog is, kan deze ingezet worden voor het verwarmen van gebouwen of tapwater. Om de warmte tot bij de nieuwe bestemming te krijgen wordt deze getransporteerd via het warmtenet tot bij een warmtepomp (Nationaal programma lokale warmtetransitie, 2022). Dit is de beste tussenschakel om dit mogelijk te maken omdat een warmtepomp kan functioneren op basis van hernieuwbare energie en een hoog rendement heeft. Bovendien is het mogelijk om dit te combineren met een warmteopslag.

De duurzaamheid van restwarmte volgt vooral uit het feit dat restwarmte CO₂-vrij is. De warmte moet niet gecreëerd worden door een bepaalde installatie, maar is een bijproduct (Nationaal programma lokale warmtetransitie, 2022). De warmtepomp werkt natuurlijk wel op basis van elektriciteit. Echter kan deze, zoals reeds aangehaald, opgewekt worden door middel van bijvoorbeeld zonnepanelen. Ook kan de warmtebehoefte bijkomend ondersteund worden door het plaatsen van een zonneboiler (warmte via zonnecollectoren).



Figuur 51: voorbeeld distributie restwarmte (Nationaal programma lokale warmtetransitie, 2022)

energie.

6. energie opwekken met water

In het verleden was de aanwezigheid van water van cruciaal belang op de site om de abdij van water te voorzien. Het water, afkomstig van de rivier de Demer, werd via kanalen, zoals de Tuilterdemer en een uitgebreid grachtenstelsel geleid naar de kloostergebouwen en het Zuidelijke en hoger gelegen abdijsdomein. Deze waterwegen dreven twee watermolens in de omgeving van de abdij: de abdijsmolen langs de Demer, en de Tuiltermolen, gelegen op 700 meter langs de Tuilterdemer. Sinds de abdij verlaten werd, heeft het watersysteem op de site aanzienlijke veranderingen ondergaan. Het grachtenstelsel werd verwaarloosd, raakte verstopt en droogde uit, en op sommige plaatsen werd het vermoedelijk opzettelijk gedempt (Verboven, H., & Willems, M., 2015).

In de 20ste eeuw werden ingrijpende veranderingen aangebracht in de loop van de rivieren rond de abdij van Herkenrode. De gekanaliseerde Demer vormt nu de hoofdstroom, terwijl de Valdemer, nu bekend als de Zonderikbeek, slechts een beperkte waterafvoer heeft en alleen nog via kunstmatig gegraven kanalen met de Demer is verbonden. De natuurlijke verbinding is verdwenen, wat een verandering in het stroomgebied van de Valdemer met zich meebracht. Tegenwoordig ontvangt de Valdemer alleen nog water vanuit de Zonderikbeek, terwijl voorheen ook water uit de Demer werd aangevoerd. Tussen 1844 en nu is de sterk meanderende loop van de Demer en Valdemer ook rechtgetrokken. Omdat de Tuilterdemer zo goed als afgesneden is van de toevoer van water vanuit de Demer, stroomt er bijna geen water meer door (Verboven, H., & Willems, M., 2015).

WATERMOLENS

Een watermolen, aangedreven door water, bestaat in verschillende vormen, afhankelijk van de toegepaste aandrijvingstechniek. Er zijn diverse typen watermolens, maar voor de omgeving van Herkenrode zijn met name de onderslagmolen en middenslagmolen relevant. De onderslagmolen, het oudste type watermolen, wordt gekenmerkt doordat het water onderaan tegen het waterwiel duwt, waardoor het rad achteruit draait. Dit type molen is ideaal voor locaties waar het hoogteverschil in de waterloop niet groter is dan 1 meter. De middenslagmolen daarentegen laat het water halverwege op het rad vallen, waardoor het rad ook achteruit draait. Deze molenvariant is geschikt voor beken met een beperkt hoogteverschil van 1 tot 3 meter (Demervallei. Sigmaplan., z.d.).

energie.

7. mestvergister

Bij een mestvergisting worden de organische stoffen in mest door bacteriën omgezet in biogas. De werking van het systeem heeft veel weg van de werking van de magen van een koe, namelijk de vergister verwarmt de mest tot 37,8°C waardoor de bacteriën aan het werk gaan om de mest af te breken. Als dit proces voltooid is, dan ontstaan er een aantal interessante restproducten:

- Vloeibare meststof die sneller opneembaar is
- Stevig materiaal dat gebruikt kan worden als stalbedekking voor koeien
- Hernieuwbare energie

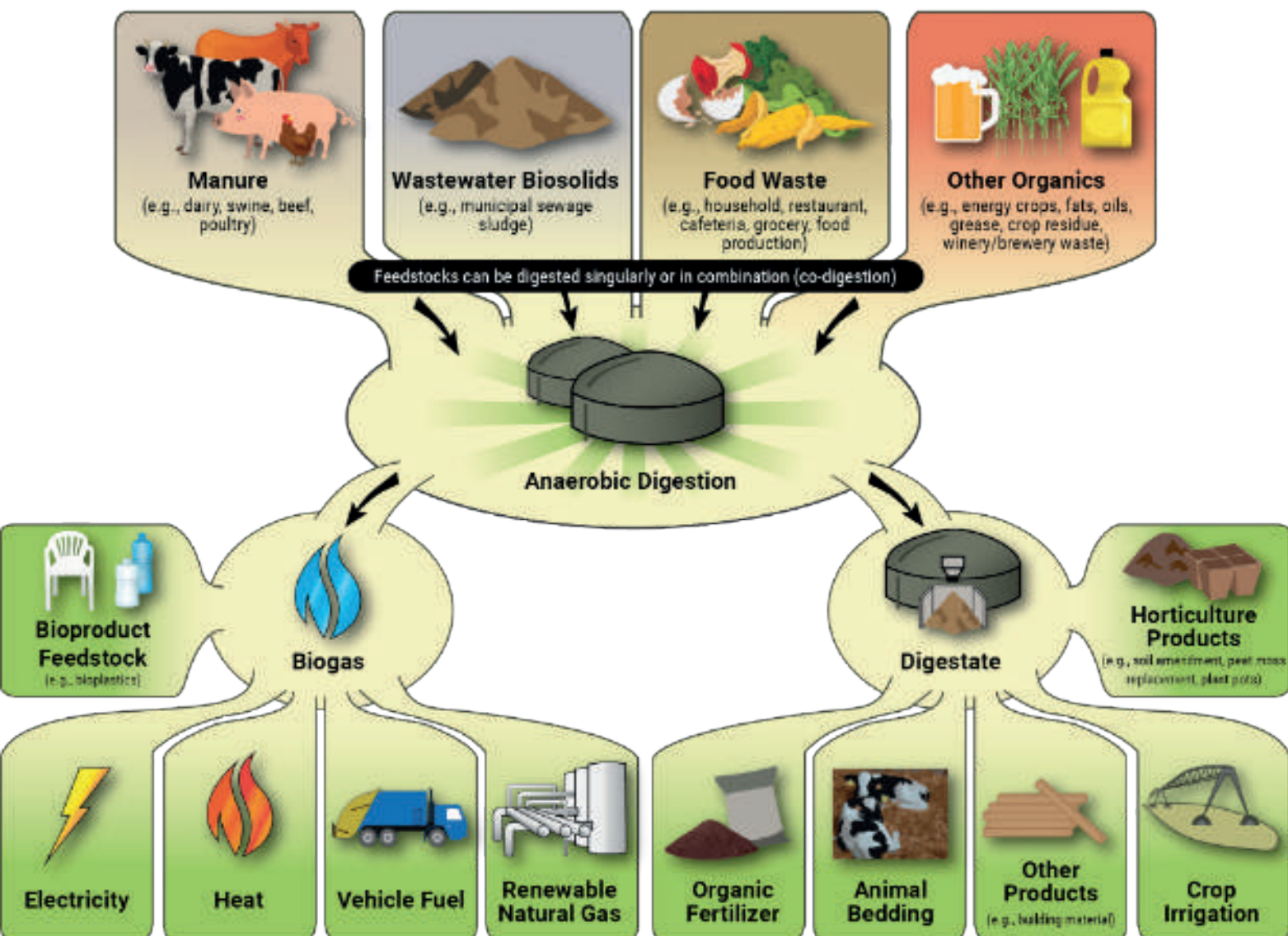
(Ekwadraat, z.d.)

Het geproduceerde gas (energie) wordt tijdens het proces opgevangen in een gasopslag boven de vergister. Dit gas wordt ook wel biogas genoemd en bestaat voor 60% uit methaan en voor 40% uit koolstofdioxide. Door de inzet van een warmtekrachtkoppeling kan een vergister/biogasinstallatie ingezet worden voor de opwekking van elektriciteit en verwarming. De opgeleverde warmte kan ook ingezet worden als verwarming voor omliggende huizen of om de biovergister zelf warm te houden in de wintermaanden. Er bestaan zelfs vergisters die biogas kunnen raffineren waardoor het aan de strenge kwaliteitsnormen voldoet zodat het in aardgaspijpleidingen kan worden gepompt (Ekwadraat, z.d.; Ben & Jerry's, z.d.).

Een deel van de energie dat dieren uit voeding halen komt terecht in de mest die ze achterlaten. Verse mest bevat de meeste energie waardoor het belangrijk is om deze snel te verzamelen en over te brengen naar de mestvergister. Velen boeren werken hiervoor met een tussensysteem waarbij ze de mest om het uur door het systeem in een put wordt getrokken en vandaaruit pompt de boer het enkele malen per dag over naar de mestvergister. Eens het zich in de mestvergister bevindt wordt het biogas afgezogen en via een buis naar de motor geleid. Deze motor zet het ruwe gas om in een deel mechanische energie en een deel thermische restenergie. Het is deze restenergie die ingezet kan worden om de boerderij te verwarmen of om de reactor van de mestvergister op 40 graden Celsius te houden (Verledens, 2022).

Een extra voordeel van het werken met een mestvergister is dat er op het einde van het proces een digestaat overblijft met dezelfde bemestingswaarde als zuivere mest. Doordat dit digestaat vloeibaarder is, kan de boer dit makkelijker uitrijden op het land alsook wordt het beter geabsorbeert door de bodem. Dankzij deze snellere absorptie nemen de gewassen de stikstof sneller op wat zorgt voor minder uitlogging naar de bodem (Verledens, 2022).

Dankzij dit proces kan er tot 90% van de organische stof verdwijnen. Een mestvergister is in staat om 1 ton bioafval om te zetten in 200 tot 300 m³ biogas, met een energiebehoud van 300 tot 450 kWh (Goed bodembeheer, z.d.).



Figuur 52: Schematische weergave werking van biogasinstallatie (Asim, et al., 2022)

toegepaste concepten.

Na het uitvoeren van collectief onderzoek, waarbij zowel op grote als kleine schaal naar de energievoorziening van de site is gekeken, heeft de groep besproken wat het meest geschikt is voor zowel natuur als voor de behoeften van de mens. De andere onderzochte vormen van energie, zoals mestvergisting en riothermie, zijn ook zeer interessant en kunnen worden geïntegreerd in individuele projecten. Hoewel energieopwekking met behulp van fietsen een ludieke manier is om energie op te wekken, levert dit niet veel op. Toch kan dit worden toegepast in enkele gebouwen met passende programma's. Uit de analyse is gebleken dat de werking van restwarmte, biomeilers, windenergie en waterkrachtenergie verder moet worden geanalyseerd en expliciet moet worden toegepast op de Herkenrode site.

toegepaste concepten.

1. restwarmte

De overgebleven warmte van energie kan worden benut voor andere doelen, zoals het verwarmen van andere gebouwen of het voorzien van warm water. Door middel van een warmtewisselaar in het gebouw kan deze warmte worden gebruikt voor ruimteverwarming en warm tapwater. Dit hergebruik van warmte levert winst op voor het milieu, zowel lokaal als op grotere schaal (Agentschap NL en klimaat, 2020). Bovendien heeft het hergebruik van warmte niet alleen klimatologische voordelen, maar ook sociale. De collectieve warmte versterkt de sociale cohesie binnen de groep.

Nu wordt er de vraag gesteld: Hoe kan dit principe worden toegepast op het masterplan?

In de kern van de site zijn er twee programma's die restwarmte genereren. Allereerst is er de ambachtszone, waar programma's zoals bierbrouwen, kaasmaken, broodbakken en confituur produceren gevestigd zijn. Bij het bier brouwen zijn er machines aanwezig die restwarmte afgeven. Ten tweede is er de boerderij, deze produceert ook restproducten die potentie hebben om warmte te verkrijgen. Het onderzoek zal zich richten op de potentie van deze restwarmte en hoe deze geïntegreerd kan worden in het masterplan.

Bij een brouwerij komt restwarmte vrij tijdens het koelproces. Deze restwarmte kan worden opgewaardeerd tot een bruikbare temperatuur mits toevoeging van een warmtepomp. De warmte kan via een warmtenet verspreid worden in de ambachtszone zelf of naar andere gebouwen. Brouwerij Bavaria past dit principe al toe. De bierbrouwer verbruikt hierdoor al vijf procent minder energie, wat zeven procent minder CO₂-uitstoot oplevert. (Van Veghel, 2015)

De ambachtszone bestaan niet alleen uit een brouwerij maar voorziet ook kaas, brood en confituur. Het onderdeel bierbrouwen is dus enkel kleinschalig onderdeel van de ambachtszone, en daardoor mogelijk niet voldoende restwarmte genereert voor het gebruik in de nabijgelegen woningen. Dit concept kan wel worden toegepast binnen de brouwerij om zo het energieverbruik te verminderen.

toegepaste concepten.

2. biomeiler

Bij een boerderij is het restproduct biomassa, waaruit warmte kan worden teruggewonnen. Om dit mogelijk te maken is een methode de bio meiler, die warmte produceert naast hoogwaardige compost. Maar hoeveel warmte levert dit nu exact?

De temperatuur van de warmte uit de compost schommelt meestal tussen de 50 en 80 graden Celsius. De kern van de bio meiler heeft de stabielste temperatuur en warmste plek. In de bio meiler zijn slangen geplaatst waar water doorheen stroomt. Dit water kan een temperatuur bereiken tussen de 45 en 55 graden Celsius. (stichting biomeiler, 2024)

Een bio meiler levert het hele jaar door warmte. Het is echter van belang om de warmtevraag en het formaat van de bio meiler op elkaar af te stemmen. Als dit niet gebeurt bestaat het risico op overbelasting, wat kan optreden wanneer er in één keer te veel warmte wordt afgenomen. Een bio meiler met een diameter van acht meter en 200 kubieke meter houtsnippers levert tussen de 7 en 11 kW warm water. Om een beeld te geven van deze resultaten: met deze hoeveelheid warmte kunnen ongeveer duizend badkuipen per maand worden gevuld met warm water (stichting biomeiler, 2024). In *figuur 53* is een voorbeeld van een biomeiler te zien, waarbij de grootte van de installatie kan worden ingeschat.



Figuur 53: biomeiler (F. Scholtens, 2012)

Zoals eerder beschreven, is het resultaat van de bio meilers compost en warmte. De compost kan op verschillende locaties binnen het masterplan worden ingezet. Dit omvat de boerderij zelf, waar het kan dienen als bodemverbeteraar, evenals in de co-working space, waar het kan ingezet worden voor het kweken van kruiden en planten. Daarnaast kan de resterende compost worden gebruikt in het 'verwilderde' gedeelte van de site, ter bevordering van de biodiversiteit.

De warmte die wordt geproduceerd door de installatie kan ingezet worden in elk gebouw op het masterplan. Het is daarom van belang om te onderzoeken hoe de bio meilers optimaal geïntegreerd kunnen worden in het geheel. Het ontwerp van een biomeiler is een rond compact geheel dat gedeeltelijk in de grond geplaatst kan worden. Het heeft visueel en ruimtelijk een impact op het landschap. De plaatsing is essentieel, zodat de warmte optimaal kan worden benut en de compost op de juiste plaatsen kan worden ingezet.

toegepaste concepten.

3. windenergie

Na het bestuderen van verschillende mogelijke typen windturbines is besloten om de houten windturbine van Modvion te plaatsen. Deze windturbine wekt in vergelijking met kleinere, houten varianten aanzienlijk meer energie op. Bovendien speelt het verschil in hoogte een belangrijke rol. De windsnelheid neemt namelijk af naarmate men landinwaarts gaat, vanwege wrijving met de grond (KMI - Parameters, z.d.). Hierdoor is het gebruik van kleine windturbines alleen zinvol op plaatsen waar de lokale windsnelheid voldoende is, wat niet gegarandeerd kan worden. Daarom is gekozen voor een grotere variant. Hoe hoger de windturbine, hoe meer wind de wieken kunnen vangen, wat resulteert in een hogere elektriciteitsopwekking (Windenergie, z.d.).

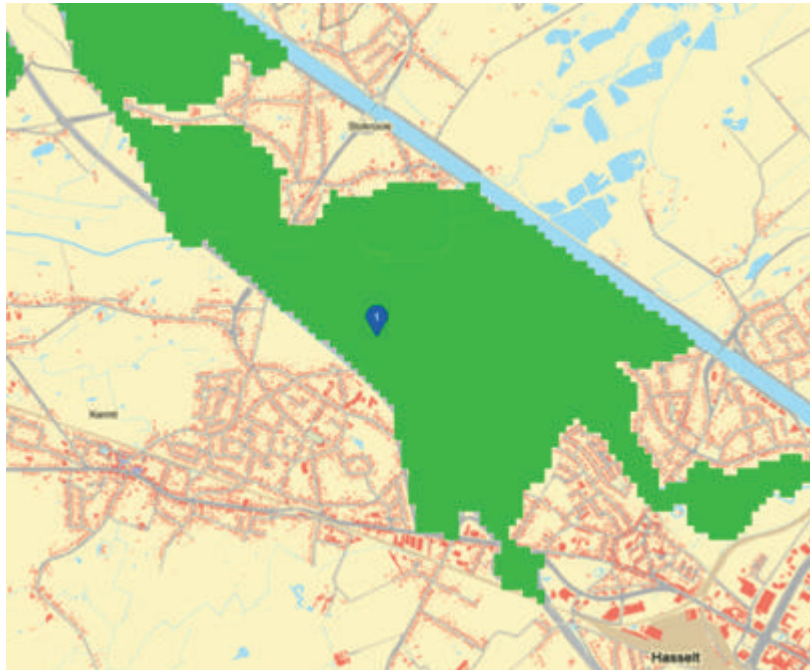
Bij het toepassen van windenergie op de site zijn er verschillende elementen waarmee rekening moet worden gehouden. Kennis van de windpatronen, richting en snelheid op het terrein is cruciaal bij het gebruik van windenergie. Over het algemeen vertoont wind voorspelbare patronen. Echter, als gevolg van klimaatveranderingen kunnen deze patronen steeds onvoorspelbaarder en sterker worden (Pelsmakers et al., 2022).

Om de lokale windpatronen te begrijpen zijn er objectieve gegevens verzameld. De dominante windrichting in de regio van Herkenrode is een ZuidWesten wind (KMI - Parameters, z.d.). Dit is ook terug te zien op de windkaart.



Figuur 54: Kaart met dominante windrichting op Herkenrodesite (KMI - Parameters, z.d.)

Bovendien is de kaart met de grootschalige wind geraadpleegd. Deze kaart toont aan dat de Herkenrode site in een gebied ligt dat een groot potentieel biedt voor windturbines te plaatsen (Vlaanderen.be, 2016)



Figuur 55: grootschalige wind (Geopunt, z.d.)

Verder is de inplanting van deze windturbines is van belang. Bij voorkeur worden windprojecten aangesloten op een lijninfrastructuur (Windenergie, z.d.). Een inplanting naast de autostrade is dus ideaal. Bovendien is er een productiebos voorzien op deze locatie. Een deel van de omliggende bomen kan dienen als nieuwe bron van materiaal aan het einde van de levensduur van de molens. Door de keuze van een hogere windmolen ontstaat er slagschaduw. De plaatsing in het productiebos betekent dat de molens zich dicht bevinden bij de wijk. Het voordeel is dat de huizen in de wijk geen last hebben van slagschaduw door de zonnestand. De beschaduwing zal vooral plaatsvinden in het productiebos en een klein stuk in het landschap. Windturbines maken beperkt lawaai, de last naar de omwonende zal minimaal zijn. (Windenergie, z.d.)

Om de opbrengst van de windmolens maximaal te houden worden ze op een minimale tussenafstand van 5 keer de rotordiameter geplaatst (Van De Vyver, 2012). De meeste windmolens in ons land staan op een maximale afstand van 300 meter van de snelweg (Van Den Ackerveken, 2024).

toegepaste concepten.

4. energie opwekken met water

WATERMOLENS - TRADITIONEEL

Een watermolen, aangedreven door water, bestaat in verschillende vormen, afhankelijk van de toegepaste aandrijvingstechniek. Er zijn diverse typen watermolens, maar voor de omgeving van Herkenrode zijn met name de onderslagmolen en middenslagmolen relevant. De onderslagmolen, het oudste type watermolen, wordt gekenmerkt doordat het water onderaan tegen het waterwiel duwt, waardoor het rad achteruit draait. Dit type molen is ideaal voor locaties waar het hoogteverschil in de waterloop niet groter is dan 1 meter. De middenslagmolen daarentegen laat het water halverwege op het rad vallen, waardoor het rad ook achteruit draait (Mertens, 2020). Deze molenvariant is geschikt voor beken met een beperkt hoogteverschil van 1 tot 3 meter en wordt momenteel gebruikt als de abdijmolen.

In 2019 werd aan de abdijmolen een rad in staal en houten sluisdeuren geïnstalleerd waardoor de molen opnieuw terug maalvaardig is (Abdijsite Herkenrode, 2024). Een waterrad installeren aan de tuilmolen zou louter decoratief zijn, en daardoor wordt hiervoor niet gekozen, van de molen zelf blijft niets meer over.



Figuur 56: gebruik abdijmolen vandaag de dag (Herita, z.d.)



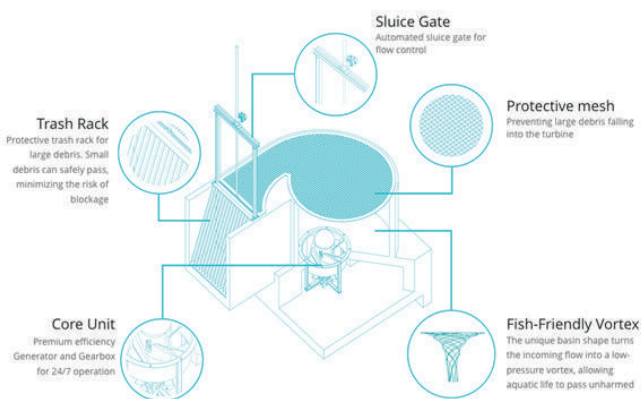
Figuur 57: gebruik abdijmolen vandaag de dag (Herita, z.d.)

WATERKRACHTCENTRALE

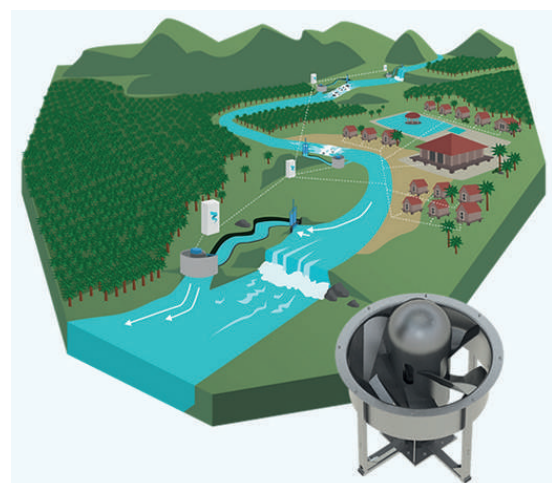
Turbulent, gevestigd in Leuven, is gespecialiseerd in waterkrachtcentrales die operationeel zijn in rivieren, grachten en waterwegen met een beperkt hoogteverschil, zoals op de Herkenrode site. Elektriciteit kan worden opgewekt door twee turbines te installeren, één in de ambachtzone en één bij de tuiltermolen. De langzaam draaiende waaier is ontworpen om een lage afschuifspanning te creëren, waardoor vissen veilig kunnen passeren vanwege het langzame drukverschil. Door een vuilrek te plaatsen tegen grote voorwerpen en het gebruik van slechts één bewegend onderdeel, vereist de installatie weinig onderhoud.

De levensduur is 30 jaar. Omdat ze samenwerken met de natuur en de normale waterstroom niet belemmeren, wordt het risico op overstromingen geëlimineerd. De vortex turbine is de kleinste in zijn soort voor elk energieniveau en kan gemakkelijk worden getransporteerd omdat het voorgemonteerd is. De turbine is voorzien van monitoring software voor controle op afstand. Turbulent streeft ernaar lokale gemeenschappen te versterken door kennisoverdracht, wat zowel voor de werknemers als de regio directe voordelen oplevert (Turbulent, 2024).

De innovatieve technologie lijkt veelbelovend op deze locatie. Echter, om met absolute zekerheid te kunnen zeggen of dit potentieel werkelijk kan worden, is een diepgaande analyse door het bedrijf zelf essentieel. Talloze variabelen spelen een rol bij het bepalen van de haalbaarheid. Variabelen die nog onderzocht dienen te worden, en waarover geen openbare cijfers beschikbaar zijn. Een van de meest overtuigende voorstanders is Pieter Coopmans, de landbouwer van Herkenrode. Hij is enorm overtuigd van de technologie, deed al zelf onderzoek en kent de site als geen ander door zijn jarenlange werk daar. De producent Turbulent heeft ook op gelijkaardige sites dergelijke projecten al gerealiseerd. Een gedetailleerde analyse zal dus van cruciaal belang zijn om het daadwerkelijke potentieel van de site voor deze technologie te bepalen.



Figuur 58: Turbine van 15 tot 70 kW (Turbulent, 2024)



Figuur 59: Plaatsing in de omgeving (Turbulent, 2024).

Figuur 60 toont het masterplan waarop de besproken energievormen zijn aangeduid. De verschillende energievormen en hun strategische plaatsing zijn als volgt:

BIOMEILER

Deze zijn dicht bij de projecten geplaatst om efficiënte inzet te garanderen. De nabijheid zorgt ervoor dat de energie snel en effectief kan worden gebruikt voor de verwarming van de gebouwen en andere behoeften.

WINDMOLENS

Deze zijn in het productiebos geplaatst, een locatie gekozen om de overlast voor bewoners te minimaliseren. Door de windmolens in het bos te plaatsen, wordt de hinder van slagschaduw beperkt en blijft de woonomgeving zo comfortabel mogelijk.

WATERKRACHTCENTRALE

Deze is in de Demer geplaatst, de rivier die langs de site stroomt. De locatie in de Demer benut de natuurlijke waterstroom voor duurzame energieopwekking, zonder het landschap significant te verstoren.

Het masterplan streeft ernaar de energievormen op een ecologisch en gebruiksvriendelijke manier te integreren, waarbij de impact op zowel de bewoners als het milieu minimaal blijft.



KERNZONE

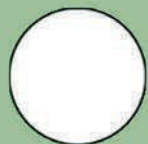


OVERGANGSZONE



- WATER
- NATUUR/GRAS
- GRASLAND
- FRUIT & NOTEN
- WISSELTEELTEN
- NIEUW PROJECTEN
- BESTAAND
- NIEUW

BUFFERZONE



Biomeiler



Windmolen



Waterkracht

Figuur 60: energiekarta met toegepaste concepten op de Herkenrode Abdijsite (Eigen beeld, 2024)



waterhuishouding.

Elk project zal dieper ingaan op het optimaliseren van waterbeheer, met een gemeenschappelijke focus op het verminderen van verharding. Neem bijvoorbeeld het ontwerp van Kelly voor de stallen, waar ze het grote verharde plein vervangt door een boomgaard. Dit betekent dat het regenwater niet langer direct wordt afgevoerd, maar in plaats daarvan in de bodem kan infiltreren, wat de grondwaterstand en het ecosysteem ten goede komt.

Bovendien zullen op verschillende locaties wadi's worden aangelegd. Een wadi, ook bekend als een Water Afvoer Drainage Infiltratie, is een geavanceerd systeem dat regenwater opvangt en laat infiltreren door middel van een kom of bekken gevuld met grind en zand, vaak in combinatie met een ondergronds filterbed. In plaats van direct in het riool te stromen, wordt het regenwater via bovengrondse goten, grachten of over de berm naar de wadi geleid. Hier wordt het water vertraagd en gefilterd, waardoor niet alleen het grondwater wordt aangevuld en overstromingsrisico's worden verminderd, maar ook bijdraagt aan de biodiversiteit en groene infrastructuur van steden (Blauw Groen Vlaanderen, 2024).

Daarnaast worden schuine daken geïntegreerd in de ontwerpen om regenwater op te vangen. Dit water kan vervolgens worden opgeslagen en gebruikt voor verschillende doeleinden, zoals het doorspoelen van toiletten of het bevoeien van gewassen in de serre (project van Liselot). Door regenwater op te vangen en te hergebruiken, wordt de afhankelijkheid van kostbaar drinkwater verminderd en wordt een duurzamere benadering van waterbeheer bevorderd.

Een andere innovatieve aanpak is het gebruik van helofyten. Deze planten hebben de bijzondere eigenschap om gezuiverd afvalwater te behandelen en te zuiveren. Door grijs water te laten doorstromen naar helofyten, kan het water op natuurlijke wijze worden gezuiverd en vervolgens worden hergebruikt voor irrigatie of andere niet-drinkbare toepassingen. Dit draagt bij aan een gesloten kringloopsysteem waarbij water zo efficiënt mogelijk wordt benut en verspilling wordt geminimaliseerd (Stowa, 2024).

connecties onderling.

Om te komen tot een gemeenschap die leeft binnen de planetaire grenzen dienen diverse programma's een plek te krijgen. Samen vormen deze initiatieven een ecosysteem dat niet alleen de gemeenschap voedt en voorziet van ruimte, maar ook bijdraagt aan een meer en beter verbonden en veerkrachtige samenleving.

Dit gaat van een houtzagerij die zorgt voor de verwerking van lokaal materiaal tot een kinderdagverblijf dat niet alleen voorziet in de behoeften van inwoners op de site, maar ook de omliggende dorpen betreft. Als centrum van mobiliteit ontstaat er een mobipunt waar mensen samenkomen en gebruikmaken van alternatieve vervoersmiddelen. Huisvesting biedt niet alleen onderdak aan de gemeenschap, maar stimuleert ook sociale cohesie en een lokale economie om zo terug te komen tot korte ketens. De coworking space en het repair- en ambachtscentrum genereren werkgelegenheid en ondersteunen lokale productie en reparatie, waar de leemsteenfabriek, natuurschool en jeugdbeweging bijdragen aan educatie en duurzaamheid, terwijl de gemeenschapslandbouw voorziet in lokale voedselvoorziening. De ambachtszone en kunstenaarsateliers vormen creatieve hubs die gedijen op lokale samenwerking en duurzame materialen.

HOUTZAGERIJ

De houtzagerij staat in voor het verwerken van alle houten behoeften op de site. Dit kan gaan om bouwmaterialen, maar ook andere houten elementen zoals houten zitbanken voor op de site of houtafval dat kan dienen als onverharde paden. Verder ook de productie van houten herbruikbare bakken voor de verkoop van de lokale producten om zo het gebruik van plastic winkeltassen te voorkomen. De aanwezigheid van het spoor en de autosnelweg in de nabijheid kunnen zorgen voor het transport van de goederen naar de nabijgelegen buurt. Verder kan het onderzoekscentrum voor natuur zorgen voor het beheer van het productiebos.

KINDERDAGVERBLIJF

De aanwezigheid van een kinderdagverblijf op de site zorgt enerzijds voor het gemak van de bewoners en werknemers in de buurt. Mensen die hier wonen en/of werken zijn ook snel in de buurt van dit verblijf om hun kind af te zetten of op te halen. Anderzijds is er naast de directe link met de site zelf ook de link met andere kernen net rond de site. Dit is ook een functie die mensen naar de site brengt, wat zorgt voor extra aanwezigheid van volk in de kern. Deze mensen kunnen dan op hun beurt weer bijdragen aan de werking van de producenten van de lokale producten. Uiteraard kan het verblijf zelf ook gebruik maken van de omliggende functies zoals de productie van lokale producten en de repairshop waar spullen terug gemaakt kunnen worden. Zowel het onderzoekscentrum voor natuur en de boerderij kunnen bijdragen aan de opvoeding en kennisverrijking van de kinderen.

MOBIPUNT

Het mobipunt vormt een beetje het centrum van onze doelstelling want als we tot de 1.5°C society willen geraken, moeten we terug bereid worden om minder gebruik te maken van de auto en meer van onze benen door te wandelen of te fietsen. Door de centrale ligging van het mobipunt tussen de abdijsite en de verdere omgeving, biedt dit een extra gelegenheid aan mensen om, tijdens een

bezoek aan de Herkenrode-site, de aanwezige functies te benutten. Voorbeelden hiervan zijn het ophalen van lokale producten, het ophaalpunt voor de repair shops en het afzetten en ophalen van de kinderen voor het kinderdagverblijf. Daarnaast zorgt het ook voor parkeergelegenheid voor alle bewoners en werkende mensen op de site. Door middel van de omliggende trage wegen, zijn ook nabijgelegen kernen makkelijk bereikbaar. De leemsteenproductie kan zijn steentje bijdragen aan de bouw van het mobipunt.

HUISVESTING (*Milan Claessens & Tom Verhemeldonck*)

Het is logisch dat de site nood heeft aan huisvesting en dus ook aan bewoners die hier kunnen wonen of verblijven. De site geeft ruimte aan mensen en de mensen zorgen voor het opleven van de site. Door de aanwezigheid van een aantal vaste bewoners zorgt dit voor een bepaalde zekerheid bij de andere projecten, maar ook voor de site in het algemeen. Het huisvesten van mensen heeft als voordeel dat er een bepaalde sociale controle en cohesie zou kunnen ontstaan. Bewoners verzekeren namelijk een vaste afname van deze producten bij bijvoorbeeld de boerderij en ambachten. De bewoners kiezen uiteraard zelf waar ze werken, maar door de aanwezigheid van deze voedselproductie is er ongetwijfeld ook vraag naar werknemers. Naast de werkgelegenheden hier, is het ook mogelijk om in alle andere projecten te werken zodat men goed doet aan afstand van het woon-werkverkeer. Wanneer er verschillende woonprojecten zijn, vullen ze elkaar aan op sociaal vlak.

COWORKING SPACE (*Lynn Vandenbrande*)

De coworking space zorgt voor nieuwe werkgelegenheid op de site, al dan niet voor de bewoners van de directe buurt. De mensen die er werken kunnen gezien worden als extra volk dat de site verder doet werken. Dit zijn extra personen die gebruik kunnen maken van de lokale producten en faciliteiten voorzien op de site. Deze werkplek kan ook ter beschikking gesteld worden voor extra plek voor bijvoorbeeld het onderzoekscentrum.

REPAIR- EN AMBACHTSCENTRUM (*Steven Lux*)

Aan het einde van de Herkenrodedreef bevindt zich het repair -en ambachtscentrum dat als verlengde van de abdij-site functioneert. Aan de hand van ambachten en herstellingsberoepen zal dit een hub zijn voor bedrijven, bewoners op de site en omwonenden om hun huishoudelijke spullen te laten repareren. Denk maar aan fietsen, kleren, elektronische apparaten en meubels. Op deze manier gaat de maatschappij in tegen de lineaire economie en de grote afvalberg. Naast het repareren kunnen de bewoners van de abdij-site en omstreken hier terecht om vrijuit creatief te zijn in de open ateliers. Zo hoeft niet iedere bewoner zijn eigen machines en werkplek te hebben bij zijn thuis maar ligt deze op fietsafstand ter beschikking. Extra inwoners op de abdijsite kunnen aan de slag in het centrum als werknemer indien ze dat willen, zo wordt het werk ook lokaal uitbesteed.

Aan het repair -en ambachtscentrum zal ook een café en winkel voorzien zijn waar de lokaal geproduceerde producten verkocht en geproefd zullen kunnen worden. Het centrum zal niet enkel fysiek werk leveren maar ook deel uitmaken van een netwerk rond het educeren van alle leeftijden rond duurzaamheid en de natuur in samenwerking met de biosfeer en de leemsteenfabriek. Op deze manier krijgt de huidige én volgende generatie mee wat de invloed van onze huidige maatschappij heeft op de aarde en zijn natuur, maar ook hoe we het beter kunnen doen.

LEEMSTEENFABRIEK (*Laura Claes*)

Ook aan het einde van de Herkenrodedreef ligt een leemsteenfabriek in combinatie met een treinstation. Door de toevoeging van het treinstation zullen de extra inwoners op de abdijsite hier eenvoudig van gebruik kunnen maken sinds het op fietsafstand ligt. Zo zullen ook de gebruikers van het repair -en ambachtscentrum snel ter plaatse zijn via het station. Het zal de as richting Herkenrode alleen maar versterken door de extra gebruikers die door het station mogelijks aanwezig kunnen zijn. Naast het gebruiken van het treinstation zullen de extra inwoners ook hier aan de slag kunnen gaan in de fabriek om lokaal en kort bij huis te kunnen werken.

Het lokaal produceren van leemsteen biedt de mogelijkheid om de projecten op de abdijsite en rond om hieruit op te bouwen. Zo is leemsteen een duurzaam product, dit in combinatie met het lokaal produceren maakt het product ideaal in het gebruik ervan. Lokaal produceren gaat in dit geval ook sterk samen met lokaal repareren, zo bevindt de fabriek zich schuin tegenover het repair -en ambachtscentrum wat de mogelijkheid biedt om snel machines of apparaten te laten repareren zonder ver te moeten uitwijken.

Als fabriek van een duurzaam bouw materiaal biedt het de mogelijkheid om samen met de biosfeer en het repair -en ambachtscentrum een educatief netwerk op te stellen rond duurzaamheid en het behoud van de natuur. Op deze manier leren alle generaties over de voordelen van dit bouw materiaal in vergelijking tot traditionele materialen.

NATUURSCHOOL (JEUGDBEWEGING LOKALEN IN WEEKEND) EN BUURTWINKEL (*Robbe Wuyts*)

De toevoeging van een natuurschool en jeugdbeweging op de abdijsite zelf zorgt ervoor dat kinderen die op de site en rondom wonen, hier terecht kunnen. Zo is het betrekken van kinderen, ook van buitenaf de site, een manier om de abdijsite te heractiveren. Ze kunnen hier in combinatie met de biosfeer bij leren over het behoud van de natuur en hoe er met respect om te gaan. Bijleren over duurzaamheid en lokale materialen kan dan weer in combinatie met de boerderij, de ambachtszone, het repair -en ambachtscentrum en de leemsteenfabriek. Kortom zal er een netwerk ontwikkeld worden samen met de school waar kinderen veel kunnen bijleren over duurzaamheid en de natuur. Een jeugdbeweging op de abdijsite creëren zorgt ervoor dat kinderen zich kort bij huis amuseren en tegelijkertijd ook hun buurt leren kennen en ontdekken. Naast het ontdekken van hun buurt, kunnen ze ook hun creativiteit ontdekken aan de hand van de kunstenaars op de site en de open ateliers die ter beschikking staan in het repair -en ambachtscentrum.

Naast de natuurschool en jeugdbeweging zal de buurtwinkel een plek worden waar lokaal geteelde en gemaakte producten verkocht kunnen worden. Denk maar aan de producten van de boerderij en de ambachtszone.

ONDERZOEKSCENTRUM - BIODIVERSITEIT VAN HET WIJERSGEBIED (*Liselot Van Gremberghe*)

De Herkenrode-site maakt deel uit van het Wijersgebied, ook wel bekend als het land van 1.001 vijvers. De kern van het project ligt in het betrekken van de lokale gemeenschappen bij hun natuurlijke omgeving. Het onderzoekscentrum fungeert als een levend laboratorium waar onderzoekers aan belangrijke ecologische vraagstukken werken en oplossingen vinden voor de bescherming van het Wijersgebied. Hierbij worden onderzoekers ondersteund in hun inspanningen om de biodiversiteit te bevorderen, beschermen en monitoren.

Voor kinderen biedt het onderzoekscentrum een speelse en educatieve omgeving waar ze via experimenten kunnen ontdekken hoe belangrijk de natuur is. Dit hands-on leren helpt hen de waarde van natuurbehoud en biodiversiteit op jonge leeftijd te begrijpen en te waarderen.

Een biosfeergebied is meer dan slechts een samenvoeging van mensen en natuur. Het draait om het actief betrekken van mensen bij deze natuurlijke omgeving en hen deelgenoot maken van de pracht en diversiteit ervan. Het doel is om een sterke betrokkenheid en een gevoel van trots onder de lokale gemeenschap te ontwikkelen. Een biosfeergebied is niet alleen een verzameling van biodiversiteit en natuurlijke hulpbronnen, maar ook een platform voor het versterken van de banden tussen mensen en hun omgeving.

Door gemeenschappen actief te betrekken bij het beheer en behoud van het biosfeergebied, ontstaat er een gevoel van gemeenschappelijke verantwoordelijkheid en verbondenheid. Het biosfeergebied fungeert als een katalysator voor sociale cohesie, waarbij bewoners worden aangemoedigd om deel te nemen aan activiteiten die de lokale ecologie ondersteunen.

Hoewel een UNESCO-erkenning als biosfeergebied een grote impuls zou kunnen geven aan het toerisme in de regio, ligt de nadruk op het vergroten en delen van kennis over het natuurgebied en het betrekken van de lokale bevolking. Bezoekers kunnen hier meer leren over de prachtige natuur waarin ze zich bevinden en genieten van de rust en schoonheid van het gebied.

GEMEENSCHAPSLANDBOUW (*Kelly Meessen*)

Door het toevoegen van extra inwoners op de site is het opstellen van een boerderij ideaal om een antwoord te bieden op de lokale voedselnood. Deze milieuvriendelijke versie van een boerderij kan in samenspraak met het onderzoekscentrum steeds efficiënter en milieuvriendelijk draaien om de site en buurt te voorzien van voedingsmiddelen.

Door het extra aantal inwoners zal er een extra aantal mogelijke klanten bijkomen bovenop de inwoners van de omliggende buurt, zo kan de boerderij ook rendabel blijven werken. Naast klanten kunnen extra inwoners ook potentiële werknemers zijn waardoor het werk lokaal uitbesteed wordt en de mensen niet ver van huis moeten gaan.

Samen met het onderzoekscentrum zal de boerderij ook een educatieve functie vertolken in het verspreiden van informatie en de voordelen over CSA-boerderijen in combinatie met het respecteren van de natuur.

Naast het lokaal produceren, zal er ook gebruikgemaakt worden van lokale hulp wanneer er kapotte apparaten of spullen zijn. Zo zal het repair -en ambachtscentrum hier antwoord op bieden om snel problemen te verhelpen waardoor de eigenaars van de boerderij ook niet te ver moeten gaan voor hulp

AMBACHTSZONE (*Fien Aerts*)

Op de restanten van de vroegere ambachtszone wordt een volledig nieuwe ambachtszone opgetrokken die in het teken staat van voedselproductie. Aan de hand van oude technieken en lokale ingrediënten worden er artisanale producten geproduceerd. Deze lokale ingrediënten komen voort uit een samenwerking met de boerderij en de bloemen -en kruidentuin gelegen aan de co-working space.

Door het toevoegen van woonprojecten op de site zal er een extra aan mogelijke klanten ontstaan bovenop de inwoners rondom de abdij site, zo stijgt de kans op lokale handel. Naast de mogelijke stijging in klanten, kunnen de inwoners ook hier aan de slag als werknemer. Zo creëren ambachten een opmars in combinatie met lokale werkkrachten.

Het project zal opgebouwd worden aan de hand van houten portieken die afkomstig zijn van de houtzagerij gelegen op de site zelf, zo blijft het meeste van het project lokaal gebonden. Ook de apparatuur kan lokaal hersteld worden in het repair -en ambachtscentrum om eventuele problemen snel te verhelpen.

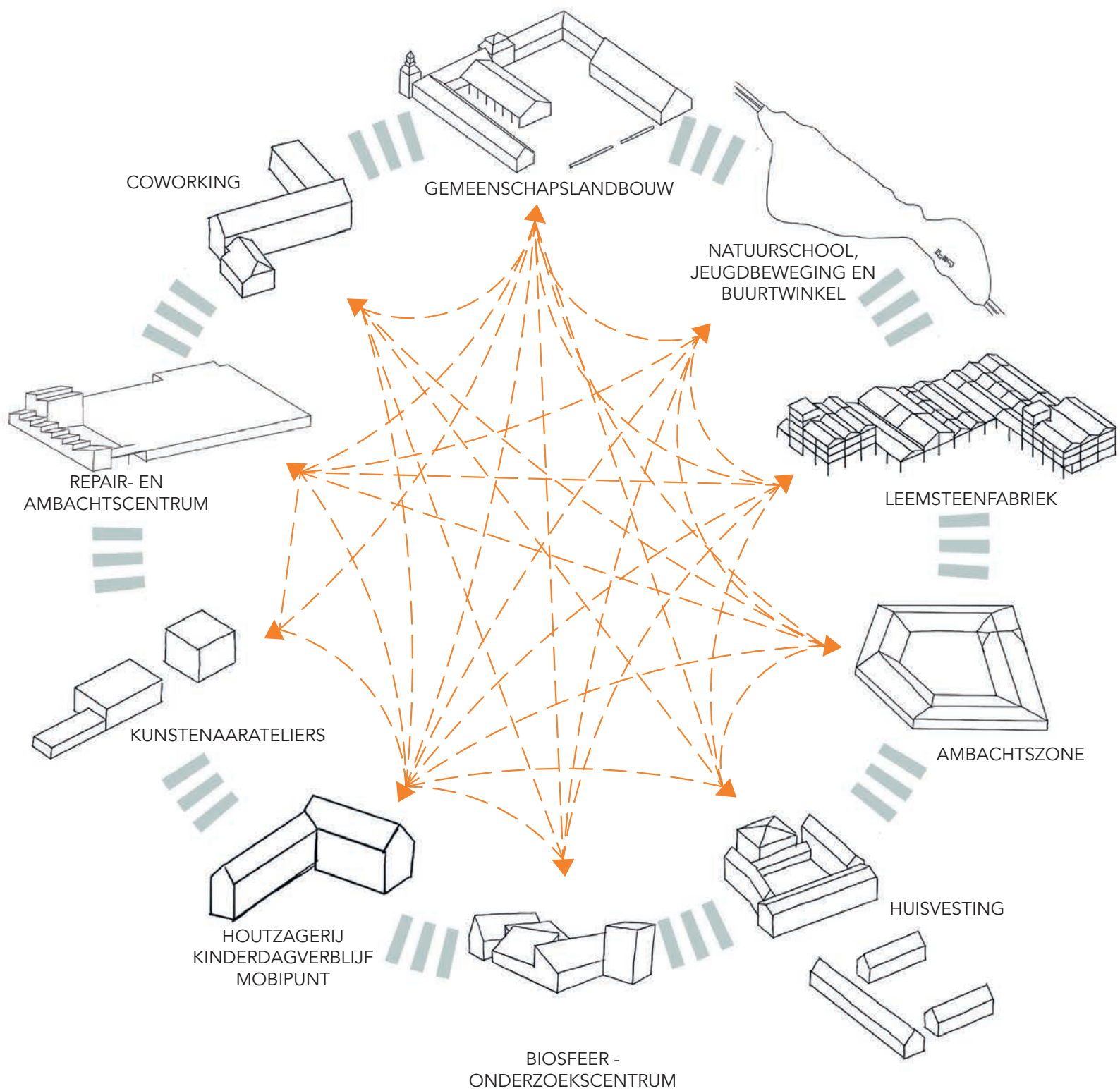
KUNSTENAARSATELIERS (*Tine Depae*)

Naast co-housing zal er op de abdij site een andere vorm van wonen toegevoegd worden, namelijk kunstenaarsateliers waarin gewoond kan worden. Deze goedkope variant van wonen biedt voor kunstenaars een ideale plek om zowel te wonen als te werken op een site met veel historie en inspiratie.

De lokale afzetmarkt van hun kunst wordt verhoogd door de extra woningen die op de site aanwezig zijn in combinatie met de omliggende buurten.

Naast lokaal verkopen zullen er ook lokaal (duurzame) producten vergaard kunnen worden om kunst mee te maken. Denk maar aan kruiden, fruit en groenten om natuurlijke verf te maken of leem uit de fabriek om allerlei sculpturen mee te vormen. Op deze manier is de kunst uniek en opgebouwd uit lokale en duurzame onderdelen. Buiten leem voor kunst te maken zal de fabriek ook leem leveren om het gebouw zelf te bouwen.

Indien de kunstenaars nood hebben aan meer ruimte of reparatie van kapotte spullen kunnen ze altijd terecht bij het repair -en ambachtscentrum dat op fietsafstand ligt. Hier zullen ze in de open ateliers ruimte kunnen huren voor hun projecten en raad of hulp vragen aan de repair shops.



Figuur 61: schema van de onderlinge connecties (Eigen beeld, 2024)

reflectie.

Gedurende dit onderzoek zijn verschillende inzichten vanuit diverse perspectieven verworpen. Deze aanpak stelt ons in staat om de onderlinge samenhang en wisselwerking tussen verschillende duurzaamheidsstrategieën en -perspectieven beter te begrijpen, evenals de bijbehorende uitdagingen en kansen.

Tabel 1: matrix van de verschillende perspectieven en strategieën toont de verschillende strategieën die aan een of meer perspectieven kunnen worden gekoppeld. Hieruit bleek dat meerdere strategieën met verschillende perspectieven kunnen worden verbonden.

Deze strategieën vormen de basis voor de individuele masterprojecten die we als onderdeel van ons masterplan zullen uitvoeren. Elke student gaat vanaf hier individueel verder en richt zich op specifieke strategieën. Dit is zichtbaar in *tabel 2: individuele matrix van de verschillende perspectieven en strategieën*, die laat zien welke student zich op welke strategieën richt.

Met deze geïntegreerde aanpak hopen we bij te dragen aan een duurzame toekomst, waarin de behoeften van huidige en toekomstige generaties worden vervuld binnen de grenzen van onze planeet.

Tabel 1: matrix van de verschillende perspectieven en strategieën (Eigen tabel, 2024)

Strategieën	Perspectieven				
	1,5°C levensstijl	Planetaire grenzen	Emotions, care & healing	Kijken naar het verleden	Regeneratieve culturen
15 minuten stad	X				
Collectieve woonvormen	X				X
Ontmoeting stimuleren			X		
Sociale inclusie			X		
Gemeenschapscohesie bevorderen			X		
Biodiversiteit activeren		X	X		
Productief landschap				X	X
Zelfvoorzienend				X	
Ambacht				X	
Verminderen vleesconsumptie	X	X			
Lokaal voedsel produceren	X	X		X	X
Hergebruik van materialen	X				
Materialendieet	X	X			
Regeneratieve materialen	X	X			
Verminderen van installaties	X	X			

Tabel 2: individuele matrix van de verschillende perspectieven en strategieën (Eigen tabel, 2024)

Strategieën					
	Fien Aerts Ambachten	Kelly Meessen Boerderij	Tom Verhemeldonck Wonen	Milan Claessens Wonen	T
15 minuten stad	X	X			
Collectieve woonvormen			X	X	
Ontmoeting stimuleren	X	X	X	X	
Sociale inclusie	X	X	X	X	
Gemeenschapscohesie bevorderen	X	X	X	X	
Biodiversiteit activeren		X			
Productief landschap	X	X			
Zelfvoorzienend	X	X			
Ambacht	X	X			
Verminderen vleesconsumptie		X			
Lokaal voedsel produceren	X	X			
Hergebruik van materialen	X				
Materialendieet	X		X	X	
Regeneratieve materialen		X	X	X	
Verminderen van installaties				X	

Individuele projecten					
Line Depae Cultuur	Lynn Vandenbrande Co-working	Liselot Van Gremberghe Onderzoek & educatie	Laura Claes Fabriek	Steven Lux Ambacht/repair	Robbe Wuyts Overkapping
			X	X	
X					
X	X	X	X	X	X
X	X	X		X	X
X	X	X		X	X
	X	X		X	X
		X	X		X
			X		
				X	
	X	X	X	X	
X	X		X		
X	X		X	X	X
X	X	X		X	X

- 7 Key Structures for 1.5° Lifestyles / 1.5° Lifestyles.* (z.d.). 1.5° Lifestyles. <https://onepointfivelifestyles.eu/news/7-key-structures-for-15deg-lifestyles>
- Aarhus Universiteit, Faculty of Arts,. (2016, juni 15). *Bruno Latour: Why Gaia is not the Globe* [Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=7AGg-oHzPsM>
- Abdijsite Herkenrode. (2024) *Abdijmolen*. Abdijsite Herkenrode. Geraadpleegd op 12 april 2024, van <https://www.abdijsiteherkenrode.be/domein/abdijmolen>
- Afval omzetten in een hulpbron: Hoe we koemest gebruiken om onze CO2-voetafdruk te verkleinen.* (z.d.). <https://www.benjerry.be>. <https://www.benjerry.be/nl/whats-new/2022/01/turning-waste-into-a-resource>
- Agentschap NL en klimaat. (2020). *centraal stellen van duurzame energieambities in het gebiedsontwikkelingsproces*.
- Aquafin NV. (2024). *Duurzaam verwarmen met riothermie*. Geraadpleegs op maart 10, 2024, van Aquafin: <https://www.aquafin.be/nl-be/gemeenten-en-steden/diensten-voor-alle-steden-en-gemeenten/duurzaam-verwarmen-met-riothermie>
- Barcelona: superblocs.* (z.d.). <https://www.vvsg.be/kennisitem/vvsg/superblocks-barcelona-als-inspiratie-voor-integraal-duurzame-woonwijken#:~:text='Superblocks'%20Barcelona%20als%20inspiratie%20voor%20integraal%20duurzame%20woonwijken&text=Vele%20stadswijken%20in%20Barcelona%20kreunen,stad%20het%20concept%20'superblocks'>
- Belgische Federale Overheidsdiensten. (2024). *Binnenlands product*. Geraadpleeg op 19 mei 2024, van [https://www.belgium.be/nl/economie/economische_informatie/nationaal_product#:~:text=Bruto%20nationaal%20product%20versus%20bruto%20binnenlands%20product&text=Het%20bruto%20binnenlands%20product%20\(bbp,van%20een%20land%20of%20regio](https://www.belgium.be/nl/economie/economische_informatie/nationaal_product#:~:text=Bruto%20nationaal%20product%20versus%20bruto%20binnenlands%20product&text=Het%20bruto%20binnenlands%20product%20(bbp,van%20een%20land%20of%20regio)
- Ben & Jerry's. (z.d.). *Afval omzetten in een hulpbron: Hoe we koemest gebruiken om onze CO2-voetafdruk te verkleinen*. Geraadpleegd op maart 11, 2024, van Ben & Jerry's: <https://www.benjerry.be/nl/whats-new/2022/01/turning-waste-into-a-resource>

- Blauw Groen Vlaanderen. (2024). Wadi's. Blauw Groen Vlaanderen. Geraadpleegd op 12 april 2024, van <https://blauwgroenvlaanderen.be/professionals/maatregelen/wadis/>
- Boeren, I. (2021). *Beton stoot CO2 uit, het is geen netto-opslagplaats*. EOS Wetenschap. Geraadpleegd op 19 mei 2024, van <https://www.eoswetenschap.eu/natuur-milieu/beton-stoot-co2-uit-het-geen-netto-opslagplaats>
- Carcassi, O. B., Habert, G., Malighetti, L. E., & Pittau, F. (2022a). Material Diets for Climate-Neutral Construction. *Environmental Science & Technology*, 56(8), 5213–5223. <https://doi.org/10.1021/acs.est.1c05895>
- Collectief Noord. (2018, oktober 22). *Masterplan De Werve Hoef | Collectief Noord*. <http://collectiefnoord.be/projecten/masterplan-werve-hoef/>
- Crook, L., & Crook, L. (2023, 13 februari). 15-Minute City concept by Carlos Moreno wins Obel Award 2021. *Dezeen*. <https://www.dezeen.com/2021/10/26/15-minute-city-carlos-moreno-obel-award/>
- De Decker, K. (z.d.). *What is Low-tech Magazine?* LOW-TECH MAGAZINE. <https://solar.lowtechmagazine.com/nl/about/what-is-low-tech-magazine/>
- De Decker, K. (2019, 2 juni). *Kunnen we windturbines opnieuw uit hout bouwen?* LOW-TECH MAGAZINE. <https://solar.lowtechmagazine.com/nl/2019/06/how-to-make-wind-power-sustainable-again/>
- De Decker, K., & Smets, M. (2017, 28 mei). *Kan een moderne samenleving op menselijke spierkracht draaien?* LOW-TECH MAGAZINE. <https://solar.lowtechmagazine.com/nl/2017/05/could-we-run-modern-society-on-human-power-alone/>
- De Decker, K., & Smets, M. (2023, 3 oktober). *Boerderij op menskracht*. LOW-TECH MAGAZINE. <https://solar.lowtechmagazine.com/nl/2023/10/boerderij-op-menskracht/>
- De Jong, M. (2022, 16 juni). De toekomst van mobiliteit in zeven inzichten. *VPRO*. <https://www.vpro.nl/programmas/tegenlicht/lees/artikelen/2022/de-toekomst-van-mobiliteit-in-zeven-inzichten.html>

- De principes van de 15-minutenstad concreet gemaakt / VLAIO.* (2023, februari 15). VLAIO.
<https://www.vlaio.be/nl/vlaio-netwerk/de-vitrine/de-principes-van-de-15-minutenstad-concreet-gemaakt>
- Dienst Klimaatverandering. (z.d.). *Uitstoot per sector.* Klimaat | Climat. <https://klimaat.be/in-belgie/klimaat-en-uitstoot/uitstoot-van-broeikasgassen/uitstoot-per-sector>
- EAZ. (z.d.). Onze molen. Geraadpleegd op 26 april 2024, van <https://www.eazwind.be/onzewindmolen>
- Een optimaal kluitje van windturbines.* (z.d.). TU Delft. <https://www.tudelft.nl/stories/articles/een-optimaal-kluitje-van-windturbines>
- Ekwadraat. (z.d.). *Mestvergisting.* Geraadpleegd op maart 11, 2024, van Ekwadraat: <https://ekwadraat.com/diensten/vergisting/mestvergisting/>
- Eneco. (z.d.). *Gemiddeld verbruik van elektriciteit.* Eneco. <https://eneco.be/nl/energieverbruik/elektriciteit#:~:text=Een%20%C3%A9n%C3%A9npersoonshuishouden%20gebruikt%20gemiddeld%20zo,meter%20gemiddelde%203500kWh%20op%20jaarbasis.>
- Faculty of Arts, Aarhus Universitet. (2016, juni 15). *Bruno Latour: Why Gaia is not the Globe* [Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=7AGg-oHzPsM>
- Genossenschaft Kalkbreite. (2022, november 22). *Kalkbreite / Genossenschaft Kalkbreite.* <https://www.kalkbreite.net/kalkbreite/>
- Goed bodembeheer. (z.d.). *Mest en compost.* Geraadpleegd op maart 25, 2024, van Goed bodembeheer: <https://www.goedbodembeheer.nl/mest-en-compost>
- Habert, G. (2023, 28 november). *Sustainable future(s) in construction* [Geluidsopname toespraak]. Naam website. Geraadpleegd op 17 december 2023 van URL
- Herita. (2024). *Bezoek de abdijmolen van Herkenrode.* Herita. Geraadpleegd op 12 april 2024, van <https://www.herita.be/nl/events/bezoek-de-abdijmolen-van-herkenrode>
- Hernieuwbare Energieatlas Vlaanderen - Bijkomende potentiële energieproductie vanuit grootschalige wind - REV2030-scenario.* (2016). www.vlaanderen.be. <https://www.vlaanderen.be/datavindplaats/catalogus/hernieuwbare-energieatlas-vlaanderen-bijkomende-potentiele-energieproductie-vanuit-grootschalige-wind-rev2030-scenario>

- Home - a good life for all within planetary boundaries.* (2023, 25 augustus). A Good Life For All Within Planetary Boundaries. <https://goodlife.leeds.ac.uk/>
- Jelmer Draaijer . (z.d.). *Mestverging: Werking, toepassing & kansen / Ekwadraat*. <https://ekwadraat.com/diensten/verging/mestverging/>
- KMI - Parameters.* (z.d.). KMI. <https://www.meteo.be/nl/unpublish/algemeen-klimaat-belgie/parameters#:~:text=In%20Belgi%C3%AB%20komt%20de%20wind%20overwegend%20uit%20het%20ZW.>
- Lorek, S., Power, K., Parker, N., & Hot or Cool Institute. (2023). Economies that Dare to Care. In S. Violette & D. Silva (Reds.), *Hot or Cool Institute*. <https://hotorcool.org/wp-content/uploads/2023/07/Economies-that-Dare-to-Care.pdf>
- Martiskainen, M., & Sovacool, B. K. (2021). Mixed feelings: A review and research agenda for emotions in sustainability transitions. *Environmental Innovation And Societal Transitions*, 40, 609–624. <https://doi.org/10.1016/j.eist.2021.10.023>
- Mertens, J. (2020). *Watermolens*. Inventaris Onroerend Erfgoed. Geraadpleegd op 12 april 2024, van <https://inventaris.onroenderfgoed.be/themas/17282>
- Mobiliteit van morgen.* (2022, 18 juni). VPRO. <https://www.vpro.nl/programmas/tegenlicht/kijk/afleveringen/2022-2023/mobiliteit-van-morgen.html>
- Mobility as a Service (MaaS): het wondermiddel voor duurzame mobiliteit / Netwerk Duurzame Mobiliteit.* (z.d.). <https://www.duurzame-mobiliteit.be/nieuws/mobility-as-a-service-maas-het-wondermiddel-voor-duurzame-mobiliteit>
- Modvion - We build wind turbine towers. In wood.* (2024, 16 februari). Modvion - We Build Wind Turbine Towers. In Wood. <https://modvion.com/>
- Moreno, C. (z.d.). *The 15-minute city* [Video]. TED Talks. https://www.ted.com/talks/carlos_moreno_the_15_minute_city
- Netwerk tegen Armoede. (2024). *Pano legt schrijnend tekort aan sociale woningen bloot*. Geraadpleegd op 19 mei 2024, van <https://www.netwerktegenarmoede.be/nl/nieuws/2024/pano-legt-schrijnend-tekort-aan-sociale-woningen-bloot>

- Planetary boundaries.* (z.d.). Stockholm Resilience Centre. <https://www.stockholmresilience.org/research/planetary-boundaries.html>
- Polonyi, T. (2024, 24 januari). *The Case for Car-Free – Why Should We Care About Our Car-Dependency?* CityChangers.org – Home Base For Urban Shapers. <https://citychangers.org/the-case-for-car-free/>
- Priore, Y. D., Jusselme, T., & Habert, G. (2022). Exploring long-term building stock strategies in Switzerland in line with IPCC carbon budgets. *IOP Conference Series: Earth And Environmental Science*, 1078(1), 012023. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1078/1/012023>
- Reports & Outputs / 1.5° Lifestyles.* (z.d.). 1.5° Lifestyles. <https://onepointfivelifestyles.eu/resources/deliverables>
- Richardson, K., Steffen, W., Lucht, W., Bendtsen, J., Cornell, S., Donges, J. F., Drüke, M., Fetzer, I., Bala, G., Von Bloh, W., Feulner, G., Fiedler, S., Gerten, D., Gleeson, T., Hofmann, M., Huiskamp, W., Kummu, M., Mohan, C., Bravo, D., . . . Rockström, J. (2023). Earth beyond six of nine planetary boundaries. *Science Advances*, 9(37). <https://doi.org/10.1126/sciadv.adh2458>
- Riothermie - Duurzame warmte uit afvalwater.* (z.d.). Riothermie. <https://www.riothermie.be/>
- Roberts, D. (2019, 11 april). Barcelona and urban planning: the ultimate potential of superblocks. Vox. <https://www.vox.com/energy-and-environment/2019/4/11/18273896/barcelona-spain-politics-superblocks>
- Rockström, J. (z.d.). *5 transformational policies for a prosperous and sustainable world* [Video]. TED Talks. https://www.ted.com/talks/johan_rockstrom_5_transformational_policies_for_a_prosperous_and_sustainable_world
- Ruuska, A., & Häkkinen, T. (2014). *Material Efficiency of Building Construction.* *Buildings*, 4(3), 266–294. <https://doi.org/10.3390/buildings4030266>
- Sciensano. (2024). *Determinanten van Gezondheid: Luchtkwaliteit.* Health Status Report. Geraadpleegd op 19 mei 2024, van <https://www.gezondbelgie.be/nl/gezondheidstoestand/determinanten-van-gezondheid/luchtkwaliteit>

- Statbel. (2023). *Huishoudbudget*. Geraadpleegd op 19 mei 2024, van <https://statbel.fgov.be/nl/themas/huishoudens/huishoudbudget>
- Statbel. (2024). *Vastgoedprijzen*. Geraadpleegd op 19 mei 2024, van <https://statbel.fgov.be/nl/themas/bouwen-wonen/vastgoedprijzen>
- stichting biomeiler. (2024). *Hoe warm wordt een biomeiler*. Geraadpleegd 5 april 2024, van <https://biomeiler.nl/veelgestelde-vragen/#:~:text=Warme%20plekken%20in%20de%20biomeiler,110%20%C3%A1%20130%C2%B0F>).
- Stowa. (2024). *Conventioneel helofytenfilter*. Stowa. Geraadpleegd op 12 mei 2024, van <https://www.saniwijzer.nl/technieken/verwerking-afvalwater/natuurlijke-systemen/helofytenfilter-conventioneel>
- Superilles (Barcelona) | Netwerk Duurzame Mobiliteit*. (z.d.). <https://www.duurzame-mobiliteit.be/nieuws/superilles-barcelona>
- The 1.5°C Life – A Pilot Project to track sustainable living*. (z.d.). <https://1five.org/>
- Turbulent. (2024). *The Vortex Turbine*. Turbulent. Geraadpleegd op 12 april 2024, van <https://www.turbulent.be/>
- Turbulent. (2024). *Hydroelectric turbines for green decentralized energy*. Turbulent. Geraadpleegd op 19 mei 2024, van <https://www.turbulent.be/technology>
- University of Leeds. (z.d.). *A good life for all within planetary boundaries*. Geraadpleegd op 14 oktober 2023, van <https://goodlife.leeds.ac.uk/>
- Vangelder, J. (2023). *Wedloop om kritieke grondstoffen barst los*. Trends. Geraadpleegd op 19 mei 2024, van <https://trends.knack.be/nieuws/macro-economie-beleid/wedloop-om-kritieke-grondstoffen-barst-los/>
- Van de Vyver, J. (2012). *Modellering en emulatie van kleine windturbines*. In Jan Melkebeek, Jeroen De Kooning, Bart Meersman, & Lieven Vandevælde, *Modellering en Emulatie van Kleine Windturbines* [Thesis]. https://libstore.ugent.be/fulltxt/RUG01/001/887/195/RUG01-001887195_2012_0001_AC.pdf

- Van Den Ackerveken, R. (2024, 25 maart). Bezorgdheid over aanvraag voor windturbine van 232 meter : "Te dicht bij de dorpskern". *Het Nieuwsblad*. https://www.nieuwsblad.be/cnt/dmf20240325_93151187#:~:text=De%20meeste%20windmolens%20staan%20op,tot%20de%20E19%20veel%20groter.%E2%80%9D
- Van Den Berge, M. (2022, oktober 16). Kan je energie opwekken door te fietsen? *Indeleiderstrui.nl*. <https://www.indeleiderstrui.nl/algemeen-nieuws/kan-je-energie-opwekken-door-te-fietsen#:~:text=Een%20huishouden%20van%20twee%20personen,of%20heel%20weinig%20energie%20gebruiken>.
- Van Veghel, L. (September, 2015). *Brouwerij Bavaria bespaart fors met een nieuwe warmtepomp*. Geraadpleegd van <https://www.stimular.nl/praktijkvoorbeelden/brouwerij-bavaria-warmtepomp/#:~:text=Restwarmte%20koelproces,minder%20CO2%2Duitstoot%20oplevert>.
- Vels, E. (2021, 20 december). *Kleine, houten windmolen uit Groningen ongekend populair: 'Boeren uit de straat willen er ook een'*. IO. <https://innovationorigins.com/nl/kleine-houten-windmolen-uit-groningen-ongekend-populair-boeren-uit-de-straat-willen-er-ook-een/>
- Verboven, H., & Willems, M. (2010). *Monasterium Herkenrode 4*. Stad Hasselt.
- Verledens, L. (2022, 27 juli). *In beeld: mest wordt groene energie*. Trends. <https://trends.knack.be/ondernemen/in-beeld-mest-wordt-groene-energie/>
- Vlaamse mobiliteitsvisie 2040*. (z.d.). www.vlaanderen.be. <https://www.vlaanderen.be/mobiliteit-en-openbare-werken/duurzame-mobiliteit/vlaamse-mobiliteitsvisie-2040>
- Vlaanderen. (2024). *Coöperatief wonen*. Geraadpleegd op 19 mei 2024, van <https://www.vlaanderen.be/bijzondere-woonvormen/cooperatief-wonen>
- Vlaanderen.be. (2016). *Hernieuwbare Energieatlas Vlaanderen - Bijkomende potentiële energieproductie vanuit grootschalige wind - REV2030-scenario*. www.vlaanderen.be. <https://www.vlaanderen.be/datavindplaats/catalogus/hernieuwbare-energieatlas-vlaanderen-bijkomende-potentiele-energieproductie-vanuit-grootschalige-wind-rev2030-scenario>

VLAIO. (2023). *De principes van de 15-minutenstad concreet gemaakt*. VLAIO Netwerk.

Geraadpleegd op 19 mei 2024, van <https://www.vlaio.be/nl/vlaio-netwerk/de-vitrine/de-principes-van-de-15-minutenstad-concreet-gemaakt>

Wahl, D. C. (2020, 8 april). Living the Questions - Age of Awareness - *Medium*. Medium. <https://medium.com/age-of-awareness/living-the-questions-why-change-the-narrative-now-a1b6d7d410cd>

Windenergie. (z.d.). www.vlaanderen.be. <https://www.vlaanderen.be/bouwen-wonen-en-energie/groene-energie/windenergie>

figurenlijst.

- Figuur 1: Eigen beeld gebaseerd op Bruno Latour (2023) *Why is Gaia not the globe?*
- Figuur 2: Eigen beeld (2023) *analyse - 1,5°C levensstijl*
- Figuur 3: Eigen beeld (2023) *analyse - 1,5°C levensstijlen*
- Figuur 4: Richardson et al. (2023) *planetaire grenzen*
- Figuur 5: Eigen beeld (2023) *tijdslijn zelfvoorzienedheid Herkenrode Abdij site*
- Figuur 6: Eigen beeld (2023) *schema commons*
- Figuur 7: Wahl (2016) *CO2-uitstoot per jaar*
- Figuur 8: Google Maps (2024) *kadering Herkenrode Abdij site in de omgeving*
- Figuur 9: Herita (z.d.) *schied van de reliekschat van de Heilige Ursula*
- Figuur 10: Abdij van Herkenrode (z.d.) *voorstelling van de Herkenrode Abdij site*
- Figuur 11: Herita (z.d.) *Prins-Bisschop Evrard van der Marck*
- Figuur 12: Cartesius (z.d.) *Herkenrode Abdij site in de 19de eeuw*
- Figuur 13: Herita (z.d.) *logo Herita*
- Figuur 14: Eigen beeld (2023) *analyse - mobiliteit, geluidsoverlast E313*
- Figuur 15: Eigen beeld (2023) *analyse - mobiliteit, busnetwerk*
- Figuur 16: Eigen beeld (2023) *analyse - mobiliteit, fietsnetwerk*
- Figuur 17: Eigen beeld (2023) *analyse - mobiliteit, leefbaarheid*
- Figuur 18: Eigen beeld (2023) *analyse - mobiliteit, huidige situatie*
- Figuur 19: Eigen beeld (2023) *analyse - mobiliteit, toekomstige situatie*
- Figuur 20: Eigen beeld (2023) *analyse - water, Demervallei + Engels park*
- Figuur 21: Eigen beeld (2023) *analyse - water, Abdijmolen, Tuiltermolen & waterzuivering*
- Figuur 22: Eigen beeld (2023) *analyse - water, overstromingsgebied*
- Figuur 23: Eigen beeld (2023) *analyse - water, vismigratie*
- Figuur 24: Eigen beeld (2023) *analyse - water, samenvattende kaart*
- Figuur 25: Eigen beeld (2023) *analyse - bodem, bodemkaart*
- Figuur 26: Eigen beeld (2023) *probleemkaart wonen*
- Figuur 27: Eigen beeld (2023) *kansenkaart wonen*
- Figuur 28: Eigen beeld (2023) *probleemkaart materialen*
- Figuur 29: Eigen beeld (2023) *kansenkaart materialen*
- Figuur 30: Eigen beeld (2023) *probleemkaart energie*
- Figuur 31: Eigen beeld (2023) *kansenkaart energie*
- Figuur 32: Eigen beeld (2023) *probleemkaart mobiliteit*
- Figuur 33: Eigen beeld (2023) *kansenkaart mobiliteit*
- Figuur 34: Eigen beeld (2023) *probleemkaart lokale voedselproductie*
- Figuur 35: Eigen beeld (2023) *kansenkaart lokale voedselproductie*
- Figuur 36: Eigen beeld (2023) *algemene probleemkaart*
- Figuur 37: Eigen beeld (2023) *algemene kansenkaart*
- Figuur 25: Eigen beeld (2023) *analyse - bodem, bodemkaart*
- Figuur 39: Eigen beeld (2023) *assen*
- Figuur 40: Eigen beeld (2023) *stapstenen*
- Figuur 41: Eigen beeld (2023) *stempels*
- Figuur 42: Eigen beeld (2023) *creëren tussenruimtes*
- Figuur 45: Eigen beeld (2023) *leegte die wordt ingenomen door natuur*
- Figuur 43: Eigen beeld (2023) *afbakening leegte*
- Figuur 44: Eigen beeld (2023) *inbreiding site*

- Figuur 46: Eigen beeld (2023) *verharding versus groen*
- Figuur 47: Carcassi et al. (2022) *een nieuw materialendieët voor een klimaat neutrale constructie*
- Figuur 48: Eigen beeld (2023) *masterplan*
- Figuur 49: Aquafin NV (z.d.) *riothermie schematische weergave*
- Figuur 50: Aquafin NV (z.d.) *potentieelkaart riothermie*
- Figuur 51: Nationaal programma lokale warmtetransitie (2022) *voorbeeld distributie restwarmte*
- Figuur 52: Asim, er al. (2022) *Schematische weergave werking van biogasinstallatie*
- Figuur 53: F. Scholtens (2012) *biomeiler*
- Figuur 54: KMI - Parameters (z.d.) *Kaart met dominante windrichting op Herkenrodesite*
- Figuur 55: Geopunt (z.d.) *grootschalige wind*
- Figuur 56: Herita (z.d.) *gebruik abdijmolen vandaag de dag*
- Figuur 57: Herita (z.d.) *gebruik abdijmolen vandaag de dag*
- Figuur 58: Tubulent (2024) *Turbine van 15 tot 70 kW*
- Figuur 59: Tubulent (2024) *Plaatsing in de omgeving*
- Figuur 60: Eigen beeld (2024) *energiekaart met toegepaste concepten op de Herkenrode Abdij site*
- Figuur 61: Eigen beeld (2024) *schema van de onderlinge connecties*

Tabel 1: Eigen tabel (2024) *matrix van de verschillende perspectieven en strategieën*

Tabel 2: Eigen tabel (2024) *matrix van de verschillende perspectieven en strategieën*



Seminarie circulair bouwen

Afstudeerproject
Depae Tine

Masterproject

Leven binnen de planetaire grenzen op de Herkenrode site

Focus op een kunstencentrum als scharnierpunt in het historisch ensemble

Masterproef 2023-2024

Depae Tine

‘Leven binnen de planetaire grenzen op de Herkenrodesite - Focus op een kunstencentrum als scharmierpunt in het historisch ensemble’

Universiteit Hasselt - Faculteit Architectuur & Kunst
Master architectuur 2023-2024

Promotoren : Prof. dr. ir. arch. Verbeeck Griet, Prof.
dr. ir. Knapen Elke & Prof. dr. arch. Passarelli Rafael

Projectbegeleider: Prof. arch. Boeckx Eef & Prof.
arch. Berben Jo



| Abstract NL

Om de opwarming van de aarde onder de 1,5 graden Celsius te houden, zal de architectuur die we vandaag kennen moeten veranderen. De bouwsector is namelijk verantwoordelijk voor 36% van de CO₂-uitstoot in Europa (Pelsmaker et al., 2022). Daarom is een verschuiving naar een koolstofneutrale of koolstofvrije samenleving noodzakelijk. Dit kan enkel bereikt worden als ook de bouwsector een transformatie ondergaat.

Het huidige probleem ligt in het feit dat de focus vaak alleen ligt op de CO₂-uitstoot van een gebouw nadat het is opgeleverd, met andere woorden, hoeveel energie het nodig heeft voor verwarming, koeling, ventilatie, etc. (Hertwich et al., 2020). Hierbij wordt geen rekening gehouden met de hoge CO₂-uitstoot die gepaard gaat met de toegepast materialen in diezelfde constructie. De grote ecologische impact die hiermee gepaard gaat, wordt dus verwaarloosd (Hertwich et al., 2020). Toch heeft het proces van grondstof tot eindproduct een grote invloed op de aarde (Depae, 2023). Bovendien vereisen deze gebouwen mechanische installaties die ook energie nodig hebben. Toch blijft bijna elk architectuurproject, ondanks dit bewustzijn, bijdragen aan de klimaatcrisis (Pelsmaker, 2022). Het is dus van belang dat een architectuurproject niet alleen deze schadelijke gevolgen wil minimaliseren, maar net ingrijpt en een herstellende impact creëert.

De erfgoedsite in Herkenrode biedt een kans om deze visie toe te passen. De site kan een toekomstbeeld creëren van hoe we kunnen omgaan met het historisch erfgoed zonder afbreuk te doen aan de ecologische principes. De overkoepelende onderzoeksvraag luidt dan ook: "Hoe leven binnen de planetaire grenzen op de Herkenrode site?"

Hier ontstaat de uitdaging om een nieuwbouwproject te ontwikkelen dat niet alleen integreert met het bestaande erfgoed, maar tegelijkertijd ook een minimale ecologische impact achterlaat. Hieruit volgt de onderzoeksvraag voor dit onderdeel: "Hoe kan een nieuwbouwproject integreren op de erfgoedsite Herkenrode en tegelijkertijd de ecologische impact minimaliseren?"

De gebruikte methodologie is descriptief desktop research. Verschillende strategieën worden onderzocht via een literatuurstudie en de analyse van bijhorende architectuurreferenties. Deze kennis wordt vertaald in een ontwerp.

Door meer aandacht te besteden in de ontwerpfase kan er een architectuur gecreëerd worden met lokale, korte ketenmaterialen waarbij het volledige proces een laag CO₂-gehalte heeft.

Hierbij kan een architectuur gecreëerd worden die niet alleen voldoet aan de noden van de mens, maar ook aan die van de natuur.

| Abstract EN

To keep global warming below 1.5 degrees, the architecture we know today will have to change. Indeed, the building sector is responsible for 36% of Europe's CO₂ emissions (Pelsmaker et al., 2022). Therefore, a shift towards a carbon-neutral or carbon-free society is necessary. This can only be achieved if the construction sector also undergoes a transformation.

The current problem lies in the fact that the focus is often only on the CO₂ emissions of a building after it is completed, in other words, how much energy it needs for heating, cooling, ventilation, etc. (Hertwich et al., 2020). While there may have been improvements in this area in recent years, the real problem is precisely that the materials in this construction are associated with high CO₂ emissions and environmental impact, which is often neglected (Hertwich et al., 2020). However, the process from raw material to finished product has a major impact on the earth (Depae, 2023). Moreover, these buildings require mechanical installations that also require energy. Yet, despite this awareness, almost every architectural project continues to contribute to the climate crisis (Pelsmaker, 2022). It is therefore important that an architectural project does not simply seek to minimise these harmful impacts, but rather just intervenes and creates a restorative impact.

The transformation of the heritage site at Herkenrode offers an opportunity to transform this location. The site can create a future image of how we can deal with historical heritage without compromising ecological principles. The overarching research question is therefore: 'How do we live within planetary boundaries at the Herkenrodesite?'

Here, the challenge arises to develop a new building project that not only integrates with the existing heritage, but at the same time leaves a minimal ecological impact. From this follows the research question for this section: 'How can a new building project integrate on the Herkenrode heritage site while minimising its ecological impact?'

The methodology used is desktop research and is descriptive. Different strategies are investigated through a literature review and the analysis of associated architectural references. This knowledge is translated into a design.

By paying more attention in the design phase, an architecture can be created with local, short-chain materials in which the entire process has a low CO₂ content.

In doing so, an architecture can be created that not only meets the needs of humans, but also those of nature.

ABSTRACT	4
INTRODUCTIE	8
01 VERKENNING VAN DE CONTEXT	10
Masterplan	10
Individuele projectlocatie	12
02 LITERATUURSTUDIE	15
Materialendieet	16
Gebouwen zonder installaties	20
Case: 2226 - Baumschlager Eberle	22
Passieve ontwerpstrategieën	24
Natuurlijke ventilatie	26
Thermische massa	30
Materialiteit	32
Rammed earth	34
Case: Ricola Kräuterzentrum	40
Case: Rauch Haus	42
Hybride structuur: combinatie aarde en hout	46
Case: Hortus	47
Case: Rauch Haus	48
Programma	49
Case: Frans Masereel Centrum	50
Case: C-mine Atelier	51
Conclusie	52
03 HET ONTWERP	53
LITERATUURLIJST	84
FIGURENLIJST	87

| Introductie

Om de opwarming van de aarde onder de 1,5 graden Celsius te houden, zal de architectuur die we vandaag kennen moeten veranderen. De bouwsector is namelijk verantwoordelijk voor 36% van de CO₂-uitstoot in Europa (Pelsmaker et al., 2022). Daarom is een verschuiving naar een koolstofneutrale of koolstofvrije samenleving noodzakelijk. Dit kan enkel bereikt worden als ook de bouwsector een transformatie ondergaat.

Deze transformatie wordt toegepast op de erfgoedsite van Herkenrode. Met een duurzame toekomstvisie in het achterhoofd werd een masterplan ontwikkeld voor deze site. Een herstructurering zorgt ervoor dat de site terug geheractiveerd wordt en kan transformeren naar een hedendaagse zelfvoorzienende gemeenschap. Een herbestemming van de bestaande gebouwen, in samenwerking met de strategische inplanting van nieuwe gebouwen, maken de site leesbaar en terug leefbaar.

Hier ontstaat de uitdaging om een nieuwbouwproject te ontwikkelen dat niet alleen integreert met het bestaande erfgoed, maar tegelijkertijd ook een minimale ecologische impact achterlaat. De onderzoeksvraag voor dit onderdeel luidt dan ook: "Hoe kan een nieuwbouwproject integreren op de erfgoedsite Herkenrode en tegelijkertijd de ecologische impact minimaliseren?"

Door meer aandacht te besteden in de ontwerpfase kan er een architectuur gecreëerd worden met lokale, korte ketenmaterialen waarbij het volledige proces een laag CO₂-gehalte heeft.

Het masterproject biedt een kans om een architectuur te creëren die niet alleen voldoet aan de noden van de mens, maar ook aan die van de natuur.

In het eerste hoofdstuk wordt kort de context verkend. Hier wordt er ingezoomd op de individuele projectlocatie en de strategieën waar de focus op zal liggen in de literatuurstudie.

Hoofdstuk 2 geeft de literatuurstudie weer. Deze is gebaseerd op enkele strategieën die voortvloeiden uit de perspectieven die onderzocht zijn in het gemeenschappelijke onderdeel van masterscriptie.

Als eerst wordt het principe van het materialendieet van Carcassie et al. (2022) onderzocht. De gevolgen van de keuze van materialen in een constructie op de CO₂-uitstoot worden gevisualiseerd. Het motiveert om te kiezen voor materialen die koolstofneutraal of -negatief zijn.

Bovendien beïnvloeden de hoeveelheid technische installaties in constructie mee deze waarde. Daarom wordt in het tweede deel "gebouwen zonder installaties" hier dieper op ingegaan. Via de analyse van passieve ontwerpstrategieën zoals natuurlijke ventilatie en thermische massa wordt er een alternatief gecreëerd voor bepaalde mechanische installaties. Zo wordt het stackeffect en het concept van 'earth, wind & fire' van Bronsema et al. (2002) onderzocht en wordt het concept van thermische massa dieper bekeken.

Vervolgens wordt de materialiteit besproken. Voortvloeiend uit voorgaande thema's is de materialiteit van de constructie bepaald, namelijk rammed earth en de combinatie van rammed earth en hout. De eigenschappen van deze materialen worden onderzocht om dit correct te kunnen toepassen in het ontwerpproject.

Tot slot worden enkele cases rond het programma onderzocht om maatvoeringen en functies van dit type programma te kunnen voorzien.

Om de literatuurstudie af te sluiten worden uit alle voorgaande hoofdstukken eisen opgesteld waaraan mijn eindproject moet voldoen.

Dit voorgaand onderzoek leidt tot het ontwerp dat voorgesteld wordt in het laatste hoofdstuk van de scriptie.

Kortom, door het verkennen van deze vraagstelling kan een discussie over duurzaamheid op gang gezet worden in combinatie met praktische inzichten voor de toekomstige ontwikkelingen van erfgoedsites zoals Herkenrode.



01 Verkenning context

Fig. 1: Torengebouw Herkenrodesite - Team van Meer

| Het masterplan

In het eerste deel van deze masterscriptie, gezamenlijk geschreven door de studenten uit 'Studio Duurzaamheid', wordt uitvoerig het bekomen masterplan beschreven. In dit onderdeel is ook de analyse van de site terug te vinden. Het nieuwe masterplan voor de site is zichtbaar in Figuur 2. Dit onderdeel van de masterscriptie richt zich op het individuele onderzoek, met een specifieke projectlocatie.

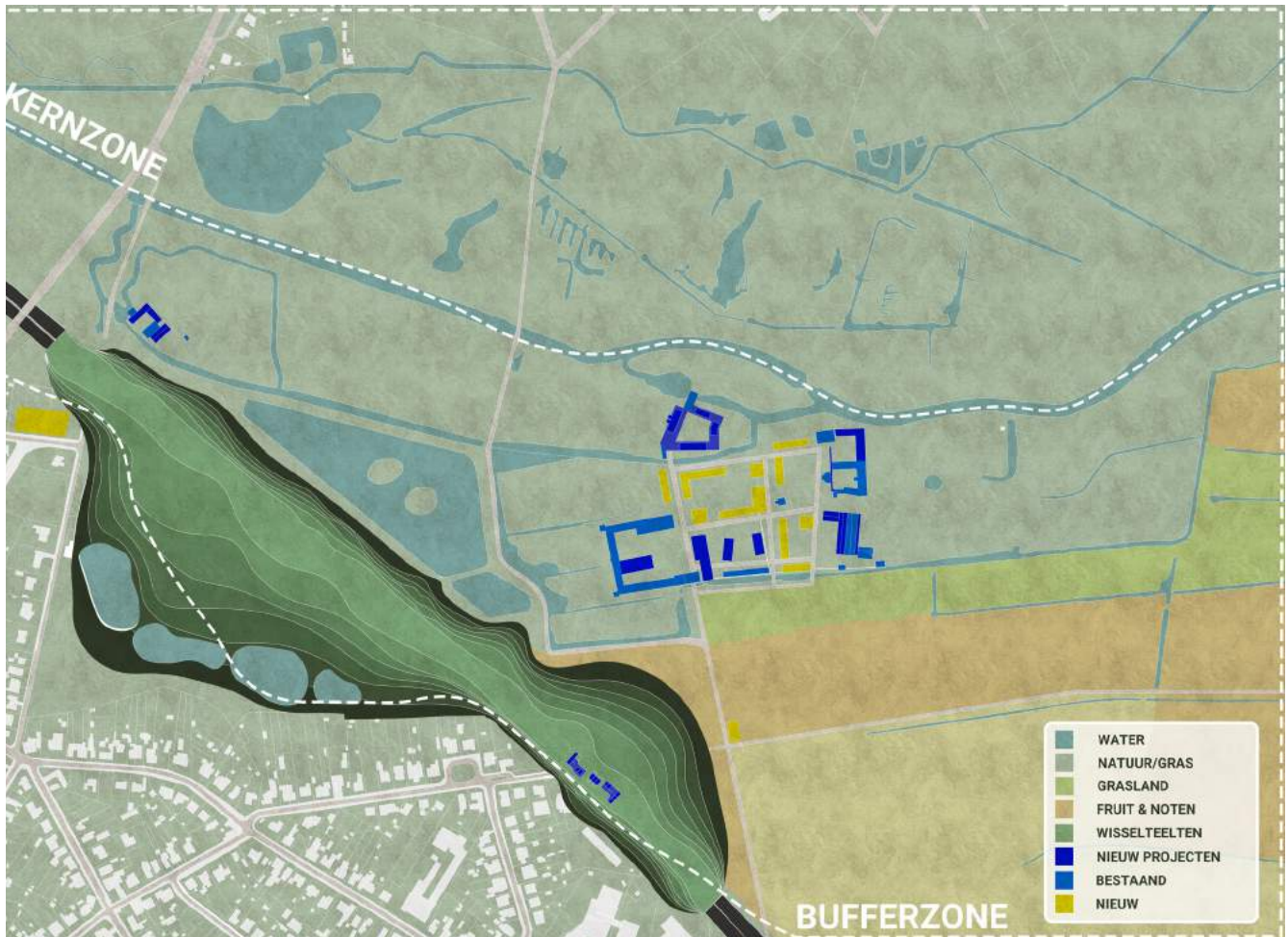


Fig. 2: Masterplan Herkenrode site

Voortbouwend op de bevindingen van eerdere onderzoeksfases, onderzocht in de gezamenlijke scripte, zijn er verschillende strategieën opgesteld. Dit onderdeel zal zich richten op enkele strategieën: het materialendieet, het verminderen van installaties, regeneratieve materialen, sociale duurzaamheid en collectieve woonvormen.

Deze strategieën worden herleid naar verschillende onderdelen van de literatuurstudie, waar ze via overkoepelende thema's verder geanalyseerd worden. Ook worden via referentieprojecten toepassingen in de architectuur gezocht. Dit onderzoek biedt een kader voor het uiteindelijk ontwerp.

Strategieën	Individueel project student x – focus op ...	
	Perspectieven	Concrete uitwerking
15 minuten stad		
Collectieve woonvormen	X	De kunstenaarsresidentie omvat allerlei studio's. De keuken en leefruimte zijn gemeenschappelijk per verdieping. Ook andere voorzieningen zoals wasruimte, fietsenstalling etc. zijn collectief.
Ontmoeting stimuleren	X	Zowel de ligging in het masterplan als het programma stimuleren de mensen om elkaar op te zoeken.
Sociale inclusie	X	Het is van belang dat iedereen hier terecht kan en zijn creativiteit kan uiten.
Gemeenschapscohesie bevorderen	X	Door een cultureel programma toe te voegen aan de site wordt er een plek gecreëerd waar de gemeenschap zijn kan uiten in creativiteit. Het moet een plek vormen die verbindt.
Biodiversiteit activeren		
Productief landschap		
Zelfvoorzienend		
Ambacht		
Verminderen vleesconsumptie		
Lokaal voedsel produceren		
Hergebruik		
Materialendieet	X	Dit onderdeel wordt onderzocht in het eerste deel van de literatuurstudie. Het heeft een invloed op het volume, het materiaalgebruik en de toepassing van installaties in het uiteindelijke ontwerp.
Regeneratieve materialen	X	De toepassingen van materialen is van cruciaal belang, mede voortvloeiend uit het materialendieet. Materialen die geen materiaalbron uitputten en opnieuw kunnen groeien passen binnen dit dieet.
Verminderen van installaties	X	Door passieve ontwerp strategieën te onderzoeken, zoals natuurlijke ventilatie en thermische massa, probeer ik zo min mogelijk installaties toe te passen.

Fig. 3: Matrix met strategieën toegepast in het ontwerp

| Inzoomen op individuele projectlocatie

De projectsite is een erfgoedsite. Hierdoor is het van belang om met respect om te gaan met het bestaande erfgoed. Daarom wordt er een analyse gedaan van de dichtstbijzijnde gebouwen om zo het project af te stemmen aan de noden op die bepaalde plek.

De projectsite bevindt zich op een strategische locatie binnen het masterplan, namelijk in het kloppende hart van de site. Deze centrale ligging is niet toevallig, maar eerder doordacht en doelbewust vanuit het masterplan. Het gebouw is zorgvuldig gepositioneerd naast het iconische torengedebouwe van de Herkenrode site en speelt zo een essentiële rol in het vormgeven van de contour van het binnenplein. Hierdoor wordt niet alleen de ruimtelijke samenhang van de site bevorderd, maar wordt ook de sociale duurzaamheid van de site verhoogd. Het fungeert als een ontmoetingsplaats, een knooppunt waar mensen samenkomen, ideeën uitwisselen en gemeenschapsbanden versterken.

Het poortgebouw en de portierswoning hebben een invloed op de ontwikkeling van het project. Ook de dreef, het binnenplein met daarrond de stallingen en de Tiendscheur zullen een rol spelen.



Fig. 4: Inplanting project binnen het masterplan



Fig. 5: Torengedouw Herkenrode site - LUCID

Het poortgebouw van de Herkenrodesite dateert van 1531 (Abdijsite Herkenrode, z.d.). Het vormt de overgangszone tussen de abdij zelf en de rest van de omgeving. Vandaag vormt het gebouw het icoon van de site en is het een referentiepunt van de abdij.



Fig. 6: Portierswoning Herkenrode site - LUCID

Naast het poortgebouw ligt de portierswoning. Dit gebouw deed dienst als woonhuis voor knechten en personeel. Dit gebouw werd later gebouwd tussen 1728 en 1744 door abdis Barbara de Riviere d'Arschot (Abdijsite Herkenrode, z.d.).



Fig. 7: De Tiendschuur - HERITA

Het binnenplein wordt omgeven door de oude stallen en de Tiendschuur. Op dit moment is er een bezoekersonthaal met expositie in deze stalling en wordt de Tiendschuur gebruikt als eventlocatie (Herita, z.d.).



| 02 Literatuurstudie

| Materialendieet voor een klimaatneutrale constructie

De bouwsector gebruikt heel wat materialen die een grote ecologische voetafdruk nalaten. Deze materialen ondergaan het proces van winning, ontwerp en uitvoering. Het is dan ook belangrijk dat er kritisch gekeken wordt naar de ecologische gevolgen hiervan en hoe deze kunnen verkleind worden. Architecten kunnen hierbij een belangrijke rol spelen, aangezien hun taak niet alleen een duurzaam ontwerp creëren is, maar ook aandacht schenken aan het materiaalgebruik in een gebouw. Indien architecten dit in praktijk brengen, betekent dit dat de architectuur hoe we die vandaag kennen zal veranderen. Het is belangrijk dat architecten beseffen dat de impact van de gebruikte materialen niet altijd meteen zichtbaar is, maar toch heel groot kan zijn.

Het principe van het materialendieet kan de aandacht voor het materiaalgebruik in een project verhogen. Dit concept werd uitgelegd in een lezing gegeven door Guillaume Habert, professor aan ETH Zurich. Hij haalt het belang van de verandering van het materiaalgebruik in de bouwsector aan. Hij toont aan dat om onder de 1,5 graden opwarming te blijven, er een overschakeling moet plaatsvinden naar koolstofnegatieve gebouwen. Deze uitspraak wordt bevestigd in het rapport van IPCC. Dit rapport bewijst dat het beperken van de opwarming tot 1,5 graden onhaalbaar is als er geen drastische vermindering gebeurt van het uitstoten van broeikasgassen (IPCC, 2021). Daarom is het van belang om te kijken welke transformatie de bouwsector kan ondergaan om dit mee te verwezenlijken. Het probleem echter is dat er vandaag vaak enkel gekeken wordt naar de energienood van een gebouw in de gebruiksfase terwijl de uitstoot die gepaard gaat met de productie van de materialen in datzelfde gebouw verwaarloosd wordt (Hertwich et al., 2020). Er moet dus ook gekeken worden naar de uitstoot van koolstof bij de ontwerpfase van een gebouw, inclusief de gebruikte materialen. Figuur 9 toont de ontleding van een gebouw en alle bouwmaterialen en bijhorende grondstoffen die hiermee gepaard gaan. Zo wordt in een oogopslag duidelijk hoeveel materialen in 1 gebouw aanwezig zijn.

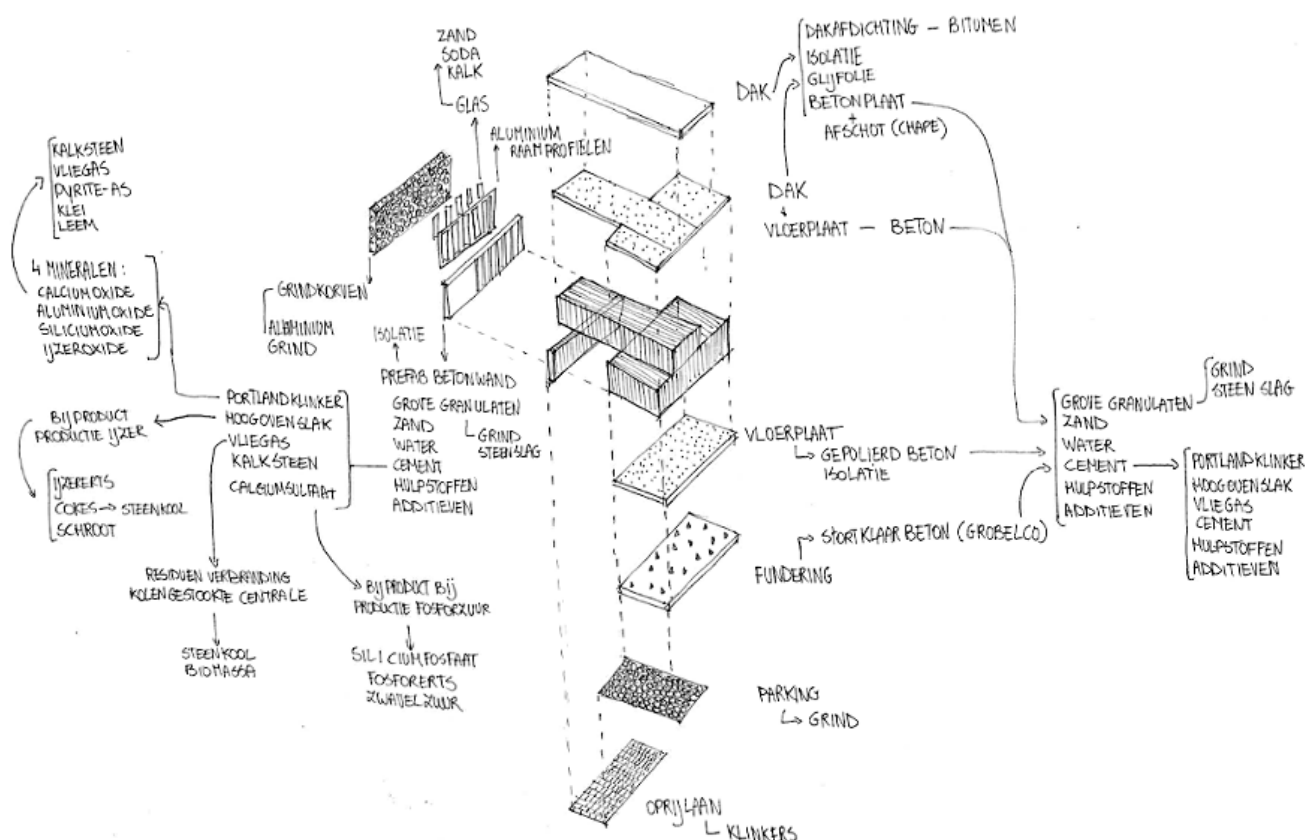


Fig. 9: Zelfgemaakte schets van ontleding van een standaard gebouw op basis van onderzoek C. Maltterre - Barthes

Het materialendieet brengt het begrip 'klimaatneutrale constructies' naar boven. Dit begrip wordt geïmpliceerd in het artikel 'Material diets for Climate-neutral constructions' geschreven door Carcassi et al. (2022). Het artikel beschrijft dat gebouwen een belangrijke rol spelen bij het verminderen van de uitstoot van broeikasgassen en introduceert zo het begrip 'klimaatneutrale gebouwen'. Het gebruik van biogebaseerde materialen die koolstof opnemen bij de ontwikkeling, zorgt ervoor dat er een compensatie zal ontstaan met de noodzakelijke, koolstofrijke materialen in diezelfde constructie (Carcassi et al., 2022).

De materialendriehoek, ontwikkeld door Carcassie et al. (2020), geeft aan welke materialen in welke categorie horen. Er zijn drie categorieën: Koolstofrijk, koolstofneutraal en koolstofarme materialen. Op basis van de netto GWP-waarde kunnen verschillende materialen geclassificeerd worden in deze categorieën (Carcassie et al., 2022). De GWP-waarde, oftewel global warming potential, maakt de vergelijking van de gevolgen die materialen hebben op het broeikaseffect mogelijk (United States Environmental Protection Agency, 2024). Deze waarde geeft aan welke bijdrage een materiaal heeft tot het broeikaseffect in vergelijking met de eenheid CO₂ over een basis van 100 jaar. Beton en staal hebben een hoge GWP-waarde omdat het productieproces van deze bouwmaterialen veel CO₂ uitstoten (van den Bosch, 2023). Zoals zichtbaar in de driehoek staan materialen zoals stro en hennep bij de categorie koolstofnegatief. Deze materialen zijn biobased materialen. Deze materialen absorberen CO₂ uit de lucht tijdens hun groeiproces en integreren het in hun structuur (van den Bosch, 2023). Bovendien vormen ze een opslag voor CO₂ tijdens het gebruiksproces. Hierdoor nemen ze meer CO₂ op dan ze uitstoten en behoren ze tot de koolstof negatieve categorie.

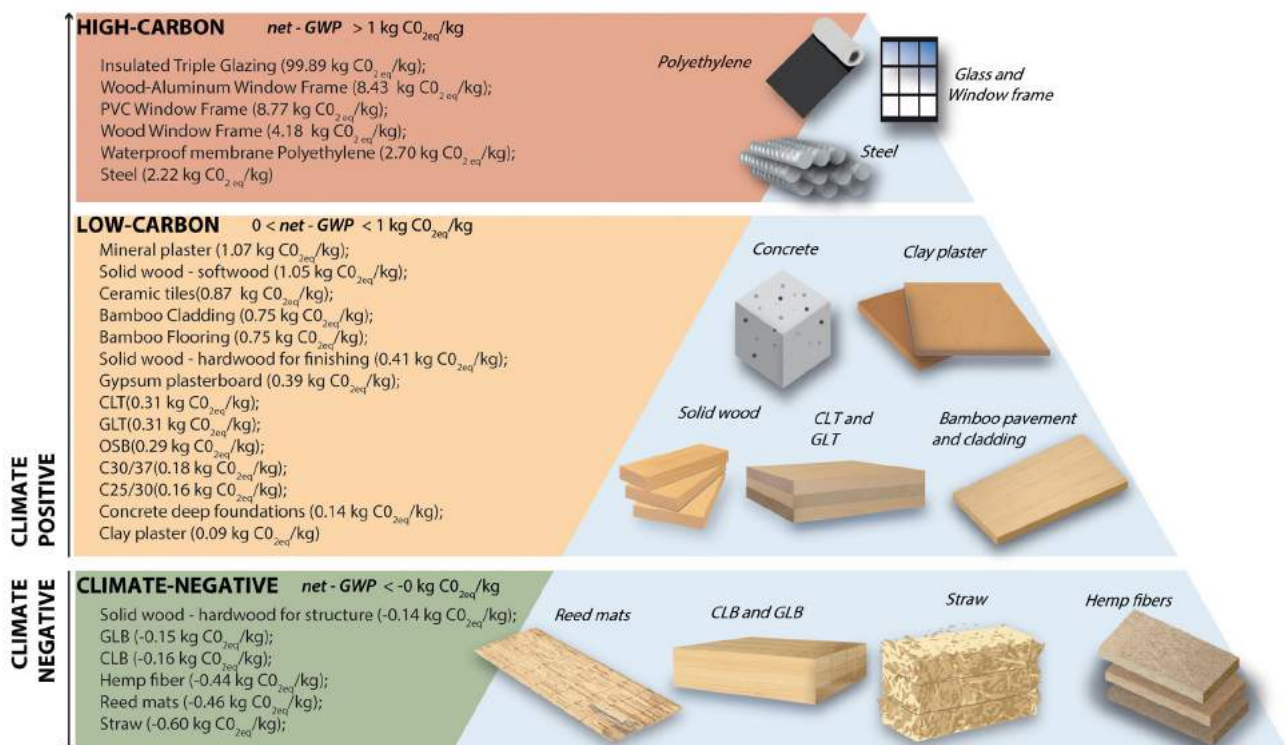


Fig. 10: Materialendriehoek. Carcassie et al. (2023)

Om de impact van dit materialendieet en de toepassing van de materialendriehoek weer te geven toont Guillaume Habert (2023) in zijn lezing verschillende diagrammen. Elk diagram staat voor een verschillend materiaal dieet en geeft onderaan twee waarden weer. De rode waarde is de hoeveelheid CO₂-uitstoot. De groene waarde is de hoeveelheid koolstofopname die te pas komt.

Eerst is er een optie voorgesteld waarbij er de gebruikelijke materialen worden toegepast, hoofdzakelijk gebruikmakend van cement. Beton werd gekozen als referentiemateriaal omdat dit een veelgebruikt bouwproduct is in hedendaagse constructies (Choplin, 2019). De CO₂-uitstoot bedraagt 15,1 kg CO₂/m².jaar

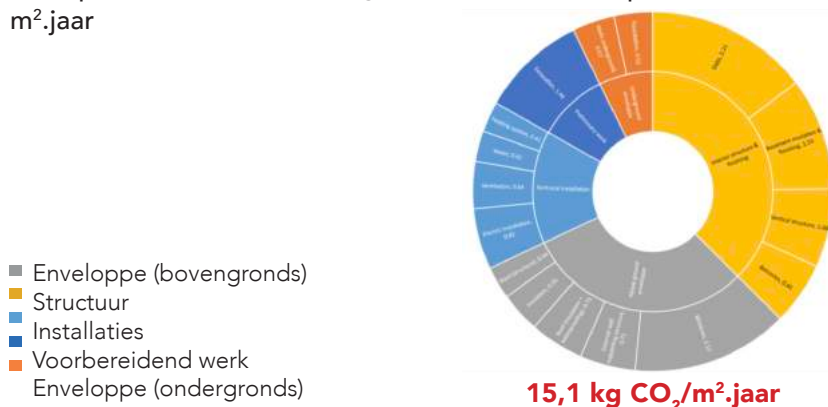


Fig. 11: Diagram 1 koolstofuitstoot gebouw.
Habert (2023)

Betonnen constructie
4 verdiepingen, lage compactheid
Raam/muur verhouding = 50%
2 ondergrondse verdiepingen

Het tweede diagramma is een compactere variant met een vermindering van ramen en minder ondergrondse verdiepingen. De uitstoot vermindert hierdoor naar 11,8 kg CO₂/m².jaar.

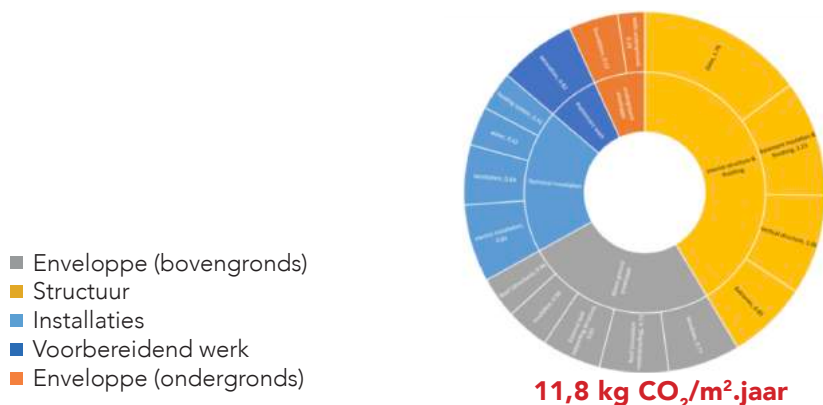


Fig. 12: Diagram 2 koolstofuitstoot gebouw.
Habert (2023)

Betonnen constructie
4 verdiepingen, **compact**
Raam/muur verhouding = 30%
1 ondergrondse verdiepingen

Door de ondergrondse verdiepingen te verwijderen en de betonnen constructie te vervangen naar een houten constructie komt de uitstoot neer op 8,19 kg CO₂/m².jaar. Van deze waarde kan de gestockeerde CO₂-waarde, die 3,36kg CO₂/m².jaar is, afgetrokken worden.

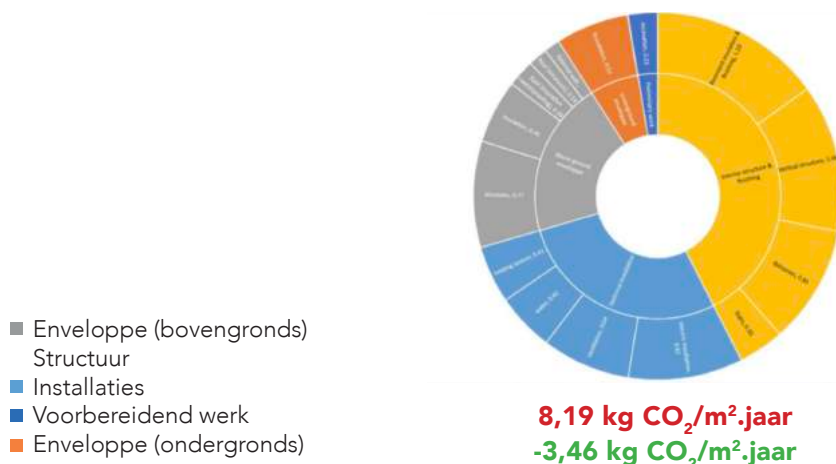
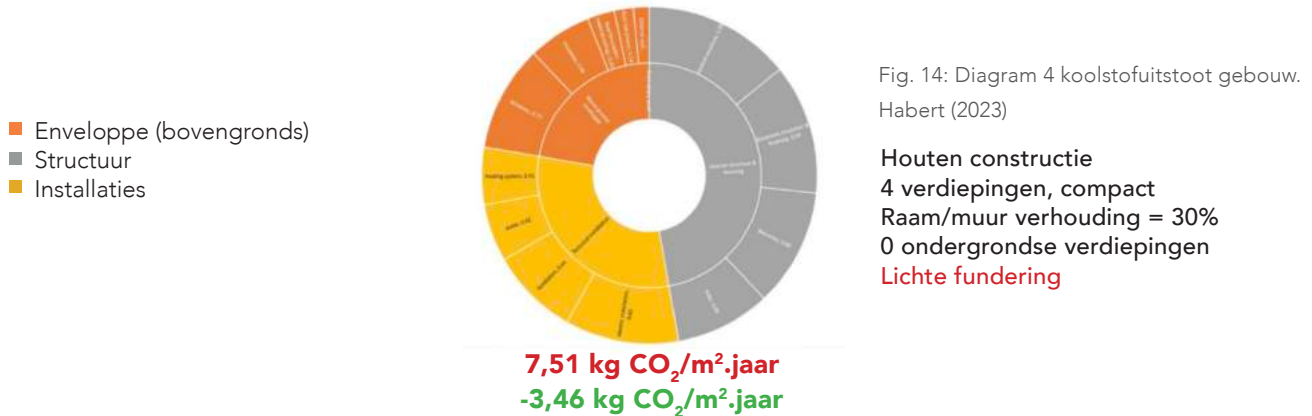


Fig. 13: Diagram 3 koolstofuitstoot gebouw.
Habert (2023)

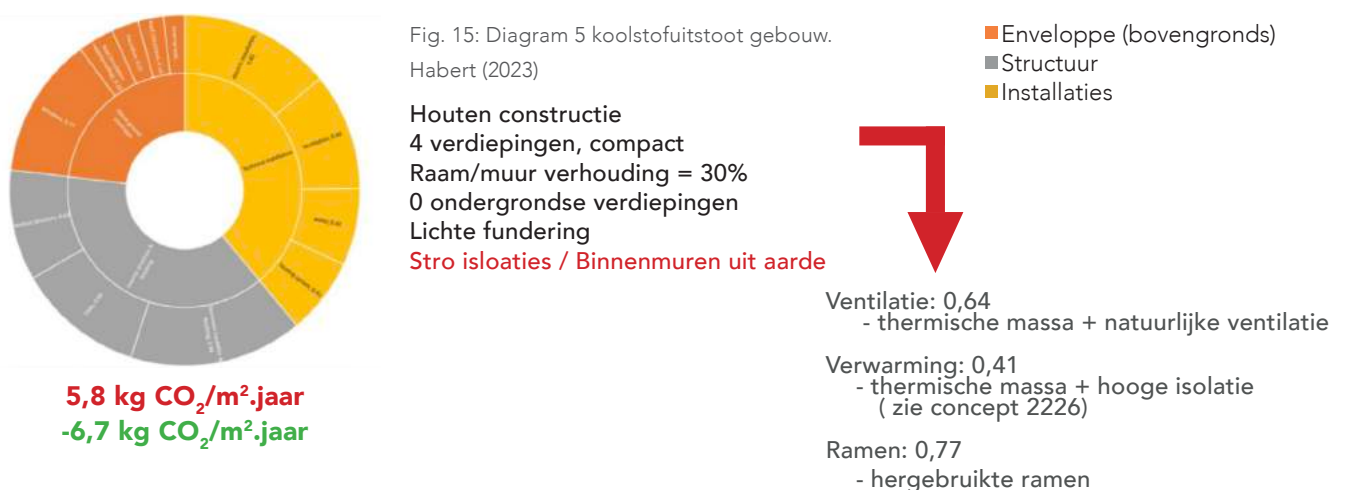
Houten constructie
4 verdiepingen, compact
Raam/muur verhouding = 30%
0 ondergrondse verdiepingen

Voorgaand diagramma toont dat de betonnen fundering (voorbereidend werk en ondergrondse enveloppe) nog altijd een impact heeft die vermeden kan worden. Door een licht fundering toe te passen kunnen ook deze koolstofimpact vermeden worden.



Ondanks deze aanpassing blijft de nulwaarde ver weg. Daarom wordt in de volgende stap een overschakeling gemaakt van conventionele materialen naar zoveel mogelijk biobased materialen. De isolatie wordt voorzien uit stro en de binnenmuren uit aarde. Beton wordt zoveel mogelijk vermeden. Door de toepassingen van deze koolstofnegatieve materialen wordt de koolstofopname groter dan de koolstofuitstoot. Dit toont aan dat het mogelijk is, wanneer hier voldoende aandacht aan besteed wordt in de ontwerpfase.

Nu de structuur en de enveloppe van het gebouw geoptimaliseerd zijn, kunnen bijkomende maatregelen genomen worden om de koolstofuitstoot nog te doen dalen. Het hergebruik van ramen, een bouwproduct dat sterk koolstofpositief is, zou een verbetering zijn. Het overgebleven probleem zijn de technische installaties (Habert, 2023). Hoofdzakelijk spelen ventilatie en verwarming een grote rol. Door in ontwerpfase deze systemen af te stemmen op de gebruikte materialen kunnen ook deze waarden verminderen. Aarde heeft bijvoorbeeld de eigenschap om de luchtvochtigheid mee te regelen en kan ervoor zorgen dat de mechanische ventilatie kan gescharpt worden (Habert, 2023). Ook de verwarming kan verminderd worden door de toepassing van thermische massa en voldoende isolatie (Habert, 2023).



Kortom, om een impact te hebben op de vermindering van de uitstoot van koolstof bij de constructie van gebouwen zijn verschillende principes van belang (Habert, 2023). Allereerst is het essentieel om het volume compact te houden en de structuur te optimaliseren. Ook moet het gebruik van beton geminimaliseerd worden en het gebruik van biobased materialen maximaal zijn. Als laatste is het beperken van installaties een aandachtspunt. Hier wordt in het volgende hoofdstuk dieper op ingegaan.



Fig. 16: 2226, Baumschlager Eberle Architekten. Foto van Hueber E.(2013)

| Het minimaliseren van installaties in gebouwen

Installaties en technieken zijn een dominante factor geworden in de gebouwde omgeving. Ondanks nieuwbouwprojecten steeds beter geïsoleerd en luchtdicht zijn, stijgt het aantal installaties.

Installaties dragen namelijk bij aan het creëren van een comfortabele en gezonde binnenomgeving door de regeling in temperatuur, licht, hygiëne, etc. (Bronsema, 2002). Deze ontwikkeling heeft de ontwerpvrijheid van architecten vergroot.

Ondanks deze positieve effecten, staat de realiteit dat installaties een impact hebben op het verbruik van energie en grondstoffen (Bronsema, 2002). Dit betekent dat de installaties en technieken die toegepast worden in een gebouw, mee een rol spelen op de koolstofuitstoot van datzelfde gebouw, wat in het voorgaande hoofdstuk reeds door Guillaume Habert werd aangehaald.

Dit hoofdstuk richt zich op het concept van het minimaliseren van installaties in gebouwen en onderzoekt de praktische toepassing aan de hand van de casestudy '2226' ontworpen door Baumschlager Eberle.

Dit onderdeel moet een antwoord bieden op de deelvraag: "Hoe kan een gebouw tegenwoordig nog gebouwd worden zonder installaties?"

CASE : 2226 - Baumschlager Eberle

Baumschlager Eberle Architekten ontwikkelde het universeel prototype '2226' waarbij er zo min mogelijk installaties aanwezig zijn. Het kantoorgebouw is gelegen in Lustenau, een stad in Oostenrijk.

De naam is afgeleid van de constante binnentemperatuur die altijd tussen de 22 en 26 graden is (Baumschlager Eberle Architekten, z.d.) Dit wordt mogelijk gemaakt door verschillende passieve ontwerptechnieken. Eén daarvan is het gebruik maken van de thermische massa van de gebouwschil. De massieve muren hebben het vermogen om warmte of koude voor een bepaalde periode vast te houden en daarna weer af te geven afhankelijk van de ruimtetemperatuur (tektoniek, 2022).



Fig. 17: 2226, Baumschlager Eberle Architekten.
Foto van Hueber E.(2013)

Dit principe wordt toegepast in de enveloppe van de woning. De gebouwschil bestaat daarom uit een muurdikte van 76 cm, bestaande uit 38 cm dragend metselwerk en 38 cm isolerend metselwerk (Aicher et al., 2016). Het vormt zo een buffer om koude en warmte te stockeren.

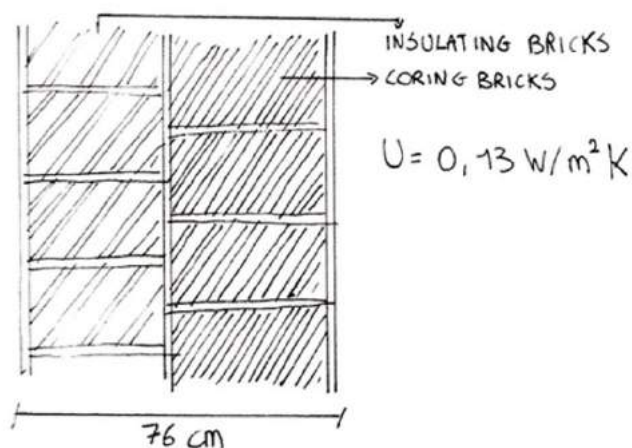


Fig. 18: Verticale doorsnede muur '2226'



Fig. 19: Werffoto muuropbouw '2226'
Foto van Hueber & Leong

Door de dikke buitenschil ontstaat er automatisch een diepere dagkant (Aicher et al., 2016). Hierdoor wordt de zon in de zomermaanden afgeblokt en wordt oververhitting door de zon voorkomen. In de winter kan de zon door een lagere zonnestand wel binnen schijnen en zorgt dit voor zonnewinsten (Sekban, 2019). De hoogte van de ruimtes en ramen heeft een invloed op de natuurlijke verlichting van de verschillende ruimtes. De ruimtes zijn 3,30 meter hoog (Sekban, 2019). Het merendeel van de ramen heeft een hoogte van vloer tot plafond, wat ervoor zorgt dat het licht dieper in de ruimtes kan rijden (Aicher et al., 2016).

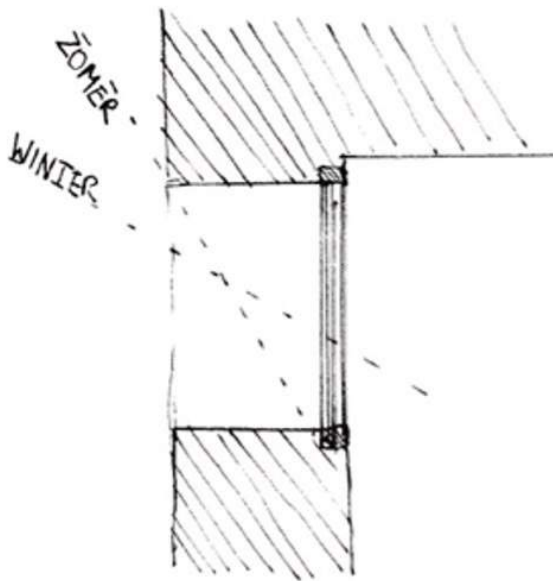


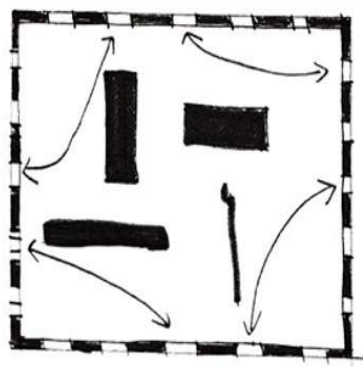
Fig. 20: Zonnenstanden winter en zomer



Fig. 21: 2226, Baumschlager Eberle Architekten. Foto van Hueber E.(2013)

Het gebouw wordt in de winter verwarmd met verschillende warmtebronnen die reeds aanwezig zijn in het gebouw. De gebruiker zelf behoort, door zijn lichaamswarmte, daarbij maar ook apparaten zoals lampen, computers, etc. geven bij gebruik warmte af (Aicher et al., 2016).

Om een gezonde binnenomgeving te creëren, sturen sensoren de ventilatiepanelen aan wanneer het CO₂-gehalte in de lucht begint te stijgen (Sekban, 2019). Deze gaan automatisch open en dicht. Ook in de zomer worden deze gebruikt om het gebouw 's nachts natuurlijk af te koelen (Aicher et al., 2016).



ENKEL DE VENTILATIE OPENINGEN DIE
DIAGONAAL DE RUIMTE DOORKRUISEN GAAN OPEN.
→ LIGGING HEEFT INVLOED OP EFFICIENTIE

Fig. 22:: Ventilatiestromen op grondplan '2226'

Conclusie:

Het principe van zo weinig mogelijk installaties toe te voegen in een constructie begint bij de ontwerpfase. Passieve ontwerpstrategieën zoals thermische massa, natuurlijke ventilatie, oriëntatie etc. hebben een invloed hierop.

Toch zijn de materialen, gebruikt in dit referentieproject, om deze thermische massa te creëren niet klimaatvriendelijk. Dit ligt in tegenspraak met de principes uit het eerste hoofdstuk, waar Habert (2023) staft dat deze thermische massa kan bereikt worden met andere materialen zoals aarde. Dit principe wordt verder onderzocht in het hoofdstuk over materialiteit.

| Passieve ontwerpstrategieën

De klimaatcrisis benadrukt de noodzaak om ontwerpen af te stemmen op context en klimaten, met de nadruk op het gebruik van zo veel mogelijk passieve ontwerpstrategieën. Dit principe wordt aangehaald in het boek "Designing for The Climate Emergency" geschreven door Pelsmakers et al. (2022). Een thema in dit boek is het toepassen van passieve ontwerpstrategieën. Deze benadering streeft naar het minimaliseren van mechanische systemen in gebouwen die voor koeling, ventilatie of verwarming zorgen. In plaats daarvan wordt het binnenklimaat gereguleerd door natuurlijke elementen (Pelsmakers et al., 2022).

Natuurlijke ventilatie en thermische massa zijn de hoofdstrategieën die besproken worden in volgende onderdelen.

Natuurlijke ventilatie

In de hedendaagse bouwsector worden gebouwen steeds meer afhankelijk van installaties om aan gezondheids- en comforteisen te voldoen. Een voorbeeld hiervan is de aanbeveling van mechanische ventilatiesystemen. Deze systemen brengen kunstmatige luchtstromen op gang en reguleren zo de temperatuur en luchtkwaliteit (Vlaanderen.be, z.d.) Deze manier van ventileren brengt niet alleen een meerkost met zich mee, maar heeft ook gevolgen op het energieverbruik en daarbij dus ook op de ecologische kost.

Geïnspireerd op het voorgaand besproken project '2226' en het principe van passieve veerkracht richt dit onderdeel zich op het toepassen van natuurlijke ventilatie in bouwconstructies, met een specifieke focus op atria. Daarom worden 2 specifieke manieren van natuurlijk ventileren besproken. Eerst komt het schouweffect aanbod. Deze toepassing is niet voor elke functie van gebouwen geschikt. Daarom is er een tweede strategie besproken, namelijk het 'Earth, wind & fire' concept.

01 | Schouweffect

Er bestaan verschillende methoden om een gebouw natuurlijk te ventileren en niet elke systeem is even goed toepasbaar. Het is daarom essentieel om hiermee rekening te houden bij het begin van de ontwerpfase.

Atria worden regelmatig toegepast in grootschalige gebouwen als ontwerpconcept. Toch brengen deze concepten niet alleen ruimtelijke kwaliteiten met zich mee, maar kunnen ze op vlak van duurzaamheid een grote rol spelen (Blesgraaf, 1996).

Atrium

Er bestaan verschillende soorten atria die gecategoriseerd zijn afhankelijk van de vorm die ze aannemen (Blesgraaf P., 1996). Bovendien speelt de hoogte en de grootte van het atrium een rol. Een atrium dat lager is zal meer daglicht toelaten dan een hoger atrium (Ahmad et al., 2010). Eenzelfde atrium kan 5% aan daglicht verliezen wanneer de hoogte verdubbeld wordt (Rennie & Parand, 1998).

Het onderzoek van Ho D. (1996) toont aan dat van onderstaande types atria, de centrale en lineaire variant de beste eigenschappen vertonen op vlak van het verminderen van temperatuurschommelingen. Ze scoren bovendien het beste op de algemene temperatuur prestatie die het dichtst bij de neutrale temperatuur blijft.

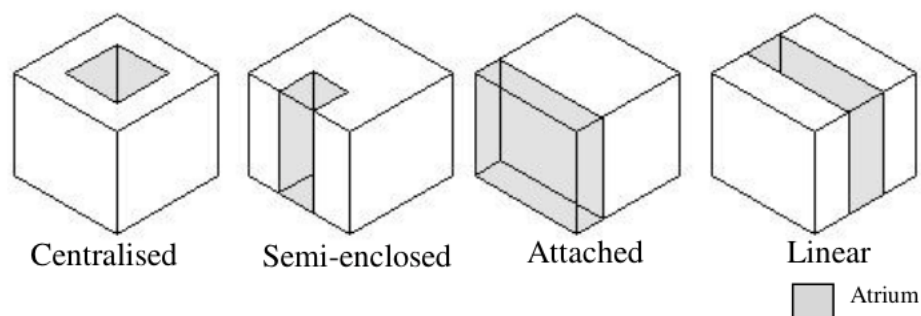


Fig. 23:: Verschillende typologieën van atriums

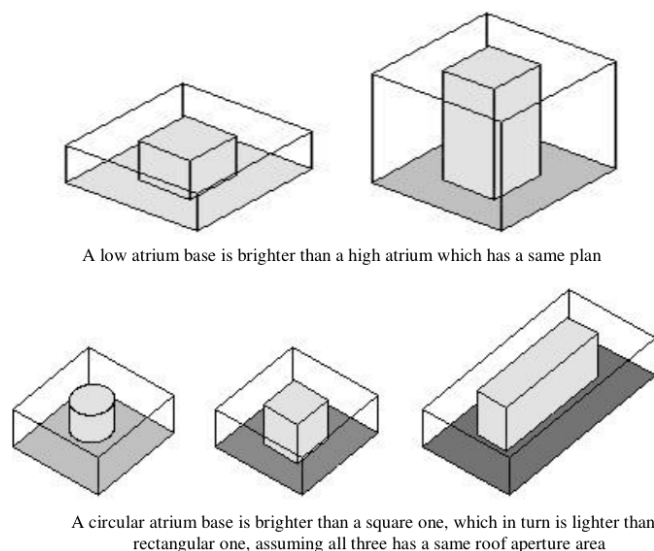


Fig. 24: Basisprincipes voor het maximaliseren van daglicht afhankelijk van de proporties van het atrium

Natuurlijke ventilatie

Een atrium dient niet alleen als architectonisch kenmerk, maar ook als functioneel element voor natuurlijke ventilatie. Een atrium kan best natuurlijk geventileerd worden. In het algemeen leidt het tot een beter resultaat dan dat het met een mechanische ventilatie wordt geventileerd (Blesgraaf, 1996). De eigenschappen van een atrium maken een hoog ventilatievoud mogelijk. Door ventilatieopeningen hoog in het atrium aan te brengen, in combinatie met een verhoging van de temperatuur, wordt de lucht naar boven gevoerd door de thermische trek die ontstaat (Blesgraaf, 1996).

Op deze manier wordt er een schoorsteeneffect opgewekt. Het hoogteverschil in de ruimte zorgt ervoor dat er een onderdruk ontstaat op de begane grond en zo een luchtbeweging opgang brengt richting het dak (Blesgraaf et al., 2001).

Via deze toepassing kan er op een efficiënte manier verse lucht worden aangevoerd en gebruikte lucht worden afgevoerd. Door openingen toe te voegen bovenaan het atrium, wordt deze warme lucht naar buiten gezogen. Terwijl deze warme lucht stijgt, wordt de koele lucht het gebouw binnengezogen via openingen op de verschillende niveaus (Pelsmakers et al., 2022).

Dit principe wordt weergegeven in Figuur 25, die de ventilatiestromen in Gateway II, Basingstoke, UK toont. In dit gebouw is geen mechanische ventilatie aanwezig. De buitenlucht stroomt via openingen in de buitengevel doorheen het gebouw richting het atrium. Het glas bovenaan het atrium zorgt ervoor dat de temperatuur bovenin gaat stijgen waardoor er thermische trek ontstaat en het gebouw natuurlijk ventileert via openingen boven in het atrium. Dit principe is ook 's nachts toepasbaar. Koele buitenlucht zal hierdoor het gebouw kunnen afkoelen. Door het gebouw af te stemmen op deze ventilatiemethode, kan het volledige gebouw geventileerd worden op energie-efficiënte wijze (Blesgraaf, 1996).

Een toename van de hoogte, de temperatuur en de ventilatieopeningen versterken de ventilatiestroom (Blesgraaf, 1996). Bovendien tonen metingen van Blesgraaf P. (1991) aan dat deze manier van ventileren van atria's het meest effectief is.

Het natuurlijk ventileren van een atrium via het schouweffect zorgt ervoor dat de luchttemperatuur in de zomer tussen de 1 en 6 graden hoger zal liggen dan buiten (Blesgraaf, 1996). Om deze waarden te kunnen behouden moet er voldaan worden aan het netto ventilatie-oppervlak, weergegeven in Figuur 26.

Deze percentages moeten zowel bovenaan als onderaan in de gebouwschil worden aangebracht. Deze waarden kunnen variëren afhankelijk van de voorzieningen die bijkomend worden toegevoegd zoals zonwering, thermische massa en ventilatie. De temperatuur kan dan gelijk zijn aan die van buiten.

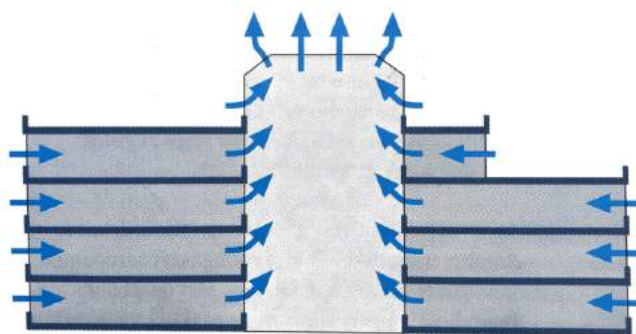


Fig. 25: Ventilatieconcept Gateway II, Basingstoke, UK
Hastings S.R. et al. (1994)

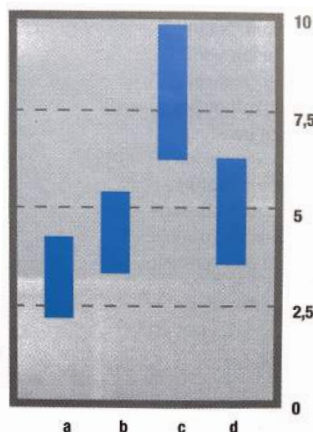


Fig. 26: Ventilatieopening als percentage van vloeroppervlak [%]
Blesgraaf (1996)

Aandachtspunten

Toch zijn er enkele aanbevelingen bij het toepassen van schouwventilatie. Deze manier van ventileren kan alleen toegepast worden als er een hoogteverschil is in de ruimte van minsten 1,2 m tussen de begane grond en het hoogste niveau waar de warme lucht kan wegzuigen (Pelsmakers et al., 2022).

Een aandachtspunt is de mogelijkheid tot oververhitting in de zomer. Een hoge gebouwmassa kan dit echter voorkomen (Blesgraaf, 1996).

Het ontwerp van de gevel, zoals de grootte van de ramen, zonnewering etc. speelt ook een bepalende rol voor een goed binnenklimaat in het gebouw te bekomen (Pelsmakers et al., 2022).

Een ander belangrijk aandachtspunt is akoestiek. Er wordt best geen gebruik gemaakt van natuurlijke ventilatie wanneer er in de nabije omgeving veel last is van lawaai (Blesgraaf, 1996). Natuurlijke ventilatie heeft openingen nodig, waardoor het lawaai voor geluidslast kan zorgen binnen in het gebouw. (Pelsmakers et al., 2022). Bovendien kan het van belang zijn om ook rekening te houden met de akoestiek in het gebouw voor interne verplaatsing van geluid. Het atrium zorgt voor een onderbreking van de horizontale constructie over verschillende verdiepingen waardoor ook hier het geluid zich beter kan verplaatsen (Blesgraaf, 1996). Het is dus van belang om het materiaalconcept hierop te laten inspelen (zie onderdeel materialiteit).

Een nadelig effect van natuurlijke ventilatie zijn de luchtbewegingen die voelbaar zijn. Dit kan het thermisch comfort belemmeren. Deze komen tot stand door de luchtdruk- en temperatuurverschillen tussen binnen en buiten. Hierbij spelen het weer en de seizoenen een grote rol (Blesgraaf et al., 2001).

Brandveiligheid

Het toepassen van atria zorgt ervoor dat er over verschillende verdiepingen brandscheidende verdiepingsvloeren missen (Blesgraaf, 1996). Dit zorgt ervoor dat brand en rook zich sneller kan verspreiden via deze open ruimtes. Daarom gelden strengere eisen in verband met de brandveiligheid voor atria waar rekening mee moet gehouden worden tijdens het ontwerpen.

De eisen die gesteld worden hebben een invloed op de ontwerpbeslissingen. Het is van belang om bij gebruik van natuurlijke ventilatie, een luchttoevoer en -afvoer te hebben. Hierdoor moeten er hoog in het atrium openingen voorzien worden waar de rook naar buiten kan. Om dit principe te laten werken moet er nabij het vloerniveau lucht binnenstromen (Blesgraaf, 1996).

Wanneer de oppervlakte van het atrium groter is dan 1000 m² is het verplicht om het atrium op te delen in verschillende rooksegmenten via rookscheren (Blesgraaf, 1996). Deze moeten 1m uitsteken onder de bufferzone.

Een sprinklersinstallatie kan ervoor zorgen dat branduitbreiding zich beperkt en de rookproductie verlaagt. (Blesgraaf, 1996).

Afhankelijk of het atrium een besloten of niet-besloten ruimte is, variëren de voorzieningen en regels rond brandveiligheid (Stobich, z.d.). Er werd gezocht naar alternatieve ontwerp strategieën zodat het atrium open kon uitgevoerd worden, maar bij brand afgesloten kan worden. De volgende Figuren (27-29) tonen het principe van een hybride systeem, waarbij het atrium zijn open en ruimtelijke kenmerken behoudt, maar tegelijkertijd voldoet aan de normen bij brand.

Conclusie

Schouwventilatie biedt dus niet alleen een oplossing voor de ventilatie van het gebouw maar creëert tegelijkertijd ook interessante ruimtelijke snedes in het gebouw, waardoor de architecturale taal versterkt wordt. Het is van belang om een goede verhouding ventilatie-oppervlak in rekening te brengen. Ook moet er voldoende thermische massa aanwezig zijn. Bovendien moeten de brandeisen in rekening gebracht worden en toegepast worden in het ontwerp.

Geen verdeling

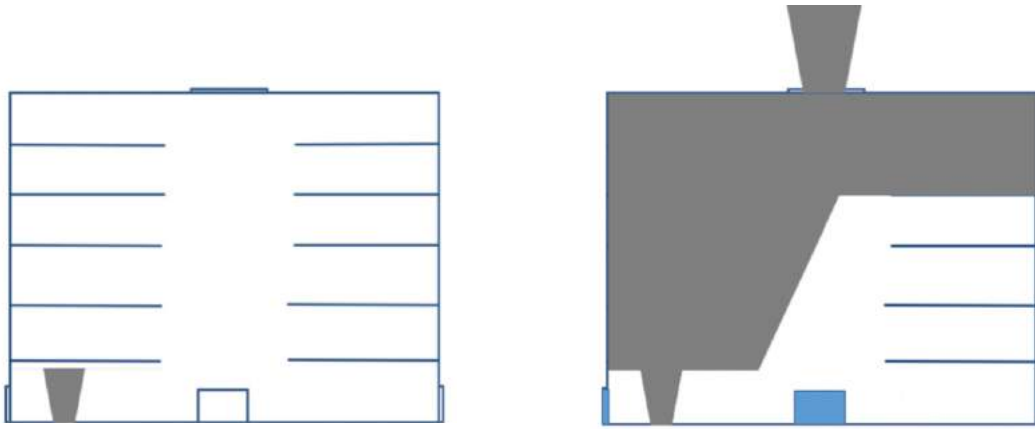


Fig. 27: Rookspread bij brand in een atrium zonder verdeling - STOBICH

Permanente compartimentering

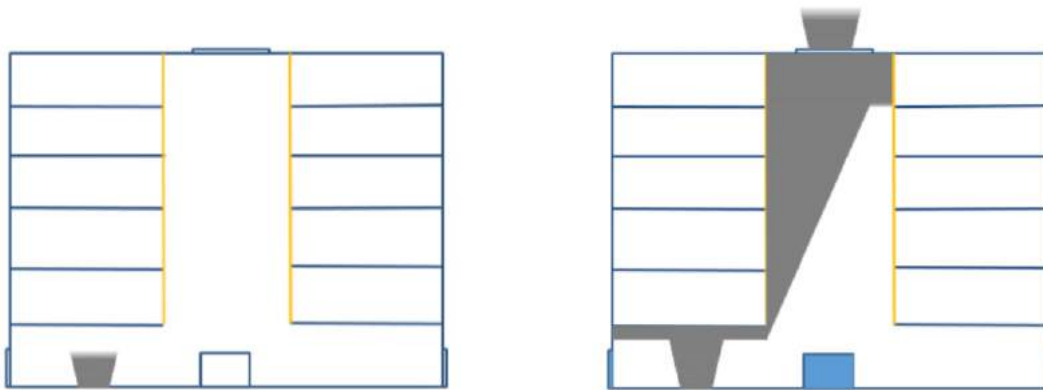


Fig. 28: Rookspread bij brand in een atrium met permanente compartimentering - STOBICH

Flexibele indeling

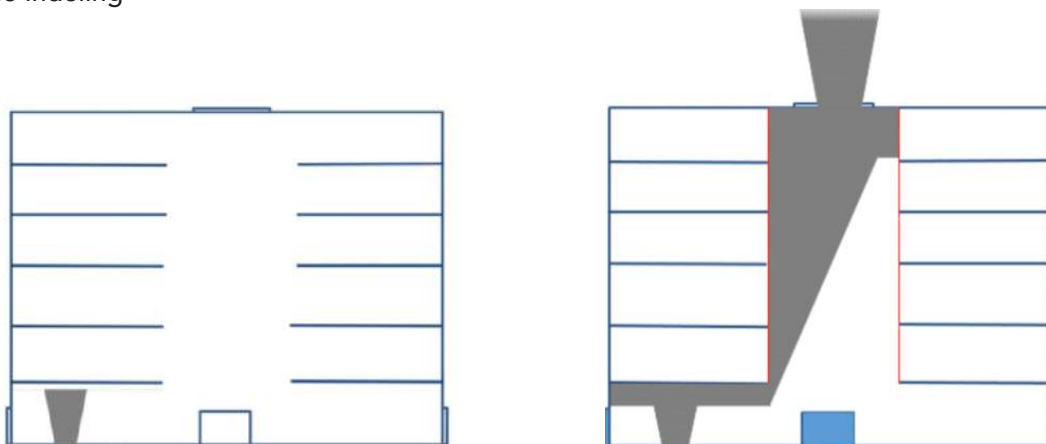


Fig. 29: Rookspread bij brand in een atrium met flexibele indeling - STOBICH

02 | Earth, wind & fire concept

Het "earth, wind & fire concept" is een term ontwikkeld door Benjamin Bronsema (2018). Dit systeem is een natuurlijk ventilatiesysteem dat ontstaat door de toepassing van twee schachten (fig. 30). De lucht van de buitenomgeving wordt opgevangen onder het klimaatdak en gaat door de positieve winddruk geleid worden naar de overdrukkamer (geel). De lucht wordt via de klimaatcascade naar de verschillende ruimtes in het gebouw geleid en dient als natuurlijke ventilatie (Bronsema et al., 2018). Boven in dit klimaatsysteem vallen druppel naar beneden die voor een drukverschil zorgen en zo een windstroom op gang brengt (Bronsema, 2013). De overgebleven wind wordt via windturbines in de overdrukruimte gebruikt om energie op te wekken. Een tweede schoorsteen, die blootgesteld is aan de zon, zal de ventilatielucht weer afzuigen. Deze kan dus dienen als verwarming van het gebouw. Bovenaan de schoorsteen bevindt zich een warmtewisselaar. De warmte zal overgedragen worden aan het water die vervolgens gevoerd wordt naar de warmte- en koudeopslag in de bodem onder het gebouw. Dit draagt dus ook bij aan het thermisch evenwicht in de bodem (Bronsema et al., 2018).

Dit concept is gebaseerd op het aanvoeren van lucht via de 'climate cascade' en het afvoeren van lucht via de zonnegevel. Door het drukverschil dat gegenereerd wordt door dichtheidsverschillen tussen koude en warme lucht is er een minimale hoogte verplicht voor de werking ervan. Het gebouw moet minsten vier verdiepingen hebben met een hoogte van 3,5m (Bronsema et al., 2018).

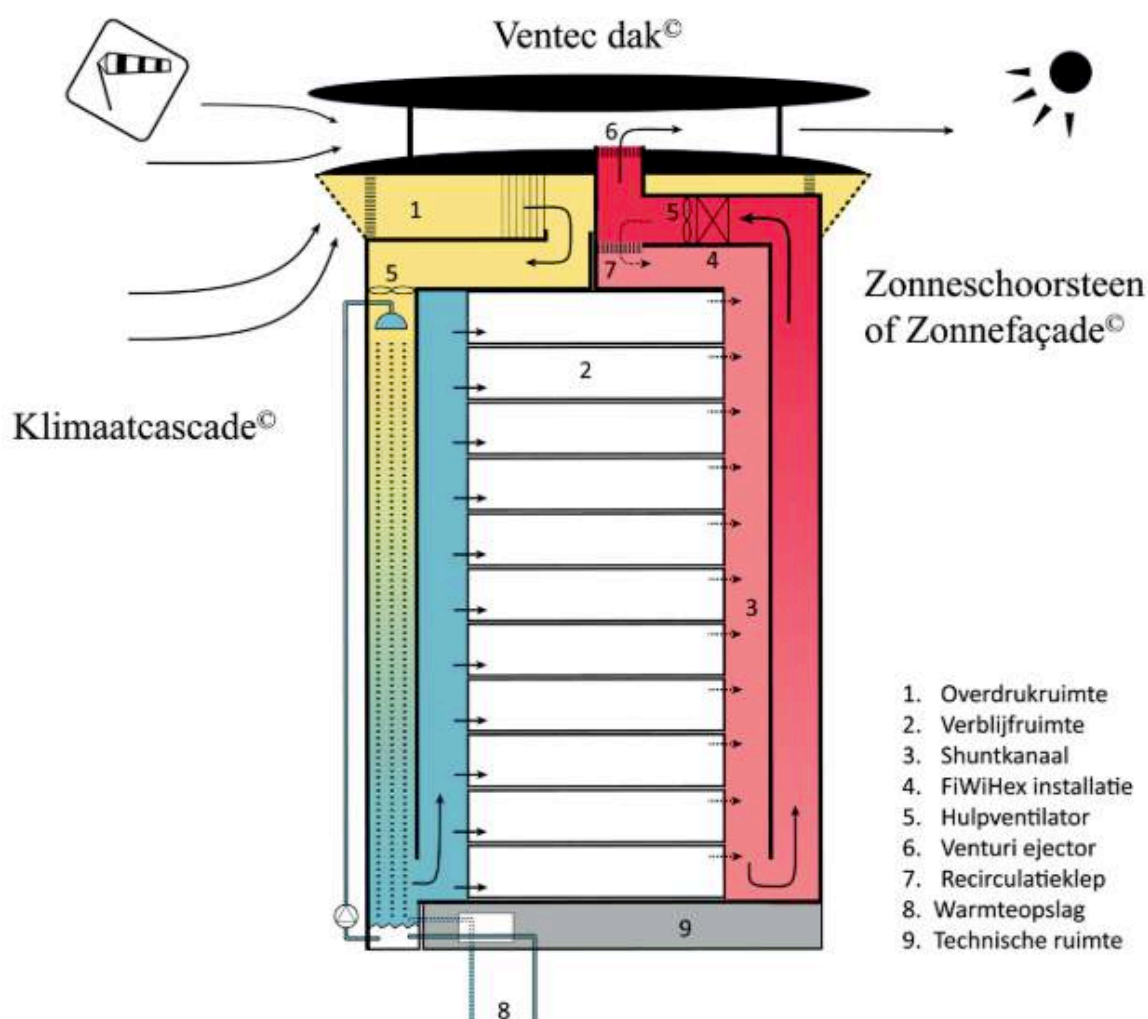


Fig. 30: principeschets werking earth, wind and fire concept
Bronsema B. (z.d.)

Thermische massa

De analyse van het gebouw '2226' van Baumschlager Eberle aan het begin van dit onderdeel toont aan dat het belangrijk is dat het gebouw over genoeg thermische massa beschikt. De massieve muren hebben het vermogen om warmte of koude voor een bepaalde periode vast te houden en daarna weer af te geven afhankelijk van de ruimtetemperatuur (tektoniek, 2022). Deze bekom je door materialen te gebruiken die zwaar zijn zoals beton of steen.

Het is van belang om thermische massa altijd te combineren met een goede nachtkoeling. Dit voorkomt dat er in de zomer te hoge temperaturen gaan optreden in het gebouw (Pelsmaker, 2024). Op warme zomeravonden kan er nachtkoeling plaatsvinden via het atrium. De thermische massa kan op zijn beurt afkoelen.

Op dit moment zijn beton of baksteen dan ook een van de meest gebruikte bouwproducten om thermische massa in een gebouw te bekomen, zoals zichtbaar is in het referentieproject. Deze bouwproducten brengen een hoge nood aan energie en koolstof met zich mee tijdens het productieproces (Driessen et al., 2022). Dit ligt in tegenspraak met de duurzaamheidsontwerpsvisie. Uit het hoofdstuk rond het materialendieet is het aangeraden om materialen te gebruiken die CO₂-neutraal of -negatief zijn. Beton en baksteen horen daar dus niet bij.

Uit de lezing van Guillaume Habert (zie materialendieet) kan deze thermische massa bereikt worden met andere materialen zoals aarde of hennep. Om deze reden is er gekozen voor een alternatief materiaal met een hoge thermische massa, namelijk aarde. Door aarde aan te rammen en niet te bakken blijft de CO₂-uitstoot beperkt en kan het op het einde van zijn levensduur teruggegeven worden aan de natuur, als er geen stabilisatiematerialen zoals cement zijn toegevoegd (Boltshauser et al., 2018). Deze massa dempt en vertraagt het effect van temperatuurfluctuaties door zijn warmte-accumulerende werking (Blesgraaf, 1996). De thermische massa is het meest effectief als er direct zonlicht op invalt (Blesgraaf, 1996).

| Materialiteit

Uit vorige thema's blijkt dat de materiaalkeuze een cruciale rol speelt. Het eerste onderdeel van de literatuurstudie maakt duidelijk dat de toegepaste materialen in het project een lage koolstofimpact moeten hebben. Bijgevolg ligt de focus voornamelijk op koolstofneutrale en koolstofnegatieve materialen, met uitzondering van glas en de fundering.

Als draagstructuur is bewust gekozen voor een houten constructie, gecombineerd met circulaire sandwichpanelen vervaardigd uit een biobased isolatiemateriaal. Deze keuze wordt gestuurd door de wens om materialen te selecteren die niet alleen duurzaam zijn, maar ook bijdragen aan een vermindering van de koolstofvoetafdruk van het gebouw.

Uit de thema's 'gebouwen zonder installaties' en 'passieve ontwerpstrategieën' is gebleken dat voor een efficiënte natuurlijke ventilatie via het atrium, thermische massa essentieel is. Echter, in lijn met de focus op koolstofarme materialen, wordt ervoor gekozen om deze massa niet te halen uit koolstofrijke bouwproducten zoals beton of baksteen. In plaats daarvan wordt er gekeken naar alternatieven zoals aarde, die na gebruik kunnen worden teruggegeven aan de natuur, waardoor een circulaire benadering van materiaalgebruik wordt bevorderd.

Deze diverse materialen zullen verder worden geanalyseerd en geëvalueerd in het kader van hun technische eigenschappen, duurzaamheid, en bijdrage aan de koolstofvoetafdruk van het gebouw. De diepgaande analyse zal helpen om de materialen correct toe te kunnen passen in het uiteindelijke ontwerp.

CASE : Havenlaan - &Bogdan en BC Architects

De gevel van het project 'Havenlaan' van de architecten &Bogdan en BC architects dient als referentie. Het is een geïntegreerd centrum voor druggebruikers en is gelegen in Brussel. De architecten streven naar een lokaal circulair model, en zullen zo afstappen van vervuilende materialen en energie. Het project richt zich op sociale en culturele duurzaamheid.

Deze opbouw van de gevel wordt gebruikt als referentie voor mijn project. Een massieve plint met daarboven een lichte structuur vormen het startpunt. Deze plint bestaat niet uit beton maar uit rammed earth. Bovenop deze dragende plint komt een lichtere, houtskelet structuur terecht met een raster van 6x3 m (&bogdan, 2023). De façade bevat een structuur die doorloopt over de verschillende niveaus en bieden de mogelijkheid om openingen in de gevel te voorzien.



Fig. 31: Render 'integrated center for drug users' van &Bogdan en BC architects and studies

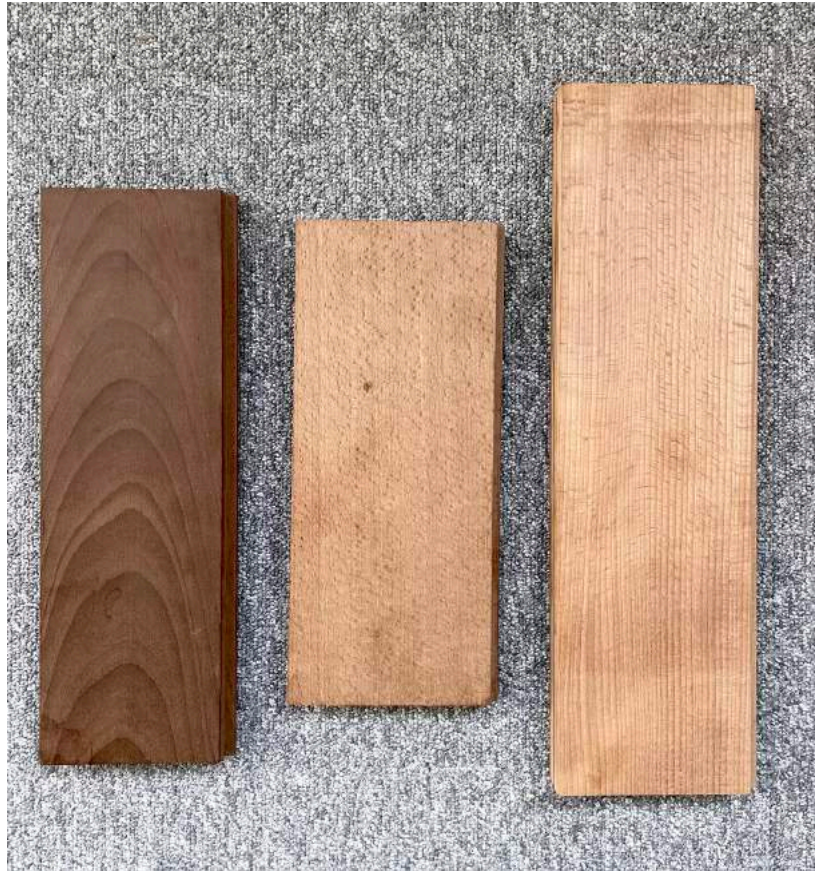


Fig. 32: Materialenfoto van BC architects & studies

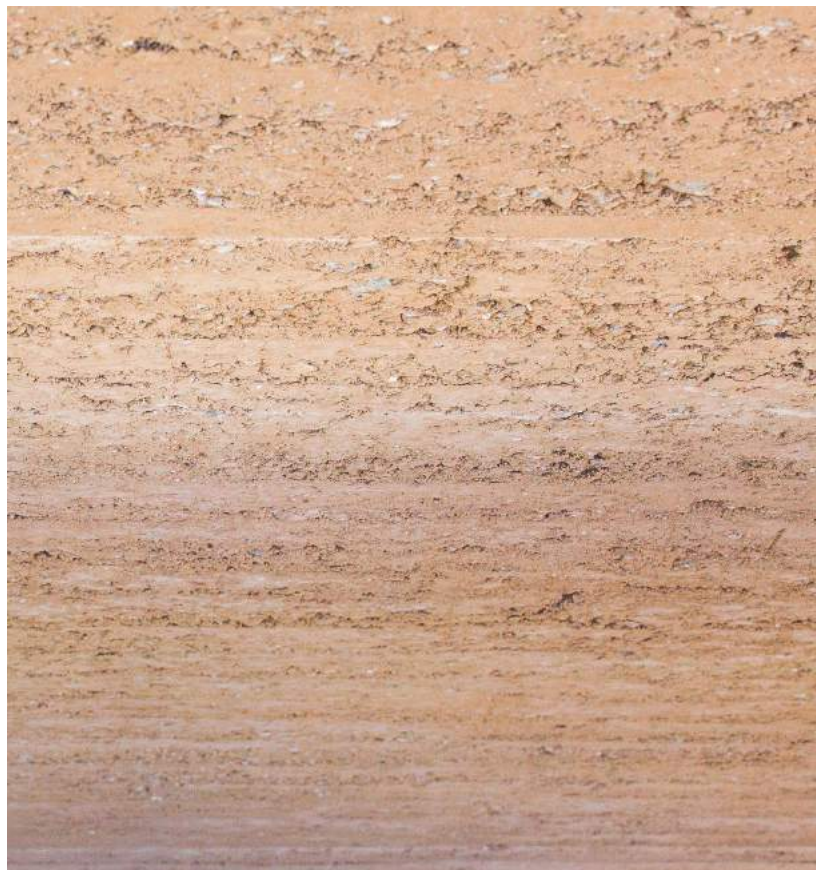


Fig. 33: Textuur foto rammed

01 | Rammed earth

In het project is er bewust gekozen om aarde als bouw materiaal toe te passen vanwege verschillende belangrijke overwegingen. Allereerst past aarde als natuurlijk materiaal perfect binnen het concept van een materialendieet, waarbij de nadruk ligt op duurzame en biologisch afbreekbare materialen (Habert, 2023). Daarnaast biedt aarde als bouw materiaal een uitstekende thermische massa, wat essentieel is voor het beheersen van de temperatuur en energie-efficiëntie van het gebouw (Röhlen & Ziegert, 2011). Bovendien voegt het gebruik van aarde een architecturale meerwaarde toe, waarbij de natuurlijke textuur en warme uitstraling een uniek karakter aan het ontwerp geven.

In volgend hoofdstuk wordt dieper ingegaan op de eigenschappen en aandachtspunten van het materiaal.

Productieproces

Vandaag zien we een opmars van het gebruik van dit materiaal in verschillende toepassingen. Aarde kan gebruikt worden in renovaties van historische gebouwen, maar ook in nieuwe energie-efficiënte constructies (Röhlen & Ziegert, 2011).

De aarde wordt idealiter geëxtraheerd op de projectsite zelf (De Cooman, 2022). Dit betekent dat de transportkosten uitblijven, met als gevolg dat de emissie-uitstoot die normaal vrijkomt bij het transport wegvalt. Niet alle gronden zijn geschikt om toe te passen, waardoor het nodig kan zijn om de grond toch nog op andere constructiesites te halen (De Cooman, 2022). Aarde vormt namelijk de grootste hoeveelheid aan afvalmateriaal in de bouwsector (Boltshauser et al., (2018). Zo beschreef Heringer et al. (2019) dat er jaarlijks 2 miljoen ton aan uitgegraven aarde uit Parijs wordt weggevoerd naar het platteland. 90% van deze uitgegraven aarde zou geschikt zijn als toepassing in een aardeconstructie.

De aarde wordt tijdens het productieproces aangestamd in lagen van 15 cm in een bekisting (Erden, 2021). Dit proces wordt herhaald tot de gewenste hoogte van de muur bereikt wordt. De muur krijgt zijn sterkte door te drogen aan de lucht en heeft geen hitte, zoals bakstenen nodig (Erden, 2021).

De muur kan zowel op de locatie in situ gebouwd worden of geprefabriceerd in verschillende compartimenten in een fabriek. Doordat het productieproces minimale hoeveelheden energie nodig heeft, heeft dit bouwproduct een lage ingebedde energie (Helmersson, 2022).

Bij deconstructie van de muur kan de aarde terug gegeven worden aan de natuur zonder een negatieve impact te hebben (De Cooman, 2022).

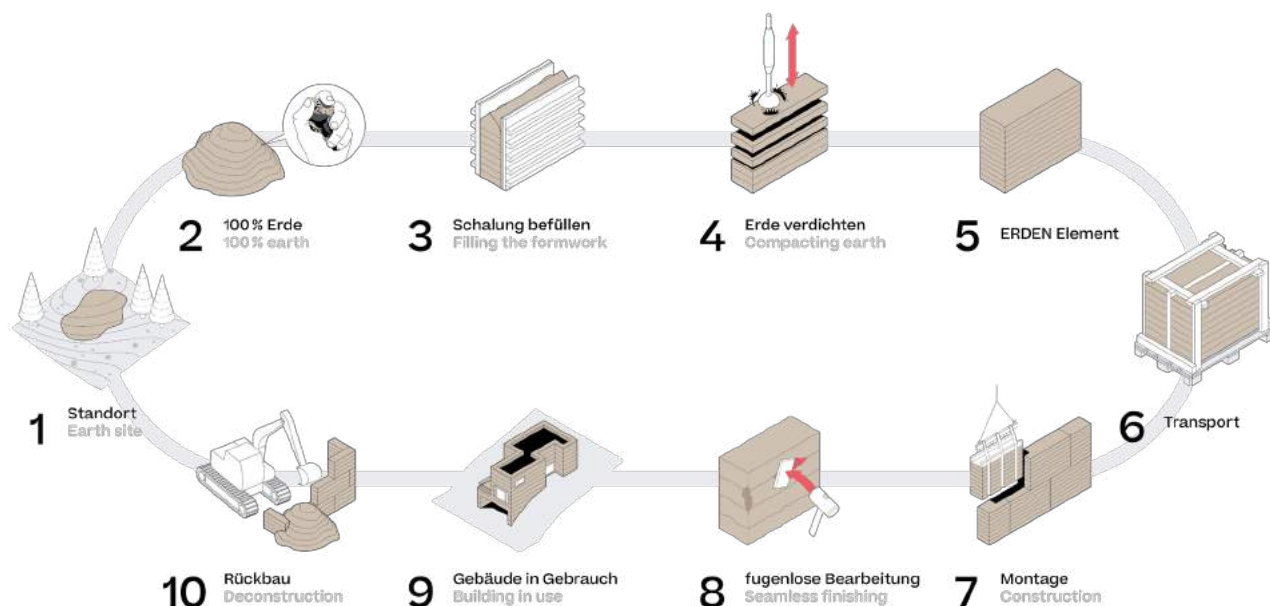


Fig. 34: cyclus van rammed earth - Erden (2021)

Dragend, niet-dragend of hybride

Een stampaarde muur kan zowel dragend als niet-dragend worden uitgevoerd. Hier zijn verschillende minimale muurdiktes aan verbonden. Afhankelijk van de norm gaat ook de muurdikte verschillen. Niet-dragende muren worden meestal ontworpen als losstaande, sculpturen. Deze muren mogen niet dunner zijn dan 20 cm. Dragende aarde muren moeten minstens 32,3 cm dik zijn (Röhlen & Ziegert, 2011). Afhankelijk van de hoogte kunnen deze diktes variëren.

Een specifieke maximumhoogte is niet opgelegd (Rosseneu & Vrebos, 2022). Er zijn enkele historische voorbeelden die, zoals de stad van Shibam in Yemen, verschillende aardeconstructies bevat van wel 7 verdiepingen hoog (Helmersson, 2022). De dikte van deze muren verschilt met een dikte in de plint van 1m tot een dikte in de nok van 30 cm (Dethier, 2020).

Een aardemuur kan goed drukkrachten opnemen maar geen trekkrachten (Röhlen & Ziegert, 2011). Als de constructie toch veel trekkrachten bevat kan er gekozen worden voor een hybride constructie. Dit laatste betekent dat het materiaal gecombineerd wordt met een ander materiaal zoals hout, beton, staal of baksteen (Boltshauser et al., 2018). In een van de volgende cases, het Ricola Kräuterzentrum van Herzog en De Meuron, wordt een voorbeeld van zo'n systeem besproken.

Een hybride systeem zorgt ervoor dat de muur uit stampaarde meer ondersteund wordt door de structuur (Helmersson, 2022). Hierbij is het essentieel om de diverse eigenschappen van het materiaal in overweging te nemen. Een van deze eigenschappen is de sterke krimp die optreedt na het uitharden van het aardemateriaal, wat tot scheuren kan leiden in de overgangszone in de hybride structuur. Dit vormt op zich geen probleem, maar moet uiteraard wel bijgewerkt worden achteraf (Boltshauser et al., 2018).

De combinatie van hout en klei is ideaal. Klei absorbeert namelijk overtollig vocht. Dit betekent dat bij de combinatie van de twee het omringende hout ontvochtigd wordt waardoor er geen ongedierte kan ontstaan (Boltshauser et al., 2018).

Erosie

In de loop der tijd ontwikkelen constructies, die zijn opgebouwd uit stampaarde, van nature een resistentie tegen weersomstandigheden (Rosseneu en Vrebos, 2022). Desondanks is een bijkomende bescherming noodzakelijk om weerstand tegen water en erosie te waarborgen. Dit omvat een plint onderaan de muur, een afwerking van het oppervlak en een overkapping.

Om het oppervlak van de muur te beschermen tegen erosie kunnen erosie checks worden toegevoegd. Dit zijn harde lagen die horizontaal, om de 40 a 60 cm, worden toegevoegd (Erden, 2021). Deze lagen vertragen de stroom en de hoeveelheid van het aflopende regenwater. Stenen, klei of traskalkmortel kunnen hiervoor toegepast worden (Kapfinger en Sauer, 2015). Een alternatief materiaal voor deze erosiechecks kunnen hergebruikte tegels zijn.

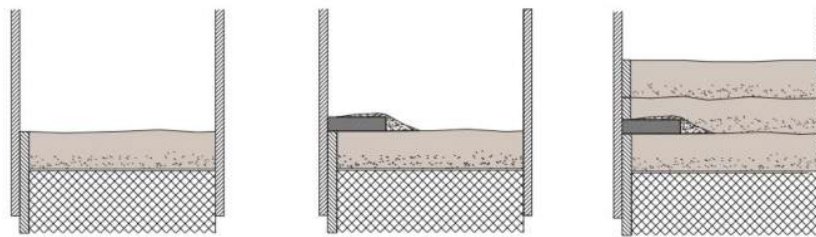


Fig. 35: Plaatsing van erosie checks - Rauch (2015)

Na verloop van tijd gaan deze harde lagen uitsteken, omdat deze methode niet het volledige oppervlak beschermd. Het oppervlak net onder de laag zal minder snel eroderen als het oppervlak boven de laag (Rosseneu en Vrebos, 2022). Hierdoor ontstaat er na verloop van tijd een ongelijkmatige erosie, wat zichtbaar is op de afbeelding.

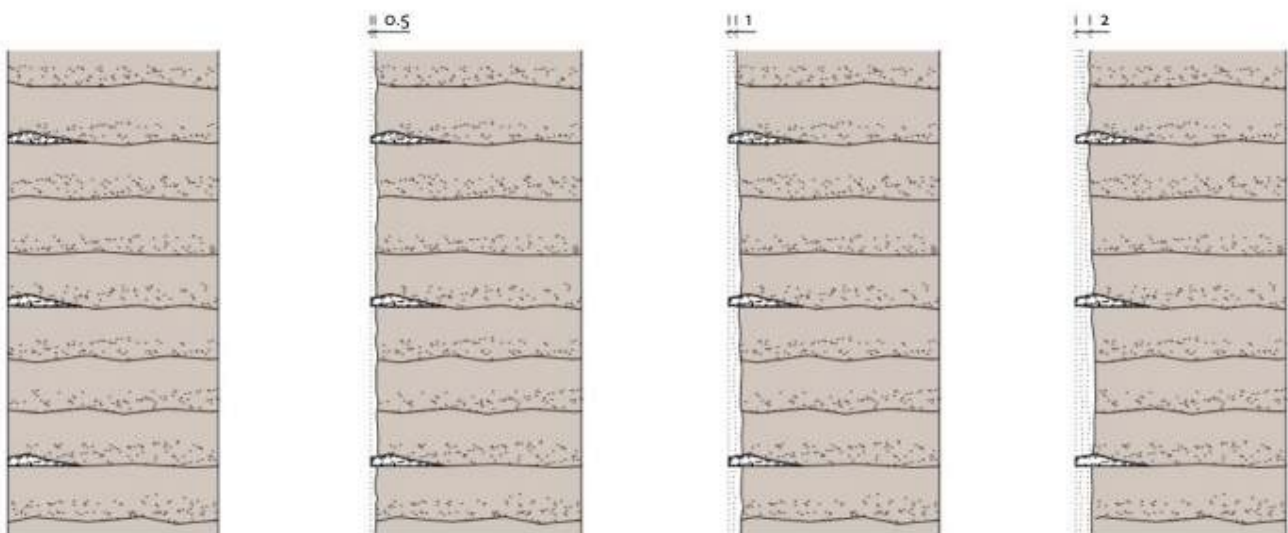


Fig. 36: Oppervlakte aantasting door erosie na verloop van tijd - Rauch (2015)

Rammed earth muren moeten op een massieve plint geplaatst worden die waterresistent is. Wanneer het over een buitenmuur gaat, moet deze plint hoog genoeg boven het maaiveld uitsteken, met een minimale hoogte van 30 cm (Boltshauser et al., 2018). Zo wordt de basis van de muur niet aangetast door opspattend water. Boven deze plint moet een vochtwerende laag aangebracht worden die de aarde muur beschermt. Om doorbrekingen te voorkomen van scherpe aggregaten tijdens het ramproces, wordt boven deze vochtwerende laag een waterresistent materiaal van 5cm aangebracht. Dit is meestal een betonnen dekvloer die voorkomt dat overtollig water zich gaat opstapelen en zo schade voorkomt (Boltshauser et al., 2018).

Om de sterkte van de muur te vergroten, wordt in vele gevallen cement toegevoegd aan het mengsel (Rosseneu en Vrebos, 2022). Dit is tegenstrijdig. Het aardeproduct is net een alternatief bouwproduct dat een lage ecologische impact heeft en op het einde van zijn levensduur terug kan ontbinden naar zijn oorspronkelijke grondstoffen. Door de toevoeging van cement gaat deze eigenschap verloren. Bovendien heeft een gestampde aardemuur geen cement nodig om bestand te zijn tegen weersinvloeden (Rauch, 2015). De muur zal na verloop van tijd eroderen, maar biedt tegelijkertijd een hard oppervlak.

Terugblik naar het materialendieet

Terugblikkend op hoofdstuk 1, kan de koolstofuitstoot van dit materiaal bekeken worden. Rammed earth wordt in de materialendriehoek geplaatst bij koolstofneutraal. In onderstaande tabel, gecreëerd door Rosseneu & Vrebos (2022), is dan ook zichtbaar dat stamperde slechts een CO₂-uitstoot heeft van 0,004 kg CO₂/kg (Ávila et al., 2021). Als we deze waarde gaan vergelijken met de uitstoot van beton is de waarde van de stamperde 3,5 keer kleiner (Rosseneu & Vrebos, 2022). Uiteraard stijgt de uitstoot wanneer er cement wordt toegevoegd aan de stamperde.

CO ₂ uitstoot	
Materiaal	kg CO ₂ /kg
Stampaarde	0,004
Stampaarde met 7,5% cement	0,06
Adobe	0,06
Beton	0,14
Gewapend beton	0,18
Volle baksteen	0,19

Fig. 37: Vergelijking van CO₂ uitstoot per materiaal.
Rosseneu & Vrebos (2022)

Eigenschappen

Thermische massa

Aarde heeft veel verschillende fysische eigenschappen. Het heeft een hoge dichtheid van 2200 kg/m^3 , een warmtecapaciteit van 740 J/kgK en een hoge thermische geleidbaarheid van $1,1 \text{ W/mK}$ (Boltshauser, 2019). Dit tezamen geeft aangeramde aarde een hoge thermische massa waardoor het als een warmtebuffer kan beschouwd worden (Erden, 2021). De werking van het concept van thermische massa werd in het vorig onderdeel dieper uitgelegd.

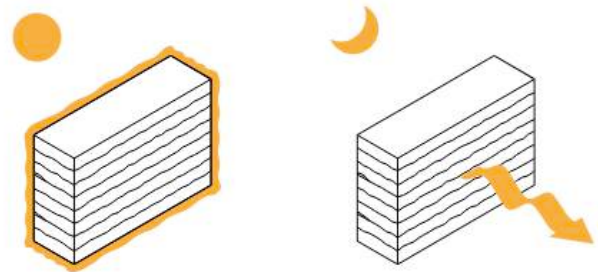


Fig. 38: Rammed earth als zonnecapaciteit - Erden (2023)

Akoestiek

De hoge dichtheid van het materiaal zorgt voor goede akoestische eigenschappen (Erden, 2021). Dit is gebaseerd op de massawet waardoor er een verbetering van de geluidsisolatie zal optreden wanneer de massa toeneemt (Nederhof en Cauberg, z.d.) .

De aardemuur heeft namelijk een dichtheid tussen 1700 en 2200 kg/m^3 (Gauzin-Müller, 2022).

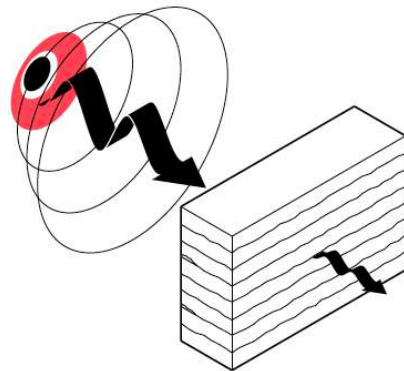


Fig. 39: Rammed earth als akoestische absorber - Erden (2023)

Brandweerstand

Door de hoge dichtheid die dit bouwproduct krijgt, kan dit bouwproduct geclassificeerd worden bij klasse A, niet- brandbaar, zelfs wanneer de mix organische vezels bevat (Röhlen, 2011).

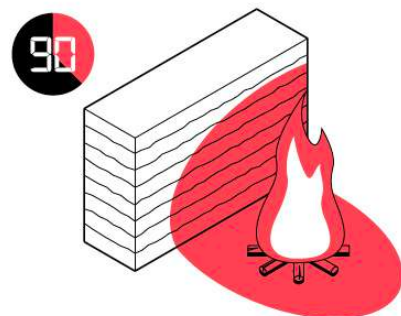


Fig. 40: Rammed earth met hoge brandweerstand - Erden (2023)

CASE : Ricola Kräuterzentrum - Herzog & De Meuron

Het gebruik van aarde is in dit project niet alleen uit duurzame overwegingen gekozen maar dient ook als knipoog naar het verleden van de buurt, waar in de Romeinse tijd de naburige kleigroeve gebruikt werd om gebouwen te ontwikkelen (Boltshauser et al., 2018).

Het specifiek programma, namelijk het bewaren van kruiden, zorgt ervoor dat het gebouw bepaalde omstandigheden nodig heeft (Herzog & de Meuron, 2015). Aarde heeft klimaatregulerende eigenschappen die hier van pas komen. Enerzijds mag de relatieve luchtvochtigheid niet hoger dan 50 procent gaan en moet de temperatuur tussen de 5 en 28 graden blijven. De aardemuur heeft zowel vocht als temperatuur regulerende effecten. Dit is een reden waarom aarde een voorkeur krijgt aan hout, omdat deze alleen vochtregulerende eigenschappen heeft (Boltshauser et al., 2018). Bovendien heeft de aardemuur een hoge thermische massa, wat ervoor zorgt dat er geen te grote temperatuurschommelingen gaan plaatsvinden (Erden, 2021).

Bolthausen et al. (2018) maakt de vergelijking met een betonnen gebouw op vlak van ingebedde energie. Deze waarde ligt laag bij een gebouw uit aarde. De productie van de stamperde muur vereist enkel natuurlijke materialen en blijft de nood aan hoge verwarmingstemperaturen uit. Het eerste ontwerp van dit gebouw had een lowtech aanpak. Dit betekent dat de architecten zo weinig mogelijk mechanische technieken wouden toepassen waardoor installaties voor koeling, verwarming, ventilatie en ontvochtiging overbodig waren. In samenwerking met Transsolar Energietechnik in Stuttgart werd hier een analyse naar gedaan. Door de strenge eisen van het programma bleek dat een gebouw zonder verwarming en koeling niet mogelijk was op bepaalde momenten op het jaar. Hierdoor ging men opzoek naar een synergetisch verwarmings- en koelingsysteem. Zowel een systeem gebaseerd op convectie, als een thermische geactiveerde structurele elementen door straling zouden een alternatief kunnen bieden.



Fig. 41: Ricola Kräuterzentrum / Herzog & de Meuron - Baan(2014)

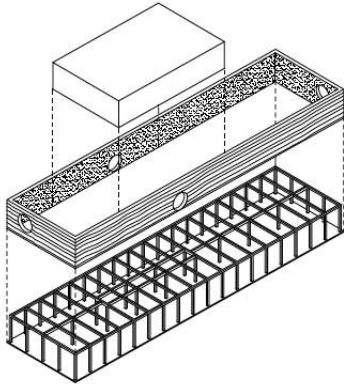


Fig. 42:: Axonometrie structuur - Tijdschrift DETAIL (2015)

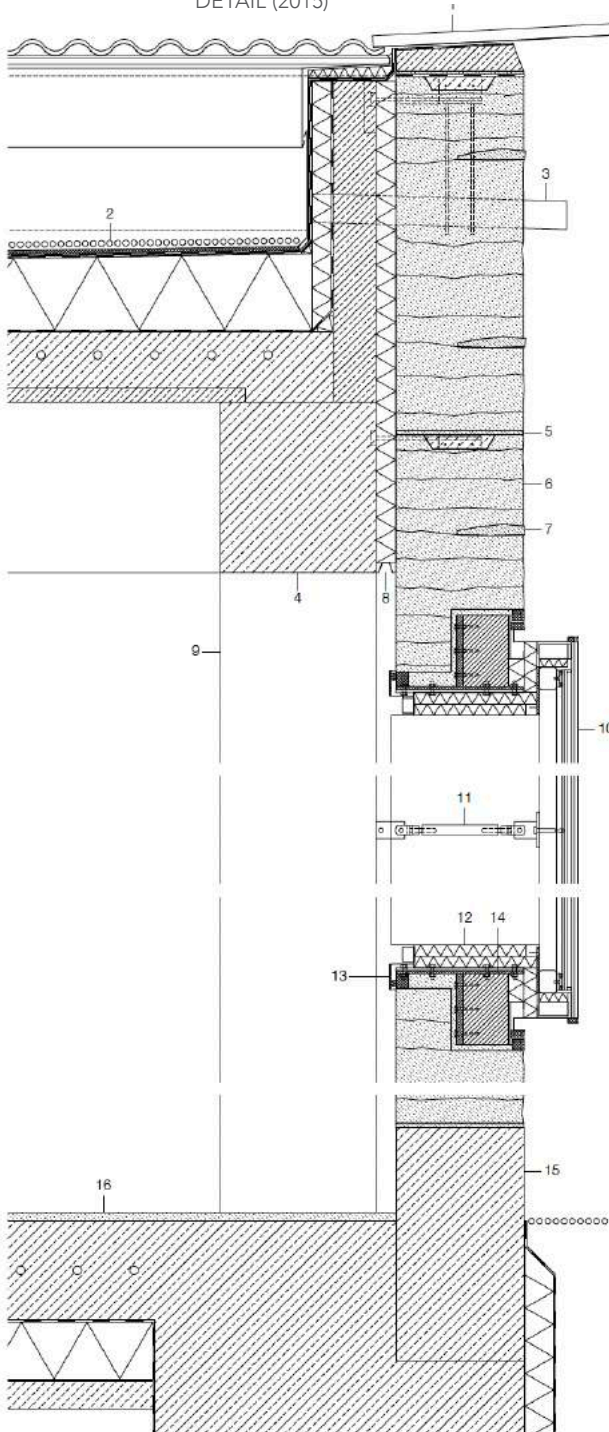


Fig. 43: Verticale gevelsnede Ricola
Kräuterzentrum - Tijdschrift DETAIL (2015)

De aardemuur bestaat uit geprefabriceerde stamperblokken die aan elkaar verbonden zijn met aardemortel. Bovendien is de muur verankerd aan het achterliggende betonskelet. Het gebouw is 29,3 m lang en 111,8 m breed en 11 m hoog (Herzog & de Meuron, 2015). De muur is zelfdragend en is 45 cm dik. Zoals eerder besproken heeft stamper een goede druksterkte, maar een slechte treksterkte. Daarom zijn aan elke zijde van het gebouw ronde ramen zonder lateien voorzien. Achter deze aardemuur licht een betonnen constructie die het betonnen dak draagt.

Ook in deze case wordt de aardemuur tegen erosie beschermt door erosie barrières. Deze bestaan uit traskalk die om de 60 cm zijn ingewerkt in de muur (Boltshauser et al., 2018). Op het einde van de levensduur van het gebouw kan de gebruikte aarde in de muur terug naar de natuur gaan of hergebruikt worden zonder kwaliteitsverlies. Het materiaal kan dus opnieuw in zijn natuurlijke kringloop terechtkomen.



Fig. 44: Hybride structuur- Tijdschrift DETAIL (2015)

CASE : Haus Rauch - Boltshauser architecten

Dit project, ontworpen door Roger Boltshauser en Martin Rauch, heeft een belangrijke rol gespeeld in de aardebouw.

Voor dit project is er een speciale aarde steen ontworpen die de rammed earth beschermt tegen erosie. Dit zorgt ervoor dat er geen grote overkapping nodig is om de muur te beschermen tegen weersinvloeden (Kapfinger en Sauer, 2015). Horizontale, stenen elementen zorgen ervoor dat de rammed earth minder erodeert (Erden, 2021). Bovendien zijn het architecturale elementen die het gebouw een bepaalde structuur geven door de verschillende afstanden die worden toegepast.

Typerend aan deze woning is het draagvermogen van deze aarde muren. De aarde muren bevatten geen wapening waardoor ze enkel druk kunnen opnemen (Boltshauser et al., 2018). Dit betekent dat de openingen in de gevel mee ontworpen moeten worden met dit in het achterhoofd.

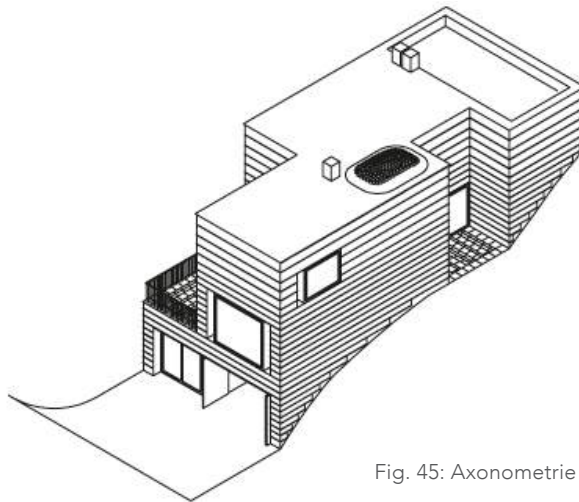


Fig. 45: Axonometrie Haus Rauch - Detail (2009)



Fig. 46: Haus Rauch - Boltshauser architecten
Foto van Buhler (z.d.)

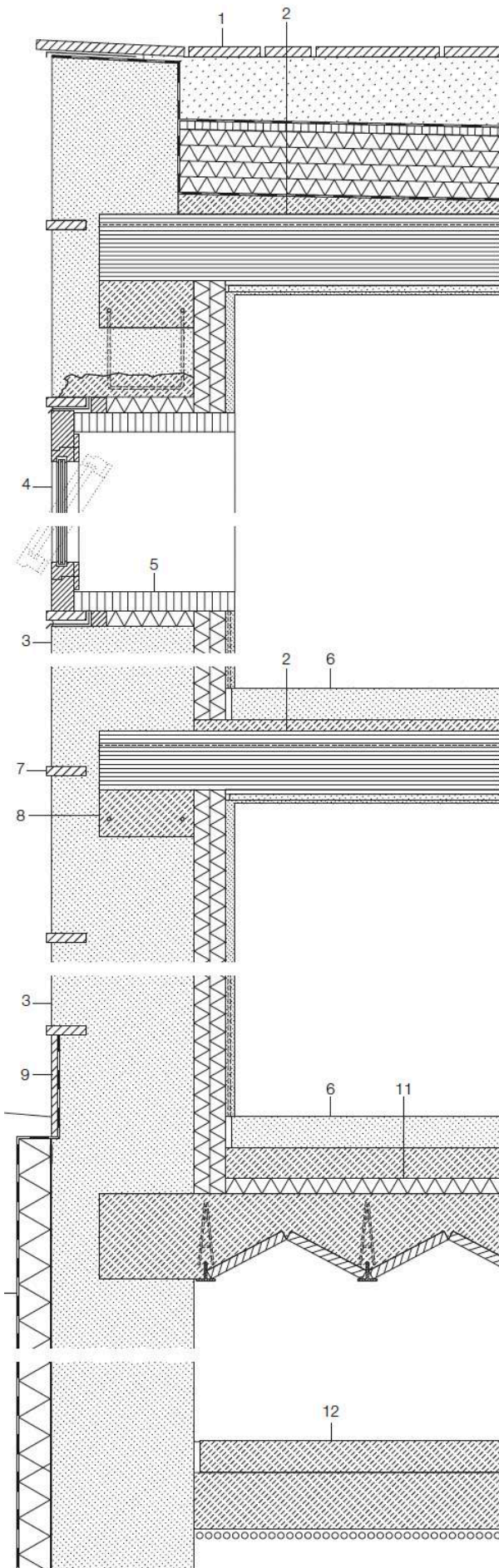


Fig. 47: Constructieve doorsnede - Detail (2009)

Door de lage treksterkte van dit bouwproduct, zijn de toepassingen van aardevloeren beperkt (Erden, 2021). In deze case study combineert Boltshauser een houten vloer als structureel element met daarboven een stamperlaag op. Deze laag is 10 cm en vormt tegelijkertijd ook de afwerkingslaag. Erden (2023) heeft op deze toepassing verder gewerkt en een nieuwe techniek ontwikkeld waarbij akoestische isolatie en vloerverwarming gecombineerd wordt (Rauch, 2015). Door hout te combineren met aarde krijgt dit type vloer bepaalde eigenschappen bij, zoals het regelen van de luchtvochtigheid en de temperatuur. Door de toevoeging van een zwaarder materiaal gaat de akoestiek tussen de verschillende verdiepingen ook verbeteren (Helmersson, 2022). Bovendien draagt het toevoegen van het zwaardere materiaal bij aan de horizontale stabiliteit van de lichte, houten constructie en vormt het een goed alternatief voor beton (Helmersson, 2022).

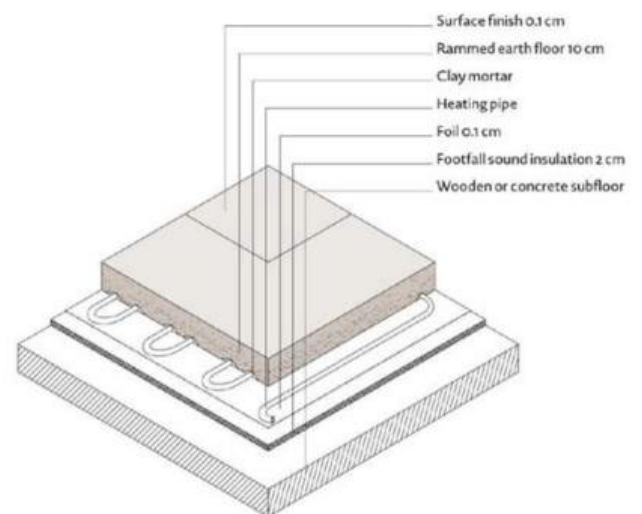


Fig. 48: Nieuwe techniek van aardevloeren, gecombineerd met vloerverwarming en akoestische isolatie - Erden (2023)



Fig. 49: Zijaanzicht Haus Rauch - Foto van Buhler (z..d)

In het boek 'Pisé - Rammed Earth, Traditional and Potential', geschreven door Boltshauser et al. (2018) wordt er verwezen naar een onderzoek uitgevoerd door de 'Lucerne University of Applied Sciences and Arts' naar de 'emodied energy' van dit gebouw. Het onderzoek toont aan dat door het gebruik van aarde als hoofdmateriaal in de constructie toe te passen, er een grote hoeveelheid energie bespaard blijft, in vergelijking met conventionele bouwmaterialen zoals baksteen en beton. Bij de conventionele bouwmaterialen zijn meer complexere productieprocessen nodig die om veel energie vragen in vergelijking met die van aarde. Het Rauch Haus van Martin Rauch wordt hier als voorbeeld genomen. De studie toont dit aan door een vergelijking te maken van het originele Rauch Haus met een variant.

De resultaten, zichtbaar in Figuur 50, geven het verschil aan energie weer tussen de 2 varianten. Het gebouw uit aarde verbruikt 2300 MJ/m² ingebedde energie. Dit betekent dat het jaarlijks 52 MJ/m² energie verbruik gedurende zijn hele levenscyclus (Boltshauser et al., 2018). Als het Rauch Haus uit gewapend beton zou opgebouwd zijn met de traditionele isolatiematerialen, zou dit op 4400 MJ/m² uitkomen, met een jaarlijks verbruik van 91 MJ/m² ingebedde energie (Boltshauser et al., 2018).

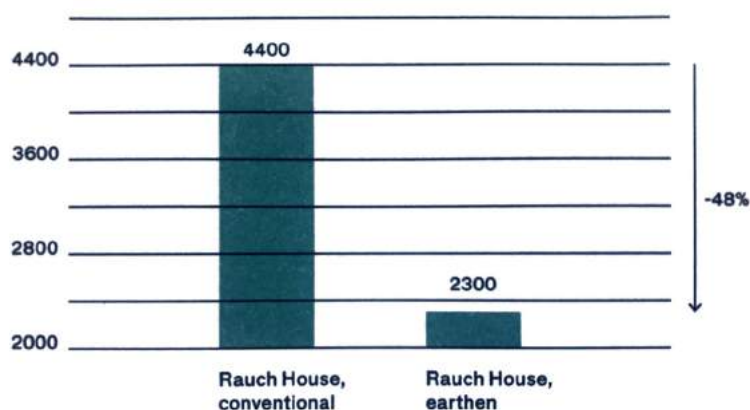


Fig. 50: embedded energy of Rauch House. Vergelijking van aardegebouw en conventioneel gebouw

Bron: Pisé - Roger Boltshauser et al. (2018)

Deze simulaties van de Universiteit van Lucerne hebben nog andere eigenschappen aangetoond. De aarde heeft goede hygroscopische eigenschappen. Dit betekent dat de luchtvochtigheid in de woning doorheen het volledige jaar natuurlijk op een comfortabel gehalte blijft.

Dit onderzoek insinueerde dus dat in een ruimte waar aarde, in de vorm van klei bepleistering tegen oppervlakken, en de aanwezigheid van een airconditioning, minder bevochtiging of ontvochtiging nodig had.

In een nieuwe grafiek, zichtbaar op Figuur 51, maakt de universiteit opnieuw een vergelijking tussen met aarde bouwen en zonder aarde bouwen. Deze keer vergelijken ze de luchtvochtigheid en kamertemperatuur.

De aardemuur bepaalt, door zijn absorptievermogen, het relatieve vochtgehalte in de ruimte (Boltshauser et al., 2018). Zoals zichtbaar op de grafiek blijven deze waarden hoofdzakelijk tussen de 30 en 60 procent, wat als aangenaam kan beschouwd worden. Enkel in de droge winterweken daalt deze luchtvochtigheid onder de 20 procent. Dit valt te verklaren door de weinig aanwezige bronnen van vocht.

De eigenschappen van de klei hebben een positief effect in de zomer op zowel de temperatuur als de vochtigheid (Boltshauser et al., 2018). Deze kunnen sterk variëren met duidelijk voelbare gevolgen in de conventionele gebouwen. De aangestampde aardemuren dienen op zo een momenten als buffer en zorgen dat het binnenklimaat eerder consistent blijft (Kapfinger en Sauer, 2015).

Dit buffereffect is dan ook zichtbaar in de bruine stippen op grafiek. De relatieve luchtvochtigheid zit grotendeels tussen 40 en 50%, wat minder het geval is met de blauwe stippen, die de conventionele gebouwen moeten voorstellen (Boltshauser et al., 2018).

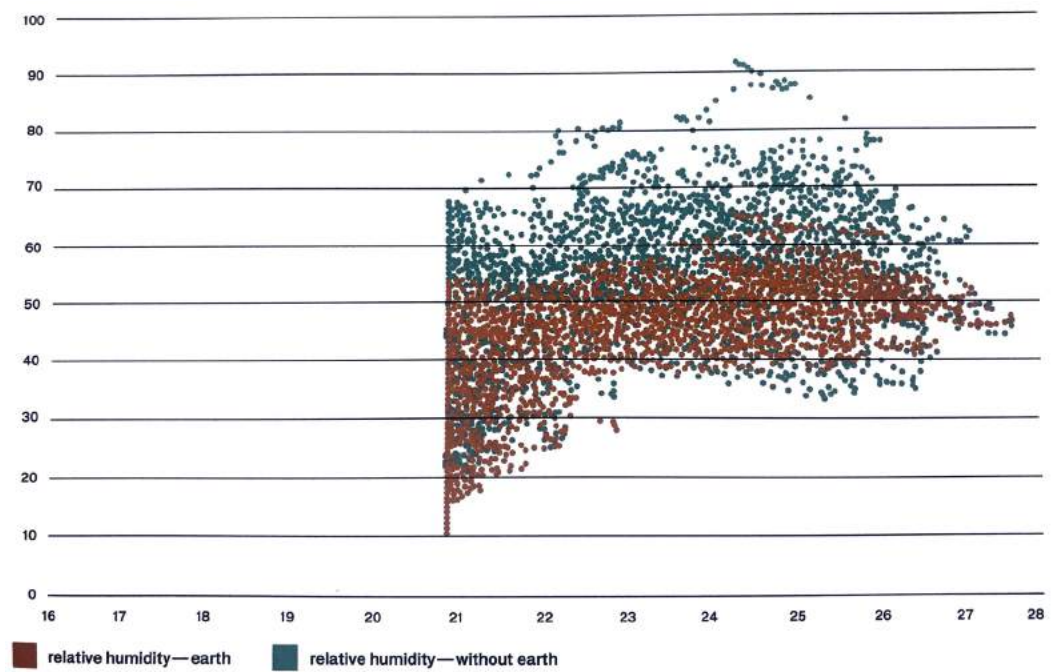


Fig. 51: Spreidingsdiagram van metingen van de luchtvochtigheid van de eerste verdieping van een Rauch Haus – Luchttemperatuur in graden, relatieve luchtvochtigheid in procent.

Bron: Boltshauser et al. (2018)

02 | Combinatie hout en aarde, toegepast in vloeren

Uit voorgaand onderdeel blijkt dat het toepassen van een stampaarde muur een beperkte hoogte heeft. Bovendien is het toepassen van aardevloeren niet altijd even voor de hand liggend. Daarom wordt er op zoek gegaan naar een hybride systeem waar aarde en hout gecombineerd wordt.

Eigenlijk is dit geen nieuwe uitvinding. Wanneer er teruggekeken wordt naar oudere gebouwen komen vaak vloeren voor die bestaan uit bakstenen gewelven. Ook hier zijn er toepassingen met houten draagliggers met daartussen bakstenen elementen (Brosens et al., 2013). Een voorbeeldproject is de Tuyltermolen in Herkenrode. Op de afbeelding zijn houten troggewelven zichtbaar.



Fig. 52: Tuyltermolen in Herkenrode - Houten troggewelven (Foto Triconsult).

Zoals in de eerste hoofdstukken besproken volgt het ontwerp een materialendieet. Hierdoor is de toepassing van baksteen niet mogelijk en wordt er gezocht naar een ander materiaal. Ook hier is er gezocht naar een toepassing in rammed earth. Dit principe wordt verduidelijkt in volgende case.

CASE : HORTUS - Herzog & De Meuron

Het project 'Hortus', ontworpen door Herzog & De Meuron, maakt gebruik van een innovatief constructiesysteem waarbij rammed earth wordt toegepast tussen houten balken in een vloersysteem (Herzog & de Meuron, z.d.). In samenwerking met ingenieurs en productontwikkelaars testten ze dit systeem.

Deze constructiemethode zorgt ervoor dat een gebouw, bestaande uit een houten constructie, nog steeds voorzien is van thermische massa. Bovendien wordt deze thermische massa direct blootgesteld aan het zonlicht waardoor het hitte kan absorberen (Röhlen & Ziegert, 2011).

Het constructiesysteem is opgebouwd uit houten balken en kolommen. Tussen de balken wordt aarde gecompacteerd.

De basis van de constructie zijn massieve balken.

Deze zijn lijmvrij en daarbij milieuvriendelijk.

Tussen de balken wordt aarde gecompacteerd (Rematter, 2022).

Dit zorgt voor een hogere thermische massa van de vloerplaat en beschermt de houtconstructie bij brand.

Daarnaast draagt het bij aan de vermindering van contactgeluid en verbetert het de akoestiek dankzij het poreuze oppervlak dat zichtbaar is in de ruimte (Rematter, 2022).

Aarde heeft een vochtregulerende werking waardoor er een aangenaam binnenklimaat zal zijn.

Bovenop de balken wordt een 3-laags houten paneel bevestigd, die de vloerplaat zal verstijven (Rematter, 2022).

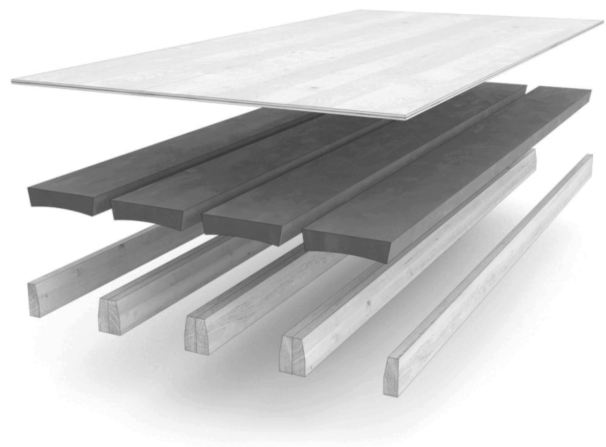


Fig. 53: Rematter vloeropbouw



Fig. 54: Doorsnede Hortus - Herzog en de Meuron



Fig. 55: Renderbeeld Hortus - Herzog en de Meuron

CASE : Haus Rauch

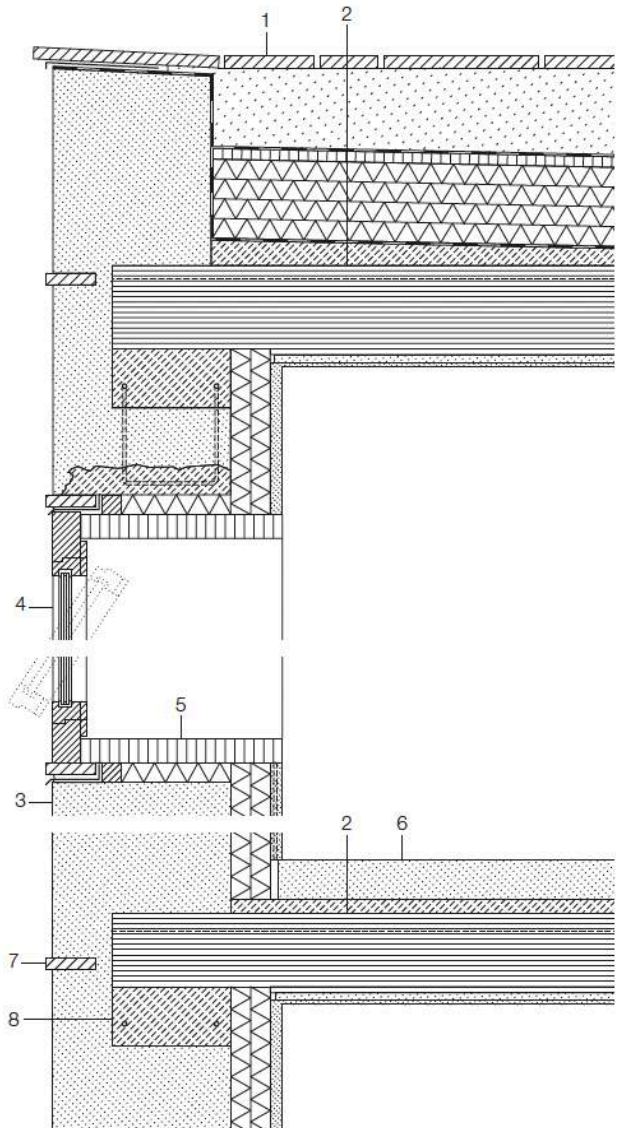


Fig. 56: Constructieve doorsnede - Detail (2009)

Dit referentieproject werd eerder besproken in het onderdeel 'Rammed earth'. In dit onderdeel wordt dieper ingegaan op de combinatie van hout en aarde in de tussenvloeren. Dragende balken overspannen de ruimte. Hierboven licht een laag rammed earth van 10 cm (Helmersson, 2022). De oppervlaktelaag van de stamperlaag is gepolijst en gewaxt om zo een afwerkingslaag te creëren (Erden, 2021).

- Vloersamenstelling:
- Balkenplafond
 - 180 mm compensatie hout
 - 10 cm rammed earth
 - bouwplaat 25mm
 - leempleister

Dit principe, toepast in Rauch Haus, is verder ontwikkeld door Erden (2021). Hij integreert een laag akoestische isolatie in combinatie met vloerverwarming aan dit systeem (Rauch, 2015).

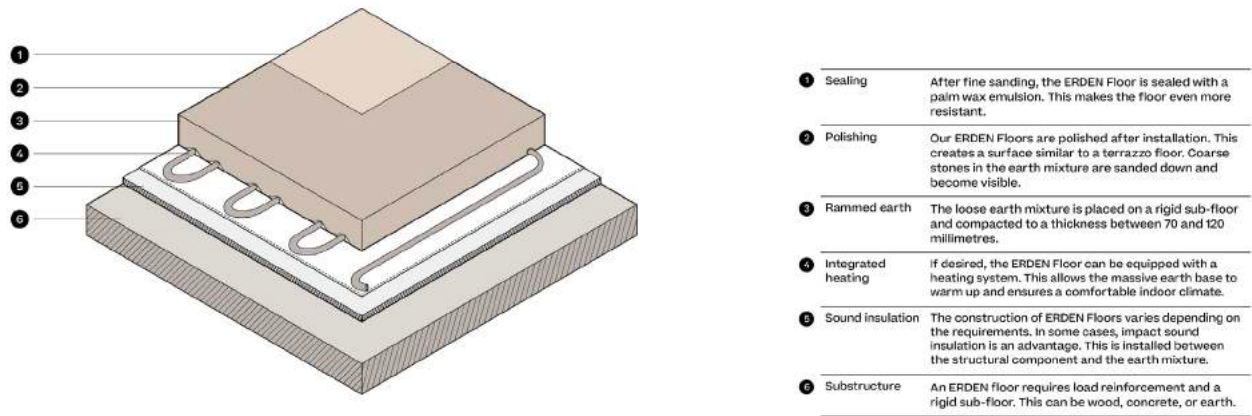


Fig. 57: Nieuwe techniek van aardevloeren, gecombineerd met vloerverwarming en akoestische isolatie - Erden (2023)

| Programma

Het programma van het project is bepaald door een combinatie van strategieën die voortgekomen zijn uit de analyse van de verschillende strategieën in het gemeenschappelijke deel van het onderzoek. Zo werd geopteerd om de sociale duurzaamheid en collectieve woonvormen te integreren. Door deze 2 te combineren in 1 programma creëer ik een kunstencentrum met een kunstenaarsresidentie met ateliers en expositieruimtes.

Dit programma vormt een synergie tussen verleden en heden. Op deze erfgoedsite staat geschiedenis en cultuur centraal, waardoor het een inspirerende omgeving kan zijn voor kunstenaars.

De erfgoedsite van Herkenrode wordt hierdoor niet enkel bewaard, maar terug geheractiveerd en zo ook verrijkt en geactualiseerd als een levendig kunstencentrum.

Het project biedt ruimte waar kunstenaars tijdelijk kunnen verblijven en werken aan hun projecten en ideeën delen.

Hierdoor ondersteunt het niet alleen de lokale artistieke gemeenschap, maar ook de culturele diversiteit en dynamiek van de omgeving.

Deze beslissing is een doelbewuste stap om ruimte te creëren die gericht is op de gemeenschap. Het vormt een plek waar creativiteit centraal staat, sociale interactie wordt gestimuleerd en waarbij wordt bijgedragen aan een duurzame samenleving.

Het project huisvest op dit moment een kunstenaarsresidentie met atelierruimtes en expositieruimtes.

Het open plan maakt het eenvoudig om het programma op elk moment aan te passen aan verschillende behoeften, waardoor snel kan worden ingespeeld op de voortdurend veranderende maatschappij.

Om een vatting te krijgen op het programma werden de volgende projecten bestudeerd. Zo wordt duidelijk welke functies het gebouw moet huisvesten en hoe groot de ruimtes moeten zijn.

CASE : Frans Masereel centrum (uitbreiding) - U/Define en Frantzen et al.

Het Frans Masereel Centrum is plek waar grafische kunstenaars elkaar kunnen ontmoeten. (Frans Masereel Centrum, 2024).

De negen verouderde residenties voor kunstenaars worden vervangen door de uitbreiding ontworpen door U/Define & Frantzen et al. architecten. Elementen uit de oude verblijven worden gerecupereerd en aangevuld met biogebaseerde materialen (Polspoel, 2024). Bovendien is het project demonteerbaar. Het project, gekenmerkt door zijn ronde vorm, huisvest negen wooneenheden over twee verdiepingen. Op de begane grond is er een collectieve keuken en een ontspanningsruimte.

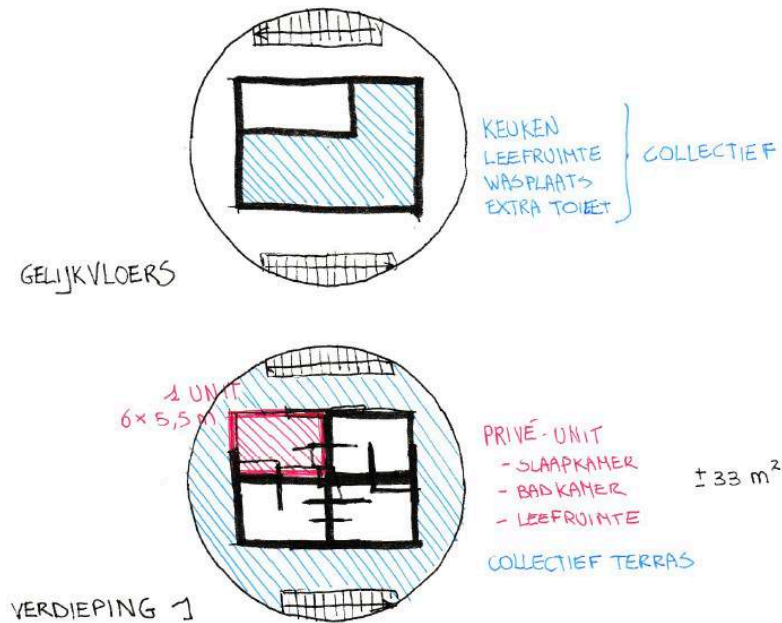


Fig. 58: Nieuwe techniek van aardevloeren, gecombineerd met vloerverwarming en akoestische isolatie - Erden (2023)



Fig. 59: Render residentie Frans Masereel Centrum van U/Define en Franzten et al.

CASE : C-mine Atelier - 51N4E

Het ontwerp manifesteert zich in een geclusterd geheel van vier elementen: de kunsthall, de werkplaats, het voorplein en een ommuurde tuin met residentiële ruimte (C-mine, z.d.). De kunsthall zal dienen als een veelzijdige expositieruimte. De werkhal zal verschillende ateliers en studio's huisvesten, evenals een gemeenschappelijke werkruimte en ontmoetingsplaats.

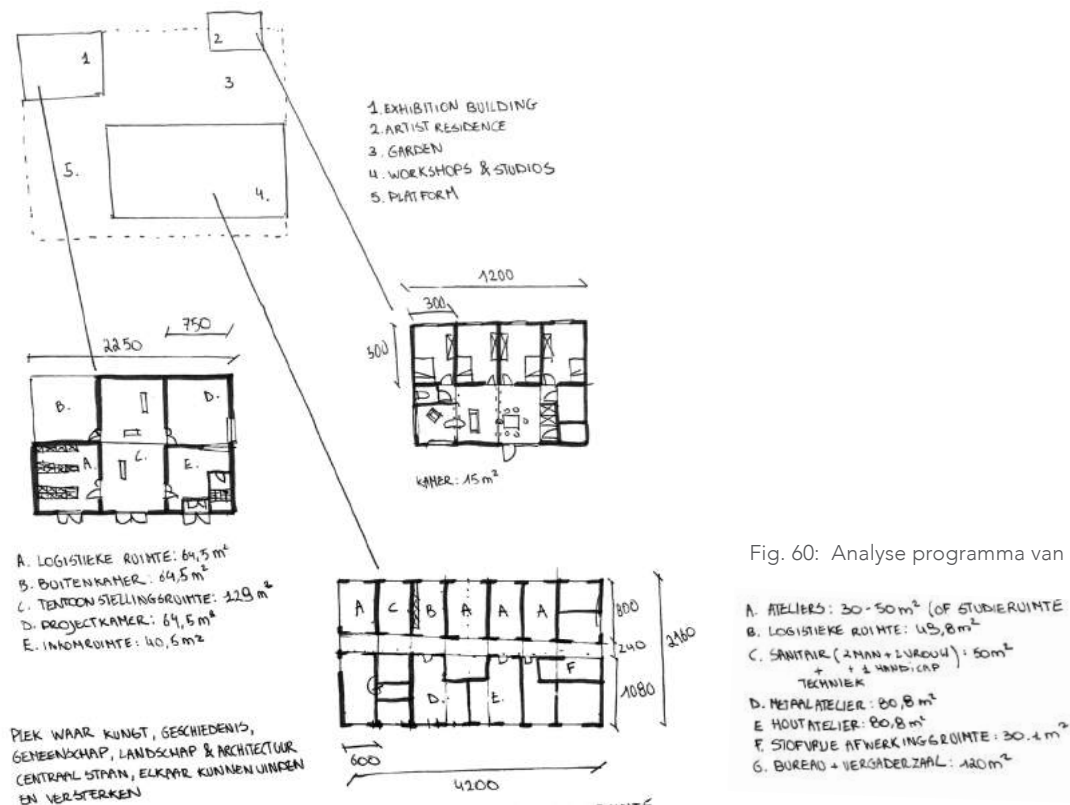


Fig. 60: Analyse programma van C-Min Atelier



Fig. 61: Render C-mine atelier - 51n4e

| Conclusie

De belangrijkste elementen uit voorgaande literatuurstudie zijn samengevat in dit hoofdstuk. Deze opsomming geeft de belangrijkste punten waar rekening mee gehouden moet worden bij het ontwerpen. Deze elementen worden dus meegenomen naar het volgende hoofdstuk, waar het ontwerp voorgesteld wordt.

Deel 1: Het Materialendieet

- Compact bouwen om materiaalgebruik te optimaliseren.
- Gebruik van zo min mogelijk beton om de ecologische voetafdruk te verkleinen.
- Vermijden van ondergronds bouwen om de impact op de omgeving te minimaliseren.
- Toepassen van biobased materialen voor een duurzamer bouwproces.
- Minimaliseren van installaties om de complexiteit en het energieverbruik te reduceren.

Deel 2: Het Minimaliseren van Installaties

Case '2226'

- Gebouwen met ramen van plafond tot vloer verbeteren de lichtinval.
- Dieper liggende ramen bieden natuurlijke zonwering, wat bijdraagt aan de energie-efficiëntie.
- Een minimale plafondhoogte van 3,30 meter zorgt voor beter natuurlijke verlichting.
- Thermische massa implementeren

Deel 3: Passieve ontwerpstrategieën

Natuurlijke ventilatie - atrium

- Werkt het best bij voldoende thermische massa
- Rekening houden met eisen rond brandveiligheid
- Voldoende openingen voor toevoer en afvoer voorzien voor een optimale werking

Natuurlijke ventilatie - Earth, wind & fire concept

- Toevoer en afvoerschacht voorzien

Thermische massa

- Meest effectief bij direct zonlicht
- Combineren met nachtkoeling (via atrium)

Deel 4: Materialiteit

Rammed earth

- Plint van 30 cm voor opspattend water
- Erosiechecks om oppervlakte-erosie te verminderen
- Dikte speelt een rol in draagkracht

Hout in combinatie met rammed earth

- Toepassing in vloer is mogelijk, ook met vloerverwarming
- Rammed earth is zwaar, rekening houden dan balken dit kunnen dragen

Deze elementen vormen de basis voor mijn ontwerp en zullen richting geven aan de ontwikkeling van gebouw dat zowel inpast binnen het historisch ensemble, als een minimale ecologische impact hebben.



03

Het ontwerp

ATELIER HERKENRODE

Een levendige gemeenschap die zorgt voor elkaar. Gelegen op de voormalige Herkenrode site vindt 'Atelier Herkenrode' zijn thuisbasis. Omgeven door het historische erfgoed biedt het project een plek voor creativiteit, met ateliers en tentoonstellingsruimtes voor kunstenaars in residentie.

De inplanting van verschillende gebouvvolumes reorganiseert de locatie en zorgt ervoor dat de site beter leesbaar wordt. De nieuwbouw vindt zijn inpassing in het historische erfgoed door een herinterpretatie van de aanwezige typologie. Zo ontstaat er een langgerekt volume dat het bestaande binnenplein completeert en een nieuwe laag toevoegt aan de al bestaande gelaagde geschiedenis. Het torenvolume fungeert als scharnierpunt in het historische ensemble.

Verschillende atria fungeren als katalysator van het project. Ze vormen de kern voor ontmoeting en cultuurcreatie en leggen tegelijkertijd de basis voor het duurzaamheidsconcept.

Een doordachte keuze van materialiteit in combinatie met passieve ontwerpstrategieën, zoals natuurlijke ventilatie en thermische massa, resulteren in een gebouw met minimale ecologische impact.

Atelier Herkenrode, een ontmoetingsplaats waar inwoners, de buurt en de ruimere omgeving elkaar vinden.

| INTRO

Om de opwarming van de aarde onder de 1,5 graden Celsius te houden, zal de architectuur die we vandaag kennen moeten veranderen. De bouwsector is namelijk verantwoordelijk voor 36% van de CO₂-uitstoot in Europa (Pelsmaker et al., 2022). Daarom is een verschuiving naar een koolstofneutrale of koolstofvrije samenleving noodzakelijk. Dit kan enkel bereikt worden als ook de bouwsector een transformatie ondergaat.

Het huidige probleem ligt in het feit dat de focus vaak alleen ligt op de CO₂-uitstoot van een gebouw nadat het is opgeleverd, met andere woorden, hoeveel energie het nodig heeft voor verwarming, koeling, ventilatie, etc. (Hertwich et al., 2020). Hierbij wordt geen rekening gehouden met de hoge CO₂-uitstoot die gepaard gaat met de toegepaste materialen in diezelfde constructie. De grote ecologische impact die hiermee gepaard gaat, wordt dus verwaarloosd (Hertwich et al., 2020). Toch heeft het proces van grondstof tot eindproduct een grote invloed op de aarde (Depae, 2023). Bovendien vereisen deze gebouwen mechanische installaties die ook energie nodig hebben. Toch blijft bijna elk architectuurproject, ondanks dit bewustzijn, bijdragen aan de klimaatcrisis (Pelsmaker, 2022). Het is dus van belang dat een architectuurproject niet alleen deze schadelijke gevolgen wil minimaliseren, maar net ingrijpt en een herstellende impact creëert.

De erfgoedsite in Herkenrode biedt een kans om deze visie toe te passen. De site kan een toekomstbeeld creëren van hoe we kunnen omgaan met het historisch erfgoed zonder afbreuk te doen aan de ecologische principes. Hieruit volgt het masterplan, dat antwoord biedt op de vraag: "Hoe leven binnen de planetaire grenzen op de Herkenrode site?"

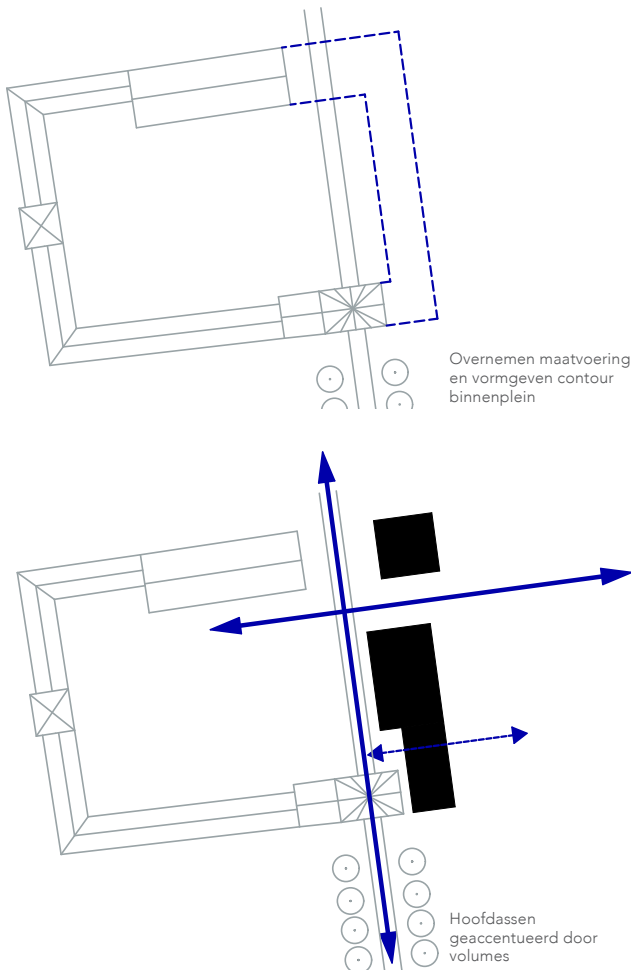
Hierontstaat de uitdaging om een nieuwbouwproject te ontwikkelen dat niet alleen integreert met het bestaande erfgoed, maar tegelijkertijd ook een minimale ecologische impact achterlaat. 'Atelier Herkenrode' is ontworpen als een antwoord op deze uitdaging.



Masterplan Herkenrode abdij site



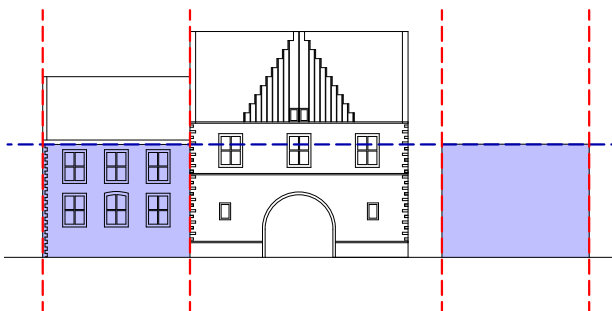
| Naar een nieuwe dynamiek



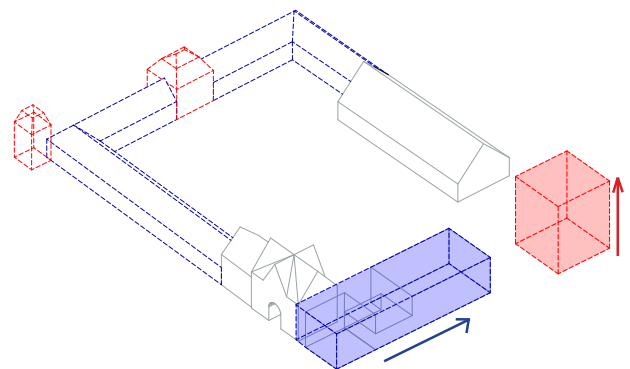
De projectsite bevindt zich op een strategische locatie binnen het masterplan, namelijk in het kloppende hart van de site. Deze centrale ligging is niet toevallig, maar eerder doordacht en doelbewust vanuit het masterplan. Het gebouw is zorgvuldig gepositioneerd naast het iconische torengedouw van de Herkenrode site en speelt zo een essentiële rol in het vormgeven van de contour van het binnenplein. Hierdoor wordt niet alleen de ruimtelijke samenhang van de site bevorderd, maar wordt ook de sociale duurzaamheid van de site verhoogd. Het fungeert als een ontmoetingsplaats, een knooppunt waar mensen samenkomen, ideeën uitwisselen en gemeenschapsbanden versterken.

Het project omvat twee nieuwe volumes die het bestaande respecteren en tegelijkertijd de site meer leesbaar maken. De onderverdeling van het project in twee volumes is gebaseerd op twee hoofdassen die het project in twee splitst. De gebouwvolumes versterken eveneens de assen.

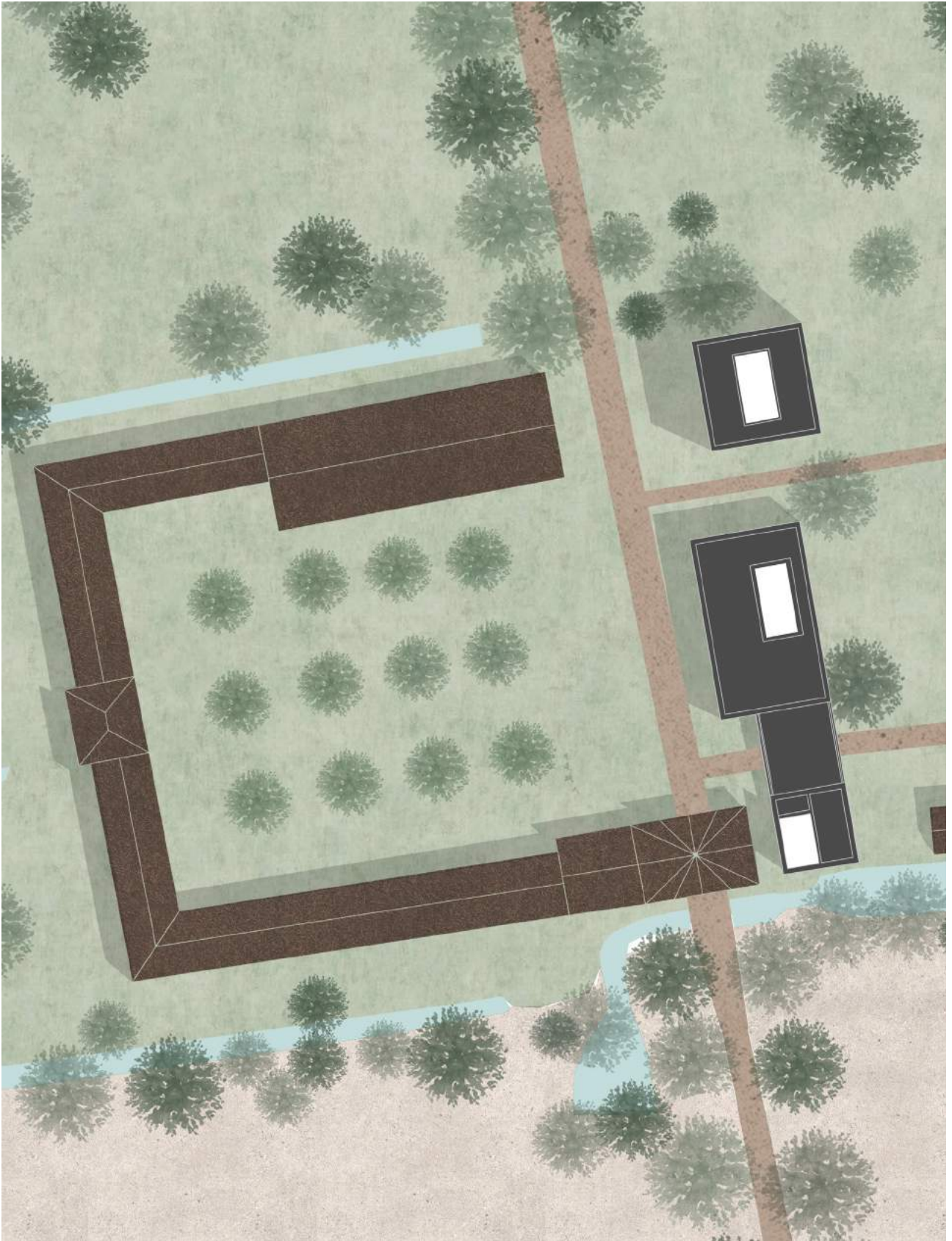
De aanwezige typologie wordt geherinterpreteerd. Maatvoeringen van de bestaande gebouwen, zoals de portierswoning en de Tiendschuur, worden overgenomen. Zo ontstaat er een langgerekt volume dat het bestaande binnenplein completeert en een nieuwe laag toevoegt aan de al bestaande gelaagde geschiedenis. Dit volume is losgekoppeld van het bestaande erfgoed en creëert zo een synergie tussen oude en nieuw. Het torenvolume vormt het scharnierpunt in het historisch ensemble.



Overnemen maatvoering bestaande gebouwen



Herinterpretatie van aanwezige typologie



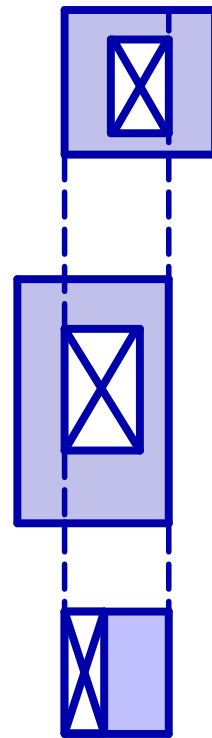
Inplantingsplan



| Organisatie en planopbouw

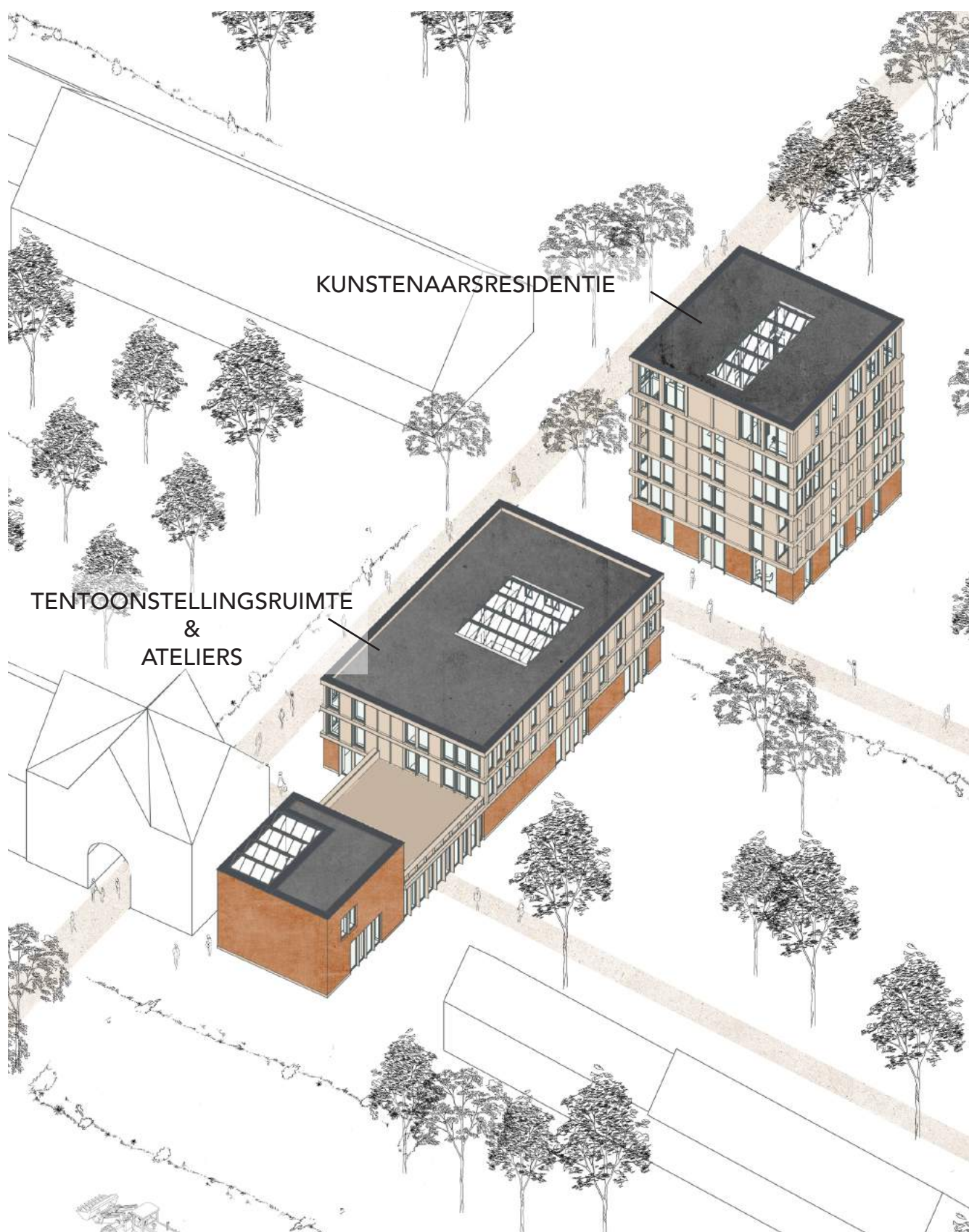
Het project omvat twee volumes die samen een harmonieuze eenheid vormen. Het langgerekte volume herbergt op de begane grond een expositieruimte, waar kunstwerken gepresenteerd en bewonderd kunnen worden. De verdiepingen daarboven bieden atelierruimtes aan kunstenaars, waar ze in een inspirerende omgeving kunnen werken en creëren. Het torengebouw, dat naast het langgerekte volume staat, dient als residentie voor de kunstenaars. Hier bevinden zich niet enkel woonunits, maar ook diverse collectieve ruimten die ontmoetingen en samenwerking bevorderen. Samen vormen deze twee volumes een dynamische en ondersteunende omgeving voor kunst en creativiteit.

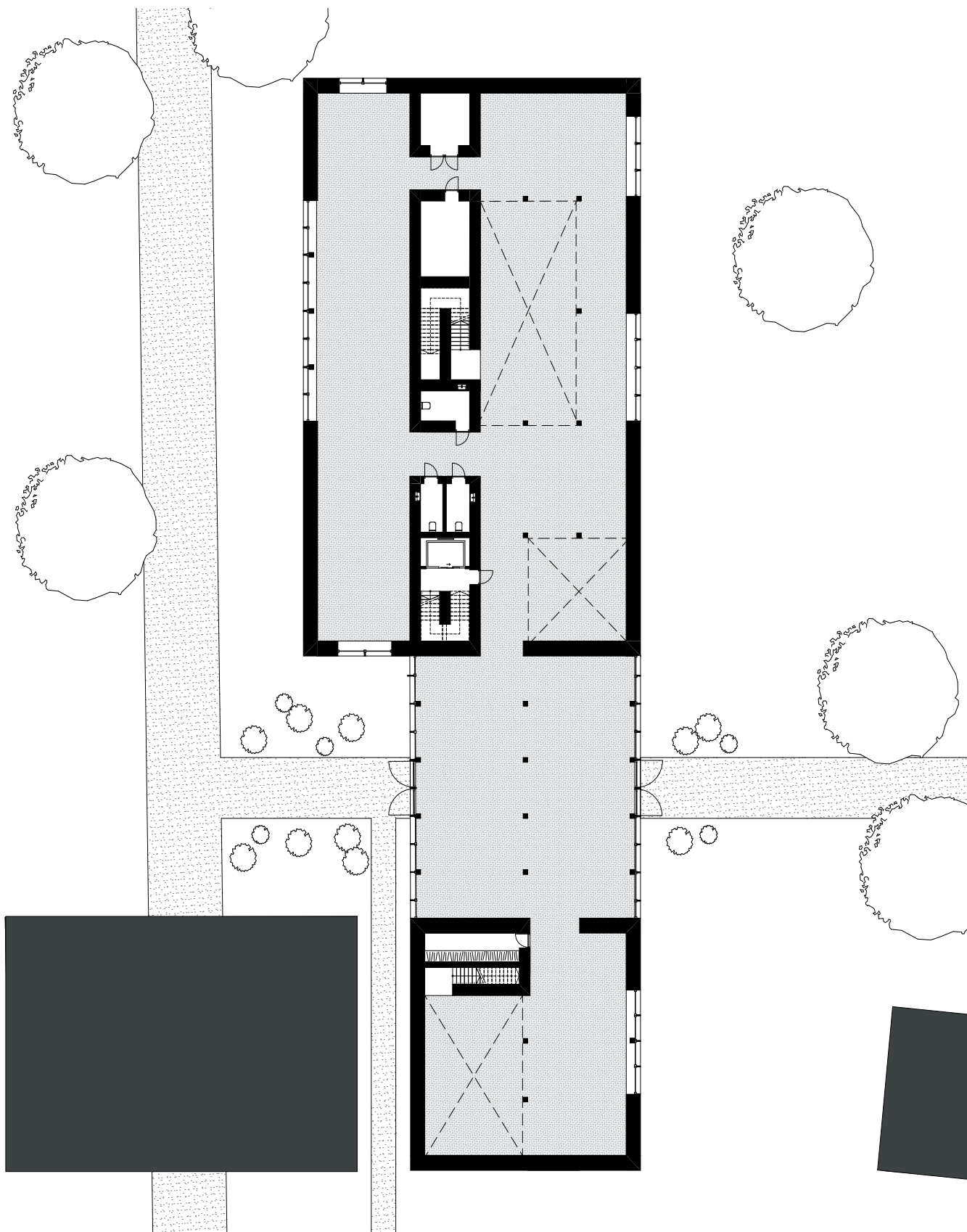
Het project wordt gekenmerkt door drie verschillende atria, die strategisch gelegen zijn aan de rand van de hoofdas. Elk atrium heeft een unieke dimensie, waardoor een gevarieerd en dynamisch ruimtelijk gevoel ontstaat. Deze variatie in grootte en vorm zorgt voor een afwisselende beleving binnen het gebouw, waarbij iedere ruimte zijn eigen karakter en sfeer heeft, en tegelijkertijd bijdraagt aan de algehele cohesie van het ontwerp.



Ligging atria binnen gebouwvolumes



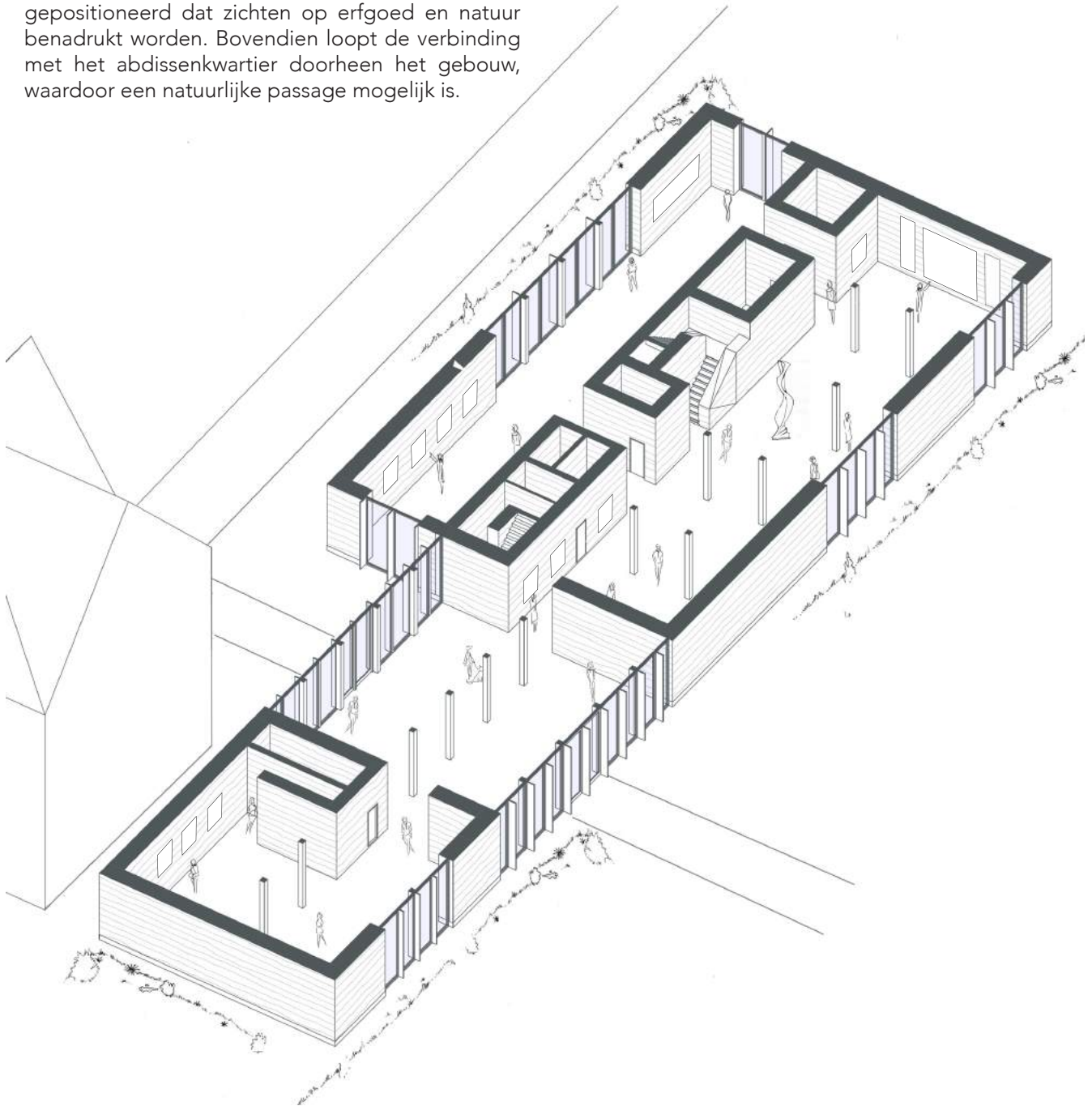




Begane grond

De cultuurstraat

Op de begane grond bevindt zich de cultuurstraat, een dynamische expositieruimte waar kunstenaars hun werken kunnen tentoonstellen. Deze straat is een enfilade van ruimtes met uiteenlopende afmetingen en ruimtelijke kwaliteiten. Het ontbreken van gangen zorgt ervoor dat mensen bewegen van ruimte naar ruimte. Een massief volume doorbreekt de open ruimte en zorgt voor verdeling, waardoor een variëteit aan sferen ontstaat door verschillende dimensies en lichtinvallen. De ramen zijn zo gepositioneerd dat zichten op erfgoed en natuur benadrukt worden. Bovendien loopt de verbinding met het abdissenkwartier doorheen het gebouw, waardoor een natuurlijke passage mogelijk is.

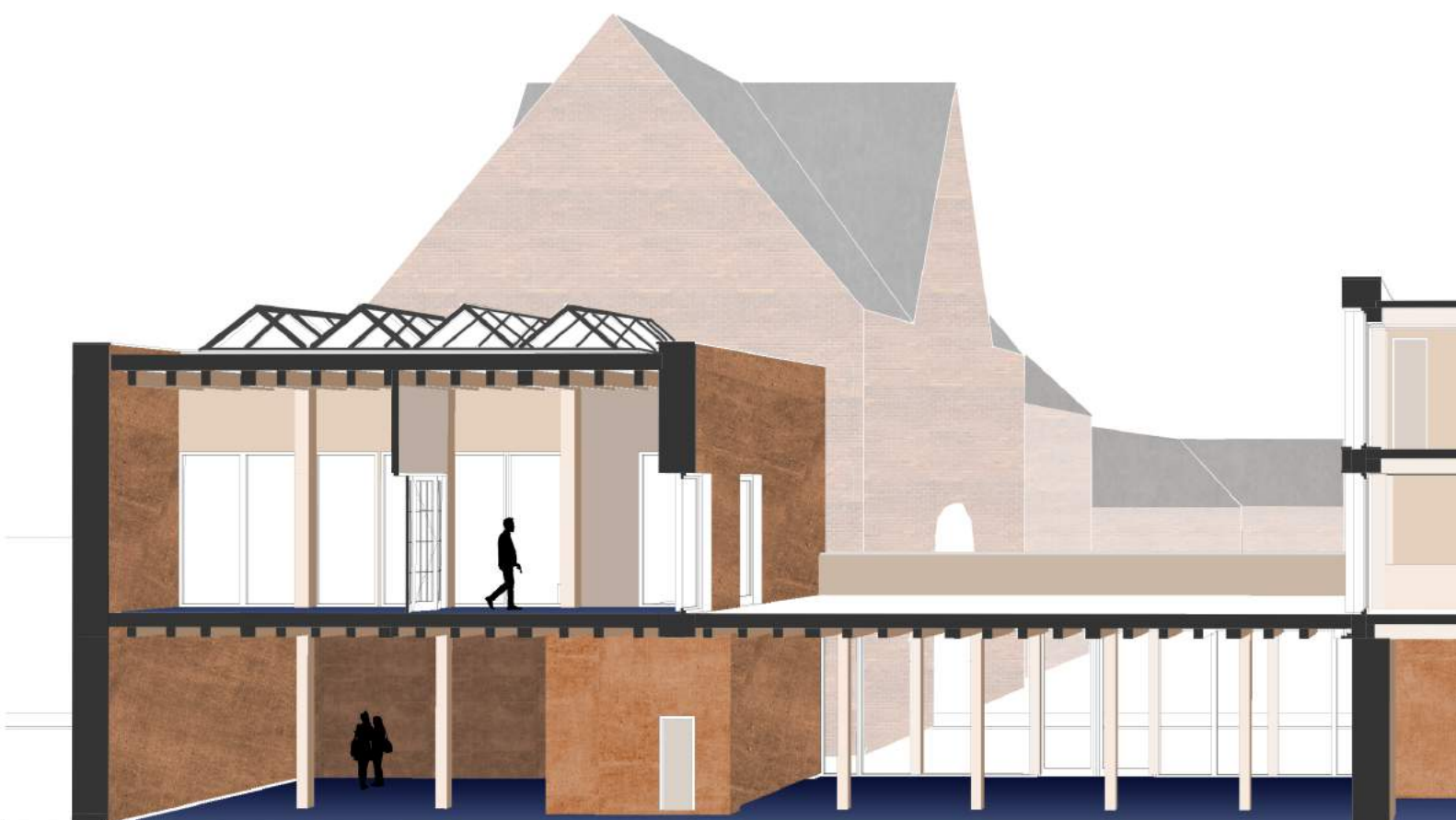




Lange kamer als onderdeel van expositieruimte



Contrast tussen massieve plint en houten structuur

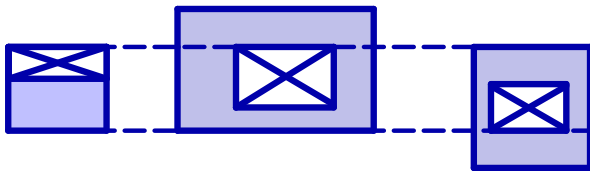


Snede door ateliers en tentoonstellingsruimte

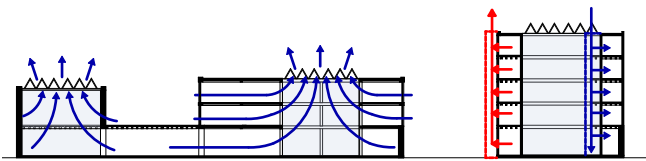
Het atrium als katalysator

Het atrium fungeert als de katalysator van het project. Verschillende atriums doorheen het project vormen de kern voor creativiteit en interactie en gelijktijdig de basis voor het duurzaamheidsconcept. Dit centrale element vormt het kloppende hart waar alles omheen gebeurt.

Op de verdiepingen bevindt zich rondom het atrium een gemeenschappelijke ruimte die ontmoeting en collectiviteit stimuleert. Deze centrale plek is verbonden met de omliggende ateliers, die door hun zichtbaarheid bijdragen aan een dynamische en inspirerende omgeving. Daarnaast creëert het atrium een naadloze verbinding met de expositieruimte op de begane grond. Bovendien draagt het atrium bij aan de natuurlijke ventilatie van het gebouw door middel van schouwventilatie, wat zorgt voor een gezond en aangenaam binnenklimaat.

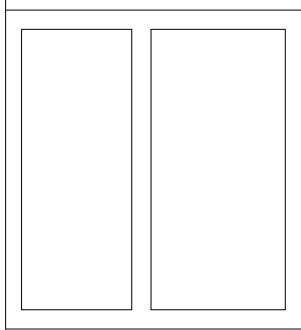
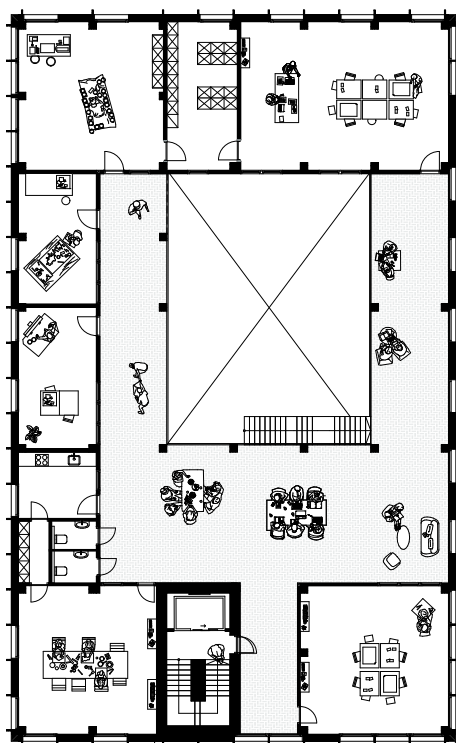


Ligging atria binnen gebouwvolumes



Ventilatieconcept via atria

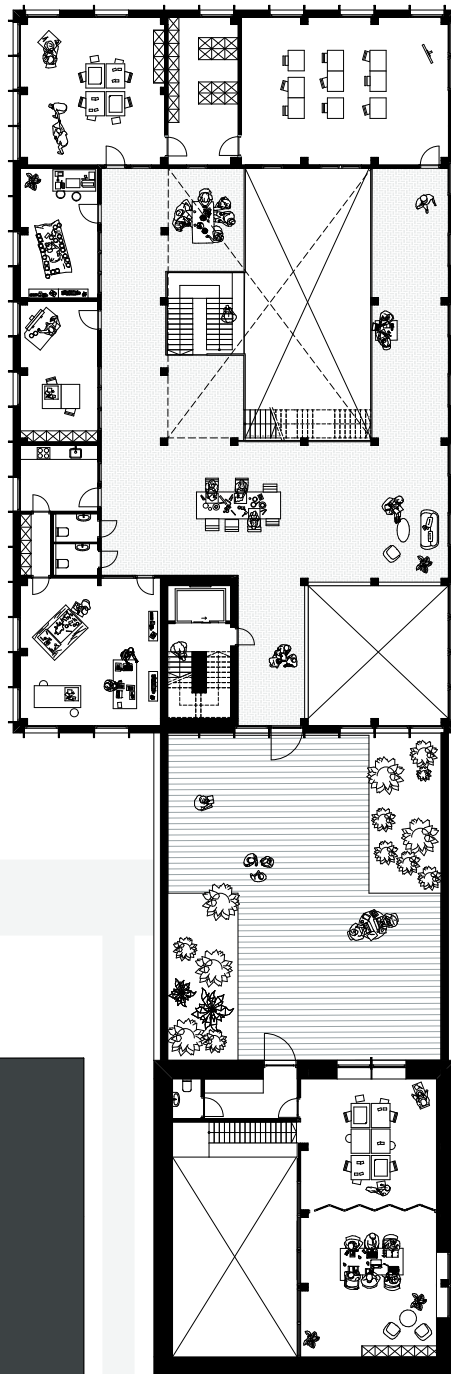




Plan verdieping 1

0 1 3 6





Plan verdieping 2

0 1 3 6



Doordat het atrium onderdeel is van de circulatie, worden de circulatieruimtes een verlenging van de ateliers en creëren een interactieve ruimte voor ontmoeting, studie, sociaal contact en uitwisseling van ideeën.

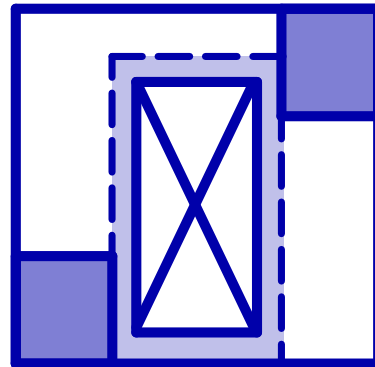




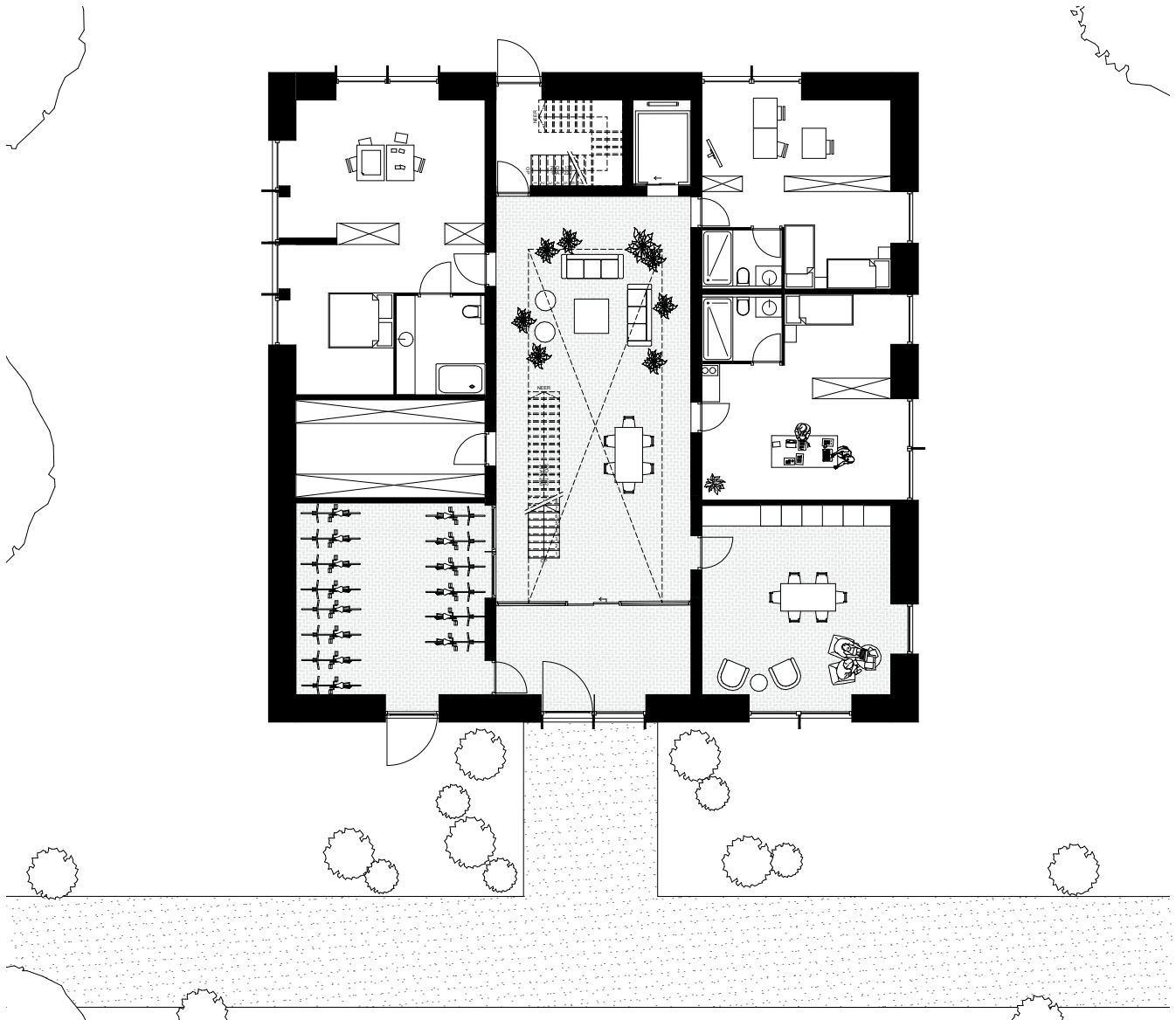
Toren vol creativiteit

Het torengedouw vormt het scharnierpunt tussen oud en nieuw. In dit gebouw bevinden zich de kunstenaarsverblijven, waarbij elke wooneenheid is uitgerust met een private badkamer. Andere voorzieningen zijn collectief en bevinden zich diagonaal ten opzichte van elkaar op elke verdieping. Hierdoor wordt het atrium bij deze ruimtes betrokken, wat zorgt voor een actieve en levendige gemeenschappelijke ruimte.

Op de begane grond bevinden de gemeenschappelijke ruimtes zich centraal en in de eerste helft van het plan. Een fietsenstalling, wasruimte en ontmoetingsplek geven hier de invulling aan.



Ligging collectieve ruimte in diagonale lijn

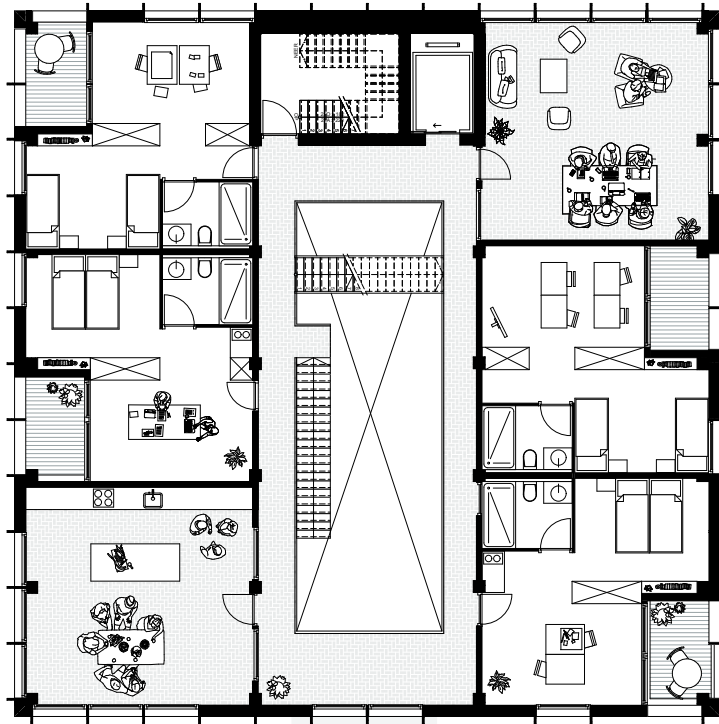


Plan begane grond

0 1 3

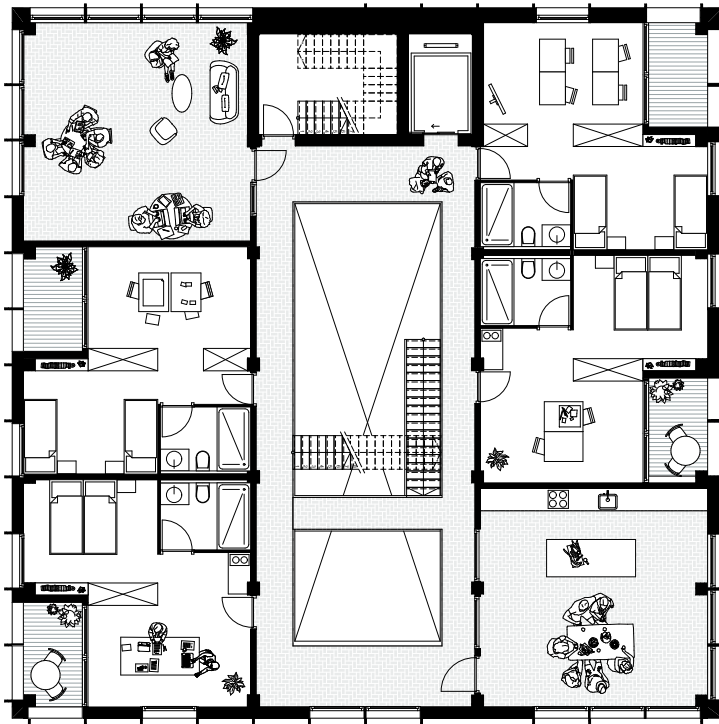






Plan verdieping 1 + 2

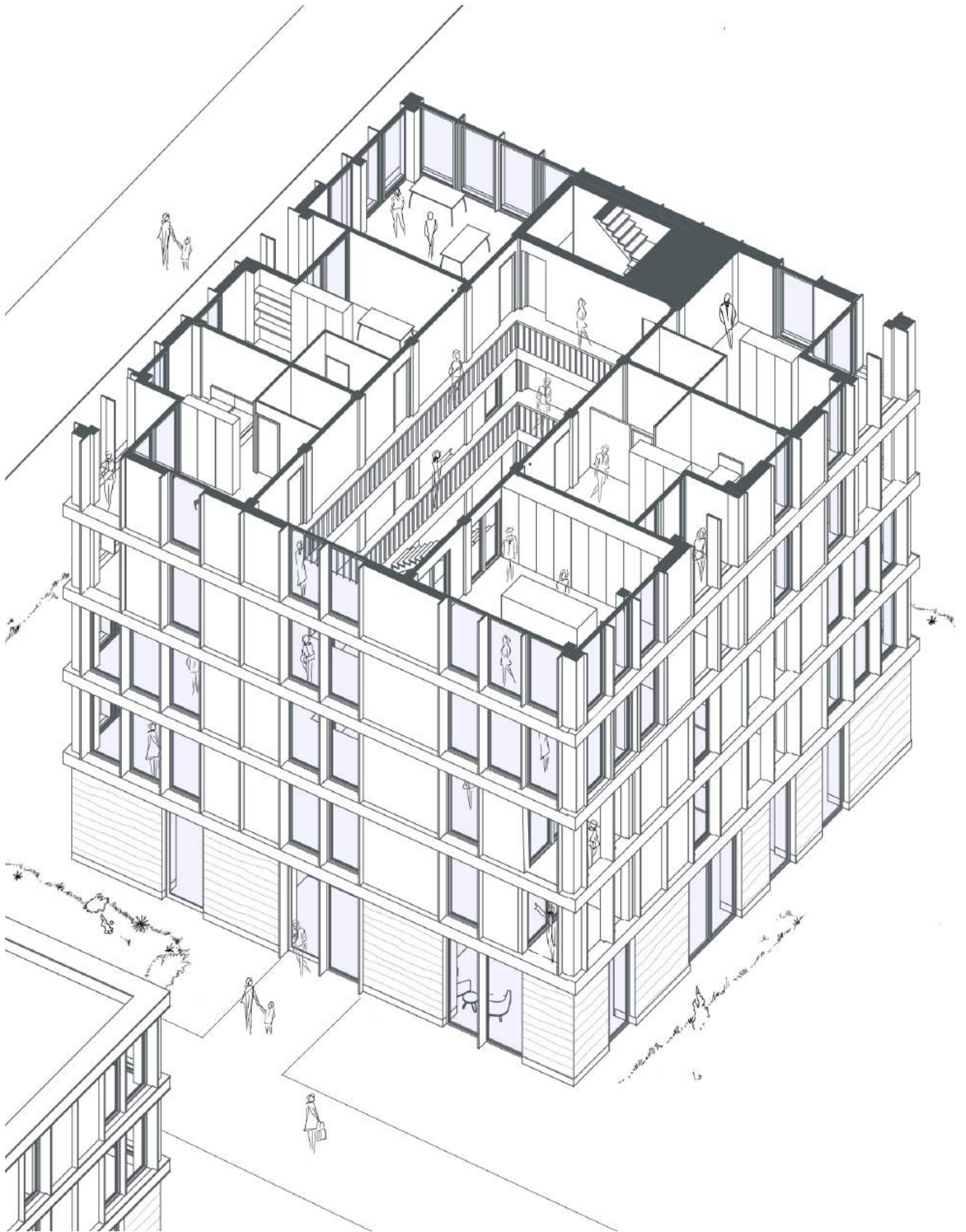
0 1 3



Plan verdieping 3 + 4

0 1 3





In de getoonde ruimtes bevindt zich een kastelement dat de kamer verdeelt in twee zones. De eerste zone is flexibel en kan naar wens worden ingevuld door de kunstenaars. Grote ramen zorgen voor een overvloed aan natuurlijk licht, waardoor deze ruimte helder en uitnodigend is. Daarnaast bieden de ramen een prachtig uitzicht op het omringende landschap en erfgoed. Dankzij de flexibiliteit van de indeling kan de ruimte eenvoudig aangepast worden aan de specifieke behoeften van de gebruiker, wat een dynamische en inspirerende werkomgeving creëert.







Gevelaanzicht1



Gevelaanzicht 2



| Duurzaamheidsconcept

Materialiteit

Het project legt een sterke nadruk op materialiteit en duurzaamheid, waarbij de massieve plint een essentieel element vormt. Deze plint is vervaardigd uit rammed earth, wat niet alleen een unieke esthetiek toevoegt, maar ook bijdraagt aan de thermische prestaties van het gebouw door voldoende thermische massa te bieden.

Om erosie te minimaliseren en de duurzaamheid te waarborgen, worden er erosiechecks om de 40 cm aangebracht in de muur. Dit helpt bij het beperken van erosie en verlengt de levensduur van het materiaal.

De ramen in de plint zorgen voor een fragmentatie van de massieve muur.

Omdat aardemuren beperkte spanningen kunnen opnemen, is er een draagconstructie van houten kolommen en balken voorzien. Deze constructie maakt niet alleen een flexibele indeling van ruimtes mogelijk door het toevoegen van lichte tussenwanden, maar biedt ook een duurzame en veelzijdige oplossing voor de toekomstige behoeften van het gebouw.

Verder wordt het rammed earth-materiaal ook toegepast in het vloersysteem, waardoor een naadloze integratie van het materiaal in het hele ontwerp wordt bereikt.

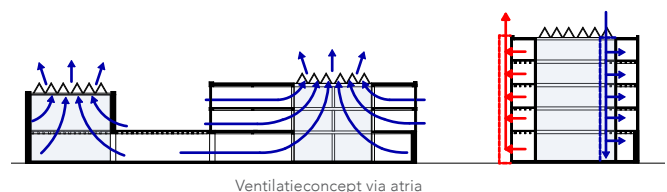
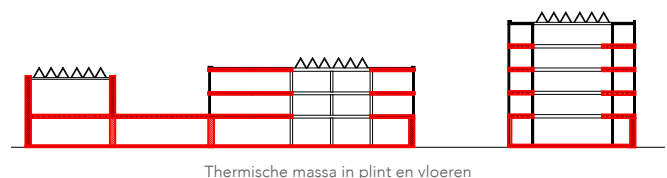
De lichte constructie krijgt een schil van circulaire sandwichpanelen. Een repeterende structuur van houten latten laat toe om raamopeningen te voorzien binnen deze structuur. Het fungeert eveneens als zonwering in de zomermaanden. De raamopeningen reiken van vloer tot plafondhoogte, waardoor een maximale hoeveelheid daglicht binnenkomt en de aarde, toegepast in de vloeren, direct wordt blootgesteld aan zonlicht, wat de thermische prestaties van het gebouw optimaliseert.

De keuze van materialen speelt een cruciale rol bij het beperken van de koolstofuitstoot in ons project. Door deze materialen toe te passen, kan de ecologische voetafdruk geminimaliseerd worden.

Minimaliseren installaties

In het ontwerp zijn verschillende passieve ontwerpstrategieën toegepast om de nood aan installaties tot een minimum te beperken. Zoals eerder vermeld, worden de volumes gekenmerkt door verschillende atria, die dienen als natuurlijke ventilatiekanalen. Het schouweffect creëert drukverschillen, waardoor de lucht op een natuurlijke wijze door het gebouw kan circuleren en via het atrium kan ontsnappen. Deze strategie werkt optimaal in combinatie met thermische massa, die wordt verkregen door het gebruik van rammed earth in de muur van de plint en in de vloeren. Bovendien is nachtkoeling via het schoorsteeneffect mogelijk.

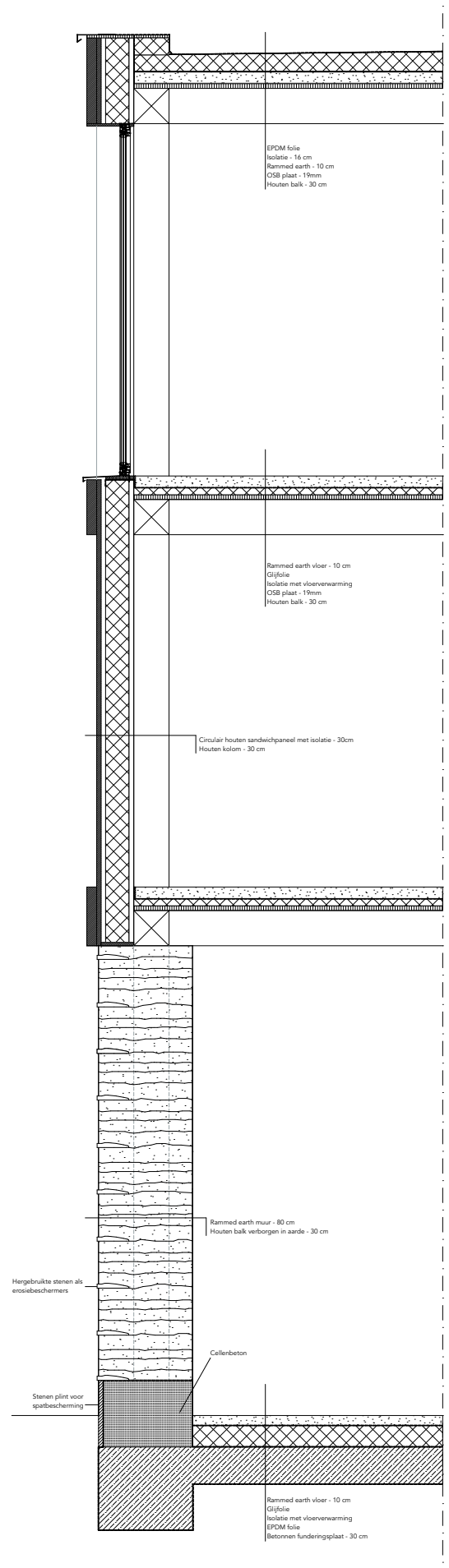
Het torengebouw maakt gebruik van het "earth, wind, and fire" concept, waarbij ventilatie plaatsvindt via een klimaatcasade die van boven naar beneden door het atrium loopt. Een zonnetrechter zorgt ervoor dat vervuilde lucht wordt afgevoerd. Dit principe kan ook worden gebruikt om de woonunits te verwarmen. Bovendien wordt ook aan dit volume thermische massa, door rammed earth te combineren met de houten draagconstructie.





Gevelfragment met constructieve doorsnede

0 50 150



De snede doorheen het atrium toont de massieve plint op de begane grond en de lichte, houten constructie erboven.



Maquette op schaal 1:50 met fragment van het project



| Literatuurlijst

- &bogdan. (2023, 21 september). *Integrated center for drug users* - &bogdan. &Bogdan. <https://www.bogdan.design/projects/integratedcentre/>
- Ahmad, S. S., Yunus, J. & Zain-Ahmed, A. (2010). *Analysis of atrium's architectural aspects in office buildings under tropical Sky conditions* [Paper, Universiti Teknologi MARA]. <https://doi.org/10.1109/cssr.2010.5773836>
- AIVC, Raue, A. K., Luscure, P. G., & Blesgraaf, P. (2001). Natuurlijke ventilatie - moet kunnen. TVVL, 2001(2). https://www.aivc.org/sites/default/files/airbase_13737.pdf
- Architectum. (2022). *Hot technology and cool walls*. Architectum. <https://www.architectum.com/brick-award/hot-technology-and-cool-walls.html>
- Baumschlager Eberle Architekten. (z.d.). *Projekte-details*. Baumschlager Eberle Architekten. <https://www.baumschlager-eberle.com/en/work/projects/projekte-details/2226-lustenau/>
- Blesgraaf.(1996). *Grote glasoverkapte ruimten*. Novem.
- Boltshauser, R., Veillon, C., & Maillard, N. (2018). *Pisé. Rammed earth: - Tradition and Potential*. Triest.
- Bronsema, B. (2002). Een duurzame toekomst voor de installatietechniek. *Symposium Duurzame Installaties 7 Maart 2002*, 2–16. <https://bronconsult.org/wp-content/uploads/2013/10/2002-Een-duurzame-toekomst-voor-de-installatietechniek-Themadag-TU-Delft-Duurzame-Installaties-in-Gebouwen--7-maart-2002.pdf>
- Brosens, K., Heirman, G., Van Gemert, D., Triconsult NV, Dereymaeker, J., & T. De Neef Engineering NV. (2013). *Overzicht en revalorisatie van holle vloersystemen uit het interbellum*.
- C-mine. (z.d.). *Nieuw kunst & architectuurproject op C-mine*. C-mine. <https://c-mine.be/nieuws/nieuw-kunst-architectuurproject-op-c-mine>
- Carcassi, O. B., Habert, G., Malighetti, L. E., & Pittau, F. (2022). Material Diets for Climate-Neutral Construction. *Environmental Science & Technology*, 56(8), 5213–5223. <https://doi.org/10.1021/acs.est.1c05895>
- Choplin, A. (2019). Cementing Africa: Cement flows and city-making along the West African corridor (Accra, Lomé, Cotonou, Lagos). *Urban Studies*, 57(9), 1977–1993. <https://doi.org/10.1177/0042098019851949>
- Ho, D. H. (1996). Climatic responsive atrium design in Europe. *Arq. Architectural Research Quarterly*, 1(3), 64–75. <https://doi.org/10.1017/s135913550000292x>
- De Cooman, K. & Brussels Cooperation. (2022). *Down to Earth*. https://bc-as.org/sites/default/files/2023-01/FHNW-Beyond-Concrete_BC.pdf
- Dechelette .(2023, 16 juni). *Quatre cheminées* | Dechelette Architecture. Dechelette Architecture | Agence D'architecture. <https://www.dechelette-architecture.com/quatre-cheminees/>
- Dethier, J. (2020). *The Art of Earth Architecture: Past, present, future*. Thames & Hudson.
- Driessen I., Holländer, M. & Sobota, M. (2022). *Carbon-based design: onderzoek naar de milieu-impact van de woningbouw*. Cityförster.

- Erden. (2021). *Desing guide for Rammed Earth*. <https://www.erden.at/Design-Guide>
- Erden. (2021). *Erden stampflehmboden*. Erden. <https://www.erden.at/Stampflehmboden>
- EUMiesAward. (2024). *The Orangery – B2 block in Lyon Confluence*. EUmiesaward. <https://www.miesarch.com/work/5222>
- Frans Masereel Centrum. (2024, 13 februari). *Homepagina – Frans Masereel Centrum*. Frans masereel centrum. <https://fransmasereelcentrum.be/nl/>
- Gauzin-Müller D. en Vissac A.. (2022). *Terrafibra*. Pavillon de l'Arsenal.
- Helmersson, T. (2022). *From the ground up – Research on Rammed earth and timer for a residential building*. Chalmers University of Technology. https://issuu.com/tobiashelmersson/docs/tobias_helmersson-from_the_ground_up#google_vignette
- Heringer, A., Blair Howe, L. & Rauch, M. (2019). *Upscaling Earth*. Gta Verlag ETH Zurich.
- Hertwich, E., Lifset, R., Pauliuk, S., Heeren, N (2020). *Resource Efficiency and Climate Change: Material Efficiency Strategies for a Low-Carbon Future. A Report of the International Resource Panel*. United Nations Environment Programme: Nairobi, Kenya.
- Herzog & de Meuron. (2015). *Ricola Kräuterzentrum in Laufen. Detail*.
- IPCC. (2021). *Climate change 2021: The physical science basis*. IPCC. <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/>
- Landman, W. A. (2010). Climate change 2007: the physical science basis. *South African Geographical Journal*, 92(1), 86–87. <https://doi.org/10.1080/03736245.2010.480842>
- Kapfinger, O., & Sauer, M. (2015). *Martin Rauch: Refined Earth: Construction & Design of Rammed Earth. Detail*.
- Middleton, G. F., Commonwealth of Australia, & National Building Technology Centre. (1987). *Earth-Wall construction* (L. M. Schneider, Red.).
- Nederlof, Ir., & Cauberg, prof. ir. (2019). *Massawetten voor enkelbladige constructies*. In *Kennisbank Bouwfysica*. https://klimapedia.nl/wp-content/uploads/2013/05/A-16_luchtgeluidsisolatie_massawetten_enkelbladig.pdf
- Pelsmakers, S. (z.d.). *Passive resilience — Arch4Change*. Arch4Change. <https://www.arch4change.com/themes/passive-resilience>
- Pelsmakers, S., Donovan, E., Hoggard, A., & Kozminska, U. (2022). *Designing for the Climate Emergency: A guide for architecture students*. RIBA Books.
- Polspoel, W. (2024, 2 januari). *U/Define en Frantzen et al bezorgen Frans Masereel Centrum circulaire residentie voor kunstenaars*. Circubuild. <https://www.circubuild.be/nl/nieuws/u-define-en-frantzen-et-al-bezorgen-frans-masereel-centrum-circulaire-residentie-voor-kunstenaars/#:~:text=Het%20gebouw%20dat%20U%2FDefine,een%20collectieve%20keuken%20en%20verblijfsruimte.>

- Rematter. (2022). Holz-Lehm Decke. Rematter AG. https://rematter.earth/wp-content/uploads/2023/03/Rematter_Factsheet_230330.pdf
- Rennie, D. & Parand F. (1998). *Environmental design guide for naturally ventilated and daylight offices*. https://www.researchgate.net/profile/Sabarinah-Ahmad/publication/224238857_Analysis_of_atrium's_architectural_aspects_in_office_buildings_under_tropical_sky_conditions/links/0c9605384aa9781ab9000000/Analysis-of-atriums-architectural-aspects-in-office-buildings-under-tropical-sky-conditions.pdf
- Röhlen, U., & Ziegert, C. (2011). *Earth building practice: Planning - Design - Building*. Beuth Verlag.
- Rosseneu, I., Vrebos, A. (2022). *Bouwen met bio-ecologische materialen: detaillering van de muurvoet*. [Masterthesis, Universiteit Gent]. Libstore ugent. https://libstore.ugent.be/fulltxt/RUG01/003/063/716/RUG01-003063716_2022_0001_AC.pdf
- Tektoniek. (2022, 18 januari). *Thermische massa voor energiezuinige gebouwen*. Tektoniek. <https://www.tektoniek.nl/duurzaam/kennis-en-expertise/thermische-massa-voor-energiezuinige-gebouwen#:~:text=Thermische%20massa%20is%20een%20term,geven%20via%20het%20materiaal%20oppervlak>.
- United States Environmental Protection Agency. (2024, 27 maart). *Understanding global warming potentials*. United States Environmental Protection Agency. <https://www.epa.gov/ghgemissions/understanding-global-warming-potentials>
- van den Bosch, R. (2023). *Bepaling milieu-impact van biobased bouwmaterialen op de schop. Knelpunten binnen de Nederlandse regelgeving omtrent de milieuprestatie van biobased materialen in de bouwsector*. [Hedgehog Company]. <https://studenttheses.uu.nl/bitstream/handle/20.500.12932/45786/Writing%20assignment%20hedgehog%20Company%20versie%2016-11-23.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- van den Engel, P. J. W. & Kurvers, S. R. (2020). Integraal ontwerpen nodig bij hybride ventilatie en meer daglicht in gebouwen. *TVVL Magazine*, 2020(2), 22-29.
- Vlaanderen.be. (z.d.). *Ventilatiesystemen*. Vlaanderen.be. [www.vlaanderen.be](https://www.vlaanderen.be/bouwen-wonen-en-energie/veilig-gezond-en-kwaliteitsvol-wonen/verluchting-en-ventilatie/ventilatiesystemen). <https://www.vlaanderen.be/bouwen-wonen-en-energie/veilig-gezond-en-kwaliteitsvol-wonen/verluchting-en-ventilatie/ventilatiesystemen>

| Figurenlijst

Fig 1: Team van Meer. (2018) *Poortgebouw en portierswoning – Abdijsite Herkenrode Hasselt* [Foto]. TeamvanMeer. Geraadpleegd op 08/05/2024, van <http://www.teamvanmeer.be/portfolio/poortgebouw-portierswoning-abdijsite-herkenrode-hasselt/>

Fig 5: Lucid. (2022) *Het poortgebouw* [Foto]. Herita. Geraadpleegd op 08/05/2024, van <https://www.herita.be/nl/monumenten/abdij-van-herkenrode/de-site-en-het-erfgoed>

Fig 6.: Lucid. (z.d). *Portierswoning* [Foto]. Abdijsite Herkenrode. Geraadpleegd op 08/05/2024, van <https://www.abdijsiteherkenrode.be/domein/erfgoed>

Fig.7: Lucid. (2022). *De Tiendschuur* [Foto]. Herita. Geraadpleegd op 08/05/2024, van <https://www.herita.be/nl/monumenten/abdij-van-herkenrode/de-site-en-het-erfgoed>

Fig. 8: Baumschlager Eberle Architekten. (2013). 2226 [Foto]. Ace-cae. Geraadpleegd op 08/05/2024, van <https://www.ace-cae.eu/activities/net-arch-programme-and-eu-funded-projects/past-projects/connect-arch/20-projects-architectural-projects-against-climate-change/2226/>

Fig. 9: Depae, T. (2023). *De onleding van een gebouw in zijn materialen* [Schets].

Fig. 10: Carcassi, O. B., Habert, G., Malighetti, L. E., & Pittau, F. (2022). *Material Diets for Climate-Neutral Construction* [schema]. Environmental Science & Technology, 56(8), 5213–5223. <https://doi.org/10.1021/acs.est.1c05895>

Fig. 11: Habert, G. (2023). *Diagram 1 koolstofuitstoot gebouw* [Diagram]. Lezing Bc-Materials op 28/11/2023.

Fig. 12: Habert, G. (2023). *Diagram 2 koolstofuitstoot gebouw* [Diagram]. Lezing Bc-Materials op 28/11/2023.

Fig. 13: Habert, G. (2023). *Diagram 3 koolstofuitstoot gebouw* [Diagram]. Lezing Bc-Materials op 28/11/2023.

Fig. 14: Habert, G. (2023). *Diagram 4 koolstofuitstoot gebouw* [Diagram]. Lezing Bc-Materials op 28/11/2023.

Fig. 15: Habert, G. (2023). *Diagram 5 koolstofuitstoot gebouw* [Diagram]. Lezing Bc-Materials op 28/11/2023.

Fig. 16: Hueber, E. (2013). 2226/ Baumschlager Eberle Architekten [Foto]. Archdaily. Geraadpleegd op 08/05/2024, van <https://www.archdaily.com/451653/2226-be-baumschlager-eberle/52928fcce8e44efc1f0002c6-2226-be-baumschlager-eberle-photo>

Fig. 17: Hueber, E. (2013). 2226/ Baumschlager Eberle Architekten [Foto]. Archdaily. Geraadpleegd op 08/05/2024, van <https://www.archdaily.com/451653/2226-be-baumschlager-eberle/52928fb1e8e44ece58000272-2226-be-baumschlager-eberle-photo>

Fig. 18: Depae, T. (2024). *Horizontaal detail constructie 2226* [schets].

Fig. 19: Hueber, E. & Leong, I. (2013) 2226 under construction [foto]. Architectural Record. Geraadpleegd op 08/05/2024, van <https://www.architecturalrecord.com/articles/7347-building>

Fig. 20: Depae, T. (2024). *Zonnestanden bij gebouw 2226* [schets].

- Fig. 21: Hueber, E. (2013). 2226/ Baumschlager Eberle Architekten [Foto]. Archdaily. Geraadpleegd op 08/05/2024, van https://www.archdaily.com/451653/2226-be-baumschlager-eberle/52929025e8e44e5368000288-2226-be-baumschlager-eberle-photo?next_project=no
- Fig. 22: Depae, T. (2024). Ventilatiestromen grondplan 2226 [schets].
- Fig. 23: Hung, W. Y. & Chow, W. K. (2001). "Roof obstructions and daylight levels in atria: model study under real skies." [schema]. Lighting research and technologie, vol. 32 p 181-185. Geraadpleegd op 09/05/2024 ,van https://www.researchgate.net/profile/Sabarinah-Ahmad/publication/224238857_Analysis_of_atrium's_architectural_aspects_in_office_buildings_under_tropical_sky_conditions/links/0c9605384aa9781ab9000000/Analysis-of-atriums-architectural-aspects-in-office-buildings-under-tropical-sky-conditions.pdf
- Fig. 24: Rennie, D. & Parand F. (1998). "Daylight in Atria"[schema]. Environmental design guide for naturally ventilated and daylight offices. Geraadpleegd op 09/05/2024 van https://www.researchgate.net/profile/Sabarinah-Ahmad/publication/224238857_Analysis_of_atrium's_architectural_aspects_in_office_buildings_under_tropical_sky_conditions/links/0c9605384aa9781ab9000000/Analysis-of-atriums-architectural-aspects-in-office-buildings-under-tropical-sky-conditions.pdf
- Fig. 25: Hastings S.R. et al. (1994). Ventilatieconcept Gateway II [schema]. Passive solar commercial and institutional buildings: a sourcebook of examples and designs insights, part 6: atria.
- Fig. 26: Blesgraaf. (1996). Ventilatieopening als percentage van vloeroppervlak [diagram]. Grote glasoverkapte ruimten. Novem.
- Fig. 27: Stöbich (z.d.). Arium zonder verdeling [schema]. Stöbich. Geraadpleegd op 09/05/2024, van <https://www.stoebich.com/nl/over-stoebich/rookbeheersing-in-atria>
- Fig. 28: Stöbich (z.d.). Conventionele oplossingen: permanente compartimentering [schema]. Stöbich. Geraadpleegd op 09/05/2024, van <https://www.stoebich.com/nl/over-stoebich/rookbeheersing-in-atria>
- Fig. 29: Stöbich (z.d.). De Stöbich oplossing: flexibel indelen [schema]. Stöbich. Geraadpleegd op 09/05/2024, van <https://www.stoebich.com/nl/over-stoebich/rookbeheersing-in-atria>
- Fig. 30: Bronsema, B. (z.d.). Principles earth, wind & fire concept [tekening]. Bronconsult.org. Geraadpleegd op 09/05/2024, van <https://bronconsult.org/language/en/research/the-earth-wind-fire-concept/>
- Fig. 31: Bogdan & Van Broeck, BC architects & studies. (2022). Integrated center for drug users [render]. &Bogdan. Geraadpleegd op 09/05/2024, van <https://www.bogdan.design/projects/integratedcentre/>
- Fig. 32: Bogdan & Van Broeck, BC architects & studies. (2022). Havenlaan [foto]. BC architects & studies. Geraadpleegd op 09/05/2024, van <https://bc-as.org/projects/havenlaan>
- Fig. 33: Nocete, T. (2021). Rammed earth textures [foto]. BC Materials. Geraadpleegd op 09/05/2024, van <https://www.facebook.com/BCmateria/photos/a.1010192692791681/1128185950992354/?type=3>

- Fig. 34: Erden (2021). *Cyclus van rammed earth* [schema]. Erden.at. Geraadpleegd op 09/05/2024, van <https://www.erden.at/Why-earth>
- Fig. 35: Rauch, M. (2015). *Refined earth: erosionchecks* [tekening]. Detail.be. Geraadpleegd op 09/05/2024, van <https://issuu.com/detail-magazine/docs/978-3-95553-273-4-bk-en-rauch-refin/21>
- Fig. 36: Rauch, M. (2015). *Refined earth: erosionchecks mad of trass-lime* [tekening]. Detail.be. Geraadpleegd op 09/05/2024, van <https://issuu.com/detail-magazine/docs/978-3-95553-273-4-bk-en-rauch-refin/21>
- Fig. 37: Rosseneu, I., Vrebos, A. (2022). *CO₂ uitsoot van verschillende materialen in vergelijking met stampaarde* (gebaseerd op Ávila F., Puertas E. and Gallego R., 2021) [tabel]. Bouwen met bio-ecologische materialen: detaillering van de muurvoet. Ugent. Geraadpleegd op 09/05/2024, van https://libstore.ugent.be/fulltxt/RUG01/003/063/716/RUG01-003063716_2022_0001_AC.pdf
- Fig. 38: Erden .(2023). *A solar energy battery in 'design guide for rammed earth.'* [tekening]. Erden. Geraadpleegd op 09/05/2024, van <https://www.erden.at/Design-Guide>
- Fig. 39: Erden .(2023). *Sound absorbing in 'design guide for rammed earth.'* [tekening]. Erden. Geraadpleegd op 09/05/2024, van <https://www.erden.at/Design-Guide>
- Fig. 40: Erden .(2023). *Combustibility in 'design guide for rammed earth.'* [tekening]. Erden. Geraadpleegd op 09/05/2024, van <https://www.erden.at/Design-Guide>
- Fig. 41: Baan, I. (2014). *Ricola Kräuterzentrum / Herzog & de Meuron* [foto]. Archdaily. <https://www.archdaily.com/634724/ricola-krauterzentrum-herzog-and-de-meuron>
- Fig. 42: Detail (2015). *Ricola Kräuterzentrum in Laufen* [axonometrie]. Detail magazine.
- Fig. 43: Detail (2015). *Ricola Kräuterzentrum in Laufen* [constuctieve doorsnede]. Detail magazine.
- Fig. 44: Baan, I. (2015). *Ricola Kräuterzentrum in Laufen* [foto]. Detail magazine.
- Fig. 45: Detail. (2009). *Roger Boltshauser – Rauch Haus*. [axonometrie]. Detail magazine.
- Fig. 46: Bühler, B. (z.d.). *Haus Rauch 2004-2008* [foto]. Boltshauser Architekten. Geraadpleegd op 10/05/2024, van <https://boltshauser.info/projekt/haus-rauch/>
- Fig. 47: Detail. (2009). *Roger Boltshauser – Rauch Haus*. [Constructieve doorsnede]. Detail magazine.
- Fig. 48: Erden (2023). *Rammed earth floors* [axonometrie]. Erden. Geraadpleegd op 10/05/2024, van <https://www.erden.at/Stampflehm Boden>
- Fig. 49: Bühler, B. (2009). *Roger Boltshauser – Rauch Haus*. [Foto]. Detail magazine.
- Fig. 50: Boltshauser, R., Veillon, C., & Maillard, N. (2018). *Embedded energy of Rauch Haus* [grafiek]. Pisé. Rammed earth: - Tradition and Potential.
- Fig. 51: Boltshauser, R., Veillon, C., & Maillard, N. (2018). *Spreidingsdiagram van metingen van de luchtvochtigheid van de eerste verdieping van een Rauch Haus* [grafiek]. Pisé. Rammed earth: - Tradition and Potential.

- Fig. 52: Triconstult (2009). *Tuyltermolen in Herkenrode – Houten troggewelven* [foto]. Dossier Triconsult D/00685/09, Het Depot Leuven - Onderzoek bestaande dakstructuur, 10/08/2009 (intern rapport)
- Fig. 53: Rematter (z.d.). *Sustainable floor slabs* [tekening]. Rematter. Geraadpleegd op 10/05/2024, van <https://rematter.earth/product/>
- Fig. 54: Herzog & de Meuron. (2020). *Hortus, doorsnede* [render]. Herzog & de Meuron. Geraadpleegd op 10/05/2024, van <https://www.herzogdemeuron.com/projects/543-hortus/>
- Fig. 55: Herzog & de Meuron. (2020). *Hortus, sfeerbeeld* [render]. Herzog & de Meuron. Geraadpleegd op 10/05/2024, van <https://www.herzogdemeuron.com/projects/543-hortus/>
- Fig. 56: Detail. (2009). *Roger Boltshauser – Rauch Haus*. [Constructieve doorsnede]. Detail magazine.
- Fig. 57: Erden (2023). *Rammed earth floors* [axonometrie]. Erden. Geraadpleegd op 10/05/2024, van <https://www.erden.at/Stampflehmboeden>
- Fig. 58: Depae, T. (2023). *Conceptmatige schets van uitbreiding Frans Masereel centrum* [schets].
- Fig. 59: U/Define. Franzten et al. (2024). *U/Define en Frantzen et al bezorgen Frans Masereel Centrum circulaire residentie voor kunstenaars* [render]. Circubuild. Geraadpleegd op 10/05/2024, van <https://www.circubuild.be/nl/nieuws/u-define-en-frantzen-et-al-bezorgen-frans-masereel-centrum-circulaire-residentie-voor-kunstenaars/>
- Fig. 60: Depae, T. (2023). *Conceptmatige schets van C-Min Atelier* [schets].
- Fig. 61.: 51n4e (z.d.). *Nieuw kunst- en architectuurproject op C-mine* [render]. C-mine.be. Geraadpleegd op 10/05/2024, van <https://c-mine.be/nieuws/nieuw-kunst-architectuurproject-op-c-mine>

©