



DULOTE

Duurzaamheid als hefboom voor waardecreatie, samenwerking en rendement op bedrijventerreinen

juli 2026

AUTEURS

Joris Beckers	Universiteit Antwerpen
Geert De Blust	Universiteit Antwerpen
Jana Deforche	Universiteit Antwerpen
Raf Ilsbroekx	Universiteit Antwerpen
Dirk Lauwers	Universiteit Antwerpen
Maarten Van Acker	Universiteit Antwerpen
Guy Vloebergh	Universiteit Antwerpen
Sven Geysels	VIL
Julie Stuer	VIL
Steven Claes	VITO
Veerle Depuydt	VITO Kennispunt Water
Carolin Spirinckx	VITO
Dirk Van de Poel	VITO
Francesca Vanoverberghe	VITO

INHOUDSTAFEL

Inleiding	2
Setting the scene	3
Leeswijzer	5
Structuur hoofdstukken	7
1 CIRCULAIRE ECONOMIE	11
Startpositie	11
1.1 Leidend principe 1: De circulaire economie stuurt de productieve stad	15
1.2 Leidend principe 2: Circulaire economie stuurt vestigingslogica	17
1.3 Transitiepaden: X-curve oplossingscorridors	20
2 HARDE INFRASTRUCTUUR	22
Startpositie	22
2.1 Leidend principe 3: Ruimtebeslag daalt, ook wanneer de sector groeit	24
2.2 Leidend principe 4: Ruimtelijke ruggengraat bepaalt economische activiteit	27
2.3 Leidend principe 5: Duurzame omgevingen leidend voor gezonde werknemers	29
2.4 Transitiepaden: X-curve oplossingscorridors	34
3 ZACHTE INFRASTRUCTUUR	37
Startpositie	37
3.1 Leidend principe 6: Landschap en ondergrond leidend bij bedrijventerreinen	38
3.2 Leidend principe 7: Biodiversiteitspositiviteit is de norm	40
3.3 Transitiepaden: X-curve oplossingscorridors	41
4 BEDRIJFSMETABOLISME: WATER, ENERGIE EN AFVALSTROMEN	43
Startpositie	43
4.1 Leidend principe 8: Zelfvoorzienende bedrijventerreinen zijn de norm	43
4.2 Leidend principe 9: Grondstofpositiviteit is de norm	52
4.3 Transitiepaden: X-curve oplossingscorridors	55
5 WERK- EN PRODUCTIEOMSTANDIGHEDEN	57
5.1 Startpositie	57
5.2 Leidend principe 10: Digitalisering en hyperconnectiviteit zorgen voor geautomatiseerde magazijnen en autonoom transport	61
5.3 Leidend principe 11: De stad als circulaire grondstoffen hub	62
5.4 Transitiepaden: X-curve oplossingscorridors	65
6 GOVERNANCE- EN BUSINESSMODELLEN	68
Startpositie	68
6.1 Meer dan ruimte: het bedrijventerrein-als-bedrijf	69
6.2 INNOFINS	74
6.3 Tijd voor actie	77
7 AANPAK VOOR INTEGRALE DUURZAAMHEID OP BEDRIJVENTERREINEN	79

8	USE CASES.....	83
8.1	Transportzone Hazeldonk-Meer.....	83
8.2	LAR in Menen.....	87
8.3	Bedrijventerrein Keiberg-Vossem.....	90
9	GEÏNTEGREERD AFWEGINGSKADER	94
9.1	Doel.....	94
9.2	Voor wie?.....	94
9.3	Opbouw	95
9.4	Holistische duurzaamheid	99
9.5	Meer weten?	101
10	INSPIRERENDE VOORBEELDEN	102
10.1	Internationaal	102
10.2	Nationaal	104
11	CONCLUSIE: REFLECTIES EN AANBEVELINGEN.....	106
11.1	Algemene reflecties	106
11.2	Aanbevelingen voor het beleid	108
11.3	Aanbevelingen voor logistieke bedrijven en bedrijvenparken	108

LIJST VAN AFKORTINGEN

Afkorting	Betekenis
AI	Artificiële intelligentie
API	Application Programming Interface
ASR	Aquifer Storage and Recovery
BAU	Business as usual
BCT	Business Center Treeport
BGO	Beleidsmatig gewenste ontwikkeling
BIZ	BedrijvenInvesteringsZone
BNG	Biodiversity Net Gain
BOA	Buitengewoon Opsporingsambtenaar
BRV	Beleidsplan Ruimte Vlaanderen
CEAP	Circular Economy Action Plan
COOCK+	Collectief Onderzoek & Ontwikkeling en Collectieve Kennisverspreiding
CSRD	Corporate Sustainability Reporting Directive
DBL	Digital Building Logbook
DLT	Distributed Ledger Technology
DuLoTe	Duurzame Logistieke Terreinen
DWA	Droogweerafvoer
EPBD	Energy Performance of Buildings Directive
EPD	Environmental Product Declaration
EPR	Extended Producer Responsibility
ESCO	Energy Service Company
GSVH	Gewestelijke Stedenbouwkundige Verordening Hemelwater
IoT	Internet of Things
IT	Informatietechnologie
KPI	Key Performance Indicator
kmo	Kleine of middelgrote onderneming
NBS	Nature-based solutions
NIA	Nature Impact Assessment
OECD	Organisation for Economic Co-operation and Development
OVAM	Openbare Vlaamse Afvalstoffenmaatschappij
PED	Positief energiedistrict
PFAS	Per- en polyfluoralkylstoffen
PMV	Participatiemaatschappij Vlaanderen
POM	Provinciale Ontwikkelingsmaatschappij
RUP	Ruimtelijk uitvoeringsplan
RWA	Regenwaterafvoer
RWZI	Rioolwaterzuiveringsinstallatie
VIL	Vlaams Instituut voor de Logistiek
VITO	Vlaamse Instelling voor Technologisch Onderzoek
VLAIO	Vlaams Agentschap Innoveren en Ondernemen
VME	Vereniging van Mede-Eigenaars
VMM	Vlaamse Milieumaatschappij
WASCO	Water-as-a-Service Company
ZEZ	Zero-emissiezone

INLEIDING

De wereld verandert in snel tempo – denk alleen al aan het dagelijkse nieuws over AI-technologie en robotica, het klimaat en biodiversiteit, nieuwe geopolitieke (on)evenwichten en grondstoffencompetitie of de energie- en mobiliteitsomwenteling. Daarnaast zijn er natuurlijk nog de nodige dynamieken op Vlaams niveau, zoals volledige werkgelegenheid, verzadiging van het wegennet of de noodzaak van slimme nutsinfrastructuur en energieopslag. In zo'n *wereld in transitie* is proactief handelen noodzakelijk om te 'overleven'.

Wanneer we spreken over logistiek en bedrijventerreinen, is proactief handelen essentieel. Dit vraagt om een nieuwe manier van denken, werken en organiseren. Vanuit die visie stelde de projectgroep het DuLoTe-eindrapport op: een inspirerend document dat een reeks concrete basisstappen aanreikt om bestaande bedrijventerreinen in Vlaanderen te laten evolueren naar Duurzame Logistieke Bedrijventerreinen (DuLoTe).

Als aanvulling op dit beknopte rapport heeft de projectgroep ook deze uitgebreidere publicatie uitgewerkt. Dit document gaat dieper in op alle relevante aspecten van het DuLoTe-traject. Deze publicatie licht de voorgestelde aanpak gedetailleerd toe en verrijkt die met bijkomende inzichten en praktijkvoorbeelden.

Tot slot werkte de projectgroep ook een geïntegreerd afwegingskader uit. Dit kader kan toekomstige beslissingen en beleidsprocessen ondersteunen.

Want hoe maak je de bedrijfsvoering, bedrijfshuisvesting én bedrijventerreinen toekomstbestendig zonder *lock-ins* te creëren die vasthouden aan weinig doordachte kortetermijnoplossingen? Die zijn immers zonde van de investering. Als je dan ook nog de complexiteit ter harte neemt, je meer en meer realiseert hoe alles met alles verbonden is en eenvoudige, causale oplossingen steeds vaker ontoereikend blijken, dan is dat een duidelijk signaal om werk te maken van geïntegreerde oplossingen: geen toekomstbestendige mobiliteitsoplossingen zonder meteen ook de raakvlakken met energie, ruimtegebruik, water en de bijbehorende transities mee te nemen.

Acute uitdagingen waarmee bedrijventerreinen vandaag geconfronteerd worden, bieden vaak de perfecte aanleiding om te starten vanuit zo'n geïntegreerde langetermijnvisie. Al is dat geen eenvoudige opgave, aangezien de toekomst zich moeilijk laat voorspellen.

Daarom bracht het DuLoTe-project een groep experts bijeen die het aandurften om toekomstscenario's te schetsen. Op basis van die scenario's en aan de hand van vijf *thema's* (circulaire economie, harde infrastructuur, zachte infrastructuur, bedrijfsmetabolisme en werken productieomstandigheden) formuleerde het projectteam een reeks *leidende principes*. Zo kunnen organisaties die de transitie van een bedrijventerrein in gang willen zetten uit die reeks kiezen welke principes best aansluiten bij de specifieke contexten, noden of wensen voor de transitie van hun bedrijventerrein.

Daarbij kunnen organisaties ook het binnen DuLoTe ontwikkelde *geïntegreerde afwegingskader* gebruiken. Dit kader brengt bestaande kennis samen en maakt het zo gemakkelijker om beslissingen te onderbouwen, wat de slaagkansen van een transitietraject vergroot en het rendement van de gekozen oplossingen optimaliseert.

DuLoTe presenteert met dit rapport niet de zoveelste duurzaamheidsmeter, maar een praktische tool met duidelijke duurzaamheidsrichtlijnen en doorverwijzingen naar relevante instrumenten. Het rapport biedt bedrijven en beleidsmakers concrete handvatten om logistiek,

circulaire economie en technologische innovatie te integreren en zo duurzame, veerkrachtige en toekomstbestendige bedrijventerreinen te realiseren.

Investeren kost geld. Daarom is het belangrijk om na te denken over hoe betrokken partijen de noodzakelijke inspanningen kunnen financieren en realiseren. Dat begint veelal bij een goed werkende bedrijventerreinvereniging. De DuLoTe-rapportage bevestigt de vermoedens dat de organisatiegraad in Vlaanderen laag is, onvoldoende om de gewenste omslag te realiseren. Mogelijk komt dat doordat bedrijven te weinig (financiële) prikkels krijgen om initiatieven te nemen. Daarom stelt het DuLoTe-project ook een reeks alternatieve financieringsmodellen voor en verkent het project het concept van het *bedrijventerrein-als-bedrijf*.

Setting the scene

De wereld staat voor een fundamentele transitie, zowel economisch, ecologisch als geopolitiek. Het lineaire model van produceren en weggooien bereikt zijn grenzen, terwijl schaarste, klimaatdruk en geopolitieke verschuivingen Europese bedrijven uitdagen om zich toekomstbestendig op te stellen. Circulaire economie, technologische innovatie en digitalisering bieden cruciale oplossingen: waarde behouden, kringlopen sluiten en efficiëntie verhogen.

Voor bedrijven betekent dit niet alleen *duurzaamheid*, maar ook *strategische veerkracht*: zij worden minder afhankelijk van leveranciers, kunnen anticiperen op grondstoffenschaarste en optimaal gebruikmaken van AI, IoT (het *Internet of Things*, een netwerk van 'slimme apparaten' die met internet zijn verbonden) en 'slimme data'. Door circulaire principes en technologie te combineren, kunnen bedrijven hun ecologische impact verminderen en tegelijk hun concurrentiekracht versterken.

Een fundamentele transitie vraagt echter meer dan alleen technische oplossingen. Ze vraagt om een fundamentele herziening van de manier waarop we produceren, consumeren en organiseren. Logistiek speelt daarbij een strategische en cruciale rol: logistiek is niet langer slechts een middel om goederen te verplaatsen, maar wordt de bepalende schakel voor het functioneren van circulaire stromen. De logistieke sector in Vlaanderen zal zowel op het vlak van werkgelegenheid als toegevoegde waarde blijven groeien. Eind 2022 vertegenwoordigde deze sector in het Vlaams Gewest 4,4% van de totale werkgelegenheid en 4,5% van de totale toegevoegde waarde. Deze groei creëert dan weer een spanningsveld rond cruciale beleidsdoelstellingen zoals de bouwshift, de Green Deal (klimaatneutraliteit inclusief energietransities en energiezekerheid), de Blue Deal en biodiversiteitsherstel.

Het algemene doel van het DuLoTe-project is een doorbraak te realiseren op het vlak van integrale duurzaamheid van logistieke en gemengde bedrijventerreinen, vertrekkend vanuit de huidige beginsituatie en rekening houdend met de Europese en Vlaamse beleidsdoelstellingen. Om 'business as usual'-patronen te doorbreken en betekenisvolle stappen te zetten richting logistiek bedrijventerrein van de toekomst ontwikkelt het project een duidelijke, holistische langetermijnvisie (2070) en maakt het activerende transitiescenario's op die de weg naar deze toekomstvisie uitstippelen.

De transitiescenario's zullen praktische adviezen bevatten, met duidelijke transitiepaden waarlangs stakeholders acties kunnen uitzetten, zowel op korte als op lange termijn. Het project integreert bestaande en nieuwe kennis, plus inzichten uit voorgaande projecten, over verschillende disciplines heen (ontwerp en ruimtelijke ordening, waterbeheer, circulaire ontwikkeling en materialen, natuur en biodiversiteit, parkmanagement). Hierdoor kunnen belanghebbenden – in het bijzonder kmo's – onderbouwde keuzes maken over de realisatie van duurzaamheidsmaatregelen, bij voorkeur in samenwerking met andere bedrijven, en dit op of buiten de bedrijvenzone.

Daarbij toetst het project vernieuwende integrale duurzaamheidsoplossingen af met stakeholders. Nieuwe governance- en businessmodellen en vernieuwende aanbestedingsprocedures die de implementatie ondersteunen, iets wat in voorgaande projecten weinig of niet aan bod kwam, maken het plaatje compleet. Een overkoepelende praktijkgerichte tool met doorverwijsfunctie zal de leverbaarheden van dit project én eerdere initiatieven op een behapbare manier ter beschikking stellen.

De doelgroep voor de projectresultaten is zeer ruim: alle bedrijven, organisaties en beleidsinstanties betrokken bij het ontwerp, de ontwikkeling, het beheer en het gebruik van een logistiek (of gemengd) bedrijventerrein (zowel private als publieke actoren).

- Projectontwikkelaars, verhuurders en beheerders van logistiek vastgoed
- Bedrijventerreinbeheerders (private bedrijven en publieke partijen)
- Architectuur-, studie- en ontwerp bureaus en aannemers die instaan voor het ontwerp, de bouw en de renovatie van logistiek vastgoed (cf. het domein van de industriebouw, waartoe ook veel logistieke gebouwen van kmo's behoren)
- Eindgebruikers, meestal huurders van de logistieke gebouwen en terreinen (vnl. vele kmo's)
- Gewestelijke, gemeentelijke, stedelijke en provinciale overheden, onder meer voor de doorwerking van de geïntegreerde visie op bedrijventerreinen en in het opmaken van beleidsmatig gewenste ontwikkelingen (BGO's) en RUP's

De belangrijkste economische meerwaarde van het project is dat het bijdraagt aan de toekomstige groei van de logistieke sector in Vlaanderen. Verdere groei hangt immers af van de beschikbaarheid van bijkomende logistieke ruimte, maar die ruimte moet duurzaam worden gerealiseerd. Rekening houdend met de stijgende behoefte aan logistiek vastgoed (ca. 2 miljoen m² extra in 2022, ca. 3 à 4 miljoen m² extra in de komende 5 jaar, enkel voor de verdere groei van e-commerce) en een indicatieve kostprijs van 26 euro/m² om een bedrijventerrein een 'blauwgroene structuur' te geven, wordt de directe economische impact in Vlaanderen ingeschat op enkele miljoenen euro. Ondernemingen binnen de doelgroep, waaronder ook invloedrijke stakeholders zoals projectontwikkelaars en terreinbeheerders, werden vanaf dag een bij het voortraject betrokken en bevestigden doorheen het proces dat ze hun bedrijfsterreinen duurzamer willen maken, uit eigen beweging, maar ook op vraag van klanten én vanuit de omgeving, ook gedreven door Europese en Vlaamse beleidsdoelstellingen. De verwachting is dan ook dat zij de projectresultaten actief zullen gebruiken bij renovatie- en (her)ontwikkelingsprojecten.



Julie Stuer
Projectleider
VIL

“Een belangrijke conclusie uit het project is dat het klassieke lineaire model van produceren en weggooien zijn limieten heeft bereikt. Schaarste, klimaatdruk en geopolitieke verschuivingen dwingen tot nieuwe keuzes. Door in te zetten op circulaire economie, technologische innovatie en digitalisering kunnen ze waarde behouden, kringlopen sluiten en efficiënter werken. DuLoTe biedt een concreet en onderbouwd kader om die omslag in de praktijk te brengen.”

Leeswijzer

Structurerende kaders

Duurzaamheid balanceert per definitie op het raakvlak van economische, ecologische en sociale aspecten, waarbij een evenwicht tussen deze drie componenten wordt nagestreefd. Een 'wenselijke toekomst' interpreteren we als de meest duurzame toekomst; zij vormt de basis voor de 'leidende principes' die dit rapport hanteert. Wanneer we spreken over een 'waarschijnlijke toekomst', gaat het eerder om een pragmatische extrapolatie van *business as usual* (BAU): een voorspelling vanuit waarneembare trends, context en randvoorwaarden. Een 'mogelijke toekomst' bevindt zich op de kruising van 'wenselijke' en 'waarschijnlijke' toekomst en houdt rekening met de ontwerp- en randvoorwaarden van de toekomst — als praktisch haalbare toekomst op kortere termijn. Het DuLoTe-project is opgestart vanuit een nood aan praktische handvatten. Voor het concept 'duurzaamheid' focust dit onderzoek daarom op de dimensie 'toekomstbestendigheid'. Vanuit deze interpretatie stelde het project een aantal structurerende kaders op die doorheen het volledige rapport terugkeren.

Het ruimtelijk kader dat dit rapport hanteert, beslaat drie schalen waarop wordt ingezoomd: macro, meso en micro — te interpreteren als lenzen of brillen. Vanuit de 'macroschaal' of door de 'macrobril' reflecteren we op concepten of projecten vanuit een brede EU- en geopolitieke context, Vlaanderen binnen België, de regionale schaal, de grootteorde van een provincie of vervoersregio, of een ander systeem. Mogelijke reflecties op macroschaal zijn bijvoorbeeld: hoe verhouden clusters van meerdere bedrijventerreinen zich tot elkaar, en welk systeem zit er in de lokalisatie van clusters? De 'mesoschaal' of 'mesobril' vormt een reflectieschaal op maat van het individuele bedrijventerrein. De 'microschaal' of 'microbril' gebruiken we tot slot voor reflectie op de schaal van het individuele bedrijf, de individuele bedrijfssite of het bedrijfsgebouw.

De tijdschaal die dit rapport hanteert, situeert zich in drie periodes: korte termijn (2025-2030, ofwel de duur van een politieke legislatuur), middellange termijn (2025-2050, ofwel de gemiddelde doorlooptijd van een stedenbouwkundig project op schaal van een masterplan) en lange termijn (2025-2070, waarin de leidende principes ten volle kunnen worden gerealiseerd).

Een blik op de toekomst op weg naar 2070

De slimme logistieke hub is een plek waar technologie, duurzaamheid en efficiëntie samenkomen, en waar logistieke bedrijven met ongekende flexibiliteit opereren.

Flexibiliteit als ruggengraat

De slimme logistieke hub is ontworpen om de complexiteit van moderne supply chains te beheersen. Bedrijven hier profiteren van een volledig geautomatiseerde infrastructuur, ondersteund door AI, IoT en realtime dataverwerking. Wanneer een leverancier in een uithoek van Europa of elders in de wereld vertraagd is door een calamiteit, herberekent het systeem automatisch de meest efficiënte alternatieve routes. Dit minimaliseert stilstand en waarborgt de leverbetrouwbaarheid.

Duurzaamheid gedreven door innovatie

Duurzaamheid is geen keuze, maar een kernwaarde. Elektrische voertuigen, waterstofvrachtwagens en andere alternatieven en autonome schepen zorgen voor een CO₂-neutrale goederenstroom. Dankzij slimme energienetten en circulaire processen wordt verspilling tot een minimum beperkt, terwijl energie wordt teruggewonnen uit logistieke processen.

Mens en technologie hand in hand

Ondanks de automatisering blijft de menselijke factor essentieel. AR en VR-trainingen zorgen voor een goed opgeleide, flexibele arbeidskracht die kan inspelen op onvoorziene omstandigheden. In een tijd van personeelsschaarste is dit een cruciale troef. De strijd zal zich dus niet zozeer afspelen tussen mens en AI maar eerder tussen mensen/bedrijven die aan de slag zijn met AI en andere technologie en mensen/bedrijven die blijven opereren zonder AI.

Veerkracht in een volatiele wereld

De slimme logistieke hub is ontworpen om snel te reageren op verstoringen, van pandemieën tot geopolitieke spanningen. Met digitale tweelingen en voorspellende analyses kunnen bedrijven proactief reageren op risico's, en hun operaties aanpassen nog voor een probleem zich voordoet.

Data-gedreven beslissingen

De kern van de slimme logistieke hub is een slim dataplatform dat bedrijven toegang geeft tot real-time informatie over verkeersstromen, voorraadniveaus en klantbehoeften. Deze datagedreven benadering zorgt voor een optimale balans tussen snelheid, betrouwbaarheid en kostenefficiëntie.

Een ecosysteem voor groei

De slimme logistieke hub is een bruisend ecosysteem waar start-ups, gevestigde bedrijven en onderzoekers samenwerken aan de toekomst van de logistiek. Hier ontstaan de innovaties die Vlaanderen een wereldleider in slimme logistiek maken.

Structuur hoofdstukken

Het rapport vertrekt vanuit vijf thematische kaders die de basis vormen voor een holistisch, geïntegreerd afwegingskader. Dat kader wordt opgebouwd in een synthetiserend hoofdstuk en getest in drie use cases. De vijf thema's die deze doorwerking dragen — en die in dit rapport als aparte hoofdstukken voorafgaan aan het geïntegreerde afwegingskader — zijn: (1) circulaire economie, (2) harde infrastructuur, (3) zachte infrastructuur, (4) bedrijfsmetabolisme: water, energie en afvalstromen, en (5) werk- en productieomstandigheden. De twee overkoepelende leidende principes van het DuLoTe-project, over de vijf hoofdstukken heen, zijn als volgt gedefinieerd:

1. Duurzame logistiek is de norm in een circulaire economie
2. Het vermogen om zich snel aan te passen aan veranderende omstandigheden (en klantbehoeften) is essentieel voor het succes van logistieke bedrijven in 2070

Per hoofdstuk formuleert het rapport een aantal leidende principes die telkens als subtitel het hoofdstuk structureren.

Voor hoofdstuk 1 '**Circulaire economie**', zijn de leidende principes:

1. Verweving van logistieke activiteiten is de logica in de productieve stad
2. Circulaire economie stuurt vestigingslogica
 - Het streefdoel van logistieke ketens in een circulaire keten is 'kort' en 'gesloten'
 - Retourstromen (consumptie-reproductie) worden sturend in de logistieke keten; van 'last mile-logica' naar 'first-mile-logica':
 - Vestigingsvoorwaarden zijn gebaseerd op industriële symbiose (transitie in vestigingslogica).

Voor hoofdstuk 2 '**Harde infrastructuur**', zijn de leidende principes:

1. Het ruimtebeslag van de logistieke sector daalt, ook wanneer de sector groeit, door middel van verticalisering, efficiënte ruimtelijke planning en verwevenheid van functies.
2. De Vlaamse ruimtelijke ruggengraat bepaalt de inbedding van economische activiteit (en niet omgekeerd), d.w.z. minimale ingrepen in harde ruggengraat
3. Gezonde en duurzame gebouwen en omgevingen zijn leidend voor gezonde werknemers.
M.a.w. duurzame bedrijventerreinen zijn gebouwd op CO₂-neutrale wijze voor zowel operationele als embodied CO₂, functioneren als koolstofopslagplaatsen en zijn gebouwd aan de hand van circulaire en biofiele bouwprincipes.

Voor hoofdstuk 3 '**Zachte infrastructuur**', zijn de leidende principes:

1. Landschap en ondergrond zijn leidend bij de inrichting en lokalisatie van bedrijventerreinen als aanvulling op ruimtelijke ruggengraat
2. Biodiversiteitspositiviteit is de norm

Voor hoofdstuk 4 '**Bedrijfsmetabolisme: energie, water en afval**', zijn de leidende principes:

1. Zelfvoorzienend bedrijventerrein is de norm
 - Efficiënter met water en energie (ruwe grondstoffen) omgaan
 - Afvalloos en loskoppeling van bestaande infrastructuur (zoals elektriciteitsnet, riolering)
 - Met gesloten kringlopen
2. 'Grondstofpositiviteit' is de norm

Voor hoofdstuk 5 '**Werk- en productieomstandigheden**', zijn de leidende principes:

1. Doorgedreven digitalisering, automatisatie en hyperconnectiviteit zorgen voor slimme en geautomatiseerde magazijnen en autonoom transport.
2. De circulaire stad als grondstoffenhub.

Tot slot baseren we de opbouw van de X-curves voor transitie in dit rapport op voorgaand onderzoek uit Nederland door Drift (van Raak et al., 2022), waarbij de onderzoekers de klassieke X-curve vereenvoudigden. In die studie wordt de curve herleid tot vier kwadranten:

- Optimaliseren
- Afbouw
- Opbouw
- Normalisering

Om binnen het DuLoTe-project een praktisch werkbaar tool te ontwikkelen, koppelen we in deze rapportage de gehanteerde tijdschaal aan de kwadranten van Merten Nefs. In elk van die kwadranten structureren we de te verwachten transities vervolgens – opnieuw naar analogie met de Nederlandse studie – in drie dimensies die transitie typeren: cultuur, structuur en praktijk. Cultuur omvat een breed scala aan aspecten van een maatschappelijk systeem, bijvoorbeeld heersende of te verwachten waarden, normen en paradigma's. Structuur omvat fysieke structuren en middelen, zoals infrastructuur, regels, wetten en instrumenten, rechten, economische middelen en markten, technologie en andere materiële elementen. Praktijken of werkwijzen verwijzen tot slot naar de typische routines, gedragingen en patronen die de dagelijkse verschijningsvorm zijn van structuur en cultuur. Dit levert het volgende kader op, dat doorheen dit rapport zal functioneren:

Korte termijn (tot 2030) — Optimaliseren / begin van afbouw

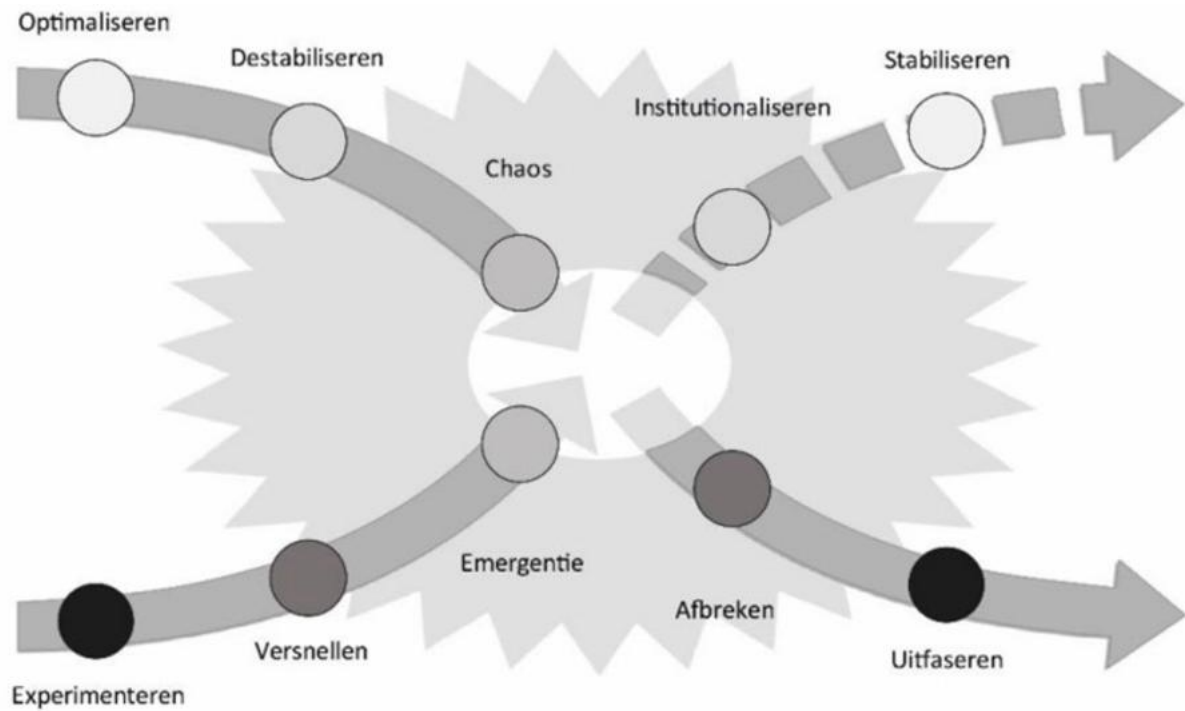
- o Cultuur
- o Structuur
- o Praktijk

Middellange termijn (tot 2050) — Afbouw lineair / opbouw circulair verweven model

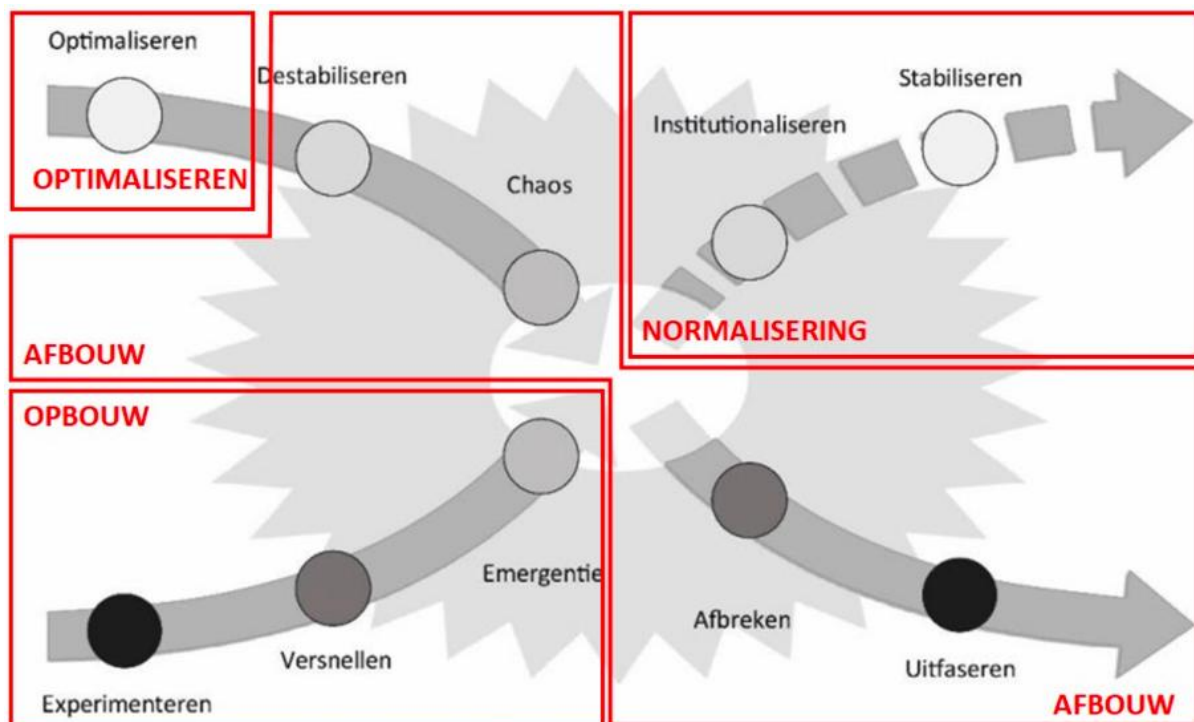
- o Cultuur
- o Structuur
- o Praktijk

Lange termijn (tot 2070) — Normalisatie

- o Cultuur
- o Structuur
- o Praktijk



Figuur 1: Theoretisch kader X-curve transitie (bron: Sturing in Transitie, 2020, p. 13)



Figuur 2: Vereenvoudigd theoretisch kader X-curve transitie, verdeeld in kwadranten (bron: van Raak, Roel, en Tessa de. Geus, Martin van de Lindt, Mara de Pater, Carin van der Have. X-curve monitoring transitie naar een circulaire economie. Rotterdam: Drift, 2022)

Als we willen behouden wat we hebben, zullen we bereid moeten zijn om te veranderen.

Kijken we terug vanuit het mogelijk toekomstbeeld 2070 naar 2025 stelt zich de kwestie welke stappen we nu al dienen/kunnen/moeten zetten om in een wenselijke toekomst te evolueren.

Vanuit economisch oogpunt is het belangrijk te investeren in ingrepen die transitierisico's aanzienlijk verlagen voor het bedrijventerrein (BT) en haar vestigers. Om deze transitierisico's zo laag mogelijk te houden is een systeem-dynamische kijk naar het BT van belang. Ingerepen naar elektrificatie, parkeerontwikkeling of aanleg van infrastructuur grijpen op elkaar in en hebben raakvlakken met biodiversiteit, waterhuishouding, logistiek van de toekomst en de mobiliteitstransitie bijvoorbeeld. Het aanvliegen van actuele noden op het BT kan dus best vertrekken vanuit een lange-termijn-doorkijk en zo te vermijden dat actuele oplossingen een lock-in creëren.

Omdat zo'n weg naar de toekomst zich moeilijk laat lezen en voorspellen, hebben we transitiepaden gedefinieerd waarop toekomstgericht initiatief genomen wordt, goede praktijken ontstaan en innovaties zich aandienen.

Veranderen vraagt ook om bepaalde zaken, investeringen of manieren van ontwerpen niet meer of anders te doen. De metafoor van het 'ministerie van afbraak' geeft daarbij aan wat we onder de loop moeten nemen en uitschakelen om de weg naar een toekomstbestendig BT in te zetten.

Stephen Hawking zette de uitdaging op scherp met onderstaande quote:
'Intelligence is the ability to adapt to change'.

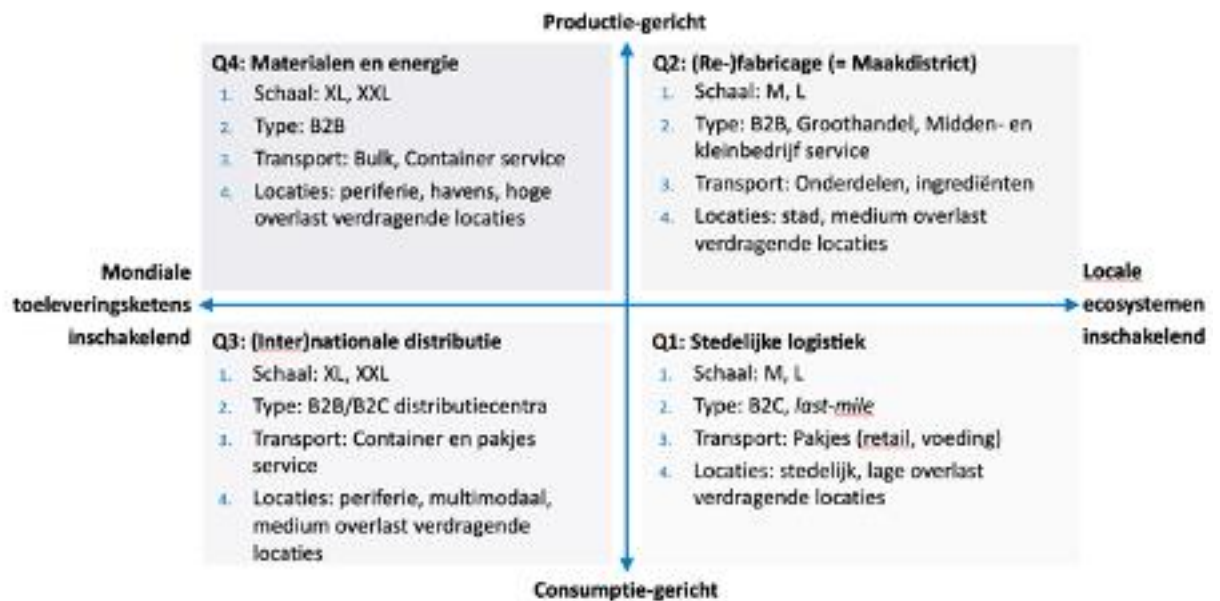
1N73LL1G3NC3
15 7H3
4B1L17Y
70 4D4P7 70
CH4NG3
 - 573PH3N H4WK1NG

1 CIRCULAIRE ECONOMIE

Startpositie

Van lineair naar circulair: een paradigmaverschuiving in volle transitie

De wereldeconomie bevindt zich vandaag in een structurele transitie: een paradigmaverschuiving van een lineair economisch model — waarin grondstoffen worden ontgonnen, gebruikt en uiteindelijk als afval worden verwijderd — naar een circulair model dat inzet op het sluiten van materiaalkringlopen, het verlengen van productlevenscycli en het minimaliseren van ecologische impact. Ecologische grenzen, grondstoffenschaarste, de groeiende afvalproblematiek en de nood aan duurzame economische ontwikkeling sturen deze overgang mee. Dit onderzoek vertrekt vanuit een typologie van logistieke clusters in de circulaire economie, gebaseerd op voorgaand onderzoek uit Nederland door Merten Nefs. In het kader van het DuLoTe-project organiseerde het projectteam ook een masterclass met Nefs. Hij werkte een assenstelsel uit met vier kwadranten waarop de types logistieke bedrijven in een circulaire economie zijn geplaatst, rekening houdend met enerzijds de as van productiegerichte naar consumptiegerichte activiteiten en anderzijds de as van lokale ecosystemen naar mondiale toeleveringssystemen. In de logistieke wereld bestaan deze systemen naast elkaar. Hieronder gaan we iets dieper in op één van deze kwadranten, namelijk stedelijke logistiek, die de laatste jaren in opmars is. We benadrukken echter dat deze nieuwere, lokale ecosystemen bestaan naast grotere mondiale logistieke systemen. De grote XXL-logistieke bedrijven die zich niet nabij stadscentra vestigen, zijn in Vlaanderen zeker ook aanwezig en vormen belangrijke economische spelers. Voor dit type logistieke bedrijvigheid spelen heel andere vestigingslogica's, zoals de aanwezigheid van grote energie-infrastructuur, bijvoorbeeld hoogspanningsleidingen. Energiezekerheid is een zeer belangrijke factor voor logistieke bedrijven in Vlaanderen, terwijl het project DuLoTe daar minder nadruk op legt. In het project Logigrid lag de focus op energie en logistiek in Vlaanderen.



Figuur 1: figuur gebaseerd op Landscapes of Trade (Merten Nefs, 2023), eigen bewerking



Figuur 2: figuur gebaseerd op Landscapes of Trade (Merten Nefs, 2023), eigen bewerking

De huidige startpositie: tussen intentie en implementatie

Hoewel het circulaire gedachtegoed al deels ingang heeft gevonden in beleidsvisies en strategische plannen, blijft de concrete implementatie in de praktijk grotendeels gefragmenteerd en experimenteel. Europa, met initiatieven zoals het *EU Circular Economy Action Plan*, positioneert zich als voortrekker, maar het aandeel van hergebruikte materialen blijft wereldwijd steken rond 7,2%. De overgang bevindt zich dus nog in een vroeg, hybride stadium: er zijn duidelijke ambities, innovatieve pilootprojecten en pionierende bedrijven, maar ook tal van structurele obstakels zoals lineaire wetgeving, financiële onzekerheden en een tekort aan circulaire infrastructuur.

De logistieke sector in het specifiek vormt een kritische knoop in het (toekomstig) circulair netwerk

De logistieke sector speelt een centrale rol in de circulaire economie – zowel als facilitator (door retourlogistiek, gedeelde opslag, hubs en herverdeling) als actor met een eigen ecologische voetafdruk. Drie kenmerken typeren de huidige startpositie van de logistieke sector:

- Logistieke operaties zijn nog sterk gericht op lineaire *supply chains* met focus op snelheid, kostenreductie en just-in-time (JIT) levering, eerder dan op circulariteit of modulair transport. Een groot aandeel van de vrachtwagens op onze wegen rijdt dan ook leeg of onderbenut rond.
- Logistieke gebouwen — zoals magazijnen, distributiecentra en overslagpunten — zijn doorgaans monofunctioneel gebouwd, met weinig aandacht voor architectuur of beeldkwaliteit, herbestemming, demontage of hergebruik van bouwmaterialen. Slechts een minderheid wordt vandaag ontworpen volgens circulaire principes (zoals losmaakbaarheid of materiaalpaspoorten). Bovendien is het merendeel van het patrimonium gekenmerkt door weinig zuinig ruimtegebruik met ontwikkelingen van veelal slechts één bouwlaag en afwezigheid van stapeling van functies.
- Logistieke terreinen (zoals bedrijventerreinen langs logistieke corridors) kampen vaak met groot ruimtebeslag, laag ruimtelijk rendement, te groot percentage verharding, verkeersonveiligheid voor niet-gemotoriseerde weggebruikers, waterbergingsproblematiek, gebrek aan integratie van groenblauwe structuren, gebrek aan gedeelde voorzieningen en beperkte multifunctionaliteit. Bovendien ontbreekt er in veel gevallen een systemische aanpak voor het delen van infrastructuur, energie of reststromen tussen bedrijven op eenzelfde terrein.

Vooruitblik: uitdagingen en transitiedrempels

Diverse uitdagingen bepalen de weg naar een circulaire logistieke sector:

- Infrastructurele omschakeling
 - De nood aan circulair ontworpen magazijnen en aanpasbare terreinen vergt grootschalige investeringen en nieuwe ontwerpprincipes.
- Wet- en regelgeving
 - Bestaande regels zijn vaak afgestemd op lineaire modellen en belemmeren het gebruik van secundaire materialen of gedeelde infrastructuur.
- Datastandaardisatie

- Een circulaire keten vereist (een grotere) transparantie over productstromen, materiaalcomposities en logistieke prestaties. Digitale tracking- en datasystemen staan echter nog in kinderschoenen. Bovendien vormt het delen van data met (mogelijk) concurrerende ondernemingen nieuwe uitdagingen. Grondstoffenstromen maken vandaag bijvoorbeeld deel uit van de specifieke interne kennis van bedrijven.
- Nieuwe businessmodellen
 - Aansluitend bij voorgaande, circulaire logistiek impliceert een shift naar ‘*as-a-service*’-modellen, gedeelde assets en reverse logistics, wat een aanpassing vereist van waardeketens en klantrelaties.
- Ruimtelijke inpassing
 - Duurzaam ruimtegebruik vraagt om integrale planning van logistieke zones, gekoppeld aan stapeling en menging van functies, modal shift, energietransitie en ecologische waarden.

We bevinden ons vandaag m.a.w. op een kantelpunt waarbij de overgang naar een circulaire economie zich aandient als een noodzaak én als een kans. Voor de logistieke sector betekent dit niet alleen het ondersteunen van circulaire ketens, maar ook het fundamenteel herdenken van de eigen ruimtelijke, infrastructurele en operationele organisatie.

1.1 Leidend principe 1: De circulaire economie stuurt de logica in de productieve stad

In de 21^{ste} eeuw is de stad niet langer enkel een plek van consumptie, dienstverlening en wonen – ze transformeert (opnieuw) tot een ruimte waar ook wordt geproduceerd, hergebruikt en gedistribueerd. In dit nieuwe stedelijke paradigma is de verweving van logistieke activiteiten met andere stedelijke functies geen obstakel, maar juist een noodzakelijke logica. De stelling "Verweving van logistieke activiteiten is de logica in de productieve stad" verwoordt die omslag en raakt daarbij aan de kern van duurzame, inclusieve stedelijke ontwikkeling.

De productieve stad: terug van weggeweest

Decennialang werd stedelijke productie naar buitengebieden verplaatst, onder invloed van schaalvergroting, ruimtelijke ordening en vervuilingsproblematiek. Steden specialiseerden zich in dienstverlening, cultuur en wonen. Maar de laatste jaren/decennia keert die trend. Steden zoeken weer naar een 'productieve mix' van functies: circulaire maakindustrie, ambachtelijke en industriële productie, stadslandbouw en reparatie-economie vinden opnieuw hun plaats in het stedelijk weefsel. Deze ontwikkeling sluit ook aan bij hedendaagse concepten als de 15-minutenstad en urban resilience: compacte, veerkrachtige steden waarin functies dichter bij elkaar staan en elkaar versterken.

Logistiek als bindmiddel

In de stad groeit het besef dat er ruimte nodig is voor slimme, geïntegreerde stedelijke logistiek. Goederen, onderdelen, afvalstromen en herbruikbare materialen moeten efficiënt en duurzaam worden verplaatst. Ook het slim inplannen van de terugkeer van productie naar de stad hoort hierbij. Strategische visievorming om dit op goede locaties te organiseren, zoals binnen de stad Antwerpen in het district 'Innovatieve Stadshaven', is hiervan een goed voorbeeld. De klassieke benadering van logistiek als een aparte, vaak ongewenste functie die aan de stadsrand thuishoort, is daarmee achterhaald. In een productieve stad is logistiek **een integraal onderdeel van het stedelijke metabolisme**. **Verweving** van logistiek met andere stedelijke functies leidt tot aanzienlijke efficiëntiewinsten, lagere emissies en ruimtebesparing. Denk aan **gedeelde hubs** voor goederen en retourstromen, **multifunctionele gebouwen** waar distributie en productie samengaan, of **slimme mobiliteitsnetwerken** die vracht en personenvervoer combineren.



Maarten Van Acker

Professor stedenbouw en ruimtelijke planning
UAntwerpen

"Steden als Parijs, Amsterdam, Wenen en Hamburg lopen voorop in het integreren van logistiek in het stedelijk systeem. Zo werkt Parijs met logistieke microhubs in parkeergarages en Amsterdam aan de ontwikkeling van stadslogistieke kades. Die voorbeelden tonen aan dat logistieke verweving niet alleen wenselijk, maar ook haalbaar is - mits ze wordt ondersteund door beleid, ontwerp en publiek-private samenwerking."

Verweving als systeemlogica

Het streven naar verweving is niet louter een idealistisch uitgangspunt, maar een logische reactie op de ruimtelijke, ecologische en economische druk in steden. Verweving als systeemlogica uit zich op meerdere vlakken en neemt verschillende dimensies aan:

1. Ruimtelijke schaarste
 - De druk op stedelijke ruimte vraagt om meervoudig ruimtegebruik. Een parkeergarage die 's nachts als logistieke hub functioneert, of een bedrijvencentrum met gedeelde laadinfrastructuur voor elektrisch vervoer zijn hier voorbeelden van.
2. Duurzaamheidsdoelen
 - Stadslogistiek is verantwoordelijk voor een aanzienlijk deel van de CO₂-uitstoot en luchtvervuiling. Verweven, lokale en schone logistieke oplossingen – zoals cargo hubs, fietsvracht en nachtdistributie – dragen direct bij aan de realisatie van klimaat- en gezondheidsdoelen.
3. Economische vitaliteit
 - Lokale productie en circulaire bedrijvigheid versterken de stedelijke economie. Maar zonder logistiek die flexibel en geïntegreerd opereert, raken deze initiatieven snel verstikt in inefficiëntie. Verweving zorgt ervoor dat logistiek geen barrière vormt, maar een drager van innovatie en werkgelegenheid is.
4. Technologische kansen
 - Digitalisering en data maken het mogelijk om logistiek slimmer en beter af te stemmen op andere stedelijke processen. Met urban digital twins, dynamische verkeersmanagementsystemen en platformlogistiek ontstaan nieuwe vormen van afstemming en integratie.

Logica in (verweven) lagen

De verweving van logistieke activiteiten is geen tijdelijke noodoplossing, maar een structurele aanpassing van ons stedelijk denken. Het vraagt om een gelaagde reflectie oftewel een systeemblik op hoe ruimte, mobiliteit, economie en ecologie samenkomen in de stad. Door **logistiek niet langer te zien als een losse functie, maar als een noodzakelijke en zelfs waardevolle component van de stedelijke machine**, ontstaat er ruimte voor een werkelijk productieve, circulaire en inclusieve stad. In de productieve stad van de toekomst is logistiek geen storende factor aan de rand van het systeem, maar een verweven, innovatieve krachtbron in het hart ervan. Uiteraard zijn hier gradaties in, zoals het assenstelsel dat we hanteren uit voorgaand onderzoek (Nefs, 2024) ons toont.

1.2 Leidend principe 2: Circulaire economie stuurt vestigingslogica

Van lineair naar circulair: een andere economische geografie

In de lineaire economie volgt de waardeketen een rechte lijn: van grondstofwinning via productie naar consumptie en afval. Bedrijven vestigen zich strategisch op basis van goedkope grond, grootschalige infrastructuur en distributieketens die eindigen bij de consument. **Circulaire economie** verbreekt dit patroon. Grondstoffen worden niet weggegooid, maar herwonnen. Producten krijgen meerdere levenscycli. De consument wordt mede-producent (prosumpt) via reparatie, terugname of delen. Binnen industriële processen wordt circulariteit de norm: reststromen worden in nieuwe processen hergebruikt. Hierdoor ontstaan nieuwe geografische prioriteiten.

In de circulaire economie is niet langer de grondstof zelf, maar de toegang tot reststromen, beschikbare arbeidskrachten, kennis, partnerschappen en hergebruikinfrastructuur de bepalende factor voor waar bedrijven zich vestigen. Deze paradigmawisseling wordt onderbouwd door inzichten uit de industriële ecologie, economische geografie en duurzaamheidswetenschappen. Volgens de literatuur over circulaire ecosystemen (Ellen MacArthur Foundation, Kirchherr et al., 2017; Nußholz, 2018) zijn succesvolle circulaire ketens sterk afhankelijk van geografische nabijheid en samenwerking. Bedrijven zoeken niet de laagste kosten, maar de beste aansluiting op andere actoren in het systeem: toeleveranciers van secundaire materialen, demontagebedrijven, herverwerkers, ontwerpers en kennisinstellingen. Dit leidt tot het ontstaan van circulaire clusters, industriële symbiose, waarin de output van het ene bedrijf input wordt voor het andere. Dit wordt zichtbaar in initiatieven als BlueCity in Rotterdam, waar een voormalig zwembad is omgevormd tot circulair bedrijfsverzamelgebouw, of De Ceuveld in Amsterdam, waar bedrijven samenwerken aan hergebruik, upcycling en schone technologie. Hier bepaalt niet de fysieke ruimte alleen de vestigingsplaats, maar vooral het netwerk van actoren en mogelijke synergieën. Nextgen District in Antwerpen is een goed voorbeeld van circulaire processen en de link met de chemie in de haven.

Circulair als ruimtelijk stuurmechanisme

De circulaire economie functioneert daarmee niet alleen als een economisch model, maar ook als ruimtelijk stuurmechanisme. Het dwingt tot een herbezinning over de inrichting van bedrijventerreinen, stadsranden en binnenstedelijke zones. Waar vroeger functies strikt gescheiden werden – productie hier, wonen daar – stimuleert de circulaire economie in sommige gevallen verweving. Productie, reparatie, logistiek en kennisdeling vinden in het kader van nieuwe circulaire businessmodellen vaak opnieuw plaats binnen stedelijke netwerken, nabij de gebruiker.

Het streefdoel van logistieke ketens in een circulaire economie is ‘kort’ waar kan en maximaal ‘gesloten’

In de overgang van een lineaire naar een circulaire economie krijgt de logistiek een fundamenteel andere rol. Waar traditionele logistieke ketens gericht zijn op het efficiënt verplaatsen van grondstoffen en producten van producent naar consument – vaak over lange afstanden en zonder terugweg – draait het in circulaire ketens om het sluiten van de kringloop. De stelling dat het streefdoel van logistieke ketens in een circulaire keten ‘kort’ en ‘gesloten’ moet zijn, raakt daarmee de kern van wat circulair logistiek denken inhoudt: het minimaliseren van afstand, verspilling en verlies van waarde. Dit betekent dat logistiek niet meer stopt bij de

levering van een product, maar juist opnieuw begint: met retourstromen, hergebruik, refurbishing, remanufacturing en recycling.

Naast geslotenheid is er veel aandacht voor de lengte van de keten. In de eerste lijn zijn ketens in nieuwe circulaire businessmodellen bij voorkeur 'kort'. Dit staat voor: lokaal, efficiënt en veerkrachtig. Een korte keten betekent dat de afstand tussen productie, consumptie en hergebruik minimaal is. Hierdoor worden transportkosten en emissies verlaagd, wat bijdraagt aan klimaatdoelstellingen. In eerste lijn is een triage van wat lokaal kan hergebruikt worden wenselijk, maar niet absoluut. De circulaire economie houdt ook in dat langere ketens zullen blijven bestaan, verder van de stad, maar maximale geslotenheid blijft wel een centraal principe. Materialen en producten worden zo lang mogelijk in de keten gehouden om hun waarde te behouden.



Joris Beckers

Professor ruimtelijke economie
UAntwerpen

“De opbouw van een circulaire economie zal verweven korte ketens en de logica van de productieve stad weer naar voren brengen. Maar daarnaast blijven grote schaal ketens bestaan, die zich sterker zullen richten op industriële symbiose: de vestigingslogica start vanuit een circulaire waardencreatie. Nextgen District in Antwerpen is hier een voorbeeld van.”

Vestigingsvoorwaarden zijn gebaseerd op industriële symbiose

In de klassieke logica van de lineaire economie richten vestigingsvoorwaarden zich vooral op de optimalisatie van individuele bedrijfsprocessen. Bedrijven nemen locatiekeuzes op basis van factoren zoals lage grondprijzen, fiscale voordelen, afstand tot klanten, goede bereikbaarheid of goedkope arbeid. Ze opereren grotendeels autonoom, met beperkte afhankelijkheid van hun directe omgeving. Maar die tijd verandert snel.

Met de opkomst van de circulaire economie ontstaat er een nieuw uitgangspunt: waardecreatie door samenwerking. Bedrijven delen grondstoffen, reststromen, energie en kennis binnen netwerken die elkaar aanvullen. In dat kader wordt industriële symbiose niet alleen een wenselijke aanvulling op duurzaam beleid, maar een nieuwe standaard voor vestigingsvoorwaarden. De stelling *“Vestigingsvoorwaarden zijn gebaseerd op industriële symbiose”* benadrukt precies die omslag: van individueel naar verbonden, van lineair naar circulair, van locatie naar relatie.

In een circulaire economie gaat vestiging niet langer over de optimale plek voor één bedrijf, maar over de meest strategische positie binnen een netwerk van samenwerkende actoren: van individuele vestiging naar systeemdenken. Bedrijven zoeken locaties waar ze toegang hebben tot bruikbare reststromen van andere bedrijven. Er is behoefte aan nabijheid van partners voor hergebruik, reparatie, remanufacturing of recycling. Nabijheid van gedeelde infrastructuur (energiehubs, warmtenetten, waterzuivering, logistieke netwerken) wordt een vestigingsvoordeel. **Het potentieel om kringlopen regionaal te sluiten wordt dus een bepalende factor voor locatiekeuze.**

Dit is een fundamentele breuk met het lineaire denken waarin bedrijven zich als silo's vestigden in goedkope periferieën, ver weg van grondstofleveranciers én eindgebruikers. In de circulaire economie is nabijheid en interactie cruciaal. Vestigingsvoorwaarden in een circulaire context zullen steeds meer gebaseerd zijn op vragen als:

- Wat kan mijn bedrijf ontvangen uit de directe omgeving? (reststromen, warmte, materialen, arbeid)
- Wat kan mijn bedrijf leveren aan anderen? (bijproducten, kennis, ruimte, energie)
- Is er een ecosysteem aanwezig waarmee ik in circulaire wisselwerking kan treden?
- Hoe flexibel en gedeeld is de infrastructuur in de omgeving?

In dit kader worden vestigingslocaties minder individuele percelen en meer ecosystemen, waarin bedrijven niet alleen naast elkaar zitten, maar ook letterlijk en figuurlijk verbonden zijn. Gebiedsontwikkeling en bedrijfsontwikkeling raken hierdoor steeds nauwer verweven. In Vlaanderen toont bv. Blue Gate Antwerp dergelijke industriële symbiose als vestigingslogica. In dit circulair industriepark worden bedrijven onder meer geselecteerd op hun bijdrage aan symbiose met andere bedrijven in het park. Restwarmte, afvalstromen en mobiliteit worden zoveel mogelijk gedeeld. Het is een pilootproject dat toont hoe toelatingscriteria en vestigingsvoorwaarden in de toekomst steeds vaker kunnen worden gekoppeld aan de bijdrage aan circulaire waardecreatie. Bedrijven zullen in de toekomst op meer en meer plaatsen alleen worden toegelaten als ze bijvoorbeeld expliciet kunnen aantonen dat ze actief zullen participeren in het symbiose-netwerk.

De rol van industriële symbiose zal in de toekomst alleen maar prominenter worden. Symbiose wordt een ruimtelijke én economische drager. In een wereld van schaarser wordende hulpbronnen, stijgende CO₂-kosten en maatschappelijke druk op duurzaamheid, is samenwerking geen keuze meer, maar noodzaak. De gebieden die hierin investeren – in infrastructuur, matchmaking, governance en transparantie – zullen bedrijven aantrekken die passen in het circulaire model. Bovendien zullen bedrijven die zich hier vestigen, delen in de branding en uitstraling van dit terrein.

De circulaire economie verandert daarmee de fundamentele logica van vestiging. Niet langer vestigt een bedrijf zich waar de individuele kosten het laagst zijn, maar waar de gezamenlijke waarde het hoogst is. De stelling *“Vestigingsvoorwaarden zijn gebaseerd op industriële symbiose”* onderstreept een noodzakelijke en structurele verschuiving in ons economisch en ruimtelijk denken. Symbiose wordt een selectie criterium voor vestiging. In de circulaire economie zijn bedrijven geen eilanden meer, maar schakels in een netwerk van wederkerige waardecreatie. Industriële symbiose is daarbij niet slechts een milieumaatregel, maar een economisch kompas, dat richting geeft aan de vestiging van de toekomst. Wie circulaire economie serieus neemt, bouwt locaties die verbinden, versterken en hergebruiken – met industriële symbiose als fundament.

1.3 Transitiepaden: X-curve oplossingscorridors

De voorgaande leidende principes impliceren dat logistiek niet langer als randvoorwaarde functioneert, maar als geïntegreerd onderdeel van stedelijke productie en consumptie. De x-curve legt de overgang bloot van een gescheiden, lineaire logistiek naar een verweven, circulair en logistiek systeem. Deze leidende principes sturen dus aan op een paradigmashift waarbij vestigingskeuzes van logistieke bedrijven niet langer louter economisch/strategisch worden bepaald, maar gestoeld zijn op circulaire waarden als nabijheid, symbiose, en gesloten ketens.

Korte termijn (tot 2030) — Optimaliseren / Begin van afbouw

Cultuur (denkbeelden & waarden)

Logistiek blijft sterk gericht op efficiëntie en just-in-time. Bewustwording groeit rond stedelijke congestie, uitstoot en ruimtegebruik. Vestigingslogica is nog grotendeels gericht op bereikbaarheid, schaalvoordelen en lage kosten. Beginnende interesse voor "groene logistieke locaties".

Structuur (systemen & regelgeving)

Gebruik van bestaande infrastructuren en hubs. Experimentele projecten rond stedelijke distributie (microhubs, nachtlogistiek). Vestigingen nabij snelwegen en grote hubs blijven dominant. Startende experimenten rond eco-parken, deels in samenwerking met circulaire bedrijven.

Praktijk (dagelijkse werkwijzen)

Digitalisering om bestaande lineaire ketens te optimaliseren. Enkele proeftuinen waarin logistiek en stadsproductie samenkomen (bijv. stadsboerderijen, makerspaces met circulaire retourlogistiek). Enkele ketens maken hun retourlogistiek efficiënter; pilots rond hergebruik en sorteercentra. Industriële symbiose is eerder niche. Planning van geïntegreerde bedrijventerreinen wordt opgestart.

Middellange termijn (tot 2050) — Afbouw lineair / opbouw circulair verweven model

Cultuur (denkbeelden & waarden)

Beeldvorming rond logistiek als stedelijke motor in plaats van last. Circulair denken wordt normatief binnen stedelijke planning. Circulaire waarden worden leidend voor vestiging: nabijheid van afzet-/herkomstmarkten, samenwerking met partners in symbiose-netwerken.

Structuur (systemen & regelgeving)

Opbouw van verschillende systemen verbonden aan de circulaire economie. Kleine schaal korte-ketensystemen waar integratie bestaat van logistieke functies in woon/werkcomplexen. Logistieke ruimten als gedeelde infrastructuren binnen circulaire zones. Vorming van circulaire logistieke clusters: co-locatie van sorteer-, productie- en distributiebedrijven. Daarnaast ontwikkelen ook grotere schaal circulaire systemen, verbonden aan industriële gesloten ketenwerking.

Praktijk (dagelijkse werkwijzen)

Verwevenheid met stedelijke productie: logistiek faciliteert circulaire maakindustrie, retourlogistiek in de stad ingebed in dagelijkse processen (recyclage, refurbishing, delen,

ruilen). Retourstromen bepalen locatiekeuzes (nabijheid van retourgoederen). Praktijken zoals urban mining, remanufacturing, en reverse logistics worden dominant.

Lange termijn (tot 2070) — Normalisatie

Cultuur (denkbeelden & waarden)

Logistiek als stedelijke nutsfunctie, circulaire economie als vanzelfsprekend model. Circulaire vestigingslogica is vanzelfsprekend: geen vestiging zonder aansluiting op symbiotisch netwerk.

Structuur (systemen & regelgeving)

Volledig geïntegreerde logistieke netwerken in stedelijke infrastructuur (ondergronds, gedeeld, slim). Ruimtelijke ordening is circulair georiënteerd. Steden en regio's ontwerpen logistieke ruimten op basis van gesloten kringlopen en industriële clusters.

Praktijk (dagelijkse werkwijzen)

Circulaire goederenstromen en retourlogistiek draaien autonoom en lokaal binnen een verweven ecosysteem van bedrijven, burgers en overheid. Ketens zijn circulair ontworpen van meet af aan. Bedrijven vestigen zich nabij andere ketenpartners voor maximale efficiëntie in hergebruik en restwaarderecuperatie.

2 HARDE INFRASTRUCTUUR

Startpositie

De manier waarop we bedrijventerreinen vandaag vormgeven, heeft een diepgaande invloed op onze planeet, leefkwaliteit en toekomstbestendigheid. Harde infrastructuur — zoals verharde wegen, energie-infrastructuren, magazijnen, kantoren en parkeerinfrastructuur — bepaalt niet alleen het fysieke gezicht van deze terreinen, maar ook hun ecologische voetafdruk, economische veerkracht en sociale impact. In het licht van klimaatverandering, schaarser wordende ruimte en veranderende mobiliteit vraagt de ontwikkeling van bedrijventerreinen om een fundamentele heroriëntatie. **Dit hoofdstuk bespreekt de rol van harde infrastructuur aan de hand van drie hefbomen: ruimtelijke planning, mobiliteit en bouwen.**

Het ruimtebeslag van Vlaanderen bedraagt 32 %. Ongeveer 15 % binnen dit ruimtebeslag is toe te schrijven aan bedrijventerreinen, wat overeenkomt met grofweg 66 225 ha. Er is een sterke stijging in de vraag naar logistieke ruimte door de toename van online aankopen. Webwinkels hebben drie keer zoveel magazijnruimte nodig als fysieke winkels vanwege een grotere productdiversiteit en ruimere opslagvereisten. We zien dat bedrijven hun voorraad met 5 % tot 15 % verhogen, een indicatie van het einde van Just-In-Time (JIT) voorraadbeheer (Prologis 2022).

De huurprijzen in de Benelux zullen naar verwachting in 2024 en 2025 met 1,5 % stijgen, na een scherpe stijging van 13 % in 2023. In Antwerpen en Brussel liggen de huren rond de 68 €/m², wat lager is dan in Rotterdam (105 €/m²) en Amsterdam (120 €/m²). Er is beperkte beschikbaarheid van nieuwe magazijnruimte, met een leegstand van slechts 2 % in België, veel lager dan het EU-gemiddelde van 4 %. Op de as Antwerpen-Brussel ligt het zelfs lager dan 1 %.

Tegen 2050 zullen naar verwachting nog 430 ha extra bedrijventerreinen nodig zijn. Vlaanderen plant om hiervoor 130 ha greenfields in te zetten. Voor de overige 300 ha is een duurzame oplossing nodig. Greenfields nog verder aansnijden is geen optie. Idealiter daalt zelfs het ruimtebeslag van de sector. Dit is alvast de ambitie in de conceptnota BRV en in het Actieplan 'Ruimte voor bedrijvigheid, beschikbaarheid bedrijventerreinen' (Vlaamse Regering 23 mei 2025). De bevolking op aarde neemt steeds toe en zal naar verwachting pas tegen 2100 stabiliseren. Dit resulteert in de vraag naar meer woningen en meer landbouw, terwijl het beschikbare land steeds verder slinkt. Vandaag worden uitbreidingen nog vaak 'horizontaal' gerealiseerd: beschikbaar land wordt nog steeds aangesneden voor nieuwbouw. Er wordt gebouwd waar plaats is, niet waar de inplanting vanuit mobiliteits- en duurzaamheidsperspectief het meest logisch is. Bouwpraktijken focussen op kostenefficiëntie en laten gezondheids- en duurzaamheidsoverwegingen vaak achterwege. De energietransitie voor zowel zwaar transport als kleinere bestelwagens staat door de kostprijs nog steeds in de kinderschoenen. Deze praktijk is niet houdbaar, want onduurzaam en dus onwenselijk op lange termijn.

De bouwsector is vandaag in Europa verantwoordelijk voor:

- 36 % van de broeikasgasemissies,
- +- 50 % van de winning en het verbruik van hulpbronnen,
- > 30 % van het totale afval in de EU/jaar
- > 40 % van het energieverbruik.

Om de klimaatdoelstellingen van Europa, België en Vlaanderen te realiseren, speelt de bouwsector een centrale rol en moet hij transformeren. De EU heeft hiervoor een robuust

kader opgesteld, aangevuld met een reeks wetgevingen. Via de Energy Performance of Buildings Directive (EPBD) streeft de EU naar een volledig gedecarboniseerd gebouwenpark in 2050. Via het Renovation Wave-initiatief wil de EU de renovatiegraad tegen 2030 verdubbelen om de energie-efficiëntie van gebouwen te verhogen en energiearmoede tegen te gaan. Via de EU-taxonomie moeten bedrijventerreinen gedetailleerd rapporteren over hun CO₂-uitstoot, energieverbruik en andere milieu-indicatoren. Toch ontbreekt nog een holistische beleidsaanpak die gebouwen over hun volledige levenscyclus als geheel behandelt en zowel milieu- als klimaatvraagstukken integreert. Dat is opvallend, want 20–35 % van de milieu-impact van een gebouw is te wijten aan materiaalproductie, en materiaalproductie zelf is verantwoordelijk voor 6 % van de Europese impact op klimaatverandering.

Uitdagingen en toekomstperspectief

Toenemend verkeer door logistieke ontwikkeling

De grootste uitdaging is de stijgende verkeersdrukte als gevolg van de ontwikkeling van logistieke hubs. Logistieke bedrijventerreinen aanleggen leidt tot extra verkeer en verhoogt de belasting van de openbare infrastructuur, met name door vrachtverkeer. Ervaren projectontwikkelaars zien dit aspect vaak over het hoofd. Mobiliteitseffectenrapporten remediëren onvoldoende.

Regelgeving en spreiding van XXL-centra

Nieuwe wetgeving zou gericht moeten zijn op het tegengaan van de versnippering van XXL-logistieke centra. Deze versnippering is momenteel het gevolg van een tekort aan beschikbare ruimte, wat leidt tot een onsamenvangende verspreiding van dit soort grootschalige voorzieningen en dus ook tot meer verkeersbewegingen.

Negatieve economische impact: het voorbeeld van Alibaba in Luik

Een treffend voorbeeld van potentiële negatieve effecten is het Alibaba-distributiecentrum in Luik. Dit project werd aanvankelijk gepresenteerd als een kans voor Belgische bedrijven om makkelijker te exporteren naar China. In de praktijk bleek het echter vooral een kanaal voor de instroom van Chinese goederen naar België, wat de concurrentiepositie van lokale handelaars onder druk zette (Holslag, 2023).

Gebrek aan beleidscoördinatie en integratie

Het huidige beleid is gefragmenteerd en mist samenhang. Om de klimaat- en duurzaamheidsdoelstellingen van de EU te realiseren, is een sterkere coördinatie nodig tussen verschillende sectoren (ruimtelijke ordening, ruimtelijke economie, mobiliteit, milieu en natuur, energie, enz.) en de bestaande vier beleidsniveaus (Federaal, Vlaams, Provinciaal en gemeentelijk).

Materiaalverbruik versus energie-efficiëntie

Er bestaat een spanningsveld tussen het streven naar energie-efficiëntie en het verminderen van materiaalverbruik. Renovaties die gericht zijn op energiezuinige gebouwen vereisen vaak een aanzienlijke hoeveelheid nieuwe materialen, wat op gespannen voet staat met het principe van hulpbronnefficiëntie.

2.1 Leidend principe 3: Ruimtebeslag van de sector daalt, ook wanneer de sector groeit

Dit leidende principe gaat dieper in op manieren om het ruimtebeslag te laten dalen ondanks — of dankzij — economische groei, bijvoorbeeld via verticalisering, meervoudig ruimtegebruik, functiemenging of herontwikkeling van onderbenutte terreinen.

Ruimtelijke planning

Dankzij doordacht beleid, technologische evoluties en veranderende ruimtelijke inzichten kan het ruimtebeslag van de logistieke sector dalen, ondanks of dankzij economische groei. De bouwshift geldt vandaag als ideologisch kader voor ruimtelijke optimalisatie. De Vlaamse bouwshift wil het bijkomend ruimtebeslag tegen 2040 tot nul herleiden (cf. Conceptnota BRV). Dit betekent dat elke sector, ook de logistiek, moet evolueren naar intensiever en efficiënter ruimtegebruik.

Ten eerste moeten nieuwe logistieke ontwikkelingen daarom zo veel mogelijk gebeuren via hergebruik van bestaande ruimte (brownfields), reconversie van verouderde bedrijventerreinen, intensivering van het ruimtegebruik op bestaande bedrijventerreinen en clustering van functies. Deze principes dwingen de sector tot innovatie en optimalisatie, waarbij expansie niet meer gelijkstaat aan extra ruimte-inname. De groei van de sector hoeft m.a.w. niet via uitbreiding, maar kan ook via kwaliteitsverbetering. Hergebruik en reconversie kunnen een groeimotor zijn indien verankerd in het beleid. Vlaanderen telt vele verouderde industrie- en opslagzones die vandaag onderbenut zijn. Via reconversieprojecten (zoals de herontwikkeling van oude industriële zones tot moderne logistieke clusters) kan de sector dus sterk groeien zonder bijkomende ruimte in te nemen.

Ten tweede verdient **meer verticale en multifunctionele logistieke ontwikkeling** de voorkeur. Een ruimtelijke trend in Vlaanderen is de opkomst van verticale logistiek. In plaats van grootschalige horizontale opslagplaatsen op nieuwe terreinen investeert men in meerlagige logistieke gebouwen. Zeker in stedelijke of multimodale knooppunten, zoals langs spoorlijnen, kanalen en binnenhavens, werkt men met stapelbare opslag, automatische magazijnen en gedeelde infrastructuur. Dit leidt tot een veel hogere ruimte-efficiëntie per vierkante meter. Daarnaast experimenteren actoren ook met gemengde functies: logistieke gebouwen gecombineerd met kantoren, productie of zelfs woningen in stedelijke omgevingen, waardoor de totale ruimte-impact daalt.

Ten derde kan ook digitalisering en just-in-time-logica (JIT) de nood aan opslagruimte sterk verminderen. De logistieke sector ondergaat vandaag een digitalisering die leidt tot betere ketensturing. Dankzij realtime tracking, geoptimaliseerde routes en geavanceerde voorraadbeheerstrategieën, zoals *just-in-time delivery*, daalt de behoefte aan fysieke opslag. Bedrijven houden minder bufferstock aan en wisselen sneller goederen uit, wat resulteert in kleinere opslagplaatsen en minder nood aan uitbreidingen. Dit heeft directe positieve gevolgen voor het ruimtebeslag.

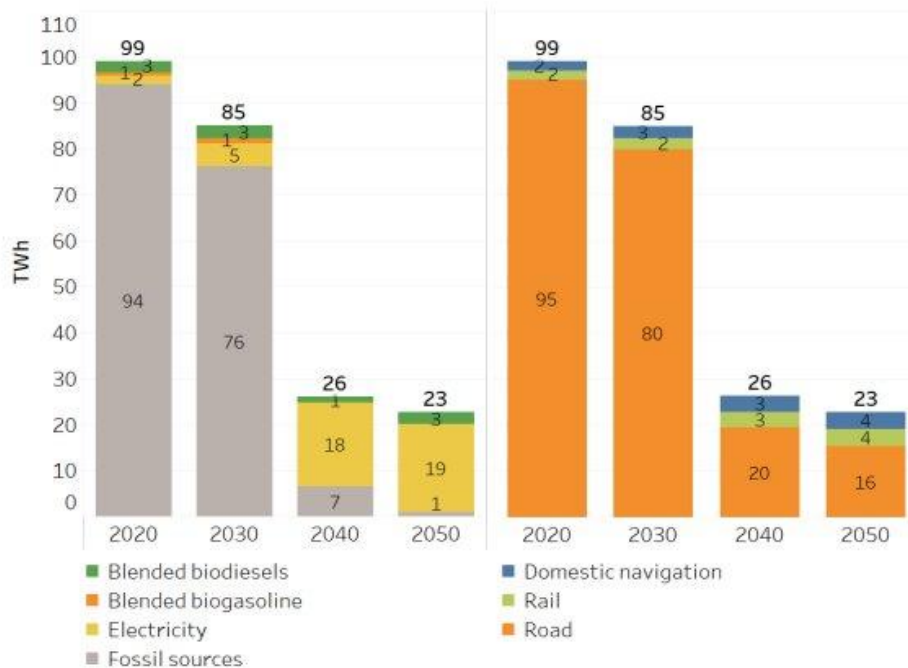
Beleidssturing en selectieve locatiekeuze voor bedrijven uit de logistieke sector zijn cruciaal om deze transitie van pioniersprojecten naar een nieuw gangbaar discours te brengen. De Vlaamse overheid stuurt vandaag actief via instrumenten zoals ruimtelijke beleidsplannen, ruimtelijke uitvoeringsplannen (RUP's), brownfieldconvenanten en uiteindelijk het vergunningenbeleid. Nieuwe logistieke ontwikkelingen worden bij voorkeur voorzien op multimodale, ontsloten locaties en niet langer ad hoc langs autosnelwegen of in open ruimte. Dit stimuleert herontwikkeling op bestaande bedrijventerreinen of in de nabijheid van waterwegen en spoor, wat het bijkomend ruimtebeslag beperkt. Tegelijk worden logistieke

hubs geclusterd in logistieke poorten, zoals de Antwerpse havenregio, wat schaalvoordelen en ruimtebesparing oplevert.

Mobiliteit & CO₂-neutrale verplaatsingen

De mobiliteitssector is verantwoordelijk voor ongeveer 25 % van de totale Europese broeikasgasuitstoot, het merendeel afkomstig van wegvervoer. Het Times-BE model uit de PATHS2050 SHIFT studie voor transport is een energiesysteemmodel dat wordt gebruikt om scenario's voor de Belgische transportsector te simuleren richting klimaatneutraliteit in 2050. O.a. een snelle elektrificatie van het wegvervoer is belangrijk om de sector te decarboniseren en om zo te voldoen aan de Europese doelstelling van een economie met netto-nul broeikasgasemissies. Het gebruik van elektrische (vracht)wagens leidt tot een enorme verbetering van energie-efficiëntie, maar zal leiden tot een hogere elektriciteitsvraag. Lokale, hernieuwbare elektriciteitsopwekking en, indien mogelijk, -opslag behoren tot de infrastructuur van een klimaatproof bedrijventerrein van de toekomst.

Het spoorvervoer in België is vandaag bijna volledig geëlektrificeerd. De verwachting is dat de binnenvaart en luchtvaart in 2050 nog niet volledig geëlektrificeerd zullen zijn en dat een klein aandeel nog op biobrandstoffen en waterstof zal draaien. In 2050 zal 85 % van al het transport volledig elektrisch zijn. Vandaag staat de energietransitie voor zowel zwaar transport als kleinere bestelwagens nog in de kinderschoenen. Kleine transporteurs schakelen nog niet over op volledige elektrificatie door de aankoop prijs van een nieuwe elektrische wagen. Daarnaast is de tweedehandsmarkt met goedkoper aanbod nog te klein. Ten slotte blijft de uitrol van laadinfrastructuur te beperkt en te traag, waardoor volledige elektrificatie nog wordt afgeremd.



Figuur 1: Times-BE model pathway to climate-neutral 2050 for transport (PATHS2050 SHIFT)

Naast overschakelen op duurzaam transport, zoals elektrisch transport, waterstof of biobrandstof, vormt het beperken van transportbehoefte en verbruik een cruciale stap binnen

duurzame verplaatsingen. Geavanceerde software kan de routeplanning optimaliseren, rijtijd verkorten en brandstofverbruik verminderen.

De logistieke sector groeit gestaag in Vlaanderen, aangestuurd door onder meer e-commerce, groeiende internationale handel en de centrale ligging van Vlaanderen in Europa. Traditioneel leidde die groei tot een steeds groter ruimtebeslag door de aanleg van distributiecentra, magazijnen en bijkomende infrastructuur. Vanuit het standpunt van mobiliteit is er nood aan een koerswijziging, die deels is ingezet maar vandaag nog te weinig doorwerkt. Vlaanderen zet weliswaar stevig in op de modal shift – de verschuiving van goederenvervoer van de weg naar duurzamere modi zoals spoor en binnenvaart, maar erg hard is deze transitie vandaag nog niet merkbaar. Nochtans kan de *modal shift* een hefboom zijn voor ruimtelijke efficiëntie. M.a.w., ook vanuit het mobiliteitsbeleid in Vlaanderen kan de logistieke sector worden gestuurd richting efficiëntie, centralisatie en duurzame vervoersmodi.

Door logistieke hubs te concentreren rond multimodale knooppunten (havens, spoorterminals, binnenvaartclusters), vermindert de noodzaak om op meerdere, verspreide plaatsen logistieke infrastructuur te bouwen. Dit leidt tot clustering van logistieke activiteiten, wat het ruimtegebruik optimaliseert en versnippering van ruimte voorkomt. Een mobiliteitsbeleid dat inzet op modal shift bevordert logistieke concentratie op plaatsen waar verschillende vervoersmodi elkaar kruisen. Zo ontstaan er zones waar transport, overslag en opslag slim gecombineerd worden. **Dergelijke ‘logistieke poorten’ kunnen bijdragen aan de inname van minder nieuwe ruimte.** Er is dan nl. minder nood aan aparte opslagplaatsen verspreid over het land, omdat goederenstromen sterker gebundeld en gecentraliseerd worden. Vlaanderen stimuleert deze ontwikkeling vandaag al actief, bijvoorbeeld via het beleid rond economische clusters en bedrijventerreinen.

Ook een technologische optimalisatie van goederenstromen kan het ruimtegebruik inperken. Mobiele en digitale toepassingen – zoals route-optimalisatie, rittenplanning en transportplatformen – maken het immers mogelijk om de bezettingsgraad van transportmiddelen en magazijnen te verhogen. Goederen komen sneller aan en vertrekken sneller weer. Daardoor is minder opslagcapaciteit nodig voor hetzelfde volume.

Goederenvervoer is essentieel voor de Vlaamse economie, maar gaat ook gepaard met een verhoogd risico op verkeersongevallen, zeker in drukke regio's waar vrachtwagens en bestelwagens intens verweven zijn met fiets- en voetgangersstromen. De Vlaamse overheid heeft met het **Verkeersveiligheidsplan 2021-2025** en de **Visie Zero** een duidelijke ambitie: nul verkeersslachtoffers tegen 2050. Daarnaast geeft ook de Vlaamse **Mobiliteitsvisie 2040** richting aan een veilige en duurzame mobiliteitstransitie. Voor Vlaanderen is de uitdaging duidelijk: het aantal zware voertuigen op de weg beperken (cf. modal shift), met bijzondere focus op in woon- en schoolomgevingen, veilige infrastructuur voorzien (gescheiden fietsnetwerken, vrachtvriendelijke logistieke hubs) en technologie inzetten om conflicten tussen vrachtverkeer en actieve weggebruikers te vermijden.

Verticalisering en functiemix

Renovatie en intensivering van bestaande, verouderde bedrijventerreinen vormen een deel van de oplossing om het huidige ruimtebeslag niet verder te laten toenemen. De ideale renovatiestrategie wordt toegelicht in Leidend principe 5 en Leidend principe 8. Bedrijventerreinen die niet opnieuw volgens hetzelfde programma via renovatie kunnen worden ingezet, kunnen worden herbestemd naar multifunctionele, gemengde gebruiksruimtes die werken, recreatie en natuur integreren, bijvoorbeeld groene bedrijfspanden met zonnepanelen, verticaal tuinieren en groengebieden die water kunnen vasthouden.

Daarnaast is verticalisering een mogelijke strategie. Verticalisering stimuleert bouwen in de hoogte, met meerdere bouwlagen die verschillende functies kunnen huisvesten. Door in te zetten op gestapelde bedrijvigheid kunnen bestaande bedrijventerreinen worden verdicht en geherwaardeerd zonder dat hiervoor extra open ruimte moet worden ingenomen.

De sector moet inzetten op een transitie van de typische loodsaanpak, die vertrekt van een zo eenvoudige en vaak goedkope schil met grotere overspanningen, naar een sterkere, gestapelde structuur. Een zo groot mogelijke, gestandaardiseerde gridmaat is wenselijk, zonder te grote overdimensioneringen. De balans met de milieu-impact van de structuur mag hierbij niet uit het oog verloren worden.

Bouwen in de hoogte zal om herorganisatie vragen, van horizontale naar verticale logistiek. Niet alle bedrijfsactiviteiten zijn bovendien geschikt om binnen één gebouw te combineren. Productieprocessen die veel trillingen, geluid of gevaarlijke stoffen met zich meebrengen, botsen met stille of kantoorachtige functies. Ook de nood aan afgedichte of chemisch resistente ruimten speelt een belangrijke rol bij bepaalde activiteiten, zoals opslag van gevaarlijke stoffen of productie met agressieve chemicaliën. Dit vraagt om doordachte clustering en compartimentering, die zowel functionele scheiding als samenwerking tussen bedrijven mogelijk maakt, zoals industriële symbiose. Belangrijk is dat renovaties of verticale uitbreidingen ruimte steeds flexibel en modulair ontwikkelen, zodat die aangepast kan worden aan de veranderende behoeften van bedrijven, bijvoorbeeld gedeelde werkruimtes of groene magazijnen.

Binnen het thema automatisering lopen twee pistes. Enerzijds wordt automatisatie ingezet om verder de hoogte in te gaan en dus ruimtebesparend te werken. Anderzijds moeten huidige processen opnieuw bekeken worden om na te gaan of ze efficiënter kunnen worden ingericht. Het huidige technologische klimaat stelt intussen haalbare en schaalbare technologieën zoals robots en shuttles ter beschikking. Op die manier worden ook kmo's aangetrokken: zij kunnen bij de opstart op kleine schaal investeren en later verder uitbreiden. Verder kan deze technologie tegenwoordig ook worden geleased, waardoor zware initiële investeringskosten kunnen worden vermeden.

De nog beschikbare ruimte wordt vaak niet optimaal benut door regelgeving, wetgeving en eigendomsstructuren. Out-of-the-box denken wordt steeds belangrijker om deze ruimte optimaal te benutten. Een voorbeeld is lege of verloren ruimte boven stagingvloeren opvullen met een mezzanine. Zo kunnen bepaalde activiteiten verder de hoogte ingaan, waardoor op andere fronten flexibiliteit ontstaat. In dit verhaal zijn kmo's vaak snel mee, in tegenstelling tot grotere bedrijven die vasthouden aan bepaalde intern opgelegde standaarden. Ook werken met erfpachtformules in plaats van industriegrond te verkopen biedt meer toekomstbestendigheid en flexibiliteit.

2.2 Leidend principe 4: Vlaamse ruimtelijke ruggengraat bepaalt inbedding van economische activiteit

Dit leidende principe gaat in op hoe de Vlaamse ruimtelijke ruggengraat — zoals het netwerk van economische poorten, energie-infrastructuur en logistieke corridors — de inbedding van bedrijvigheid beter kan sturen.

Transportproblematiek speelt op drie schaalniveaus waarop beleid kan worden ontwikkeld. Het gaat daarbij zowel om ruimtelijk beleid (locatiekeuze, bestemming en inrichting van logistieke terreinen) als om mobiliteitsbeleid (realisatie van kwaliteitsvolle infrastructuren en

diensten, zoals collectief vervoer en deelfervoer) en om veilige en omgevingsvriendelijke routes (vrachtroutes, fietsroutes). Alleen wanneer ruimtelijk en mobiliteitsbeleid op elk schaalniveau synergie creëren en de visies daarop op elkaar aansluiten, kan een robuuste en duurzame shift van transport plaatsvinden.

De ruimtelijke inrichting van Vlaanderen wordt vandaag gekenmerkt door een fijnmazig netwerk van infrastructuur: een dicht vertakt snelwegennet, strategische spoorlijnen, een historisch kanaalstelsel en een grote diversiteit (en versnippering) aan bedrijventerreinen. Deze bestaande structuren vormen de ruimtelijke harde ruggengraat van Vlaanderen.



Guy Vloebergh
Professor ruimtelijke planning
UAntwerpen

“In plaats van economische ontwikkeling op een wit blad te bedenken, tabula rasa, is het essentieel om uit te gaan van datgene wat er al is, anders is het simpelweg niet duurzaam. Economische activiteit moet zo sterk mogelijk worden ingebed in de bestaande ruimtelijke structuur, en op die manier bijdragen aan een duurzame, verkrachtige en ruimte-efficiënte toekomst.”

Ten eerste is de economische ontwikkeling van Vlaanderen historisch sterk verweven met haar infrastructuur. Bedrijven vestigden zich nabij snelwegen, langs spoorlijnen of aan het water. Deze lijnen in het landschap vormen vandaag nog steeds de meest logische assen voor logistiek, industrie, distributie en dienstverlening. **Door economische ontwikkeling te versterken daar waar infrastructuur al aanwezig is, worden onnodige nieuwe ingrepen in de open ruimte vermeden.** Het is immers efficiënter, goedkoper én duurzamer om verdichting rond bestaande knooppunten te ontwikkelen dan om nieuwe zones in niet-ontsloten gebieden aan te boren. En beter ook bestaande infrastructuur verbeteren in plaats van nieuwe aan te leggen waar een bijkomende beheerkost aan verbonden is.

Ten tweede is het cruciaal om te trachten bestaande bedrijventerreinen niet noodzakelijk uit te breiden, maar eerder te herstructureren en te intensiveren. Vlaanderen telt honderden bedrijventerreinen, waarvan vele verouderd of onderbenut zijn. In plaats van nieuwe terreinen aan te snijden, is het ruimtelijk verstandiger om bestaande terreinen te herstructureren en intensiever te benutten. De ruimtelijke harde ruggengraat vormt hierbij een leidraad: bedrijvigheid moet geconcentreerd worden nabij goed ontsloten terreinen met multimodale bereikbaarheid. De economische transitie vertrekt bij voorkeur dus niet van een blanco blad, maar juist van een slimme lezing van het bestaande ruimtegebruik. Multimodaliteit is daarbij altijd een grote troef. Vlaanderen kent immers een sterk netwerk van kanalen en sporen. Economische activiteit moet bij voorkeur meer ingepast worden in gebieden waar binnenvaart en spoor een alternatief bieden. Dit verhoogt de duurzaamheid én de efficiëntie van de logistieke keten.



Dirk Lauwers

Professor mobiliteit en ruimte
UAntwerpen

“Gebieden langs het Albertkanaal of nabij spoorbundels -zoals in Internationale Logistieke Knooppunten zoals Genk of de havens van Antwerpen-Zeebrugge en Gent- zijn ideaal voor logistieke clusters. Door dergelijke knooppunten te versterken ontstaat een veerkrachtige ruimtelijke structuur met minder ruimtebeslag en mobiliteitsdruk.”

Het ruimtelijk rendement kan bovendien nog verhoogd worden door clustering en verweving. In plaats van economische activiteiten ruimtelijk te scheiden van wonen, werken en mobiliteit, pleit het ruimtelijk beleid ook voor verweving waar mogelijk. Denk aan stadshavens die ruimte bieden aan logistiek én stadsdistributie, of gemengde gebieden waar maakindustrie en dienstverlening geïntegreerd zijn. Op knooppunten van mobiliteit en infrastructuur kunnen verschillende functies samenkomen, mits goede ruimtelijke planning en omgevingskwaliteit. De focus ligt dus niet op uitbreiding, maar op optimalisatie en clustering. Economie wordt niet als ‘storende factor’ ingeplant in open ruimte, maar als motor geïntegreerd in het bestaande stedelijk of industrieel weefsel. Dit vergt een kritische kijk ten aanzien van de verdichtingsparadox¹.

Met het leidend principe ‘Vlaamse ruimtelijke ruggengraat bepaalt inbedding van economische activiteit’ wordt gestreefd naar **een ommezwaai van versnippering naar structuur**. Een dergelijke ruimtelijke ruggengraat biedt ook een kader om selectief te zijn in waar economische ontwikkeling gewenst is en waar een beleid op kan worden geënt. Niet elke plek is nl. geschikt voor bedrijvigheid. Door duidelijke keuzes te maken – gebaseerd op bereikbaarheid, nabijheid van infrastructuur, milieudruk en ruimte-efficiëntie – kan Vlaanderen evolueren van versnippering naar meer structuur. Deze benadering vereist geen nieuwe lijnen op de kaart, maar in de eerste plaats het versterken van de netwerken die er al zijn, en het maken van keuzes binnen dat bestaande kader. De Provinciale Beleidsplannen Ruimte zetten deze koers vandaag bijvoorbeeld al in gang. Slim plannen betekent ‘het juiste bedrijf op de juiste plek vestigen’. Bedrijventerreinen dienen voorbehouden te worden voor niet te verweven bedrijvigheid. Strategische plekken aan multimodale knooppunten worden voorbehouden voor bedrijven die hier maximaal gebruik van maken. In de Antwerpse en Limburgse provinciale plannen wordt hier sterk op ingezet om verlies aan ‘paarse ruimte’ te voorkomen en bestemmingsruil mogelijk te maken voor slecht gelegen nog niet ontwikkelde bedrijventerreinen.

2.3 Leidend principe 5: Duurzame gebouwen en omgevingen zijn leidend voor gezonde werknemers

Duurzame bedrijventerreinen zijn op CO₂-neutrale wijze gebouwd aan de hand van circulaire en biofiele bouwprincipes en functioneren als koolstofopslagplaatsen. Het zijn klimaatrobuste

¹ <https://archieff-services.algemeen.omgeving.vlaanderen.be/server/api/core/bitstreams/09c0930b-304d-4433-af10-489424cbdac5/content>

omgevingen en dragen niet alleen bij aan duurzaamheid, maar ook aan het welzijn en de productiviteit van werknemers.

Prioriteit voor renovaties

Zoals eerder vermeld, zullen er in de toekomst zeker nieuwe bedrijventerreinen en magazijnen aangelegd worden. Daarnaast is de economische waarde van de huidige bedrijventerreinen en magazijnen hoog en is het wenselijk dit te behouden. Naast economisch waardebehoud, is het ook vanuit milieustandpunt interessant om renovaties te prioriteren. Doordat renovaties de levensduur van de bestaande terreinen en magazijnen verlengen, kunnen ze op lange termijn leiden tot een reductie van de vraag naar nieuwbouw, land, grondstoffen en energie, en verminderen ze de afvalproductie. Bij renovaties dient aandacht besteed te worden aan milieuvriendelijke materialen en circulaire bouwprincipes, zodat de milieuwinsten in energie-efficiëntie niet worden tenietgedaan door de milieuvoetafdruk van de materialen. Ook zal omscholing van personeel nodig zijn om hun technische en praktische kennis van hergebruikte materialen te versterken: enerzijds om de werken correct uit te voeren, anderzijds om vertrouwen op te bouwen bij eigenaars en de renovatiegraad te verhogen.

Goed renoveren start bij het begrijpen van de context: lokale randvoorwaarden, huidig en toekomstig klimaat, cultureel erfgoed, sociale dynamieken, optimaliseren van hulpbronnenverbruik en reageren op de noden van de samenleving. Passieve ontwerpprincipes² liggen aan de basis, alsook 'universal design' (NL: ontwerpen voor iedereen). Bedrijventerreinen en magazijnen die volgens deze principes zijn ontworpen, kunnen potentieel meer huurinkomsten realiseren.

De implementatie van nieuwe technologieën zoals digital building logbooks, prefabricatieprocessen en robotisatie blijft een cruciaal interventiepunt om een substantiële impact te bereiken. Deze nieuwe technologieën dragen bij aan een sneller en kosteneffectiever renovatieproces en aan de opschaling van renovatieprocessen, terwijl veiligheid en gezondheid beter gegarandeerd kunnen worden.

Circulaire magazijnen en terreinen

Circulaire magazijnen en terreinen hebben een lange levensduur en zijn ontworpen voor aanpasbaarheid en demontage. Hun materialen zijn gekozen op basis van levensduur, hernieuwbaarheid, non-toxiciteit, bio-afbreekbaarheid, herbruikbaarheid en recycleerbaarheid. Hun circulaire ontwerp laat toe dat de materialen en componenten lang meegaan, makkelijk te demonteren en hergebruiken zijn, hersteld of gerecycleerd kunnen worden in een gesloten kringloop en dat alles met maximaal waardebehoud. Het identificeren van gevaarlijke/toxische materialen, bijvoorbeeld asbest, is hierbij essentieel. Kwaliteitsstandaarden dienen opgesteld te worden door beleidsmakers om de toxiciteit te evalueren, de gebouwperformantie en het potentieel van hergebruikte materialen in te schatten. Producenten moeten worden aangemoedigd om recycle- en hergebruiksprogramma's op te zetten, evenals take-back-initiatieven en andere circulaire businessmodellen. Daarnaast is het belangrijk dat zij ook programma's voor Extended Producer Responsibility (EPR) ondersteunen. Die verplichten hen om verantwoordelijkheid te nemen voor de correcte inzameling, verwerking en recyclage van hun producten aan het einde

² Een passief ontwerp is een ontwerp waarbij de focus ligt op het verlagen van de gebouwgebonden energievraag door het toepassen van passieve ontwerptechnieken.

Voorbeelden van passieve ontwerptechnieken: een overhang voorzien bij het raam opdat licht binnenkomt via ramen, maar niet warmte van de zon om de koelvraag te verlagen in de zomer zonder de warmtewinsten in de winter te beperken; ratio beglazing-volle muren op basis van zonoriëntatie, ... Voorbeelden van actieve ontwerptechnieken in deze context: airconditioning, vloerverwarming.

van de levensduur. Dit zou het productontwerp voor recyclage en hergebruik moeten stimuleren. Beleidsmakers kunnen dit verankeren en harmoniseren op Europees niveau.

De uitdagingen bij het toepassen van hergebruikte materialen zijn de onzekerheid over de hoeveelheid, de kwaliteit, de beschikbaarheid en de opslagplaats. Bedrijventerreinen kunnen hierop inspelen door hun materialen te inventariseren en door een ruimte te reserveren als opslagplek voor hergebruikte materialen. Inventarisatie in de vorm van materiaalpaspoorten en hergebruikinventarissen laat toe materiaalstromen inzichtelijk te maken, waardoor materialen tussen de magazijnen onderling uitgewisseld zouden kunnen worden.

Een andere uitdaging is dat het 3 tot 8 keer langer duurt om materialen uit een bestaand gebouw te demonteren, in plaats van mechanisch te slopen. Nieuwe technologieën dienen ontwikkeld te worden om dit proces te versnellen. Potentieel ligt in remote sensing, robotica en kunstmatige intelligentie. Deze tools verhogen transparantie, vertrouwen en traceerbaarheid en resulteren in een langer waardebehoud van constructiematerialen.



Francesca Vanoverberghe

R&D Ingenieur Duurzaamheidsevaluaties
en Circulariteit binnen de bebouwde omgeving
VITO/EnergyVille

“De recente conflicten in Oekraïne en het Midden-Oosten hebben duidelijk gemaakt hoe kwetsbaar onze afhankelijkheid van internationale toeleveringsketens, onder andere van grondstoffen en materialen, ons maakt. Door gebouwen, infrastructuur en publieke ruimte in te zetten als materiaalbanken, en reststromen in circulatie te houden door industriële symbiose, kunnen bedrijventerreinen hun afhankelijkheid van internationale markten verkleinen en tegelijk hun milieu-impact verlagen. Circulariteit vormt een hefboom voor zowel duurzaamheid als strategische autonomie.”

Magazijnen en terreinen met koolstofarme materialen

Magazijnen en terreinen moeten worden gebouwd of gerenoveerd met koolstofarme bouwproducten die de milieubelasting over de hele levenscyclus minimaliseren. De criteria en richtlijnen van de EU-taxonomie kunnen gehanteerd worden om de duurzaamheid van gebouwen te evalueren, inclusief hun totale levenscyclusimpact. Tools zoals LEVEL(s) en TOTEM kunnen worden aangewend om weloverwogen beslissingen te maken die de hele levenscyclus evalueren. Er wordt verwacht dat het gebruik van materialen zoals hout, vezels, klei en andere biogebaseerde of lokale materialen toeneemt als milieuvriendelijk alternatief voor conventionele bouwproducten. Biogebaseerde materialen doen bovendien aan CO₂-opslag en kunnen zo het bedrijventerrein laten functioneren als CO₂-bank. Environmental Product Declarations (EPD's) zijn materiaalfiches waarop deze informatie gedocumenteerd, geverifieerd en publiek gemaakt is. Ze vormen een essentiële schakel in het nemen van geïnformeerde beslissingen bij materiaalselectie.

Ook hier spelen materiaalproducenten een belangrijke rol. Materiaalproducenten moeten worden gestimuleerd om duurzame en verantwoordelijk geoogste grondstoffen te gebruiken, zoals bijvoorbeeld gerecycleerde of upcycleerde materialen, FSC/PEFC-gelabelde en

lokale materialen. Ook moeten ze gestimuleerd worden om hun productieproces zo energie-efficiënt en hernieuwbaar mogelijk te maken. Geprefabriceerde elementen zorgen voor een grotere controle over de kwaliteit en conformiteit van het eindproduct, wat leidt tot minder materiaalverbruik en dus een lagere materiaal-impact. Bestaande reguleringen dienen aangesterkt te worden om dit te realiseren.

Klimaatrobuustheid en natuurpositieve magazijnen en bedrijventerreinen

Duurzame magazijnen en bedrijventerreinen moeten worden afgestemd op klimaatverandering, moeten ecosysteemdiensten leveren, zoals luchtzuivering, watermanagement en klimaatregulatie, en bijdragen aan natuurherstel en biodiversiteit. Een klimaatrobuust terrein pakt de onderlinge relaties met de omgeving aan. Grondrecyclage, bijvoorbeeld, verwijst naar de herontwikkeling van eerder economisch gebruikte terreinen tot gebieden voor natuurherstel. Het is een cruciale stap in het bereiken van de Europese doelstelling om tegen 2050 netto geen extra ruimte in te nemen en alle bodemecosystemen te herstellen naar een gezonde staat. Het beleid moet het herontwikkelen van brownfields blijvend stimuleren. Er kunnen stedelijke bossen aangelegd worden en beschermde gebieden aangeduid waar menselijke activiteiten beperkt of zorgvuldig gestuurd worden.

Een duurzaam bedrijventerrein is daarnaast ook afgestemd op de toenemende temperaturen die de integriteit van de harde infrastructuur en het comfort in de gebouwen aantasten. Simpele oplossingen zoals zonwering bij ramen, isolatie en ventilatie kunnen hierop al deels inspelen. Duurzame bedrijventerreinen hebben een regeneratieve architectuurtaal die verder gaat dan energie-efficiëntie en circulariteit. Ze doen o.a. aan waterbeheer (infiltratieoppervlakken, stormwaterinfrastructuur), passen natuurlijke en lokaal geproduceerde materialen toe, en wekken hernieuwbare energie op. Duurzame bedrijventerreinen passen natuurinclusieve oplossingen toe, zoals groenruimten, groendaken en biodiversiteitsbevorderende vegetatie, die het lokale klimaat reguleren en het stedelijke hitte-eilandeffect mitigeren. Daarnaast bevorderen ze de lokale luchtkwaliteit en de mentale gezondheid en levenskwaliteit van gebruikers.

Architectuur van welzijn

Duurzame bedrijventerreinen en magazijnen zijn zo ontworpen dat ze verbonden zijn met hun omgeving. Dit draagt bij aan de trots en betrokkenheid van de gebruikers. Door bijvoorbeeld het toepassen van *vernaculaire elementen* – zoals het gebruik van lokale materialen, vormen, beplanting en bouwtradities – ontstaat er een herkenbare en betekenisvolle omgeving. Ook de integratie van kunst, via muurschilderingen, sculpturen of tijdelijke installaties, versterkt de identiteit van de plek en creëert een inspirerende werkomgeving.

Het contact met de natuur is een krachtige factor voor zowel fysiek als mentaal welzijn. Deze benadering sluit aan bij het principe van *biofilie*: de aangeboren menselijke behoefte aan verbinding met de natuur. Biofiel ontwerp vertaalt dit naar gebouwen die natuur actief integreren, zowel visueel als functioneel: werken met natuurlijke materialen zoals hout en natuursteen, organische vormen in het interieur, en het bewust voorzien van zicht op vegetatie of waterelementen vanuit werkplekken. Al die elementen dragen bij aan rust, focus en herstel van de gebruikers. Groenzones, daktuinen of kamerplanten, vijvers, aquariums en fontein op het bedrijventerrein bieden werknemers de mogelijkheid om tijdens pauzes op adem te komen.

Een welzijnsgerichte inrichting van het terrein voorziet in faciliteiten die bijdragen aan een gezonde levensstijl en mentale balans. Denk aan uitgeruste fietsenstallingen en douches die fietsgebruik stimuleren, sportfaciliteiten of wandelroutes voor actieve pauzes, en toegankelijke

rust- of gebedsruimtes die ruimte geven aan diversiteit en mentale rust. Ook borstvoedingslokalen, drinkwaterfonteinen en gezonde voeding – zoals het aanbieden van fruit op kantoor – versterken de zorg voor werknemers. Daarnaast speelt de binnenluchtkwaliteit een vaak onderschatte rol in het dagelijks welzijn. Ventilatie, gebruik van niet-toxische materialen, en voldoende daglicht bepalen mee de mate van concentratie, energie en ziekteverzuim.

Een moderne werkomgeving houdt rekening met de noden van de werknemer, zowel op kantoor als thuis. Flexibele werkmodellen, waarbij kantoorwerk en thuiswerk elkaar afwisselen, vereisen een infrastructuur die ontmoeting en samenwerking faciliteert. Denk aan vergaderzalen met videoconferentie en individuele belruimtes.

Zoals in hoofdstuk 5 zal worden besproken, verandert automatisatie de aard van werk. Terwijl repetitieve taken steeds vaker door technologie worden overgenomen, wordt de menselijke meerwaarde meer dan ooit bepaald door creativiteit, samenwerking en empathie. De inrichting van gebouwen en terreinen moet dit ondersteunen: open ruimtes voor overleg, stille zones voor concentratie en informele ontmoetingsplekken voor spontane interactie.

2.4 Transitiepaden: X-curve oplossingscorridors

De voorgaande leidende principes impliceren dat de vraag naar logistieke ruimte groot is, de beschikbare ruimte gering, de huidige inbedding achterhaald en er nood is aan verduurzaming. De X-curve legt de overgang bloot van een versnipperde, uitdijende inbedding en bouwen o.b.v. winstbejag naar gezonde en duurzame, verticaal uitbreidbare gebouwen en omgevingen die volgens de Vlaamse ruimtelijke ruggengraat geplaatst worden.

Korte termijn (tot 2030) — Optimaliseren

Cultuur (denkbeelden & waarden)

- In een eerste fase kan "architectuur van welzijn" reeds worden toegepast: gebouwen en terreinen worden ontworpen met aandacht voor gezondheid, comfort en verbondenheid met de omgeving. Er wordt ingezet op het vergroten van het bewustzijn rond duurzaam bouwen en infrastructuur, onder meer via informatiecampagnes, workshops en netwerkevents op bedrijventerreinen.
- Tegelijk groeit het draagvlak voor langetermijndenken en milieuverantwoordelijkheid. Waarden zoals collectieve verantwoordelijkheid voor energiegebruik en ruimtegebruik worden genormaliseerd. Circulariteit en duurzaamheid worden niet langer gezien als extra's, maar als vanzelfsprekende normen. Bedrijven worden actief overtuigd van de voordelen van CO₂-reductie, hergebruik van materialen en energie-efficiëntie. Ook wordt gedeeld ruimtegebruik en multifunctionaliteit gepromoot als de nieuwe standaard, bijvoorbeeld in de vorm van gedeelde parkeerplaatsen of logistieke hubs.

Structuur (systemen & regelgeving)

- De fysieke infrastructuur wordt gericht duurzamer ingericht. Wegen worden aangelegd met circulaire materialen zoals gerecycleerd asfalt, voorzien van waterdoorlatende bestrating en klimaatadaptieve elementen zoals groenstroken en bufferzones.
 - Gebouwen worden energie-efficiënt, modulair en flexibel opgebouwd, met gebruik van biogebaseerde of gerecycleerde materialen en standaardintegratie van hernieuwbare energie.
- Op bedrijventerreinen wordt ingezet op renovatie, herbestemming en meervoudig ruimtegebruik. Verticale logistiek wint terrein, en collectieve infrastructuur zoals gedeelde waterbuffering, laadinfrastructuur, afvalverwerking, energieopwekking en warmtenetten wordt actief gestimuleerd.
- Daarnaast worden hergebruikinventarissen en materiaalpaspoorten ingevoerd om grondstofstromen traceerbaar te maken. Slimme technologieën zoals energiebeheersystemen, slimme verlichting en IoT-monitoring van mobiliteit en materialen worden ingebed. Regelgeving wordt opgezet, aangepast of aangescherpt, bijvoorbeeld:
 - Gemeentelijke of regionale voorschriften stimuleren hergebruik van materialen, groendaken of energie-efficiëntie.
 - Omgevingsvergunningen worden gekoppeld aan strengere duurzaamheidsvoorwaarden, zoals verplichte wachtparkings op priveterrein.
 - Regelgeving omtrent certificering wordt opgezet.
 - Regelgeving met betrekking tot financiële mechanismen wordt opgezet, meer bepaald rond ESCO-modellen en gezamenlijke investeringsfondsen voor duurzame infrastructuur.

Praktijk (dagelijkse werkwijzen)

- Mobiliteit wordt groener door stimulering van fietsgebruik, openbaar vervoer en deelmobiliteit, evenals bundeling van goederenstromen en snellere en goedkopere uitrol van elektrische voertuigen.
- Werknemers worden omgeschoold met focus op renovatie en hergebruik van materialen.
- Routinematige monitoring van energieverbruik, materiaalgebruik en onderhoudsbehoeften helpt bedrijven hun gedrag te sturen.
- Netto ontharding wordt nagestreefd; afval wordt als worstcasescenario beschouwd en waar mogelijk omgezet in energie.

Middellange termijn (tot 2050) — Afbouw en opbouw**Cultuur** (denkbeelden & waarden)

In deze fase wordt de lineaire groeilogica losgelaten. Het denken verschuift van individuele optimalisatie naar systeemoptimalisatie. Bedrijventerreinen krijgen een nieuwe betekenis als multifunctionele, inclusieve en klimaatrobuuste zones die bijdragen aan brede welvaart. Systeemdenken en collectieve verantwoordelijkheid worden verankerd als kernwaarden.

Structuur (systemen & regelgeving)*Verouderde structuren worden afgebouwd:*

- Infrastructuur gebaseerd op fossiele energie en mobiliteit verdwijnt, zoals brede vrachtwegen, grijze parkings en gasnetten.
- Regelgeving en subsidies die lineair bouwen stimuleren worden afgebouwd.
- Versnipperde infrastructuur- en energieplanning maakt plaats voor integratie.

Nieuwe structuren worden opgebouwd:

- Infrastructuur is modulair en circulair ontworpen, inclusief losmaakbaarheid en materialenpaspoorten.
- Klimaatadaptieve maatregelen worden standaard: groene buffers, wadi's, verkoelende materialen en waterdoorlatende verharding.
- Slimme collectieve infrastructuren ontstaan: lokale netten voor hernieuwbare energie, smart grids en gedeelde laadinfrastructuur.
- Duurzaamheid wordt wettelijk verankerd en beloond: verplichtingen voor klimaatneutraliteit en circulariteit bij nieuwe bouwprojecten.
- Gedeeld beheer van infrastructuur wordt structureel via parkmanagement of coöperaties.

Praktijk (dagelijkse werkwijzen)

- Bedrijven stappen af van versnipperd ruimtegebruik en ontwikkelen in onderlinge afstemming. Ad-hocbeslissingen maken plaats voor plannen op basis van levenscyclusanalyses en circulair denken.
- Nieuwe businessmodellen ontstaan: materialen worden niet langer verkocht maar als dienst aangeboden, bijvoorbeeld via take-back-programma's of MASCO-modellen. Circulair bouwen wordt gemeengoed, inclusief demontage, hergebruik en langdurig onderhoud. Samenwerking met kennisinstellingen en overheden wordt standaard.
- Beheer van infrastructuur gebeurt datagedreven en voorspellend: monitoringtools sturen onderhoud, energiegebruik en materiaalstromen aan. Duurzaamheid wordt een vaste waarde in alle keuzes, van ontwerp en uitvoering tot onderhoud en logistiek.

Lange termijn (tot 2070) — Normalisatie

Cultuur (denkbeelden & waarden)

In deze laatste fase is duurzaamheid volledig genormaliseerd. Vergelijkbaar met hoe veiligheid vandaag vanzelfsprekend is, worden ecologische, sociale en economische waarden als vanzelfsprekend deel van het DNA van bedrijventerreinen gezien. Circulaire en regeneratieve economie zijn de dominante denkkaders geworden.

Harde infrastructuur wordt niet langer als permanent gezien, maar als tijdelijk materiaaldepot dat opnieuw ingezet kan worden. Het delen van materialen is normaal. Ruimte wordt collectief beleefd en beheerd. De grens tussen bedrijf en omgeving vervaagt in een gedeeld bewustzijn over duurzame ontwikkeling.

Structuur (systemen & regelgeving)

- Alle infrastructuur is klimaatpositief of regeneratief. Wegen en gebouwen leveren ecosysteemdiensten: ze versterken biodiversiteit, bufferen water, ondersteunen klimaatadaptatie en slaan CO₂ op. Infrastructuur is multifunctioneel en combineert logistiek, energie, natuur en mobiliteit.
- Op het vlak van mobiliteit wordt integraal beleid gevoerd op drie niveaus: ruimtelijke planning, mobiliteitsplanning en infrastructuurplanning. Enkel door synergie tussen deze lagen is een robuuste en duurzame logistieke sector mogelijk.
- Materialen circuleren in gesloten kringlopen: alles is traceerbaar via digitale en fysieke materialenpaspoorten. Virgin grondstoffen zijn uitgefaseerd.
- Regelgeving is volledig sectoroverschrijdend en gericht op systeemoptimalisatie. Duurzame infrastructuur is stevig verankerd in ruimtelijke ordening en fiscaal beleid. Publiek-private structuren beheren bedrijventerreinen als ecosysteemdienstleveranciers. Infrastructuur is adaptief en evolueert mee met veranderende technologieën en behoeften.

Praktijk (dagelijkse werkwijzen)

- Samenwerking is verankerd in de dagelijkse praktijk. Bedrijventerreinen functioneren als ecosystemen met collectief beheer van logistiek, energie, infrastructuur en onderhoud. Data-analyse en monitoring zijn geïntegreerd via technologieën zoals remote sensing, artificiële intelligentie en digitale tweelingen.
- DBLs zijn standaard. Materialen worden voortdurend gerecupereerd en herverdeeld. Beheer is proactief, zelflerend en afgestemd op ecologische impact. Robotica en geautomatiseerde systemen voeren inspecties en onderhoud uit met minimale verstoring. Autonome voertuigen beheren lokale logistiek op circulaire wijze. Prefabricatie en modulaire bouw zijn de norm: componenten zijn demontabel, compatibel en circulair geproduceerd.
- Continu leren is ingebouwd in het systeem: bedrijven, kennisinstellingen en overheden ontwikkelen samen nieuwe praktijken in levende labs.

3 ZACHTE INFRASTRUCTUUR

Startpositie

Zachte infrastructuur als ontbrekende schakel: biodiversiteit, natuur en landschappelijke integratie op logistieke bedrijventerreinen

In de context van de transitie naar een circulaire economie groeit het besef dat economische activiteiten niet losstaan van hun ecologische inbedding. Terwijl circulaire strategieën vaak de nadruk leggen op materiaalkringlopen en energie-efficiëntie, wint **zachte infrastructuur** — zoals groene netwerken, waterbuffers, landschapselementen en ecologische corridors — aan belang als structureel onderdeel van duurzame ruimte- en bedrijfsontwikkeling.

De huidige stand van zaken: verharding domineert, ecologie blijft marginaal

Logistieke bedrijventerreinen en gebouwen nemen steeds meer ruimte in aan de randen van steden en langs verkeersassen. De inrichting van deze terreinen is doorgaans sterk functioneel en economisch georiënteerd: veel verharding, monofunctionele kavels en minimale ecologische integratie. Daardoor worden vandaag meerdere ecologische knelpunten zichtbaar:

- **Zachte infrastructuur is amper geïntegreerd.** Groenelementen zijn vaak ornamentaal of gefragmenteerd: smalle groenzones langs gevels, solitaire bomen, of grasstroken zonder ecologische functie.
- **Groenblauwe netwerken worden zelden verbonden** met de ruimere omgeving. Waterbuffers zijn geïsoleerde vijvers zonder biodiversiteitswaarde; infiltratie gebeurt enkel technisch, niet ecologisch geïntegreerd.
- **Ecosysteemdiensten** (zoals verkoeling, luchtzuivering, bestuiving of natuurlijke waterregulatie) worden zelden erkend als waardevol binnen het ontwerp en beheer van logistieke sites.
- **Landschappelijke inpassing ontbreekt:** de schaal, materialiteit en positionering van gebouwen houden weinig rekening met landschappelijke structuren of cultuurhistorische contexten.

De overkoepelende Europese Green Deal, met daarin het Natura 2000-netwerk van de Europese Vogel- en Habitatrichtlijnen en de Natuurherstelwet, vormt vandaag — samen met de doelen van het Vlaamse Natuurdecreet voor de realisatie van het Vlaams Ecologisch Netwerk (VEN) en het Integraal Verwevings- en Ondersteunend Netwerk (IVON) — het belangrijkste richtinggevende kader voor de ontwikkeling van zachte infrastructuur op duurzame logistieke bedrijventerreinen. Het algemeen belang hiervan voor de duurzame ontwikkeling van de logistieke sector, en van logistieke bedrijventerreinen in het bijzonder, valt nauwelijks te onderschatten. Ook voor individuele bedrijven liggen er duidelijke opportuniteiten, zie bijvoorbeeld: *Business Statement: ahead of the final votes on the Nature Restoration Law*. In de marge van het dominante model ontstaan vandaag interessante pioniersinitiatieven, zoals ecologisch ingerichte bedrijventerreinen en collectieve landschapsplannen die habitats creëren voor insecten en vogels.

Startpositie voor de circulaire toekomst: eerste schakels van zachte netwerken

Vanuit een circulair perspectief biedt zachte infrastructuur een cruciale hefboom: ze maakt het mogelijk om economische functies te integreren in veerkrachtige ecosystemen, met meervoudige baten op het vlak van klimaatadaptatie, biodiversiteit en leefkwaliteit. Vandaag

bevinden we ons in een hybride startpositie. Beleidskaders zoals Ruimtelijk Rendement en de Green Deal Natuurinclusieve Gebouwen erkennen het belang van zachte infrastructuur, maar vertalen die erkenning nog niet in afdwingbare normen voor logistieke ontwikkelingen. Tools zoals BREEAM, Nature Inclusive Design Guidelines en regionale instrumenten zoals de Vlaamse Groenblauwe Dooradering bieden vandaag al handvatten, maar vormen nog niet de standaard. Ook private actoren tonen groeiende interesse in natuur, bijvoorbeeld als imago-instrument of vorm van risicobeheersing tegen hittestress en wateroverlast, maar missen vaak de kennis of prikkels om structureel en systemisch te vergroenen.

Uitdagingen en toekomstperspectief: zachte infrastructuur als structurele drager

De weg vooruit vraagt dat we logistieke ruimte herdenken als een meerlagige structuur waarin zachte infrastructuur fungeert als drager van biodiversiteit, klimaatadaptatie en circulaire waardecreatie. Een aantal belangrijke uitdagingen zijn:

- Ruimtelijke integratie versus economische optimalisatie
 - Groene en blauwgroene structuren botsen vaak met de druk op maximale benutting van kavels. Er is nood aan ruimtelijke ontwerpstrategieën die synergie creëren tussen economie en ecologie.
- Gebrek aan verplichtend beleid
 - Zachte infrastructuur blijft vaak vrijblijvend. Er is nood aan bindende ecologische ambities binnen omgevingsvergunningen en ruimtelijke uitvoeringsplannen.
- Financiering en waardering van ecosysteemdiensten
 - De baten van zachte infrastructuur zijn moeilijk in geld uit te drukken, waardoor ze zelden opwegen tegen de directe economische winst van verharding of bebouwing.
- Gebrekkige samenwerking
 - Effectieve groene netwerken vragen collectieve actie tussen bedrijven, ontwikkelaars, overheden en natuuractoren. Op bedrijventerreinen ontbreekt vaak een organisatorische structuur voor gedeeld beheer.
- Monitoring en sturing
 - Zonder indicatoren en meetbare doelen blijft het moeilijk om de ecologische prestaties van logistieke gebieden te volgen en te verbeteren.

Logistieke bedrijventerreinen en gebouwen staan voor een fundamentele uitdaging: **hoe kunnen ze evolueren van monofunctionele, ecologisch verarmde ruimtes naar geïntegreerde delen van een circulair landschap?** Zachte infrastructuur (groenblauwe netwerken, ecologische corridors, natuur-inclusieve inrichting) vormt daarin geen randvoorwaarde, maar een structurele bouwsteen. De startpositie is voorlopig nog gefragmenteerd en vrijblijvend, maar vormt een cruciale hefboom voor een circulaire, klimaatrobuuste en biodiverse toekomst.

3.1 Leidend principe 6: Landschap en ondergrond zijn leidend bij de inrichting en lokalisatie van bedrijventerreinen

De klassieke ordening van bedrijventerreinen vertrekt al decennialang vanuit economische logica's: nabijheid van infrastructuur, schaalvoordelen en snelle beschikbaarheid van ruimte.

In een circulair tijdperk volstaat dat niet langer. De transitie naar een duurzame economie — gedragen door de Europese Green Deal en recent nog versterkt door de Natuurherstelwet — vraagt een herijking van onze ruimtelijke en ecologische prioriteiten. Daarbij zien we landschap en ondergrond niet langer als passieve dragers, maar als actieve ordenende krachten.

De ondergrond — met haar waterhuishouding, bodemkwaliteit en ecologische potentie — bepaalt de veerkracht van logistieke bedrijventerreinen op lange termijn. Denk aan infiltratiecapaciteit in het licht van wateroverlast, bodembiodiversiteit als basis voor natuurlijke processen en ecosysteemdiensten die indirect bijdragen aan economische stabiliteit. Het landschap, met zijn groen-blauwe infrastructuur, fungeert als zachte structuur die tegelijk functioneel, ecologisch én maatschappelijk relevant is. Zo zorgt landschappelijke verweving voor hittestressreductie, ecologische corridors, en verhoogde leefkwaliteit voor werknemers.

Wanneer bedrijventerreinen voortaan worden georiënteerd op landschap en ondergrond — als aanvullende logica op de traditionele ‘ruimtelijke ruggengraat’ van wegen, spoor en waterwegen — ontstaat een robuuster, toekomstgericht vestigingsmodel. In deze logica is ecosysteemgebaseerde planning geen bijkomstigheid, maar een voorwaarde voor duurzame waardecreatie.

Bedrijven kunnen zich zo inschrijven in het bredere verhaal van klimaatadaptatie en landschapsherstel, én profiteren van gunstige randvoorwaarden: betere waterbalans, lagere energiekosten, aangename werkomgeving en publieke waardering. Dit wordt ondersteund door studies binnen de Nature-Based Solutions-benadering van de Europese Commissie, en aansluitend bij de economische analyses uit de “Business Statement ahead of the final votes on the Nature Restoration Law”, waarin ook bedrijven pleiten voor voorspelbare, natuurinclusieve regelgeving als basis voor duurzame groei.

Landschap en ondergrond zijn dus niet langer restcategorieën, maar bepalen de komende jaren de eerste contouren van circulaire bedrijvigheid. Logistieke bedrijventerreinen die zich hierop enten, positioneren zich als koplopers in de duurzame economie van morgen. Een verschuiving naar meer landschappelijke ontwerpbenaderingen voor logistieke bedrijventerreinen is wenselijk. Landschapsarchitecten nemen steeds vaker de rol van regisseur op, via territoriale lezingen van het terrein en de omgeving, en sturen sterker mee in de operationalisering van terreinen — in synergie met de overige thema’s. Systemisch denken wint aan belang: denk aan landschapsecologische samenhang, denken op micro-, meso- en macroschaal en een geïntegreerde visie op totale omgevingssystemen zoals natuur en biodiversiteit, klimaat, water, lucht en landgebruik. Intrinsieke natuurkwaliteit wordt sterker structurerend, met concepten zoals basisnatuurkwaliteit, planologisch beschermde natuur (Ramsar, Vogel- en Habitatrichtlijn, VEN, natuurreervaten, ...) en tijdelijke natuur. Ook functionaliteit is naast intrinsieke kwaliteit essentieel. Denk aan nature-based solutions, groene infrastructuur en ecosysteemdiensten, maar ook aan kostenbesparing, mentale en fysieke gezondheid, uitstraling en draagvlakversterking.

3.2 Leidend principe 7: Biodiversiteitspositiviteit is de norm

Waar vroeger ‘biodiversiteitsverlies beperken’ het hoogst haalbare was, verschuift de lat vandaag naar biodiversiteitspositiviteit: actief bijdragen aan meer soortenrijkdom, sterkere ecologische netwerken en robuuste natuurlijke systeemfuncties. Deze paradigmawissel past binnen de circulaire economie, waarin natuurlijke kringlopen en systeemdenken centraal staan. Zeker binnen de logistieke sector — gekend om haar ruimtebeslag, infrastructuurdominantie en verstoring van ecosystemen — werkt deze nieuwe norm fundamenteel transformerend.

De Europese Natuurherstelwet legt in deze context niet enkel doelstellingen op voor overheden, maar zet ook de toon voor private actoren. Niet toevallig wijzen initiatieven zoals de Business Letter to the Belgian Presidency op het economische belang van biodiversiteit: het herstellen van ecosystemen levert niet alleen ecologische veerkracht op, maar ook robuuste toevoerketens, lagere grondstofkosten en risicovermijding bij klimaatimpacten. **Biodiversiteitspositieve bedrijventerreinen vormen dus een nieuw soort vestigingskwaliteit.**

Wat betekent dit concreet? Niet alleen bloemenstroken planten of bijenhoeven installeren, maar regeneratieve ontwerpprincipes systematisch toepassen: bodems herstellen, ecologische verbindingen versterken, inheemse soorten herintroduceren en circulaire bouwmaterialen met een lage ecologische voetafdruk gebruiken. Tools zoals Biodiversity Net Gain (BNG) of Nature Impact Assessment (NIA) maken deze aanpak meetbaar en stuurbaar.

Logistieke bedrijven kunnen zo mee zorgen voor de versterking van ecosystemen, door ruimte te geven aan dynamiek en natuurlijk herstel. Een logistiek park dat zich nestelt in een hersteld beekdal, met geïntegreerde natuurzones en verbindingen naar omringend landschap, is niet alleen ecologisch robuuster, maar ook maatschappelijk legitiemer en aantrekkelijker voor partners, werknemers en beleidsmakers.

Biodiversiteitspositiviteit als norm betekent dus meer dan mitigatie – het is een transformatieve strategie waarin logistieke bedrijventerreinen niet langer drempels vormen voor natuur, maar juist haar katalysator worden. En dat is niet enkel wenselijk, maar ook economisch slim, maatschappelijk gedragen en ecologisch noodzakelijk.



Geert De Blust

Bioloog, landschapsecoloog en
ruimtelijk planner
UAntwerpen

“Biodiversiteitspositiviteit als transformatieve strategie; niet als het zoveelste ‘buzzword’.

Vanuit een actieve ecologische betrokkenheid samenhangende ruimte en geschikte condities voor natuur versterken en creëren. Als deze uitdaging de vanzelfsprekende praktijk wordt, zullen ook logistieke bedrijventerreinen bijdragen aan gezonde ecosystemen met een rijke biodiversiteit.”

Er bestaan vandaag al meerdere instrumenten en beleidskaders. Ook voor de berekening van de meerwaarde voor ondernemingen en maatschappij, onder meer bij gemengd ruimtegebruik, zijn er vandaag al kostenverkenner beschikbaar, zoals de 2B-Connect-beheerkostenverkenner en de Natuurwaardeverkenner van VITO/UA.

Logistieke bedrijventerreinen voor natuur: voorwaarden en doelen

Biodiversiteit op logistieke bedrijventerreinen staat vandaag sterk onder druk. Denk aan gebrek aan ruimte, isolatie van populaties op verschillende schalen, ontoereikende kwaliteit van leefgebied en standplaats, verstoring en gebrek aan rust. Daarom moeten we streven naar betere of nieuwe condities, bijvoorbeeld op gebouwen (groendak), om gebouwen (groengevel) en tussen gebouwen (groenstroken). Inspanningen voor specifieke soorten zijn waardevol, maar **functioneel habitat realiseren** is sterker: structuur en milieukwaliteit gaan daarbij hand in hand. Daarom is het beter om te streven naar ecologische ontwikkeling die vertrekt vanuit de opbouw van populaties, successie en *'dynamische natuur'*. Dit kan bijvoorbeeld op de volgende manieren:

- Maak maximaal gebruik van platte daken als ruimte voor potentieel habitat
- Maximaliseer de ecologische kwaliteit van bestaand groen (= aangepast beheer)
- Maak maximaal gebruik van rest- of ontwikkelingsruimte voor tijdelijk habitat (= milieu voor pioniervegetaties en –soorten)
- Versterk de groene infrastructuur met bijkomend groenterrein
- Voorzie habitatcorridors die aansluiten bij de omgeving in ontwerp, aanleg en beheer van het logistiek terrein (= dikwijls ecologische corridor tussen urbaan en ruraal gebied)

3.3 Transitiepaden: X-curve oplossingscorridors

“Landschap en ondergrond zijn leidend bij de inrichting en lokalisatie van bedrijventerreinen als aanvulling op ruimtelijke ruggengraat.” Dit betekent voor de X-curve: een transitie van infrastructuurgedreven naar ecosysteemgedreven vestigingslogica. “Biodiversiteitspositiviteit is de norm.” Dit betekent voor de X-curve: een transitie van biodiversiteitsneutraliteit naar biodiversiteitspositiviteit in logistiek. Beide stellingen tonen hoe lineaire infrastructuurplanning en ecologische onverschilligheid geleidelijk plaatsmaken voor systeembenken vanuit natuurlijke hulpbronnen en biodiversiteit. De circulaire economie fungeert als structurele katalysator voor deze transitie, waarbij cultuur, structuur en praktijk elkaar geleidelijk maar fundamenteel beïnvloeden.

Korte termijn (tot 2030): Optimalisatie

Cultuur (denkbeelden & waarden)

Bewustwording groeit dat landschap méér is dan esthetiek – het wordt erkend als functionele, ecologische en economische drager. Biodiversiteit wordt gezien als iets dat ‘behouden’ moet worden, eerder dan iets waaraan actief wordt bijgedragen.

Structuur (systemen & regelgeving)

Lineaire plannen nog leidend, met eerste correcties. Compensatie en mitigatie overheersen. Europese Green Deal en Natuurherstelwet zetten landschapsdoelstellingen om in planologische kaders. Start van beleidshervorming via Nature Restoration Law en Green Deal.

Praktijk (dagelijkse werkwijzen)

Enkele pilootprojecten starten met landschappelijke integratie en ondergrondanalyses bij herontwikkeling van logistieke sites. Beperkte mitigatiemaatregelen bij vergunningen (bufferzones, bijenhôtels).

Middellange termijn (2030–2050): Afbouw en opbouw

Cultuur (denkbeelden & waarden)

Cultuurverschuiving: landschap wordt erkend als ordenend principe naast bereikbaarheid en mobiliteit. Cultuurverschuiving naar actieve ecologische verantwoordelijkheid. Biodiversiteit als bedrijfswaarde. Klassieke vestigingslogica zonder landschappelijke integratie verliest legitimiteit. Neutraliteit en passiviteit verliezen draagvlak.

Structuur (systemen & regelgeving)

Beleidsinstrumenten (bv. ecosysteemdiensten-kaders) worden geïntegreerd in regionale planningspraktijken. Biodiversity Net Gain en Nature Impact Assessments worden verplicht bij terreinontwikkeling. Landschaps- en ondergrondlogica wordt instrumenteel en normatief. Proactieve, meetbare biodiversiteitswinst wordt beleidsdoel.

Praktijk (dagelijkse werkwijzen)

Logistieke ontwikkelaars passen standaard landschapsanalyses en ecosysteem-impact toe bij terreinselectie. Bedrijven implementeren herstelmaatregelen, ecologische netwerken, soortenplanning.

Lange termijn (2050–2070): Normalisatie

Cultuur (denkbeelden & waarden)

Landschap is volwaardig onderdeel van economische logica. “Natuurlijke infrastructuur” is vanzelfsprekend. Biodiversiteitspositiviteit is moreel, economisch én ecologisch vanzelfsprekend.

Structuur (systemen & regelgeving)

Harmonisatie van EU-regelgeving vereist ecosysteempositieve ontwikkelingsstrategieën. Biodiversiteitsprestatie wordt opgenomen in financiering, fiscaliteit, duurzaamheidsindices. Biodiversiteitspositiviteit als standaardvergunningsvoorwaarde.

Praktijk (dagelijkse werkwijzen)

Logistieke hubs zijn landschappelijk ingebed, waterrobuust, biodiversiteitspositief en circulair gebouwd. Logistieke bedrijven realiseren nettowinst aan natuur via herontwikkeling, functiemenging en symbiose. Ecosysteemgerichte bedrijventerreinen zijn standaard.

4 BEDRIJFSMETABOLISME: WATER, ENERGIE EN AFVALSTROMEN

Startpositie

Logistieke bedrijventerreinen spelen een cruciale rol in de moderne economie: ze verplaatsen, slaan op en distribueren goederen. Door veranderende klimatologische omstandigheden, demografische evoluties en geopolitieke ontwikkelingen neemt de druk toe om efficiënter en duurzamer met grond- en afvalstoffen om te gaan. Dat is niet alleen nodig om de operationele continuïteit te waarborgen, maar ook om te voldoen aan milieu- en duurzaamheidsnormen. **Het 'metabolisme' van een bedrijventerrein is dan ook cruciaal voor een duurzaam en efficiënt bedrijventerrein.**

In dit licht wordt het metabolisme van een bedrijventerrein een essentieel begrip. Het verwijst naar de manier waarop het terrein omgaat met vitale stromen zoals energie, water en afval. Een toekomstbestendig bedrijventerrein streeft niet alleen naar een lager verbruik en minder verspilling, maar ook naar slimme samenwerkingen tussen bedrijven. Gezamenlijke inspanningen kunnen kringlopen sluiten, afvalstromen minimaliseren en zelfs grondstoffenpositiviteit bereiken.

Eén ding is zeker: de traditionele lineaire aanpak — van gebruik naar afval — maakt steeds meer plaats voor circulaire modellen, waarin reststromen van het ene bedrijf waardevolle grondstoffen voor een ander bedrijf kunnen worden. Door dit collectieve streven naar duurzaamheid ontstaat een bedrijventerrein dat niet alleen economisch sterk is, maar ook ecologisch veerkrachtig en maatschappelijk verantwoord.

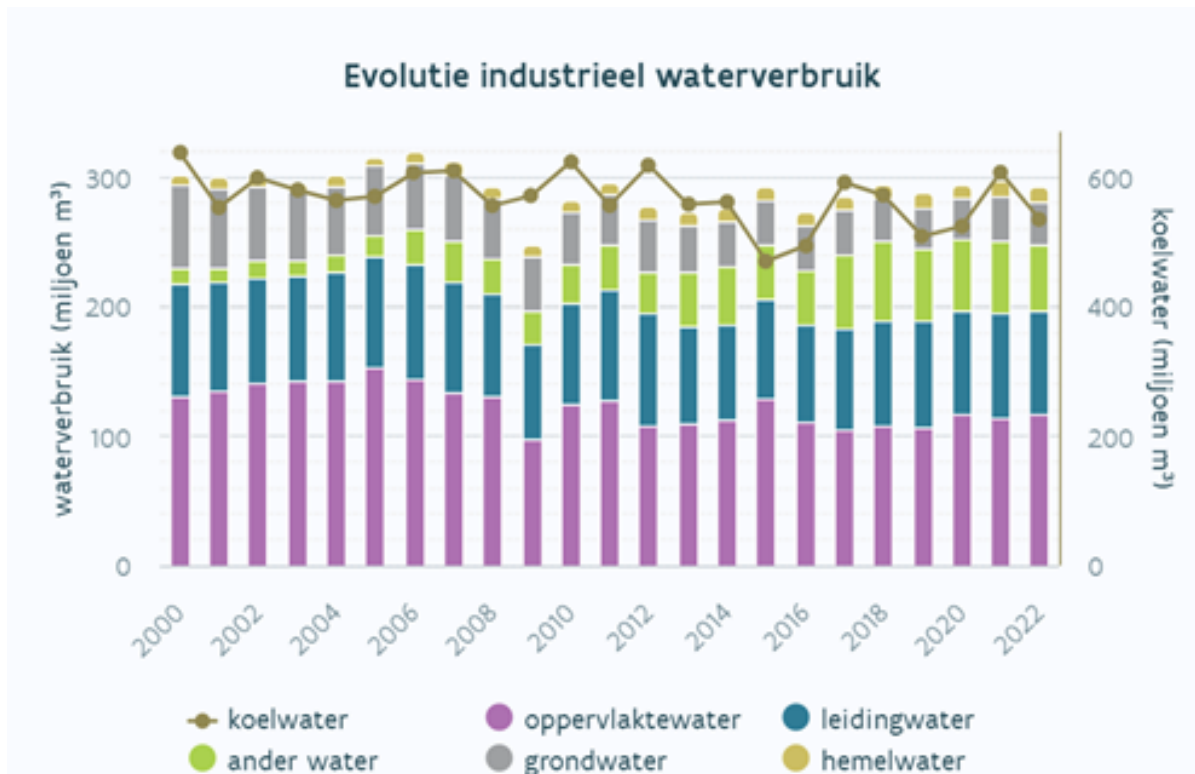
4.1 Leidend principe 8: Zelfvoorzienende bedrijventerreinen zijn de norm

Kraanwater alleen om te drinken

Tot vandaag zetten bedrijven nog steeds een aanzienlijke hoeveelheid hoogkwalitatief drinkwater in voor toepassingen waarvoor drinkwaterkwaliteit eigenlijk niet nodig is. Dat gebeurt vooral omdat kraanwater vlot beschikbaar en relatief goedkoop is. In Vlaanderen staan zes drinkwaterbedrijven — AGSO, Aquaduin, De Watergroep, Farys, Pidpa en waterlink — in voor de levering van voldoende en veilig drinkwater. Zij zuiveren en controleren het water zodat het voldoet aan strenge kwaliteitsnormen. Voor de productie van drinkwater gebruiken zij grondwater en/of oppervlaktewater.

In het licht van toenemende klimaatschommelingen, verstedelijking, bevolkingsgroei en geopolitieke druk op natuurlijke hulpbronnen wordt het steeds belangrijker om bewuster om te gaan met waterbronnen. Het principe van de juiste waterbron voor de juiste toepassing, op de juiste plaats en tegen de juiste prijs wordt daardoor steeds crucialer. De beschikbaarheid van voldoende en kwalitatief drinkwater voor huishoudens moet altijd gewaarborgd blijven. Ook de industrie en de waterbedrijven hebben hierin een rol.

Volgens de Vlaamse Milieumaatschappij (VMM) bedroeg het totale waterverbruik in Vlaanderen in 2022 – exclusief koelwater – 761 miljoen kubieke meter. Van dit gebruik was 38,4 % afkomstig van de industrie en 33,5 % van huishoudens. Binnen het industriële waterverbruik (excl. koelwater) maakt kraanwater 26,96 % uit. Dat betekent dat een aanzienlijk volume leidingwater wordt ingezet door bedrijven.



Water op maat: hertekenen het bedrijventerrein van morgen

Door de toenemende waterschaarste en de snelle technologische vooruitgang is het wenselijk dat bedrijventerreinen kraanwater niet langer inzetten voor toepassingen waarvoor drinkwaterkwaliteit niet vereist is. Dat kan door bedrijven aan te moedigen tot rationeel waterbeheer, met de nadruk op waterbesparing aan de bron. Tegelijk is het essentieel om volop in te zetten op alternatieve waterbronnen en het sluiten van waterkringlopen. Regenwater, gezuiverd industrieel of huishoudelijk afvalwater en oppervlaktewater zijn voorbeelden van geschikte alternatieven die kunnen bijdragen aan duurzamer watergebruik. Collectieve investeringen en samenwerking tussen bedrijven op het terrein kunnen efficiënter waterbeheer bovendien ondersteunen. Vooral logistieke bedrijventerreinen bieden unieke kansen. De grote dakoppervlakken vormen een aanzienlijk potentieel voor de opvang en het hergebruik van regenwater. Doordat deze bedrijven doorgaans een lage watervraag hebben, ontstaat er ruimte voor synergie met andere ondernemingen op het terrein die een hogere watervraag hebben. Zo kunnen slimme samenwerkingen ontstaan (zie inspiratiefiche 'Mallaardstraat Ninove') en evolueren bedrijventerreinen naar een circulair watersysteem waarin drinkwater wordt voorbehouden voor toepassingen waarvoor het strikt noodzakelijk is.



Bron: Oona © VITO

Kansen maar ook uitdagingen

Drinkwatergebruik op een bedrijventerrein afbouwen is op veel vlakken een logische stap. Door de groeiende druk op waterbronnen en de technologische mogelijkheden om alternatieve waterbronnen in te zetten, is deze evolutie haast een no-brainer. Toch brengt deze transitie ook enkele belangrijke uitdagingen met zich mee. Zo neemt infrastructuur voor waterzuivering en buffering vaak veel ruimte in. In het kader van slim ruimtegebruik (zie hoofdstuk 2) is het daarom essentieel om infrastructuur voor waterbeheer zo efficiënt en geïntegreerd mogelijk in te passen bij de inrichting van een bedrijf of bedrijventerrein. Dat vraagt om doordachte planning waarbij functies maximaal worden gecombineerd. Zo kunnen de grote dakoppervlakten van logistieke gebouwen niet alleen regenwater opvangen, maar ook als opslagruimte dienen via innovatieve toepassingen zoals 'blauwe daken'. Dergelijke multifunctionele oplossingen maximaliseren het gebruik van beschikbare ruimte zonder bijkomende ruimte-inname op maaiveldniveau. Inspiratie hiervoor is te vinden in de praktijkvoorbeelden, zie inspiratiefiches 'Slimme straat' en 'H2pOwer'.

Daarnaast wint een collectieve aanpak aan belang, waarbij meerdere bedrijven samenwerken rond waterbeheer. De organisatie van zulke samenwerkingsverbanden is complexer en vraagt een duidelijke visie op rollen, verantwoordelijkheden en verdienmodellen. Voor logistieke bedrijven rijst bijvoorbeeld de vraag: wat is hun voordeel in zo'n collectieve waterstructuur? Wat levert het hen op, en hoe worden kosten en baten verdeeld? Als basis voor een goed afsprakenkader voor wateruitwisseling zijn [modelovereenkomsten](#) beschikbaar.



Veerle Depuydt
Waterinnovator
VITO Kennispunt Water

Water verbindt. Door in te zetten op het sluiten van lokale waterkringlopen ontstaan nieuwe kansen voor samenwerking, efficiënter ruimtegebruik en toekomstgerichte infrastructuur. De wateruitdaging dwingt ons om anders te kijken naar bedrijventerreinen: collectiever, slimmer en meer geïntegreerd.

Ook voor de drinkwaterbedrijven luidt deze evolutie een fundamentele verandering in. Het klassieke model, waarin zij drinkwater aan een breed publiek leveren, komt onder druk te staan. Tegelijk biedt dit kansen. Door in te spelen op de nieuwe realiteit kunnen drinkwaterbedrijven zich herpositioneren als 'waterbedrijven' die water op maat leveren: water met een specifieke kwaliteit, afgestemd op de noden van de industrie en tegen een marktconforme prijs. Deze verschuiving vraagt om innovatie, flexibiliteit en een herziening van bestaande rollen binnen het waterlandschap, maar opent tegelijk de deur naar een duurzamer, toekomstgericht model van waterlevering en -gebruik. Verschillende drinkwaterbedrijven zijn al actief bezig met deze transitie en bouwen waardevolle kennis en ervaring op via demonstratieprojecten. Een mooi voorbeeld hiervan is te vinden in de inspiratiefiche 'Keiberg-Vossem'.

"De transitie van drinkwater naar water op maat is meer dan een technische uitdaging: het is een kans om bedrijventerreinen duurzamer, veerkrachtiger en toekomstgericht in te richten."

Veerle Depuydt
Waterinnovator
VITO Kennispunt Water

In de praktijk zal het op bestaande bedrijventerreinen, waar al een publiek drinkwaternet aanwezig is, vaak moeilijk zijn om leidingwater volledig uit te faseren. Vermoedelijk blijft er altijd een zekere basisbehoefte aan drinkwater bestaan, bijvoorbeeld voor veiligheidsdoeleinden zoals blus- of koelwater, of voor specifieke productieprocessen. Op nieuwe bedrijventerreinen, waar nog geen waternet is aangelegd, of op verouderde terreinen waar het netwerk dringend aan vervanging toe is, ligt dat anders. Daar ontstaat de kans om volledig van het traditionele drinkwaternet af te stappen. In zulke gevallen kan men overstappen op een enkelvoudig waternet, waarbij water lokaal wordt aangevoerd, opgeslagen en op siteniveau opgewerkt tot de gewenste kwaliteit.

Slimme, energiezuinige en groene bedrijventerreinen

België is een van de meest dichtbevolkte en energie-intensieve landen van Europa en herbergt grote industriële clusters. Industrie en transport vormen samen ongeveer 70 % van het totale finale energieverbruik. Vandaag vertegenwoordigen aardgas en stookolie meer dan 65 % van de finale energievraag in deze sectoren, vooral voor verwarming en warm water. Elektriciteit vertegenwoordigt 34 % van de finale energievraag. België is grotendeels

afhankelijk van de invoer van energie, wat op lange termijn een risico vormt voor de energievoorziening. De geografische ligging en de beperkte oppervlakte van België beperken de toegang tot zeer efficiënte hernieuwbare energiebronnen: de Belgische kustlijn is beperkt voor windenergie, het klimaat is te bewolkt voor een optimale werking van zonnepanelen, België is al dichtbebouwd en heeft weinig vrije ruimte voor nieuwe installaties voor hernieuwbare energie. Innovatie in industriële technologieën biedt mogelijkheden om de koolstofintensiteit van de Belgische industriële clusters te verminderen. De sleutel tot decarbonisatie voor bedrijventerreinen en bijhorende magazijnen ligt in het minimaliseren van energiegebruik en het benutten van duurzame energiebronnen, met een speciale rol voor stadsverwarming gevoed door restwarmte, diepe geothermie of centrale warmtepompen in geschikte regio's of districten met een dicht gebouwenbestand en een hoge warmtevraag.

Minimaliseren van de energievraag

De eerste stap naar een duurzaam bedrijventerrein op het vlak van energie is de energievraag van het terrein en de magazijnen erop minimaliseren. Energie-efficiënte magazijnen gebruiken ruimte optimaal en zijn passief ontworpen. Door een efficiëntere lay-out van het magazijn kan de transportafstand binnen de faciliteiten dalen, wat zowel de operationele kosten als de energieconsumptie verlaagt. Slim gebruik van natuurlijke energiebronnen zoals zonnewarmte en daglicht vermijdt het verbruik van kunstmatige verlichting en verwarming.

Daarnaast zijn goed geïsoleerde magazijnen uitgerust met energie-efficiënte verwarmings- en koelsystemen en LED-verlichting. Snelle investeringen in een goede isolatiegraad en efficiënte technieken zijn kosteneffectieve ingrepen richting netto-nul in 2050 die al op korte termijn kunnen worden gerealiseerd. Daarbij is aandacht nodig voor milieuvriendelijke materialen om de isolatiegraad te verhogen, zodat de milieuwinst in energie-efficiëntie niet teniet wordt gedaan door de milieuvoetafdruk van de materialen. De energievraag over het volledige terrein kan verder dalen door warmte-uitwisseling tussen bedrijven te organiseren en restwarmte in te zetten voor de verwarming van kantoren. Deze ingreep kan op middellange termijn (2030-2040) worden gerealiseerd. De EU-taxonieregelgeving vraagt bedrijven om gedetailleerd te rapporteren over hun energieverbruik. Voor het imago en de reputatie van een bedrijventerrein of de individuele bedrijven op het terrein is het interessant om een laag energieverbruik publiek te rapporteren.

Gebruik van duurzame energie

Naast een lage energievraag draaien duurzame bedrijventerreinen volledig op hernieuwbare energiebronnen zoals zonne- en windenergie. Bij voorkeur wekken ze hernieuwbare energie lokaal op, bijvoorbeeld door de daken van logistieke hallen volledig te bedekken met zonnepanelen en/of gevelgeïntegreerde zonnecollectoren. Een eerste gedeeltelijke uitrol is haalbaar op korte termijn en een volledige uitrol op lange termijn. Dit helpt niet alleen om de CO₂-uitstoot te verminderen, maar zorgt er ook voor dat terreinen voldoen aan de groene criteria van de EU-taxonomie.

Hernieuwbare energieproductie is geen constante, zeker wanneer een terrein volledig steunt op lokale productie. Slimme netwerken spelen in op de continue energievraag door optimale energieopslag en -distributie te organiseren, waarbij overtollige energie wordt teruggeleverd aan de omgeving of ingezet voor waterstofproductie. Dit is haalbaar op middellange termijn. Daarnaast kunnen geavanceerde batterijopslagsystemen, gecombineerd met AI-gestuurde energiemanagementsoftware, vraag en aanbod in real time balanceren. Bedrijventerreinen die meer produceren dan ze verbruiken, kunnen het elektriciteitsnet overbelasten. Vraag en aanbod afstemmen en energie tijdelijk opslaan in batterijen kan dit voorkomen. Bij extreme weersomstandigheden versterken noodgeneratoren de veerkracht van bedrijventerreinen. Een mogelijke uitdaging is de hoge investeringskost ten opzichte van het huidige energielandschap. Hoofdstuk 6 over businessmodellen licht toe hoe dit kan worden aangepakt.



Figuur 2: Slimme netwerken voor bedrijventerreinen en industriegebieden
© Eigen Energy Hubs

Een afvalvrije circulaire economie

Wereldwijd wordt jaarlijks meer dan 2 miljard ton afval geproduceerd. In België bedroeg het totale afval in 2022 ruim 32 miljoen ton (Statbel), waarvan het merendeel uit de industrie kwam. Hoewel België hoog scoort op recyclage, blijft het potentieel van de circulaire economie grotendeels onbenut en worden reststromen afgevoerd. Volgens schattingen van de OECD kan de Belgische industrie tot 25 % efficiënter omgaan met grondstoffen.

Bedrijventerreinen genereren afval via productieprocessen én het gebruik van gebouwen. Momenteel wordt afval nog vaak lineair verwerkt, zonder structurele samenwerking tussen bedrijven. Wetgevendende kaders zoals de Europese Green Deal en het Circular Economy Action Plan (CEAP) stimuleren levenscyclusdenken en materiaalhergebruik, maar de implementatie blijft gefragmenteerd. Vaak ontbreekt een praktische vertaling op het terrein: logistieke systemen zijn niet afgestemd op hergebruik en recyclage, samenwerking tussen bedrijven blijft beperkt, en afval wordt nog te vaak beschouwd als last en niet als potentieel.

Bedrijven stappen over naar:

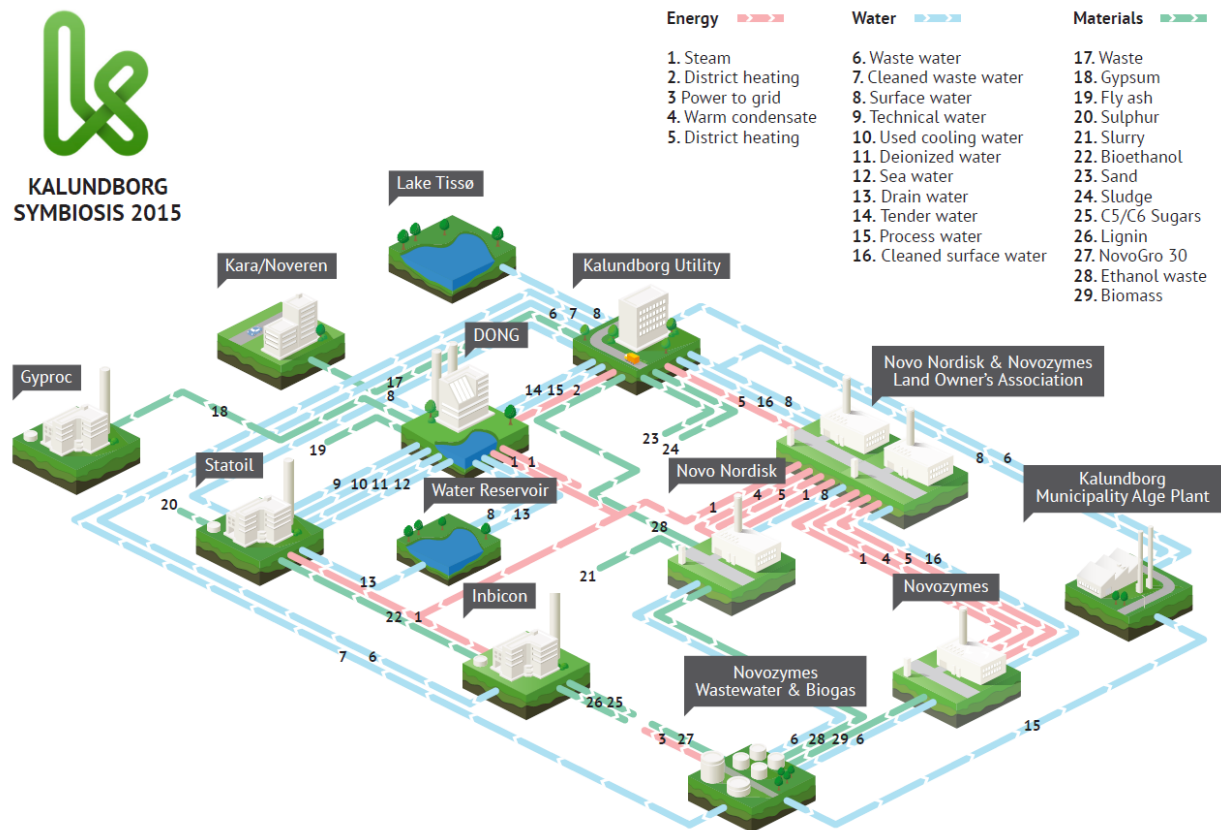
- refurbishment processen
- hergebruik of recyclage van verpakking
- minder verpakkingsafval

om zo afval te vermijden en materialen in de kringloop te houden. Als er toch nog afval ontstaat, wordt afval niet langer gezien als eindproduct, maar als grondstof. Via industriële symbiose wisselen bedrijven reststromen uit en versterken ze elkaars kringlopen. Nieuwe samenwerkingsmodellen en/of fiscale voordelen kunnen helpen om via collectieve initiatieven

BEDRIJFSMETABOLISME: WATER, ENERGIE EN AFVALSTROMEN

de waarde van restproducten te maximaliseren. Het online symbioseplatform van Vlaanderen (OVAM Smart Symbiose) kan helpen om vragers en aanbieders van waardevolle stromen met elkaar in contact te brengen.

Wanneer afval niet via industriële symbiose kan worden ingezet, vormt recyclage het sluitstuk van de circulaire economie. Collectieve afvalinfrastructuur en slimme afvalbeheersstrategieën kunnen dit faciliteren, zoals ondergrondse inzameling en sorteerfaciliteiten, composteringseenheden en systemen voor afvalsortering aan de bron. Zo evolueert het bedrijventerrein van de toekomst naar zero waste. Recyclage als levensduurverlenging, en delen en herstellen worden de uitgangspunten. De rol van logistiek is hierin cruciaal, want zonder efficiënte koppeling van stromen is circulaire samenwerking onmogelijk. Huidige Europese en nationale kaders leggen de nadruk op recycling. Er is dus nood aan regelgeving die ook ontwerpverantwoordelijkheid en industriële symbiose verplicht maakt.



Figuur 3: Industriële symbiose op een bedrijventerrein © InduSym

Hoewel sommigen vrezen voor economische degrowth door minder consumptie, creëert circulariteit ook nieuwe werkgelegenheid: in onderhoud, herstelling, digitale diensten en circulaire logistiek. De economie verandert, maar verdwijnt niet: ze evolueert.

De komende jaren zal de druk op bedrijven toenemen om afval structureel anders te benaderen. Tussen 2025 en 2030 krijgt het bundelen van afvalstromen prioriteit, zodat milieuvriendelijke afvalverwerkingstechnologieën kunnen worden toegepast. Bedrijven passen hun verpakkingsstrategie aan, gebruiken gedeelde afvalcontainers en starten lokale recyclingprogramma's. Op middellange termijn kunnen hergebruik en zero-waste-initiatieven worden uitgerold, mede dankzij nieuwe samenwerkingsmodellen die economische waarde halen uit wat vroeger werd weggegooid. Op lange termijn evolueert het bedrijventerrein naar een zelfvoorzienend ecosysteem waarin reststromen geen kostenpost zijn, maar een gedeelde bron van waarde.

Het circulaire bedrijventerrein van de toekomst (2070)

In het bedrijventerrein van de toekomst worden grondstoffen niet verbruikt, maar hergebruikt. Lokale kringlopen zijn volledig gesloten, waardoor de nood aan primaire grondstoffen drastisch afneemt en afval tot een minimum wordt herleid. Elk element — water, energie en materiaalstromen — wordt circulair benaderd, met focus op lokale verwerking en samenwerking.

Drinkwater is alleen om te drinken.

- *Water* wordt niet langer enkel gezien als een louter gebruiksproduct, maar als een strategische en waardevolle hulpbron die zorgvuldig beheerd moet worden. Beschikbare waterbronnen, zoals regenwater en afvalwater, worden maximaal lokaal ingezet door slimme bedrijfsmatches en het integreren van collectieve, vraaggestuurde systemen.

Energie komt hoofdzakelijk uit hernieuwbare, lokale bronnen.

- Zonnepanelen op daken, kleine windturbines en geothermische systemen voorzien bedrijven van groene stroom en warmte. Dankzij slimme microgrids wisselen bedrijven energie uit, balanceren ze hun verbruik en versterken ze elkaars energiezekerheid. Energie wordt zo een gedeelde waarde, niet langer een individuele last.
- Zelfvoorzienende, 'off grid' bedrijventerreinen, als tegemoetkoming aan netcongestie.
- Bedrijventerreinen consumeren en produceren fossielvrije, hernieuwbare energie op collectieve wijze, ze doen aan energieopslag en -delen en bestaan uit energie-efficiënte magazijnen.

Afval wordt omgevormd tot grondstof door industriële symbiose.

- Wat voor het ene bedrijf restafval is, vormt voor het andere een waardevolle input. Via slimme matching en logistiek ontstaat een netwerk van bedrijven dat elkaars kringlopen aanvult. Hierdoor verdwijnt het klassieke concept van afval, en ontstaat een ecosysteem waarin elke stroom telt.
- Bedrijven gaan over naar refurbishment processen om afval te vermijden en materialen in de loop te houden.

4.2 Leidend principe 9: Grondstofpositiviteit is de norm

We spreken van grondstofpositiviteit wanneer een bedrijventerrein op circulaire wijze omgaat met een grondstof (water, energie of afval) en zelfs een nettobijdrage levert aan de (stedelijke) omgeving voor deze grondstof.

Grondstofpositiviteit is wenselijk en duurzaam omdat ze inspeelt op stedelijke noden. Door bepaalde randvoorwaarden, bijvoorbeeld historische waarde of vervuiling, is het niet voor elk gebouw of gebied op microniveau technisch mogelijk om de circulaire kringloop van een grondstof te sluiten. Bedrijventerreinen kunnen dan helpen om deze 'tekorten' op te vangen en zo op meso- en/of macroniveau circulaire kringlopen te sluiten.

Waterpositiviteit

Het doel van waterpositiviteit op een bedrijventerrein is het realiseren van een positieve impact op de aanwezige watersystemen. Dit gebeurt via een aanpak die actief bijdraagt aan het duurzaam beheer en herstel van waterbronnen. Daarbij worden praktijken en technologieën ingezet die het waterverbruik reduceren, de waterkwaliteit verbeteren en de beschikbaarheid van water vergroten.

Vandaag bestaan er diverse regelgevende kaders die de transitie naar waterneutraliteit en waterpositiviteit ondersteunen. Een voorbeeld hiervan is de Gewestelijke Stedenbouwkundige Verordening Hemelwater (GSVH, 2023), die bij nieuwbouw- en heropbouwprojecten maximaal inzet op waterretentie. Het daarbij gehanteerde principe van Lansink stelt een volgorde voorop: afstroming voorkomen, regenwater hergebruiken, infiltreren, bufferen en vertraagd afvoeren, en als laatste optie lozen op het rioolstelsel. Een belangrijke uitdaging bij het integreren van infrastructuur zoals wateropslag- en infiltratievoorzieningen is het ruimtegebruik. Daarom zal collectieve infrastructuur steeds meer de norm worden.

Een duurzame en effectieve techniek om de waterbeschikbaarheid te vergroten is Aquifer Storage and Recovery (ASR). Hierbij wordt overtollig (regen)water in natte periodes geïnfiltreerd in geschikte watervoerende lagen in de bodem, om het in droge periodes weer op te pompen voor gebruik. Cruciaal is dat er een geschikte aquifer aanwezig is: een voldoende dikke en doorlatende ondergrond. ASR maakt het mogelijk om watervoorraden beter te beheren, piekbelastingen op het watersysteem te reduceren en beter voorbereid te zijn op droogte. Door de ondergrond als 'natuurlijke buffer' te benutten, kunnen drinkwaterbedrijven, industrie en landbouw hun watervoorziening toekomstbestendig maken. Als ASR bij wateroverschotten niet mogelijk is, kan men ook kijken naar andere maatregelen die bijdragen aan het beheer, het herstel en/of de verhoging van de waterbeschikbaarheid in de ruimere omgeving. Denk bijvoorbeeld aan waterbuffers voor landbouw.

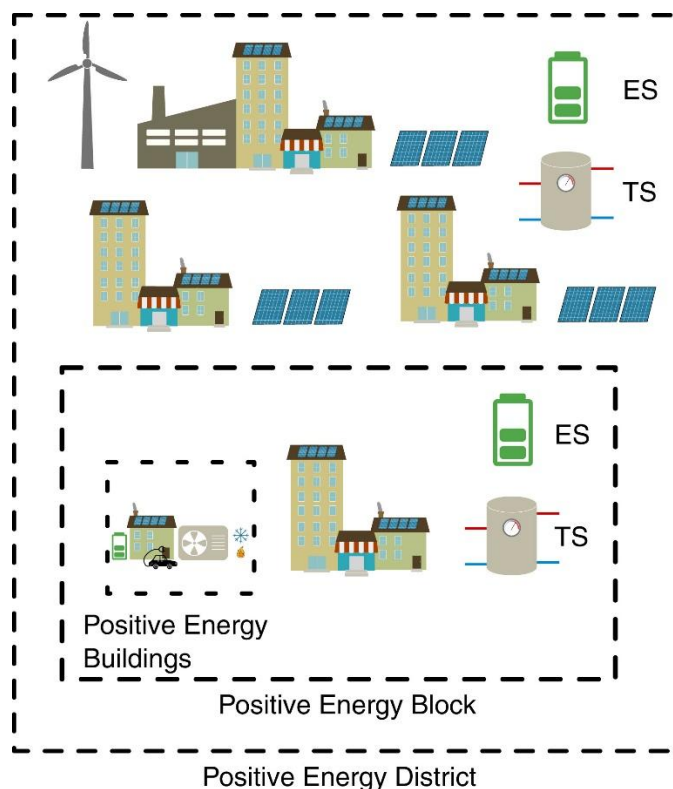
Wat waterkwaliteit betreft, ontwikkelt de technologie zich continu, vooral voor het verwijderen van moeilijk afbreekbare stoffen uit waterstromen. Investeren in onderzoek en innovatie blijft belangrijk voor het verwijderen van micropolluenten zoals PFAS, medicijnresten en pesticiden. Zo kan de milieu-impact van bedrijvigheid verder dalen en kan zelfs een waterkwaliteit worden bereikt die beter is dan de oorspronkelijke situatie zonder bedrijvigheid.

Energiepositiviteit

Een energiepositief gebouw produceert over een bepaalde periode meer hernieuwbare energie dan het verbruikt. Energiepositiviteit is duurzaam wanneer het energieoverschot wordt uitgewisseld met gebouwen die hun energievraag door technische randvoorwaarden niet volledig via zelfproductie kunnen dekken, bijvoorbeeld door onvoldoende bezonning voor rendabele PV-panelen of ongeschikte grond voor geothermie. De uitwisseling helpt dus om de energiebalans en de stedelijke energiepuzzel in te vullen. Wanneer energiepositiviteit wordt gerealiseerd over een bepaald stedelijk gebied, geografisch bepaald of virtueel afgebakend, spreekt men van een positief energiedistrict (PED). Een bedrijventerrein kan deel uitmaken van een PED. Positieve energiedistricten zijn energie-efficiënt, energieflexibel en stoten netto nul broeikasgassen uit, waardoor ze bijdragen aan de decarbonisatie van de bouwsector. PED's promoten een mix aan functies, zoals wonen, werken en mobiliteit, zodat energieoverschotten en -tekorten elkaar kunnen compenseren via verschillende vraagprofielen. Op die manier versterken ze de veerkracht van het energiesysteem én stimuleren ze de herontwikkeling van stadswijken. Bovendien helpen ze energiearmoede bestrijden. Elektrische wagens kunnen binnen PED's functioneren als mobiele energieopslagsystemen via vehicle-to-gridtechnologie en vormen zo een mogelijke oplossing voor netcongestie. Het bestaande Belgische elektriciteitsnet laat energie-uitwisseling in twee richtingen al toe.

De slaagkans van PED's hangt niet alleen af van technische oplossingen, maar ook van politiek en sociaal draagvlak en zakelijk engagement. Bewust omgaan met energie vormt de basis van een PED. Het is belangrijk om inwoners in deze context als stakeholders te beschouwen en hen te informeren over momenten waarop er energieoverschot is, zodat zij hun verbruik daarop kunnen afstemmen. Via co-creatie ontstaan gebruikers die vertrouwen hebben in het positieve energiedistrict, zich er verantwoordelijk voor voelen en gebruikmaken van de e-mobiliteitsopties.

Voorgaand energiebeleid focuste niet op stedelijke planning voor de uitrol van hernieuwbare energieproductie, decentralisatie en digitalisering, maar op een gecentraliseerd, hiërarchisch systeem. Ruimtelijke planning en energieplanning worden vandaag afzonderlijk georganiseerd. Om te voorkomen dat binnen een PED energiesystemen op maat worden ontwikkeld die moeilijk op te schalen, te integreren of elders te herhalen zijn, is een nieuwe, geïntegreerde aanpak nodig. Die aanpak moet niet alleen rekening houden met de volledige levenscyclus van investeringen in de gebouwde omgeving, maar ook met de mensen en gemeenschappen die ermee in contact komen. De uitdaging bij de uitrol van PED's ligt in het samenbrengen van de noden en wensen van elke stakeholder om een waardepropositie te realiseren. Verschillende businessmodellen, afgestemd op elke stakeholder, zullen moeten worden gecombineerd om een PED te doen slagen.



Figuur 4: Visualisatie positieve energiedistricten, bron: <https://doi.org/10.1002/wene.452>

Samenwerking en collectieve verantwoordelijkheid met het oog op grondstoffenpositiviteit (2070)

Op het bedrijventerrein van de toekomst is duurzaamheid geen individuele inspanning meer, maar een gedeelde ambitie die bedrijven verbindt en versterkt. Bedrijven werken actief samen rond cruciale thema's zoals water, energie en afval, vanuit het besef dat collectieve oplossingen efficiënter, innovatiever en veerkrachtiger zijn dan geïsoleerde initiatieven.

- **Waterbeheer** wordt gezamenlijk georganiseerd. Bedrijven investeren samen in slimme waternetwerken (buffering, infiltratie, zuivering, ...), die optimaal (compact, slim, energiezuinig, ...) geïntegreerd worden op het bedrijventerrein en waterpositiviteit realiseren.
- **Energie** is een gedeelde hulpbron. Bedrijven investeren collectief in hernieuwbare energiebronnen zoals zonnepanelen en windturbines, en zetten volop in op energiedelen via slimme netwerken. Zo wordt lokaal opgewekte energie efficiënt benut, dalen de kosten en wordt het bedrijvenpark minder afhankelijk van externe energieleveranciers.
- **Afval** wordt niet langer als restproduct gezien, maar als grondstof. Door gezamenlijke afvalstromenanalyse en -verwerking ontstaan er nieuwe kansen voor valorisatie en circulaire samenwerking. Denk aan gedeelde logistiek voor afvalophaling, gezamenlijke verwerkingsinstallaties of het uitwisselen van reststromen tussen bedrijven.

4.3 Transitiepaden: X-curve oplossingscorridors

Het metabolisme van een bedrijventerrein — de manier waarop het terrein omgaat met materiaal-, water- en energiestromen — bevindt zich midden in een structurele transitie van lineair naar circulair. De X-curve is een krachtig denkkader om deze transitie in kaart te brengen: ze toont hoe oude, niet-duurzame praktijken worden afgebouwd, terwijl nieuwe, regeneratieve praktijken worden opgebouwd.

Korte termijn (tot 2030): Optimalisatie

Cultuur (denkbeelden & waarden)

De bewustwording groeit dat materialen, energie en water meer zijn dan louter verbruiksproducten. Het klassieke lineaire denkbeeld, waarbij materialen na gebruik als afval worden afgevoerd, maakt steeds meer plaats voor een circulaire benadering waarin hergebruik, waardebehoud en slim delen centraal staan. Deze omslag in denken wordt versneld door toenemende klimatologische uitdagingen zoals droogte en wateroverlast, maar ook door geopolitieke situaties en demografische evoluties waarvan de maatschappelijke en economische gevolgen steeds zichtbaarder worden. In dat licht groeit ook het inzicht dat samenwerking tussen bedrijven op het vlak van grondstoffen, water en energie niet alleen ecologische voordelen biedt, maar ook nieuwe kansen opent voor veerkracht, efficiëntie en bedrijfszekerheid in tijden van groeiende druk op middelen en ruimte.

Structuur (systemen & regelgeving)

Lineaire systemen waren jarenlang de norm. Materialen, water en energie werden ontgonnen, gebruikt en vervolgens afgevoerd als afval of emissie. Wetgeving, economische modellen en infrastructuur zijn afgestemd op een lineaire logica en ondersteunen vooral het gebruik en de verwijdering van reststromen, eerder dan preventie en hergebruik. Toch zien we een evolutie. Er bestaan wetgevende kaders die circulaire principes stimuleren, zoals de Gewestelijke Stedenbouwkundige Verordening Hemelwater (GSVH), die lokaal water vasthouden en hergebruik vooropstelt, materialenpaspoorten of normen rond circulair bouwen. Dit zijn belangrijke evoluties om de transitie naar zelfvoorzienende en zelfs grondstoffenpositieve bedrijventerreinen mogelijk te maken.

Praktijk (dagelijkse werkwijzen)

Europese en Vlaamse subsidiekaders maken middelen vrij waardoor sterke referentieprojecten ontstaan (zie hoofdstuk 10 Inspirerende voorbeelden). Die projecten dienen niet alleen als voorbeeld, maar worden ook actief gemonitord en bijgestuurd op basis van praktijkervaringen. Ze vormen de eerste stappen richting de nodige transitie. Door ervaring op te doen, technologische, economische, wetgevende en juridische knelpunten bloot te leggen en nieuwe businessmodellen in de praktijk te testen, helpen ze om concrete werkwijzen te ontwikkelen die schaalbaar zijn naar andere bedrijventerreinen.

Middellange termijn (2030–2050): Afbouw en opbouw

Cultuur (denkbeelden & waarden)

Circulaire businessmodellen zijn het nieuwe normaal voor toekomstbestendig ondernemen in Vlaanderen. Technologische, wetgevende, juridische en organisatorische knelpunten zijn grotendeels weggewerkt. De poort naar circulariteit staat open: er zijn geen excuses meer.

Structuur (systemen & regelgeving)

- Bedrijven die niet meestappen in dit circulaire verhaal, zullen het steeds moeilijker krijgen om competitief en operationeel te blijven. De wetgevende kaders zijn inmiddels sterk geëvolueerd en ondersteunen actief de omslag naar circulariteit — onder meer via regelgeving, subsidies, aanbestedingsvoorwaarden en ruimtelijke planning. Vlaanderen kiest resoluut voor een economie waarin hergebruik, samenwerking en efficiënt grondstoffengebruik centraal staan.
- Slimme bedrijvencombinaties en samenwerkingen zijn cruciaal: door combinaties te maken op basis van elkaars grondstoffenstromen, energiebehoeften en bestaande infrastructuur ontstaan nieuwe kansen om grondstoffenneutraliteit en circulaire efficiëntie te realiseren. Bedrijventerreinen vormen de motoren van systeemverandering.

Praktijk (dagelijkse werkwijzen)

Bedrijventerreinen zetten steeds concretere stappen richting duurzaamheid en circulariteit. Ze evolueren naar grondstofneutrale zones door zero-waste-principes toe te passen, met nadruk op afvalpreventie, materiaalhergebruik en het afbouwen van drinkwatergebruik voor niet-kritische toepassingen. Waterhergebruik, lokale opwekking en inzet van hernieuwbare energie en samenwerking vormen essentiële bouwstenen van deze circulaire transitie. Bedrijven, overheden en nutsbedrijven denken steeds meer in termen van circulaire businessmodellen. Lineaire modellen behoren tot het verleden. Smartgridsystemen worden ingezet om het evenwicht tussen vraag en aanbod te optimaliseren en gedeelde bronnen efficiënt te benutten, vooral om piekverbruik op te vangen.

Lange termijn (2070): Normalisatie

Cultuur (denkbeelden & waarden)

De bedrijventerreinen zijn circulair, regeneratief en geïntegreerd. Het zijn volwaardige, veerkrachtige ecosystemen die actief bijdragen aan een duurzame samenleving. Ze zijn niet langer verbruikers van grondstoffen, maar producenten voor zichzelf én hun omgeving.

Structuur (systemen & regelgeving)

Om de transitie naar grondstoffenpositieve bedrijventerreinen mogelijk te maken, is een stimulerende context cruciaal. Dit betekent dat wetgeving, beleidskaders, financieringsmechanismen en institutionele samenwerking stimulerend moeten werken voor partijen die op grondstoffenpositiviteit inzetten.

Praktijk (dagelijkse werkwijzen)

Bedrijventerreinen zijn geëvolueerd naar grondstoffenneutrale bedrijventerreinen. Sommige terreinen gaan zelfs een stap verder richting grondstoffenpositiviteit. Kortom, terreinen fungeren steeds meer als regionale grondstoffenfabrieken die meerwaarde creëren voor lokale bedrijven én hun omgeving.

5 WERK- EN PRODUCTIEOMSTANDIGHEDEN

5.1 Startpositie

De huidige startpositie: deur op een kier

Vandaag spelen verschillende dynamieken die de werkorganisatie en de arbeids- en productieomstandigheden onmiskenbaar beïnvloeden. De mate waarin logistieke bedrijven en bedrijventerreinen hier nu — of met een veranderingsopdracht voor ogen — op weten in te spelen, zal zowel hun toekomstbestendigheid als hun concurrentiepositie mee bepalen.

Om aankomende transitierisico's zo laag mogelijk te houden, is een systeemdynamische kijk belangrijk. Een van de belangrijkste uitdagingen daarbij is omgaan met padafhankelijkheid en lock-ins.

Lock-in beschrijft een situatie waarin een persoon of organisatie vastzit aan een bepaalde keuze of beslissing, vaak door eerdere investeringen of verplichtingen. De term kan ook verwijzen naar een strategie waarbij klanten worden 'opgesloten' in een bepaald product of een bepaalde dienst, waardoor overstappen naar een alternatief moeilijk wordt.

Wanneer een bedrijf te maken krijgt met lock-in, kan dat verschillende gevolgen hebben. Het kan leiden tot beperkte flexibiliteit en minder keuzemogelijkheden, waardoor het bedrijf vastzit aan een bepaalde leverancier, een bepaald product of een bepaalde locatie. Dat is vooral problematisch wanneer betere of goedkopere alternatieven beschikbaar zijn, maar door de lock-insituatie niet benut kunnen worden.

Lock-in kan voorkomen in de context van technologie en software, maar ook bij transities en transformaties waarvoor organisaties staan.

Om lock-in te voorkomen of te verminderen, is het belangrijk om bewust om te gaan met de transitierisico's en valkuilen die bepaalde keuzes met zich meebrengen.

Mondjesmaat groeit het besef dat bedrijven de 'twin transition' moeten omarmen. Toch remmen koudwatervrees, terughoudendheid en een volatiele handelseconomie de digitale omslag en AI-innovaties nog te sterk af. Ook investeringen in vergroening van het bedrijventerrein vertragen of gebeuren fragmentair.

Vooruitblik: toekomstige tendensen

De 'twin transitions' als vormgevers voor de logistiek van morgen

Naarmate de 'twin transitions' — digitalisering en verduurzaming — de logistieke sector hervormen, zullen werk- en productieomstandigheden ingrijpend veranderen. Deze evolutie betekent niet alleen een technologische omslag, maar ook een nieuwe kijk op grondstoffen, energie, arbeidsorganisatie en vaardigheden, met de circulaire economie als belangrijk uitgangspunt. De logistieke sector zal steeds meer en sneller opschuiven naar een digitaal slimme en circulaire economie, en daar ook deel van uitmaken. Logistieke processen zijn dan niet louter gericht op het verplaatsen van goederen, maar maken deel uit van een gesloten materiaalkringloop, ondersteund door slimme technologieën, lokale productie en emissievrij transport. De 'twin transitions' brengen dus niet alleen technologische vernieuwing, maar ook een structurele verandering in hoe we werken, produceren en consumeren.

Snelgroeiende digitalisering van werkprocessen

De culturele omslag binnen de sector zal minstens zo belangrijk zijn als de fysieke veranderingen. Succesvolle logistieke bedrijven moeten doordrongen zijn van een data- en technologiegedreven mindset, gekoppeld aan een sterk bewustzijn rond duurzaamheid en veranderende klantwaarden. Automatisering van magazijnen, real-time tracking, robotica en platformwerk veranderen functies en vereisen nieuwe vaardigheden, vooral op het vlak van IT en datageletterdheid. Meteen komt er ook meer nadruk te liggen op circulaire logistiek, emissievrije transportmiddelen en energie-efficiënte magazijnen. Gelukkig groeit de breed gedragen overtuiging dat automatisatie en digitalisering essentieel zijn voor efficiëntie, duurzaamheid en concurrentiekracht.

De fysieke en digitale infrastructuur verandert fundamenteel

De sector draait op hyperconnectiviteit via het Internet of Things (IoT), waardoor producten, voertuigen, magazijnen en distributiecentra continu data uitwisselen. Slimme netwerken zorgen voor real-time monitoring, routeoptimalisatie en onmiddellijke probleemdetectie bij bijvoorbeeld verkeersdrukte of weersomstandigheden. Magazijnen zijn volledig geautomatiseerd met robots, AI-systemen en digitale tweelingen die voorraad beheren, bestellingen voorbereiden en interne goederenstromen aansturen. Drones en autonome voertuigen verzorgen het transport naar en van deze distributiecentra. Voorspellende algoritmen drijven deze systemen aan en spelen automatisch in op fluctuaties in vraag en aanbod.

Decentrale logistieke hubs en flexibele infrastructuur

De opkomst van gedecentraliseerde productie-infrastructuren, mogelijk gemaakt door 3D-printtechnologie, zorgt ervoor dat veel goederen lokaal worden vervaardigd — dichterbij de eindgebruiker. Dit vereist een herstructurering van logistieke netwerken, met meer nadruk op lokale hubs in plaats van wereldwijde verzendroutes. In plaats van gigantische magazijnen aan de rand van het land verschuift de focus naar microhubs in de stad. Deze kleinere, decentrale hubs maken snellere, schonere en flexibelere leveringen mogelijk, vaak met cargobikes, elektrische voertuigen of drones voor de laatste kilometer. Moderne logistiek vereist ook flexibele infrastructuur. Bedrijven die kunnen schakelen tussen modaliteiten zoals boot, trein en fiets, profiteren van lagere kosten en snellere levertijden. Digitale platforms en API-integratie voor liveplanning worden daarbij steeds belangrijker.

Autonome voertuigen, drones en zero-emissie transport

Autonome vrachtwagens en bezorgrobots maken efficiëntere, veiligere en 24/7-operaties mogelijk, terwijl drones snelle leveringen in moeilijk bereikbare of stedelijke gebieden ondersteunen. Tegelijk wordt de overstap naar emissievrij transport, zoals elektrische vrachtwagens, waterstofvoertuigen en cargofietsen, cruciaal om te voldoen aan klimaatdoelstellingen en strengere regelgeving rond stedelijke luchtkwaliteit. Deze innovaties veranderen niet alleen de technologie, maar ook de organisatie van het werk, met impact op functies, vaardigheden en infrastructuur. Ze bieden kansen voor duurzamere logistieke netwerken, maar vragen ook om nieuwe standaarden, opleidingen en een doordacht regelgevend kader.

Taakverschuiving richting technologisch beheer

In de praktijk worden steeds meer repetitieve taken geautomatiseerd. Zelfrijdende vrachtwagens en elektrische drones zorgen voor snelle, duurzame en foutloze leveringen. Magazijnrobots zullen steeds meer goederen sorteren, verplaatsen en verzendklaar maken met ongekennde snelheid en precisie. AI-systemen zullen automatisch voorraadniveaus en herbevoorradingen voorspellen, terwijl ze tegelijk leveringsschema's optimaliseren. Op

de bedrijfsvloeren vindt een taakverschuiving plaats richting technologisch beheer, met nieuwe beroepen op het snijvlak van data-analyse, softwarebeheer, robotonderhoud en cybersecurity. De toekomst vraagt om technisch geschoolde medewerkers én digitale probleemoplossers. Continue bij- en omscholing is daarbij essentieel. Logistieke bedrijven worden uitgedaagd actief te investeren in publiek-private opleidingsprogramma's rond IT, AI, robotica en cybersecurity, en het arbeidsaanbod af te stemmen op de technologische noden van de sector.

Vooruitblik: Uitdagingen en transitiedrempels

De slimme logistieke hub is het streefbeeld voor de toekomst: een plek waar technologie, duurzaamheid en efficiëntie samenkomen, en waar het logistiek bedrijf met ongekeende flexibiliteit opereert. De volgende uitdagingen staan daarbij centraal:

Veranderend consumentengedrag

Consumenten stellen vandaag veel hogere eisen aan logistieke bedrijven dan vroeger. Ze verwachten niet alleen snelle en nauwkeurige leveringen, maar ook duurzame opties. De opkomst van e-commerce heeft dit proces versneld, met een groeiende vraag naar *just-in-time* en *same-day delivery*. Daarnaast willen klanten steeds vaker retouromogelijkheden, wat betekent dat bedrijven moeten investeren in omgekeerde logistiek (*reverse logistics*) — een complexe, maar essentiële schakel in de moderne keten.

Stedelijke en ecologische druk

De druk op logistieke bedrijven neemt toe door stedelijke en ecologische uitdagingen. Steden voeren steeds strengere regels in voor emissies, geluidsoverlast en verkeersdruk. Denk aan zero-emissiezones (ZEZ's), lage-emissiezones (LEZ's) en autoluwe wijken die het operationele speelveld drastisch veranderen. Dit dwingt logistieke spelers om schonere, kleinschaligere en slimmere oplossingen te vinden voor hun stadslogistiek.

Klimaat- en grondstoffencrisis

Traditionele logistieke modellen worden steeds duurder door stijgende brandstofprijzen, CO₂-taksen en materiaalschaarste. Daarnaast groeit de druk om de CO₂-voetafdruk te verkleinen. De sector moet zich aanpassen aan een circulaire, energie-efficiënte en flexibele toekomst om concurrerend te blijven.

Technologische veranderingen

De logistieke sector staat aan de vooravond van een technologische revolutie. Digitale tools, AI, real-time tracking, autonome voertuigen en platformeconomieën veranderen de spelregels snel. Bedrijven die niet meebewegen, riskeren concurrentievermogen en marktaandeel te verliezen.

Veerkracht in een volatiele wereld

Een slimme logistieke hub moet ontworpen zijn om snel te reageren op verstoringen, van pandemieën tot geopolitieke spanningen. Met digitale tweelingen en voorspellende analyses kunnen bedrijven proactief reageren op risico's en hun operaties aanpassen nog voordat een probleem zich voordoet.

Nood aan een ecosysteem voor innovatie

Willen we van Vlaanderen een wereldleider in slimme logistiek maken, dan is er nood aan een bruisend ecosysteem van slimme logistieke hubs waar start-ups, gevestigde bedrijven en onderzoekers samenwerken aan de toekomst van de logistiek.

Langetermijnplanning voor vaste infrastructuur

Investerings in logistieke infrastructuur, zoals hubs, voertuigen en IT, hebben vaak een horizon van 20 tot 30 jaar. Wat vandaag wordt gebouwd, bepaalt de flexibiliteit van morgen. Bedrijven moeten daarom nu al nadenken over hoe hun netwerken zich kunnen aanpassen aan veranderende eisen.

Vergroening en arbeidsmarktkrimp

De arbeidsmarkt wordt gekenmerkt door een verdere ontgroening. Minder jonge arbeidskrachten stromen in, waardoor er nieuwe machtsverhoudingen zullen ontstaan in de relatie tussen werkgever en werknemer. Automatisering, digitalisering en aantrekkelijke werkplekken zullen cruciaal zijn om jong talent aan te trekken en te behouden.

Mens en technologie hand in hand

Ondanks die automatisering blijft de menselijke factor essentieel. Investeren in permanente bijscholing zorgt voor goed opgeleide, flexibele arbeidskrachten die kunnen inspelen op onvoorziene omstandigheden. In een tijd van personeelsschaarste en nieuwe machtsverhoudingen wordt dit een cruciale troef. De strijd zal zich immers niet zozeer afspelen tussen mens en AI, maar eerder tussen mensen en bedrijven die met AI aan de slag gaan en mensen en bedrijven die zonder AI blijven opereren.

5.2 Leidend principe 10: Digitalisering en hyperconnectiviteit zorgen voor geautomatiseerde magazijnen en autonoom transport

Met dit leidende principe draait de logistieke sector in een wenselijk toekomstscenario op volledig autonome systemen, waarin alle onderdelen van het logistieke proces met elkaar verbonden zijn via het Internet of Things (IoT). Producten, voertuigen, magazijnen en distributiecentra verzamelen en wisselen voortdurend gegevens uit, wat zorgt voor real-time zichtbaarheid en controle over het transport en de distributie van goederen. Deze gegevens stellen bedrijven in staat om vraag en aanbod te voorspellen, leveringen te optimaliseren en problemen te anticiperen voordat ze zich voordoen, zoals verkeersdrukte of weersomstandigheden die vertragingen kunnen veroorzaken. Magazijnen zullen daarbij volledig geautomatiseerd zijn, met robots en AI die producten snel en efficiënt sorteren en verplaatsen. Deze slimme magazijnen zullen de vraag in real time kunnen voorspellen, voorraad beheren en distributiesystemen optimaliseren, wat zorgt voor snellere verwerkingstijden en nauwkeurigere leveringen. Drones en robots zullen goederen zelf in en uit de magazijnen kunnen verplaatsen, wat leidt tot een sterke vermindering van menselijke arbeid en een hogere productiviteit.

Slimme magazijnen en geautomatiseerde distributiecentra

Te verwachten valt dat we dit wenselijke scenario in de toekomst slechts deels zullen realiseren. Er zal sprake zijn van een meer geautomatiseerde en intelligente logistieke sector, waarin AI en robots de meeste handmatige taken in slimme magazijnen en distributiecentra uitvoeren. Systemen zullen zich dynamisch kunnen aanpassen aan fluctuaties in vraag en aanbod, routes en verzendmethoden optimaliseren en problemen in real time oplossen. Zelfrijdende vrachtwagens, magazijnrobots en drones zullen gemeengoed zijn, hoewel sommige handmatige interventies nodig kunnen blijven.

Idealiter zouden deze netwerken dan volledig autonoom kunnen functioneren zonder enige menselijke betrokkenheid of toezicht, en zonder dat ze technische fouten of storingen vertonen, wat in de realiteit vaak lastig blijkt te realiseren.

Decentrale en lokale productie

Door technologische innovaties zoals 3D-printen en andere geavanceerde productiemethoden zal de logistiek zich in 2070 ook richten op gedecentraliseerde productie. In plaats van alles wereldwijd te produceren en te vervoeren, kunnen producten dicht bij de eindgebruiker worden gemaakt. Dit kan betekenen dat fabrikanten in lokale fabrieken produceren, wat de nood aan lange transportafstanden vermindert en de snelheid van leveringen verhoogt. Dit kan ook bijdragen aan duurzamere praktijken, aangezien lokale productie de ecologische impact van transport vermindert.

Schaarste aan arbeidskrachten en opleiding

Er is groeiende bezorgdheid over de schaarste aan arbeidskrachten in de logistieke sector, die automatisering en digitalisering deels kunnen opvangen. Deze veranderingen vereisen wel gerichte investeringen in opleiding en een betere afstemming van het arbeidsaanbod op nieuwe technologische eisen. De sector zal steeds meer gespecialiseerde vaardigheden nodig hebben op het gebied van technologie, data-analyse en cyberbeveiliging. Bedrijven in Vlaanderen zullen moeten samenwerken met onderwijsinstellingen en opleidingsprogramma's om de juiste vaardigheden te ontwikkelen en het arbeidsaanbod af te stemmen op de toekomstige behoeften van de sector.

5.3 Leidend principe 11: De stad als circulaire grondstoffen hub

In het tijdperk van klimaatverandering, grondstoffenschaarste en groeiende stedelijke druk herdenken we de rol van de stad fundamenteel. Waar steden traditioneel werden gezien als eindpunten van productie- en consumptieketens, ontstaat vandaag een nieuw perspectief: de stad als circulaire grondstoffenhub. In dit toekomstbeeld is de stad geen passieve gebruiker meer, maar een actieve beheerder van haar eigen materiaalstromen.

De sleutel tot deze omslag ligt in de slimme en duurzame organisatie van stedelijke mobiliteit en logistiek. Mobiliteit gaat immers niet langer alleen over mensen en goederen verplaatsen, maar ook over waardevolle materialen laten circuleren binnen de stedelijke ruimte. De koppeling tussen duurzaam stedelijk transport en circulaire materialenzekerheid is geen technische optimalisatie, maar een structurele verandering van onze stedelijke systemen.

In deze visie onderscheiden we drie onderling versterkende pijlers:

De stad als grondstoffenbank

Elke stad is een geconcentreerde opslagplaats van materialen: in gebouwen, infrastructuur, producten, voedsel en kleding schuilt een enorme materiële waarde. Door die materialen niet langer als afval te beschouwen, maar als tijdelijk opgeslagen grondstoffen, wordt de stad zelf een actieve speler in de circulaire economie.

Via 'urban mining', materiaalpaspoorten, deelinitiatieven en nieuwe beleidskaders worden reststromen zichtbaar, traceerbaar en opnieuw inzetbaar. Zo ontstaat een circulair metabolisme waarin de stad zichzelf voedt met eigen bronnen, in plaats van afhankelijk te blijven van externe toevoer.

Duurzaam stedelijk transport als hefboom voor circulaire logistiek

Om die circulaire dynamiek mogelijk te maken, is een duurzame, fijnmazige en intelligente stadslogistiek essentieel. Niet alleen voor levering van goederen, maar vooral voor het efficiënt ophalen, herverdelen en verwerken van retourstromen: van afgedankte bouwmaterialen tot gebruikt textiel en voedingsresten.

Hierbij valt onder meer te denken aan:

- emissievrije vrachtfietsen en watergebonden logistiek,
- stedelijke consolidatiehubs en microdepots,
- circulaire flows gekoppeld aan publieke diensten zoals afvalophaling of onderhoud.

Deze nieuwe logistieke infrastructuur maakt circulaire economie zichtbaar in het straatbeeld en verbindt duurzame mobiliteit met ecologische en economische waardecreatie.

Slimme koppeling tussen beweging en materie

De circulaire stad is niet alleen fysiek, maar ook digitaal verbonden. Via slimme technologieën, data-uitwisseling en platformlogica worden mobiliteit en materiaalstromen op elkaar afgestemd. Zo ontstaan nieuwe vormen van efficiëntie en samenwerking.

- Lege transportcapaciteit wordt benut voor retourstromen.
- Real-time monitoring verbindt overschotten met lokale knooppunten.
- Menselijke beweging (zoals fietskoeriers of buurtbewoners) wordt ingezet als logistieke schakel in het circulaire systeem.

Door deze slimme koppeling tussen beweging en materie evolueert de stad naar een zelforganiserend ecosysteem, waarin iedere verplaatsing tegelijk ook kan bijdragen aan het sluiten van kringlopen.

Deze omslag heeft verregaande implicaties voor de inrichting en functie van stedelijke bedrijventerreinen. Ze evolueren van monofunctionele zones naar strategische knooppunten in circulaire ketens. Dit visiedocument beschrijft de kernrollen en transitiepaden voor bedrijventerreinen binnen deze circulaire stedelijke toekomst.

Bedrijventerreinen als circulaire knooppunten

Bedrijventerreinen worden draaischijven voor het sorteren, verwerken en herverdelen van stedelijke reststromen. Denk aan materialen uit de bouwsector, elektronica, biomassa, textiel en plastics. Ze ontwikkelen zich tot hubs waar 'urban mining', hergebruik, demontage, reparatie en innovatieve recyclage centraal staan. De clustering van dergelijke activiteiten creëert schaalvoordelen en bevordert industriële symbiose.

Slimme en duurzame stedelijke logistiek

De verbinding tussen bedrijventerreinen en de stad moet verlopen via duurzame, multimodale logistiek: elektrische voertuigen, cargofietsen, spoor en binnenvaart. Bedrijventerreinen fungeren als knooppunten in het netwerk van 'last-mile' circulaire logistiek, waarbij materialen efficiënt en milieuvriendelijk worden opgehaald, verwerkt en opnieuw gedistribueerd. Digitale platformen zorgen voor real-time inzicht in materiaalstromen.

Van monofunctioneel naar multifunctioneel gebruik

De klassieke scheiding tussen wonen, werken en logistiek vervaagt. Circulaire bedrijventerreinen zijn ook plekken van innovatie, educatie en participatie. Makerspaces, leerwerkplaatsen, kenniscentra en co-creatieve hubs worden geïntegreerd. Dit vraagt een adaptieve inrichting: flexibel, modulair, gedeeld en goed ingebed in de stedelijke omgeving.

Data-gedreven materiaalbeheer

Bedrijventerreinen worden mee opgenomen in digitale materiaalpaspoorten en stadsbrede digitale twins. Hierdoor ontstaat inzicht in de beschikbaarheid, kwaliteit en potentie van restmaterialen. Dit vergt samenwerking tussen bedrijven, overheden en technologiepartners, en het ontwikkelen van transparante datastandaarden en governance.

Beleidsmatige vernieuwing en samenwerking

De transitie vereist vernieuwde regelgeving en stimulerend beleid. Wat vandaag als afval geldt, kan morgen een waardevolle grondstof zijn. Bedrijventerreinen worden proeftuinen voor nieuw beleid rond vergunningen, materialenstatus, grondgebruik en gedeelde infrastructuur. Succesvolle ontwikkeling vraagt publiek-private samenwerking, gedragen door een langetermijnvisie en robuuste investeringen.

Conclusie

Duurzaam stedelijk transport en logistiek vormen de bloedsomloop van de circulaire stad. Zonder het ophalen, sorteren, vervoeren en verdelen van stedelijke materialen blijft de stad een verbruiker. Met slimme en duurzame logistiek wordt ze een actieve producent en leverancier van grondstoffen voor de toekomst.

In de circulaire stad zijn bedrijventerreinen geen perifere productie-eilanden meer, maar vitale schakels in het stedelijk metabolisme. Ze dragen bij aan materiaalzekerheid, klimaatdoelstellingen en stedelijke veerkracht. De toekomst vraagt om bedrijventerreinen die slim, circulair en verbonden zijn — als volwaardige grondstofhubs in het hart van de stad.

Aangezien Vlaanderen een dichtbevolkt gebied is met grote steden zoals Antwerpen, Gent en Brussel, blijft de groei van stedelijke logistiek een cruciale uitdaging. De behoefte aan efficiënte en duurzame stadsdistributie zal toenemen, en er zal steeds meer nadruk komen te liggen op het verminderen van verkeersdruk, het beperken van uitstoot en het verbeteren van bereikbaarheid in stedelijke gebieden. Naar verwachting zullen kleinere elektrische voertuigen en drones vaker worden ingezet voor leveringen in stedelijke gebieden, gecombineerd met geoptimaliseerde logistieke hubs aan de rand van de stad om de verkeersdruk te verminderen.

5.4 Transitiepaden: X-curve oplossingscorridors

Gedreven door digitale technologie, nieuwe geopolitieke verhoudingen en een versnelling van de klimaatopwarming zal de logistieke sector steeds meer en steeds sneller integraal deel uitmaken van een volledig duurzame en circulaire economie. Logistieke processen zijn niet langer alleen gericht op het verplaatsen van goederen, maar maken deel uit van een gesloten materiaalkringloop, ondersteund door slimme technologieën, lokale productie en emissievrij transport.

Korte termijn: Fundamenten leggen voor duurzame transformatie

Cultuur (denkbeelden en waarden)

De logistieke sector bevindt zich in een overgangsfase. Er ontstaat een groeiende overtuiging dat digitalisering en automatisatie noodzakelijk zijn om competitief en duurzaam te blijven. Innovatie en technologie worden steeds meer gezien als kansen in plaats van bedreigingen. Bedrijven werken aan vertrouwen in autonome systemen, maar bij veel bedrijven en werknemers overheerst nog terughoudendheid. In de slipstream groeit de bewustwording rond duurzaamheid en circulariteit binnen de logistieke sector en de maatschappij. Bedrijven integreren circulaire principes in hun strategie, aangemoedigd door nieuwe regelgeving en maatschappelijke druk. Het idee dat afval een grondstof is, wint terrein.

Structuur (systemen en regelgeving)

De eerste stappen richting een nieuwe logistieke infrastructuur worden gezet. IoT-technologie wordt geïntroduceerd in magazijnen en voertuigen om data te verzamelen en basisautomatisering mogelijk te maken. Magazijnrobots en slimme opslagoplossingen ondersteunen de eerste stappen richting geautomatiseerde magazijnprocessen. 3D-printtechnologie staat nog in de kinderschoenen, maar experimenten met lokale productie nemen toe.

De eerste structurele bouwstenen worden gelegd in de uitbouw van multimodaal transport, met verbeteringen in spoor- en waterverbindingen en de eerste testzones voor drones en autonome voertuigen.

Praktijk (dagelijkse werkwijzen)

In de praktijk worden steeds meer repetitieve taken geautomatiseerd. Zelfrijdende voertuigen en drones worden getest, vooral in gesloten of gecontroleerde omgevingen. Menselijke arbeid blijft dominant, maar er is een duidelijk begin van taakverschuiving richting technologisch beheer. Er ontstaat een nijpend tekort aan technisch geschoolde arbeidskrachten, wat leidt tot de eerste opleidingsinitiatieven in samenwerking met onderwijsinstellingen.

De eerste stadslogistieke microhubs worden opgezet voor tijdelijke opslag van retourstromen, zoals meubels, textiel of e-afval, en er wordt gestart met elektrische drones. Verpakkingssystemen worden herbekeken, met meer inzet op herbruikbare of composteerbare materialen. Ook ontstaan de eerste stimulansen voor retourlogistiek, zoals premies of inzamelpunten voor gebruikte materialen.

Middellange termijn: Versnelling en integratie van circulaire logistiek

Cultuur (denkbeelden & waarden)

Circulair denken is breed geaccepteerd in de sector. Er ontstaat een norm dat producten ontworpen moeten zijn voor hergebruik en herstel. De stad wordt actief betrokken als leverancier van grondstoffen via hergebruikplatformen, herstelpunten en stedelijke recyclagehubs. Ook technologiegedreven denken raakt volledig ingeburgerd. Data-analyse en AI worden niet alleen vertrouwd, maar maken vast deel uit van beleids- en operationele beslissingen. Er heerst een sterk geloof in voorspellende systemen en hun rol in efficiëntie en duurzaamheid. Tegelijk blijft er maatschappelijke aandacht voor ethische kwesties rond autonomie, fouten, verantwoordelijkheid en privacy.

Structuur (systemen & regelgeving)

De sector wordt intelligent en verbonden: producten, voertuigen en hubs communiceren via IoT-netwerken. Slimme magazijnen draaien op AI en digital twins die voorraden beheren en interne processen aansturen. Zelfrijdende vrachtwagens en drones worden breed toegepast op vaste routes en in stedelijke distributie. Gedecentraliseerde productie neemt toe dankzij schaalbare 3D-printtechnologieën, waardoor logistieke netwerken herstructureren rond lokale hubs. Stadslogistieke netwerken worden uitgebreid: meerdere hubs worden verbonden met digitale platformen die vraag en aanbod van secundaire grondstoffen op elkaar afstemmen.

Praktijk (dagelijkse werkwijzen)

Multimodaal transport is breed ingeburgerd. Goederen schakelen naadloos tussen weg, spoor, water en lucht, afhankelijk van ecologische en economische optimalisatie. CO₂-neutrale magazijnen en logistieke centra zijn standaard. Drones en autonome voertuigen zorgen voor tijdige, duurzame leveringen, ook in moeilijk bereikbare gebieden. Geïntegreerde inzamelsystemen werken stadsbreed: retourstromen worden proactief gepland en opgehaald, en stadslogistiek transport is afgestemd op autoluwe wijken, inclusief geautomatiseerde toegangssystemen voor elektrische voertuigen.

Lange termijn: De circulaire stad, volledige autonomie en technologische volwassenheid

Cultuur (denkbeelden & waarden)

Op lange termijn is er een volledige mentaliteitsverandering doorgemaakt. Circulaire economie en duurzame logistiek zijn de standaard waaraan stedelijke innovatie wordt getoetst. Elke 'last mile' van een product is tegelijk de 'first mile' van een nieuwe cyclus. Innovatie is niet langer een strategisch doel, maar een ingebakken systeemlogica. Vertrouwen in autonome logistieke systemen is wijdverspreid. Technologie, automatisatie en AI worden als vanzelfsprekend beschouwd, terwijl bedrijven strikte ethische richtlijnen voor transparantie, foutverwerking en dataveiligheid hanteren.

Structuur (systemen & regelgeving)

De logistieke infrastructuur is volledig hertekend. Alle schakels van de keten — van productie tot distributie — zijn verbonden via een intelligent, gedecentraliseerd en emissievrij netwerk. Digitale tweelingen van steden volgen real time het potentieel aan grondstoffen, terwijl magazijnen volledig zonder menselijke tussenkomst opereren, gestuurd door AI en aangedreven door data. Transportmiddelen zijn zelfsturend en maken deel uit van real-time gekoppelde netwerken. Dankzij lokale productie en slimme hubs is de afstand tussen producent en consument sterk verkort.

Praktijk (dagelijkse werkwijzen)

De logistieke praktijk draait op volledige autonomie, met alleen nog menselijke tussenkomst in uitzonderlijke situaties of bij ethische beoordeling. Real-time dataplatformen zorgen voor perfecte afstemming tussen vraag en aanbod, zonder verspilling van tijd, energie of materialen. Diezelfde materialen worden binnen één stedelijk ecosysteem opgehaald, gesorteerd, hersteld of gerecycleerd. Taken zoals voorspelling, planning, distributie en magazijnbeheer verlopen automatisch.

De arbeidsmarkt is volledig heringericht: klassieke logistieke beroepen zijn grotendeels verdwenen, terwijl er een breed aanbod is aan functies in data-analyse, robotbeheer, systeemontwikkeling en cyberbeveiliging. Bedrijven blijven investeren in continue bijscholing en technologische vernieuwing als integraal onderdeel van hun werking.

6 GOVERNANCE- EN BUSINESSMODELLEN

Startpositie

Het uitblijven van collectieve verduurzamingsmaatregelen op de meeste bedrijventerreinen heeft voor een belangrijk deel te maken met het ontbreken van geformaliseerde samenwerking. Veel maatregelen vragen een collectieve aanpak en, gezien hun omvang, een georganiseerd samenwerkingsverband. In Vlaanderen is de organisatiegraad op bedrijventerreinen al jaren laag.

Duurzaam samenwerken op bedrijventerreinen betekent: bedrijventerreinmanagement met actief betrokken vestigers die thematische acties opnemen en duurzame financiering kunnen organiseren, al dan niet met ondersteuning van de overheid.

Bedrijventerreinbeheer en -management liggen in de praktijk in elkaars verlengde en zijn nauw met elkaar verbonden.

- **Bedrijventerreinbeheer** omvat de ‘grondgebonden’ onderhoudsaspecten en wordt top-down vastgelegd bij overdracht van de bedrijfsgronden.
- **Bedrijventerreinmanagement** omvat alle thema’s die vrijwillig en bottom-up ontstaan en een meerwaarde creëren voor het bedrijventerrein en de bedrijven op het terrein.

Tijdens de verschillende gesprekken en de verdere uitwerking van het project werd duidelijk dat organisatie op bedrijventerreinen vaak ontstaat als reactie op acute problemen bij individuele bedrijven. Op zich hoeft dat geen probleem te zijn, zolang er ook een langetermijnvisie is die een systemisch perspectief meeneemt. Dat is cruciaal om te vermijden dat kortetermijninvesteringen leiden tot een lock-in op lange termijn. Anders gezegd: het gaat erom investeringen op korte termijn te vermijden die transitierisico’s eerder versterken dan voorkomen. Denk bijvoorbeeld aan het oplossen van een acute parkeerproblematiek op de site zonder rekening te houden met de lopende mobiliteitstransitie, de energiecapaciteit of de ontwikkeling van circulaire logistiek.

Met andere woorden: samenwerking op korte termijn is zeker waardevol en aan te moedigen, maar het is belangrijk dat dit hand in hand gaat met een doordachte langetermijnstrategie.

Voor veel bedrijven blijft echter de vraag: *Wat levert dit mij op?* Verder in dit hoofdstuk zoomen we dieper in op een vernieuwend businessmodel dat vanuit rendementsperspectief een hefboom kan bieden om de beoogde verduurzaming van het bedrijventerrein op te starten en te versnellen.

Die ‘what’s in it for me’-vraag kan deels beantwoord worden via ondersteuning en subsidiemogelijkheden, zoals de VLAIO-voortrajecten.

Financieringsmodellen voor de verduurzaming van bedrijventerreinen

VLAIO-financieringstraject

- **Publiek grondbeleid:** momenteel beperkt tot de rol van PMV, maar de aanpassing van het decreet Ruimtelijke Economie kan hier extra hefbomen bieden.
- **Reguliere investeringssubsidies:** zoals de bedrijventerrein-subsidie.³
- **Tijdelijke subsidies voor werking en personeel:** bv. Gebiedsregisseurs zoals POMs.⁴

³ <https://www.vlaio.be/nl/subsidies-financiering/herontwikkeling-herinrichting-van-bedrijventerreinen>

⁴ www.vlaio.be/bedrijventerreinen

- **Brownfieldconvenanten:** geen rechtstreekse subsidie, maar deze formule verkleint wel het financieringsrisico en versnelt de time-to-market.
- **Fiscale incentives:** voorlopig enkel gekoppeld aan brownfieldconvenanten.

Meer informatie vindt u onder 'Subsidies'.

6.1 Meer dan ruimte: het bedrijventerrein-als-bedrijf

Zoals aangehaald ontwikkelde dit project een nieuw businessmodel dat een hefboom kan bieden om de beoogde verduurzaming van het bedrijventerrein op te starten en te versnellen. Het concept 'bedrijventerrein als bedrijf' kwam tot stand op basis van de ideeën en expertise van Tom Philips over ruimte voor economie.

De Vlaamse ruimtedruk en de nood aan herontwikkeling

Vlaanderen bevindt zich op een kritiek kantelpunt in zijn ruimtelijk-economisch beleid. De beschikbare ruimte voor ondernemingen is uiterst schaars en onder toenemende druk. Het effectief beschikbare aanbod aan uitgeefbare percelen is de afgelopen jaren spectaculair teruggelopen – sinds 2016 met meer dan 70%. In heel Vlaanderen rest vandaag nauwelijks 531 hectare actief aanbod, een dieptepunt dat in sommige regio's al heeft geleid tot een volledig stilvallen van nieuwe economische ontwikkelingen.

Tegelijkertijd blijven de noden groot. Op basis van historische trends en voorspelde economische groei wordt de vraag naar bijkomende ruimte geraamd op gemiddeld 259 hectare per jaar tot 2050. Zonder een fundamentele omslag in beleid zal de structurele mismatch tussen vraag en aanbod enkel verder toenemen.

De uitdaging is bovendien structureel. Het grootste deel van onze bedrijventerreinen wordt nog steeds gereguleerd door gewestplannen uit de jaren zeventig. Deze statische voorschriften zijn vaak niet afgestemd op de dynamische economische realiteit van vandaag. Oude terreinen kampen met verouderde infrastructuur, slechte ontsluiting, waterproblemen en beperkte mogelijkheden voor nieuwe functies.

Nieuwe greenfieldontwikkelingen zijn niet langer vanzelfsprekend. Om open ruimte te vrijwaren en de bouwshift te realiseren, moeten we inzetten op herontwikkeling, verdichting en intensiever gebruik van bestaande bedrijventerreinen. Dat vraagt een fundamenteel andere organisatie van bedrijventerreinen, waarin samenwerking centraal staat.

Samenwerking is daarbij de toekomst, omdat ze:

- *de ruimteproductiviteit verhoogt:* door infrastructuur, parkeerplaatsen, energievoorzieningen en zelfs gebouwen te delen, wordt de beschikbare oppervlakte efficiënter benut en ontstaat er meer economische activiteit per hectare.
- *verdichting en reconversie versnelt:* gezamenlijke planning en investeringen maken het haalbaar om leegstaande of inefficiënt gebruikte percelen opnieuw te ontwikkelen.

Samenwerking moet daarbij breed worden begrepen: tussen bedrijven onderling, maar ook tussen bedrijven, ontwikkelaars, investeerders en de (semi)publieke instellingen die betrokken zijn bij beheer, vergunningen en infrastructuur. Alleen zo ontstaat de schaal en slagkracht om onze beperkte ruimte rendabel én duurzaam te benutten.

Het concept *bedrijventerrein-als-bedrijf*

De klassieke aanpak — waarbij bedrijven individueel opereren op een gemeenschappelijk terrein — is niet langer toereikend. Parkmanagement en publiek beheer van bedrijventerreinen hebben de voorbije jaren weliswaar gezorgd voor gezamenlijke initiatieven rond beveiliging, groenonderhoud of afvalinzameling, maar deze samenwerking blijft vaak vrijblijvend en afhankelijk van subsidies. Daardoor blijft de impact beperkt en ontbreken continuïteit en fundamentele slagkracht.

Het concept *bedrijventerrein-als-bedrijf* biedt hiervoor een alternatief. Daarbij organiseren bedrijven en publieke actoren het bedrijventerrein als een gezamenlijke entiteit, met duidelijke afspraken, een juridische structuur en een financieel verdienmodel. Ze nemen samen verantwoordelijkheid als aandeelhouders of leden van een coöperatie. Zo ontstaat een robuust kader waarin private investeringen in publieke infrastructuur mogelijk worden, net als gezamenlijke acties rond duurzaamheid, mobiliteit en energie.

De kern van dit concept is dat bedrijven starten met intensieve samenwerking rond gemeenschappelijke voorzieningen. Denk aan gedeeld beheer van wegenis, waterafvoer en -buffering, energie-infrastructuur, parkeerfaciliteiten en groenvoorziening. Een gezamenlijke structuur — vaak in de vorm van een vennootschap — brengt deze elementen samen, zodat het beheer transparant en collectief gedragen is. Zo ontstaan niet alleen schaalvoordelen, maar ook een duidelijke verdeling van verantwoordelijkheden. Dit basisscenario kan verder uitgroeien tot een verregaand model waarin eigendommen en infrastructuur samenkomen in één vennootschap. Bedrijven brengen hun gronden of gebouwen in als kapitaal en ontvangen daarvoor aandelen. Zo blijft de waarde en eigendom van hun investering behouden, terwijl tegelijk meer flexibiliteit ontstaat om in te spelen op veranderende noden.

Een belangrijk voordeel van deze aanpak is dat er een markteconomisch model ontstaat waarin ook voor de bedrijven een verdienmodel zit ingebouwd. De vennootschap kan opbrengsten genereren door bijvoorbeeld energie gezamenlijk te exploiteren, diensten aan te bieden of gedeelde infrastructuur te valoriseren. Omdat bedrijven aandelen bezitten, participeren ze rechtstreeks in die meerwaarde en krijgen ze ook een financiële prikkel om betrokken te blijven. Het aandeelhouderschap zorgt voor een hoger engagement, omdat bedrijven niet alleen gebruiker zijn, maar ook mede-eigenaar. Daardoor wordt de samenwerking niet vrijblijvend, maar verankerd in een duurzame structuur die economische logica koppelt aan langetermijnbetrokkenheid.

Belangrijk is dat dit model niet alleen inspeelt op de ruimtedruk, maar ook op de toekomstige groei en bestending van economische activiteiten in Vlaanderen. Door samenwerking te structureren, kunnen bedrijven kritische massa opbouwen voor collectieve investeringen die individueel moeilijker haalbaar zijn, zoals grootschalige laadinfrastructuur, gedeelde mobiliteitsdiensten of een gezamenlijk energieconcept.

Daarnaast levert samenwerking operationele winsten op:

- **Schaalvoordelen** bij gezamenlijke inkoop en gedeelde diensten.
- **Efficiënter ruimtegebruik** door verdichting en herontwikkeling.
- **Sterker vestigingsklimaat** door een aantrekkelijker en duurzamer terrein.
- **Een verdienmodel** dat zorgt voor financiële return op collectieve projecten.
- **Informeel netwerken en kennisdeling**: samenwerking maakt dat bedrijven elkaar leren kennen, waardoor kruisbestuiving ontstaat en innovatie wordt gestimuleerd, zowel binnen bedrijven als in de bredere keten.

Een bijkomende troef is dat dit model bijdraagt aan unieke economische ecosystemen. Bedrijventerreinen worden niet louter plaatsen waar bedrijven naast elkaar gevestigd zijn, maar echte campussen: dynamische omgevingen waar kennisdeling, innovatie en samenwerking centraal staan. Dit campusmodel bestaat vandaag al op verschillende Vlaamse sites — bijvoorbeeld rond wetenschapsparken, cleantechcampussen of circulaire proefzones — maar krijgt via *bedrijventerrein-als-bedrijf* een bredere en concretere invulling. Dit model biedt ook kansen aan kennisinstellingen om hierin een actieve rol op te nemen.

Wel vraagt dit *maatwerk*: de kernactiviteiten van bedrijven verschillen. Voor logistieke spelers staat vrachtvervoer en multimodale ontsluiting centraal, terwijl productiebedrijven meer belang hechten aan energievoorziening of circulaire materiaalstromen. Dienstverlenende bedrijven zullen dan weer prioriteit geven aan bereikbaarheid en representatieve werkomgeving. Een succesvol samenwerkingsmodel moet deze diversiteit omarmen en tegelijk synergie afdwingen.

Samenwerking als hefboom voor maatschappelijke meerwaarde

De extra kracht van het concept ligt in de mogelijkheid om maatschappelijke doelstellingen te koppelen aan bedrijfseconomische voordelen. Bedrijven tonen zich steeds meer bereid om samen te werken rond thema's die hun kosten verlagen en tegelijk hun maatschappelijke impact verbeteren:

- **Energie:** gezamenlijke investeringen in zonnepanelen, warmtenetten of smart grids.
- **Mobiliteit:** gedeelde shuttle- of fietsdiensten, multimodale ontsluiting en collectieve laadpunten.
- **Circulaire economie:** uitwisseling van reststromen, collectief afvalbeheer, materialenbibliotheken.
- **Publieke ruimte:** beheer van groen, waterberging en gemeenschappelijke voorzieningen.

Cruciaal is dat dit model ook investeringen en onderhoud in het publieke domein een plaats geeft. Door publieke en private middelen én kennis te bundelen, kan het publieke domein op bedrijventerreinen — vaak onderbenut — worden ingezet als hefboom voor samenwerking. Denk aan gezamenlijke wateropvang in de openbare ruimte, energie-infrastructuur op publieke gronden of mobiliteitsvoorzieningen op gemeenschappelijk terrein. Dit biedt grote mogelijkheden voor ruimtelijke efficiëntiewinst én kan bedrijven in een eerste fase rond de tafel brengen.

Samenwerking kan daarbij gebeuren met behoud van het publieke karakter van deze ruimtes, waarbij partijen afspraken rond beheer en investeringen structureel vastleggen. Tegelijk bestaan er ook opportuniteiten om delen van het publieke domein om te vormen tot privaat eigendom, bijvoorbeeld via een vennootschap of een Vereniging van Mede-Eigenaars (VME), zoals vandaag al vaak gebeurt in kmo-parken. Dit biedt bijkomende flexibiliteit: enerzijds kan het beheer professioneler en dichter bij de gebruikers worden georganiseerd, anderzijds ontstaat er ook een duidelijkere eigendomsstructuur die collectieve investeringen vergemakkelijkt.

Inspirerende voorbeelden tonen dat dit geen theoretisch concept is.

- **De Prijfels** in Oost-Vlaanderen heeft zich sinds 2003 ontwikkeld tot een pionier in duurzaam bedrijventerreinmanagement.
- **De Vlaamse Staak** in Opwijk werd een proeftuin voor energiecoöperatie, waarbij kmo's samen investeren in warmtepompen, zonnepanelen en een lokale energy community.

- **Centrum-Zuid** in Houthalen-Helchteren wordt herontwikkeld als circulair bedrijventerrein, met projecten rond waterbeheer, industriële symbiose en gedeelde mobiliteit.
- Ook op **Keiberg in Vossem** (zie ook het hoofdstuk over praktijkvoorbeelden) zien we een coöperatief model ontstaan: bedrijven werken er samen rond collectieve energieprojecten en gedeeld waterbeheer, ondersteund door een coöperatie die als vehikel dient voor investeringen en beheer.

Het belang van een verdienmodel

Succesvolle samenwerking kan alleen standhouden wanneer er een solide verdienmodel achter zit. Vrijblijvende afspraken leiden vaak tot afhaken of tot het freeriderprobleem: bedrijven profiteren dan wel van de investeringen van anderen, maar dragen zelf niet bij.

Daarom is het cruciaal om samenwerking te koppelen aan een verplicht financieel engagement. Dit kan via verschillende modellen:

- Aandeelhouderschap in een gezamenlijke vennootschap.
- Coöperatieve structuren waarbij bedrijven én lokale besturen participeren.
- Bedrijveninvesteringszones (BIZ), zoals in Nederland, waar een gemeentelijke heffing wordt gebruikt om collectieve investeringen te financieren en freeriders uit te sluiten.

Ook de fiscaliteit en juridische instrumenten van de overheid kunnen hierbij een cruciale rol spelen. Het decreet Ruimtelijke Economie voorziet instrumenten zoals onteigening, terugkoop- en voorkoopp rechten. Als deze in overleg met bedrijven en actoren worden ingezet, kunnen ze helpen om het terreinbeheer te professionaliseren en gericht ruimte vrij te maken voor collectieve investeringen.

Het *bedrijventerrein-als-bedrijf* is daarmee niet alleen een organisatorisch model, maar ook een motor en structurele partner voor de realisatie van meer ruimte voor economie. Door een financieel rendabele structuur op te richten, kan het model verschillende belangen en doelstellingen bundelen, waken over evenwichtige besluitvorming en tegelijk economisch gezond draaien. Toch volstaat een financieel model alleen niet. Meerwaardecreatie is minstens even belangrijk, omdat ze bedrijven overtuigt om actief deel te nemen. Bedrijven zijn immers in eerste instantie resultaatgericht: ze stappen pas in samenwerkingen wanneer daar een duidelijk voordeel of rendement tegenover staat.

Samenwerking met verdienmodel

Het concept *bedrijventerrein-als-bedrijf* biedt een antwoord op de Vlaamse ruimtedruk en de nood aan duurzame economische groei. Door bedrijventerreinen als ondernemingen te organiseren, ontstaat een structuur die samenwerking niet vrijblijvend maar bindend maakt. Dit leidt tot schaalvoordelen, operationele winsten, innovatie door kennisdeling en een grotere slagkracht om maatschappelijke en economische doelen te realiseren.

De essentie is helder: samenwerking mét verdienmodel. Bedrijven en publieke actoren nemen samen verantwoordelijkheid in een gezamenlijke structuur, vaak in de vorm van een vennootschap. Daarbij wordt gestart met het gedeeld beheer van voorzieningen zoals wegenis, water, energie, parkeren en groen. Dit zorgt voor transparantie, schaalvoordeel en een duidelijke verdeling van verantwoordelijkheden.

Dit model kan evolueren tot een vennootschap waarin bedrijven hun eigendom inbrengen als kapitaal en daarvoor aandelen ontvangen. Zo behouden ze hun waarde, terwijl tegelijk een markteconomisch verdienmodel ontstaat dat financiële return combineert met een sterker engagement. Het aandeelhouderschap zorgt ervoor dat bedrijven niet alleen gebruiker, maar ook mede-eigenaar zijn, waardoor ze zich ook op langere termijn actief betrokken voelen.

Een oproep aan pioniers

Dit concept vraagt niet om grote sprongen van de ene dag op de andere. Integendeel: de eerste stap kan eenvoudig en dichtbij zijn. Spreek met uw burens. Zoek drie of vier collega-ondernemers op uw bedrijventerrein en verken samen de mogelijkheden. Op die kleinschalige, behapbare schaal ontstaat een werkbaar kader waarin vertrouwen kan groeien en ideeën concreet worden.

Begin met één of twee thema's die herkenbaar en urgent zijn: gedeeld parkeren, gezamenlijk waterbeheer of een collectief energieproject. Deze domeinen bieden vaak duidelijke quick wins en zijn tegelijk sterk verbonden met kostenbesparing en duurzaamheid. Zo kan de samenwerking al snel resulteren in een haalbare businesscase die niet alleen financieel rendeert, maar ook operationeel voordeel en meerwaarde oplevert.

Inspiratie hiervoor is ook te vinden in de use case 'Keiberg-Vossem', waarbij een coöperatieve vennootschap met aandeelhouderschap van de vestigers op het bedrijventerrein het collectieve energie- en waterbeheer opneemt. Het is een mooi voorbeeld van hoe het concept 'bedrijventerrein-als-bedrijf' vanuit concrete praktijk en quick wins vorm kan krijgen. De praktijkervaring uit deze testfase is minstens even belangrijk als het resultaat zelf. Door te experimenteren ontdekken bedrijven welke samenwerkingsvormen het best werken, welke juridische of organisatorische keuzes het meest geschikt zijn en waar de echte meerwaarde schuilt. Bovendien kan de overheid in dit traject een doorslaggevende rol spelen door twijfelaars te overtuigen en pioniers te ondersteunen. Met subsidies, begeleiding en kennisdeling kunnen early believers worden versterkt en kunnen de eerste projecten op het terrein werkelijkheid worden.

De zoektocht naar pioniers is dus gestart. Bedrijven die nu de stap durven zetten, worden de voortrekkers van een nieuwe generatie bedrijventerreinen: professioneel georganiseerd, duurzaam verankerd en economisch sterker. Samenwerking mét verdienmodel is geen verre toekomstmuziek, maar een kans die vandaag al voor het grijpen ligt. Elke grote beweging begint klein.

- Spreek met uw burens. Zoek drie of vier collega-ondernemers op.
- Start met één of twee thema's die voor iedereen herkenbaar zijn: parkeren, water, energie.
- Ontdek hoe samenwerking kan resulteren in een haalbare businesscase die écht rendeert.

6.2 INNOFINS

Tot slot zijn er ook andere innovatieve financieringsvormen mogelijk, specifiek voor natuurgebaseerde oplossingen. We bundelen ze in dit deel onder de verzamelnaam 'InnoFiNS', omdat ze binnen het Vlaamse onderzoeksproject met die naam werden ontwikkeld en bestudeerd. Ze kunnen aanvullende ondersteuning bieden om de gewenste toekomstbeelden voor duurzame logistieke terreinen te realiseren.

Innovatieve financiering van klimaatadaptatiemaatregelen

In 2025 presenteerden Universiteit Antwerpen en Universiteit Hasselt de conclusies van het InnoFiNS-project, een vierjarig onderzoeksproject over de implementatie van vernieuwende financieringsvormen voor natuurprojecten (cf. *nature-based solutions*) in Vlaanderen. Deze projecten gaan van het bufferen en infiltreren van water over het versterken van biodiversiteit tot het verminderen van het stedelijk hitte-eilandeffect. Samen met overheden, private actoren en wetenschappers uit verschillende domeinen, zoals financiën en economie, bestuurskunde, recht, ruimtelijke planning, ontwerp en sociologie, werden vier living labs opgezet. Het *living lab* in Antwerpen onderzocht de betalingsbereidheid van bedrijven om mee te investeren in natuurprojecten als onderdeel van hun maatschappelijke verantwoordelijkheid (cf. *Corporate Social Responsibility*, CSR). Een belangrijk element in de bereidheid van bedrijven om klimaatprojecten te ondersteunen en hierover adequaat te rapporteren, is de verstrenging van de Europese energie- en klimaatwetgeving.

Voor duurzame (ensembles van) logistieke bedrijven is investeren in natuur op het eigen terrein geen vrijblijvende duurzaamheidsactie, maar een strategische keuze met directe voordelen:

- **Risicobeheersing:** Groene zones en waterdoorlatende oppervlakken helpen om overstromingsrisico's te beperken, wat schade aan gebouwen, voertuigen en voorraad voorkomt. Zeker bij extreme regenval is dit cruciaal voor bedrijfscontinuïteit.
- **Kostenbesparing en operationele zekerheid:** Natuurgebaseerde oplossingen kunnen leiden tot lagere kapitaalkosten, en bovendien versterken ze de relatie met lokale overheden, wat vergunningstrajecten en samenwerking vergemakkelijkt.
- **Voldoen aan regelgeving:** Door nu al te investeren in natuur en duurzaamheid, verkleint het risico op boetes of dure aanpassingen achteraf en voorkomt men een lock-ineffect.
- **Medewerkerswelzijn en retentie:** Groene buitenruimtes verbeteren het werkklimaat, verminderen stress en verhogen de tevredenheid van personeel. Dat helpt om goede mensen aan te trekken én te houden.
- **Reputatie en marktpositie:** Klanten, partners en investeerders kijken steeds kritischer naar duurzaamheid. Een zichtbaar groen bedrijventerrein versterkt uw imago en onderscheidt u in aanbestedingen en samenwerkingen.

Krachten bundelen

Aangezien alle bedrijven voordeel kunnen halen uit klimaatadaptatie op het bedrijventerrein — ook uit investeringen die op het eigendom van een ander bedrijf of op het publieke domein gebeuren — is financieel krachten bundelen de meest optimale strategie. Het eerder ontwikkelde concept '*bedrijventerrein als bedrijf*' biedt hier perspectief. Als een bedrijf alleen moet investeren, kunnen de kosten snel hoog oplopen, wat ontmoedigend werkt. Als bedrijven hun krachten bundelen, kunnen ze meer realiseren met een kleinere inbreng per bedrijf. Krachten bundelen heeft als voordeel dat er gekeken kan worden naar de meest strategische plekken om te vergroenen, te ontharden of bijvoorbeeld bufferbekkens te realiseren, namelijk daar waar de positieve impact het grootst is. Dat kan zowel gaan over locaties op

eigendommen van bedrijven als over het publieke domein van het terrein, zoals wegenis of gedeelde parkeervlaktes.

InnoFiNS toonde aan dat het bij klimaatadaptatiemaatregelen, net zoals bij energie-investeringen in bijvoorbeeld een warmtenet of laadinfrastructuur, vaak niet loont om individueel te investeren. Collectieve investeringen, bijvoorbeeld in waterhuishouding, leveren meer schaalvoordelen op. Om het volle potentieel van natuurgebaseerde oplossingen te benutten, is het cruciaal dat bedrijven niet alleen investeren in aanleg, maar ook een duidelijke visie ontwikkelen op het beheer ervan. In sommige gevallen werken bedrijven samen met lokale overheden en leveren ze een financiële bijdrage voor vergroening op het publieke domein. In ruil krijgen ze meer ontwikkelingsrechten op hun eigen terrein, zoals een extra bouwlaag. Een ander voordeel is dat alle deelnemende bedrijven kunnen rapporteren over duurzame investeringen, ook al vonden die niet plaats op het eigen terrein.

Het financieel bundelen van krachten kan op verschillende manieren. De meest voor de hand liggende manier is de oprichting van een fonds, beheerd door een private organisatie of een overheid. De overheid kan het fonds als beheerder inzetten voor vergroening op het terrein. Een private organisatie kan dit zelf uitvoeren, of uitbesteden aan een andere private partner wanneer expertise ontbreekt. Voorbeelden van aanbieders voor de aanleg van groen zijn Bos+, forestfwd en Natuurpunt. Eenvoudige ingrepen kunnen ook door een aanbieder samen met werknemers worden uitgevoerd, als vorm van teambuilding. Met een fonds dat via jaarlijkse bijdragen wordt aangevuld, kan ook de beheerkost mee worden opgenomen. Om een eerlijke bijdrage van elk bedrijf aan het fonds te bepalen, kunnen verschillende criteria worden gehanteerd, doorgaans gekoppeld aan de bedrijfsgrootte, zoals omvang van het terrein, aandeel verharding, aantal werknemers of jaarlijkse omzet.

Monetariseren van kosten en baten in multi-stakeholders business case

Natuurgebaseerde oplossingen zijn vanzelfsprekend geïnspireerd en ondersteund door de natuur. Ze blijken vaak kosteneffectief en leveren tegelijk ecologische, sociale en economische voordelen op. Ze versterken de veerkracht van een plek. Voorbeelden zijn ontharding van terreinen, het stimuleren van waterinfiltratiecapaciteit of waardevolle natuurcreatie. Toch blijven die voordelen moeilijk te objectiveren: er zijn geen directe inkomstenstromen en vandaag worden zulke projecten meestal publiek gefinancierd, via reguliere middelen en subsidies. Directe baathebbers van investeringen op een bedrijventerrein kunnen de bedrijven op het terrein zelf zijn, maar ook nabijgelegen verkavelingen met overstromingsrisico of landbouwers in de omgeving met waterschaarste-uitdagingen.

InnoFiNS ontwikkelde concrete handvatten om kosten en baten te monetariseren, zoals aangetoond in de Stiemervallei in Genk. Het Stiemerfonds werkt via *impact-based crowdlending*. Dit financieringsconcept bestaat uit twee deelconcepten: impactfinanciering en crowdlending, een vorm van crowdfunding. Impactfinanciering houdt in dat investeerders interest terugbetaald krijgen op basis van het behaalde resultaat of de impact. De landbouwers of bewoners van de verkaveling in de omgeving betalen de bedrijven die op het nabijgelegen terrein een natuurgebaseerde oplossing implementeren, zoals water opvangen, laten infiltreren of bufferen, uiteraard wanneer het behaalde resultaat of de impact bewezen is. Uit het onderzoek in de Stiemervallei blijkt dat het waarderen van uitgespaarde kosten, het gefragmenteerde waterlandschap en het perceptieprobleem rond de urgentie van groenblauwe infrastructuur tegenover grijze infrastructuur een uitdaging vormen.



Jana Deforche
Business Developer
Design Sciences Hub UAntwerpen

“Vanuit onderzoek in de InnoFiNS living labs, waar business cases in nauw contact met beleidsmakers en bedrijven werden opgezet, kwamen interessante alternatieve financiële oplossingen naar voren om investeringen in natuurgebaseerde oplossingen (NBS) versneld op te schalen. Door anders te denken kunnen meerdere maatschappelijke opgaven in verschillende beleidsdomeinen tegelijk aangepakt worden. Dat geïntegreerde denken bleek ook de sleutel tot succes binnen het DuLoTe-project.”

Innovatieve technologie voor een Vlaamsbreed systeem?

InnoFiNS toonde daarnaast ook het potentieel van innovatieve technologie voor een aantal struikelblokken waarmee bedrijven vandaag worstelen wanneer ze overwegen om te investeren in natuurgebaseerde projecten. De rol van *distributed ledger technology (DLT)* werd onderzocht om in Antwerpen een stadsbreed fonds op te richten, waarin Antwerpse bedrijven investeren in natuurprojecten op publiek domein. Hieruit kunnen we ook lessen trekken voor natuurinvesteringen op Vlaamse bedrijventerreinen door logistieke bedrijven in Vlaanderen. Aangezien deze technologie een zekere schaal vereist, lijkt het Vlaamse gewest interessant, vertegenwoordigd of getrokken door intermediairen zoals VIL of VLAIO.

Distributed ledger technology (DLT) zijn platformen of digitale structuren zoals blockchain. Deze innovatieve technologie biedt oplossingen voor onzekerheden over de impact van oplossingen en creëert transparantie. Daarnaast verhoogt ze de schaalbaarheid van de modellen doordat transactiekosten beperkt kunnen worden: arbeidsintensieve controlemechanismen worden geautomatiseerd. Een DLT-platform laat toe dat donateurs in real time een overzicht krijgen van waar de middelen terechtkomen, naast andere financiële informatie en resultaten. Een transparant digitaal ecosysteem waarin investeringen gekoppeld zijn aan meetbare resultaten, met real-time impactdata via bijvoorbeeld IoT-sensoren, is een antwoord op het risico van greenwashing. Wat interne opschaling betreft, kan worden gekeken naar *fully fledged tokenization*. Zo kan onder meer gewerkt worden met munten en een ecosysteem, waarbij munten binnen het systeem kunnen worden verdiend door duurzaam gedrag aan te moedigen. Vlaamse logistieke bedrijven die de geïntegreerde aanpak implementeren zoals uitgewerkt in DuLoTe, worden hiervoor beloond. In die zin gaat het niet enkel over het financieren van bepaalde interventies en infrastructuur, maar ook over het stimuleren van gedrag vanuit een duurzaamheidsperspectief, waarbij geïntegreerd wordt gewerkt op andere duurzaamheidsthema's zoals energie of mobiliteit.

6.3 Tijd voor actie

Hoe krijg je een bedrijventerrein in beweging om toekomstbestendig te worden? En waarom zou ik als bedrijf en bedrijfsleider daarin investeren?

Met deze **leidraad** bieden we zowel wegwijs als concrete kapstokken om actie te ondernemen. Want over één ding moeten we het van bij de start eens zijn: uitstelgedrag verhoogt de transitierisico's, en kortetermijninterventies zonder langetermijndoorkijk verhogen de kans op lock-ins bij gevestigde bedrijven.

Stap 1: Vertrek vanuit een acuut probleem op de site. Grondwaterschaarste, wateroverlast, parkeerdruk, nood aan gedeelde energiecapaciteit of ruimtegebrek: elke aanleiding is goed om te starten met de evolutie naar een toekomstbestendig bedrijventerrein. Verken en definieer de probleemruimte.

Stap 2: Verlaat de probleemruimte en stap in de oplossingsruimte. Vandaag circuleren al heel wat bruikbare ideeën en praktijken op bedrijventerreinen. Ze zijn vaak op maat van één bedrijventerrein of bedrijvengroep uitgewerkt, maar daarom niet minder inspirerend. Laat je dus in de eerste plaats verleiden door goede voorbeelden.

Stap 3: Wacht nog even om oplossingen binnen te rijden met je kruiwagen. Verken eerst de toekomst op langere termijn en stem af op transitiepaden die een leidraad bieden om actie te ondernemen. De wereld verandert immers snel. De digitale omslag met AI gaat razendsnel, de groene transitie is niet meer weg te denken en de demografische verandering blijft nog te vaak onder de radar. Maar onze toekomst wordt hierdoor mee bepaald. Stay tuned en bereid je voor op transitierisico's.

Stap 4: Het geheel is meer dan de som van de delen. Toenemende complexiteit is eigen aan de wereld van vandaag, waarin alles met elkaar verbonden is: IoT, handelsstromen, mobiliteit, algoritmes, kennisdeling ... Een bult in het tapijt krijg je niet meer weg zonder een systemische kijk. Dat geldt ook voor de oplossing die je met de kruiwagen het bedrijventerrein binnenrijdt. Een mobiliteitsvraagstuk vraagt mogelijk ook een bredere kijk op energie, ruimtegebruik, innovaties en een mobiliteitstransitie die zich manifesteert via nieuwe generaties. Oordeel dus niet te snel, maar beoordeel oplossingen aan de hand van een geïntegreerd afwegingskader dat vertrekt vanuit die noodzakelijke systemische bril.

Stap 5: Tout seul, on va toujours plus vite. Mais ensemble, on va beaucoup plus loin. Vandaag is de organisatiegraad op bedrijventerreinen laag. Niet geheel onbegrijpelijk: ondernemers willen ondernemen, zijn bezig met hun zaak en vaak ook met de zorgen van vandaag en morgen, minder met die van overmorgen. Maar met een nieuwe blik op de organisatie van het bedrijventerrein ontstaat er een sterke combinatie van maatschappelijke en economische toegevoegde waarde. Toekomstbestendig investeren wordt zo meteen aantrekkelijker.

De werkwijze van POM West Vlaanderen

Met het concept Bedrijventerreinen van de Toekomst wil POM West-Vlaanderen een doorgedreven en structurele verduurzaming van bestaande regionale bedrijventerreinen realiseren. Het gaat om een overheidsopdracht voor diensten rond de "Opmaak van transitieplannen voor de verduurzaming van regionale bedrijventerreinen in West-Vlaanderen & juridisch advies, volgens het concept Bedrijventerreinen van de Toekomst."

Door innovatieve en duurzame oplossingen voor industrieterreinen te ontwikkelen, maken we ze efficiënter, milieuvriendelijker en meer technologisch geavanceerd. Dit omvat bijvoorbeeld het integreren van hernieuwbare energiebronnen, het implementeren van slimme

infrastructuren en het bevorderen van circulaire economische praktijken binnen het bedrijventerrein.

Concreet werden 20 bedrijventerreinen geselecteerd waarvoor transitiestudies en implementatieplannen worden ontwikkeld. Dit gebeurt in samenwerking met partners: intercommunales, overheidsinstanties, lokale besturen, bedrijven en kenniscentra. Daarnaast wil POM West-Vlaanderen ook de verduurzaming van de West-Vlaamse bedrijven versnellen om ze voor te bereiden op toekomstige milieueisen.

De focus ligt daarbij op de volgende belangrijke thema's:

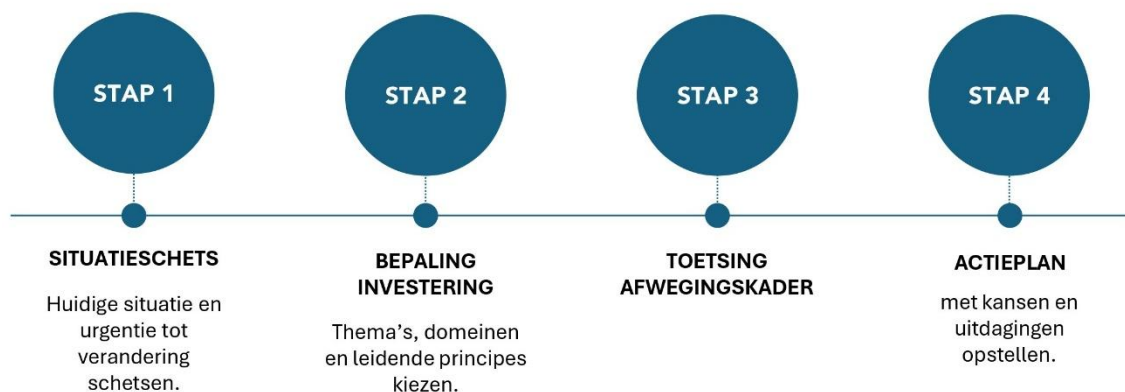
- Zuinig ruimtegebruik
- Circulaire economie (water - energie - materialen)
- Ontsluiting, veiligheid en mobiliteit
- Landschappelijke en ecologische kwaliteit
- Parkmanagement bedrijventerreinverenigingen
- Sociale dienstverlening en lokale inbedding

Het transitieplan maakt het terrein klaar voor de toekomst, met concrete maatregelen die de mobiliteit verbeteren, ruimtegebruik optimaliseren en klimaatmaatregelen versterken. Dit alles draagt bij aan een verhoogde leefbaarheid en veiligheid voor de bedrijven en de omliggende gemeenschap. Het plan wordt ontwikkeld in samenwerking met de betrokken bedrijven, de gemeente, intercommunale en gespecialiseerde studiebureaus, die via workshops de uitdagingen en kansen van het terrein in kaart brengen. Provincie West-Vlaanderen en VLAIO financierden dit traject mee.

7 AANPAK VOOR INTEGRALE DUURZAAMHEID OP BEDRIJVENTERREINEN

Binnen het COOCK+ project Duurzame Logistieke Terreinen (DuLoTe) ontwikkelde het projectteam **een geïntegreerd afwegingskader voor duurzame bedrijventerreinen**, dat duurzaamheid benadert vanuit een holistische invalshoek. Het kader vertaalt de interdisciplinaire visie uit de vorige hoofdstukken in 11 leidende principes, geordend binnen 5 thema's. Het kader ondersteunt projectontwikkelaars, beheerders van logistiek vastgoed, terreinbeheerders, logistieke bedrijven (in het bijzonder kmo's), POM's, lokale en regionale beleidsmakers en intercommunales bij beslissingen en bij het inschatten van de impact van duurzaamheidsmaatregelen. Dit hoofdstuk vat samen hoe gebruikers met het kader aan de slag kunnen gaan.

Het gebruik van het geïntegreerde afwegingskader met duurzaamheidsrichtlijnen voor bedrijventerreinen verloopt in vier stappen (zie Figuur 5).



Figuur 5: Stappenplan gebruik geïntegreerd afwegingskader

De eerste drie stappen verlopen via **workshops** met alle relevante stakeholders van het betrokken bedrijventerrein. In de laatste stap stellen de betrokken partijen een **actieplan** op.

Door deze stappen te volgen, kunnen betrokken partijen het geïntegreerde afwegingskader structureel en praktisch inzetten om duurzame keuzes te maken, de impact van maatregelen te begrijpen en het bedrijventerrein toekomstbestendig en circulair in te richten. In de laatste stap stellen ze een actieplan op, volgen ze de uitvoering op en sturen ze bij waar nodig.



De **eerste stap** is een gemeenschappelijke verkenning waarbij de betrokkenen tijdens een workshop de huidige situatie en de noodzaak tot transitie vastleggen.

Activiteiten voorafgaand aan de workshop:

- Verzamelen van basisinformatie: type bedrijven, logistieke activiteiten, infrastructuur en bestaande voorzieningen
- In kaart brengen van relevante stakeholders en lopende/geplande initiatieven/projecten

Activiteiten tijdens de workshop:

- Controleren of het overzicht van stakeholders en lopende/geplande initiatieven en projecten volledig is
- Inventariseren van de belangrijkste problemen en uitdagingen (sociaal, ecologisch, economisch, technologisch, enz.)
- Verkennen van onderliggende oorzaken en systeemdynamieken (bv. via causal loop diagrams of systeemkaarten)
- Formuleren van de centrale transitievraag (“Waar willen we vanaf?” / “Waar willen we naartoe?”)



In een **tweede stap** koppelen de betrokken partijen de thema's, domeinen en leidende principes uit het geïntegreerde afwegingskader aan de inzichten uit stap 1.

Activiteiten tijdens de workshop:

- Identificeren van de leidende principes waarop het wenselijk is in te zetten
- Toetsen van de leidende principes op haalbaarheid, wenselijkheid, verknoping thema's en impact
- Selecteren van 2–3 kansrijke leidende principes voor verdere verkenning

De vraag die in stap 1 en 2 wordt beantwoord luidt: '**Waarom en waarin willen we investeren?**'



In de **derde stap** lichten de betrokken partijen de relevante richtlijnen en invloedsvelden uit het geïntegreerde afwegingskader toe en bespreken ze mogelijke toepassingen.

Activiteiten tijdens de workshop:

- Toelichten van de richtlijnen die horen bij de prioritaire thema's, domeinen en leidende principes
- Bespreken hoe de richtlijnen op het bedrijventerrein kunnen worden toegepast
- Invloedsvelden gebruiken om te begrijpen hoe een gekozen leidend principe en de daarmee verweven richtlijnen effect hebben op andere leidende principes, met het oog op een integrale afweging
- Bespreken van trade-offs en prioriteiten.

In stap 3 worden volgende vragen beantwoord:

1. *Welke duurzaamheidsrichtlijnen bieden houvast bij beslissingen rond een bepaalde investering?*
2. *Welke andere aspecten van bedrijventerreinen worden beïnvloed door de investering?*



In de **vierde en laatste stap** stellen de betrokken partijen een actieplan op. Dat plan bevat prioritaire maatregelen, timing (korte, middellange en lange termijn), verantwoordelijkheden, KPI's, mijlpalen en mogelijke financiering. Het actieplan houdt rekening met de impact op korte en lange termijn en met de aansluiting op beleidsdoelen zoals de European Green Deal. Daarna volgen de betrokken partijen het actieplan op en sturen ze bij waar nodig.

Procesbegeleiding

Om de duurzame transitie van bedrijventerreinen daadwerkelijk om te zetten in acties en investeringen, is het belangrijk om de verschillende stappen samen met een onafhankelijke procesbegeleider te doorlopen. Zo'n begeleiding biedt voordelen: een neutrale moderatorrol, het overbruggen van uiteenlopende belangen en het bewaken van een gestructureerd traject. De praktijk leert dat bedrijven op hun terreinen vaak weinig samenwerken en dat georganiseerde samenwerkingsverbanden ontbreken, wat een risico vormt voor een efficiënte en effectieve uitvoering van het stappenplan. Daarnaast is het essentieel om voor de verschillende thema's en domeinen voldoende expertise aan tafel te brengen, zodat een breed palet aan duurzame acties en investeringen met toekomstig rendement kan worden ontwikkeld.



Carolin Spirinckx

Project Manager Duurzaamheidsevaluaties
en Circulariteit binnen de bebouwde omgeving
VITO/EnergyVille

“De sleutel tot een succesvolle transitie ligt niet alleen in de kwaliteit van de oplossingen, maar ook in de kwaliteit van het proces. Procesbegeleiding helpt de stakeholders van een bedrijventerrein een gedeelde ambitie te ontwikkelen, verschillende belangen te verbinden en het actieplan op te volgen en uit te voeren. Zeker op Vlaamse bedrijventerreinen, waar organisatie en samenwerking vaak nog niet vanzelfsprekend zijn, kan een procesbegeleider het verschil maken om tot een duurzamer en toekomstbestendiger bedrijventerrein te komen.”

8 USE CASES

Het geïntegreerde afwegingskader met duurzaamheidsrichtlijnen is aan de hand van use cases in de praktijk getoetst. Via een reeks workshops met relevante partijen die betrokken zijn bij de verschillende bedrijventerreinen, werkte het projectteam een methodiek uit die richting geeft aan de ontwikkeling van geïntegreerde duurzame bedrijventerreinen.

Transportzone Hazeldonk-Meer, industriezone LAR (Lauwe, Aalbeke en Rekkem)-Menen en, in mindere mate, het bedrijventerrein Keiberg-Vossem vormden de basis voor het uitwerken en testen van de methodiek aan de hand van het stappenplan, waarin het gebruik van het geïntegreerde afwegingskader centraal staat. De methodiek bestaat uit drie workshops om tot de nodige informatie en resultaten te komen.

Bij de uitwerking van de cases betrok het projectteam verschillende partijen uit de doelgroep: lokale besturen, POM's, intercommunales, nutsbedrijven (water, energie, ...) en andere relevante bedrijven en partijen. Het samenbrengen van deze verschillende actoren binnen de waardeketen van het bedrijventerrein is cruciaal om geplande, lopende of gewenste initiatieven effectief te realiseren. De doelstelling en het resultaat per workshop zijn:

- **Workshop 1:** een gedeeld inzicht opbouwen in de huidige situatie van het bedrijventerrein en gezamenlijk de urgentie tot verandering onderkennen.
- **Workshop 2:** relevante thema's en leidende principes selecteren die aansluiten bij het gewenste toekomstbeeld, om zo een duidelijke richting voor de transitie te bepalen.
- **Workshop 3:** het geïntegreerde afwegingskader toetsen, waarbij invloedssferen en raakvlakken worden geïdentificeerd op basis van de geselecteerde thema's en leidende principes, om het stappenplan en toekomstige acties te optimaliseren.

Deze workshops vormen stap 1, 2 en 3 in het stappenplan voor een geïntegreerde aanpak.

8.1 Transportzone Hazeldonk-Meer

Het bedrijventerrein Hazeldonk-Meer (113 ha) is een grensoverschrijdende logistieke en economische zone op de Belgisch-Nederlandse grens. Het gebied wordt gekenmerkt door een hoge concentratie logistieke activiteiten, tankstations en het daarmee gepaard gaande tanktoerisme, een sterke internationale verwevenheid en een complexe eigendoms- en governancestructuur, waarbij grondeigendom, gebouwgebruik en beheer vaak gescheiden zijn. De case illustreert de structurele uitdagingen waarmee bestaande bedrijventerreinen geconfronteerd worden, waaronder beperkte organisatiegraad, versnipperd eigenaarschap (o.a. banken en investeerders), een gebrek aan bindende instrumenten voor collectieve acties en institutionele verschillen tussen Vlaanderen en Nederland. Deze context bemoeilijkt de implementatie van collectieve duurzaamheidsmaatregelen op het vlak van energie, waterbeheer, mobiliteit, klimaatadaptatie, veiligheid en netheid. Tegelijk vormt de grensligging een extra complexiteitslaag, aangezien regelgeving, handhaving en beleidsinstrumenten sterk verschillen tussen beide landen. De centrale ligging tussen Amsterdam/Rotterdam en het Duitse Ruhrgebied maakt deze zone strategisch op deze belangrijke economische verkeersader. Door de locatie pal aan de snelweg en de goede bereikbaarheid vormt deze bedrijvenzone de uitvalsbasis voor ruim 160 bedrijven.

Huidige situatie en urgentie tot verandering

Het bedrijventerrein aan Vlaamse zijde kampt met heel wat uitdagingen rond bepaalde thema's, die aan Nederlandse zijde vaak minder spelen. De noodzaak tot transitie situeert zich dan ook vooral aan Vlaamse zijde.

Water

Het gebied kampt met een aanzienlijke water- en rioleringsproblematiek, voornamelijk veroorzaakt door een verouderd leiding- en rioleringsnet. Lekken en een vermenging van DWA- en RWA-stelsels komen frequent voor, wat leidt tot overstorten en vervuiling van zowel afval- als hemelwater. De riolering ligt ondiep en is door intensief gebruik aan het einde van haar levensduur, wat zich uit in zinkgaten en een dringende nood aan vernieuwing van de wegenis.

Een groot milieuprobleem is de aanwezigheid van nurdles, kleine plastic bolletjes, in het watersysteem. De exacte herkomst is niet bekend, maar overslagbedrijven worden als waarschijnlijke bron aangeduid. Daarnaast is er een structurele olieproblematiek ter hoogte van open kolken, onder meer door tankcleaning en vrachtverkeer. Hoewel bij vergunningsverlening voorwaarden worden opgelegd, blijven zowel het afvalwater- als het hemelwaterstelsel sterk vervuild en stroomt verontreinigd water uiteindelijk richting de Mark in Nederland.

De invoering van de nieuwe GSVH (oktober 2023) legt bijkomende druk op het gebied. Infiltratie en buffering op eigen terrein vereisen naar schatting circa 40 hectare, wat door de sterke verharding en het gebrek aan vrije ruimte nauwelijks haalbaar is. Toepassing kan in de praktijk enkel via nieuwe omgevingsvergunningen. Pidpa wil hierin een voortrekkersrol opnemen via een hydraulische studie, maar die kan niet worden opgestart zonder overleg met bedrijven. De afkoppeling van hemelwater is bij bedrijven complexer dan bij woningen, en het bewustzijn en de motivatie bij bedrijfsleiders zijn momenteel beperkt. Een collectieve aanpak voor onder meer buffering kan hier, gezien de problematiek, mogelijk een oplossing bieden.

Bij hevige neerslag treden bijkomende problemen op. Het hemelwater zorgt voor verdunning van rioolwater en voor overstortwerking. Loskades lopen onder water doordat het RWA-stelsel geen terugslagkleppen heeft en bij hoge waterstanden terugwerkt in de zone. Uitwisseling van water met de landbouw biedt kansen, maar vormt tegelijk ook een uitdaging door het gebrek aan ruimte, de aanwezigheid van verkeersinfrastructuur (o.a. snelweg, HST) en de invloed van hoogteverschillen.

Aan Vlaamse zijde ligt ook een RWZI in de zone. De bedrijvenzone BCT (NL) moet afvalwater kilometers ver pompen richting de RWZI in Nederland, terwijl op korte afstand aan Vlaamse zijde een RWZI beschikbaar is.

Als positieve referentie geldt het project *Ter Beken Hof*, waar een geïntegreerde aanpak en een VLAIO-voortraject samen met alle partners structurele oplossingen mogelijk maakten. Dit illustreert het belang van samenwerking, langetermijnvisie en externe ondersteuning bij complexe waterdossiers.

Mobiliteit, netheid en veiligheid

Het gebied kampt met een structureel hoge parkeerdruk door vrachtwagenchauffeurs die er verblijven zonder toereikende voorzieningen. Het tanktoerisme aan Vlaamse zijde is erg groot, omdat chauffeurs tanken combineren met hun rij- en rusttijden en met het economische voordeel van de terugvordering van accijnzen op professionele diesel (federale wetgeving). Dit alles resulteert in wild parkeren, afvaloverlast en een verhoogd onveiligheidsgevoel.

Ondanks het bestaan van twee betalende vrachtwagenparkings worden deze onvoldoende benut. Chauffeurs parkeren verspreid over het terrein, ook al ontvangen zij een vergoeding om gebruik te maken van betaalparkings.

De stad onderzoekt circulatiemaatregelen en bijkomende parkeercapaciteit (onder meer in Minderhout), maar concrete en afdwingbare oplossingen blijven voorlopig uit. Handhaving vormt een bijkomend knelpunt. Politie-interventie blijft grotendeels uit, niet enkel wegens capaciteitsgebrek maar ook omdat de situatie als onveilig wordt ingeschat. Deze onveiligheid is niet louter een gevoelskwestie: in de bedrijventerreinzone doet zich effectieve criminaliteit voor.

De problematiek wordt versterkt door de schaal van de politiezone: die omvat drie gemeenten, waarvan twee geen directe link of baat hebben bij handhavingsacties op dit specifieke bedrijventerrein, terwijl de problematiek vooral de stad Hoogstraten raakt.

Daarnaast speelt een structureel verschil tussen België en Nederland. Aan Nederlandse zijde kan de problematiek aangepakt worden via BOA's (Buitengewoon Opsporingsambtenaren), die optreden als verlengstuk van de politie en bevoegd zijn om controles uit te voeren, boetes uit te schrijven en deze onmiddellijk te innen. De federale wetgeving laat dit aan Vlaamse zijde niet toe: GAS-ambtenaren kunnen geen onmiddellijke inning doen, waardoor er ook geen slagkracht is. Enkel de politie beschikt over die bevoegdheid.

Een mobiliteitsplan werd eerder opgemaakt in het kader van een RUP, maar dat traject is stopgezet. Een belangrijke ontbrekende schakel blijft de mogelijke brug aan de Amsterdamstraat voor grensoverschrijdend tankverkeer en een betere doorstroming, waarvan de financiering en realisatie onduidelijk zijn. Verder is er ook nood aan en vraag naar fietsinfrastructuur, die vandaag zo goed als afwezig of erg onveilig is.

Energie

De energietransitie in het gebied biedt kansen om netcongestie aan te pakken via een verdere uitrol van zonnepanelen (PV) en energie-uitwisseling tussen bedrijven. Fluvius verhoogt de netcapaciteit, maar bijkomende versterking van het hoogspanningsnet is enkel mogelijk met betrokkenheid van Elia. Elia werkt met investeringsplannen voor een periode van 10 jaar. Het is belangrijk om dit mee te nemen in het transitieverhaal.

Naast zonne-energie wordt ook gekeken naar de plaatsing van windmolens; hierover bestaan al eerste ideeën. Eventuele windturbines zouden aansluiten via het transformatiestation in het uiterste zuiden van Hoogstraten. Binnen de stichting BCT heeft het parkmanagement het eigenaarschap van alle energetische investeringen. Het bedrijventerrein heeft de regie. Verder heeft BCT plannen om zich te ontwikkelen tot laadstation, wat bijkomende druk maar ook kansen creëert voor het energiesysteem. Tot slot wordt onderzocht hoe energie-initiatieven beter kunnen worden gekoppeld aan de landbouw, bijvoorbeeld via gedeeld gebruik van infrastructuur en energie-uitwisseling.

Organisatorisch en financieel

Om uiteindelijk zaken gerealiseerd te krijgen en tot een echte transitie te komen, is het organisatorische aspect erg belangrijk. Wie neemt welke rol op? Er is een bedrijventerreinvereniging, 'Logistiek Center Hazeldonk-Meer (LCHM)', die instaat voor het beheer aan Nederlandse zijde. Vlaamse bedrijven kunnen aansluiten, maar via LCHM wordt slechts 20 % bereikt. Er is nood aan een structuur aan Vlaamse zijde, naast LCHM en Business Center Treeport (BCT).

In Nederland wordt voor collectieve aanpakken gewerkt met een BedrijvenInvesteringsZone (BIZ), waarbij alle partijen een evenredige taks betalen via de lokale overheid, die integraal terugvloeit naar de bedrijventerreinvereniging. In Vlaanderen kan een gemeente geen taks heffen en terugstorten naar een organisatie. Een wettelijk kader hiervoor ontbreekt vandaag.

Thema's, leidende principes en domeinen

Op basis van een workshop met een grote groep stakeholders werd een selectie gemaakt van de belangrijkste thema's, domeinen en leidende principes waaraan zij verder willen werken:

1. **Thema: Bedrijfsmetabolisme**
 - Leidend principe: L8 'Zelfvoorzienend bedrijventerrein is de norm'
 - Domeinen: Water & Energie
2. **Thema: Zachte Infrastructuur**
 - Leidend principe: L6 'Landschap en ondergrond zijn leidend bij de inrichting en lokalisatie van bedrijventerreinen als aanvulling op de ruimtelijke ruggengraat'
 - Domein: Mobiliteit
3. **Thema: Harde infrastructuur**
 - Leidend principe: L4 'De Vlaamse ruimtelijke ruggengraat bepaalt de inbedding van economische activiteit'
 - Domein: Mobiliteit

Resultaten toetsing afwegingskader

Tijdens de derde workshop werden de duurzaamheidsrichtlijnen toegelicht die houvast bieden bij besluitvormingsprocessen rond investeringen in de domeinen energie, water en mobiliteit. De voornaamste richtlijnen voor de domeinen **energie** en **water** zijn:

- **Richtlijn 12:** Het bedrijventerrein is zo veel als mogelijk geëlektrificeerd en uiterst energie-efficiënt. Energiemonitoring en -management systemen zijn geïnstalleerd.
- **Richtlijn 13:** Elektriciteit wordt lokaal opgewekt door middel van hernieuwbare energie en dekt de volledige vraag. Er wordt een klimaatadaptieve energiestrategie uitgewerkt voor de site.
- **Richtlijn 16:** Organiseer een zelfvoorzienend bedrijventerrein op vlak van water.

De voornaamste richtlijnen voor het domein **mobiliteit** zijn:

- **Richtlijn 6:** Realiseer een modal shift van goederenvervoer.

Op basis hiervan organiseerden de betrokken partijen een brainstormsessie om te onderzoeken hoe deze richtlijnen concreet kunnen worden toegepast op Transportzone Hazeldonk-Meer. Vervolgens brachten ze in kaart hoe deze domeinen elkaar beïnvloeden, evenals hun impact op andere relevante thema's binnen bedrijventerreinen.

1. Invloed: Samen sluiten van kringlopen
 - a. Invloed op domeinen: energie, circulaire ontwikkeling, water, materialen, mobiliteit
2. Invloed: Energiehub (Ehub)
 - a. Invloed op domeinen: energie, mobiliteit
3. Invloed: Efficiëntie vs. Veerkracht
 - a. Invloed op domeinen: energie, circulaire ontwikkeling, water, materialen
4. Invloed: Monitoring als basis voor symbiose
 - a. Invloed op domeinen: energie, water, afval, materialen, mobiliteit
5. Invloed: Inplanting
 - a. Invloed op domeinen: circulaire ontwikkeling, natuur & biodiversiteit, mobiliteit
6. Invloed: Efficiëntie vs. grondstoffen
 - a. Invloed op domeinen: water, ruimtelijke planning, natuur & biodiversiteit
7. Invloed: Verwevenheid
 - a. Invloed op domeinen: mobiliteit, circulaire ontwikkeling, materialen, digitalisering & automatisering

Zodra iedereen vertrouwd was met de manier waarop de andere domeinen worden beïnvloed, bespraken de deelnemers de uitdagingen en kansen die daaruit voortvloeien voor Transportzone Hazeldonk-Meer.

Uitdagingen en kansen

Een van de grote uitdagingen is het activeren van betrokken partijen tot verandering. Een voorbeeld van een belangrijke stakeholder op dit bedrijventerrein zijn de tankstationuitbaters, die meestal ook de grondeigenaars zijn. Zien zij de meerwaarde van verduurzaming? Over het algemeen liggen zij minder wakker van de aantrekkelijkheid van het bedrijventerrein. Tegelijk liggen er ook kansen. Zo moeten ook zij mee evolueren binnen hun sector, denk maar aan de elektrificatie en verduurzaming van de transportvloot. Het is dan ook belangrijk om inzicht te krijgen in hun langetermijnvisie: waar willen zij naartoe evolueren en in welke mate kan deze toekomstvisie aanknopingspunten bieden voor bredere ruimtelijke en maatschappelijke doelstellingen, zoals ruimte creëren voor waterbuffering of andere klimaatadaptieve maatregelen?

Er liggen zeker ook kansen door ruimer te kijken dan de grenzen van het bedrijventerrein. Door koppelkansen te verkennen met omliggende functies zoals landbouw, kunnen synergieën ontstaan op het vlak van waterbeheer en energie-uitwisseling.

Gezien de veelheid aan uitdagingen, de diversiteit aan betrokken actoren en de inherente complexiteit van het dossier vormt de vertaalslag naar concrete realisaties op het terrein de grootste uitdaging. Daarvoor is een centrale coördinator noodzakelijk: een figuur die het proces aanstuurt, partijen samenbrengt en over voldoende mandaat beschikt om op het juiste schaalniveau knopen door te hakken.

8.2 LAR in Menen

Huidige situatie en urgentie tot verandering

Het bedrijventerrein ligt voornamelijk op het grondgebied van de stad Menen, met ook een klein deel op het grondgebied van de stad Kortrijk. Door zijn strategische ligging en de aanwezigheid van een spoorterminal richting binnenland fungeert het terrein als een belangrijke logistieke schakel tussen het binnenland, waaronder Antwerpen, en Frankrijk. Er zijn meerdere grote logistieke spelers gevestigd, waaronder Deny Logistics, Ziegler Belgium en Widem Logistics, aangevuld met vleesverwerkende industrie.

De inrichting van het terrein is vandaag sterk verhard en weinig gestructureerd, met hoge ruimtelijke en functionele druk. Centraal op het terrein bevindt zich een publieke parking, eigendom van Stad Menen, die in de praktijk grotendeels wordt ingenomen door vrachtwagens van een van de aanwezige logistieke bedrijven. Hierdoor komt de publieke functie van deze parking ernstig onder druk te staan.

Het structurele tekort aan parkeerplaatsen voor vrachtwagens leidt tot wijdverspreid 'wild' parkeren, waarbij het openbaar domein wordt ingenomen. Dit zorgt voor overlast, verminderde verkeersveiligheid en een sterke aantasting van de ruimtelijke kwaliteit. Bovendien maken ook vrachtwagens afkomstig van het nabijgelegen bedrijventerrein in Rekkem gebruik van deze parking, wat de parkeerdruk en de problematiek verder versterkt.

Naast de parkeerproblematiek stelt zich ook een toenemende uitdaging op het vlak van energievoorziening. In het bijzonder is de beschikbare energie-infrastructuur ontoereikend om te voldoen aan de groeiende vraag naar laadmogelijkheden voor elektrische vrachtwagens, wat de verdere verduurzaming van het terrein afremt. Vandaag heeft logistiek bedrijf Casteleyn één elektrische vrachtwagen; een tweede wordt al een uitdaging. Ook al is er vandaag minder nood aan investeringen in fietsinfrastructuur en bijkomend groen, toch bestaat de wens om deze thema's mee te nemen in de ontwikkeling van een geïntegreerd bedrijventerrein, met het oog op een duurzame en toekomstgerichte inrichting.

Thema's, leidende principes en domeinen

Op basis van een workshop met intercommunale Leiedal en POM West-Vlaanderen werden de volgende thema's en leidende principes gedetecteerd:

1. **Thema: Harde infrastructuur**
 - Leidend principe 3: De Vlaamse ruimtelijke ruggengraat bepaalt de inbedding van de economische activiteit
 - Domein: Mobiliteit
2. **Thema: Harde infrastructuur**
 - Leidend principe 4: Het ruimtebeslag van de logistieke sector daalt, ook wanneer de sector groeit
 - Domein: Ruimtelijke planning
3. **Thema: Werk- en productieomstandigheden**
 - Leidend principe 10: Doorgedreven digitalisering, automatisatie en hyperconnectiviteit voor slimme geautomatiseerde magazijnen en autonoom transport
 - Domein: Digitalisering & automatisatie

Als conclusie van de oefening werd aangegeven dat de verdere ontwikkeling van de zone om een duidelijke transport- en logistieke insteek vraagt.

Ruimte is schaars en moet maximaal efficiënt en doordacht worden ingevuld. Dit vergt een scherpe afweging waarbij het juiste bedrijf op de juiste plaats wordt gevestigd, in functie van bereikbaarheid, ruimtelijk rendement en toegevoegde waarde. Een bovenliggende visie is daarbij vanzelfsprekend, zeker in het kader van de verdere uitbouw van de transportzone. Om competitief te blijven ten opzichte van andere regio's en landen zijn digitalisering, automatisatie en hyperconnectiviteit geen opties, maar noodzakelijke randvoorwaarden voor toekomstige ontwikkeling.

Resultaten toetsing afwegingskader

De duurzaamheidsrichtlijnen die houvast bieden bij beslissingen rond investeringen in de domeinen mobiliteit, ruimtelijke planning en digitalisering & automatisatie worden hieronder toegelicht. De voornaamste richtlijnen zijn:

- **Richtlijn 5:** Zet prioritair in op een evenwichtige verwevenheid van functies, verticalisering, efficiënte ruimtelijke planning en verkeersveiligheid van goederenvervoer.
- **Richtlijn 6:** Realiseer een modal shift van het goederenvervoer.
- **Richtlijn 20:** Magazijnsystemen zijn volledig geautomatiseerd en voertuigen rijden autonoom.

Anderzijds is in kaart gebracht hoe deze domeinen invloed uitoefenen op elkaar, maar ook op andere belangrijke thema's die aan bod komen op bedrijventerreinen:

1. Invloed: Verticalisering
 - a. Invloed op domeinen: circulaire ontwikkeling, ruimtelijke planning
2. Invloed: Retourlogistiek
 - b. Invloed op domeinen: circulaire ontwikkeling, mobiliteit, ruimtelijke planning, digitalisering & automatisering
3. Invloed: Efficiëntie vs. veerkracht
 - c. Invloed op domeinen: energie, circulaire ontwikkeling, water, materialen
4. Invloed: Werknemerswelzijn
 - a. Invloed op domeinen: ruimtelijke planning, automatisering & digitalisering
5. Invloed: Inplanting
 - a. Invloed op domeinen: circulaire ontwikkeling, natuur & biodiversiteit, mobiliteit
6. Invloed: Efficiëntie vs. grondstoffen
 - a. Invloed op domeinen: water, ruimtelijke planning, natuur & biodiversiteit
7. Invloed: Verwevenheid

- a. Invloed op domeinen: mobiliteit, circulaire ontwikkeling, materialen, digitalisering & automatisering

Uitdagingen en kansen

Het bedrijventerrein wordt grotendeels gekenmerkt door een versnipperd eigenaarschap, waarbij de gronden voornamelijk in handen zijn van bedrijven die er zelf gevestigd zijn. Deze eigenaars zijn vertegenwoordigd binnen BITLAR cv (coöperatieve die instaat voor het beheer van het transportcentrum)⁵ en verhuren in sommige gevallen gronden en gebouwen aan andere bedrijven. Daarnaast zijn er recent een aantal bepalende keuzes gemaakt, zoals de beslissing om de centrale parking af te sluiten, wat een directe impact heeft op het mobiliteitsvraagstuk en het dagelijks functioneren van het bedrijventerrein.

Tegelijk is er momenteel onvoldoende overzicht van cruciale cijfers. Hoewel veel informatie beschikbaar is, zit die sterk verspreid en ontbreekt een geïntegreerd beeld. Voor onderbouwde keuzes is een beter inzicht nodig in de verplaatsingsstromen op het bedrijventerrein, het aantal voertuigen en hun herkomst, onder meer het aantal voertuigen vanuit Rijkensveld. Ook informatie over de beschikbare en toekomstige elektrische capaciteit en mogelijke plannen, bijvoorbeeld contacten met Elia rond uitbreiding van hoogspanning, is bepalend. Ook het potentieel voor energie-uitwisseling in het kader van netcongestie, de visie op windenergie, de watervraag van bedrijven — met bijzondere aandacht voor waterintensieve sectoren zoals de vleesverwerkende industrie — en de impact van de GSVH vragen verdere analyse.

⁵ https://www.bitlar.be/historiek_bitlar_nl.php

Naast deze inhoudelijke uitdagingen is er ook nood aan meer aandacht voor de ruimtelijke kwaliteit van het bedrijventerrein. Het verbeteren van de beeldkwaliteit en het realiseren van veiligere en comfortabelere fiets- en voetpaden vormen hierbij belangrijke kansen. Bovendien bestaan er concrete plannen en zijn er subsidiegelden voor de ontwikkeling van een facility block op de centrale parking, die zal worden afgesloten met een slagboom. In dit kader blijven vragen open rond het businessmodel en de toekomstige uitbating.

Samen tonen deze elementen aan dat een meer integrale benadering en sterkere coördinatie noodzakelijk zijn om de verschillende ambities, noden en randvoorwaarden op elkaar af te stemmen en zo tot een duurzame en gedragen ontwikkeling van het bedrijventerrein te komen.

8.3 Bedrijventerrein Keiberg-Vossem

Keiberg-Vossem als inspirerende use-case voor greyfields

Als derde use case werd Keiberg-Vossem geselecteerd. Deze case brengt tal van interessante innovaties in de praktijk, met in het bijzonder een collectieve aanpak rond energie, water en warmte. Die aanpak sluit nauw aan bij het leidend principe van een zelfvoorzienend bedrijventerrein.

Bijzonder relevant is de vraag hoe dergelijke praktijken kunnen worden geïntegreerd in *greyfields* of bestaande bedrijventerreinen. Keiberg-Vossem is immers een *greenfield*, wat de integratie van innovatieve oplossingen doorgaans eenvoudiger maakt vanaf de start.

Voor deze case werd het afwegingskader niet toegepast. De focus lag in de plaats daarvan op het onderzoeken van de innovatieve oplossingen, het businessmodel en de overkoepelende visie.

Het bedrijventerrein Keiberg-Vossem kan worden beschouwd als een ideaal schaalniveau voor een collectieve aanpak en fungeert als proeftuin om innovaties en collectieve aanpakken overdraagbaar te maken bij de uitwerking van transitieplannen voor bestaande terreinen tot toekomstbestendige omgevingen.

Keiberg-Vossem als duurzaam bedrijventerrein

De gemeente Tervuren en Interleuven realiseren met het bedrijventerrein Keiberg-Vossem een kwaliteitsvol en duurzaam bedrijventerrein. Daarbij gaat bijzondere aandacht uit naar lokale energieopwekking, innovatie, ruimtelijke kwaliteit, biodiversiteit, waterhuishouding en landschappelijke inpassing.

Voor elk van deze thema's werden duidelijke krachtlijnen uitgewerkt. Een van de krachtlijnen is *zuinig ruimtegebruik*. Daarom werd geen klassiek kavelplan opgemaakt: bedrijven schrijven zich in op basis van de gewenste oppervlakte. Bovendien moet bebouwbare oppervlakte die binnen een vooraf bepaalde termijn niet wordt bebouwd, afsplitsbaar kunnen zijn.

Keiberg-Vossem in cijfers

- Bruto-oppervlakte: 7,8 ha
- Netto-oppervlakte voor bedrijven: 4,9 ha
- Oppervlakte voorbehouden voor recyclagepark: 59 a
- Gemeenschappelijke waterbuffering: 44 a
- Groenbuffer: 66 a
- Wegenis: 74 a
- Maximale perceelsgrootte: 50 a



Figuur 6: Keiberg-Vossem in cijfers www.keiberg-vossem.be/het-project

Uitgangspunten voor de ontwikkeling

- Collectiveren en een terreingebonden aanpak kunnen maatschappelijke meerwaarde creëren.
- Demonstreren dat een slimme en geïntegreerde aanpak op het niveau van een site of aangrenzende wijk een positieve impact heeft.
- Innovatie zit niet enkel in de technieken, maar ook in de aanpak, samenwerking en het businessmodel.
- Inzetten op monitoring en disseminatie.
- De acceptatiegraad voor een nieuwe aanpak en nieuwe technieken verhogen bij burgers, bedrijven, studiebureaus, beheerders en overheden.

Thema's en innovatieve oplossingen

Duurzame energie

De doelstelling is om op het bedrijventerrein te evolueren naar een bijna zelfvoorzienende zone met een zo laag mogelijke impact op het net. Vanuit gemeenschappelijk beheer wordt ingezet op lokale opwekking, lokale opslag en lokaal gebruik van energie. Om dit mogelijk te maken ligt de focus op slimme infrastructuur en energiemangement. Innovatief aan dit bedrijventerrein is de inzet op een collectief warmtebuffersysteem dat thermische energie in de zomer opslaat en in de winter vrijgeeft.

Duurzaam waterbeheer

Het bedrijventerrein ligt in een beschermingszone voor grondwaterwinning — zone 3. Dat betekent dat het in de directe omgeving van een drinkwaterproductiesite ligt en dat er bijzondere regels gelden ter bescherming van het grondwater. De aanleg van het bedrijventerrein betekent 4,5 ha extra verharding, waarvan het afstromende water niet onbehandeld in de ondergrond mag infiltreren.

Bovendien is de grond slecht geschikt voor infiltratie, wat extra druk zet op de riolering, terwijl de naburige verkavelingen of woonstraten al met overstromingsproblemen kampen. Om aan alle voorwaarden en lokale uitdagingen te voldoen, is gekozen voor een 'Amfithewater'. Dit innovatieve waterbekken bestaat uit drie lagen om meerdere functies te vervullen. Zo heeft

het niet alleen een waterbufferende functie, maar ook een ecologische functie en een stormwaterbufferfunctie voor waterveiligheid bij regenval. In dit niet-waterdoorlatende bekken wordt al het hemelwater van de daken en verhardingen van het bedrijventerrein verzameld.

De eigenaars van daken waarop regenwater valt, moeten verplicht afstand doen van het water aan de coöperatie, die het regenwater inzamelt, zuivert en als tweedecircuitwater aanbiedt. Zo hebben de aanwezige bedrijven twee tellers: een voor drinkwater en een voor tweedecircuitwater. De lokale bedrijven worden volledig ontzorgd door deze *water-as-a-service*-aanpak. Opgevangen water dat niet wordt gebruikt, wordt gezuiverd en tijdelijk in de ondergrond opgeslagen door het lokale drinkwaterbedrijf De Watergroep, als buffer in tijden van droogte.

Organisatie en businessmodel

Loco cv (lokale en collectieve benadering) is de coöperatieve vennootschap die werd opgericht om bij te dragen aan de duurzame ontwikkeling van het bedrijventerrein. De coöperatie verenigt alle betrokkenen en streeft vanuit die samenwerking naar een beter en efficiënter beleid. Bij aankoop treden de bedrijven toe tot de vennootschap, waardoor blijvende betrokkenheid en eigenaarschap ontstaan. Loco cv is eigenaar van de waterzuiveringsinstallatie en staat in voor de verkoop van gezuiverd regenwater aan de leden, de bedrijven op het terrein.

Voor de exploitatie van de zuiveringsinstallatie doet LOCO cv een beroep op het lokale waterbedrijf, dat deze taak uitvoert tegen een vergoeding.

Naast water kunnen ook andere thema's, zoals energie en warmte, op vergelijkbare wijze via collectieve of coöperatieve modellen worden ontwikkeld. Dit sluit aan bij *leidend principe 8*, dat stelt dat zelfvoorzienende bedrijventerreinen de norm moeten zijn. Dergelijke modellen zijn bovendien interessant voor drinkwaterbedrijven en worden momenteel in verschillende projecten verder getest en geëvalueerd.

Kansen en uitdagingen, ook voor greyfields

Bij bestaande bedrijventerreinen (greyfields) is de eigenaarsstructuur doorgaans sterk versnipperd, wat collectieve initiatieven complexer maakt. Bij nieuwe bedrijventerreinen (greenfields) bestaat daarentegen de mogelijkheid om vanaf de start een alternatieve eigenaars- en organisatiestructuur op te zetten, zoals een coöperatief model. Hierdoor kunnen strategische keuzes en innovatieve oplossingen sneller worden vertaald naar de praktijk.

Tegelijk moet rekening worden gehouden met lange doorlooptijden. Ook bij greenfields, waar nieuwe aanpakken en innovaties van bij de start worden geïntegreerd, kan de periode tussen idee en effectieve implementatie aanzienlijk zijn. Het bedrijventerrein Keiberg-Vossem illustreert dit: van eerste concept tot operationalisering verstreken meer dan twintig jaar. Daarom is het belangrijk om een aantal *quick wins* te definiëren. Dit is vooral relevant voor greyfields, waar snelle resultaten helpen om betrokkenen gemotiveerd te houden en collectief stapsgewijs richting het hogere doel te werken.

Tijdens een van de workshops kwam naar voren dat de omgevingsvergunning kan fungeren als kader om bepaalde maatregelen gefaseerd op te leggen. Een concreet voorbeeld is de keuze voor een collectieve parking op een greyfield-site, waardoor meer ruimte vrijkomt voor andere functies op het perceel, zoals water en groen. Bij de vergunningverlening kan worden voorgeschreven dat individueel parkeren op de eigen percelen niet of slechts beperkt is toegestaan. Op deze manier kan parkeren stapsgewijs worden gereguleerd, waardoor ruimte efficiënter wordt benut en gebruikers worden gestimuleerd om collectieve oplossingen te

gebruiken. Het gebruik van de vergunning als sturingsinstrument biedt zo een praktische manier om beleidsdoelen op het gebied van mobiliteit en ruimtelijke ordening te realiseren.

Verder blijkt een collectieve aanpak voor energie- en waterbeheer in de praktijk te werken, maar die vergt een sterke organisatie en governance. De ervaring leert dat dergelijke collectieve systemen eenvoudiger te realiseren zijn op greenfields dan op bestaande bedrijventerreinen, al bieden ze ook bij greyfields op termijn duidelijke kansen, mits voldoende draagvlak en coördinatie.

Tot slot is, naast een integrale kijk, het engagement van mensen die in het project geloven, het einddoel voor ogen houden en bereid zijn om af te stappen van het klassieke *business-as-usual*-denken een cruciale succesfactor.

9 GEÏNTEGREERD AFWEGINGSKADER

Het geïntegreerde afwegingskader voor duurzame bedrijventerreinen, ontwikkeld binnen het COOCK+ project Duurzame Logistieke Terreinen (DuLoTe), benadert duurzaamheid vanuit een **holistische invalshoek**. Het **bundelt bestaande kennis** die vandaag versnipperd is en vertaalt die naar één geïntegreerd geheel. Het is dus geen extra duurzaamheidsmeter, maar een praktische tool met **duurzaamheidsrichtlijnen** en **doorverwijzingen naar relevante instrumenten**. Het kader werd verfijnd aan de hand van een toetsing in drie verschillende use cases, die in het vorige hoofdstuk zijn toegelicht.



Steven Claes

Project Manager
Duurzaamheidsevaluaties en Circulariteit
binnen de bebouwde omgeving
VITO/EnergyVille

"Bedrijventerreinen functioneren als complexe systemen waarin o.a. ruimtegebruik, mobiliteit, energie, water, biodiversiteit en economische activiteiten voortdurend op elkaar inwerken. Een holistische duurzaamheidsbenadering maakt deze onderlinge afhankelijkheden zichtbaar en vormt de basis voor toekomstbestendige keuzes. De toekomst van bedrijventerreinen ligt niet uitsluitend in het realiseren van nieuwe infrastructuur, maar in het fundamenteel herdenken, hergebruiken en vernieuwen van bestaande structuren."

9.1 Doel

Volgens het Federaal Planbureau zullen de logistieke activiteiten in Vlaanderen blijven toenemen. Deze groei zorgt voor een spanningsveld met meerdere beleidsdoelstellingen, zoals de bouwshift, de Green Deal, de Blue Deal en biodiversiteitsherstel. Voor logistieke bedrijventerreinen vertaalt dit zich in uitdagingen over verschillende domeinen heen: ruimtelijke ordening en mobiliteit, waterbeheer, circulaire ontwikkeling, natuur en parkmanagement.

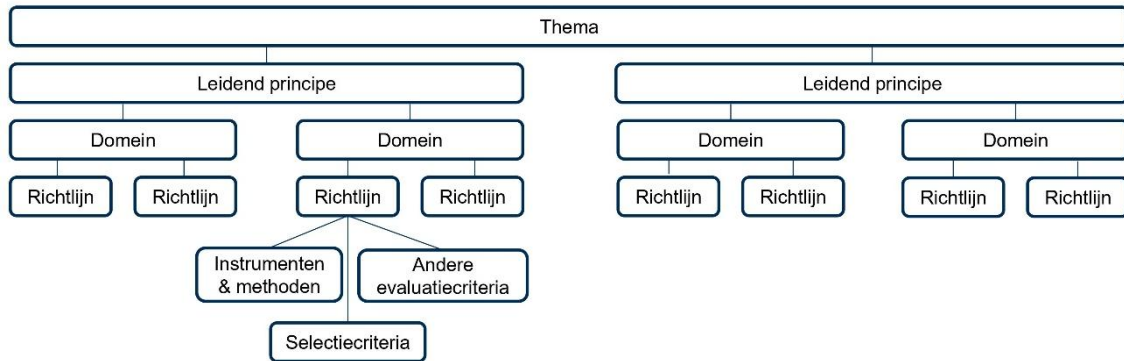
Om de uitdagingen binnen de logistieke sector aan te pakken, werkten de voorgaande hoofdstukken een interdisciplinaire visie op toekomstbestendige bedrijventerreinen uit. Die visie is geconsolideerd in **11 leidende principes**, geordend binnen **5 thema's**: (1) circulaire economie, (2) harde infrastructuur, (3) zachte infrastructuur, (4) bedrijfsmetabolisme en (5) werk- en productieomstandigheden. Voor bedrijventerreinen vertaalt dit zich in uitdagingen over **verschillende domeinen**: ruimtelijke ordening en mobiliteit, waterbeheer, materialen, energie, afval, circulaire ontwikkeling, natuur en biodiversiteit en digitalisering & automatisatie. Maatregelen binnen verschillende domeinen kunnen elkaar versterken, maar soms ook tegenwerken.

9.2 Voor wie?

Het geïntegreerde afwegingskader met duurzaamheidsrichtlijnen ondersteunt projectontwikkelaars, beheerders van logistiek vastgoed, terreinbeheerders, logistieke bedrijven (in het bijzonder kmo's), POM's, lokale en regionale beleidsmakers en intercommunales bij beslissingen en bij het inschatten van de impact van maatregelen.

9.3 Opbouw

Het afwegingskader beantwoordt de vraag ‘*Wat maakt een bedrijventerrein toekomstbestendig en duurzaam?*’ en biedt **25 richtlijnen** om dit te helpen realiseren. Figuur 7 visualiseert de structuur van het afwegingskader, waarbij de verhouding tussen thema’s, leidende principes, domeinen en richtlijnen wordt toegelicht.



Figuur 7: Structuur geïntegreerd afwegingskader met verhouding tussen thema, leidende principes, domeinen en richtlijnen

Het geïntegreerde afwegingskader met duurzaamheidsrichtlijnen is gestructureerd per thema. Elk thema bundelt inhoudelijke duurzaamheidsrichtlijnen voor de leidende principes en bijbehorende domeinen. Elk thema start met enkele **inspirerende voorbeelden** waarin de richtlijnen zijn gerealiseerd. Het onderstaande overzicht brengt alles samen: per thema de leidende principes, en per leidend principe de bijbehorende richtlijnen, gegroepeerd per domein.

Tabel 1: Overzicht thema's, leidende principes, domeinen en richtlijnen, deel 1

 CIRCULAIRE ECONOMIE		
Leidend principe 1: De circulaire economie stuurt de vestigingslocatie in de productieve stad		
Domein	Circulaire ontwikkeling	
	Richtlijn 1	Organiseer retour-logistiek
	Richtlijn 2	Streef naar korte en gesloten ketens.
Leidend principe 2: Circulaire economie stuurt vestigingslogica: van lineaire locatiekeuzes naar circulaire waardecreatie.		
Domein	Circulaire ontwikkeling	
	Richtlijn 3	Het bedrijventerrein en de productieve stad zijn verweven met elkaar.
	Richtlijn 4	Het locatiebeleid wordt gestuurd door industriële symbiose.
 HARDE INFRASTRUCTUUR		
Leidend principe 3: Ruimtebeslag van de sector daalt, ook wanneer de sector groeit.		
Domein	Ruimtelijke planning	
	Richtlijn 5	Zet prioritair in op een evenwichtige verwevenheid van functies, verticalisering, efficiënte ruimtelijke planning en verkeersveiligheid van goederenvervoer.
Leidend principe 4: De Vlaamse ruimtelijke ruggengraat bepaalt de inbedding van economische activiteit.		
Domein	Mobiliteit	
	Richtlijn 6	Realiseer een modal shift van het goederenvervoer.
Leidend principe 5: Gezonde, duurzame gebouwen en omgevingen zijn leidend voor gezonde werknemers.		
Domein	Materialen	
	Richtlijn 7	Kies materialen op basis van hun technische prestatie, milieu-impact, financiële duurzaamheid en circulariteit.
	Richtlijn 8	Alles wat wordt (bij)gebouwd, wordt ontworpen aldus volgende principes: ontwerpen voor demontage, ontwerpen voor klimaatadaptatie, toekomstgericht ontwerpen, modulariteit, biofilie & gericht op welzijn.
	Richtlijn 9	Documenteer alle ingaande, uitgaande en opgeslagen materiaalstromen.
 ZACHTE INFRASTRUCTUUR		
Leidend principe 6: Landschap en ondergrond zijn leidend bij de inrichting en lokalisatie van bedrijventerreinen, als aanvulling op de ruimtelijke ruggengraat.		
Domein	Natuur & biodiversiteit	
	Richtlijn 10	Oriënteer bedrijventerreinen in functie van het landschap en de ondergrond.
Leidend principe 7: Biodiversiteitspositiviteit is de norm.		
Domein	Natuur & biodiversiteit	
	Richtlijn 11	Draag actief bij aan de biodiversiteit op en rondom het bedrijventerrein.

Tabel 2: Overzicht thema's, leidende principes, domeinen en richtlijnen, deel 2

 BEDRIJFSMETABOLISME		
Leidend principe 8: Zelfvoorzienende bedrijventerreinen zijn de norm		
Domein	Energie	
	Richtlijn 12	Het bedrijventerrein is zo veel als mogelijk geëlektrificeerd en uiterst energie-efficiënt. Energiemonitoring en -management systemen zijn geïnstalleerd.
	Richtlijn 13	Elektriciteit wordt lokaal opgewekt door middel van hernieuwbare energie en dekt de volledige vraag. Er wordt een klimaatadaptieve energiestrategie uitgewerkt voor de site.
Domein	Afval	
	Richtlijn 14	Afval wordt geminimaliseerd en wordt collectief ingezameld en (bij voorkeur lokaal) verwerkt aldus de principes van circulaire economie.
	Richting 15	Al het afval wordt gedocumenteerd per type en wordt gemonitord waar het naartoe gaat.
Domein	Water	
	Richting 16	Organiseer een zelfvoorzienend bedrijventerrein op vlak van water.
Leidend principe 9: Grondstofpositiviteit is de norm.		
Domein	Energie	
	Richtlijn 17	Energie die niet dient voor zelfconsumptie, wordt opgeslagen en/of gedeeld met anderen (op het bedrijventerrein).
Domein	Water	
	Richtlijn 18	Realiseer waterneutraliteit op het bedrijventerrein
 WERK- EN PRODUCTIEOMSTANDIGHEDEN		
Leidend principe	10: Doorgedreven digitalisering, automatisatie en hyperconnectiviteit zorgen voor slimme magazijnen en autonoom transport;	
Domein	Digitalisering & automatisatie	
	Richtlijn 19	Zet een centraal, geïntegreerd systeem op in een logistieke omgeving dat slimme technologie en data-analyse samenbrengt.
	Richtlijn 20	Magazijnsystemen zijn volledig geautomatiseerd en voertuigen rijden autonoom.
	Richtlijn 21	Ontwikkel een robuuste en veilige digitale infrastructuur.
	Richtlijn 22	Organiseer decentrale en lokale productieprocessen.
	Richtlijn 23	Zet in op menselijk kapitaal via om- en bijscholing van bestaande medewerkers en opleidingsprogramma's voor toekomstige medewerkers.
Leidend principe 11: De stad als circulaire grondstoffenhub		
Domein	Materialen	
	Richtlijn 24	Doe aan urban mining en draag bij aan de stad als grondstoffenbank.
Domein	Mobiliteit	
	Richtlijn 25	Organiseer stadslogistiek emissievrij en maak gebruik van verweefbare, stedelijke logistieke hubs.

Elke richtlijn heeft een afzonderlijke fiche in het afwegingskader. Figuur 8 toont een voorbeeldfiche van richtlijn 7 onder het thema 'Harde infrastructuur', domein 'Materialen' en leidend principe 5.

2.2 Harde infrastructuur



Domein: Materialen

Leidende principes: LP5

RICHTLIJN 7

Kies materialen op basis van hun technische prestatie, milieu-impact, financiële duurzaamheid en circulariteit.

UITLEG

Deze richtlijn geldt voor de materialen die worden gebruikt in de constructie van magazijnen en kantoren, alsook voor de omgevingsaanleg en (gedeelde) infrastructuur. Belangrijk bij de evaluatie van de verschillende opties is dat de volledige levenscyclus van een materiaal in acht wordt genomen. Deze multi-cyclus levenscyclusbenadering omvat dus zowel de cyclus van het materiaal dat gebruikt zal worden op het bedrijventerrein, als de potentiële tweede, derde, ... cycli dat het materiaal kan hebben via hergebruik, herstellen, refurbishing, recyclage, etc. Voor het berekenen van de milieu-impact wordt aangeraden een **multi-cyclus levenscyclusanalyse** (M-LCA) studie uit te voeren, en voor het berekenen van de financiële duurzaamheid een **multi-cyclus levenscycluskosten** (M-LCC) studie. Een circulaire materiaalkeuze gebeurt mede op basis van de **R-ladder** en het **sufficiëntie-principe**. Voorkeur wordt gegeven aan **lokale, korte keten (hergebruik)materialen** en vernaculaire architectuur en bouwprincipes.

SELECTIECRITERIA

Projecttype: Alle materialen in nieuwbouw, alle toegevoegde materialen in renovaties, herbestemmingen, uitbreidingen
Terreintype: Alle
Schaalniveau: Gebouwen & Omgevingsaanleg

INSTRUMENTEN & METHODEN

- LCA-tool: [TOTEM](#)
- Handelaars van hergebruikmaterialen: [Homepage | Opalis](#)
- R-ladder: [R-strategies - Circular Flanders](#)
- Databanken: [Circubuild](#) & [ProReMat](#)

ANDERE EVALUATIECRITERIA



6.2 Intelligente materiaalinstroom
 6.3 Intelligente materialendoorstroom
 2.2 inrichten van de economische site



RE02 – Existing buildings and infrastructure
 RE04 – Sustainable buildings
 RE 05 – low impact materials
 SE 14 – Local vernacular



Level 0 Bestaande constructies
 CIRC 1 Recuperatie
 CIRC 4 Levenscyclusanalyse
 LCC1 Onderhoudsvriendelijk ontwerpen



IOR2: infrastructuur en gebouwen
 IOR3: openbare ruimte



ODS – Outdoor structures



1.2 Life cycle global warming potential
 2.1: Bill of Quantities, materials and lifespans
 6.1 Life cycle costs



1. Climate change mitigation
 4. Transition to a circular economy

Figuur 8: Voorbeeldfiche van richtlijn 7, thema Harde infrastructuur, domein Materialen, leidend principe 5

De banner van bovenstaande fiche herhaalt het thema, het domein en het leidend principe waarop de richtlijn betrekking heeft.

Daarnaast toont de fiche aan de hand van **selectiecriteria** op welk type terrein (bestaand terrein, greyfield, greenfield of brownfield), type project (nieuwbouw, renovatie, herbestemming, uitbreiding of wederopbouw) en schaal (gebouw, omgevingsaanleg, bedrijven of stad) de richtlijn van toepassing is.

Hoe de toepassing van de richtlijn zich exact vertaalt op een bepaald bedrijventerrein, hangt af van de **context van het bedrijventerrein**. Een oplossing voor een renovatie kan er totaal anders uitzien dan bij een nieuwbouw, terwijl de richtlijn voor beide wel hetzelfde is.

Aanvullend somt de fiche **instrumenten en methoden (tools)** op om in te schatten, te meten en te monitoren of de oplossing een duurzame en circulaire ingreep is.

Ten slotte geeft de fiche weer in welke andere gangbare frameworks de richtlijn wordt geëvalueerd, onder **andere evaluatiecriteria**. De frameworks die in het geïntegreerde afwegingskader zijn gescand, zijn: EU Taxonomy, Level(s) (2020), BREEAM Communities (2017), Duurzaamheidsmeter economische sites van Stad Gent (2014) en Duurzaamheidsmeter economische sites en bedrijventerreinen (2017).

Sommige richtlijnen, zoals in Figuur 8, zijn al bekender en uitgebreider onderzocht. Dat vertaalt zich in een uitgebreidere opsomming. Bij meer vernieuwende richtlijnen geeft deze sectie aan waar nood is aan andere sturende of richtinggevende kaders en/of een doorverwijzing naar een consultant voor bedrijfsspecifieke oplossingen.

Bij een geïntegreerde duurzaamheidsbenadering maken invloedsvelden inzichtelijk hoe beslissingen binnen één thema doorwerken in andere domeinen. De volgende sectie van dit rapport geeft een beknopt overzicht van 10 invloedsvelden. Aan de hand van deze invloedsvelden wordt aangegeven hoe beslissingen binnen één domein impact hebben op andere domeinen, waardoor een systemische benadering mogelijk wordt. Voor de verschillende leidende principes werden **10 invloeden** gedefinieerd.

9.4 Holistische duurzaamheid

De verschillende leidende principes en richtlijnen die in de voorgaande hoofdstukken zijn opgelijst, beïnvloeden elkaar. Een beslissing of maatregel binnen een bepaald thema en/of domein kan versterkende of zelfs tegenstrijdige effecten hebben binnen andere thema's en domeinen. Om een duurzaam bedrijventerrein te realiseren, is een integrale aanpak nodig. Daarom definieerde het projectteam 10 invloeden tussen de 11 leidende principes, zodat deze effecten kunnen worden meegenomen in het beslissingsproces. Aan de hand van deze invloedsvelden wordt per invloed weergegeven op welke leidende principes ze inwerkt.

De 10 invloedsvelden zijn: (1, RL) Retourlogistiek, (2, SluKri) Sluiten van kringlopen, (3, Vert) Verticalisering, (4, Verw) Verweefbaarheid, (5, Inpl) Inplanting, (6, Mon) Monitoring, (7, Mob) Mobiliteit, (8, E-Veer) Efficiëntie-Veerkracht, (9, E-Gro) Efficiëntie-Grondstoffen en (10, Wer) Werknemerswelzijn.

De figuur hieronder toont hoe een invloedsveld eruitziet, specifiek voor het thema Bedrijfsmetabolisme.

Bedrijfsmetabolisme	Circulaire economie		Harde Infrastructuur			Zachte Infrastructuur		Bedrijfsmetabolisme		Werk- en productieomstandigheden	
	LP1 Circulaire ontwikkeling	LP2 Circulaire ontwikkeling	LP3 Ruimtelijke planning	LP4 Mobiliteit	LP5 Materialen	LP6 Natuur & bio-diversiteit	LP7 Natuur & bio-diversiteit	LP8 Energie, Water, Afval	LP9 Energie, Water	LP10 Digitalisering & automatisering	LP11 Mobiliteit, Materialen
LP8 Energie, Water, Afval		SluKri E-Veer			SluKri E-Veer Mon			-	SluKri E-Veer Mon	E-Veer	SluKri Mon
LP9 Energie, Water		SluKri E-Veer	E-Gro	Ehub	E-Veer Mon		E-Gro	SluKri E-Veer Mon	-		E-Veer Mon

Figuur 8: Invloedsveld van het thema Bedrijfsmetabolisme

Als iemand een ingreep wil doen in de domeinen energie, water of afval, beïnvloedt dit de volgende domeinen op de volgende manieren (zie Tabel 3):

Tabel 3: Overzicht invloeden, de domeinen waarin deze invloed speelt, en de betekenis van de invloed

Invloed	Domeinen	Uitleg
Samen sluiten van kringlopen (SluKri)	Circulaire ontwikkeling, Water, Materialen, Mobiliteit, Energie	Lager verbruik, minder verspilling, slimme samenwerkingen organiseren, gedeelde infrastructuur voorzien, industriële symbiose en circulaire hubs organiseren.
Efficiëntie vs. Veerkracht (E-Veer)	Circulaire ontwikkeling, Materialen, Water, Energie	Efficiëntie brengt lage kosten, minimale verspilling en hoge doorvoersnelheden maar leidt tot een systeem kwetsbaar voor vertragingen, tekorten en crisissen. Veerkracht vraagt buffervoorzieningen, maar dit komt met hogere kosten, meer ruimte en het voorzien van meer back-ups.
Efficiëntie vs. Grondstoffen (E-Gro)	Water, Ruimtelijke planning, Natuur & biodiversiteit	Balans tussen infrastructuur die nodig is om iets efficiënt te maken en de milieu-impact van de ingreep.
Energiehub (Ehub)	Energie, Mobiliteit	CO ₂ -neutraal vracht- en personenvervoer organiseren, waarbij vracht- en bestelwagens als mobiele batterijen kunnen worden ingezet.
Monitoring als basis voor symbiose (Mon)	Materialen, Water, Afval, Mobiliteit, Digitalisering, Energie	Stromen meten (energie, water, afval) aan de hand van technologie. Inzicht krijgen in de stromen: welke stromen, waar, wanneer, wanneer te weinig en wanneer te veel. Industriële symbiose zorgt voor uitwisseling om tekorten op te vangen en overschotten door te spelen.

9.5 Meer weten?

Ben je na het lezen van dit hoofdstuk getriggerd om ermee aan de slag te gaan? Lees dan hoofdstuk 7 'Aanpak voor integrale duurzaamheid' of neem contact op via de desbetreffende projectwebsite.

10 INSPIRERENDE VOORBEELDEN

10.1 Internationaal

Parijs – Chapelle International / Hôtel Logistique

Inspiratiecase rond het verbinden van logistiek en stad.

Bronnen: [logistiek en stad verbinden in Parijs](#) en [Chapelle International bij Sogaris](#).

Amsterdam – LogisticCityHub / CTPark

Inspiratiecase rond gestapeld bouwen voor logistieke functies.

Bron: [Amsterdam Logistic Cityhub](#).

Tokio – GLP Nagareyama

Inspiratiecase rond gestapeld bouwen.

Hong Kong – Cargo Services Headquarters

Inspiratiecase rond gestapeld bouwen.

Londen – plannen voor Waterloo Freight Hub

Inspiratiecase rond nieuwe stedelijke rail-freightconcepten.

Bron: [Waterloo Freight Hub](#).

Zwitserland – plannen voor Cargo Sous Terrain

Inspiratiecase rond ondergrondse logistiek.

Bron: [Cargo Sous Terrain](#).

Medium DC – ontwerp van Intospace, Mulderblauw en Apto

Inspiratiecase rond een plan voor een medium distributiecentrum.

Bron: [Intospace](#).

Milaan – MoLo, Mobility & Logistics Hub

Inspiratiecase rond een logistieke en mobiliteitshub nabij Milaan, ontworpen door MAD Architects in 2022.

Bron: [MoLo, Mobility & Logistics Hub](#).

Eindhoven – Flight Forum

Inspiratiecase rond innovatief ruimtegebruik, met focus op het verkleinen van de footprint. Draaicirkels van trucks worden ingezet als maat voor het ontwerpgrid en de gebouwen. Ontwerp: MVRDV, 2005.

Bron: [Flight Forum](#).

Zürich – Freitag Factory Noerd

Inspiratiecase rond productie in een woonwijk. Ontwerp: Spillmann Echsle, 2011.

Bronnen: [Freitag Factory Noerd](#) en [Freitag factory tour](#).

Basel – Novartis Campus

Inspiratiecase rond het bedrijventerrein als architectuurmuseum, met gebouwen van onder meer Ando, SANAA, Herzog & de Meuron, Chipperfield, Siza, Souto de Moura en Märkli.

Bron: [Novartis Campus Basel](#).

Kopenhagen – Park 'n' Play

Inspiratiecase rond meervoudig ruimtegebruik op en rond parkeervoorzieningen.

Ontwerp: JAJA Architects, 2016.

Bron: [Park 'n' Play / Konditaget Lüders](#).

Miami – 1111 Lincoln Road

Inspiratiecase rond gestapeld parkeren en multifunctioneel ruimtegebruik. Ontwerp: Herzog & de Meuron, 2010.

Bron: [1111 Lincoln Road](#).

Wenen – IKEA + hostel

Inspiratiecase rond stedelijke verweving van retail, verblijf en andere functies.

Ontwerp: Querkraft, 2021.

Bron: [IKEA City Center Vienna](#).

Utrecht – IKEA

Inspiratiecase rond meervoudig ruimtegebruik, met een voetbalveld op het dak.

Kopenhagen – CopenHill

Inspiratiecase rond meervoudig ruimtegebruik, met een skipiste op het dak van een afvalenergiecentrale.

Rotterdam – Logistics Water Management

Innovatieve strategieën: ondergrondse regenwateropslag en hergebruik van regenwater in productieprocessen.

Beschrijving: in Rotterdam wordt regenwater opgevangen in ondergrondse tanks, gezuiverd en hergebruikt in productieprocessen. Dat verlaagt zowel de watervraag als de kosten voor waterbeheer.

Bron: Port of Rotterdam.

Hamburg – Regenwaterhergebruik in stedelijke logistiek

Innovatieve strategieën: regenwateropvang, permeabele bestrating en waterhergebruik.

Beschrijving: in Hamburg worden regenwateropvangsystemen en permeabele bestrating geïntegreerd in logistieke terreinen om water af te voeren en te hergebruiken, voornamelijk voor koeling en schoonmaak.

Bron: Hamburg Logistics Rainwater.

Frankrijk – Parc des Portes de Paris

Innovatieve strategieën: groene daken, regenwateropvang en slimme watersturing.
 Beschrijving: dit terrein maakt gebruik van groene daken en wateropvangsystemen om regenwater te bufferen en te hergebruiken. Slimme watersturingstechnologieën ondersteunen de monitoring en optimalisatie van het waterverbruik.

Bron: Parc des Portes de Paris.

Denemarken – Waterfuture Project

Innovatieve strategieën: decentrale waterzuivering en waterhergebruik.

Beschrijving: dit project richt zich op decentrale waterzuivering en het hergebruik van afvalwater voor irrigatie en industriële processen. Daardoor wordt het gebruik van leidingwater sterk verminderd.

Bron: [Waterfuture](#).

Zweden – Hammarby Sjöstad

Innovatieve strategieën: regenwateropvang, waterhergebruik en decentrale waterzuivering.

Beschrijving: dit stadsontwikkelingsproject in Stockholm maakt gebruik van regenwateropvang en -hergebruik voor industriële en huishoudelijke doeleinden. Het water wordt opgevangen, gezuiverd en hergebruikt voor irrigatie en andere niet-drinkbare toepassingen. Het project is een voorbeeld van geïntegreerd waterbeheer in een stedelijke omgeving.

Bron: [Hammarby Sjöstad](#).

10.2 Nationaal**Blue Gate Antwerp**

Innovatieve strategieën: klimaatneutraal bedrijventerrein en initiële brownfield.

Bron: [Blue Gate Antwerp](#).

Veurne – Suikerpark / Proeftuinen Droogte

Innovatieve strategieën: regenwateropvang, waterbuffering en collectief watergebruik tussen natuur, bedrijven en residentiële.

Beschrijving: op bedrijventerrein Suikerpark wordt regenwater opgevangen en gebufferd in natuurvijvers, met als eerste doel 'natuurzorgplicht'. Overtollig water kan via een WASCO aangeboden worden aan omliggende watervragers, waaronder bedrijven en residentiële. Dit systeem vermindert de vraag naar drinkwater in droge periodes en houdt maximaal regenwater ter plaatse.

Bron: [Proeftuinen Droogte Suikerpark](#).

Aquafin – Innovaties

Innovatieve strategieën: ondergrondse regenwateropvangsystemen en IoT-gestuurde watersturingstechnieken.

Beschrijving: met innovatieve technologieën zoals AqtiPut en AqtiRain wordt ingezet op slimme sturing van regenwaterputten en -buffers om het lokale watersysteem te ontlasten bij hevige neerslag.

Bron: [Aquafin](#).

Vlaanderen – BETONwater

Innovatieve strategieën: regenwateropslag en circulair watergebruik op een bedrijventerrein, met bedrijventerrein Torhout-Noord als case.

Beschrijving: in dit project wordt overtollig regenwater in eerste instantie opgeslagen en aangeboden aan omliggende landbouw. Het project bevindt zich in studiefase en is nog niet in uitvoering.

Bron: [BETONwater](#).

Tervuren – Keiberg-Vossem

Innovatieve strategieën: zelfvoorzienendheid in energie- en watergebruik, collectieve inzameling en zuivering van regenwater, met hergebruik en infiltratie.

Bron: [Keiberg-Vossem](#).

Ninove – Mallaardstraat

Innovatieve strategieën: regenwaterinzameling van de burens, gevolgd door zuivering en gebruik.

Bron: [Proeftuinen Droogte Mallaardstraat](#).

Ninove – heraanleg Mallaardparking

Innovatieve strategieën: infiltratie van alle regenwater ter plaatse via waterdoorlatende verhardingen en wadi's.

Bron: [heraanleg Mallaardparking Ninove](#).

Kruike – H2Power-project bij Argex

Innovatieve strategieën: koeling van gebouwen door gebruik van gezuiverd afvalwater, een retentiedak, een intensief groendak en een extensief groendak.

Bron: [H2Power-project bij Argex](#).

Tielt-Noord – Bedrijventerrein van de Toekomst / WATERPROOF

Innovatieve strategieën: optimaal waterbeheer, collectief georganiseerd.

Bron: [WATERPROOF Tielt-Noord](#).

Kortrijk-Noord en Zandhoven – waterneutraliteit op bedrijventerreinen

Inspiratiecase rond waterneutraliteit op bedrijventerreinen, met Kortrijk-Noord als greyfieldcase en Vaartstraat Zandhoven als greenfieldcase.

Bron: [Leidraad waterneutraliteit op bestaande bedrijventerreinen](#)

Kamp C – circulairste kantoorgebouw van Vlaanderen

Innovatieve strategieën: grijswaterzuivering via een verticaal plantensysteem en hergebruik als toiletspoelwater, maximale regenwateropvang en maximaal regenwaterhergebruik, een muurtuin en Total Value Wall.

Bron: [muurtuin bij Kamp C](#).

11 CONCLUSIE: REFLECTIES EN AANBEVELINGEN

11.1 Algemene reflecties

De transitie naar duurzame en toekomstbestendige bedrijventerreinen vraagt om meer dan afzonderlijke maatregelen. Ze vergt een geïntegreerde aanpak waarin ruimte, water, energie, materialen, ecologie, mobiliteit, digitalisering en governance samen worden bekeken. Het DuLoTe-traject toont dat de urgentie groot is, maar ook dat er vandaag al veel hefboomen beschikbaar zijn om de omslag in gang te zetten.

- Nieuwe businessmodellen en alternatieve investeringsmodaliteiten kunnen samenwerking op bedrijventerreinen structureel ondersteunen.
- Onderzoeks- en innovatieprojecten zoals InnoFiNS en ClimateFit tonen hoe financiering, klimaatadaptatie en natuurgebaseerde oplossingen concreet kunnen worden vertaald naar bedrijventerreinen.
- Water, energie, materialen en ecologie vormen cruciale domeinen waarin collectieve oplossingen tegelijk ecologische én economische meerwaarde kunnen creëren.
- Ligging in overstromingsgevoelig gebied, bevoorradingszekerheid, plaatsgebrek en de nood aan zelfvoorzienendheid maken de businesscase voor verduurzaming steeds sterker.
- Europese kaders en Vlaamse regelgeving, zoals CSRD-gerelateerde rapportageverplichtingen, verhogen de druk op bedrijven om duurzaamheid aantoonbaar te maken.

Dit uitgebreide document bundelt de belangrijkste inzichten uit de blauwdruk voor het realiseren van duurzame, toekomstbestendige bedrijventerreinen. Het maakt duidelijk dat transitierisico's — onder meer door geopolitieke onzekerheid, demografische verschuivingen, klimaatverandering, grondstoffencompetitie en toenemende ruimtedruk — niet langer abstract zijn. Ze beïnvloeden vandaag al de bedrijfsvoering, de investeringslogica en de ruimtelijke organisatie van bedrijventerreinen.

Met dit document ligt er een technisch en inhoudelijk onderbouwde aanzet op tafel voor de verdere uitwerking en verfijning van nieuwe werkwijzen, innovatieve businessmodellen en ondersteunende beleids- en financieringskaders.

Om de transitie naar duurzame bedrijventerreinen te versnellen en duurzame, financieel rendabele ecosystemen te creëren, bieden de volgende aanbevelingen een leidraad. Ze vertrekken vanuit één centraal inzicht: uitstel vergroot transitierisico's, terwijl kortetermijnoplossingen zonder langetermijnvisie kunnen leiden tot nieuwe lock-ins.

1. Start bij een urgent probleem

Gebruik een actueel knelpunt — zoals watertekort, energiebehoefte, parkeerdruk, overstromingsrisico of ruimtegebrek — als concrete aanleiding om verandering op gang te brengen.

2. Kijk naar bestaande oplossingen

Laat u inspireren door succesvolle voorbeelden op andere bedrijventerreinen. Kijk daarbij niet alleen naar nieuw ontwikkelde sites, maar ook naar acties op bestaande terreinen, zoals functieverweving, geïntegreerde wateroplossingen, energiedelen, collectief parkeren of gedeeld beheer.

3. Denk verder dan de korte termijn

Verken eerst de langere termijn om risico's te vermijden. Hou rekening met digitale,

groene en demografische transitie en kies vervolgens één of meerdere leidende principes als richtinggevend kader voor een actieplan.

4. Denk vanuit een geïntegreerde aanpak

Benader oplossingen systemisch om lock-ins te voorkomen. Thema's zoals energie, mobiliteit, ruimte, water, materialen en biodiversiteit hangen sterk samen. De invloedsvelden van DuLoTe kunnen helpen om die samenhang zichtbaar te maken.

5. Werk samen en organiseer draagvlak

Creëer een sterke collectieve organisatie, bijvoorbeeld via het model *bedrijventerrein-als-bedrijf*. Zo kunnen economische en maatschappelijke meerwaarde worden gecombineerd en kunnen investeringen in de toekomst structureel, aantrekkelijk en haalbaar worden gemaakt.

Kortom: zet concrete stappen en laat je ondersteunen door een onafhankelijke procesbegeleider. Tegelijk blijft ook de rol van het beleid essentieel. Federale en Vlaamse overheden, POM's, intercommunales en lokale besturen kunnen de transitie versnellen door duidelijke kaders, financieringsinstrumenten en organisatorische ondersteuning te bieden.

11.2 Aanbevelingen voor het beleid

Het beleid speelt een sleutelrol in het wegnemen van structurele drempels. De transitie naar duurzame bedrijventerreinen vraagt om duidelijke ruimtelijke keuzes, een aangepast juridisch kader en instrumenten die samenwerking tussen bedrijven mogelijk en aantrekkelijk maken. Beleidskaders zoals ruimtelijke uitvoeringsplannen, brownfieldconvenanten, vergunningenbeleid en instrumenten rond bedrijventerreinmanagement kunnen sterker worden ingezet om duurzame en collectieve oplossingen te stimuleren.

Belangrijke aanbevelingen voor het beleid zijn: zorg voor meer samenhang tussen ruimtelijke planning, mobiliteit, energie, water en natuur; creëer juridische ruimte voor collectieve organisatievormen; ondersteun bedrijventerreinverenigingen en procesbegeleiding; ontwikkel financieringsinstrumenten voor gedeelde infrastructuur; en gebruik vergunningen en subsidies om toekomstbestendige keuzes te belonen. Ook de herontwikkeling van bestaande bedrijventerreinen verdient prioriteit, zodat open ruimte maximaal wordt gevrijwaard.

11.3 Aanbevelingen voor logistieke bedrijven en bedrijvenparken

Voor logistieke bedrijven en bedrijventerreinen ligt de meerwaarde van verduurzaming niet alleen in imago of maatschappelijke verantwoordelijkheid. De businesscase wordt steeds concreter: lagere kosten, meer bedrijfszekerheid, toegang tot energie en water, betere rapportagemogelijkheden, aantrekkelijkere werkomgevingen en een sterker vestigingsklimaat.

Bedrijven doen er goed aan om niet te wachten tot regelgeving of schaarste hen dwingt tot actie. Start vanuit herkenbare knelpunten, zoek samenwerking met burens en terreinbeheerders, en onderzoek waar gedeelde investeringen meerwaarde creëren. Denk aan collectieve energieopwekking, waterbuffering en -hergebruik, gedeelde laadinfrastructuur, circulaire materialenstromen, veilige mobiliteit en vergroening van het terrein.

De belangrijkste aanbeveling is om verduurzaming te benaderen als waardecreatie. Een collectief businessmodel, bijvoorbeeld via een coöperatie, vennootschap of bedrijventerrein-als-bedrijf, kan investeringen haalbaar maken en freeridgedrag beperken. Zo wordt duurzaamheid geen extra kost, maar een gedeelde hefboom voor veer- en concurrentiekracht en toekomstbestendige groei.