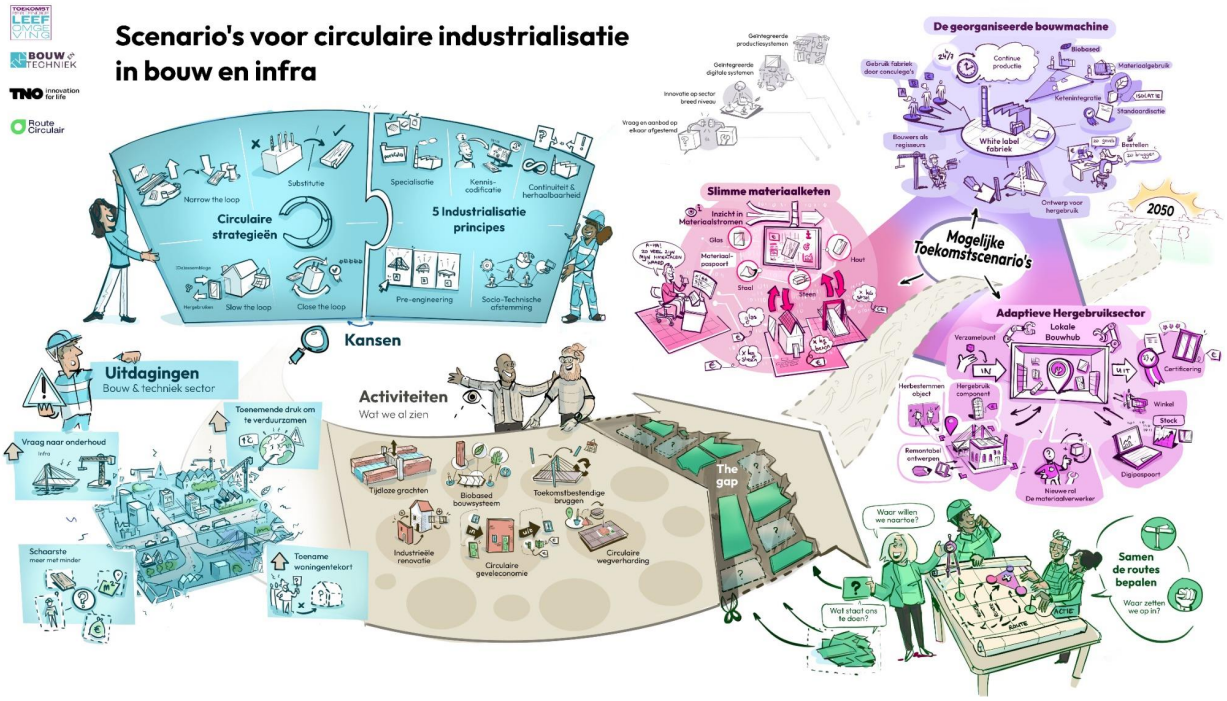
Rapport normalisatie voor circulaire industrialisatie bouw en infra



Scenario's voor circulaire industrialisatie in bouw en infra. Bron: TKI Bouw en Techniek / TNO / Route Circulair; visualisatie Sieb Posthuma [S1].

Programma	Nationaal Groeifondsproject Toekomstbestendige Leefomgeving (NGF-TBL)
Onderdeel	Consortium Ecosysteem - Industrialisatie en Materialen
Versie	1.3
Datum	12 augustus 2026

Documentstatus

Onderdeel	Toelichting
Doel	Verantwoorden hoe de door NEN opgeleverde kennis en voorstellen aansluiten op de scenario's voor circulaire industrialisatie en welke normalisatie-opgaven daaruit volgen.
Reikwijdte	Gebouwen en infrastructuur, met focus op industrialisatie, circulair materiaalgebruik, digitalisering en hergebruik binnen het consortium Ecosysteem.
Karakter	Terugkijkende koppeling én handelingsperspectief. De scenario's zijn geen voorgeschreven route, maar een gesprekshulpmiddel waarmee partijen zelf routes naar 2050 kunnen uitzetten. Dit document verandert de scenario's niet, maar maakt de mogelijke NEN-bijdrage traceerbaar.
Normstatus	De normen- en standaardenlijst is een inhoudelijk landschap en geen complete catalogus. NTA 8230-1, NTA 8230-3, NTA 8230-4 en NTA 8233 zijn publicaties uit 2026; NTA 8786 is in de aangeleverde versie een bijna definitief concept.
Bronverwijzing	In de tekst worden broncodes [S1] tot en met [S16] en interviewcodes [I1] tot en met [I8] gebruikt. Het volledige bronnenregister en het interviewoverzicht staan in bijlage A.

Inhoud en leeswijzer

1	Aanleiding, doel en afbakening
2	Aanpak, chronologie en bronbasis
3	Doel en zeven pijlers van de normalisatiestrategie
4	De scenario's voor circulaire industrialisatie als verantwoordingskader
5	Koppeling van NEN-opbrengsten aan de scenario's en bouwstenen
6	Gerelateerde normen, standaarden en afspraken
7	IFD: specifieke behoeften voor NTA 8085 en NTA 8089
8	Voorgesteld normalisatiewerkprogramma en governance
9	Conclusie en verantwoordingsverklaring
Bijlage A	Bronnenregister
Bijlage B	Integrale traceability-matrix
Bijlage C	Begrippen en afkortingen

Managementsamenvatting

Kernconclusie
De NEN-opbrengsten sluiten inhoudelijk aan op alle bouwstenen en toekomstbeelden van de scenario's voor circulaire industrialisatie. De belangrijkste toegevoegde waarde is niet één allesomvattende norm, maar een samenhangend stelsel van open, onderling afgestemde afspraken over taal, prestaties, interfaces, data, kwaliteitsborging, uitvraag en beheer. Daarmee kan de stap worden gemaakt van losse pilots naar sectorbrede toepassing. De totstandkoming van NTA 8230-1, NTA 8230-3, NTA 8230-4, NTA 8233 en het bijna definitieve concept NTA 8786 laat zien dat dit portfolio al gedeeltelijk in concrete normproducten is gerealiseerd.

De actuele versie van 'Scenario's voor circulaire industrialisatie' is geen voorgeschreven route, maar een denk- en gesprekshulpmiddel waarmee partijen zelf routes naar 2050 kunnen uitzetten. De scenario-uitwerking verbindt de gecombineerde opgave 'meer, sneller én anders' aan vijf spanningen, vier circulaire strategieën, een definitie en vijf principes van industrialisatie, vier kernkarakteristieken van een geïndustrialiseerde sector, lopende activiteiten, de opschalingskloof en drie mogelijke toekomstbeelden. De NEN-stukken zijn grotendeels vóór deze versie opgesteld en zijn daarom retrospectief gekoppeld op functie, behoefte en beoogde impact [S1].

- De georganiseerde bouwmachine vraagt vooral om open afspraken over begrippen, grids, maatvoering, interfaces, verbindingen, functiedecompositie, digitale objecten, prestatie-eisen, certificering en seriematige uitvraag.
- De slimme materiaalketen vraagt vooral om uniforme gegevens, identificatie, classificatie, LCA/MKI/MPG-data, materiaal-, product- en gebouwpaspoorten en interoperabele digitale standaarden.

- De adaptieve hergebruiksector vraagt vooral om ontwerp voor demontage en remontage, kwaliteitscategorieën, test- en beoordelingsmethoden, garanties, risicodeling, certificering en betrouwbare stock- en paspoortdata.
- De 'gap' is de opschalingskloof tussen activiteiten en pilots van vandaag en brede toepassing. Zij wordt niet alleen veroorzaakt door ontbrekende techniek. Uit de NEN-bronnen blijken ook discontinuïteit van vraag, financieringsrisico, versnipperde regels, beperkte kennis, cultuur en onvoldoende bruikbare standaarden. Normalisatie reduceert onzekerheid en transactiekosten, maar vervangt geen beleid, vraagbundeling of investeringen.
- De acht interviews laten een consistent beeld zien: industrialisatie is geen synoniem voor prefab of een fabriek, maar een systeemverandering van projectmatig naar procesmatig werken. Voorspelbare vraag, beheersbare variatie, open interfaces, digitale informatie, lifecyclewaarde, risicodeling en implementatieondersteuning zijn gezamenlijke randvoorwaarden [I1-I8].
- Voor industrieel bouwen is geen draagvlak gebleken voor één brede NTA die industrieel én toekomstbestendig bouwen integraal afdekt. Wel is er breed draagvlak voor een modulair portfolio: een horizontaal begrippen- en interfacekader, aangevuld met verticale toepassingsdocumenten en bestaande initiatieven.
- De 2026-publicaties NTA 8230-1, NTA 8230-3, NTA 8230-4 en NTA 8233, plus het bijna definitieve concept NTA 8786, vormen concrete resultaatsbewijzen. Zij vertalen eerder benoemde behoeften naar een horizontale basis voor biobased bouwen en verticale afspraken voor plaatmaterialen, biocomposieten, circulaire gevels en modulaire/remontabele bruggen [S11-S15].
- IFD is binnen de GWW een belangrijk onderwerp van industrialisatie. De projectanalyse positioneert IFD als productiviteits- en circulariteitsmaatregel voor een grote, gedifferentieerde vernieuwingsopgave en voor de hele levenscyclus. De interviews voegen toe dat IFD pas schaalbaar wordt wanneer vraag, ontwerp en keten in samenhang worden georganiseerd [S10][I1][I4][I6-I8].

Het voorgestelde vervolg bestaat uit een permanente stelsel- en gapfunctie, een regiegroep voor industrialisatie en materialen, een adaptief normalisatieportfolio, digitale ontsluiting, toepassingspilots, uitvraagteksten, kennisoverdracht en actieve Europese/mondiale positionering. Gesprekken met opschalingsketens over de scenario's worden daarbij gebruikt als vaste intake: overeenkomsten, verschillen en benodigde veranderingen worden vertaald naar kennisvragen, markt- en governancevraagstukken of concrete normalisatiebehoeften [S16].

1. Aanleiding, doel en afbakening

1.1 Aanleiding

Binnen het onderdeel Industrialisatie en Materialen van het consortium Ecosysteem van NGF-TBL zijn drie scenario's voor een circulaire en geïndustrialiseerde bouw- en infrasector in 2050 ontwikkeld. Het actuele rapport en de visualisatie reiken bouwstenen aan waarmee opdrachtgevers, marktpartijen, kennisinstellingen en beleidsmakers zelf routes kunnen uitstippelen; zij schrijven geen route voor. NEN heeft als partner eerder interviews gehouden, desk research uitgevoerd en de uitkomsten vertaald in memo's met concrete voorstellen. Omdat deze stukken grotendeels vóór de actuele scenarioversie liggen, is een afzonderlijke verantwoording nodig die zichtbaar maakt hoe de NEN-opbrengsten aansluiten [S1].

1.2 Doel

Dit document beantwoordt vijf vragen:

- Welke aspecten van standaardisatie en normalisatie zijn per bouwsteen en toekomstbeeld van belang?
- Welke normen, standaarden, richtlijnen, afsprakenstelsels en beleidskaders zijn gerelateerd?
- Welke kennis en behoeften zijn via interviews, sessies, desk research en memo's opgehaald?
- Welke vervolgstappen zijn nodig om het werken met de scenario's en het zelf uitzetten van routes via een samenhangend normalisatiewerkprogramma te ondersteunen?
- Welke concrete NTA's zijn uit de opgehaalde behoeften voortgekomen, hoe zijn zij tot stand gekomen en wat tonen zij aan over de uitvoering van de zeven pijlers?

1.3 Afbakening en rol van NEN

De reikwijdte omvat zowel gebouwen als infrastructuur en bestrijkt industrialisatie, circulair en biobased materiaalgebruik, digitalisering, hergebruik en IFD. NEN is daarbij systeempartner: NEN faciliteert het proces waarin belanghebbenden afspraken vastleggen, onderhoudt verbindingen met nationale en internationale normalisatie en bewaakt samenhang. De inhoudelijke keuzes blijven eigendom van de betrokken stakeholders en normcommissies. De in 2026 gepubliceerde NTA's worden als resultaatsbewijs gebruikt: zij tonen hoe een deel van de eerder opgehaalde behoeften is vertaald naar formele afspraken en toepassingskaders.

Wat normalisatie wel en niet doet
Normalisatie kan eenduidigheid, aantoonbaarheid, interoperabiliteit, vertrouwen en schaalbaarheid creëren. Zij kan echter niet zelfstandig zorgen voor een continue opdrachtenstroom, investeringskapitaal, vergunningverlening, grondposities of cultuurverandering. Die randvoorwaarden vragen aanvullend beleid en marktcoördinatie. De nieuwe NTA-resultaten bevestigen die grens: NTA 8233 organiseert niet de markt voor hergebruik of de financiële restwaarde, en NTA 8786 vervangt niet het projectgebonden constructieve ontwerp en de veiligheidsverantwoording.

1.4 Standaardisatie en normalisatie

In dit document wordt "standaardisatie" gebruikt als overkoepelende term voor het maken en toepassen van afspraken. "Normalisatie" betreft het formele proces onder begeleiding van NEN, CEN-CENELEC of ISO/IEC dat kan leiden tot een NTA, NEN-norm, Europese norm of ander normproduct. Marktstandaarden, BRL's, richtlijnen, afsprakenstelsels en beleidskaders maken eveneens deel uit van het relevante stelsel [S2, p. 21-25].

2. Aanpak, chronologie en bronbasis

2.1 Chronologie

Moment	Bron/product	Betekenis voor dit document	Code
2 juli-17 december 2024	Acht expertinterviews over industrialisatie, materialen, digitalisering, IFD, ketens en opschaling	Levert de kwalitatieve praktijkbasis voor de synthese en maakt onderscheid zichtbaar tussen vraag-, ontwerp-, keten-, data- en adoptievraagstukken.	[I1-I8]
30 augustus 2024	Normalisatiestrategie en werkprogramma's NGF-TBL Gebouwen	Formuleert doel, samenhangend stelsel en zeven pijlers; inventariseert behoeften voor circulair, biobased en digitaal bouwen.	[S2]
15 november 2024	One-pagers Industrialisatie en Materialen, V0.2	Bundelt interviews en kennissessies per stakeholdergroep; identificeert belemmeringen, versnellers en standaardisatiebehoeften.	[S3]
6 januari 2025	Memo optie NTA Industrieel én Toekomstbestendig Bouwen	Verkent een brede NTA als verbindend en adaptief vehikel.	[S5]
7 maart 2025	Memo Verkenning standaardisatiebehoeften industrieel bouwen	Actualiseert de verkenning: geen brede gecombineerde NTA, wel behoefte aan definities, grids, verbindingen en breed toepasbare concepten.	[S6]
mei 2025	Actualisatie IFD-NTA's	Actualisatie en harmonisatie NTA 8085, NTA 8086 en NTA 8089.	[S9]
2 april 2026	Interactieve sessies IFD / NTA 8085 en NTA 8089	Haalt concrete verbeter- en adoptiebehoeften op voor IFD-documenten.	[S7][S8]
maart 2026	NTA 8230-1:2026 - Terminologie en bepalingsmethode biobased gehalte	Realiseert de eerder benoemde behoefte aan eenduidige begrippen, bepalingsmethoden en transparante communicatie over biobased gehalte.	[S11]
24 maart 2026	Projectplan IFD in de GWW, versie 8.0 - inleiding en analyse	Onderbouwt maatschappelijke urgentie, lifecyclewaarde, diversiteit van de vernieuwingsopgave en noodzaak van brede toepassing. Plan is nog in ontwikkeling.	[S10]
april 2026	NTA 8230-3:2026 en NTA 8230-4:2026	Vertalen het horizontale biobased kader naar verticale afspraken voor plaatmaterialen en biocomposieten, inclusief prestaties, testen, CE-markering, productie en kwaliteitsborging.	[S12][S13]
juni 2026	NTA 8233:2026 - Circulaire gevels	Legt kennis van de Circulaire Geveleconomie vast voor levensduurverlenging, hergebruik/herproduceren, recycling en circulair ontwerp en faciliteert industriële vervaardiging.	[S14]
augustus 2026	NTA 8786:2026 - Modulaire en remontabele brug voor fietsers en voetgangers	Expliciet binnen NGF-TBL ontwikkeld als open, modulair en remontabel brugsysteem; toepassing wordt via een pilot beproefd en kan daarna worden geactualiseerd.	[S15]

Moment	Bron/product	Betekenis voor dit document	Code
5 augustus 2026	Scenario's voor circulaire industrialisatie, rapport v0.8 en definitieve visualisatie	Actualiseert terminologie en ordening: gecombineerde opgave, vijf spanningen, vier circulaire strategieën, vijf principes, vier kernkarakteristieken, activiteiten, gap, drie toekomstbeelden en het zelf uitzetten van routes.	[S1]

2.2 Werkwijze voor de koppeling

De koppeling is uitgevoerd in zes stappen:

- Het actuele scenariorapport en de definitieve visualisatie zijn ontleed in opgave, doelen en spanningen, circulaire strategieën, industrialisatieprincipes, kernkarakteristieken, activiteiten, opschalingskloof, drie toekomstbeelden en het zelf uitzetten van routes.
- Uit elk NEN-stuk zijn expliciete behoeften, conclusies en voorstellen geselecteerd.
- Per bouwsteen en toekomstbeeld is beoordeeld welke normalisatiefunctie relevant is: taal, prestatie, methode, interface, data, kwaliteitsborging, uitvraag of governance.
- De bevindingen zijn gekoppeld aan relevante normen en standaarden en aan de zeven pijlers.
- Gaps zijn benoemd waar de bronbasis nog geen specifieke behoefte bevat, waar de actuele scenarioversie nieuwe bouwstenen introduceert of waar actualisatie nodig is.
- De in 2026 verschenen NTA's zijn gebruikt als resultaatscontrole: is de opgehaalde behoefte aantoonbaar in een formeel normproduct, toepassingskader of pilot terechtgekomen?

2.3 Interviews: bron en synthese

Voor deze herziening zijn acht afzonderlijke interviewdocumenten uit 2024 opnieuw geanalyseerd. De gesprekspartners vertegenwoordigen infrastructuur, woningbouw en renovatie, materialen, regionale ketenregie, ingenieursbureaus, TNO en TU Delft. De documenten zijn gespreks- en werknotities en geen geautoriseerde woordelijke verslagen. De verantwoording gebruikt daarom een thematische, kwalitatieve synthese: terugkerende patronen wegen zwaarder dan eenmalige uitspraken en normatieve voorstellen blijven onderwerp van stakeholdervalidatie. Het overzicht van de gehouden interviews staat in bijlage A; de verslagen zelf zijn niet opgenomen [I1-I8].

Terugkerend inzicht	Samenvatting uit de interviews	Betekenis voor scenario's en normalisatie	Pijlers
Industrialisatie als systeemverandering	Industrialisatie is meer dan prefabproductie of een overkapte bouwplaats. Nodig is een verschuiving van projectmatig naar procesmatig werken, met een functionerend ecosysteem, heldere rollen en een geïntegreerde product-dienst- of waardeketen.	Leg behalve productkenmerken ook functies, processen, rollen, overdrachten, interfaces en informatie-eisen vast. Verbind technische standaardisatie met keten- en uitvraagafspraken.	P2-P5, P7
Voorspelbare en gebundelde vraag	Voorinvesteringen in fabrieken, productielijnen en biobased ketens vragen stabiele volumes, seriematige uitvraag, portfolio's en afnamezekerheid. Zonder vraagcontinuïteit blijft industrialisatie een pilot.	Ontwikkel referentie-uitvragen, productfamilies en maatklassen, portfolio- en volumecriteria en contract-/risicoafspraken. Normalisatie ondersteunt, maar creëert de vraag niet.	P2, P3, P5
Beheersbare variatie en open standaarden	De sector wil ontwerpvrijheid behouden. De kans ligt in een gestandaardiseerd geraamte met configureerbare varianten, open grids, functies en interfaces. Gesloten bedrijfseigen standaarden en een te vroeg vastgelegd dominant ontwerp remmen uitwisselbaarheid.	Kies een horizontaal open kader met verticale toepassingsprofielen en pas adaptieve normalisatie toe, zodat leren en innovatie mogelijk blijven.	P1, P3, P5, P6
Digitalisering als voorwaarde	Parametrisch ontwerpen, digitale opname van bestaand areaal, paspoorten, assetdata en frequente gegevensuitwisseling zijn voorwaarden voor industriële productie, onderhoud en hergebruik. Data hebben ook economische waarde.	Harmoniseer semantiek, identifiers, functies, datakwaliteit en interoperabiliteit; ontsluit relevante norminhoud machineleesbaar en koppel aan BIM, assetmanagement en DPP.	P1, P4, P5, P7
Materialen en levenscyclus	Ontwerpen moet rekening houden met wat beschikbaar of geoogst is, met materiaalneutrale functionaliteit, levensduur, meerdere gebruikscycli, onderhoud en demontage. Biobased materialen bieden kansen, maar vragen prestatiebewijs en passende classificatie.	Ontwikkel test- en rekenmethoden, kwaliteitsklassen, restprestatie, LCA/MKI/MPG-data, materiaalpaspoorten en eisen voor demontage en remontage.	P1, P4-P7
Businesscase, risico en kwaliteitsborging	Hoge voorinvesteringen, transactiekosten, verdeelde bouw- en onderhoudsbudgetten en onzekerheid over kwaliteit van hergebruik vragen andere businessmodellen, garanties, verzekeringen en duidelijke verantwoordelijkheden.	Standaardiseer bewijslast, inspectie, certificering, garantie, risicodeling, aansprakelijkheid en lifecycle-beslisregels; betrek financiers en verzekeraars.	P2-P5

Terugkerend inzicht	Samenvatting uit de interviews	Betekenis voor scenario's en normalisatie	Pijlers
Adoptie, leren en governance	Een uniek-projectcultuur, weerstand, beperkte capaciteit bij MKB en kleinere beheerders en gebrek aan begeleiding na publicatie remmen toepassing. Living labs, open leeromgevingen, onderwijs en goede voorbeelden zijn essentieel.	Combineer normontwikkeling met toepassingsgidsen, pilots, trainingen, helpdesk, feedbackcyclus, representatieve governance en internationale en regionale kennisuitwisseling.	P2-P7

De synthese bevestigt dat alle zeven pijlers van de normalisatiestrategie (zie hoofdstuk 3) functioneel nodig zijn. Pijler 5 - het normproduct zelf - is onvoldoende zonder vroegtijdige betrokkenheid, samenwerking, kennisuitwisseling, digitaal gebruik, internationale afstemming en structureel overzicht over het stelsel.

3. Doel en zeven pijlers van de normalisatiestrategie

3.1 Doel: een samenhangend stelsel van regels en afspraken

Het doel van de normalisatiestrategie is te komen tot optimaal op elkaar afgestemde normen, afspraken en wet- en regelgeving die transparantie, eenduidigheid en duidelijkheid bieden aan alle partijen in de ketens die bijdragen aan een toekomstbestendige leefomgeving. Samenhang betekent: geen tegenstrijdigheden, zo min mogelijk onnodige overlap en geen relevante gaps [S2, p. 25].

Voor de scenario's betekent dit dat NEN niet uitsluitend afzonderlijke normen koppelt aan afzonderlijke toekomstbeelden. NEN voegt een horizontale 'afsprakenlaag' toe die de scenario's, kernkarakteristieken, activiteiten en routevorming met elkaar verbindt. Deze laag ondersteunt aantoonbaarheid, vertrouwen, uitwisselbaarheid en opschaling.

Figuur 6 - Pijlers normalisatiestrategie NGF-TBL Gebouwen



De zeven pijlers van de normalisatiestrategie NGF-TBL Bron: Normalisatiestrategie NGF-TBL Gebouwen, figuur 6 [S2, p. 26].

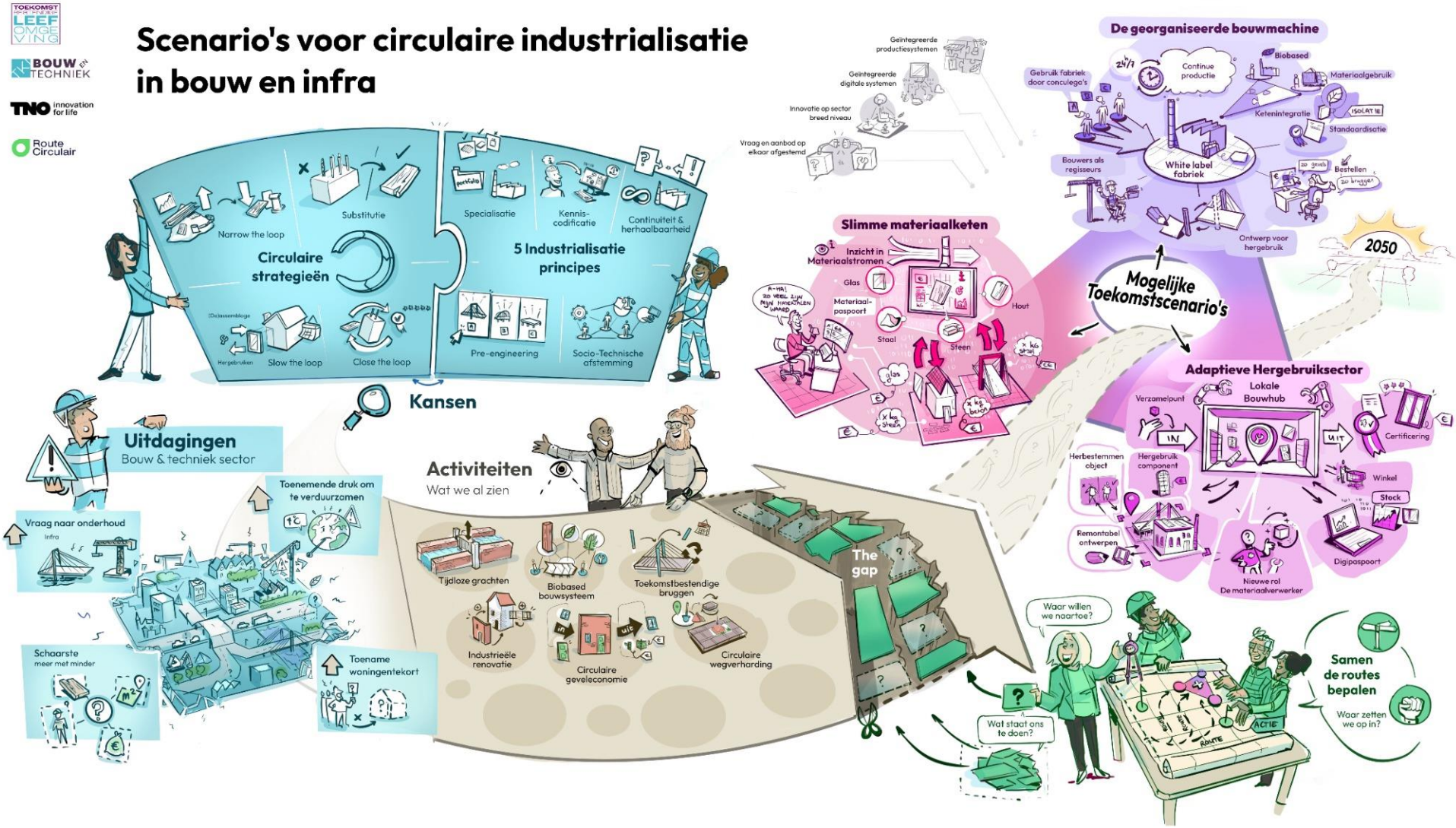
3.2 Toepassing van de zeven pijlers in deze verantwoording

Pijler	Gebruik in dit document
P1. Overzicht houden over het stelsel	Actueel normen- en standaardenlandschap, relaties, overlaps, tegenstrijdigheden en gaps zichtbaar maken; statusbeheer organiseren.
P2. Vroegtijdig betrokken zijn	Aansluiten bij pilots, ontwerpkeuzes en programma's voordat oplossingen zijn vastgezet; expliciete en latente behoeften ophalen.
P3. Samenwerken met bestaande initiatieven	NGF-TBL, HNN, NABB/Building Balance, digiGO, Lenteakkoord, SEB, CROW, KOMO, branches en opdrachtgevers verbinden.
P4. Kennisuitwisseling stimuleren	Interviews, kennissessies, onderzoek, gebruikservaringen, good practices en onderwijs verbinden met normontwikkeling.
P5. (Adaptief) normaliseren	Vroeg afspraken vastleggen in een passend product, leren via pilots en gebruikersfeedback en vervolgens actualiseren of opschalen.
P6. Internationale positie benutten	Europese en mondiale ontwikkelingen volgen, Nederlandse behoeften inbrengen en nationale innovaties voorbereiden op internationale opschaling.
P7. Bijdragen aan digitale transformatie	Normen en data machineleesbaar, interoperabel en herbruikbaar maken; digitale paspoorten, linked data en ketenintegratie ondersteunen.

> **Belangrijk**
> Alleen pijler 5 betreft de feitelijke ontwikkeling van een normproduct. De andere pijlers zijn nodig om te bepalen wát moet worden genormaliseerd, met wie, op welk moment, op basis van welke kennis en hoe de uitkomst wordt toegepast en beheerd.

Adaptieve normalisatie is daarbij de werkwijze om nieuwe kennis en inzichten snel en stapsgewijs te vertalen naar passende afsprakenproducten, bijvoorbeeld een NTA, en bestaande producten tijdig aan te passen. Een regiegroep helpt overzicht houden over het totale stelsel en identificeert en prioriteert gaps; normcommissies en projectgroepen werken inhoudelijke onderwerpen binnen een afgebakende scope uit [S2][S16].

4. De scenario’s voor circulaire industrialisatie als verantwoordingskader



Overzicht van de actuele visualisatie die in dit document als ordenend kader wordt gebruikt. Bron: [S1].

4.1 Leeswijzer: scenario’s als gesprekshulpmiddel

Onderdeel scenario-uitwerking	Normalisatievraag
Opgave en uitdagingen	Welke onzekerheden, schaarstes en maatschappelijke doelen vragen om eenduidige afspraken?
Doelen en vijf spanningen	Waar botsen snelheid, risico, betaalbaarheid, klimaat- en grondstofdoelen en project- versus systeemoptimalisatie, en welke afspraken verminderen die fricties?
Vier circulaire strategieën	Welke eisen, methoden en data maken narrow, substitutie, slow en close the loop aantoonbaar en schaalbaar?
Definitie en vijf industrialisatieprincipes	Welke kennis moet worden gecodificeerd en welke producten, processen, rollen en verantwoordelijkheden moeten herhaalbaar worden?
Vier kernkarakteristieken	Welke afspraken ondersteunen vraag-aanbodafstemming, sectorbreed leren, geïntegreerde digitale systemen en geïntegreerde productiesystemen?
Activiteiten	Welke pilots en ketens leveren kennis en gebruikservaringen die adaptief kunnen worden vastgelegd?
The gap	Welke belemmeringen verhinderen de stap van pilots naar het peloton en welke afspraken verminderen die belemmeringen?
Drie beelden van 2050	Welke volwassen afsprakenstelsels zijn per toekomstbeeld nodig en welke scenario-overstijgende basis is gemeenschappelijk?
Zelf routes uitzetten naar 2050	Welke governance, prioritering, monitoring en feedbackcyclus zijn nodig om scenario-dialogen te vertalen naar acties en bijsturing?

De toekomstbeelden zijn geen voorspellingen en leggen geen route vast. Partijen kunnen het met beelden eens of oneens zijn, erop voortbouwen, ze aanpassen en vooral bespreken wat in hun keten vanaf vandaag moet veranderen om gewenste onderdelen waar te maken. Het verantwoordingsdocument gebruikt de scenario’s daarom als ordenings- en dialoogkader [S1].

4.2 Positie van NEN ten opzichte van de scenario’s

NEN is ten opzichte van de scenario’s vooral een horizontale en verbindende partij. De NEN-bijdrage zit in de afspraken die tussen projecten, ketens, digitale systemen, opdrachtgevers en marktpartijen nodig zijn. De drie toekomstbeelden kunnen naast elkaar bestaan of naar elkaar toegroeien. Juist daarom moeten afspraken zo veel mogelijk open, prestatiegericht, materiaalneutraal, interoperabel en adaptief beheerd zijn.

5. Koppeling van NEN-opbrengsten aan de scenario's en bouwstenen

5.1 Opgave, doelen en vijf spanningen



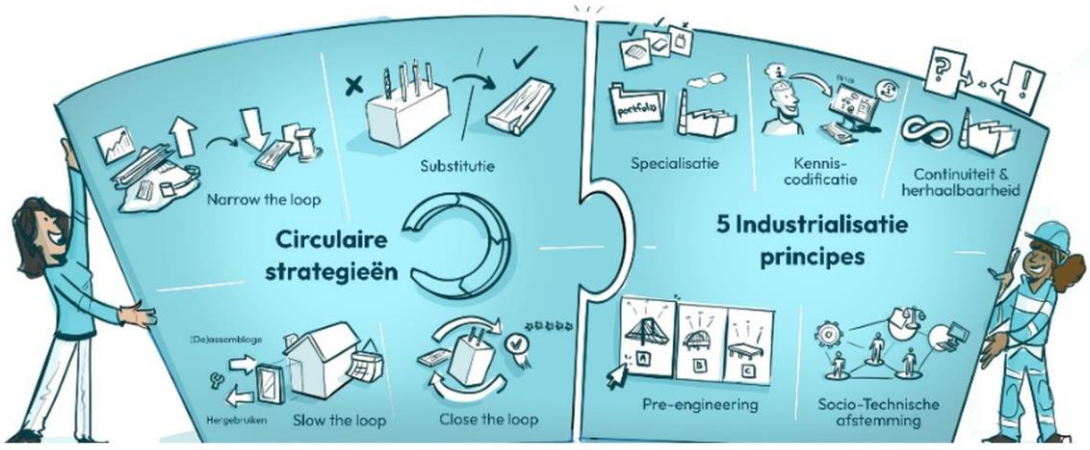
Opgave en uitdagingen in de actuele visualisatie. Bron: [S1].

Opgave / spanning	Opgehaalde NEN-kennis	Rol van standaardisatie	Gerelateerde afspraken	Pijlers
Vraag naar onderhoud (infra)	Digitalisering kan onderhoud voorspelbaar maken; IFD ondersteunt assetmanagement en beschikbaarheid; behoefte aan uniforme functies, toestanden, interfaces en assetdata [S3][S7][S8].	Standaardiseer object- en functiedecompositie, conditie- en onderhoudsinformatie, interfaces, failure modes en overdracht over de levenscyclus.	NEN 2767; NEN 3610/IMBOR; NEN-EN-ISO 19650; NTA 8085/8086/8089; DSGO.	P1, P2, P4, P5, P7
Schaarste: meer bouwen met minder	Bronnen noemen arbeidsbesparing, minder materiaalverlies, monomaterialen, standaardonderdelen, hergebruik en vraagbundeling [S3][S4][S6].	Maak prestaties en kwaliteit vergelijkbaar; standaardiseer componentfamilies en interfaces; ondersteun hergebruik en efficiënte productie.	HNN; CB'23; NTA 8713; IFD-NTA's; LCA/MKI/MPG-afspraken.	P1-P5, P7
Toenemende druk om te verduurzamen	NEN-bronnen vragen om LCA, MKI/MPG, materiaalpaspoorten, minimale prestaties en bepalingsmethoden voor biobased en circulaire producten [S2][S3].	Harmoniseer methoden, data en prestatie-eisen; voorkom dat duurzaamheid per opdrachtgever anders wordt geïnterpreteerd.	NMD-bepalingsmethode; NEN-EN 15978; ISO 14040/14044; biobased EN-normen; HNN.	P1, P3-P7
Toename woningentekort	Industrialisatie kan snelheid en productiviteit vergroten, mits vraag continu is, projecten worden gebundeld en standaardisatie ontwerpvrijheid behoudt [S3][S4][S6].	Ontwikkel begrippen, grids, verbindingen, conceptfamilies, digitale uitwisseling, referentie-uitvragen en conformiteitsroutes.	Mogelijk horizontaal afsprakenkader industrieel bouwen; ISO 19650; NEN 2660; STABU/ETIM/DICO; BRL/EAD/hEN.	P2-P5, P7

Opgave / spanning	Opgehaalde NEN-kennis	Rol van standaardisatie	Gerelateerde afspraken	Pijlers
Spanning 1: snelheid en schaal ↔ zorgvuldigheid en voorbereiding	Hergebruik vraagt inventarisatie, selectieve demontage, opslag, kwaliteitsbewijs en nieuwe ketenschakels; snelheid vraagt voorspelbare processen [S1][I2][I8].	Standaardiseer opname, demontage, logistiek, kwaliteitsklassen, bewijsvoering en minimale datasets zodat voorbereiding herhaalbaar wordt.	NTA 8233; NTA 8713; NEN 2767; DPP/paspoorten; IFD-afspraken.	P2-P5, P7
Spanning 2: voorspelbaarheid en risicobeheersing ↔ onzekerheid en leerproces	Circulaire en biobased oplossingen vragen leren terwijl projecten op zekerheid, planning en kwaliteit worden gestuurd [S1][I3][I8].	Gebruik prestatiegerichte eisen, test- en beoordelingsmethoden, pilots, tijdelijke normproducten en een vaste feedbackcyclus.	NTA/NEN Spec; BRL/EAD/ETA; productnormen; living labs.	P2-P6
Spanning 3: betaalbaarheid korte termijn ↔ waarde lange termijn en ketenniveau	Kosten van voorbereiding en demontage vallen vaak in een ander project of bij een andere partij dan de toekomstige baten [S1][I2][I4][I6].	Leg lifecycledata, restprestatie, restwaarde, garanties, risico- en verantwoordelijkheidsverdeling en beslisregels eenduidig vast.	LCA/MKI/MPG; HNN; contract- en verzekeringsafspraken; paspoorten.	P2-P5, P7
Spanning 4: korte-termijn-CO_2-reductie ↔ langetermijngrondstoffengebruik	Snelle emissiereductie kan extra materiaalvraag en moeilijk herbruikbare oplossingen veroorzaken [S1][I2][I8].	Harmoniseer whole-life-afwegingen voor CO_2, materiaalgebruik, levensduur, herbruikbaarheid en leveringszekerheid.	NMD; NEN-EN 15978; ISO 14040/14044; NTA 8230-reeks; HNN.	P1, P3-P7
Spanning 5: projectoptimalisatie ↔ systeemoptimalisatie	Projectbudgetten en risico's sturen keuzes, terwijl circulariteit over projecten, portfolio's en levenscycli moet worden geoptimaliseerd [S1][I1][I4][I7].	Ontwikkel portfolio- en areaalafspraken, open interfaces, gedeelde data, referentie-uitvragen en governance voor projectoverstijgende keuzes.	IFD; DSGO; NEN 2660; ISO 19650; markt- en inkoopafspraken.	P1-P5, P7

Het scenariorapport scherpt de vier zichtbare uitdagingen aan tot een systeemopgave: woningbouw, renovatie, verduurzaming en vervanging moeten tegelijk worden gerealiseerd onder schaarste aan mensen, grondstoffen en ruimte. Vijf spanningen maken vervolgens zichtbaar waar snelheid, betaalbaarheid, productiviteit en circulariteit elkaar raken of tegenwerken. Normalisatie kan deze spanningen niet opheffen, maar wel onzekerheid, interpretatieverschillen en transactiekosten verminderen [S1].

5.2 Kansen: vier circulaire strategieën



Vier circulaire strategieën en vijf industrialisatieprincipes in de actuele scenario-uitwerking. Bron: [S1].

Strategie	Betekenis binnen de scenario-uitwerking	Normalisatieopgave
Narrow the loop	Minder primaire grondstoffen en afval door efficiënte dimensionering, industriële productie, LCA-sturing en herhaalbare componentfamilies.	Rekenmethoden, meeteenheden, materiaal-efficiëntie, sample- en kwaliteitsborging.
Substitutie	Inzet van materialen met lagere milieu-impact, waaronder biobased en bio-verrijkte materialen, waar technisch passend.	Materiaalneutrale prestatie-eisen; definities; biobased gehalte; testmethoden; levensduur en brandveiligheid.

Strategie	Betekenis binnen de scenario-uitwerking	Normalisatieopgave
Slow the loop	Levensduurverlenging, onderhoudbaarheid, adaptiviteit en reparatie.	Duurzaamheids- en conditiemethoden, functies, onderhoudsdata, vervangbaarheid, remontabel ontwerp.
Close the loop	Hergebruik, hoogwaardige recycling en retourstromen.	Paspoorten, kwaliteit van hergebruikte producten, oogstdata, eindelevensduurscenario's, certificering en garanties.
Ontwerp voor (de)assemblage (ondersteunende ontwerpconditie)	Ontwerpen zodat onderdelen veilig kunnen worden gemonteerd, onderhouden, gedemonteerd en opnieuw gebruikt; ondersteunt vooral slow en close the loop.	Gestandaardiseerde interfaces, verbindingen, maatvoering, toleranties en montage-/demontage-informatie; IFD als voorbeeld.

Het actuele rapport onderscheidt narrow the loop, substitutie, slow the loop en close the loop. Ontwerp voor montage, demontage en remontage is geen afzonderlijke vijfde strategie, maar een belangrijke ontwerpconditie die vooral slow en close the loop ondersteunt. De normalisatieopgave is per strategie verschillend, maar vraagt steeds om eenduidige prestaties, methoden, data en bewijsvoering [S1].

5.3 Industrialisatie: systeemverandering, vijf principes en vier kernkarakteristieken

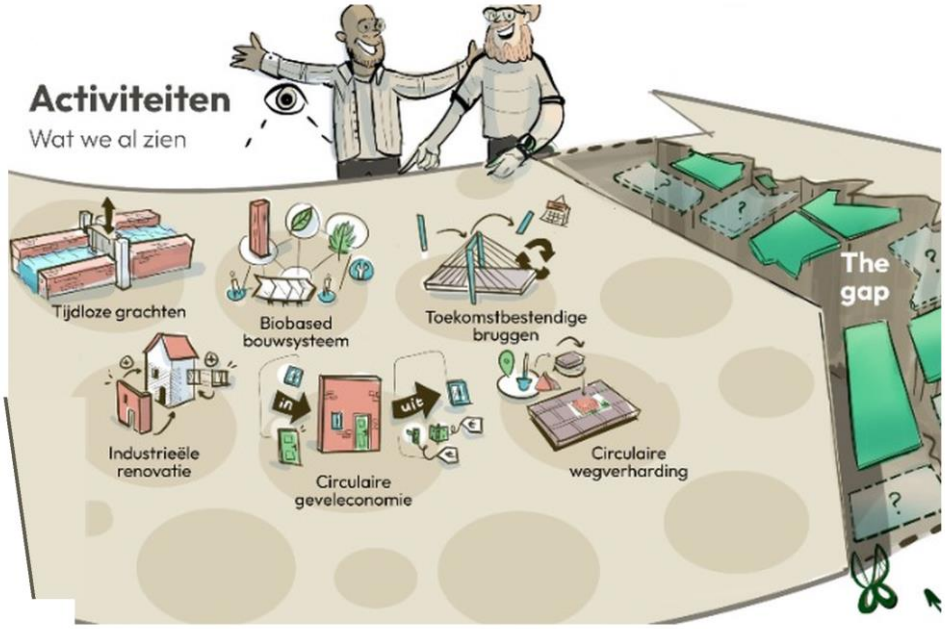
Principe / kernkarakteristiek	Initiële NEN-duiding	Eventueel benodigde afspraken
Continuïteit en herhaalbaarheid	De businesscase van productiecapaciteit vraagt om voorspelbare vraag en herhaalbare producten en processen.	Standaarddimensies en prestaties, referentie-uitvragen, productfamilies, certificering en feedback op gebruik.
Specialisatie	Specialisatie werkt alleen wanneer rollen, levergrenzen, verantwoordelijkheden en interfaces eenduidig zijn.	Modulaire decompositie, interface control documents, conformiteitsafspraken, rol- en verantwoordelijkheidsmodellen.
Kennis-codificatie	Kennis moet overdraagbaar zijn van experts en pilots naar ontwerp, productie, montage, beheer en onderwijs.	Termen, definities, functionele beschrijvingen, eisen, bepalingsmethoden, ontwerprichtlijnen en digitale objectbibliotheken.
Pre-engineering	Vooraf uitgewerkte modules en processen verkorten doorlooptijd, maar mogen niet leiden tot gesloten leverancierssystemen.	Open grids, interfaces, verbindingen, ontwerpfasen, coderingsrichtlijnen, prestatiegerichte eisen en parametrische data.
Socio-technische afstemming	Industrialisatie is ook een organisatie- en cultuurverandering tussen overheid, markt, kennisinstellingen, financiers en gebruikers.	Regiegroep, consensusproces, contract- en risicokaders, opleiding, uitvraagteksten en een beheer- en actualisatiecyclus.
Kernkarakteristiek: vraag-aanbodafstemming	Structurele afstemming op functionele eisen, typologieën, productplatforms en betrouwbare vraagprognoses maakt continuïteit en minder maatwerk mogelijk.	Functionele uitvraag, portfolio- en volumecriteria, productfamilies, configuratieregels en gestandaardiseerde interfaces.
Kernkarakteristiek: sectorbrede innovatie, kennisontwikkeling en optimalisatie	Herhaalbare volumes, data, KPI's en gedeeld leren maken continue verbetering over projecten en organisaties mogelijk.	Open sectorstandaarden, gedeelde KPI-definities, innovatieplatforms, PDCA-/feedbackcycli en afspraken over kennisdeling.
Kernkarakteristiek: geïntegreerde digitale systemen	Data, systemen en processen worden via open standaarden, gedeelde bronnen en levenscyclusbrede informatie-uitwisseling verbonden.	Semantiek, identifiers, datakwaliteit, data spaces, FAIR-repositories, DPP, BIM/GIS/MBSE-koppelingen en machineleesbare norminhoud.
Kernkarakteristiek: geïntegreerde productiesystemen	Productie, logistiek en configuratie functioneren als één schaalbaar en flexibel systeem, inclusief gedeelde en white-label productie.	Productplatform- en logistieke interfaces, orderdata, configuratieregels, kwaliteitsborging en ontwerp voor productie en hergebruik.

Het actuele rapport definieert industrialisatie als een reorganisatie van (delen van) de bouw- en techniekssector die het projectmatige en vraaggedreven karakter vermindert, procesgerichte technologieën

structureel toepasbaar maakt, schaalvoordelen realiseert, transactiekosten verlaagt en duurzame productiviteitsgroei mogelijk maakt. Daarmee is industrialisatie nadrukkelijk meer dan prefab of productie in een fabriek [S1].

De interviews bevestigen deze systeembenadering. Specialisatie en pre-engineering leiden pas tot industrialisatie wanneer ook vraag, aanbod, processen, data, rollen en ketens zijn georganiseerd. De vijf principes beschrijven de veranderlogica; de vier kernkarakteristieken beschrijven generieke eigenschappen die in verschillende toekomstbeelden terugkomen: vraag-aanbodafstemming, sectorbrede innovatie en kennisontwikkeling, geïntegreerde digitale systemen en geïntegreerde productiesystemen [S1][I1-I8].

5.4 Activiteiten: wat al zichtbaar is



Activiteiten van vandaag en de opschalingskloof. Bron: [S1].

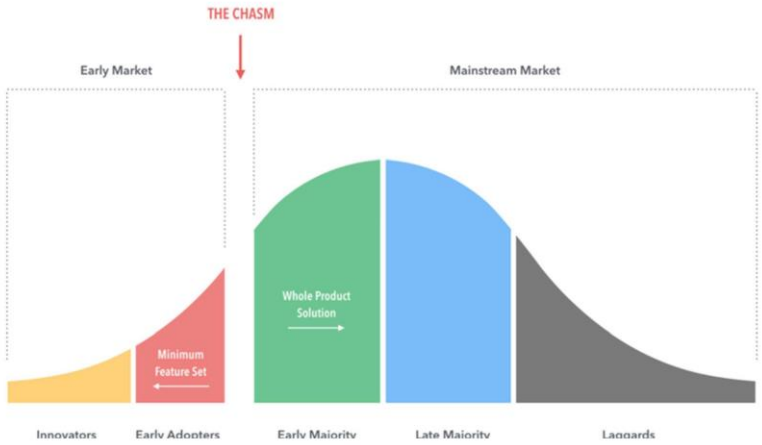
Activiteit	Onderbouwing vanuit NEN-bronnen	NEN-koppeling	Vervolg
Tijdloze grachten	Afgeleid / nog op te halen	Generieke aansluiting op assetmanagement, conditiemeting, objectdata, onderhoud, circulariteit en lange levensduur. Vastleggen procedures / richtlijnen.	Gerichte intake met projecteigenaren; koppelen aan NEN 2767, IMBOR/DSGO en circulair ontwerpen en aan handboek kademuren.
Biobased bouwsystemen	Direct en gerealiseerd	De eerder benoemde behoeften aan termen, biobased gehalte, plaatmaterialen en biocomposieten zijn vertaald in NTA 8230-1, NTA 8230-3 en NTA 8230-4 [S2][S11-S13].	Toepassing en interpretatie monitoren; koppelen aan productnormen, certificering, NMD/DPP en aanvullende biobased productgroepen.
Toekomstbestendige bruggen	Direct en in ontwikkeling	Doorontwikkeling NTA's IFD aan de hand van cases over modules, raakvlakken, functies, processen, ontwerp en IA&E zijn aangevuld met concept-NTA 8786 voor een open modulair en remontabel fiets- en voetgangersbrugconcept [S7][S8][S15].	Zie hoofdstuk 7; coördineer NTA 8085, 8086, 8089 en 8786, voer de pilots uit en leg leerpunten adaptief vast via doorontwikkeling van de NTA's.
Industriële renovatie	Direct / afgeleid	Standaardcomponenten, grids, verbindingen, parametrisch ontwerp, digitale uitwisseling en product-/conceptcertificering; combinatie van nieuwbouw, renovatie en verduurzaming ondersteunt continuïteit [S3][S4][S6].	Horizontaal afsprakenkader plus verticale conceptprofielen; referentie-uitvraag en feedback uit proeftuinen.
Circulaire geveleconomie	Direct en gerealiseerd	NTA 8233 vertaalt de eerder benoemde behoeften naar een modulair afsprakenkader voor decompositie, levensduurverlenging, hergebruik/herproduceren, recycling, circulair ontwerp, prestaties en vastlegging [S2][S14].	Gebruikservaringen ophalen, digitale gegevensafspraken uitwerken en toekomstige editie NTA afstemmen met CPR, Bbl, CMP, NMD, HNN en certificering.

Activiteit	Onderbouwing vanuit NEN-bronnen	NEN-koppeling	Vervolg
Circulaire wegverharding	Direct / afgeleid	Bio-verrijkt asfalt en beton, MKI/LCA, materiaaldata, kwaliteitsborging en aansluiting op Infra [S2, p. 50-52].	Afstemming Gebouwen-Infra, CROW en productnormcommissies; nationale aanvullingen of referentiewaarden waar passend.

De activiteiten zijn geen volledige projectenlijst, maar voorbeelden die laten zien hoe bouwstenen van de toekomstbeelden nu al in ontwikkeling zijn. Zij leveren praktijkkennis voor adaptieve normalisatie, mits leerpunten projectoverstijgend worden vastgelegd en teruggekoppeld.
De interviews leveren concrete voorbeelden bij de activiteiten: een living lab voor een industriële brug en parametrische ontwerpmodellen; de contingentenaanpak en productconfiguraties voor renovatie; regionale biobased ketens in Friesland; en digitale platforms die transactiekosten verlagen en de waarde van informatie zichtbaar maken [I1][I3][I4][I6][I7].

5.5 De gap: van pilots naar brede toepassing

Figuur 3 - Fasen van een nieuwe markt of transitie



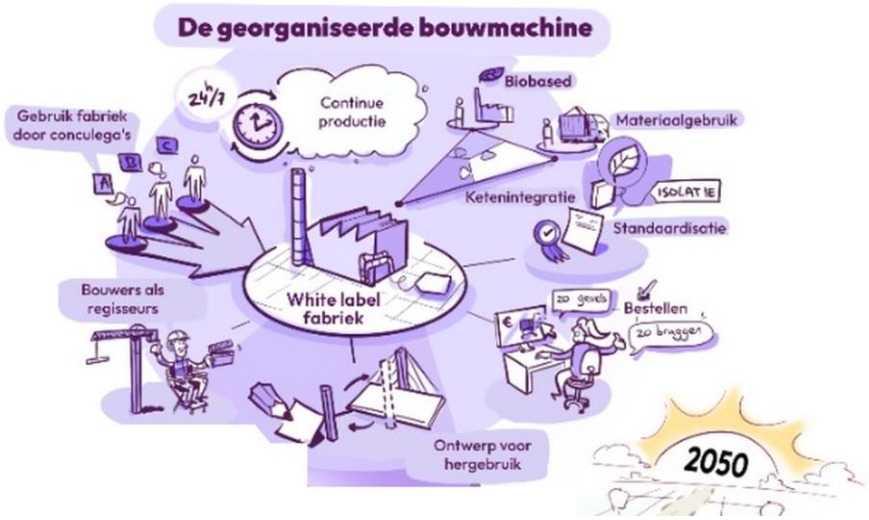
Marktlevenscyclus en de kloof tussen early adopters en de early majority Bron: Normalisatiestrategie NGF-TBL Gebouwen [S2, p. 19].

De 'gap' in de visualisatie verbeeldt de opschalingskloof tussen de activiteiten en pilots van vandaag en sectorbrede toepassing. Zij is geen vast tijdvak of voorgeschreven route. De kloof correspondeert wel met de marktlevenscyclus uit de normalisatiestrategie: in vroege fasen zijn initiatieven, kennis, certificering en data gefragmenteerd, waardoor prestaties moeilijk aantoonbaar zijn en oplossingen per project opnieuw worden ontwikkeld. Normproducten kunnen de kloof helpen overbruggen door eenduidigheid, transparantie, bewijsvoering en vertrouwen te organiseren [S1][S2][S3].

Volgens de interviews bestaat de gap daarnaast uit onvoorspelbare vraag, hoge voorinvesteringen, een cultuur van unieke projecten, gesloten bedrijfseigen standaarden, wisselende digitale volwassenheid, gefragmenteerd kwaliteitsbewijs, onvoldoende ondersteuning na publicatie en een risicoverdeling die leren ontmoedigt. Het overbruggen van de gap vraagt daarom een combinatie van normalisatie, programmatische uitvraag, open leren, kwaliteitsborging en betrokkenheid van financiers en verzekeraars [I1-I8].

- Innovaties en pilots verbinden en generieke kennis onderscheiden van projectspecifieke kennis.
- Termen, prestaties, methoden, interfaces en data vroeg vastleggen in een passend en aanpasbaar afsprakenproduct.
- De afspraken toepassen in meerdere projecten, uitvragen en certificeringsroutes.
- Gebruikservaringen, faaldata en belemmeringen ophalen en het document adaptief verbeteren.
- Afspraken samenvoegen tot een coherent stelsel en waar nodig omzetten naar een NEN-, EN- of ISO-norm.
- Brede digitale toegankelijkheid, opleiding en internationale opschaling organiseren.

5.6 Toekomstbeeld: De Georganiseerde Bouwmachine



Toekomstbeeld "De Georganiseerde Bouwmachine". Bron: [S1].

Dit toekomstbeeld wordt gedomineerd door continuïteit en herhaalbaarheid en door geïntegreerde productiesystemen. Productplatforms, vraagbundeling, gedeelde of white-label productie, ketenintegratie en ontwerp voor productie en hergebruik maken schaal mogelijk. Normalisatie is nodig voor open interfaces, functionele eisen, digitale order- en productdata en aantoonbare prestaties, zodat schaalvoordelen niet leiden tot onnodige lock-in [S1][S3][S6].

De interviews laten zien dat dit niet gelijkstaat aan één centraal fabrieksmodel. Shared, distributed en mobile manufacturing zijn denkbaar, mits een open basis en voorspelbare vraag aanwezig zijn. Het actuele rapport benoemt daarnaast keerzijden: hoge investeringsdrempels, minder lokale flexibiliteit, nieuwe vaardigheden en het risico dat degene die een gesloten standaard bezit de markt domineert. Open consensusstandaarden en adaptief beheer zijn daarom essentieel [S1][I2][I5][I7].

Normalisatiethema	Betekenis voor scenario
Begrippen en scope	Eenduidige definitie van industrieel bouwen, typen industrialisatie en relatie met modulair, conceptueel, prefab, circulair en toekomstbestendig bouwen.
Grids, dimensies en toleranties	Afspraken over rasters, maatvoering en posities van sparingen, leidingen, trapgaten, meterkasten en andere terugkerende elementen.
Interfaces en verbindingen	Open, materiaalneutrale raakvlakken en verbindingen die uitwisselbaarheid en remontage mogelijk maken.
Functies en processen	Uniforme functionele decompositie, ontwerpstadia, kwaliteitsniveaus, coderingsrichtlijnen en overdrachtsmomenten.
Digitale ketenintegratie	Interoperabele productdata, BIM/linked data, orderinformatie, configuratie en versiebeheer.
Conformiteit en uitvraag	Herbruikbare certificaten, referentie-uitvragen, standaardsets met criteria en erkenning van gelijkwaardige prestaties.
Waarborg ontwerpvrijheid	Standaardiseer vooral interfaces, data en minimale prestaties; laat vorm, configuratie en materiaalkeuze open waar dat kan.
Vraag-aanbodafstemming en productplatforms	Functionele uitvraag, betrouwbare volumes, portfolio's en configuratieregels verbinden vraag met herhaalbare productfamilies.
Sectorbreed leren en optimaliseren	Gedeelde KPI's, open standaarden, innovatieplatforms en feedback uit productie en gebruik voorkomen dat elke keten afzonderlijk leert.

Gerelateerde afspraken: NTA 8085/8086/8089 als IFD-voorbeeld; NEN-EN-ISO 19650, NEN 2660 en EN 17632 voor informatiemanagement en interoperabiliteit; DSGO, STABU, ETIM, DICO en NL-SfB als sectorale afspraken; productnormen, BRL's en EAD/ETA-routes voor conformiteit. Relevante pijlers: P1-P7.

5.7 Toekomstbeeld: De slimme materiaalketen



Toekomstbeeld "De slimme materiaalketen". Bron: [S1].

In dit toekomstbeeld vormt informatie de sturende laag boven fysieke materiaalstromen. Materialen hebben een digitale identiteit, paspoorten worden gedurende de levenscyclus bijgewerkt en een gezamenlijke digitale infrastructuur verbindt ontwerp, productie, beheer, urban mining en hoogwaardige verwerking. Het systeem weegt alle vier circulaire strategieën af op basis van milieu-impact, kosten, kwaliteit, beschikbaarheid en restwaarde [S1].

De interviews benadrukken dat circulariteitsinformatie evidence-based en handelingsgericht moet zijn. Een totaalscore alleen is onvoldoende: zichtbaar moet zijn wat een component kan, onder welke condities, hoe de kwaliteit is bewezen en welke economische waarde informatie toevoegt. De afhankelijkheid van data vraagt bovendien afspraken over datakwaliteit, toegang, continuïteit, cybersecurity, verificatie en fallback wanneer digitale systemen uitvallen [S1][I2][I4].

Normalisatiethema	Betekenis voor scenario
Semantiek en identificatie	Eenduidige namen, classificaties, identifiers, eenheden en relaties tussen materiaal, product, component, bouwwerk en locatie.
Prestatie- en milieudata	Technische prestaties, kwaliteit, conditie, levensduur, LCA/MPG/MKI, biobased gehalte, losmaakbaarheid en hergebruikpotentie.
Paspoorten	Afstemming van materiaal-, product-, gebouw- en renovatiepaspoorten en aansluiting op Europese DPP-ontwikkelingen.
Datakwaliteit en governance	Bron, eigenaar, actualiteit, verificatie, toegangsrechten, versiebeheer en bewaartermijnen.
Interoperabiliteit	Linked data, open standaarden en koppelingen tussen BIM, assetmanagement, marktplaatsen, logistiek, vergunningen en certificering.
Circulaire sturing	Data bruikbaar maken voor ontwerpkeuzes, uitvraag, terugname, oogst, kwaliteitsbeoordeling en financiële modellen.
Digitale continuïteit en weerbaarheid	Beschikbaarheid, cybersecurity, toegangsbeheer, auditability, data-soevereiniteit en fallbackprocessen voorkomen dat ketenbrede afhankelijkheid een systeemrisico wordt.

Gerelateerde afspraken: NEN 2660, NEN 3610, NEN-EN-ISO 19650, EN 17632, DSGO, IMBOR, CB'23 Paspoorten voor de bouw, het NMD-stelsel, NEN-EN 15978, biobased bepalingsnormen en de Europese normalisatie rond digitale productpaspoorten. Relevante pijlers: P1, P3-P7.

5.8 Toekomstbeeld: De Adaptieve Hergebruiksector



Toekomstbeeld "De Adaptieve Hergebruiksector". Bron: [S1].

In dit toekomstbeeld krijgen levensduurverlenging en hergebruik prioriteit boven recycling en nieuw materiaal. Regionale bouwhubs, inspectie en certificering, remontabel ontwerp, betrouwbare stock- en paspoortdata, true pricing en nieuwe rollen voor materiaalverwerkers organiseren de bestaande gebouwde omgeving als voorraad. Normalisatie ondersteunt dit met classificatie, prestatiebewijs, proces- en interfaceafspraken en gegevens voor logistiek en handel [S1][S2][S3][S6].

Aanvullend blijkt uit de interviews dat hergebruik afhankelijk is van resterende levensduur, materiaal-specifieke kwaliteit, realistische demontageprocessen, garanties en verzekerbaarheid. Het actuele rapport benoemt als keerzijden de arbeidsintensiteit, beperkte voorspelbaarheid van vrijkomend aanbod, behoefte aan fysieke opslagruimte en spanning met snelheid en schaal. Adaptieve normalisatie moet daarom leren uit meerdere regionale praktijken en niet één logistiek model voorschrijven [S1][I2][I6][I8].

Normalisatiethema	Betekenis voor scenario
Ontwerp voor demontage en remontage	Interface- en verbindingseisen, toegankelijkheid, toleranties, demontagevolgorde en behoud van prestaties.
Kwaliteit van vrijkomende producten	Classificatie, inspectie, beproeving, conditie, resterende levensduur en toepassingsvoorwaarden.
Certificering en aansprakelijkheid	Rollen en verantwoordelijkheden, garanties, risicodeling, verzekerbaarheid en bewijs van gelijkwaardigheid.
Oogst, stock en marktplaats	Uniforme gegevens over hoeveelheid, locatie, beschikbaarheidsmoment, eigendom, prijs, kwaliteit en logistiek.
Materiaalverwerker als ketenrol	Proces- en kwaliteitsafspraken voor inzamelen, sorteren, bewerken, samenstellen en opnieuw op de markt brengen.
Business- en financieringsmodellen	Standaardcriteria en betrouwbare data als basis voor waardering, verzekering en financiering.
Beschikbaarheid, logistiek en ruimte	Afspraken over vrijkomend aanbod, reservering, opslagduur, regionale hubs, transport, prioritering en matching tussen vraag en stock.

Gerelateerde afspraken: NTA 8713 Hergebruik van constructiestaal; IFD-NTA's; HNN en CB'23-leidraden; de voorgenomen NTA Financiële restwaardebepaling circulaire bouwwerken / producten, NTA Circulair gevels vervolg; BRL's en certificatieschema's; NEN 2767 voor conditie; paspoort- en datastandaarden. Relevante pijlers: P1-P7.

5.9 Scenario-overstijgende basis

Gemeenschappelijke basis	Waarom nodig
Open interfaces	Voorkomen leveranciersafhankelijkheid; maken uitwisselbaarheid, hergebruik en distributed manufacturing mogelijk.
Uniforme taal en prestaties	Maken aanbod vergelijkbaar en verlagen interpretatie- en transactiekosten.
Betrouwbare digitale data	Verbinden ontwerp, productie, logistiek, beheer, hergebruik, certificering en financiering.
Aantoonbaarheid en kwaliteitsborging	Maken toepassing door het peloton en publieke opdrachtgevers verantwoord.
Uitvraag en vraagbundeling	Vertalen standaarden naar concrete marktprikkels en continuïteit.
Adaptief beheer	Zorgen dat afspraken meegroeien met kennis, gebruik en Europese ontwikkelingen.
Vraag-aanbod en gezamenlijk leren	Maken productplatforms, materiaalstromen en normalisatiebehoeften over projecten en ketens heen bestuurbaar.

6. Gerelateerde normen, standaarden en afspraken

6.1 Stelselarchitectuur

De scenario-uitwerking raakt verschillende typen regels en afspraken. De normalisatiestrategie onderscheidt formele normen, de-facto marktstandaarden en andere vrijwillige afspraken, naast wet- en regelgeving. Het verantwoordingsdocument hanteert daarom drie lagen:

- Publiekrechtelijke kaders: Europese en nationale wet- en regelgeving en aangewezen bepalingsmethoden.
- Formele normproducten: NTA, NEN, EN, ISO, geharmoniseerde productnormen en waar relevant EAD/ETA.
- Marktafspraken en instrumenten: BRL's, HNN, CB'23, DSGO, CROW/ISSO-systemen, keurmerken, convenanten en handreikingen.

6.2 Indicatief normen- en standaardenlandschap

Domein	Normen/standaarden/afspraken	Koppeling met scenario's en bouwstenen
Industrialisatie en IFD	NTA 8085:2021+A1:2025; NTA 8086:2020+A1:2025; NTA 8089:2024+A1:2025; bijna definitief concept NTA 8786:2026. Aanvullend: behoefte aan horizontale afspraken over begrippen, grids, dimensies, interfaces en verbindingen.	Georganiseerde bouwmachine; toekomstbestendige bruggen; industriële renovatie; open productfamilies.
Circulair ontwerp en hergebruik	NTA 8233:2026; NTA 8713; HNN; CB'23-leidraden voor lexicon, meten, paspoorten, toekomstig hergebruik, circulair ontwerpen en aanbesteden; NTA Circulair ontwerpen was in de bron in voorbereiding.	Adaptieve hergebruiksector; circulaire geveleconomie; close/slow loop; ontwerp voor demontage en remontage.
Milieuprestatie en LCA	NMD Bepalingsmethode Milieuprestatie Bouwwerken; MPG/MKI; NEN-EN 15978; ISO 14040 en ISO 14044; sectorspecifieke PCR's en productdata.	Slimme materiaalketen; narrow/substitute; duurzame uitvraag.
Digitalisering en interoperabiliteit	NEN-EN-ISO 19650-serie; NEN 2660; NEN 3610; EN 17632; DSGO; IMBOR; STABU; ETIM; DICO; NL-SfB.	Alle scenario's, vooral slimme materiaalketen en georganiseerde bouwmachine.
Digitale paspoorten	CB'23 Paspoorten voor de bouw; TNO-programma van eisen; Europese DPP-normalisatie via CEN-CENELEC/JTC 24 en bouwgerelateerde commissies; vastleggingsbepalingen in NTA 8233 en materiaalpaspoort in concept-NTA 8786.	Slimme materiaalketen; adaptieve hergebruiksector; koppeling tussen product, component, bouwwerk en beheer.
Biobased en bio-verrijkt	NTA 8230-1:2026; NTA 8230-3:2026; NTA 8230-4:2026; EN 16575; NEN-EN 16640; NEN-EN 16785-1/-2; NEN-EN 16760; BRL 1362 BIO-ISO; BRL 7010; relevante product-, test- en brandveiligheidsnormen.	Biobased bouwsystemen; slimme materiaalketen; substitutie; industriële productketens en aantoonbare claims.
Kwaliteitsborging en certificering	Geharmoniseerde productnormen, CE/CPR, EAD/ETA, BRL's, certificatieschema's en systeemkwaliteitsborging.	Georganiseerde bouwmachine en adaptieve hergebruiksector.
Conditie en beheer	NEN 2767; NEN 3610/IMBOR; functionele en assetdata uit IFD en BIM-afspraken; onderhouds- en conditiebepalingen in NTA 8233; inspectie, onderhoud en hergebruik in concept-NTA 8786.	Onderhoudsvraag, tijdloze grachten, bruggen, gevels en slow the loop.

6.3 Totstandkoming van de NTA's

De eerdere bronnen laten zien welke behoeften zijn opgehaald en welke normalisatierichting is voorgesteld; de NTA's laten zien dat een deel van die behoeften inmiddels is omgezet in formele, toepasbare afspraken. De NTA's sluiten aantoonbaar aan op de werkprogramma's en samenwerkingen die in de NGF-TBL-normalisatiestrategie zijn benoemd [S2][S11-S15].

6.3.1 Van behoefte naar normproduct

In de totstandkoming is een herkenbaar patroon zichtbaar dat de zeven pijlers operationaliseert:

- normalisatiebehoeften zijn vroeg geordend via strategie, interviews, sessies, desk research en bestaande initiatieven;
- NEN heeft coalities en werkgroepen gevormd of verbonden met NABB/Building Balance, de Circulaire Geveleconomie en de bruggenbouwsector;
- bestaande Europese en nationale wetgeving, normen, productnormen en bepalingsmethoden zijn eerst in kaart gebracht en waar mogelijk hergebruikt;
- de afspraken zijn uitgewerkt als horizontale basis of als verticale, toepassingsgerichte NTA, zodat samenhang en praktische bruikbaarheid worden gecombineerd;
- toepassing, pilots, gebruikerservaringen en nieuwe kennis vormen input voor actualisatie, uitbreiding of latere opschaling naar een zwaarder normproduct.
-

6.3.2 NTA-portfolio: horizontale basis en verticale toepassingen

De documenten vormen samen geen losse verzameling, maar illustreren de portfolio-benadering die uit de interviews en memo's naar voren kwam: een horizontale basis voor taal en methoden, aangevuld met verticale afspraken voor concrete productgroepen en systemen.

Document en status	Totstandkoming en partners	Vertaling van behoefte naar afspraak	Scenario's, bouwstenen en pijlers
NTA 8230-1:2026 - gepubliceerd maart 2026	Opgesteld door de werkgroep 'NTA Biobased bouwen', afgestemd met Building Balance/NABB en gebaseerd op normen van CEN/TC 411. De werkgroep verbindt producenten, opdrachtgevers, overheid, kennis, ontwerp en certificering.	Levert de horizontale basis: eenduidige termen, schaalniveaus, methoden voor biobased gehalte en transparante communicatie/claims. Bestaande normen zijn uitgangspunt; nieuwe bepalingen zijn alleen toegevoegd waar lacunes of inconsistenties bestonden.	Biobased bouwsystemen; substitute/narrow; slimme materiaalketen. P1, P3-P7.
NTA 8230-3:2026 - gepubliceerd april 2026	Onderdeel van dezelfde NTA 8230-reeks en opgesteld door een gerichte werkgroep met Building Balance, producenten, Rijksvastgoedbedrijf, TNO en certificeringskennis.	Maakt het bestaande stelsel praktisch bruikbaar voor biobased plaatmaterialen via een overzicht van productnormen, testmethoden, toepassingsklassen, CE-markering, certificering en chain of custody. Het document maakt ook zichtbaar waar geharmoniseerde normen niet volledig dekken.	Georganiseerde bouwmachine; slimme materiaalketen; kwaliteitsborging. P1, P3-P6.
NTA 8230-4:2026 - gepubliceerd april 2026	Afgestemd met Building Balance/NABB en opgesteld met vertegenwoordigers van composieten, productie, infra, opdrachtgevers, certificering, ingenieursbureaus en kennisinstellingen.	Vertaalt de behoefte aan toepasbare biocomposieten naar functionele en prestatie-eisen voor ontwerp, samenstelling, productiemethoden, omgevingsinvloeden, einde levenscyclus en kwaliteitsborging over de gehele levenscyclus.	Substitutie; industriële productketens; slimme materiaalketen. P2-P7.
NTA 8233:2026 - gepubliceerd juni 2026	Opgesteld door de werkgroep 'Circulaire gevels', grotendeels bestaande uit deelnemers van de Circulaire Geveleconomie, met brede deelname van branches, producenten, onderhoud, kennis, certificering en ontwerp. Afgestemd op CPR, Bbl, Wet milieubeheer en Circulair Materialenplan.	Legt theoretische en praktijkkennis modulair vast voor decompositie, gevaarlijke stoffen, levensduurverlenging, hergebruik/herproduceren, recycling, circulair ontwerp en vastlegging. De NTA faciliteert expliciet industriële vervaardiging in de gevelindustrie en benoemt ook wat buiten de norm valt, zoals marktorganisatie en financiële restwaarde.	Circulaire strategieën; circulaire geveleconomie; adaptieve hergebruiksector; slimme materiaalketen. P1-P7.
Concept-NTA 8786:2026 - f	Expliciet als onderdeel van NGF-TBL tot stand gekomen, onder begeleiding van NEN en met sector bruggenbouw, gemeenten, ingenieursbureaus en kennisinstellingen. Het concept bouwt voort op NTA 8085, NTA 8713 en de Eurocodes.	Legt een open modulair en remontabel bouwsysteem vast met zes gestandaardiseerde elementen en meer dan honderd mogelijke configuraties. Mechanische verbindingen, inspectie, onderhoud, hergebruik en materiaalpaspoort zijn onderdeel van het systeem. Een pilot in Q4 2026 is bedoeld voor validatie en eventuele actualisatie.	Toekomstbestendige bruggen; georganiseerde bouwmachine; adaptieve hergebruiksector; IFD. P2-P7.

6.3.3 Verantwoordingswaarde langs de zeven pijlers

De totstandkoming ondersteunt niet alleen pijler 5 - het feitelijke normproduct - maar maakt de samenhang van alle zeven pijlers zichtbaar:

Pijler	Aantoonbare toepassing in de NTA's
P1. Overzicht houden	NTA 8230-3 ordent productnormen, testmethoden en CE-markering; NTA 8233 ordent wetgeving, schaalniveaus en circulaire strategieën. Daarmee worden overlap, lacunes en normrelaties zichtbaar.
P2. Vroegtijdig betrokken zijn	Behoeften zijn in een transitiefase opgehaald en vastgelegd voordat marktpraktijken volledig zijn uitgekristalliseerd. De pilot van concept-NTA 8786 maakt vroeg leren expliciet onderdeel van de route.
P3. Samenwerken met bestaande initiatieven	De werkgroepen verbinden NABB/Building Balance, Circulaire Geveleconomie, gemeenten, opdrachtgevers, producenten, branches, ingenieursbureaus, kennisinstellingen en certificering.
P4. Kennisuitwisseling stimuleren	Theoretische kennis, praktijkervaring, productkennis, beheerderservaring en test-/certificeringskennis zijn in gezamenlijke documenten samengebracht en toegankelijk gemaakt.
P5. Adaptief normaliseren	Voor onderwerpen in ontwikkeling is het NTA-format gebruikt. NTA 8233 is modulair, NTA 8230 benoemt toekomstige uitbreidingen en concept-NTA 8786 koppelt publicatie aan een pilot en mogelijke aanpassing.
P6. Internationale positie benutten	De NTA 8230-reeks bouwt voort op CEN/TC 411; NTA 8233 sluit aan op CPR en Europese productnormen; concept-NTA 8786 verwijst naar Eurocodes. Nationale behoeften worden zo verbonden met Europese kaders.
P7. Digitale transformatie	De NTA 8230-reeks ondersteunt gestandaardiseerde claims en data; NTA 8233 bevat vastlegging en communicatie over prestaties en circulariteit; concept-NTA 8786 bevat een materiaalpaspoort en leent zich voor geautomatiseerd ontwerp.

6.3.4 Betekenis voor verdere routevorming

De NTA's bevestigen de gekozen portefeuillelogica: niet een allesomvattend document, maar een samenhang van horizontale en verticale afspraken. Zij laten ook zien dat publicatie niet het eindpunt is. Toepassing in uitvragen en projecten, digitale ontsluiting, certificering, opleiding, pilots en structureel beheer blijven nodig. De NTA's ondersteunen daarmee zowel de terugkijkende verantwoording als het adaptieve werkprogramma waarmee partijen hun eigen routes vanuit de scenario's kunnen uitzetten.

7. IFD: specifieke behoeften voor NTA 8085 en NTA 8089

7.1 Positie en maatschappelijke betekenis van IFD binnen de scenario's

IFD - Industrieel, Flexibel en Demontabel - vormt een concrete brug tussen industrialisatie en circulariteit en is binnen de GWW een belangrijk industrialisatieonderwerp. Het standaardiseert niet het volledige ontwerp, maar juist elementen, configuraties, interfaces, functies en processen die herhaalbaarheid, uitwisselbaarheid en demontage mogelijk maken. Daarmee raakt IFD alle drie de toekomstscenario's en sluit het direct aan op de vijf industrialisatieprincipes.

> **Actuele normstatus op 15 juli 2026**
> De actuele documenten zijn NTA 8085:2021+A1:2025 "IFD-bouw vaste bruggen en viaducten", NTA 8086:2020+A1:2025 "IFD-bouw beweegbare bruggen" en NTA 8089:2024+A1:2025 "IFD voor IA&E-installaties van beweegbare bruggen". De oudere versies zijn vervangen. De sessieverslagen van 2 april worden in dit document gebruikt als traceerbare behoefte- en adoptieagenda; er wordt niet verondersteld dat elk punt al in de actuele amendementen is verwerkt [S9].

Voor deze paragraaf zijn uitsluitend de samenvatting, inleiding, aanleiding en probleemanalyse van het projectplan gebruikt. [S10].

Analysepunt uit projectplan	Betekenis voor deze verantwoording
Omvang en urgentie	Volgens de in het projectplan aangehaalde TNO-prognose bedraagt de vernieuwingsopgave van civiele infrastructuur in 2021-2100 circa EUR 260 miljard, waarvan circa EUR 130 miljard voor bruggen, viaducten en duikers. Het projectplan stelt dat 65% van de opgave voor kunstwerken bij decentrale overheden ligt, waarvan 35% bij gemeenten.
Productiviteit en circulariteit	De analyse vraagt om een programmatische, geïndustrialiseerde en circulaire aanpak. IFD ondersteunt gestandaardiseerde en opschaalbare oplossingen die productiviteit verhogen en kosten over de levenscyclus kunnen verlagen, met circulariteit als randvoorwaarde.

Analysepunt uit projectplan	Betekenis voor deze verantwoording
Geen uniforme vernieuwingsopgave	Objecttypen, context en beheerders verschillen. IFD moet daarom niet één universeel object voorschrijven, maar werken met uitgangspunten, productfamilies, maatklassen en configureerbare typologieën.
Levenscyclus van bouw tot oogst	De waarde van IFD ligt ook in uitbreiding, onderhoud, vervanging, demontage en hergebruik na het einde van de functionele levensduur. Dit verbindt industrialisatie met assetmanagement en de adaptieve hergebruiksector.
Brede toepasbaarheid	Opschaling vraagt toepassing bij uiteenlopende beheerders en omstandigheden, inclusief kleinere gemeenten en waterschappen, en leren uit representatieve praktijkprojecten. Dat ondersteunt pijlers 2, 4 en 5.

7.2 IFD als industrialisatiesysteem: vraag, ontwerp en keten

De interviews en de projectanalyse maken een nuttig onderscheid tussen drie samenhangende lagen. Dit voorkomt dat alle verwachtingen bij de NTA's worden neergelegd. De NTA's kunnen vooral de ontwerp- en productlaag codificeren en interfaces met de andere lagen vastleggen; vraagorganisatie, geïntegreerde productie, digitale systemen en ketenorganisatie vragen daarnaast om inkoop-, contract-, data- en governanceafspraken [S1][I1][I4][I6-I8][S10].

Laag	Kern en normalisatiebetekenis
Vraag- en portfoliolaag	Programmeren, bundelen en seriematig uitvragen van objecten; stabiele volumes, maatklassen en een functionele uitvraag creëren de marktprikkel.
Ontwerp- en productlaag - IFD	Configureerbare modules, functies, interfaces, verbindingen, demontage, prestaties en parametrische varianten maken herhaalbaarheid en ontwerpvrijheid combineerbaar.
Keten- en levenscycluslaag	Contracten, productie, logistiek, data, beheer, onderhoud, oogst, hergebruik, kwaliteitsborging en implementatieondersteuning organiseren de industriële waardeketen.

7.3 Specifieke behoeften voor NTA 8085

Thema	Opgehaalde behoefte
Bruikbaarheid	Meer detail, concrete voorbeelden, praktische handvatten en een heldere instaproute. De huidige toepassing is zichtbaar in de aanvraagfase, maar realisatie blijft achter.
Modules, interfaces en verbindingen	Meer standaardisatie en concretere afspraken, inclusief onderbouw en fundering.
Circulariteit en hergebruik	Uitwerken van hergebruik, demontage, remontage, materiaalkeuzes, resterende levensduur en toetsbare duurzaamheid.
Ontwerpvariatie	Oplossingen voor variatie, kruisingshoeken, architectuur en de balans tussen standaardisatie en maatwerk.
Businesscase en contracten	Kosten, lifecycle-businesscase, contractvorming, risicoverdeling en onzekerheid in regelgeving explicieter adresseren; de koppeling met portfolio- en seriematige uitvraag zichtbaar maken.
Assetmanagement en positionering	IFD breder positioneren dan alleen hergebruik: ook beschikbaarheid, onderhoud, flexibiliteit en weerbaarheid.
Organisatie en stakeholders	Sectorbrede aanpak, open leeromgeving, vaste implementatieondersteuning, leercurve en cultuurverandering; grotere betrokkenheid van gemeenten, waterschappen, beheerders, ingenieursbureaus en bestekschrijvers.
Digitale en parametrische toepasbaarheid	Machineleesbare functies en interfaces, referentiemodellen, configureerbare maatklassen en koppeling met BIM- en assetdata, zodat catalogus- en parametrisch ontwerp praktisch kunnen worden toegepast.

De aanbeveling uit de sessie is om niet op volledigheid als doel op zichzelf te sturen, maar op directe toepasbaarheid, besluitvorming en een aantoonbare businesscase [S7]. De interviews voegen daaraan toe dat gestandaardiseerde uitvraag, implementatieondersteuning, catalogus-/parametrische varianten, materiaalneutrale prestaties en lifecyclewaarde nodig zijn om de stap van aanvraag naar realisatie te maken [I1][I2][I6][I8].

7.4 Specifieke behoeften voor NTA 8089

Rang	Onderwerp	Score	Betekenis
1	Functiebeschrijving op installatie- en componentniveau	23	Instappunt en basis voor eenduidige decompositie, eisen en overdracht.
2	Processtappen voor de “unhappy flow”	22	Inhoudelijk cruciaal voor robuustheid en veiligheid; minder direct een adoptieversneller.
3	Geüniformeerd ontwerpproces	15	Inclusief gewenste kwaliteit en kwantiteit bij VO, DO en UO; directe toepasbaarheid.
4	Harmonisatie van terminologie en richtlijnen	14	Eenduidige interpretatie tussen partijen.
5	Verbreding toepassingsgebied	10	Toepasbaarheid op meervoudige objecten en complexen.
6	Veiligheidsfuncties en vergrendelingen	9	Essentieel voor inhoudelijke kwaliteit en veiligheid.
7	Uitbreiden bedienvormen	6	Onderhouds-, technische nood- en noodhandbediening.
8	Uniforme risicobeschouwing	5	Ondersteunt besluitvorming en machineveiligheid.

Aanvullend zijn technische interfaces, dataficatie en datagedreven beheer en onderhoud, renovatiehandvatten, schaalbaarheid van de eisenset, trade-offs, uniforme bediening en uitlijning met CROW-richtlijnen genoemd [S8]. De lifecycleanalyse en interviews maken daarbij duidelijk dat functies, coderingen en toestanden digitaal bruikbaar moeten zijn voor vervanging, onderhoud en renovatie gedurende de lange levensduur van een kunstwerk [I4][I6][S10].

7.5 Wat toepassing van de IFD-NTA's versnelt

- Duidelijkheid: een heldere functiebeschrijving en positionering als instappunt.
- Directe toepasbaarheid: een uniform ontwerpproces, bedienvormen en concrete uitwerkingen.
- Beslisgemak: trade-offs en uniforme risicobeschouwing.
- Eenduidigheid: geharmoniseerde terminologie en consistente verwijzingen.
- Digitale bruikbaarheid: machineleesbare functies, decompositie, coderingen, interfaces en gegevens voor beheer.
- Implementatieondersteuning: toepassingsgids, training, helpdesk, living labs en begeleiding na publicatie, met een vaste terugkoppeling naar beheer en actualisatie.
- Vraag en portfolio: referentie-uitvragen, seriematige projectbundeling en representatieve maatklassen die voldoende volume en leerervaring creëren.

7.6 Koppeling van IFD-behoeften aan de scenario’s en bouwstenen

Onderdeel scenario-uitwerking	IFD-bijdrage
Georganiseerde bouwmachine	Modules, interfaces, verbindingen, functies, ontwerpproces, standaardisatie, herhaalbaarheid en seriematige uitvraag.
Slimme materiaalketen	Materiaalkeuzes, levensduur, conditie, assetdata, functionele decompositie en datagedreven beheer.
Adaptieve hergebruiksector	Demontage/remontage, hergebruik, kwaliteit, certificering en traceerbare componentdata.
Toekomstbestendige bruggen	Directe toepassing en leeromgeving voor NTA 8085, 8086 en 8089.
Opschalingskloof (the gap)	Meer bruikbaarheid, businesscase, uniforme uitvraag, pilots en feedback om van aanvraag naar realisatie te komen.

7.7 Aanbevolen vervolg voor IFD

- Maak één gecoördineerde beheer- en ontwikkelagenda voor NTA 8085, 8086 en 8089, met duidelijke onderlinge verwijzingen.
- Voer toepassingspilots uit bij verschillende opdrachtgevers en brugtypen en registreer afwijkingen, kosten, doorlooptijd, risico’s en hergebruikwaarde.
- Ontwikkel een compacte toepassingsgids met voorbeeld-uitvraagteksten, beslisbomen, referentiemodellen en voorbeelden voor VO, DO en UO.
- Ontsluit functies, decompositie, interfaces en coderingen digitaal en koppel ze aan assetmanagement- en BIM-standaarden.

- Borg deelname van gemeenten, beheerders, ingenieursbureaus, bestekschrijvers, aannemers, leveranciers en veiligheidsdeskundigen.
- Organiseer een vaste feedbackcyclus en actualiseer adaptief op basis van gebruik, niet alleen op basis van technische volledigheid.
- Selecteer representatieve objectfamilies en maatklassen voor verschillende beheerders, inclusief kleinere gemeenten en waterschappen, zodat IFD niet alleen voor koplopers of één context bruikbaar is.
- Monitor effecten over de hele levenscyclus - ontwerp, bouw, beschikbaarheid, onderhoud, aanpassing, demontage en oogst - en gebruik die gegevens voor de volgende actualisatie.

8. Voorgesteld normalisatiewerkprogramma en governance

8.1 Uitgangspunten voor prioritering

De normalisatiestrategie noemt als selectiecriteria onder meer concreetheid, impact, draagvlak, startbaarheid, het oplossen van een gap/overlap en aansluiting op beleid en wetgeving [S2, p. 34]. Voor de scenario's en routevorming worden daar twee praktische criteria aan toegevoegd: scenario-overstijgende werking en het vermogen om routevorming en het overbruggen van de opschalingskloof aantoonbaar te versnellen.

8.2 Voorgestelde werkstromen

Werkstroom	Inhoud	Pijlers	Beoogd resultaat
1. Stelselregister en gap-analyse	Levend register van wetgeving, normen, marktstandaarden, BRL's, projecten en gaps; scenario-dialogen als intake gebruiken en het register jaarlijks herijken.	P1, P3, P6	Gevalideerd normenlandschap, overlap/gap-kaart en prioriteitenlijst.
2. Begrippenkader industrieel bouwen	Definities, scope en de relatie met modulair, prefab, conceptueel, circulair en toekomstbestendig bouwen; aansluiting op de vijf principes en vier kernkarakteristieken.	P2-P5	NTA of gezamenlijk begrippenkader; basis voor uitvraag en data.
3. Open grids, interfaces en verbindingen	Afspraken over maatvoering, posities, verbindingselementen, toleranties en prestatieniveaus; starten bij kansrijke productfamilies.	P2-P6	Horizontaal interfacekader en verticale profielen voor bruggen, renovatie, optoppen/splitsen of andere concepten.
4. Materiaal- en prestatiegegevens	LCA/MKI/MPG, technische prestaties, biobased gehalte, levensduur, conditie en circulariteitskenmerken harmoniseren; NTA 8230-1, NTA 8230-3 en NTA 8230-4 als actuele basis benutten.	P1, P3-P7	Dataprofiel voor materiaal/product/component en aansluiting op NMD en Europese ontwikkelingen; monitoring van toepassing van de NTA 8230-reeks.
5. Paspoorten en interoperabiliteit	Materiaal-, product-, gebouw- en renovatiepaspoorten koppelen aan DSGO, BIM, linked data, logistiek en certificering.	P3-P7	Minimumdataset, semantisch model, governance en digitale pilot.
6. Hergebruik, certificering en risico	Kwaliteitscategorieën, inspectie/test, garanties, aansprakelijkheid, verzekerbaarheid, oogst en stock; NTA 8233 als sectorale basis voor gevels gebruiken en uitbreidbaarheid naar andere productgroepen onderzoeken.	P2-P6	Afsprakenkader en pilots met materiaalverwerkers, financiers, verzekeraars en certificerende instellingen; gebruiksfeedback op NTA 8233.
7. IFD ontwikkeling en adoptie	Gecoördineerde inhoudelijke agenda NTA 8085/8086/8089; productfamilies en maatklassen; toepassingsgids; representatieve pilots; open leeromgeving; digitale ontsluiting en feedback. Gebruik concept-NTA 8786 als verticale demonstrator.	P2-P7	Hogere toepassing bij grote en kleine beheerders, gevalideerde verbeterlijst, lifecycledata en periodieke actualisatie; leerpunten uit de NTA 8786-pilot.
8. Scenario-dialogen, uitvraag, kennis en opschaling	Gesprekken met opschalingsketens over gewenste toekomstbeelden; behoeften classificeren; referentie-uitvragen, vraagbundeling en volumecontinuïteit; opleidingen, helpdesk, kennisdagen, good practices en Europese positionering.	P2-P7	Adaptieve intake- en besluitcyclus, adoptietoolkit, meetbare omzetting van aanvraag naar realisatie, jaarlijkse voortgangsdag en internationalisatieplan.

8.3 Fasen van toepassing en routevorming naar 2050

Fase	Hoofdactiviteiten
Fase 1 - valideren en organiseren (eerste 12 maanden)	Vaststellen van deze koppeling; scenario-dialogen met opschalingsketens organiseren; regiegroep instellen; stelselregister actualiseren; behoeften classificeren; 3-5 prioriteiten selecteren; gebruik van NTA 8230 en NTA 8233 monitoren; IFD-adoptieprogramma en voorbereiding pilot NTA 8786 starten.
Fase 2 - piloteren en codificeren (1-3 jaar)	Eerste aanvullende NTA/marktafspraken ontwikkelen; digitale pilots; referentie-uitvragen; certificerings- en hergebruikpilots; NTA 8786 in praktijk beproeven; feedback uit scenario-dialogen en toepassing structureel verwerken.
Fase 3 - consolideren en opschalen richting 2035	Afspraken breed toepassen, samenvoegen, digitaliseren en waar passend omzetten naar NEN/EN; koppelen aan beleid, aanbestedingen, opleidingen en internationale commissies. 2035 is hierbij een beleidsmatig tussenmoment, niet het vaste einde van de opschalingskloof.
Fase 4 - beheren en internationaliseren (2035-2050)	Continu actualiseren op basis van data, scenario-dialogen en gebruikerservaringen; interoperabiliteit tussen toekomstbeelden bewaken; Nederlandse kennis internationaal opschalen.

8.4 Governance

De rol van adaptieve normalisatie is van belang wanneer opschalingsketens met de scenario's aan de slag gaan. Het gesprek over instemming, verschillen en benodigde veranderingen is de start van een iteratieve cyclus; de regiegroep is het overzichts- en prioriteringsmechanisme, niet de inhoudelijke normschrijver [S16].

- Richt een Regiegroep Standaarden Industrialisatie en Materialen in met overheid, markt, kennisinstellingen en vertegenwoordiging van financiers/verzekeraars.
- Laat de regiegroep geen normen schrijven, maar overzicht houden, prioriteren, afstemmen, opdrachtgeverschap organiseren en trajecten bij passende normcommissies of beheerders beleggen.
- Verbind de regiegroep structureel met bestaande gremia voor biobased bouwen, circulair bouwen, digitalisering en IFD.
- Organiseer per werkstroom een inhoudelijke projectgroep met duidelijke eigenaar, beoogd normproduct, financiering, planning, pilotprojecten en beheerroute.
- Publiceer jaarlijks een compacte voortgangs- en gaprapportage die de bijdrage aan de scenario's, routevorming, KPI's en zeven pijlers laat zien.
- Gebruik scenario-dialogen als vaste intake: leg per keten vast welke elementen gewenst of onwenselijk zijn, welke randvoorwaarden ontbreken en of het signaal een kennisvraag, markt-/governancevraag of normalisatiebehoefte is.
- Laat de regiegroep signalen toetsen aan het bestaande stelsel, gaps en overlap prioriteren en de inhoud beleggen bij de passende normcommissie, werkgroep of andere beheerder. Beproef afspraken in pilots, verzamel gebruiksfeedback en verwerk deze in de volgende versie.
- Maak afspraken en voortgang digitaal vindbaar, inclusief status, relaties, versies en mogelijkheden om behoeften of conflicten te melden.

8.5 Mogelijke KPI's voor normalisatie

KPI-domein	Voorbeeldindicator
Samenhang	Aantal geïdentificeerde en opgeloste gaps, overlaps en tegenstrijdigheden in het stelsel.
Draagvlak	Aantal relevante stakeholdergroepen en initiatieven actief betrokken bij elk traject.
Snelheid	Tijd tussen concrete behoefte, start traject en eerste toepasbare versie.
Toepassing	Aantal uitvragen, pilots, projecten en organisaties waarin afspraken aantoonbaar worden gebruikt.
Bruikbaarheid	Gebruikerswaardering, aantal interpretatievragen, afwijkingen en benodigde project-specifieke aanvullingen.
Digitalisering	Aantal afspraken met machineleesbare datasets, identifiers en koppelingen.

KPI-domein	Voorbeeldindicator
Opschaling	Omzetting naar breed gedragen nationale/internationale norm en aantoonbare bijdrage aan hergebruik, productiviteit of milieuprestatie.
Vraag en adoptie	Aantal gebundelde of seriematige uitvragen, betrokken beheerders (inclusief kleinere), gebruik van toepassingsondersteuning en aandeel aanvragen dat tot realisatie leidt.
Scenario-dialogoog en doorwerking	Aantal scenario-sessies, geïdentificeerde behoeften, toegewezen eigenaren en behoeften die binnen een afgesproken termijn zijn vertaald naar aanpassing van bestaande afspraken of een nieuw traject.

9. Conclusie en verantwoordingsverklaring

Op basis van de aangeleverde stukken, de heranalyse van acht interviews, de actuele scenarioversie, de reviewmail en de vijf NTA-resultaten is duidelijk geworden dat NEN inhoudelijk en procesmatig heeft bijgedragen aan de volledige logica van de scenario-uitwerking: van de gecombineerde opgave en vijf spanningen, via circulaire strategieën, industrialisatieprincipes en kernkarakteristieken, naar concrete activiteiten en drie toekomstbeelden voor 2050. De bijdrage ligt vooral in het identificeren en vastleggen van afspraken die nodig zijn om kennis, techniek, data, markt, financiering en beleid te verbinden [S1][S16][I1-I8][S11-S15].

De scenario's en de NEN-stukken wijzen dezelfde kant op: opschaling ontstaat wanneer standaardisatie vroeg wordt meegenomen, zich richt op open interfaces en minimale prestaties, digitaal toepasbaar is, wordt beproefd in projecten en adaptief wordt beheerd. De scenario's schrijven geen route voor. Zij maken verschillen en keuzen bespreekbaar; de regiegroep en betrokken normcommissies kunnen de daaruit volgende behoeften toetsen aan het bestaande afsprakenstelsel en vertalen naar passende vervolgstappen. De eerdere optie van één brede NTA Industrieel én Toekomstbestendig Bouwen heeft niet voldoende draagvlak gekregen. De verantwoorde richting is daarom een modulair portfolio van horizontale en verticale afspraken [S16].

De totstandkoming van NTA 8230-1, NTA 8230-3, NTA 8230-4, NTA 8233 en concept-NTA 8786 bevestigt deze richting in de praktijk. NTA 8230-1 vormt een horizontale basis voor taal en bepalingsmethoden; de andere documenten zijn verticale toepassingskaders voor plaatmaterialen, biocomposieten, gevels en bruggen. De brede werkgroepen, aansluiting op bestaande initiatieven en internationale kaders, en de combinatie van publicatie met pilots en beheer maken zichtbaar dat alle zeven pijlers nodig zijn om van behoefte naar toepasbare afspraak te komen [S2][S11-S15].

De specifieke IFD-behoeften voor NTA 8085 en NTA 8089 bevestigen dat technische inhoud en adoptie niet los van elkaar kunnen worden gezien. IFD is een belangrijk industrialisatieonderwerp in de GWW, maar de NTA's vormen vooral de ontwerp- en productlaag. Programmatische vraag, een georganiseerde keten, lifecycledata, implementatieondersteuning en praktijkleren zijn aanvullende voorwaarden. De inleiding en analyse van het projectplan onderbouwen de maatschappelijke urgentie en de noodzaak om rekening te houden met verschillende beheerders, objecttypen en maatklassen [S10].

Bijlage A. Bronnenregister

Code	Type	Bron	Gebruik
S1	Scenariorapport en visualisatie	20260805_TBL3.1_Herziene_versie_ingekort_MvH_LHa_Mvh.docx, "Scenario's voor circulaire industrialisatie bouw en infra", v0.8, en Scenario_s circulaire industrialisatie_Sieb Posthuma.jpg, aangeleverd 5 augustus 2026.	Actuele terminologie, structuur en definitieve visualisatie: opgave, vijf spanningen, vier circulaire strategieën, definitie en vijf principes van industrialisatie, vier kernkarakteristieken, activiteiten, gap, drie toekomstbeelden en routevorming.
S2	Normalisatiestrategie	Normalisatiestrategie NGF-TBL Gebouwen incl. samenvatting en leeswijzer (1.6) - kopie.pdf, datum 30 augustus 2024.	Doel, samenhangend stelsel, 7 pijlers, werkprogramma's en normenlandschap.
S3	One-pagers	One-pagers_per_partij_3.1IM_TBL V02 15-11-2024 (1).pptx.	Stakeholderinput, belemmeringen, versnellers, industrialisatievormen, rol normalisatie, gap en opschaling.
S4	Desk research	Uitkomsten websearch (1).docx.	Economische, technische en beleidsmatige bevindingen over industrialisatie, standaardisatie, circulariteit en IFD.
S5	Memo brede NTA-optie	MEMO NEN tbv brede overleg afspraken toekomstbestendig bouwen.docx, 6 januari 2025.	Verkenning van een NTA Industrieel én Toekomstbestendig Bouwen en functies van een adaptief normproduct.
S6	Memo industrieel bouwen	MEMO Verkenning standaardisatiebehoeften industrieel bouwen (stand van zaken).docx, 7 maart 2025.	Concrete behoefte aan definities, standaardgrids, verbindingen en concepten; aangepaste richting na brede bespreking.
S7	IFD / NTA 8085	Verslag_IFD_NTA8085_2_april.docx.	Belemmeringen, inhoudelijke verbeterpunten, visie, stakeholders en adoptie voor NTA 8085 en samenhangende NTA's.
S8	NTA 8089	Verslag_NTA8089.docx.	Gewogen prioriteiten en adoptiefactoren voor NTA 8089.
S9	Actuele IFD-status	Officiële NEN-productpagina's en NEN-nieuwsbericht, geraadpleegd 15 juli 2026.	Actuele versies en titels van NTA 8085, NTA 8086 en NTA 8089.
S10	IFD-projectanalyse	Projectplan IFD in de GWW 8.0 (doorontwikkeling 2025-2029), update 24-3-2026.	Alleen samenvatting, inleiding, aanleiding en probleemanalyse zijn gebruikt: maatschappelijke urgentie, lifecyclewaarde, diversiteit van de opgave en brede toepasbaarheid. Het uitvoeringsplan zelf is buiten beschouwing gelaten.
S11	NTA - biobased basis	NTA 8230-1:2026, Biobased bouwen - Deel 1: Terminologie en bepalingsmethode biobased gehalte, maart 2026.	Totstandkoming via werkgroep NTA Biobased bouwen, afstemming met Building Balance/NABB en aansluiting op CEN/TC 411; horizontale termen, methode en communicatie.
S12	NTA - biobased plaatmaterialen	NTA 8230-3:2026, Biobased bouwen - Deel 3: Overzicht normen en richtlijnen biobased plaatmaterialen, april 2026.	Verticale uitwerking met productnormen, testmethoden, toepassingsklassen, CE-markering, certificering en chain of custody.
S13	NTA - biocomposieten	NTA 8230-4:2026, Biobased bouwen - Deel 4: Biocomposieten bouwdelen, april 2026.	Functionele en prestatie-eisen voor ontwerp, samenstelling, productie, duurzaamheid, einde levenscyclus en kwaliteitsborging; afstemming met Building Balance/NABB.
S14	NTA - circulaire gevels	NTA 8233:2026, Circulaire gevels - Kozijnen, ramen, deuren en vliesgevels, juni 2026.	Totstandkoming met de Circulaire Geveleconomie en brede sectorwerkgroep; circulariteitsstrategieën, wet- en normkoppeling, industriële vervaardiging en modulaire toepassing.
S15	Concept-NTA - modulaire brug	8786_NTA_bijna def.docx, bijna definitief concept NTA 8786:2026, Modulaire en remontabele brug voor fietsers en voetgangers; publicatiemaand nog niet ingevuld.	Expliciet NGF-TBL-resultaat; open systeem met zes elementen, hergebruik, materiaalpaspoort en pilot in Q4 2026; koppeling met NTA 8085, NTA 8713 en Eurocodes.
S16	Review en mailwisseling	RE concept verantwoordingsdocument.msg, mailwisseling Mike van Hamersveld en Arnoud Muizer, 5 augustus 2026.	Review van het verantwoordingsdocument; vervanging van de term routekaart; actualisatie van visual en rapport; duiding van adaptieve normalisatie, regiegroep en normcommissies.
I1	Interview	20240702 Alexander Bletsis.docx, 2 juli 2024.	Industrialisatie en IFD in infra; vraagbundeling, geïntegreerde waardeketen, living lab, governance en implementatie van NTA's.
I2	Interview	20240722 Huub Keizers.docx, 22 juli 2024.	Materialen, ecosystemen, digitalisering, biobased, afnamezekerheid, LCA, hergebruikskwaliteit, verzekering en internationale schaal.
I3	Interview	20241022 Nick Boersma - Erik Fledderus.docx, 22 oktober 2024.	Regionale ketenregie, Circulair Friesland, biobased en prefab, afnamezekerheid, risicomijding, kleinere producenten en economisch perspectief.
I4	Interview	20241119 Daan Schraven.docx, 19 november 2024.	Transactiekosten, evidence-based circulariteit, waarde van informatie, digitale marktplaats, minimum viable ecosystem en businessmodel.

Code	Type	Bron	Gebruik
I5	Interview	20241122 Geerten van der Kaa.docx, 22 november 2024.	Standaardenstrijd, dominant design, adoptie en acceptatie, onzekerheidsreductie en stakeholdercriteria.
I6	Interview	20241205 Wouter de Vries.docx, 5 december 2024.	Catalogus- en parametrisch brugontwerp, open standaarden, vraagcreatie, portfolio's, onderhoud en lifecycle.
I7	Interview	20241213 Wouter van Groesen.docx en handgeschreven notities, 13 december 2024.	Industrialisatie van nieuwbouw en renovatie, procesmatig werken, system engineering, beheersbare variatie, stabiele vraag en productieconfiguraties.
I8	Interview	20241217 Stephanie Lamerichs.docx; documentkop vermeldt 23 juli 2024.	Vertaling van duurzaamheid naar techniek; demontabiliteit, materiaalneutrale uitvraag, procesbarrières, biobased GWW, risico en representatie in commissies.

A.1 Overzicht gehouden interviews

Onderstaand overzicht bevat alleen datum, gesprekspartner, perspectief en hoofdthema's. De afzonderlijke interviewverslagen zijn bewust niet als bijlage opgenomen.

Code	Datum	Geïnterviewde(n)	Perspectief	Hoofdthema's
I1	2 juli 2024	Alexander Bletsis	Infra, innovatie- en ketenmanagement, IFD	Programmatische vraag, industriële waardeketen, living lab, NTA-governance en implementatie, materialen.
I2	22 juli 2024	Huub Keizers	Materialen, ecosystemen en digitalisering	Afnamezekerheid, biobased en composieten, LCA-harmonisatie, hergebruik, kwaliteit, verzekering en Europa.
I3	22 oktober 2024	Nick Boersma en Erik Fledderus	Circulair Friesland en regionale ketenregie	Biobased/prefab ketens, samenwerking, risicomijding, vraag en aanbod, kleinere producenten en brede welvaart.
I4	19 november 2024	Daan Schraven	TU Delft, economie en supply chains in infra	Transactiekosten, evidence-based circulariteit, dataplatform, informatie als waarde, business ecosystem en veerkracht.
I5	22 november 2024	Geerten van der Kaa	TU Delft, standaardisatie en innovatie	Standaardenstrijd, dominant design, acceptatie/adoptie, criteria, stakeholderinvloed en onzekerheidsreductie.
I6	5 december 2024	Wouter de Vries	Witteveen+Bos, IFD en beweegbare bruggen	Catalogus- en parametrisch ontwerp, open standaarden, portfolio's, pilots, onderhoud en lifecycle.
I7	13 december 2024	Wouter van Groesen	TNO, industrialisatie woningbouw en renovatie	Procesmatig werken, contingenten, system engineering, beheersbare variatie, stabiele vraag en productieconfiguraties.
I8	23 juli 2024*	Stephanie Lamerichs	Witteveen+Bos, circulariteit en materialen in GWW	Demontabiliteit, materiaalneutrale uitvraag, detail- en procesbarrières, biobased toepassingen, risico en normcommissies.

** De documentkop van het interview met Stephanie Lamerichs vermeldt 23 juli 2024; de bestandsnaam vermeldt 17 december 2024. Beide gegevens zijn in het bronnenregister transparant gemaakt.*

A.2 Webbronnen voor S9

NTA 8085:2021+A1:2025: https://www.nen.nl/nta-8085-2021-a1-2025-nl-343869
NTA 8086:2020+A1:2025: https://www.nen.nl/nta-8086-2020-a1-2025-nl-343870
NTA 8089:2024+A1:2025: https://www.nen.nl/nta-8089-2024-a1-2025-nl-343871
Actualisatie NTA's IFD-bruggen: https://www.nen.nl/nieuws/actueel/actualisatie-van-normdocumenten-maakt-het-bouwen-van-ifd-bruggen-duidelijker-en-consistenter/

Bijlage B. Integrale traceability-matrix

De matrix legt per bouwsteen en toekomstbeeld de relatie vast met de bronbasis, de normalisatiefunctie, het relevante afsprakenlandschap en het vervolg. P1-P7 verwijzen naar de zeven pijlers.

Scenario-onderdeel + bron	NEN-bevinding	Normalisatiefunctie	Afsprakenlandschap	Pijlers + vervolg
Uitdaging: onderhoud [S3,S4,S7,S8,S10,I1,I6-I8]	Uniforme functies, asset- en conditiedata en onderhoudsprocessen zijn nodig voor beschikbaarheid en voorspelbaar beheer.	Functiedecompositie, conditiemeting, informatieoverdracht, failure modes, interfaces.	NEN 2767; NEN 3610/IMBOR; ISO 19650; IFD-NTA's.	P1,2,4,5,7. Intake bij "Tijdloze grachten" en beheerorganisaties.
Uitdaging: schaarste [S3,S4,S6,S10,I2,I3,I7]	Industrialisatie, monomaterialen, standaardonderdelen en hergebruik verhogen productiviteit en materiaalefficiëntie.	Prestatiecategorieën, componentfamilies, maatvoering, hergebruikkwaliteit.	HNN; CB'23; NTA 8713; IFD; LCA/MKI.	P1-5,7. Prioriteer scenario-overstijgende componenten.
Uitdaging: verduurzaming [S2,S3,S11-S14,I2,I3,I8]	LCA/MKI/MPG en biobased/circulaire prestaties moeten eenduidig en aantoonbaar zijn. De NTA 8230-reeks en NTA 8233 leveren daarvoor concrete termen, methoden en toepassingskaders.	Rekenmethoden, data, minimale prestaties, testmethoden, claims en circulariteitsstrategieën.	NMD; EN 15978; ISO 14040/44; NTA 8230-1/-3/-4; NTA 8233; HNN.	P1,3-7. Koppelen aan productnormen, certificering en DPP.
Uitdaging: woningentekort [S3,S4,S6,I2,I3,I7]	Snelheid en schaal vragen continuïteit, vraagbundeling, standaardconcepten en open interfaces.	Begrippen, grids, verbindingen, digitale configuratie, uitvraag en certificering.	ISO 19650; NEN 2660; STABU/ETIM/DICO; BRL/EAD.	P2-5,7. Start begrippen- en interfacekader.
Spanning 1: snelheid/schaal ↔ voorbereiding [S1,I2,I8]	Voorbereiding voor hergebruik moet herhaalbaar en voorspelbaar worden zonder kwaliteitsverlies.	Opname, demontage, logistiek, kwaliteitsklassen, bewijs en minimumdata.	NTA 8233; NTA 8713; NEN 2767; DPP; IFD.	P2-5,7. Praktijkprocessen meten en standaardiseren.
Spanning 2: voorspelbaarheid ↔ leren [S1,I3,I8]	Innovaties vragen leer- en experimenteerruimte binnen risicogestuurde projecten.	Prestatie-eisen, testmethoden, pilots, tijdelijke normproducten en feedback.	NTA/NEN Spec; BRL/EAD/ETA; productnormen.	P2-6. Adaptieve cyclus en duidelijke exit-/opschalingscriteria.
Spanning 3: korte kosten ↔ lange waarde [S1,I2,I4,I6]	Kosten en baten vallen over projecten, levensfasen en partijen uiteen.	Lifecycledata, restwaarde, garanties, risicoverdeling en beslisregels.	LCA/MKI/MPG; HNN; contracten; verzekering; paspoorten.	P2-5,7. Financiers, verzekeraars en beheerders betrekken.
Spanning 4: korte CO_2 ↔ lange grondstoffen [S1,I2,I8]	Emissiereductie en materiaalgebruik moeten integraal over de levenscyclus worden afgewogen.	Whole-life methoden, materiaalgebruik, levensduur, herbruikbaarheid en leveringszekerheid.	NMD; EN 15978; ISO 14040/44; NTA 8230; HNN.	P1,3-7. Methodische aansluiting en transparante trade-offs.
Spanning 5: project ↔ systeem [S1,I1,I4,I7]	Projectoptimalisatie belemmert portfolio-, areaal- en ketenoptimalisatie.	Portfolio-afspraken, open interfaces, gedeelde data, uitvraag en governance.	IFD; DSGO; NEN 2660; ISO 19650; inkoopafspraken.	P1-5,7. Projectoverstijgende KPI's en eigenaarschap.
Circulariteit: narrow/substitute [S2,S3,S11-S13]	Minder materiaal en substitutie worden ondersteund door prestatiegerichte eisen, betrouwbare milieudata en eenduidige bepaling van biobased gehalte en productprestaties.	LCA, biobased gehalte, prestatie- en testmethoden, claims en kwaliteitsborging.	NMD; EN 15978; NTA 8230-1/-3/-4; EN 16640/16785; productnormen.	P1,3-7. Harmoniseren met Europese kaders en gebruik monitoren.
Circulariteit: slow/close/(de)assembly [S2,S3,S6,S14,S15]	Levensduur, demontage en hergebruik vragen standaardinterfaces, kwaliteit, processtappen en paspoorten. NTA 8233 en concept-NTA 8786 maken dit concreet voor gevels en bruggen.	Losmaakbaarheid, verbindingen, conditie, oogstdata, inspectie, hergebruik en certificering.	NTA 8233; concept-NTA 8786; IFD; NTA 8713; CB'23; HNN; NEN 2767.	P1-7. Pilots en gebruiksfeedback organiseren.
Industrialisatie: specialisatie [S3,S6,I1,I4,I7]	Gespecialiseerde ketens functioneren via heldere levergrenzen, interfaces en verantwoordelijkheden.	Modulaire decompositie, interface control, conformity.	IFD; ISO 19650; contract- en kwaliteitsafspraken.	P2,3,5,7. Betrek leveranciers en opdrachtgevers.
Industrialisatie: kennis-codificatie [S2,S3,S7,S8,I1,I4-I7]	Kennis uit pilots en experts moet overdraagbaar en digitaal bruikbaar zijn.	Termen, functies, eisen, methoden, coderingsrichtlijnen, dataobjecten.	NTA/NEN Spec; NEN 2660; ISO 19650.	P2,4,5,7. Kennis en normalisatie parallel.
Industrialisatie: continuïteit/herhaalbaarheid [S3,S4,I1-I3,I6,I7]	Fabrieken en distributed manufacturing vragen herhaalbare componenten en voorspelbare vraag.	Dimensies, prestaties, referentie-uitvraag, certificering.	Horizontaal industrieel kader; BRL/hEN; IFD.	P2,3,5. Koppelen aan vraagbundeling en SEB/IoP.
Industrialisatie: pre-engineering [S3,S6,S8,I5-I7]	Vooraf ontworpen modules versnellen, mits open en configureerbaar.	Grids, interfaces, ontwerpstadia, functie- en datamodellen.	IFD; NEN 2660; EN 17632; ISO 19650.	P2-7. Pilot bij renovatie/optoppen/bruggen.
Industrialisatie: socio-techniek [S2,S3,I1-I8]	Cultuur, governance, financiering en contracten zijn mede bepalend.	Regiegroep, risicokaders, opleiding, uitvraag, feedback.	Marktafspraken, convenanten, richtlijnen, normcommissies.	P2-6. Structurele governance en jaarlijkse review.

Scenario-onderdeel + bron	NEN-bevinding	Normalisatiefunctie	Afsprakenlandschap	Pijlers + vervolg
Kernkarakteristiek: vraag-aanbodafstemming [S1,S3,I1-I3,I7]	Functionele vraag, typologieën en productplatforms moeten structureel op elkaar worden afgestemd.	Functionele uitvraag, vraagprognoses, portfolio's, configuratieregels en productfamilies.	IFD; horizontaal industrieel kader; referentie-uitvragen; contractafspraken.	P2-5,7. Pilot met opdrachtgevers en platformaanbieders.
Kernkarakteristiek: sectorbreed leren [S1,S2,I1,I4-I7]	Herhaalbare volumes, data en KPI's maken continue verbetering en gedeeld leren mogelijk.	KPI-definities, sectorstandaarden, innovatieplatforms, feedback- en beheerprocessen.	NEN/NTA; open leeromgevingen; normcommissies; kennisplatforms.	P1-6. Jaarlijkse leer- en actualisatiecyclus.
Kernkarakteristiek: geïntegreerde digitale systemen [S1,S2,I2,I4,I6,I7]	Levenscyclusdata en systemen moeten over organisaties heen betrouwbaar gekoppeld zijn.	Semantiek, identifiers, datakwaliteit, data spaces, DPP, BIM/GIS/MBSE en machineleesbare normen.	NEN 2660; NEN 3610; ISO 19650; EN 17632; DSGO; DPP.	P1,3-7. Minimumdataset, governance en weerbaarheid.
Kernkarakteristiek: geïntegreerde productiesystemen [S1,S3,I1,I2,I6,I7]	Productie, logistiek en configuratie functioneren als één flexibel, schaalbaar systeem.	Productplatform- en logistieke interfaces, orderdata, configuratie en kwaliteitsborging.	IFD; productnormen; BRL/hEN; ISO 19650; open interfaceafspraken.	P2-7. Shared/white-label/distributed pilots.
Activiteit: biobased bouwsystemen [S2,S11-S13]	Het normalisatieprogramma heeft geleid tot een horizontale basis voor termen en biobased gehalte en verticale afspraken voor plaatmaterialen en biocomposieten.	Termen, methoden, prestaties, classificatie, testen, CE-markering en kwaliteit.	NTA 8230-1; NTA 8230-3; NTA 8230-4; CEN/TC 411; productnormen en BRL's.	P1-7. Toepassing volgen, data digitaliseren en lacunes actualiseren.
Activiteit: toekomstbestendige bruggen [S7-S10,S15,I1,I4,I6,I8]	IFD standaardiseert modules, interfaces, functies en processen; concept-NTA 8786 voegt een open productfamilie voor modulaire en remontabele fiets- en voetgangersbruggen toe.	Bruikbaarheid, details, circulair ontwerp, uniforme functies/processen, materiaalpaspoort en pilotfeedback.	NTA 8085+A1; NTA 8086+A1; NTA 8089+A1; concept-NTA 8786; NTA 8713.	P2-7. Gecoördineerde beheer-, pilot- en adoptieagenda.
Activiteit: industriële renovatie [S3,S4,S6,I7]	Standaardcomponenten en digitale pre-engineering combineren schaal met maatwerk.	Conceptprofielen, interfaces, productdata, certificering, uitvraag.	ISO 19650; NEN 2660; STABU/ETIM/DICO; BRL.	P2-7. Pilot in regionale proeftuinen.
Activiteit: circulaire geveleconomie [S2,S14]	NTA 8233 concretiseert definities, schaalniveaus, levensduur, hergebruik/herproduceren, recycling, data en circulair ontwerp voor gevelproducten.	Meetmethoden, EoL, conditie, prestaties, communicatie, oogst, garanties en systeemkwaliteit.	NTA 8233; CPR/Bbl/CMP; NEN 2767; NMD; HNN; CB'23; productnormen.	P1-7. Gebruikservaringen en toekomstige uitbreiding beheren.
Activiteit: circulaire wegverharding [S2]	Bio-verrijkte materialen en LCA/MKI vragen product- en toepassingsafspraken.	Definities, test, prestaties, classificatie, kwaliteit, data.	Productnormen asfalt/beton; CROW; NMD/MKI.	P1,3-6. Afstemming Infra-Gebouwen.
Toekomstbeeld: georganiseerde bouwmachine [S1,S3,S6,S12,S13,S15,I1,I2,I5-I7]	Open standaarden maken shared/white-label productie, ketenintegratie en ontwerpvrijheid combineerbaar. NTA 8230-3/-4 en concept-NTA 8786 tonen verticale uitwerkingen.	Grids, interfaces, functies, digitale orderdata, conformiteit, uitvraag en productfamilies.	IFD; concept-NTA 8786; NTA 8230-3/-4; ISO 19650; NEN 2660; EN 17632; DSGO.	P1-7. Horizontaal interfaceprogramma en verticale profielen.
Toekomstbeeld: slimme materiaalketen [S1-S3,S11,S14,S15,I2,I4]	Materiaalstromen worden bestuurbaar via betrouwbare, interoperabele data. De nieuwe NTA's leveren termen, prestatiegegevens, vastlegging en materiaalpaspoorttoepassingen.	Identifiers, classificatie, performance, LCA, biobased gehalte, paspoorten en governance.	NTA 8230-1; NTA 8233; concept-NTA 8786; NEN 2660; NEN 3610; ISO 19650; DSGO; NMD; DPP.	P1,3-7. Minimumdataset en semantisch model.
Toekomstbeeld: adaptieve hergebruiksector [S1-S3,S6,S14,S15,I2,I4,I6,I8]	Hubs en marktplaatsen vereisen betrouwbare kwaliteit, garanties en stockdata. NTA 8233 en concept-NTA 8786 maken levensduur, inspectie, remontage en hergebruik concreet.	Inspectie/test, conditie, hergebruikklasse, certificering, aansprakelijkheid en paspoortdata.	NTA 8233; concept-NTA 8786; NTA 8713; IFD; HNN/CB'23; NEN 2767; BRL.	P1-7. Pilot met hubs, CI's, financiers en verzekeraars.
Resultaatsbewijs: NTA-portfolio [S2,S11-S15]	Eerder benoemde normalisatiebehoeften zijn aantoonbaar vertaald naar een horizontale biobased basis en verticale afspraken voor plaatmaterialen, biocomposieten, circulaire gevels en modulaire bruggen.	Terminologie, bepalingsmethoden, product- en prestatie-eisen, circulariteitsstrategie, interfaces, paspoorten en pilotfeedback.	NTA 8230-1/-3/-4; NTA 8233; concept-NTA 8786; koppelingen met CEN/CPR/Eurocodes/NTA 8085/NTA 8713.	P1-7. Monitor toepassing, leerpunten, actualisatie en internationale doorwerking.
Opschalingskloof / The gap [S1-S3,S10,I1-I8]	Fragmentatie en onzekerheid verhinderen opschaling; adaptieve normalisatie verbindt kennis, pilots en markt.	NTA/NEN Spec, pilots, feedback, consolidatie, digitalisering.	Passend product per fase; later NEN/EN/ISO.	P1-7. Jaarlijkse gap- en voortgangsrapportage.
Zelf routes uitzetten / samen routes bepalen [S1-S3,S10,S16,I1,I3,I4,I7]	Scenario-dialogen maken keuzes, verschillen en benodigde veranderingen zichtbaar; routevorming vraagt governance, prioritering, monitoring en transparante status.	Regiegroep, intake- en classificatieproces, werkprogramma, KPI's, digitale toegang en meldpunt.	NEN-governance en verbonden regiegroepen, normcommissies en andere beheerders.	P1-7. Scenario-dialogen organiseren, behoeften beleggen en adaptief actualiseren.

Bijlage C. Begrippen en afkortingen

Begrip	Betekenis in dit document
Afsprakenstelsel	Geordende combinatie van regels, normen, standaarden, protocollen en governance voor samenwerking en gegevensuitwisseling.
Adaptieve normalisatie	Vroeg en stapsgewijs afspraken vastleggen, toepassen, feedback ophalen en actualiseren in een vorm die past bij de marktfase.
BRL	Beoordelingsrichtlijn voor conformiteitsbeoordeling en certificering.
DPP	Digitaal productpaspoort.
DSGO	Digitaal Stelsel Gebouwde Omgeving.
IFD	Industrieel, Flexibel en Demontabel.
Interface	Vastgelegd raakvlak tussen onderdelen, systemen, organisaties of data, inclusief functies, prestaties, geometrie en informatie.
MKI	Milieukostenindicator.
MPG	Milieuprestatie Gebouwen.
Normalisatie	Formeel proces om onder begeleiding van een normalisatie-instituut tot een normproduct te komen.
NTA	Nederlandse Technische Afspraak: een formeel, relatief snel en aanpasbaar normproduct.
Standaardisatie	Overkoepelend proces van afspraken maken en toepassen; omvat formele normen en marktstandaarden.
Horizontale afspraak	Breed toepasbare basis voor meerdere productgroepen of systemen, bijvoorbeeld termen, bepalingsmethoden, data of interfaces.
Verticale afspraak	Toepassingsgericht normproduct voor een specifieke productgroep, bouwdeel of systeem dat de horizontale basis concretiseert.

Einde document