

SAMENWERKEN IN DE WAARDEKETEN ALS SLEUTEL TOT CIRCULAIRE PRESTATIES

Arjen Wierikx	Hogeschool Utrecht. Technische Universiteit Eindhoven
Pascal Ravesteijn	Hogeschool Utrecht
Ron van Duin	Hogeschool Rotterdam, Technische Universiteit Delft
Lóri Tavasszy	Technische Universiteit Delft

Dit artikel is opgedragen aan prof. Kees Ruijgrok (03/08/1949 - 9/12/2024)

Samenvatting

De transitie naar een circulaire economie vraagt om intensieve samenwerking binnen waardeketens. Dit artikel bouwt op concepten voor de analyse van logistieke systemen zoals geïntroduceerd door prof. Kees Ruijgrok, en verbindt deze aan recent onderzoek naar Value Chain Collaboration en circulaire prestaties. Met behulp van kwalitatieve data, verzameld via semi-gestructureerde interviews, en kwantitatieve data, verkregen uit twee opeenvolgende vragenlijsten, is de relatie tussen samenwerking en prestaties op de Rladder van de circulaire economie nader onderzocht. Samenwerking blijkt sterk te correleren met circulaire prestaties, met name in technologie-intensieve sectoren die profiteren van gedeelde platforms en infrastructuur. Traditionele sectoren lijken te worden belemmerd door een gebrek aan vertrouwen en beperkte middelen. Deze resultaten benadrukken de noodzaak van maatwerkoplossingen om unieke uitdagingen en kansen binnen sectoren te benutten. Het artikel beoogt bij te dragen aan de literatuur over circulaire economie en samenwerking in de logistiek, als basis voor toekomstig onderzoek en praktijktoepassingen.

1 Inleiding

De wereldwijde transitie naar een circulaire economie wordt algemeen erkend als een noodzakelijk alternatief voor het lineaire "take-make-waste-model" dat de natuurlijke hulpbronnen uitput en milieuproblemen veroorzaakt (Merli et al., 2018). In dit kader speelt samenwerking in de waardeketen een sleutelrol (Vegter et al., 2022). Het optimaliseren van relaties tussen leveranciers, producenten, distributeurs en andere belanghebbenden is essentieel om duurzaamheidsdoelen te bereiken en circulaire prestaties te verbeteren (Kuzma and Sehnem, 2021). Samenwerking binnen waardeketens, ook wel bekend als Value Chain Collaboration (VCC), omvat het delen van informatie, middelen en verantwoordelijkheden om gezamenlijke voordelen te behalen (Simatupang and Sridharan, 2002). Deze samenwerkingsbenadering bevordert innovatie en efficiëntie, wat leidt tot een hogere mate van circulaire volwassenheid, zoals beschreven in het werk van Holly et al. (2024). De R-ladder biedt een hiërarchisch raamwerk voor circulaire strategieën, variërend van recycling (laagste niveau) tot refuse (hoogste niveau) (Potting et al., 2017).

Het werk van prof. dr. Kees Ruijgrok (Ruijgrok, nd) biedt een belangrijke theoretische basis voor dit onderzoek. De door hem in de jaren '90 geïntroduceerde concepten, zoals het SMILE-model (Strategic Modelling for Integrated Logistics Evaluations), Logistieke Families en SPITSvondigheden (PIT), benadrukten de rol van samenwerking en innovatie in het verbeteren van logistieke netwerken (Ruijgrok and Tavasszy, 2007). SPITSvondigheden richtte zich op een conceptuele weergave van logistieke beslissingen en laat zien hoe innovatieve oplossingen kunnen helpen om logistieke uitdagingen aan te gaan, zoals gedeeld gebruik van infrastructuur en technologie. Het raamwerk was de basis voor het SMILEmodel om handelsstromen, logistieke processen en transportstromen integraal te beschrijven, en daarmee hun rol binnen circulaire economieën te begrijpen (Tavasszy et al., 1998). De Logistieke Families-studie liet zien welke goederenstromen met vergelijkbare kenmerken gegroepeerd konden worden, wat leidt tot schaalvoordelen en een efficiënter gebruik van middelen (Ruijgrok and Tavasszy, 2007).

Het centrale doel van dit onderzoek was om de invloed van samenwerking in de waardeketen op circulaire prestaties te analyseren, met aandacht voor de toepasbaarheid en relevantie van Ruijgrok's concepten. Door kwalitatieve en kwantitatieve data te combineren, beoogt dit artikel niet alleen wetenschappelijke inzichten te bieden, maar ook praktische aanbevelingen voor bedrijven en beleidsmakers.

Het artikel is als volgt opgebouwd. Sectie 2 geeft een overzicht van relevante literatuur op het gebied van conceptuele modellen voor logistieke analyse, met een nadruk op Kees Ruijgrok's werk en direct

gerelateerde studies. Sectie 3 beschrijft de empirische analyse-aanpak, waarbij kwalitatieve en kwantitatieve data worden gecombineerd om de relatie tussen VCC en circulaire prestaties te onderzoeken. De resultaten worden gepresenteerd en besproken in Sectie 4. Tot slot biedt Sectie 5 een samenvatting van de bevindingen, implicaties voor de praktijk en aanbevelingen voor vervolgonderzoek.

2 Concepten voor logistieke analyse

De transitie naar een circulaire economie vereist een fundamentele herziening van traditionele waardeketens, waarbij samenwerking tussen verschillende actoren cruciaal is (Genovese et al., 2017; Ellen MacArthur Foundation, 2015; Kirchherr et al., 2017; European Commission, 2020). Diverse studies vonden dat effectieve samenwerking binnen de waardeketen leidt tot verbeterde milieuprestaties en economische voordelen (Genovese et al., 2017). Zoals aangegeven door Tavasszy et al. (2012) zijn geavanceerde logistieke vraagmodellen essentieel om de interacties tussen waardeketenpartners en transportefficiëntie binnen een circulaire economie te begrijpen en optimaliseren. Daarnaast benadrukken onderzoekers het belang van geïntegreerde logistieke benaderingen om circulaire strategieën succesvol te implementeren (Seuring and Muller, 2008).

Prof. Kees Ruijgrok heeft op het gebied van logistieke systemen en optimalisatie een blijvende impact gehad op de logistieke sector. Zijn onderzoek en modellen bieden diepgaand inzicht in hoe logistieke processen efficiënter kunnen worden gemaakt en beter kunnen inspelen op beleids- en infrastructurele veranderingen. Het **SPITS**-model ('Sourcing, Production, Inventory, Transport, Sales') is een integraal raamwerk dat verschillende logistieke processen — van productie en voorraadbeheer tot transport, supply en verkoop — in samenhang analyseert (Ruijgrok et al., 1993; Wierikx, 2008; Voordijk, 2008). Dit model biedt een platform om logistieke processen te optimaliseren, met name binnen circulaire systemen. De kracht van **SPITS** ligt in de mogelijkheid om de interacties tussen tactische en strategische niveaus binnen logistieke besluitvorming bloot te leggen. Dit zorgt voor een beter begrip van de samenhang tussen samenwerking binnen waardeketens en circulaire prestaties. Een tweede en hiervan afgeleide belangrijke bijdrage van Ruijgrok is het **SMILE**-model. Dit model is ontwikkeld om de effecten van logistieke beslissingen op transportstromen en infrastructuur te analyseren (Wierikx et al., 1993). Door logistieke organisaties de mogelijkheid te bieden om veranderingen in infrastructuurkwaliteit en beleidsmaatregelen te evalueren, heeft het model talloze bedrijven geholpen bij het verbeteren van hun strategische planning. Het **SMILE**-model speelt een cruciale rol bij het verbinden van logistieke processen met beleidsdoelstellingen en infrastructuurontwikkeling (Tavasszy et al., 1998). Het concept van '**Logistieke Families**' maakte integraal onderdeel uit van de **SMILE** architectuur. Het bood een innovatieve manier om goederenstromen te clusteren op basis van vergelijkbare kenmerken. Deze groepering stelt bedrijven en overheden in staat om potentiële schaalvoordelen te onderzoeken en

transportnetwerken efficiënter in te richten. Door gebruik te maken van gedeelde kenmerken van goederenstromen, kunnen bedrijven flexibeler reageren op veranderende omstandigheden en hun strategieën optimaliseren. Dit concept heeft brede toepassing gevonden binnen supply chain management en strategische logistieke planning (Immers et al., 2008).

Geïnspireerd op de bovengenoemde raamwerken zijn diverse modellen ontwikkeld voor het in kaart brengen van bedrijfsprocessen, zowel op micro-niveau (individuele bedrijven) als op meso-niveau (samenwerkende bedrijven). Het **TASTE**-gereedschap (The Advanced Studies of Transport in Europe) biedt een krachtig hulpmiddel voor het analyseren, simuleren en optimaliseren van distributienetwerken. Het simulatie-gereedschap, gebaseerd op de formele specificatietaal ExSpect (van Hee et al., 1991), maakt het mogelijk om snel en gevalideerd tot een simulatiemodel te komen van een logistieke keten. Door middel van animaties geeft het ontwikkelde simulatiemodel specifiek inzicht in de efficiëntie en duurzaamheid van logistieke operaties door middel van strategische/tactische clustering van transportstromen en daarmee de identificatie van verbeterpunten in distributiestructuren (van Duin and Ruijgrok, 1993). Door zowel tactische als strategische beslissingen te ondersteunen, stelt **TASTE** bedrijven in staat om beter in te spelen op veranderende markteisen en infrastructurele beperkingen. Eén van de unieke aspecten van **TASTE** is het vermogen om simultaan rekening te houden met economische, ecologische en operationele factoren. Dit maakt het een essentieel hulpmiddel voor bedrijven die streven naar een duurzame transitie binnen een circulaire economie. Volgens van Duin and Ruijgrok (1993) helpt het model bij het visualiseren van complexe interacties binnen distributienetwerken, zoals opslag, transport en distributie, wat leidt tot verbeterde besluitvorming. Bovendien benadrukt **TASTE** het belang van geïntegreerde samenwerking tussen actoren in de logistieke ketens (Sijbrands, 1993). Het model stimuleert het delen van informatie en middelen tussen ketenpartners, wat leidt tot schaalvoordelen en een verbeterd gebruik van bestaande infrastructuur. In de context van circulaire economieën draagt dit bij aan de optimalisatie van reverse logistics, zoals retourstromen van goederen en hergebruik van materialen.

In aansluiting op TASTE is later het SUITCASE (Structured and Uniform Tool for Chain Analysis) ontwikkeld (Geilleit et al., 1994). De SUITCASE maakt een kwalitatieve analyse van de keten mogelijk, waarna, desgewenst, met TASTE een kwantitatieve modellering kon plaatsvinden (Geilleit et al., 1994). De TASTE- en SUITCASE-modellen illustreren daarmee hoe innovatieve tools niet alleen kunnen bijdragen aan de efficiëntie van logistieke netwerken, maar ook aan bredere doelstellingen op het gebied van duurzaamheid en circulaire waardecreatie. Dit maakt het een integraal onderdeel van Ruijgrok's wetenschappelijke erfenis in de logistieke sector.

Tabel 1: Overzicht van belangrijkste concepten en toepassingen.

Concept	Beschrijving en Toepassing
SMILE	Een strategisch rekenmodel voor het beschrijven van logistieke processen op macro-niveau. Helpt bij het evalueren van transportstromen en infrastructuur.
Logistieke Families	Clustering van goederenstromen met vergelijkbare kenmerken om schaalvoordelen en efficiëntie te realiseren. Bevordert synergie en samenwerking tussen ketenpartners.
SPITS	Een integraal conceptueel model dat productie, transport en voorraadbeheer combineert. Richt zich op tactische en strategische optimalisatie van logistieke netwerken.
TASTE	(TNO: The Advanced Studies of Transport in Europe) Analyseert, simuleert en verbetert distributienetwerken. Richt zich op economische, ecologische en operationele factoren binnen logistieke systemen.
SUITCASE	(Structured and Uniform Tool for Chain Analysis) Een kwalitatief analyse-instrument voor ketenprocessen. Kan samen met TASTE worden gebruikt voor kwantitatieve modellering.

De modellen van Ruijgrok (zie Tabel 1, zoals SMILE, TASTE, Logistieke Families en SPITS, versterken elkaar door hun gecombineerde focus op zowel operationele als strategische vraagstukken, en aandacht voor de niveau's micro, meso en macro. Zoals beschreven door (Wierikx et al., 1993), ondersteunt het **SPITS**-model niet alleen operationele optimalisaties, maar fungeert het ook als een prognose-instrument voor strategische besluitvorming. Deze aanpak benadrukt de synergie tussen korte- en langetermijnbesluiten, wat essentieel is voor het verbeteren van logistieke prestaties en duurzaamheid. De toepasbaarheid van Ruijgrok's concepten werd onderstreept door het **TRANSUMO**-programma, waar **Logistieke Families** werden ingezet om schaalvoordelen te realiseren door clustering van goederenstromen. Dit programma illustreerde hoe **SPITS**-modellen niet alleen strategische en tactische optimalisatie ondersteunen, maar ook samenwerking binnen waardeketens bevorderen in lijn met duurzaamheidsdoelen.

De integratie van Ruijgrok's concepten heeft geleid tot een vernieuwde kijk op logistiek. Door de nadruk te leggen op samenwerking binnen waardeketens en de transitie naar circulaire economieën, hebben de inzichten van Ruijgrok bijgedragen aan een duurzamere en veerkrachtigere logistieke sector. Diverse onderzoeken laten zien dat intensieve samenwerking binnen de waardeketen een positieve invloed heeft op de implementatie van circulaire praktijken (Deloitte, 2024; NWO (Dutch Research Council), 2024; Cirkelstad, 2024; Kuzma and Sehnem, 2021; Ellen MacArthur Foundation, 2015; Winkler, 2011; Kirchherr et al., 2017; Genovese et al., 2017). Bedrijven die strategische allianties vormen, kunnen gezamenlijk innovatieve oplossingen ontwikkelen die leiden tot duurzamere productie- en

consumptiepatronen (Winkler, 2011). Bovendien speelt vertrouwen tussen ketenpartners een cruciale rol in het succes van circulaire initiatieven, aangezien het delen van informatie en middelen essentieel is voor gezamenlijke waardecreatie (NWO (Dutch Research Council), 2024).

3 Methoden en data

3.1 Kwalitatief onderzoek

Voor dit onderzoek is kwalitatieve data verzameld via semi-gestructureerde interviews met managers en besluitvormers uit verschillende sectoren. Deze interviews boden een gedetailleerd inzicht in de ervaringen en percepties van bedrijven met betrekking tot samenwerking in de waardeketen en de impact hiervan op circulaire prestaties. De methodologie was gericht op het verkrijgen van rijk contextueel bewijs om de kwantitatieve resultaten te ondersteunen en te verdiepen.

De interviews waren ontworpen rond drie centrale thema's: 1) de mate en aard van samenwerking in de waardeketen, 2) specifieke barrières en succesfactoren, 3) de waargenomen invloed van samenwerking op circulaire prestaties. Deelnemers werden open vragen gesteld die hen aanmoedigden om concrete voorbeelden en ervaringen te delen. Dit resulteerde in een dataset van 90 interviews, verspreid over technologie-intensieve en traditionele sectoren, en een spreiding van verschillende bedrijfsgroottes en logistieke rollen.

Uit de data-analyse kwamen verschillende belangrijke inzichten naar voren. Veel respondenten uit traditionele sectoren benadrukten de moeilijkheden bij het opbouwen van vertrouwen met ketenpartners.

Dit wantrouwen werd vaak toegeschreven aan de perceptie dat concurrentie gevoelige informatie in gevaar kan brengen. Een manager in de bouwsector stelde bijvoorbeeld:

"Het is moeilijk om vertrouwen op te bouwen met onze leveranciers. Veel partijen willen hun data niet delen uit angst voor concurrentie."

Deze perceptie vormde een belangrijke barrière voor samenwerking, wat vooral in traditionele sectoren de circulaire prestaties negatief beïnvloedde.

Integenstelling tot bovenstaande gaven respondenten uit technologie-intensieve sectoren aan dat gedeelde technologieën, zoals supply chain platforms, de samenwerking significant verbeterden. Een respondent uit de technologie-industrie merkte op:

“We hebben een gedeeld platform geïmplementeerd waarmee onze partners realtime inzicht hebben in voorraadniveaus en transportstatussen. Dit heeft niet alleen de samenwerking verbeterd, maar ook onze afvalreductie met 20% verhoogd.”

Deze ervaringen benadrukken de rol van technologie als een hefboom voor vertrouwen en efficiëntie.

De impact van samenwerking op circulaire prestaties werd door meerdere respondenten bevestigd. Een manager in de retailsector gaf aan dat nauwe samenwerking met leveranciers leidde tot een aanzienlijke vermindering van verpakkingsafval en een stijging in recyclingpercentages:

“Door nauwer samen te werken met onze leveranciers hebben we onze verpakkingsafval met bijna 30% verminderd. We werken nu aan gezamenlijke recyclingprogramma's.”

Deze inzichten zijn in lijn met eerdere studies die benadrukken dat samenwerking essentieel is voor het bereiken van hogere niveaus op de R-ladder, zoals reduce en reuse.

De resultaten van de kwalitatieve analyse tonen duidelijk de complexiteit van samenwerking in waardeketens. Technologie-intensieve sectoren blijken beter in staat om samenwerking te operationaliseren door gebruik te maken van gedeelde infrastructuren en data. Traditionele sectoren daarentegen worden geconfronteerd met structurele belemmeringen, zoals een gebrek aan vertrouwen en technologische ondersteuning. Deze inzichten bieden niet alleen een verdieping van de kwantitatieve resultaten, maar vormen ook een solide basis voor verdere theoretische en praktische implicaties.

De kwalitatieve data-analyse leverde verschillende thema's op die sterk aansluiten bij de concepten van logistieke families. Zoals beschreven in Voordijk (2008), kan clustering van logistieke processen, gebaseerd op gedeelde kenmerken, een sleutelrol spelen in het overwinnen van samenwerkingsbarrières. Respondenten in traditionele sectoren meldden dat initiatieven zoals gezamenlijke opslag- en transportsystemen vertrouwen en efficiëntie vergrootten, wat consistent is met de bevindingen van Voordijk (2008).

Het SPITS-model, zoals beschreven door Ruijgrok et al. (1993), werd expliciet genoemd door meerdere respondenten in de context van technologische innovaties. Een manager uit de technologie-industrie verklaarde dat het gebruik van gedeelde platforms, geïnspireerd door SPITS-concepten, leidde tot significante verbeteringen in afvalreductie.

3.2 Kwantitatief onderzoek

De kwantitatieve data voor dit onderzoek is verzameld via twee opeenvolgende vragenlijsten, uitgevoerd onder een brede steekproef van bedrijven in zowel technologie-intensieve als traditionele sectoren. Deze vragenlijsten waren specifiek ontworpen om de mate van samenwerking in de waardeketen (VCC) en de impact hiervan op circulaire prestaties te meten. In totaal namen 150 bedrijven deel aan de eerste versie van de vragenlijst en 200 bedrijven aan de herziene tweede versie, wat leidde tot een rijke dataset die statistische analyses mogelijk maakte.

De eerste versie van de vragenlijst richtte zich op basale indicatoren van samenwerking, zoals de frequentie van informatie-uitwisseling, de mate van vertrouwen tussen partners, en de aanwezigheid van gezamenlijke initiatieven. Deze versie bood een overzicht van de status quo van samenwerking binnen waardeketens. Het ontwerp van de tweede versie van de vragenlijst was gebaseerd op de bevindingen van de eerste versie en breidde de analyse uit door aanvullende dimensies op te nemen, zoals de invloed van technologische middelen en sectorale verschillen in samenwerking. Deze verfijning maakte het mogelijk om een meer gedetailleerd beeld te schetsen van de variabiliteit en determinanten van VCC.

De gegevensverzameling werd uitgevoerd met behulp van een gestandaardiseerde Likert-schaal, waarbij respondenten werd gevraagd de samenwerking met hun ketenpartners te beoordelen op een schaal van 1 (zeer laag) tot 7 (zeer hoog). Voor circulaire prestaties werd gebruik gemaakt van indicatoren die waren gebaseerd op de R-ladder, variërend van recycling (laagste niveau) tot refuse (hoogste niveau). Hierdoor konden zowel de intensiteit van samenwerking als de progressie op circulaire prestaties op een uniforme manier worden gemeten.

Binnen dit onderzoek verwijst *Circular Regulation* naar de mate waarin organisaties actief betrokken zijn bij de implementatie, naleving en beïnvloeding van wet- en regelgeving die gericht is op het bevorderen van circulaire economie. Dit omvat het aanpassen van interne strategieën aan beleidskaders, zoals richtlijnen voor afvalvermindering, recycling en duurzaam gebruik van grondstoffen. Daarnaast omvat het ook de actieve participatie in beleidsvorming door samenwerking met beleidsmakers en deelname aan netwerken en werkgroepen.

Naast *Circular Regulation* werd ook *Circular Certification* onderzocht, wat verwijst naar het gebruik van certificeringen en standaarden om circulaire activiteiten binnen organisaties te waarborgen. Dit kan betrekking hebben op certificaten voor duurzaam inkopen, ecologische productieprocessen of andere certificeringen die circulaire doelen ondersteunen.

Beide variabelen geven inzicht in hoe organisaties zich positioneren ten opzichte van circulaire doelstellingen, waarbij de eerste nadruk legt op beleid en regelgeving, en de tweede op operationele praktijktoepassingen.

De analyse van de kwantitatieve data begon met een descriptieve statistische benadering, waarbij gemiddelde VCC-scores en standaarddeviaties werden berekend voor de verschillende sectoren. Technologieintensieve sectoren rapporteerden bijvoorbeeld gemiddeld hogere VCC-scores (4.2, SD = 0.6) in vergelijking met traditionele sectoren (3.5, SD = 0.8). Deze verschillen werden verder onderzocht met behulp van t-tests, die aantoonde dat de waargenomen verschillen statistisch significant waren ($t(348) = 7.13, p < 0.001$).

Daarnaast werd een regressieanalyse uitgevoerd om de relatie tussen samenwerking en circulaire prestaties te modelleren. De resultaten toonden aan dat VCC-scores een substantiële invloed hadden op prestaties op de hogere niveaus van de R-ladder, zoals *reduce* en *reuse*. In het basisscenario, waarin enkel VCC-scores werden opgenomen, verklaarde het model 35% van de variantie in circulaire prestaties ($R^2 = 0.35, p < 0.001$). Toen sectorale verschillen als moderatorvariabele werden toegevoegd, steeg de verklaarde variantie naar 47% ($R^2 = 0.47, p < 0.001$).

Om de rol van sectorale context verder te verhelderen, werden afzonderlijke regressieanalyses uitgevoerd voor verschillende sectoren. De R^2 -waarden laten zien dat de sterkte van de relatie tussen samenwerking en circulaire prestaties aanzienlijk varieert per sector. Voor *Circular Regulation* varieerden de R^2 -waarden van 0.009 in de sector *Openbaar bestuur, overheidsdiensten en verplichte sociale verzekeringen* tot 0.837 in de sector *Vervoer en opslag*. Voor *Circular Certification* waren de R^2 -waarden het hoogst in de sector *Vervoer en opslag* ($R^2 = 0.372$) en het laagst in de sector *Industrie* ($R^2 = 0.032$).

Deze variabiliteit benadrukt dat de invloed van samenwerking sterk afhankelijk is van de sectorale context. De principes voor robuustheid in logistieke netwerken, zoals beschreven door Immers et al. (2010), ondersteunen het idee dat technologie-intensieve sectoren beter presteren door het gebruik van schaalbare en veerkrachtige infrastructuren. Dit onderstreept de noodzaak om maatwerkstrategieën te ontwikkelen die rekening houden met sectorale verschillen. Bijvoorbeeld, sectoren met relatief lage R^2 -waarden kunnen profiteren van een intensievere focus op vertrouwen en samenwerkingstechnologieën, terwijl sectoren met hoge R^2 -waarden kunnen dienen als voorbeeld voor succesvolle praktijktoepassingen.

Een vergelijking tussen de resultaten van de twee opeenvolgende vragenlijsten bood aanvullende inzichten. Hoewel de vragenlijsten enkele verschillen vertoonden in ontwerp en steekproef, bieden de resultaten waardevolle indicaties van trends in samenwerking en circulaire prestaties over tijd. De gemiddelde VCC-score steeg bijvoorbeeld van 3.8 in versie 1 naar 4.1 in versie 2, een verschil dat zowel statistisch significant als praktisch relevant was ($t(349) = 4.45, p < 0.001$).

Het is belangrijk op te merken dat deze vergelijking niet volledig longitudinaal is, omdat de steekproeven en contexten tussen de twee metingen niet volledig identiek waren. Desondanks geven de resultaten een indicatie dat bedrijven in het algemeen beter zijn gaan samenwerken, mogelijk door technologische innovaties en veranderende marktdynamiek. Deze bevindingen dienen echter met voorzichtigheid te worden geïnterpreteerd vanwege de mogelijke invloed van contextuele verschillen tussen de twee datasets.

De bevindingen uit de kwantitatieve analyse ondersteunen de hypothese dat samenwerking een essentiële factor is voor het bevorderen van circulaire prestaties. Technologie-intensieve sectoren bleken hierbij bijzonder effectief, wat de rol van technologie als katalysator benadrukt. In traditionele sectoren blijven echter structurele belemmeringen bestaan, zoals een gebrek aan vertrouwen en een beperkte toegang tot middelen. Deze resultaten vormen een solide basis voor verdere discussie over de praktische implicaties van samenwerking in waardeketens.

3.3 Triangulatie

De triangulatie van kwalitatieve en kwantitatieve data vormde een cruciaal onderdeel van dit onderzoek. Door bevindingen uit beide databronnen te vergelijken en te valideren, kon een dieper begrip worden ontwikkeld van de relatie tussen samenwerking in de waardeketen en circulaire prestaties. Dit proces bood niet alleen een rijkere context voor de interpretatie van kwantitatieve bevindingen, maar hielp ook om kwalitatieve inzichten te toetsen aan bredere statistische trends.

De eerste stap in de triangulatie bestond uit het identificeren van gemeenschappelijke thema's in de kwalitatieve data die direct verband hielden met de kwantitatieve indicatoren. Vertrouwen tussen ketenpartners, een thema dat consistent werd genoemd in interviews, werd bijvoorbeeld gekoppeld aan de VCC-scores van bedrijven in verschillende sectoren. Bedrijven met hoge VCC-scores rapporteerden in de kwalitatieve data vaker positieve ervaringen met gedeelde informatie en wederzijds begrip. Dit patroon werd zichtbaar in technologie-intensieve sectoren, waar gedeelde platforms en data-uitwisseling het vertrouwen tussen partners versterkten. In traditionele sectoren werd daarentegen vaak melding gemaakt van wantrouwen en weerstand tegen het delen van gevoelige informatie.

Een belangrijk aspect van triangulatie was de focus op sectorale verschillen. De regressieanalyse van de kwantitatieve data toonde aan dat technologie-intensieve sectoren significant hogere VCC-scores behaalden dan traditionele sectoren. Deze bevinding werd verder versterkt door kwalitatieve inzichten, waarin managers uit technologie-intensieve bedrijven vaak benadrukten dat gedeelde technologieën zoals supply chain platforms een directe impact hadden op de samenwerking. Een respondent uit een technologiebedrijf merkte op dat het gebruik van een gedeeld platform niet alleen de samenwerking verbeterde, maar ook leidde tot een reductie van 20% in afvalstromen. Dergelijke kwalitatieve voorbeelden hielpen om de abstracte kwantitatieve scores te valideren en te contextualiseren.

Triangulatie bood ook waardevolle inzichten in de impact van samenwerking op circulaire prestaties. De regressieanalyse liet zien dat bedrijven met hoge VCC-scores significant beter presteerden op de hogere niveaus van de R-ladder, zoals *reduce* en *reuse*. Deze bevinding werd bevestigd door kwalitatieve uitspraken van respondenten, die benadrukten dat nauwe samenwerking met leveranciers en klanten leidde tot minder afval en hogere recyclingpercentages. Bijvoorbeeld, een manager in de retailsector rapporteerde dat een gezamenlijke aanpak met leveranciers resulteerde in een vermindering van verpakkingsafval met bijna 30%.

Het proces van triangulatie leverde inzichten op die zonder deze gecombineerde benadering wellicht onopgemerkt zouden zijn gebleven. Kwalitatieve data bood context en nuance voor de kwantitatieve bevindingen, terwijl de kwantitatieve data de generaliseerbaarheid en statistische validiteit van de kwalitatieve inzichten versterkte. Dit geïntegreerde perspectief onderstreepte het belang van triangulatie als een holistische benadering in logistiek en supply-chain onderzoek.

4 Resultaten en discussie

De resultaten van dit onderzoek bieden inzicht in de relatie tussen samenwerking in de waardeketen (Value Chain Collaboration, VCC) en circulaire prestaties. Zowel de kwalitatieve als kwantitatieve analyses bevestigen dat samenwerking een centrale rol speelt in het bereiken van hogere niveaus op de R-ladder, met duidelijke verschillen tussen sectoren en contexten.

4.1 Wat leeft er bij bedrijven?

De kwalitatieve analyse bracht belangrijke thema's aan het licht die de dynamiek van samenwerking in waardeketens belichten. Respondenten uit traditionele sectoren benadrukten herhaaldelijk de uitdagingen bij het opbouwen van vertrouwen. Een manager in de bouwsector stelde bijvoorbeeld:

“Het is moeilijk om vertrouwen op te bouwen met onze leveranciers. Veel partijen willen hun data niet delen uit angst voor concurrentie.”

Dit gebrek aan vertrouwen werd vaak gekoppeld aan de afwezigheid van gedeelde technologieën en transparante communicatie, wat samenwerking in traditionele sectoren belemmert.

In technologie-intensieve sectoren werd daarentegen een ander beeld geschetst. Respondenten gaven aan dat gedeelde platforms en datainfrastructuren het vertrouwen aanzienlijk versterkten. Een manager uit de technologie-industrie verklaarde:

“We hebben een gedeeld platform geïmplementeerd waarmee onze partners realtime inzicht hebben in voorraadniveaus en transportstatussen. Dit heeft niet alleen de samenwerking verbeterd, maar ook onze afvalreductie met 20% verhoogd.”

Deze ervaringen tonen aan dat technologische integratie een katalysator kan zijn voor samenwerking en circulaire prestaties.

Een opvallend thema in beide sectoren was de impact van samenwerking op circulaire doelstellingen. In de retailsector werd gerapporteerd dat nauwe samenwerking met leveranciers leidde tot een reductie van verpakkingsafval met bijna 30%. Deze concrete voorbeelden illustreren hoe samenwerking zowel strategisch als praktisch bijdraagt aan circulariteit.

De kwalitatieve bevindingen bieden een rijkere context voor de kwantitatieve resultaten. Ze laten zien hoe technologie-intensieve sectoren beter presteren door het benutten van gedeelde infrastructuren en vertrouwen, terwijl traditionele sectoren baat kunnen hebben bij gerichte interventies, zoals clustering via Logistieke Families of investeringen in gedeelde technologieën.

4.2 Correlatie tussen samenwerking en circulariteit

De kwantitatieve analyse biedt sterke ondersteuning voor de hypothese dat samenwerking in waardeketens een essentiële factor is voor het verbeteren van circulaire prestaties. De gemiddelde VCC-scores waren significant hoger in technologie-intensieve sectoren dan in traditionele sectoren, wat wijst op een structureel voordeel in samenwerkingscapaciteiten.

De regressieanalyse toonde een sterke relatie tussen samenwerking en circulaire prestaties. Het basisscenario, waarin alleen VCC-scores werden opgenomen, verklaarde 35% van de variantie in circulaire prestaties. Toen sectorale verschillen als moderatorvariabele werden toegevoegd, steeg dit naar 47%. Dit onderstreept de invloed van contextuele factoren, zoals sectorale kenmerken, op de effectiviteit van samenwerking.

Een sectorale analyse bood verdere inzichten. Voor *Circular Regulation* varieerden de R^2 -waarden van 0.009 in *Openbaar bestuur, overheidsdiensten en verplichte sociale verzekeringen* tot 0.837 in *Vervoer en opslag*. Deze variatie benadrukt de rol van sectorale context in de mate waarin samenwerking bijdraagt aan circulaire prestaties. Voor *Circular Certification* was de variabiliteit kleiner, met de hoogste R^2 -waarde in *Vervoer en opslag* (0.372) en de laagste in *Industrie* (0.032).

4.3 Discussie

De kwantitatieve resultaten sluiten nauw aan bij de kwalitatieve bevindingen. Technologie-intensieve sectoren profiteren van gedeelde technologieën, zoals supply chain platforms, die niet alleen de samenwerking vergemakkelijken maar ook bijdragen aan concrete circulaire doelen, zoals afvalreductie. Traditionele sectoren, daarentegen, ervaren structurele belemmeringen zoals een gebrek aan vertrouwen en technologische ondersteuning, wat hun lagere prestaties verklaart. Zij hebben specifieke interventies nodig om structurele belemmeringen te overwinnen, zoals investeringen in infrastructuur en training voor ketenpartners. De resultaten benadrukken verder dat samenwerking een cruciale rol speelt in het bereiken van hogere niveaus op de R-ladder, zoals *reduce* en *reuse*. Ze onderstrepen ook de noodzaak om sector-specifieke strategieën te ontwikkelen die rekening houden met unieke uitdagingen en kansen.

De bevindingen van dit onderzoek bevestigen de relevantie van Ruijgrok's theoretische bijdragen, zoals besproken in Wierikx (2008) en Tavasszy (2008). Technologie-intensieve sectoren die gebruik maken van prognosemodellen geïnspireerd door het SPITS-framework, presteren consequent beter op de hogere niveaus van de R-ladder. Dit onderstreept het belang van strategieën die de samenwerking tussen ketenpartners integreren in operationele en tactische beslissingen. Daarnaast bevestigen de resultaten het belang van logistieke families in het bevorderen van samenwerking. Zoals Voordijk (2008) benadrukt, kan het clusteren van goederenstromen niet alleen schaalvoordelen opleveren, maar ook bijdragen aan het versterken van vertrouwen tussen partners, wat cruciaal is voor circulaire prestaties.

Hoewel de resultaten duidelijk de voordelen van samenwerking aantonen, wijzen ze ook op de complexiteit van de relatie tussen VCC en circulariteit. Sectorale verschillen en contextspecifieke factoren spelen een cruciale rol, wat suggereert dat een one-size-fits-all-benadering niet effectief zal zijn. Zoals Ruijgrok (2011) opmerkt, kan gecombineerd vervoer een sleutelrol spelen in het verlagen van de milieu-impact van logistieke operaties, wat consistent is met de bevindingen over verhoogde samenwerking in technologieintensieve sectoren. Het ontwerpen van op maat gemaakte strategieën, gebaseerd op de unieke behoeften en uitdagingen van verschillende sectoren, is essentieel om de volledige potentie van samenwerking te benutten.

Daarnaast is het belangrijk om de beperkingen van dit onderzoek te erkennen. De data is beperkt tot een steekproef van Nederlandse bedrijven, waardoor de generaliseerbaarheid naar internationale contexten niet gegarandeerd is. Bovendien richt dit onderzoek zich primair op samenwerking binnen waardeketens, terwijl andere factoren zoals productieprocessen en consumptiepatronen eveneens van invloed kunnen zijn op circulaire prestaties. Toekomstige studies zouden deze dimensies kunnen integreren voor een completer beeld. Langdurige trends tussen de twee vragenlijsten boden aanvullende inzichten, maar een echte longitudinale aanpak is wenselijk om de langetermijneffecten van samenwerking op circulaire prestaties te beoordelen. Door bedrijven over een langere periode te volgen, kunnen trends en duurzame impact beter in kaart worden gebracht.

5 Conclusie

Deze paper heeft de relatie onderzocht tussen samenwerking in de waardeketen (VCC) en circulaire prestaties. Door kwalitatieve en kwantitatieve data te integreren, biedt dit onderzoek zowel theoretische inzichten als praktische implicaties. Samenwerking lijkt een relevante rol te spelen bij het behalen van circulaire prestaties. Bedrijven die hoog scoren op VCC presteren aanzienlijk beter op hogere niveaus van de R-ladder, zoals reduce en reuse. Dit duidt erop dat strategische samenwerking niet slechts een ondersteunende functie vervult, maar een kernvoorwaarde is voor circulaire volwassenheid.

Verder is gevonden dat sectorale verschillen een significante invloed hebben op de mate van samenwerking. Technologie-intensieve sectoren blijken beter in staat om hun ketensamenwerking te optimaliseren door gebruik te maken van gedeelde technologieën en infrastructuur. Traditionele sectoren blijven hierin achter, wat suggereert dat zij gebaat zouden zijn bij gerichte ondersteuning en interventies.

Voor bedrijven wordt duidelijk dat investeringen in vertrouwen, communicatie en gedeelde technologieën niet alleen bijdragen aan een betere samenwerking, maar ook aan verbeteringen in circulaire prestaties. Beleidsmakers worden aangemoedigd om programma's te ontwikkelen die samenwerking binnen en tussen sectoren stimuleren, bijvoorbeeld door financiële prikkels of het faciliteren van gedeelde infrastructuur.

De bevindingen bieden waardevolle inzichten, maar het is van belang dat toekomstig onderzoek enkele van de beperkingen adresseert. Internationale steekproeven en een meer uitgebreide focus op productieprocessen en consumptiepatronen kunnen bijdragen aan een breder en diepgaander begrip. Bovendien kan een longitudinale aanpak helpen om de impact van samenwerking op de lange termijn te beoordelen.

Toekomstig onderzoek kan zich ook richten op het ontwikkelen van maatwerkoplossingen voor sectoren met structurele barrières. Dit vereist niet alleen technologische innovatie, maar ook een cultuurverandering waarin samenwerking en gedeelde verantwoordelijkheid centraal staan. Het onderwijs kan hier een belangrijke rol in spelen door toekomstige professionals vertrouwd te maken met de concepten van Ruijgrok en de waarde van ketensamenwerking.

Tot slot: de circulaire economie vraagt om een paradigmaverschuiving waarin samenwerking, innovatie en strategische inzet centraal staan. Het is aan bedrijven, beleidsmakers en onderzoekers om deze lessen te benutten en voort te bouwen op zijn inspirerende werk. Zoals prof. dr. Kees Ruijgrok vaak benadrukte: "De kracht van logistiek ligt in samenwerking en innovatie." Dit paper toont aan hoe zijn visie blijft bijdragen aan het verbeteren van logistieke systemen en het bevorderen van duurzaamheid.

Referenties

- Cirkelstad (2024). Trancibo onderzoeksprogramma: Effectieve samenwerking voor circulaire bouwprojecten. Accessed: 2025-01-24.
- Deloitte (2024). Creating circular value chains. Accessed: 2025-01-24.
- Ellen MacArthur Foundation (2015). Towards a circular economy: Business rationale for an accelerated transition. Accessed: 2025-01-24.
- European Commission (2020). A new circular economy action plan: For a cleaner and more competitive Europe. Accessed: 2025-01-24.
- Geilleit, R., Wierikx, A., Klaren-Polman, M., and Tanja, P. (1994). Suitcase: a structured and uniform tool for chain analyses. Research report, TNO-Industrie, Eindhoven.
- Genovese, A., Acquaye, A., Figueroa, A., and Koh, S. L. (2017). Sustainable supply chain management and the transition towards a circular economy: Evidence and some applications. *Omega*, 66:344–357.
- Holly, F., Schild, C., and Schlund, S. (2024). Development of an assessment model for measuring mechanical engineering companies' circularity and maturity levels. *Journal of Circular Economy*, 2(1).
- Immers, G., Snelder, M., and Ruijgrok, K. (2010). Design principles for improving robustness of networks. In *International Symposium on Transportation Network Reliability*, Minnesota.
- Immers, L., Kuipers, B., and Tavasszy, L. (2008). De logistieke familie van Kees Ruijgrok: van logit naar logistiek. TNO, Delft.
- Kirchherr, J., Reike, D., and Hekkert, M. (2017). Conceptualizing the circular economy: An analysis of 114 definitions. *Resources, Conservation and Recycling*, 127:221–232.
- Kuzma, E. and Sehnem, S. (2021). Validation of the measurement scale for the circular economy: a proposal based on the precepts of innovation. Kuzma, E., & Sehnem, S. (2022). Validation of the Measurement Scale for the Circular Economy: a proposal based on the precepts of innovation. *International Journal of Professional Business Review*, 7(1):e0278.
- Merli, R., Preziosi, M., and Acampora, A. (2018). How do scholars approach the circular economy? a systematic literature review. *Journal of Cleaner Production*, 178:703–722.
- NWO (Dutch Research Council) (2024). Circular economy: Trust, behaviour and acceptance. Accessed: 2024-12-30.
- Potting, J., Hekkert, M. P., Worrell, E., and Hanemaaijer, A. (2017). Circular economy: Measuring innovation in product chains. Technical report, PBL Netherlands Environmental Assessment

Agency.

- Ruijgrok, C. (2011). Naar een werkelijk milieuvriendelijk gecombineerd vervoer: een terugblik en een vooruitkijkje na 21 jaar. *Tijdschrift voor Vervoerwetenschap*, pages 92–93.
- Ruijgrok, C. J. and Tavasszy, L. A. (2007). The development of international freight transport in europe as a result of developments in international trade and logistics. In *Canada's Asia-Pacific Gateway and Corridor Research Conference*, Vancouver, BC. Accessed: 2024-12-30.
- Ruijgrok, C. J., Wierikx, A. A. C. M., Claus, M. P. A., van Rooden, H., van Lingen, R. R., van Amstel, M. J. P., and van de Ven, A. D. M. (1993). SPITSVondigheden; Kwantificeren logistieke trade off's / test PIT-model. Technical report, TNO-Beleidsstudies, Delft.
- Ruijgrok, K. (n.d.). Profile at TIAS School for Business and Society. [Online; accessed January 17, 2025].
- Seuring, S. and Muller, M. (2008). From a literature review to a conceptual framework for sustainable supply chain management. *Journal of Cleaner Production*, 16(15):1699–1710.
- Sijbrands, M. (1993). Strategische en logistieke besluitvorming: Een empirisch onderzoek naar informatiegebruik en instrumentele ondersteuning, volume 53 of Tinbergen Institute Research Series. Tinbergen Institute, Amsterdam.
- Simatupang, T. M. and Sridharan, R. (2002). The collaborative supply chain. *The International Journal of Logistics Management*, 13(1):15–30.
- Tavasszy, L. A. (2008). Een strategisch prognosemodel met pit. In Immers, L., Kuipers, B., and Tavasszy, L., editors, *De logistieke familie van Kees Ruijgrok: van logit naar logistiek*, pages 51–64. TNO, Delft.
- Tavasszy, L. A., Ruijgrok, K., and Davydenko, I. (2012). Incorporating logistics in freight transport demand models: state-of-the-art and research opportunities. *Transport Reviews*, 32(2):203–219.
- Tavasszy, L. A., Smeenk, B., and Ruijgrok, C. J. (1998). A dss for modelling logistic chains in freight transport policy analysis. *International Transactions in Operational Research*, 5(6):447–459.
- van Duin, R. and Ruijgrok, K. (1993). TASTE: Analysis and Improvement of Distribution Networks. In R. Dyckhoff, U. H. and Tammer, H., editors, *Operations Research Proceedings 1993*, pages 253–258. Springer, Berlin, Heidelberg.
- van Hee, K. M., Somers, L. J., and Voorhoeve, M. (1991). The expect tool. In Prehn, S. and Toetenel, W. J., editors, *VDM'91 Formal Software Development Methods. VDM 1991*, volume 551 of *Lecture Notes in Computer Science*. Springer, Berlin, Heidelberg.
- Vegter, D., Olthaar, M., and van Dam, K. (2022). Gebruik van circulaire prestatietingen. Accessed: 2025-01-24.

- Voordijk, H. (2008). Bouwen op spits. In Immers, B., Kuipers, B., and Tavasszy, L., editors, *De logistieke familie van Kees Ruijgrok: van logit naar logistiek*, pages 71–80. TNO, Delft.
- Wierikx, A. (2008). Pit(s) op de spits, poes. een reflectie op realiteit. In Immers, L., Kuipers, B., and Tavasszy, L., editors, *De logistieke familie van Kees Ruijgrok: van logit naar logistiek*, pages 65–70. TNO, Delft.
- Wierikx, A. A. C. M., Ruijgrok, C. J., van der Vlist, M. J. M., Blok, P. M., van Haselen, H. W. J., and van Rooden, J. H. M. (1993). *SMILE, Strategisch Model Integrale Logistiek en Evaluatie; Definitiestudie*. Technical report, TNO-Beleidsstudies, Delft.
- Winkler, H. (2011). Closed-loop production systems—a sustainable supply chain approach. *CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology*, 4(3):243–246.