ecoom
EXPERTISECENTRUM O&O MONITORING

Vlaams Indicatorenboek 2025

WETENSCHAP – TECHNOLOGIE – INNOVATIE

DEPARTEMENT
WERK, ECONOMIE
WETENSCHAP, INNOVATIE &
SOCIALE ECONOMIE

Overzicht van de gemaakte selectie

Het Vlaams Indicatorenboek bevat een portfolio aan beleidsindicatoren die de ontwikkeling van het Vlaams potentieel inzake wetenschap, technologie en innovatie in kaart brengen.

Sinds 1999 wordt het boek om de twee jaar uitgegeven en vanaf 2017 wordt het Indicatorenboek een virtueel boek met een eigen website: http://vlaamsindicatorenboek.be. Het boek dat u nu in handen hebt is een selectie van hoofdstukken uit dit boek. Voor de volledige versie verwijzen we u graag naar de website.

Onderstaande delen werden geselecteerd:

- Prelude
- Dankwoord
- Woord van de minister
- Volledige inhoudsopgave
- 4 WT&I performantie
- 4.1 Bibliometrische analyse van levens-, natuur-, technische en sociale wetenschappen
- 4.1.1 Bibliometrische studies en bibliografische gegevensbestanden
- 4.1.2 Evolutie van publicaties
- 4.1.3 Het Vlaams publicatieprofiel
- 4.1.4 Citatie-impact
- 4.1.5 Internationale samenwerking: profiel en impact
- 4.1.6 Conclusie
- 4.1.7 Referenties

De website van het Indicatorenboek biedt u ook de mogelijkheid om een eigen selectie samen te stellen van hoofdstukken die voor u relevant zijn. Surf hiervoor naar: http://vlaamsindicatorenboek.be/selectie.

Wij wensen u alvast een informatieve zoektocht door het Vlaamse innovatielandschap!

Dankwoord

Wetenschap, technologie en innovatie zijn onmiskenbaar essentiële hefbomen tot welvaart en welzijn in onze maatschappij. De Vlaamse overheid heeft daarom veelvuldig en veelzijdig aandacht besteed aan de ontwikkeling van de kwaliteit en de slagkracht van het Vlaamse Wetenschaps-, Technologie- en Innovatiesysteem ter ondersteuning van economische en maatschappelijke impact. Het brede spectrum van wetenschappelijk en technologisch onderzoek aan de Vlaamse kennisinstellingen is daarbij vervolledigd met maatregelen en instrumenten om het innovatievermogen van de in Vlaanderen opererende ondernemingen te verhogen, en daarbij speciaal de kleine en middelgrote ondernemingen kansen tot professionalisering en groei te geven.

Het is dan ook nuttig en wenselijk om het geheel aan acties, en hun meetbare resultaten, in een coherent, regelmatig te verschijnen Indicatorenboek te bundelen. Het Vlaams Indicatorenboek Wetenschap, Technologie, Innovatie en hun Economische Impact, dat de tijdsreeksen uit de vorige Indicatorenboeken actualiseert en uitbreidt, draagt bij tot die ambitie. Zo is het mogelijk te komen tot een robuust en internationaal vergelijkbaar overzicht van de situatie in Vlaanderen qua bestedingen voor onderzoek, ontwikkeling en innovatie, en de resultaten ervan.

Het Indicatorenboek 2025 wordt net als de vorige editie uitsluitend in een interactieve bevragingsmode elektronisch aangeboden.

Uiteraard boogt een Indicatorenboek op de inspanningen en de inzichten van veel enthousiaste medewerkers. De redactie en het schrijven van dit boek kwamen dan ook tot stand onder impuls van een redactiegroep van experts behorend tot de verschillende beleidsactoren uit het Vlaams Innovatiesysteem, die de staf van het Expertisecentrum O&O-monitoring (ECOOM) van de Vlaamse overheid bijstonden in de opdracht dit Indicatorenboek te ontwikkelen. Elk van hen droeg bij tot de conceptie van dit werk. We willen hen van harte danken voor de constructieve samenwerking om onder de gebruikelijke tijdsdruk dit document af te werken:

- *De Heer Maarten Lenaerts van het Kabinet van de minister-president van de Vlaamse Regering, Vlaams minister van Economie, Innovatie en Industrie, Buitenlandse Zaken, Digitalisering en Facilitair Management en tevens voorzitter van het Beheersorgaan van het Expertisecentrum O&O-Monitoring,*
- *Mevrouw Wendy Smith van de Administratie Hoger Onderwijs,*
- *De Heer Peter Viaene en de Heer Dries Maes van het Departement Werk, Economie, Wetenschap, Innovatie en Sociale Economie (WEWIS),*
- *De Heer Maarten Sileghem en Mevrouw Elsie Declercq van het Vlaams Agentschap Innoveren en Ondernemen (VLAIO),*
- *Mevrouw Danielle Gilliot, Aurora Geerts en Jo Breda van de Vlaamse Interuniversitaire Raad (VLIR),*
- *Mevrouw Daniëlle Raspoet, Mevrouw Kristien Vercoutere en Mevrouw Annelies Wastyn van de Vlaamse Raad voor Innoveren en Ondernemen (VARIO),*
- *De collega's Tim Engels, Eva Steenberghs, Wolfgang Glänzel, Thomas Standaert, Eline Vandewalle, Walter Ysebaert, Cathy Lecocq, Bart Thijs, Machteld Hoskens, Maikel Pellens, Laura Verheyden, Julie Callaert, Sarah Heeffer, Veronique Adriaenssens, Mariëtte Du Plessis, Caro Vereyen, Yannick Bormans, Jolien Roelandt, Petra Andries, Johanna Vanderstraeten en Hendrik Slabbinck, ondersteund door het ganse ECOOM-team van Leuven dat de realisatie van deze digitale versie in goede banen heeft geleid.*

Samen hebben ze de nodige expert-inzichten en inbreng geleverd tot de Vlaamse gegevens en indicatoren voor het brede en snel evoluerende domein van Wetenschap, Technologie, Innovatie en Economische Impact.

Daarnaast danken we van harte alle auteurs die op basis van de inbreng van de redactiegroep de verschillende hoofdstukken en dossiers hebben uitgewerkt, geschreven en gedocumenteerd met relevant en betrouwbaar cijfermateriaal, resultaat van hun blijvende en vernieuwende onderzoeksinspanningen.

Zonder hun gezamenlijke inspanning was dit Vlaams Indicatorenboek WTIE nooit tot stand gekomen!

Van harte dank!

Prof. Koenraad Debackere en Prof. Bart Van Looy
Redacteurs Vlaams Indicatorenboek Wetenschap, Technologie en Innovatie - Leuven, september 2025

Woord van de minister

De geopolitieke verschuivingen beheersen dit jaar steevast een groot deel van de nieuwsverslaggeving. Trans-Atlantische relaties kwamen onder druk te staan door de onvoorspelbare handelstarieven van de Amerikaanse president Trump, verschillende wereldse conflicten woeden verder en een oorlog op het Europees vasteland heeft een blijvende impact op de defensie-uitgaven. Vlaanderen anticipeert op deze geopolitieke verschuivingen met een ambitieus Defensieplan en een strategische positionering van haar industrie. Tegelijkertijd staan alle regeringen voor een stevige besparingsoefening. In deze context blijft de competitiviteit van onze Vlaamse economie een prioriteit, met de Vlaamse Productiviteits- en Competitiviteitsagenda, de Vlaamse Versnelling, als leidraad en initiatieven zoals Regelrecht die administratieve lasten verlichten, overregulering aanpakken en rechtszekerheid bestendigen.

Ondanks de internationale onzekerheden blijft Vlaanderen een innovatieve aantrekkingspool. Met een O&O-intensiteit van 3,52% van het bbp bevinden we ons aan de Europese top. Vlaanderen koestert bovendien de ambitie om deze intensiteit op te trekken tot 5%, als hefboom voor duurzame groei en maatschappelijke vooruitgang. Concrete investeringen zoals de 700 miljoen euro via de Europese Chips Act in de Nano-IC pilootlijn van imec en de opmars van het Gents Wintercircus illustreren onze technologische slagkracht. Vlaamse biotechbedrijven dragen via circulaire innovatie bij aan de Europese strategische autonomie. Digitale soevereiniteit krijgt terecht steeds meer aandacht in ons beleid.

Het Vlaams Indicatorenboek Wetenschap, Technologie en Innovatie fungeert ook dit jaar als een essentiële referentie voor evidence-based beleid. Het biedt inzicht in de bestedingen, prestaties en internationale positionering van Vlaanderen op het vlak van O&O&I. In een tijd waarin beleidskeuzes meer dan ooit gestoeld moeten zijn op feiten en cijfers, blijft dit boek een onmisbare bron voor beleidsmakers, onderzoekers en stakeholders.

Matthias Diependaele
Vlaams minister van Economie, Innovatie en Industrie,
Buitenlandse Zaken, Digitalisering en Facilitair Management

Volledige inhoudsopgave

1 Innovatiehub Vlaanderen

2 De middelen voor O&O
- 2.1 Totale O&O-uitgaven: GERD
  - 2.1.1 GERD per uitvoeringssector
  - 2.1.2 O&O-intensiteit: GERD als percentage van het BBPR
  - 2.1.3 Internationale vergelijking
  - 2.1.4 Totale O&O-uitgaven per financieringssector
  - 2.1.5 Conclusie
- 2.2 O&O-uitgaven van ondernemingen: BERD
  - 2.2.1 Methodologie
  - 2.2.2 Uitgaven voor interne O&O volgens sector
  - 2.2.3 Uitgaven voor interne O&O volgens ondernemingsgrootte
  - 2.2.4 Uitgaven voor interne O&O volgens types van O&O-actieve ondernemingen
  - 2.2.5 O&O-intensiteit volgens sector
  - 2.2.6 O&O-intensiteit volgens ondernemingsgrootte
  - 2.2.7 Referenties
- 2.3 O&O-uitgaven binnen de non-profit
  - 2.3.1 O&O-uitgaven
  - 2.3.2 O&O-intensiteit
  - 2.3.3 Internationale vergelijking
  - 2.3.4 Organisaties in de non-profit

3 Het menselijk potentieel
- 3.1 Studenten in het Vlaamse hoger onderwijs
  - 3.1.1 Instroom in het Vlaamse hoger onderwijs
  - 3.1.2 Overzicht van de uitgereikte diploma's
- 3.2 Doctoreren aan een Vlaamse universiteit
  - 3.2.1 Startende jonge onderzoekers
  - 3.2.2 Financiering van junioronderzoekers
  - 3.2.3 Slaagkansen doctoraat
  - 3.2.4 Time to degree
  - 3.2.5 Uitgereikte doctorstitels
  - 3.2.6 Aantal doctoraathouders: internationale positie van Vlaanderen
- 3.3 Werken aan een Vlaamse universiteit
  - 3.3.1 Evolutie van het aantal onderzoekers
  - 3.3.2 Aantallen mannen en vrouwen aan de universiteit
  - 3.3.3 Buitenlandse onderzoekers
  - 3.3.4 Trends in het academisch carrièrepad
- 3.4 Totale O&O-personeel
  - 3.4.1 Totale O&O-personeel volgens sector
  - 3.4.2 Internationale vergelijking
- 3.5 O&O-personeel van ondernemingen
  - 3.5.1 O&O-personeel volgens sector
  - 3.5.2 O&O-personeel volgens ondernemingsgrootte
  - 3.5.3 O&O-personeel volgens types van O&O-actieve ondernemingen
  - 3.5.4 O&O-personeelsintensiteit volgens sector
  - 3.5.5 O&O-personeelsintensiteit volgens ondernemingsgrootte

3.6 O&O-personeel binnen de non-profit
3.6.1 O&O-personeel volgens sector
3.6.2 Internationale vergelijking
3.6.3 Organisaties in de non-profit

4 WT&I performantie
4.1 Bibliometrische analyse van levens-, natuur-, technische en sociale wetenschappen
4.1.1 Bibliometrische studies en bibliografische gegevensbestanden
4.1.2 Evolutie van publicaties
4.1.3 Het Vlaams publicatieprofiel
4.1.4 Citatie-impact
4.1.5 Internationale samenwerking: profiel en impact
4.1.6 Conclusie
4.1.7 Referenties
4.2 Bibliometrische analyse van het Vlaamse universitaire onderzoek in de sociale en humane wetenschappen (2000-2023)
4.2.1 Publicatietypes algemeen
4.2.2 Web of Science
4.2.3 Taal
4.2.4 Samenwerking
4.3 De Vlaamse technologiepositie: analyse aan de hand van octrooien
4.3.1 Octrooien in België en Vlaanderen: EPO, USPTO en PCT
4.3.2 Technologieontwikkeling per organisatietype
4.3.3 Samenwerkingspatronen
4.3.4 Relatieve technologie-specialisatiepatronen
4.3.5 Trademarks & Designs in België en Vlaanderen
4.3.6 Conclusie
4.4 Innovatie-inspanningen van ondernemingen
4.4.1 Product- en bedrijfsprocesinnovatie
4.4.2 Onderzoek en ontwikkeling (O&O)
4.4.3 Publieke financiering van product- en bedrijfsprocesinnovaties
4.4.4 Actoren in het innovatieproces van de onderneming
4.4.5 Samenwerkingspatronen voor product- of bedrijfsprocesinnovaties
4.4.6 Internationale vergelijking
4.4.7 Statistieken aansluitend bij het Regional Innovation Scoreboard
4.5 Economische relevantie van de Vlaamse Speerpuntclusters
4.5.1 Economische indicatoren
4.5.2 Decompositie van de leden
4.5.3 Evolutie doorheen de tijd
4.6 Digitalisering van ondernemingen in Vlaanderen
4.6.1 Artificiële intelligentie
4.6.2 Cybersecurity

5 De internationale dimensie
5.1 De Europese Kaderprogramma's
5.1.1 Algemene cijfers voor de Vlaamse deelname
5.1.2 Deelname aan de kaderprogramma's per onderdeel
5.1.3 Deelname volgens deelnemerscategorieën
5.1.4 Vlaamse topdeelnemers
5.1.5 Vlaanderen in de Europese rangschikking
5.1.6 Vlaanderen binnen België
5.1.7 Conclusie
5.2 Cofinanciering van internationale projecten
5.2.1 Deelname aan internationale netwerken
5.2.2 Overzicht steuntoekenning binnen internationale netwerken en hefboom EU-financiering

5.2.3 IPCEI (Important Projects of Common European Interest)
5.3 Vlaamse groeisectoren in internationaal perspectief
5.3.1 Data en methodologie
5.3.2 Resultaten
5.4 Buitenlands zeggenschap in de Vlaamse economie
5.4.1 Data en methodologie
5.4.2 Resultaten

6 De 20 VARIO Kernindicatoren

7 Ondernemerschap
7.1 Ondernemerscultuur en -activiteiten in Vlaanderen
7.1.1 Maatschappelijke perceptie
7.1.2 Individuele perceptie
7.1.3 Startersactiviteiten
7.1.4 Investering in starters
7.2 Studentondernemerschap in Vlaanderen
7.2.1 Profilering van de steekproef van de studentenpopulatie aan universiteiten
7.2.2 Universiteitsstudenten met zelfstandige ouders
7.2.3 Beroepskeuze-intenties van universiteitsstudenten
7.2.4 Deelname van universiteitsstudenten aan ondernemerschapsonderwijs
7.2.5 Ondernemersstatus van universiteitsstudenten
7.2.6 Profilering van de steekproef van de studentenpopulatie aan hogescholen
7.2.7 Hogeschoolstudenten met zelfstandige ouders
7.2.8 Beroepskeuze-intenties van hogeschoolstudenten
7.2.9 Deelname van hogeschoolstudenten aan ondernemerschapsonderwijs
7.2.10 Ondernemersstatus van hogeschoolstudenten
7.3 Duurzaam ondernemen in Vlaamse kmo's
7.3.1 Ecologisch duurzaam gedrag
7.3.2 Maatschappelijk duurzaam gedrag
7.3.3 Uitgaven voor duurzame activiteiten
7.3.4 Professionalisering van duurzame praktijken

8 Dossiers
8.1 Artistic research and the PhD in the arts
8.1.1 Research between the Art School and academia
8.1.2 Organizing artistic research
8.1.3 Flemish PhDs in the arts since 2006
8.1.4 Funding of PhD trajectories in the arts
8.1.5 Analyzing and evaluating artistic research
8.1.6 Further reading
8.2 Towards a framework for a responsible bibliometrics-aided research assessment
8.2.1 Key framework dimensions for evaluative bibliometrics
8.2.2 Criteria for building and using metrics in a responsible way
8.2.3 An illustration of our framework – The Prism Model
8.2.4 Some concluding words
8.2.5 References
8.3 Flemish defence industry and innovation; participation of Flanders in the European Defence Fund
8.3.1 Introduction to the European Defence Fund
8.3.2 Data European Defence Fund
8.3.3 Participation of Flanders and Belgium in the European Defence Fund and its precursors PADR and EDIDP
8.3.4 International comparison of Belgium and Flanders' participation in the European Defence Fund 2021-2022
8.4 Tracking the evolution of Flemish co-authorship with neighbouring countries, and with the scientific powerhouses including China and the U.S.

8.4.1 Data
8.4.2 International collaboration in general - a growing trend
8.4.3 International collaboration with important partners
8.4.4 Relative intensity of collaboration (RIC)
8.4.5 Conclusion
8.4.6 References

4 WT&I performantie

Na een overzicht van enerzijds de financiële middelen die ter beschikking van het Vlaamse WT&I systeem worden gesteld en anderzijds het menselijk potentieel beschreven aan de hand van studenten, doctoraten en onderzoekspersoneel aan universiteiten, wetenschappelijke instellingen en bedrijven, zal dit hoofdstuk zich richten op de output gegenereerd in het kader van O&O activiteiten alsook de economische performantie van de innovatieve Speerpuntclusters.

Het eerste hoofdstuk analyseert de wetenschappelijke output gepubliceerd in internationale tijdschriften of voorgedragen op conferenties. De afbakening van de publicatieset gebeurt binnen de bibliografische databank Web of Science op basis van de adresgegevens van de Vlaamse universiteiten, onderzoeksinstellingen, bedrijven of organisaties. Deze databank laat ook een uitgebreide citatie-analyse toe waarbij de impact van Vlaamse publicaties vergeleken kan worden met die van omringende landen maar ook met andere internationale referentiewaarden.

Het volgende hoofdstuk vult dit aan met het beschrijven van de specifiek Vlaamse wetenschappelijke publicaties van onderzoekers verbonden aan een faculteit of departement in de Sociale en Humane Wetenschappen (SHW) in tijdschriften maar daarnaast ook in bijkomende kanalen zoals boeken, hoofdstukken in boeken, conferentiebijdragen.

Na de publicaties komen in het derde luik van dit hoofdstuk de octrooien aan bod. De inleiding zal kort het belang van octrooien schetsen voor individuele uitvinders maar ook voor het ganse WT&I systeem. Verschillende octrooi-indicatoren worden gepresenteerd waarbij zowel het Amerikaanse USPTO als de Europese octrooidatabank EPO worden gebruikt.

In het vierde hoofdstuk worden de innovatie-inspanningen van de Vlaamse ondernemingen voorgesteld. De resultaten tonen de innovatiegraad in Vlaanderen voor de periode 2018-2020 voor verschillende sectoren en grootteklassen van ondernemingen. Verder biedt het hoofdstuk een overzicht van de financiering van de innovatieactiviteiten, de verschillende actoren in het innovatieproces, samenwerking voor innovatie, en een internationale vergelijking.

Het vijfde hoofstuk gaat in op de economische indicatoren (o.a. toegevoegde waarde, tewerkstelling, aantal bedrijven) van de zeven Vlaamse Speerpuntclusters: chemie en kunststoffen (Catalisti), logistiek (VIL), materialen (SIM), voeding (Flanders' Food), energie en bouw (Flux50), de blauwe economie (De Blauwe Cluster) en gezondheidstechnologie (MEDVIA). Daarna splitst een decompositie de resultaten op naar blijvende leden, nieuwe leden en uittredende leden. Ten slotte wordt de evolutie van de economische indicatoren weergegeven doorheen de tijd.

In het zesde hoofdstuk staat de digitalisering van Vlaamse ondernemingen centraal. De cijfers in dit hoofdstuk zijn afkomstig van de jaarlijkse bevraging digitalisering bij Vlaamse ondernemingen in de periode 2021-2024.

4.1 Bibliometrische analyse van levens-, natuur-, technische en sociale wetenschappen

Door Koenraad Debackere (KU Leuven), Wolfgang Glänzel (KU Leuven), en Bart Thijs (KU Leuven).

Bij het opstellen, monitoren en evalueren van het O&O-beleid van zowel de overheid als universiteiten, onderzoeksinstellingen en bedrijven, blijft er een constante behoefte bestaan aan kwantitatieve informatie. Hoewel kwantitatieve gegevens nooit in staat zijn om de complexiteit van de werkelijkheid volledig te vatten, blijven ze een essentiële bron van achtergrondinformatie.

Naast gegevens over O&O-uitgaven door verschillende betrokken partijen en de verdeling van deze financiële middelen over diverse wetenschapsdomeinen, hebben beleidsmakers evenzeer nood aan inzicht in wetenschappelijke en technologische prestaties.

Bibliometrische analyses, die gebaseerd zijn op de bibliografische gegevens van publicaties, vormen een van de methoden om het onderzoekspotentieel in kaart te brengen en de impact ervan te meten. In dit hoofdstuk bieden we een overzicht van de omvang en invloed van het Vlaamse onderzoek in de natuurwetenschappen, levenswetenschappen, technische wetenschappen en sociale wetenschappen. Dit wordt gerealiseerd door te kijken naar publicaties in tijdschriften die zijn opgenomen in de Web of Science Core Collection, maar ook naar papers die zijn gepresenteerd op nationale en internationale conferenties en zijn opgenomen in de Proceedings databank.

4.1.1 Bibliometrische studies en bibliografische gegevensbestanden

Bibliometrische studies

Bibliometrische analyses van publicaties laten toe onderzoeksprestaties in kaart te brengen. Voor de wetenschapsbeoefening wordt hierbij een model gebruikt, waarvan we hier even de krijtlijnen schetsen. Fundamenteel onderzoek leidt tot nieuwe inzichten in de mens en zijn omgeving. De praktische toepassing van de resultaten van dit soort onderzoek zijn echter zelden onmiddellijk duidelijk en vragen vaak nog belangrijke investeringen. Fundamenteel onderzoek wordt dan ook grotendeels gefinancierd met publieke middelen. De resultaten ervan vormen een quasi-publiek goed. Ze maken deel uit van het cultureel en maatschappelijk patrimonium.

Publicaties in de open literatuur vormen de meest gebruikte maar niet enige manier om deze resultaten bekend te maken. Het is daarbij gebruikelijk dat onderzoekers door vermeldingen in voetnoten of in een referentielijst aangeven op welke wijze ze voortbouwden op eerder werk. Daarom kan men de wetenschap bestuderen aan de hand van de wetenschappelijke literatuur zelf, die tot op zekere hoogte een weerspiegeling vormt van deze wetenschappelijke activiteiten.

De diverse wetenschappelijke domeinen hebben wel een eigen typische onderzoeks- en publicatiecultuur. Zo spelen in de natuur- en levenswetenschappen tijdschriften een essentiële rol in de communicatie tussen vakgenoten. Daarnaast kunnen we opmerken dat ook voor de sociale wetenschappen (en in mindere mate de humane wetenschappen) de tijdschriftenliteratuur aan belang toeneemt. Voor de technische wetenschappen nemen bijkomend conferentieproceedings en rapporten een belangrijke plaats in. De natuur- en levenswetenschappen en ook de basisdisciplines in de technische wetenschappen zijn bovendien sterk internationaal gericht - waarbij het Engels dominant is bij de informatie-uitwisseling.

In deze disciplines kan dan ook een onderscheid worden gemaakt tussen de 'centrale' en de meer 'perifere' tijdschriften. De eerste zijn grosso modo de internationaal toonaangevende publicaties, met een goed functionerend referee-systeem. De andere zijn wat minder belangrijk en vaak meer nationaal georiënteerd.

Bibliometrische macro- en meso-analyses zijn vandaag de dag dan ook ondenkbaar zonder te vertrekken van een veelomvattende, multidisciplinaire bibliografische databank. Voor de bibliometrische analyse van de onderzoeksprestaties van landen, regio's, instituten en onderzoeksgroepen is bovendien de recurrente beschikbaarheid van een citatie-index een noodzakelijke voorwaarde. De bibliografische databestanden van Clarivate Analytics (oorspronkelijk het Institute for Scientific Information -ISI- Philadelphia, PA, USA) vormen in deze optiek een onmisbaar vertrekpunt voor om het even welke bibliometrische analyse. De Science Citation Index Expanded (SCIE) samen met de Social Science Citation Index, Arts & Humanities Citation Index zijn specifieke onderdelen van de Web of Science™ Core Collection (WoS), dat een van de meest geaccepteerde en onderzochte bronnen voor bibliometrische analyses is geworden. Hoewel er ook kritische bedenkingen te geven zijn (bijvoorbeeld voor wat betreft de tijdschriftendekking en de aanpak in verband met de dataverwerking bij de ontwikkeling en invulling van de WoS), zijn de unieke kenmerken van dit databestand tegenwoordig algemeen aanvaarde onderdelen geworden van de bibliometrische technologie. Van deze kenmerken zijn vooral de volgende het vermelden waard:

- Multidisciplinariteit: De WoS is uniek door zijn brede dekking. Alle wetenschapsgebieden van de levenswetenschappen, over de natuurwetenschappen evenals de basisdisciplines van de technische wetenschappen maar ook de sociale en humane wetenschappen zijn in het gegevensbestand aanwezig.
- Selectiviteit: alle wetenschappelijke tijdschriften die in de WoS opgenomen zijn, werden op grond van kwantitatieve criteria (impactmaatstaven) gekozen en deze selectie wordt in het algemeen ook door de opinie van experten in de betreffende disciplines gevalideerd en aanvaard.
- Volledige dekking: alle publicaties in tijdschriften die in de WoS opgenomen zijn, worden ook geïndexeerd.
- Volledigheid van adressen: de werkadressen van alle auteurs worden vermeld. Dit kenmerk maakt dus de analyse van wetenschappelijke samenwerking en de toepassing van een volledig of een gefractioneerd telschema (waarbij een publicatie

geheel of gedeeltelijk aan bijvoorbeeld elke auteur, instelling of land wordt toegewezen) mogelijk.

- Bibliografische referenties: Samen met de documenten worden ook hun referenties verwerkt. De herdefinitie van deze referenties als brondocumenten maakt het mogelijk om citatiepatronen te onderzoeken en citatie-indicatoren te construeren.
- Beschikbaarheid: De databank is elektronisch beschikbaar als onderdeel van het Web of Science™ Core Collection (WoS).

Er zijn zonder twijfel nog enkele andere kritische bedenkingen te formuleren over de databestanden in de WoS. Naast de twee reeds genoemde aspecten (dekkingsgraad en verwerking bij aanmaak) moet ook nog de oververtegenwoordiging van publicaties afkomstig uit Engelstalige landen, in het bijzonder van publicaties uit de Verenigde Staten, vermeld worden. Hoewel, door de uitbreidingen en de opname van tijdschriften en proceedingsliteratuur uit voornamelijk Oost-Azië en Zuid America in het twee laatste decennia is het evenwicht duidelijk verbeterd. Maar toch blijven de selectiebias op basis van taal en de scheve dekking met vooral in verminderde vertegenwoordiging van de sociale en humane wetenschappen nog steeds voorkomende problemen. Ondanks deze bedenkingen blijft de WoS de meest geschikte bibliografische bron voor uitgebreide, alle vakgebieden omvattende, bibliometrische analyses.

Databronnen en verwerking

Alle bibliometrische gegevens in dit hoofdstuk zijn gebaseerd op de bibliografische gegevens uit de cumulatieve databestanden van de Web of Science Core Collection (WoS) voor de periode 2012-2024. Daarbij wordt gebruikgemaakt van de tijdschriftendatabanken Science Citation Index Expanded (SCIE), Social Sciences Citation Index (SSCI) en Arts & Humanities Citation Index (AHCI). Om de dekking verder te verruimen worden ook de proceedingsdatabanken Conference Proceedings Citation Index Science (CPCI-S) en Conference Proceedings Citation Index Social Sciences & Humanities (CPCI-SSH) opgenomen. Omdat een deel van de conferentiebijdragen eveneens als tijdschriftartikel verschijnt, bestaat er een aanzienlijke overlap tussen beide databronnen. De aanvullende proceedingsgegevens hebben daarom voornamelijk betrekking op bijdragen die niet reeds via de tijdschriftencollecties worden ontsloten.

Voor proceedingsliteratuur worden uitsluitend publicatieanalyses uitgevoerd. Citatieanalyses zijn minder geschikt omdat er geen uniforme standaarden bestaan voor de verwerking en citatie van conferentiebijdragen. Bovendien zijn de auteursadressen in proceedings niet altijd volledig beschikbaar, waardoor ook analyses van wetenschappelijke samenwerking beperkt zijn. De analyses zijn gebaseerd op vier zogenaamde citeerbare documenttypes: articles (inclusief proceedings papers gepubliceerd in tijdschriften), reviews, letters en notes. Voor deze studie werden alle publicaties uit de periode 2012-2024 geselecteerd.

ECOOM ontvangt regelmatig correcties en aanvullingen op de WoS-databanken van Clarivate. Deze updates betreffen zowel bibliografische gegevens als citaties en kunnen ook leiden tot toevoegingen of verwijderingen van documenten uit eerdere jaargangen. Hierdoor kunnen eerder gerapporteerde indicatorwaarden in beperkte mate wijzigen. Om die reden wordt aanbevolen steeds de meest recente versie van het Vlaams Indicatorenboek te raadplegen.

Aan de basis van de toewijzing van publicaties aan Vlaanderen en aan de referentielanden liggen de werkadressen. De nationaliteit van een auteur is dus niet doorslaggevend maar wel zijn of haar adres van institutionele affiliatie. Er wordt verder een ‘volledig’ telschema toegepast, met andere woorden, indien een publicatie co-auteurs met werkadressen in verschillende landen heeft, dan wordt deze publicatie aan alle betrokken landen als één volledige publicatie toegewezen. Er wordt dus niet gefractioneerd tussen de landen. Doch in het geval een publicatie meer dan één werkadres in hetzelfde land vermeldt, dan wordt dit document enkel één keer aan het betrokken land toegewezen. Anderzijds kan ook één publicatie van één auteur wel als afkomstig van twee landen en dus als een internationale co-publicatie beschouwd worden, indien deze auteur werkadressen in twee verschillende landen heeft vermeld.

De bepaling van Vlaamse publicaties is iets ingewikkelder dan die van de Europese referentielanden. Een document werd beschouwd als afkomstig van Vlaanderen op voorwaarde dat tenminste één (co)auteur een Vlaams werkadres heeft. Verder werden 20% van het aantal publicaties en citaties van alle brondocumenten die enkel een Brussels doch geen Vlaams werkadres hebben, bij de berekening van de Vlaamse basisindicatoren gevoegd. Dit betekent concreet dat 20% van alle instellingen met een Brussels werkadres aan Vlaanderen worden toegewezen. Uitzonderingen vormen de Nederlandstalige Vrije Universiteit Brussel (VUB) die aan Vlaanderen wordt toegewezen en ULB/UCL met toekenning aan Wallonië. Verder werden alle bijkomende Brusselse gegevens manueel geverifieerd en aan de betreffende gemeenschap toegekend. Enkel op de federale en andere niet onmiddellijk toekenbare instellingen werd dus de 20/80 regel toegepast. Deze allocatieregel wordt al sinds het Indicatorenboek 2005 toegepast.

Voor de vergelijkende analyses worden, net als in de vorige versies van het Indicatorenboek, de volgende elf Europese referentielanden in aanmerking genomen: België, Denemarken, Duitsland, Finland, Frankrijk, Ierland, Italië, Nederland, Spanje, Verenigd Koningrijk en Zweden. Ten gevolge van de enorme groei van de Chinese economie, haar technologie en hun wetenschapssysteem werd ook China als referentieland opgenomen.

De toewijzing van publicaties aan wetenschapsgebieden is gebaseerd op een disciplinetoekenning vertrekkend van het destijds door ISI ontwikkelde Subject Category System waarbij tijdschriften worden gegroepeerd in cognitief logische disciplinegroepen. Het hier toegepaste disciplinestelsel is een verdere groepering van de afgerond 250 disciplinecodes zoals ze nu voorkomen in Web Of Science en bevat 74 deelgebieden en 16 hoofdgebieden. In het kader van deze studie werd het Vlaams onderzoek op niveau van 14 van deze hoofdgebieden geanalyseerd. Deze hoofdgebieden zijn:

1. Agronomie en omgevingswetenschappen (AGRI)
2. Biologie (op het organisme- en het supra-organismevlak) (BIOL)
3. Biowetenschappen (algemene, cellulaire en sub-cellulaire biologie; genetica) (BIOS)
4. Biomedisch onderzoek (BIOM)
5. Klinische en experimentele geneeskunde I (algemene en interne geneeskunde) (CLI1)
6. Experimentele geneeskunde II (niet-interne vakken) (CLI2)
7. Neuro- en gedragswetenschappen (NEUR)
8. Chemie (CHEM)
9. Fysica (PHYS)
10. Aard- en ruimtewetenschappen (GEOS)
11. Technische wetenschappen (ENGN)
12. Wiskunde (MATH)
13. Politieke en Economische wetenschappen (SOC1)
14. Sociale en Culturele wetenschappen (SOC2)

De citatiegegevens zijn afkomstig uit de Web of Science-databanken van Clarivate, waar citaties rechtstreeks worden gekoppeld aan de publicaties waarop zij betrekking hebben. Het aantal citaties dat een publicatie ontvangt, varieert sterk in de tijd en volgt een dynamiek die samenhangt met de verspreiding en veroudering van wetenschappelijke kennis. De keuze van een geschikt citatievenster is daarom van groot belang. In overeenstemming met gangbare bibliometrische praktijk (bijv. Glänzel en Schoepflin, 1995, van Raan, 2006) wordt in dit hoofdstuk een vast citatievenster van drie jaar gehanteerd, te rekenen vanaf het publicatiejaar. Voor publicaties die in 2021 verschenen, worden bijvoorbeeld alle citaties geteld die werden ontvangen gedurende de periode 2021-2023. Dankzij dit citatievenster kunnen alle tussen 2012 en 2023 gepubliceerde en in de WoS geïndexeerde documenten worden opgenomen in de citatieanalyse. Publicaties uit 2024 beschikken nog niet over een volledig driejarig citatievenster en worden daarom enkel meegenomen in de publicatieanalyses. Dit telschema wordt consequent toegepast op Vlaanderen, de referentielanden en de wereldstandaard.

Bibliometrische indicatoren

Een basismaatstaf van de wetenschappelijke output is het aantal publicaties, of om precies te zijn, het aantal publicaties in het gebruikte bibliografische databestand. De dekkingsgraad en het profiel van de WoS is onderworpen aan jaarlijkse wijzigingen en aanpassingen. Daarom moet het meten van de regionale of nationale publicatieoutput altijd in samenhang met de ontwikkeling van het gegevensbestand als geheel beschouwd worden. Een logische consequentie hiervan is dat voor het onderzoek van publicatietrends, het nationale aandeel in het totaal van de wereldoutput gemeten wordt in plaats van de nationale publicatieoutput zonder meer. Het institutionele, regionale of nationale onderzoeksprofiel voor een gegeven systeem van wetenschapsgebieden kan door de zogeheten Activiteitsindex (AI) uitgedrukt worden. Frame heeft deze indicator 1977 als een bibliometrische versie van de 'Comparative Advantage Index' ingevoerd. De Activiteitsindex voor landen wordt op de volgende manier gedefinieerd:

$$AI = \frac{c_i/C}{w_i/W}$$

waarbij $^{C_i}/_{C}$ het aandeel nationale publicaties in een gegeven gebied *i* in de nationale publicaties over alle gebieden en $^{W_i}/_{W}$ het aandeel publicaties van de wereld in hetzelfde gebied *i* over de publicaties van de wereld in alle gebieden is. In eerdere studies konden de volgende vier verschillende 'paradigmatische' patronen in nationale publicatieprofielen onderscheiden worden (bijv. REIST-2, 1997):

1. Het 'westerse' model met biowetenschappen en medische wetenschappen als overheersende gebieden,
2. De typische patronen van de voormalige socialistische landen met overheersende activiteit in chemie en fysica,
3. Het 'bio-omgevingsmodel' met biologie en aard- en ruimtewetenschappen op de voorgrond en
4. Het 'Japans' model met overheersende oriëntatie in de richting van technische wetenschappen en chemie.

De neutrale waarde van deze indicator is 1. $AI > 1$ betekent dus publicatieactiviteit boven de wereldstandaard, $AI = 1$ betekent een publicatiepatroon overeenkomstig de wereldstandaard en $AI < 1$ drukt uit dat de activiteit van het land in het betrokken onderzoeksgebied beneden de wereldstandaard ligt.

Drie indicatoren werden toegepast om verschillende aspecten van de impact van het Vlaams wetenschappelijk onderzoek in de Europese context te situeren.

- De eerste indicator is de gemiddelde geobserveerde citatiefrequentie (*Mean Observed Citation Rate*: $MOCR$). Deze indicator is gedefinieerd als het quotiënt van het aantal citaties geobserveerd in een bepaalde periode (bijv. drie jaar beginnend met het jaar van publicatie) en het aantal aan de basis liggende publicaties. De MOCR weerspiegelt de feitelijke impact van een onderzoeksgroep, instituut, regio of land.

- De gemiddelde verwachte citatiefrequentie (*Mean Expected Citation Rate*: $MECR$) geeft een vergelijkingswaarde voor de feitelijke citatie-impact op basis van de impactmaatstaven van de tijdschriften. Het verwachte aantal citaties van een publicatie is gedefinieerd als de gemiddelde citatiefrequentie van alle publicaties die in hetzelfde tijdschrift in hetzelfde jaar verschenen zijn. Om een compatibele verwachtingswaarde te kunnen definiëren, moeten natuurlijk de citatievensters gehanteerd voor beide indicatoren (MOCR en MECR) overeenstemmen. In plaats van het citatievenster van één jaar t voor publicaties verschenen in de twee voorafgaande jaren $(t-1)$ en $(t-2)$ (zoals gehanteerd in de definitie van de impact factor in de Journal Citation Report), zal in dit hoofdstuk eveneens een venster van drie jaar toegepast worden. Voor een verzameling van publicaties die aan een bepaalde onderzoeksgroep, instituut, regio of land wordt toegekend is deze indicator dus de verhouding van alle individuele verwachte citatiefrequenties tot alle publicaties in de beschouwde verzameling.

- De derde indicator is de zogeheten relatieve citatiefrequentie (*Relative Citation Rate*: RCR). Deze indicator wordt gedefinieerd als het quotiënt van de gemiddelde geobserveerde en gemiddelde verwachte citatiefrequentie, dus $RCR = {}^{MOCR}/_{MECR}$. RCR drukt uit of de publicaties van een onderzoeksgroep, instituut, regio of land meer of minder citaties hebben aangetrokken dan verwacht op basis van de citatiefrequenties van de tijdschriften. Omdat de citatiescores van de artikelen relatief ten opzichte van de citatiestandaard van de opgenomen tijdschriften gemeten worden, is deze indicator veel minder gevoelig voor de grote verschillen die tussen de citatiepraktijken in de verschillende wetenschapsgebieden optreden. $RCR = 0$ reflecteert 'ongeciteerdheid', $RCR < 1$ betekent dat de betrokken eenheid (onderzoeksgroep, instituut, regio of land) lager dan de wereldstandaard presteert, $RCR > 1$ betekent hoger dan de wereldstandaard en $RCR = 1$ drukt uit dat de betrokken eenheid gemiddeld evenveel citaties heeft gekregen als werd verwacht op basis van de citatiepatronen van de tijdschriften.

De drie indicatoren werden geïntroduceerd door Schubert et al. (1983) en worden sedertdien regelmatig toegepast in vergelijkende meso- en macrostudies. Versies van deze indicatoren, namelijk *Citations per Paper* (CPP strookt met $MOCR$), *Mean Citation Rate of Journal Packet* ($JCSm$ komt overeen met $MECR$) en $^{CPP}/_{JCSm}$ (komt overeen met RCR) worden ook aan het CWTS in Leiden gebruikt (bijv. Moed et al., 1995).

Aanvullend bij deze indicatoren die gebaseerd zijn op verhoudingen tussen geobserveerde en verwachte citatie-waarden wordt

ook de citatiedistributie gerapporteerd. De methode is gebaseerd op zelfregulerende citatieklassen en bestaat uit een iteratief proces waarbij als eerste drempelwaarde het gemiddelde van een referentiepopulatie berekend wordt om daarna alle publicaties met een citatie-impact lager dan dat gemiddelde te verwijderen uit de verzameling. Het proces wordt herhaald totdat er in totaal drie drempelwaarden zijn berekend. Deze drie voorwaardelijke momenten laten toe om de gehele verzameling van publicaties op te delen in vier verschillende klassen en karakteriseren dan ook de verdelingen die aan de grondslag liggen van deze methode. Vandaar dat de methode dan ook '*Characteristic Scores and Scales*' (*CSS*) genoemd wordt. Deze klassen kunnen gekarakteriseerd worden als:

- Weinig geciteerd (CSS 1)
- Matig geciteerd (CSS 2)
- Opmerkelijk geciteerd (CSS 3)
- Uitzonderlijk geciteerd (CSS 4)

Een groot voordeel is dat deze vier performantieklassen niet gebonden zijn aan vooraf gedefinieerde drempelwaarden waardoor deze aanpak zorgt voor een naadloze integratie van maatstaven voor het meten van buitengewone en uitzonderlijke prestaties in de bestaande portfolio van bibliometrische indicatoren ter ondersteuning van de evaluatie onderzoeksprestaties.

4.1.2 Evolutie van publicaties

Zoals in de eerste sectie van dit hoofdstuk beschreven, zijn de werkadressen doorslaggevend bij de toewijzing van publicaties aan Vlaanderen en aan de referentielanden. Er wordt een 'volledig' telschema gebruikt, d.w.z. indien een publicatie co-auteurs met werkadressen in verschillende landen heeft, dan wordt deze aan alle betrokken landen als één volledige publicatie toegewezen.

Om de toename van publicaties en de wijzigingen aan de tijdschriftendekking van het WoS bronbestand te kunnen compenseren, worden het Vlaamse en het nationale aandeel in het wereldtotaal tijdens de periode 2012-2024 berekend. Tabel 1 geeft de evolutie van de publicatieoutput weer op basis van publicatieactiviteit van Vlaanderen en de elf referentielanden per 10.000 inwoners in alle wetenschapsgebieden samen. De berekening van de Vlaamse publicatieoutput, rekening houdend met Brusselse publicaties, is hoger beschreven. De bevolkingsaantallen zijn ondermeer gebaseerd op openbare informatie gepubliceerd door EUROSTAT.

Tabel 1. Evolutie van publicatieoutput van Vlaanderen

Publicaties per 10.000 inwoners

	VL+	BE	DNK	FIN	FRA	DEU	IRL	ITA	NLD	PRC	ESP	SWE	GBR
2012	22.02	18.53	26.87	21.27	10.96	12.71	16.95	10.38	22.51	1.38	12.07	24.90	17.41
2013	22.65	18.91	27.82	21.74	11.08	12.69	16.93	10.78	22.73	1.60	12.18	25.84	17.46
2014	24.46	20.17	31.91	24.06	11.52	13.55	18.11	11.36	24.37	1.89	13.09	27.87	18.46
2015	25.52	20.89	33.38	24.90	11.66	13.64	18.12	11.70	24.57	2.08	13.22	28.62	18.83
2016	25.73	21.06	35.13	25.59	11.92	13.82	19.06	12.17	25.35	2.25	13.41	29.87	19.61
2017	27.75	22.88	38.64	27.03	12.78	14.93	21.00	13.21	27.13	2.62	14.40	31.99	21.30
2018	29.53	23.90	40.30	28.57	13.04	15.52	22.96	13.94	28.47	3.08	15.30	33.58	22.58
2019	30.55	24.82	42.73	30.61	13.27	16.16	24.26	15.02	30.18	3.58	16.30	35.35	23.81
2020	29.60	24.19	41.39	29.73	13.06	15.68	24.18	16.42	28.58	3.82	17.03	33.27	23.10
2021	34.08	27.65	46.67	33.56	13.77	17.90	28.93	18.28	32.65	4.40	18.76	37.57	26.20
2022	30.99	25.34	43.50	31.99	12.65	16.26	25.52	17.30	30.00	5.30	17.00	34.49	23.48
2023	30.01	24.34	41.90	30.01	12.19	15.48	24.54	16.78	28.03	5.41	16.89	32.71	21.65
2024	32.11	26.08	45.10	32.93	12.78	16.69	26.18	17.90	29.85	6.47	17.43	35.58	23.27

Alle vakgebieden; enkel tijdschriftenliteratuur

Het aantal publicaties per 10.000 inwoners splitst Vlaanderen en de referentielanden in vier groepen op:

1. Relatieve lage output per hoofd: Duitsland, Frankrijk, Italië en Spanje.
2. Gemiddelde output per hoofd: Ierland, Verenigd Koninkrijk, België. Hier valt vooral de sterke groei van Ierland op.
3. Een hoge activiteit per hoofd: Naast de Scandinavische referentielanden ook Nederland en Vlaanderen. Denemarken wordt gekenmerkt door een zeer hoge activiteit.
4. China met een publicatieoutput per capita die nog een stuk lager ligt dan de andere landen maar een zeer sterke groei vertoont over de hele periode.

De regio Vlaanderen maakt deel uit van de derde groep. Als enkel naar de publicaties in wetenschappelijke tijdschriften wordt gekeken dan zijn Denemarken en Zweden zijn nog productiever dan Vlaanderen. Als ook de bijdragen aan de conferenties in beschouwing worden genomen dan spring Finland nog over Vlaanderen wat betreft de productiviteit.

Het aantal publicaties per hoofd neemt in alle referentielanden en in Vlaanderen jaarlijks toe, uitgezonderd het jaar 2020 met de mondiale epidemie en uitzonderlijke output in 2021. De groei vertoont zich echter niet overal in dezelfde mate. Opvallend is natuurlijk de stijging van de wetenschappelijhe output die China heeft gerealiseerd in de voorgestelde periode. In Vlaanderen is de stijging duidelijk sterker dan in Duitsland, Frankrijk of VK. Na China volgen Denemarken, Italië en Ierland en vervolgens Vlaanderen in de rangschikking op basis van sterkste stijging tussen het begin en eind van de gerapporteerde periode. Opmerkelijk is de sterke groei van zwel Ierland als Italië die hun output per 10.000 inwonders meer dan verdubbelden. Voor Italië moet hierbij rekening gehouden worden met een lichte daling van hun bevolking maar voor Ierland loopt dit gelijk met een stijging van de bevolking met 13%. Ook Vlaanderen tekende een bevolkingsgroei op in die periode met 8%. De opvallende schommelingen in de proceedingsgegevens hebben gedeeltelijk met de ongelijkmatige organisatie van conferenties en bijgevolg met de sporadische opname van conferentiemateriaal te maken.

Tabel 2. Evolutie van publicatieoutput van Vlaanderen

Publicaties per 10.000 inwoners

	VL+	BE	DNK	FIN	FRA	DEU	IRL	ITA	NLD	PRC	ESP	SWE	GBR
2012	24.90	20.86	29.23	24.34	12.53	14.52	19.30	11.80	24.58	2.03	13.56	27.53	18.98
2013	25.67	21.36	30.24	25.02	12.74	14.60	19.26	12.51	24.96	2.27	14.08	28.55	19.02
2014	27.02	22.23	34.84	27.55	13.10	15.38	20.13	12.88	26.37	2.38	14.48	30.61	20.04
2015	28.71	23.52	36.98	29.15	13.78	16.03	20.95	13.89	27.32	2.62	14.98	32.35	20.98
2016	30.68	25.14	40.80	31.84	14.97	17.15	23.23	15.46	28.99	2.99	16.08	35.26	22.84
2017	32.47	26.84	44.49	34.25	15.89	18.74	25.53	16.33	31.19	3.57	17.31	37.66	24.76
2018	32.84	26.67	44.86	33.47	15.31	18.11	26.07	16.40	31.12	3.76	17.47	37.56	25.02
2019	33.49	27.11	46.26	34.48	14.95	18.31	27.13	16.87	32.57	4.10	17.64	38.37	25.96
2020	33.06	26.98	45.82	35.32	15.07	18.54	27.69	18.57	31.55	4.25	19.03	37.30	25.52
2021	37.73	30.58	51.41	38.58	15.85	20.74	32.22	20.70	35.82	4.96	20.41	41.47	28.59
2022	33.82	27.59	47.09	35.94	14.24	18.66	28.23	19.22	32.66	5.63	18.36	37.35	25.31
2023	32.10	25.90	44.06	32.32	13.17	16.96	26.33	18.08	29.64	5.68	17.66	34.74	22.81
2024	35.27	28.61	49.15	36.98	14.37	19.18	28.72	20.23	33.06	6.89	18.88	39.07	25.34

Alle vakgebieden; Zowel tijdschriftenliteratuur als bijdragen aan conferenties

Tabel 3 en 4 geven de evolutie van de publicatieoutput weer op basis van het procentuele aandeel van Vlaanderen en de elf referentielanden in het wereldtotaal in alle wetenschapsgebieden samen.

Het Vlaamse aandeel in het wereldtotaal maakt tussen 2012 tot 2024 een golfbeweging met een stijging tot 2015 en daarna een daling tot 0.89%. Deze daling is in meer of mindere mate merkbaar bij alle landen behalve China in tabel 3.

Tabel 3. Evolutie van het aandeel van Vlaanderen, de elf Europese referentielanden en China

Aandeel uitgedrukt door het percentage in het totaal van de databank

	VL	BE	DNK	FIN	FRA	DEU	IRL	ITA	NLD	PRC	ESP	SWE	GBR
2012	1.00%	1.41%	1.04%	0.79%	4.94%	7.05%	0.54%	4.26%	2.60%	12.95%	3.90%	1.63%	7.66%
2013	1.02%	1.43%	1.06%	0.80%	4.94%	6.95%	0.53%	4.38%	2.59%	14.84%	3.87%	1.68%	7.62%
2014	1.02%	1.41%	1.13%	0.82%	4.77%	6.88%	0.53%	4.34%	2.58%	16.33%	3.83%	1.69%	7.50%
2015	1.05%	1.45%	1.17%	0.84%	4.78%	6.84%	0.52%	4.35%	2.56%	17.75%	3.79%	1.72%	7.56%
2016	1.05%	1.44%	1.21%	0.85%	4.81%	6.87%	0.54%	4.43%	2.60%	18.88%	3.77%	1.78%	7.79%
2017	1.04%	1.44%	1.24%	0.83%	4.75%	6.86%	0.56%	4.42%	2.58%	20.40%	3.73%	1.78%	7.83%
2018	1.04%	1.41%	1.21%	0.82%	4.55%	6.68%	0.58%	4.35%	2.54%	22.48%	3.71%	1.77%	7.79%
2019	1.01%	1.37%	1.20%	0.81%	4.31%	6.47%	0.58%	4.33%	2.51%	24.29%	3.69%	1.74%	7.65%
2020	0.97%	1.33%	1.15%	0.79%	4.22%	6.25%	0.58%	4.69%	2.38%	25.82%	3.86%	1.64%	7.38%
2021	1.00%	1.36%	1.16%	0.79%	3.97%	6.33%	0.62%	4.61%	2.43%	26.43%	3.78%	1.66%	7.47%
2022	0.91%	1.24%	1.08%	0.75%	3.63%	5.71%	0.55%	4.31%	2.22%	31.57%	3.40%	1.52%	6.70%
2023	0.91%	1.24%	1.08%	0.72%	3.62%	5.58%	0.56%	4.30%	2.17%	33.12%	3.52%	1.49%	6.44%
2024	0.89%	1.20%	1.05%	0.72%	3.43%	5.45%	0.55%	4.13%	2.10%	35.64%	3.31%	1.47%	6.31%

Alle vakgebieden samen; enkel tijdschriftenliteratuur

Tabel 4. Evolutie van het procentuele aandeel van Vlaanderen, de elf Europese referentielanden en China in het totaal van de databank

	VL	BE	DNK	FIN	FRA	DEU	IRL	ITA	NLD	PRC	ESP	SWE	GBR
2012	0.96%	1.34%	0.95%	0.77%	4.77%	6.81%	0.52%	4.09%	2.40%	16.06%	3.70%	1.52%	7.06%
2013	0.95%	1.32%	0.95%	0.76%	4.67%	6.57%	0.50%	4.17%	2.34%	17.28%	3.67%	1.52%	6.81%
2014	0.97%	1.35%	1.06%	0.81%	4.68%	6.74%	0.51%	4.25%	2.41%	17.74%	3.65%	1.60%	7.03%
2015	0.99%	1.36%	1.08%	0.82%	4.73%	6.72%	0.51%	4.32%	2.38%	18.62%	3.59%	1.63%	7.04%
2016	0.96%	1.32%	1.09%	0.81%	4.65%	6.57%	0.51%	4.34%	2.29%	19.34%	3.48%	1.62%	6.99%
2017	0.94%	1.30%	1.09%	0.81%	4.53%	6.60%	0.52%	4.19%	2.28%	21.28%	3.44%	1.61%	6.98%
2018	0.96%	1.30%	1.11%	0.79%	4.40%	6.43%	0.54%	4.22%	2.29%	22.60%	3.50%	1.63%	7.12%
2019	0.95%	1.29%	1.11%	0.79%	4.17%	6.31%	0.56%	4.18%	2.33%	23.94%	3.43%	1.63%	7.18%
2020	0.93%	1.27%	1.09%	0.80%	4.17%	6.32%	0.57%	4.54%	2.25%	24.59%	3.69%	1.58%	6.98%
2021	0.96%	1.30%	1.10%	0.78%	3.95%	6.34%	0.60%	4.51%	2.30%	25.73%	3.56%	1.58%	7.04%
2022	0.90%	1.22%	1.06%	0.76%	3.71%	5.94%	0.56%	4.34%	2.20%	30.41%	3.33%	1.49%	6.54%
2023	0.92%	1.23%	1.06%	0.73%	3.66%	5.73%	0.56%	4.34%	2.15%	32.59%	3.45%	1.49%	6.36%
2024	0.89%	1.20%	1.05%	0.74%	3.52%	5.71%	0.55%	4.26%	2.12%	34.64%	3.28%	1.47%	6.27%

Alle vakgebieden; zowel tijdschriftenliteratuur als bijdragen aan conferenties

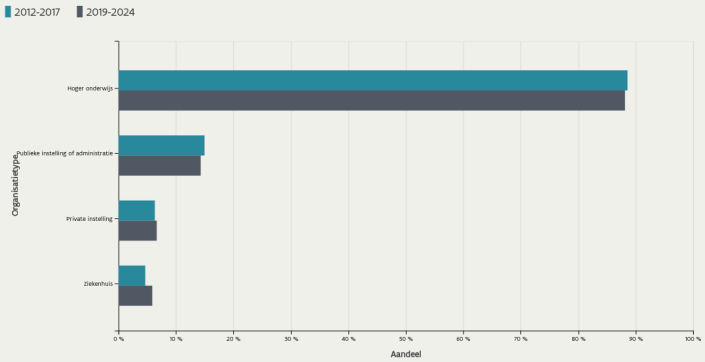
Het aandeel van de meeste landen is gedaald of constant gebleven. Opmerkelijk is daarnaast de enorme groei van China. Deze ontwikkeling is zonder weerga.

Binnen deze context van sterke toename van het totaal aantal publicaties opgenomen in de bibliografische databank is het opmerkelijk dat Vlaanderen er in slaagt om toch een stijging te realiseren in het eerste deel van de periode en het bereikte niveau kan handhaven.

4.1.3 Het Vlaams publicatieprofiel

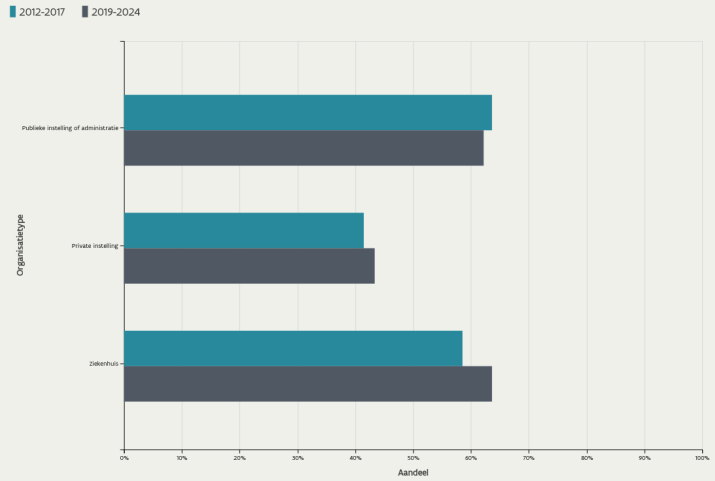
Vooraleer de specialisatieprofielen van het Vlaams onderzoek te beschouwen, komt eerst een ander aspect van dit publicatieprofiel aan de orde. Figuur 1 geeft voor twee deelperioden van de periode 2012-2024 het procentuele aandeel van de verschillende organisatietypen weer in de Vlaamse publicatieoutput over alle gebieden samen. Zoals in de methode beschreven passen we ook hier een volledig telschema toe. Dit komt erop neer dat een publicatie met werkadressen van meer dan één organisatietype aan elk type als een volledige publicatie wordt toegewezen. De procentuele aandelen kunnen dus op grond van deze meervoudige toekenning niet tot 100% opgeteld worden.

Figuur 1. Verdeling per organisatietype



Het aandeel van instellingen voor hoger onderwijs, dus van universiteiten en hogescholen, met net iets meer dan 88% overheerst dit resultaat. Het aandeel Vlaamse tijdschriftenpublicaties door medewerkers van publieke onderzoeksinstellingen of administraties gepubliceerd ligt rond 15%. Private instellingen en ziekenhuizen dragen met respectievelijk rond de 6.7% en de 5.9% tot het Vlaamse totaal bij (hierbij merken we op dat de publicaties van de universitaire ziekenhuizen bij de universiteiten zelf werden geteld). Bovenstaande gegevens komen in het algemeen overeen met de situatie in andere Europese landen (bijv. *Katz* en *Hicks*, 1998).

Figuur 2. Aandeel van samenwerking met hoger onderwijs per organisatietype



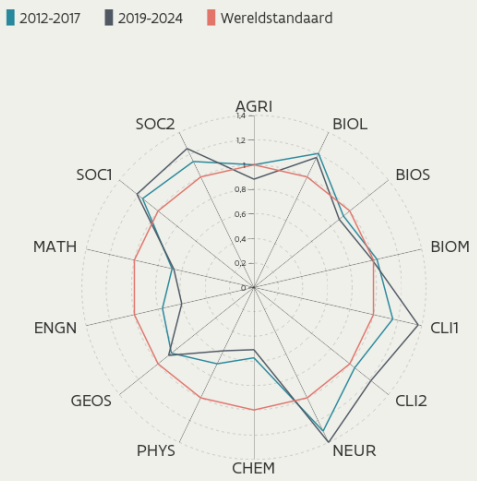
De samenwerking tussen hoger onderwijs en andere instellingen blijft sterk toenemen in alle sectoren. Voor de publieke instellingen en universiteiten ligt dit in de lijn van de verwachting gezien de structurele samenwerking tussen de strategische onderzoekscentra (waaronder VIB, VITO en IMEC) en de universiteiten en de hogescholen. Opvallend is de sterke stijging van de samenwerking tussen ziekenhuizen en universiteiten. Voor bedrijven zien we dat in de laatste periode het aandeel studies dat ze publiceren in samenwerking met het hoger onderwijs boven de 40% stijgt. Het lijkt erop dat deze twee sectoren vaker een beroep doen op samenwerking met universiteiten voor hun wetenschappelijk onderzoek.

De specialisatie van het Vlaams onderzoek tijdens de perioden 2012-2017 en 2019-2024 wordt in Figuur 3 op basis van de *Activiteitsindex* grafisch weergegeven (zie Hoofdstuk 4.1.1 voor de definitie). De wereldstandaard is in het diagram door een regelmatige veertienhoek aangeduid. Er dient op gewezen dat de Activiteitsindex, de relatieve activiteit met betrekking tot de wereldstandaard, een evenwichtsindicator is, d.w.z. als de activiteit van een land in enkele gebieden boven de wereldstandaard ligt, moet de activiteit in andere gebieden noodzakelijkerwijs beneden de standaard liggen.

Het uurwerkdiagram beschrijft het profiel van Vlaanderen eenduidig als Type 1, dit is het westers model met bio- en medische wetenschappen als overheersende gebieden. Wel is het profiel van de tweede periode enigszins veranderd en wel door een stijging in de sociale wetenschappen (SOC1 & SOC2) en de neurowetenschappen (NEUR). Maar het 'paradigmatische' basistype van het Vlaams profiel is onveranderd gebleven. Samenvattend kan gesteld worden dat het Vlaamse publicatieprofiel gekenmerkt wordt door significant boven de wereldstandaard liggende activiteiten in de levenswetenschappen: biologie (BIOL), klinische en experimentele geneeskunde I (CLI1) en Experimentele geneeskunde II (CLI2), dat in de tweede deerlperiode nog verder stijgt. Daarnaarst toont het publicatieprofiel een beneden de wereldstandaard liggende natuur en technische wetenschappen: chemie (CHEM), aard- en ruimtewetenschappen (GEOS), fysica (PHYS) en -in de tweede deelperiode- wiskunde (MATH) en ingenieurswetenschappen (ENGN).

Dit onderscheid zien we ook in Tabel 5 dat het aandeel van Vlaanderen in het wereldtotaal uitsplitst naar vakgebied. Voor de tijdschriftenliteratuur zien we dat dezelfde vijf vakgebieden in de natuur- en technische wetenschappen beduidend onder de 1% van het wereldtotaal liggen.

Figuur 3. Het publicatieprofiel van het Vlaams onderzoek in de perioden 2012-2017 en 2019-2024 op basis van de Activiteitsindex (AI)



Tabel 5. Evolutie van het aandeel Vlaamse publicaties in het wereldtotaal

	AGRI	BIOL	BIOS	BIOM	CLI1	CLI2	NEUR	CHEM	PHYS	GEOS	ENGN	MATH	SOC1	SOC2
2012	1.02%	1.20%	1.12%	1.14%	1.19%	1.13%	1.36%	0.73%	0.85%	1.01%	1.01%	0.90%	1.20%	1.10%
2013	1.13%	1.34%	1.11%	1.05%	1.21%	1.17%	1.34%	0.73%	0.87%	0.95%	0.94%	0.85%	1.30%	1.24%
2014	1.07%	1.37%	1.07%	1.12%	1.23%	1.19%	1.45%	0.74%	0.84%	1.01%	0.95%	0.74%	1.32%	1.18%
2015	1.15%	1.40%	1.15%	1.14%	1.24%	1.22%	1.49%	0.75%	0.88%	0.95%	0.94%	0.82%	1.35%	1.24%
2016	1.06%	1.34%	1.11%	1.11%	1.28%	1.28%	1.51%	0.72%	0.83%	0.91%	0.88%	0.84%	1.19%	1.30%
2017	1.04%	1.31%	1.04%	1.05%	1.30%	1.30%	1.51%	0.71%	0.86%	0.93%	0.80%	0.80%	1.27%	1.28%
2018	1.02%	1.34%	1.03%	1.08%	1.34%	1.32%	1.50%	0.69%	0.82%	0.93%	0.82%	0.75%	1.33%	1.31%
2019	0.93%	1.26%	0.98%	1.00%	1.38%	1.31%	1.50%	0.67%	0.78%	0.89%	0.76%	0.79%	1.22%	1.25%
2020	0.90%	1.22%	0.99%	1.01%	1.29%	1.31%	1.43%	0.67%	0.75%	0.91%	0.75%	0.70%	1.23%	1.23%
2021	0.95%	1.30%	1.02%	1.05%	1.35%	1.28%	1.49%	0.68%	0.72%	0.99%	0.74%	0.75%	1.24%	1.21%
2022	0.85%	1.16%	0.87%	0.98%	1.31%	1.22%	1.31%	0.58%	0.60%	0.88%	0.62%	0.74%	1.23%	1.21%
2023	0.82%	1.13%	0.90%	0.97%	1.41%	1.30%	1.42%	0.57%	0.60%	0.89%	0.65%	0.67%	1.26%	1.18%
2024	0.79%	1.14%	0.89%	0.97%	1.36%	1.27%	1.35%	0.55%	0.57%	0.94%	0.62%	0.77%	1.23%	1.27%

Enkel tijdschriftenliteratuur

Tabel 6. Evolutie van het aandeel Vlaamse publicaties in het wereldtotaal

	AGRI	BIOL	BIOS	BIOM	CLI1	CLI2	NEUR	CHEM	PHYS	GEOS	ENGN	MATH	SOC1	SOC2
2012	0.98%	1.19%	1.12%	1.15%	1.18%	1.13%	1.35%	0.69%	0.88%	0.99%	0.84%	0.88%	1.06%	0.94%
2013	1.09%	1.35%	1.10%	1.02%	1.21%	1.16%	1.34%	0.68%	0.90%	0.89%	0.74%	0.81%	1.12%	1.02%
2014	1.03%	1.35%	1.07%	1.11%	1.23%	1.18%	1.42%	0.72%	0.86%	0.98%	0.80%	0.69%	1.08%	1.00%
2015	1.09%	1.39%	1.15%	1.12%	1.24%	1.21%	1.48%	0.73%	0.86%	0.88%	0.79%	0.76%	1.13%	1.05%
2016	1.07%	1.36%	1.10%	1.08%	1.28%	1.28%	1.47%	0.71%	0.86%	0.86%	0.75%	0.75%	0.87%	1.04%
2017	0.98%	1.29%	1.04%	1.00%	1.29%	1.29%	1.47%	0.71%	0.86%	0.86%	0.67%	0.72%	0.91%	0.93%
2018	0.98%	1.33%	1.02%	1.05%	1.35%	1.31%	1.47%	0.68%	0.83%	0.90%	0.69%	0.71%	0.97%	1.08%
2019	0.89%	1.25%	0.97%	0.98%	1.38%	1.30%	1.49%	0.66%	0.78%	0.85%	0.70%	0.77%	1.02%	1.13%
2020	0.87%	1.22%	0.98%	1.00%	1.29%	1.31%	1.41%	0.66%	0.76%	0.86%	0.73%	0.67%	1.07%	1.08%
2021	0.90%	1.28%	1.01%	1.04%	1.35%	1.28%	1.48%	0.66%	0.77%	0.92%	0.74%	0.76%	1.12%	1.09%
2022	0.85%	1.15%	0.88%	0.97%	1.31%	1.22%	1.30%	0.58%	0.67%	0.89%	0.69%	0.76%	1.16%	1.18%
2023	0.83%	1.13%	0.90%	0.97%	1.41%	1.29%	1.41%	0.59%	0.70%	0.93%	0.71%	0.68%	1.25%	1.17%
2024	0.80%	1.14%	0.89%	0.96%	1.36%	1.26%	1.34%	0.56%	0.66%	0.94%	0.71%	0.86%	1.16%	1.26%

Zowel tijdschriftenliteratuur als conferentiebijdragen

4.1.4 Citatie-impact

Het bibliometrische middel bij uitstek om de impact van publicaties te meten is de citatie. Citaties zijn primair een belangrijke bron van informatie over de mate waarin gebruik gemaakt wordt van wetenschappelijke informatie in het kader van gedocumenteerde wetenschappelijke communicatie. Zij weerspiegelen de acceptatie en erkenning van gepubliceerde onderzoeksresultaten door de wetenschappelijke gemeenschap. Hoewel het aantal citaties niet rechtstreeks als kwaliteitsmaat kan beschouwd worden, drukt een groot aantal ontvangen citaties per publicatie wel een bepaalde impact uit. Met andere woorden, "indien een publicatie 5 of 10 citaties ontvangt gedurende enkele jaren na de publicatie, dan is het waarschijnlijk dat de inhoud van deze publicatie geïntegreerd zal worden in de kennisbasis van dat onderzoeksdomein, indien echter, na 5 of 10 jaar geen enkele referentie naar deze publicatie verwijst, dan zullen de bevindingen in die publicatie niet bijdragen tot de hedendaagse wetenschappelijke paradigma's van het onderzoeksdomein in kwestie." (*Braun* et al., 1985).

De methodologische achtergrond van de citatieanalyses is reeds beschreven. Tabel 7 geeft de evolutie van de gemiddelde geobserveerde citatiefrequentie (MOCR) en de gemiddelde verwachte (MECR) citatiefrequentie weer voor Vlaanderen, voor elf Europese referentielanden en voor de wereld in alle vakgebieden samen. Omdat beide citatiegemiddelden voor het wereldtotaal op het volledige gegevensbestand gebaseerd zijn, geldt voor het wereldtotaal de identiteit MOCR = MECR (vgl. laatste kolom van Tabel 7).

Tabel 7. Evolutie van de gemiddelde geobserveerde (MOCR) en verwachte (MECR) citatiefrequentie

Vlaanderen, elf Europese referentielanden en China (alle vakgebieden samen)

	Indicator	VL	BE	DNK	FIN	FRA	DEU	IRL	ITA	NLD	PRC	ESP	SWE	GBR	Wereld
2012	MOCR	8.94	8.53	9.88	8.59	7.55	8.05	8.06	7.49	9.51	5.82	6.94	8.60	7.99	5.49
	MECR	6.95	6.89	7.46	6.74	6.82	7.12	6.70	6.46	7.68	5.33	6.17	7.13	6.97	5.49
2013	MOCR	9.02	8.95	9.96	8.26	7.87	8.35	8.90	7.63	9.60	6.11	7.13	8.90	8.16	5.68
	MECR	7.09	7.07	7.72	6.98	7.03	7.30	6.88	6.53	7.78	5.59	6.33	7.30	7.14	5.68
2014	MOCR	9.61	9.43	10.27	8.82	8.11	8.57	8.94	8.01	9.61	6.54	7.45	9.26	8.67	5.96
	MECR	7.53	7.45	7.97	7.11	7.34	7.59	7.04	6.77	7.99	6.02	6.69	7.68	7.43	5.96
2015	MOCR	9.77	9.68	11.52	9.98	8.68	9.21	10.70	8.58	10.47	7.02	8.04	9.58	9.15	6.20
	MECR	7.73	7.71	8.41	7.59	7.67	7.98	7.47	7.09	8.38	6.46	6.97	8.01	7.84	6.20
2016	MOCR	10.21	10.15	10.59	9.43	8.83	9.22	10.14	8.73	10.68	7.66	8.18	10.01	9.38	6.48
	MECR	8.12	8.08	8.48	7.60	7.99	8.30	7.75	7.33	8.64	6.97	7.30	8.42	8.11	6.48
2017	MOCR	11.21	11.36	12.14	11.22	9.47	9.92	12.09	9.71	11.94	8.81	9.17	11.23	10.28	7.12
	MECR	8.76	8.68	9.26	8.49	8.56	8.79	8.37	7.92	9.35	7.90	7.99	9.12	8.77	7.12
2018	MOCR	12.16	11.69	12.34	11.07	9.85	10.09	11.65	10.02	11.90	9.64	9.44	11.37	10.49	7.57
	MECR	9.21	9.12	9.75	8.92	8.99	9.23	8.76	8.35	9.69	8.68	8.44	9.56	9.14	7.57
2019	MOCR	12.44	12.15	12.64	11.05	10.17	10.73	11.29	10.49	12.57	10.10	9.81	11.91	11.01	8.04
	MECR	9.95	9.75	10.30	9.48	9.42	9.77	9.07	8.78	10.28	9.34	8.96	9.97	9.57	8.04
2020	MOCR	14.65	14.27	14.71	14.19	11.95	12.12	13.85	12.72	14.58	12.27	11.25	13.39	13.40	9.49
	MECR	12.08	11.81	12.58	11.16	11.30	11.34	11.20	10.33	12.48	10.80	10.39	11.99	11.87	9.49
2021	MOCR	12.89	12.44	13.68	11.98	11.42	10.66	12.55	11.15	13.01	11.47	10.10	12.30	12.04	8.85
	MECR	10.67	10.50	11.12	10.11	10.26	10.15	9.84	9.31	10.77	10.47	9.51	10.73	10.43	8.85
2022	MOCR	12.77	12.50	13.51	12.29	10.30	10.80	12.00	10.69	12.77	11.26	10.24	12.60	11.77	8.71
	MECR	10.42	10.24	11.02	10.07	9.89	10.05	9.47	8.98	10.67	10.40	9.40	10.58	10.17	8.71
2023	MOCR	14.00	13.21	14.32	12.81	10.88	11.37	12.91	11.19	13.08	12.56	10.83	13.22	12.40	9.37
	MECR	11.32	11.03	12.01	10.70	10.43	10.74	10.32	9.58	11.24	11.54	10.09	11.30	10.80	9.37

Allereerst moet erop gewezen worden dat de rechtstreekse vergelijking tussen de indicatorwaarden van Vlaanderen en de referentielanden mogelijkerwijze tot verkeerde interpretaties kan leiden omdat grote verschillen tussen de citatiepraktijken in de verschillende wetenschapsgebieden en deelgebieden optreden. Hierdoor kunnen afwijkende nationale publicatieprofielen ook de nationale gemiddelde citatiefrequentie in alle vakgebieden samen beïnvloeden. Op basis van het citatievenster van drie jaar dat in deze studie werd gebruikt, worden de publicatiejaren 2012-2023 in aanmerking genomen worden.

De citatie-indicatoren met betrekking tot het wereldtotaal zijn tussen 2012 en 2023 gestegen met 70.8%. Enkel China doet beter met een stijging van 115.9% Het is duidelijk dat China de groeimotor is achter de stijging van MOCR en MECR.

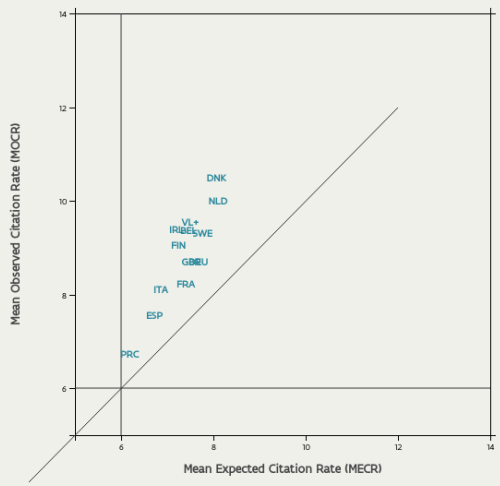
Voor Vlaanderen registreren we voor het gemiddeld aantal citaties per publicatie (MOCR) een stijging van 56.7% over de twaalf jaar en komt hiermee uit op de derde plaats in deze lijst na China en Ierland (+55.9%). Daartegenover staat dat Vlaanderen de reeks start met een hoge score van 8.94 in 2012 met enkel Denemarken en Nederland die beter scoorden. Het is dus voor deze landen erg moeilijk om een hoge relatieve groei ten opzichte van 2012 te realiseren. Toch slaagt Vlaanderen er in om het beter te doen dan beide landen.

Andere sterke stijgers na Vlaanderen zijn Spanje (+56.0%), UK (+55.1%) en België (+54.8%).

Ook de verwachte citatie-impact van Vlaanderen en van alle andere referentielanden is gestegen maar wel in iets sterker dan de MOCR. De geobserveerde waarde ligt voor Vlaanderen en alle referentielanden (behalve China in het begin van de periode) steeds boven de verwachte waarde. In overeenstemming met beide citatie-indicatoren kan men stellen dat Vlaanderen eenduidig tot de wetenschappelijke top binnen de gekozen referentielanden behoort. Dit wordt door de relatieve positiekaarten in Figuren 4 en 5 aanschouwelijk geïllustreerd. Vlaanderen stijgt, samen met Ierland, meer in de richting van koplopers: Nederland en Denemarken. Ook hier valt de inhaalbeweging van China op.

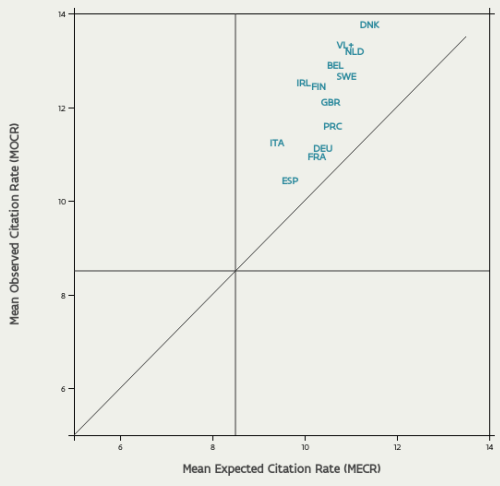
Figuur 4. Relatieve citatiekaart van Vlaanderen en twaalf referentielanden

2012-2016



Figuur 5. Relatieve citatiekaart van Vlaanderen en twaalf referentielanden

2019-2023

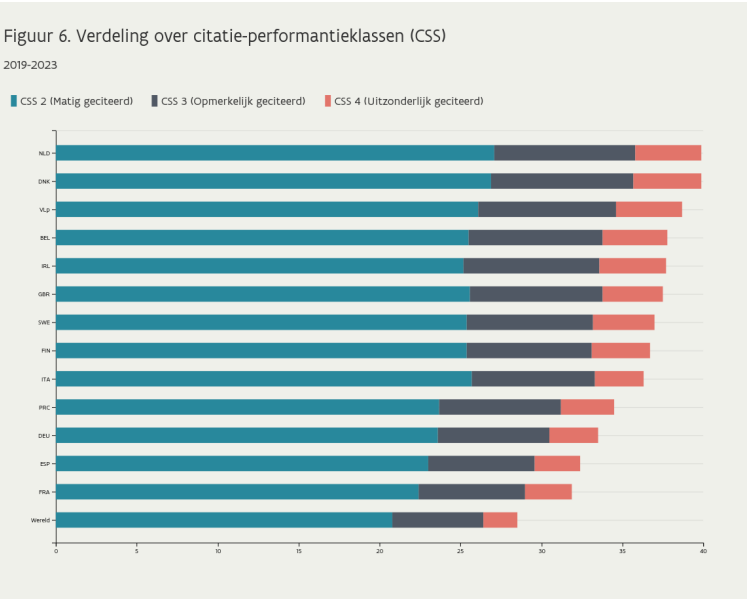


De twee rasterlijnen en de diagonale lijn in de relatieve diagrammen geven drie standaarden aan en verdelen dus de map in zes sectoren. De verticale rasterlijn geeft aan of de gemiddelde verwachte citatiefrequentie van een land beneden (links) of boven (rechts) van de wereldstandaard ligt. De horizontale lijn geeft de afwijking van de gemiddelde geobserveerde citatiefrequentie van een land weer ten opzichte van de wereldstandaard. Uiteindelijk toont de bissectrice de identiteit *RCR = 1*. De door de voorwaarden *MECR < 1*, *MOCR < 1* en *RCR < 1* gedefinieerde sector stemt overeen met een uiterst ongunstige situatie. De diametraal tegenoverliggende sector, die door de voorwaarden *MECR > 1*, *MOCR > 1* en *RCR > 1* wordt bepaald, weerspiegelt in tegenstelling daartoe de meest gunstige situatie qua de citatie-impact. Twee observaties vallen op in Figuur 3: De algemene stijging van verschillende landen langs beide assen en het uiteendrijven van de landencoördinaten langs de bissectrice. We zien dat China in de tweede periode een heel stuk van de achterstand heeft goedgemaakt en nu een positie inneemt boven de beiden

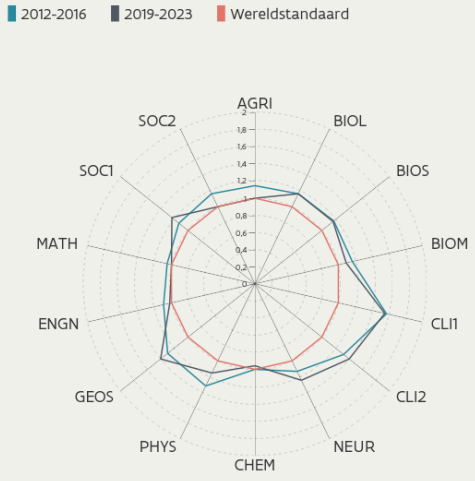
standaarden (horizontaal en verticaal). Maar het is Ierland dat de grootste sprong maakt in vergelijking de andere landen doordat het Duitsland, Finland en het VK achter zich laat. De sterke stijging van Vlaanderen op beide indicatoren laat zich ook zien in de positie die Vlaanderen in de tweede periode inneemt. Deze komt dichter bij de twee koplopers.

Op basis van de citatie-performantieklassen zoals te zien in Figuur 6 komen we tot dezelfde rangschikking van Vlaanderen na Denemarken en Nederland. Het aandeel hoog-geciteerde publicaties (klasse CSS3 - Opmerkelijk geciteerd en CSS4 - Uitzonderlijk geciteerd) ligt voor beide landen nog net hoger. Maar Vlaanderen scoort voor de drie klassen merkelijk beter dan de andere referentielanden.

Figuur 6. Verdeling over citatie-performantieklassen (CSS)



Figuur 7. Relatieve citatiefrequentie voor Vlaanderen in 2012-2016 en 2019-2023



Figuur 7 geeft de relatieve citatiefrequentie voor twee deelperioden van telkens vijf jaar (2012-2016 en 2019-2023). De relatieve citatiefrequentie van Vlaanderen is in de meeste wetenschapsgebieden boven of tenminste gelijk aan de wereldstandaard. Vooral de levenswetenschappen hadden voor alle deelperioden een zeer hoge score. De indicatorwaarde van wiskunde en scheikunde stemmen met de wereldstandaard overeen of bevindt zich net onder de waarde van 1.0. Binnen het STEM domein is er ook de daling binnen de domeinen natuurwetenschappen en ingenieurswetenschappen. In contrast daarmee staat de hoge impact in de aard- en ruimtewetenschappen, zeker als dit gekoppeld wordt aan de lager dan gemiddelde activiteit van Vlaanderen in dit vakgebied.

4.1.5 Internationale samenwerking: profiel en impact

Belangrijke onderzoeksresultaten, die een gevolg van internationale samenwerking zijn, worden in het kader van gedocumenteerde wetenschappelijke communicatie meestal ook in de wetenschappelijke literatuur gepubliceerd. Op die manier wordt wetenschappelijke samenwerking gereflecteerd door het ermee overeenstemmend co-auteursschap dat met behulp van bibliometrische methoden gemeten en geanalyseerd kan worden. Een eenvoudige maar duidelijke indicator voor het bibliometrisch meten van internationale samenwerking is het aandeel van internationale co-publicaties in het nationale totaal. Men beschouwt een publicatie als internationaal indien tenminste één co-auteur met een werkadres van een ander land heeft meegewerkt aan de publicatie. Grote landen worden door een lager, kleine landen door een groter, aandeel van internationale co-publicaties in hun totale publicatieoutput gekenmerkt. Een rechtstreekse vergelijking is dus alleen zinvol tussen landen van ongeveer gelijke grootte. Meerdere studies (bijv. *Gómez* et al., 1995, *Glänzel* et al., 1999, *Glänzel* en *Schubert*, 2004) hebben reeds twintig jaar geleden aangetoond dat internationale samenwerking sterk toeneemt. De cijfers in Tabel 8 tonen aan dat deze trend zich het voorbije decenium heeft verder gezet.

Tabel 8. Evolutie van het aandeel internationale publicaties voor Vlaanderen en de referentielanden

	VL	BE	DNK	FIN	FRA	DEU	IRL	ITA	NLD	PRC	ESP	SWE	GBR
2012	60.9%	62.2%	59.7%	56.3%	53.0%	51.1%	54.7%	44.7%	56.8%	24.3%	44.6%	59.3%	50.2%
2013	62.6%	63.6%	60.8%	57.9%	54.3%	52.3%	56.5%	45.8%	58.1%	24.3%	46.4%	60.5%	52.6%
2014	65.0%	65.9%	60.9%	59.8%	56.2%	53.4%	59.3%	46.9%	59.4%	24.3%	48.0%	61.8%	55.3%
2015	66.3%	67.4%	63.9%	62.0%	57.5%	55.0%	62.1%	49.3%	61.1%	25.3%	50.5%	64.3%	57.9%
2016	68.4%	69.6%	65.7%	63.5%	60.4%	57.5%	65.0%	51.2%	64.3%	26.3%	53.5%	67.0%	60.4%
2017	70.0%	70.9%	66.6%	66.6%	61.4%	58.5%	65.7%	52.5%	65.5%	26.9%	54.8%	68.3%	62.3%
2018	71.7%	72.9%	69.1%	67.2%	62.9%	59.8%	68.3%	54.3%	67.1%	27.3%	55.4%	69.8%	63.7%
2019	71.6%	72.8%	70.2%	68.7%	63.3%	60.0%	68.6%	53.7%	67.7%	26.8%	55.4%	70.4%	64.6%
2020	73.7%	74.8%	72.0%	70.3%	64.4%	61.6%	69.6%	52.9%	69.2%	26.7%	55.5%	72.3%	67.2%
2021	73.4%	74.2%	71.1%	69.9%	64.6%	60.3%	69.0%	53.1%	68.9%	25.1%	55.3%	71.5%	67.6%
2022	74.9%	75.7%	71.9%	70.2%	64.2%	61.5%	70.6%	53.5%	69.3%	21.3%	56.7%	72.9%	69.6%
2023	74.8%	75.8%	73.2%	70.5%	64.7%	62.6%	72.8%	54.4%	69.8%	20.0%	57.7%	73.3%	71.2%
2024	75.7%	76.7%	73.3%	71.2%	66.3%	63.5%	74.2%	56.3%	71.1%	18.9%	59.2%	74.0%	71.6%

Tabel 8 geeft de evolutie weer van het aandeel aan internationale co-publicaties van Vlaanderen en elf Europese referentielanden in alle vakgebieden samen. Het aandeel van internationale co-publicaties in Vlaanderen is net als in alle referentielanden in aanzienlijke mate gestegen. Dit aandeel is in de 'grote' landen zoals Verenigd Koninkrijk, Duitsland, Frankrijk, Italië en Spanje overeenkomstig met de verwachtingen, kleiner dan in de andere referentielanden. Het aandeel internationale co-publicaties in China is duidelijk het laagst onder alle referentielanden. Vlaanderen (en bij uitbreiding België) heeft het hoogste aandeel internationale publicaties ten opzichte van de referentielanden.

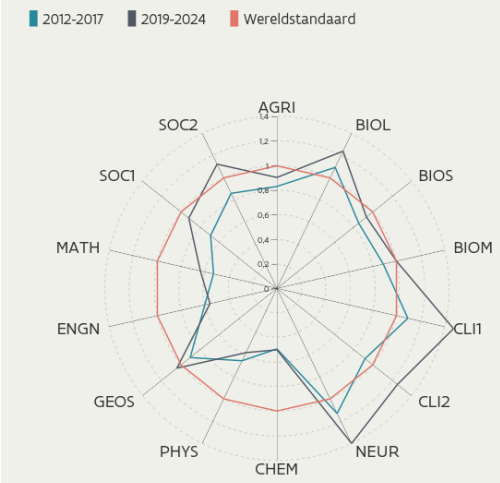
Figuur 8 geeft het publicatieprofiel van de internationale co-publicaties van Vlaanderen over twee deelperioden weer. De vergelijking van dit profiel met het profiel van alle Vlaamse publicaties toont een duidelijke verschuiving ten gunste van bio-, aard- en ruimtewetenschappen en de natuurkunde ten nadele van de sociale wetenschappen. We vinden wel een

Figuur 9 toont het effect van internationale samenwerking op de Vlaamse citatie-impact weer. Het is bijna een bibliometrische gemeenplaats dat internationale co-publicaties gemiddeld meer citaties ontvangen dan 'binnenlandse' publicaties (vgl. *Glänzel*, 2001). Hier kan dezelfde trend vastgesteld worden die ook bij alle Vlaamse publicaties

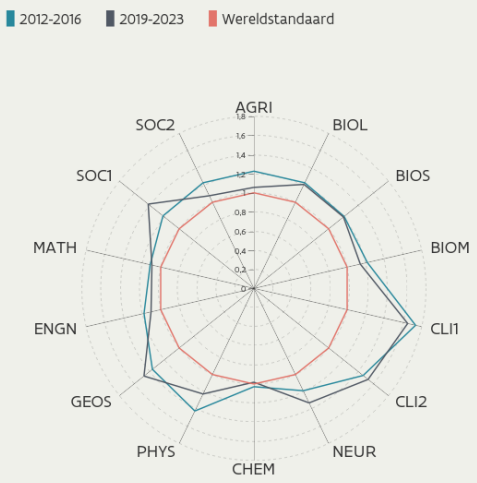
gelijkaardige dynamiek terug. Zo is het dat de toegenomen activiteit in de twee vakgebieden in de sociale wetenschappen samengaat met een stijging in de internationale samenwerking. Ook is er een daling binnen alle STEM-domeinen: natuurkunde en de chemie, wiskunde en ingenieurswetenschappen en ook aard en ruimtewetenschappen.

(vgl. Figuur 7) waarneembaar was, maar in het geval van de co-publicaties wordt deze trend nog veel duidelijker. De relatieve citatiefrequentie voor de 14 vakgebieden wordt hier voor alle publicaties met de internationale co-publicaties vergeleken over de twee deelperiodes.

Figuur 8. Het publicatieprofiel van het Vlaams onderzoek en de internationale samenwerking op basis van de Activiteitsindex



Figuur 9. Relatieve citatiefrequentie voor Vlaams onderzoek en de internationale samenwerking in veertien vakgebieden



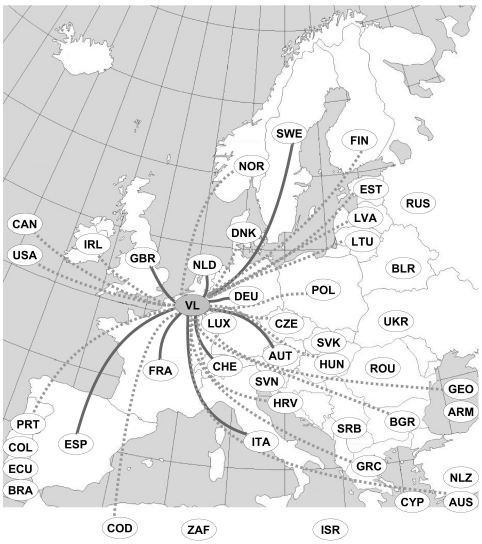
Een belangrijk aspect van internationale samenwerking is de analyse van de links tussen partnerlanden. In de bibliometrische praktijk wordt hierbij naast aantal en aandeel co-publicaties met bepaalde partners ook de sterkte van de samenwerkingsbanden bekeken. De in deze optiek meest gebruikte maat is de zogeheten cosinusmaat volgens Salton. Deze maat is gedefinieerd als de quotiënt van het aantal gemeenschappelijke publicaties en het geometrische gemiddelde van de totale publicatieoutput van de twee betrokken landen.

$$r = \frac{p_{ij}}{\sqrt{p_i \cdot p_j}}$$

Waarbij p_{ij} het aantal links tussen de landen *i* en *j* en p_i (p_j) het totaal aantal publicaties van het land *i* (*j*) is. De belangrijkste co-publicatielinks van Vlaanderen in de periodes 2011-2016 en 2018-2023 zijn in Figuur 10 en 11 gevisualiseerd. Zwakke links zijn zonder lijn, middelsterke links door stippellijn en sterke links door een volle lijn aangeduid. Omwille van de globale toename van internationale samenwerking zijn de drempelwaarden voor zwakke, middelsterke en sterke links aangepast ten opzichte van de vorige versie van het Indicatorenboek waardoor er minder landen zijn opgenomen in de figuren. In Tabel 9, onder de figuren, worden de landen met de overeenkomstige codes gegeven.

Figuur 10. De belangrijkste co-publicatielinks van Vlaanderen in de periode 2011-2016

Figuur 11. De belangrijkste co-publicatielinks van Vlaanderen in de periode 2018-2023



Tabel 9. Lijst van landcodes

Code	Land	Code	Land	Code	Land	Code	Land
ARM	Armenië	CZE	Tsjechië	HRV	Kroatië	POL	Polen
AUS	Australië	DEU	Duitsland	HUN	Hongarije	PRT	Portugal
AUT	Oostenrijk	DNK	Denemarken	IRL	Ierland	ROU	Roemenië
BGR	Bulgarije	ECU	Ecuador	ISR	Israël	RUS	Rusland
BLR	Wit Rusland	ESP	Spanje	ITA	Italië	SRB	Servië
BRA	Brazilië	EST	Estland	LTU	Letland	SVN	Slovenië
CAN	Canada	FIN	Finland	LUX	Luxemburg	SWE	Zweden
CHE	Zwitserland	FRA	Frankrijk	LVA	Litouwen	UKR	Oekraïne
COD	Congo	GBR	Verenigd Konikrijk	NLD	Nederland	USA	Verenigde Staten
COL	Colombia	GEO	Georgië	NOR	Noorwegen	ZAF	Zuid Afrika
CYP	Cyprus	GRC	Griekenland	NZL	Nieuw Zeeland		

4.1.6 Conclusie

De omvang en de impact van het Vlaams potentieel in de natuur-, levens-, technische en sociale wetenschappen werd zichtbaar gemaakt aan de hand van één erg relevante set van indicatoren: de bibliometrische analyse van de publicaties, verschenen in de internationale wetenschappelijke literatuur. Het aantal Vlaamse wetenschappelijke publicaties in deze disciplines is in de beschouwde periodes duidelijk gegroeid. Ook qua zichtbaarheid van de wetenschappelijke output behoort Vlaanderen zonder meer tot de Europese top. Men kan dan ook duidelijk stellen, dat de Vlaamse en Belgische onderzoekers op een bijzonder efficiënte manier de beschikbare middelen hebben aangewend. De productiviteit van Vlaanderen in de natuur-, levens- en technische wetenschappen is immers spectaculair toegenomen.

De Vlaamse universiteiten staan in voor ongeveer 85%–90% van de Vlaamse publicatieoutput. Dit hoge percentage hoeft niet te verbazen, omdat het overgrote deel van het fundamenteel onderzoek, waarvan de resultaten worden gepubliceerd in de open literatuur, aan universiteiten wordt verricht.

Het aandeel van de publieke wetenschappelijke instellingen en overheid neemt toe tot ongeveer 15%. Hierbij moeten we ook rekening houden met de rol van het Interuniversitair Micro-elektronica Centrum (IMEC), de Vlaamse Instelling voor Technologisch Onderzoek (VITO), het Vlaams Interuniversitair Instituut voor Biotechnologie (VIB) en ook Flanders Make. Het aandeel van de Vlaamse bedrijven situeert zich net onder de 7%, een lichte afname ten opzichte van de 8% die in de jaren 1980 werd waargenomen (zoals blijkt uit de vorige edities van het Vlaams Indicatorenboek). De verdeling van deze publicaties is echter erg vertekend, omdat een beperkt aantal bedrijven het leeuwenaandeel voor hun rekening nemen.

De vergelijking van de relatieve verdeling van de Vlaamse publicaties over de grote wetenschapsdomeinen met deze van andere landen (-groepen) en met de gegevens van de volledige database, geeft informatie over de specialisatie van het Vlaams onderzoek. Zowel in vergelijking met het profiel van de volledige WoS als met het profiel van de Europese Unie, hebben de publicaties in de klinische geneeskunde en de biowetenschappen een relatief groter gewicht t.o.v. de globale Vlaamse publicatieoutput. Het aandeel van de technische wetenschappen is daarentegen eerder klein, doch het heeft enkele positieve evoluties doorgemaakt.

Meer dan andere landen, heeft het Vlaams onderzoek een internationale component en deze sterke internationalisering lijkt nog verder te gaan. Er kunnen hiervoor een aantal verklaringen worden aangereikt. België is een partner in diverse internationale onderzoeksinstellingen, zoals CERN, ESO, EMBO en ESRF. Daarnaast neemt Vlaanderen erg actief deel aan multinationaal onderzoek, met voorop de Europese Kaderprogramma's (H2020) en ERC (European Research Council). Bovendien leiden de voortschrijdende specialisatie en het toenemend interdisciplinair karakter van de wetenschap ertoe dat Vlaamse onderzoekers niet enkel meer met lokale collega's (kunnen) samenwerken. Ze zullen zich dan ook op een natuurlijke manier richten op een buitenlandse partner. Bovendien overstijgen bepaalde actuele wetenschappelijke problemen de landsgrenzen - men denke maar aan de studie van klimatologische veranderingen. De snelle ontwikkeling van de informatie- en telecommunicatietechnologieën bevorderen zeker ook internationalisering.

De citaties die publicaties in de internationale wetenschappelijke literatuur oogsten, laten toe de internationale zichtbaarheid ervan te analyseren. Het onderzoek, verricht in Vlaanderen in het tweede decennia na de millenniumwissel, wordt beduidend meer geciteerd dan het wereldgemiddelde. Wanneer het gemiddeld aantal citaties per publicatie wordt gerelateerd aan de gemiddelde citatie-impact van de gebruikte tijdschriften, ligt deze score voor Vlaanderen hoger dan voor de meeste andere Europese landen.

4.1.7 Referenties

BRAUN, T., GLÄNZEL, W., SCHUBERT, A., *Scientometrics indicators. A 32-country comparative evaluation of publishing performance and citation impact.* World Scientific. Singapore ∗ Philadelphia. 1985.

CANO, F., JULIAN, S., Some Indicators in Spanish Scientific Production, *Scientometrics*, 24 (1), 1992, 43-59

DEBACKERE, K. (red.). *Vlaams Indicatorenboek Wetenschap, Technologie, Innovatie*, AWI en IWT, Depotnummer D/1999/3241/087, 1999.

DEBACKERE, K., VEUGELERS, R. (red.). *Vlaams Indicatorenboek Wetenschap, Technologie, Innovatie*, Steunpunt O&O Statistieken, Depotnummer D/2003/3241/173, 2003.

DEBACKERE, K., VEUGELERS, R. (red.). *Vlaams Indicatorenboek Wetenschap, Technologie, Innovatie*, Steunpunt O&O Statistieken, Depotnummer D/2005/3241/150, 2005.

DEBACKERE, K., VEUGELERS, R. (red.). *Vlaams Indicatorenboek Wetenschap, Technologie, Innovatie*, Steunpunt O&O Indicatoren, ISSN 1374-6294, 2007.

DEBACKERE, K., VEUGELERS, R. (red.). *Vlaams Indicatorenboek Wetenschap, Technologie, Innovatie*, Expertisecentrum O&O Monitoring, ISSN 1374-6294, 2009.

DEBACKERE, K., VEUGELERS, R. (red.). *Vlaams Indicatorenboek Wetenschap, Technologie, Innovatie*, Expertisecentrum O&O Monitoring, ISSN 1374-6294, 2011.

DEBACKERE, K., VEUGELERS, R. (red.). *Vlaams Indicatorenboek Wetenschap, Technologie, Innovatie*, Expertisecentrum O&O Monitoring, ISSN 1374-6294, 2013.

GLÄNZEL, W., SCHOEPFLIN, U., A bibliometric study on ageing and reception processes of scientific literature, *Journal of Information Science*, 21 (1), 1995, 37-53.

GLÄNZEL, W., SCHUBERT, A., CZERWON, H.-J., A Bibliometric Analysis of International Scientific Co-operation of the European Union (1985-1995), *Scientometrics*, 45, 1999, 185-202.

GLÄNZEL, W., Science in Scandinavia: A Bibliometric Approach, *Scientometrics*, 48, 2000, 121-150. (Correction: *Scientometrics*, 49 (2), 2000, 357)

GLÄNZEL, W., National Characteristics in International Scientific Co-authorship, *Scientometrics*, 51 (1), 2001, 69-115.

GLÄNZEL, W., DANELL, R., PERSSON, O., The decline of Swedish neuroscience – decomposing a bibliometric national science indicator, *Scientometrics,* 57 (2), 2003, 197-213.

GLÄNZEL, W. SCHUBERT, A., Analyzing scientific networks through co-authorship, In: H.F.M. Moed, W. Glänzel, U. Schmoch (Eds), *Handbook of Quantitative science and Technology Research. The use of Publication and patent statistics in studies on S&T Systems*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands, 2004, 257-276.

GÓMEZ, I., FERNÁNDEZ, M.T. AND MÉNDEZ, A., Collaboration patterns of Spanish scientific publications in different research areas and disciplines, In: *Proceedings of the Biennial Conference of the International Society for Scientometrics and Informetrics* (ed. by M.E.D. Koenig and A. Bookstein), Learned Inf., Medford, NJ, 1995, pp. 187-196.

KATZ, J. S., HICKS, D. Indicators for systems of innovation, IDEA paper series, No. 12, Oslo: STEP Group, 1998.

MOED, H. F., DE BRUIN, R.E., VAN LEEUWEN, TH. N., New bibliometric tools for the assessment of national research performance: database description, overview of indicators and first applications, *Scientometrics*, 33, 1995, 381-422.

NAGTEGAAL, L.W., DE BRUIN, R.E., The French connection and other neo-colonial patterns in the global network of science, *Research Evaluation*, 4 (2), 1994, 119-127.

REIST-2. *The European Report on Science and Technology Indicators 1997, Second Edition*. EUR 17639. European Commission 1997. Brussels.

REIST-3. *The European Report on Science and Technology Indicators 2003, Third Edition*. EUR 20025. European Commission 2003. Brussels.

ROMÁN, A., MÉNDEZ, A., The Spanish transition to democracy seen through the Spanish database ISOC, *Scientometrics,* 30, 1994, 201-212.

SCHUBERT, A., GLÄNZEL, W., BRAUN, T., Relative Citation Rate: A New Indicator for Measuring the Impact of Publications. In: D. Tomov, L. Dimitrova (Eds.), *Proceedings of the 1st National Conference with International Participation on Scientometrics and Linguistic of the Scientific Text*, Varna 1983, 80-81.

TIJSSEN, R.J.W., VAN LEEUW, Th. N, HOLLANDERS, H., VERSPAGEN, B., Het Nederlands Observatorium van Wetenschap en Technologie. Wetenschaps- en Technologie-Indicatoren 2000. Ministerie van Onderwijs, Cultuur en Wetenschappen, 2000.

VAN RAAN, A.F.J., Comparison of the Hirsch-index with standard bibliometric indicators and with peer judgment for 147 chemistry research groups, *Scientometrics*, 67 (3), 2006, 491-502.