



UHASSELT

KNOWLEDGE IN ACTION

Faculteit Bedrijfseconomische Wetenschappen

master in de handelswetenschappen

Masterthesis

De samenhang tussen innovatie en internationalisering: een empirische analyse

Thibo Peeters

Scriptie ingediend tot het behalen van de graad van master in de handelswetenschappen, afstudeerrichting ondernemerschap en management

PROMOTOR :

Prof. dr. Mark VANCAUTEREN



UHASSELT

KNOWLEDGE IN ACTION

www.uhasselt.be
Universiteit Hasselt
Campus Hasselt:
Martelarenlaan 42 | 3500 Hasselt
Campus Diepenbeek:
Agoralaan Gebouw D | 3590 Diepenbeek

2024
2025



Faculteit Bedrijfseconomische Wetenschappen

master in de handelswetenschappen

Masterthesis

De samenhang tussen innovatie en internationalisering: een empirische analyse

Thibo Peeters

Scriptie ingediend tot het behalen van de graad van master in de handelswetenschappen, afstudeerrichting ondernemerschap en management

PROMOTOR :

Prof. dr. Mark VANCAUTEREN

Woord vooraf

Deze masterproef vormt het sluitstuk van mijn opleiding Handelswetenschappen met afstudeerrichting Ondernemerschap & Management aan de Universiteit Hasselt. In dit onderzoek staat de relatie tussen innovatie en internationalisering centraal, twee actuele thema's die sterk aan belang winnen in een snel digitaliserende economie. Dit is ook waarom dit onderwerp me initieel zo aansprak.

Tijdens het schrijven werd ik regelmatig geconfronteerd met uitdagingen, vooral op vlak van statistische modellering en de zelfstandigheid die verwacht werd. Toch kijk ik met voldoening terug op dit proces. Het was bijzonder waardevol om inzichten op te doen in een domein dat zowel economisch als beleidsmatig relevant is.

Ik wil graag mijn promotor, Prof. dr. Mark Vancauteren, oprecht bedanken voor zijn begeleiding, het meedenken over de opzet van het model en de constructieve feedback tijdens het hele traject. Daarnaast ben ik mijn familie en mijn vriendin dankbaar voor hun steun, luisterend oor en hulp tijdens vele brainstormmomenten. Ook mijn vrienden en klasgenoten verdienen een woord van dank voor het meedenken, motiveren en het delen van ervaringen onderweg. Het samenwerken met andere studenten die tegelijk aan hun thesis werkten, heeft dit traject lichter en aangener gemaakt.

Ik wens u veel leesplezier.

Thibo Peeters
Kinrooi, juni 2025

Samenvatting

Probleemstelling en onderzoeksvraag

In een steeds verder globaliserende economie speelt internationalisering een cruciale rol in het waarborgen van economische groei, concurrentiekracht en werkgelegenheid. Export is daarbij niet alleen een economische motor, maar ook een

katalysator voor innovatie en productiviteit (Melitz & Redding, 2014; Bernard & Jensen, 2004). Tegelijkertijd ondergaan economieën een diepgaande digitale transformatie, waarbij informatietechnologieën zoals e-commerce, cloud computing en geavanceerde netwerkinfrastructuur een centrale rol spelen in het overbruggen van grenzen en het betreden van internationale markten (Vancauteran et al., 2024; Higon & Driffeld, 2011).

Hoewel veel studies aantonen dat digitalisering export kan bevorderen, blijft onduidelijk of dit effect rechtstreeks optreedt of eerder verloopt via een verbeterde arbeidsproductiviteit (Brynjolfsson & Hitt, 2000; Melitz, 2003). Dit onderzoek vertrekt dan ook vanuit de centrale vraag: *"In welke mate beïnvloeden ICT-indicatoren rechtstreeks de exportprestaties van landen, en in hoeverre gebeurt dit eventueel ook indirect via hun productiviteitsimplicaties?"*

Methodologie

Voor de empirische analyse wordt gebruikgemaakt van een kwantitatieve benadering op basis van gestandaardiseerde macro-economische paneldata. De dataset omvat vijftien Europese OESO-landen over de periode 2012–2020. Deze longitudinale structuur laat toe om zowel verschillen tussen landen als evoluties binnen landen door de tijd heen in kaart te brengen. De kern van de analysemethode bestaat uit regressiemodellen met vaste effecten per land, aangevuld met een lineaire tijdstrend. Op die manier worden niet-geobserveerde, tijdsinvariante landkenmerken (zoals institutionele structuur of geografie) én algemene tijdstrends (zoals mondiale digitaliseringsgolven) gecontroleerd.

De analyse gebeurt in twee fasen. In de eerste reeks modellen wordt onderzocht of ICT-indicatoren (zoals websitegebruik, breedbandtoegang, cloudadoptie, ICT-tewerkstelling en e-commerce) een direct verband vertonen met exportintensiteit, gemeten als de gelogde exportquote ten opzichte van het BBP. In een tweede stap wordt de afhankelijke variabele gewijzigd naar arbeidsproductiviteit (gemeten als $\log(\text{BBP per capita, PPP})$), om na te gaan of ICT via deze route indirect bijdraagt aan exportprestaties. Deze opdeling maakt het mogelijk om binnen één simultaan raamwerk zowel directe als indirecte effecten te identificeren, zonder van analysemethode of datamodel te wisselen.

Resultaten

De resultaten geven een genuanceerd beeld van de relatie tussen ICT, productiviteit en export. Bij de analyse van de directe effecten blijkt dat van de vijf onderzochte ICT-indicatoren slechts één, het aandeel bedrijven met een eigen website (ICT_Website), een positief en significant verband vertoont met exportprestaties. De bijbehorende gestandaardiseerde β -coëfficiënt bedraagt 0,148 ($p < 0,001$), wat wijst op het belang van digitale zichtbaarheid in het faciliteren van internationale handel. De overige indicatoren, zoals breedbandpenetratie (ICT_Broadband), cloudgebruik (ICT_Cloud), e-commerce via ontvangen online bestellingen (ICT_Ordersinternet) en het aandeel ICT-specialisten (ICT_%Specialists), vertonen geen overtuigend direct effect op export. In het geval van ICT_Broadband wordt zelfs een klein negatief verband vastgesteld ($\beta = -0,047$), al blijft dit effect beperkt.

Wat wél consistent naar voren komt in alle modellen, is het positieve verband tussen arbeidsproductiviteit en export. De gestandaardiseerde β -waarden voor $\log(\text{BBP per capita})$ liggen tussen 0,24 en 0,31, met een hoge statistische significantie ($p < 0,001$). Deze bevinding onderbouwt de klassieke hypothese dat productie-efficiëntie een sleutelfactor is in de exportcapaciteit van een economie, zoals ook verankerd in het theoretisch model van Melitz (2003).

Daarnaast blijkt ook bevolkingsgrootte (gelogd) een structurele determinant te zijn van exportprestaties. In alle modellen blijkt deze variabele significant positief geassocieerd met export, met β -waarden tussen 1,95 en 2,33. Deze resultaten wijzen op schaalvoordelen: grotere landen exporteren systematisch meer, onafhankelijk van hun productiviteit of ICT-niveau.

Om het indirecte pad van ICT naar export via productiviteit te onderzoeken, werd in een tweede set modellen $\log(\text{BBP per capita})$ als afhankelijke variabele genomen. Hieruit blijkt dat alle vijf ICT-indicatoren wél positieve en statistisch significante effecten hebben op productiviteit. ICT_Website ($\beta = 0,299$; $p < 0,001$) en ICT_Ordersinternet ($\beta = 0,210$; $p < 0,001$) springen er het sterkst uit. Ook cloudgebruik ($\beta = 0,133$), ICT-specialisten ($\beta = 0,179$) en breedbandpenetratie ($\beta = 0,062$) vertonen significante, zij het minder sterke, verbanden. Dit impliceert dat digitalisering via productiviteitswinst wél degelijk bijdraagt aan exportcapaciteit, al gebeurt dit niet via een directe weg.

Opvallend is dat $\ln(\text{populatie})$ in deze tweede modelreeks geen significante rol speelt in het verklaren van productiviteit. De effecten zijn zwak ($\beta \approx 0,16\text{--}0,17$) en niet significant bij conventionele betrouwbaarheidsniveaus. Dit onderstreept dat bevolkingsomvang vooral verklaart waarom sommige landen veel exporteren, maar geen doorslaggevende factor is in hun productiviteitsniveau.

De waarde van het onderzoek ligt in deze gedifferentieerde benadering. Waar eerdere literatuur vaak focust op microdata of sectorale cases, biedt deze studie een breed vergelijkend kader op macroniveau. De resultaten tonen dat het belangrijk is om ICT niet als een homogene determinant van export te beschouwen: enkel bepaalde vormen, zoals websitegebruik, dragen direct bij, terwijl andere, zoals e-commerce en cloud, via het productiviteitspad effect uitoefenen.

Deze bevindingen leveren niet alleen een bijdrage aan de literatuur over digitalisering en handel, maar bevatten ook beleidsrelevante inzichten. Ze suggereren dat overheden bij het stimuleren van digitale transformatie niet alleen moeten inzetten op technologische adoptie, maar ook op complementaire factoren zoals opleiding, digitale vaardigheden, procesinnovatie en organisatorische aanpassing. Alleen wanneer ICT geïntegreerd wordt in bredere economische en productieve structuren, vertaalt het zich in exportvoordeel.

Door beide mechanismen, direct en indirect, simultaan te modelleren, biedt deze studie een analytisch kader waarmee beleidsmakers de rol van digitalisering in het versterken van de internationale concurrentiekracht van economieën beter kunnen begrijpen en benutten.

Kritische beschouwing

Ondanks de robuustheid van de resultaten zijn er beperkingen die de interpretatie nuance vereisen. Ten eerste maakt het onderzoek gebruik van BBP per capita als proxy voor arbeidsproductiviteit, wat noodzakelijk was wegens de beperkte beschikbaarheid van meer fijnmazige productiviteitsindicatoren op landenniveau. Daarnaast zijn de ICT-indicatoren afzonderlijk gemodelleerd, omdat er geen uniforme samengestelde digitaliseringsindex voorhanden was. Hierdoor wordt het mogelijk synergetisch effect van gecombineerde ICT-investeringen niet meegenomen.

Bovendien laat het model geen causale inferenties toe. Hoewel vaste-effectenregressie veelvormige vertekeningen ondervangt, blijven mogelijke endogeniteitsproblemen bestaan, zoals omgekeerde causaliteit tussen ICT-gebruik en export. Ook het niet opnemen van beleidsvariabelen of institutionele kenmerken beperkt het verklaringspotentieel.

Toch vormt deze studie een waardevolle eerste stap in het systematisch analyseren van digitalisering als structurele determinant van export. Toekomstig onderzoek kan voortbouwen op deze bevindingen door gebruik te maken van microdata, sectorale uitsplitsingen of geavanceerde causale methodes (zoals instrumentele variabelen of dynamische panelmodellen), om de precieze mechanismen verder bloot te leggen.

Inhoudsopgave

Woord vooraf.....	
Samenvatting.....	
Probleemstelling en onderzoeksvraag.....	
Methodologie.....	
Resultaten.....	
Kritische beschouwing.....	
Inhoudsopgave.....	
1 Inleiding.....	1
2 Literatuurstudie.....	2
2.1 Wat is innovatie?.....	2
2.1.1 ICT-innovatie.....	3
2.1.2 Andere vormen van innovatie.....	4
2.2 Wat is internationalisering.....	5
2.2.1 Fasen van Internationalisering.....	5
2.2.2 Drijfveren voor Exportgerichte Internationalisering.....	6
2.2.3 Nabije versus Verre Markten.....	7
2.2.4 Goederen versus Diensten.....	8
2.3 Export-led Innovation Theory en de wederzijdse relatie tussen innovatie en export.....	9
2.4 Innovatie en export: invloed van economische samenstelling.....	10
2.5 Institutionele heterogeniteit.....	11
2.6 De rol van productiviteit als mechanisme in de innovatie-export relatie.....	12
2.6.1 Melitz-model.....	12
2.6.2 Self-Selection versus Learning-by-Exporting.....	13
2.6.3 Indirecte invloed via arbeidsproductiviteit.....	15
2.6.4 Directe invloed van innovatie.....	16
3 Data en Methodologie.....	17
3.1 Dataverzameling en databronnen.....	17
3.1.1 Selectie van landen en tijdsperiode.....	17
3.1.2 Databronnen en herkomst.....	18
3.1.3 Transformatie en bewerking van data.....	19
3.2 Onderzoekopzet en methodologisch kader.....	19
3.2.1 Onderzoeksdoel en benadering.....	19
3.2.2 Econometrische strategie.....	20
3.2.3 Conceptueel model.....	21
4 Resultaten en discussie.....	23
4.1 Beschrijvende statistiek.....	23
4.2 Regressieresultaten: invloed van ICT en productiviteit op export.....	26
4.3 Regressieresultaten: invloed van ICT op productiviteit.....	27
5 Kritische beschouwingen.....	28
5.1 Beperkingen van het onderzoek.....	28
5.2 Implicaties voor toekomstig onderzoek.....	30
6 Literatuurlijst.....	32
7 Figuren.....	37

1 Inleiding

In een steeds verder globaliserende economie speelt internationalisering een cruciale rol in het waarborgen van economische groei, het vergroten van concurrentiekracht en het creëren van duurzame werkgelegenheid. Exportactiviteiten van landen zijn hierbij essentieel, omdat internationale handel niet enkel bijdraagt aan marktdiversificatie, maar ook innovatie en productiviteit stimuleert (Melitz & Redding, 2014; Bernard & Jensen, 2004). Tegelijkertijd ervaren economieën wereldwijd een diepgaande digitale transformatie, gedreven door toenemende investeringen in informatie- en communicatietechnologieën (ICT). Innovaties zoals e-commerce, cloud computing, artificiële intelligentie en geavanceerde netwerkinfrastructuur verlagen de drempels tot internationale markten, onder meer via efficiëntere communicatie, logistiek en data-uitwisseling (Vancauteran et al., 2024; Higon & Driffield, 2011).

Recente literatuur benadrukt dat ICT-gebruik zowel directe als indirecte effecten kan hebben op exportprestaties. Enerzijds kunnen bedrijven via digitale kanalen zoals websites of e-commerceplatformen hun internationale zichtbaarheid vergroten. Anderzijds kan digitalisering ook leiden tot structurele verbeteringen in arbeidsproductiviteit en operationele efficiëntie, wat landen competitiever maakt op wereldmarkten (Brynjolfsson & Hitt, 2000; Melitz, 2003). Tot op heden richtte veel empirisch onderzoek zich op bedrijfsniveau of nationale case studies, waardoor er nog beperkte kennis bestaat over de structurele relatie tussen digitalisering en exportprestaties op macroniveau, binnen een breder multilandenkader (Freund & Weinhold, 2004).

Dit onderzoek concentreert zich daarom op een multilandenanalyse van vijftien Europese OESO-landen over de periode 2012–2020. Aan de hand van gestandaardiseerde paneldata wordt onderzocht in welke mate digitalisering, gemeten via indicatoren zoals breedbandpenetratie, het aandeel bedrijven met een website, cloudgebruik en ICT-tewerkstelling, samenhangt met de exportintensiteit van landen. Daarnaast wordt getest of deze relatie mogelijk verloopt via arbeidsproductiviteit, die in dit onderzoek wordt gemeten als BBP per capita in koopkrachttermen. Door zowel directe als indirecte verbanden te modelleren binnen één analytisch raamwerk, draagt het onderzoek bij aan een genuanceerd inzicht in de structurele rol van ICT in het bevorderen van internationale handelsprestaties.

De centrale onderzoeksvraag luidt:

"In welke mate beïnvloeden ICT-indicatoren rechtstreeks de exportprestaties van landen, en in hoeverre gebeurt dit eventueel ook indirect via hun productiviteitsimplicaties?"

Door deze aanpak wil het onderzoek zowel een theoretische bijdrage leveren aan de literatuur over digitale transformatie en handel, als praktische aanbevelingen formuleren waarmee beleidsmakers en bedrijven hun internationale concurrentiekracht strategisch kunnen versterken door middel van gerichte digitale investeringen.

2 Literatuurstudie

2.1 Wat is innovatie?

Innovatie is een veelzijdig begrip dat breed wordt beschouwd als het proces van het ontwikkelen en implementeren van nieuwe ideeën, producten, of processen die waarde toevoegen aan een organisatie of samenleving (Schumpeter, 1934; Fagerberg, 2006). Een belangrijk onderscheid in de literatuur is het verschil tussen "inventie" en "innovatie". Volgens Fagerberg (2006) duidt een inventie op het ontstaan van een idee voor een nieuw product of proces, terwijl innovatie betrekking heeft op de daadwerkelijke commerciële toepassing ervan. Deze visie wordt ondersteund door West en Farr (1990), die innovatie zien als het volledige proces waarbij ideeën worden gegenereerd, ontwikkeld en effectief in praktijk gebracht.

Joseph Schumpeter (1934), een pionier in het denken over innovatie, benadrukte dat innovatie essentieel is voor economische groei en het verwerven van concurrentievoordeel. Hij onderscheidde daarbij vijf typen innovaties: nieuwe producten, nieuwe productiemethoden, nieuwe bronnen van grondstoffen, het betreden van nieuwe markten en nieuwe vormen van bedrijfsorganisatie. Deze brede opvatting toont aan dat innovatie niet enkel technologische veranderingen omvat, maar ook sociale, organisatorische en marktgerichte ontwikkelingen.

Innovatie kan plaatsvinden op verschillende niveaus en binnen diverse contexten. Universiteiten en onderzoeksinstituten produceren vaak de uitvindingen of basisideeën, terwijl innovaties meestal binnen ondernemingen plaatsvinden, omdat zij beschikken over de benodigde middelen en infrastructuur om nieuwe ideeën naar de markt te brengen (Trott, 2017). Dit vereist doorgaans een combinatie van uiteenlopende kennis, vaardigheden en middelen, zoals productiekennis, marktinzichten, distributienetwerken en financiële middelen.

In recente literatuur wordt innovatie vaak opgedeeld in verschillende categorieën, zoals productinnovatie en procesinnovatie. Productinnovatie richt zich op de creatie van nieuwe of verbeterde goederen en diensten, terwijl procesinnovatie betrekking heeft op verbeteringen in productiemethoden en dienstverlening (OECD, 2018). Beide vormen hebben specifieke gevolgen voor de concurrentiekracht en groeimogelijkheden van bedrijven (Ganotakis & Love, 2012).

Daarnaast benadrukt recente literatuur de toenemende rol van digitale innovaties, zoals het gebruik van informatietechnologieën en digitale platforms, in het versterken van de concurrentiepositie en groeicapaciteit van bedrijven (Vancauteran et al., 2024). Specifiek ICT-gerelateerde innovaties zoals e-commerce, CRM- en ERP-systemen, artificiële intelligentie en robotisering bieden ondernemingen nieuwe mogelijkheden om efficiënter te opereren en beter in te spelen op internationale marktkansen.

Innovatie is daarmee een dynamisch proces dat niet alleen technologische vooruitgang omvat, maar ook organisatorische, sociale en marktgerichte vernieuwingen. Het succesvol omzetten van een uitvinding in een innovatie vereist een multidisciplinaire aanpak waarin kennis, middelen en strategieën worden geïntegreerd.

Naast de impact van ICT op operationele efficiëntie binnen bedrijven, wijzen recente studies ook op het belang van digitalisering als structurele groeimotor op macroniveau. Indicatoren zoals breedbandpenetratie, websitegebruik en de inzet van ICT-specialisten zijn cruciaal geworden in het verklaren van internationale handelsprestaties. Deze vormen van ICT-innovatie beïnvloeden niet alleen rechtstreeks de toegang tot buitenlandse markten, maar hebben ook indirecte effecten op export via productiviteit, dat landen competitiever maakt op wereldschaal (Freund & Weinhold, 2004; Brynjolfsson & Hitt, 2000).

2.1.1 ICT-innovatie

Binnen deze masterproef ligt de focus op ICT-innovatie als structurele factor op macroniveau, waarbij digitale technologieën bijdragen aan de economische prestaties van landen. In het bijzonder wordt onderzocht hoe informatietechnologieën zoals bijvoorbeeld breedbandinfrastructuur, webtoegang en ICT-tewerkstelling de exportcapaciteit van landen beïnvloeden (Bharadwaj, 2000; Vancauteran et al., 2024). Deze vormen van digitalisering worden steeds vaker gezien als noodzakelijke voorwaarden voor productiviteit, marktoegang en concurrentiekracht in een geglobaliseerde economie.

Om deze impact te meten, wordt in deze studie gebruikgemaakt van vijf ICT-adoptie indicatoren: het aandeel bedrijven met een breedbandverbinding, het aandeel bedrijven met een website of homepage, het aandeel bedrijven dat ICT-specialisten tewerkstelt, het aandeel bedrijven dat cloud services aankoopt, en het aandeel bedrijven dat orders via het internet ontvangt.

Deze indicatoren zijn geïnspireerd op de Digital Intensity Index (DII), een instrument ontwikkeld door Eurostat om te meten in welke mate ondernemingen digitale technologieën inzetten. De volledige DII is opgebouwd uit twaalf componenten die samen een beeld geven van hoe digitaal geavanceerd een bedrijf is. Deze componenten variëren van basiselementen zoals e-mailgebruik tot meer complexe toepassingen zoals e-commerce en cloud computing. In deze thesis wordt een selectie gemaakt van vijf van deze componenten, die afzonderlijk worden geanalyseerd als representatieve indicatoren van digitalisering op landenniveau. Samen geven ze een betrouwbaar beeld van de structurele digitale capaciteit van een land en zijn economie.

Eerdere studies toonden aan dat een hogere digitaliseringsgraad op nationaal niveau samengaat met verbeterde informatieverspreiding, snellere innovatiecycli en lagere transactiekosten in internationale handel (Freund & Weinhold, 2004). Bovendien versterken digitale netwerken de integratie in mondiale waardeketens, doordat bedrijven (en bij uitbreiding landen) sneller en efficiënter buitenlandse markten kunnen bedienen.

Naast deze directe effecten speelt ICT ook een rol in het verhogen van arbeidsproductiviteit, wat op zijn beurt een positief effect kan hebben op exportprestaties. Volgens Brynjolfsson en Hitt (2000) zorgt een brede invoering van digitale technologieën op nationaal niveau voor blijvende efficiëntieverbeteringen. Dit komt doordat bedrijven hun processen kunnen automatiseren, informatie sneller kunnen verspreiden en beter onderbouwde beslissingen kunnen nemen. Dit mogelijke indirecte effect via productiviteit wordt verder behandeld in een later hoofdstuk.

ICT-innovatie wordt in deze masterproef opgevat als een macro-economische hefboom, die via infrastructuur, expertise en digitale adoptie bijdraagt aan de internationale prestaties van landen. Met de geselecteerde indicatoren wordt getracht een breed beeld van deze digitaliseringsgraad te schetsen en deze indicatoren maken het mogelijk om de impact op exportprestaties econometrisch te analyseren.

2.1.2 Andere vormen van innovatie

Naast ICT-innovatie bestaan er ook andere vormen van innovatie die helpen om het bredere innovatielandschap te begrijpen. Ze worden in deze thesis niet empirisch onderzocht, maar bieden nuttige achtergrond om ICT-innovatie in de juiste context te plaatsen. Een eerste veelvoorkomende vorm is **productinnovatie**, waarbij nieuwe of verbeterde goederen en diensten worden ontwikkeld om tegemoet te komen aan veranderende klantbehoeften of trends in de markt (Trott, 2008). Denk bijvoorbeeld aan de omschakeling naar elektrische voertuigen, waarbij autobouwers inspelen op de stijgende vraag naar milieuvriendelijke mobiliteit (Rogers, 2003). Productinnovatie kan bedrijven helpen zich te onderscheiden, klanten aan zich te binden en hun positie op de markt te versterken (Utterback & Abernathy, 1975).

Daarnaast is er **procesinnovatie**, wat betrekking heeft op vernieuwingen in de manier waarop producten worden gemaakt of diensten geleverd. Het doel is meestal om efficiënter te werken, kosten te drukken of kwaliteit te verhogen. Klassieke voorbeelden zijn de introductie van de assemblagelijijn door Ford, maar ook recente ontwikkelingen zoals geautomatiseerde productielijnen en robotica vallen hieronder (Tidd & Bessant, 2009). Door processen te verbeteren kunnen bedrijven sneller schakelen, minder fouten maken en schaalvoordelen realiseren (Hammer & Champy, 1993).

Tot slot is er **organisatorische innovatie**, die draait rond aanpassingen in bedrijfsstructuren, besluitvorming of werkcultuur. Zo zijn er steeds meer bedrijven die overstappen op platte organisatiestructuren of met zelfsturende teams werken. Dit soort innovaties maken organisaties wendbaarder en geven medewerkers meer verantwoordelijkheid, wat vaak leidt tot snellere innovatie en betere interne samenwerking (Damanpour, 1991; Damanpour & Aravind, 2012). De populariteit van agile werkmethoden in onder meer de softwaresector is daar een voorbeeld van, waarbij multidisciplinaire teams zelfstandig aan projecten werken om snel te kunnen inspelen op veranderende noden (Rigby, Sutherland, & Takeuchi, 2016).

Hoewel deze vormen van innovatie elk een belangrijke rol spelen binnen het bedrijfsleven, ligt de focus in deze masterproef specifiek op ICT-innovatie. Toch is het waardevol om deze andere innovatietypes kort te kaderen, omdat ze vaak samen voorkomen en elkaar kunnen versterken.

2.2 Wat is internationalisering

Internationalisering verwijst op macroniveau naar het proces waarbij landen en economieën steeds sterker met elkaar verweven raken via grensoverschrijdende handel, investeringen en kennisstromen. Een belangrijke component van dat proces is export, dat fungeert als de meest directe uiting van economische internationalisering. In deze masterproef staat export centraal als indicator voor de mate waarin landen deelnemen aan de wereldeconomie en hun economische prestaties koppelen aan buitenlandse markten (OECD, 2023). Export wordt vaak beschouwd als een eerste graadmeter voor de internationale competitiviteit van een land, omdat het niet enkel het vermogen weerspiegelt om producten of diensten in het buitenland af te zetten, maar ook om te voldoen aan internationale kwaliteitsnormen, logistieke vereisten en concurrentie (Felbermayr & Jung, 2011).

De mate waarin een land succesvol exporteert, wordt beïnvloed door zowel interne als externe factoren. Interne factoren zoals economische structuur, arbeidsproductiviteit, innovatiecapaciteit en de kwaliteit van infrastructuur bepalen in belangrijke mate het exportpotentieel van een land. Deze elementen vormen samen de basis voor kostenefficiëntie, differentiatiemogelijkheden en markttoegang, en zijn essentieel voor een concurrentiële positie in de internationale handel (Helpman, Melitz, & Rubinstein, 2008; Anderson & van Wincoop, 2004). Vooral digitalisering en ICT-toepassingen zijn in recente literatuur naar voren geschoven als belangrijke nieuwe determinanten van exportcapaciteit, omdat ze de toegang tot buitenlandse markten vergemakkelijken, transactiekosten verlagen en bedrijven meer schaalvoordelen bieden (Freund & Weinhold, 2004).

Hoewel export tal van groeikansen biedt, is het geen risicoloze strategie. Exportafhankelijkheid kan landen blootstellen aan schokken in de wereldhandel, prijsfluctuaties en externe concurrentie. Tegelijk kan succesvolle export leiden tot schaalvergroting, hogere productiviteit en verdere specialisatie, wat op zijn beurt de economische veerkracht verhoogt (Melitz & Redding, 2014). In veel economische studies wordt export dan ook niet enkel als resultaat, maar ook als motor van economische ontwikkeling beschouwd.

Samenvattend vormt export op landenniveau een cruciaal element in het proces van internationalisering. Door de mate van exportprestaties te analyseren in functie van digitaliseringsgraad en andere structurele factoren, biedt dit onderzoek inzicht in hoe landen hun positie op internationale markten versterken en welke rol ICT daarin speelt.

2.2.1 Fasen van Internationalisering

Een bekend theoretisch kader dat vaak wordt aangehaald in de literatuur over internationalisering, is het Uppsala-model van Johanson en Vahlne (1977). Hoewel dit model in oorsprong werd ontwikkeld om het internationalisatieproces van individuele ondernemingen te verklaren, biedt het ook nuttige inzichten voor het begrijpen van hoe exportrelaties tussen landen zich ontwikkelen.

Het model beschrijft internationalisering als een gradueel proces waarbij actoren, in dit geval bedrijven, maar ook landen in bredere zin, geleidelijk toetreden tot buitenlandse markten naarmate ze meer ervaring, kennis en vertrouwen opdoen.

Volgens het oorspronkelijke model bouwen bedrijven hun internationale aanwezigheid op in fases: ze starten vaak met export naar nabijgelegen of cultureel vergelijkbare landen en evolueren daarna richting meer complexe en risicovolle markten. In deze benadering speelt marktervaring een centrale rol, en wordt internationale expansie sterk gestuurd door geleidelijke kennisopbouw. Op macro-economisch niveau kan deze logica ook toegepast worden: landen bouwen doorgaans hun exportrelaties stelselmatig uit via regionale handelspartnerschappen, bestaande netwerken en institutionele samenwerking.

In een latere herziening van het model benadrukken Johanson en Vahlne (2009) dat netwerken en bestaande relaties minstens even belangrijk zijn als ervaring. Internationale handel ontstaat volgens deze visie niet enkel door stapsgewijze groei, maar ook via strategische verbindingen en institutionele bruggen die landen toegang geven tot nieuwe markten. Dit is relevant in de context van globalisering en digitale handel, waar toetredingsdrempels niet langer uitsluitend geografisch of economisch zijn, maar ook bepaald worden door netwerktoegang en informatiedeling.

Hoewel het Uppsala-model vooral bekend is binnen bedrijfskundige studies, biedt het dus ook een bruikbaar denkkader om te begrijpen hoe internationale handel op macroniveau ontstaat, groeit en zich verdiept. Het onderstreept het belang van vertrouwen, informatie-uitwisseling en graduele betrokkenheid, wat ook terugkomt in hoe landen zich integreren in wereldwijde handelsstromen.

2.2.2 Drijfveren voor Exportgerichte Internationalisering

Export is op macroniveau een fundamentele motor voor economische ontwikkeling. Het stelt landen in staat om hun productiecapaciteit te verruimen, buitenlandse vraag aan te boren en schaalvoordelen te benutten die leiden tot verhoogde efficiëntie en groei. Export bevordert tevens integratie in mondiale waardeketens en draagt bij aan technologische diffusie en concurrentiekracht (Grossman & Helpman, 1991; World Bank, 2020). Vanuit beleidsmatig perspectief wordt export dan ook vaak ingezet als een strategische hefboom om economische expansie te realiseren en structurele transformatie te ondersteunen (Hausmann, Hwang, & Rodrik, 2007).

Een eerste belangrijke determinant is de economische schaal en productiviteit van een land. Onderzoek toont aan dat landen met een hoger bruto binnenlands product (BBP) per capita doorgaans over meer middelen beschikken om buitenlandse markten te bedienen. Niet alleen is de productiekracht groter, ook de kwaliteit van infrastructuur, technologie en menselijke kapitaal ligt gemiddeld hoger (Helpman, Melitz, & Rubinstein, 2008).

Daarnaast speelt macro-economische stabiliteit een cruciale rol. Inflatie beïnvloedt de prijszetting van exportgoederen en de voorspelbaarheid van economische transacties.

In een analyse van opkomende economieën toont Edwards (1988) aan dat wisselkoersinstabiliteit en inflatiemismatches leiden tot lagere exportprestaties, omdat ze onzekerheid creëren en concurrentiekracht ondermijnen.

Ook digitalisering wordt steeds vaker naar voren geschoven als een bepalende factor in internationale handel. Een goed ontwikkelde digitale infrastructuur, zoals breedbandverbindingen, toegang tot internet, en de inzet van ICT-specialisten, verlaagt transactiekosten en vergroot de toegankelijkheid van buitenlandse markten. Freund en Weinhold (2004) tonen empirisch aan dat de verspreiding van internet hand in hand gaat met een toename in exportstromen, vooral in informatie-intensieve sectoren.

Verder benadrukken Anderson en van Wincoop (2004) dat ook niet-economische factoren zoals institutionele kwaliteit, geografische ligging, markttoegang en handelsbeleid een substantiële invloed hebben op handelsstromen. Deze factoren bepalen mee in welke mate landen effectief kunnen deelnemen aan mondiale waardeketens en hoe aantrekkelijk ze zijn als handelspartner.

Tot slot speelt ook het leren via export, het zogenaamde *learning-by-exporting*, een rol. Via contact met buitenlandse markten kunnen landen (en hun bedrijven) nieuwe technologieën, normen en processen absorberen, wat leidt tot structurele aanpassing en innovatie. Dit principe wordt in het hoofdstuk "Export-led Innovation Theory" nader toegelicht.

Coe en Helpman (1995) tonen aan dat internationale handel ook bijdraagt aan technologische diffusie, vooral wanneer handel gepaard gaat met investeringen in onderwijs en onderzoek. Dit versterkt op termijn de exportcapaciteit opnieuw, wat een positieve feedbackloop creëert.

2.2.3 Nabije versus Verre Markten

De geografische afstand tot handelspartners speelt op macroniveau een belangrijke rol bij het bepalen van internationale handelsstromen. Traditionele handelstheorieën en empirische studies tonen aan dat nabijgelegen landen gemakkelijker toegang hebben tot elkaars markten, mede dankzij culturele overeenkomsten, institutionele gelijkenissen, lagere transportkosten en eenvoudigere logistieke processen (Anderson & van Wincoop, 2004; Johanson & Vahlne, 1977). Door deze voordelen handelen nabije landen intensiever met elkaar, wat vaak gepaard gaat met incrementele innovaties en kleine aanpassingen aan bestaande producten en processen. Dit komt doordat landen gemakkelijker kennis kunnen uitwisselen en technologische vernieuwingen sneller gedeeld kunnen worden binnen geografische regio's of handelsblokken (Coe & Helpman, 1995; Love & Roper, 2015).

Verre markten, daarentegen, brengen voor exporterende landen extra complexiteit en hogere kosten met zich mee, veroorzaakt door grotere culturele, economische en institutionele verschillen en hogere transport- en communicatiekosten (Sousa & Bradley, 2006). Om succesvol handel te drijven met verre markten, zijn landen vaak genoodzaakt tot aanzienlijke investeringen in infrastructuur, logistiek en kwaliteitscontrole. Ook moeten ze hun productnormen aanpassen aan de sterk uiteenlopende standaarden en regelgeving in verre exportbestemmingen.

Digitalisering speelt hierbij een cruciale rol door de toegankelijkheid van marktinformatie te verbeteren en het contact met buitenlandse partners en consumenten efficiënter te maken (Freund & Weinhold, 2004). ICT stelt landen in staat beter en sneller te reageren op specifieke vereisten in verre markten, wat kan leiden tot structurele innovatie en verhoogde concurrentiekracht (Chen, Chiang & Storey, 2012).

2.2.4 Goederen versus Diensten

Naast geografische factoren heeft ook het onderscheid tussen goederen en diensten belangrijke implicaties voor macro-economische analyses van internationale handel. De export van goederen vereist aanzienlijke fysieke infrastructuur, zoals havens, wegen, transportmiddelen en distributienetwerken. Dit betekent dat landen strategisch moeten investeren in logistieke systemen en infrastructuur om de kosten van transport en distributie te beperken en exportprestaties te verbeteren (Anderson & van Wincoop, 2004; Griffith, Redding, & Van Reenen, 2004). Goederenexport vereist ook aandacht voor uiteenlopende productnormen, consumentenvoorkeuren en regelgeving, wat landen kan dwingen tot aanvullende investeringen in kwaliteitscontrole en productontwikkeling.

Dienstenexport heeft daarentegen een heel ander karakter. Diensten zijn doorgaans minder tastbaar en sterk afhankelijk van interacties tussen leverancier en klant. Succes in internationale dienstenhandel vereist daarom goede communicatie en efficiënte informatie-uitwisseling. Voor dienstverlenende landen zijn ICT-technologieën zoals breedbandinternet, digitale platformen, online betalingssystemen en virtuele klantensystemen cruciaal om internationale klanten te bedienen zonder fysieke aanwezigheid (Freund & Weinhold, 2004; Brouthers, Nakos, & Dimitratos, 2015). Digitale infrastructuur verlaagt niet alleen transactiekosten, maar maakt het ook mogelijk om diensten aan te passen aan specifieke buitenlandse voorkeuren en reguleringen, wat essentieel is voor het succesvol exporteren van diensten op wereldwijde schaal (Knight, 2000; Brouthers, Nakos, & Dimitratos, 2015).

Samenvattend zijn het onderscheid tussen goederen en diensten, en de afstand tot exportmarkten belangrijke dimensies voor het begrijpen van internationale handelsstromen. Door rekening te houden met deze dimensies in macro-economische analyses kunnen beter onderbouwde beleidsaanbevelingen worden gedaan over hoe landen hun internationale concurrentiekracht kunnen versterken door middel van innovatie, infrastructuur en digitalisering.

2.3 Export-led Innovation Theory en de wederzijdse relatie tussen innovatie en export

De Export-led Innovation Theory stelt dat exportactiviteiten niet enkel het resultaat zijn van innovatie, maar dat exporteren zelf eveneens een krachtige stimulans kan vormen voor verdere innovatie binnen een economie. Deze theorie benadrukt dat landen en bedrijven door internationaal actief te zijn toegang verkrijgen tot nieuwe kennis, geavanceerde technologieën en verschillende marktervaringen. Dit stimuleert hen om voortdurend verbeteringen aan te brengen in hun producten en processen, wat noodzakelijk is om concurrerend te blijven op internationale markten (Salomon & Shaver, 2005; Cassiman & Golovko, 2011).

In tegenstelling tot traditionele benaderingen die innovatie vooral als voorwaarde voor succesvolle export beschouwen, beschrijft deze theorie een wederzijdse relatie waarin internationale ervaring en buitenlandse concurrentiedruk een belangrijke bron van innovatie worden.

Salomon en Shaver (2005) tonen aan dat innovatie in exporterende bedrijven gestimuleerd wordt door leereffecten en noodzakelijke aanpassingen aan buitenlandse markten. Hun bevindingen ondersteunen het concept van 'learning-by-exporting', waarbij bedrijven en landen door hun deelname aan internationale handel worden blootgesteld aan nieuwe technologieën, managementpraktijken en hogere productstandaarden. Deze blootstelling stimuleert hen vervolgens tot verdere innovatie en verhoogt hun productiviteit en concurrentievermogen (Salomon & Shaver, 2005; Aw, Roberts & Xu, 2011).

Cassiman en Golovko (2011) benadrukken eveneens deze wederkerige relatie en wijzen erop dat innovatie bedrijven helpt bij het overwinnen van internationale handelsbarrières. Tegelijkertijd stellen zij vast dat exportactiviteiten bedrijven stimuleren om extra te investeren in innovatie, aangezien buitenlandse markten vaak hogere en diversere eisen stellen aan producten en diensten. Dit geldt met name voor kleine en middelgrote ondernemingen, die dankzij innovatieve activiteiten hun concurrentievoordeel kunnen behouden en versterken op de internationale markt (Golovko & Valentini, 2011).

Het onderzoek van Aw, Roberts en Xu (2011) naar de dynamische relatie tussen export, productiviteit en R&D-uitgaven ondersteunt de Export-led Innovation Theory verder. Zij tonen aan dat bedrijven actief in exportmarkten doorgaans niet alleen hogere productiviteit vertonen, maar ook hogere investeringen in onderzoek en ontwikkeling doen om aan internationale concurrentie te voldoen. Deze bevinding is belangrijk omdat het aantoont hoe productiviteit als intermediaire factor optreedt in de relatie tussen export en innovatie.

Daarnaast voegen Harris en Li (2009) het concept van absorptiecapaciteit toe aan de discussie. Absorptiecapaciteit verwijst naar het vermogen van bedrijven en landen om externe kennis effectief te absorberen en toe te passen binnen hun eigen innovatieprocessen. Bedrijven en economieën met een hogere absorptiecapaciteit kunnen beter profiteren van kennis en technologieën opgedaan via exportervaringen. Dit stelt hen in staat om sneller en effectiever te innoveren en hun internationale concurrentiepositie te versterken (Harris & Li, 2009).

Verder bevestigen Bratti en Felice (2012) dat exporterende bedrijven inderdaad vaker productinnovaties introduceren, gedreven door de noodzaak om zich aan te passen aan verschillende klantvoorkeuren in buitenlandse markten. De exportervaringen van bedrijven en landen dienen hierbij als katalysator voor product- en procesverbeteringen, omdat buitenlandse markten nieuwe innovatiekansen en uitdagingen bieden die verder gaan dan de binnenlandse markt.

Tot slot benadrukken Golovko en Valentini (2011) de complementariteit tussen export en innovatie, en tonen aan hoe deze relatie bijdraagt aan zowel bedrijfsgroei als economische ontwikkeling. Door internationale handelservaringen te combineren met innovatieve activiteiten ontstaat een positieve feedbackloop, waarbij export innovatie stimuleert, en innovatie op haar beurt nieuwe exportkansen creëert.

Samenvattend biedt de Export-led Innovation Theory een relevant theoretisch kader binnen dit onderzoek. Deze benadering suggereert dat exportactiviteiten innovatie kunnen aanwakkeren, en dat digitalisering op haar beurt export kan versterken. Hoewel deze wederkerige relatie niet rechtstreeks empirisch onderzocht wordt in deze studie, vormt ze een belangrijke achtergrond om de wisselwerking tussen ICT en internationale prestaties te begrijpen.

2.4 Innovatie en export: invloed van economische samenstelling

Hoewel deze studie zich richt op macro-economische verbanden tussen ICT-innovatie en export, is het waardevol om te erkennen dat de structuur en samenstelling van een economie bepalend kunnen zijn voor de mate van digitalisering, innovatiekracht en exportprestaties op nationaal niveau. Verschillen in economische structuur, zoals de verdeling tussen grote ondernemingen en KMO's, sectorale specialisatie, en institutionele ondersteuning voor innovatie, hebben aanzienlijke invloed op de internationale prestaties van landen (Melitz, 2003; Griffith, Redding, & Van Reenen, 2004).

De verhouding tussen kleine en grote ondernemingen binnen een land kan bijvoorbeeld het innovatieklimaat beïnvloeden. Grote bedrijven beschikken doorgaans over meer financiële en technologische middelen voor omvangrijke investeringen in onderzoek en ontwikkeling. Hierdoor kunnen zij technologische vooruitgang effectief benutten en sneller internationaal concurreren (Cassiman & Golovko, 2011). Tegelijkertijd dragen kleine en middelgrote ondernemingen vaak bij aan het innovatievermogen van een economie dankzij hun flexibiliteit, snelle aanpassingsvermogen en gespecialiseerde kennis. Dit geldt vooral wanneer zij ondersteund worden door nationaal innovatiebeleid, zoals fiscale stimulansen of innovatiesubsidies, waardoor hun internationale concurrentiekracht versterkt wordt (Kirbach & Schmiedeberg, 2008; Love & Roper, 2015; OECD, 2020).

Ook sectorale specialisatie bepaalt hoe innovatie zich manifesteert en hoe landen hun internationale concurrentiepositie vormgeven. In landen met veel hightech- en kennisintensieve industrieën ligt de nadruk doorgaans op radicale innovaties en technologische exportproducten (Criscuolo, Haskel, & Slaughter, 2010). Landen met een sterker aandeel lowtech-industrieën, zoals landbouw, textiel of productie van basisgoederen, vertrouwen meestal op incrementele innovaties en kostenefficiëntie. Dit leidt tot een ander exportprofiel en beïnvloedt ook hoe deze landen deelnemen aan internationale handel (Hirsch-Kreinsen, 2008).

Daarnaast speelt de mate van ICT-adoptie binnen nationale economieën een cruciale rol bij internationale handel. Landen met een sterke digitale infrastructuur en een hoge mate van ICT-gebruik binnen bedrijven kunnen efficiënter innoveren, transactiekosten verlagen en flexibeler inspelen op internationale kansen. ICT-technologieën zoals breedbandinternet, e-commerceplatforms en cloud computing vergroten niet alleen het concurrentievermogen, maar stellen landen ook in staat om actief deel te nemen aan internationale waardeketens (Gal, Nicoletti, Renault, Sorbe, & Timiliotis, 2019; Blichfeldt & Faullant, 2021).

Tot slot vormt arbeidsproductiviteit een essentiële factor voor exportcapaciteit op macroniveau. Landen met een hogere gemiddelde productiviteit beschikken over betere voorwaarden om internationaal te concurreren. Dit komt doordat zij lagere gemiddelde kosten realiseren en een hogere toegevoegde waarde genereren per geproduceerde eenheid (Helpman, Melitz, & Yeaple, 2004; Van Biesebroeck, 2005). Innovatie en digitalisering kunnen deze productiviteit versterken. Dit leidt tot een positief feedbackmechanisme tussen innovatie, productiviteit en exportprestaties.

Samenvattend kunnen inzichten uit bedrijfsspecifieke literatuur zinvol worden vertaald naar een macro-economisch kader. De economische structuur, sectorale specialisatie, mate van digitalisering en gemiddelde productiviteit zijn factoren die op nationaal niveau verklaren waarom landen verschillen in hun innovatie- en exportprestaties.

2.5 Institutionele heterogeniteit

Naast technologische adoptie op bedrijfsniveau spelen ook bredere institutionele factoren een belangrijke rol in de relatie tussen ICT, productiviteit en export. Verschillen tussen landen op het vlak van digitale infrastructuur, reguleringskaders, opleidingsniveau en beleidsoriëntatie bepalen in belangrijke mate hoe effectief digitalisering zich vertaalt naar economische prestaties (Gal et al., 2019; Blichfeldt & Faullant, 2021). Zo toont onderzoek aan dat landen met een robuuste digitale infrastructuur, waaronder snelle en betrouwbare breedbandverbindingen, cloudtoegang en datacentercapaciteit, sneller economische baten halen uit ICT-adoptie dan landen met een gebrekkige netwerkinfrastructuur (OECD, 2020). Daarnaast zijn ook nationale beleidsstructuren cruciaal: landen die actief investeren in digitale vaardigheden, ondernemerschap en e-government, creëren gunstiger voorwaarden voor digitale innovatie en schaalvoordelen (European Commission, 2023).

Wetgevend kader is een andere bepalende factor. Harmonisatie van regels rond databescherming, cybersecurity, digitale handel en interoperabiliteit blijkt van groot belang te zijn voor bedrijven die ICT willen inzetten in een internationale context (Chen, Chiang & Storey, 2012; Freund & Weinhold, 2004). In landen waar de regulering transparant en digitaal toegankelijk is, verloopt de implementatie van digitale bedrijfsprocessen sneller en efficiënter, wat op termijn leidt tot hogere productiviteit en exportcapaciteit. Omgekeerd kunnen institutionele barrières zoals logge administraties, gebrekkige coördinatie tussen overheden of instabiel digitaal beleid een rem zetten op het economisch potentieel van ICT (Gal et al., 2019).

Ook human capital speelt hierbij een sleutelrol. De aanwezigheid van een goed opgeleide beroepsbevolking met digitale competenties versterkt de absorptiecapaciteit van landen, wat de kans verhoogt dat ICT-investeringen daadwerkelijk leiden tot productiviteitsgroei (Cohen & Levinthal, 1990; Harris & Li, 2009). In hun analyse tonen Gal et al. (2019) aan dat verschillen in digitaal menselijk kapitaal één van de sterkste voorspellers zijn van de effectiviteit van ICT op nationaal niveau. Deze institutionele en structurele kenmerken zijn doorgaans relatief stabiel over tijd en vormen dus tijdsinvariante determinanten van economisch gedrag.

Binnen econometrische modellen is het bijgevolg belangrijk om voor deze latente verschillen tussen landen te corrigeren. Een vaste-effectenmodel (fixed effects) is hiervoor bijzonder geschikt: door landendummies toe te voegen wordt gecontroleerd voor niet-geobserveerde, maar structureel aanwezige landenspecifieke kenmerken die anders het verband tussen ICT en economische uitkomsten zouden kunnen vertekenen (Wooldridge, 2010). Deze methodologische keuze verhoogt de interne validiteit van het model, omdat de analyse zich uitsluitend richt op binnenlandse variatie in de tijd, los van structurele verschillen tussen landen. Zeker bij multilandenstudies in een Europees kader, waar institutionele heterogeniteit aanzienlijk is ondanks gemeenschappelijke beleidskaders, is deze aanpak essentieel om robuuste conclusies te trekken (OECD, 2023).

2.6 De rol van productiviteit als mechanisme in de innovatie-export relatie

2.6.1 Melitz-model

Productiviteit speelt een cruciale rol in de relatie tussen innovatie en export. In theoretische kaders wordt aangenomen dat bedrijven die zowel willen innoveren als internationaal actief zijn, een bepaald productiviteitsniveau moeten bereiken om de kosten van beide activiteiten te kunnen dragen. Het Melitz-model (Melitz, 2003) vormt een belangrijke economische theorie die dit mechanisme verklaart. Volgens dit model is er sprake van heterogeniteit tussen bedrijven op vlak van productiviteit, en alleen de meest productieve ondernemingen zijn in staat om te exporteren. Export vereist namelijk het overwinnen van vaste en variabele kosten, zoals transport, markttoetredingskosten en naleving van buitenlandse regelgeving. Bedrijven met een lage productiviteit zijn niet in staat deze drempels te nemen en blijven actief op de binnenlandse markt of verdwijnen uiteindelijk uit de markt.

Hoewel innovatie niet expliciet is opgenomen in het originele Melitz-model, wordt in latere literatuur aangenomen dat innovatie een belangrijke drijfveer is achter productiviteit (Cassiman & Golovko, 2011). Innovatieve bedrijven verbeteren hun efficiëntie, verlagen kosten en verhogen de kwaliteit van hun output, wat hen toelaat een productiviteitsniveau te bereiken dat voldoende is om internationaal te concurreren. In deze zin fungeert innovatie als een voorloper van exportcapaciteit via zijn impact op productiviteit.

Empirisch onderzoek ondersteunt dit theoretisch kader. Aw, Roberts en Xu (2011) tonen aan dat bedrijven die actief investeren in R&D en innovatie doorgaans productiever zijn, en bovendien meer kans hebben om te exporteren. Deze bedrijven maken bovendien gebruik van de schaalvoordelen en kennisstromen die gepaard gaan met internationale handel, wat op termijn hun innovatievermogen verder versterkt.

Op macroniveau impliceert het Melitz-model dat landen met een hogere gemiddelde productiviteit, gestimuleerd door innovatie en digitalisering, beter gepositioneerd zijn om succesvol te exporteren. Innovatiebeleid dat gericht is op het verhogen van productiviteit, zoals investeringen in technologie, infrastructuur en digitale vaardigheden, kan landen dus helpen om actiever deel te nemen aan de wereldhandel.

2.6.2 Self-Selection versus Learning-by-Exporting

De relatie tussen innovatie, productiviteit en export vormt een centrale pijler in de economische literatuur over internationalisering. Deze relatie is complex en wordt doorgaans verklaard via twee dominante hypothesen: de **self-selection hypothese** en de learning-by-exporting hypothese. Beide verklaringsmodellen benaderen het verband tussen innovatie, productiviteit en export vanuit een verschillend causaal perspectief, maar zijn niet noodzakelijkerwijs onderling tegenstrijdig. Ze kunnen elkaar aanvullen en samen inzicht bieden in de dynamiek tussen presteren op binnenlandse markten en het betreden en benutten van buitenlandse markten.

Self-Selection Hypothese

De self-selection hypothese stelt dat bedrijven die internationaal actief worden, reeds voor hun toetreding tot buitenlandse markten een hogere productiviteit vertonen dan bedrijven die uitsluitend op de binnenlandse markt opereren. Deze gedachtegang werd oorspronkelijk theoretisch onderbouwd door Melitz (2003), en verder empirisch bevestigd door onder anderen Helpman, Melitz en Yeaple (2004). De kern van deze benadering is dat exporteren niet voor elk bedrijf rendabel is, aangezien het extra kosten met zich meebrengt, zoals transportkosten, marktonderzoek, naleving van buitenlandse regelgeving en marketinginvesteringen. Enkel bedrijven met voldoende productiviteit kunnen deze drempels overwinnen en op een winstgevende manier exporteren.

In deze context speelt innovatie een indirecte maar essentiële rol. Innovatieve bedrijven ontwikkelen nieuwe producten, verbeteren processen of investeren in digitale technologieën, wat op zijn beurt leidt tot hogere arbeids- of kapitaalproductiviteit (Cassiman & Golovko, 2011). Deze

verhoogde productiviteit stelt hen in staat om competitief te blijven in internationale markten. Innovatie functioneert dus als een aanjager van productiviteit, en productiviteit fungeert als de doorslaggevende factor die bepaalt of een bedrijf zich kwalificeert voor toetreding tot exportmarkten. Op macroniveau betekent dit dat landen met een hoog innovatief profiel doorgaans ook beter vertegenwoordigd zijn in de wereldhandel.

Empirisch bewijs voor deze hypothese komt onder meer van Bernard en Jensen (1999), die aantoonde dat toekomstige exporteurs in de VS al voor hun eerste exportactiviteit hogere productiviteit vertoonden dan niet-exporteurs. Vergelijkbare bevindingen werden gerapporteerd voor Europa door Wagner (2007), die in een meta-analyse bevestigde dat self-selection een robuust verschijnsel is over verschillende landen en sectoren heen.

Learning-by-Exporting Hypothese

De learning-by-exporting hypothese stelt daarentegen dat bedrijven, door actief te worden op internationale markten, hun productiviteit verbeteren. Het exportproces wordt hierbij gezien als een leerervaring waarbij bedrijven toegang krijgen tot nieuwe technologieën, geavanceerde productiestandaarden, feedback van buitenlandse klanten, en benchmarking met internationale concurrenten. Deze blootstelling leidt tot kennisaccumulatie, organisatorische verbetering en uiteindelijk hogere efficiëntie. Anders dan bij self-selection ligt hier de nadruk op export als oorzaak van productiviteitsgroei, en niet als gevolg ervan.

De Loecker (2007) leverde empirisch bewijs voor dit mechanisme op basis van data over Sloveense bedrijven. Hij stelde vast dat exporteurs na toetreding tot buitenlandse markten significant productiever werden dan vergelijkbare niet-exporteurs, zelfs wanneer ze initieel dezelfde productiviteitsniveaus hadden. Deze bevinding impliceert dat het exportproces zelf bijdraagt aan de interne verbetering van bedrijven, en dus innovatie kan stimuleren via blootstelling aan externe marktdruk.

Andere studies zoals die van Aw, Roberts en Xu (2011) ondersteunen dit perspectief. Zij tonen aan dat bedrijven die exporteren, vaker hun R&D-investeringen verhogen en innovatieactiviteiten intensiveren, wat wijst op een feedbackmechanisme waarbij export leidt tot meer innovatie, en innovatie opnieuw tot hogere productiviteit. Op nationaal niveau kunnen landen dus niet alleen profiteren van innovatie om export te stimuleren, maar ook van export om innovatie- en productiviteitsprestaties te versterken.

Het concept van *absorptiecapaciteit*, zoals geïntroduceerd door Cohen en Levinthal (1990) en later toegepast op exportrelaties door Harris en Li (2009), helpt deze leerprocessen beter te begrijpen. Volgens deze theorie is het vermogen van een land of bedrijf om externe kennis te absorberen afhankelijk van het bestaande kennisniveau, de opleidingsgraad en de technologische infrastructuur. Landen met een sterke absorptiecapaciteit halen meer voordeel uit exportgerelateerde leerprocessen, wat hun innovatie- en productiviteitsprestaties verder versterkt.

2.6.3 Indirecte invloed via arbeidsproductiviteit

Naast de directe impact van innovatie op exportprestaties, toont literatuur aan dat innovatie ook op indirecte wijze export kan stimuleren, met productiviteit als schakel. Innovatie verhoogt de efficiëntie van productieprocessen, leidt tot een betere benutting van middelen en stelt bedrijven en economieën in staat om meer output te genereren met dezelfde of zelfs minder input. Door deze productiviteitswinsten kunnen bedrijven beter concurreren op internationale markten en de bijkomende kosten van export, zoals transport, regelgeving en markttoetreding, gemakkelijker dragen.

Het theoretisch kader dat deze relatie onderbouwt, wordt voornamelijk toegeschreven aan Melitz (2003), die stelt dat enkel de meest productieve bedrijven in staat zijn om te exporteren, zoals ook toegelicht in hoofdstuk 2.5.1. Exporteren brengt immers vaste en variabele kosten met zich mee die niet rendabel zijn voor bedrijven onder een bepaald productiviteitsniveau. Innovatie, in de vorm van technologische verbetering of digitalisering, verhoogt de productiviteit en helpt bedrijven die drempel te overschrijden. Op nationaal niveau betekent dit dat een economie met een sterk innovatievermogen doorgaans ook hogere gemiddelde productiviteit vertoont, wat een positief effect heeft op de exportcapaciteit.

Empirisch wordt deze indirecte relatie bevestigd door onder meer Aw, Roberts en Xu (2011), die aantonen dat bedrijven die investeren in R&D hogere productiviteit bereiken en daardoor meer kans maken om te exporteren. Cassiman en Golovko (2011) ondersteunen dit met bewijs dat innovatieve bedrijven via productiviteitswinsten toegang krijgen tot buitenlandse markten. De Loecker (2007) vult dit verder aan door te tonen dat bedrijven niet alleen vóór export hoger scoren op productiviteit, maar dat export op zijn beurt ook leidt tot productiviteitsgroei, wat op langere termijn voor een wederkerig versterkend effect zorgt.

Een bijkomende factor die deze dynamiek beïnvloedt, is de absorptiecapaciteit van bedrijven en economieën. Dit verwijst naar het vermogen om externe kennis en technologie effectief op te nemen en toe te passen binnen bestaande productieprocessen. Volgens Harris en Li (2009) leidt een hogere absorptiecapaciteit tot een sterkere link tussen innovatie, productiviteit en export. Landen met een hoger opleidingsniveau, geavanceerde ICT-infrastructuur en sterke kennissystemen kunnen innovatie sneller vertalen naar productiviteitswinsten en zo hun exportprestaties verbeteren.

Recente studies leggen daarbij de nadruk op digitale innovatie. ICT-gebaseerde toepassingen zoals cloud computing, automatisering en big data-analyse maken het mogelijk om werkprocessen te stroomlijnen en fouten te reduceren, wat leidt tot snellere doorlooptijden en lagere kosten. Gal et al. (2019) en Vancauteran et al. (2024) tonen op basis van Europese data aan dat digitalisering significant bijdraagt aan productiviteit, met positieve spillovers naar exportprestaties op landenniveau.

Deze inzichten maken duidelijk dat productiviteit fungeert als een cruciale intermediaire variabele in de relatie tussen innovatie en export. Zonder directe output op export te genereren, zorgt innovatie via hogere efficiëntie en betere prestatiecapaciteit voor een verhoogde geschiktheid om internationaal actief te worden. Voor het modelleren van innovatie-effecten op export in macro-economische studies is het dan ook essentieel om productiviteit op te nemen als verklarende en verbindende factor in deze relatie.

2.6.4 Directe invloed van innovatie

Naast het indirecte effect via productiviteit kan innovatie ook een directe impact hebben op de exportprestaties van landen. In dit deel wordt de rechtstreekse invloed van technologische vernieuwing, ICT-adoptie en digitale transformatie op het betreden en bedienen van buitenlandse markten besproken, zonder dat daarbij productiviteitsgroei als tussenvariabele wordt verondersteld.

Verschillende vormen van innovatie kunnen exportmogelijkheden rechtstreeks vergroten. Productinnovaties, zoals de ontwikkeling van nieuwe of verbeterde goederen en diensten, stellen landen in staat om zich te onderscheiden op internationale markten. Deze vernieuwingen zorgen voor toegevoegde waarde, differentiatie en het aanspreken van nieuwe klantensegmenten in het buitenland. Volgens Cassiman en Golovko (2011) is het vermogen om unieke of technologisch geavanceerde producten aan te bieden een belangrijke determinant van exportbeslissingen. Bedrijven en economieën die hierin slagen, hoeven niet per se productiever te zijn, maar kunnen export stimuleren door marktgerichte innovatie.

Daarnaast hebben digitale innovaties een directe invloed op export door het verlagen van transactiekosten, het verbeteren van marktbeschikbaarheid en het faciliteren van communicatie met buitenlandse klanten. Freund en Weinhold (2004) tonen empirisch aan dat landen met een hogere internetpenetratie en betere digitale infrastructuur meer internationaal verhandelen. ICT-innovaties zoals e-commerceplatforms, online klantenservice, data-analyse en digitale marketing maken het mogelijk om buitenlandse markten te betreden zonder fysieke aanwezigheid. Dit verlaagt de toetredingsdrempels aanzienlijk, vooral voor dienstenexport en kennisintensieve sectoren.

Ook het vermogen om te voldoen aan complexe buitenlandse regelgeving en klantspecificaties wordt versterkt door digitale innovaties. Chen, Chiang en Storey (2012) benadrukken het belang van business intelligence en analytics voor het aanpassen van exportstrategieën aan lokale behoeften. Door realtime gegevens over klantgedrag en marktdynamiek te analyseren, kunnen exporterende entiteiten snel reageren op veranderende omstandigheden.

Tenslotte leidt innovatie tot betere merkreputatie, verhoogde klanttevredenheid en vertrouwen op internationale markten, wat exportprestaties rechtstreeks versterkt. Nieuwe technologieën, design en kwaliteitssignalen dragen bij aan het opbouwen van concurrentievoordeel, zelfs zonder dat dit noodzakelijkerwijs via productiviteitsgroei verloopt (Knight & Cavusgil, 2004).

Hoewel veel theoretische modellen de relatie tussen innovatie en export via productiviteit conceptualiseren, toont de literatuur aan dat directe paden eveneens bestaan. Deze rechtstreekse effecten zijn vooral relevant in sectoren waar differentiatie, klantgerichtheid en technologische toepassingen cruciaal zijn voor succes op buitenlandse markten.

3 Data en Methodologie

3.1 Dataverzameling en databronnen

3.1.1 Selectie van landen en tijdsperiode

Voor dit onderzoek werd vertrokken vanuit de databank van de Organisatie voor Economische Samenwerking en Ontwikkeling (OESO), omdat die betrouwbare en uitgebreide statistieken bevat over ICT-gebruik in bedrijven op landenniveau. Bij het doorlopen van de beschikbare gegevens werd vastgesteld dat niet elk land over voldoende data beschikte voor de variabelen die in dit onderzoek centraal staan. Daarom zijn alleen die landen geselecteerd waarvoor de kerncijfers, vooral met betrekking tot ICT-indicatoren, over meerdere jaren volledig en consistent beschikbaar waren.

Ook de keuze voor de jaren 2012 tot en met 2020 is gebaseerd op volledigheid van data. Binnen deze periode bleken de gegevens voor zowel de ICT-variabelen als de aanvullende macro-economische gegevens, zoals export en BBP, het meest volledig en bruikbaar.

Zo kwam een selectie tot stand van dertien Europese OESO-landen: België, Tsjechië, Finland, Frankrijk, Duitsland, Hongarije, Ierland, Italië, Letland, Luxemburg, Nederland, Noorwegen, Portugal, Spanje en Zweden. Deze landen beschikken over een vergelijkbare statistische structuur en voldoende datakwaliteit, wat essentieel is voor een betrouwbare analyse. Landen met te veel ontbrekende of inconsistente gegevens zijn buiten beschouwing gelaten, zodat het uiteindelijke databestand geschikt is voor een panelanalyse met vaste effecten per land en per jaar.

3.1.2 Databronnen en herkomst

Data	Omschrijving	Bron
Export%GDP 2012-2020	Toont aandeel export in verhouding tot het bbp. (% of GDP)	World Bank national accounts data, and OECD National Accounts data files. (databank.worldbank.org)
GDPpc_PPP_21 2012-2020	Toont bbp per hoofd, gecorrigeerd voor prijsniveau en koopkracht. Wordt in de regressiemodellen gebruikt als proxy voor productiviteit (GDP per capita, PPP (constant 2021 international \$))	World Bank national accounts data, and OECD National Accounts data files. (databank.worldbank.org)
Population 2012-2020	Meet het totale aantal inwoners per jaar. (in absolute values)	World Bank national accounts data, and OECD National Accounts data files. (databank.worldbank.org)
ICT_%Specialists 2012-2020	Meet het aandeel werknemers met gespecialiseerde ICT-functies. (% of total employment)	The OECD Going Digital Toolkit, based on European Labour Force Surveys, national labour force surveys and other national sources. (https://goingdigital.oecd.org/en/indicator/40)
ICT_Broadband 2014-2020	Meet het aandeel bedrijven met vast internet ≥ 30 Mbit/s downloadsnelheid. (% of businesses ≥ 10 employees, excl. financial sector)	The OECD Going Digital Toolkit, based on the OECD ICT Access and Usage by Businesses Database, https://oe.cd/dx/ict-access-usage . (https://goingdigital.oecd.org/en/indicator/14)
ICT_Cloud 2014-2020	Meet hoeveel bedrijven cloudcomputing gebruiken voor opslag, software of servers via internet. (% of businesses ≥ 10 employees, excl. financial sector)	The OECD Going Digital Toolkit, based on the OECD ICT Access and Usage by Businesses Database, https://oe.cd/dx/ict-access-usage . (https://goingdigital.oecd.org/indicator/25)
ICT_Website 2012-2020	Meet het aandeel bedrijven met een eigen website of online bedrijfsprofiel. (% of businesses ≥ 10 employees, excl. financial sector)	The OECD Going Digital Toolkit, based on the UNCTAD core indicators on ICT use by business and the OECD ICT Access and Usage by Businesses Database, https://oe.cd/dx/ict-access-usage . (https://goingdigital.oecd.org/indicator/26)
ICT_Ordersinternet 2012-2020	Meet het aandeel bedrijven dat bestellingen via internet ontvangt. (% of businesses ≥ 10 employees, excl. financial sector)	The OECD Going Digital Toolkit, based on the UNCTAD core indicators on ICT use by business and the OECD ICT Access and Usage by Businesses Database, https://oe.cd/dx/ict-access-usage . (https://goingdigital.oecd.org/indicator/26)

3.1.3 Transformatie en bewerking van data

Voor de dataset werden alle variabelen volledig verzameld, met uitzondering van twee ICT-indicatoren waarvoor specifieke jaargangen ontbraken. Bij de variabele *ICT_Cloud* ontbraken in sommige landen gegevens voor tussenliggende jaren. In deze gevallen werd lineaire interpolatie toegepast, waarbij het ontbrekende datapunt werd berekend als het gemiddelde van het voorgaande en het volgende beschikbare jaar. Voor de variabele *ICT_Website* ontbrak de waarde voor Finland in 2019. Ook hier werd interpolatie toegepast op basis van de aangrenzende jaren. Voor de overige variabelen was de data voor alle jaren en landen volledig.

Voor de regressieanalyse werden de variabelen voorbereid op een manier die toelaat om schaalverschillen te reduceren en de interpretatie van de resultaten te vergemakkelijken. De exportvariabele werd behouden als percentage van het bbp en vervolgens getransformeerd via de natuurlijke logaritme ($\ln$). Ook het bbp per capita (uitgedrukt in koopkrachtpariteiten, constante internationale dollars van 2021) en de totale populatie werden gelogd om de verdeling te normaliseren en niet-lineaire relaties te modelleren.

Alle ICT-gerelateerde variabelen werden behouden in hun oorspronkelijke schaal als percentages (bijvoorbeeld 0,76 voor 76%). Daarnaast werden dummyvariabelen gecreëerd voor landen, waarbij voor elk land een binaire variabele werd toegevoegd (bv. *Land_België* = 1 indien het datapunt België betreft, 0 anders). In de analyses werd België gebruikt als referentiecategorie, waardoor de effecten van de andere landen worden geïnterpreteerd ten opzichte van België. Tot slot werd een lineaire groeitrend toegevoegd om de effecten van de tijdsdimensie te capteren, waarbij de waarde van 1 tot 9 werd toegekend aan de jaren 2012 tot en met 2020.

3.2 Onderzoeksopzet en methodologisch kader

3.2.1 Onderzoeksdoel en benadering

Het doel van dit onderzoek is om te analyseren in welke mate ICT-innovatie samenhangt met de exportprestaties van landen. Daarbij wordt gekeken naar zowel een mogelijk direct verband tussen digitale adoptie en export, als een indirecte relatie via arbeidsproductiviteit.

De centrale onderzoeksvraag luidt dan ook:

"In welke mate beïnvloeden ICT-indicatoren rechtstreeks de exportprestaties van landen, en in hoeverre gebeurt dit eventueel ook indirect via hun productiviteitsimplicaties?"

Om deze vraag te beantwoorden, wordt gebruikgemaakt van een kwantitatieve analysemethode op basis van gestandaardiseerde macro-economische paneldata. De dataset bevat gegevens voor vijftien Europese OESO-landen over de periode 2012 tot en met 2020. Paneldata maken het mogelijk om zowel variatie tussen landen als veranderingen binnen landen over tijd in rekening te brengen.

De analyse is gebaseerd op regressiemodellen met vaste effecten per land en per jaar, zodat landenspecifieke kenmerken en tijdgebonden shocks worden gecontroleerd. Er wordt bewust geen causale interpretatie aan de resultaten gekoppeld; het doel is om structurele verbanden en patronen te identificeren in de relatie tussen digitalisering, productiviteit en export.

De relatie tussen ICT-variabelen, productiviteit en export wordt onderzocht aan de hand van afzonderlijke regressiemodellen, waarin telkens één ICT-indicator wordt opgenomen als verklarende variabele. Daarbij wordt zowel de directe samenhang met export als de indirecte weg via arbeidsproductiviteit geanalyseerd. Op die manier beoogt dit onderzoek een volledig beeld te schetsen van de rol die digitalisering speelt in het internationale concurrentievermogen van landen.

3.2.2 Econometrische strategie

Voor de empirische analyse voeren we een paneldata-analyse uit op jaarlijkse data van een selectie van Europese OESO-landen over de periode 2012–2020. De opzet betreft een vast-effecten regressiemodel (fixed effects) met land-specifieke vaste effecten en een lineaire tijdstrend. Concreet nemen we voor elk land een dummyvariabele op om te controleren voor alle tijdsinvariante landkenmerken (zoals geografie, institutionele context, of structurele verschillen in economische omvang). In plaats van jaar-dummy's gebruiken we een lineaire trendvariabele, waarbij de jaren 2012 tot en met 2020 respectievelijk zijn gecodeerd als 1 tot en met 9. Deze trendvariabele capteert de invloed van algemene tijdsgebonden ontwikkelingen die alle landen kunnen raken, zoals technologische vooruitgang, mondiale conjunctuur of institutionele veranderingen binnen de EU. Door deze opzet wordt de bias door niet-geobserveerde, tijdsinvariante factoren per land geëlimineerd, terwijl de tijdstrend toelaat om globale evoluties in de tijd te modelleren zonder het model te overladen met dummyvariabelen. We kiezen bewust voor deze combinatie omdat landen met hogere ICT-ontwikkeling vermoedelijk systematisch verschillen van andere landen (bijvoorbeeld in welvaartspeil of beleid); vaste landeneffecten voorkomen dat zulke niet-gemeten verschillen de resultaten vertekenen. De lineaire trendvariabele maakt het bovendien mogelijk om algemene, jaaroverkoepelende dynamieken in het digitale of economische landschap op te nemen zonder verlies aan vrijheidsgraden.

Deze opzet wordt gehanteerd om zowel directe als indirecte relaties te onderzoeken binnen één simultaan analysekader. In de eerste modellen (Figuur 4) worden de ICT-indicatoren afzonderlijk opgenomen als verklarende variabelen, met export als afhankelijke variabele. In deze modellen is ook $\ln(\text{BBP per capita, PPP})$ telkens opgenomen als mediërende variabele, zodat we kunnen nagaan of het effect van ICT op export rechtstreeks is, dan wel gedeeltelijk via productiviteit verloopt. Daarnaast bevatten deze modellen een reeks landdummies, waarbij België als referentie wordt genomen. Dit laat toe om systematische verschillen tussen landen op te vangen. Verder is een lineaire tijdstrend opgenomen zoals eerder besproken.

In de latere modellen (Figuur 5) is de afhankelijke variabele gewijzigd naar $\ln(\text{BBP per capita, PPP})$, met de verschillende ICT-indicatoren als verklarende variabelen. Hiermee wordt expliciet de invloed van ICT op arbeidsproductiviteit onderzocht, wat het tweede deel van het conceptuele model onderbouwt, namelijk het indirecte pad van ICT naar export via productiviteit.

In tegenstelling tot de eerdere modellen is in deze modellen de lineaire trendvariabele weggelaten. Analyse toonde namelijk aan dat deze trend in combinatie met sommige ICT-variabelen een te hoge correlatie vertoonde, wat leidde tot vertekende resultaten en instabiliteit van de schattingen. Dit probleem stelde zich niet in de eerdere modellen met export als afhankelijke variabele. Door de tijdstrend weg te laten in deze tweede modelreeks, konden de effecten van de ICT-indicatoren op productiviteit zuiverder worden geïdentificeerd. De modellen behouden verder landdummies en $\ln(\text{populatie})$ als controlevariabelen, zodat structurele landverschillen en schaalfactoren adequaat worden meegenomen.

Deze tweeledige aanpak, waarbij ICT eerst wordt gerelateerd aan export, en vervolgens aan productiviteit, maakt het mogelijk om het directe pad ($\text{ICT} \rightarrow \text{export}$) en het indirecte pad ($\text{ICT} \rightarrow \text{productiviteit} \rightarrow \text{export}$) afzonderlijk in kaart te brengen.

Endogeniteit, die niet volledig kan worden uitgesloten, wordt in dit onderzoek beperkt door geen causale interpretatie te maken van de resultaten. De regressie-inschattingen worden dus geïnterpreteerd als structurele verbanden, geen oorzakelijke effecten.

3.2.3 Conceptueel model

In dit hoofdstuk worden de theoretisch onderbouwde modellen uiteengezet die centraal staan in de empirische toetsing van de onderzoeksvraag. Het doel is om zowel directe als indirecte relaties tussen ICT-innovatie, arbeidsproductiviteit en exportprestaties van landen te analyseren. De gehanteerde modellen zijn gespecificeerd op basis van een paneldataset van vijftien Europese OESO-landen over de periode 2012–2020. Voor elk model wordt gebruikgemaakt van vaste-effecten regressies (fixed effects), waarbij landdummies worden opgenomen om voor tijdsinvariante landkenmerken te controleren, en een lineaire tijdstrend.

Figuur 4: Direct effect van ICT op export

$$\ln(\text{Export}_{it}) = \beta_1 \ln(\text{GDPpc_PPP}_{it}) + \beta_2 \text{ICTx}_{it} + \beta_3 \ln(\text{pop})_{it} + \text{Countrydummy}_i + \text{Trend}_t + \varepsilon_{it}$$

Dit model onderzoekt in welke mate verschillende ICT-indicatoren direct bijdragen aan exportprestaties, uitgedrukt als percentage van het BBP (gelogd).

In deze modellen zijn de ICT-variabelen (ICTx) afzonderlijk als verklarende variabelen getest voor de afhankelijke variabele export als percentage van BBP, telkens in combinatie met:

- **ln(BBP per capita, PPP)** als proxy voor arbeidsproductiviteit (mediërende factor)
- **ln(Populatie)**: als controle voor schaalgrootte
- **Countrydummy**: landendummies, met België als referentie
- **Trend**: Lineaire jaartrend (waarden 1–9 voor jaren 2012–2020)

De vijf ICT-indicatoren (ICTx), waarbij x telkens een andere ICT-variabele vertegenwoordigt en afzonderlijk in het model worden opgenomen, zijn als volgt gedefinieerd:

- **ICT_%Specialists**: Aandeel werknemers met gespecialiseerde ICT-functies
- **ICT_Broadband**: Aandeel bedrijven met vaste internetverbinding ≥ 30 Mbit/s
- **ICT_Cloud**: Aandeel bedrijven dat cloudcomputing aankoopt
- **ICT_Website**: Aandeel bedrijven met een eigen website of online profiel
- **ICT_Ordersinternet**: Aandeel bedrijven dat bestellingen via internet ontvangt

Figuur 5: Indirect effect van ICT op export via productiviteit

$$\ln(\text{GDPpc_PPP}_i) = \beta_1 \text{ICTx}_i + \beta_2 \ln(\text{pop})_i + \text{Countrydummy}_i + \varepsilon_{it}$$

Deze set van modellen vormt een analytisch vervolg op de eerste set en maakt het mogelijk om de mediërende rol van productiviteit te toetsen: als ICT een significant effect heeft op productiviteit, en productiviteit een effect heeft op export (zoals aangetoond in de eerste set), dan is er sprake van een indirect effect van ICT op export via productiviteit.

Om de meerwaarde van landdummies te toetsen, werden twee testregressies uitgevoerd: één zonder landdummies (Figuur 2) en één met landdummies (Figuur 3). Uit de resultaten blijkt dat het model mét landdummies een aanzienlijk hogere verklaringskracht heeft (Adjusted $R^2 = 0,9937$ tegenover $0,5289$), en dat de standaardfout van de schatting sterk daalt (van $0,3667$ naar $0,0423$). Dit bevestigt dat het opnemen van landenspecifieke vaste effecten cruciaal is om niet-geobserveerde heterogeniteit tussen landen op te vangen en de kwaliteit van het model te verbeteren.

4 Resultaten en discussie

4.1 Beschrijvende statistiek

De gemiddelde gelogde exportquote bedraagt 4,04, met een standaarddeviatie van 0,53, wat wijst op substantiële spreiding tussen landen. Zoals zichtbaar in de landenrapporten (Figuur 6) kent Luxemburg met een gemiddelde van 5,25 het hoogste exportaandeel (relatief tot het BBP), gevolgd door Ierland en Hongarije. Dit bevestigt hun karakter als kleine, open economieën met een hoge graad van internationale integratie. Aan de andere kant bevinden zich Italië (3,38), Frankrijk (3,44) en Spanje (3,50) onderaan, wat past bij hun grotere binnenlandse markt en lagere exportgerichtheid.

De log van het BBP per capita heeft een gemiddelde van 10,90 en een beperkte spreiding ($\sigma = 0,37$), wat neerkomt op verschillen van enkele tienduizenden dollars in koopkrachtpariteiten tussen landen. Hier springen landen als Luxemburg (11,78) en Ierland (11,29) opnieuw uit, met relatief hoge welvaartsniveaus. Letland en Hongarije scoren het laagst, wat ook consistent is met hun historisch lagere productiviteitsniveau binnen de EU.

De ICT-indicatoren tonen aanzienlijke variatie tussen landen. Enkele opvallende patronen:

ICT-specialisten: Het aandeel werknemers in gespecialiseerde ICT-functies bedraagt gemiddeld 3,7%. Finland scoort veruit het hoogst met 6,3%, gevolgd door Zweden (5,0%) en Luxemburg (4,9%). Ook België (4,1%) en Ierland (3,9%) zitten boven het steekproefgemiddelde. Onderaan de lijst staan Portugal (2,8%) en Letland (2,9%), wat kan wijzen op beperkingen in het beschikbare digitale arbeidspotentieel.

Breedbandtoegang (≥ 30 Mbps): De gemiddelde breedbandpenetratie onder bedrijven bedraagt 47%. Zweden (91,1%) en Nederland (89,0%) hebben duidelijk de beste infrastructuur, gevolgd door België (57,2%) en Luxemburg (55,7%). De laagste waarden vinden we in Italië (28,5%), Hongarije (28,5%) en Portugal (36,4%), wat duidt op mogelijke investeringsachterstanden in snelle internetverbindingen.

Cloudaankopen: Het gemiddelde aandeel bedrijven dat cloudcomputing aankoopt is 31%. Finland springt eruit met 62,6%, gevolgd door Zweden (54,3%) en Nederland (40,8%). Aan de andere kant scoren landen als Letland (12,5%), Hongarije (13,9%) en Portugal (21,4%) aanzienlijk lager, wat kan wijzen op achterblijvende adoptie van meer geavanceerde digitale technologieën.

Websitebezit: Het gemiddelde aandeel bedrijven met een eigen website bedraagt 76,9%. De hoogste waarden vinden we in Finland (94,9%), Nederland (91,8%) en Zweden (86,8%), wat duidt op een sterke digitale aanwezigheid. Portugal (59,8%), Hongarije (65,5%) en Italië (70,2%) blijven daarentegen aanzienlijk achter, wat suggereert dat veel bedrijven daar nog geen actieve online vertegenwoordiging hebben.

E-commerce (ontvangen bestellingen via internet): Het gemiddelde aandeel bedrijven dat online bestellingen ontvangt is 17%. Zweden (24,3%), Luxemburg (22,0%) en Nederland (21,6%) zijn de koplopers. Italië (10,3%) en Letland (10,0%) bevinden zich aan de onderkant. Hoewel de relatieve verschillen tussen landen opvallend zijn, is de statistische spreiding bij deze variabele beperkt in vergelijking met bijvoorbeeld cloudgebruik of breedbandpenetratie.

Alle informatie van de bovenstaande beschrijvende statistieken wordt weergegeven in Figuur 1, 6, en 7, en werd gebruikt om dit hoofdstuk vorm te geven.

De reeks figuren (Figuur 7.1 t.e.m 7.7) illustreert de evolutie van zowel economische als digitale indicatoren tussen 2012 en 2020, en biedt daarmee een relevant inzicht in de mate van digitalisering en economische prestaties in deze periode. De eerste twee figuren tonen de evolutie van economische output: de exportintensiteit (Figuur 7.1) en arbeidsproductiviteit (Figuur 7.2). Tussen 2013 en 2018 is een duidelijke stijging merkbaar in beide indicatoren, wat wijst op een periode van economische groei en toegenomen efficiëntie. Opvallend is echter de abrupte daling in 2020. Deze breuk kan grotendeels verklaard worden door de COVID-19-pandemie, die internationaal geleid heeft tot verstoringen in de toeleveringsketens en een tijdelijke terugval in productie en export. Het is belangrijk om deze daling dus niet automatisch te interpreteren als een structurele zwakte, maar eerder als het gevolg van een externe schok.

In de daaropvolgende figuren wordt de digitalisering van economie en samenleving in kaart gebracht. Figuur 7.3 toont de geleidelijke stijging van het aandeel ICT-specialisten binnen de werkgelegenheid, wat wijst op een structurele verschuiving richting digitale competenties op de arbeidsmarkt. Deze trend weerspiegelt de toenemende vraag naar digitale profielen in de economie. Tegelijkertijd neemt de breedbandpenetratie (Figuur 7.4) gestaag toe, met een opvallende versnelling tussen 2019 en 2020. Deze versnelde groei valt opnieuw samen met de coronacrisis, waarin breedbandtoegang cruciaal werd voor thuiswerk, afstandsonderwijs en digitale dienstverlening.

Een gelijkaardig versnellingseffect is zichtbaar in het cloudgebruik door bedrijven (Figuur 7.5). Cloudtechnologieën worden steeds meer ingezet als fundament voor flexibiliteit, schaalbaarheid en digitale samenwerking. Dit past binnen de bredere trend waarbij cloud computing een enabling technology wordt genoemd in het kader van digitale transformatie (Marston et al., 2011). Figuur 7.6 laat zien dat het aandeel bedrijven met een eigen website tussen 2012 en 2018 sterk stijgt, maar daarna stagneert. Dit suggereert dat een verzadigingspunt bereikt is: de meeste bedrijven die baat hebben bij online aanwezigheid, hebben inmiddels een website.

Opmerkelijk is de relatief trage groei van e-commerce (Figuur 7.7), gemeten aan het aandeel bedrijven dat online bestellingen ontvangt. In vergelijking met cloudgebruik of breedbandpenetratie blijft deze indicator achter, wat zou kunnen wijzen op structurele barrières zoals beperkte digitale maturiteit van KMO's, sectorale verschillen of een gebrek aan digitale verkoopstrategieën.

Tot slot toont Figuur 7.8 een lichte, maar gestage bevolkingsgroei over de jaren heen. Deze demografische evolutie is van belang om de andere indicatoren in relatieve termen te interpreteren, bijvoorbeeld door te corrigeren per capita of per arbeidskracht.

Samengevat tonen de figuren aan dat er tussen 2012 en 2020 sprake is van een duidelijke en multidimensionale digitale vooruitgang in de onderzochte landenset. De meeste digitaliseringsindicatoren vertonen een stijgende lijn, vaak met een versnelling in 2020 ten gevolge van externe omstandigheden. Toch zijn er ook tekenen van verzadiging (bv. websites) en relatief trage adoptie (bv. e-commerce), wat suggereert dat niet alle domeinen van digitalisering zich even snel ontwikkelen. Deze observaties vormen een belangrijke basis voor verder onderzoek naar de relatie tussen digitalisering en economische prestaties.

4.2 Regressieresultaten: invloed van ICT en productiviteit op export

In dit deel worden de resultaten gepresenteerd van vijf regressiemodellen waarin telkens één ICT-indicator is opgenomen als verklarende variabele, naast $\ln(\text{BBP per capita, PPP})$ (proxy voor arbeidsproductiviteit) en $\ln(\text{populatie})$. De bespreking focust uitsluitend op de gestandaardiseerde β -coëfficiënten en significanties van deze drie variabelen. (Figuur 4)

In elk van de vijf modellen blijkt $\ln(\text{BBP per capita})$ een stabiele en significante voorspeller van exportprestaties. De gestandaardiseerde beta's liggen tussen 0,242 en 0,310, met een significantieniveau van $p < 0,001$ in alle gevallen. Dit wijst op een robuust positief verband tussen arbeidsproductiviteit en het aandeel export in het BBP. Het effect van productiviteit blijft substantieel en consistent, ongeacht welke ICT-indicator in het model wordt opgenomen.

De gestandaardiseerde effecten van de ICT-variabelen tonen een gemengd beeld. Van de vijf onderzochte ICT-indicatoren is alleen ICT_Website statistisch significant op het 1%-niveau, met een gestandaardiseerde β van 0,148 ($p < 0,001$). Dit suggereert dat het hebben van een bedrijfswebsite of online profiel positief samenhangt met hogere exportprestaties, onafhankelijk van productiviteit en bevolkingsgrootte. Deze variabele toont bovendien de hoogste β -waarde van alle ICT-indicatoren, wat erop wijst dat digitale zichtbaarheid een relatief sterker verband vertoont met export dan andere vormen van digitalisering.

Daarentegen tonen ICT_%Specialists ($\beta = 0,051$; $p = 0,240$), ICT_Cloud ($\beta = 0,001$; $p = 0,986$) en ICT_Ordersinternet ($\beta = 0,034$; $p = 0,077$) geen statistisch significante effecten. Hoewel de richting van het verband bij deze drie variabelen telkens positief is, blijven de effectgroottes beperkt en ontbreekt significante ondersteuning binnen het model. ICT_Broadband vertoont als enige ICT-indicator een negatief effect op export ($\beta = -0,047$; $p = 0,041$). Dit effect is klein maar wel statistisch significant, wat mogelijk wijst op een verzadigingseffect of andere structurele verklaringen buiten de scope van dit model.

Tot slot blijkt ook $\ln(\text{populatie})$ in elk model een significante en positief gerichte voorspeller van export. De gestandaardiseerde beta's liggen tussen 1,949 en 2,330, telkens significant op het 1%-niveau of beter. Deze hoge β -waarden suggereren dat grotere landen, gecontroleerd voor productiviteit en digitalisering, gemiddeld ook hogere exportandelen kennen. Dit komt overeen met eerdere bevindingen van Lodi (2024) over het belang van bevolkingsdichtheid in het verklaren van structurele exportverschillen. Dit effect blijkt zelfs krachtiger dan dat van de productiviteits- en ICT-variabelen, wat aangeeft dat bevolkingsomvang een belangrijk structureel element vormt in de verklaring van exportprestaties in dit modelkader. In conclusie tonen de resultaten dat arbeidsproductiviteit en bevolkingsgrootte structureel en significant samenhangen met exportprestaties. Van de vijf ICT-indicatoren toont enkel ICT_Website een duidelijk en robuust positief effect, terwijl de overige indicatoren slechts zwakke of niet-significante verbanden vertonen. Deze bevinding sluit aan bij de studie van Gomez-Sanchez et al. (2023), die aantoont dat vooral digitale zichtbaarheid van bedrijven export bevordert, terwijl andere vormen van ICT-adoptie eerder indirect via productiviteit bijdragen.

4.3 Regressieresultaten: invloed van ICT op productiviteit

Gezien de eerder gevonden sterke en consistente relatie tussen arbeidsproductiviteit en exportprestaties (Figuur 4), werd aanvullend onderzocht of ICT-indicatoren ook een effect hebben op $\ln(\text{BBP per capita, PPP})$. Dit laat toe om te toetsen of digitalisering een indirecte invloed uitoefent op export via productiviteitsverbetering.

In vijf afzonderlijke modellen (Figuur 5) werd telkens één ICT-indicator opgenomen als verklarende variabele. De afhankelijke variabele is $\ln(\text{BBP per capita, PPP})$, die fungeert als maatstaf voor arbeidsproductiviteit. Naast de ICT-indicator wordt $\ln(\text{populatie})$ als controlevariabele toegevoegd. De bespreking richt zich uitsluitend op de gestandaardiseerde β -coëfficiënten en hun significanties.

De resultaten tonen dat alle vijf ICT-indicatoren positief en significant samenhangen met productiviteit, in tegenstelling tot de eerdere modellen met export als afhankelijke variabele, waar alleen ICT_Website een robuust verband vertoonde.

De sterkste effecten worden vastgesteld bij ICT_Website ($\beta = 0,299$; $p < 0,001$) en ICT_Ordersinternet ($\beta = 0,210$; $p < 0,001$). Deze twee variabelen tonen substantiële en statistisch overtuigende relaties met productiviteit, en suggereren dat digitale aanwezigheid en e-commerceactiviteiten bijdragen aan economische efficiëntie en output per capita.

Daarnaast blijkt ook ICT_Cloud ($\beta = 0,133$; $p < 0,001$) positief en significant te zijn, wat wijst op het belang van geavanceerde digitale toepassingen in bedrijfsvoering. ICT_%Specialists toont eveneens een significante positieve relatie ($\beta = 0,179$; $p = 0,003$), wat duidt op een relevant effect van digitaal menselijk kapitaal. ICT_Broadband heeft de laagste β -waarde ($\beta = 0,062$), maar is wel significant ($p = 0,001$), wat suggereert dat basisinfrastructuur zoals snelle internettoegang weliswaar essentieel is, maar op zichzelf minder sterk verbonden is met productiviteitsverschillen dan andere vormen van ICT-adoptie.

Wat betreft $\ln(\text{populatie})$ blijkt deze controlevariabele in geen enkel van de modellen significant op het 5%-niveau. De gestandaardiseerde beta's liggen tussen 0,16 en 0,17, maar met p-waarden tussen 0,06 en 0,90. Dit wijst erop dat bevolkingsgrootte, in tegenstelling tot de modellen met export als afhankelijke variabele, hier geen systematische verklaring biedt voor productiviteit.

Samenvattend suggereren de resultaten in Figuur 5 dat alle onderzochte ICT-indicatoren statistisch significante en positieve verbanden vertonen met arbeidsproductiviteit, wat wijst op het bestaan van een indirect effect van digitalisering op exportprestaties, via een verhoogd productiviteitsniveau. Dit sluit aan bij het werk van Brynjolfsson en Hitt (2000), die stellen dat ICT bijdraagt aan productiviteit, vooral wanneer het gepaard gaat met organisatorische en procesmatige veranderingen. Dat hogere productiviteit op zijn beurt export vergemakkelijkt, komt overeen met het model van Melitz (2003), waarin meer productieve bedrijven eerder toetreden tot internationale markten. Dit indirecte pad lijkt sterker onderbouwd dan de directe effecten die eerder werden gevonden, en vormt daarmee een belangrijke schakel in het verklaren van hoe ICT bijdraagt aan economische openheid en concurrentiekracht.

5 Kritische beschouwingen

5.1 Beperkingen van het onderzoek

Hoewel dit onderzoek waardevolle inzichten biedt in de relatie tussen ICT-adoptie, productiviteit en exportprestaties op macroniveau, dient het geheel van bevindingen te worden geïnterpreteerd in het licht van een aantal belangrijke beperkingen. Deze hebben zowel betrekking op de gehanteerde dataverzameling, de modelmatige keuzes als op de algemene statistische onderbouwing.

Beperkte datatoegankelijkheid en proxies

Een eerste beperking betreft de gebruikte maatstaven, met name de proxy voor arbeidsproductiviteit. In dit onderzoek werd gekozen voor BBP per capita (PPP, gelogd) als benadering van productiviteit. Hoewel deze maat gangbaar is in vergelijkbare macro-economische studies (Biagi & Falk, 2017), weerspiegelt ze niet rechtstreeks de arbeidsproductiviteit, aangezien ze ook demografische effecten (zoals de werkzame bevolking t.o.v. de totale bevolking) kan bevatten. Hierdoor is de gemeten relatie tussen ICT en “productiviteit” mogelijk minder scherp afgebakend dan bij gebruik van meer gedetailleerde arbeidsproductiviteitsdata (Brynjolfsson & Hitt, 2000).

Daarnaast zijn de ICT-variabelen afzonderlijk in het model opgenomen, eerder dan als samengestelde index of latente factor. Dit is het gevolg van de beperkte beschikbaarheid van gestandaardiseerde digitale indexen op nationaal niveau voor de volledige tijdsperiode en landenreeks. Idealiter zou een samengestelde ICT-index de onderlinge verwevenheid en interactie tussen verschillende digitale indicatoren (zoals infrastructuur, gebruik, skills) beter kunnen vatten (Gal et al., 2019). Het apart opnemen van ICT-variabelen kan leiden tot onderschatting van hun gecombineerde effect en verhoogt de kans op multicollineariteit bij simultane opname.

Beperkt statistisch model en specificatiekeuzes

Een tweede belangrijke beperking betreft het gebruikte lineaire panelregressiemodel met vaste effecten. Hoewel deze methode robuust is in het controleren van tijdsinvariante landkenmerken en globale trends, laat ze geen niet-lineaire effecten of interacties tussen variabelen toe, tenzij expliciet gespecificeerd. Hierdoor kunnen complexere relaties, zoals drempel effecten bij ICT-adoptie of wisselwerkingen tussen digitalisering en institutionele context, buiten beeld blijven.

Bovendien zijn de modellen gevoelig voor mogelijke overspecificatie of vertekende schattingen bij multicollineariteit, met name in de modellen waarin zowel trend, productiviteit en sterk gecorreleerde ICT-variabelen worden opgenomen. In de modellen met $\ln(\text{productiviteit})$ als afhankelijke variabele werd de tijdstrend zelfs weggelaten om deze reden. Dit kan echter leiden tot omissies van relevante tijdseffecten, zoals economische cycli of beleidswijzigingen binnen de EU, die wel een impact hebben op ICT en productiviteit.

Geen correctie voor endogeniteit

Een meer fundamentele beperking betreft het ontbreken van een strategie om endogeniteit te corrigeren. Hoewel het onderzoek nadrukkelijk geen causale interpretatie nastreeft, blijft de kans op omgekeerde causaliteit en simultaneïteit reëel. Zo kan niet uitgesloten worden dat landen met hoge exportprestaties ook sneller investeren in ICT of efficiënter gebruik maken van bestaande infrastructuur (learning-by-exporting). De studie van De Loecker (2013) toont aan dat export ook een terugkoppelend effect op productiviteit kan hebben. Zonder instrumentele variabelen of dynamische panelmodellen (zoals GMM), kunnen deze mechanismen niet worden uitgesloten of afzonderlijk gemodelleerd.

Beperkingen in schaal en reikwijdte

Ten vierde is het onderzoek beperkt tot een relatief klein aantal landen (15) binnen de Europese OESO-regio, met sterke onderlinge economische en beleidsmatige overeenkomsten. Hoewel dit homogeniteit creëert en de vergelijkbaarheid verhoogt, beperkt het ook de generaliseerbaarheid van de resultaten naar niet-Europese of opkomende economieën. Evenzo kan het panel slechts een periode van negen jaar bestrijken, waardoor structurele langetermijneffecten van digitalisering mogelijk onderbelicht blijven.

Bovendien zijn alle data op macroniveau geaggregeerd, wat betekent dat heterogeniteit binnen landen, zoals regionale verschillen in digitalisering, of sectorale exportstructuren, niet zichtbaar wordt. Deze beperking geldt vooral voor ICT-variabelen, waar adoptie in het bedrijfsleven mogelijk sterk varieert tussen industrieën.

Samenvattend blijft het belangrijk om de resultaten van dit onderzoek te interpreteren als structurele associaties, geen causale effecten. De gekozen opzet is geschikt voor het detecteren van robuuste patronen in bestaande macrodata, maar laat verdere verfijning toe in toekomstig onderzoek. Vooral het ontwikkelen van samengestelde digitaliseringsindexen, het toepassen van niet-lineaire of dynamische modellen, en het uitbreiden van de steekproef naar bredere regio's of sectoren, vormen waardevolle pistes voor verdere verdieping.

5.2 Implicaties voor toekomstig onderzoek

De resultaten van dit onderzoek bieden een solide basis voor inzicht in de structurele samenhang tussen digitalisering, productiviteit en exportprestaties op macroniveau. Tegelijkertijd roept de analyse een reeks vervolgvragen op die een vruchtbare basis vormen voor toekomstig onderzoek. In dit hoofdstuk worden de belangrijkste mogelijke uitbreidingen en verdiepingsrichtingen besproken, op methodologisch, inhoudelijk en schaalniveau.

Micro- en sectorniveau: intra-landelijke verschillen

Een eerste belangrijke vervolgstap betreft het verplaatsen van het analytische niveau van landen naar sectoren of bedrijven. De huidige studie maakt gebruik van geaggregeerde nationale indicatoren, waardoor regionale of sectorale variatie in digitalisering buiten beeld blijft. Nochtans is uit eerder onderzoek (Gal et al., 2019) gebleken dat digitale adoptie en productiviteitswinst vaak sterk verschillen tussen sectoren, bijvoorbeeld tussen diensten en industrie, of zelfs tussen bedrijven binnen dezelfde sector.

Toekomstig onderzoek kan daarom focussen op:

- Sectorale ICT-intensiteit en haar relatie tot export binnen industrieën zoals maakindustrie, logistiek of softwareontwikkeling;
- Regionale uitsplitsing binnen landen, waarbij bijvoorbeeld hoofdstadregio's (zoals Parijs, Brussel, Amsterdam) kunnen worden vergeleken met perifere gebieden;
- Bedrijfsomvang, waarbij onderzocht wordt of KMO's anders reageren op ICT dan grote multinationals.

Dergelijke analyses vereisen toegang tot microdata van ondernemingen, bijvoorbeeld via firm-level datasets van Eurostat, nationale statistiekbureaus of surveys zoals de European Community Innovation Survey (CIS).

Samengestelde indexen en ICT-intensiteitsmaten

Zoals eerder vermeld, werden ICT-variabelen in dit onderzoek afzonderlijk opgenomen, wegens het ontbreken van een geharmoniseerde, meerdimensionale index op nationaal niveau. In toekomstig onderzoek zou de ontwikkeling van een samengestelde digitaliseringsindex wenselijk zijn, bijvoorbeeld gebaseerd op principal component analysis (PCA) of factoranalyse. Dit zou de onderliggende structuur van digitale volwassenheid beter vatten, de interpretatie van resultaten vereenvoudigen en de kans op multicollineariteit verkleinen.

Daarnaast kunnen meer dynamische indicatoren van digitalisering worden opgenomen, zoals investeringen in digitale R&D, ICT-uitgaven per werknemer, of technologische integratiegraad in kernprocessen (bijvoorbeeld ERP, big data, automatisering).

Causale identificatie en dynamische modellen

De huidige analyse is bewust opgezet als een structurele verkenning en maakt geen causale claims. Een volgende stap zou zijn om het causale effect van ICT op productiviteit en export te isoleren via meer geavanceerde econometrische technieken, zoals:

- Instrumentele variabelen om endogeniteit te corrigeren, bijvoorbeeld op basis van exogene beleidsveranderingen of technologische shocks
- Generalized Method of Moments (GMM) voor dynamische panelmodellen, om vertraagde effecten van ICT-investeringen mee te nemen
- Difference-in-differences (DiD) designs bij policy-evaluaties rond digitaliseringsprogramma's of infrastructuurprojecten.

Dergelijke methoden vragen vaak om granularere data en beleidsvariatie, maar bieden aanzienlijk sterkere inferenties over oorzaak-gevolgrelaties.

Breder geografisch bereik en comparatieve benaderingen

De analyse in deze studie beperkt zich tot vijftien Europese OESO-landen, met vergelijkbare instituties en economische ontwikkeling. Een duidelijke uitbreiding ligt in het opnemen van:

- Niet-Europese OESO-landen zoals Canada, Zuid-Korea of Japan, om te toetsen of dezelfde patronen gelden buiten het Europese institutionele kader;
- Opkomende economieën, waar ICT-sprongen mogelijk een grotere impact hebben op structurele transformatie, bijvoorbeeld via mobiele netwerken of fintech.

Ook kunnen comparatieve case studies tussen landen met gelijkaardige karakteristieken (bijvoorbeeld Nederland en België, of Spanje en Italië) nuttig zijn om institutionele of beleidsmatige verklaringen voor verschillen in digitaliseringsimpact te identificeren.

Aanvullende variabelen: beleid, vaardigheden en infrastructuur

Tot slot zou toekomstig onderzoek kunnen worden verrijkt met aanvullende verklarende variabelen die de institutionele en menselijke context van digitalisering mee in rekening brengen. Voorbeelden zijn:

- ICT-beleidsscores (zoals de DESI-index van de Europese Commissie);
- Onderwijs- en vaardigheidsindicatoren, zoals STEM-afstudeercijfers of lifelong learning;
- Infrastructuurbeschikbaarheid, inclusief 5G-dekking of datacentercapaciteit.

Door deze factoren op te nemen kan worden nagegaan onder welke omstandigheden ICT het meest productief of exportbevorderend werkt, en welke beleidsinspanningen die effecten versterken.

6 Literatuurlijst

- Anderson, J. E., & van Wincoop, E. (2004). Trade costs. *Journal of Economic Literature*, 42(3), 691–751. <https://doi.org/10.1257/0022051042177649>
- Añón Higón, D., & Bonvin, D. (2022). Information and communication technologies and firms' export performance. *Industrial and Corporate Change*, 31(4), 955–979. <https://doi.org/10.1093/icc/dtac017>
- Añón Higón, D., & Driffield, N. (2011). Exporting and innovation performance: Analysis of the annual Small Business Survey in the UK. *International Small Business Journal*, 29(1), 4–24. <https://doi.org/10.1177/0266242610369742>
- Aw, B. Y., Roberts, M. J., & Xu, D. Y. (2011). R&D investment, exporting, and productivity dynamics. *American Economic Review*, 101(4), 1312–1344. <https://doi.org/10.1257/aer.101.4.1312>
- Bernard, A. B., & Jensen, J. B. (1999). Exceptional exporter performance: Cause, effect, or both? *Journal of International Economics*, 47(1), 1–25. [https://doi.org/10.1016/S0022-1996\(98\)00027-0](https://doi.org/10.1016/S0022-1996(98)00027-0)
- Bernard, A. B., & Jensen, J. B. (2004). Why some firms export. *Review of Economics and Statistics*, 86(2), 561–569. <https://doi.org/10.1162/003465304323031111>
- Bharadwaj, A. S. (2000). A resource-based perspective on information technology capability and firm performance: An empirical investigation. *MIS Quarterly*, 24(1), 169–196. <https://doi.org/10.2307/3250983>
- Biagi, F., & Falk, M. (2017). The impact of ICT and e-commerce on employment in Europe. *Journal of Policy Modeling*, 39(1), 1–18. <https://doi.org/10.1016/j.jpolmod.2016.12.004>
- Blichfeldt, H., & Faullant, R. (2021). Performance effects of digital technology adoption and product & service innovation: A process-industry perspective. *Technovation*, 105, 102275. <https://doi.org/10.1016/j.technovation.2021.102275>
- Bratti, M., & Felice, G. (2012). Are exporters more likely to introduce product innovations? *The World Economy*, 35(11), 1559–1598. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9701.2012.01453.x>
- Brouthers, K. D., Nakos, G., & Dimitratos, P. (2015). SME entrepreneurial orientation, international performance, and the moderating role of strategic alliances. *Entrepreneurship Theory and Practice*, 39(5), 1161–1187. <https://doi.org/10.1111/etap.12101>
- Brynjolfsson, E., & Hitt, L. M. (2000). Beyond computation: Information technology, organizational transformation and business performance. *Journal of Economic Perspectives*, 14(4), 23–48. <https://doi.org/10.1257/jep.14.4.23>

- Cassiman, B., & Golovko, E. (2011). Innovation and internationalization through exports. *Journal of International Business Studies*, 42(1), 56–75. <https://doi.org/10.1057/jibs.2010.36>
- Chen, H., Chiang, R. H., & Storey, V. C. (2012). Business intelligence and analytics: From big data to big impact. *MIS Quarterly*, 36(4), 1165–1188. <https://doi.org/10.2307/41703503>
- Coe, D. T., & Helpman, E. (1995). International R&D spillovers. *European Economic Review*, 39(5), 859–887. [https://doi.org/10.1016/0014-2921\(94\)00100-E](https://doi.org/10.1016/0014-2921(94)00100-E)
- Cohen, W. M., & Levinthal, D. A. (1990). Absorptive capacity: A new perspective on learning and innovation. *Administrative Science Quarterly*, 35(1), 128–152. <https://doi.org/10.2307/2393553>
- Criscuolo, C., Haskel, J. E., & Slaughter, M. J. (2010). Global engagement and the innovation activities of firms. *International Journal of Industrial Organization*, 28(2), 191–202. <https://doi.org/10.1016/j.ijindorg.2009.07.012>
- De Loecker, J. (2007). Do exports generate higher productivity? Evidence from Slovenia. *Journal of International Economics*, 73(1), 69–98. <https://doi.org/10.1016/j.jinteco.2007.03.003>
- De Loecker, J. (2013). Detecting learning by exporting. *American Economic Journal: Microeconomics*, 5(3), 1–21. <https://www.jstor.org/stable/43189629>
- Edwards, S. (1988). Exchange rate misalignment in developing countries. World Bank Occasional Papers No. 2. <https://documents.worldbank.org/en/publication/documents-reports/documentdetail/526031468739512469>
- European Commission. (2023). Digital Economy and Society Index (DESI) 2023. <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/policies/desi>
- Eurostat. (2023). Digital intensity of enterprises – methodology. European Commission. [https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Glossary:Digial_Intensity_Index_\(DII\)&curid=120437&oldid=614292](https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Glossary:Digial_Intensity_Index_(DII)&curid=120437&oldid=614292)
- Fagerberg, J. (2006). Innovation: A guide to the literature. In J. Fagerberg & D. C. Mowery (Eds.), *The Oxford handbook of innovation* (pp. 1–26). Oxford University Press. https://www.researchgate.net/publication/24134940_Innovation_A_Guide_to_the_Literature
- Felbermayr, G., & Jung, B. (2011). Trade intermediation and the organization of exporters. *Review of International Economics*, 19(4), 634–648. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9396.2011.00971.x>
- Freund, C., & Weinhold, D. (2004). The effect of the Internet on international trade. *Journal of International Economics*, 62(1), 171–189. [https://doi.org/10.1016/S0022-1996\(03\)00059-X](https://doi.org/10.1016/S0022-1996(03)00059-X)

- Gal, P., Nicoletti, G., Renault, T., Sorbe, S., & Timiliotis, C. (2019). Digitalisation and productivity: In search of the holy grail – Firm-level empirical evidence from EU countries. OECD Economics Department Working Papers, No. 1533. OECD Publishing.
https://www.oecd.org/en/publications/digitalisation-and-productivity-in-search-of-the-holy-grail-firm-level-empirical-evidence-from-eu-countries_5080f4b6-en.html
- Ganotakis, P., & Love, J. H. (2012). Export propensity, export intensity and firm performance: The role of the entrepreneurial founding team. *Journal of International Business Studies*, 43(8), 693–718. <https://doi.org/10.1057/jibs.2012.16>
- Golovko, E., & Valentini, G. (2011). Exploring the complementarity between innovation and export for SMEs' growth. *Journal of International Business Studies*, 42(3), 362–380.
<https://doi.org/10.1057/jibs.2011.2>
- Gomez-Sanchez, A. M., Máñez Castillejo, J. A., & Sanchis-Llopis, J. A. (2023). On the direct and indirect effects of ICT on SMEs export performance: Evidence from Colombian manufacturing. *Journal of the Knowledge Economy*, 15, 6178–6200. <https://doi.org/10.1007/s13132-023-01378-7>
- Griffith, R., Redding, S., & Van Reenen, J. (2004). Mapping the two faces of R&D: Productivity growth in a panel of OECD industries. *The Review of Economics and Statistics*, 86(4), 883–895.
<https://doi.org/10.1162/0034653043125194>
- Grossman, G. M., & Helpman, E. (1991). *Innovation and growth in the global economy*. MIT Press.
- Harrigan, J., Reshef, A., & Farid, T. (2023). Techies and firm level productivity. (Working Paper). CESifo Working Paper No. 10468. <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.4470388>
- Harris, R., & Li, Q. C. (2009). Exporting, R&D, and absorptive capacity in UK establishments. *Oxford Economic Papers*, 61(1), 74–103. <https://doi.org/10.1093/oep/gpn011>
- Hausmann, R., Hwang, J., & Rodrik, D. (2007). What you export matters. *Journal of Economic Growth*, 12(1), 1–25. <https://doi.org/10.1007/s10887-006-9009-4>
- Helpman, E., Melitz, M. J., & Rubinstein, Y. (2008). Estimating trade flows: Trading partners and trading volumes. *Quarterly Journal of Economics*, 123(2), 441–487.
<https://doi.org/10.1162/qjec.2008.123.2.441>
- Helpman, E., Melitz, M. J., & Yeaple, S. R. (2004). Export versus FDI with heterogeneous firms. *American Economic Review*, 94(1), 300–316. <https://doi.org/10.1257/000282804322970814>
- Hirsch-Kreinsen, H. (2008). “Low-tech” innovations. *Industry and Innovation*, 15(1), 19–43.
<https://doi.org/10.1080/13662710701850691>

- Johanson, J., & Vahlne, J.-E. (1977). The internationalization process of the firm: A model of knowledge development and increasing foreign market commitments. *Journal of International Business Studies*, 8(1), 23–32. <https://doi.org/10.1057/palgrave.jibs.8490676>
- Johanson, J., & Vahlne, J.-E. (2009). The Uppsala internationalization process model revisited: From liability of foreignness to liability of outsidership. *Journal of International Business Studies*, 40(9), 1411–1431. <https://doi.org/10.1057/jibs.2009.24>
- Kirbach, M., & Schmiedeberg, C. (2008). Innovation and export performance: Adjustment and remaining differences in East and West German manufacturing. *Economics of Innovation and New Technology*, 17(5), 435–457. <https://doi.org/10.1080/10438590701357189>
- Knight, G. (2000). Entrepreneurship and marketing strategy: The SME under globalization. *Journal of International Marketing*, 8(2), 12–32. <https://doi.org/10.1509/jimk.8.2.12.19620>
- Knight, G. A., & Cavusgil, S. T. (2004). Innovation, organizational capabilities, and the born-global firm. *Journal of International Business Studies*, 35(2), 124–141. <https://doi.org/10.1057/palgrave.jibs.8400071>
- Lodi, L. (2024). Population density and countries' export performance: A supply-side structural gravity with unilateral variables. Working Papers - Economics, Università degli Studi di Firenze. https://ideas.repec.org/p/frz/wpaper/wp2024_11.rdf.html
- Love, J. H., & Roper, S. (2015). SME innovation, exporting and growth: A review of existing evidence. *International Small Business Journal*, 33(1), 28–48. <https://doi.org/10.1177/0266242614550190>
- Marston, S., et al. (2011). Cloud computing—the business perspective. *Decision Support Systems*, 51(1), 176–189. <https://doi.org/10.1016/j.dss.2010.12.006>
- Melitz, M. J. (2003). The impact of trade on intra-industry reallocations and aggregate industry productivity. *Econometrica*, 71(6), 1695–1725. <https://doi.org/10.1111/1468-0262.00467>
- Melitz, M., & Redding, S. (2014). Heterogeneous firms and trade. In G. Gopinath, E. Helpman, & K. Rogoff (Eds.), *Handbook of International Economics* (Vol. 4, pp. 1–54). Elsevier. <http://www.nber.org/papers/w18652>
- OECD. (2018). *Oslo Manual 2018: Guidelines for Collecting, Reporting and Using Data on Innovation* (4th ed.). OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/9789264304604-en>
- OECD. (2020). *OECD SME and Entrepreneurship Outlook 2019*. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/34907e9c-en>
- OECD. (2023). *International trade statistics and indicators*. Organisation for Economic Co-operation and Development.

<https://www.oecd.org/en/data/insights/statistical-releases/2024/02/International-trade-statistics-trends-in-fourth-quarter-2023.html>

Salomon, R., & Shaver, J. M. (2005). Learning by exporting: New insights from examining firm innovation. *Journal of Economics & Management Strategy*, 14(2), 431–460.
<https://doi.org/10.1111/j.1530-9134.2005.00047.x>

Schumpeter, J. A. (1934). *The theory of economic development: An inquiry into profits, capital, credit, interest, and the business cycle*. Harvard University Press.

Sousa, C. M., & Bradley, F. (2006). Cultural distance and psychic distance: Two peas in a pod? *Journal of International Marketing*, 14(1), 49–70. <https://doi.org/10.1509/jimk.14.1.49>

Trott, P. (2017). *Innovation management and new product development* (6th ed.). Pearson Education.

Van Biesebroeck, J. (2005). Exporting raises productivity in sub-Saharan African manufacturing firms. *Journal of International Economics*, 67(2), 373–391.
<https://doi.org/10.1016/j.jinteco.2004.12.002>

Vancauteren, M., Chemo Dzukou, K. R., Polder, M., Mohnen, P., & Miranda, J. (2024). Digitalization and international competitiveness: A cross-country exploration of the relation between firm-level ICT use, productivity and export (Working Paper No. 462). National Bank of Belgium.
<https://www.nbb.be/en/articles/digitalization-and-international-competitiveness-cross-country-exploration-relation-between>

Wagner, J. (2007). Exports and productivity: A survey of the evidence from firm-level data. *The World Economy*, 30(1), 60–82. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9701.2007.00872.x>

West, M.A. and Farr, J.L. (1990). *Innovation and Creativity at Work: Psychological and organizational strategies*, Oxford, UK: John Wiley & Sons.

Wooldridge, J. M. (2010). *Econometric analysis of cross section and panel data* (2nd ed.). MIT Press.
<https://ipcid.org/evaluation/apoio/Wooldridge%20-%20Cross-section%20and%20Panel%20Data.pdf>

World Bank. (2020). *World Development Report 2020: Trading for development in the age of global value chains*. <https://www.worldbank.org/en/publication/wdr2020>

7 Figuren

Figuur 1:

Descriptive Statistics					
	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
Ln(Export,%ofGDP)	135	3,3316753373	5,3298724748	4,0366931066	0,5341957679
Ln(BBPpc,PPP)	135	10,221818918	11,797774525	10,904375196	0,3738108204
ICT_%Specialists	135	0,0169000000	0,0733000000	0,0374259259	0,0121699836
ICT_Broadband	105	0,1200000000	0,9111000000	0,4736428571	0,1914249712
ICT_Cloud	105	0,0569260000	0,7548780000	0,3114392667	0,1668024241
ICT_Website	135	0,5155120000	0,9628360000	0,7691514222	0,1093951065
ICT_Ordersinternet	135	0,0608350000	0,3420790000	0,1764322074	0,0611570845
Ln(pop)	135	13,182415600	18,236287495	16,224670948	1,3177323459
Valid N (listwise)	105				

Figuur 2: Testregressie **zonder** landdummies

Model Summary				
Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	0,7369 ^a	0,5430	0,5289	0,3667

a. Predictors: (Constant), Year_encoded, Ln(pop), ICT_% Specialists, Ln(BBPpc,PPP)

Figuur 3: Testregressie **met** landdummies

Model Summary				
Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	0,9973 ^a	0,9946	0,9937	0,0423

a. Predictors: (Constant), Land_Sweden, Year_encoded, Ln (pop), Land_Czechia, Land_Portugal, Land_Hungary, Land_Netherlands, Land_Finland, Land_Norway, Land_Ireland, Land_Spain, Land_Italy, Land_Latvia, Land_France, Land_Germany, ICT_%Specialists, Ln(BBPpc, PPP), Land_Luxembourg

Figuur 4: Resultaten voor regressiemodellen met **export** als afhankelijke variabele

	ICT_Specialists	ICT_Broadband	ICT_Cloud	ICT_Website	ICT_Ordersinternet
Model					
R-squared	0.995	0.996	0.995	0.995	0.995
Variabelen					
ICT-indicator (β)	0.051 (p = 0.240)	-0.047** (p = 0.041)	0.001 (p = 0.986)	0.148*** (p < 0.001)	0.034* (p = 0.077)
Productiviteit (β)	0.310*** (p < 0.001)	0.242*** (p < 0.001)	0.302*** (p < 0.001)	0.285*** (p < 0.001)	0.260*** (p < 0.001)
Populatie (β)	1.949*** (p < 0.001)	2.171*** (p = 0.002)	2.175*** (p = 0.003)	2.330*** (p < 0.001)	2.145*** (p < 0.001)

Opmerking. Elke regressie is geschat met vaste effecten voor landen en jaardummies. De weergegeven coëfficiënten zijn gestandaardiseerde β's.
Significantieniveaus: *** = p < 0.01, ** = p < 0.05, * = p < 0.10

Figuur 5: Resultaten voor regressiemodellen met **productiviteit** als afhankelijke variabele

	ICT_Specialists	ICT_Broadband	ICT_Cloud	ICT_Website	ICT_Ordersinternet
<i>Model</i>					
R-squared	0.971	0.983	0.984	0.974	0.978
<i>Variabelen</i>					
ICT-indicator (β)	0.179*** (p = 0.003)	0.062*** (p = 0.001)	0.133*** (p < 0.001)	0.299*** (p < 0.001)	0.210*** (p < 0.001)
Populatie (β)	1.145 (p = 0.315)	0.799 (p = 0.535)	0.160 (p = 0.899)	1.707* (p = 0.079)	1.673* (p = 0.059)

Opmerking. Elke regressie is geschat met vaste effecten voor landen. De weergegeven coëfficiënten zijn gestandaardiseerde β 's.
Significantieniveaus: *** = p < 0.01, ** = p < 0.05, * = p < 0.10

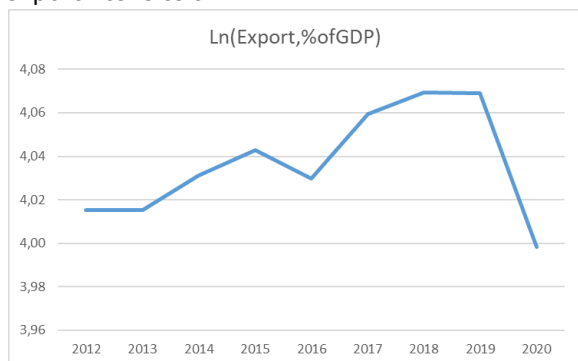
Figuur 6: Gemiddelden + (standaarddeviaties) van variabelen, per land

Country	Ln(Export,%ofGDP)	Ln(BBPpc,PPP)	ICT_%Specialists	ICT_Broadband	ICT_Cloud	ICT_Website	ICT_Ordersinternet	Ln(pop)
<i>Belgium</i>	4.39 (0.0265)	10.97 (0.0239)	0.04 (0.0044)	0.57 (0.1625)	0.36 (0.1188)	0.82 (0.0366)	0.21 (0.0328)	16.24 (0.0131)
<i>Czechia</i>	4.33 (0.0554)	10.67 (0.0727)	0.04 (0.0036)	0.34 (0.1804)	0.22 (0.0566)	0.82 (0.0139)	0.21 (0.0152)	16.17 (0.0065)
<i>Finland</i>	3.63 (0.0468)	10.91 (0.0285)	0.06 (0.0045)	0.52 (0.1215)	0.63 (0.0911)	0.95 (0.0155)	0.18 (0.0319)	15.52 (0.0073)
<i>France</i>	3.44 (0.0453)	10.84 (0.0263)	0.03 (0.0045)	0.32 (0.1853)	0.19 (0.0505)	0.67 (0.0273)	0.13 (0.0257)	18.02 (0.0096)
<i>Germany</i>	3.73 (0.0268)	11.01 (0.0293)	0.04 (0.0023)	0.45 (0.1881)	0.21 (0.0787)	0.87 (0.0220)	0.20 (0.0247)	18.22 (0.0132)
<i>Hungary</i>	4.44 (0.0349)	10.39 (0.0972)	0.03 (0.0017)	0.36 (0.1269)	0.16 (0.0615)	0.64 (0.0279)	0.13 (0.0215)	16.10 (0.0060)
<i>Ireland</i>	4.78 (0.0925)	11.29 (0.2068)	0.02 (0.0011)	0.49 (0.1856)	0.41 (0.0817)	0.76 (0.0204)	0.27 (0.0548)	15.38 (0.0288)
<i>Italy</i>	3.38 (0.0374)	10.77 (0.0277)	0.03 (0.0017)	0.28 (0.2099)	0.34 (0.1389)	0.70 (0.0275)	0.10 (0.0344)	17.91 (0.0087)
<i>Latvia</i>	4.14 (0.0123)	10.36 (0.0914)	0.03 (0.0040)	0.44 (0.1425)	0.13 (0.0566)	0.60 (0.0417)	0.10 (0.0263)	14.49 (0.0233)
<i>Luxembourg</i>	5.25 (0.0623)	11.78 (0.0124)	0.05 (0.0051)	0.56 (0.1672)	0.21 (0.0601)	0.81 (0.0292)	0.12 (0.0199)	13.27 (0.0597)
<i>Netherlands</i>	4.42 (0.0318)	11.07 (0.0366)	0.04 (0.0057)	0.63 (0.1582)	0.41 (0.0994)	0.88 (0.0373)	0.22 (0.0191)	16.65 (0.0142)
<i>Norway</i>	3.63 (0.0736)	11.36 (0.0157)	0.04 (0.0025)	0.49 (0.1541)	0.47 (0.1191)	0.79 (0.0089)	0.24 (0.0246)	15.47 (0.0237)
<i>Portugal</i>	3.70 (0.0585)	10.51 (0.0526)	0.03 (0.0045)	0.56 (0.1973)	0.21 (0.0616)	0.60 (0.0445)	0.13 (0.0201)	16.15 (0.0080)
<i>Spain</i>	3.50 (0.0473)	10.68 (0.0555)	0.03 (0.0022)	0.46 (0.2017)	0.20 (0.0479)	0.74 (0.0316)	0.17 (0.0468)	17.66 (0.0068)
<i>Sweden</i>	3.79 (0.0380)	10.98 (0.0310)	0.06 (0.0060)	0.63 (0.1609)	0.53 (0.1071)	0.90 (0.0111)	0.24 (0.0257)	16.11 (0.0303)

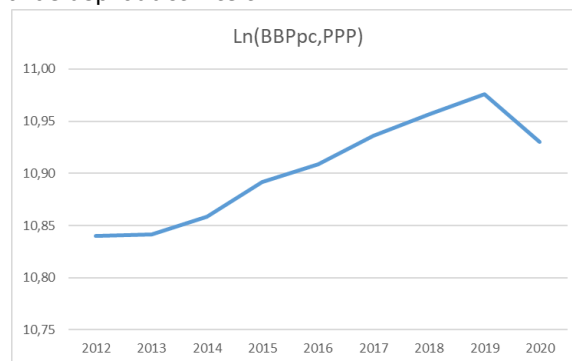
Figuur 7: Gemiddelden + (standaarddeviaties) van variabelen, per jaar

Years	Ln(Export,%ofGDP)	Ln(BBPpc,PPP)	ICT_%Specialists	ICT_Broadband	ICT_Cloud	ICT_Website	ICT_Ordersinternet	Ln(pop)
2012	4.02 (0.5253)	10.84 (0.3957)	0.03 (0.0115)			0.73 (0.1211)	0.15 (0.0558)	16.21 (1.3686)
2013	4.02 (0.5280)	10.84 (0.3927)	0.03 (0.0113)			0.75 (0.1127)	0.15 (0.0623)	16.21 (1.3666)
2014	4.03 (0.5418)	10.86 (0.3880)	0.04 (0.0109)	0.30 (0.0948)	0.22 (0.1348)	0.75 (0.1251)	0.17 (0.0619)	16.22 (1.3643)
2015	4.04 (0.5568)	10.89 (0.3882)	0.04 (0.0110)	0.34 (0.1086)	0.24 (0.1356)	0.77 (0.1106)	0.17 (0.0543)	16.22 (1.3616)
2016	4.03 (0.5618)	10.91 (0.3837)	0.04 (0.0116)	0.39 (0.1191)	0.26 (0.1402)	0.78 (0.0988)	0.18 (0.0589)	16.22 (1.3592)
2017	4.06 (0.5503)	10.94 (0.3761)	0.04 (0.0124)	0.45 (0.1271)	0.31 (0.1577)	0.78 (0.0996)	0.19 (0.0594)	16.23 (1.3561)
2018	4.07 (0.5422)	10.96 (0.3667)	0.04 (0.0131)	0.50 (0.1326)	0.33 (0.1614)	0.79 (0.1090)	0.19 (0.0670)	16.23 (1.3539)
2019	4.07 (0.5481)	10.98 (0.3625)	0.04 (0.0132)	0.55 (0.1372)	0.38 (0.1678)	0.79 (0.1124)	0.19 (0.0592)	16.24 (1.3508)
2020	4.00 (0.5956)	10.93 (0.3867)	0.04 (0.0139)	0.79 (0.0907)	0.43 (0.1836)	0.78 (0.1060)	0.21 (0.0639)	16.24 (1.3486)

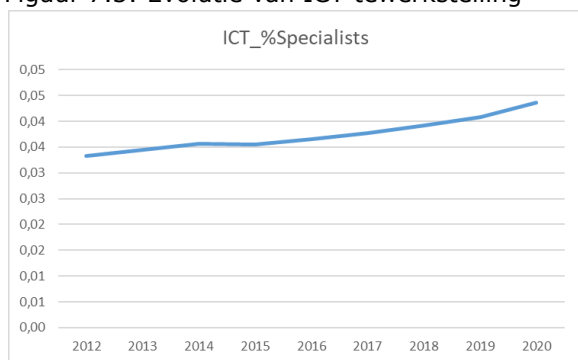
Figuur 7.1: Jaarlijkse evolutie van exportintensiteit



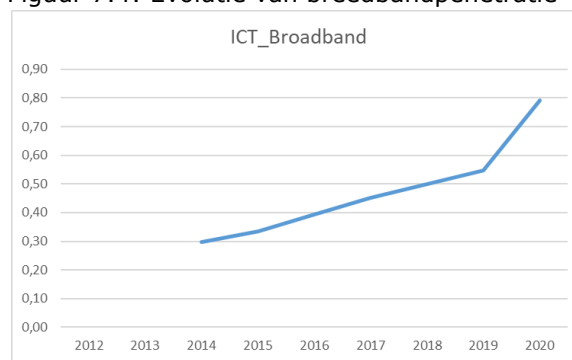
Figuur 7.2: Jaarlijkse evolutie van arbeidsproductiviteit



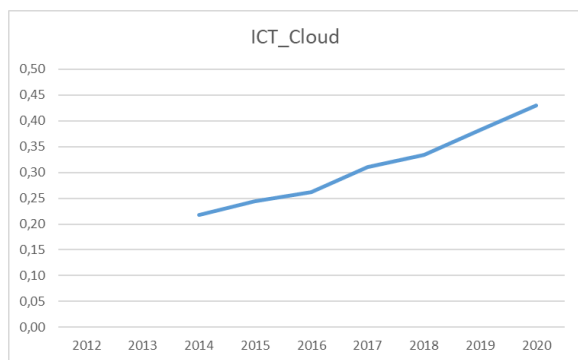
Figuur 7.3: Evolutie van ICT-tewerkstelling



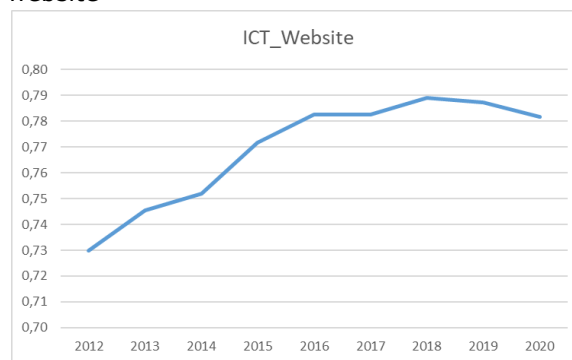
Figuur 7.4: Evolutie van breedbandpenetratie



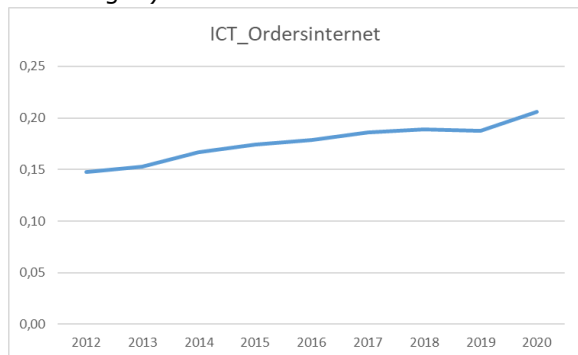
Figuur 7.5: Evolutie van cloudgebruik



Figuur 7.6: Evolutie van aandeel bedrijven met website



Figuur 7.7: Evolutie van e-commerce (online bestellingen)



Figuur 7.8: Evolutie van bevolkingsgrootte

