



Logistics 4.0

Hoe ver is de digitalisering van de logistiek gevorderd?

Resultaten van een enquête in tien Europese landen



Logistics 4.0

Hoe ver is de digitalisering van de logistiek gevorderd?

Resultaten van een enquête in tien Europese landen

Opgesteld in januari 2022
door het Handelsblatt Research Institute

Auteurs:
Frank Heide
Dr. Sven Jung
Dr. Frank Christian May

Inhoud

6 1 Inleiding

8 2 Digitale transformatie van de logistiek

- 8 2.1 Technologieën en toepassingsmogelijkheden
- 12 2.2 Verandering van werkprocessen
- 13 2.3 Gegevensbescherming en cyberveiligheid

14 3 Logistics 4.0 – resultaten van een enquête in tien Europese landen

- 14 3.1 Onderzoeksmethode
- 15 3.2 Digitale transformatie van de logistiek
 - 15 3.2.1 Stand van zaken met betrekking tot de digitale transformatie
 - 18 3.2.2 Uitdagingen bij de digitale transformatie van de logistiek
 - 20 3.2.3 Realisatie van de digitale transformatie
 - 21 3.2.4 Aanjagers van de digitale transformatie
 - 22 3.2.5 Risico's als gevolg van een gedigitaliseerde logistiek
- 24 3.3 Toekomsttechnologieën
 - 25 3.3.1 Verwachte relevantie van innovatieve technologieën voor de toekomstige logistiek en mate waarin deze zijn geïmplementeerd
 - 28 3.3.2 Voordelen bij de toepassing van digitale technologieën in de logistiek
- 29 3.4 Extended reality
 - 30 3.4.1 Verwachte toepassingsmogelijkheden en voordelen van augmented reality in de logistiek
 - 34 3.4.2 Gebruik en verwachte voordelen van smart glasses in de logistiek
- 38 3.5 Internet of Things
 - 39 3.5.1 Verwachte toepassingsmogelijkheden van het Internet of Things in de logistiek
 - 42 3.5.2 Verwachte voordelen van IoT-toepassingen in de logistiek
- 43 3.6 Interpretatie van de resultaten

45 4 Voorbeelden uit de praktijk

53 5 Slotsom

1 Inleiding

Bedrijven zijn geen starre eenheden maar dynamische organisaties. Om deze organisaties goed te laten functioneren, moet veel binnen het bedrijf kunnen stromen. Hierbij kan het gaan om materialen en onderdelen, maar ook om informatie. De bedrijfslogistiek omvat alle activiteiten die bijdragen aan het vervoer en de opslag van goederen, vanaf de inkoop van grondstoffen tot de verkoop aan de eindverbruikers en consumenten.

Dat de gevolgen groot kunnen zijn als de wereldwijde materiaalstroom wordt beperkt, is laatst gebleken in de zomer van 2021: veel bedrijven moesten sindsdien hun productie terugschroeven, omdat door de logistiek onvoldoende kon worden geleverd en hierdoor tekorten aan materialen en halffabricaten ontstonden. In november 2021 zijn de problemen nog niet opgelost.

Ook binnen bedrijven behoren logistiek en opslag tot de functies die van essentieel belang zijn voor het succes en voortbestaan van bedrijven. Als in een productiebedrijf de benodigde onderdelen niet op de juiste tijd op de juiste plaats worden geleverd, kan de gehele productie stil komen te liggen. Ook bij een handelsbedrijf kunnen processen stil komen te liggen als magazijn en verkoopnet niet op elkaar zijn afgestemd.

Logistiek beperkt zich niet langer tot een puur ondersteunende functie, maar krijgt steeds meer een zelfstandige rol. Dit is niet in de laatste plaats te danken aan de globalisering van toeleveringsketens, het groeiende

de belang van opkomende industrielanden en de steeds individuelere en complexere klantvragen.

In het verleden hebben logistieke processen en magazijnprocessen binnen bedrijven al talrijke veranderingen ondergaan. Zo had je vroeger meestal grote magazijnen, maar zijn deze onder invloed van het Just In Time-concept aanmerkelijk kleiner geworden. Volgens dit concept moesten de logistieke processen en productieprocessen veel beter op elkaar worden afgestemd. Maar ook bij levering volgens de Just In Time-methode kon geen optimale bevoorradingslogistiek worden gewaarborgd, zodat men overstapte op Just In Sequence. Volgens deze methode worden materialen niet op de juiste tijd en in de juiste hoeveelheid geleverd, maar in de volgorde waarin ze nodig zijn voor de productie.

Onlangs onderging de bedrijfsinterne logistiek, net als veel andere bedrijfsonderdelen en functies binnen bedrijven, een digitale transformatie. Doel van deze transformatie was niet zozeer de ontwikkeling van nieuwe producten, diensten of bedrijfsmodellen, als wel de verbetering van processen. Met Logistics 4.0, ook wel smart logistics of Logistiek 4.0 genoemd, kunnen kosten worden verlaagd, kan de efficiëntie worden verhoogd of kan de kwaliteit van processen worden verbeterd. Hiervoor kunnen technologieën zoals kunstmatige intelligentie, big data analytics en augmented reality worden toegepast.

Logistics 4.0 staat hierbij ook in verband met Work 4.0, een onderwerp waarover het Handelsblatt Research Institute en TeamViewer al in een eerder rapport hun licht hebben laten schijnen. Want de toepassing van technologieën is maar één aspect van de digitale transformatie van de logistiek. Met de nieuwe technologieën veranderen ook de concrete processen en in het verlengde daarvan de werkprocessen van werknemers die op dit gebied werkzaam zijn. Hun werkzaamheden worden aan de nieuwe randvoorwaarden aangepast.

Welke dat kunnen zijn, wordt in dit rapport onderzocht. De belangrijkste pijler van dit onderzoek vormt een bedrijvenenquête die in tien Europese landen is gehouden. Op basis hiervan kan inzicht worden verkregen in hoe er in Europa tegen Logistics 4.0

wordt aangekeken en kan tegelijkertijd worden nagegaan welke verschillen er tussen landen bestaan, of bijvoorbeeld de digitale transformatie van de logistiek in Franse bedrijven al verder is gevorderd en ook anders wordt aangepakt dan in Spaanse bedrijven.

Om het onderwerp tastbaarder te maken, sluit het rapport af met concrete toepassingsvoorbeelden uit de praktijk. Deze maken duidelijk welke wegen bedrijven al hebben bewandeld bij de digitalisering van hun logistiek. Maar eerst wordt uiteengezet wat in theorie het belang van Logistics 4.0 kan zijn.



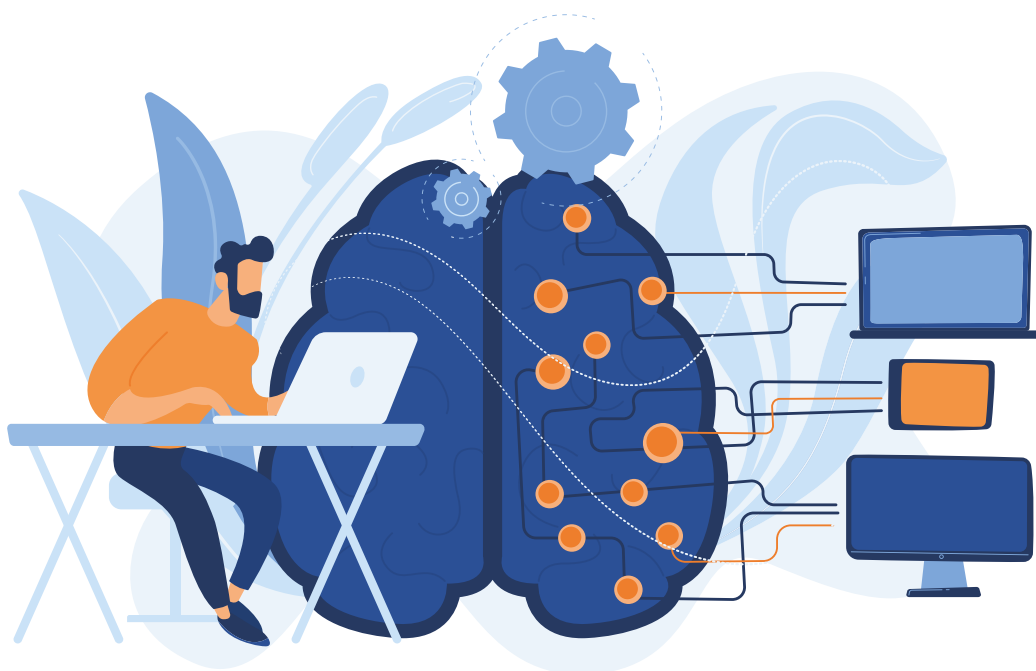
2 Digitale transformatie van de logistiek

Een essentieel onderdeel van de digitale transformatie van de logistiek binnen bedrijven vormt de toepassing van nieuwe, digitale technologieën. Kunstmatige intelligentie, connectiviteit, robotica, augmented reality, cloud computing en big data analytics kunnen worden ingezet om processen efficiënter in te richten. Door in deze technologieën te investeren, kunnen bedrijven hun flexibiliteit, productiviteit en efficiëntie verhogen, de kosten verlagen en de bevoorradingszekerheid en arbeidsomstandigheden verbeteren.

2.1 Technologieën en toepassingsmogelijkheden

Kunstmatige intelligentie

Bij kunstmatige intelligentie (KI) wordt intelligent gedrag gesimuleerd. Op basis van gegevens worden met zo min mogelijk menselijk ingrijpen beslissingen genomen. In het kader van machine learning, een toepassingsgebied van kunstmatige intelligentie, verbeteren computerprogramma's zelfstandig hun prestaties door ervaringen te verzamelen. Zelflerende machines kunnen sommige werkzaamheden inmiddels net zo goed verrichten als menselijke arbeidskrachten – en soms zelfs beter.



Op het gebied van de logistiek kan KI worden ingezet om processen in het magazijn of de productie te optimaliseren. Daarnaast vormt KI de basis voor autonome besturingen. Zo kunnen interne transportmiddelen zich autonoom in het magazijn of de productieruimte verplaatsen en bijvoorbeeld de afzonderlijke werkstations van de benodigde onderdelen en materialen voorzien. Met behulp van beeld-, tekst- en spraakherkenning kunnen deze voertuigen ook op hun omgeving reageren.

Augmented, mixed en virtual reality

De computerondersteunde waarneming van de werkelijkheid (extended reality) biedt veel nieuwe mogelijkheden, bijvoorbeeld voor de benadering van klanten, opleiding en bijscholing, realtime-ondersteuning van complexe werkstappen of de weergave van prototypen in de planningsfase (zie paragraaf 3.4).

Op het gebied van de logistiek wordt hierdoor bijvoorbeeld vision picking mogelijk. Dit betreft een werkwijze waarbij een orderpicker in het magazijn met behulp van een databril (smart glasses) en informatie uit de omgeving artikelen verzamelt voor klant- of productieorders. De databril voorziet de medewerker voortdurend van informatie voor de desbetreffende order. Deze toont onder andere in welke stelling of op welke pallet zich een artikel bevindt. Als de positie van de medewerker wordt bijgehouden, kan de bril de medewerker ook de efficiëntste route naar de opslagplaats wijzen.

Door het gebruik van de camera bij vision picking wordt de handling vereenvoudigd

en is er geen verdere hardware nodig. Bovendien lopen de processen sneller, omdat handelingen via de databril kunnen worden bevestigd. Daarnaast kan pick-by-vision het foutenpercentage verlagen. Als bijvoorbeeld de barcode waarvan de opslagplaats is voorzien, binnen het gezichtsveld van de databril wordt gescand, meldt het daarop geïnstalleerde systeem de orderpicker of deze zich bij de juiste opslagplaats bevindt en hoeveel artikelen er moeten worden gepakt.

Met behulp van virtual reality kunnen bovendien digitale tweelingen van het magazijn of de productieruimte worden gemaakt. Hierbij worden deze ruimten één op één virtueel afgebeeld. Op die manier kunnen nieuwe processen of indelingen voor het magazijn of de productieruimte worden getest zonder dat in de werkelijke wereld het werk hoeft te worden onderbroken.

Internet der dingen

Machines, apparaten, materialen en producten worden steeds meer met het internet verbonden en vormen daarmee het internet der dingen (Engels: Internet of Things, IoT). Hierdoor kunnen bijvoorbeeld machines onderling communiceren en met behulp van KI, sensoren en actuatoren elkaar aansturen. Als er een lege materiaalbak wordt gedetecteerd, kan de machine of de bak dit aan het magazijnsysteem melden. Door dit systeem wordt vervolgens een (autonoom) intern transportmiddel in beweging gezet dat de bak weer vult met de desbetreffende materialen.

Big data analytics

Door de toepassing van Internet of Things en het gebruik van talloze sensoren krijgt de logistiek van bedrijven de beschikking over grote gegevenshoeveelheden. Deze big data zijn echter in het begin nog ongestructureerd en niet direct bruikbaar. Pas met big data analytics met gebruikmaking van KI kan nuttige kennis worden gegenereerd en de waarde van deze gegevens worden verzilverd. Op basis van die kennis kunnen processen worden geoptimaliseerd, bijvoorbeeld door kortere transportroutes.

Cloud computing

Met behulp van cloud computing worden infrastructuren en werklasten naar externe datacenters verplaatst. Via het internet wordt gebruikgemaakt van software en de prestaties van hardware. Ook gegevens zijn niet op één plaats opgeslagen maar kunnen moeiteloos overal vandaan worden oproepen.

Daarmee kunnen bedrijven meerdere productielocaties en magazijnen gemakkelijker besturen, omdat alle informatie in de cloud bij elkaar komt. De gegevens zijn geclusterd opgeslagen, zodat ze zonder veel moeite in een controlecentrum voor de besturing kunnen worden gebruikt.

Additive manufacturing/3D-printen

3D-printen is een vorm van additive manufacturing. Hierbij worden werkstukken en producten laag voor laag opgebouwd. Dit wordt gedaan op basis van een driedimensionaal computermodel.

Hiermee onderscheidt deze productiemethode zich van de andere methoden waarbij materiaal wordt verwijderd, omgevormd of gemonteerd.

De meestgebruikte materialen voor 3D-printen zijn momenteel kunststoffen en metalen. Maar inmiddels worden bij 3D-printen ook keramiek en biomaterialen ingezet. Het materiaal is in de begintoestand beschikbaar als poeder of in band-, draad- of velvorm. Onder invloed van de hitte van een verwarmingsspiraal of laser wordt het materiaal laag voor laag samengesmolten tot een product.

Additive manufacturing stelt bedrijven in staat om meer waarde te creëren. Sommige onderdelen die voorheen nog van leveranciers werden afgenomen, kunnen nu zonder veel moeite direct ter plaatse worden geproduceerd. Dit is met name aantrekkelijk bij kleine partijen en heeft ook gevolgen voor het voorraadbeheer.

Autonome robotica

Robots worden al decennialang ingezet. Terwijl de klassieke industriële robots plaatsgebonden waren, worden ze in toenemende mate mobiel en autonoom. Ze kunnen zelfstandig in hun omgeving bewegen met behulp van sensoren en actuatoren en door de toepassing van kunstmatige intelligentie. Autonome robots worden niet beperkt tot een paar voorgeprogrammeerde werkstappen, maar werken flexibel samen met menselijke arbeidskrachten.



In het magazijn kunnen robots bijvoorbeeld zware goederen verplaatsen. Idealiter werken de robots hand in hand samen met menselijke arbeidskrachten. Systemen zoals exoskeletten die technische ondersteuning bieden, leiden ertoe dat mens en machine naar elkaar toe groeien, want deze exoskeletten worden op het lichaam gedragen en ontlasten de botten en spieren van werknemers.

2.2 Verandering van werkprocessen

De implementatie van digitale technologieën en het hieruit voortvloeiende gebruik van nieuwe toepassingen vormen de belangrijkste bestanddelen van de digitale transformatie van de logistiek binnen bedrijven. Maar de transformatie omvat nog meer aspecten waaraan bedrijven aandacht moeten besteden om ervoor te zorgen dat deze een succes wordt.

Zo moeten bijvoorbeeld ook de gangbare werkprocessen worden veranderd. Waaruit deze veranderingen binnen bedrijven, die met het begrip 'Work 4.0' worden aangeduid, in het algemeen bestaan en welke verwachtingen werkgevers en werknemers ervan hebben, is door het Handelsblatt Research Institute en TeamViewer in het rapport 'Work 4.0 - hoe ziet ons werk er in de toekomst uit?' beschreven.

Work 4.0 zal ook op het gebied van de logistiek zijn intrede doen. Sommige werkzaamheden zullen in de toekomst door machines worden verricht. In de productieruimte bijvoorbeeld zullen de afzonderlijke stations niet meer door werknemers, maar door autonome interne transportmiddelen van de benodigde onderdelen worden voorzien. Bij andere werkzaamheden krijgen de werknemers ondersteuning van machines. Zo kunnen robots in het magazijn de verplaatsing van zware goederen overnemen of wordt via smart glasses aan werknemers relevante informatie voor de werkzaamheden van dat moment in hun gezichtsveld getoond.

Op die manier worden werknemers ontlast

bij het verrichten van monotone routine-werkzaamheden of ook van werkzaamheden die gevaar voor de gezondheid opleveren, zoals de verplaatsing van zware goederen. Dit heeft een positief effect op de werktevredenheid en de inzetbaarheid op de lange termijn. Juist op het gebied van de logistiek dienen de mogelijke gevolgen van de digitale transformatie voor de arbeidsveiligheid niet te worden onderschat.

Om de potentiële voordelen van de digitalisering te kunnen benutten, moeten werkgevers hun werknemers echter in hun verhaal meenemen als de stap naar Logistics 4.0 wordt gemaakt. Zij moeten bijvoorbeeld transparante informatie ontvangen over de veranderingen en in het bijzonder over de voordelen die hieruit voortvloeien. Want zoals in het rapport over Work 4.0 is beschreven, zien zowel bedrijven als werknemers mogelijke weerstand onder het personeel als een grote uitdaging bij de toepassing van digitale technologieën. Het is zaak om die weerstand vanaf het begin zoveel mogelijk weg te nemen. Daartoe moet aandacht worden besteed aan eventuele angsten van werknemers, bijvoorbeeld dat hun privacy of zelfs hun baan verloren gaat, alsmede aan de aversie tegen een te grote invloed van machines op beslissingen en aanwijzingen.

Bij het meenemen hoort ook dat werknemers vaardigheden en kennis worden bijgebracht. Voor de omgang met de digitale technologieën en nieuwe toepassingen zijn extra vaardigheden en competenties vereist en werknemers moeten hiervoor worden

klaargestoomd. In dit opzicht is bijscholing een essentieel aspect van de transformatie op het gebied van de logistiek.

Alleen als de werknemers van bedrijven de digitale technologieën en de nieuwe toepassingen accepteren en over de hiervoor vereiste vaardigheden en competenties

2.3 Gegevensbescherming en cyberveiligheid

Met Logistics 4.0 zullen digitale gegevens een nog grotere rol spelen dan tot nu toe op het gebied van logistiek het geval was. Als het hierbij om gevoelige gegevens gaat, moeten bedrijven ervoor zorgen dat deze voldoende worden beschermd. Gegevens kunnen gevoelig zijn omdat het persoonsgegevens betreft die bijvoorbeeld naar werknemers of klanten te herleiden zijn. Maar het kan ook net zo goed gaan om procesrelevante gegevens die van essentieel belang zijn voor het concurrentievermogen van het bedrijf en daarmee ook voor de concurrentie interessant zijn.

Voorts is Logistics 4.0 digitaler en meer geïntegreerd in netwerken en daardoor kwetsbaarder voor cyberaanvallen. Dientengevolge neemt de relevantie van het onderwerp cyberveiligheid voor bedrijven toe. Over deze veiligheidsaspecten moet al in het beginstadium van de digitale transformatie worden nagedacht, zodat vanaf het begin de beveiliging op orde is.

Cyberveiligheid maakt daarom deel uit van de eerder genoemde nieuwe vaardigheden en competenties waarover werknemers

beschikken, zal de transformatie een succes worden en zullen de hieraan verbonden voordelen worden verwezenlijkt.

dienen te beschikken (zie paragraaf 2.2). Het is belangrijk dat werknemers er bewust van worden gemaakt dat ze voorzichtig met gegevens moeten omgaan. Tegelijkertijd moeten ze bewust worden gemaakt van de digitale gevaren om te voorkomen dat hun acties tot gevolg hebben dat de poort open wordt gezet voor cyberaanvallen.



3 Logistics 4.0 – resultaten van een enquête in tien Europese landen

3.1 Onderzoeksmethode

Basis van de analyse is een enquête die online door het marktonderzoeksbureau YouGov is gehouden. Daarbij zijn in de periode van 15 tot en met 26 juli 2021 in totaal 3.575 zakelijke beslissers onderzocht. De enquête is in tien Europese landen gehouden, te weten Denemarken, Duitsland, Frankrijk, Italië, Nederland, Noorwegen, Polen, Zweden, Spanje en het Verenigd Koninkrijk. Hierdoor kan enerzijds inzicht worden verkregen in pan-Europese houdingen en trends en anderzijds in de verschillen tussen landen. In de navolgende beschrijving staan de geaggregeerde resultaten van de tien landen, die een ‘Europees’ beeld opleveren, centraal, maar komen ook regelmatig afwijkende landen en verschillen tussen landen aan de orde.

Het onderwerp van de enquête is Logistics 4.0. In de vragen gaat het om de volgende aspecten:

- stand van zaken met betrekking tot de digitale transformatie op het gebied van de logistiek binnen bedrijven
- uitdagingen en risico's bij de digitale transformatie van de logistiek
- benaderingen en aanjagers bij de digitalisering van de logistiek
- kijk op afzonderlijke toekomsttechnologieën: verwachting hoe deze in de toekomst hun stempel op de logistiek zullen drukken en de huidige en geplande toepassing ervan binnen bedrijven
- toepassingsmogelijkheden op het gebied van augmented reality
- toepassingsmogelijkheden op het gebied van Internet of Things

Doordat de enquête op deze aspecten is gericht, is deze alleen van belang voor bedrijven waar logistieke processen (bijv. bevoorradingslogistiek, magazijnlogistiek, transportlogistiek) een rol spelen en die derhalve over een magazijn beschikken, te maken hebben met interne materiaalstromen (bijv. bij de productie) en/of waarvoor

de distributie van producten een relevante factor is. Daarom is in de 10 genoemde Europese landen de enquête steekproefsgewijs gehouden onder 1.700 bedrijven waar dit het geval is. De navolgende resultaten zijn gebaseerd op de door deze bedrijven verstrekte gegevens.

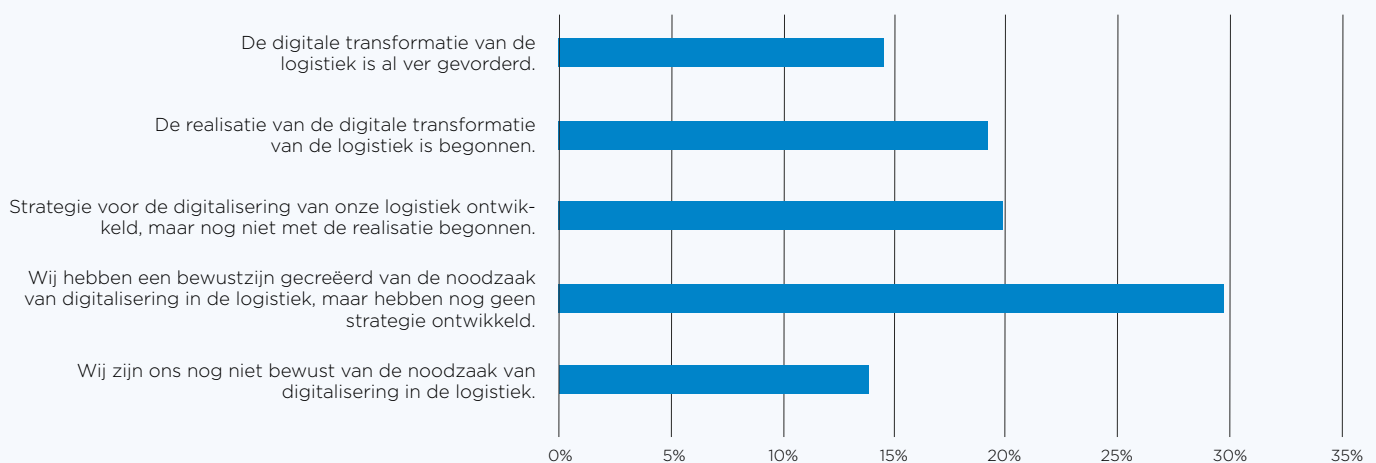
3,2 Digitale transformatie van de logistiek

3.2.1 Stand van zaken met betrekking tot de digitale transformatie

Afb. 1: Stand van zaken bij de bedrijven met betrekking tot de digitale transformatie van de logistiek

Aandeel van de ondervraagde zakelijke beslissers, in %

Verschil ten opzichte van 100%: weet niet/onbekend



De digitale transformatie van de logistiek bevindt zich bij het grootste deel van de bedrijven in Europa¹ nog echt in een beginstadium (zie afbeelding 1). Maar ongeveer een derde van de ondervraagde zakelijke beslissers geeft aan dat hun bedrijf al met de digitale transformatie van de logistiek is begonnen. Met bijna 15 procent is het percentage bedrijven waar dit proces al vergevorderd is, nog lager.

Het grootste deel van de ondervraagde bedrijven is derhalve naar eigen zeggen nog niet gestart met de digitalisering van hun logistiek. Meer dan twee vijfde (43 procent) beschikt nog niet eens over een strategie hiervoor. Dit is echter een belangrijke vereiste om ervoor te zorgen dat de digitale transformatie uiteindelijk meer is dan slechts een verzameling van losse maatregelen.

De implementatie van digitale technologieën en de digitalisering van de logistiek hangen natuurlijk ook af van hoeveel bedrijfsmiddelen er beschikbaar zijn. Omdat bij grotere bedrijven wellicht over meer bedrijfsmiddelen beschikken, valt te verwachten dat grotere bedrijven al verder gevorderd zijn met de digitale transformatie van de logistiek. Dit blijkt ook uit de antwoorden: het percentage bedrijven dat nog niet over een strategie beschikt, daalt bij een toenemend aantal werknemers. In overeenstemming hiermee stijgt het percentage bedrijven dat al met de digitale transformatie van hun logistiek is begonnen.

Wanneer landen onderling worden vergeleken, blijkt dat vooral bedrijven in Denemarken en Zweden al verder gevorderd zijn met de digitale transformatie van de logistiek.

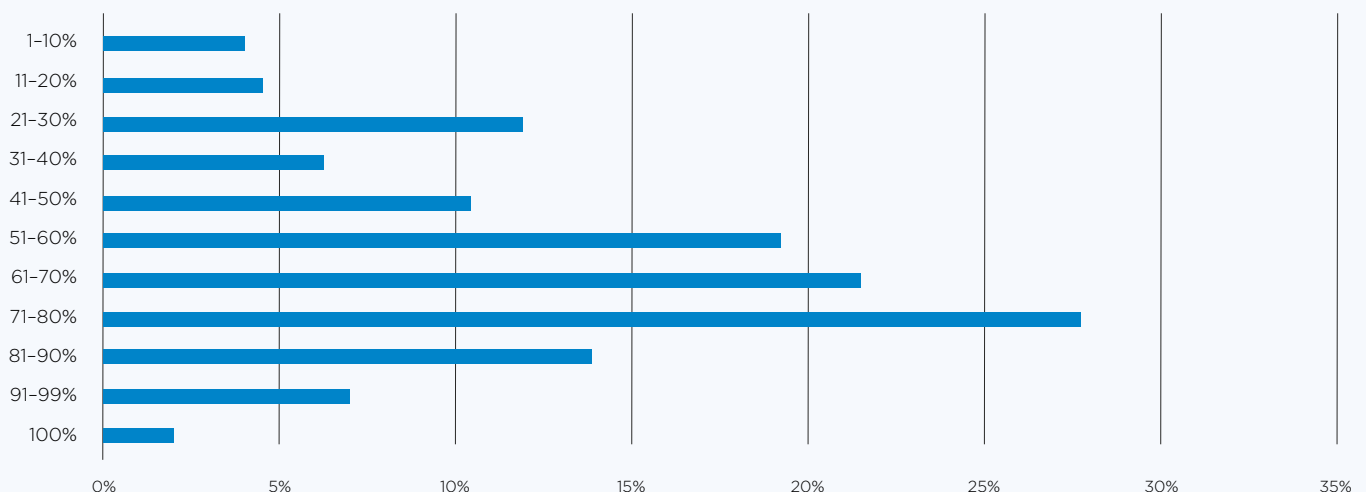
Hier is bijvoorbeeld respectievelijk 42 en 41 procent van de ondervraagde bedrijven al met de digitalisering begonnen. Iets achter liggen daarentegen Franse (21 procent) en Britse bedrijven (28 procent).

Al met al wijzen deze resultaten erop dat er met betrekking tot de digitalisering op het gebied van de logistiek in principe nog vorderingen kunnen worden gemaakt. In sommige gevallen is het een gebied waarop weinig prioriteit wordt gegeven aan het op gang brengen van de transformatie. Omdat een strategisch totaalconcept vaak nog mist en daarmee ook de basis voor een transformatie met blijvend resultaat ontbreekt, kan een eventuele achterstand op het gebied van de digitalisering ook niet direct worden ingehaald.

Afb. 2: Voortgang van de digitale transformatie van de logistiek binnen bedrijven

Aandeel van de ondervraagde zakelijke beslissers, in %
 Schaal van 0% (= geen stappen richting digitalisering) tot 100% (= voor zover technisch mogelijk gevorderd)

Verskil ten opzichte van 100%: weet niet/onbekend





Aanmerkelijk positiever blijkt de stand van zaken met betrekking tot de digitalisering op het gebied van de logistiek binnen bedrijven te zijn, als er concreet naar de voortgang op een schaal van 0 tot 100 procent wordt gevraagd (zie afbeelding 2). Twee derde van de ondervraagde Europese bedrijven geeft aan dat de digitale transformatie van de logistiek meer dan 50 procent is gevorderd. Gemiddeld zijn bedrijven 60 procent gevorderd. Terwijl er bij bedrijven met minder dan 1.000 werknemers een positief verband tussen de bedrijfsgrootte en de ervaren voortgang van de digitalisering bestaat, is deze correlatie bij grotere bedrijven niet meer eenduidig vast te stellen.

Bij de onderlinge vergelijking van de tien onderzochte landen blijkt dat bedrijven in Italië, Nederland, Spanje en Polen schatten dat ze verder gevorderd zijn, waarbij de landelijke gemiddelden 63 procent (Italië), 63 procent (Nederland), 62 procent (Spanje) en 61 procent (Polen) bedragen en daarmee maar iets boven het algemeen gemiddelde

liggen. Bedrijven in het Verenigd Koninkrijk (50 procent) en Noorwegen (55 procent) denken echter dat er met betrekking tot Logistics 4.0 minder voortgang is.

De resultaten in afbeelding 1 en afbeelding 2 geven twee verschillende beoordelingen van de voortgang van de digitalisering op het gebied van de logistiek binnen bedrijven te zien. Op basis van de percentages uit de laatste afbeelding denken de meeste bedrijven dat ze al 'relatief vergevorderd' zijn, terwijl bepaalde stappen zoals het opstellen van een strategie niet zijn gemaakt. Wellicht hebben bedrijven, ook al hebben ze in het algemeen nog maar heel weinig gedaan, bij het schatten van een percentage een positiever beeld van zichzelf, omdat ze in hun individuele situatie maar heel weinig kunnen of willen doen. In zoverre ligt de meetlat voor elk bedrijf op een andere hoogte.

3.2.2 Uitdagingen bij de digitale transformatie van de logistiek

Dat vrij veel bedrijven nog niet zo ver zijn met de digitale transformatie van hun logistiek, kan te maken hebben met verschillende uitdagingen waarmee ze worden geconfronteerd. Een belangrijk aspect in dit opzicht zijn vermoedelijk de ter beschikking staande bedrijfsmiddelen.

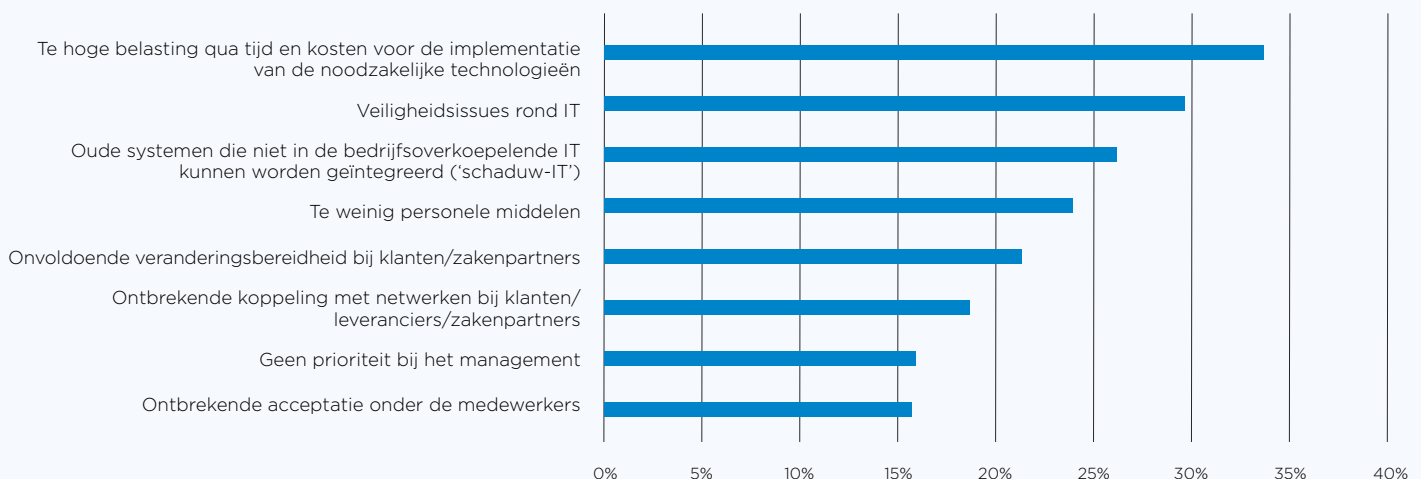
Dat is tenminste het oordeel van de ondervraagde zakelijke beslissers in de tien Europese landen. Een te hoge belasting qua tijd en kosten vanwege de implementatie van de noodzakelijke technologieën in het kader van de digitalisering wordt door 34 procent van de respondenten als grote uitdaging beschouwd (zie afbeelding 3). Daarmee is dit de meestgenoemde uitdaging. De bij de digitale transformatie toe te passen technologieën zijn allemaal IT-gerelateerd. Gegevens spelen een grotere rol en de integratie

in netwerken neemt toe. Daarom is het niet verrassend dat ook veiligheidsissues rond IT de ondervraagde bedrijven, ten minste 30 procent ervan, zeer bezighouden. Daarachter volgen oude systemen ('legacy systems') als op twee na meestgenoemde uitdaging bij de digitalisering van de logistiek. Binnen bedrijven waren natuurlijk al voor de huidige digitale transformatie IT-apparaten in gebruik. Deze oude apparaten kunnen voor een deel niet in de bedrijfsoverkoepelende IT worden geïntegreerd. Bij de genoemde uitdagingen, in het bijzonder die met betrekking tot de belasting qua tijd en kosten, kan geen direct verband met de bedrijfsgrootte worden vastgesteld. Het is derhalve niet zo dat eventueel ontbrekende tijd en financiële middelen alleen bij kleinere bedrijven de digitale transformatie vertragen.

Afb. 3: Grote uitdagingen bij de digitale transformatie van de logistiek binnen bedrijven

Meerdere antwoorden toegestaan

Aandeel van de ondervraagde zakelijke beslissers, in %



Daarentegen vormen onder andere de ontbrekende acceptatie onder de werknemers, de ontbrekende prioritering door het management en ook de ontbrekende koppeling met netwerken bij klanten, leveranciers en zakenpartners naar mening van de ondervraagde bedrijven secundaire problemen.

Wanneer landen onderling worden vergeleken, levert dat een iets heterogener beeld op: in het Verenigd Koninkrijk bijvoorbeeld noemden de ondervraagde zakelijke beslis-sers als belangrijkste beletsels de ontbrekende prioritering door het management en de integratie van legacy systems. Met elk 27 procent worden deze even belangrijk gevonden. In Zweden en Nederland domineren veiligheidsissues rond IT met respectievelijk 34 en 35 procent, terwijl in Spanje, Italië en Polen met scores van respectieve-

lijk 46, 39 en 37 procent de belasting qua tijd en kosten vanwege de implementatie bovenaan staat, scores die duidelijk boven het Europese gemiddelde liggen.

Wanneer wordt gekeken naar de belangrijkste uitdagingen in de ogen van bedrijven, valt op dat het hierbij om aspecten gaat die volledig binnen de invloedssfeer van bedrijven liggen. Als bedrijven de digitale transformatie dus willen versnellen, kunnen ze daar zelf voor zorgen door oplossingen voor de uitdagingen te vinden, bijvoorbeeld door meer te investeren.



3.2.3 Realisatie van de digitale transformatie

De digitale transformatie kent allerlei dimensies. Bedrijven veranderen afhankelijk van de omstandigheden hun processen, producten, bedrijfsmodellen, werkorganisatie en nog veel meer. Bij de transformatie staat de implementatie van nieuwe, digitale technologieën centraal. Om deze nieuwe technologieën te implementeren, kunnen bedrijven op diverse manieren te werk gaan.

De enquête laat zien dat bijna de helft van de ondervraagde bedrijven in Europa (44 procent) ervoor kiest om met klanten en leveranciers samen te werken (zie afbeelding 4). Voor zover deze technologieën bedrijfsoverkoepelend in de waardeketen worden toegepast, kan dat zinvol zijn. Door in een vroeg stadium andere actoren, de leveranciers en de klanten, erbij te betrekken, kan de connectiviteit worden gewaarborgd.

Met 41 procent is de groep bedrijven die in eigen beheer ontwikkelt, echter bijna even groot. Verder schakelt twee vijfde (39 procent) gespecialiseerde IT-dienstverleners in bij de digitale transformatie van hun logistiek. Een kleinere rol speelt de samenwerking met onderzoeksinstituten: slechts bij ongeveer een vijfde (23 procent) van de bedrijven is hiervan sprake. Anders dan

wellicht mocht worden verwacht, blijkt dat er geen duidelijk verband met de bedrijfsgrootte bestaat. Het enige dat opvalt, is dat zeer grote bedrijven met 10.000 of meer werknemers meer een beroep doen op dienstverleners voor ondersteuning.

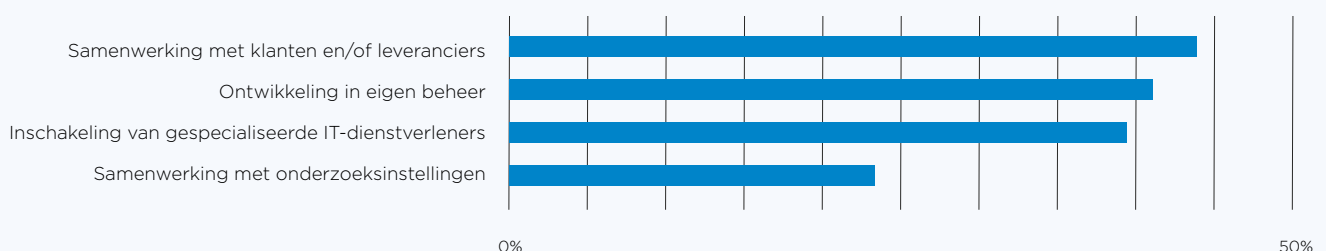
Wel bestaan er verschillen in de aanpak van bedrijven tussen de tien onderzochte landen. Bedrijven in Duitsland geven bijvoorbeeld de voorkeur aan de inschakeling van gespecialiseerde IT-dienstverleners boven de ontwikkeling in eigen beheer. In het Verenigd Koninkrijk is min of meer hetzelfde beeld te zien, al is dit minder eenduidig. In Noorwegen daarentegen is ontwikkeling in eigen beheer de belangrijkste benadering van de digitalisering.

In principe zijn er dus meer manieren om de digitale transformatie van de logistiek binnen bedrijven te realiseren. Een grote rol speelt echter de samenwerking in verschillende vormen met externe partners. Dit zou erop kunnen wijzen dat er nog steeds veel behoefte is aan ondersteuning en/of advies.

Afb. 4: Realisatie van de digitale transformatie

Aandeel van de ondervraagde zakelijke beslissers, in %

Meerdere antwoorden toegestaan



3.2.4 Aanjagers van de digitale transformatie

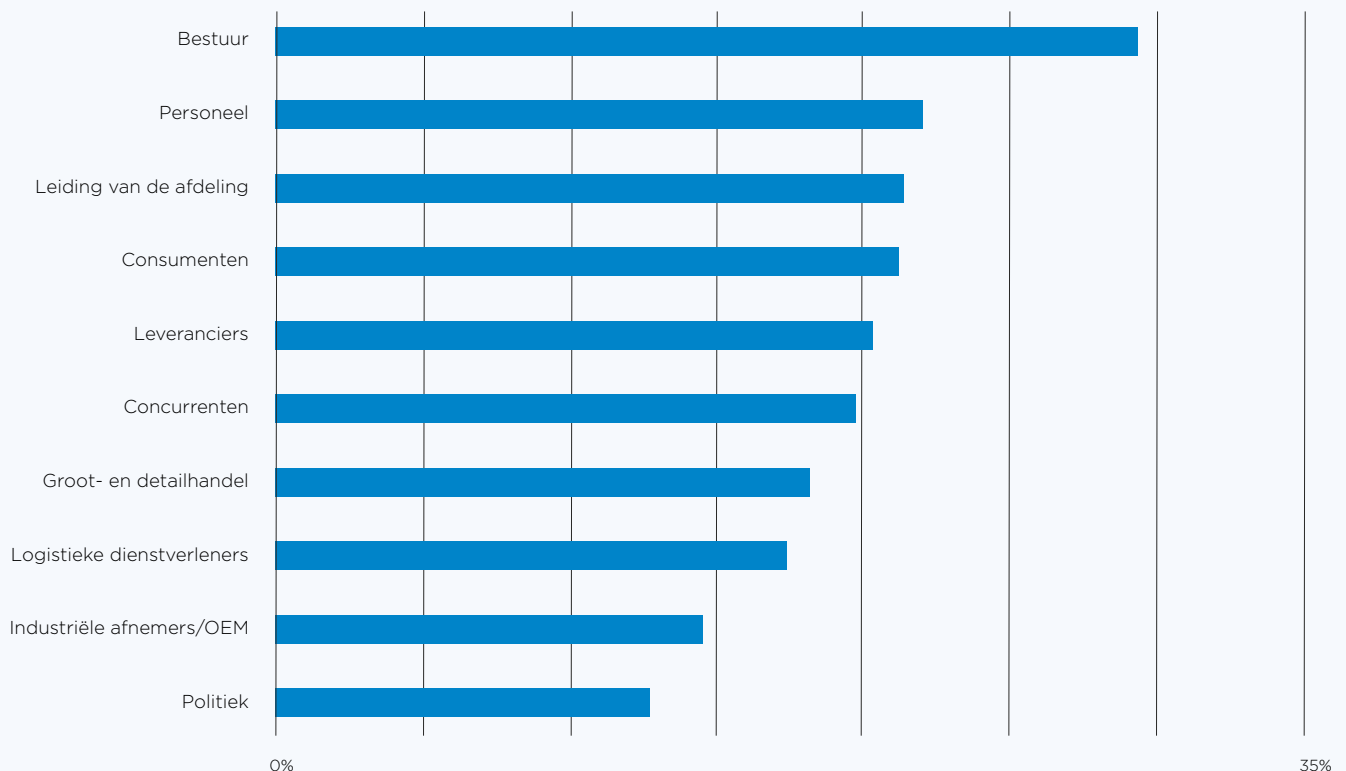
De digitale transformatie is niet zomaar van de ene op de andere dag gerealiseerd. Veeleer is deze het resultaat van beslissingen die het bestuur van een bedrijf neemt. Deze beslissingen kunnen uit eigen beweging worden genomen of als reactie op eisen van bijvoorbeeld leveranciers, klanten, personeel of de politiek. Als belangrijkste aanjagers van de verandering komen daarmee zowel interne als externe actoren in aanmerking.

De enquête onder bedrijven in de tien Europese landen laat zien dat hoewel externe actoren bij de digitalisering een grote rol spelen, vooral klanten en leveranciers, zij niet de grootste initiatiefnemers op het gebied van de digitale transformatie van de logistiek binnen bedrijven zijn (zie afbeelding 5). Binnen bedrijven zelf maakt in de eerste plaats het bestuur van het bedrijf werk van de digitalisering. Dit gaf in elk geval 29 procent van de ondervraagde zakelijke beslissers voor hun bedrijf aan.

Afb. 5: Aanjagers van de digitale transformatie van de logistiek binnen bedrijven

Meerdere antwoorden toegestaan

Aandeel van de ondervraagde zakelijke beslissers, in %



Qua importantie volgen op de tweede en derde plaats het personeel en de leiding van de afdeling die door respectievelijk 22 en 21 procent van de Europese bedrijven als aanjagers bij de digitalisering van hun logistiek worden beschouwd.

In de tien onderzochte landen zijn met betrekking tot de aanjagers ongeveer dezelfde antwoorden gegeven en staan de verschillende groepen qua importantie ongeveer in dezelfde volgorde, vooral wat betreft de rol van het bestuur van het bedrijf is er weinig verschil tussen de landen. Alleen in Spanje worden concurrenten als de meest invloedrijke factor beschouwd, terwijl in Nederland het personeel op de eerste plaats staat.

3.2.5 Risico's als gevolg van een gedigitaliseerde logistiek

Veel bedrijven doen voor de realisatie van de digitale transformatie van hun logistiek een beroep op gespecialiseerde IT-dienstverleners (zie paragraaf 3.2.3). Bijna een derde (31 procent) van de ondervraagde zakelijke beslissers is echter van mening dat hieraan ook een zeker risico verbonden is (zie afbeelding 6). Als eenmaal de nieuwe technologieën worden toegepast, wordt men mogelijk afhankelijk van leveranciers van deze technologieën.

De hoge investeringskosten door de koppeling van zogenaamde eilandoplossingen en informatiesilo's die door oude systemen met ontbrekende interfaces zijn ontstaan, worden echter door 33 procent van de bedrijven als grootste risico genoemd dat aan de digitale transformatie van de logistiek verbonden is. Verder moet ervan worden

Het is derhalve niet de druk van buitenaf van consumenten, leveranciers of concurrenten, maar het zijn voornamelijk interne factoren die momenteel het pad voor de digitale transformatie van de logistiek binnen bedrijven effenen. En in veel bedrijven hangt het uiteindelijk af van het bestuur van het bedrijf en hun houding ten opzichte van de digitale transformatie of en in hoeverre deze transformatie op het gebied van de logistiek in gang wordt gezet. Over digitalisering moet nog altijd, in elk geval aan het begin, op het hoogste niveau worden besloten.

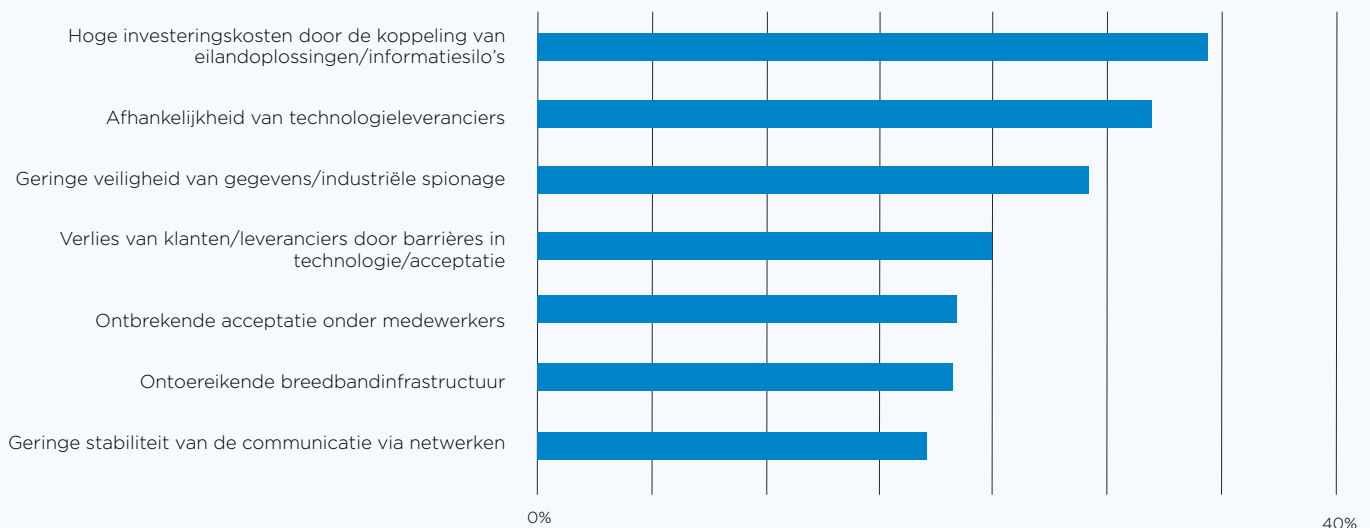
uitgegaan dat een gedigitaliseerde logistiek tot een toename van het gegevensgebruik en een grotere integratie in netwerken leidt. Hierdoor kunnen gegevens minder veilig zijn en neemt het gevaar van industriële spionage toe. Dit laatste wordt nog altijd door 27 procent van de ondervraagde zakelijke beslissers als een belangrijk risico gezien.

Vrij optimistisch zijn de ondervraagde bedrijven met betrekking tot het personeel en de digitale infrastructuur: ontbrekende acceptatie onder de werknemers, geringe stabiliteit van de communicatie via netwerken en een ontoereikende breedbandinfrastructuur werden door de minste bedrijven als risico gezien.

Afb. 6: Risico's voor de bedrijven door het gebruik van Logistics 4.0-toepassingen

Meerdere antwoorden toegestaan

Aandeel van de ondervraagde zakelijke beslissers, in %



De onderlinge verbanden tussen deze scores vertonen vrij grote overeenkomsten in de tien landen. Ook blijkt er geen verband met de bedrijfsgrootte te bestaan. Het is derhalve niet zo dat grotere bedrijven, ook al beschikken ze mogelijk over meer financiële middelen, de investeringskosten minder vaak als risico van digitalisering beschouwen.

Hoewel deze risico's de verdere voortgang van de digitale transformatie van de logistiek in bepaalde omstandigheden afremmen, kunnen bedrijven met een zeker optimisme deze uitdagingen aangaan. Want voor de belangrijkste risico's geldt dat bedrijven zelf iets kunnen doen om ze te voorkomen. Zij kunnen eventueel door middel van een goede planning en een doordachte aanpak de investeringskosten verminderen. Verder kunnen zij hun activiteiten op het

gebied van cyberveiligheid intensiveren en in de samenwerking met technologieleveranciers naar meer diversificatie streven om zo min mogelijk afhankelijk te zijn.

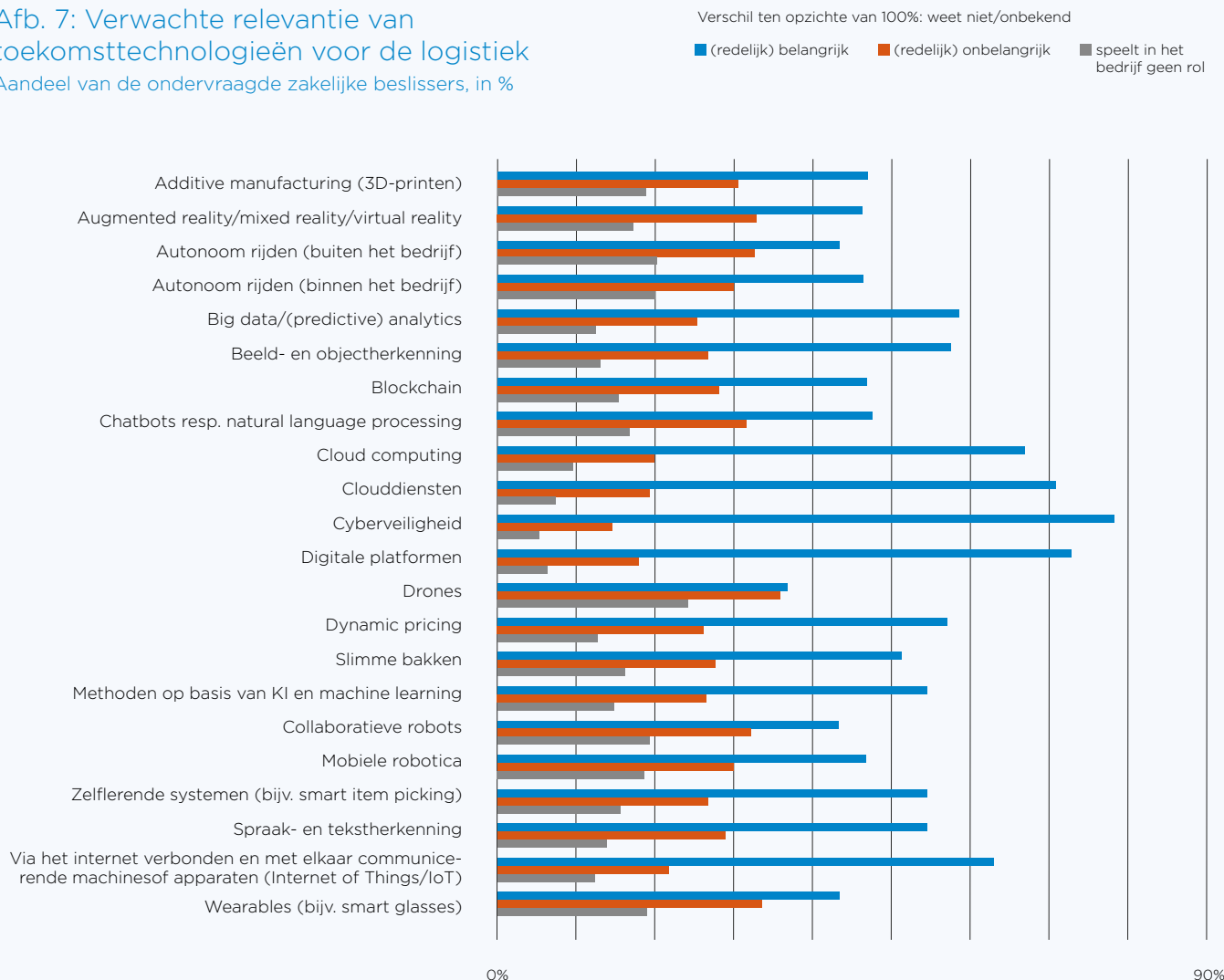


3.3 Toekomsttechnologieën

Een belangrijke basis voor Logistics 4.0 vormt de invoering van nieuwe, digitale technologieën in bedrijven, waarmee nieuwe toepassingen, probleemoplossingen en bedrijfsmodellen mogelijk worden (zie paragraaf 2.1). Het belang van de afzonderlijke, al op de markt beschikbare technologieën voor de logistiek kan echter verschillen. Het Internet of Things kent mogelijk een andere relevantie dan bijvoorbeeld augmented reality.

Aangezien de voortgang van de digitale transformatie van de logistiek per bedrijf verschilt (zie paragraaf 3.2.1), hebben de afzonderlijke toekomsttechnologieën niet alleen een verschillende relevantie voor bedrijven, maar worden ze in de bedrijven ook in verschillende mate toegepast.

Afb. 7: Verwachte relevantie van toekomsttechnologieën voor de logistiek
Aandeel van de ondervraagde zakelijke beslissers, in %



3.3.1 Verwachte relevantie van innovatieve technologieën voor de toekomstige logistiek en mate waarin deze zijn geïmplementeerd

Naar mening van de ondervraagde zakelijke beslissers in de tien Europese landen zullen vooral cyberveiligheid, digitale platformen, clouddiensten, cloud computing en het Internet of Things (IoT) in de toekomst hun stempel drukken op de logistiek binnen bedrijven. Met betrekking tot deze technologieën geven de meeste respondenten aan dat deze zeer relevant zijn (zie afbeelding 7). Als naar verwachting minder belangrijk worden

daarentegen drones, collaboratieve robots, augmented reality (AR), mixed reality (MR) en/of virtual reality (VR), autonome voertuigen buiten het bedrijf en wearables beoordeeld. Op het gebied van patroonherkenning worden beeld- en objectherkenning in vergelijking met de herkenning van spraak en tekst relevanter geacht.

Afb. 8: Verwachte relevantie van toekomsttechnologieën voor de logistiek - vergelijking tussen landen

Aandeel van de ondervraagde zakelijke beslissers die de desbetreffende technologie als (redelijk) belangrijk beschouwen, in %
Gemarkeerd: aandeel boven het Europese gemiddelde

	∅	DE	UK	FR	ES	IT	DK	SE	NO	NL	PL
Autonoom rijden (buiten het bedrijf)	43%	45%	24%	47%	50%	56%	29%	22%	40%	41%	52%
Autonoom rijden (binnen het bedrijf)	46%	46%	27%	49%	51%	57%	34%	27%	49%	46%	55%
Drones	37%	39%	25%	42%	36%	48%	22%	29%	23%	31%	45%
Slimme bakken	51%	55%	33%	47%	59%	71%	34%	36%	41%	43%	60%
Mobiele robotica	47%	45%	33%	46%	57%	60%	26%	36%	40%	38%	58%
Digitale platformen	73%	76%	67%	62%	79%	79%	73%	68%	79%	62%	77%
Wearables (bijv. smart glasses)	43%	41%	29%	42%	47%	65%	16%	34%	30%	36%	56%
Spraak- en tekstherkenning	54%	66%	42%	49%	59%	70%	40%	45%	31%	41%	65%
Beeld- en objectherkenning	57%	62%	44%	55%	64%	72%	44%	48%	46%	49%	62%
Chatbots resp. natural language processing	47%	49%	26%	51%	55%	63%	30%	37%	38%	43%	53%
Dynamic pricing	57%	48%	39%	52%	63%	74%	40%	50%	44%	61%	69%
Clouddiensten	71%	66%	66%	59%	79%	78%	57%	66%	76%	70%	79%
Methoden op basis van KI en machine learning	54%	55%	39%	48%	65%	68%	35%	48%	53%	47%	63%
Augmented reality/mixed reality/virtual reality	46%	44%	29%	43%	51%	57%	26%	42%	44%	43%	59%
Zelflerende systemen (bijv. smart item picking)	54%	54%	35%	55%	63%	68%	33%	43%	56%	46%	64%
Big data/(predictive) analytics	58%	59%	44%	51%	71%	73%	49%	44%	54%	53%	64%
Via het internet verbonden en met elkaar communicerende machines of apparaten (Internet of Things/IoT)	63%	61%	50%	58%	65%	76%	50%	55%	68%	60%	71%
Blockchain	47%	47%	21%	48%	59%	60%	28%	32%	28%	49%	54%
Additive manufacturing (3D-printen)	47%	48%	30%	43%	54%	62%	27%	36%	38%	43%	57%
Cloud computing	67%	68%	63%	57%	80%	74%	55%	58%	75%	65%	66%
Cyberveiligheid	78%	76%	63%	69%	80%	87%	81%	78%	81%	78%	81%
Collaboratieve robots	43%	43%	25%	49%	48%	61%	31%	32%	41%	37%	44%

Uit het overzicht van alle digitale technologieën blijkt dat deze juist door bedrijven in Italië, Polen en Spanje relevanter worden geacht (zie afbeelding 8). Daarentegen worden deze in het Verenigd Koninkrijk, Zweden en Denemarken minder dan gemiddeld als relevant beschouwd.

De relevantie van de verschillende technologieën voor de toekomstige logistiek binnen bedrijven wordt dus zeer verschillend beoordeeld. Dat technologieën zoals AR/MR/VR soms (nog) als minder relevant worden

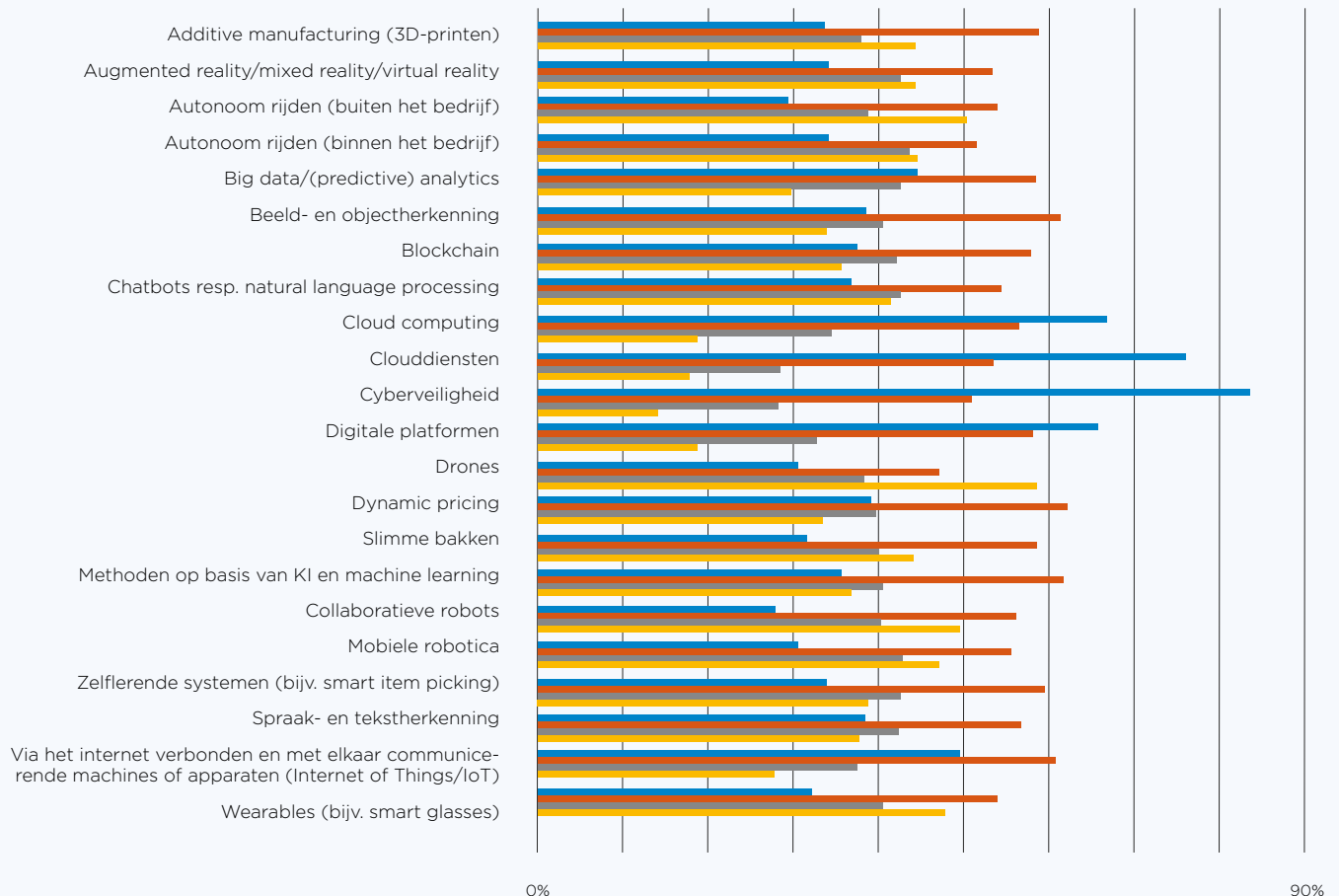
beschouwd, hoewel er bijvoorbeeld met pick-by-vision al toepassingsmogelijkheden bestaan, kan ermee te maken hebben dat veel bedrijven onbekend zijn met concrete businesscases en de voordelen die hieruit naar voren komen. Een aanwijzing voor deze hypothese is dat bedrijven die al verder gevorderd zijn met de digitale transformatie van hun logistiek, deze technologieën in het algemeen relevanter achten.

Afb. 9: Vorderingen bij de toepassing van toekomst-technologieën op het gebied van de logistiek

Aandeel van de ondervraagde zakelijke beslissers die niet eerst hebben aangegeven dat de desbetreffende technologie voor hun bedrijf irrelevant is, in %

Verschil ten opzichte van 100 %: weet niet/onbekend

- Al geïmplementeerd of wordt momenteel geïmplementeerd
- Implementatie gepland in de komende een tot twee jaar
- Implementatie beoogd, maar nog niet concreet gepland
- Geen implementatie beoogd



Afb. 10: Vorderingen bij de toepassing van toekomsttechnologieën op het gebied van de logistiek – vergelijking tussen landen

Aandeel van de ondervraagde zakelijke beslissers die niet eerst hebben aangegeven dat de desbetreffende technologie voor hun bedrijf irrelevant is en bij wie de desbetreffende technologie binnen het bedrijf al is geïmplementeerd of net wordt geïmplementeerd, in %

Gemarkeerd: aandeel boven het Europese gemiddelde

	∅	DE	UK	FR	ES	IT	DK	SE	NO	NL	PL
Autonoom rijden (buiten het bedrijf)	16%	13%	8%	28%	15%	16%	12%	16%	10%	18%	15%
Autonoom rijden (binnen het bedrijf)	19%	21%	14%	21%	17%	21%	14%	21%	11%	23%	19%
Drones	17%	17%	16%	20%	17%	17%	14%	23%	13%	13%	14%
Slimme bakken	17%	19%	12%	20%	19%	23%	7%	19%	12%	13%	16%
Mobiele robotica	17%	17%	15%	21%	17%	19%	14%	15%	10%	14%	18%
Digitale platformen	36%	38%	39%	33%	40%	36%	41%	45%	40%	34%	27%
Wearables (bijv. smart glasses)	18%	19%	15%	26%	15%	21%	11%	23%	14%	14%	15%
Spraak- en tekstherkenning	21%	34%	17%	22%	18%	23%	18%	23%	12%	17%	18%
Beeld- en objectherkenning	21%	28%	15%	24%	23%	21%	14%	23%	16%	19%	19%
Chatbots resp. natural language processing	20%	23%	20%	22%	21%	19%	13%	24%	16%	19%	21%
Dynamic pricing	22%	16%	18%	22%	23%	22%	12%	24%	16%	20%	29%
Clouddiensten	42%	43%	55%	30%	51%	40%	41%	49%	37%	42%	38%
Methoden op basis van KI en machine learning	20%	18%	12%	23%	22%	19%	16%	29%	15%	18%	18%
Augmented reality/mixed reality/virtual reality	19%	15%	16%	22%	23%	19%	10%	26%	11%	17%	20%
Zelflerende systemen (bijv. smart item picking)	19%	20%	7%	24%	22%	20%	13%	15%	15%	20%	17%
Big data/(predictive) analytics	25%	27%	22%	33%	26%	24%	22%	24%	16%	27%	21%
Via het internet verbonden en met elkaar communicerende machines of apparaten (Internet of Things/IoT)	27%	30%	33%	28%	31%	27%	23%	30%	19%	27%	24%
Blockchain	21%	23%	17%	29%	21%	19%	11%	21%	14%	24%	18%
Additive manufacturing (3D-printen)	19%	17%	18%	18%	19%	21%	21%	18%	10%	18%	20%
Cloud computing	37%	43%	56%	31%	46%	31%	33%	45%	36%	33%	27%
Cyberveiligheid	46%	47%	62%	38%	46%	45%	59%	56%	39%	43%	42%
Collaboratieve robots	15%	16%	9%	20%	18%	13%	16%	17%	14%	12%	14%

Er bestaat een zeker verband tussen de mate waarin deze technologieën al in bedrijven worden toegepast, dan wel een toepassing beoogd is, en de beoordeling van de relevantie ervan. De als eerder relevant beoordeelde technologieën komen al meer voor in bedrijven op het gebied van de logistiek (zie afbeelding 9). Toepassingen op het gebied van cyberveiligheid of clouddiensten bijvoorbeeld zijn in respectievelijk 46 en 42 procent van de ondervraag-

de bedrijven geïmplementeerd of worden momenteel ingevoerd. Nog ongeveer een derde van de bedrijven zal deze in de komende een tot twee jaar invoeren.

Al met al zullen op basis van de door de ondervraagde beslissers gegeven antwoorden juist in de komende twee jaar enkele vorderingen bij de toepassing van technologieën worden gemaakt.

Ongeveer een derde van de bedrijven wil de afzonderlijke technologieën implementeren. Zo zou bijvoorbeeld over twee jaar ongeveer de helft van de bedrijven gebruikmaken van toepassingen op het gebied van augmented en virtual reality.

Van cruciaal belang voor de invoering en toepassing van dergelijke toekomsttechnologieën zijn altijd de financiële middelen. Omdat grotere bedrijven doorgaans over meer middelen beschikken, is het weinig verrassend dat de desbetreffende toekomsttechnologieën vooral in grotere bedrijven al worden toegepast.

3.3.2 Voordelen bij de toepassing van digitale technologieën in de logistiek

De toepassing van de technologieën vindt net als de realisatie van de gehele digitale transformatie niet zonder reden plaats. Bedrijven verwachten concrete voordelen en baten hiervan. Met 83 procent ziet de grote meerderheid van de ondervraagde bedrijven in Europa kansen om door middel van de toepassing van digitale technologieën op het gebied van logistiek de efficiëntie te verhogen (zie afbeelding 11). Verdere voordelen die meer dan vier vijfde van de bedrijven als belangrijk beschouwen, zijn de verbetering van de kwaliteit of het serviceniveau, de verlaging van kosten en het waarborgen van de bevoorradingszekerheid en de leveringscapaciteit. In de eerste plaats brengen dus economische motieven bedrijven ertoe, digitale technologieën toe te passen. Daarnaast geeft toch ook meer dan de

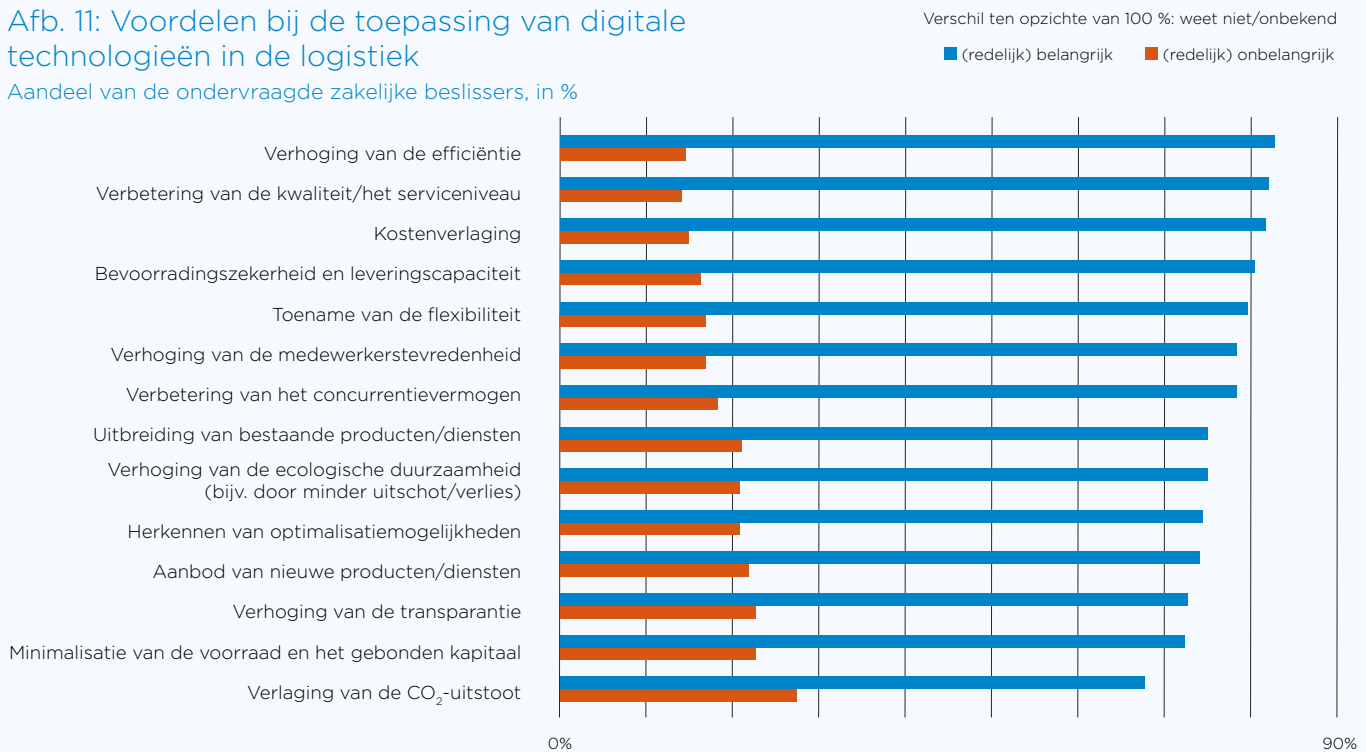
Wanneer landen onderling worden vergeleken, blijkt dat bedrijven in Frankrijk, Duitsland, Spanje en Zweden dikwijls bovengemiddeld scoren op het punt van (geplande) implementatie (zie afbeelding 10). Bij bedrijven in Denemarken, Noorwegen en het Verenigd Koninkrijk echter worden de technologieën slechts minder dan gemiddeld toegepast.

helft van de bedrijven aan een verlaging van de CO₂-uitstoot, een verkleining van voorraden of een toename van de transparantie als potentiële voordelen te beschouwen.



Afb. 11: Voordelen bij de toepassing van digitale technologieën in de logistiek

Aandeel van de ondervraagde zakelijke beslissers, in %



3.4 Extended reality

Augmented reality (AR), mixed reality (MR) en virtual reality (VR) zijn vormen van computerondersteunde waarneming van de werkelijkheid ('extended reality'). Bij virtual reality wordt de werkelijkheid volledig buitengesloten en door driedimensionale, kunstmatige werelden vervangen. Bij augmented reality blijft de werkelijke omgeving in principe bestaan, maar wordt hieraan digitale informatie in de vorm van teksten, afbeeldingen of video's toegevoegd. Mixed reality is een hybride vorm waarbij fysieke en digitale objecten naast elkaar bestaan en interactie met elkaar hebben. Doorgaans worden de virtuele elementen via een bril (smart glasses, VR-bril) of een mobiel apparaat (tablet, smartphone) getoond.

Toepassingen op het gebied van extended reality maken een razendsnelle opmars en bieden veel nieuwe mogelijkheden, vooral ook in de logistiek. Verpakking, handling, opslag, transport, levering, onderhoud en andere processen zijn afhankelijk van menselijke beslissingen. Zodoende spelen individuele factoren, bijvoorbeeld het karakter, de stemming van het moment, de concentratie of de vermoeidheid, een grote rol, omdat ze tot wisselende prestaties kunnen leiden. De toepassing van digitale technologieën heeft tot doel de medewerkers van magazijnen bij de uitvoering van deze processen te ondersteunen.

AR-toepassingen kunnen bijvoorbeeld de werklust beter verdelen, de besluitvorming vereenvoudigen of routineprocessen minder vermoeiend laten verlopen. Vision picking met behulp van smart glasses bijvoorbeeld stelt werknemers in staat om de handen vrij te hebben tijdens het werk. Bovendien kunnen door middel van augmented reality de interactiviteit van het werk worden verhoogd en de foutgevoeligheid worden verlaagd.

Zo kunnen arbeidskrachten bijvoorbeeld tijdens het orderpicken, een van de be-

langrijkste taken binnen de intralogistiek, van aanvullende digitale informatie worden voorzien voor een betere lokalisatie van objecten. In dat geval wordt informatie die anders alleen op papier beschikbaar is, gevisualiseerd. Direct in het gezichtsveld van de orderpicker kan deze informatie sneller worden verwerkt. Op deze manier kan met behulp van AR de tijd wordt verkort die in magazijnen wordt benodigd om goederen en onderdelen te verzamelen.

3.4.1 Verwachte toepassingsmogelijkheden en voordelen van augmented reality in de logistiek

Circa 62 procent van de beslissers ziet in principe mogelijkheden voor de toepassing van augmented reality in de logistiek van hun bedrijf (zie afbeelding 12). En dat terwijl AR, MR of VR nog maar bij bijna 19 procent van de ondervraagde Europese bedrijven waarvoor deze technologieën op het gebied van de logistiek relevant zijn, al wordt toegepast of momenteel wordt ingevoerd (zie afbeelding 10). Voor deze discrepantie zijn verschillende verklaringen mogelijk: wel-

licht zijn momenteel nog niet alle bedrijven overtuigd van de zakelijke mogelijkheden. Of zijn de op dit moment aangeboden tools deels nog onvoldoende ontwikkeld, kost het inwinnen van advies hierover te veel tijd en/of zijn de tools onvoldoende bekend door een ondoorzichtige markt. Ten slotte kan het ook zijn dat investeringsprojecten gewoon enige tijd vergen.

Afb. 12: Toepassingsmogelijkheden van AR in de bedrijfslogistiek – vergelijking tussen landen

Aandeel van de ondervraagde zakelijke beslissers, in %
Gemarkeerd: aandeel boven het Europese gemiddelde

Verschil ten opzichte van 100 %: weet niet/onbekend

	∅	DE	UK	FR	ES	IT	DK	SE	NO	NL	PL
Toepassingsmogelijkheden bestaan in ieder geval	26%	29%	11%	37%	27%	30%	11%	25%	21%	18%	30%
Toepassingsmogelijkheden deels aanwezig	36%	33%	25%	35%	36%	48%	24%	30%	29%	40%	44%
Geen toepassingsmogelijkheden	28%	33%	48%	25%	30%	19%	34%	35%	29%	31%	15%

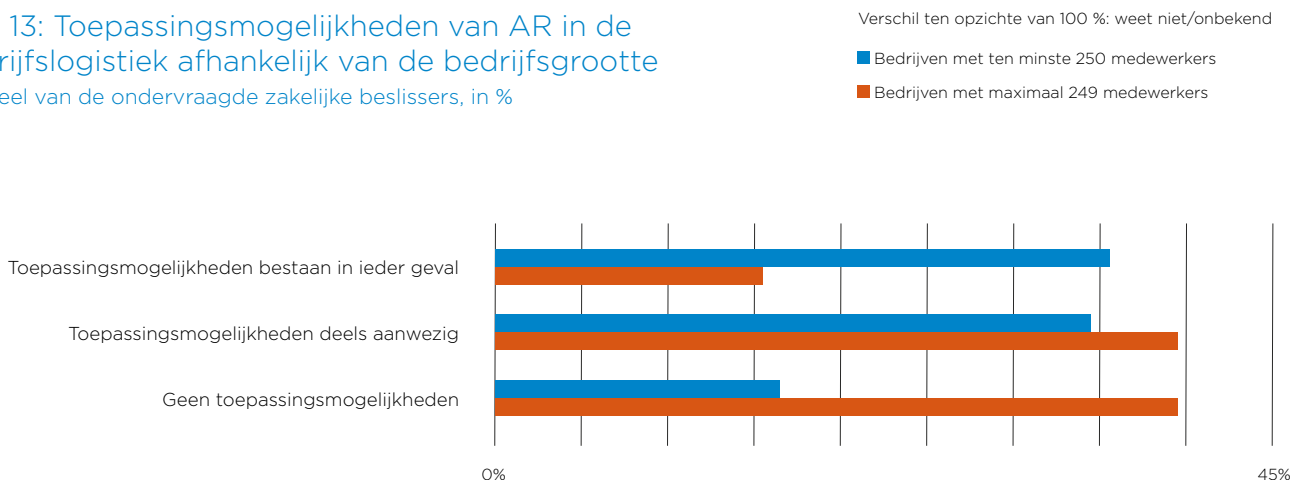
Wanneer landen onderling worden vergeleken, blijkt dat de verwachtingen ten aanzien van AR-toepassingen in Italië, Polen en Frankrijk het hoogst zijn, terwijl bedrijven in Denemarken en het Verenigd Koninkrijk vrij sceptisch zijn over het nut.

Bovendien zijn er duidelijke verschillen vast te stellen wanneer wordt gekeken naar de bedrijfsgrootte: grotere bedrijven met 250 of meer medewerkers zien eerder toepassingsmogelijkheden dan kleine en middelgrote bedrijven (zie afbeelding 13). De reden hiervoor zou wel eens kunnen zijn dat met het toenemen van de bedrijfsgrootte door-

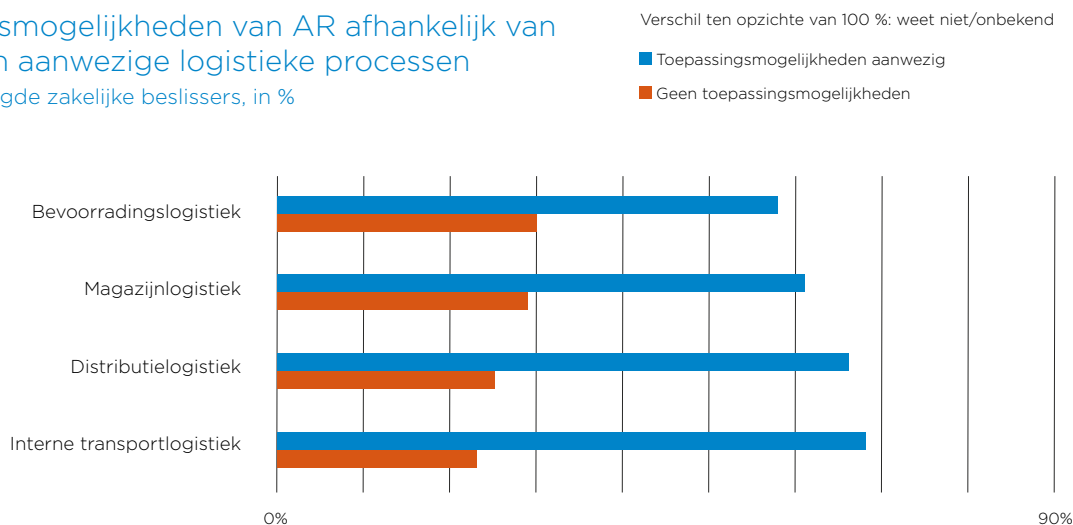
gaans ook het belang en de complexiteit van logistieke processen groeien.

Ook de aard van de aanwezige logistieke processen speelt een rol bij de beoordeling van de verwachte mogelijkheden van AR (zie afbeelding 14). Zo zijn het vooral bedrijven met een interne transportlogistiek, die positief antwoordden op de vraag of er toepassingsmogelijkheden bestaan: hier werd een instemmende score van meer dan 68 procent bereikt. Bedrijven met magazijnlogistiek zijn daarentegen met een score van 60,7 procent zelfs iets minder dan gemiddeld vertegenwoordigd.

Afb. 13: Toepassingsmogelijkheden van AR in de bedrijfslogistiek afhankelijk van de bedrijfsgrootte
Aandeel van de ondervraagde zakelijke beslissers, in %



Afb. 14: Toepassingsmogelijkheden van AR afhankelijk van de binnen bedrijven aanwezige logistieke processen
Aandeel van de ondervraagde zakelijke beslissers, in %



Afb. 15: Concrete toepassingsmogelijkheden voor AR in de bedrijfslogistiek

Meerdere antwoorden toegestaan

Aandeel van de ondervraagde zakelijke beslissers die in principe toepassingsmogelijkheden voor AR in hun logistiek zien, in %

Gemarkeerd: aandeel boven het Europese gemiddelde

	∅	DE	UK	FR	ES	IT	DK	SE	NO	NL	PL
Opleiden en inpassen van arbeidskrachten	35%	33%	40%	28%	35%	32%	29%	30%	38%	44%	41%
Verbetering van de orderpickkwaliteit	34%	32%	23%	34%	42%	30%	20%	33%	28%	34%	40%
Controle op volledigheid (completeness checks)	32%	40%	29%	22%	33%	36%	32%	29%	13%	42%	30%
Verhoging van de efficiëntie bij het orderpicken via pick-by-vision	31%	37%	23%	31%	45%	24%	20%	35%	23%	27%	32%
Montage-, onderhouds- en reparatiediensten	31%	36%	23%	27%	44%	26%	20%	36%	23%	18%	33%
Optimalisatie van het laadproces	30%	27%	17%	35%	29%	31%	22%	26%	25%	35%	33%
Externe support voor hulp van experts onafhankelijk van de locatie	30%	25%	31%	24%	36%	30%	39%	29%	33%	32%	27%
Optimalisatie van de aflevering op de 'last mile'	29%	31%	14%	27%	36%	34%	22%	24%	25%	17%	31%
Optimalisatie van het verpakkingsproces	28%	33%	9%	30%	35%	32%	34%	24%	15%	22%	26%

Concrete toepassingsgebieden voor AR zouden volgens bedrijven met name het opleiden en inpassen van arbeidskrachten, de verbetering van de orderpickkwaliteit en de controle op volledigheid zijn, waarbij in Europa gemiddeld maar ongeveer een derde van de zakelijke beslissers zich één van deze drie toepassingsmogelijkheden voor hun logistiek kan voorstellen. Wanneer hierbij landen onderling worden vergeleken, valt op dat bedrijven in Spanje, Polen en Duitsland de meeste toepassingsmogelijkheden zien (zie afbeelding 15).

Als verdere toepassingsgebieden voor AR, naast de toepassingsgebieden die in de enquête als antwoorden waren vermeld, noemen bedrijven onder andere de punctuele levering, de presentatie van producten bij klanten resp. de customer journey en de verbetering van de operationele prestaties.

Bij de prioritering van de desbetreffende toepassingen blijken er verschillen tussen landen te bestaan: terwijl in Nederland, Polen, het Verenigd Koninkrijk en Noorwegen vooral het opleiden en inpassen van arbeidskrachten op de voorgrond staat, staan in Spanje de verhoging van de efficiëntie bij het orderpicken via pick-by-vision, in Duitsland en Italië de controle op volledigheid en in Denemarken de externe support voor hulp van experts onafhankelijk van de locatie voorop. Zweedse zakelijke beslissers weer stellen de ondersteuning bij de levering van montage-, onderhouds- en reparatiediensten voorop en Franse zakelijke beslissers de optimalisatie van het laadproces.

De verbetering van de efficiëntie, de minimalisatie van fouten en de ontlasting van medewerkers zijn de drie belangrijkste voor-

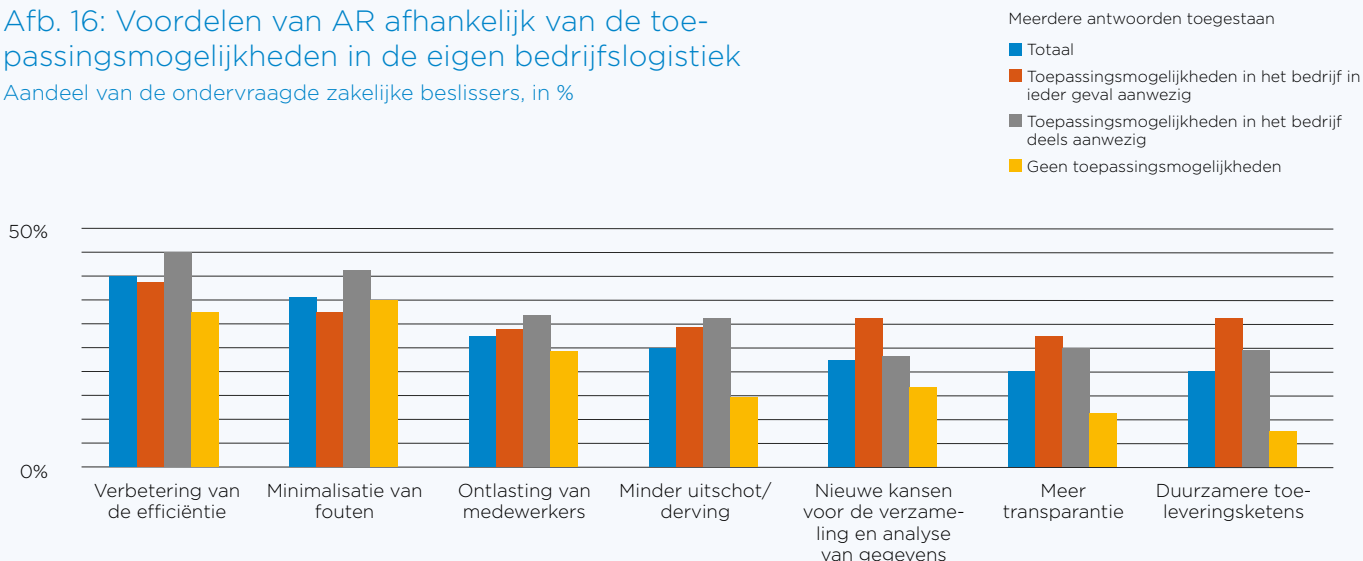


delen van AR-toepassingen die zakelijke beslissers in Europa vaststellen (zie afbeelding 16). Opvallend is dat de respondenten die onbeperkte toepassingsmogelijkheden voor AR binnen het eigen bedrijf zien, niet per se meer voordelen verwachten dan zakelijke beslissers die alleen deels toepassingsmogelijkheden noemen. Maar: nieuwe kansen voor de verzameling en analyse van gegevens en duurzamere toeleveringsketens staan bij de eerstgenoemde groep

op de derde en vierde plaats en krijgen daarmee scores die aanmerkelijk hoger zijn dan het gemiddelde van alle bedrijven. Bovendien kunnen zelfs managers die in hun bedrijf geen toepassingsmogelijkheden voor AR zien, in het algemeen voordelen bij de toepassing van deze technologie in het supply chain management en de logistiek voorstellen, al zijn die zoals te verwachten valt aanmerkelijk kleiner.

Afb. 16: Voordelen van AR afhankelijk van de toepassingsmogelijkheden in de eigen bedrijfslogistiek

Aandeel van de ondervraagde zakelijke beslissers, in %



Afb. 17: Voordelen van AR bij de vergelijking tussen landen

Meerdere antwoorden toegestaan

Aandeel van de ondervraagde zakelijke beslissers, in %

Gemarkeerd: aandeel boven het Europese gemiddelde

	ø	DE	UK	FR	ES	IT	DK	SE	NO	NL	PL
Verbetering van de efficiëntie	39%	40%	43%	38%	42%	43%	25%	39%	36%	34%	40%
Minimalisatie van fouten	35%	38%	33%	31%	38%	38%	30%	37%	39%	33%	35%
Ontlasting van medewerkers	27%	29%	8%	27%	31%	14%	28%	34%	25%	31%	33%
Minder uitschot/derving	24%	22%	26%	29%	25%	28%	22%	22%	18%	22%	25%
Nieuwe kansen voor de verzameling en analyse van gegevens	22%	22%	21%	24%	24%	21%	18%	22%	25%	17%	25%
Meer transparantie	20%	23%	13%	21%	16%	24%	8%	17%	15%	21%	31%
Duurzamere toeleveringsketens	19%	19%	9%	19%	19%	27%	10%	10%	13%	28%	24%

Bedrijven in Polen, Italië, Spanje, Duitsland en Frankrijk verwachten dat AR-toepassin-

gen in de logistiek bovengemiddeld veel voordelen zal bieden (zie afbeelding 17).

3.4.2 Gebruik en verwachte voordelen van smart glasses in de logistiek

Een hardwarevereiste voor de realisatie van AR-toepassingen zijn de flexibel in te zetten smart glasses. Maar ongeveer een zesde van de ondervraagde bedrijven in Europa maakt nu al gebruik van smart glasses in de logistiek (zie afbeelding 18). Bijna een vierde is op zijn minst van plan deze in te voeren. Meer dan de helft beschouwt deze technologieoplossing echter als niet relevant voor hun bedrijf of is niet van plan om deze te gebruiken.

Meer dan gemiddeld positief over het gebruik van smart glasses tonen zich bedrijven in Frankrijk, gevolgd door die in Italië, Polen en Duitsland. Daarentegen beschouwt 80 procent van de zakelijke beslissers in Denemarken de technologie als niet relevant of zijn zij tenminste niet van plan om ze te gebruiken. Ook bedrijven in Noorwegen,

het Verenigd Koninkrijk en Nederland tonen zich eerder sceptisch.

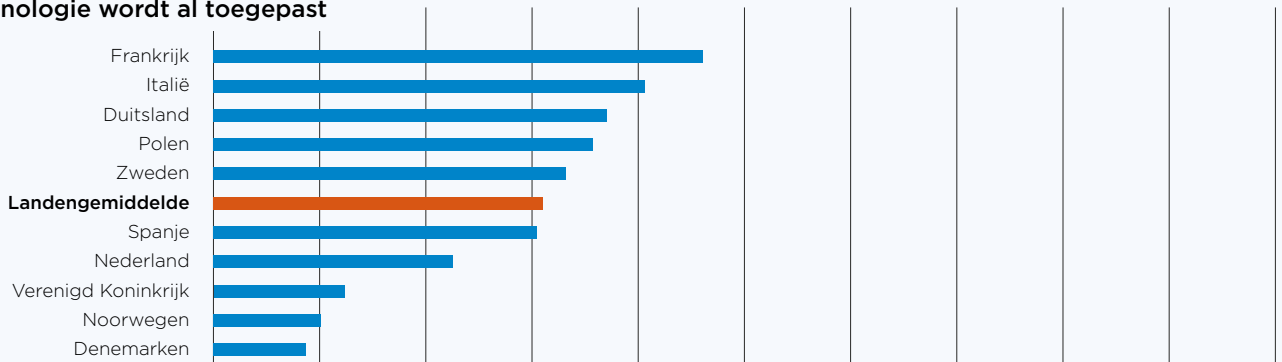
Bijna 80 procent van de bedrijven waar in ieder geval toepassingsmogelijkheden voor AR bestaan, maakt al gebruik van smart glasses of is van plan om ze te gebruiken (zie afbeelding 19). En tegengesteld hieraan geeft bijna 92 procent van de beslissers die geen toepassingsmogelijkheden voor AR in de logistiek van hun bedrijf zien, aan dat het gebruik van smart glasses niet gepland staat of niet relevant is. Dit illustreert het nauwe verband tussen hardware en toepassingen: tussen het gebruik van smart glasses en het verwachte nut van augmented reality bestaat een sterke correlatie.

Afb. 18: Gebruik van smart glasses in de logistiek

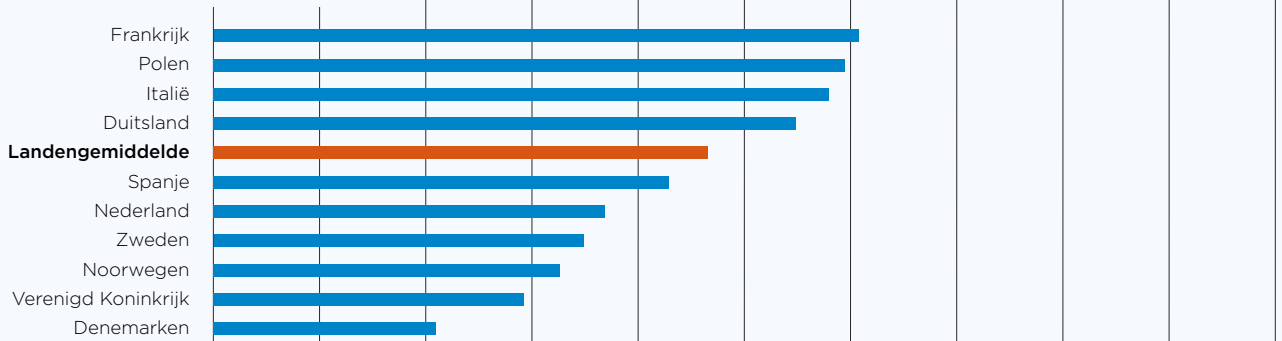
Vershil ten opzichte van 100 %: weet niet/onbekend

Aandeel van de ondervraagde zakelijke beslissers, in %

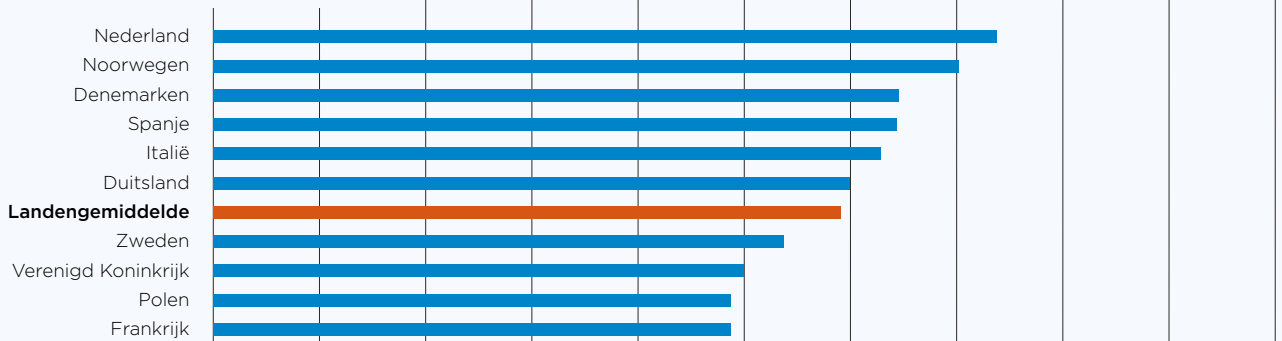
Technologie wordt al toegepast



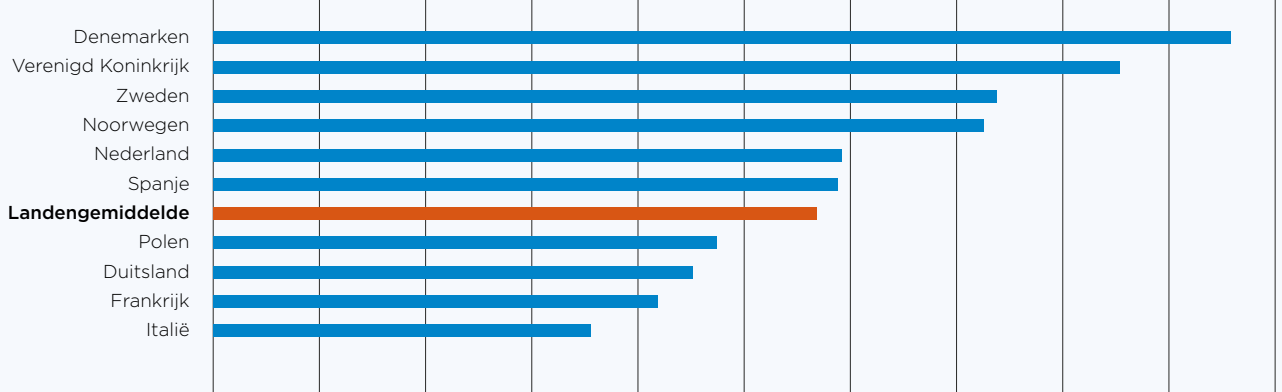
Invoering gepland



Gebruik niet beoogd



Niet relevant voor het bedrijf



0%

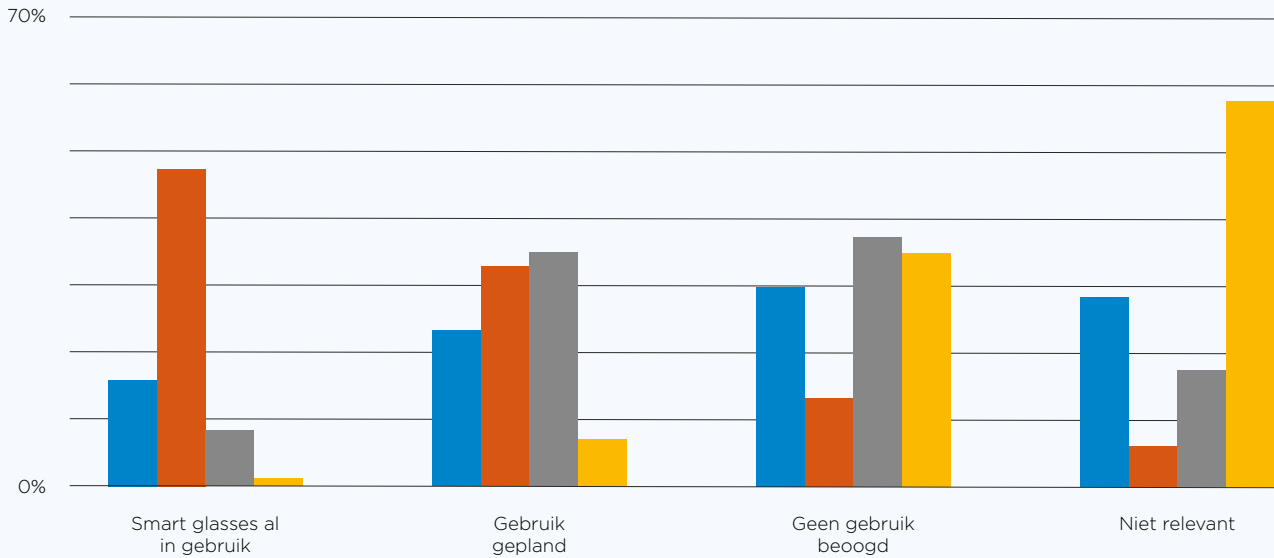
50%

Afb. 19: Verband tussen het gebruik van smart glasses en de algemene relevantie van AR voor de bedrijfslogistiek

Aandeel van de ondervraagde zakelijke beslissers, in %

Verskil ten opzichte van 100 %: weet niet/onbekend.

- Totaal
- Toepassingsmogelijkheden voor AR bestaan in ieder geval
- Toepassingsmogelijkheden voor AR deels aanwezig
- Geen toepassingsmogelijkheden voor AR

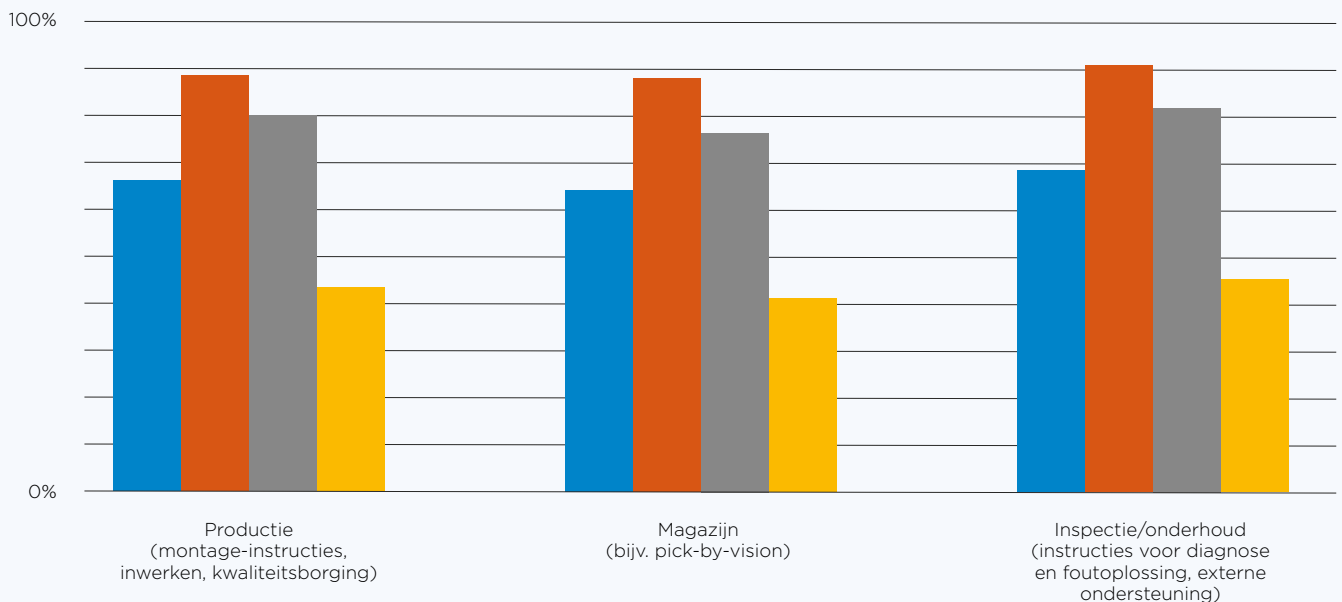


Afb. 20: Toepassingsmogelijkheden waarvoor smart glasses als voordelig worden beoordeeld

Aandeel van de ondervraagde zakelijke beslissers van bedrijven waar het gebruik van smart glasses in de logistiek relevant is, in %

Meerdere antwoorden toegestaan

- Alle bedrijven
- Bedrijven die al smart glasses gebruiken
- Bedrijven die het gebruik plannen
- Bedrijven die niet van plan zijn om smart glasses te gebruiken



Afb. 21: Voordelen van smart glasses voor verschillende bedrijfsonderdelen bij de vergelijking tussen landen

Meerdere antwoorden toegestaan

Aandeel van de ondervraagde zakelijke beslissers van bedrijven waar het gebruik van smart glasses in de logistiek relevant is, in %

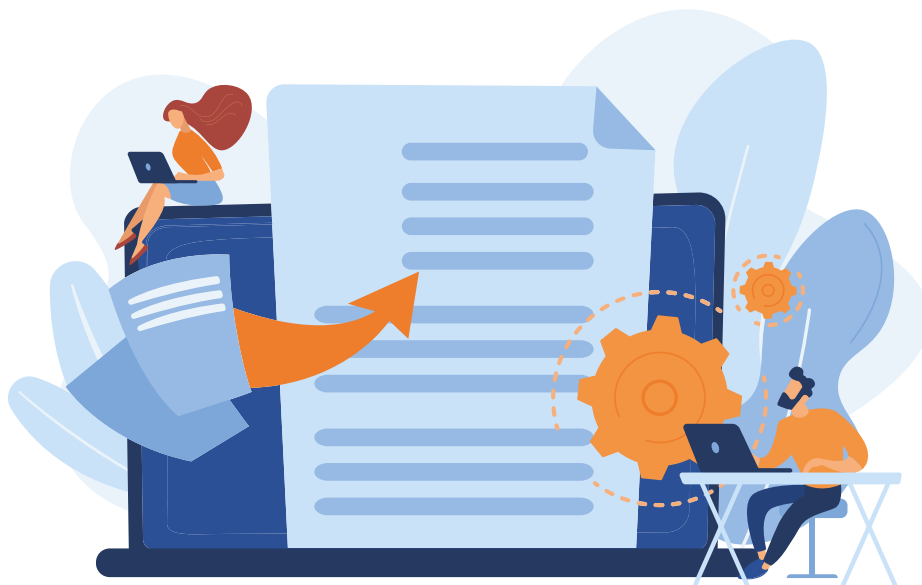
Gemarkeerd: aandeel boven het Europese gemiddelde

	∅	DE	UK	FR	ES	IT	DK	SE	NO	NL	PL
Productie (montage-instructies, inwerken, kwaliteitsborging)	66%	65%	52%	72%	69%	76%	43%	67%	56%	54%	72%
Magazijn (bijv. pick-by-vision)	64%	64%	52%	69%	71%	75%	39%	56%	53%	54%	67%
Inspectie/onderhoud (instructies voor diagnose en foutoplossing, externe ondersteuning)	68%	73%	52%	70%	71%	73%	44%	62%	60%	63%	75%

Op de gebieden die in de volgende vraag ter sprake worden gebracht, productie, magazijn en inspectie/onderhoud, zien bedrijven ongeveer even grote toepassingsmogelijkheden voor smart glasses (zie afbeelding 20): dat smart glasses voor deze bedrijfsfuncties grote of op zijn minst gematigde voordelen bieden, geeft telkens meer dan drie vijfde van de Europese beslissers aan. Daaruit blijkt dat met de ervaring ook de waardering toeneemt, want bedrijven die al smart glasses gebruiken, kennen zonder uitzondering hogere instemmende scores toe. Maar ook van de bedrijven die niet van plan zijn om smart glasses in het eigen bedrijf te

gebruiken, erkent telkens ruim 40 procent de algemene voordelen van de drie toepassingsmogelijkheden.

Wanneer landen onderling worden vergeleken, blijkt dat vooral beslissers in Italië, Polen, Spanje en Frankrijk voordelen verwachten van het gebruik van smart glasses in de verschillende bedrijfsonderdelen (zie afbeelding 21). In Denemarken, het Verenigd Koninkrijk, in Noorwegen en Nederland echter liggen de instemmende scores duidelijk onder het Europese gemiddelde.



3.5 Internet of Things

De verbinding van machines, apparaten, materialen en producten met het internet, het Internet of Things (IoT), vordert. De gegevenslagen en de fysieke processen worden gekoppeld tot zogenaamde cyber-fysieke systemen, zodat steeds meer machines autonoom met elkaar communiceren en informatie over hun eigen status en/of omgeving uitwisselen. Op deze manier kan elk object duidelijk worden geïdentificeerd en krijgt dit toegang tot het netwerk, positie en status ervan zijn bekend. Deze eigenschappen bieden de logistiek veel voordelen. Smart Logistics-toepassingen die op het Internet of Things zijn gebaseerd, reiken van slimme oplossingen voor vrachtvervoer en voorraadbeheer tot en met slimme oplossingen voor de levering. Zij vergemakkelijken bij-

voorbeeld de omgang met snel veranderende eisen van klanten en maken het mogelijk om nieuwe bedrijfsmodellen te ontwikkelen.

De groeiende complexiteit en diversiteit van klantorders stellen de logistiek voor grote uitdagingen die de verzameling van realtime-gegevens en informatie uit de omgeving noodzakelijk maken. Tegen deze achtergrond kunnen IoT-toepassingen de efficiëntie van logistieke processen verhogen, bijvoorbeeld met betrekking tot de monitoring, het productiemangement, de verzameling en uitwisseling van informatie, de modellering van toeleveringsketens of de veiligheid.

Afb. 22: Toepassingsmogelijkheden voor IoT in de bedrijfslogistiek bij de vergelijking tussen landen

Aandeel van de ondervraagde zakelijke beslissers, in %

Gemarkeerd: aandeel boven het Europese gemiddelde

Verschil ten opzichte van 100 %: weet niet/onbekend

	∅	DE	UK	FR	ES	IT	DK	SE	NO	NL	PL
Toepassingsmogelijkheden bestaan in ieder geval	29%	28%	21%	34%	36%	36%	15%	25%	14%	23%	31%
Toepassingsmogelijkheden deels aanwezig	41%	41%	26%	42%	45%	47%	30%	34%	40%	38%	48%
Geen toepassingsmogelijkheden	21%	26%	35%	23%	13%	10%	33%	28%	25%	28%	10%



3.5.1 Verwachte toepassingsmogelijkheden van het Internet of Things in de logistiek

Ongeveer 70 procent van de respondenten ziet in principe toepassingsmogelijkheden voor het Internet of Things in hun eigen logistiek (zie afbeelding 22). Beslissers uit Italië, Spanje, Polen en Frankrijk tonen zich bijzonder optimistisch ten aanzien van het nut van deze technologie voor hun bedrijf, terwijl met name in het Verenigd Koninkrijk en Denemarken een bovengemiddeld aantal respondenten afwijzend hiertegenover staat, al zijn ook hier de optimisten in de meerderheid.

Momenteel wordt deze technologie echter maar bij bijna 27 procent van de bedrijven

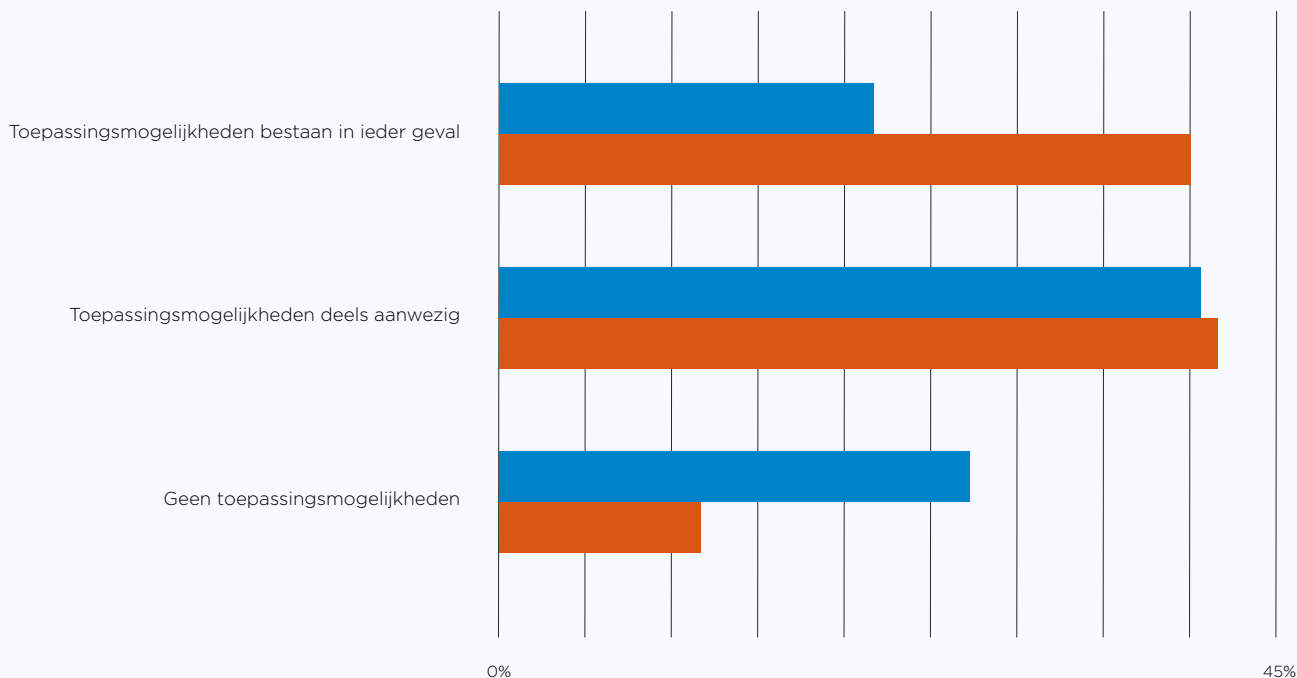
die het Internet of Things als relevant voor hun logistiek beschouwen, al toegepast of bevindt deze technologie zich er in de fase van invoering (zie afbeelding 10). Min of meer net als bij augmented reality bestaan er dus ook voor leveranciers van IoT-oplossingen nog marktkansen. Wellicht zijn sommige bedrijven nog niet overtuigd van de bedrijfseconomische voordelen van de op de markt beschikbare tools, hoewel zij in principe open staan voor het gebruik van IoT-toepassingen.

Afb. 23: Toepassingsmogelijkheden van IoT in de eigen logistiek afhankelijk van de bedrijfsgrootte

Aandeel van de ondervraagde zakelijke beslissers, in %

Verskil ten opzichte van 100 %: weet niet/onbekend

- Bedrijven met maximaal 249 medewerkers
- Bedrijven met ten minste 250 medewerkers

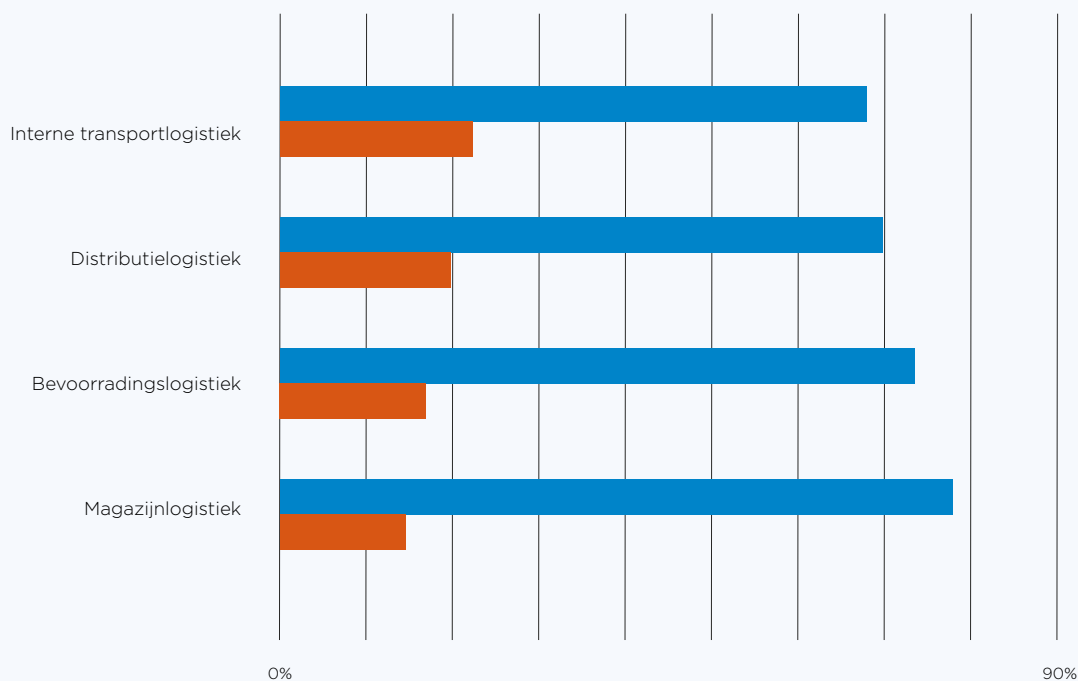


Afb. 24: Toepassingsmogelijkheden van IoT afhankelijk van de in het bedrijf aanwezige logistieke processen

Aandeel van de ondervraagde zakelijke beslissers, in %

Verskil ten opzichte van 100 %: weet niet/onbekend

- Toepassingsmogelijkheden aanwezig
- Geen toepassingsmogelijkheden



Bovendien blijkt opnieuw dat het gebruik van digitale technologieën voor grotere bedrijven doorgaans aantrekkelijker is: zo is het aandeel van beslissers die toepassingsmogelijkheden voor het Internet of Things in hun logistiek zien, bij bedrijven met 250 of meer medewerkers met ongeveer 82 procent aanmerkelijk groter dan bij kleine en middelgrote bedrijven (zie afbeelding 23). Hoewel logistieke processen ook voor de ondervraagde kleine en middelgrote bedrijven een rol spelen, zijn deze wellicht overzichtelijker en minder complex dan in grote bedrijven.

De relevantie van IoT-toepassingen wordt als zeer hoog beoordeeld door bedrijven die over een magazijnlogistiek beschikken (zie afbeelding 24). Maar ook bedrijven met een bevoorradingslogistiek of een distribu-

tielogistiek geven instemmende scores te zien die (iets) boven het gemiddelde liggen.

Dienovereenkomstig staat inventory tracking, het bijhouden van magazijnvoorraden, voor Europese bedrijven die in principe toepassingsmogelijkheden voor het Internet of Things in hun logistiek zien, bovenaan de lijst van concrete toepassingsgebieden (zie afbeelding 25). Op de tweede plaats komen warehouse management systemen, met behulp waarvan bestelprocessen automatisch en zonder directe betrokkenheid van medewerkers kunnen worden afgehandeld, gevolgd door location management systemen voor de controle van parameters zoals bestuurdersactiviteiten, voertuigpositie of leveringsstatus.

Afb. 25: Concrete toepassingsmogelijkheden van IoT in de eigen bedrijfslogistiek

Meerdere antwoorden toegestaan

Aandeel van de ondervraagde zakelijke beslissers die in principe toepassingsmogelijkheden voor IoT in hun logistiek hebben, in %.

Gemarkeerd: aandeel boven het Europese gemiddelde.

	∅	DE	UK	FR	ES	IT	DK	SE	NO	NL	PL
Bijhouden van magazijnvoorraden (inventory tracking)	47%	50%	58%	41%	43%	50%	53%	44%	44%	51%	48%
Geautomatiseerde bestelprocessen (warehouse management systemen) zonder directe betrokkenheid van medewerkers	44%	50%	36%	43%	56%	43%	41%	32%	40%	48%	40%
Location management systemen (bewaking van bestuurdersactiviteiten, voertuigpositie, leveringsstatus etc.)	41%	38%	44%	43%	49%	40%	35%	41%	30%	37%	42%
Anticiperende bestelprocessen op basis van predictive analytics	36%	41%	42%	33%	38%	36%	45%	31%	33%	36%	34%
Bewaking op afstand van kwaliteitsparameters voor de lading (temperatuur, schokken, etc.)	36%	39%	24%	36%	37%	36%	35%	31%	21%	37%	39%
Gebruik van autonome voertuigen	23%	22%	22%	28%	24%	25%	22%	17%	21%	18%	24%
Gebruik van mobiele robotica	22%	21%	24%	20%	23%	26%	25%	19%	14%	19%	23%

Beslissers uit Spanje, Duitsland, Denemarken, Italië en het Verenigd Koninkrijk zien zeer veel toepassingsmogelijkheden voor IoT in de logistiek van hun bedrijf. Eerder terughoudend tonen zich bedrijven uit Noorwegen en Zweden. Interessant hierbij is dat hoewel in Denemarken en het Verenigd Koninkrijk de relevantie van het Internet

of Things voor de bedrijfslogistiek als relatief gering wordt beschouwd, juist in deze landen de bedrijven waarvoor deze technologie wel relevant is, een bovengemiddeld aantal toepassingsmogelijkheden noemen.

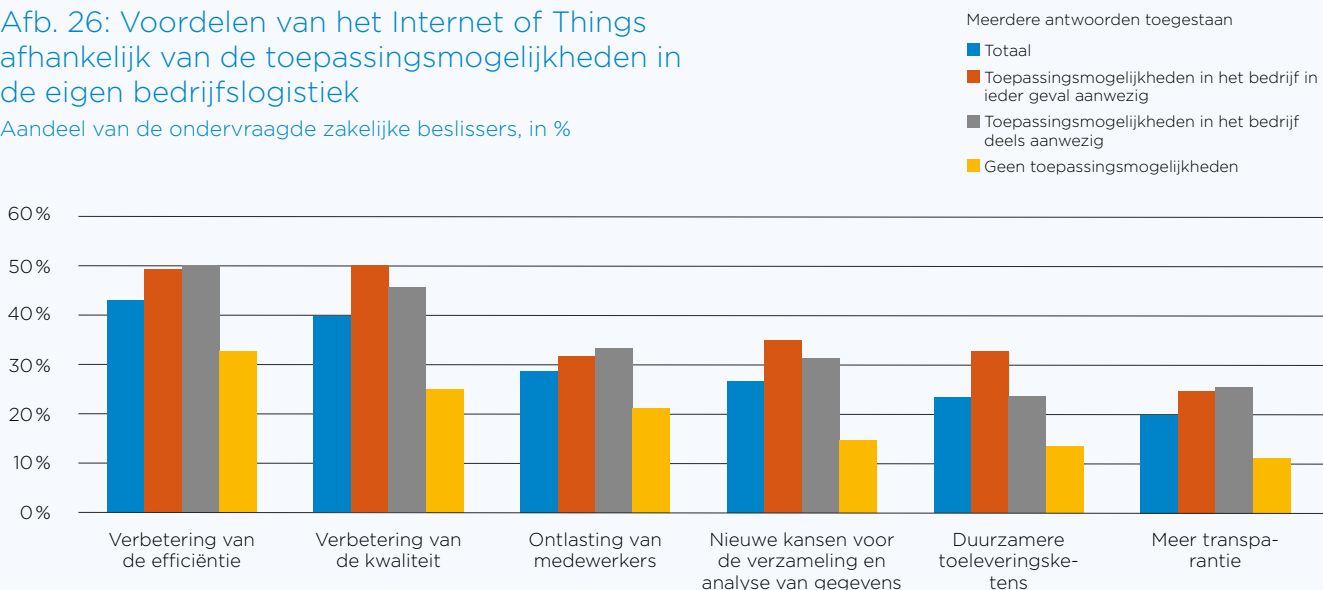
3.5.2 Verwachte voordelen van IoT-toepassingen in de logistiek

Als de drie belangrijkste voordelen van het Internet of Things noemen de ondervraagde bedrijven, min of meer net als bij Augmented Reality, de verbetering van de efficiëntie, de verbetering van de kwaliteit en de ontlasting van medewerkers (zie afbeelding 26). Meer transparantie of duurzamere toeleveringsketens spelen daarentegen eerder een ondergeschikte rol. Dit zou kunnen veranderen wanneer er in meer Europese landen een toeleveringsketenwet wordt ingevoerd.

Opvallend is dat bedrijven waar volop toepassingsmogelijkheden voor IoT bestaan, doorgaans ook vaker voordelen van deze technologie verwachten. Hierbij stellen zij ook iets andere prioriteiten dan bedrijven gemiddeld doen, want nieuwe kansen voor de verzameling en analyse van gegevens en duurzamere toeleveringsketens komen op de derde en vierde plaats, nog voor de ontlasting van medewerkers.

Afb. 26: Voordelen van het Internet of Things afhankelijk van de toepassingsmogelijkheden in de eigen bedrijfslogistiek

Aandeel van de ondervraagde zakelijke beslissers, in %



Afb. 27: Voordelen van IoT-toepassingen bij de vergelijking tussen landen

Meerdere antwoorden toegestaan

Aandeel van de ondervraagde zakelijke beslissers, in %

Gemarkeerd: aandeel boven het Europese gemiddelde

	∅	DE	UK	FR	ES	IT	DK	SE	NO	NL	PL
Verbetering van de efficiëntie	43%	41%	47%	42%	47%	45%	31%	47%	41%	41%	42%
Verbetering van de kwaliteit	40%	43%	29%	40%	40%	43%	30%	39%	38%	38%	43%
Ontlasting van medewerkers	28%	31%	9%	28%	29%	16%	35%	32%	25%	31%	38%
Nieuwe kansen voor de verzameling en analyse van gegevens	27%	25%	26%	27%	29%	33%	25%	18%	24%	24%	29%
Duurzamere toeleveringsketens	23%	21%	11%	30%	25%	27%	10%	19%	13%	31%	25%
Meer transparantie	20%	26%	13%	21%	20%	22%	18%	19%	18%	14%	24%

Bedrijven in Polen, Spanje, Frankrijk, Duitsland en Italië noemen vaker dan gemiddeld voordelen van de technologie (zie afbeelding 27). Bovendien waarderen bedrijven in de verschillende landen de voordelen van het Internet of Things duidelijk verschillend. Dit blijkt bijvoorbeeld wanneer wordt geke-

ken naar de twee landen die met betrekking tot de voordelen Europees gezien de laagste instemmende scores halen. Zo speelt de ontlasting van medewerkers in het Verenigd Koninkrijk de kleinste rol, terwijl dit voordeel in Denemarken op de eerste plaats staat.

3.6 Interpretatie van de resultaten

Op basis van de enquêteresultaten kan het volgende worden opgemerkt: de digitalisering van de logistiek is begonnen, maar heeft nog lang niet in alle bedrijven met toepassingsmogelijkheden zijn intrede gedaan. Want maar ongeveer een derde van de bedrijven in Europa heeft de digitale transformatie van het supply chain management en de logistiek al op gang gebracht.

In principe worden er wel toepassingsmogelijkheden gezien, maar worden de digitale technologieën naar verhouding nog onvoldoende toegepast. De hoge belasting qua tijd en kosten vanwege de implementatie wordt als grootste uitdaging genoemd.

Dit patroon kan aan de hand van AR- en IoT-toepassingen worden verduidelijkt: bij beide technologieën bestaat er een duidelijke discrepantie tussen het aantal bedrijven dat toepassingsmogelijkheden voor een van de twee technologieën in de eigen logistiek ziet, en het aantal bedrijven dat deze al heeft geïmplementeerd of spoedig zal toepassen. Hierbij zien grotere bedrijven doorgaans eerder toepassingsmogelijkheden dan kleine en middelgrote bedrijven. Er moet worden aangenomen dat met het toenemen van de bedrijfsgrootte ook het belang en de complexiteit van logistieke processen groeien. Dientengevolge worden grotere voordelen van digitalisering verwacht.

De resultaten zouden erop kunnen wijzen dat momenteel nog niet alle potentiële gebruikers zijn overtuigd van de bedrijfs-economische voordelen van de op de markt beschikbare digitale toepassingen, omdat de verwachte extra opbrengsten niet opwegen tegen de als beletsel ervaren belasting qua tijd en kosten. Het kan ook ermee te maken hebben dat de markt nog niet transparant genoeg is, zodat beslissers nog niet concreet kunnen beoordelen welke verbeteringen van de efficiëntie en kwaliteit met Logistics 4.0 kunnen worden gerealiseerd.



4 Voorbeelden uit de praktijk

Logistics 4.0 en de bijbehorende toepassingen zijn geen toekomstbeeld meer maar, zoals ook de resultaten van de enquête laten zien, in sommige bedrijven al realiteit. Technologieën zoals kunstmatige intelligentie of augmented reality worden al in verschillende mate toegepast. Hoe zulke toepassingen concreet eruit kunnen zien, maken de volgende praktijkvoorbeelden duidelijk.

Blechwarenfabrik Limburg

Blechwarenfabrik Limburg fabriceert jaarlijks enkele miljoenen blikjes, jerrycans en emmers van ongeveer 20.000 ton blik. In 2014 heeft het bedrijf zijn intrek genomen in een nieuw productie-en bedrijfsgebouw 'op de groene weide'. Tegelijk met de verhuizing heeft Blechwarenfabrik Limburg zijn productieprocessen en logistieke processen gedigitaliseerd. Zo worden de magazijnvoorraden in de automatische hoogbouwmagazijnen tegenwoordig met behulp van een warehouse management systeem beheerd. Dit systeem kan op elk moment informatie leveren over welk goed zich op welke ladingdrager bevindt en waar deze actueel is. Hierdoor zijn er in de fabriek geen ongedefinieerde opslagplaatsen en geen onnodige voorraden meer. Zo wordt het oppervlak efficiënter benut.

Bovendien stuurt het warehouse management systeem de materiaalbewegingen in het magazijn aan door middel van onbemande transportsystemen. Er wordt dus

geen schade meer veroorzaakt door menselijk handelen en dat betekent minder transportschade. Dankzij deze maatregelen wordt er door Blechwarenfabrik Limburg elk jaar ongeveer 100 ton blik bespaard.

Daarnaast past het warehouse management systeem de materiaalbewegingen aan het actuele energieaanbod aan. Op de nieuwe locatie speelt zonne-energie een grote rol. Om ervoor te zorgen dat deze onmiddellijk in het bedrijf zelf wordt gebruikt en te voorkomen dat deze aan het net wordt geleverd, worden er bij een groot energieaanbod veel processen in het magazijn gestart.

BMW

Autofabrikant BMW heeft sinds 2016 zijn digitale logistieke toepassingen onder het concept 'Logistics NEXT' gegroepeerd. Hiermee moet de gehele logistiek duurzamer en efficiënter worden ingericht. Daartoe worden allerlei afzonderlijke maatregelen genomen, onder andere op het gebied van autonome transportsystemen in de fabriekshallen en buiten. Van deze systemen maakt een autonome transportrobot deel uit die zelfstandig vrachtwagenopleggers van de parkeerplaats naar de laad- en losstations brengt. Deze 'AutoTrailer' heeft een draagvermogen van maximaal 40 ton en koppelt zelfstandig de opleggers aan. Voor de navigatie maakt het systeem gebruik van lasers, zodat er geen extra strepen of markeringen op de weg nodig zijn. In het begin werd in de fabriek in Leipzig met dit systeem geëx-

perimenteerd, maar al snel werd het hier in de herfst van 2019 in gebruik genomen en het wordt ook in andere fabrieken geïmplementeerd.

In de fabriekshallen wordt tevens de 'AutoBox' ingezet die het autonome transport van lasten tot 25 ton kan uitvoeren. Voor de oriëntatie in de hallen wordt gebruikgemaakt van scanners die aan de hand van vaste punten de positie bepalen. Daarnaast zorgen sensoren voor de bescherming van personen en de voorkoming van botsingen.

Als de transportsystemen de materialen aan de desbetreffende verwerkingsstations hebben geleverd, komen daar de medewerkers in actie waarbij ze door autonome robots worden ondersteund. Verschillende typen robots voeren onder andere het grijpen en sorteren van kleine ladingdragers uit die bijvoorbeeld op pallets staan.

Hoewel de afzonderlijke systemen autonoom handelen en vrij in de hal bewegen, is er een overkoepelend besturingssysteem op cloudbasis dat ervoor zorgt dat het tempo van de productie behouden blijft.



Bosch

Het technologie- en dienstverleningsbedrijf Bosch is zelf producent van veel toepassingen voor de digitale productie en logistiek. Het ligt daarom voor de hand dat deze oplossingen ook bij Bosch zelf worden toegepast.

Deze toepassingen voor de smart factory heeft Bosch onder de naam 'Nexeed' gebundeld. Hieronder valt op het gebied van de logistiek onder andere het centrale beheer van alle transportorders in een fabriek met transparante informatie over de afgifteplaats van het materiaal, de status van het voertuigpark en de transportroutes in real time. Omdat de informatie over de materiaalstatus op elk productiestation steeds actueel is, kunnen de interne bevoorradersritten ('milk runs') tot wel 35 procent efficiënter worden georganiseerd, zonder dat er een tekort aan nieuw materiaal is. In plaats van iedere keer dezelfde route af te leggen, worden de bevoorradersritten flexibel bestuurd, zodat er alleen wordt gereden naar de stations waar echt materiaal benodigd wordt. In de Bosch-fabriek in Neurenberg worden voor het verwerken van de materiaalstroom bijvoorbeeld ook autonome transportsystemen ('automated guided vehicles') ingezet.

De in eigen beheer ontwikkelde oplossing 'ProCon' koppelt de productiebesturing met het interne transport. Dit omvat logistieke processen van de aanvraag van klanten tot de planning van machines en installaties tot en met de besturing van klassieke en autonome transportmiddelen. Deze oplossing wordt in meer dan 50 fabrieken toegepast.

Boekingen en bijbestellingen worden dankzij de synchrone gegevensuitwisseling en de integratie in netwerken van digitale processtappen geautomatiseerd en in real time uitgevoerd. Hierdoor worden magazijnvoorraden kleiner en handmatige werkzaamheden verminderd. En de medewerkers worden zo ontlast bij het verrichten van routinewerkzaamheden, zodat ze zich op intellectueel meer uitdagende werkzaamheden kunnen concentreren, wat weer een positief effect op de productiviteit heeft.

DHL

Bij logistiek bedrijf DHL worden sinds 2017 in alle magazijnen ter wereld databrillen gebruikt voor ondersteuning via augmented reality. Vision picking is sindsdien de standaardmethode voor het orderpicken. Al in 2014 had het trendonderzoeksteam van DHL in een trendrapport aandacht besteed aan de toepassingsmogelijkheden van AR op het gebied van logistiek. Hierna volgden enkele pilotprojecten met smart glasses in de VS en in Europa, waaruit de voordelen zoals een verhoging van de productiviteit snel naar voren kwamen.

Bij de nieuwe methode voor het orderpicken die DHL als een van de eerste logistieke bedrijven toepast en die daarmee de standaard in de branche wordt, worden tijdens het orderpicken de werkinstructies direct via de databril aan de DHL-werknemers getoond, zodat zij die stap voor stap kunnen uitvoeren. Daarnaast krijgen zij aanwijzingen over waar de benodigde artikelen zich in het magazijn bevinden en hoe deze op de wagen moeten worden geplaatst. Door het gebruik van smart glasses hebben werkne-

mers de handen vrij en kunnen zij efficiënter werken. En schriftelijke instructies zijn daarmee verleden tijd. Volgens DHL heeft vision picking geleid tot een verhoging van de productiviteit van gemiddeld 15 procent, terwijl het foutenpercentage is gedaald. Bovendien is de tijd die wordt benodigd voor het inwerken van personeel, gehalveerd.

In de toekomst moeten verder niet alleen barcodes worden uitgelezen, maar ook complexe objecten worden geïdentificeerd, waardoor het orderpicken gemakkelijker gaat.

MAN Truck & Bus

Sinds oktober 2016 is de software 'ConMa', afkorting van containermanagement, voor de optimalisatie van de beschikbaarheid van lege bakken in de fabrieken van MAN Truck & Bus in gebruik. Het gaat hierbij om een efficiënte bevoorrading van leveranciers van MAN Truck & Bus met lege bakken. In totaal zijn met behulp van de software al meer dan 6 miljoen bakken ingepland en verzonden. ConMa combineert een geautomatiseerd proces met een dynamische transportbesturing.

Met behulp van slimme algoritmen worden alle bestellingen bewaakt en naar prioriteit gerangschikt. Op basis van deze berekeningen worden de leveranciers met de benodigde lege bakken bevoorrad. Voorts zorgt ConMa ervoor dat de transportplanning voor de vrachtwagens wordt geoptimaliseerd zodat de laadruimte ervan maximaal wordt benut. Hierdoor wordt het mogelijk om de transportkosten en CO₂-uitstoot terug te brengen.

ConMa stelt bovendien de benodigde documenten op en geeft een overzicht in real time van de status van de in opdracht gegeven transporten. Al met al worden daarmee de kosten voor de planning met de helft vermindert, waardoor er middelen beschikbaar komen voor speciale gevallen.

Een bijzonder aspect van ConMa is verder dat alle bij het proces betrokken partijen, afkomstig uit meerdere bedrijven, meewerken aan de ontwikkeling, zodat de oplossing voor alle partijen voldoet.

Schnellecke Logistics

Schnellecke is een betrouwbare partner voor complexe taken op het gebied van logistiek en transport in de automobielsector, de industriële sector en de sector consumptiegoederen. Het familiebedrijf ontwikkelt voor zijn klanten concepten op maat voor optimale efficiëntie en proceszekerheid, bestuurt en optimaliseert de aanvoerstromen, produceert naar behoefte, levert Just In Time en Just In Sequence en voert de montage van componenten en de voormontage van hele modules uit. Met 17.000 medewerkers in 13 landen vormt het bedrijf de schakel tussen leveranciers en producenten.

Voor het bedrijf is de digitale transformatie al enkele jaren een belangrijk thema. Tal van technologieën zoals augmented reality, kunstmatige intelligentie en het Internet of Things worden door Schnellecke Logistics gebruikt voor nieuwe toepassingen.

Zo worden bij het orderpicken en de volgordebepaling wearables zoals smart glasses en RFID1-sensorarmbanden gebruikt. Hier-

door wordt het werk van de werknemers gemakkelijker gemaakt, onder andere bij het orderpicken van grote voertuigcomponenten waarbij werknemers beide handen moeten gebruiken. Vroeger werden daarnaast nog handscanners gebruikt, zodat de processen langzamer verliepen. Met behulp van de AR-toepassingen waarmee de smart glasses zijn uitgerust, worden de processtappen direct in het gezichtsveld van de werknemers en automatisch in de juiste productievolgorde getoond. De RFID-sensorarmband bevestigt en documenteert tegelijkertijd de orderpickstappen.

Schnellecke Logistics maakt bovendien gebruik van kunstmatige intelligentie voor het optimaliseren van het gebruik van het magazijn. Hierbij kan nu met meer factoren rekening worden gehouden dan zonder het gebruik van slimme algoritmen het geval was. Zo worden producten niet alleen op basis van hun afmetingen aan een opslagplaats toegewezen, maar spelen bij de keuze van de optimale opslagplaats ook veiligheidsvoorschriften voor de werknemers, laad- en brandveiligheidsvoorwaarden, toegangsmogelijkheden voor de vorkheftrucks en de afstanden van de opslagplaats tot de laad- en loszones voor de desbetreffende producten een rol.

Bij logistieke processen spelen bakken een grote rol. Met behulp van het Internet of Things en via netwerken verbonden bakken weet het bedrijf op elk moment waar bakken zich bevinden en hoe ver de afhandeling van de aan de desbetreffende bakken gekoppelde orders gevorderd is. Deze informatie wordt centraal in een cloud ter beschikking gesteld. Met de kennis over de

desbetreffende posities kan snel op wensen van klanten worden ingespeeld en kunnen eventuele knelpunten vlug worden opgelost. Ook is hiermee een optimalisatie van de transportroutes mogelijk.

De centrale plaats in de cloud waar de informatie over de bakken wordt opgeslagen, wordt de Digital Control Tower (DCT) genoemd. Deze toont een virtuele afbeelding van de logistieke processen en visualiseert alle procesinformatie in een dashboard. Via mobiele apparaten heeft elke werknemer toegang tot deze informatie. Tegelijkertijd kunnen zij ook hiermee informatie invoeren. Als er bijvoorbeeld een probleem met een vorkheftruck is, kan de bestuurder dit aan de DCT melden en de te nemen maatregelen uitvoeren. De DCT is een dynamisch systeem dat voortdurend verder wordt ontwikkeld. Laatst heeft Schnellecke Logistics ook digitale ploegrappen, storingsmeldings-

management en dynamische berekening van de materiaalreikwijdte aan het systeem toegevoegd.

Daarnaast ondersteunen robots de werknemers in hun werk. Ze worden onder andere ingezet bij het lassen en het inpakken. Tevens voeren ze monotone werk van het in elkaar zetten van vakverdelingen voor de verzenddozen uit, waarin dan gevoelige onderdelen worden vervoerd. Naast robots als hardware gebruikt Schnellecke Logistics ook softwarerobots in het kader van Robotic Process Automation (RPA). Deze voeren herhalende en op regels gebaseerde taken uit die eerder door RPA-scouts in het bedrijf zijn geïdentificeerd. Hiertoe behoort bijvoorbeeld het sorteren van facturen die per e-mail binnenkomen voor het SAP-boekingsysteem.



Interview met Karsten Keil, lid van het management board van Schnellecke Logistics SE, die verantwoordelijk is voor IT en digitalisering

Meneer Keil, smart logistics speelt in uw bedrijf een grote rol. Wanneer is Schnellecke Logistics begonnen met de digitale transformatie?

We zijn vier tot vijf jaar geleden begonnen ons te verdiepen in Industrie 4.0 en smart logistics.

Was daarvoor een speciale aanleiding?

Een aandachtsgebied van Schnellecke Logistics is de automobielsector. Deze branche bevindt zich momenteel in de overgang van de verbrandingsmotor naar de elektromotor met bijbehorende mobiliteitsdiensten. Hierdoor worden ook bedrijven als Schnellecke Logistics gedwongen om te veranderen.

Onder invloed van de markt staat de logistiek vandaag de dag onder grote druk om de kosten te laag te houden. Om hieraan door middel van een verhoging van de efficiëntie tegemoet te komen werd en wordt binnen het bedrijf vaart gezet achter de digitalisering.

Zijn er naast het verhogen van de efficiëntie nog andere doelen die door uw bedrijf met de digitalisering worden nagestreefd?

Met de digitale transformatie willen we ook volledig nieuwe, digitale bedrijfsmodellen ontwikkelen. Deze kunnen zeker op radicale innovaties zijn gebaseerd en hoeven niets met het bestaande bedrijfsmodel te maken te hebben.

Daar komt nog een heel ander aspect bij: door het gebruik van zeer moderne technologieën kan Schnellecke Logistics zich ook als aantrekkelijke werkgever in de markt zetten.

Kon u met het oog op deze doelen al vooruitgang boeken door middel van de digitalisering?

Jazeker. De tools zijn voor de uitvoering van veel werkzaamheden onmisbaar geworden. Door de digitalisering is het ons bijvoorbeeld gelukt om met evenveel administratief personeel meer omzet te genereren.



De opbrengsten van digitale transformatie zijn een aspect. In het begin gaat de implementatie van nieuwe toepassingen echter gepaard met vrij grote investeringen en dus kosten. Hebben naar uw mening deze investeringen zich al (deels) terugverdiend?

Ja, ze hebben zich al blijvend terugverdiend.

Sommige nieuwe, digitale toepassingen bij Schnellecke Logistics hebben ook gevolgen voor de klanten en hun processen. Worden deze klanten dan in een vroeg stadium bij de implementatie betrokken?

Ja, anders zou de implementatie niet mogelijk zijn. Vaak zijn we direct in de omgeving van klanten werkzaam. Zodoende hebben we toestemming van klanten nodig om oplossingen in te voeren en IT-infrastructuren en applicaties met elkaar te koppelen.

Deze klanten betrekken we daarom vanaf het begin bij de implementatie.

Vooraf is het echter van belang om de klanten voor de nieuwe oplossing te winnen. Want een klant koopt onze dienst niet omdat er innovatieve technologieën worden toegepast, maar omdat ze een meerwaarde hebben. En over deze meerwaarde voeren we van tevoren gesprekken met klanten.

Welke aspecten, op basis van de ervaringen die u tot nu toe bij Schnellecke Logistics met de nieuwe toepassingen heeft kunnen opdoen, zijn van cruciaal belang om ervoor te zorgen dat technologieën succesvol worden geïmplementeerd en gebruikt?

Cruciaal voor het succes is dat mensen op de hoogte worden gehouden van het transformatieproces. Belangrijk hierbij is dat hun angsten worden weggenomen, dat ze erbij worden betrokken, dat ze toepassingen testen en dat ze meewerken aan projecten. Je kan technologieën niet invoeren als er weerstand onder het personeel bestaat.

Daarnaast moet er steun van het bestuur zijn. Zonder hun engagement is succes niet mogelijk.

Bovendien mag smart logistics niet enkel een verzameling van plaatselijke eilandoplossingen zijn. Veeleer dienen de afzonderlijke toepassingen deel uit te maken van een overkoepelend raamwerk.

De algehele strategie voor de digitalisering bij Schnellecke Logistics is neergelegd in het omvangrijke plan 'Smart 2025' en heeft tot doel de logistiek in hoge mate te digitaliseren en te automatiseren.

En in de laatste plaats zijn er partners nodig, klanten, leveranciers of ook concurrenten, omdat je als onderdeel van een toeleveringsketen niet in je eentje iets kunt optimaliseren.

Spelen partners ook bij de ontwikkeling en implementatie van toepassingen een rol of kiest u hier eerder voor ontwikkeling in eigen beheer?

Bij de digitale transformatie in ons bedrijf spelen partners een grote rol. Alleen zou de IT bij Schnellecke Logistics helemaal niet over de noodzakelijke middelen beschikken. Intern maken we gebruik van onze kennis van processen en het inzicht in onze bedrijfsmodellen en houden we ons eerder bezig met de vraag hoe we met technologieën nieuwe oplossingen kunnen ontwikkelen. Het is echter niet zo dat we die dan altijd zelf ontwikkelen.

Hoe vindt u dan geschikte partners?

Binnen het bedrijf zijn hiertoe technologie-scouts aangewezen die de markt observeren. Als zij een interessante technologie van een interessante partner zien, wordt binnen het bedrijf nagegaan of deze kan helpen om een bepaald doel te bereiken. Als dit het geval is, wordt de technologie getest, waarbij een proof of concept wordt opgesteld.

Daarnaast wordt er ook intern onderzocht hoe processen kunnen of moeten worden verbeterd. Vervolgens wordt weer aan de scouts gevraagd om te kijken naar welke technologieën en partners deze verbeteringen kunnen realiseren.

En hoe gaat het daarna verder?

Daarna vindt de implementatie in het bedrijf plaats, waarbij de medewerkers nauw worden betrokken. Dit was bijvoorbeeld bij Robotic Process Automation (RPA) het geval. Nadat voor RPA een geschikte toepassing in het bedrijf werd gevonden en RPA in de testfase had overtuigd, volgde de implementatie van deze toepassing. Tegelijkertijd werden werknemers opgeleid tot RPA-scouts en ook tot citizen developers, werknemers die tot dusver weinig met het onderwerp te maken hadden en die van tevoren niet over kennis over RPA beschikten.

Dit voorbeeld laat ook heel goed het nut zien: door processen te automatiseren hebben we meer dan drie keer zoveel tijd tot onze beschikking als de tijd die is besteed aan de ontwikkeling. De werknemers kunnen deze tijd nu voor andere werkzaamheden gebruiken en daarmee extra winst genereren.



5 Slotsom

De digitale transformatie van de logistiek binnen bedrijven maakt veel nieuwe toepassingen mogelijk. Augmented reality, kunstmatige intelligentie of ook het Internet of Things zijn uitgangspunten voor een ingrijpende verandering van de huidige processen. Net als in veel bedrijfsonderdelen kan ook de digitalisering van de logistiek tot een toename van de flexibiliteit en efficiëntie en een vermindering van de kosten leiden.

Uit de enquête blijkt echter dat de vorderingen tot nu toe met betrekking tot Logistics 4.0 in veel bedrijven nog bescheiden zijn. Dikwijls is men zich bewust van het belang van digitale technologieën, maar worden ze naar verhouding (nog) onvoldoende toegepast. Dit kan verschillende redenen hebben: zo zou het kunnen zijn dat sommige bedrijven de aan de digitalisering verbonden kosten hoger inschatten dan de te realiseren baten, zodat digitalisering voor hen niet rendabel is. Dit zou echter een verkeerde inschatting kunnen zijn als de beslissers zich door te weinig ervaring en informatie niet concreet kunnen voorstellen, welke efficiëntieverhogingen en kwaliteitsverbeteringen door Logistics 4.0 kunnen worden bereikt.

Verder kan het zijn dat sommige bedrijven niet precies weten hoe een zinvolle toepassing van bijvoorbeeld kunstmatige intelligentie bij hen eruit zou kunnen zien. Juist van kleine en middelgrote bedrijven is dikwijls te horen dat zij zich weliswaar bewust zijn van het belang van technologieën zoals augmented reality, maar zij niet weten hoe een concrete toepassing bij hen eruit kan zien.

Het toegankelijker maken van informatie en de uitwisseling van ervaringen, zoals ze uit de praktijkvoorbeelden naar voren komen, kunnen dus een sleutel zijn om de digitale transformatie van de logistiek binnen bedrijven te bevorderen.

Handelsblatt
RESEARCH INSTITUTE

Het **Handelsblatt Research Institute (HRI)** is een onafhankelijk onderzoeksinstituut dat deel uitmaakt van de Handelsblatt Media Group. Het stelt wetenschappelijke rapporten op in opdracht van klanten zoals bedrijven, investeerders, verenigingen, stichtingen, en overheidsinstanties. Voor de analyse van de resultaten van onderzoek maakt het uit 30 medewerkers bestaande team gebruik van de wetenschappelijke competenties van economen, sociale wetenschappers, natuurwetenschappers en historici, alsmede van journalistieke competenties. Het instituut werkt samen met een netwerk van partners en specialisten. Daarnaast voert het Handelsblatt bureauonderzoek, concurrentieanalyses en marktonderzoek uit.

Concept, onderzoek en vormgeving:

Handelsblatt Research Institute
Toulouser Allee 27
D-40211 Düsseldorf
www.handelsblatt-research.com

Auteurs: Frank Heide, dr. Sven Jung, dr. Frank Christian May
Lay-out: Isabel Rösler, Ilka Schlegtendal

Düsseldorf, januari 2022

Afbeeldingen: Freepik