



Answering
tomorrow's
challenges
today

Advies Unmanned Air Mobility (UAM) in Nederland

Eindrapportage

Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat

Rotterdam, 17 mei 2023

Advies Unmanned Air Mobility (UAM) in Nederland

Advies Unmanned Air Mobility (UAM) in Nederland

Eindrapportage

Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat

Rotterdam, 17 mei 2023



In samenwerking met:



Dit document bevat bevindingen van de onafhankelijke adviesbureaus Ecorys, Antea Group en het NLR. De bevindingen reflecteren niet noodzakelijkerwijs de standpunten van het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat.

Inhoudsopgave

Lijst met afkortingen	4
Samenvatting	5
1 Inleiding	8
1.1 Aanleiding.....	8
1.2 Doelstelling	8
1.3 Methodologie	8
1.4 Scope	9
2 Omgevings- en knelpuntenanalyse	12
2.1 Inleiding	12
2.2 Externe omgevingsanalyse.....	12
2.3 Interne omgevingsanalyse.....	17
2.4 Knelpuntenanalyse	22
3 Nut en noodzaak van UAM in Nederland	30
3.1 Inleiding	30
3.2 Marktanalyse	30
3.3 Maatschappelijk belang	35
3.4 Integrale afweging	36
4 Voorgestelde strategie en roadmap	46
4.1 Inleiding	46
4.2 Voorgestelde visie en strategische doelstelling	46
4.3 Een strategische roadmap: managen van de transitie en opschalen.....	47
4.4 Een strategische roadmap: voorgestelde specifieke doelstellingen en acties	49
Referenties	62
Bijlage I – Lijst met betrokken organisaties	64
Bijlage II – Wat verstaan we onder UAM.....	65
Bijlage III – Omgevingsanalyse	67
Bijlage IV – Relevante wet- en regelgeving	73
Bijlage V – Knelpuntenanalyse.....	76
Bijlage VI – Nut en noodzaak.....	80
Onderdeel 1: Marktanalyse.....	80
Onderdeel 2: Maatschappelijk belang.....	92

Lijst met afkortingen

AAM	Advanced Air Mobility
AI	Artificial Intelligence
AMC	Acceptable Means of Compliance
ANSP	Air Navigation Service Provider
BVLOS	Beyond Visual Line of Sight
CAA	Civil Aviation Authority
CAGR	Compound annual growth rate
CIS	Common Information System
DAA	Detect And Avoid
DAAS	Drone-as-a-service
DCNL	Drone Council Nederland
DDD	Dutch Drone Delta
DS 2.0	Drone Strategy 2.0
EASA	European Aviation Safety Agency
EC	Electronic Conspicuity
FAA	Federal Aviation Administration
GDPR	General Data Protection Regulation
MDS	Medical Drone Service
NPBI	National Promotional Banks and Institution
IATA	International Air Transport Association
ICAO	International Civil Aviation Organization
OEM	Original Equipment Manufacturer
UAM	Urban Air Mobility
UAS	Unmanned Aircraft System
UAV	Unmanned Aerial Vehicle
USSP	U-space Service Providers
U-space	Unmanned Aircraft System Traffic Management
VLOS	Visual Line of Sight
(e)VTOL	(Electrical) Vertical Take Off and Landing
WTW	Well to wheel
VLL-luchtruim	Very Low Level luchtruim

Samenvatting

Het gebruik van drones – zowel Europees als in Nederland – neemt de afgelopen jaren een steeds grotere vlucht. Overheden evenals marktpartijen identificeren (en demonstreren) steeds meer bruikbare toepassingen waarbij drones kunnen worden ingezet. De verwachting is dan ook dat **Urban Air Mobility (UAM)** zich de komende jaren verder zal ontwikkelen totdat het op een zeker moment ingebed raakt in ons dagelijks leven. Op dit moment staat UAM in Nederland voor een omslagpunt; van momenteel kleinschalige toepassingen en experimenten naar grootschaliger inzet voor allerlei commerciële en niet-commerciële doeleinden. De marsroute daarnaartoe is nog onzeker; het managen van de transitie en het opschalen van toepassingen van drones vormen de uitdaging.

We hebben bouwstenen van een strategisch plan ontwikkeld voor het managen van de transitie richting een volwassen dronesector in Nederland. Het advies voor een strategisch plan is voorzien van een visie of “stip op de horizon” en een bijbehorende voorgestelde roadmap. Dit advies kan dienen als input bij de ontwikkeling van de Nederlandse Strategie Onbemande Luchtvaart. Voordat in deze beknopte samenvatting wordt ingegaan op de bouwstenen wordt het vergezicht geschetst.

Externe en interne omgevingsanalyse

Ontwikkelingen op het gebied van UAM beginnen over de hele wereld op gang te komen. Zo hebben een aantal Europese landen een roadmap ontwikkeld voor de implementatie van UAM. Deze omvatten veelal verschillende implementatiestappen, tijdschema's en werkgebieden, niet alleen gerelateerd aan de technologie, maar ook aan de regulering, integratie in de samenleving en financiële mechanismen om dit te ondersteunen.

In deze wereldwijde ontwikkeling speelt Nederland een belangrijke rol. Denk daarbij aan het participeren bij de ontwikkeling van Europese wet- en regelgeving, maar ook soft- en hardware ontwikkeling. Door actief te participeren in internationale werkgroepen vanuit ICAO, EASA en door het mede opzetten van Jarus, oefent Nederland invloed uit op de vorming van standaarden en regelgeving, met oog voor het borgen van het Nederlands belang. Nederland is ook actief in het ontwikkelen van toepassing en het praktisch inzetten van drones om inspecties te verrichten, medisch transport van o.a. bloed en medicijnen, incident gerelateerde toepassingen ten behoeve van nood- en hulpdiensten, offshore-toepassingen en het vinden van alternatieve energiebronnen (onder andere waterstof) voor dergelijke onbemande voertuigen.

Nut en noodzaak

Wetende dat zowel de overheid en marktpartijen op diverse aspecten inzet plegen om UAM verder te ontwikkelen, dient zich een essentiële vraag aan: wat is de nut- en noodzaak van UAM in Nederland of, met andere woorden, wat is de potentiële economische en maatschappelijke meerwaarde voor Nederland?

In Europa wordt de commerciële toekomstige marktwaarde van drones ingeschat op ruwweg € 14,5 miljard in 2030 (binnen een bandbreedte). De omvang van de Nederlandse dronemarkt wordt geprognostiseerd op € 500 miljoen in 2030, binnen een bandbreedte van € 163 en

€ 918 miljoen. Daarbij is de jaarlijkse groeivoet van de Nederlandse dronemarkt in een laag, gemiddeld en hoog scenario geschat op respectievelijk 4,2%, 12,3% en 16,2%. Het merendeel van deze marktwaarde zal landen in toepassingen van drones (+/- 60%), naast de maakindustrie (+/- 20%) en het uitvoeren van de operaties (+/- 20%).

Naast de commerciële betekenis van drones kunnen dronetoepassingen ook een bijdrage leveren aan maatschappelijke (beleids)doelen. Een eerste greep uit de maatschappelijke effecten als gevolg van de inzet van drones: veiligheidseffecten, capaciteitsbesparingen, effect op Nederlandse werkgelegenheid en concurrentiepositie, reistijd/congestie effecten, leefbaarheid, natuur- en milieueffecten. De mate waarin drones een maatschappelijk effect realiseren is echter sterk afhankelijk van de concrete toepassing van drones. Bij medisch transport ligt dat bijvoorbeeld anders dan bij bezorging van goederen aan huis.

In dit rapport is voor acht toepassingsgebieden ingeschat welke maatschappelijke effecten zullen optreden. Middels een integraal afwegingsmodel zijn de toepassingsgebieden met elkaar vergeleken aan de hand van criteria ontleend vanuit zowel de marktanalyse en het maatschappelijk belang. Dit biedt inzicht in welke toepassingsgebieden we prioriteren, vanuit de gedachte dat we starten met toepassingsgebieden met een hoge maatschappelijke meerwaarde (combinatie markt-maatschappelijke impact) en lage risico's voor de maatschappij. Toepassingen die goed uit deze afweging komen zijn: veiligheid- en noodhulpdiensten, landbouw, en inspectie en onderhoud.

Voorgestelde visie en roadmap

Dan rest de vraag welke (mars)route kan worden bewandeld om de eerdergenoemde “stip op de horizon” te bereiken? Bouwend op een omgevings- en knelpuntenanalyse en de nut- en noodzaak van drones is een [advies voor een strategie](#) met bijbehorende roadmap uitgewerkt. Omdat de dronemarkt momenteel nog niet volwassen is, staat het komende decennium in het teken van de [transitie](#) naar een volwassen markt en brede toepassing van drones. Hierbij staan [samenwerking](#) met alle actoren, [veiligheid](#) en [maatschappelijk draagvlak](#) centraal.

Twee belangrijke onderdelen van het strategieadvies, en met name de vraag waar te starten, zijn: (i) keuzes met betrekking tot [soorten toepassingen](#) en (ii) keuzes met betrekking tot [locaties](#). In de voorgestelde strategie wordt aanbevolen om te starten met de ontwikkeling van diensten die een sterke bijdrage leveren op het gebied van markt en maatschappij en bovendien een laag risicoprofiel hebben, zoals bovengenoemde toepassingen op gebied van [veiligheid- en noodhulpdiensten, landbouw, en inspectie en onderhoud](#). Succesvolle ervaringen met de implementatie bieden naar verwachting ruimte voor verdieping.

Wat betreft [locatiekeuzes](#) wordt aanbevolen om enkele plekken toe te wijzen om drone-diensten in de praktijk te brengen. Hierbij kan gedacht worden aan een havengebied of corridor tussen twee locaties voor medisch transport. Bij goede resultaten en doorontwikkeling van verschillende technieken op het gebied van veiligheid kan het systeem worden opgeschaald naar bredere geografische dekking.

Tot slot is een roadmap voorgesteld langs zeven dimensies, met elk een bijbehorend specifiek doel en voorgesteld plan van aanpak. De zeven dimensies van deze roadmap zijn als volgt:

1. Het **ontwikkelen van nationaal wet- en regelgevend kader**
waarbij gefocust wordt op harmonisatie met EU-regelgeving, procedures voor het aanvragen van vergunningen in de specifieke categorie, BVLOS vliegen, vliegen binnen CTR en regelgeving die mogelijk te streng is.
2. Het **ontwikkelen van samenwerkingsmechanismen**
waarbij gefocust wordt op interdepartementale samenwerking, samenwerking binnen lenW, wisselwerking tussen het ILT en de markt, de verantwoordelijkheidsverdeling tussen DCNL, DDD en DDP, de rol van gemeenten, en het belang van internationale coördinatie door aanwezigheid in werkgroepen en overleg bij een aantal toonaangevende organisaties, zoals ICAO, EASA en Jarus.
3. Het **(pro)actief sturen op maatschappelijke effecten en -omarming**
waarbij gefocust wordt op kennisontwikkeling, publieksvoorlichting en het vaststellen van de rol van gemeenten via de nieuwe Omgevingswet.
4. Het **creëren van een enabling drone environment middels U-space**
Waarbij gefocust wordt op luchtruimherziening en een ontwikkelagenda voor use cases en testcentra, de haven van Rotterdam en de uitrol van een landelijk netwerk van vertiports.
5. Het **ontwikkelen van kritische technologische bouwstenen en stimuleren van R&D**
waarbij gefocust wordt op de GoDrone-app, e-conspicuity en gerichte stimulering van R&D in deze en andere technieken.
6. Het **ontwikkelen van markt, concurrentie regelen en toegang tot financiering**
waarbij gefocust wordt op concrete financieringsmogelijkheden, mededingingsregels en strategische autonomie.
7. Het **ontwikkelen van kennis en vaardigheden**
waarbij gefocust wordt op het in kaart brengen van vaardigheidsbehoeften, het afstemmen van het curriculum op deze behoeften en het opstellen en uitvoeren van een gerichte innovatie-agenda.

Met het doorlopen van deze voorgestelde roadmap kan gezamenlijk worden toegewerkt naar een volwassen Nederlandse dronemarkt en ecosysteem in 2035, waarbij drones een integraal onderdeel zijn van ons leven.

1 Inleiding

1.1 Aanleiding

Het gebruik van drones neemt een steeds grotere vlucht. Zowel overheid als markt zien steeds meer nuttige toepassingen voor de inzet van drones. De verwachting is dat [urban air mobility \(UAM\)](#) de komende jaren meer en meer zal worden ingezet. UAM zit op een omslagpunt van kleinschalige toepassingen en experimenten naar grootschaliger inzet voor allerlei commerciële en niet-commerciële doeleinden.

De stedelijke omgeving vormt een uitdaging voor het gebruik van drones door bijvoorbeeld de bevolking, bebouwing, signaalverstoringen en weersomstandigheden. Steden zijn in principe niet ingericht voor het gebruik van drones, en drones zijn niet gebouwd op gebruik in steden. Mede daarom zijn er nog tal van onbeantwoorde kennisvragen over UAM. Vanuit de Europese Commissie worden een aantal onderzoeksopdrachten gefinancierd om UAM verder te ontwikkelen.¹ In 2022 is ook in Nederland een eerste verkenning van UAM afgerond.² Dit onderzoek heeft aangetoond dat de overheid een [stimulerende en faciliterende rol](#) kan vervullen in de doorontwikkeling van de sector.

Disclaimer:

Het Programma Onbemande Luchtvaart is voornemens een strategie voor onbemande luchtvaart in Nederland te ontwikkelen, zoals aangekondigd in het Actieplan 2023-2025. Daarom is advies gevraagd over hoe een strategie voor UAM in Nederland er uit zou kunnen zien en welke bouwstenen een dergelijke strategie zou kunnen bevatten en hoe een roadmap er uit zou kunnen zien. Het advies, zoals in dit rapport verwoord, is gebaseerd op de kennis en inzichten van de deelnemende partijen, Ecorys, Antea en NLR, en is nadrukkelijk niet de Nederlandse Strategie Onbemande Luchtvaart. Dit rapport kan als input fungeren voor de ontwikkeling van de strategie voor onbemande luchtvaart in Nederland .

1.2 Doelstelling

De doelstelling van dit project is om een [advies voor een strategisch plan](#) te ontwikkelen ten behoeve van de verdere ontwikkeling van UAM in Nederland. Het strategisch plan is voorzien van een mogelijke [roadmap](#), met daarin acties en rollen die gekoppeld zijn aan partijen en geplaatst zijn in een tijdspad.

1.3 Methodologie

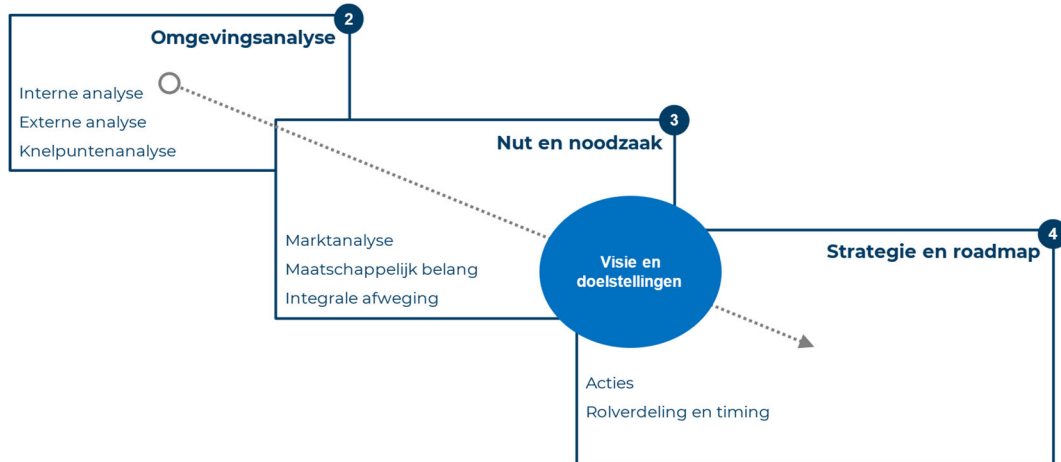
Het voorgestelde strategisch plan heeft een logische opbouw die – werkend van buiten naar binnen – start met een [omgevings- en knelpuntenanalyse](#). De externe analyse biedt inzicht in internationale ervaringen op het gebied van UAM, waaruit lessen voor Nederland kunnen

¹ CORUS-UAM. [Link](#).

² Dutch Drone Delta (2022), Urban Air Mobility - Verkenning van kansen en belemmeringen. [Link](#).

worden getrokken. In de interne analyse wordt het Nederlandse dronelandschap geschetst. De volgende stap bij het opstellen van de voorgestelde strategie is het bepalen van **nut en noodzaak**, waarbij we de bijdrage van UAM aan markt en maatschappij bekijken. De omgevings- en knelpuntenanalyse en de analyse van de nut en noodzaak vormen de basis voor het bepalen van de strategie met betrekking tot UAM, bestaande uit een visie en doelstellingen. De zo gevormde ‘stip op de horizon’ wordt uitgewerkt in een concreet en passend uitvoeringsprogramma, de **roadmap**.

Figuur 1.1 **Structuur van de voorgestelde strategieontwikkeling**



1.4 Scope

1.4.1 Taxonomie

Het concept UAM is relatief nieuw in de academische wereld en wekt daarmee logischerwijs de belangstelling van wetenschappelijke onderzoek. Versterkt door de potentiële maatschappelijke relevantie (en impact) wordt er vrijwel dagelijks geschreven over **drones**, **UAM**, **Advanced Air Mobility** (AAM) of **Innovative Air Mobility** (IAM). Zodoende bestaat er inmiddels een grote hoeveelheid nieuwsartikelen, grijze en wetenschappelijke literatuur over het type voertuigen, de infrastructuur, de levensvatbaarheid van de markt en tal van andere onderwerpen. Ondanks al deze publicaties is er tot op heden geen consensus bereikt over de exacte definitie van UAM.

Wat wel duidelijk wordt uit de huidige literatuur is dat de definitie van UAM eerder wordt verbreed dan dat deze wordt ingeperkt. Hierdoor wordt UAM een dynamischer concept. Een andere belangrijke boodschap die naar voren komt in de literatuur is dat ongeacht de voertuigen of markten die relevant zijn voor UAM, het essentieel is dat voertuigen veilig naast elkaar kunnen opereren in hetzelfde luchtruim. Wanneer dit uitgangspunt wordt opgenomen in de definitie van UAM, moet het operationele concept ook zorgen voor de ondersteuning van dit concept. Dit kan worden bereikt door het vaststellen van regels, normen en procedures die de veilige werking van alle soorten voertuigen en missies boven stedelijke gebieden waarborgen. Concreet wordt in de literatuur de volgende definitie toegepast:³

³ Tojal, et al. (2021). Analysis of the definition of Urban Air Mobility – how its attributes impact on the development of the concept. [Link](#).

“UAM is een transformationeel mobiliteitsconcept voor stedelijke gebieden, waarbij gebruik wordt gemaakt van alle soorten drones om elk type missie in het *Very Low Level* (VLL)-luchtruim uit te voeren dat tot doel heeft het welzijn van individuen en organisaties te verbeteren”.

Door in deze studie eveneens deze brede UAM-definitie te hanteren, kan worden aangesloten bij beschikbare literatuur. Natuurlijk kan het UAM-concept op verschillende manieren groeien en zich verder ontwikkelen. Daarmee is deze definitie ook niet statisch. Naarmate het concept van UAM evolueert, moet de definitie ervan dat ook doen.⁴

1.4.2 Toepassingsgebieden

In dit document zijn een aantal sectoren opgenomen waarbij drone-toepassingen opportuun zijn (Tabel 1.1). De toepassingsgebieden in deze studie zijn grotendeels in lijn met de recent gepubliceerde ‘*Drone Strategy 2.0*’ (DS 2.0) van de Europese Commissie.⁵

Tabel 1.1 **Overzicht van dronetoepassingen (niet limitatief)**

Sector	Voorbeelden van een (potentiële) toepassingsgebieden
Landbouw	Monitoren, besproeien en (eventueel) zaaien van landbouwgrond
Goederenvervoer	Last-mile bezorging van (kleine) pakketten
	Langeafstand logistiek
Personenvervoer	Lucht-taxi's,
Veiligheid en noodhulpdiensten	Allerhande incident gerelateerde toepassingen t.b.v. politie (o.a. inbraakpreventie), brandweer (o.a. brandbestrijding), Rijkswaterstaat (o.a. inspectie van (vaar)wegen), ambulance en ILT
Publieke diensten	Beheer en onderhoud van publieke infrastructuur
	Monitoring van waterkwaliteit en dijken
Inspectie en onderhoud	Inspectie van infrastructuur
Entertainment of adverteren	Fotografie, film, reclame en overig entertainment (o.a. lichtshows)
Dataverzameling	Verzameling van data t.b.v. (wetenschappelijk) onderzoek,

Grotendeels gebaseerd op de “*Drone Strategy 2.0*” (DS 2.0) van de Europese Commissie

1.4.3 Dimensies van de voorgestelde strategie

In deze sectie worden op basis van de geanalyseerde literatuur de dimensies voor de voorgestelde strategie opgesteld. Deze zeven dimensies, zoals gepresenteerd in Tabel 1.2, vormen de structuur waarlangs de knelpuntenanalyse wordt uitgevoerd. Vervolgens worden in hoofdstuk 4 op basis van deze dimensies specifieke doelstellingen en concrete acties voorgesteld.

⁴ In het rapport worden de begrippen drones en onbemande luchtvaart parallel aan elkaar gebruikt. Hoewel de context bij het gebruik van deze termen kan verschillen, wordt met deze begrippen in het algemeen hetzelfde bedoeld.

⁵ European Commission (2022), A Drone strategy 2.0 for Europe to foster sustainable and smart mobility. [Link](#).

Tabel 1.2 Strategische dimensies van de voorgestelde drone-strategie

Strategische dimensie	Omschrijving
1. Ontwikkelen van een nationaal regelgevend kader	<ul style="list-style-type: none"> • Vertaling van EU-richtlijnen naar de Nederlandse context; • Nederland als koploper in Europa (versnel proces op basis van regelgevend/ economische casus);
2. Ontwikkelen van samenwerkingsmechanismen	<ul style="list-style-type: none"> • Verticale integratie binnen Nederland (met name tussen rijk en gemeenten) • Horizontale integratie (met name binnen ministerie van IenW) • Samenwerking tussen publiek-private organisaties; • Synergiën tussen civiel en defensie; • Internationale coördinatie.
3. (Pro)actief sturen op maatschappelijke effecten en omarming	<ul style="list-style-type: none"> • Veiligheid en beveiliging; • Externaliteiten waaronder geluid, beeld, privacy, enz.; • Milieu en duurzaamheid; • Strategische communicatie;
4. Creëren van een enabling drone environment middels U-space	<ul style="list-style-type: none"> • Het herzien van het Nederlandse luchtruim; • Europese regelgeving en stapsgewijze implementatie van U-space; • Ontwikkelen van vertiports, en keuzes m.b.t. locaties, waarbij gemeenten een belangrijke rol spelen.
5. Ontwikkeling van technologische bouwstenen en stimuleren van R&D en innovatie	<ul style="list-style-type: none"> • Innovatieplan/proces/prioriteiten. • Test- en prototypingfaciliteiten.
6. Ontwikkelen van markt, concurrentie reguleren en toegang tot financiering	<ul style="list-style-type: none"> • Van technology push naar market pull; • Opschaling; • Financieringsbehoeften en beschikbaarheid van financiering; • Toegang tot subsidies, European Investment Bank leningen en speculatieve financiering.
7. Ontwikkelen van kennis en vaardigheden	<ul style="list-style-type: none"> • Definiëren van vaardigheidseisen; • Certificeringsprogramma's; • Opleiding en (bij)scholing;

2 Omgevings- en knelpuntenanalyse

2.1 Inleiding

In deze sectie wordt een inleiding gegeven tot de externe- en interne omgevingsanalyse. Deze analyse wordt vormgegeven langs de gedefinieerde dimensies. Vervolgens zijn de resultaten (ontwikkelingen en lessen voor Nederland) leidend bij het vormgeven van de acties in de voorgestelde strategie en roadmap (hoofdstuk 4).

2.2 Externe omgevingsanalyse

In deze sectie worden de ontwikkelingen in de internationale drone industrie geanalyseerd. Ook is er aandacht voor internationale coördinatie in de ontwikkeling van de dronesector en de rol van Nederland daarin.

2.2.1 Internationale ontwikkelingen

In deze sectie worden de internationale ontwikkelingen op het gebied van UAM in kaart gebracht. Binnen [Europa](#) wordt met speciale aandacht gekeken naar de ontwikkelingen in [Duitsland](#), [Finland](#), [Italië](#), [Verenigd Koninkrijk](#). Buiten Europa worden ontwikkelingen in de [Verenigde Staten](#) en (zuidwest) [Azië](#) in kaart gebracht.

Figuur 2.1 geeft een overzicht van de belangrijkste initiatieven in deze regio's. In de volgende secties en in Bijlage V wordt nader ingegaan op deze regio's.

Figuur 2.1 Relevante initiatieven in het buitenland

Europa	Verenigde Staten	Australië	Azië	Dubai
<ul style="list-style-type: none"> • UAM vertiport Oulu (Finland) • LIFT Future Aerospace Centre (Finland) • Air Mobility Initiative (Duitsland) • Innovation and Mobility project (Italy) • Regulatory sandbox project (VK) 	<ul style="list-style-type: none"> • Air Traffic Management - eXploration project • Integrated aviation system program • Revolutionary vertical lift technology project • System-Wide Safety (SWS)-project • Transformation tools and technologies project • AAM playbook • NUAIR BVLOS-corridor 	<ul style="list-style-type: none"> • Olympische Spelen van 2032 als katalysator voor UAM-plannen • UAM ConOps van Embraer en EmbraerX • eVTOL's voor medische en gezondheidszorgfuncties 	<ul style="list-style-type: none"> • Geleidelijk vervangen van de vraag naar helikopters door UAM-vliegtuigen in de defensiesector • UAM toeristische services • Ontwikkeling van de eerste internationale eVTOL-route tussen Japan en Korea 	<ul style="list-style-type: none"> • Binnen drie jaar de korte-termijndoel gesteld heeft om luchttaxidiensten te lanceren. • Ontwikkelen van een volledig netwerk van vertiports

Europa

Op dit moment is Europa zeer actief op het gebied van onderzoek en ontwikkeling van UAM. Zevenentwintig landen blijken actie te ondernemen om UAM te operationaliseren. De betrokkenheid van Europa bij de financiering van projecten kan hiervoor een reden zijn. Deze financiering verlopen via nationale fondsen of particuliere initiatieven. Deze particuliere initiatieven zijn meestal afkomstig van OEM's (Original Equipment Manufacturers).

Van alle landen in Europa die actief bezig zijn met de ontwikkeling van UAM zijn er vier geselecteerd op relevantie voor de Nederlandse context. Deze worden in dit rapport nader uitgewerkt. In de volgende paragrafen wordt een samenvatting van de belangrijkste overeenkomsten tussen de ontwikkelingen in Finland, Duitsland, het VK en Italië beschreven. Voor een uitgebreidere toelichting verwijzen wij naar Bijlage III.

Een veelgehoorde conclusie is dat strategieplannen met duidelijke acties en het opzetten van *living labs* en testcentra als essentieel worden gezien voor de uitrol en (door)ontwikkeling van de technologie. Bovendien zal de volwassenheid van U-space-technologie en de bijbehorende regulering, de totstandbrenging van een functionerende infrastructuur en netwerk, en sociale acceptatie de komende jaren een belangrijke rol spelen bij het operationeel maken van UAM.

Wat betreft de status van de UAM-ontwikkelingen in deze landen, lijken de bestudeerde landen voorlopers. Het definiëren van een strategisch plan en/of een stappenplan is nog geen gemeengoed in Europa. Over het algemeen bevinden alle landen zich in de beginfase van de uitvoering van deze plannen, waarbij speciale aandacht wordt besteed aan de oprichting van test- en experimenteercentra en samenwerkingsovereenkomsten met eVTOL OEM's (bijvoorbeeld Volocopter, Lillium, eHang, enz.). De eerste operaties in prototypegebieden worden momenteel uitgevoerd, waarbij het U-space-systeem en de eerste toepassingen (meestal gericht op logistiek of publieke dienstverlening) worden gevalideerd en publiek-private partnerschappen worden gestimuleerd.

Verenigde Staten

NASA en FAA werken al jaren aan de ontwikkeling van AAM en *Unmanned Aircraft System Traffic Management* (UTM) en hebben verschillende programma's en projecten aan dit onderwerp gewijd. De Amerikaanse autoriteiten hebben speciale aandacht besteed aan de theoretische aspecten van deze technologie, waarbij ze het concept van operaties, de structurering en het beheer van het luchtruim, en de integratie in de samenleving hebben onderzocht.

Bovendien ziet de VS ook testen en demonstraties als een fundamentele pijler voor de inzet van drone-operaties in stedelijke omgevingen. Als zodanig werd het IASP-project opgezet om zich te concentreren op de rigoureuze uitvoering van zeer complexe vliegproeven en aanverwante experimenten om alle fasen van NASA's luchtvaartonderzoek te ondersteunen en de overgang naar de industrie te vergemakkelijken.

In de VS komen er ook veel ontwikkelingen uit de private sector, waarbij verschillende bedrijven de (economische) levensvatbaarheid van drone-operaties voor hun oplossingen onderzoeken en testen. Een van de belangrijkste privaat gefinancierde projecten is de NUAIR BVLOS-corridor, een testlocatie van 50 mijl in de omgeving van New York, gebouwd met een

5G-netwerk en faciliteiten om zowel in de stad als op het platteland te testen. Op deze testlocatie zal ook een vertiport worden gebouwd.

Australië

Australië gebruikt de Olympische Spelen van 2032 als doel en als katalysator voor hun UAM-plannen. Zo werd de EmbraerX gelanceerd (door de ANSP van Embraer) waarbij met de stad Melbourne als model een *concept of operations* (CONOPS) voor de lucht-taximarkt werd ontwikkeld. Het CONOPS heeft onderzocht hoe bestaande oplossingen voor air traffic management (ATM) in eerste instantie UAM-operaties mogelijk kunnen maken, terwijl ze zich tegelijkertijd voorbereiden op een grotere schaal van operaties door middel van nieuwe ATM-technologieën. Het toepassen van deze benadering van het gebruik van reeds bestaande ATM-oplossingen kan de complexiteit van een initiële UAM-benadering in Nederland verminderen en tijd besparen om naar nieuwe technologieën te kijken.

Verder onderzoekt Australië ook het gebruik van eVTOL's bij toepassingen ten behoeve van de medische- en gezondheidszorg. Dit is overigens een benadering die ook in Nederland wordt ontwikkeld, bijvoorbeeld via Medical Drone Service. Dergelijke toepassingen lijken te kunnen rekenen op maatschappelijk draagvlak en een grote maatschappelijke impact te hebben. In hoofdstuk 3 (nut en noodzaak van UAM in Nederland) en in Bijlage VI wordt uitgebreid ingegaan op de maatschappelijke effecten van verschillende toepassingen.

Azië

Over het algemeen hebben Aziatische landen een hoog tempo van ontwikkeling als het gaat om innovaties, zo ook voor de implementatie van UAM. Hoewel dit gepaard kan gaan met risico's, biedt het ook de mogelijkheid om snel kennis op te bouwen en deze in een vroeg stadium toe te passen. Een specifiek voorbeeld hiervan is de introductie van medische luchtdiensten door het Koreaanse Ministerie van Transport, dat begonnen is met het geleidelijk vervangen van helikopters door UAM-vliegtuigen in de defensiesector.

Door in een vroeg stadium veel commerciële partijen te betrekken en uit te nodigen is UAM zowel in Korea als Japan gecommmercialiseerd en hebben de landen een economisch motief gekregen om UAM-regelgeving en -activiteiten te ontwikkelen.

Aziatische landen hanteren een grootschaliger benadering als het gaat om UAM, waarbij plannen bestaan om verschillende grote vertiport/multimodale hubs te bouwen in steden waar de UAM-operaties gecentraliseerd zullen worden. Het is belangrijk op te merken dat dit niet per se een betere aanpak is dan bijvoorbeeld het hebben van een aantal kleinere gedecentraliseerde vertiports. De keuze voor deze benadering hangt sterk samen met de specifieke kenmerken van de regio's en het beoogde netwerk.

Verder wil Korea met hulp van lokale overheden en openbare instellingen ook toeristische UAM-diensten zoals themaparken ontwikkelen om het publiek bewust te maken van UAM. Dit is een boeiende manier om het publiek kennis te laten maken met UAM. Hoewel het mogelijk niet de voorkeursmethode is waarmee Nederland het onderwerp wil benaderen, biedt het wel een speelse setting waarin burger op een positieve manier in aanraking kunnen komen met UAM-diensten.

Japan en Korea onderzoeken ook de ontwikkeling van de eerste internationale eVTOL-route tussen de twee landen. Door te werken aan een eigen internationale eVTOL-route met een buurland, zou Nederland kennis op kunnen doen over dergelijke operaties en een interne strategie voor UAM kunnen ontwikkelen die gemakkelijker kan worden aangesloten en afgestemd op de strategieën van andere landen.

Dubai

Dubai maakt ook snel vorderingen op het gebied van UAM. Dit komt mede doordat Dubai zich als doel heeft gesteld om binnen drie jaar lucht-taxidiensten te lanceren. Het heeft tevens als doelstelling om als eerste stad ter wereld een volledig netwerk van vertiports te ontwikkelen. Deze aanpak, zoals ook eerder vermeld, kan gepaard gaan met (implementatie)risico's.

2.2.2 Lessen voor Nederland

Op basis van de hierboven beschreven ontwikkelingen kan worden afgeleid dat UAM in een groot gedeelte van de wereld op gang begint te komen en zich dus nog in de beginfase bevindt. Desondanks kan Nederland lessen trekken uit deze internationale ontwikkelingen. Deze lessen kunnen ook worden gezien als *best practice* voor de implementatie van UAM in Nederland.

Zo hebben de meeste landen een *roadmap* ontwikkeld voor de implementatie van UAM. De meeste van deze roadmaps omvatten verschillende stappen, tijdschema's en werkgebieden, niet alleen gerelateerd aan technologie, maar ook aan regulering, integratie in de samenleving en financiële mechanismen om dit te ondersteunen.

De *living labs* of prototypes voor de implementatie van UAM vormen in alle strategieën een fundamentele pijler voor de inzet van UAM. Dit is een belangrijke les die ook in Nederland toegepast zou moeten worden. Denk aan het aanwijzen van geografische gebieden waar marktpartijen volop kunnen testen. Dit zal niet alleen helpen bij de implementatie van UAM, maar zal de komst van marktpartijen naar Nederland ook stimuleren. Deze testruimtes kunnen de perfecte locatie vormen voor de implementatie van eerste geschikte toepassingen. De belangrijkste uitdaging is hierbij de inrichting van U-space luchtruimgebieden. Deze inrichting kan plaatsvinden na luchtruimrisicobeoordeling, evenals de certificering van de partijen die aan deze testgebieden zullen deelnemen (USSP's, OEM's, CIS, enz.).

Een andere frequente observatie is dat de inzet van het U-space-systeem hand in hand gaat met de implementatie van UAM. De complexiteit van deze operaties, hun voertuigen en de locaties waar deze operaties plaatsvinden vereisen een systeem dat de operaties op een veilige en efficiënte manier kan beheren.

Tenslotte moeten landen voldoende aandacht besteden aan maatschappelijke acceptatie en goede integratie van deze technologieën in de samenleving en samenwerken met burgergroepen en stadsbesturen om een naadloze inzet van de technologie in Nederland te waarborgen.

2.2.3 Internationale coördinatie

De ontwikkeling van de Nederlandse UAM strategie vindt plaats binnen internationaal gevormde kaders. Op mondiaal en Europees niveau hebben [International Civil Aviation Organisation \(ICAO\)](#) en [European Union Aviation Safety Agency \(EASA\)](#) een belangrijke regelgevende functie. De organisatie [Joint Authorities for Rulemaking on Unmanned Systems \(JARUS\)](#) heeft door de jaren heen een belangrijke initiërende rol gespeeld in het voorbereiden van regelgeving.

ICAO, onderdeel van de Verenigde Naties, heeft als doel om standaarden op te stellen voor het internationale luchtvaartverkeer, inclusief de onbemande luchtvaart. Het RPAS-panel is verantwoordelijk voor het opstellen van deze standaarden, bijvoorbeeld op het gebied van luchtwaardigheid en veiligheid. Recent is ook een studiegroep Advanced Air Mobility (SG AAM) gestart die moet adviseren over wijzigingen in de ICAO-systemen en -standaarden om onbemande luchtvaart te kunnen faciliteren en AAM te bewerkstelligen. De door ICAO opgestelde standaarden worden door EASA vertaald naar Europese regelgeving.

EASA is namens de Europese Commissie verantwoordelijk voor de veiligheid van het vliegverkeer in Europa. De EASA-regelgeving op het gebied van UAM is kaderstellend voor de Nederlandse regelgeving. Belangrijk in dit kader zijn de uitvoeringsverordeningen 2019/945⁶, en 2019/947⁷, gericht op het faciliteren van de ontwikkeling van de drone-industrie en -markt, alsmede regels en procedures voor de exploitatie van onbemande luchtvaartuigen. Naast de recent gepubliceerde richtlijnen voor de implementatie van U-space in april 2021, zijn er ook nog in ontwikkeling zijnde regels voor het vliegen in de gecertificeerde categorie. Binnen dit kader zijn de gestandaardiseerde Europese verkeersregels voor onbemande luchtvaart (SERA) van groot belang. De Technical Body (TEB) van de European Union Aviation Safety Agency (EASA) speelt tevens een belangrijke rol bij het harmoniseren van de Europese regelgeving voor de lidstaten.

Jarus is een organisatie bestaande uit specialisten van de nationale luchtvaartorganisaties. De organisatie adviseert over operationele, technische en veiligheidseisen binnen de onbemande luchtvaart. De organisatie is in 2008 opgericht op initiatief van Nederland. Onder andere de risico-gestuurde regelgeving en de indeling van het onbemande luchtverkeer in verschillende categorieën is afkomstig van Jarus en vormt inmiddels een belangrijke basis voor de Europese regelgeving. De Europese Commissie laat zich voor haar regulerende taak in belangrijke mate door Jarus adviseren. In tegenstelling tot ICAO zijn de voorstellen die Jarus doet niet wettelijk bindend maar de organisatie heeft wel een hoge mate van autoriteit richting de Europese Commissie en EASA.

Nederland vervult een belangrijke rol in bovengenoemde organisaties. Bijvoorbeeld door het leveren van de voorzitter en een operationeel expert in het RPAS Panel, door actieve participatie in EASA-werkgroepen en door de oprichting en het initiële voorzitterschap van Jarus. Hierdoor is Nederland in staat mede richting te geven aan wetgeving en het

⁶ Commission Delegated Regulation (EU) 2019/945 van 12 maart 2019 (unmanned aircraft systems and on third-country operators of unmanned aircraft systems), OJ L 152, 11.6.2019. Zie: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:32019R0945>.

⁷ Commission Implementing Regulation (EU) 2019/947 van 24 mei 2019 (the rules and procedures for the operation of unmanned aircraft), OJ L 152, 11.6.2019. Zie: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A32019R0947>.

Nederlandse belang hierin te borgen. Daarbij is het voor Nederland belangrijk dat regels makkelijk uitvoerbaar en handhaafbaar zijn.

2.3 Interne omgevingsanalyse

Na de externe omgevingsanalyse wordt in deze sectie het nationale dronelandschap in kaart gebracht, waarna relevante lessen langs de geïdentificeerde dimensies worden getrokken.

2.3.1 Nationale dronelandschap en relevante ontwikkelingen

In het afgelopen decennium heeft zich geleidelijk een ecosysteem ontwikkeld van marktpartijen, kennis- en onderzoeksinstellingen en vertegenwoordigende gremia op het gebied van UAM. In deze paragraaf wordt dit ecosysteem beschreven en wordt een aantal maatschappelijke initiatieven nader toegelicht.

Bevoegd gezag op het gebied van UAM in Nederland

Op dit moment onderscheiden we in Nederland de volgende bevoegde instanties op het gebied van UAM:

- EASA (als maker van het Europees regelgevend kader)
- Het Rijk
- Inspectie Leefomgeving en Transport (ILT)
- Rijksdienst voor het Wegverkeer (RDW)
- Luchtverkeersleiding Nederland (LVNL)
- Provincie
- Gemeente (nog niet formeel bevoegd)

EASA

Agentschap verantwoordelijk voor de veiligheid van het vliegverkeer in Europa (zie kader in sectie 2.2.3) en leidend in het formuleren van regelgeving op het gebied van UAM. Dit is het wetgevend kader voor de Nederlandse wet- en regelgeving.

Het Rijk

Het Rijk is de bevoegd gezaghebbende voor het vliegen, de interne veiligheid en beveiliging van de luchthavens. Het ministerie van IenW is verantwoordelijk voor het beleid voor drones.

ILT

Het ILT is de bevoegde instantie om een vergunning voor een dronevlucht af te geven. Bovendien kan het ILT-ontheffingen verstrekken, bijvoorbeeld als een operator wil vliegen in de buurt van bebouwing of vitale infrastructuur.

RDW

Het RDW is de instantie die vliegbewijzen en exploitantnummers afgeeft.

LVNL

Het LVNL is bevoegd gezaghebbende binnen het gecontroleerde luchtruim (CTR) waarin tweezijdig contact met de luchtverkeersleiding verplicht is.

Provincie

De provincie is bevoegd gezag voor opstijgen en landen binnen de provinciegrenzen, uitgezonderd een CTR.

Gemeente

De gemeente is bevoegd gezag voor (delen van) de privacywetgeving. Ook gaat de invoering van de Omgevingswet gemeenten bevoegdheden geven op het gebied van activiteiten die ingrijpen op de leefomgeving. Bovendien hebben 14 Europese steden, waaronder Amsterdam en Enschede, onder de naam *UAM Initiatives Cities Community* (UIC2) een manifest gepubliceerd waarin zij pleiten voor zeggenschap over het luchtruim ten aanzien van droneverkeer. Tenslotte wordt er ook gesproken over de mogelijkheid voor burgemeesters om voor hun gemeente een tijdelijke dronezone kunnen aanvragen.

Partnerschappen en samenwerkingsverbanden

In de afgelopen jaren zijn er verschillende gremia opgericht om de samenwerking te vergroten en de inzet van UAM te versnellen. De belangrijkste zijn:

- [Drone Council Nederland](#) (DCNL), gericht op versterking van samenwerking tussen de overheid en de sector;
- [Dutch Drone Delta](#) (DDD), een samenwerkingsverband tussen overheid, marktpartijen en kennisinstututen gericht op de ontwikkeling van toepassingen, onderzoek en kennisontwikkeling (*learning by doing*);
- [Dutch Drone Partners](#), de samenwerkende *living labs* of experimenteercentra;
- [Dutch Certified RPAS Operators \(DCRO\)](#): de brancheorganisatie voor gecertificeerde drone-operators;
- [Drone Netwerk Gemeenten](#) ter bevordering van samenwerking tussen Nederlandse gemeenten bij het gebruik van het luchtruim voor onbemande luchtvaart.

De Drone Council Nederland, opgericht op initiatief van het ministerie van IenW, richt zich vooral op publiek-private samenwerking op strategische niveau. In de council zijn overheden, marktpartijen en experimenteercentra vertegenwoordigd. Binnen de DCNL zijn diverse werkgroepen actief op het gebied van luchtruim, verantwoord vliegen en regelgeving.

De Dutch Drone Delta richt zich vooral op *use case tracks*: het inzetten van drones voor maatschappelijk relevante activiteiten. Voorbeelden hiervan zijn:

- [Drone2Go](#): gericht op het stimuleren van autonome drones en een landelijk dekkend netwerk bij de inzet door first responders zoals politie en brandweer;
- [Medical Drone Service](#): gericht op de inzet van hoog-geautomatiseerde drones voor medisch transport.

Dutch Drone Platform is een samenwerkingsverband tussen de verschillende testcentra in Nederland. Deze testcentra richten zich op de ontwikkeling van specifieke techniek die van belang is voor de opschaling van UAM in Nederland. Het betreft de volgende testcentra:

- [NLR dronecentrum](#): onderzoeksinstituut voor onbemande luchtvaart en partner in Europese onderzoeksprogramma's;
- [Drone Hub Noord Nederland](#): een initiatief van de drie noordelijke provincies Groningen, Friesland en Drenthe gericht op kennisontwikkeling, advisering en promotie op het gebied van UAM;

- [Drone Port Den Helder](#): een initiatief van METIP, Airhub en DroneQ gericht op innovatieve drone-toepassingen voor de maritieme en offshore-industrie;
- [Drone Port Eemshaven](#): een initiatief van DroneQ gericht op het ontwikkelen van innovatieve drone toepassingen voor de energie sector;
- [Unmanned Valley](#): een initiatief van de TU Delft en gemeente Katwijk gericht op de ontwikkeling van sensor gerelateerde technieken en toepassingen;
- [Dutch Drone Centre Aviolanda](#): een publiek-private samenwerking gericht op het testen en demonstreren binnen het gecontroleerde luchtruim van vliegbasis Woensdrecht
- [Space 53](#): een innovatiecluster gericht op de ontwikkeling van kritieke technologie voor onbemande systemen;
- [HTCE UAM Hub](#): voortkomend uit het succes van het Europese onderzoeksprogramma Flying Forward 2020 werkt men in Eindhoven onder andere aan het uitvoeren van experimenteervluchten op het gebied van inspectie, veiligheid en transport;
- [Port of Rotterdam](#): werkt een prototype van U-space uit en ontwikkelde de eerste vertiport in Nederland. Verder heeft het een ontwikkelprogramma voor het verkennen en verbreden van verschillende drone-toepassingen;
- [Amsterdam Drone Lab](#): een initiatief van de gemeente Amsterdam gericht op het experimenteren met dronevluchten en -diensten in stedelijk gebied;
- [DCRO](#): vertegenwoordigt professionele drone-operators in Nederland. DCRO is vooral gericht op het vertegenwoordigen van de branche in diverse gremia (waaronder DCNL) en het versterken van de reputatie van de sector, onder andere door kwaliteitscertificering.

Figuur 2.2 geeft een overzicht van relevante UAM-initiatieven in Nederland.

Figuur 2.2 UAM initiatieven in Nederland



Bron: NLR Media Team, Ecorys, Antea Group

2.3.2 Context; beleid en regelgeving

Relevant beleid

Het ministerie van IenW is verantwoordelijk voor beleid op het gebied van UAM. Hierbij is de internationale en nationale beleidscontext leidend. Internationaal vanuit ICAO-reglementen en de eerdergenoemde Drone Strategy 2.0 van de Europese Commissie.⁸ Vanuit nationaal perspectief biedt de luchtvaartnota 2020-2050⁹ en het Actieplan – Programma Onbemande Luchtvaart 2023-2025¹⁰ de kaders.

De luchtvaartnota beschrijft de doelstellingen die IenW heeft voor onbemande luchtvaart: “De komst van drones en onbemande vliegtuigen zoals vliegende auto's biedt kansen voor bedrijven en leidt tot nuttige toepassingen. Verticaal stijgen en landen van vliegtuigen kan een deel van de bestaande nadelen van vliegen wegnemen. Het kabinet wil onbemande luchtvaartuigen de ruimte geven en vernieuwende technologie en diensten mogelijk maken, zoals taxi- en pakketservices door de lucht. Dat moet wel veilig gebeuren en met aandacht voor hinder. Voor drones en onbemande luchtvaartuigen is plek in het luchtruim. De overheid wil de economische kansen en maatschappelijke toepassingen benutten en ze veilig in het al aanwezige luchtverkeer integreren.”

Om deze doelstelling te bereiken werkt IenW aan een brede set van zeven beleidsonderwerpen:

- Veiligheid in de lucht en op de grond;
- Slimme en duurzame mobiliteit;
- Benutten van maatschappelijke toepassingen voor economische kansen en werkgelegenheid;
- Aantrekkelijke en gezonde leefomgeving;
- Integratie van bemande en onbemande luchtvaart;
- Maatschappelijk draagvlak in de samenleving;
- Internationale ontwikkeling van de onbemande luchtvaartsector.

De UAM-strategie bouwt door op het fundament van de internationale en nationale beleidscontext. Eerdere studies, zoals de UAM-verkenning¹¹, worden hierin meegenomen.

Relevante wet- en regelgeving

Drones en het gebruik daarvan zijn onderhevig aan Europese regels. Sinds 2020 is er Europese regelgeving op het gebied van vliegen met drones. Dit is in 2021 uitgebreid met regelgeving op het gebied van U-space, deze regelgeving is vanaf januari 2023 van toepassing is voor alle landen in de EU. Binnen deze context moet lokale wetgeving worden vormgegeven. Een beschrijving van relevante wet- en regelgeving is opgenomen in Bijlage IV.

⁸ European Commission (2022), A Drone strategy 2.0 for Europe to foster sustainable and smart mobility (click [here](#))

⁹ Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, Verantwoord vliegen naar 2050 - Luchtvaartnota 2020-2050, November 2020, Den Haag.

¹⁰ Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat (2023), Actieplan – Programma Onbemande Luchtvaart 2023-2025. [Link](#)

¹¹ Urban Air Mobility, Verkenning van kansen en belemmeringen. Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, Maart 2022.

2.4 Knelpuntenanalyse

Op basis van de omgevingsanalyse en aanvullende dialoog met de sector worden in deze sectie de huidige knelpunten met betrekking tot UAM in Nederland geïdentificeerd. Dit is de basis om te bepalen wat Nederland zou kunnen doen om de ontwikkeling van drones te faciliteren, dan wel te stimuleren. De knelpunten zijn hieronder weergegeven, geclusterd rondom de dimensies zoals benoemd in sectie 1.5. Voor een inventarisatie van deze knelpunten is gebruik gemaakt van interviews met vertegenwoordigers van overheden, samenwerkingsverbanden, kennisinstellingen en marktpartijen.

2.4.1 Ontwikkelen van een nationaal wet- en regelgevend kader

Aanvullende Nederlandse regels voor drone-operators

Vertegenwoordigers van de *use cases*, testcentra en marktpartijen zijn van mening dat de Nederlandse wetgeving op een aantal punten restrictiever is dan in een aantal andere Europese landen. Men wijst daarbij op de aanvullende wetgeving in Nederland die stelt dat drone-operators een bepaalde afstand dienen te houden tot wegen, spoorlijnen en dat er veel beperkingen zijn voor het vliegen bij vitale infrastructuur. De vraag is of deze wetgeving meerwaarde biedt en geen onnodige belemmering vormt voor professionele drone-operators.

BVLOS vliegen

BVLOS staat voor *Beyond Visual Line of Sight*. Het betekent dat gevlogen wordt voorbij zichtsafstand van de piloot. BVLOS vliegen wordt door de sector unaniem bestempeld als *'the next big thing'* voor UAM. Voor het opschalen van hun operaties zijn toepassingen als Drone2Go en Medical Drone Service (MDS), maar ook andere commerciële partijen in bijvoorbeeld de offshore-industrie, afhankelijk van de mogelijkheden om buiten het zicht van de piloot te kunnen vliegen. De wet- en regelgeving staat BVLOS vliegen echter slechts onder zeer strenge voorwaarden toe. Zo dient een luchtruimsluiting (TGB) bij het ministerie te worden aangevraagd en dienen uitgebreide risicoanalyses te worden opgesteld en ingediend bij het ILT. Omdat het luchtruim voor overig verkeer afgesloten dient te worden komen dergelijke afsluitingen slechts sporadisch voor en zijn voor een beperkte tijd mogelijk. Voor de testcentra is het daardoor moeilijk om over langere tijd gericht onderzoek uit te voeren.

Vliegen in CTR

Door de strenge regels van de LVNL voor het vliegen in gecontroleerd luchtruim (CTR) kunnen slechts zeer beperkt operaties binnen een CTR worden uitgevoerd. Voor dergelijke operaties dienen drone-operators te beschikken over kostbare zendapparatuur voor tweezijdig radiocontact met de verkeerstoren. Voor kleinere bedrijven zijn de investeringen in dergelijke apparatuur nauwelijks haalbaar. Bovendien mogen er maar twee vluchten tegelijkertijd worden uitgevoerd in een CTR, waarvan een is voorbehouden aan politie of brandweer. Omdat veel (lokale) vliegvelden in de buurt liggen van grote steden leidt dit tot veel vliegbeperkingen in en rondom deze steden, zoals Amsterdam, Rotterdam en Den Haag. Volgens de sector is vliegen binnen een CTR in veel Europese landen eenvoudiger dan in Nederland.

Vergunningprocedure voor vliegen in de specifieke categorie.

Het vliegen in de open categorie is weliswaar verbonden aan strenge regels, maar wordt wel als duidelijk ervaren. Voor vliegen in de specifieke categorie beoordeelt men de procedure als complex, tijdrovend en kostbaar. De complexiteit zit vooral in het opstellen van vluchtplannen en het uitvoeren van risicoanalyses. Veel kleinere bedrijven kunnen de (consultancy)kosten die hiermee gepaard gaan moeilijk opbrengen. Daarnaast geeft men aan dat het aanvragen van een exploitatievergunning bij het ILT lang duurt.

Wetgeving is nog in ontwikkeling

Opgemerkt moet worden dat wet- en regelgeving voor onbemande luchtvaart in Europa en Nederland nog volop in ontwikkeling is. Periodiek brengt EASA nieuwe richtlijnen uit voor de onbemande luchtvaart. Deze richtlijnen moeten worden vertaald naar werkbare Nederlandse wet- en regelgeving die bij voorkeur geharmoniseerd is met wet- en regelgeving in andere landen in Europa. Zo wordt op dit moment gewerkt aan de ontwikkeling van Europese verkeersregels voor de onbemande luchtvaart. Dit maakt het speelveld dynamisch en ook complex, zeker wanneer een operator in meerdere landen in Europa wil opereren. Vanuit het ministerie van IenW lopen er initiatieven om de zich verder ontwikkelende wet- en regelgeving af te stemmen met een brede vertegenwoordiging van de sector. Dit vooral om regelgeving ook af te stemmen op de praktijk en overregulering te voorkomen.

Voor nadere details betreffende de wet- en regelgeving verwijzen we naar Bijlage IV.

2.4.2 Ontwikkelen van samenwerkingsmechanismen

Nederland kent een bloeiend ecosysteem op het gebied van UAM. Er is een actief netwerk van samenwerkingsorganisaties en overheid, kennisinstellingen en marktpartijen werken op een aantal terreinen goed samen in kennisclusters en toepassingen als Unmanned Valley, Drone2Go en MDS. Toch werkt het ecosysteem nog niet op alle niveaus goed met elkaar samen. Op de volgende niveaus kunnen de samenwerkingsrelaties nog versterkt worden:

- **Interdepartementale samenwerking** tussen de ministeries van IenW, Defensie, Economische Zaken en Klimaat en LNV. Deze samenwerking zou vooral moeten resulteren in een eenduidige en gedragen Nederlandse visie, strategie en beleid.
- **Samenwerking binnen het ministerie:** binnen het ministerie van IenW zijn diverse directoraten betrokken bij de ontwikkeling van UAM: DGLM, Mobiliteit, RWS en ILT. Evenals samenwerking tussen ministeries is ook de samenwerking binnen het ministerie van belang. Het is belangrijk dat de genoemde directoraten op de hoogte zijn van elkaars bezigheden en dat de ambities van ieder directoraat op elkaar afgestemd worden.
- Het ILT kampt al langere tijd met **capaciteitsproblemen** met betrekking tot vergunningverlening en handhaving voor UAM. Samenwerkingsverbanden tussen het ILT en marktpartijen zouden kunnen bijdragen aan het oplossen van dit capaciteitsvraagstuk, bijvoorbeeld door marktpartijen vergunningprocedures te laten voorbereiden.
- Tenslotte kan de rol- en **verantwoordelijkheidsverdeling** tussen DCNL, DDD en DDP verder uitgewerkt en versterkt worden. Op dit moment is er onvoldoende sprake van een gecoördineerde agenda waar het gaat om vraagstukken op het gebied van veiligheid, techniek en wet- en regelgeving. DCNL zou hier wellicht een meer coördinerende en agenderende rol kunnen vervullen richting DDD en DDP.

Naast de samenwerking op nationaal niveau, is het voor Nederland belangrijk om actief te participeren in internationale gremia, zoals ICAO en EASA-werkgroepen. Hierdoor kunnen

Nederlandse belangen, voornamelijk met betrekking tot het vormen van standaarden en regelgeving, geborgen worden. Hiervoor is blijvend aandacht nodig en zodoende moeten voldoende middelen beschikbaar zijn.

2.4.3 (Pro)actief sturen op maatschappelijke effecten en omarming

Vooraf in de urbane omgevingen grijpt droneverkeer in op de leefomgeving. Daarbij spelen vraagstukken rond veiligheid, horizonvervuiling, milieu/geluid en privacy een rol. Recent onderzoek door de Universiteit Twente en Hogeschool Saxion wijst uit dat drone-toepassingen over het algemeen neutraal tot negatief worden ontvangen door het Nederlandse publiek. Er is wel onderscheid tussen verschillende toepassingen. Toepassingen met drones door hulpverleners worden positief ontvangen terwijl commerciële toepassingen op minder goedkeuring door het grote publiek kunnen rekenen.¹² Deze resultaten zijn in lijn met eerder onderzoek dat in het buitenland is uitgevoerd.

Maatschappelijke omarming is een van de pijlers voor de opschaling van het UAM-ecosysteem. Op dit moment lijkt er sprake van een spanningsveld tussen de groei van het droneverkeer enerzijds en de publieke opinie rond UAM anderzijds. Met dit thema hangt samen dat de rol van gemeenten ten aanzien van droneverkeer nog onvoldoende helder is. Juist gemeenten zouden via lokale wet- en regelgeving kunnen bijdragen aan de maatschappelijke omarming van drones. Enerzijds door de voordelen van drone-toepassingen in de urbane omgeving te communiceren naar inwoners. Anderzijds door inwoners met regelgeving te beschermen tegen onveilige situaties, geluidsoverlast en privacyschending. Artikel 151C van de gemeentewet biedt gemeenten de mogelijkheid om cameratoezicht in te stellen ten behoeve van de openbare orde. Belangrijk is dat gemeenten zorgvuldig communiceren naar inwoners op het moment dat zijn drones inzetten voor deze toezichthoudende functie.

De per 1 januari 2024 van kracht wordende Omgevingswet gaat gemeenten handvatten bieden om te sturen op lokale leefbaarheidsvraagstukken, inclusief participatie vanuit de omgeving.

2.4.4 Creëren van een enabling drone environment middels U-space

Binnen het programma onbemande luchtvaart van het ministerie van IenW wordt gewerkt aan een plan van aanpak voor de geleidelijke implementatie van U-space. U-space kan worden samengevat als het luchtverkeersmanagementsysteem voor onbemande luchtvaart. Het betreft een set aan afspraken, protocollen, communicatiemiddelen en standaarden die er gezamenlijk voor moeten zorgen dat de groei van het onbemande luchtverkeer veilig verloopt. De stip op de horizon voor de realisatie van U-space is 2035.

De ontwikkeling van U-space staat nog in de kinderschoenen. Belemmeringen zitten op dit moment vooral in het maken van Europese afspraken over gemeenschappelijke wet- en regelgeving, bijvoorbeeld rond het aan te wijzen luchtruim.

Hoewel U-space een lange termijnperspectief is, is het wel belangrijk om toepassingen en testcentra in een vroegtijdig stadium te laten experimenteren met technologie en diensten die voor U-space relevant zijn. Port of Rotterdam is een voorbeeld van een U-space-pilot. Meer

¹² Hogeschool Saxion en Universiteit Twente (2021), Vliegende angst? Over de maatschappelijke acceptatiegraad van Urban Air Mobility; toepassingen en mogelijkheden om deze te vergroten. [Link](#).

ruimte bieden aan de experimenten die daar plaatsvinden, o.a. met BVLOS vliegen, draagt op termijn bij aan soepele implementatie van U-space en een koploper positie voor Nederland in Europa waar het gaat om U-space gerelateerde technologie en diensten.

Ook voor de grondinfrastructuur, zoals vertiports, moeten afspraken gemaakt worden, zoals over locaties. Hierbij spelen gemeenten een belangrijke rol.

2.4.5 Ontwikkeling van kritieke technologische bouwstenen en stimuleren van R&D en innovatie

Electronic Conspicuity (EC)

Over het algemeen kan gesteld worden dat de technische mogelijkheden om veilige operaties uit te voeren groot zijn. De grootste uitdaging op dit gebied ligt in het optimaal kunnen separeren van bemande en onbemande luchtvaart. Dit is vooral een voorwaarde voor veilige BVLOS-operaties. De ontwikkeling van EC vormt de sleutel om veilig verkeer van het luchtruim voor bemande en onbemande vluchten mogelijk te maken. EC is een verzamelnaam voor diverse *collision avoidance* technieken die het voor drone-operators mogelijk maken om het overige luchtverkeer te kunnen zien en in het geval van een dreigende botsing te kunnen uitwijken. EASA heeft ADS light als de standaard voor dergelijke systemen benoemd. In de markt wordt tevens geëxperimenteerd met systemen op basis van 4G/5G technologie. Binnen een toepassing als MDS worden dergelijke systemen op dit moment in de praktijk getest op betrouwbaarheid.

Heldere richtlijnen op het gebied van EC-standaarden en optimalisatie van de betrouwbaarheid van de techniek zijn op dit moment belangrijke randvoorwaarden om de volgende stappen te kunnen zetten in de opschaling van het UAM-ecosysteem.

GoDrone-app

Veel marktpartijen noemen de GoDrone-app van het LVNL als een andere technische voorwaarde voor het uitvoeren van veilige operaties. De GoDrone-app maakt inzichtelijk waar CTR's zich bevinden en biedt tevens de mogelijkheid om vliegplannen bij de luchtverkeersleiding in te dienen. Deze app functioneert naar het oordeel van gebruikers op dit moment onvoldoende. Men dringt aan op snelle doorontwikkeling.

Casus Medical Drone Service (MDS)

De Medical Drone Service is een gezamenlijk initiatief van de ANWB Medical Air Assistance en PostNL Health. Samen met verschillende (zorg) partners wordt onderzocht hoe drones kunnen bijdragen aan het leveren van gezondheidszorg op de juiste plek en op de juiste tijd.

Let op: hetgeen Medical Drone Service op dit moment tegenhoudt bij opschaling/ implementatie, en nodig heeft om haar service verder uit te rollen, geldt ook voor diverse andere drone-toepassingen.

De toepassing

MDS onderzoekt momenteel de mogelijkheid om BVLOS met drones te vliegen tussen de ziekenhuizen in Zwolle en Meppel. Snel verkeer tussen beide ziekenhuizen maakt het mogelijk om laboratoriumtesten op de ene locatie uit te voeren en de resultaten op een andere locatie te analyseren. Deze toepassing ondersteunt hiermee de landelijke doelstelling van het ministerie om schaarse expertise en apparatuur te centraliseren en de zorg betaalbaar te houden.

Waar loopt MDS op dit moment tegen aan bij de opschaling en implementatie van haar service?

Voor de opschaling van haar toepassing dient MDS BVLOS te kunnen vliegen tussen beide ziekenhuizen. Om hier mee te kunnen experimenteren dient MDS bij het ministerie afsluiting van het luchtruim aan te vragen waardoor dit tijdelijk niet toegankelijk is voor ander luchtverkeer. Ook dient een SORA te worden opgesteld die ter goedkeuring dient te worden voorgelegd aan het ILT. Deze procedure is complex en tijdrovend en biedt slechts beperkte experimenteerterruimte.

Wat heeft MDS nodig om haar service te kunnen opschalen en implementeren?

Om in de toekomst grote aantallen medische vluchten te kunnen uitvoeren in alle luchtruimen is het nodig dat MDS op een veilige wijze gebruik kan maken van het luchtruim samen met bemande gebruikers. Hiervoor is elektronische zichtbaarheid van het overige luchtverkeer een voorwaarde. De techniek die hiervoor kan worden ingezet wordt aangeduid met de verzamelnaam E-Conspicuity (EC). EC omvat verschillende technieken die het voor drones mogelijk maken om het overige luchtverkeer te detecteren en botsingen te voorkomen. Er worden diverse technieken onderscheiden:

- FLARM: een uit de zweefvliegwereld afkomstig elektronisch systeem voor kleinere luchtvaartuigen dat uitzendt op een lage 860 Mhz frequentie. Dit systeem is door EASA als standaard uitgeroepen;
- 4G: een waarschuwingssysteem via het 4G-netwerk dat gebruikt kan worden in combinatie met een mobiele telefoon en een app. *Safe sky* is een voorbeeld van een systeem dat deze functie nu al uitvoert;
- ADS-B UAT: de grote bemande luchtvaart maakt gebruik van ADS-B 1090 Mhz standaard. ADS-B UAT zendt uit op een lagere frequentie (978 Mhz). Van dergelijke systemen wordt veel gebruik gemaakt in de VS en het VK.

Alle bemande luchtvaartuigen dienen een of meerdere van deze systemen aan boord te hebben zodat ze zichtbaar zijn voor drones en deze in geval van een naderende botsing tijdig kan uitwijken. Binnen de toepassing MDS worden genoemde systemen getest op bruikbaarheid en betrouwbaarheid. Om verdere stappen te kunnen zetten is MDS gebaat bij:

- Duidelijke Europese en nationale regelgeving over de te hanteren EC-standaard;
- Een versnelde doorontwikkeling van de genoemde systemen waardoor deze een grote mate van betrouwbaarheid geven bij het voorkomen van botsingen;
- De verplichting voor bemande luchtvaart om gebruik te maken van een, of een combinatie van, genoemde systemen;
- Substantiële investeringen om genoemde systemen verder te testen en door te ontwikkelen;
- Een eenduidig luchtruim, d.w.z. geen lappendeken aan luchtruimen en NOTAM's.

Tijdens de sessie 'Bemand en onbemand samen in een luchtruim' die op 7 februari plaatsvond bij Unmanned Valley in Valkenburg waren vrijwel alle aanwezigen het erover eens dat zichtbaarheid voor de komende jaren de belangrijkste uitdaging is om UAM in Nederland op te kunnen schalen. Op de vraag waar mogelijke knelpunten zouden kunnen zitten werd door velen geantwoord dat investeringsbudget de belangrijkste randvoorwaarde is om verdere stappen te kunnen zetten.

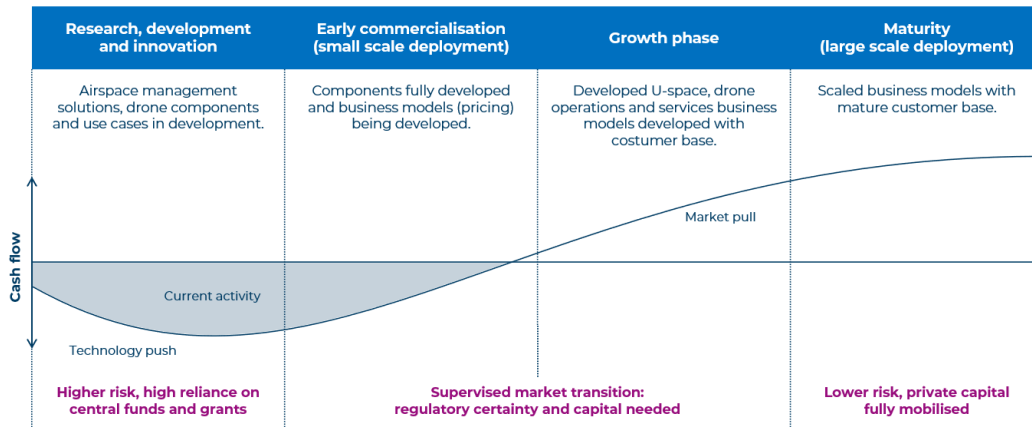
2.4.6 Ontwikkelen van de markt, concurrentie reguleren en toegang tot financiering

De dronemarkt lijkt zich in een aantal stadia te ontwikkelen en kan daarbij beschouwd worden als 'typische' opkomende technologie. Daarmee is ook de parallel te trekken met andere innovatieve en opkomende technologieën zoals robotica.

Een van de meest voorname knelpunten in Nederland is het overkomen van de financieringskloof die ook wel bekend staat als de *valley of death*. De transitie van onderzoek, ontwikkeling (R&D) en innovatie naar commercialisatie staat centraal in deze fase. Binnen veel experimenteercentra in Nederland worden momenteel producten uitontwikkeld tot een TLR-6 niveau (testen in gecontroleerde omgeving). De term *valley of death* wordt gebruikt omdat veel technologieën en diensten deze fase niet weten te overleven, zie Figuur 2.3.¹³

¹³ Europese Commissie (2022). FACT-FINDING STUDY PREPARING A "DRONE STRATEGY 2.0". Ecorys.

Figuur 2.3 Drones: van *technology push* naar *market pull*



Er spelen verschillende knelpunten om deze *valley of death* te overkomen. Naast regelgevingshindernissen (zie sectie 2.4.1) en een tekort aan vaardig personeel (zie sectie 2.4.7) gelden ook de eerdergenoemde financieringskloof, marktonzekerheid en hevige buitenlandse concurrentie als knelpunten voor het Nederlandse drone-ecosysteem. Verder spelen ook de mededingingsregels met betrekking tot het regelen van concurrentie een grote rol in het ontwikkelen van een volwassen markt.

Kortom, om de dronemarkt uit te laten groeien tot een volwassen markt dient concurrentie tijdig en correct gereguleerd te worden en dienen er voldoende financieringsmogelijkheden aanwezig te zijn.

2.4.7 Ontwikkelen van kennis en vaardigheden

De ontwikkeling van de dronemarkt zal naar verwachting vragen om specifieke kennis en vaardigheden. Hiervoor zijn niet alleen vaardigheden voor bijvoorbeeld de operatie voor drones nodig. Ook voor nevenactiviteiten zoals de juridische capaciteit van bijvoorbeeld gemeenten die drone wetgeving moeten implementeren zijn specifieke vaardigheden vereist.

Echter, de dronesector is relatief nieuw waardoor de precieze behoefte aan nieuwe vaardigheden soms niet volledig helder is.¹⁴ Desalniettemin wordt specifiek voor Nederland verwacht dat de behoefte aan dronepiloten en zogeheten *pilots-in-command* met bijbehorende vaardigheden het grootst zal zijn. Ook de behoefte aan gespecialiseerde droneconsultants lijkt de komende jaren te gaan groeien.¹⁵ Deze specifieke vaardigheden gaan hand in hand met een meer algemeen patroon van een verhoogde vraag naar IT-, data- en automatiseringsvaardigheden in de transportsector.¹⁶

Dus, de dronesector zal naar verwachting hevig met andere sectoren concurreren in de strijd om schaars, vaardig talent. Tenslotte bestaat het risico dat resultaten van onderzoeksprojecten niet optimaal gebruikt en gedeeld worden. Bovendien zouden onderzoeksprojecten idealiter strategisch gecoördineerd worden om overlap te voorkomen. Deze strategische

¹⁴ Europese Commissie (2022). FACT-FINDING STUDY PREPARING A "DRONE STRATEGY 2.0". Ecorys.

¹⁵ Rijnland Advies (2023). Eindrapport arbeidsmarktonderzoek drone-industrie. [Link](#).

¹⁶ Europese Commissie (2021). Study on the social dimension of the transition to automation and digitalisation in transport, focusing on the labour force. Ecorys, Hellenic Institute of Transport. [Link](#).

coördinatie kan ook bijdragen aan de dimensie besproken in de sectie over ontwikkeling van kritieke technologische bouwstenen en stimuleren van R&D en innovatie (sectie 2.4.5).

3 Nut en noodzaak van UAM in Nederland

3.1 Inleiding

De nut en noodzaak van UAM bestaat uit twee onderdelen: (i) de verwachte **financiële omvang** van de markt en (ii) het **maatschappelijk belang** van UAM in Nederland. Door naar zowel het marktpotentieel als naar de maatschappelijke impact te kijken, kunnen we een integrale afweging maken van nut en noodzaak van UAM. In Bijlage VI wordt de achtergrond van deze twee onderdelen uitgebreid beschreven en geanalyseerd. Voor details wordt daarom naar Bijlage VI verwezen.



3.2 Marktanalyse

In deze sectie wordt een beeld geschetst van de huidige dronemarkt en wordt ingeschat hoeveel deze markt tot 2030 naar verwachting zal groeien. Een prognose na 2030 is – door de grote mate van onzekerheid in de markt – nog vrijwel niet beschikbaar in de huidige literatuur. In deze marktanalyse wordt ook inzicht gegeven in de waardeketen van drones en een indicatieve onderverdeling naar relevante drone toepassingsgebieden.

Middels een literatuuranalyse van marktonderzoeken en effectenstudies zijn (reeds uitgevoerde) wereldwijde en Europese marktvoorspellingsstudies op een systematische wijze verzameld. Daarbij is specifiek rekening gehouden met de snel veranderende dronemarkt en wordt dus zoveel mogelijk gebruik gemaakt van actuele marktstudies. De economische projectie kent een vergelijkbare aanpak (en basis) als de projecties gemaakt voor Europese Drone Strategy 2.0.¹⁷

Op basis van deze verzamelde gegevens wordt de gemiddelde jaarlijkse groeivoet voor drie verschillende geografische gebieden – wereldwijd, Europa en Nederland – geschat. Zo ontstaat eveneens een bandbreedte tussen de potentiële groeiverwachting. Vervolgens worden gefundeerde uitspraken gedaan over de verwachte toekomstige waardeketen en marktsegmentatie per industrie/toepassing in Nederland.

3.2.1 Wereldwijde en Europese marktwaarde van UAM

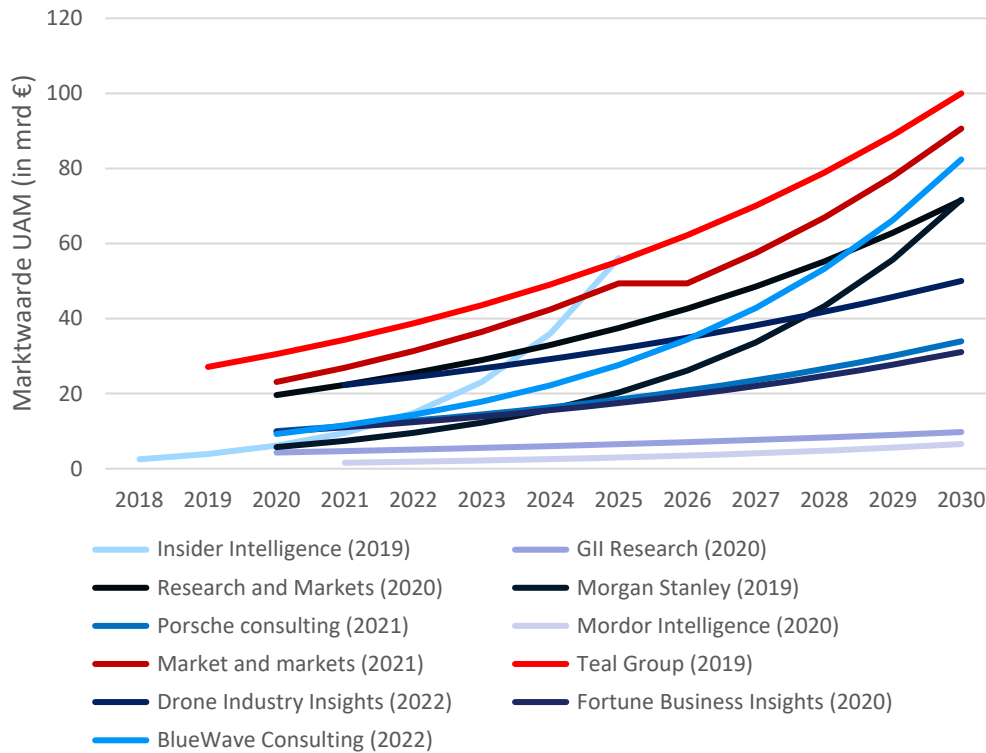
Wereldwijde marktontwikkeling van drones

Mede wegens de vroege fase waar de dronemarkt zich in begeeft, liggen de prognoses voor de toekomstige dronemarkt met tientallen miljarden uit elkaar. Naast onzekerheid in de markt heeft dit ook te maken met een brede set aan UAM-definities. De meest progressieve prognose schat een wereldwijde marktomschrijving van *non-military Unmanned Aerial Systems*

¹⁷ Europese Commissie (2022). A Drone strategy 2.0 for Europe to foster sustainable and smart mobility. [Link](#).

(UAS) van € 100 miljard in 2030. De meest conservatieve raming schat een marktomvang van zo'n € 6.5 miljard in 2030, in dit geval voor eVTOLs. In Figuur 3.1 worden de diverse marktprognoses voor de dronemarkt gepresenteerd.

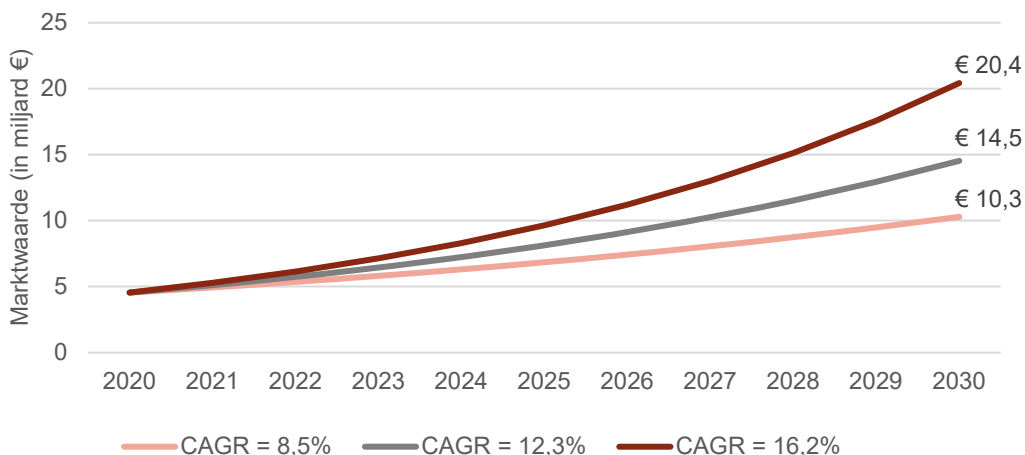
Figuur 3.1 Verwachte wereldwijde marktwaarde van drones (2020 – 2030)



Marktverwachtingen in Europa

Ten behoeve van de Drone Strategy 2.0 (DS 2.0), opgesteld in opdracht van de Europese Commissie, is eveneens op basis van bovenstaande marktverwachtingen een inschatting gemaakt voor de Europese dronemarkt. De commerciële marktwaarde van drones is daarbij ingeschat binnen een bandbreedte van ruwweg € 10,3 en € 20,4 miljard in 2030. Daarmee ligt de jaarlijkse groeiverwachting tussen de 8,5% en 16,2%. Voor de huidige marktwaarde is de verwachting van Drone Industry Insights (2020) aangehouden, zie Figuur 3.2.

Figuur 3.2 Verwachte commerciële marktomvang van drones in Europa (in miljard euro)



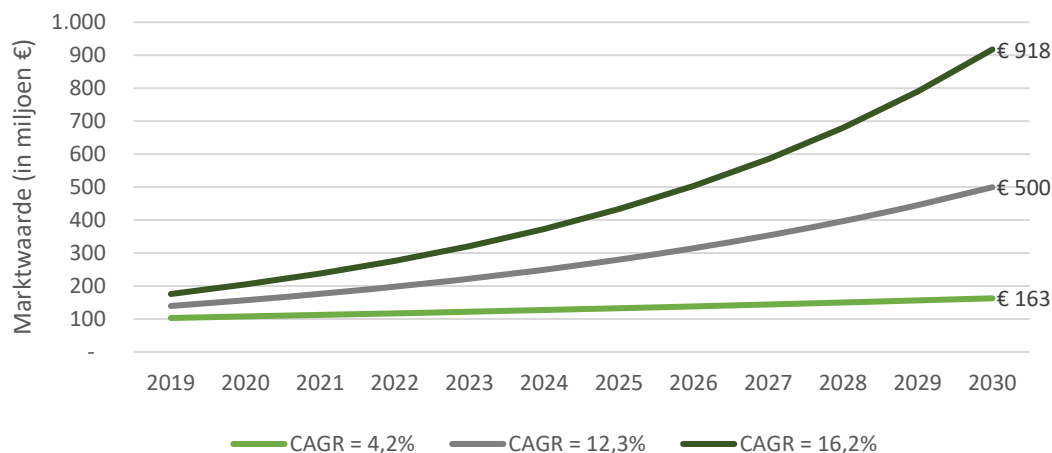
3.2.2 Marktwaaarde van UAM in Nederland

In het kader van deze studie is eveneens – op basis van alle verzamelde studies en (markt)rapporten – een top-down inschatting gemaakt voor de Nederlandse dronemarkt (tot 2030) voor een drietal scenario's:

- Gemiddelde jaarlijkse groeiverwachting van **4%**, hetgeen conform is met het **laagste scenario** in de maatschappelijke effectenstudie voor drones in Nederland;
- Gemiddelde jaarlijkse groeiverwachting van **12%**, hetgeen conform is met de **gemiddelde marktverwachtingen** in Europese marktrapporten;
- Gemiddelde jaarlijkse groeiverwachting van **16%**, hetgeen conform is met de **hoogste marktverwachtingen** in Europese marktrapporten.

De commerciële marktwaaarde van drones is daarbij ingeschat binnen een bandbreedte van ruwweg €163 en € 918 miljoen in 2030. Voor de huidige marktwaaarde is de verwachting vanuit SEO (2022) toegepast. In Figuur 3.3 worden de verschillende scenario's grafisch weergegeven.

Figuur 3.3 Verwachte marktomvang van drones in Nederland (in miljoen euro)



3.2.3 Waardeketen

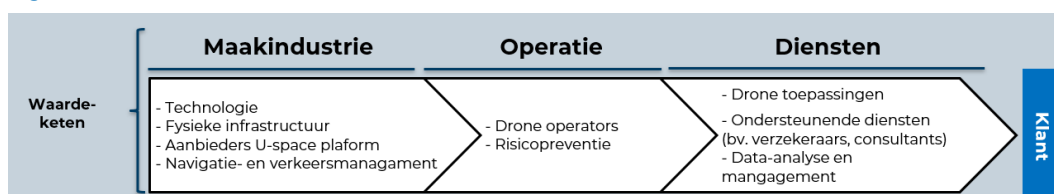
De totale omvang van de dronemarkt komt tot stand door de toegevoegde waarde van de volledige set aan activiteiten die nodig is om een product of service te creëren. Deze totale set aan activiteiten wordt aangeduid als de waardeketen. Eerst zal de waardeketen van drones nader worden toegelicht, waarna een uitsplitsing per onderdeel van de waardeketen voor het Nederlandse drone-ecosysteem wordt gepresenteerd.

Concept

In Figuur 3.4 is de volledige waardeketen van dronediensten weergegeven, zoals opgesteld ten behoeve van de Drone Strategy 2.0 voor de Europese Commissie. In deze studie wordt gedifferentieerd tussen:

- De faciliterende diensten en/of productie van drones (maakindustrie);
- De daadwerkelijke operatie, waaronder het besturen van drones door drone piloten;
- De dienstenmarkt voor drones.

Figuur 3.4 Illustratie van de drone waardeketen

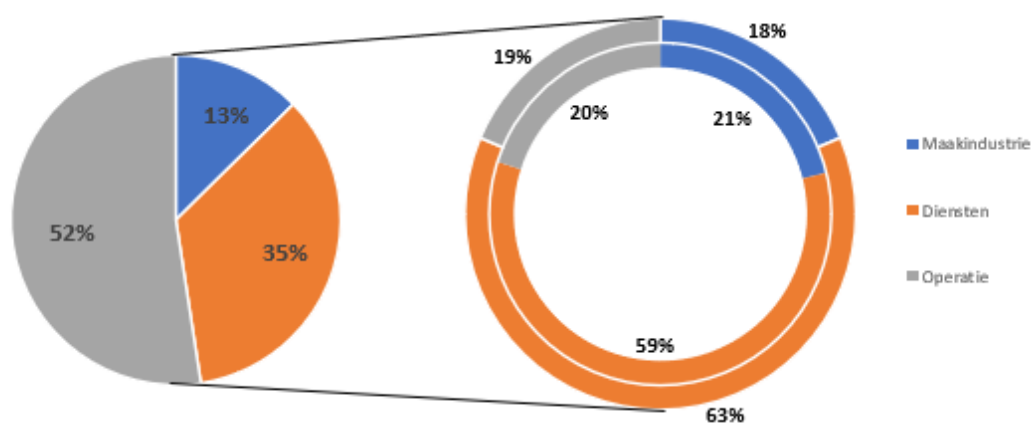


Bron: Europese Commissie (2022). FACT-FINDING STUDY PREPARING A "DRONE STRATEGY 2.0". Ecorys.

Omvang Nederlandse waardeketen

Naast de conceptuele beschrijving van de waardeketen wordt een ruwe inschatting gemaakt van de omvang van de verschillende onderdelen van de drone-waardeketen. De basis van deze marktomvang is gebaseerd op de marktanalyse voor Nederland. Voor de gedetailleerde beschrijving en raming van diverse marktverwachtingen verwijzen we naar Bijlage VI.

Figuur 3.5 Nederlandse waardeketen in 2019 (links) en 2050 hoog- en laagscenario (rechts)



Bron: Analyse uitgevoerd in het kader van deze studie. Brondata afkomstig uit SEO, Decisio, TO70 (2022)

Uit Figuur 3.5 kan worden afgeleid dat de markt voor drone-operaties momenteel ruim de helft van de totale waardeketen beslaat, maar dat de dienstenmarkt voor drones in de toekomst steeds belangrijker wordt. **Het is de verwachting dat de markt voor dronediensten en -**

toepassingen in 2050 zo'n 2/3^e van de totale waardeketen beslaat. Een vergelijkbaar beeld wordt geschetst door andere marktrapporten. Zo verwacht WT Atkins (2021) dat drone-diensten in 2050 bijna 80% van de marktwaarde omvatten. Uitgaande van de (voorzichtige) schatting varieert de totale omvang van de dienstensector in 2050 tussen de € 60 en € 560 miljoen (met een gemiddelde van € 300 miljoen).

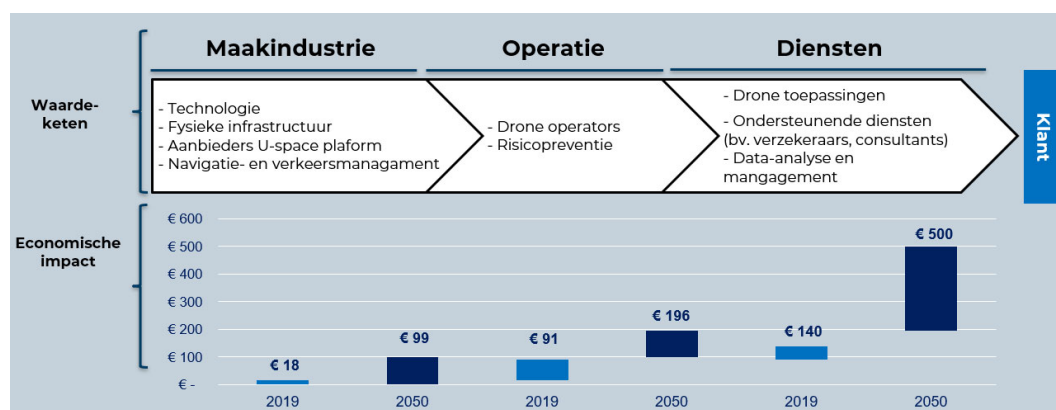
Ook het toekomstige aandeel van de maakindustrie in de totale waardeketen zal toenemen. Zo wordt ingeschat dat tegen 2050 de maakindustrie ongeveer een vijfde van de waardeketen zal beslaan (gelijk aan een gemiddelde waarde van € 100 miljoen). Binnen de maakindustrie wordt – gegeven het innovatieve karakter van drones - richting de toekomst meer en meer ingezet op een bijdrage aan de circulaire economie. Eventueel hergebruik en/of recycling van met name batterijen behoort daarmee ook tot dit deel van de waardeketen.

De bijdrage van drone-inzet aan een circulaire economie wordt meestal geassocieerd met programma's om onderdelen te hergebruiken of te recyclen. Er zullen met name programma's voor batterijen moeten worden uitgevoerd om de emissiereductie tijdens de levenscyclus te vergroten.

Het is tegelijkertijd de verwachting dat drone-operators steeds efficiënter gaan werken en er zodoende minder operators per drone nodig zijn. Uit een recente studie naar de maatschappelijke businesscase van het Drone2Go-programma bleek bijvoorbeeld dat in de praktijk één dronepiloot ruwweg 10 drones zou kunnen besturen. Op dit moment, zonder BVLOS vliegen, is er minimaal 1 piloot per drone nodig. De gemiddelde marktomvang van drone-operaties in 2050 bedragen naar verwachting eveneens circa € 100 miljoen (met een bandbreedte van tussen de € 20 en € 180 miljoen).

In Figuur 3.6 worden de verschillende onderdelen in de Nederlandse drone waardeketen afgebeeld. Daarbij wordt per onderdeel van de Nederlandse drone waardeketen de huidige (2019) en toekomstige waarde (2050) gepresenteerd.

Figuur 3.6 Nederlandse waardeketen van drones (in mln. euro)



3.2.4 Toepassingen

Het grootste deel van de toekomstige waardeketen zal dus bestaan uit drone-diensten. De waarde die deze diensten toevoegen kunnen beslaan naar verwachting een brede set aan drone-toepassingen, oftewel *use cases*. In hoofdstuk 1 (sectie 1.4) van deze studie worden

een aantal toepassingsgebieden gedefinieerd. In Bijlage IV wordt het relatieve marktaandeel van deze toepassingen op basis van beschikbare literatuur beschreven en ingeschat.

In Tabel 3.1 wordt, op basis van de prognoses per segment, een indicatieve inschatting gemaakt van het huidige- en toekomstige Nederlandse marktaandeel per toepassingsgebied. Ook de commerciële levensvatbaarheid per toepassingsgebied wordt ingeschat.

Tabel 3.1 Huidige en toekomstige Nederlandse marktwaarde per toepassingsgebied

Segment / Toepassingsgebied	Nederlands marktaandeel (in %)		Commerciële levensvatbaarheid
	Huidig	Toekomst	
Landbouw	10% - 20%	10% - 30%	2-5 jaar
Goederenvervoer	5% - 10%	10% - 20%	5-10 jaar
Personenvervoer	0%	5%	10+ jaar
Veiligheid en noodhulpdiensten	5% - 25%	> 15%	2-5 jaar
Inspectie en onderhoud	+/- 50%	+/- 60%	5-10 jaar
Overig*	n.a.	n.a.	n.a.

Belangrijkste bronnen: WT Atkins International Limited (2021), SEO, Decisio, TO70 (2022), Drone Strategy 2.0 (2022)

* Onder de categorie overig valt een breed scala aan toepassingen: publieke diensten, dataverzameling, fotografie, bouwnijverheid, telecommunicatie en verzekeringswezen. Voor deze categorieën zijn wegens beperkte data geen marktaandelen gespecificeerd.

3.3 Maatschappelijk belang

Naast de (potentiële) marktwaarde van drones is ook het inschatten van de maatschappelijke effecten noodzakelijk voor een goede integrale afweging van de nut en noodzaak van drones in Nederland. In deze sectie wordt aangegeven welke effecten in het kader van deze studie zijn behandeld. Een gedetailleerde effectbeschrijving wordt in Bijlage VI (onderdeel 2) behandeld.

In de Bijlage worden de **directe maatschappelijke effecten** als eerste behandeld. Dit zijn effecten voor eigenaren of exploitanten van drones en gebruikers van dronetoepassingen. Ten tweede worden de **indirecte effecten** in kaart gebracht. Dit zijn effecten die doorwerken vanuit de directe effecten, een voorbeeld hiervan is werkgelegenheid. Ten slotte, wordt er naar de **externe effecten** gekeken, dit zijn effecten waar niet direct een markt voor is maar wel effect hebben op onze leefomgeving (o.a. emissies).

3.3.1 Directe effecten

Om de **directe effecten** in kaart te brengen wordt o.a. gekeken naar de impact van drones op:

- Transportkosten;
- Capaciteitsbesparingen;
- Reistijd en congestie.

3.3.2 Indirecte effecten

Indirecte effecten zijn effecten die in andere markten optreden als gevolg van het doorgeven van de directe effecten. In deze studie wordt specifiek ingegaan op de volgende relevante indirecte effecten:

- Veranderingen aan de Nederlandse werkgelegenheid;

- Impact op concurrentiepositie (zoals strategische autonomie en de functie van de interne markt);
- Impact maatschappelijke acceptatie van drones;
- Impact van drones op de leefbaarheid.

3.3.3 Externe effecten

Ten slotte worden de **externe effecten** van UAM in kaart gebracht, waarbij o.a. wordt gekeken naar de impact van drones op:

- Broeikasgasemissies (CO₂);¹⁸
- Luchtkwaliteit (NO_x en PM);
- Natuur- en milieueffecten;
- Gezondheidseffecten;
- Veiligheid.

3.4 Integrale afweging

In het bepalen van de aantrekkelijkheid van de toepassingsgebieden van drones wordt gekeken naar twee aspecten: (i) **het marktpotentieel** en (ii) de **maatschappelijke impact van drones**. De marktanalyse (sectie 3.2) en de analyse van het maatschappelijke belang (sectie 3.3) zijn directe input voor de integrale afweging middels concrete criteria.

We combineren de aantrekkelijkheid van de toepassingsgebieden van drones met een analyse van risico's per toepassingsgebied. Deze analyse biedt ons inzicht in welke toepassingsgebieden we prioriteren, vanuit de gedachte dat we starten met toepassingsgebieden met een hoge maatschappelijke meerwaarde (combinatie markt-maatschappelijke impact) en lage risico's.

3.4.1 Afwegingsmodel

De integrale afweging wordt geconcretiseerd door toepassingsgebieden te scoren aan de hand van criteria ontleend vanuit zowel de marktanalyse en het maatschappelijk belang. In onderstaande tabel worden de resultaten weergegeven.

¹⁸ In deze studie zal worden gefocust op CO₂ maar er wordt aangenomen dat de effecten voor andere broeikasemissies dezelfde richting hebben als die van CO₂.

Tabel 3.2 Afwegingsmodel per toepassingsgebied

Toepassingsgebied		Marktanalyse		Maatschappelijk belang				
		Bijdrage aan jaarlijkse verdienvermogen (BBP) van Nederland	Commercieel levensvatbaar- heid	Directe effecten	Indirecte effecten		Externe effecten	
				Transportkosten, capaciteitsbesparing, reistijd en/of congestie	Werkgelegenheid	Maatschappelijke acceptatie	Emissies (CO ₂ , NOx en PM)	Veiligheid en risico
Landbouw		••	•••	•	•	••	••	•
Goederenvervoer		••	••	•••	••	•	••	•••
Personenvervoer		•	•	••	••	•	•	•••
Veiligheid en noodhulpdiensten		••	•••	••	••	•••	•	••
Publieke diensten		•	••	••	•	••	••	••
Inspectie en onderhoud		•••	••	••	•••	••	••	••
Entertainment of adverteren		•	•••	••	•	•	•	•
Dataverzameling		•	•••	•	•	••	•	•
Legenda:	Laag (L)	• beperkte bijdrage (tot € 50 mln.)	• +10 jaar	• weinig tot geen bijdrage	• geen/lage bijdrage aan werkgelegenheid	• (tot op heden) geen maatschappelijke acceptatie	• weinig tot geen bijdrage	• laag risico en impact van ongevallen
	Midden (M)	•• middelmatige bijdrage (€50 - €100 mln.)	•• 5 – 10 jaar	•• middelmatige bijdrage	•• beperkte bijdrage aan werkgelegenheid (enkele honderden banen)	•• beperkte maatschappelijke acceptatie	•• middelmatige bijdrage	•• beperkt risico en impact van ongevallen
	Hoog (H)	••• grote bijdrage (> €100 mln.)	••• 2 – 5 jaar	••• veel bijdrage	••• sterke (potentie) tot creatie van werkgelegenheid (enkele duizenden banen)	••• hoge mate van maatschappelijke acceptatie	••• veel bijdrage	••• hoog risico en impact van ongevallen

3.4.2 Analyse per toepassingsgebied

Landbouw

Diverse marktrapporten schatten de wereldwijde en Europese **marktomvang** van drones in de landbouwsector. Zo is de wereldwijde markt groeiende van ruim € 1 miljard in 2020 naar bijna € 5 miljard in 2025. In Europa variëren de projecties voor drones in de landbouwsector tussen de € 2 miljard in 2027 en ruim € 4 miljard in 2026. In Nederland wordt de jaarlijkse economische impact van drones binnen de landbouwsector ingeschat op ruim € 22 miljoen in 2025 en ruim € 50 miljoen in 2050.¹⁹ Het toekomstige aandeel van de landbouwsector varieert daarmee tussen de 10% - 30% van de totale Nederlandse marktwaarde van drones. Naar verwachting zal deze markt zich ook de komende 5 jaar al sterk gaan ontwikkelen.

Naast de verwachte marktomvang heeft het gebruik van drones in de landbouwsector ook een impact op de **verduurzaming van de economie**. Zo kan het gebruik van drones zorgen voor een daling van CO₂-uitstoot doordat taken die normaliter met een landbouwvoertuig zouden worden uitgevoerd nu worden vervangen door uitvoering middels een elektrisch aangedreven drone. Ook zal door het efficiënter benutten van middelen en land de gemiddelde uitstoot per landbouwproduct dalen. In totaal wordt verwacht dat gebruik van drones in de Nederlandse landbouwsector kan zorgen voor een reductie van zo'n 150.000 kilogram CO₂ per jaar (in de jaren 2025 en 2035).²⁰

In diverse marktrapporten wordt een **flinke groei aan werkgelegenheid** geprognostiseerd. In 2035 zou de Europese arbeidsmarkt als gevolg van de dronemarkt minstens 100.000 banen bedragen.²¹ Specifiek voor Nederland is de potentiële bijdrage aan werkgelegenheid tussen de 1.600 en 9.200 directe banen in 2030. Met een toekomstig geschat marktaandeel van de landbouwsector tussen de 10% en 30% zal dit naar verwachting ook leiden tot een toename van de werkgelegenheid in de landbouwsector. Wel wordt in de landbouw verwacht dat agrarische bedrijven wegens beperkte middelen voornamelijk gebruik zullen maken van *drones-as-a-service* (DAAS). Om die reden zal de bijdrage aan werkgelegenheid voornamelijk in de dienstensector terecht komen.

Wat betreft de **bijdrage aan de leefomgeving** lijkt het gebruik van drone in de landbouwsector een kleine invloed te hebben. Door het gebruik van drones in een geïsoleerde omgeving is het effect van geluid en veiligheid relatief klein.

Tabel 3.3 Integrale afweging – Landbouw

Marktpotentieel	Maatschappelijke impact	Risico
<ul style="list-style-type: none"> Toekomstig marktaandeel: tussen 10% - 30% (H) Potentiële marktomvang: €50 - €150 miljoen (H) Marktrealisatie: 2 – 5 jaar (H) 	<ul style="list-style-type: none"> Bijdrage aan verduurzaming van de economie: beperkt (M) Bijdrage aan werkgelegenheid: beperkt (M) Bijdrage aan de leefomgeving: laag (M) 	<ul style="list-style-type: none"> Kans op incidenten: laag (L) Impact van incidenten: laag (L)
Conclusie: midden – hoog	Conclusie: midden	Conclusie: laag

¹⁹ SEO, Decisio, TO70 (2022), Maatschappelijke effecten van drones

²⁰ SEO, Decisio, TO70 (2022), Maatschappelijke effecten van drones. [Link](#).

²¹ SESAR JU (2016). European Drones Outlook Study. [Link](#).

Goederenvervoer

In diverse studies en marktonderzoeken wordt de marktpotentie van goederenvervoer met drones (o.a. last-mile bezorging van pakketjes, langeafstand logistiek, warehouse logistiek, etc.) onderzocht. Wereldwijd wordt de huidige pakketbezorgingsmarkt voor drones ingeschat tussen de circa \$ 0.5 en \$ 1,5 miljard.^{22 23} Deze markt neemt volgens diverse projecties de komende 10 jaar sterk toe. Zo schatte McKinsey (2017) een winstverwachting van circa \$ 8 miljard in 2030, terwijl Fortune Business Insights (2020) een marktomvang van ruim \$ 30 miljard in 2028 presenteerde.^{24 25} In Europa variëren de projecties voor drones in het goederensegment ook sterk. Porsche Consulting (2018) verwacht dat het goederenvervoer met drones zich de komende jaren sterk zal ontwikkelen van \$ 300 miljoen tot circa \$ 4 miljard in 2035.²⁶ Drone Industry Insights schat de huidige Europese markt in tussen de \$ 130 en \$ 150 miljoen. Deze neemt sterk toe tot ruim \$ 3 miljard in 2025.²⁷ Volgens de recente studie naar de maatschappelijke effecten van drones in Nederland bedraagt de jaarlijkse economische impact van goederenvervoer met drones ruim € 6,5 miljoen in 2025 en deze groeit naar ruim € 75,3 miljoen in 2050.²⁸

Op het eerste oog zal goederenvervoer met drones naar verwachting een relatief beperkte invloed hebben op de [verduurzaming van de economie](#). Voor goederenvervoer binnen steden (*last mile* logistiek) is de afname van (broeikasgas)emissies namelijk sterk afhankelijk van het transportmiddel dat vervangen wordt. In de huidige literatuur wordt weliswaar verwacht dat een drone ongeveer vier keer minder CO₂-uitstoot dan een bestelbus. Vervanging van de (elektrische) cargo bike leidt echter tot een substantieel lagere uitstoot.²⁹ Aangezien pakketbezorging in steden meer en meer met behulp van (schonere)bestelbussen en cargo bikes wordt afgehandeld zorgt het gebruik van drones voor een relatief beperkte reductie van emissies. Over de hele levensketen zorgt zwaar goederenvervoer met drones naar verwachting zelfs voor meer CO₂-uitstoot dan met conventionele grotere vliegtuigen.³⁰

De invloed van goederenvervoer met drones op de [arbeidsmarkt](#) hangt nauw samen met de daadwerkelijke toepassing. Zo wordt in eerste instantie verwacht dat pakketbezorging met drones vooral wordt ontwikkeld op voor plaatsen en regio's die slecht bereikbaar zijn. Zolang deze drone operatie nog niet volledig is geautomatiseerd zal er behoefte blijven aan operators (op afstand) en grondpersoneel voor bijvoorbeeld afhandeling van goederen.³¹

Wat betreft goederenvervoer lijkt de [bijdrage aan de leefomgeving](#) door het gebruik van drone beperkt te zijn. Dit wordt voornamelijk veroorzaakt door de maatschappelijke acceptatie van de toepassingsgebieden met een commerciële aard.

²² Unmanned Airspace – The value and number of European commercial Drones; Drone Industry Insights – Drone Markets Report 2020-2025

²³ WT Atkins (2021). Market Assessment Report.

²⁴ McKinsey (2017). Commercial drones are here: The future of unmanned aerial systems".

²⁵ Fortune Business Insights (2020), The drone package delivery market. [Link](#).

²⁶ Porsche Consulting (2018). Future of Vertical Mobility. [Link](#).

²⁷ Drone Industry Insights (2020). Drone Markets Report 2020-2025: Unmanned Airspace – The value and number of European commercial Drones.

²⁸ SEO, Decisio, TO70 (2022). Maatschappelijke effecten van drones. [Link](#).

²⁹ SEO, Decisio, TO70 (2022). Maatschappelijke effecten van drones. [Link](#).

³⁰ A. Liberacki, B. Trincone, G. Duca, L. Aldieri, C. P. Vinci, F. Carlucc (2023). The Environmental Life Cycle Costs (ELCC) of Urban Air Mobility (UAM) as an input for sustainable urban mobility. Journal of Cleaner Production, Volume 389. ISSN 0959-6526. [Link](#).

³¹ International Transport Forum (2021). Ready for Take-Off? Integrating Drones into the Transport System. ITF. [Link](#).

Tabel 3.4 Integrale afweging – Goederenvervoer

Marktpotentieel	Maatschappelijke impact	Risico
<ul style="list-style-type: none"> • Toekomstig marktaandeel: tussen 10% - 20% (M) • Potentiële marktomsang: €50 - €100 miljoen (M) • Marktrealisatie: > 10 jaar (L) 	<ul style="list-style-type: none"> • Bijdrage aan verduurzaming van de economie: beperkt (M) • Bijdrage aan werkgelegenheid: beperkt (M) • Bijdrage aan de leefomgeving: laag (L) 	<ul style="list-style-type: none"> • Kans op incidenten: beperkt (M) • Impact van incidenten: hoog (H)
Conclusie: midden	Conclusie: laag – midden	Conclusie: midden – hoog

Personenvervoer

Hoewel personenvervoer met drones nog overduidelijk toekomstmuziek is, worden er voorzichtig een aantal lange termijn voorspellingen (beginnend vanaf 2030) gemaakt voor deze [toekomstige marktomsang](#). Zo wordt de wereldwijde markt voor personenvervoer met drones inclusief lucht-taxi's ingeschat op circa \$21 miljard in 2035.³² Ook in Nederland wordt verwacht dat personenmobiliteit tussen 2025 en 2035 nog geen nadrukkelijke rol van betekenis zal spelen. Wel zijn er eerste indicatieve ramingen voor de lange termijn (2050). Zo wordt verwacht de markt voor personenvervoer met drones tegen 2050 ruwweg €25 miljoen zal bedragen.³³

Maatschappelijk gezien zal personenvervoer met drones een beperkte invloed hebben op de [verduurzaming van de economie](#). Hoewel drones op termijn wel potentie hebben om de CO₂ uitstoot van personenvervoer – en mogelijk ook goederenvervoer – te verlagen, blijkt uit recente studies dat het veelal vervanging van bestaand vervoer betreft.³⁴ Ervan uit gaande dat conventionele vervoersvormen de komende tijd ook verduurzamen (netto nul doelstelling in 2050) lijkt de invloed van drones beperkt. Net als voor goederenvervoer wordt verwacht dat zwaar personenvervoer met drones over de hele levensketen naar verwachting zelfs voor meer CO₂-uitstoot zorgt dan vervoer met conventionele grotere vliegtuigen.³⁵

De invloed van personenmobiliteit op de [arbeidsmarkt](#) is naar verwachting klein. In zijn algemeenheid is het wel de verwachting dat de vraag naar piloten toeneemt en dat met de geleidelijke uitrol van drones binnen deze sector piloten geleidelijk zullen worden omgeschoold naar operators.³⁶ Echter, hoog-geautomatiseerde drones zullen waarschijnlijk ook zorgen voor een vervanging van huidig personeel. Zolang het toepassingsgebied niet volledig is geautomatiseerd zal er behoefte blijven aan operators (op afstand) en grondpersoneel voor bijvoorbeeld afhandeling op vertiports.³⁷

Ook wat betreft personenmobiliteit lijkt de [bijdrage aan de leefomgeving](#) door het gebruik van drones beperkt te zijn. Dit wordt voornamelijk veroorzaakt door de beperkte maatschappelijke acceptatie van de toepassingsgebieden [personenvervoer](#) en zwaarder [goederenvervoer](#) wegens hun commerciële aard.

³² Porsche Consulting (2018), Future of Vertical Mobility ([link](#))

³³ SEO, Decisio, TO70 (2022), Maatschappelijke effecten van drones

³⁴ EASA (2021). Study on the social acceptance of UAM in Europe. [Link](#).

³⁵ A. Liberacki, B. Trinconne, G. Duca, L. Aldieri, C. P. Vinci, F. Carlucc (2023). The Environmental Life Cycle Costs (ELCC) of Urban Air Mobility (UAM) as an input for sustainable urban mobility. Journal of Cleaner Production, Volume 389. ISSN 0959-6526. [Link](#).

³⁶ EUKA (2018). Studie competentienoden Vlaamse Drone-Industrie. ESF Project 7261. [Link](#).

³⁷ International Transport Forum (2021). Ready for Take-Off? Integrating Drones into the Transport System. ITF. [Link](#).

Tabel 3.5 Integrale afweging – Personenvervoer

Marktpotentieel	Maatschappelijke impact	Risico
<ul style="list-style-type: none"> • Toekomstig marktaandeel: tussen 5% (L) • Potentiële marktomvang: €25 miljoen in 2050 (L) • Marktrealisatie: > 10 jaar (L) 	<ul style="list-style-type: none"> • Bijdrage aan verduurzaming van de economie: beperkt (M) • Bijdrage aan werkgelegenheid: beperkt (M) • Bijdrage aan de leefomgeving: laag (L) 	<ul style="list-style-type: none"> • Kans op incidenten: beperkt (M) • Impact van incidenten: hoog (H)
Conclusie: laag	Conclusie: laag-midden	Conclusie: hoog

Veiligheid en noodhulpdiensten

In deze sector is het – voor een robuuste kwantificering van de marktomvang via diverse marktrapporten – lastig om een eenduidige definitie van de drone toepassingen te ontlenen. Zo zijn er wel een aantal prognoses, maar deze variëren echter sterk in afbakening. De huidige wereldwijde marktomvang varieert volgens diverse marktrapport tussen de \$1.3 en \$2.3 miljard.^{38 39} De Europese markt wordt ingeschat op ruwweg \$165 miljoen. En in Nederland bedraagt de jaarlijkse economische impact van drones binnen de veiligheidssector circa €47 miljoen in 2025 en €58 miljoen in 2050, aldus SEO (2022).

Naast de verwachte marktomvang heeft het gebruik van drones ten behoeve van veiligheid en noodhulpdiensten ook een impact op de [verduurzaming van de economie](#). Zo leidt de inzet van een drone naar verwachting tot 2.000 keer minder CO₂-uitstoot vergeleken met de inzet van helikopters bij de Nederlandse politie, brandweer en reddingsbrigade. Bij incidentmanagement door bijvoorbeeld Rijkswaterstaat kan de implementatie van drones alleen al in 2035 zorgen voor een reductie van ruim 16 ton CO₂ doordat auto's, schepen en helikopters vervangen kunnen worden.⁴⁰

Voor veiligheid en noodhulpdiensten wordt verwacht dat de impact op [werkgelegenheid](#) relatief beperkt is. De rol van drone-operator zal voornamelijk gecombineerd worden met reeds bestaande rollen, en implementatie van drones zal zorgen voor creatie en groei in werkgelegenheid.⁴¹ Uit een recente studie naar de maatschappelijke effecten van Drone2Go kwam naar voren dat [first responders](#) niet verwachten dat de inzet van drones leidt tot vervanging van bestand personeel.

De bijdrage aan de leefbaarheid is afhankelijk van waar drones voor worden gebruikt.^{42 43 44} De maatschappelijke acceptatie is voor toepassingsgebieden met duidelijk maatschappelijk nut duidelijk hoger dan voor andere. Dit geldt in sterke mate voor toepassingen op het gebied van [veiligheid en noodhulpdiensten](#).⁴⁵ Door concrete maatschappelijke effecten op het gebied

³⁸ Goldman Sachs, <https://www.goldmansachs.com/insights/technology-driving-innovation/drones/>

³⁹ Unmanned Airspace – The value and number of European commercial Drones

⁴⁰ SEO, Decisio, TO70 (2022). Maatschappelijke effecten van drones. [Link](#).

⁴¹ EUKA (2018). Studie competentienoden Vlaamse Drone-Industrie. ESF Project 7261. [Link](#).

⁴² European Commission (2022), A Drone strategy 2.0 for Europe to foster sustainable and smart mobility ([Link](#)).

⁴³ F. Klauser, S. Pedrozo (2017). *Big data from the sky: popular perceptions of private drones in Switzerland*. *Geographica helvetica* 72.2 (2017): 231-239. [Link](#).

⁴⁴ P. Boucher (2016). 'You wouldn't have your granny using them': drawing boundaries between acceptable and unacceptable applications of civil drones. *Science and engineering ethics* 22.5 (2016): 1391-1418. [Link](#).

⁴⁵ B. Aydin (2019). *Public acceptance of drones: Knowledge, attitudes, and practice*. *Technology in Society* 59 (101180). [Link](#).

van veiligheid, natuur- en milieu, maar ook het gevoel van rechtvaardigheid door het verhogen van de pakkans bij misdaden is de bijdrage aan de leefomgeving voor deze toepassing substantieel.

Tabel 3.6 **Integrale afweging – Veiligheid en noodhulpdiensten**

Marktpotentieel	Maatschappelijke impact	Risico
<ul style="list-style-type: none"> • Toekomstig marktaandeel: > 15% (M) • Potentiële marktomvang: €47 miljoen in 2025 en €58 miljoen in 2050 (M) • Marktrealisatie: 2 – 5 jaar (H) 	<ul style="list-style-type: none"> • Bijdrage aan verduurzaming van de economie: beperkt (M) • Bijdrage aan werkgelegenheid: beperkt (M) • Bijdrage aan de leefomgeving: hoog (H) 	<ul style="list-style-type: none"> • Kans op incidenten: beperkt (M) • Impact van ongevallen: beperkt (M)
Conclusie: midden-hoog	Conclusie: midden	Conclusie: midden – hoog

Inspectie en onderhoud

Het gebruik van drones bij inspectie en onderhoud lijkt er één met hoge potentie. Tegelijkertijd is het een brede en lastig definieerbare toepassing in marktrapporten. Op een wereldwijde schaal zijn er diverse marktprognoses beschikbaar voor het gebruik van drones bij inspecties:

- WT Atkins schat de huidige wereldwijde markt voor inspecties in tussen de \$ 8 en bijna \$ 10 miljard. Deze groeit naar verwachting tot circa \$24 en \$26 miljard in 2025.⁴⁶ Dit is gelijk aan een groeivoet van circa 30% per jaar.
- Porsche Consulting verwacht dat de wereldwijde marktwaarde van drones zal groeien naar \$230 miljard in 2035. Het aandeel inspectie groeit stapsgewijs – van \$24 miljard in 2025 en \$32 miljard in 2030 – naar \$34 miljard in 2035. Daarmee heeft inspectie een aandeel van circa 15%.⁴⁷
- Drone Industry Insights verwacht dat de markt voor monitoring, inspectie en onderhoud groeit naar bijna \$26 miljard in 2025.⁴⁸

Europese marktprognoses ontbreken op dit moment nog. Wel schat WT Atkins de huidige marktwaarde in op \$ 1.85 en \$ 2.2 miljard. Afgezet tegen de totale huidige marktwaarde voor drones is de markt voor inspecties goed voor bijna 50% van de huidige markt. Ook een specifieke prognose voor het gebruik van drones bij inspecties in Nederland ontbreekt. Wel raamt SEO (2022) de economische impact van energie en infrastructuur (waarbij inspecties een belangrijk aandeel heeft) op circa € 7 miljoen in 2025 en € 59 miljoen in 2050.⁴⁹

Op termijn lijkt ook de impact op de [arbeidsmarkt](#) en [verduurzaming van de economie](#) voor substantieel te zijn. Zo wordt een flinke groei in banen verwacht.⁵⁰ Waar momenteel de arbeidskosten van bijvoorbeeld infrastructuurinspectie in afgelegen gebieden nog even duur zijn als helikoptergebruik kan personeel in de toekomst efficiënter worden ingezet. Bijvoorbeeld door personeel te centraliseren zodat drones op afstand bestuurd kunnen worden. Op deze manier kunnen nieuwe soorten hooggekwalificeerde banen worden gecreëerd.⁵¹

⁴⁶ WT Atkins (2021), Market Assessment Report

⁴⁷ Porsche Consulting (2018). The Future of Vertical Mobility. [Link](#)

⁴⁸ Drone Industry Insights (2020), Drone Markets Report 2020-2025

⁴⁹ SEO, Decisio, TO70 (2022), Maatschappelijke effecten van drones

⁵⁰ EUKA (2018). Studie competentienoden Vlaamse Drone-Industrie. ESF Project 7261. [Link](#).

⁵¹ International Transport Forum (2021). Ready for Take-Off? Integrating Drones into the Transport System. ITF. [Link](#).

Hetzelfde geldt voor de impact op het **klimaat en leefomgeving**. Zodra een drone een inspectieschip of hoogwerker vervangt dan zijn de broeikasgasemissies tussen de 40 en 50 keer lager. Bij het (gedeeltelijk) vervangen van een helikopter kan dit zelfs leiden tot 10.000 keer lagere CO₂ uitstoot. Er wordt verwacht dat drones op deze wijze ruim 50 miljoen ton aan CO₂ kunnen besparen.⁵² Weliswaar zal, zodra wordt uitgegaan van een sterke emissiereductie tot 2050, het verschil tussen drones en beschikbare alternatieven afnemen.

Tabel 3.7 Integrale afweging – Inspectie en onderhoud

Marktpotentieel	Maatschappelijke impact	Risico
<ul style="list-style-type: none"> • Toekomstig marktaandeel: +/- 60% (H) • Potentiële marktomvang: €300 miljoen (H) • Marktrealisatie: 5 – 10 jaar (M) 	<ul style="list-style-type: none"> • Bijdrage aan verduurzaming van de economie: beperkt (M) • Bijdrage aan werkgelegenheid: hoog (H) • Bijdrage aan de leefomgeving: hoog (H) 	<ul style="list-style-type: none"> • Kans op incidenten: beperkt (M) • Impact van ongevallen: beperkt (M)
Conclusie: hoog	Conclusie: midden-hoog	Conclusie: midden

Entertainment of adverteren

De wereldwijde markt voor drones in het segment **media en entertainment** wordt door PWC (2016) ingeschat op \$ 8.8 miljard, waarbij de totale marktwaarde ruwweg \$ 127 miljard vertegenwoordigt. Daarmee is het marktaandeel gelijk aan grofweg 7%.⁵³ In de literatuur en marktrapporten zie je verder dat dit toepassingsgebied niet of nauwelijks separaat wordt onderzocht. In onderstaande tabel is daarom gekozen voor een voorzichtige inschatting van marktpotentieel, maatschappelijke impact en risico.

Tabel 3.8 Integrale afweging – Entertainment of adverteren

Marktpotentieel	Maatschappelijke impact	Risico
<ul style="list-style-type: none"> • Toekomstig marktaandeel: <10% (L) • Potentiële marktomvang: <€50 miljoen (L) • Marktrealisatie: 5 – 10 jaar (M) 	<ul style="list-style-type: none"> • Bijdrage aan verduurzaming van de economie: weinig (L) • Bijdrage aan werkgelegenheid: laag (L) • Bijdrage aan de leefomgeving: laag (L) 	<ul style="list-style-type: none"> • Kans op incidenten: laag (L) • Impact van ongevallen: beperkt (L)
Conclusie: laag-midden	Conclusie: laag	Conclusie: laag

Publieke diensten

Er zijn tal van andere concrete publieke diensten denkbaar die in de toekomst kunnen worden ondersteund en/of uitgevoerd met drones. Denk daarbij met name aan vormen van beheer- en onderhoud van publieke infrastructuur, inspecties en zelfs afvalverzameling wordt genoemd. In de literatuur en marktrapporten zie je echter dat publieke diensten tot op heden niet separaat worden behandeld. Middels onderstaande tabel wordt desondanks een voorzichtige inschatting gemaakt van het marktpotentieel, maatschappelijke impact en bijbehorende risico.

⁵² SEO, Decisio, TO70 (2022). Maatschappelijke effecten van drones. [Link](#).

⁵³ PWC (2016). Clarity from above. [Link](#).

Tabel 3.9 **Integrale afweging – Publieke diensten**

Marktpotentieel	Maatschappelijke impact	Risico
<ul style="list-style-type: none"> • Toekomstig marktaandeel: onbekend (L) • Potentiële marktomvang: onbekend (L) • Marktrealisatie: 2 – 5 jaar (H) 	<ul style="list-style-type: none"> • Bijdrage aan verduurzaming van de economie: beperkt (M) • Bijdrage aan werkgelegenheid: laag (L) • Bijdrage aan de leefomgeving: laag (L) 	<ul style="list-style-type: none"> • Kans op incidenten: beperkt (M) • Impact van ongevallen: beperkt (M)
Conclusie: laag-midden	Conclusie: laag-midden	Conclusie: midden

Dataverzameling

Binnen dit toepassingsgebied wordt puur gekeken naar het verzamelen van data. Daarmee valt het vertalen van data naar concrete informatie (zoals in principe in de hierboven toegelichte toepassingsgebieden gebeurd) buiten de scope. Op het gebied van verzameling van data zijn wel tal van concrete drone toepassingsgebieden denkbaar. Zo worden drones en bijbehorende camera- en sensorpakket steeds geavanceerder, waardoor drones data kunnen verzamelen over de natuur, milieu- en waterkwaliteit, infrastructuur, dijken, geluid, uitstoot van giftige stoffen, etc. In sommige gevallen kan dergelijke data verzameld worden gedurende een andere drone vlucht. Er is op dit moment nog weinig bekend over de omvang van deze markt en mogelijke implicaties hiervan op de samenleving. Hiervoor is een concretisering naar specifieke drone toepassingen noodzakelijk. Een voorzichtige schatting van deze aspecten wordt weergegeven in onderstaande tabel.

Tabel 3.10 **Integrale afweging – Dataverzameling**

Marktpotentieel	Maatschappelijke impact	Risico
<ul style="list-style-type: none"> • Toekomstig marktaandeel: onbekend (L) • Potentiële marktomvang: onbekend (L) • Marktrealisatie: 2 – 5 jaar (H) 	<ul style="list-style-type: none"> • Bijdrage aan verduurzaming van de economie: beperkt (M) • Bijdrage aan werkgelegenheid: laag (L) • Bijdrage aan de leefomgeving: onbekend 	<ul style="list-style-type: none"> • Kans op incidenten: laag (L) • Impact van ongevallen: beperkt (L)
Conclusie: laag-midden	Conclusie: midden	Conclusie: laag

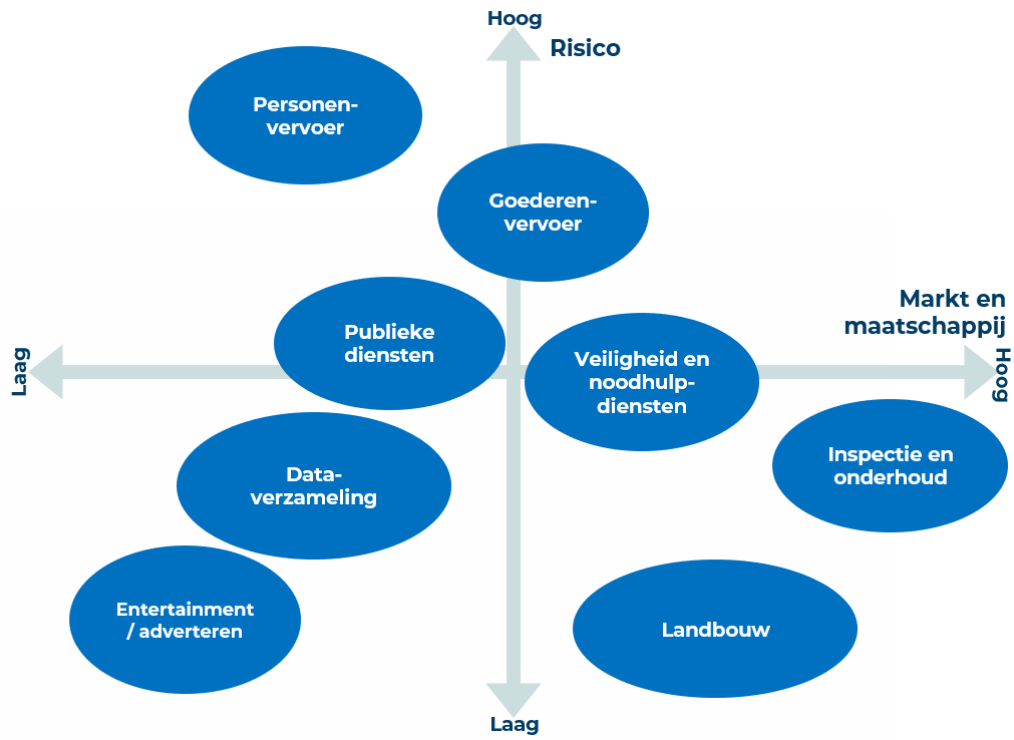
3.4.3 Vergelijking van toepassingsgebieden

Door middel van onderstaande matrix wordt een vergelijking gemaakt tussen de verschillende toepassingsgebieden. Deze vergelijking wordt in het vervolg gebruikt om toepassingsgebieden te prioriteren en concrete keuzes te maken. Daarbij is ons voorstel om de volgende diensten en/of toepassingsgebieden te prioriteren die:

- (i) een gemiddeld tot hoge bijdrage leveren op het gebied van markt en maatschappij;
- (ii) een laag risicoprofiel hebben.

In de matrix zijn dit de toepassingsgebieden op of onder de horizontale as (risico) en rechts van de verticale as (markt en maatschappij).

Figuur 3.7 Matrix: risico - markt en maatschappij



4 Voorgestelde strategie en roadmap

4.1 Inleiding

In dit hoofdstuk worden de voorgestelde strategie en roadmap uitgewerkt, bouwend op de omgevings- en knelpuntenanalyse uit hoofdstuk 2 en de analyse van nut en noodzaak uit hoofdstuk 3. Allereerst wordt een langetermijnvisie beschreven met een daaruit voortkomend advies voor een strategische doelstelling (sectie 4.2). Hierna wordt de strategische roadmap op twee niveaus uitgewerkt. Allereerst gericht op het managen van de transitie en het stapsgewijs opschalen van de dronesector (sectie 4.3), gevolgd door de operationalisering van de strategie (sectie 4.4). Hier stellen we specifieke doelstellingen en acties voor, met daarbij betrokken partijen en een tijdlijn.

4.2 Voorgestelde visie en strategische doelstelling

4.2.1 Visie

De voorziene Nederlandse UAM strategie is gebaseerd op een visie van hoe het Nederlandse drone-ecosysteem er in 2035 uitziet, de zogenaamde “stip op de horizon”. Deze visie wordt hieronder weergegeven:

- In 2035 worden drones breed toegepast en zijn integraal onderdeel van ons leven.
- De organisatorische infrastructuur, techniek en regelgeving stellen drone-operators in staat om BVLOS te vliegen waardoor een breed scala aan maatschappelijke en commerciële diensten kan worden ontplooid die door het brede publiek worden gewaardeerd en omarmd.
- Drones worden ingezet als aanvulling op de bemande luchtvaart en vertegenwoordigen een belangrijke maatschappelijke en economische waarde. Maatschappelijk omdat drones worden ingezet voor diensten die bijdragen aan belangrijke opgaven voor Nederland: onderzoek en ontwikkeling, veiligheid, medische diensten en slimme en duurzame mobiliteit. Economisch omdat de sector zorgt voor hoogwaardige werkgelegenheid, economische groei en technologische ontwikkeling.
- Bij de ontwikkeling van drone gerelateerde diensten zijn alle stakeholders (publiek en privaat) uit het ecosysteem betrokken, resulterend in maatschappelijke acceptatie. Hierbij wordt nadrukkelijk rekening gehouden met het creëren van een aantrekkelijke en gezonde leefomgeving en het beperken van negatieve effecten, bijvoorbeeld op het gebied van geluidshinder, horizonvervuiling en privacy.
- Mede door de actieve betrokkenheid van de stakeholders en de maatschappelijke acceptatie, is er een goede balans ontstaan tussen de ontwikkeling van de markt voor drones en drones toepassingen enerzijds en maatschappelijke bijdragen van drones in Nederland anderzijds.
- In 2035 maken bemande en onbemande luchtvaart volledig geïntegreerd gebruik van het Nederlandse luchtruim. Om tot deze integratie te kunnen komen is het van belang dat bemande en onbemande luchtvaart gezamenlijk nadenken over het luchtruim gebruik en

hierin gebruik maken van elkaars kennis en ervaring. Daarbij vormt de digitalisering van de gehele luchtvaart een verbindend element.

- Er is een volwassen markt ontstaan van drone-diensten en U-space-diensten, met concurrentie tussen aanbieders van deze diensten.
- Kennis en vaardigheden ontwikkelen zich hand in hand met de vereisten vanuit de ontwikkeling van de dronesector. De samenwerking tussen overheid, het bedrijfsleven en de universiteiten (het *triple helix* model) faciliteert deze ontwikkeling.
- Door optimaal samen te werken, kritieke techniek versneld uit te ontwikkelen, wet- en regelgeving af te stemmen op ontwikkelingen in de markt en slim gebruik te maken van (Europese) financiering heeft het Nederlandse ecosysteem zich sneller ontwikkeld dan in andere landen. Dit geeft Nederland een positie om invloed uit te oefenen op Europese ontwikkelingen en de sector een koploper positie op de exportmarkt voor drones gerelateerde kennis, producten en diensten.

4.2.2 Strategische doelstelling

De voorgestelde strategische doelstelling is gericht op het creëren van een innovatieve, markt gedreven omgeving, waarbinnen droneconcepten en -diensten worden ontwikkeld en toegepast, bijdragend aan beleidsdoelstellingen op gebied van economische ontwikkeling, duurzaamheid en digitale transitie, waarbij veiligheid van mensen en dieren op de eerste plaats staat. Essentieel in dit proces is een zo breed mogelijk maatschappelijke omarming.

Deze strategische doelstelling is de basis voor een doorvertaling in specifieke voorgestelde doelstellingen die in sectie 4.4 opgenomen zijn. Deze specifieke doelstellingen vallen samen met de dimensies, zoals gepresenteerd in sectie 1.4, en vormen de basis voor het benoemen van acties.

4.3 Een strategische roadmap: managen van de transitie en opschalen

Vanuit de geschetste visie voorzien we een brede toepassing van drones in 2035. Echter, momenteel is de markt voor drones nog niet volwassen. Dat betekent dat het komende decennium in onze ogen in het teken staat van de [transitie naar een volwassen markt en brede toepassing van drones](#). De uitdaging is om deze transitie op een goede manier te managen.

Centraal in het managen van de transitie is dan het proces van [opschalen van drone-operaties](#). Op het moment wordt ervaring opgedaan vanuit [experimenteercentra](#) waarin technologie getest wordt in een gecontroleerde omgeving. Daarnaast worden [living labs](#) opgezet om diensten (van een TRL-niveau 8 of 9) te testen in een realistische omgeving. In het proces van opschalen leren we van de opgedane ervaringen en worden diensten stapsgewijs uitgebouwd. Hierbij kunnen keuzes gemaakt worden met betrekking tot het soort diensten of toepassingen en locaties die medebepalend kunnen zijn voor het tempo van transitie. Deze aspecten (diensten en toepassingen enerzijds en locaties anderzijds) worden hieronder toegelicht.

Verder zien we drie drivers in het proces van het opschalen van drones-operaties, zoals weergegeven in Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Drivers in het opschalen van drone-operaties

Driver	Beschrijving
Samenwerking	Op het gebied van samenwerking is het van belang dat de relaties tussen stakeholders binnen het huidige ecosysteem worden versterkt en dat er een duidelijker onderscheid is tussen rollen en verantwoordelijkheden. Voor intensieve samenwerking vormt ook vertrouwen een belangrijk element.
Veiligheid	Op het gebied van veiligheid is het van belang dat technologische innovaties gelijke tred houden met de ambities om meer onbemand vliegverkeer op een veilige wijze mogelijk te maken. Techniek om de zichtbaarheid tussen bemande en onbemande luchtvaart te optimaliseren is daarvoor cruciaal.
Maatschappelijk draagvlak	Maatschappelijk draagvlak is essentieel om ervoor te zorgen dat het Nederlandse publiek UAM omarmt en de meerwaarde van drone toepassingen gaat ervaren.

Om te kunnen sturen op een gelijktijdige ontwikkeling van deze drivers of bouwstenen is het belangrijk dat er een gefaseerde strategie wordt uitgerold waarin de drivers elkaar versterken. Dat kan door in eerste instantie de inspanningen te richten op de opschaling van activiteiten met een hoge maatschappelijke en economische waarde en een laag risicoprofiel. Door de ontwikkeling van techniek te richten op verdere verlaging van dit risicoprofiel en tegelijkertijd meer ruimte te bieden aan maatschappelijk en economisch relevante initiatieven gaan innovatie en maatschappelijke acceptatie hand in hand. In sectie 4.4 komen deze drivers terug langs de zeven geïdentificeerde dimensies.

4.3.1 Keuzes met betrekking tot soorten diensten of toepassingen

Ons voorstel is om met diensten of toepassingen te starten die (i) een goede bijdrage leveren op gebied van markt ten maatschappij en (ii) een laag risicoprofiel hebben. In sectie 3.4.3 hebben we een vergelijking gemaakt tussen toepassingsgebieden op basis van de bijdrage aan markt en maatschappij enerzijds en het risicoprofiel anderzijds. Door toepassingen te prioriteren met een hoge bijdrage aan markt en maatschappij en laag risicoprofiel kunnen naar verwachting positieve ervaringen worden opgebouwd, die bijdragen aan het creëren van maatschappelijk draagvlak voor drone-toepassingen. Te denken valt aan inspectie en onderhoud, veiligheid en noodhulpdiensten en landbouw, of bijvoorbeeld medisch transport (zie voorbeelden uit sectie 3.4.3). Succesvolle ervaringen met deze toepassingen bieden ruimte voor het verdiepen van deze toepassingen en het verbreden naar andere toepassingen.

4.3.2 Keuzes met betrekking tot locaties

Wat betreft locaties is een proces van opschaling ook opportuun. Startpunt zou kunnen zijn een aantal plekken waar drone-diensten kunnen worden aangeboden. Dit kan zijn een havengebied of een corridor tussen twee locaties voor medisch transport. Bij goede resultaten en doorontwikkeling van de techniek op het gebied van EC kan het systeem opgeschaald worden naar een bredere geografische dekking.

4.4 Een strategische roadmap: voorgestelde specifieke doelstellingen en acties

In deze strategische roadmap stellen we specifieke doelstellingen voor en acties die getroffen kunnen worden om de eerder genoemde doelstellingen te realiseren. Voor elke mogelijke actie identificeren we de betrokken stakeholders en een voorgesteld timeframe voor implementatie.

4.4.1 *Ontwikkelen van een nationaal wet- en regelgevend kader*

Voorgestelde specifieke doelstelling

In 2035 is er in Nederland sprake van een duidelijke set aan regels, gebaseerd op het Europese wetgevend kader, die ruimte biedt voor drone toepassingen met een hoge maatschappelijke en economische waarde en tegelijkertijd de randvoorwaarden op het gebied van veiligheid optimaal borgt.

Voorgestelde aanpak

Het verruimen van wet- en regelgeving is geen doel op zichzelf maar een middel om gerichte impulsen te geven aan de ontwikkeling van het ecosysteem. Hieronder wordt een aantal mogelijkheden voor de verruiming van wet- en regelgeving toegelicht.

Vereenvoudig en versnel de procedures voor het aanvragen van vergunningen in de specifieke categorie

Veel operators lopen op dit moment aan tegen lange en kostbare vergunningprocedures. Enerzijds omdat er bij het ILT te weinig capaciteit is, anderzijds omdat de eisen op het gebied van vluchtplannen en risico scenario's streng zijn. Deze procedures zouden als volgt versneld en of verruimd kunnen worden:

- Door het vergroten van de capaciteit bij het ILT, dan wel door marktpartijen diensten te laten verlenen op het gebied van vergunningverlening waarbij het ILT meer een controlerende en toetsende rol krijgt.
- Door meer nationale *Pre Defined Risk Assessments* (PDRA's) te ontwikkelen waardoor vergunningprocedures eenvoudiger worden.
- Door concurrentie te stimuleren in de markt voor consultancybureaus waardoor meer partijen vluchtplannen en risico-scenario's kunnen opstellen waardoor de advieskosten voor operators dalen.

Stel een protocol en stappenplan op voor BVLOS vliegen

Use cases als Drone2Go en Medical Drone Service lopen op dit moment tegen hun grenzen aan voor wat betreft de ontwikkeling van hun dienstverlening en technische innovaties. Voor opschaling van hun dienstverlening naar een landelijk netwerk is het van belang dat zij meer mogelijkheden krijgen om BVLOS te vliegen. Ook het kenniscluster *Unmanned Valley* zou met een Noordzeecorridor graag meer onderzoeksruimte hebben. Op dit moment kan dat alleen als het ministerie toestemming geeft voor een luchtruimsluiting voor het bemande verkeer. Dat kan slechts sporadisch en voor korte periodes. Men zou kunnen zeggen dat BVLOS vliegen in het kritieke pad zit voor de doorontwikkeling van het ecosysteem.

Vooraf voor BVLOS-vliegen geldt dat de verruiming van wetgeving gepaard dient te gaan met kaders en richtlijnen op het gebied van (cyber)veiligheid. Maar ook andere aspecten spelen

een rol om BVLOS vliegen op grote schaal mogelijk te maken, zoals heldere verkeersregels, mogelijke geluidsoverlast en vraagstukken rond privacy.

Als al deze aspecten volledig ondervangen moeten zijn voordat BVLOS gevlogen kan worden is er nog een lange weg af te leggen. Daarom is het aan te bevelen om op korte termijn de randvoorwaarden te beschrijven waaronder, binnen vooraf aangewezen zones, BVLOS gevlogen kan worden. Door zones aan te wijzen waarbinnen het risicoprofiel laag is (bijvoorbeeld de Noordzeecorridor) krijgen de toepassingen en testcentra meer ruimte om praktijkonderzoek te doen. In het protocol zouden verschillende stadia van BVLOS-vliegen beschreven kunnen worden met bijbehorend risicoprofiel en de daarbij horende randvoorwaarden op het gebied van veiligheid, overlast en privacy. Geleidelijk kunnen de zones uitgebreid worden als de beschreven randvoorwaarden zijn geborgd en gevalideerd.

Ervaringen uit het buitenland zouden kunnen helpen om de experimenteerruimte met betrekking tot BVLOS vliegen geleidelijk op te schalen. Duitsland zet op dit moment stappen op dit gebied. Belangrijk is dat overheid, markt en kennisinstellingen deze opgave gezamenlijk invullen. De meest voor de hand liggende wijze om hierin stappen te zetten lijkt om vanuit de werkgroep Verantwoord Vliegen van de DCNL een gezamenlijk onderzoeksproject te starten met de toepassingen en testcentra waarin zowel overheid, marktpartijen als kennisinstellingen participeren, zoals Drone2Go, Medical Drone Service, METIP en Unmanned Valley (*triple helix* model).

Het verrichten van inspanningen die BVLOS vliegen mogelijk maken is een essentiële stap in de opschaling van het ecosysteem.

Verruim de mogelijkheden voor vliegen binnen een CTR

Naast de beperkingen die gelden voor BVLOS vliegen zijn ook de beperkingen voor het vliegen in een CTR op dit moment belemmerend voor de opschaling van het UAM-ecosysteem. Nederland is een klein land met veel CTR's die vooral liggen rond grote steden. Locaties waarvan verwacht mag worden dat juist daar interessante *business cases* voor de sector liggen. Denk bijvoorbeeld aan noodhulpdiensten en inspectie van gebouwen en installaties. Omdat recent de LVNL als bevoegd gezag is toegetreden tot een aantal overleg-gremia zijn de randvoorwaarden aanwezig om op dit thema stappen te kunnen zetten.

Voor de verruiming van regels voor het vliegen binnen een CTR is het volgende nodig:

- Een herijking van het huidige generieke en restrictieve beleid en regelgeving voor het vliegen in CTR's. Overheid en LVNL zouden regels kunnen ontwikkelen die de mogelijkheden voor professionele dronevliegers binnen een CTR verruimen. Bijvoorbeeld door meer ruimte te geven aan drone-operators om in urbane gebieden te vliegen op plaatsen waar de kansen op botsingen met bemande luchtvaart nihil zijn, zoals in de buurt van bebouwde infrastructuur. Tegelijkertijd zou dergelijke wetgeving restrictief moeten zijn voor het vliegen in de buurt van start- en landingsbanen en bovendien strenge eisen moeten stellen op het gebied van E-Conspicuity.
- Doorontwikkeling van de GoDrone app van het LVNL waardoor de bruikbaarheid en betrouwbaarheid van deze app gegarandeerd is.

Onderzoek of aanvullende regels op de EASA-richtlijnen meerwaarde hebben

Op een aantal gebieden is de Nederlandse wetgeving restrictiever dan de Europese richtlijnen voorschrijven, bijvoorbeeld waar het gaat om het vliegen rond wegen en spoorlijnen en vitale infrastructuur. Voor sommige professionele drone-operators kan dit belemmerend werken en leidt het tot het aanvragen van de nodige ontheffingen. Het is de vraag in hoeverre deze regels meerwaarde hebben. Het is aan te bevelen om deze regels te heroverwegen en te bepalen in hoeverre deze wenselijk en handhaafbaar zijn. Wellicht dat het mogelijk is om voor het vliegen bij kritieke infrastructuur een aantal PDRA's te ontwikkelen.

Voorgestelde acties

Voorgestelde acties op het gebied van het ontwikkelen van een nationaal wet- en regelgevend kader zijn weergegeven in Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Voorgestelde acties voor het ontwikkelen van een nationaal wet- en regelgevend kader

Actie	Betrokken stakeholders	Timeframe ⁵⁴
Opstellen van een integraal handboek voor de dronesector waarin alle wetgeving, richtlijnen en voorschriften overzichtelijk zijn uitgewerkt.	IenW, ILT, LVNL	K
Aanwijzen van een aantal corridors waar permanent BVLOS gevlogen kan worden onder helder beschreven veiligheidsvoorschriften en verkeersregels.	IenW ism DCNL, DDD, DDP	K/M
Opstellen van een protocol en tijdlijn voor BVLOS vliegen door toepassingen en testcentra. Hierin beschrijven aan welke veiligheidsvoorschriften gebruikers van het lagere luchtruim moeten voldoen (met name voorschriften op het gebied van EC).	DCNL	K
Herijken van het beleid voor vliegen in CTR	IenW, LVNL	K
Ontwikkelen van meer nationale <i>Pre Defined Risk Assessments</i> (PDRA's) waardoor vergunningaanvragen/meldingen eenvoudiger worden voor standaard vluchten.	ILT	K
Uitwerken van een duidelijke rol voor gemeenten als lokaal bevoegd gezag op het gebied van UAM. Gebruikmakend van de Omgevingswet als wetgevend kader (zie actiebeschrijving van de 'rol van gemeenten' in sectie 4.4.2.).	Drone Netwerk Gemeenten	K

4.4.2 Ontwikkelen van samenwerkingsmechanismen

Voorgestelde specifieke doelstelling

Het zorgdragen voor samenwerking tussen partijen binnen het drone-ecosysteem, zowel op nationaal als internationaal niveau, waarbij gewerkt wordt op basis van een gezamenlijke agenda en heldere rolverdeling tussen partijen. Publiek-private samenwerking en co-creatie staan hierbij centraal.

⁵⁴ K: korte termijn (<2 jaar); M: middellange termijn (3-5 jaar); L: lange termijn (>5 jaar).

Op nationaal niveau zijn platforms georganiseerd, gericht op het ontwikkelen en uitvoeren van een gezamenlijke visie, strategie en plan van aanpak. Op internationaal niveau is Nederland vertegenwoordigd in relevante werkgroepen en aanwezig op internationale evenementen.

Voorgestelde aanpak

De huidige samenwerkingsrelaties kunnen op diverse niveaus versterkt worden tot een robuuste organisatorische infrastructuur.

Interdepartementale samenwerking

Het UAM-dossier is relevant voor diverse ministeries: IenW, Defensie, EZ en LNV. Voor een eenduidige Nederlandse strategie is het van belang dat de inspanningen op departementaal niveau op termijn gebundeld worden. Dat kan onder coördinatie van het ministerie van IenW. Het meest praktisch lijkt een werkvorm waarin de ministeries binnen het interdepartementaal droneberaad afspraken maken en IenW deze afspraken via de Drone Council Nederland afstemt met de publiek-private partners.

Samenwerking binnen IenW

Vanuit IenW zijn meerdere onderdelen betrokken bij het UAM-dossier: DGLM, Mobiliteit, Rijkswaterstaat en ILT. De samenwerking tussen de betreffende onderdelen kan versterkt worden door doelstellingen, ambities en acties met betrekking tot het UAM dossier nog beter op elkaar af te stemmen. Om de markt duidelijkheid en houvast te bieden is eenduidigheid van beleid wellicht nog wel belangrijker dan ruimhartig geformuleerde regels.

Samenwerking rijk en LVNL

Binnen LVNL is recent een projectgroep opgericht voor onbemande luchtvaart. Deze projectgroep is wel vertegenwoordigd in de Dutch Drone Delta maar niet binnen het meer strategische gremium van de Drone Council Nederland. Het is aan te bevelen om zowel de LVNL als ook de ILT uit te nodigen om deel te nemen in de DCNL zodat vraagstukken op het gebied van wetgeving, veiligheid en techniek ook op strategisch niveau kunnen worden afgestemd tussen deze partners en de overige deelnemers.

Samenwerking tussen ILT en andere instanties

Het ILT kampt al langere tijd met een gebrek aan capaciteit voor het beoordelen van vergunningen. Op zicht niet vreemd in een snel opschalende markt. Wellicht dat het mogelijk is dat andere instanties het ILT ondersteunen in de voorbereiding van vergunningaanvragen. Bijvoorbeeld door als loket te fungeren en vergunningaanvragen voor te bereiden als 'hamerstuk'.

Samenwerking tussen DCNL, DDD en DDP

In grote lijn opereren DCNL, DDD en DDP op respectievelijk strategisch, tactisch en operationeel niveau. Hoewel een aantal personen zitting heeft in verschillende gremia vindt er geen gecoördineerde afstemming plaats tussen de activiteiten van deze gremia. Het ecosysteem is erbij gebaat dat deze afstemming wordt versterkt waarbij de volgende rollen en verantwoordelijkheden kunnen worden onderscheiden:

- DCNL: opstellen van strategische agenda met betrekking tot de 3 thema's van de DCNL-werkgroepen: luchtruim, verantwoord vliegen en regelgeving. De DCNL is in de positie om gerichte onderzoek en ontwikkelingsvragen te stellen aan zowel DDD als DDP. Het is aan te bevelen om het thema techniek ook een prominente plaats op deze agenda te geven.

- DDD: uitvoeren van *use cases* op basis van de strategische agenda van het DCNL. Dat wil zeggen dat *use cases* nog meer dan nu het geval is worden afgestemd op de landelijke strategie.
- DDP: uitontwikkelen van kritieke techniek die van belang is voor de opschaling van het UAM-ecosysteem. Hierbij gaat het er vooral om dat technieken worden ontwikkeld die van belang zijn voor de volgende stap in de opschaling van het ecosysteem, met name E-conspicuity.

Rol van gemeenten

Rijk en provincie hebben een duidelijke rol wat betreft het bevoegd gezag. Anders is dit voor gemeenten. De impact die drones zullen hebben op de lokale samenleving maakt dat gemeenten beleid zullen moeten ontwikkelen rond UAM. Anders dan het Rijk (landelijke wetgeving, veiligheid) lijkt de rol van gemeenten belangrijker als het gaat om vraagstukken rond leefbaarheid, maatschappelijke acceptatie en privacy. Zodra het aantal vliegbewegingen groter wordt zullen gemeenten invloed willen hebben op de vraag wat er in het lokale luchtruim wel en niet mag. De per 1 januari 2024 van kracht wordende Omgevingswet biedt de mogelijkheid om lokale kaders en richtlijnen beter te borgen en om participatie van inwoners bij leefbaarheidsvraagstukken te faciliteren. Het Drone Netwerk Gemeenten zou hiervoor een standpunt moeten formuleren richting het ministerie en provincies.

Internationale coördinatie

Nederland blijft een sterke en actieve bijdrage leveren aan internationale organisaties, zoals ICAO, EASA en Jarus, zoals beschreven in sectie 2.2.3. Hierdoor oefent Nederland actief invloed uit op toekomstige standaarden en wetgeving, met aandacht voor het belang van Nederland hierin. Het belang van de internationale coördinatie mag niet onderschat worden en verdient blijvende aandacht. Draagvlak vanuit het management van het ministerie van IenW is daarbij belangrijk. Middelen in de vorm van budgetten en menstijd moeten vrijgemaakt worden om deze rol vanuit Nederland blijvend in te vullen. Vanuit beschikbaarheid van capaciteit moeten keuzes gemaakt worden waar Nederland participeert, met als ambitie om maximale impact te creëren, bijvoorbeeld door wetgeving die implementeerbaar en handhaafbaar is.

Voorgestelde acties

Voorgestelde acties op het gebied van samenwerkingsmechanismen zijn weergegeven in Tabel 4.3.

Tabel 4.3 Voorgestelde acties voor het ontwikkelen van samenwerkingsmechanismen

Actie	Betrokken stakeholders	Timeframe
1. Uitwerken van één landelijke visie en strategie door het interdepartementaal drone-beraad.	Ministeries van IenW, EZ, Defensie, LNV	M
2. Versterken van de samenwerking tussen de diverse directoraten binnen IenW; richten van de energie, menskracht en investeringen.	Ministeries van IenW, EZ, Defensie, LNV	K
3. ILT, als onderdeel van het ministerie van IenW en LVNL uitnodigen om toe te treden tot de DCNL waardoor strategische	DCNL, ILT	K

Actie	Betrokken stakeholders	Timeframe
vraagstukken op het gebied van veiligheid en wetgeving integraal kunnen worden afgestemd.		
4. Onderzoeken of marktpartijen een rol kunnen spelen als 'voorportaal' en expertisecentra voor vergunningaanvragen bij het ILT.	ILT, DCNL, DDD	K
5. Werken met een gecoördineerde agenda voor technologische ontwikkeling en wet- en regelgeving door DCNL, DDD en DDP. Bewaken van voortgang op gemeenschappelijke doelstellingen en acties.	DCNL, DDD, DDP	K
6. Actieve bijdrage van Nederland in internationale werkgroepen, vanuit ICAO (bijvoorbeeld RPAS Panel), EASA en Jarus.	Ministerie van IenW	K, M, L

4.4.3 (Pro)actief sturen op maatschappelijke effecten en omarming

Voorgestelde specifieke doelstelling

Kennis en inzicht ontwikkelen op maatschappelijk effecten, zowel positief als negatief (veiligheid, geluidshinder, horizonvervuiling, privacy, etc.), alsmede mitigerende maatregelen bij negatieve effecten.

Wat betreft de maatschappelijke effecten:

- Veiligheid staat voorop, met als uitgangspunt dat de veiligheid van het gebruik van drones minimaal gelijk moet zijn aan het huidige veiligheidsniveau.
- De commerciële marktwaarde van drones ontwikkelt zich tot een niveau in de bandbreedte van 500-918 miljoen EUR in 2050.
- Drones dragen bij aan nieuwe werkgelegenheid en een hogere arbeidsproductiviteit.
- Door de duurzame aandrijvingsvormen veroorzaken drones vrijwel geen klimaatbelasting (doel: 0% *tank-to-wheel* (TTW) CO₂-uitstoot).
- Negatieve effecten, zoals horizonvervuiling en geluidshinder, zijn zo veel mogelijk gemitigeerd.

Het creëren van maatschappelijke omarming van drones door het actief betrekken van relevante stakeholders in de ontwikkeling van concepten en diensten (zie SD-2) met aandacht voor de maatschappelijk effecten, zowel positief als negatief.

Voorgestelde aanpak

Onderzoek wijst uit dat de maatschappelijke acceptatiegraad voor nieuwe technologie op de volgende manieren kan worden vergroot:

1. Het beïnvloeden van risicopercepties;
2. Het vergroten van vertrouwen in producten en producenten;
3. Het vergroten van het gepercipieerde voordeel;
4. De publieke kennis van dronetechnologieën;
5. Het inspelen op verschillende belevingen van doelgroepen.

Juist een land als Nederland, met zijn goede overlegstructuren en participatiemechanismen, zou in staat moeten zijn op dit gebied een gidsrol te vervullen. Gezien de genoemde *enablers* zou dit in tijd als volgt vorm kunnen krijgen:

1. Geleidelijke opschaling van drone-inzet ten behoeve van maatschappelijke activiteiten. (hulpverlening door ambulance, politie en brandweer, vervoer van medische goederen en inspectie van gebouwen en infrastructuur);
2. Op lokaal niveau inspraak organiseren rond de vraag of drones binnen de betreffende gemeente mogen worden ingezet voor maatschappelijke doeleinden;
3. Via bepalingen in de Omgevingswet, meer specifiek het omgevingsplan, duidelijke kaders stellen voor het gebruik van drones in de openbare ruimte;
4. Via een landelijke campagne zichtbaar maken wat de meerwaarde van drones is voor diverse maatschappelijke en economische sectoren en technologische innovatie. Hierin heeft niet alleen de overheid maar ook de maak- en verkoopindustrie een rol.

Voorgestelde acties

Voorgestelde acties op het gebied van (pro)actief sturen op maatschappelijke effecten en omarming in Tabel 4.4.

Tabel 4.4 Voorgestelde acties voor (pro)actief sturen op maatschappelijke effecten en omarming

Actie	Betrokken stakeholders	Timeframe
1. Opschaling van de inzet van drones voor toepassingen met maatschappelijke meerwaarde.	IenW, DDD	K
2. Vaststellen van de rol van gemeenten ten aanzien van UAM. Verankeren van lokale richtlijnen op het gebied van UAM binnen de Omgevingswet.	Drone netwerk gemeenten	K
3. Organiseren van lokale participatiebijeenkomsten rond de inzet van drones voor maatschappelijke toepassingen.	Gemeenten	M
4. Organiseren van een overheids campagne, in samenwerking met maatschappelijke use cases als Drone2Go en MDS en de maak- en verkoop industrie die de maatschappelijke meerwaarde van drones inzichtelijk maakt voor het grote publiek.	DCNL, DDD, DDP	M

4.4.4 Creëren van een enabling drone environment middels U-space

Voorgestelde specifieke doelstelling

Het creëren van een *enabling environment* op de grond en in de lucht, met aandacht voor integratie en coördinatie van het luchtruim door middel van U-space en ontwikkelen van relevante infrastructuur, zoals vertiports. De basis voor U-space wordt operabiliteit tussen een U-space Service Provider (USSP), een drone-operator en de drone, maar ook tussen de verschillende USSP's die actief zijn binnen U-space. Deze partijen werken allemaal op basis van de informatie van een Common Information Service (CIS). Een interoperabiliteitsprotocol zorgt ervoor dat USSP's gestandaardiseerde informatie met elkaar kunnen uitwisselen. Naast de bestaande luchtverkeersleidings-organisaties (ANSP's) is het de bedoeling dat nieuwe organisaties zich gaan richten op het leveren van U-space diensten aan drone-operators: dit zijn de USSP's. Uitgangspunt is dat deze USSP's zich op een concurrerende markt begeven. Binnen elke Europese lidstaat is er nog discussie of deze organisaties overwegend commercieel of (semi)publiek zullen zijn (met name op korte tot middellange termijn), maar het is de bedoeling dat het overwegend particuliere entiteiten zijn die aansluiten op het CIS. Definiëren van een Nederlands model (inclusief mogelijke prijzen van diensten) is dus

belangrijk – en deze inspanningen zijn al aan de gang binnen de overheid. Uiteindelijk bepaalt Nederland zelf hoe het U-space luchtruim wordt ingericht en wie gecertificeerde U-space-diensten aan de markt mag aanbieden.

Het Nederlandse luchtruim wordt heringedeeld, resulterend in een integratie van het luchtruim voor bemande en onbemande luchtvaart, in nauwe samenwerking tussen betrokken partijen. Nationale geozones voor drones worden ingesteld en kaders worden gecreëerd voor het vliegen in gecontroleerd luchtruim (CTR). Daarnaast worden kaders gecreëerd voor het aanwijzen en uitvoeren van U-space.

De betreffende verkeersmanagementsystemen (ATM voor bemande luchtvaart en U-space voor onbemande luchtvaart) worden optimaal op elkaar afgestemd en zullen op termijn waarschijnlijk volledig geïntegreerd en geautomatiseerd worden. Op de lange termijn is het van cruciaal belang dat de overheid het complexe ecosysteem van belanghebbenden die betrokken zijn bij het leveren van geavanceerde U-space-diensten effectief coördineert; en het bestaande EU-regelgevingskader gebruikt om een gemeenschappelijke visie in Nederland te bereiken. Dergelijke ontwikkelingen hangen samen met de levering van de technische vereisten, terwijl de concurrentie op de markt wordt bevorderd.

Voorgestelde aanpak

Binnen het programma onbemande luchtvaart van het ministerie wordt gewerkt aan de implementatie van U-space. De stip op de horizon is 2035 hetgeen duidelijk maakt dat U-space voorlopig nog geen realiteit is. De Europese Commissie heeft een verordening gemaakt die voor de lidstaten dient als leidraad voor de implementatie van U-space regelgeving. Hierin wordt onder andere beschreven dat de lidstaten U-space luchtruim moeten aanwijzen en diverse services moeten ontwikkelen. Op dit moment wordt een plan opgesteld voor de implementatie van U-space.

In het plan moet uiteraard aandacht worden besteed aan de technische aspecten van veiligheid en integratie (met ATM), maar ook aan aandacht voor *governance* en markttoezicht op de lange termijn. Er is namelijk een toekomstige situatie denkbaar waarbij er een grote vraag naar U-space-diensten zal ontstaan en waarbij prijsstelling een kritiek punt zal worden in het realiseren van de potentiële voordelen en effecten van drones. Interessante vragen zijn bijvoorbeeld: wat moet er in rekening worden gebracht voor U-space diensten? Hoe wordt deze prijs bepaald? Wie betaalt wie en hoe transparant is dit? Kan het luchtruim worden doorverkocht of geveild, zoals gebruikelijk is bij ATM?

Belangrijk is dat de ontwikkelingen binnen de experimenteercentra bijdragen aan de korte termijn technologische ontwikkeling van U-space. Daarvoor is het belangrijk dat het plan van aanpak voor U-space gerichte vragen en opgaven bevat voor alle betrokken partners. Alleen met een duidelijke agenda en acties op het gebied van technologie, diensten en infrastructuur kan het huidige ecosysteem op termijn bijdragen aan de realisatie van U-space in Nederland. Maar de overheid zal een sleutelrol spelen bij het sturen van de niet-technologische aspecten (o.a. *governance* – en marktstructuur) die samenhangen met het bereiken van geavanceerde U-space-diensten. De modellen voor concurrentie en prijsstelling zijn nog niet duidelijk voor zowel de publieke als de private sector. Het vereiste investeringsniveau (om U-space te implementeren) brengt waarschijnlijk hoge kosten met zich mee voor operators.

Regelgevende maatregelen zijn daarom waarschijnlijk nodig om een betere verdeling van de kosten van U-space te waarborgen (bv. prijsbeperkingen, gesubsidieerde prijzen, enz.).

Voorgestelde acties

Voorgestelde acties op het gebied van toezicht en implementatie van U-space diensten en infrastructuur zijn weergegeven in Tabel 4.5.

Tabel 4.5 Voorgestelde acties voor toezicht en implementatie van U-space-diensten en -infrastructuur

Actie	Betrokken stakeholders	Timeframe
1. Opstellen van een plan van aanpak voor de implementatie van U-space in Nederland (loopt al).	IenW	Loopt
2. Op basis van het plan van aanpak opstellen van een ontwikkelagenda voor de <i>use cases</i> en testcentra waarin staat beschreven welke techniek en diensten de komende jaren ontwikkeld moeten worden voor de geleidelijke implementatie van U-space.	IenW, DCNL	M
3. Port of Rotterdam uitbouwen tot een volwaardig U-space-testcentrum waarbinnen BVLOS gevlogen kan worden met ondersteuning van U-space-diensten als CIS en USSP.	IenW, PoR	M
4. Uitrol van een landelijk netwerk van vertiports.	Provincies, Gemeenten	M
5. Vaststellen en duidelijk maken van de verwachte toekomstige modellen voor (U-space-diensten) concurrentie en prijsstelling.	IenW	M
6. Wees duidelijk over hoe de overheid werkt aan het schrappen van pre-notificatievereisten en route-gebaseerde risicobeoordelingen, die <i>time critical</i> (BVLOS) drone-diensten (bijvoorbeeld levering van goederen of reactie op ongevallen) niet levensvatbaar maken.	IenW	S (met gevolgen op lange termijn)
7. Verzamel en analyseer gegevens over publieke acceptatiekwesties om technologische knelpunten bij het ontwerp te begeleiden die moeten worden opgenomen in de implementatie van U-space.	IenW, NWO	S (met gevolgen op lange termijn)
8. Werk expliciet aan het aantrekken van kapitaal en risico-investeringen voor de implementatie van U-space (gezien het faciliterende karakter van het systeem) dat is afgestemd op de publieke ambities.	IenW, InvestNL	M

4.4.5 Ontwikkeling van technologische bouwstenen en dronetoepassingen

Voorgestelde specifieke doelstelling

Het realiseren van randvoorwaarden op het gebied van veiligheid waardoor op een verantwoorde wijze meer experimenteerruimte voor toepassingen en testcentra kan worden gerealiseerd. Hierdoor kunnen deze partijen geleidelijk opschalen van testcentra (experimenteren in gecontroleerde omgeving) naar *living labs* (experimenteren in ongecontroleerde omgeving) en tenslotte naar volwaardige marktintroductie.

Voorgestelde aanpak

Belangrijk is dat vergroting van de experimenteerruimte gepaard gaat met waarborgen op het gebied van veiligheid, zowel fysieke veiligheid als cybersecurity. De belangrijkste techniek om bemande en onbemande luchtvaart samen veilig van het luchtruim gebruik te kunnen laten maken is Electronic Conspicuity (EC). Voor de opschaling van het ecosysteem is het voor de sector van belang dat duidelijk is welke standaard in Nederland gaat gelden. Vervolgens zou onderzoek binnen de toepassingen en testcentra specifiek gericht moeten worden op de uitontwikkeling van deze technologie. Dit thema hangt sterk samen met het thema BVLOS vliegen omdat E-Conspicuity vooral van belang is in situaties waarin buiten het zicht van de piloot wordt gevlogen.

Een belangrijk issue bij EC is dat de bemande luchtvaart voorzien moet zijn van de transponder die hen zichtbaar maakt voor de dronepiloot. Dit brengt extra investeringen voor de bemande luchtvaart met zich mee. Tegelijkertijd is doorontwikkeling van de techniek op het gebied van EC, met name de ontwikkelingen op het gebied van 4G/5G, ook interessant voor de bemande luchtvaart met het oog op verdere digitalisering van de sector. Mogelijk dat de overheid ook een rol kan spelen door deze techniek te subsidiëren.

Het is aan te bevelen om vanuit de werkgroep 'verantwoord vliegen' van DCNL samen met de DDD en DDP een agenda en actieplan op te stellen om alle experimenten die er op dit moment in Nederland plaatsvinden op het gebied van EC te coördineren. Daarbij zou ook onderzocht moeten worden welke fondsen beschikbaar kunnen worden gemaakt voor grootschalige investeringen (zie ook 2.5).

Ten slotte is het aan te bevelen om de GoDrone app van het LVNL versneld door te ontwikkelen waardoor de betrouwbaarheid voor gebruikers wordt vergroot.

Voorgestelde acties

Voorgestelde acties op het gebied van technologische bouwstenen en drone toepassingen zijn weergegeven in Tabel 4.6.

Tabel 4.6 Voorgestelde acties voor technologische bouwstenen en stimuleren van R&D en innovatie

Actie	Betrokken stakeholders	Timeframe
1. Versneld doorontwikkelen van GoDrone app door LVNL.	LVNL	K
2. Duidelijk communiceren naar de sector welke standaard in Nederland gaat gelden op het gebied van Electronic Conspicuity.	IenW	K
3. Opstellen van een landelijke agenda voor uitontwikkeling van technologie op het gebied van Electronic Conspicuity op basis van EASA standaarden. Hierin gecoördineerde samenwerking organiseren tussen DCNL, DDD en DDP.	DCNL, DDD, DDP	K
4. Gecoördineerde aanvraag groeifonds waarin onder andere de nationale UAM strategie kan dienen als basis voor de aanvraag.	DCNL, DDD, DDP	K
5. Gerichte financiering van initiatieven die cruciaal zijn voor de opschaling van het ecosysteem (EC, <i>safety and privacy by design</i>) en worden ontwikkeld binnen toepassingen en living labs waar	IenW	K

Actie	Betrokken stakeholders	Timeframe
overheid, markt en kennisinstututen gezamenlijk opereren. Met als doel om kansrijke producten gereed te maken voor marktintroductie.		

4.4.6 *Ontwikkelen van de markt, concurrentie reguleren en toegang tot financiering*

Voorgestelde specifieke doelstelling

Actief bijdragen aan het volwassen worden van de dronemarkt, van *technology push* naar *market driven*, met aandacht voor het reguleren van concurrentie en het faciliteren van toegang tot financiering.

Het doel is om ten minste twee aanbieders van U-space diensten (USSP's) per U-space-gebied te hebben. Ook voor aanbieders van dronediensten ontstaat een markt met concurrentie.

Financiering voor startups wordt gefaciliteerd door fondsen of financiële instrumenten die gericht zijn op de ontwikkeling van de dronesector.

Voorgestelde aanpak

Het doel is om de dronemarkt uit te laten groeien tot een volwassen markt. De zogeheten *valley of death* is overkomen en er bestaan voldoende financieringsmogelijkheden, evenals robuuste marktregulatie.

De financieringskloof wordt gedicht doordat Nederlandse bedrijven zowel in hun R&D- als commercialisatiefase voldoende toegang tot kapitaal hebben. De Nederlandse overheid verstrekt subsidies die onderzoek, ontwikkeling en innovatie op het gebied van dronetechnologie kunnen ondersteunen. Programma's zoals het Nationaal Groeifonds, Innovatiekrediet, de MKB-innovatiestimulering Regio en Topsectoren en de Wet Bevordering Speur- en Ontwikkelingswerk (WBSO) kunnen van toepassing zijn. Daarnaast kunnen initiatieven als de Topsector en DCNL de samenwerking tussen dronebedrijven, kennisinstellingen en de overheid bevorderen in bijvoorbeeld publiek-private samenwerking (PPP). Verder hebben Nederlandse dronebedrijven makkelijk toegang tot verschillende EU-financieringsprogramma's zoals Horizon Europe, de European Innovation Council (EIC) en de Europese Investeringsbank (EIB). Tot slot spelen NPBI's⁵⁵ zoals InvestNL een vitale rol in de ontwikkeling van Nederlandse dronebedrijven. NPBI's bieden dronebedrijven de juiste financieringsinstrumenten, bieden kredietgaranties aan, fungeren als medefinancier of als katalysator van particuliere investeringen en kunnen helpen met capaciteitsopbouw en lobbywerk voor gunstig beleid.

Verder zijn de juiste mededingingsregels- en mechanismen van kracht die leiden tot een volwassen dronemarkt. Hierbij wordt U-space actief gereguleerd met als doel lagere prijzen, hogere kwaliteit en meer keuze voor gebruikers. Alle USSP's hebben gelijke toegang tot de markt, monopolies en uitgebreide marktcontrole worden voorkomen en alle USSP's, operators en luchtverkeersleidingen kunnen inter-operabel met elkaar werken. Verder hebben alle

⁵⁵ *National Promotional Banks and Institutions*

USSP's gelijke toegang tot informatie doordat heldere richtlijnen bestaan over prijsstelling en gegevensuitwisseling vanuit onder andere het CIS. Tot slot wordt samengewerkt met de AIVD/MIVD om eventuele dominantie van buitenlandse spelers op de dronemarkt te voorkomen. Zo blijft de Nederlandse dronesector strategisch autonoom.

Voorgestelde acties

Voorgestelde acties op het gebied van het ontwikkelen van de markt, concurrentie reguleren en toegang tot financiering zijn weergegeven in Tabel 4.7.

Tabel 4.7 Voorgestelde acties voor de markt, concurrentie reguleren en toegang tot financiering

Actie	Betrokken stakeholders	Timeframe
1. Ontwikkel specifieke programma's om ondernemers en goede ideeën actief te koppelen aan kapitaal.	IenW, EZK + markt	K
2. Communiceer het marktpotentieel per toepassingsgebied aan het ecosysteem als basis voor besluitvorming of verdere voorspellingen.	IenW	K
3. Creëer een handreiking voor het drone-ecosysteem om door EU-regelgeving te navigeren.	EC	M
4. Creëer een strategie om Nederlandse succesverhalen internationaal te promoten en verbind deze nationale succesverhalen actief met EU-collega's.	DCNL, RVO	K
5. Zorg dat bestaande financieringsmechanismen binnen de overheid ruimte voor drone-activiteit stimuleren en creëren (bijv. Innovatiekrediet)	EZK, RVO, TKI	K
6. Identificeer concrete EU-financieringsinstrumenten die van toepassing zijn op Nederlandse organisaties en help Nederlandse organisaties toegang te krijgen.	Horizon Europe, EIB Advisory Hub, European Innovation Council	K
7. Communiceer de rol van nationale stimulatiefondsen (bijv. InvestNL Deeptech Fund)	InvestNL + andere stimulatiefondsen	K
8. Ondersteun nationale stimulatiefondsen bij het verstrekken van specifieke financiële producten voor investeringen in belangrijke delen van het drone-ecosysteem, overweeg hierbij garanties.	InvestNL + andere stimulatiefondsen	M
9. Pas de mededingingsregels actief – en in een vroeg stadium – toe op de ontwikkeling van U-space en kwesties van open strategische autonomie.	ACM	K

4.4.7 Ontwikkelen van kennis en vaardigheden

Voorgestelde specifieke doelstelling

Het ontwikkelen van de juiste kennis en vaardigheden voor de dronesector van de toekomst. De behoeften van de markt sluiten goed aan bij bestaande en ontwikkelde opleidingen. Verder beschikken ambtenaren over de juiste kennis en bestaat er een gerichte en succesvolle innovatie-agenda.

Voorgestelde aanpak

Hiervoor wordt per toepassingsgebied in kaart gebracht wat de vereiste specifieke vaardigheden zijn. Hierna worden voor deze specifieke vaardigheden de gerichte trainings- en opleidingsbehoefte bepaald, naar goed voorbeeld van het Italiaanse nationaal strategisch plan voor de ontwikkeling van UAM. Waar nodig wordt een passend curriculum gevormd, van mbo-tot wo-niveau. Tevens wordt voor betrokken ambtenaren passende bijscholing ontwikkeld. Dit proces wordt geregeld herijkt om veranderende behoeften in kaart te brengen. Hierbij wordt in eerste instantie gekeken naar de aanbevelingen van het recente arbeidsmarktonderzoek van Rijnland Advies.⁵⁶

Verder wordt de dronese sector actief gepromoot zodat schaars talent kiest voor een opleiding in deze richting waarna dit talent doorstroomt naar een functie binnen de drone-industrie. Tot slot raakt het Nederlandse drone-ecosysteem goed op de hoogte van elkaars innovaties en vorderingen en wordt innovatie ook strategisch gecoördineerd.

Voorgestelde acties

Voorgestelde acties op het gebied van het ontwikkelen van kennis en vaardigheden zijn weergegeven in Tabel 4.8.

Tabel 4.8 Voorgestelde acties voor het ontwikkelen van kennis en vaardigheden

Actie	Betrokken stakeholders	Timeframe
1. Uitvoeren onderzoek naar (toekomstige) vaardigheidsbehoeften per toepassingsgebied.	IenW & OCW	K (elke 3 jaar)
2. Afstemmen regulier curriculum op vaardigheidsbehoefte.	OCW	M
3. Bijscholen van vereiste vaardigheden van betrokken ambtenaren.	OCW, Rijksoverheid, provincies, gemeenten	M
4. Opstellen en uitvoeren promotiecampagne voor drone-onderwijs.	OCW, markt en kennisinstellingen.	K (doorlopend)
5. Opzetten van een structurele innovatie-overlegstructuur.	DCNL	K
6. Opstellen van een Nederlands innovatie-agenda.	EZK, DCNL	K
7. Uitvoeren van Nederlands innovatie-agenda.	EZK, DCNL	L

⁵⁶ Rijnland Advies (2023). Eindrapport arbeidsmarktonderzoek drone-industrie. [Link](#).

Referenties

Nieuwsartikelen en website ten behoeve van de omgevingsanalyse

- <https://www.airbus.com/en/newsroom/press-releases/2022-05-airbus-lays-the-foundations-for-future-urban-air-mobility-in>
- <https://bmdv.bund.de/SharedDocs/DE/Artikel/DG/drohnen-uebersicht.html>
- <https://www.sesarju.eu/news/poland-demonstrates-air-mobility-solutions-cities-throughout-eu>
- <https://www.unmannedairspace.info/uncategorized/poland-announces-usd200-major-million-plus-investment-in-u-space-and-related-services/>
- <https://dronedj.com/2022/07/21/lilium-evtol/>
- <https://www.unmannedairspace.info/uncategorized/antwerp-port-becomes-first-seaport-with-utm-system-with-unify-as-industrial-partner/>
- <https://evtol.news/zuri-20>
- <https://ered.gr/real-estate-news/aktor-to-develop-infrastructure-for-evtol-aircrafts-in-greece>
- <https://hellenicnews.com/orama-nexus-to-develop-ground-breaking-advanced-air-mobility-network-in-greece/>
- <https://www.urbanairmobilitynews.com/logistics/greece-drones-trialled-at-elefsis-port-for-delivering-medical-supplies-to-shipping/>
- https://civitas.eu/sites/default/files/civitas_forum19_session_27_.vasilena_mitsiadi.pdf
- <https://eco.sapo.pt/2018/08/31/porto-pode-vir-a-tornar-se-cidade-piloto-da-mobilidade-aerea-da-airbus/>
- https://www.linkedin.com/pulse/e-vtol-desenvolvimento-tecnol%C3%B3gico-e-desafios-andreoli/?trk=pulse-article_more-articles_related-content-card&originalSubdomain=pt
- <https://kookiejar.com/>
- <https://evtolinsights.com/2022/04/urban-air-port-to-accelerate-drone-delivery-infrastructure-in-sweden/>
- https://www.urbanairmobilitynews.com/logistics/foodora-to-start-flying-food-to-beach-customers-in-sweden-using-drones/?utm_source=rss&utm_medium=rss&utm_campaign=foodora-to-start-flying-food-to-beach-customers-in-sweden-using-drones
- <https://dronelife.com/2020/08/14/urban-air-mobility-in-europe-ehang-to-fly-in-austria/>
- <https://evtol.news/pr-dc-flying-car>
- <https://uamas.ch/>
- <https://www.unmannedairspace.info/emerging-regulations/switzerland-to-adopt-eu-regulations-relating-to-drones-from-january-2023/>
- <https://www.urbanairmobilitynews.com/new-city-projects/bugas-city-bulgaria-plans-u-space-trial-to-support-commercial-drone-services/>
- <https://smart-cities-marketplace.ec.europa.eu/news-and-events/news/2018/city-plovdiv-signs-urban-air-mobility-manifesto>
- <https://www.urbanairmobilitynews.com/first-responders/denmark-launches-medical-drone-delivery-service-with-a-50km-mission/>
- <https://uasdenmark.dk/flights/>
- <https://uam-oulu.com/>
- <https://dronelife.com/2022/02/04/astrautm-in-finland-moving-closer-to-urban-air-mobility-and-advanced-operations/>

- <https://www.themayor.eu/en/a/view/slovak-built-flying-car-completes-first-ever-inter-city-flight-8322>
- <https://dronedj.com/2022/07/21/lilium-evtol/>
- <https://www.urbanairmobilitynews.com/air-taxis/ireland-first-passenger-and-cargo-vertiport-to-be-constructed-by-2022/>
- <https://www.urbanairmobilitynews.com/air-taxis/ireland-first-passenger-and-cargo-vertiport-to-be-constructed-by-2022/>
- <https://www.irishtimes.com/business/transport-and-tourism/avolon-predicts-ireland-to-be-centre-of-1tn-urban-air-industry-1.4590902>

Bijlage I – Lijst met betrokken organisaties

Onderstaande partijen zijn betrokken door interviews in het opstellen van de UAM strategie.

Marktpartijen

- Medical Drone Service, Simon Prent
- Drone Q, John Troch
- Avionix, Rudy Muller
- Airhub, Thomas Brinkman
- Havenbedrijf Rotterdam, Niels Kalshoven

Samenwerkingsverbanden, kennisinstellingen en brancheorganisaties

- Drone Council Nederland, Matthijs van Miltenburg
- Dutch Drone Delta, Lennard Verhoeff
- Dutch Drone Platform: Pim Stevens
- DCRO, Martijn Arkesteijn
- TU Delft, Jos van der Boom
- Universiteit Twente/Space 53: Wouter Asveld
- ROC Amsterdam, Philip Mol
- Saxion Hogeschool, Roeland Emaus, Jaap Knotter
- Drone Class, Sem van Geffen

Use Cases

- Drone2Go, Ariea Vermeulen
- Medical Drone Service, Simon Prent

Overheden

- Rijkswaterstaat, Aad van den Burg
- Ministerie van IenW, Wilbert Ritsema
- Ministerie van IenW, Maarten Messemaker
- Gemeente Amsterdam, Pim Stevens
- Provincie Zuid Holland, Marcel Bekema

Bijlage II – Wat verstaan we onder UAM

Taxonomie

De nieuwheid van het concept van UAM in combinatie met de veelbelovende maatschappelijke impact die het zal hebben, wekt de belangstelling voor het onderzoek en de internationale implementatie ervan. Zodanig bestaat er een grote hoeveelheid diverse literatuur over UAM, waarin de voertuigen, de infrastructuur, de levensvatbaarheid van de markt en meer worden besproken. Ondanks al dit onderzoek is er nog steeds geen consensus over de exacte eigenschappen die Urban Air Mobility maken tot wat het is. Om dit verder uit te werken hebben het type platforms dat in UAM wordt overwogen (VTOL, kleine UAS, helikopters) en de operationele capaciteiten ervan, de door hen uit te voeren missies (transport, logistiek, bewaking, eerste reactie, enz.) en de omgeving waarin UAM plaatsvindt (op het platteland of in de stad, boven of onder VLL), allemaal hun implicaties voor het concept van de operatie voor UAM, inclusief certificering, rollen en verantwoordelijkheden, diensten, integraties met ATM en bemande luchtvaart, enz. Om dit op te lossen, zijn in dit document de belangrijkste bronnen van meningsverschillen over definities verzameld, om ze te analyseren en te proberen consensus te bereiken.

Wat het voertuigtype betreft, werd vastgesteld dat UAM de vlucht van UAS boven stedelijke gebieden inhoudt, ongeacht het type vliegtuig, aangezien ze moeten worden gecoördineerd ongeacht hun kenmerken wanneer ze in hetzelfde luchtruimvolume opereren. Met betrekking tot de markten die in UAM moeten worden opgenomen, werd in dit document geconcludeerd dat hoewel veel van de businesscases gericht zullen zijn op het vervoer van mensen en goederen, er andere mogelijke markten zijn die stedelijke gebieden ten goede kunnen komen. Aangezien alle operaties naast elkaar in het UAM-luchtruim moeten bestaan, zou het bovendien gunstig zijn om alle mogelijke markten in de definitie op te nemen. Met betrekking tot het operatiegebied besprak dit document de omgeving waarboven UAM plaatsvindt, evenals het luchtruim. Wat het milieu betreft, vond dit document het niet nodig om de exacte parameters vast te stellen van wat 'stedelijk' betekent. Er werd eerder geconcludeerd dat UAM moet worden beschouwd als operaties die plaatsvinden boven de bebouwde kom en mensen, of het nu een stad of een dorp is. Wat het luchtruim betreft, zullen UAM-operaties op korte en middellange termijn worden uitgevoerd binnen het VLL-luchtruim - onder 500ft of 1000ft in een stedelijke omgeving, maar naarmate het verkeer in dichtheid en complexiteit toeneemt, zullen de operaties worden uitgebreid boven VLL, mogelijk in niet-gescheiden luchtruim met bemand verkeer.

Over het algemeen hebben deze conclusies één ding gemeen: ze breiden de definitie van UAM uit in plaats van deze te beperken, waardoor UAM een dynamischer concept wordt. Verder is de belangrijkste boodschap in alle conclusies dat, ongeacht de voertuigen of markten die relevant zijn voor UAM, deze veilig naast elkaar in hetzelfde luchtruim moeten bestaan. Wanneer deze attributen in de definitie worden opgenomen, zal het concept van operaties voor UAM ze daarom ook ondersteunen, door regels, procedures en vereisten vast te stellen om de veilige werking van alle soorten voertuigen en missies boven stedelijke gebieden te waarborgen.

Door de horizon van de definitie te verbreden, kan het concept bovendien op verschillende manieren groeien en zich ontwikkelen, waardoor er meer markt- en technologische kansen ontstaan en gebruik kan worden gemaakt van de huidige onderzoeksgolf die aan de gang is. Dit zal ook helpen bij de verspreiding van de mogelijkheden van UAM, waardoor een groter publiek wordt bereikt dat het concept ook kan verrijken met nieuwe ideeën en kansen.

Zoals met elk concept, kan de definitie van UAM worden aangegeven door de attributen vast te stellen waaruit het is samengesteld. Dit document bepaalt dat deze attributen zijn (1) de markttoepassingen, (2) de voertuigen waarmee moet worden uitgevoerd, en (3) de grond- en luchtruimgebieden waar operaties zullen plaatsvinden. Dit leidt tot de volgende definitie: "Urban Air Mobility is een transformationeel mobiliteitsconcept voor stedelijke gebieden, waarbij gebruik wordt gemaakt van alle soorten UAS om elk type missie in het VLL-luchtruim uit te voeren dat tot doel heeft het welzijn van individuen en organisaties te verbeteren". Deze definitie is echter niet statisch. Naarmate het concept van UAM in de loop van de tijd evolueert, moet de definitie ervan dat ook doen. Concluderend zal het uitbreiden van de marges van wat UAM is een positieve invloed hebben op de ontwikkeling ervan door beperkingen tijdens onderzoeksfasen te vermijden en de creatie van een gemeenschappelijk concept van operaties mogelijk te maken.

Bijlage III – Omgevingsanalyse

In de afgelopen jaren is de UAM-industrie over de hele wereld fors gegroeid en plannen op papier zijn tot werkelijkheid gebracht. Deze bijlage geeft een overzicht van internationale ontwikkelingen in Europa, met speciale aandacht voor Finland, Duitsland, het VK, Italië en de VS.

Deze taak is uitsluitend uitgevoerd door middel van een literatuuronderzoek. Daarbij zijn de nieuwste technologische ontwikkelingen op het gebied van UAM in kaart gebracht. De nadruk is gelegd op eventuele strategische plannen die zijn ontwikkeld om UAM te implementeren.

Europa

Over het algemeen zijn een groot aantal ontwikkelingen in verschillende landen in Europa gevonden. De volgende kaart toont de locaties waar de meeste vooruitgang wordt geboekt.

Figuur B1 Illustratie van landen met drone-activiteit



Van de 27 landen die actief bleken te zijn, zijn er vier geselecteerd om in de schijnwerpers te staan vanwege de relevantie van hun werk. De volgende subhoofdstukken geven een meer gedetailleerde uitleg van de verschillende activiteiten die worden ondernomen in respectievelijk Finland, Duitsland, het VK en Italië.

Finland

Finland is op dit moment een van de meest actieve landen in Europa als het gaat om Urban Air Mobility. Door hun betrokkenheid bij door Europa gefinancierde projecten en nationale initiatieven zijn ze een van de leidende landen die deze nieuwe vorm van transport implementeren.

Als het gaat om Europese projecten, is het land betrokken geweest bij meerdere SESAR JU- en Horizon Europe-projecten, zoals: GOF & GOF2, 5G Drones, Flying Forward 2020 en het onlangs bekroonde CITYAM-project. Andere relevante nationaal gefinancierde projecten zijn Drolo, FUAVE, RoboMesh en CityLog.

Bovendien zet Finland een aantal vertiport-locaties in met hun eigen U-space-luchtruim. Deze locaties zullen fungeren als testgebied waar het mogelijk zal zijn om met drones te vliegen en te leren van het proces. De initiatieven zijn:

- UAM Oulu: dit strategische initiatief heeft als doel om bij te dragen aan de ontwikkeling van het Unmanned Aircraft System (UAS)-domein en de implementatie van innovatieve luchtmobiliteit in de stad Oulu. Het zal servicepunten bieden voor alle zaken die verband houden met zakelijke activiteiten binnen de U-space van de stad Oulu, evenals toepassingen van UAS, en technologieën voor test-, onderzoeks- en demonstratiedoeleinden om veilige, beveiligde en all- weerbestendige UAS-technologieën en schaalbare Urban Air Mobility-oplossingen te promoten.
- LIFT Future Aerospace Centre: Helsinki East Aerodrome heeft samen met Redstone Aero een vertiport geopend om private, publieke en R&D-sectoren aan te trekken om innovatie in de UAM-industrie te creëren. Het centrum wil onder meer de weg vrijmaken voor de opkomst van commerciële oplossingen voor dronelogistiek.

Duitsland

Duitsland is al enkele jaren actief op het gebied van U-space en UAM. Om bij te dragen aan de ontwikkeling van geavanceerde luchtmobiliteit, bundelen toonaangevende bedrijven, universiteiten, onderzoeksinstellingen en gemeenten hun krachten onder leiding van Airbus in het Air Mobility Initiative (AMI). De leden van het Air Mobility Initiative zijn Airbus, de stad Ingolstadt, Deutsche Bahn, Deutsche Flugsicherung, Diehl Aerospace, Droniq, de luchthaven van München, het Rode Kruis en Telekom.

Bovendien wordt er door de overheid een actieplan ontwikkeld, gericht op het bevorderen van onderzoek, kennisontwikkeling, de overgang naar de praktijk en het versterken van de openbare orde en veiligheid. Drie centrale doelen dienen als leidraad voor de implementatie:

1. We willen een leidende markt worden en hoge veiligheidsnormen vaststellen.
2. We willen geautomatiseerd en genetwerkt vliegen in de praktijk brengen
3. We willen de bescherming van persoonsgegevens, privacy en het milieu.

De actieterreinen en maatregelen van de overheid zijn:

- Beveiliging met bijzondere aandacht voor de operationele veiligheid van de UAS, en voor luchtvaartbeveiliging in termen van het afwenden van gevaar van niet-meewerkende UAS.
- Infrastructuur en netwerk, onderzoek naar de implementatie van U-space
- Regelgevend kader, gericht op voortzetting van de deelname aan werkgroepen bij EASA en de EU-Commissie, evenals in het overeenkomstige comité dat is opgericht op basis van de EASA-basisverordening

- Innovatie, geld steken in onderzoek met het oog op UAS en luchttaxi's; en om nieuwe toepassingen in de mobiliteitssector te ondersteunen en op middellange termijn uit te bouwen.
- Overheidsopdrachten en internationale ondersteuning, om de Duitse drone-economie te blijven ondersteunen met aanbiedingen op maat om internationale markten te ontsluiten.
- Milieu, persoonsgegevens en privacy, waaronder de gebieden voor de bescherming van het milieu en de natuur, en het beperken van geluidsoverlast, alsmede het onderzoeken van geluid- en lichtemissies veroorzaakt door UAS
- Maatschappelijke acceptatie om mee te werken aan het ontwikkelen van een passende voorlichtingsstrategie om voorlichting te geven over UAS-toepassingen en maatregelen ter bescherming van burgers. Hierbij wordt ingezet op proefvelden en levende laboratoria om innovaties tastbaar te maken, de sociale dialoog te bevorderen en de acceptatie te versterken.

Bovendien is Duitsland actief op het gebied van het opzetten van prototypelocaties of testgebieden om de verschillende technologieën te valideren die nodig zijn om UAM te implementeren. Een van deze initiatieven is het Air Mobility Initiative (AMI) onder leiding van Airbus in samenwerking met andere bedrijven (waaronder de stad Ingolstadt, Deutsche Bahn, Deutsche Flugsicherung, Diehl Aerospace, Droniq, München Airport, Rode Kruis en Telekom). Het initiatief zal een reeks onderzoeksprojecten opzetten om stedelijke luchtmobiliteit binnen en tussen steden te realiseren. De gezamenlijke projecten zijn gecentreerd rond drie hoofdgebieden: elektrische verticale start- en landingsvliegtuigen (eVTOL), onbemande verkeersbeheerdiensten (UTM), integratie van luchthavens en steden, inclusief vertiports.

Er is ook een platform voor onbemande luchtvaart genaamd Dipul (www.dipul.de), dat alle belangrijke informatie biedt voor het gebruik van drones in Duitsland. Het platform bundelt alle informatie, regels en processen voor het besturen van drones in Duitsland centraal op één website. De tool toont alle geografische vlieggebieden, geeft up-to-date informatie over hoe en waar te vliegen, en biedt routeplanner en weergegevens via de app.

Italië

De Italiaanse luchtvaartautoriteit ENAC neemt een actieve houding aan voor de ontwikkeling van UAM/AAM. In December 2019 is een memorandum van overeenstemming ondertekend door de ENAC, en het Ministerie voor Technologische Innovatie en Digitalisering (nu Ministerie voor technologische innovatie en digitale transitie MITD) voor de lancering van het Urban Air Mobility-project 'Innovatie en Mobiliteit'.

Het doel van dit initiatief is om zowel de publieke als privésectoren te stimuleren om producten en diensten te ontwikkelen voor een nieuw mobiliteitsmodel dat bijdraagt aan het verbeteren van het leven van burgers door middel van een ecosysteem dat in staat is de technologische, sociale en industriële problemen van Urban Air Mobility (UAM) te integreren.

Deze gedeelde strategische visie van AAM moet zorgen voor het ontwikkelen van operationele concepten, die rekening houden met de behoefte van gebieden, behoefte aan regelgeving, duurzaamheidsdoelstellingen en nieuwe technologieën voor het creëren van een gunstig AAM ecosysteem. Dit wordt uitgevoerd in overeenstemming met de Europese "Strategie voor Duurzame en Intelligente Mobiliteit" en op nationaal niveau, met de overheidsstrategie voor technologische, digitale en ecologische duurzaamheidsontwikkeling opgenomen in het PNRR-Nationaal herstelplan en weerstand.

Volgende fases zijn gedefinieerd om het Italiaanse AAM-ecosysteem te creëren:

- Definieren van een Nationale Roadmap van AAM gericht op het overbruggen van de hiaten in regelgevingen en het identificeren van de behoeftes in technologie en infrastructuur voor de creatie van een ecosysteem
- Opstellen van een Strategisch Plan, als beleidsinstrument voor de implementatie van publieke en privé-initiatieven voor de creatie van het nationale AAM ecosysteem
- Verkenning en toewijzing van publieke en privé middelen die nodig zijn om Roadmap- implementatie mogelijk maken.

De relevante toepassingen voor openbare instellingen, sectorale operatoren, belanghebbenden en gemeenschappen worden gedefinieerd in de Nationale Roadmap. De Roadmap is gestructureerd om vier doeltoepassingen:

1. Personenvervoer in en buiten de stad (air-taxi)
2. Transport van generieke goederen en biomedisch materiaal (medical & goods delivery)
3. Inspectie en kartering van gebieden en infrastructuren (inspection and mapping)
4. Landbouwsteun (agricultural support)

Er zijn 59 activiteiten geïdentificeerd op basis van, doelstellingen, duur, type van belanghebbenden. Deze activiteiten zijn ingedeeld in drie termijn blokken: 2021-2023, 2024-2026, 2027-2030, wat het uiteindelijk mogelijk zal maken om steeds complexere AAM-services te faciliteren in zowel stedelijke als niet-stedelijke omgeving.

De Italiaanse visie voor AAM kan samengevat worden als volgt:

- **Duurzaamheid:** Bijdragen aan het verminderen van lokale uitstoten door mobiliteitsoplossingen met een lagere ecologische voetafdruk;
- **Kwaliteit van het leven:** oplossingen bieden om woon-werkverkeer en verkeersopstoppingen in stedelijke omgevingen te verminderen;
- **Genereer waarde voor het land:** de ontwikkeling van innovatieve op drones gebaseerde oplossingen zal waarde en competenties creëren voor het land;
- **Alomtegenwoordige en inclusieve oplossingen:** innovatieve diensten en oplossingen ontwerpen op basis van principes van sociale gelijkheid.

Om deze visie te behalen zijn er drie strategische doelstellingen gedefinieerd:

1. Definitie en uitvoering van de hervorming van het nationale regelgevingskader voor AAM, met inbegrip van zowel de luchtvaartaspecten als de stedelijke en territoriale aspecten, in overeenstemming met het Europese beleid, inclusief de digitalisering van de diensten van de PA en de oprichting van een Integrated Single Desk voor instellingen, operators en gebruikers.
2. Definitie van een publiek-private samenwerkingsmodel (PPS) voor de financiering van het AAM-plan, mede ten behoeve van de uitvoering van de projecten van Wegenkaart.
3. Overbruggen van de technologische en regelgevende lacunes die in de routekaart zijn geïdentificeerd instemming met de aangegeven drie golven van Roadmap-activiteiten, samen met de identificatie van de uitvoerende entiteit voor de lancering en begeleiding van de gerelateerde detailprojecten van financiën.

De Italiaanse autoriteiten heb als doel om tot 2026 een regelgevend kader opgezet te hebben, zodat de eerste diensten in sommige gebieden mogelijk gemaakt worden ter gelegenheid van grote evenementen zoals de Milaan Cortina Olympische Winterspelen in 2026. Tot 2030 moet

dan een geïntegreerd en sterk gedigitaliseerd nationaal regelgevingskader ontwikkeld worden, zodat AAM-diensten geïmplementeerd kunnen worden in grote steden en grootstedelijke gebieden en regio's.

In het kader van het eerste termijn blok 2021-2023, hebben er al verschillende demonstraties in gecontroleerde omgevingen plaatsgevonden, onder andere:

- Test met betrekking tot veiligheid van drone-operaties tussen twee logistieke centra bij de civiele experimentele luchthaven Grottaglie-Taranto (als deel van het SESAR-project CORUS-XUAM). Bij de demonstratie waren een Pipistrel-vliegtuig met vaste vleugels en andere drones betrokken, die medische/gezondheidsvracht vervoerden. De demonstratie toonde verschillende U-space-oplossingen voor de veilige scheiding tussen alle drone-operaties op een strategische manier (d.w.z. planning en strategische deconflictie) en het bewaken van de voortgang van de vlucht. Het bevestigde dat de geteste U-space-diensten grotendeels klaar zijn voor spoedtransport, al blijven er nog enkele technologische problemen bestaan.
- In Turijn is er in Dora Park het DORALab opgericht als test zone voor drone-operaties. Het is de bedoeling dat testactiviteiten op technologieën die worden gebruikt voor de vlucht van drones op deze manier geholpen worden om onderzoek uit te voeren.

Verenigd Koninkrijk

Het VK heeft de ambitie om voor te blijven in de innovatie en concurrentie van nieuwe technologie. Dit geldt ook voor Urban Air Mobility (UAM). Het UK CAA neemt de rol in om de UAM te faciliteren en de ontwikkelingen daarvan te stimuleren. Een zogenaamde 'Regulatory Sandbox' project is opgezet om de activiteiten en uitdagingen in gebieden als veiligheid, security en bescherming van (eind)gebruiker van UAM te adresseren. In 2021 is het UK Urban Air Mobility consortium opgericht met stakeholders als NATS, luchthavens Heathrow en Londen-City, (e)VTOL fabrikanten Eve en Volocopter, Skyports en andere industriepartners. Het consortium heeft een ConOps opgesteld voor de toekomstige operatie van UAM in de stedelijk omgeving met name Londen. In deze Londencentrisch ConOps wordt niet alleen de introductie van UAM maar ook de gefaseerde ontwikkelingen in kaart gebracht. Daarnaast wordt ook aandacht gegeven aan de beleidsmatige uitdagingen nadat UAM wordt geïntroduceerd. Zoals de opschaling van UAM operaties in het gebied, laagvliegen boven een drukke (congested) luchtruim over een stedelijk of bebouwd gebied, en de prestaties en mogelijkheden van eVTOL-toestellen.

United States

De V.S. is zeer actief op het gebied van Advanced Air Mobility en Urban Air Mobility. NASA en FAA werken al enkele jaren samen en hebben verschillende positie- en strategiedocumenten gepubliceerd waarin de implementatie van deze technologie in het land wordt onderzocht. De meeste van deze documenten zijn gericht op de ConOps, en specifiek op het luchtruimontwerp en de implementatie ervan, vliegtuigbeheer en -operaties, luchtruimbeheer, vliegtuigontwikkeling en -productie en integratie in de samenleving. Deze organisaties hebben verschillende werkgroepen opgericht om de ontwikkeling van veilige, grootschalige AAM-vluchtoperaties te versnellen door de brede gemeenschap die betrokken is bij de ontwikkeling van deze nieuwe mogelijkheid bij elkaar te brengen.

Wat de technologische ontwikkelingen betreft, ondersteunen de FAA en NASA verschillende projecten, zoals:

- [Het Air Traffic Management – eXploration \(ATM-X\)](#) project zal het luchtverkeersbeheersysteem transformeren om veilig tegemoet te komen aan de groeiende vraag naar nieuwe luchtvoertuigen om het luchtruim in te gaan om verschillende missies uit te voeren. ATM-X werkt ook aan technologieën waarmee de traditionele grote commerciële vliegtuigen meer door de gebruiker gewenste routes kunnen vliegen met verbeterde voorspelbaarheid, wat resulteert in brandstof- en tijdsbesparingen.
- [Integrated aviation system program \(IASP\)](#): IASP richt zich op de rigoureuze uitvoering van zeer complexe vluchttesten en gerelateerde experimenten ter ondersteuning van alle fasen van NASA's luchtvaartonderzoek. Voor technologieën met een laag *technology readiness level* heeft IASP-vluchtonderzoek tot doel de ontwikkeling te versnellen en de haalbaarheid te bepalen. Voor verder geavanceerde technologieën is IASP van plan potentiële risico's te verminderen en de overgang naar de industrie te versnellen.
- [Revolutionary Vertical Lift Technology Project](#): het RVLTP-project investeert in de ontwikkeling van geavanceerde technologie en tools om te:
 - Zorgen dat huidige en toekomstige verticale hef technologieën veilig en betrouwbaar kunnen werken.
 - De impact op het milieu te verminderen en de overlast – vooral door lawaai – in de nabijheid van mensen en bezittingen te minimaliseren.
 - De toegang tot duurzaam vervoer en diensten vergroten, wat een breed economisch voordeel oplevert.
- [System-Wide Safety \(SWS\)-project](#): NASA's System-Wide Safety (SWS)-project ontwikkelt innovatieve gegevensoplossingen om veilige, snelle en herhaalbare toegang tot een getransformeerd nationaal luchtruimsysteem te verzekeren. SWS evalueert hoe de lucht- en ruimtevaartindustrie en de modernisering van vliegtuigen de veiligheid beïnvloeden. Deze geïntegreerde veiligheidsbenadering maakt gebruik van de nieuwste technologie om mogelijke operationele en ontwerprisico's aan te pakken.
- [Transformational Tools and Technologies](#): dit project ontwikkelt state-of-the-art rekenkundige en experimentele tools en technologieën die essentieel zijn voor het vermogen van ARMD om de voorspelling van toekomstige vliegtuigprestaties tijdens de vlucht te bevorderen, zoals first-of-a-kind tools die de complexe turbulente luchtstroom rond voertuigen en binnen voortstuwingssystemen isoleren. TTT creëert computer gebaseerde tools, modellen en bijbehorende wetenschappelijke kennis die kunnen worden toegepast op het gehele ARMD-portfolio. Het onderzoekt ook technologieën die over het algemeen cruciaal zijn voor het bevorderen van ARMD-strategische resultaten, zoals het begrijpen van nieuwe soorten sterke en lichtgewicht materialen, innovatieve controletechnieken en experimentele methoden.

Andere activiteiten omvatten de ontwikkeling van het AAM-playbook, dat tot doel heeft informatiedeling en kennis te creëren over wat AAM en UAM inhoudt, de belangrijkste uitdagingen om het te realiseren en hoe ze worden aangepakt, evenals de use cases die impact zullen hebben op de samenleving.

Bovendien stimuleert de industrie ook de ontwikkeling van UAM en AAM via verschillende initiatieven. Een van de belangrijkste projecten is de NUAIR BVLOS-corridor, een testlocatie van 50 mijl in de omgeving van New York, gebouwd met een 5G-netwerk en faciliteiten voor testen in de stad en op het platteland, waar ook een vertiport zal worden gebouwd.

Bijlage IV – Relevante wet- en regelgeving

Urban Air Mobility is een complex ecosysteem, dat bestaat uit verschillende aspecten en partijen.

Daarom bestaan er meerdere aspecten, wanneer er naar een regelgevend kader for Urban Air Mobility (UAM) gekeken wordt, dit kan reiken van de operationele kant tot U-space, van het apparaat tot de infrastructuur. De onderstaande afbeelding toont onderwerpen die relevant zijn in een regelgevend kader voor Urban Air Mobility.



Risicobeoordelingstools en veiligheidsmodellen worden gebruikt in veiligheidsbeoordelingen om aan te tonen dat er wordt voldaan aan de veiligheidseisen. In dit verband stelt de *Commission Delegated Regulation (EU) 2019/945* de eisen vast voor het ontwerp en de fabricage van onbemande luchtvaartuigsystemen (UAS); *EASA ED Decision 2019– 021-R (Executive Director Decision 2019/021/R, 2019)* en *Commission Implementing Regulation (EU) 2019/947*. Volgens de verordening moet een UAS voldoen aan operationele vereisten die vastgelegd zijn in de standaardscenario's (STS's) van de open categorie of in een vooraf bepaalde risicobeoordeling (PDRA - predefined risk assessment) die kan worden aangevraagd als de UAS-operatie aan bepaalde operationele karakteriseringen voldoet. Als alternatief kunnen operationele vereisten worden afgeleid uit een specifieke operationele risicobeoordeling (SORA - Specific Operations Risk Assessment).

Vereisten en specificaties voor vliegtuigen worden door autoriteiten gedefinieerd om vliegtuigen te certificeren. Onder dit onderwerp heeft EASA de Special Condition for Light Unmanned Aircraft Systems - Medium Risk (EASA, SC-Light UAS, 2020) gepubliceerd. Het document beschrijft de luchtwaardigheidsspecificaties voor UA die in de specifieke categorie worden geëxploiteerd en richt zich op de *Specific Assurance* en *Integrity Level* voor operaties met middelgroot risico. Dit is aangevuld met aanvullende richtlijnen over het verwachte ontwerpverificatieproces van vliegtuigen binnen het middelgrote risiconiveau van operaties.

Verder heeft EASA in de *Opinion 05/2019 (2019)* technische eisen voor UAS opgenomen om de STS te bedienen en twee nieuwe UAS-classes (C5 en C6) geïntroduceerd.

Met betrekking tot VTOL-vliegtuigen heeft EASA in december 2022 de tweede publicatie van *Means of Compliance with the Special Condition VTOL* uitgegeven. Deze regelgeving vormt samen met haar voorgaande publicaties de eerste regelgeving voor de exploitatie van luchttaxi's in een stedelijke omgeving. Het doel van deze regelgeving is om de certificering van VTOL-vliegtuigen te vergemakkelijken om de aankomende UAM-operaties mogelijk te maken. In het document beschrijft EASA vereisten op het gebied van (1) vluchtuitvoering, (2) structuren en componenten, (3) ontwerp en constructie van de VTOL, (4) lift-/stuursysteemvereisten, (5) systeem en uitrusting en (6) interferentie van de vliegbemanning en andere informatie.

Vereisten voor grondstations hebben voornamelijk betrekking op de regelgeving met betrekking tot vertiports. Twee verschillende bronnen bevatten informatie over dit onderwerp:

- “Proposed Means of Compliance with the Special Condition VTOL” (SC- VTOL, 2020).
- “Special Condition for Light Unmanned Aircraft Systems - Medium Risk” (EASA, SC-Light UAS, 2020).

Bovendien heeft de EU vereisten gepubliceerd met betrekking tot luchthavens en helikopterlandingsplaatsen in *Verordening (EU) 2018/1139*, specifiek in de volgende artikelen:

- Article 34 – Aerodrome certification
- Article 35 – Safety related aerodrome equipment.
- Article 36 – Implementing acts as regards aerodromes and safety-related aerodrome equipment
- Article 38 – Protection of aerodrome surroundings
- Article 62 – Certification, oversight and enforcement
- Article 79 – Certification of Safety-Related Aerodrome Equipment

In maart 2022 publiceerde EASA de *Prototype Technical Design Specification for Vertiports (PTS-VPT-DSN)*, waarin richtlijnen worden gegeven voor het ontwerp van vertiports voor VTOL-vliegtuigen, inclusief specificaties voor zowel de grootte en afmetingen van opstijg- en landingsplatforms als operationele vereisten voor benadering en vertrek van en naar de vertiport.

Met betrekking tot de operaties richt de regulering zich voornamelijk op het U-space framework. De volgende tabel geeft een overzicht van alle relevante Europese voorschriften:

Regelgeving	Beschrijving
Commission delegated regulation 2019/945 of 12 March 2019	Richt zich op de vereisten voor onbemande luchtvaartsystemen, zoals hun ontwerp en fabricage. Dit zorgt er bijvoorbeeld voor dat drones zijn uitgerust met de benodigde technologie om verbinding te maken met U-space.

Regelgeving	Beschrijving
Commission implementing regulation 2019/947 of 24 May 2019	Stelt regels en procedures vast voor de exploitatie van onbemande luchtvaartuigen, inclusief externe piloten, ander personeel en organisaties die betrokken zijn bij die operaties. Daarom definieert de regelgeving de operationele vereisten waaraan drones moeten voldoen, inclusief rechten en verplichtingen voor drone-operators en piloten.
Implementing regulation 2021/664	Bepaalt regels en procedures voor de operaties van onbemande luchtvaartuigen, inclusief externe piloten, ander personeel en organisaties die betrokken zijn bij die operaties. De regelgeving definieert daarom de operationele vereisten volgens welke drones moeten worden gevlogen, inclusief rechten en verplichtingen voor drone-operators en piloten.
Implementing regulation 2021/665	Wijzigt de <i>Implementing Regulation (EU) 2017/373</i> , waarbij nieuwe eisen worden gesteld aan luchtverkeersdienstverleners om specifieke coördinatieprocedures en communicatiefaciliteiten vast te stellen tussen ATS-eenheden, U-space-dienstverleners en UAS-operators. Het stelt in het bijzonder eisen om relevante operationele gegevens uit te wisselen binnen het CIS- en USSP-kader wanneer de operaties plaatsvinden in gecontroleerd luchtruim.
Implementing regulation 2021/666	Wijzigt <i>Regulation (EU) 923/2012</i> met betrekking tot de vereisten voor bemande luchtvaart die opereert in het U-space-luchtruim. Het introduceerde nieuwe verplichtingen voor bemande vliegtuigen, zoals de verplichting om e-zichtbaar (e-conspicuous) te zijn als ze van plan zijn om te vliegen binnen het U-space-luchtruim dat is vastgesteld binnen ongecontroleerd luchtruim.
EASA NPA 2021-09	Regelmatige update van de <i>Aanvaardbare Middelen van Nakoming (AMC - Acceptable Means of Compliance)</i> en <i>Begeleidend Materiaal (GM – Guidance Material)</i> van <i>Regulation (EU) 2019/947</i> over de regels en procedures voor de bediening van onbemande luchtvaartuigen.
EASA AMC/GM to (EU) 2021/664, issue 1, 16 December 2022	AMC/GM die de U-space regelgevingspakket ondersteunen.
Regulation 2016/679	Verordening inzake de bescherming van natuurlijke personen in verband met de verwerking van persoonsgegevens en het vrije verkeer van die gegevens (GDPR).

Regelgeving met betrekking tot [milieu, geluid en emissies](#) wordt behandeld in de *Commission Implementing Regulation (EU) 2019/947*, waarin staat dat "het geluid en de emissies van onbemande luchtvaartuigen tot een minimum moeten worden beperkt, rekening houdend met de operationele omstandigheden en verschillende specifieke kenmerken van individuele lidstaten, zoals de bevolkingsdichtheid, waar geluid en emissies een zorg zijn".

Voor het onderwerp [communicatie, navigatie en surveillance](#) zijn verschillende documenten van toepassing:

- *EASA's Special Conditions for Light UAS (EASA, SC-Light UAS, 2020)* behandelen communicatie-, navigatie- en surveillance-eisen die zich richten op linkprestaties, prestatiebewaking en linkbeveiliging.
- *Commission Implementing Regulation (EU) 2021/664* bepaalt dat alle bemande luchtvaartuigen die in ongecontroleerd luchtruim opereren, hun positie aan U-space-serviceproviders (USSP's) moeten doorgeven.
- *Regulation (EU) 2018/1139* inzake algemene ATM/ANS-systemen specificiert vereisten voor alle luchtvaart CNS-systemen.

Bijlage V – Knelpuntenanalyse

Het drone-ecosysteem is nog volop in ontwikkeling. Dat geldt ook voor de randvoorwaarden op het gebied van wet- en regelgeving en techniek/veiligheid van het ecosysteem. Diverse aspecten van deze randvoorwaarden worden door de sector op dit moment als belemmering of knelpunt ervaren. Hieronder worden deze knelpunten op een rij gezet.

1. Knelpunten in wet- en regelgeving

1.1 Aanvullende Nederlandse regelgeving t.o.v. Europese regelgeving

Het kader voor Nederlandse wet- en regelgeving wordt gevormd door de Europese Regelgeving, opgesteld door EASA en van kracht sinds 31 december 2020. Via de Regeling onbemande luchtvaart heeft het ministerie de Europese verordening bekrachtigd.

Op een aantal gebieden heeft de Nederlandse overheid ervoor gekozen om in de regeling onbemande luchtvaart een aantal regels op te nemen die strenger zijn dan de Europese verordening. Het betreft de volgende regels:

- Dronevliegers dienen een bepaalde afstand te houden tot wegen en spoorlijnen.
- No fly zones rondom zeehavens en industriegebieden voor de open categorie.
- Geen toegang tot CTR's voor de open categorie.
- Verbod op vliegen nabij vitale infrastructuur zoals het hoogspanningsnetwerk en waterzuiveringsinstallaties.

Met name voor professionele drone-operators brengen deze regels beperkingen met zich mee, bijvoorbeeld bij inspectiewerkzaamheden. Herziening van deze regels zou bij kunnen dragen aan de opschaling van zowel maatschappelijke als commerciële drone-operaties.

1.2 Vergunningen en aanvraagprocedure voor de specifieke categorie

De regels voor drone-operaties zijn risico gestuurd en onderverdeeld in een drietal categorieën: open, specifiek en gecertificeerd. De open categorie betreft operaties met een laag risico. Geïnterviewden geven aan dat de regels hiervoor duidelijk zijn. De gecertificeerde categorie betreft vluchten met het hoogste risico niveau. De regels hiervoor zijn nog niet opgesteld. Dit onderzoek beperkt zich daarom tot de regels voor de specifieke categorie. Een categorie die het grootste deel van de operaties van professionele drone-operators omvat en daarmee van groot belang is voor de (ontwikkeling van) UAM in Nederland. De regels voor deze categorie worden in Nederland als volgt toegepast:

- De drone-exploitant dient zich te registreren door een exploitantnummer aan te vragen bij de RDW (voor drones boven 250 gram). Dit kan als persoon of als bedrijf.
- De dronepiloot dient te beschikken over een vaardigheidsbewijs.
- De exploitant dient vooraf een risico analyse uit te voeren en een vluchtplan op te stellen.
- De exploitant dient te beschikken over een exploitatievergunning van het ILT.
- Indien de vlucht een door de EASA gepubliceerd standaardscenario betreft dient de exploitant een vluchtverklaring af te geven bij de ILT.

Over risico analyses

In de specifieke categorie zijn er drie opties als het gaat om risico beheersing:

1. Werken volgens Europese standaardscenario's (STS). Dit vergt een beperkte voorbereiding van de operator.
2. Werken volgens een reeds uitgewerkte risico analyse, een Pre Defined Risk Assessment (PDRA). Er zijn diverse PDRA's opgesteld door EASA. Nationale overheden hebben de bevoegdheid om aanvullende PDRA's op te stellen.
3. Het werken met een Specific Operations Risk Assessment (SORA) voor 'maatwerk' vluchten. Voor een SORA dient een Concept of Operations (Conops) te worden geschreven en een risico analyse te worden uitgevoerd. Dit vraagt om meer voorbereiding en expertise en brengt hogere (consultancy) kosten met zich mee.

Er zijn diverse mogelijkheden om de complexiteit van vergunningaanvragen te reduceren en de doorlooptijd te verkorten. Bijvoorbeeld door meer standaardscenario's voor vluchten te ontwikkelen en door voldoende capaciteit en kennis bij het ILT te organiseren om de hoeveelheid vergunningaanvragen aan te kunnen. Marktpartijen zouden het ILT hierbij eventueel kunnen ondersteunen.

1.3 Vliegen in gecontroleerd luchtruim (CTR)

In Nederland zijn vluchten tot een hoogte van 120 meter in categorie G luchtruim aan het minste restricties gebonden. Een groot deel van het luchtruim in Nederland valt echter onder gecontroleerd luchtruim (CTR). Dit zijn met name gebieden rond vliegvelden (klasse C) en militaire vliegvelden (klasse D) waar vliegtuigen tweeweg communicatie onderhouden met een verkeersstoren. In Nederland is het slechts onder strenge voorwaarden toegestaan om binnen een straal van drie kilometer rond een CTR te vliegen. Deze voorwaarden zijn:

- Toestemming van de toren verkeersleiding;
- Een vluchtplan;
- Verplichting van tweezijdig radiocontact (RTF).

In de CTR zijn alleen vluchten toegestaan onder Visual Flight Rules (VFR). Bovendien staat de verkeersstoren maximaal 2 dronevluchten tegelijkertijd binnen de CRT toe, waarvan een is voorbehouden aan een first responder als brandweer of politie.

Voor tweezijdig radiocontact dienen operators te beschikken over een mobiele zendinstallatie met een antennemast van minimaal 10 meter. Bovendien dient de drone waarmee de vlucht wordt uitgevoerd te beschikken over een mode S transponder.

Waar lopen operators tegen aan bij het vliegen in een CTR?

Het bestaan van CTR's is belangrijk voor UAM in Nederland, vooral omdat veel stedelijke gebieden, waaronder Amsterdam, in een dergelijke zone liggen. Geïnterviewden ervaren de volgende belemmeringen waar het gaat om het vliegen in CTR's:

- De GoDrone app van het LVNL biedt enerzijds inzicht in de locaties van de CTR's en kan anderzijds worden gebruikt voor het indienen van een vliegplan. De GoDrone app functioneert volgens vrijwel alle geïnterviewden onvoldoende.

- De technische installatie voor tweezijdig radiocontact vergt een investering van tienduizenden euro's waardoor dit voor de meeste bedrijven geen haalbare business case is.
- Het feit dat er maar twee vluchten tegelijkertijd mogen plaatsvinden in een CTR biedt slechts zeer beperkte mogelijkheden voor operaties in deze zones.

1.4 BVLOS vliegen

Beyond Visual Line of Sight (BVLOS) vliegen wordt door veel geïnterviewden benoemd als 'the next big thing' voor de doorontwikkeling van UAM in Nederland. BVLOS vliegen maakt vliegen over langere afstanden buiten het zicht van de dronepiloot mogelijk. Diverse use cases in Nederland, waaronder bijvoorbeeld Drone2Go en Medical Drone Service, zijn voor de opschaling van hun operaties afhankelijk van de ontwikkelingen op dit gebied. Ook voor de commerciële sector is BVLOS vliegen van groot belang, bijvoorbeeld in de off shore industrie voor transport van goederen tussen wal en schip.

Voor BVLOS vliegen gelden de volgende regels:

- Binnen ongecontroleerd luchtruim mag een drone alleen vliegen in luchtruim met Air Risk Class (ARC) A. Dit is luchtruim waar geen ander verkeer vliegt. In een dichtbevolkt land als Nederland, met veel lokale vliegvelden, komt dit luchtruim in de praktijk niet voor. Voor BVLOS vliegen dient daarom bij het ministerie een luchtruimsluiting te worden aangevraagd. Dit heet een Tijdelijke Gebied met Beperkingen (TGB). Omdat deze sluiting het andere luchtverkeer verbiedt in dit luchtruim te vliegen kan een TGB slechts sporadisch en voor een beperkte tijd worden ingesteld. Dit beperkt de mogelijkheden voor langdurig onderzoek.
- Een TGB wordt slechts ingesteld als een BVLOS vlucht onder de verantwoordelijkheid van EASA, Eurocontrol of de Europese Commissie valt. Tevens moet de drone vlucht een algemeen maatschappelijk belang hebben.
- Nadat het ministerie heeft besloten tot het instellen van een TGB dient de drone-operator een SORA risico analyse op te stellen die hij voorlegt aan het ILT. Pas als het ILT de SORA heeft goedgekeurd kan in de TGB gevlogen worden. Voor BVLOS vliegen in een CTR geldt dat toestemming nodig is van de luchtverkeersleiding.

Ervaren belemmeringen

1. Diverse bedrijven voelen zich geremd in hun ontwikkeling omdat zij hun activiteiten alleen kunnen
2. opschalen met BVLOS vluchten, bijvoorbeeld om medische vluchten uit te kunnen voeren of
3. incidenten te bestrijden.
4. Het realiseren van een corridor om te experimenteren met BVLOS vliegen is een ingewikkeld en
5. tijdrovend proces.

2. Knelpunten in techniek en veiligheid

Om meer ruimte te kunnen geven voor bijvoorbeeld BVLOS vliegen of vliegen in een CTR zijn ontwikkelingen op het gebied van veiligheid randvoorwaardelijk. Veiligheid kan vooral gerealiseerd worden door de ontwikkeling van technische systemen die het risico op botsingen tussen onbemande en bemande luchtvaart sterk reduceren. Deze systemen worden samengevat onder de naam Electronic Conspiquity (EC). EC omvat de techniek die

nodig is om bemande luchtvaart zichtbaar te maken voor de drone-operator. Ook zijn er ontwikkelingen die het mogelijk maken dat de drone zichtbaar wordt voor het bemande luchtverkeer. Hieronder worden de belangrijkste ontwikkelingen op dit gebied samengevat.

Electronic Conspiquity

Electronic Conspiquity (EC) is de verzamelnaam voor systemen die het mogelijk maken voor bemande en onbemane luchtvaart om elkaar te kunnen zien; een voorwaarde voor veilig vliegen. In de bemande luchtvaart is ADSB de standaard. ADSB betekent Automatic Dependent Surveillance Broadcast. Via een mode-S transponder zenden grote vliegtuigen een signaal uit op 1090 Mhz waardoor zij zichtbaar zijn voor elkaar. Een mode –S transponder is echter kostbaar en zwaar en daardoor minder geschikt voor lichte toestellen als drones en parapenters. Er zijn verschillende alternatieven in ontwikkeling. In deze varianten dient het bemande verkeer te beschikken over lichtere transponders, ADS Light genoemd. Hiervoor zijn verschillende systemen mogelijk:

1. ADSB UAT: een lagere ADSB frequentie van 978 Mhz, vooral in de VS en het VK toegepast.
2. FLARM/ADS Light: een lichtere transponder op 860 Mhz afkomstig uit de zweefvlieg wereld. Door EASA uitgeroepen tot standaard.
3. 4G/5G: uitzenden van signaal via het 4G/5G netwerk. Hiervoor is het voldoende dat het luchtverkeer beschikt over mobiele telefoon met een specifieke app (bijvoorbeeld Safe Sky).

De belangrijkste knelpunten m.b.t. EC kunnen als volgt worden samengevat:

1. Er is veel (internationale) discussie over de standaard voor toe te passen systemen. EASA heeft hier pas kortgeleden uitspraken over gedaan en ADS Light tot standaard uitgeroepen.
2. Het in gebruik nemen van een ADS Light transponder door het overige luchtverkeer brengt kosten met zich mee voor de bemande luchtvaart. De vraag is wie deze investeringen moet dragen.
3. Voor volledige veiligheid zou het goed zijn als drones zelf via een transponder ook zichtbaar zijn voor de bemande luchtvaart. Op dit moment wordt getest met systemen waarbij de drone een ADS Light signaal naar een grondstation zendt, het signaal wordt omgezet naar een hogere frequentie en vervolgens wordt uitgezonden naar bemand luchtverkeer. Deze systemen zijn echter nog niet ontwikkeld. In diverse use cases, waaronder Medical Drone Service worden dergelijke systemen getest op betrouwbaarheid.

Bijlage VI – Nut en noodzaak

Onderdeel 1: Marktanalyse

In deze sectie wordt een beeld geschetst van de huidige dronemarkt en wordt ingeschat hoeveel deze markt de tot 2030 naar verwachting zal groeien. Een prognose na 2030 is – door de grote mate van onzekerheid in de markt – nog vrijwel niet beschikbaar in de huidige literatuur. Daarbij wordt ook inzicht gegeven in de waardeketen van drones en een indicatieve onderverdeling naar relevante dronetoepassingsgebieden.

Middels een literatuuranalyse van marktonderzoeken en effectenstudies zijn (reeds uitgevoerde) wereldwijde en Europese marktvoorspellingsstudies op een systematische wijze verzameld. Daarbij is specifiek rekening gehouden met de snel veranderende dronemarkt en wordt dus zoveel mogelijk gebruik gemaakt van actuele marktstudies. De economische projectie kennen een vergelijkbare aanpak (en basis) als de projecties gemaakt voor Europese Drone Strategy 2.0.⁵⁷

Op basis van deze verzamelde gegevens wordt de gemiddelde jaarlijkse groeivoet voor drie verschillende geografische gebieden – wereldwijd, Europa en Nederland – geschat. Zo ontstaat eveneens een bandbreedte tussen de potentiële groeiverwachting. Vervolgens worden gefundeerde uitspraken gedaan over de verwachte toekomstige waardeketen en marktsegmentatie per industrie/toepassing in Nederland.

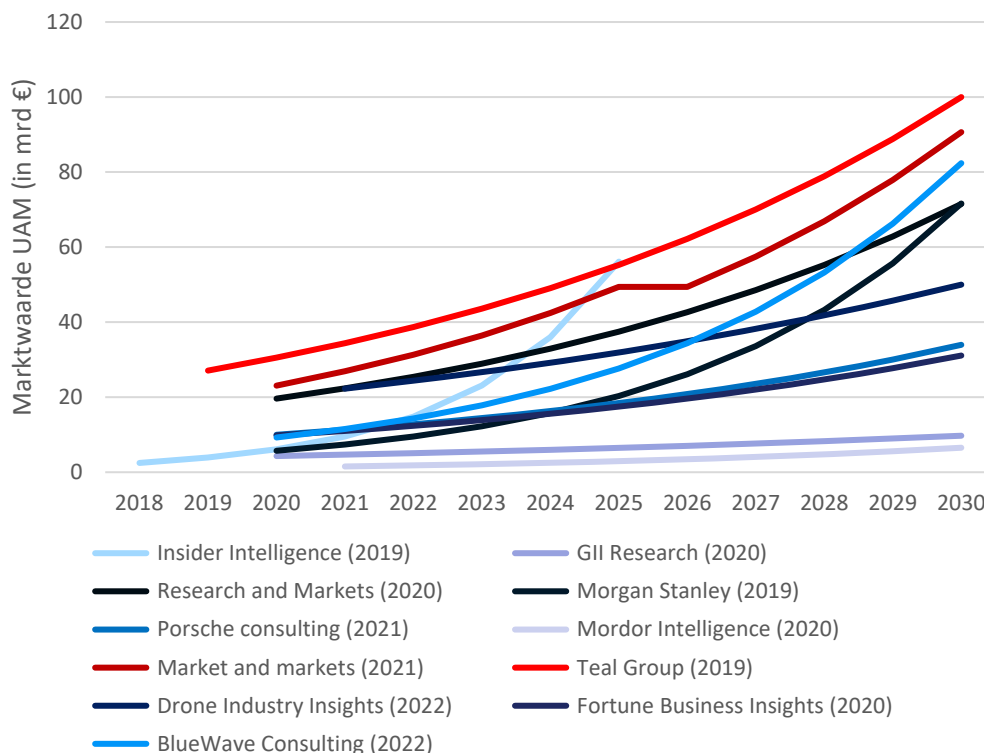
Wereldwijde en Europese marktwaarde van UAM

Wereldwijde marktontwikkeling van drones

Mede wegens de vroege fase waar de dronemarkt zich in begeeft, liggen de prognoses voor de toekomstige dronemarkt met tientallen miljarden uit elkaar. Naast onzekerheid in de markt heeft dit ook te maken met een brede set aan UAM-definities. De meest progressieve prognose schat een wereldwijde marktomvang van 'non-military Unmanned Aerial Systems (UAS)' van € 100 miljard in 2030. De meest conservatieve raming schat een marktomvang van zo'n € 6.5 miljard in 2030, in dit geval voor eVTOLs. In Figuur 3.1 worden de diverse marktprognoses voor de dronemarkt gepresenteerd.

⁵⁷ European Commission (2022), A Drone strategy 2.0 for Europe to foster sustainable and smart mobility (click [here](#))

Figuur B 2 Verwachte wereldwijde marktwaarde van drones (2020 – 2030)



Ook de schattingen van de snelheid waarmee de wereldwijde dronemarkt groeit lopen erg uiteen. De zogeheten **Compound Annual Growth Rate (CAGR)**, oftewel de procentuele jaarlijkse groei, wordt op zijn minst geschat op 9%⁵⁸, door Drone Industry Insights en GII Research, en is maximaal gelijk aan 29%. De gemiddelde groeivoet, op basis van de mediaan, van deze studies wordt ingeschat op circa 13%.

Tabel B 1 Literatuuroverzicht met huidige marktwaarde en jaarlijkse groeivoet (CAGR)

Literatuur	Scope	Huidige marktwaarde (in miljard euro)	CAGR (2020 – 2030)
GII Research (2020)	Doeldrones	4,3	9%
Drone Industry Insights (2022)	Commerciële drones	22,3	9%
Fortune Business Insights (2020)	UAV	9,8	12%
Teal Group (2019)	Civiele UAS-productie	27,1	13%
Porsche Consulting (2021)	eVTOLs	10,0	13%
Research and Markets (2020)	Commerciële drones	19,6	14%
Roland Berger (2020)	UAM	n.a.	16%
Market and markets (2021)	UAV	23,1	15%
Mordor Intelligence (2020)	eVTOLs	1,6	17%
BlueWave Consulting (2022)	Commerciële drones	9,3	24%
Morgan Stanley (2019)	Autonome VTOLs	5,7	29%

⁵⁸ Gil Research (2020)

Kortom, de laagste prognose betekent dat de wereldwijde dronemarkt naar verwachting zo'n 9% groei per jaar realiseert. In de hoogste prognoses zal deze groei naar schatting gelijk zijn aan 29% per jaar. Uitgaande van de gemiddelde groeiverwachting op basis van de 10 studies uit Tabel 3.3. lijkt een jaarlijkse groei van de wereldwijde dronemarkt van 13% à 14% realistisch.

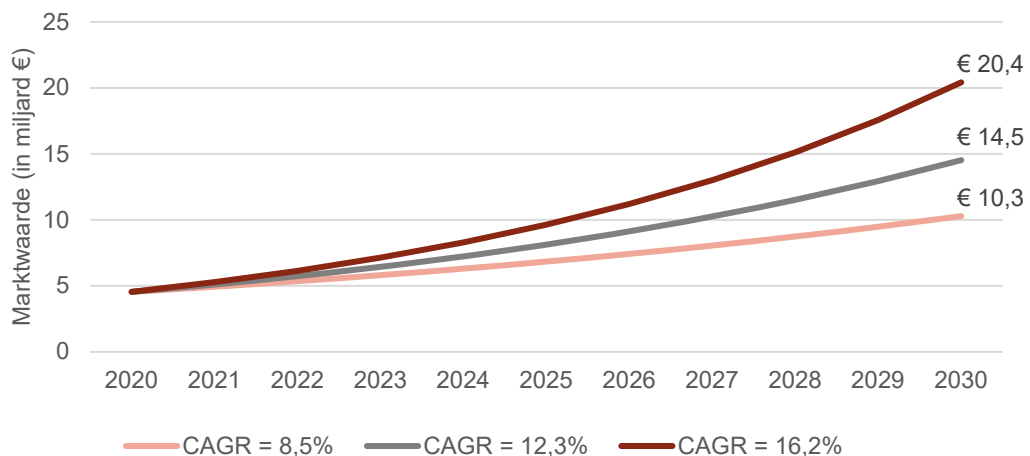
Marktverwachtingen in Europa

In het marktrapport 'Business Model Development and Market Study for Urban Air Mobility' door WT Atkins (2021) – uitgevoerd in opdracht van de Europese Investeringsbank (EIB)⁵⁹ – wordt de huidige (wereldwijde en Europese) marktomvang voor UAM geanalyseerd. Daarbij is tevens een segmentering van dronetoepassing gehanteerd. In deze studie wordt de huidige wereldwijde en Europese UAM markt ingeschat op respectievelijk \$ 18,7 en \$ 4,3 miljard. Daarmee ligt de wereldwijde projectie aan de bovenkant van de bandbreedte (zie Tabel 3.1.).

In een aantal marktrapporten wordt eveneens de marktverwachting voor drones in Europa geschat. Zo voorspelde SESAR (2016) een dronemarkt van circa € 5 miljard in 2035.⁶⁰ Een meer recent marktrapport van Drone Industry Insights (2020) schatte de Europese dronemarkt in 2020 op € 4.5 miljard. Deze groeit naar verwachting jaarlijks met circa 14% tot een marktwaarde van € 8.6 miljard in 2025.⁶¹

Ten behoeve van de Drone Strategy 2.0 (DS 2.0), opgesteld in opdracht van de Europese Commissie, is eveneens op basis van bovenstaande marktverwachtingen een inschatting gemaakt voor de Europese dronemarkt. De commerciële marktwaarde van drones is daarbij ingeschat binnen een bandbreedte van ruwweg € 10,3 en € 20,4 miljard in 2030. Daarmee ligt de jaarlijkse groeiverwachting tussen de 8,5% en 16,2%. Voor de huidige marktwaarde is de verwachting van Drone Industry Insights (2020) aangehouden (zie Figuur B3).

Figuur B3 Verwachte commerciële marktomvang van drones in Europa (in miljard euro)



Bron: Europese Commissie (2022). FACT-FINDING STUDY PREPARING A "DRONE STRATEGY 2.0". Ecorys.

⁵⁹ WT Atkins International Limited (2021). Business Model Development and Market Study for Urban Air Mobility. AA-010176-002. Wider Market Assessment Report. European Investment Advisory Hub. European Investment Bank. European Commission.

⁶⁰ SESAR JU (2016). European Drones Outlook Study. [Link](#).

⁶¹ Drone Industry Insights (2020), Global Drone Market Report 2021-2026 (2022)

Marktwaaarde van UAM in Nederland

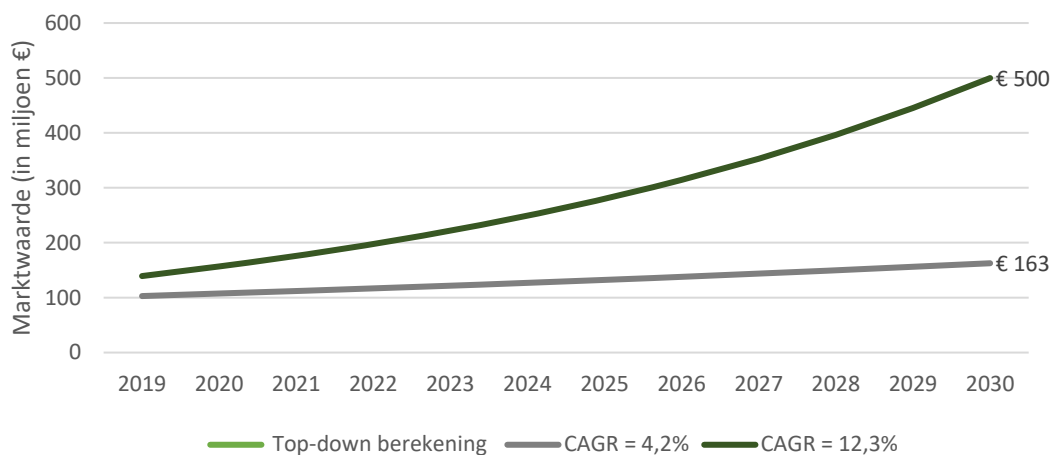
In een recente studie naar de maatschappelijke effecten van drones is eveneens een inschatting gemaakt over de economische impact van drones tot 2050.⁶² Daarbij is de huidige economische impact (stand 2019) ingeschat op € 103 tot € 176 miljoen euro. De economische bijdrage van drones groeit vervolgens tot 2050 door naar respectievelijk € 374 tot € 805 miljoen. De procentuele jaarlijkse groei in Nederland wordt in dit rapport dus ingeschat op 4% tot 8%. De groeiverwachting volgt daarmee de lagere Europese groeiverwachting, hetgeen wellicht verklaarbaar is door de langere tijdshorizon (tot 2050 in plaats van veelal marktverwachtingen tot 2030).

In het kader van deze studie is eveneens – op basis van alle bovenstaande studies en (markt)rapporten – een top-down inschatting gemaakt voor de Nederlandse dronemarkt (tot 2030) voor een drietal scenario's:

- Gemiddelde jaarlijkse groeiverwachting van 4%, hetgeen conform is met het laagste scenario in de maatschappelijke effectenstudie voor drones in Nederland;
- Gemiddelde jaarlijkse groeiverwachting van 12%, hetgeen conform is met de gemiddelde marktverwachtingen in Europese marktrapporten;
- Gemiddelde jaarlijkse groeiverwachting van 16%, hetgeen conform is met de hoogste marktverwachtingen in Europese marktrapporten

De commerciële marktwaarde van drones is daarbij ingeschat binnen een bandbreedte van ruwweg €163 en € 918 miljoen in 2030. Voor de huidige marktwaarde is de verwachting vanuit SEO (2022) toegepast. In Figuur B4. worden de verschillende scenario's grafisch weergegeven.

Figuur B4 Verwachte marktomvang van drones in Nederland (in miljoen euro)



Waardeketen

De totale omvang van de dronemarkt komt tot stand door de toegevoegde waarde van de volledige set aan activiteiten die nodig is om een product of service te creëren. Deze totale set aan activiteiten wordt aangeduid als de waardeketen. Eerst zal de drone waardeketen nader worden toegelicht, waarna een uitsplitsing per onderdeel van de waardeketen voor het Nederlandse drone ecosysteem wordt gepresenteerd.

⁶² SEO, Decisio, TO70 (2022). Maatschappelijke effecten van drones. [Link](#).

De waardeketen van drones

In Figuur 3.4 is de volledige waardeketen van dronediensten weergegeven, zoals opgesteld ten behoeve van de Drone Strategy 2.0 voor de Europese Commissie. In deze studie wordt gedifferentieerd tussen:

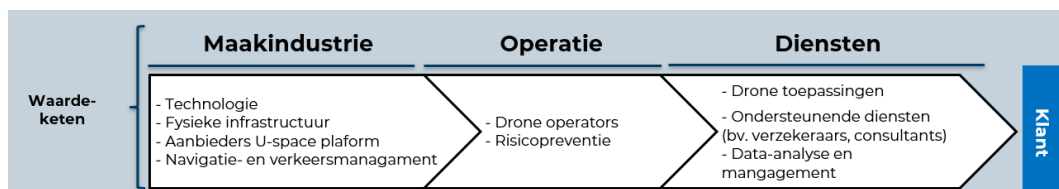
- De faciliterende diensten en/of productie van drones (maakindustrie);
- De daadwerkelijke operatie, waaronder het besturen van drones door drone piloten;
- De dienstenmarkt voor drones.

De waardeketen start met de **faciliterende diensten**. Dit zijn diensten die de dronemarkt in eerste instantie mogelijk maken, oftewel faciliteren. In dit deel van de keten zijn bedrijven en instanties actief die de technologie, fysieke infrastructuur, U-space en navigatie- en verkeersmanagement voor drones ontwikkelen. Een overkoepelend onderdeel van deze diensten is de **maakindustrie**, een essentieel onderdeel in het functioneren van een volledige waardeketen.

Naast deze diensten als fundament van de keten is de daadwerkelijke operatie een tweede onderdeel van de waardeketen. Deze wordt voornamelijk gevormd door professionele (commerciële) drone operators (piloten). Een ander onderdeel is de markt voor risicopreventie. Deze risico's omhelzen zowel fysieke risico's zoals neerstortingsgevaar als digitale risico's zoals malware.

Tot slot zijn er **diensten** die worden aangeboden aan de eindgebruiker, ofwel de **klant**. Denk in dit laatste onderdeel van de waardeketen specifiek aan drone toepassingen en diensten die waarde toevoegen. Ook verzekeraars van drones, data-analyse en -management of diensten van adviesbureaus bevinden zich in dit onderdeel van de waardeketen.

Figuur B5 Illustratie van de waardeketen van drones



Bron: Europese Commissie (2022). FACT-FINDING STUDY PREPARING A "DRONE STRATEGY 2.0". Ecorys.

Omvang Nederlandse waardeketen

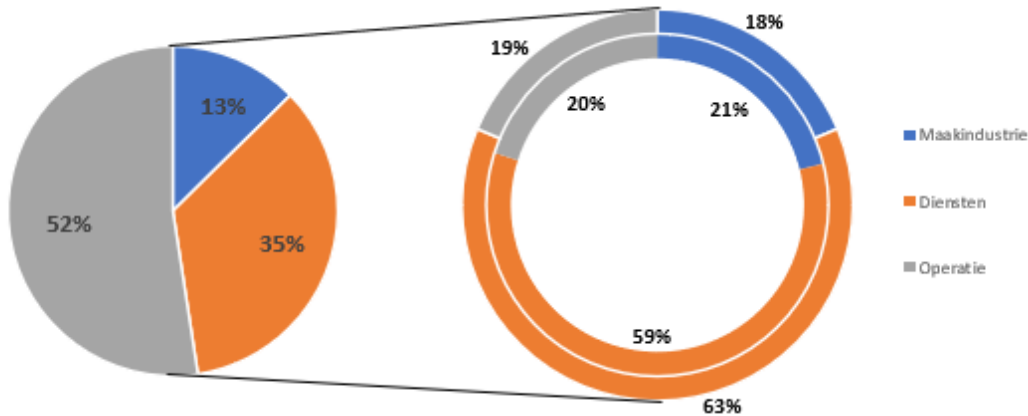
Naast de conceptuele beschrijving van de waardeketen wordt een ruwe inschatting gemaakt van de omvang van de verschillende onderdelen van de drone waardeketen. De basis van deze marktomvang is gebaseerd op de analyse marktanalyse voor Nederland. Voor de gedetailleerde beschrijving en raming van diverse marktverwachtingen verwijzen we naar sectie 3.2.2.

In de recente studie naar maatschappelijke effecten van drones in Nederland is ook een inschatting gemaakt van de huidige- en toekomstige waardeketen. Daaruit zijn een aantal duidelijke trends en ontwikkelingen af te leiden:

- De **maakindustrie** heeft een huidig aandeel van de waardeketen van grofweg 13%. Dit aandeel neemt richting de toekomst toe tot circa 20%;

- De **drone operatie** beslaat momenteel 50% van de totale waardeketen. Dit neemt naar de toekomst (zichtperiode 2050) af tot circa 20%.
- De **dienstensector** heeft op dit moment circa 1/3^{de} aandeel van de Nederlandse waardeketen. In 2050 neemt dit toe tot circa 2/3^{de} deel van de gehele waardeketen.

Figuur B6 Nederlandse waardeketen in 2019 (links) en 2050 hoog- en laagscenario (rechts)



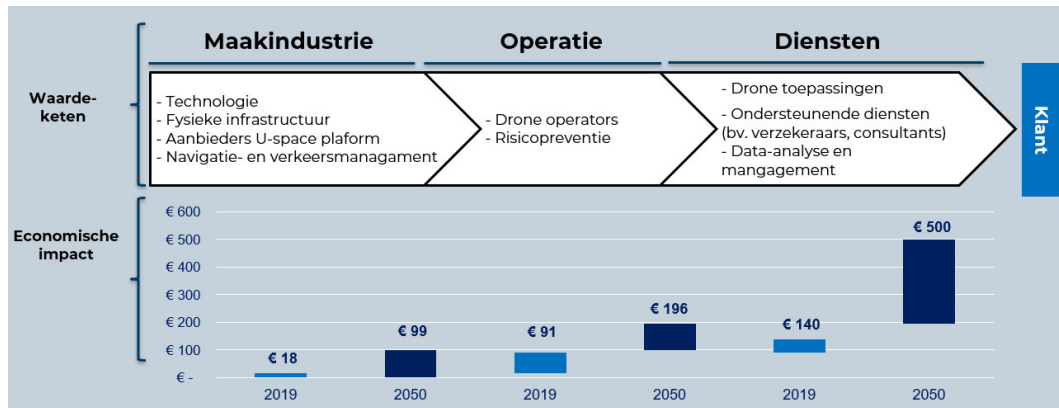
Bron: Analyse uitgevoerd in het kader van deze studie. Brondata afkomstig uit SEO, Decisio, TO70 (2022)

Uit bovenstaande figuur kan worden afgeleid dat de markt voor drone operaties momenteel ruim de helft van de totale waardeketen beslaat, maar dat de dienstenmarkt voor drones in de toekomst steeds belangrijker wordt. **Het is de verwachting dat de markt voor dronediensten en toepassingen in 2050 zo'n 2/3^{de} aandeel heeft in de totale waardeketen.** Een vergelijkbaar beeld wordt geschetst door andere marktrapporten. Zo verwacht WT Atkins (2021) dat drone diensten in 2050 bijna 80% van de marktwaarde omvatten. Uitgaande van de (voorzichtige) schatting varieert de totale omvang van de dienstensector in 2050 tussen de € 60 en € 560 miljoen (met een gemiddelde van € 300 miljoen).

Ook het aandeel van de maakindustrie in de waardeketen zal richting de toekomst toenemen. Zo wordt ingeschat dat tegen 2050 de maakindustrie ongeveer een vijfde van de waardeketen zal beslaan (gelijk aan een gemiddelde waarde van € 100 miljoen). Het is tegelijkertijd de verwachting dat drone operators steeds efficiënter gaan werken en er zodoende minder operators per drone nodig zijn. Uit een recente studie waar de maatschappelijke businesscase van het Drone2Go programma bleek bijvoorbeeld dat in de praktijk één drone piloot ruwweg 10 drones zou kunnen besturen. Op dit moment (zonder de BVLOS vliegen) is er (minimaal) 1 piloot per drone nodig. De gemiddelde marktomvang van drone operaties in 2050 bedragen naar verwachting eveneens circa € 100 miljoen (met een bandbreedte van tussen de € 20 en € 180 miljoen).

In onderstaande figuur worden de verschillende onderdelen in de Nederlandse drone waardeketen afgebeeld. Daarbij wordt per onderdeel van de Nederlandse drone waardeketen de huidige (2019) en toekomstige waarde (2050) gepresenteerd.

Figuur B7 Nederlandse drone waardeketen (in mln. euro)



Toepassingen

Uit sectie 3.2 bleek dat drone diensten het grootste deel van de toekomstige drone waardeketen gaan beslaan. De waarde die deze diensten toevoegen kunnen beslaan naar verwachting een brede set aan drone toepassingen, oftewel *use cases*. In hoofdstuk 1 (sectie 1.4) van deze studie worden een aantal toepassingsgebieden gedefinieerd. In deze sectie wordt het relatieve marktaandeel van deze toepassingen op basis van de beschikbare literatuur ingeschat. Tot slot wordt ingeschat wanneer deze toepassingen commercieel levensvatbaar zijn.

Marktaandeel per toepassingsgebied

Landbouw

Aanvankelijk werd drone gebruik in de landbouw geïnterpreteerd als alternatief voor het verzamelen van gegevens met satellietbeelden. Denk bijvoorbeeld aan basisinformatie om vegetatie in kaart te brengen. Vervolgens is - vanuit deze initiële benadering - het gebruik van drones in de landbouw geëvolueerd. Momenteel worden drones niet alleen gebruikt om gegevens te verzamelen, maar ook om acties uit te voeren (zoals het verspreiden van nuttige insecten om parasieten te bestrijden).

Het is een uitdaging om een kwantitatieve beoordeling te geven van de landbouwsector voor drones (zowel op Europees als nationaal niveau). Desondanks zijn er een aantal marktstudies waarbij een uitspraak wordt gedaan over de marktwaarde. Middels een korte beschrijving en een overzichtstabel de marktwaarde ingeschat.

Wereldwijd en op Europees niveau is de marktomvang van drones in de landbouwsector ingeschat in diverse marktrapporten. Zo schatte het Global Smart Agriculture een groeiende wereldwijde marktwaarde van ruim € 1 miljard in 2020 naar bijna € 5 miljard in 2025. In Europa variëren de projecties voor drones in de landbouwsector tussen de € 2 miljard in 2027 en ruim € 4 miljard in 2026. Afgezet tegen de totale Europese marktomvang lijkt de toekomstige waarde van drones in de landbouwsector meer dan 20% van de totale dronemarkt te gaan beslaan.

Volgens de recente studie naar de maatschappelijke effecten van drones in Nederland bedraagt de jaarlijkse economische impact van drones binnen de Nederlandse

landbouwsector in totaal ruim € 22,4 miljoen in 2025 en ruim € 50 miljoen in 2050.⁶³ Het toekomstige aandeel van de landbouwsector in daarmee grofweg 10% van de totale Nederlandse marktwaarde van drones.

Een overzicht van de verschillende marktonderzoeken en prognoses voor de landbouwsector is weergegeven in onderstaande tabel.

Tabel B2 Literatuuroverzicht – De waarde van drones in de landbouwsector

Gebied	Bron	CAGR (in %)	Huidige waarde (in mln. €)	Toekomstige waarde (in mln. €)
Wereldwijd	Vantage ⁶⁴	28,36%	€ 1.100 (2020)	€ 8.400 (2028)
	Makets and Markets ⁶⁵	35,90%	€ 1.200 (2020)	€ 4.800 (2025)
Europa	Market Data Forecast ⁶⁶	25,58%	€ 1.200 (2021)	€ 4.100 (2026)
	Maximize Market Research ⁶⁷	27,56%	n.b.	€ 2.000 (2027)
Nederland	SEO (2022) ⁶⁸	n.b.	n.b.	€ 22,4 (2025), € 50 (2050)

Goederenvervoer

Aanvankelijk werden drones ingezet voor kleine logistieke operaties. Denk bijvoorbeeld aan de logistiek binnen een magazijn. Steeds vaker worden drones echter ingezet bij de bezorging van onder meer voedingsmiddelen, productpakketten en medische benodigdheden als een last-mile bezorgingsmethode. Ook is er vanuit de E-commerce en logistieke sector interesse voor het (verder) ontwikkelen van innovatieve drones die zwaardere lading kunnen vervoeren om pakketten thuis bij de klant af te leveren. Dergelijke operaties worden op dit moment al in praktijk gebracht door Wing in Finland en Australië, Flytrex in IJsland en Ele.me in China

In diverse studies en marktonderzoeken wordt de marktpotentie van goederenvervoer met drones (o.a. last-mile bezorging van pakketjes, langeafstand logistiek, warehouse logistiek, etc.) onderzocht.

Wereldwijd wordt de huidige pakketbezorgingsmarkt voor drones ingeschat tussen de circa \$ 0.5 en \$ 1,5 miljard.^{69 70} Deze neemt volgens diverse projecties de komende 10 jaar sterk toe. Zo schatte McKinsey (2017) een winstverwachting van circa \$ 8 miljard in 2030, terwijl Fortune Business Insights een marktomvang van ruim \$ 30 miljard in 2028 presenteerde.^{71 72}

In Europa variëren de projecties voor drones in het goederensegment ook sterk. Porsche Consulting (2018) verwacht dat het goederenvervoer met drones zich de komende jaren sterk zal ontwikkelen. Zij projecteren een huidige verwachte marktwaarde van \$ 300 miljoen en

⁶³ SEO, Decisio, TO70 (2022), Maatschappelijke effecten van drones

⁶⁴ <https://www.globenewswire.com/news-release/2021/12/08/2348451/0/en/Read-Statistics-2021-Report-on-Global-and-U-S-Agriculture-Drones-Market-Size-May-Touch-9-89-Billion-by-2028-Vantage-Market-Research.html>

⁶⁵ <https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/agriculture-drones-market-23709764.html>

⁶⁶ <https://www.marketdataforecast.com/market-reports/europe-agricultural-drones-market>

⁶⁷ <https://www.maximizemarketresearch.com/market-report/europe-agriculture-drone-market/2014/>

⁶⁸ SEO, Decisio, TO70 (2022), Maatschappelijke effecten van drones

⁶⁹ Unmanned Airspace – The value and number of European commercial Drones; Drone Industry Insights – Drone Markets Report 2020-2025

⁷⁰ WT Atkins (2021), Market Assessment Report (used forecast for last mile goods delivery)

⁷¹ McKinsey (2017), Commercial drones are here: The future of unmanned aerial systems”

⁷² Fortune Business Insights (2020), The drone package delivery market ([link](#))

deze neemt naar verwachting toe tot circa \$ 4 miljard in 2035.⁷³ Drone Industry Insights schat de huidige Europese markt in tussen de \$ 130 en \$ 150 miljoen. Deze neemt sterk toe tot ruim \$ 3 miljard in 2025.⁷⁴

Volgens de recente studie naar de maatschappelijke effecten van drones in Nederland bedraagt de jaarlijkse economische impact van goederenvervoer met drones ruim 6,5 miljoen euro in 2025 en ruim € 75,3 miljoen in 2050.⁷⁵

Een overzicht van de verschillende marktonderzoeken en prognoses voor goederenvervoer is weergegeven in onderstaande tabel.

Tabel B3 Literatuuroverzicht – De waarde van goederenvervoer met drones

Gebied	Bron	CAGR (in %)	Huidige waarde (in mln. \$)	Toekomstige waarde (in mln. \$)
Wereldwijd	McKinsey (2017)	%	n.b.	\$ 8.000 (2030)
	Fortune Business Insights (2020)	54%	\$ 1.522 (2021)	\$ 31.188 (2028)
	Drone Industry Insights (2020)	%	\$ 570 - \$ 660 (2020)	n.b.
Europa	Porsche Consulting (2018)	%	\$ 300 (2020)	\$ 1.100 (2025), \$ 3.100 (2030), \$ 4.000 (2035)
	Drone Industry Insights (2020)	%	\$ 130 - \$ 150 (2020)	€ 3.100 (2025)
Nederland	SEO (2022)	%	n.b.	€ 6,5 (2025), € 75,3 (2050)

Personenvervoer

Naar verwachting kunnen in de toekomst passagiersdrones worden ingezet als onderdeel van de nieuwe een nieuw *Urban Air Mobility* concept. In de praktijk zijn er momenteel nog geen voorbeelden van openbaar (stads)vervoer door de lucht of *air taxis*. De literatuur verwacht dat de eerste air taxis rond 2030 winstgevend kunnen zijn. Deze zullen waarschijnlijk als eerst in dichtbevolkte stedelijke gebieden plaatsvinden. Wel zijn er een aantal voorzichtige lange termijn voorspellingen beschikbaar voor deze markt.

Porsche Consulting (2018) schat de wereldwijde markt voor personenvervoer met drones (incl. air taxis) op \$ 21 miljard in 2035.⁷⁶ Ook SESAR JU (2016) verwacht in Europa wel degelijk ontwikkelingen in deze markt. Zo wordt verwacht dat er tegen 2050 circa 10.000 voertuigen t.b.v. personenmobiliteit rondvliegen.⁷⁷

Een vergelijkbaar beeld wordt geschetst voor de Nederlandse context. Door de late ontwikkeling van het dronegebruik ten behoeve van personenmobiliteit speelt deze sector tussen 2025 en 2035 nog geen rol. Wel zijn er eerste indicatieve raming voor de lange termijn

⁷³ Porsche Consulting (2018), Future of Vertical Mobility ([link](#))

⁷⁴ Drone Industry Insights (2020), Drone Markets Report 2020-2025 Unmanned Airspace – The value and number of European commercial Drones

⁷⁵ SEO, Decisio, TO70 (2022), Maatschappelijke effecten van drones

⁷⁶ Porsche Consulting (2018), Future of Vertical Mobility ([link](#))

⁷⁷ SESAR JU (2016), European Drones Outlook Study. [Link](#).

(2050). In totaal bedraagt de markt voor personenvervoer met drones ruwweg € 25 miljoen in 2050.⁷⁸

Veiligheid en noodhulpdiensten

Volgens Unmanned Airspace hebben 25 steden al concrete plannen om UAM te integreren bij hulpdiensten, zoals ambulances, eerste hulpvoertuigen van de politie of drones ter ondersteuning bij brandbestrijding. Ook in Nederland wordt binnen het Drone2Go toegewerkt naar een systeem waarmee effectiever en efficiënter gereageerd kan worden op incidenten, op de weg, op het water en in de bebouwde kom. Ook bestaat er - naast de incident-gedreven inzet van drones - de ambitie om dit te combineren met de meer planmatige inzet van drones ten behoeve van effectief toezicht op de naleving van wet- en regelgeving.⁷⁹

Uit een recent onderzoek naar de maatschappelijk effecten van het Drone2Go programma bleek dat drones voor een breed scala aan toepassingen ingezet kunnen worden. Denk daarbij bijvoorbeeld aan:

- Incidenten en pechongevallen op (snel)weg;
- Afhandeling van nautische incidenten;
- Detectie en toezicht op naleving van de wet- en regelgeving (bv. detectie van inbraakmeldingen, detectie van illegale fuiken en detectie van varend ontgassen);
- Ondersteuning van drones bij natuurbranden en (grote) industriebranden.

In deze sector is het – voor een robuuste kwantificering van de marktomvang – een uitdaging om een eenduidige definitie van de drone toepassingen te ontlenen. Zo zijn er wel een aantal prognoses, maar deze variëren echter sterk in afbakening. Ook ontbreekt het op wereldwijde en Europese schaal aan toekomstige prognoses.

Wereldwijd heeft deze tussen 2017 en 2020 volgens Goldman Sachs een totale marktomvang van circa \$ 2.3 miljard.⁸⁰ In het marktrapport van WT Atkins wordt de marktwaarde ingeschat op \$ 1.3 miljard.⁸¹ In Europa wordt de huidige marktomvang ingeschat op ruwweg \$165 miljoen. Ondanks dat toekomstige prognoses ontbreken verwacht SESAR JU (2016) in Europa wel degelijk ontwikkelingen in deze markt. Zo worden er naar verwachting tegen 2035 circa 60.000 drones ingezet in de sector openbare veiligheid en beveiliging, waaronder drones die worden ingezet bij brandweer- en hulpdiensten van de politie.

In Nederland bedraagt de jaarlijkse economische impact van drones binnen de veiligheidssector circa € 47 miljoen in 2025 en € 58 miljoen in 2050, aldus SEO (2022). Het is de verwachting dat de economische impact van drones in deze sector afneemt richting 2050, aangezien de markt op een zeker moment verzadigd is.

Inspectie en onderhoud

Het gebruik van drones bij inspectie en onderhoud lijkt er één met een hoge potentie. Tegelijkertijd is het een brede en lastig definieerbare toepassing. Zo zullen drones naar verwachting worden ingezet voor een veelheid van activiteiten. Denk daarbij aan het inspecteren van industrie (energie infrastructuur zoals windmolens), nutsleidingen (zoals

⁷⁸ SEO, Decisio, TO70 (2022), Maatschappelijke effecten van drones

⁷⁹ Intentieverklaring Drone2Go

⁸⁰ Goldman Sachs, <https://www.goldmansachs.com/insights/technology-driving-innovation/drones/>

⁸¹ Unmanned Airspace – The value and number of European commercial Drones

hoogspanningskabels) en infrastructuur (zoals bruggen, sluizen, wegen, spoorinfrastructuur, e.d.). Mede hierdoor is het in deze sector een uitdaging om een robuuste kwantificering van de marktomvang af te geven.

Op een wereldwijde schaal zijn er diverse marktprognoses beschikbaar voor het gebruik van drones bij inspecties:

- WT Atkins schat de huidige wereldwijde markt voor inspecties in tussen de \$ 8 en bijna \$ 10 miljard. Deze groeit naar verwachting tot circa \$24 en \$26 miljard in 2025.⁸²
- Porsche Consulting verwacht dat de wereldwijde marktwaarde zal groeien naar \$230 miljard in 2035. Het aandeel inspectie groeit stapsgewijs – van \$24 miljard in 2025 en \$32 miljard in 2030 – naar \$34 miljard in 2035 (hetgeen gelijk is aan 15%).⁸³
- Drone Industry Insights verwacht dat de markt voor monitoring, inspectie en onderhoud groeit naar bijna \$26 miljard in 2025.⁸⁴

Europese marktprognoses ontbreken op dit moment nog. Wel schat WT Atkins de huidige marktwaarde in op \$ 1.85 en \$ 2.2 miljard. Afgezet tegen de totale huidige marktverwachting voor drones is de markt voor inspecties goed voor bijna 50% van de huidige markt. Uitgaande van de wereldwijde groeivoet (tussen de 25% - 30%) kan de Europese markt doorgroeien naar respectievelijk ruim \$ 6 à \$ 7 miljard in 2025. Daarbij neemt het aandeel ten opzichte van de totale markt zelfs toe tot circa 60%. Ook SESAR JU (2016) verwacht Europa wel degelijk ontwikkelingen in deze markt. Zo worden er naar verwachting tegen 2035 circa 11.000 drones ingezet bij het inspecteren van de energiesector. Dit neemt tegen

Een specifieke prognose voor het gebruik van drones voor inspecties in Nederlandse ontbreekt. Wel raamt SEO (2022) de economische impact van energie en infrastructuur (waarbij inspecties een belangrijk aandeel is) op circa € 7 miljoen in 2025 en € 59 miljoen in 2050.⁸⁵

Tabel B4 Literatuuroverzicht – De marktverwachting voor inspecties met drones

Gebied	Bron	CAGR (in %)	Huidige waarde (in mln. \$)	Toekomstige waarde (in mln. \$)
Wereldwijd	Porsche Consulting (2018)	%	n.b.	\$ 34.000 (2035)
	WT Atkins (2021)	160% - 200%	\$ 8.000 - \$ 9.800 (2021)	\$ 24.000 - \$ 26.000 (2025)
	Drone Industry Insights (2020)	%	n.b.	\$ 26.000 (2025)
Europa	WT Atkins (2021)	%	\$ 1.850 - \$ 2.200 (2021)	\$ 5.600 - \$ 6.600 (2025)
Nederland	SEO (2022)*	%	n.b.	€ 7 (2025), € 59 (2050)

* De economische impact van energie en infrastructuur wordt hierbij geraamd, hetgeen niet één-op-één overeenkomt met de totale markt van inspecties

⁸² WT Atkins (2021), Market Assessment Report

⁸³ Porsche Consulting (2018). The Future of Vertical Mobility. ([Link](#))

⁸⁴ Drone Industry Insights (2020), Drone Markets Report 2020-2025

⁸⁵ SEO, Decisio, TO70 (2022), Maatschappelijke effecten van drones

Overige toepassingsgebieden

Er zijn nog tal van andere concrete toepassingsgebieden voor drones denkbaar. In marktrapporten zie je echter dat deze niet of nauwelijks separaat worden geprognoseerd; veelal wordt daar de categorie ‘overig’ voor gebruikt. Een aantal sectoren / toepassingen worden daarbij nog wel specifiek bekeken:

- **Entertainment of adverteren:** de wereldwijde markt voor drones in het segment *media en entertainment* wordt door PWC (2016) ingeschat op \$ 8.8 miljard, waarbij de totale markt een waarde van ruwweg \$ 127 miljard vertegenwoordigt. Daarmee is het marktaandeel grofweg 7%.⁸⁶
- **Publieke diensten:** in het kader van een recent uitgevoerd studie naar de maatschappelijke effecten van Drone2Go kwam naar voren dat er ook voor publieke diensten interesse is om drones in te zetten. Met name toepassingen waarbij publieke assets worden geïnspecteerd lijken potentie te hebben.
- **Dataverzameling:** drones en bijbehorende camera- en sensorkapset worden steeds geavanceerder. Zo kunnen drones data verzamelen over de milieu- en waterkwaliteit, geluid, uitstoot van giftige stoffen, wild spotten en tal van andere visuele verzameling van informatie.

Overzicht van de marktwaarde per toepassingsgebied

In onderstaande figuur wordt – op basis van de prognoses per segment – een indicatieve inschatting gemaakt van het huidige- en toekomstige Nederlandse marktaandeel per toepassingsgebied. Ook de commerciële levensvatbaarheid per toepassingsgebied wordt ingeschat.

Tabel B5 Huidige en toekomstige Nederlandse marktwaarde per toepassingsgebied

Segment / Toepassingsgebied	Nederlands marktaandeel (in %)		Commerciële levensvatbaarheid
	Huidig	Toekomst	
Landbouw	10% - 20%	10% - 30%	2-5 jaar
Goederenvervoer	5% - 10%	10% - 20%	5-10 jaar
Personenvervoer	0%	5%	10+ jaar
Veiligheid en noodhulpdiensten	5% - 25%	> 15%	2-5 jaar
Inspectie en onderhoud	+/- 50%	+/- 60%	5-10 jaar
Overig*	n.a.	n.a.	n.a.

Belangrijkste bronnen: WT Atkins International Limited (2021), SEO, Decisio, TO70 (2022), Drone Strategy 2.0 (2022)

* Onder de **categorie overig** valt een breed scala aan toepassingen: publieke diensten, dataverzameling, fotografie, bouwnijverheid, telecommunicatie en verzekeringswezen

⁸⁶ PWC (2016), Clarity from above. [Link](#).

Onderdeel 2: Maatschappelijk belang

Naast de (potentiële) marktwaarde van drones wordt ook het inschatten van de maatschappelijke impact noodzakelijk voor een goede beoordeling van de nut en noodzaak van drones in Nederland. Als eerste worden de **directe maatschappelijke effecten** bepaald. Dit zijn effecten voor eigenaren of exploitanten van drones en gebruikers van dronetoepassingen. Ten tweede worden de **indirecte effecten** in kaart gebracht. Dit zijn effecten die doorwerken vanuit de directe effecten, een voorbeeld hiervan is werkgelegenheid. Ten slotte, wordt er naar de **externe effecten** gekeken, dit zijn effecten waar niet direct een markt voor is maar wel effect hebben op onze leefomgeving (o.a. emissies).

Directe effecten

Om de directe effecten in kaart te brengen wordt o.a. gekeken naar de impact van drones op **transportkosten**, eventuele **capaciteitsbesparingen** en de impact op **reistijd** en **congestie** voor een drietal dronetoepassingen.

Transportkosten

De impact van UAM op transportkosten is voornamelijk relevant voor het vervoer van personen- en goederen. Bij deze sectoren zijn het immers deze kosten die een groot gedeelte uitmaken van de totale kosten die de consument betaalt.

Voor **personenvervoer** wordt verwacht dat het gebruik van drones vooral competitief is met conventioneel luchttransport, en dus niet met privaat autogebruik en/of taxivervoer. Hierbij wordt ingeschat dat drones (eVTOL) in 2030 tussen de 40% en 50% goedkoper zijn dan een bemande helikopter.⁸⁷

Voor een traditioneel turboprop vliegtuig ziet dit financiële plaatje er anders uit. Hoewel de variabele operationele kosten – oftewel de kosten per vlieguur – voor een traditioneel turboprop vliegtuig weliswaar ruim 10 keer hoger zijn dan voor een drone, blijkt de hogere capaciteit van een vliegtuig toch leidend. Verwacht wordt dat de kosten per passagierskilometer voor een klein vliegtuig in 2030 toch zo'n 4 tot 8 keer lager dan die van een drone.⁸⁸

De impact op transportkosten voor **goederenvervoer** verschillen voor zwaarder en lichter transport. Zo verschilt de aard van de kosten tussen bijvoorbeeld pakketbezorging en luchtvracht. Zo wordt verwacht dat pakketbezorging juist goedkoper kan worden via drones maar dat traditioneel feeder luchttransport via drones duurder zal zijn dat transport met een traditioneel vliegtuig. Hierbij worden lange-afstandsvluchten buiten beschouwing gelaten.

Zo wordt ingeschat dat de transportkosten van pakketbezorging via drones in Dallas in de Verenigde Staten 80 tot 90% goedkoper kan zijn dan de huidige methoden.⁸⁹ De Nederlandse markt kent weliswaar andere karakteristieken maar deze cijfers indiceren dat de potentiële kostenbesparing rond een ordegrootte van tientallen procenten is. Voor feeder luchtvracht

⁸⁷ Roland Berger (2022). Advanced Air Mobility Market analysis and Acceleration actions. Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat. [Link](#).

⁸⁸ Roland Berger (2022). Advanced Air Mobility Market analysis and Acceleration actions. Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat. [Link](#).

⁸⁹ Accenture (2022). Faster, Safer and Greener, The Potential Impact of Delivery Drones in the Dallas-Fort Worth Metroplex. Wing. [Link](#).

wordt verwacht dat een bemande drone in 2030 ruim twee keer zo duur zal zijn als een traditioneel turboprop vliegtuig, gemeten in kosten per tonkilometer. Ook voor een autonome drone wordt tegen 2040 alsnog verwacht dat de kosten per tonkilometer nog ruim 18% hoger zullen zijn dan die van een traditioneel turboprop vliegtuig.⁹⁰

Capaciteitsbesparing

Naast dat drones een mogelijke impact hebben op transportkosten kan dronegebruik ook een capaciteitsbesparing opleveren doordat middelen en mensen efficiënter kunnen worden ingezet. Er wordt verwacht dat deze effecten vooral optreden in de toepassingsgebieden in de landbouw, het personenvervoer, inspectie en onderhoud.

In de **landbouwsector** kunnen door het gebruik van drones gewassen op afstand worden geïnspecteerd, gezaaid en besproeid.⁹¹ Door deze inzet vervalt de behoefte voor fysieke menskracht of het gebruik van landbouwmachines. Ook kunnen door precisielandbouw zowel bestrijdingsmiddelen, water en land efficiënter worden gebruikt.⁹² Er wordt ingeschat dat slimme landbouwmethoden, dus niet enkel het gebruik van drones, kan zorgen voor een reductie in pesticidegebruik tot wel 85%.⁹³

Ook in het **personenvervoer** kan de implementatie van drones zorgen voor een reductie in de behoefte naar autobewegingen en daardoor zorgen voor een efficiënter transportsysteem met meer capaciteit.⁹⁴

Binnen de sector **veiligheid en noodhulpdiensten** zijn ook duidelijke capaciteitsbesparingen aan te wijzen. Zo zijn drones niet gevoelig voor vertragingen in het wegverkeer, hierdoor kunnen zij bijvoorbeeld medische goederen sneller afleveren.⁹⁵ Eenzelfde capaciteitsbesparing kan gelden voor bijvoorbeeld **incidentmanagement of surveillance**. Zo wordt voor incidentmanagement door Rijkswaterstaat op zowel weg als water verwacht dat incidenten 40% sneller kunnen worden opgelost bij de inzet van een drone.⁹⁶

Tot slot treden in het toepassingsgebied voor **inspectie en onderhoud** ook mogelijke capaciteitsbesparingseffecten op. Door het gebruik van drones in plaats van helikopters of klimmend personeel kan bijvoorbeeld de inspectie van energielijnen sneller en goedkoper plaatsvinden. Ook kunnen bijvoorbeeld warmteverliezen snel worden opgespoord of kunnen grote oppervlakten aan zonnepanelen sneller worden geïnspecteerd.⁹⁷ Echter, momenteel kan inspectie van energielijnen met een drone even duur zijn als inspectie met een bemande helikopter.⁹⁸ Dit komt doordat momenteel één of zelfs twee operators ter plekke nodig zijn per drone. In de toekomst kan dit worden verbeterd door operators te centraliseren.

⁹⁰ Roland Berger (2022). Advanced Air Mobility Market analysis and Acceleration actions. Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat. [Link](#).

⁹¹ EUKA (2018). Studie competentienoden Vlaamse Drone-Industrie. ESF Project 7261. [Link](#).

⁹² European Commission (2022), A Drone strategy 2.0 for Europe to foster sustainable and smart mobility ([Link](#)).

⁹³ ENI (g.d.). Precision Agriculture. [Link](#).

⁹⁴ ASSURED UAM (2021). ACCEPTANCE SAFETY AND SUSTAINABILITY RECOMMENDATIONS FOR EFFICIENT DEPLOYMENT OF UAM. [Link](#).

⁹⁵ PWC (2016). Clarity from above. PwC global report on the commercial applications of drone technology. [Link](#).

⁹⁶ SEO, Decisio, TO70 (2022). Maatschappelijke effecten van drones. [Link](#).

⁹⁷ EUKA (2018). Studie competentienoden Vlaamse Drone-Industrie. ESF Project 7261. [Link](#).

⁹⁸ European Commission (2022), A Drone strategy 2.0 for Europe to foster sustainable and smart mobility ([Link](#)).

Reistijdeffect en/of congestie

Doordat wordt aangenomen dat voor verschillende toepassingsgebieden drones efficiënter zullen werken dan conventionele methoden, treden er verschillende reistijdeffecten op. Er wordt verwacht dat deze effecten voornamelijk zullen optreden n.a.v. dronegebruik in het personenvervoer, inspectie en onderhoud, en voor veiligheid en noodhulpdiensten.

In het [personenvervoer](#) wordt verwacht dat het gebruik van drones leidt tot sneller reizen, en daarmee kortere reistijden mede door meer directe routes.^{99 100} Ook wordt verwacht dat er hierdoor minder congestie ontstaat.¹⁰¹ Specifiek voor Nederland wordt verwacht dat het gebruik van drones een tijdsbesparing van zo'n 25% kan opleveren op afstanden van 50 tot 100 kilometer, en zo'n 50% op afstanden van 100 tot 250 kilometer.¹⁰²

Verder kan het gebruik van drones bij [toezicht en incidentmanagement](#) ook bijdragen aan een verbetering van reistijden. Voor zowel incidentmanagement op de weg als op het water wordt verwacht dat door de inzet van drones incidenten en stremmingen sneller kunnen worden verholpen. Hierdoor kan congestie op de weg en op het water worden gereduceerd. Dit zorgde in 2019 voor een geschatte maatschappelijke winst van zo'n 1 miljoen euro, wat kan oplopen tot een jaarlijkse winst van zo'n 122 miljoen euro in 2050.¹⁰³

Indirecte effecten

[Indirecte effecten](#) zijn effecten die in andere markten optreden als gevolg van het doorgeven van de directe effecten. In deze studie wordt specifiek ingegaan op de volgende relevante indirecte effecten:

- Veranderingen aan de Nederlandse werkgelegenheid;
- Impact maatschappelijke acceptatie van drones;
- Impact op concurrentiepositie (zoals strategische autonomie en de functie van de interne markt);

Nederlandse werkgelegenheid

Een effect van groot maatschappelijk belang is de beschikbaarheid van voldoende personeel. Over het algemeen is de perceptie dat drones onderdeel uitmaken van de bredere trend naar automatisering. Zo wordt in sommige sectoren verwacht dat drones de productiviteit zullen verhogen doordat ze op termijn menselijke taken kunnen automatiseren en in andere sectoren kunnen drones juist nieuwe taken creëren die voorheen niet voorzien waren.¹⁰⁴ Over het algemeen wordt verwacht dat banen niet zullen verdwijnen maar eerder van de ene naar de andere sector verplaatsen, bijvoorbeeld naar de maakindustrie of onderhouds-, reparatie- en revisiebedrijven.¹⁰⁵ Daarnaast wordt verwacht dat door de inzet van drones volledig nieuwe bedrijfsmodellen ontstaan, resulterend in extra werkgelegenheid.¹⁰⁶ Op termijn zou de baan

⁹⁹ Porsche Consulting (2018). The Future of Vertical Mobility. [Link](#).

¹⁰⁰ K. Desai, C. Al Haddad, C. Antoniou (2021). Roadmap to Early Implementation of Passenger Air Mobility: Findings from a Delphi Study, Sustainability, vol. 13, no. 19, p. 10612, 2021. [Link](#).

¹⁰¹ EHang (2020). The Future of Transportation: White Paper on Urban Air Mobility Systems. [Link](#).

¹⁰² Roland Berger (2022). Advanced Air Mobility Market analysis and Acceleration actions. Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat. [Link](#).

¹⁰³ SEO, Decisio, TO70 (2022). Maatschappelijke effecten van drones. [Link](#).

¹⁰⁴ International Transport Forum (2021). Ready for Take-Off? Integrating Drones into the Transport System. ITF. [Link](#).

¹⁰⁵ IPPR (2017). Managing automation: employment, inequality and ethics in the digital age. IPPR Commission on Economic Justice discussion paper. [Link](#).

¹⁰⁶ A. Straubinger, R. Rothfeld, M. Shamiyeh, K. Büchter, J. Kaiser and K. Plötner (2020). An overview of current research and developments in urban air mobility – Setting the scene for UAM introduction. Journal of Air Transport Management 87. [Link](#).

van een drone operator ook kunnen worden geïntegreerd met een reeds bestaande banen, zoals bijvoorbeeld landmeter.¹⁰⁷

Kortom, digitalisering en robotisering als gevolg van drone inzet wijzen eerder op een toename van werkgelegenheid dan op een afname. Een mogelijke reden voor de perceptie dat banen verdwijnen is omdat banen op één moment verdwijnen terwijl het ontstaan van banen vaak bij kleinere bedrijven en op langere termijn plaatsvindt.¹⁰⁸

Concreet wordt er in diverse marktrapporten een [flinke groei van werkgelegenheid](#) geprognoseerd. Zo schatte SESAR JU (2016) in dat het aantal directe banen binnen de Europese dronemarkt in 2035 minstens 100.000 zal bedragen.¹⁰⁹ Specifiek voor Nederland is ingeschat dat het aantal directe banen in 2035 als gevolg van drones zo'n 3.000 bedraagt. Dit aantal groeit naar ruim 3.200 in 2050.¹¹⁰ Op basis van de eigen marktverwachtingen uit sectie 3.2 en productiviteitsschattingen van SESAR JU zijn drie (ruwe) scenario schetsen opgesteld, afgebeeld in onderstaande figuur. Hierbij wordt uitgegaan van een productiviteit van 100.000 euro per werknemer.¹¹¹ In deze scenario's wordt voor de Nederlandse dronemarkt dus tussen de [1.600 en 9.200 directe](#) banen in 2030 verwacht.

Als de schattingen over de huidige werkgelegenheid worden vergeleken met het recent gepubliceerde *Eindrapport arbeidsmarktonderzoek drone-industrie* van Rijnland Advies¹¹² blijkt dat deze binnen de bandbreedte liggen. In 2023 schatte Rijnland Advies het aantal banen namelijk op ruim 2.300 banen. Zodra we onderstaande scenario's volgen lijkt de markt op dit moment het gemiddelde scenario te volgen.

¹⁰⁷ EUKA (2018). Studie competentienoden Vlaamse Drone-Industrie. ESF Project 7261. [Link](#).

¹⁰⁸ EUKA (2018). Studie competentienoden Vlaamse Drone-Industrie. ESF Project 7261. [Link](#).

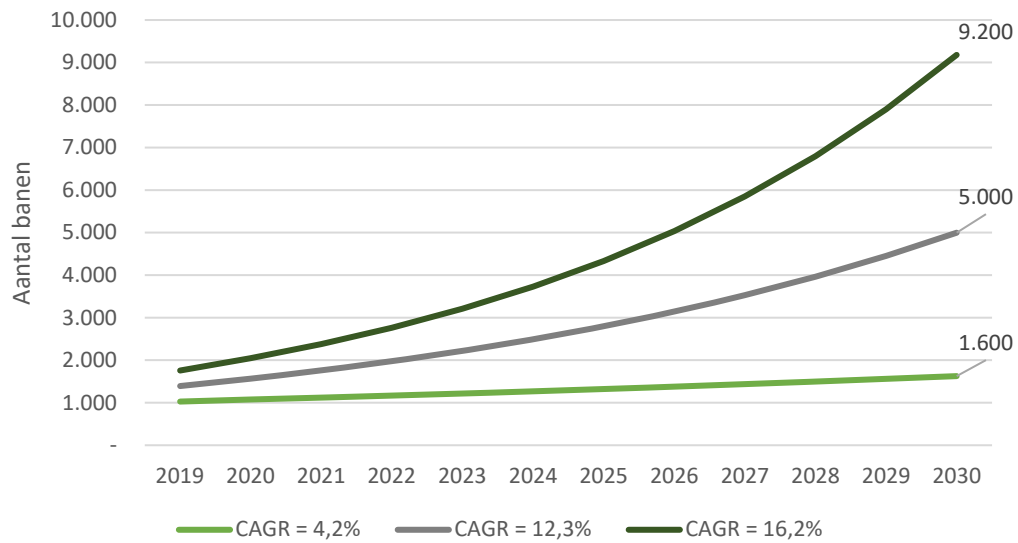
¹⁰⁹ SESAR JU (2016). European Drones Outlook Study. [Link](#).

¹¹⁰ SEO, Decisio, TO70 (2022). Maatschappelijke effecten van drones. [Link](#).

¹¹¹ OECD STAN Database for Structural Analysis (ISIC Rev. 4): Voor geselecteerde industrieën wordt de factor bepaald door de "Productie (bruto productie)" te delen door het "Aantal werkzame personen (totale werkgelegenheid)". [Link](#).

¹¹² Rijnland Advies (2023). Eindrapport arbeidsmarktonderzoek drone-industrie. [Link](#).

Figuur B8 Geschat aantal (directe) banen in Nederland



De directe werkgelegenheid zit hierbij niet alleen bij operators maar bijvoorbeeld ook bij werktuigbouwkundigen voor ontwikkeling, productie en reparatie, en bij verzekeraars. Daarbij komt ook nog indirecte werkgelegenheid, die wordt in 2050 van zo'n 2 tot 4 keer groter geschat dan de directe werkgelegenheid en omvat bijvoorbeeld software- en hardware-leveranciers.^{113 114}

Het inschatten van de (potentiële) werkgelegenheid per toepassingsgebied is lastig omdat de beschikbare gegevens beperkt is. Er kan echter wel een inschatting worden gemaakt van de verwachte trends in werkgelegenheid per toepassingsgebied.

Zo wordt in de **landbouw** verwacht dat agrarische bedrijven wegens beperkte middelen voornamelijk gebruik zullen maken van drones-as-a-service (DAAS). Hierdoor wordt verwacht dat de werkgelegenheid in dit toepassingsgebied voornamelijk in de dienstensector zal toenemen, en mogelijk iets af zal nemen op agrarische bedrijven zelf.

Voor **veiligheid en noodhulpdiensten** wordt verwacht dat de rol van drone-operator voornamelijk gecombineerd zal worden met de reeds bestaande rollen (denk bijvoorbeeld aan de interpretatie van dronebeelden in informatiecentrale bij first responders) in plaats van dat de implementatie van drones zal zorgen voor creatie en groei in werkgelegenheid.¹¹⁵

Verder wordt voor **personenvervoer** verwacht dat de groei van luchtvaart in zijn algemeenheid om meer piloten zal gaan vragen en dat met de geleidelijke introductie van dronepiloten geleidelijk zullen worden omgeschoold naar operators.¹¹⁶ Echter, drones zullen waarschijnlijk ook taken overnemen die momenteel worden uitgevoerd door huidig personeel. De grote vraag hierbij is of drones conventioneel personenvervoer voornamelijk zullen vervangen of juist zullen aanvullen. Als drones voornamelijk als vervanging dienen zal dit waarschijnlijk zorgen voor een afname in werkgelegenheid. Maar zolang dit toepassingsgebied niet volledig

¹¹³ European Commission (2022), A Drone strategy 2.0 for Europe to foster sustainable and smart mobility ([Link](#)).

¹¹⁴ SEO, Decisio, TO70 (2022). Maatschappelijke effecten van drones. [Link](#).

¹¹⁵ EUKA (2018). Studie competentienoden Vlaamse Drone-Industrie. ESF Project 7261. [Link](#).

¹¹⁶ EUKA (2018). Studie competentienoden Vlaamse Drone-Industrie. ESF Project 7261. [Link](#).

is geautomatiseerd zal er behoefte blijven aan operators (op afstand) en grondpersoneel voor bijvoorbeeld afhandeling op vertiports.¹¹⁷

Eenzelfde ontwikkeling kan worden verwacht voor het [goederenvervoer](#). Specifiek kan in eerste instantie worden verwacht dat drones vooral worden toegepast op pakketbezorging voor plaatsen die slecht bereikbaar zijn. In dat geval wordt verwacht dat deze drones handmatig bestuurd zullen worden, wat waarschijnlijk wordt uitgevoerd door huidig personeel.¹¹⁸ Op langere termijn wordt verwacht dat drones bepaalde taken zullen automatiseren wat een verhoogde productiviteit als gevolg heeft.¹¹⁹

Voor [inspectie en onderhoud](#) wordt op termijn een flinke groei in banen verwacht.¹²⁰ Momenteel kunnen de arbeidskosten van bijvoorbeeld infrastructuurinspectie in afgelegen gebieden nog even duur zijn als helikoptergebruik. Echter, personeel kan in de toekomst efficiënter worden ingezet, bijvoorbeeld door personeel te centraliseren zodat drones op afstand bestuurd kunnen worden. Op deze manier kunnen nieuwe soorten hooggekwalificeerde banen worden gecreëerd.¹²¹

Concurrentiepositie

Doordat wordt verwacht dat drones in verschillende toepassingsgebieden kunnen zorgen voor een efficiëntieslag heeft dit ook mogelijke invloed op de concurrentiepositie van bijvoorbeeld de [landbouwsector](#). Ook al is het lastig om de precieze effecten van dronegebruik op agrarische productie in te schatten kan door efficiënter gebruik van middelen en land de oogst toenemen. Zo kan het gebruik van slimme landbouwmethodes – en dus niet alleen het gebruik van drones – leiden tot een toename in het inkomen van agrarische bedrijven van zo'n 18%.¹²²

Meer in het algemeen is het belangrijk dat op Europees, maar ook op nationaal niveau rekening wordt gehouden met de strategische autonomie betreffende drones. Dit vereist dat in Europa en in Nederland gevestigde bedrijven in de maakindustrie en dienstverlening hun concurrentievermogen behouden en versterken. Op Europees niveau spreken stakeholders namelijk de zorg uit dat de huidige Europese drone-industrie afhankelijk is van externe componenten.

Maatschappelijke acceptatie

De impact van UAM op maatschappelijke acceptatie is multidimensionaal en hangt sterk samen met de ervaren en/of verwachte kosten en (maatschappelijke) effecten. Het gaat daarbij niet alleen om daadwerkelijke, meetbare effecten maar nadrukkelijk om hoe mensen deze effecten ervaren en wat mensen verwachten van deze effecten. Denk daarbij juist aan de impact op levenskwaliteit, gezondheid en sociaal- en economisch welzijn. Momenteel bestaan er verschillende obstakels die de maatschappelijke acceptatie van drones in de weg staan. Dit zijn zorgen over [overlast](#), [milieuvervuiling](#), [gebruikersbeperkingen](#), [privacy](#), [veiligheid](#), [capaciteit](#) en zorgen over [economische impact](#) en [regelgeving](#).

¹¹⁷ International Transport Forum (2021). Ready for Take-Off? Integrating Drones into the Transport System. ITF. [Link](#).

¹¹⁸ EUKA (2018). Studie competentienoden Vlaamse Drone-Industrie. ESF Project 7261. [Link](#).

¹¹⁹ International Transport Forum (2021). Ready for Take-Off? Integrating Drones into the Transport System. ITF. [Link](#).

¹²⁰ EUKA (2018). Studie competentienoden Vlaamse Drone-Industrie. ESF Project 7261. [Link](#).

¹²¹ International Transport Forum (2021). Ready for Take-Off? Integrating Drones into the Transport System. ITF. [Link](#).

¹²² J. Norris, J. Bland (2015). Precision Agriculture: Almost 20% increase in income possible from smart farming. Nesta. [Link](#).

Zo bestaan er dus zorgen over de effecten van drones op onze leefomgeving. Volgens de literatuur kan het verbeteren van de publieke kennis over de toepassingen van drones helpen bij het verhogen van de maatschappelijke acceptatie.^{123 124} Over het algemeen lijkt het algemene publiek namelijk (nog) niet op de hoogte van de (on)mogelijkheden van drones.¹²⁵

De mate van dit soort zorgen is dan weer afhankelijk van waar drones voor worden gebruikt.^{126 127 128} De maatschappelijke acceptatie is voor bepaalde toepassingsgebieden duidelijk hoger dan voor andere. Zo worden toepassingen op het gebied van [veiligheid en noodhulpdiensten](#) over het algemeen meer geaccepteerd dan minder essentiële diensten. Ook voor wetenschappelijk onderzoek lijkt maatschappelijk draagvlak.¹²⁹

Voor [commerciële- en hobbydoeleinden](#) bestaat echter een lage maatschappelijke acceptatie, voornamelijk veroorzaakt door zorgen over privacy. Verder wordt verwacht dat naarmate een drone groter en zwaarder wordt, de maatschappelijke acceptatie zal dalen door verwachte geluidshinder, visuele hinder en bovenal de veiligheidsbeleving.¹³⁰ Dit heeft voornamelijk impact op de acceptatie van de toepassingsgebieden [personenvervoer](#) en zwaarder [goederenvervoer](#) wegens hun commerciële aard en nood voor relatief grote en zware drones. Zo geeft 77% van de Nederlanders aan dat ze geen pakketbezorgende drones rond hun huis willen hebben.¹³¹

Leefbaarheid

Een ander indirect effect van een brede implementatie van drones is het effect op onze leefomgeving, zoals bijvoorbeeld visuele hinder of veranderingen in onze infrastructuur.¹³²

Voor alle toepassingsgebieden geldt dat met een brede inzet van drones – in zowel stedelijk als landelijk gebied – een onnatuurlijk element in ons luchtruim wordt geïntroduceerd.¹³³ Daarmee wordt verwacht dat dit voor extra visuele hinder zal zorgen. Echter, drones kunnen ook ter vervanging van helikopters dienen, bijvoorbeeld bij de brandweer en politie in het toepassingsgebied van [veiligheid en noodhulpdiensten](#). In dit geval kunnen drones de visuele hinder beperken. Zo zou de vervanging van helikopters door drones bij politie, brandweer en reddingsbrigade in Nederland kunnen leiden tot een [reductie van het aantal hinderlijke passages van ruim 80%](#).¹³⁴

¹²³ S.L. Macsween-George, S. Lynn (2003). *Will the public accept UAVs for cargo and passenger transportation?*. 2003 IEEE Aerospace Conference Proceedings (Cat. No. 03TH8652). Vol. 1. IEEE, 2003. [Link](#).

¹²⁴ Office of Inspector General United States Postal Service (2016). *Public Perception of Drone Delivery in the United States*. RARC-WP-17-001. [Link](#).

¹²⁵ R.L. Lauren Bowers, D. DeLaurentis (2016). *Opinion survey to reduce uncertainty in public and stakeholder perception of unmanned aircraft*. Transportation Research Record 2600.1 (2016): 80-93. [Link](#).

¹²⁶ European Commission (2022). *A Drone strategy 2.0 for Europe to foster sustainable and smart mobility* ([Link](#)).

¹²⁷ F. Klausner, S. Pedrozo (2017). *Big data from the sky: popular perceptions of private drones in Switzerland*. Geographica helvetica 72.2 (2017): 231-239. [Link](#).

¹²⁸ P. Boucher (2016). *'You wouldn't have your granny using them': drawing boundaries between acceptable and unacceptable applications of civil drones*. Science and engineering ethics 22.5 (2016): 1391-1418. [Link](#).

¹²⁹ B. Aydin (2019). *Public acceptance of drones: Knowledge, attitudes, and practice*. Technology in Society 59 (101180). [Link](#).

¹³⁰ ASSURED UAM (2021). *ACCEPTANCE SAFETY AND SUSTAINABILITY RECOMMENDATIONS FOR EFFICIENT DEPLOYMENT OF UAM*. [Link](#).

¹³¹ SEO, Decisio, TO70 (2022). *Maatschappelijke effecten van drones*. [Link](#).

¹³² De impact van UAM op geluidshinder wordt behandeld in de sectie [Gezondheidseffecten](#) **Fout! Verwijzingsbron niet gevonden.**

¹³³ De impact van UAM op dieren wordt behandeld in de sectie [Natuur- en milieueffecten](#).

¹³⁴ SEO, Decisio, TO70 (2022). *Maatschappelijke effecten van drones*. [Link](#).

Voor **personen- en goederenvervoer** leidt een brede introductie van drones naast een toename in visuele hinder – geschat op enkele miljarden hinderlijke passages in 2050¹³⁵ – ook mogelijk tot minder weginfrastructuur. Hiermee kan de leefbaarheid worden verbeterd door bijvoorbeeld een verbeterde toegang tot groene ruimte.¹³⁶

Externe effecten

Ten slotte worden de externe effecten van UAM in kaart gebracht, waarbij o.a. wordt gekeken naar de impact van drones op **broeikasgasemissies** (CO₂)¹³⁷, **luchtkwaliteit** (NO_x en PM) en effecten als **natuur-, milieueffecten** en **veiligheid**.

Broeikasgasemissies (CO₂)

Over het algemeen wordt verwacht dat een brede introductie van drones zorgen voor een **daling in broeikasgasemissies**. Maar het is belangrijk om op te merken dat deze reductie vooral behaald wordt doordat drones andere voertuigen als auto's, trucks en trekkers vervangen. Momenteel zou deze vervanging zorgen voor een significante CO₂ reductie maar in verloop van tijd worden ook voertuigen als auto's, trucks en trekkers duurzamer. Als wordt uitgegaan van een netto-nul uitstoot in 2050 zal het vervangen van een conventioneel voertuig door een drone geen broeikasemissiebesparing meer opleveren. Mogelijk gebruikt een drone zijn energie in 2050 wel alsnog efficiënter dan conventionele voertuigen.

Momenteel wordt de CO₂-uitstoot van drones voornamelijk bepaald door zijn energie efficiëntie. Zoals afgebeeld in onderstaand figuur zorgt een kleine drone – op een elektrische fiets na – voor veruit de laagste well-to-wheel (WTW) emissies per voertuigkilometer.

Een goede vergelijking is echter lastig omdat een drone in dit geval een capaciteit van slechts 1 kilogram heeft en een truck een capaciteit van tientallen tonnen. De consensus is dat op de korte tot middellange termijn drones operationeel minder uitstoten voor ladingen met een laag gewicht en dat naarmate het gewicht van de payload toeneemt de emissies vergelijkbaar of zelfs groter worden dan die van andere modaliteiten.¹³⁸

Ook dient bij een eerlijke vergelijking rekening te worden gehouden met de emissiereductie gedurende de gehele levenscyclus. Met name ten behoeve van kritieke grondstoffen (zoals batterijen) dienen hier nog stappen te worden gemaakt. In een recente studie door Stolaroff et al (2018) is een vergelijking gemaakt tussen pakketbezorging met drones versus de traditionele manier van bezorging. De resultaten van deze studie wijzen erop dat de uitstoot van broeikasgasemissies en het energieverbruik zal afnemen als gevolg van de inzet van drones.¹³⁹

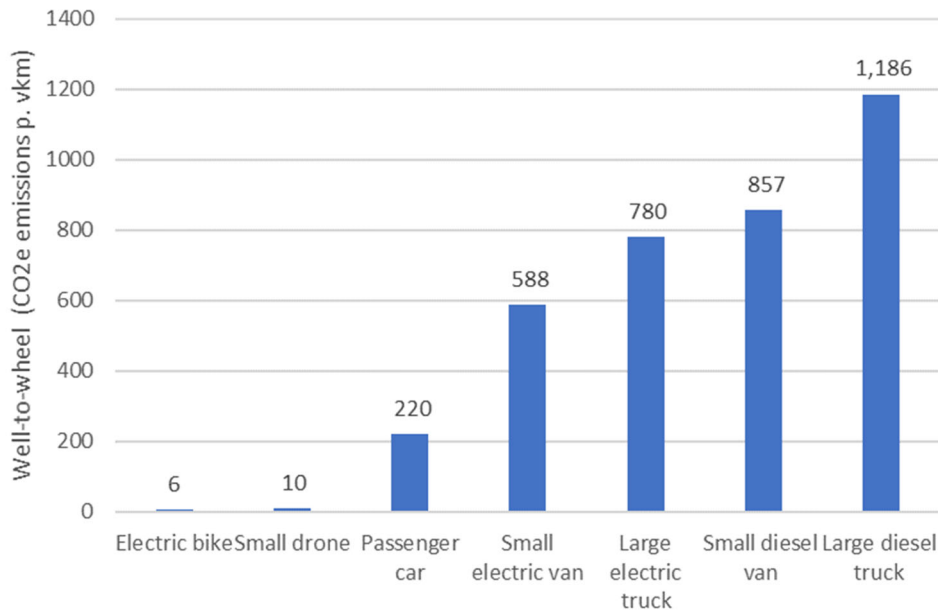
¹³⁵ SEO, Decisio, TO70 (2022). Maatschappelijke effecten van drones. [Link](#).

¹³⁶ Europese Commissie (2022). FACT-FINDING STUDY PREPARING A "DRONE STRATEGY 2.0". Ecorys.

¹³⁷ In deze sectie zal worden gefocust op CO₂ maar er wordt aangenomen dat de effecten voor andere broeikasemissies dezelfde richting hebben als die van CO₂.

¹³⁸ European Commission (2022), A Drone strategy 2.0 for Europe to foster sustainable and smart mobility. [Link](#).

¹³⁹ Stolaroff et al (2018), Energy use and life cycle greenhouse gas emissions of drones for commercial package delivery. [Link](#).

Figuur B9 Broeikasgasemissies (WTW) per voertuig

Bron: CE Delft (2020), STREAM Freight Transport, CE Delft (2015), Passenger transport, TA Rodrigues, et al. (2021)

Op termijn zouden drones de CO₂ uitstoot van **personenvervoer** – en mogelijk ook goederenvervoer – kunnen verlagen doordat drones de behoefte voor auto- en truckvervoer kan verminderen.¹⁴⁰ In een recente studie naar het maatschappelijke effect van drones in Nederland wordt echter aangenomen dat drones in personenvervoer – en de luchtvracht – tot 2050 enkel zullen bestaan uit omgebouwde – reeds bestaande – toestellen. Deze aanname leidt dus tot geen effect op CO₂-uitstoot.

Voor kleinschaliger **goederenvervoer** verwacht dat de inzet van drones kan zorgen voor een afname in CO₂-uitstoot. De grootte van deze afname is afhankelijk van het transportmiddel wat vervangen wordt. Zo wordt verwacht dat een drone ongeveer vier keer minder CO₂ uitstoot dan een bestelbus maar zou vervanging van de fiets zorgen voor een kleine toename in uitstoot.¹⁴¹ Omdat pakketbezorging voornamelijk met behulp van bestelbussen wordt gedaan wordt verwacht dat drones al met al zorgen voor een reductie in CO₂-uitstoot. Als echter niet alleen wordt gekeken naar de operatie maar naar de totale levenscyclus blijkt dat voor zowel personen- als goederenvervoer conventionele, grotere vliegtuigen in totaal een lagere CO₂-voetafdruk hebben dan de inzet van vele aparte kleine drones.¹⁴²

In de **landbouw** kan ook een daling van CO₂ uitstoot worden gerealiseerd doordat taken die normaliter met een landbouwvoertuig zouden worden uitgevoerd nu worden vervangen door uitvoering middels een elektrisch aangedreven drone. Ook zal door het efficiënter benutten van middelen en land de gemiddelde uitstoot per landbouwproduct dalen. In totaal wordt verwacht dat gebruik van drones in de Nederlandse landbouwsector kan zorgen voor een reductie van zo'n 150.000 kilogram CO₂ per jaar (in de jaren 2025 en 2035).¹⁴³

¹⁴⁰ EASA (2021). Study on the social acceptance of UAM in Europe. [Link](#).

¹⁴¹ SEO, Decisio, TO70 (2022). Maatschappelijke effecten van drones. [Link](#).

¹⁴² A. Liberacki, B. Trincone, G. Duca, L. Aldieri, C. P. Vinci, F. Carlucc (2023). The Environmental Life Cycle Costs (ELCC) of Urban Air Mobility (UAM) as an input for sustainable urban mobility. *Journal of Cleaner Production*, Volume 389. ISSN 0959-6526. [Link](#).

¹⁴³ SEO, Decisio, TO70 (2022). Maatschappelijke effecten van drones. [Link](#).

Ook in de sector **veiligheid en noodhulpdiensten** wordt verwacht dat de implementatie van drones zorgt voor een sterke daling in CO₂-emissies. Naar verwachting zorgt een drone namelijk voor 2.000 keer minder CO₂-uitstoot vergeleken met de inzet van helikopters bij de Nederlandse politie, brandweer en reddingsbrigade. Bij incidentmanagement door bijvoorbeeld Rijkswaterstaat kan de implementatie van drones alleen al in 2035 zorgen voor een reductie van ruim 16 ton CO₂ doordat auto's, schepen en helikopters vervangen kunnen worden.¹⁴⁴

De impact van drones op CO₂-uitstoot in de sector van **inspectie en onderhoud** is wederom afhankelijk van hetgeen wat deze drones zullen vervangen. Zo kan een drone een fysieke inspecteur of onderhoudsmonteur vervangen wat op korte termijn zorgt voor een lichte toename in uitstoot. Echter, als een drone een schip of hoogwerker vervangt dan stoot een drone tussen de 40 en 50 keer minder CO₂ uit. Als een drone een auto of helikopter vervangt kan dit voor respectievelijk 100 en 10.000 keer minder CO₂-uitstoot zorgen. Verder kan snellere incidentafhandeling in sommige toepassingen ook zorgen voor een versnelde oplossing van verkeersstremmingen. Er wordt verwacht dat drones op deze wijze ruim 50 miljoen ton aan CO₂ kunnen besparen.¹⁴⁵ In 2050 zullen drones en alternatieven niet meer verschillen in uitstoot, als wordt uitgegaan van een netto-nulscenario. Echter, in de tussentijd kunnen flinke CO₂-besparingen worden behaald.

Luchtkwaliteit (NO_x en PM_x)

De impact van UAM op stikstof (NO_x) en fijnstof (PM_x) en daarmee de luchtkwaliteit hangt af van de energiedrager van drones. In potentie hebben drones een grote impact op het verbeteren van de luchtkwaliteit omdat de meeste bestaande drones worden gebruikt of getest op elektriciteit, zelfs voor goederenvervoer.¹⁴⁶ ¹⁴⁷ Hierdoor zorgen ze niet voor lokale luchtvervuiling. Indien elektrische drones conventionele brandstofvoertuigen vervangen zal de luchtkwaliteit verbeteren, maar grotere drones geschikt voor personen- of vrachtvervoer zullen mogelijk – deels – van conventionele brandstoffen gebruik maken en daarbij wel bijdragen aan luchtvervuiling.¹⁴⁸

Als wordt aangenomen dat problemen met de luchtkwaliteit vooral spelen in dichtbevolkte gebieden, en dat juist hier elektrische drones in laag luchtruim zullen worden ingezet kan worden verwacht dat de luchtkwaliteit verbetert. Naar verwachting zullen vooral de toepassingsgebieden van **personen- en goederenvervoer** hieraan bijdragen omdat deze geconcentreerd zijn in dichtbevolkte gebieden.

Voor de impact van UAM op de luchtkwaliteit geldt net als voor de impact CO₂-emissies dat ook conventionele voertuigen steeds schoner worden. Hierdoor wordt verwacht dat tegen 2050 de potentiële winst in luchtkwaliteit nauwelijks significant meer is, al wordt verwacht dat bandenslijtage nog steeds een rol speelt in fijnstofemissies van rijdend verkeer.

¹⁴⁴ SEO, Decisio, TO70 (2022). Maatschappelijke effecten van drones. [Link](#).

¹⁴⁵ SEO, Decisio, TO70 (2022). Maatschappelijke effecten van drones. [Link](#).

¹⁴⁶ W.C. Chiang, Y. Li, J. Shang, en T.L. Urban (2019). Impact of drone delivery on sustainability and cost: Realizing the UAV potential through vehicle routing optimization. *Applied Energy*, Vol. 242, pp. 1164-75. [Link](#).

¹⁴⁷ A. Goodchild, en J. Toy (2018). Delivery by drone: An evaluation of unmanned aerial vehicle technology in reducing CO₂ emissions in the delivery service industry. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, Vol. 61, pp. 58-67. [Link](#).

¹⁴⁸ International Transport Forum (2021). Ready for Take-Off? Integrating Drones into the Transport System. ITF. [Link](#).

Natuur- en milieueffecten

Ook op het gebied van natuur en milieu heeft UAM een mogelijke impact, zowel positief als negatief. Een wijde adoptie van drones leidt vermoedelijk tot een negatieve impact op fauna. Deze impact bestaat voornamelijk uit een verstoring van diersoorten en botsingen met vogels.¹⁴⁹ Zo vond Rebolo-Ifrán (2019) met haar medeauteurs dat ruim een kwart van de diersoorten in het onderzochte natuurgebied hinder ondervond van dronevluchten.¹⁵⁰

Ook er is een risico op botsingen tussen vogels en drones (m.n. bij dronevluchten met een hoge snelheid). Door een beperkte reactiesnelheid hebben vogels namelijk moeite met het op tijd ontwijken van vliegende objecten met de snelheid van een vliegtuig.¹⁵¹ Huidig onderzoek focust zich vooral op botsingen met vliegtuigen wat naar verwachting vergelijkbaar met [personenvervoer](#) en [zwaar vrachtvervoer](#). Maar ook andere toepassingen die in lager luchtruim opereren zullen diersoorten verstoren en risico lopen op botsingen met vogels.

Verder kan dronegebruik in de [landbouw](#) leiden tot een verbetering van natuur en milieu. Doordat bestrijdingsmiddelen 15% efficiënter gebruikt kunnen zal er minder milieuvervuiling door schadelijke stoffen ontstaan. Dit zorgt op zijn beurt zorgen voor een vermindering van milieuvervuiling en draagt bij aan het behoud van biodiversiteit.

Tot slot zullen voor incidentenmanagement – in het toepassingsgebied van [veiligheid en noodhulpdiensten](#) – naar verwachting positieve milieueffecten ontstaan. Doordat wordt verwacht dat een drone kan bijdragen aan het sneller oplossen van een incident met gevaarlijke stoffen, kan dit leiden tot een reductie van gekeerde schadelijke stoffen.

Gezondheidseffecten

Naast dat een verbetering in luchtkwaliteit zorgt voor gezondheidsbaten¹⁵² heeft UAM ook mogelijk impact op andere gezondheidseffecten.

Een belangrijke factor hierin is geluidshinder¹⁵³ die mogelijk ontstaat door drones. In dichtbevolkt gebied valt het geluid van drones momenteel mogelijk weg tegen bestaand omgevingsgeluid veroorzaakt door conventioneel verkeer. Maar door steeds stiller wordend verkeer als gevolg van elektrificatie kunnen drones op termijn mogelijk beter worden opgemerkt. Echter, er is nog weinig bekend over de exacte invloed van drones op omgevingsgeluid.¹⁵⁴

Net zoals bij luchtkwaliteit wordt verwacht dat vooral de toepassingsgebieden van [personen- en goederenvervoer](#) van invloed zullen zijn op geluidshinder bijdragen omdat deze geconcentreerd zijn in dichtbevolkte gebieden. Voor het toepassingsgebied van [veiligheid en noodhulpdiensten](#) – bijvoorbeeld bij politie, brandweer en de reddingsbrigade – wordt verwacht dat door het vervangen van helikopters door drones in geluidshinder kan wegvallen,

¹⁴⁹ M. Mulero-Pazmany, S. Jenni-Eiermann, N. Strelbel, T. Sattler, J.J. Negro en Z. Tablado (2017). Unmanned aircraft systems as a new source of disturbance for wildlife: A systematic review. PLoS ONE 12(6): e0178448. [Link](#).

¹⁵⁰ N. Rebolo-Ifrán, M.G. Grilli en S.A. Lambertucci. Drones as a threat to wildlife: YouTube complements science in providing evidence about their effect. Environmental Conservation 46.3 (2019): 205-210. [Link](#).

¹⁵¹ B.F. Blackwell, T.L. DeVault, E. Fernández-Juricic, E.M. Gese, L. Gilbert-Norton and S.W. Breck (2016). No single solution: application of behavioural principles in mitigating human-wildlife conflict. Animal Behaviour, Vol. 120, pp. 245-54. [Link](#).

¹⁵² World Health Organisation (2019). Health consequences of air pollution on populations. WHO. Genève, Zwitserland. [Link](#).

¹⁵³ Environmental Protection Agency (2023). Clean Air Act Title IV - Noise Pollution. EPA. [Link](#).

¹⁵⁴ Europese Commissie (2022). FACT-FINDING STUDY PREPARING A "DRONE STRATEGY 2.0". Ecorys.

of in ieder geval flink verminderd kan worden. Tevens kunnen gezondheidsbaten ontstaan door het sneller afleveren van medische goederen.¹⁵⁵

Verder worden gezondheidsbaten in het toepassingsgebied van **landbouw** voor zowel droneoperators als omwonenden verwacht door efficiënter gebruik van schadelijke bestrijdingsmiddelen.¹⁵⁶

Veiligheidseffecten

Tot slot kan de opkomst van UAM tevens wezenlijke effecten hebben op onze veiligheid. Drones kunnen zowel een positief als negatief effect hebben op verschillende veiligheidsgebieden. Zo bestaan er risico's op het gebied van bijvoorbeeld terrorisme maar ook de mogelijkheid tot het redden van mensen in nood.

Ten eerste zorgt de introductie van drones tot nieuwe veiligheidsrisico's zoals neerstortingsgevaar en botsingen met gebouwen, mensen of bemande luchtvaart. Verder kunnen drones ook voor criminele doeleinden worden gebruikt zoals smokkelen, spionage, intimidatie of zelfs terrorisme. Deze risico's worden verstrekt door problemen met de technologie die bedoeld is om illegale drones aan te pakken, oftewel *counter-drone technology* (C-UAS). Deze technologie is nog niet voldoende effectief en loopt tegen bijvoorbeeld wettelijke- en veiligheidsbarrières aan.¹⁵⁷

Specifiek voor het toepassingsgebied van **veiligheid en noodhulpdiensten** heeft het implementeren van drones naar verwachting ook sterk positieve veiligheidseffecten. Deze effecten treden op voor een brede set aan toepassingen. Zo wordt verwacht dat drones bij een inbraakmelding sneller ter plaatse kunnen zijn als de tweede of derde politie-eenheid. Hierdoor neemt de pakkans toe.¹⁵⁸ Maar ook kunnen medische goederen (of snelle levering van een AED) worden bezorgd waardoor het tevens makkelijker wordt om ze onder ideale condities te bewaren.¹⁵⁹

Ook in de sector van **inspectie en onderhoud** kunnen drones voor positieve veiligheidseffecten zorgen. Zo schat Rijkswaterstaat de kans op een incident met dezelfde schade 20 keer hoger in voor traditionele inspectie dan voor inspectie met een drone.¹⁶⁰ Verder bieden drones ook de mogelijkheid om tot plekken te komen die normaal niet of slecht bereikbaar zijn, wat zorgt voor additionele positieve veiligheidseffecten. Verder kunnen veiligheidsrisico's ook sneller worden opgespoord wegens de verbeterde efficiëntie van drones. Voor een casestudie in Finland over de inspectie van hoogspanningskabels in de lucht werd een reductie van 4.5% in hoogspanningskabel-storingen verwacht.¹⁶¹

¹⁵⁵ SEO, Decisio, TO70 (2022), Maatschappelijke effecten van drones. [Link](#).

¹⁵⁶ Europese Commissie (2022). FACT-FINDING STUDY PREPARING A "DRONE STRATEGY 2.0". Ecorys.

¹⁵⁷ B.O. Martins, A.H. Michel en A. Silkoset (2020) *Countering the Drone Threat: Implications of C-UAS Technology for Norway in an EU and NATO Context*, PRIO Paper. Oslo: PRIO. [Link](#).

¹⁵⁸ SEO, Decisio, TO70 (2022), Maatschappelijke effecten van drones. [Link](#).

¹⁵⁹ A. Momont (g.d.). Ambulance Drone. TU Delft. [Link](#).

¹⁶⁰ SEO, Decisio, TO70 (2022), Maatschappelijke effecten van drones. [Link](#).

¹⁶¹ Europese Commissie (2022). FACT-FINDING STUDY PREPARING A "DRONE STRATEGY 2.0". Ecorys.

Privacy

Tot slot levert de implementatie van drones ook privacy-effecten op. Elke drone die is uitgerust met een camera en de opgenomen data op enigerlei wijze verzendt of opslaat vormt een risico op privacy-inbreuk. Dit soort drones kunnen namelijk worden ingezet om persoonlijke informatie te verzamelen of om te spioneren.¹⁶² Tevens is het voor burgers lastig om in te schatten of een drone is uitgerust met een camera, laat staan wat er vervolgens met deze data gebeurt. Hierdoor zullen de negatieve privacy-effecten die burgers voelen vermoedelijk versterkt worden. Zeker als het Nederlands luchtruim op termijn meer gevuld zal worden met drones.

¹⁶² Europese Commissie (2022). FACT-FINDING STUDY PREPARING A "DRONE STRATEGY 2.0". Ecorys.



Postbus 4175
3006 AD Rotterdam
Nederland

Watermanweg 44
3067 GG Rotterdam
Nederland

T 010 453 88 00
F 010 453 07 68
E netherlands@ecorys.com

K.v.K. nr. 24316726

W www.ecorys.nl