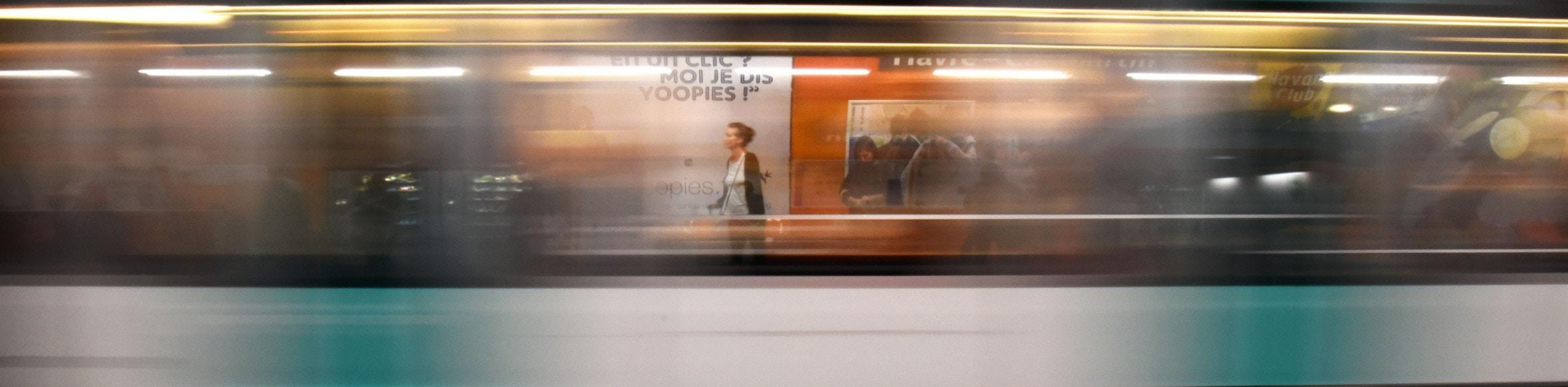


Toekomst 3,5 GHz-band

Behoeftetepeiling en internationale vergelijking



17 augustus 2018

Ir. Freek Kuipéri
mr. Fritzi Reijerman

Met medewerking van:
Ir. drs. Ton Meuleman
Ir. Maarten Noordink

KWINK
GROEP

Samenvatting

Aanleiding en scope

In december 2017 is in de Europese Telecomraad vastgesteld dat een aantal frequentiebanden, waaronder de 3,5 GHz-band, tijdig beschikbaar dienen te worden gesteld voor 5G. De staatsecretaris van Economische Zaken en Klimaat (hierna: EZK) heeft aan de Tweede Kamer toegezegd voor het einde van 2018 met een besluit te komen over de toekomstige verdeling van de 3,5 GHz-band. Om een goed geïnformeerd besluit te kunnen nemen, heeft het ministerie van EZK aan KWINK groep gevraagd een behoeftepeiling voor de 3,5 GHz-band uit te voeren en een internationale vergelijking te maken van de toekomstige verdeling van de 3,5 GHz-band in tien Europese landen.

Om tot een besluit over de toekomstige verdeling van de 3,5 GHz-band te komen, worden nog twee andere onderzoeken uitgevoerd:

- Agentschap Telecom doet onderzoek naar het feitelijke huidige (commerciële) gebruik van de 3,5 GHz-band en migratiemogelijkheden voor dit gebruik;
- TNO voert in samenwerking met de ministeries van EZK, Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties (hierna: BZK) en Defensie een onderzoek uit naar het effect van de uitrol van toekomstige 5G-netwerken op de satellietinterceptie door inlichtingen- en veiligheidsdiensten.

De migratiemogelijkheden van huidige gebruikers en de behoefte aan frequentieruimte in de 3,5 GHz-band van inlichtingen- en veiligheidsdiensten vallen daarom buiten de scope van dit onderzoek.

Aanpak

Op basis van de internationale vergelijking en de geïdentificeerde behoeften hebben we vier hoofdvarianten voor de toekomstige verdeling van de band opgesteld. Per hoofdvariant hebben we de voor- en nadelen geanalyseerd en hebben we onderzocht hoe de varianten zich verhouden tot een aantal uitgangspunten voor telecombeleid.

Behoeften

Op basis van de behoeftepeiling hebben we zes behoeften aan frequentieruimte gedefinieerd van huidige en potentiële vergunninghouders in de 3,5 GHz-band, hieronder in willekeurige volgorde opgenomen:

1. **Enhanced Mobile Broadband (hierna: EMB):** een grote datavraag in de maatschappij waarin via de uitrol van een 5G-netwerk voorzien zou kunnen worden.
2. **Bedrijfskritische communicatie:** een behoefte van veelal grote bedrijven voor communicatietoepassingen die essentieel zijn voor de continuïteit van de bedrijfsprocessen en waarvoor daarom hoge betrouwbaarheid en afscherming van het netwerk belangrijk zijn.
3. **Lokale Openbare Orde en Veiligheid (OOV):** een behoefte van veelal grote gemeenten die een gesloten communicatiesysteem nodig hebben voor met name cameratoezicht, waarvoor een hoge betrouwbaarheid en afscherming van het netwerk van belang zijn.
4. **Breedband in het buitengebied:** een behoefte van bedrijven en bewoners van het buitengebied, waar een breedband internetverbinding nog ontbreekt. Bijvoorbeeld door *Fixed Wireless Access* (hierna: FWA) aan te bieden.
5. **Satellietcommunicatie:** een behoefte van bedrijven die civiele satellietdiensten (bijvoorbeeld noodcommunicatie voor scheepvaart en communicatie in afgelegen gebieden) aanbieden en de 3,5 GHz-band gebruiken voor een *Space to Earth feederlink* (ontvangst van signaal uit de ruimte).

6. Massive Internet of Things (hierna: Massive IoT): een behoefte van tal van eindgebruikers die in de toekomst gebruik kunnen maken van apparaten die via het internet communiceren (*Machine-to-Machine* communicatie). De 3,5 GHz-band is specifiek geschikt om te voorzien in behoefte naar Massive IoT waarvoor een *low latency* (de mogelijkheid tot het verwerken van een grote datavraag), een landelijk dekkend netwerk en een hoge betrouwbaarheid van het netwerk van belang is.

We concluderen dat deze zes behoeften te categoriseren zijn in drie vragen om frequentieruimte: lokale frequentieruimte voor één of enkele opstelpunten, landelijke dekkende frequentieruimte en een beschermingszone om civiele satellietcommunicatie mogelijk te maken.

Vraag naar lokale frequentieruimte ten behoeve van bedrijfskritische netwerken, lokale oplossingen voor OOV en breedband in het buitengebied.

Om te voorzien in netwerken voor bedrijfskritische communicatie, lokale OOV-communicatie en breedband in het buitengebied is er behoefte aan lokale frequentieruimte in de 3,5 GHz-band. De 3,5 GHz-band is momenteel door verschillende gemeenten en bedrijven in gebruik om in deze behoeften te voorzien. Op basis van de behoeftepeiling concluderen we dat de komende jaren een bandbreedte van 40 MHz per partij voldoende is om in de behoefte te voorzien. Dit blijkt tevens uit eerder onderzoek. Op de langere termijn (vijf tot tien jaar) is mogelijk meer bandbreedte nodig, omdat partijen aangeven dat de datavraag verder zal toenemen.

Er zijn een aantal locaties in Nederland waar meer dan één partij behoefte heeft aan lokale frequentieruimte (voornamelijk in grote steden en *mainports*). Op basis van de behoeftepeiling concluderen we dat er geen locaties zijn waar meer dan drie partijen naast elkaar een behoefte hebben aan 40 MHz spectrum voor

¹ Een *guard band* is een stuk frequentiespectrum dat tussen twee netwerken wordt vrijgehouden om te voorkomen dat netwerken elkaar storen.

lokale netwerken. Het valt echter niet uit te sluiten dat er (in de toekomst) meer partijen een dergelijke behoefte hebben.

Om meerdere partijen op dezelfde locatie te kunnen voorzien in hun individuele behoefte, zal elke partij afzonderlijk beschikking moeten krijgen over frequentiespectrum. Bij de verdeling moet rekening gehouden worden met eventuele onderlinge storing. Wanneer het niet mogelijk is om individuele netwerken te synchroniseren, zijn er mitigerende maatregelen (zoals *guard bands*¹) nodig om deze storingen te voorkomen.

Vraag naar landelijk dekkende frequentieruimte voor de toekomstige uitrol van 5G.

Mobiele Network Operators (MNO's) geven aan landelijk 5G te willen uitrollen in de 3,5 GHz-band om te voorzien in de behoefte aan EMB, Massive IoT-toepassingen en afschermd netwerken voor bedrijfskritische communicatie door middel van *network slicing*. Ook geven MNO's aan met 5G te kunnen voorzien in breedband in het buitengebied en specifieke oplossingen voor de OOV-sector. MNO's geven aan behoefte te hebben aan een bandbreedte van 100 MHz per MNO om dit te kunnen realiseren. Zij geven aan dat deze behoefte er tussen 2020 en 2022 is. De verwachting is dat er maximaal vier MNO's zijn die op landelijke schaal 5G willen uitrollen.

De gewenste bandbreedte van 100 MHz per MNO komt overeen met de maximale bandbreedte van een blok (*carrier*) die is gedefinieerd in *release 15* van de 3GPP.² De mogelijkheden van 5G kunnen dus maximaal worden benut met aaneengesloten blokken van 100 MHz per MNO. De European Conference of Postal and Telecommunications Administrations heeft naar aanleiding hiervan de aanbeveling aan nationale overheden gedaan om zoveel mogelijke

² Zie tabel 4.2.1. op pagina 13 van *Release 15 (General aspects for UE RF for NR)* van 3GPP in juni 2018. Voor de banden n77 en n78 zijn bandbreedtes van 10 MHz, 15 MHz, 20 MHz, 40 MHz, 50 MHz, 60 MHz, 80 MHz en 100 MHz gedefinieerd.

aaneengesloten spectrum voor 5G beschikbaar te stellen en minimaal drie keer 50 MHz aaneengesloten spectrum beschikbaar te stellen.

Initieel zal de 3,5 GHz-band worden ingezet om te voorzien in de toenemende datavraag (EMB). De behoefte aan spectrumcapaciteit om in EMB te voorzien zal dus niet direct 100 MHz zijn, maar evenredig met de groei van de datavraag toenemen. Naast EMB is de 3,5 GHz-band bij geschikt om te voorzien in toepassingen die vragen om hoge datasnelheden, *low latency* en een hoge betrouwbaarheid. Er zijn verschillende *verticals* waarvoor toepassingen met deze vereisten worden ontwikkeld (automotive, *health*, industrie, et cetera). Producenten van ecosystemen en ontwikkelaars van toepassingen hebben in de behoeftepeiling aangegeven te verwachten dat toepassingen voor *verticals* tussen 2022 en 2023 beschikbaar zullen zijn. Het is momenteel nog onduidelijk welke toepassingen dit precies zal betreffen en of ze daadwerkelijk om een dusdanig hoge datasnelheid vragen dat *carriers* van 100 MHz nodig of wenselijk zijn. Het is dus ook nog onduidelijk wat het gevolg zal zijn van een beschikbaarheid van aaneengesloten spectrum van minder dan 100 MHz per MNO. Mogelijk zijn complexere of dichtere netwerken nodig (wat een hogere investering vergt) en/of kan in mindere kwaliteit in bepaalde toepassingen worden voorzien.

In acht van de tien landen onderzochte landen is frequentieruimte reeds verdeeld, zijn plannen voor de verdeling vastgesteld of zijn de plannen in consultatie.³ Deze landen maken substantiële delen van de 3,5 GHz-band vrij voor 5G: minimaal 300 MHz wanneer plannen voor de gehele band zijn gepubliceerd. Uitgaande van drie tot vier MNO's per land zal de beschikbare bandbreedte per MNO 75 MHz of meer zijn.⁴ Momenteel is de verwachting dat de 3,5 GHz-band in deze acht landen uiterlijk in 2022 beschikbaar zal zijn.

³ Het betreft België, Duitsland, Frankrijk, Ierland, Italië, Oostenrijk, Verenigd Koninkrijk en Zweden.

MNO's geven aan dat 5G het mogelijk maakt door middel van bijvoorbeeld *network slicing* in netwerken voor bedrijfskritische communicatie of lokale OOV-toepassingen te voorzien. Of vraag en aanbod voor deze toepassingen elkaar zullen vinden, is onzeker en hangt bijvoorbeeld af van de *businesscase* en de mogelijkheden om binnen het netwerk van de MNO in de door een bedrijf gewenste configuratie te voorzien.

Vraag naar een beschermingszone voor een deel van de frequentieruimte om civiele satellietcommunicatie mogelijk te maken

De 3,5 GHz-band wordt in Nederland door in ieder geval één partij ingezet voor civiele satellietcommunicatie. Het gaat om een *Space to Earth feederlink* die wordt ingezet om informatie van de satelliet naar een grondstation te verzenden. De *feederlink* maakt gebruik van het banddeel tussen de 3.550 MHz en 3.674 MHz. Aangegeven is dat de verwachting is dat de satelliet tot 2042 operationeel is. Om het signaal te kunnen ontvangen dient storing te worden voorkomen en kan een beperking aan frequentiegebruik van het betreffende banddeel door derden noodzakelijk zijn (geografisch of door separatie tussen de frequenties: een *guard band*).

Varianten

We hebben vier hoofdvarianten voor de toekomstige verdeling van de 3,5 GHz-band gedefinieerd waarin de verschillende typen vraag naar frequentieruimte al dan niet plek krijgen:

- 1. Landelijk.** Een volledig verdeling van de 3,5 GHz-band in landelijke lagen;
- 2. Landelijk – lokaal.** Een combinatie van een landelijke en lokale verdeling. De lokale verdeling komt in deze variant tot stand door middel van de uitgifte van vergunningen voor individuele opstelpunten;
- 3. Regionaal.** Een regionale verdeling van Nederland in twee of meer regio's waarbij vergunningen in een regio kunnen worden verworven. Daarbij is het

⁴ Er zijn landen waar geen cap (maximum bandbreedte per MNO) is gesteld waardoor het in die landen ook zo zou kunnen zijn dat er MNO's zijn die minder of geen bandbreedte verwerven.

mogelijk in een bepaald gebied beperkingen op te leggen voor civiele satellietcommunicatie;

4. **Combinatie.** Een combinatie van een landelijke en lokale verdeling met ruimte voor satellietcommunicatie. Daarbij is aangenomen dat in een bepaald gebied beperkingen worden opgelegd om civiele satellietcommunicatie te beschermen. Hoe groot dit gebied moet zijn een specifieke situatie zal moeten blijken uit vervolgonderzoek. Een aanpassing op deze variant kan een volledige landelijke verdeling zijn met geografische beperkingen voor satellietcommunicatie.

Uiteraard zijn er variaties op deze hoofdvarianten mogelijk.

Conclusies

Europees is de 3,5 GHz-band benoemd als de band tussen de 1 en 6 GHz voor de initiële uitrol van 5G. Bepaald is dat tijdig spectrum beschikbaar dient te komen voor de uitrol van 5G. In acht van de tien landen onderzochte landen is frequentieruimte reeds verdeeld, zijn plannen voor de verdeling vastgesteld of zijn de plannen in consultatie. Het is dan ook zeer aannemelijk dat ecosystemen⁵ voor 5G als eerste in de 3,5 GHz-band beschikbaar zullen komen.

De beschikbare bandbreedte in de 3,5 GHz is onvoldoende om in alle in dit onderzoek geïdentificeerde behoeften aan bandbreedte te voorzien. Bij de verdeling van de 3,5 GHz-band moeten dus een aantal keuzes worden gemaakt. Bij het maken van deze keuzes, staan twee afwegingen centraal:

- Wordt gekozen voor een lokale, regionale of landelijke verdeling van de 3,5 GHz-band?
- Wordt in de 3,5 GHz-band wel of geen ruimte gereserveerd voor satellietgebruik?

⁵ Met ecosystemen bedoelen we de beschikbaarheid van technologiestandaarden, netwerkkapparatuur en *devices*/randapparatuur.

Op basis van deze afwegingen en de keuzes in andere landen hebben we vier hoofdvarianten gedefinieerd. Een analyse van de voor- en nadelen van de hoofdvarianten, gezien vanuit het oogpunt van de geïdentificeerde behoeften, laat zien dat geen van de varianten duidelijk het beste voorziet in alle behoeften.

Elke verdeling is dus suboptimaal en vraagt om een weging van economische en maatschappelijke belangen, zodat doelmatig (effectief en efficiënt) frequentiegebruik mogelijk is. In de huidige marktstructuur is het aannemelijk dat door middel van een landelijke verdeling in de maximale economische belangen kan worden voorzien (eerste variant). Echter, rekening houdend met de maatschappelijke belangen dienen daarbij twee kanttekeningen te worden geplaatst. Ten eerste constateren we dat het onzeker is hoe vraag en aanbod met betrekking tot 5G zich in de toekomst zullen ontwikkelen. Zo zouden er nieuwe technologieën en toepassingen op de markt kunnen komen die vragen om alternatieve marktstructuren. Om te voorkomen dat padafhankelijkheid (een keuze voor een bepaalde verdeling nu leidt tot het uitsluiten van mogelijkheden in de toekomst) optreedt is het wenselijk enige mate van flexibiliteit te behouden. Ten tweede is onzeker of in alle maatschappelijke belangen waarin momenteel wordt voorzien in de 3,5 GHz-band, zal worden blijven voorzien door middel van bijvoorbeeld *network slicing* via 5G-netwerken. Gezien de doelstellingen in de Nota Frequentiebeleid is het wenselijk om een alternatief te bieden voor het geval de 5G-netwerken van MNO's niet (volledig) aan de maatschappelijke belangen tegemoetkomen.

Om de gewenste flexibiliteit en alternatieven te bieden, onderscheiden we twee kansrijke mogelijkheden:

- **Een deel van de 3,5 GHz-band reserveren voor lokaal gebruik.** Door een deel lokaal beschikbaar te stellen wordt gekozen voor de tweede variant. Individuele partijen kunnen door middel van vergunningen voor één of

enkele lokale opstelpunten in een behoefte te worden voorzien. Dit kan als alternatief dienen indien de dienstverlening via het 5G-netwerk van een MNO niet tot stand komt. Daarnaast biedt dit flexibiliteit in de marktstructuur, omdat niet voor één wijze van verdeling wordt gekozen, waardoor mogelijke nieuwe product-marktcombinaties kunnen ontstaan. In een aantal onderzochte Europese landen wordt ook voor een dergelijke verdeling gekozen (Duitsland, Ierland, Frankrijk en België). Een lokale vergunning zou voor een relatief beperkte looptijd (enkele jaren) of in combinatie met een *use-it or lose-it* clause kunnen worden uitgegeven om te borgen dat frequentieruimte opnieuw beschikbaar komt als een partij de frequenties niet benut. Een belangrijk nadeel van het beschikbaar stellen van een deel van de band voor lokaal gebruik is dat het aantal partijen dat op dezelfde geografische locatie een eigen netwerk in gebruik kan nemen, beperkt is. Door bijvoorbeeld 80 MHz beschikbaar te stellen kunnen op dezelfde geografische locatie maximaal twee partijen in hun behoefte worden voorzien, mits afspraken gemaakt worden over synchronisatie. Indien synchronisatie niet mogelijk is (bijvoorbeeld omdat de eisen aan verhouding *uplink/downlink* verschillen of omdat verschillende technologieën gebruikt worden is de beschikbare netto frequentieruimte kleiner dan 40 MHz omdat dan rekening zal moeten worden gehouden met beperkingen aan de randen van het spectrum (*guard bands*).

- **Micro licensing.** Door middel micro licensing, bijvoorbeeld met behulp van geautomatiseerd *Licensed Shared Access* (hierna: LSA) is het mogelijk voor (delen van) de 3,5 GHz-band afspraken te maken over verschillende prioriteitslagen in het spectrum. Dit biedt mogelijkheden om vergunningen uit te geven aan partijen met die gebruik kunnen maken van het spectrum op het moment dat degene met meer prioriteit minder spectrum nodig heeft. In de Verenigde Staten wordt een dergelijk model ingezet voor de uitgifte van vergunningen in de 3,5 GHz-band. Nadelen van dit model zijn de relatieve complexiteit om een dergelijk systeem in te richten.

Of civiele satellietcommunicatie in de 3,5 GHz-band wel of niet mogelijk is in combinatie met een landelijk 5G netwerk is aanvullend onderzoek nodig. In Duitsland, waar ook civiele satellietcommunicatie plaatsvindt in de 3,5 GHz-band, wordt een beschermingszone van twintig kilometer in de hoofdstraalrichting en vijf kilometer in de andere richtingen gehanteerd. Hierbij wordt de kanttekening gemaakt dat de exacte behoefte aan bescherming voor satellietcommunicatie afhankelijk is van topografie en morfologie in het betreffende gebied en de Duitse situatie dus niet één-op-één kan worden overgenomen.

Aanbevelingen

Op basis van het onderzoek doen we de volgende aanbevelingen:

1. **We bevelen aan een substantieel deel van de 3,5 GHz-band landelijk beschikbaar te stellen.** De 3,5 GHz-band zal in Europa de eerste frequentieband zijn waar grote bandbreedtes beschikbaar komen en waarvoor ecosystemen voor 5G (zowel voor EMB als Massive IoT) in ontwikkeling zijn. We bevelen aan de Europese ontwikkelingen te volgen zodat 5G ook in Nederland in de 3,5 GHz-band kan worden uitgerold. Voor 5G heeft in Nederland een landelijke verdeling de voorkeur boven een regionale indeling vanwege de relatief hoge bevolkingsdichtheid in Nederland en de verwevenheid van rurale en stedelijke gebieden. Op basis van de internationale vergelijking en de aanbevelingen van Europese en internationale organisaties, constateren we dat een verdeling in aaneengesloten bandbreedtes van tussen de 80 MHz en 100 MHz het meest gebruikelijk is. Technisch is een aaneengesloten bandbreedte van 100 MHz de optimale verdeling om het maximale potentieel van 5G te benutten. Dat blijkt ook uit de reacties op de behoeftepeiling van technologiebedrijven, die netwerkapparatuur en *devices* produceren. Aaneengesloten blokken van 50 MHz per MNO wordt beschouwd als het minimum om een uitrol van 5G mogelijk te maken. Het is raadzaam om het spectrum uiterlijk in 2021 beschikbaar te stellen, zodat toepassingen in 2022 in gebruik kunnen worden genomen.

- 2. We bevelen aan om aanvullende instrumenten in te zetten om te borgen dat in maatschappelijke belangen wordt voorzien en zodat flexibiliteit in de marktstructuur kan worden geboden.** Het is onzeker hoe 5G-toepassingen zich in de toekomst zullen ontwikkelen en het is onzeker of maatschappelijke belangen maximaal worden geborgd als de 3,5 GHz-band volledig landelijk beschikbaar wordt gesteld. Daarom adviseren we te onderzoeken of het in Nederland mogelijk is de 3,5 GHz-band door middel van LSA in verschillende prioriteitslagen beschikbaar te stellen of een deel van de 3,5 GHz-band te reserveren voor lokaal gebruik dat niet tot stand komt via het 5G-netwerk van MNO's (tweede variant).
- 3. We bevelen aan nader onderzoek te doen om de omvang van een beschermingszone voor civiele satellietcommunicatie in Nederland vast te stellen.** De impact van het beschermen van civiele satellietcommunicatie hangt in grote mate af van de omvang van de beschermingszone. Er is nader onderzoek nodig om vast te stellen welke bescherming (bijvoorbeeld welke geografische gebied) nodig is om civiele satellietcommunicatie mogelijk te maken. Daarbij merken we op dat de baten van civiele satellietcommunicatie internationaal zijn en het daarom aan te bevelen is om in internationaal verband naar oplossingen te zoeken.

Inhoud

Samenvatting	1	3.8. Analyse behoefte aan frequentieruimte	23
1. Inleiding	9	3.8.1. Landelijke dekking	23
1.1. Aanleiding	9	3.8.2. Lokaal frequentiegebruik	24
1.2. Onderzoeksvragen en scope	9	3.8.3. Bescherming civiele satellietcommunicatie	25
1.3. Onderzoeksaanpak	10	3.9. Conclusie	25
1.3.1. Behoeftetepeiling	10	4. Varianten	27
1.3.2. Internationale vergelijking	10	4.1. Beslissingskader	27
1.4. Leeswijzer	11	4.2. Varianten	27
2. Huidige situatie	12	4.2.1. Variant 1: Landelijk	28
2.1. Huidige vergunninghouders	12	4.2.2. Variant 2: Landelijk - lokaal	28
2.2. Overig gebruik	13	4.2.3. Variant 3: (deels) Regionaal	30
3. Behoeften in de 3,5 GHz-band	14	4.2.4. Variant 4: Combinatie	30
3.1. Geïdentificeerde behoeften	14	4.3. Conclusie	31
3.2. Enhanced Mobile Broadband	15	5. Analyse varianten – behoeften	33
3.3. Bedrijfskritische communicatie	16	5.1. Variant 1: Landelijk	33
3.4. Lokale OOV	18	5.2. Variant 2: Landelijk – lokaal	35
3.5. Breedband in het buitengebied	20	5.3. Variant 3: (deels) Regionaal	36
3.6. Satellietcommunicatie	21	5.4. Variant 4: Combinatie	38
3.7. Massive IoT: <i>low latency</i>	22	5.5. Conclusie	39
		6. Analyse varianten – uitgangspunten	41
		6.1. Uitgangspunten	41
		6.2. Varianten	42
		6.2.1. Variant 1: Landelijk	42

6.2.2. Variant 2: Landelijk – lokaal	43
6.2.3. Variant 3: (deels) Regionaal	44
6.2.4. Variant 4: Combinatie	44
6.3. Conclusie	45
7. Conclusies en aanbevelingen	47
7.1. Conclusies	47
7.2. Aanbevelingen	51
Bijlage I. Overzicht betrokkenen	53
Bijlage II. Lijst met afkortingen	55
Bijlage III. Internationale vergelijking	56

1. Inleiding

We beschrijven in dit hoofdstuk de onderzoeksvragen en de onderzoeksaanpak die aan dit rapport ten grondslag liggen. In het onderzoek staat de 3,5 GHz-band (de frequentieband tussen 3400 MHz en 3800 MHz) centraal. Het onderzoek bestaat uit een behoeftepeiling en een internationale vergelijking van tien Europese landen. We beschrijven in paragraaf 1.1 de aanleiding en achtergrond van het onderzoek. Vervolgens lichten we in paragraaf 1.2 de onderzoeksvragen en de scope van het onderzoek toe. In paragraaf 1.3 beschrijven we de gehanteerde aanpak om deze onderzoeksvragen te beantwoorden. Tot slot is in paragraaf 1.4 een leeswijzer voor dit rapport opgenomen.

1.1. Aanleiding

In 2008 heeft de Europese Commissie een beschikking afgegeven voor de harmonisatie van de 3,5 GHz-band voor mobiele communicatie.⁶ Nederland heeft in 2011 en 2014 de beschikking geïmplementeerd door het Nationaal Frequentieplan te wijzigen voor respectievelijk het banddeel 3.400 – 3.600 MHz⁷ en het banddeel 3.600 – 3.800 MHz.⁸ Uitzondering ten opzichte van de beschikking van de Europese Commissie vormt het gebied boven de lijn Amsterdam – Zwolle (de HOL-008 lijn) in het banddeel 3.400 – 3.600 MHz in verband met de bescherming van de satellietinterceptie in Burum door Defensie en de inlichtingendiensten.

In december 2017 is in de Europese Telecomraad vastgesteld dat een aantal frequentiebanden, waaronder de 3,5 GHz-band, tijdig beschikbaar dienen te

⁶ 2008/411/EG.

⁷ Stcrt 2011, nr. 8903.

⁸ Stcrt 2014, nr. 18153.

⁹ Zie: https://www.mkm.ee/sites/default/files/8.a_b_aob_5g_roadmap_final.pdf.

worden gesteld voor 5G.⁹ De Staatsecretaris van Economische Zaken en Klimaat (hierna: EZK) heeft aan de Tweede Kamer toegezegd voor het einde van 2018 met een besluit te komen over de toekomstige verdeling van de 3,5 GHz-band.¹⁰ Om een goed geïnformeerd besluit te kunnen nemen, heeft het ministerie van EZK aan KWINK groep gevraagd een behoeftepeiling voor de 3,5 GHz-band uit te voeren en een internationale vergelijking te maken van de toekomstige verdeling van de 3,5 GHz-band in tien Europese landen.

1.2. Onderzoeksvragen en scope

Onderzoeksvragen

We hebben de volgende onderzoeksvragen gehanteerd in het onderzoek:

1. **Internationale vergelijking.** Hoe gaan omliggende landen om met de toekomstige uitgifte in de 3,5 GHz-band?
2. **Behoeftepeiling.** Welke toekomstige behoefte is er bij huidige gebruikers/vergunningshouders en mogelijke andere partijen aan frequentieruimte in de 3,5 GHz-band en op welke wijze kan een afweging worden gemaakt tussen deze behoeften ten behoeve van specifieke frequentietoewijzing?

Scope en andere onderzoeken

Om tot een besluit over de toekomstige verdeling van de 3,5 GHz-band te komen laat het ministerie van EZK nog twee andere onderzoeken uitvoeren:

- Agentschap Telecom doet onderzoek naar het feitelijke huidige commerciële gebruik van de 3,5 GHz-band en migratiemogelijkheden voor dit gebruik;

¹⁰ Zie: Kamerbrief bij het Actieplan Digitale Connectiviteit van 2 juli 2018.

- TNO voert in samenwerking met de ministeries van EZK, Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties (BZK) en Defensie een onderzoek uit naar de effecten van de toekomstige uitrol van 5G-netwerken op de satellietinterceptie door inlichtingen- en veiligheidsdiensten.¹¹

Migratiemogelijkheden van huidige gebruikers en het gebruik van en de behoefte in de 3,5 GHz-band voor satellietinterceptie door inlichtingen- en veiligheidsdiensten liggen daarom buiten de scope van deze behoeftepeiling.

1.3. Onderzoeksaanpak

In de aanpak van dit onderzoek hebben we onderscheid gemaakt tussen de behoeftepeiling en de internationale vergelijking. Per onderdeel beschrijven we in de volgende paragrafen de stappen in de aanpak.

1.3.1. Behoeftetepeiling

In de behoeftepeiling hebben we de volgende aanpak gehanteerd:

- 1. Verkennend onderzoek.** We zijn gestart met een verkennend onderzoek. Het doel van het verkennende onderzoek was om te komen tot de juiste vragen voor de online behoeftepeiling en om partijen te identificeren die mogelijk een behoefte hebben aan frequentieruimte in de 3,5 GHz-band. Het verkennende onderzoek bestond uit de volgende stappen:
 - a. Documentstudie.
 - b. Verkennende gesprekken met het ministerie van EZK, Agentschap Telecom, Nederland ICT, Branchevereniging ICT en Telecommunicatie Grootgebruikers (hierna: BTG), de plattelandsgemeenten (P10), Inmarsat en Huawei.

¹¹ Zie: <https://zoek.officielebekendmakingen.nl/kst-24095-438.html>.

¹² Het betreft hier gemeenten en provincies met relatief veel buitengebied en een aantal grote gemeenten.

- c. Toetsing behoeftepeiling bij experts.
- 2. Uitsturen online behoeftepeiling en verzamelen reacties.** De behoeftepeiling is verstuurd aan huidige vergunninghouders, een selectie van gemeenten en provincies¹², Mobile Network Operators (hierna: MNO's), een selectie van leden van BTG, een aantal leveranciers van technologische oplossingen en gebruikers van de 3,5 GHz-band voor civiele satellietcommunicatie. De behoeftepeiling stond uit tussen 31 mei 2018 en 18 juni 2018. In die periode is één maal een herinnering verstuurd. In totaal hebben 36 bedrijven gereageerd op de behoeftepeiling. Een overzicht van de bedrijven die hebben gereageerd is opgenomen in bijlage I. Met KPN, T-Mobile en Greenet is aanvullend een gesprek gevoerd ter toelichting op de antwoorden op de behoeftepeiling.
 - 3. Analyse uitkomsten behoeftepeiling.** Nadat de resultaten zijn verzameld, zijn deze geanalyseerd. We hebben een aantal hoofdvarianten voor de toekomstige verdeling gedefinieerd en de effecten van deze varianten op de behoeften geanalyseerd. Daarnaast zijn de effecten van deze varianten op een aantal uitgangspunten van telecombeleid geanalyseerd.
 - 4. Toetsing.** De resultaten van de behoeftepeiling en de analyses zijn in verschillende ronden getoetst:¹³
 - a. Bijeenkomst met experts;
 - b. Bijeenkomst met de begeleidingscommissie;
 - c. Twee stakeholderbijeenkomsten.

1.3.2. Internationale vergelijking

Selectie van landen

Het ministerie van EZK heeft ons gevraagd in ieder geval Duitsland, Frankrijk en Ierland mee te nemen in de internationale vergelijking. Daarnaast hebben we de

¹³ In bijlage I is opgenomen wie bij deze bijeenkomsten aanwezig waren.

volgende uitgangspunten gehanteerd om tot een selectie van tien landen te komen:

- Landen binnen de Europese Unie (hierna: EU) met vergelijkbare geografie: België en Denemarken;
- Landen binnen de EU met vergelijkbare marktordening: Zweden en Oostenrijk;
- Landen binnen de EU met alternatieve marktordening: Italië;
- Landen in de regio die (binnenkort) geen deel uitmaken van de EU: Verenigd Koninkrijk en Zwitserland.

Stappen internationale vergelijking

We zijn de internationale vergelijking gestart met het verzamelen en bestuderen van openbare documenten over de situatie en de toekomstige verdeling van de 3,5 GHz-band in de tien landen. Vervolgens hebben we geïnventariseerd welke informatie ontbrak en is een aanvullend informatieverzoek aan regulerende autoriteiten in de betreffende landen verstuurd.

1.4. Leeswijzer

In het vervolg van dit rapport beschrijven we de resultaten van de behoeftepeiling en de internationale vergelijking. We starten in hoofdstuk 2 met een beschrijving van de huidige situatie zodat duidelijk wordt in welke behoefte de 3,5 GHz-band momenteel voorziet. In hoofdstuk 3 beschrijven we de zes behoeften die we hebben geïdentificeerd op basis van de behoeftepeiling. In hoofdstuk 4 definiëren we vier mogelijke hoofdvarianten voor de toekomstige accommodatie van de verschillende behoeften. Daarbij baseren we ons op de belangrijkste keuzemogelijkheden en de situatie in de andere onderzochte Europese landen. In hoofdstuk 5 en 6 analyseren we de gevolgen van de verschillende varianten op respectievelijk de geïdentificeerde behoeften en op een aantal uitgangspunten voor telecombeleid. Tot slot komen we in hoofdstuk 7 tot onze conclusies en aanbevelingen.

In bijlage I hebben we een overzicht opgenomen met partijen die hebben gereageerd op de behoeftepeiling en een overzicht van de deelnemers aan de verschillende bijeenkomsten. In bijlage II hebben we een overzicht met afkortingen opgenomen. In bijlage III zijn de resultaten van de internationale vergelijking beschreven.

2. Huidige situatie

We zijn dit onderzoek gestart met een analyse van het huidige gebruik van de 3,5 GHz-band. In paragraaf 2.1 zijn de huidige vergunninghouders beschreven. Vervolgens wordt in paragraaf 2.2 aandacht besteed aan overig gebruik van de 3,5 GHz-band.

2.1. Huidige vergunninghouders

De 3,5 GHz-band wordt op dit moment lokaal vergund ten zuiden van de lijn Amsterdam – Zwolle. Met het begrip ‘lokaal’ wordt bedoeld dat individuele vergunningen per opstelpunt worden afgegeven op volgorde van binnenkomst van de aanvragen.¹⁴ Deze lijn waarborgt de bescherming van de satellietinterceptie door het grondstation in Burum, dat onder andere door de inlichtingen- en veiligheidsdiensten wordt gebruikt.¹⁵ Deze lijn wordt de HOL008-lijn genoemd.

In tabel 1 zijn de vergunninghouders in de 3,5 GHz-band opgenomen. De band is in de tabel opgedeeld in vier delen van 100 MHz. Uitzondering is de band tussen 3.400 en 3.500 MHz, die begint bij 3.410 MHz omdat de ruimte tussen 3.400 en 3.410 MHz is gereserveerd voor separatie met de radioplaatsbepaling in het banddeel onder de 3.400 MHz. In de meest rechterkolom zijn de toepassingen benoemd waarvoor de vergunningen worden ingezet.

Band	Looptijd vergunningen	Vergunninghouders	Toepassingen
3.410 tot 3.500 MHz	t/m 2026	Gemeente Utrecht, Rotterdam World Gateway, VCS international, Voorhout Data Connection (t/m 2019), Alcadis (t/m 2019)	Lokale OOV Bedrijfskritische communicatie
3.500 tot 3.600 MHz	t/m 2026	Hillsafety (t/m 2022), Greenet, KPN, Brightfiber, Venus & Mercury Telecom	Breedband buitengebied Evenementen
3.600 tot 3.700 MHz	t/m 2022	Gemeente Amsterdam, WiFi4All, Greenet, Rodin Connect, Access Communications, Bloemers-Meeuws, Unlimited Expectations	Lokale OOV Breedband buitengebied Bedrijfskritisch
3.700 tot 3.800 MHz	t/m 2026	European Container Terminals, Koning & Hartman, Vodafone (t/m 2022), T-Mobile, Gemeente Eindhoven, Access Communications	Lokale OOV Bedrijfskritische communicatie Backhaul Experimenten

Tabel 1. Huidige vergunninghouders in de 3,5 GHz-band.¹⁶

¹⁴ Zie: Nationaal Frequentieregister en Nationaal Frequentieplan.

¹⁵ Het gebruik van de 3,5 GHz-band door Defensie en de inlichtingendiensten valt buiten de scope van dit onderzoek.

¹⁶ Zie: Nationaal Frequentieregister: <http://nfr.agentschaptelecom.nl/nfr/content/freqPortal.do>.

De vergunningen in de 3,5 GHz-band worden momenteel met name ingezet voor de volgende toepassingen:

- Lokale Openbare Orde en Veiligheid (hierna: OOV) voor cameratoezicht in binnensteden;
- Bedrijfskritische communicatie;
- Breedband voor bedrijven en/of bewoners in het buitengebied;
- Overig gebruik: communicatie bij evenementen, ondersteuning van de *backhaul* van mobiele telecomnetwerken en het experimenteren met bijvoorbeeld 5G.

2.2. Overig gebruik

Satellietcommunicatie

Naast de vergeven vergunningen, wordt de 3,5 GHz-band ingezet voor civiele satellietcommunicatie (deze communicatie staat los van de satellietcommunicatie door de inlichtingen- en veiligheidsdiensten). Deze communicatie betreft de ontvangst van de *Space to Earth feederlink* van onder andere Inmarsat, een bedrijf voor mobiele satellietcommunicatie. De *feederlink* voorziet het grondstation op aarde van data die nodig is om de satelliet operationeel te houden. Deze communicatie betreft dus de ontvangst van signalen en niet het actief verzenden van signalen in deze band (daarvoor worden andere frequentiebanden gebruikt). De frequentieband tussen 3.550 en 3.674 MHz wordt gebruikt voor de ontvangst. De satellietcommunicatie is gevoelig voor storing. Er is daarom een geografische zone nodig waar het gebruik van de betreffende frequenties wordt beperkt. Momenteel valt het grondstation van Inmarsat in Burum in het gebied dat bescherming geniet vanwege de satellietcommunicatie door inlichtingen- en veiligheidsdiensten: de HOL008-lijn zoals vastgelegd in het Nationaal Frequentieplan.¹⁷

¹⁷ Zie Staatscourant 2011, nr. 8903: <https://zoek.officielebekendmakingen.nl/stcrt-2011-8903.html>.

Tijdelijke vergunningen

Naast de vergunningen met een looptijd tot en met 2022 en 2026, zijn tussen 2015 en 2017 ook 30 tijdelijke vergunningen uitgegeven voor evenementen en overige PMSE-toepassingen.¹⁸ Deze vergunningen zijn inmiddels verlopen.

¹⁸ PMSE staat voor Programma Making & Special Events en betreft bijvoorbeeld mediadekking en communicatie omtrent evenementen.

3. Behoeften in de 3,5 GHz-band

Om de toekomstige behoefte in de 3,5 GHz-band te identificeren, hebben we een behoeftepeiling uitgezet onder huidige vergunninghouders, mogelijk toekomstige vergunninghouders en bedrijven die mogelijk in de toekomst gebruik zullen maken van toepassingen die ontwikkeld worden voor de 3,5 GHz-band. In dit hoofdstuk bespreken we de behoeften aan frequentieruimte die we in de behoeftepeiling hebben geïdentificeerd. Hierbij wordt aandacht besteed aan de volgende vragen:

- Wie deze behoefte heeft;
- Hoeveel bandbreedte nodig is om in deze behoefte te voorzien;
- Op welke geografische schaal het netwerk voor deze behoefte zou moeten worden uitgerold;
- Wanneer er in deze behoefte dient te worden voorzien en of de behoefte de komende 10 jaar verandert.

Vervolgens maken we een korte analyse van de verschillende behoeften, waarin allereerst aandacht wordt besteed aan de vraag welke belangen aan deze behoeften ten grondslag liggen. Daarnaast wordt in de analyse bekeken of er reeds ecosystemen beschikbaar zijn dan wel of deze in de komende jaren beschikbaar komen om te voorzien in de onderhavige behoefte en of er alternatieve bandbreedtes beschikbaar zijn om in deze behoefte te voorzien. Met ecosystemen bedoelen we de combinatie van de beschikbaarheid van technologiestandaarden, netwerkapparatuur en *devices* of randapparatuur om in de gewenste communicatie te voorzien.

3.1. Geïdentificeerde behoeften

In dit onderzoek zijn zes behoeften geïdentificeerd die in de tabel hierna in willekeurige volgorde zijn opgenomen met het symbool dat we in het vervolg hanteren.

	1. EMB : een grote datavraag in de maatschappij waarin via de uitrol van een 5G-netwerk voorzien zou kunnen worden.
	2. Bedrijfskritische communicatie : een behoefte van veelal grote bedrijven voor communicatietoepassingen die essentieel zijn voor de continuïteit van de bedrijfsprocessen en waarvoor daarom hoge betrouwbaarheid en afscherming van het netwerk belangrijk zijn.
	3. Lokale OOV : een behoefte van veelal grote gemeenten die een gesloten communicatiesysteem nodig hebben voor met name cameratoezicht, waarvoor een hoge betrouwbaarheid en afscherming van het netwerk van belang zijn.
	4. Breedband in het buitengebied (Fixed Wireless Access) (hierna: FWA): een behoefte van bedrijven en bewoners van het buitengebied, waar een breedband internetverbinding nog ontbreekt.
	5. Satellietcommunicatie : een behoefte van bedrijven die civiele satellietdiensten aanbieden en de 3,5 GHz-band gebruiken voor een <i>Space to Earth feederlink</i> (ontvangst van signaal uit de ruimte).
	6. Massive Internet of Things (hierna: Massive IoT): een behoefte van tal van eindgebruikers die in de toekomst gebruik kunnen maken van apparaten die via het internet communiceren (<i>Machine-to-Machine</i> communicatie). De 3,5 GHz-band is specifiek geschikt om te voorzien in behoefte naar Massive IoT

waarvoor een *low latency* (de mogelijkheid tot het verwerken van een grote datavraag), een landelijk dekkend netwerk en een hoge betrouwbaarheid van het netwerk van belang is.

In de volgende paragrafen van dit hoofdstuk worden de verschillende behoeften beschreven en geanalyseerd.

3.2. Enhanced Mobile Broadband

3.2.1. Uitkomsten behoeftepeiling

Wie

Zowel consumenten als de zakelijke markt hebben behoefte aan het ontvangen dan wel verzenden van grote hoeveelheden data, bijvoorbeeld voor *streaming* en *Augmented Reality*.¹⁹ MNO's en leveranciers van technologie bevestigen het bestaan van deze behoefte.

Bandbreedte

In deze behoefte kan worden voorzien door de uitrol van een 5G-netwerk door MNO's, die aangeven 100 MHz frequentieruimte per MNO nodig te hebben voor een efficiënte uitrol die aanvullende toepassingen faciliteert ten opzichte van de toepassingen waar de huidige 4G-netwerken in voorzien. MNO's geven aan dat hierbij rekening dient te worden gehouden met mitigerende maatregelen, zoals *guard bands* van 20 tot 25 MHz, die storing tussen de verschillende netwerken moeten voorkomen. Ten behoeve daarvan heeft de *European Communication Committee* (hierna: ECC) in rapport 281 haar bevindingen gerapporteerd over technische randvoorwaarden waaronder benodigde vermogenslimieten voor gesynchroniseerde en niet gesynchroniseerde 5G-netwerken.²⁰ MNO's maken

¹⁹ *Augmented Reality* is een live beeld van de werkelijkheid waaraan elementen worden toegevoegd door een computer.

²⁰ Zie: https://www.cept.org/files/9522/Draft%20ECC%20Report%20281%20PF_1.docx.

hierbij de kanttekening dat in de Nederlandse situatie de mitigerende maatregelen zoals de ECC die voorstelt mogelijk onvoldoende zijn, vanwege de dichtheid van de mobiele communicatienetwerken in Nederland.

De netwerken voor 5G in de 3,5 GHz-band zijn gebaseerd op *Time Division Duplex* (hierna: TDD)²¹ en MNO's hebben dus behoefte aan ongepaard spectrum. Voor *Enhanced Mobile Broadband* (hierna: EMB) geven MNO's aan dat dekking inpandig (*indoor*) en uitpandig (*outdoor*) even belangrijk zijn. MNO's geven aan dat voor EMB het versturen van data naar de randapparatuur/*devices* toe (*downlink*) belangrijker is dan het verzenden van data vanaf de *devices* (*uplink*).²²

Geografische schaal

MNO's zouden dit netwerk graag op een landelijke schaal uitrollen en hebben dus behoefte aan landelijk dekkende lagen van de frequentieruimte.

Wanneer

De MNO's geven aan netwerken die gebruik maken van de 3,5 GHz-band tussen 2020 en 2022 in gebruik te willen nemen. De verwachting van MNO's is dat de behoefte aan het verzenden en ontvangen van data in de toekomst alleen maar zal toenemen, waardoor mogelijk nieuwe banddelen nodig zullen zijn om in deze behoefte te kunnen voorzien.

²¹ Time Division Duplex (TDD) verwijst naar duplexcommunicatie waarbij de *uplink* wordt gescheiden van de *downlink* door de toewijzing van verschillende tijdsleuven in dezelfde frequentieband.

²² Onder *uplink* wordt verstaan de communicatie van een *device* naar het netwerk. Een *downlink* betreft de communicatie van het netwerk naar een *device*.

3.2.2. Analyse behoefte

Belangen

Aan de realisatie van EMB zijn maatschappelijke en economische belangen verbonden. Consumenten en de zakelijke markt willen worden voorzien in toepassingen waarbij het verzenden van grote hoeveelheden data noodzakelijk is, zoals het *streamen* van een live voetbalwedstrijd in de trein, het spreken met een dokter vanuit huis of het samenwerken op afstand via een videoverbinding. De internationale ontwikkelingen zijn hierbij leidend; wanneer deze ontwikkeling in andere Europese of westerse landen op gang komt, zal Nederland niet willen achterblijven. Daarbij heeft het Kabinet de ambitie om één van de beste mobiele verbindingen van Europa te hebben.²³ Het faciliteren van toekomstige toepassingen is van waarde voor de connectiviteit van Nederland en voor de ontwikkeling van de Nederlandse economie. Bedrijven, de overheid en maatschappelijke organisaties hebben baat bij een goede digitale infrastructuur die nieuwe kansen kan bieden voor *businesscases*, efficiëntere dienstverlening en efficiënter werken. Naast de economische belangen zijn er ook maatschappelijke belangen gemoeid met toekomstige toepassingen. Zo kan de zorgverlening verbeteren (bijvoorbeeld door een behandeling op afstand) en de mobiliteit zich ontwikkelen (bijvoorbeeld met zelfrijdende auto's).

Analyse ecosystemen

De ecosystemen in de 3,5 GHz-band zullen de komende jaren op de markt komen.²⁴ De 3,5 GHz-band is aangewezen als 'pioniersband' voor 5G in Europa. Het is daarom aannemelijk dat ook de netwerkapparatuur en *devices* voor de uitrol van 5G juist voor deze band op de markt beschikbaar zullen komen. Dit sluit aan bij de verwachtingen van de technologieleveranciers. Zij geven aan dat

netwerkapparatuur en *devices* die gebruik maken van de 3,5 GHz-band in 2020 beschikbaar zijn.

Alternatieven

Om in de behoefte van EMB te voorzien, lijken geen alternatieve frequentiebanden te bestaan. De karakteristieken van de 3,5 GHz-band zijn zodanig dat deze een belangrijke rol zal gaan spelen in de uitrol van 5G. De 3,5 GHz-band is naar verwachting de eerste band waar relatief grote blokken spectrum beschikbaar zijn waardoor in hoge datasnelheden kan worden voorzien. Naast de 3,5 GHz-band, zijn de 700 MHz- en 26 GHz-band door de EU aangewezen voor 5G. De 700 MHz-band biedt een goede landelijke dekking, maar beperkte capaciteit. De 26 GHz-band is juist een capaciteitsband, die niet is bedoeld voor het realiseren van (landelijke) dekking. De 3,5 GHz-band lijkt dus de brug te slaan tussen deze twee frequentiebanden om een optimaal functionerend 5G-netwerk te realiseren.

3.3. Bedrijfskritische communicatie

3.3.1. Uitkomsten behoeftepeiling

Wie

Enkele grote bedrijven, zoals grote infrastructuurbedrijven of *mainports*, hebben behoefte aan een netwerk dat bedrijfskritische communicatie mogelijk maakt. Deze bedrijfskritische communicatie is bijvoorbeeld essentieel vanuit een veiligheidsoogpunt of voor de continuïteit van bedrijfsprocessen. Een hoge betrouwbaarheid van het netwerk en een afscherming van het netwerk ten opzichte van andere toepassingen van de frequentieruimte is hiervoor essentieel.

²³ Zie bijvoorbeeld het Actieplan Digitale Connectiviteit van 3 juli 2018.

²⁴ Zie: <https://www.telecompaper.com/news/mobile-industry-approves-completion-of-standalone-release-15-5g-specifications--1248485> en <https://news.samsung.com/global/5g-is-now-part-2-high>

[end-performance-from-equipment-to-devices-and-chipsets](https://www.onemorething.nl/2018/07/iphone-5g-2019/) en <https://www.onemorething.nl/2018/07/iphone-5g-2019/>.

Bandbreedte

Bedrijven geven aan 20 tot 80 MHz frequentieruimte nodig te hebben om in deze behoefte te kunnen voorzien. Een meerderheid van de bedrijven geeft aan 40 MHz nodig te hebben, met name voor *outdoor* toepassingen. Deze bandbreedte sluit aan bij eerdere onderzoeken naar de gewenste bandbreedte voor bedrijfskritische communicatie.²⁵ Hierbij kan de kanttekening worden gemaakt dat op enkele plekken in Nederland behoefte is aan verschillende blokken van 40 MHz, vanwege de aanwezigheid van meerdere bedrijven met een vergelijkbare behoefte aan een netwerk voor bedrijfskritische communicatie. Met name de grote steden en *mainports* zijn locaties waar meer dan één partij een behoefte heeft. Uit de behoeftepeiling zijn geen locaties naar voren gekomen waar meer dan drie partijen naast elkaar een behoefte hebben.

Het grootste deel van de partijen die hebben aangegeven behoefte te hebben aan bedrijfskritische communicatie, hebben behoefte aan ongepaard spectrum. Een kleiner deel geeft aan behoefte te hebben aan gepaard spectrum. Bedrijven geven aan dat *uplink* en *downlink* even belangrijk zijn in bedrijfskritische netwerken. Een enkel bedrijf vermeldt hierbij dat specifieke eisen gelden met betrekking tot bijvoorbeeld een gegarandeerde periodieke terugmelding.

Geografische schaal

In deze behoefte kan worden voorzien door middel van een lokale uitrol op basis van één of enkele opstelpunten.

Wanneer

De behoefte aan een netwerk voor bedrijfskritische communicatie bestaat op dit moment al en een deel van de huidige vergunninghouders in de 3,5 GHz-band gebruikt deze ruimte reeds voor deze toepassing. Bedrijven geven aan dat de vraag naar bandbreedte de komende tien jaar verder zal toenemen, omdat

²⁵ Zie: Rapport Onderzoek naar vergunningsvrij gebruik in de 2100 MHz band (Strict Consultancy, 2017) en De behoefte aan spectrum voor specifieke, professionele breedbandige toepassingen (Dialogic, 2017).

toekomstige communicatieoplossingen om steeds meer data zullen vragen.

3.3.2. Analyse behoefte

Belangen

Het bieden van de mogelijkheid tot het uitrollen van bedrijfsspecifieke netwerken voor bedrijfskritische communicatie, is van belang voor het realiseren van continuïteit in het bedrijfsproces van grote infrastructuurbedrijven of *mainports*. Zowel commercieel als maatschappelijk kunnen de belangen van continuïteit van het primaire proces van dit type bedrijven groot zijn. Zo is het commerciële verlies groot als de afhandeling van een *mainport* stilvalt, maar zijn ook de gevolgen voor de Nederlandse economie groot en kan de veiligheid van werknemers en klanten in het geding komen.

Analyse ecosystemen

Om in de behoefte van bedrijfskritische communicatie te voorzien, zijn er al ecosystemen beschikbaar in de 3,5 GHz-band. Deze band wordt immers momenteel al ingezet om in deze behoefte te voorzien.

Alternatieven

Er zijn tevens ecosystemen (netwerkapparatuur en *devices*) beschikbaar voor bedrijfskritische communicatie in de 2,3 GHz- of 5 GHz-band.²⁶ Deze bieden op dit moment geen alternatief. De 2,3 GHz-band is aangewezen voor gebruik door de ministeries van Defensie en Justitie en Veiligheid (hierna: JenV) en voor de uitgifte van vergunningen ten behoeve van *Electronic News Gathering/Outside Broadcasting* (hierna: ENG/OB) voor communicatie bij evenementen en voor op afstand bestuurbare vliegtuigen.²⁷ Het is niet bekend tot wanneer deze band voor deze toepassingen in gebruik is, mogelijk biedt dit kansen om in de toekomst ruimte in deze band te reserveren om te voorzien in de behoefte aan

²⁶ Zie: Rapport Onderzoek naar vergunningsvrij gebruik in de 2100 MHz band (Strict Consultancy, 2017).

²⁷ Zie: Nationaal Frequentieplan 2014.

bedrijfskritische communicatie. De 5 GHz-band is vergunningsvrij en daarmee minder geschikt voor de uitrol van bedrijfskritische netwerken; hiermee vermindert immers de controle over de betrouwbaarheid van het netwerk.

Ook kan voor enkele bedrijfsspecifieke toepassingen worden gedacht aan migratie naar hogere delen van het frequentiespectrum, bijvoorbeeld een *millimeterwave* als de 26 GHz-band. Indien de uitwisseling van gegevens zeer lokaal plaatsvindt (*line-of-sight*), kunnen in deze banden grote hoeveelheden data worden verstuurd. De netwerkapparatuur en *devices* voor deze banden zijn er op dit moment nog niet of beperkt, maar de verwachting is dat deze apparatuur ontwikkeld zal worden in verband met de ontwikkeling van 5G in de 26 GHz-band.²⁸

De MNO's geven aan dat zij in de toekomst ook in deze behoefte kunnen voorzien bij de uitrol van een landelijk 5G-netwerk, dankzij technische mogelijkheden als *network slicing*²⁹ of *Licensed Shared Access* (hierna: LSA).³⁰ *Network slicing* is een functie binnen de 5G-standaard om een deel van het netwerk virtueel af te zonderen van de rest van het netwerk. LSA biedt mogelijkheden om in de toekomst frequentieruimte te delen op basis van afspraken over wie wanneer over welk deel van de frequentieruimte kan beschikken.³¹ MNO's zouden ook een 5G-oplossing aan bedrijven kunnen bieden waarbij gebruik wordt gemaakt van de verschillende beschikbare frequentiebanden (bijvoorbeeld door ook de 26 GHz-band te gebruiken). Daardoor zou de kwaliteit van de netwerken verhoogd kunnen worden.

²⁸ Zie: De behoefte aan spectrum voor specifieke, professionele breedbandige toepassingen (Dialogic, 2017), paragraaf 5.2.

²⁹ Network slicing is een nieuwe netwerkmanagement mogelijkheid binnen 5G om virtuele netwerken te creëren. Daardoor kan hetzelfde fysieke netwerk worden ingezet om te voorzien in de specifieke eigenschappen van verschillende gebruikers te voorzien, zie: Study on Implications of 5G Deployment on Future Business Models, Body of European Regulators for Electronic Communications (BEREC), maart 2018: https://berec.europa.eu/eng/document_register/subject_matter/berec/download/0/8008-study-on-implications-of-5g-deployment-o_0.pdf.

Het is niet met zekerheid vast te stellen of bedrijven inderdaad door MNO's zullen worden voorzien in de behoefte aan netwerken voor bedrijfskritische communicatie. De meeste bedrijven hebben in de behoeftepeiling aangegeven dat zij de frequentieruimte en het netwerk zelf willen (blijven) beheren, omdat volledige controle over het netwerk gewenst is. In elk geval zullen vraag en aanbod op elkaar aan moeten sluiten. De bedrijven geven aan dat *downlink* en *uplink* voor hun communicatie even belangrijk zijn. Verschillende MNO's geven aan dat *downlink* en *uplink* even belangrijk zijn of dat *downlink* specifiek voor EMB belangrijker is.

3.4. Lokale OOV

3.4.1. Uitkomsten behoeftepeiling

Wie

Enkele grote gemeenten geven aan dat zij de behoefte hebben aan frequentieruimte voor toepassingen ten behoeve van de openbare orde en veiligheid in hun gemeente. De meest gebruikte toepassing in dit kader is cameratoezicht, maar ook installaties die het verkeer regelen worden genoemd als lokale OOV-toepassingen in de 3,5 GHz-band.

Bandbreedte

In deze behoefte kan worden voorzien door een lokale uitrol op basis van één of enkele opstelpunten. Door de gemeenten wordt een gewenste frequentieruimte

³⁰ LSA is een methode om (geautomatiseerd) afspraken vast te leggen over welke gebruiker op welk moment het recht heeft bepaalde frequenties te gebruiken. Zie: ECC report 205, Licensed Shared Access (LSA), februari 2014: <https://www.ecodocdb.dk/download/baa4087d-e404/ECCREP205.PDF>.

³¹ Zie: Licensed Shared Access (LSA) – Regulatory background and view of Administrations (K. Buckwitz, K. Engelberg en G. Rausch, 2014, IEEE).

van 40 tot 160 MHz genoemd, waarbij de behoefte aan 40 MHz het meest specifiek is onderbouwd.

Voor de uitwisseling van data door camerasystemen en verkeersinstallaties is *outdoordekking* belangrijker dan *indoordekking* en is de *uplink* belangrijker dan de *downlink*. Daarnaast wordt aangegeven dat een positie aan de onderkant van de band de voorkeur heeft, omdat het risico op paddemping in dit gedeelte van de band kleiner is.³²

Geografische schaal

De vraag naar lokale OOV-toepassingen speelt met name in binnensteden. Er is daarom vraag naar een lokale verdeling van frequentieruimte. MNO's geven aan dat zij in de toekomst in deze behoefte zouden kunnen voorzien bij de uitrol van een landelijk 5G-netwerk, dankzij technische mogelijkheden als *network slicing* of LSA. Gemeenten stellen hoge eisen aan de betrouwbaarheid van het netwerk. Zij geven daarom aan niet zeker te weten of MNO's in hun behoefte kunnen voorzien.

Wanneer

De gemeenten Amsterdam, Eindhoven en Utrecht maken reeds gebruik van deze toepassing in de 3,5 GHz-band. Op dit moment wordt dus al in deze behoefte voorzien. Gemeenten geven aan dat deze behoefte in de toekomst zal toenemen, bijvoorbeeld omdat er steeds meer camera's komen.

3.4.2. Analyse behoefte

Belangen

Het uitwisselen van camerabeelden is van belang voor de beveiliging van en toezicht in de (binnen)stad en vervult daarmee vooral een maatschappelijk

³² Paddemping is de verzwakking van het signaal door factoren in de omgeving (bijvoorbeeld topologie en morfologie).

³³ Zie: Rapport Onderzoek naar vergunningsvrij gebruik in de 2100 MHz band (Strict Consultancy, 2017).

belang. De ordehandhavers zijn de eindgebruikers van deze dienst, maar de burger is er uiteindelijk bij gebaat.

Analyse ecosystemen

Om in de behoefte van lokale OOV-toepassingen te voorzien, zijn al systemen beschikbaar in de 3,5 GHz-band. Enkele gemeenten zetten deze frequentieruimte immers al in voor cameratoezicht.

Alternatieven

Er zijn ecosystemen beschikbaar in de 2,3 GHz- of de 5 GHz-band.³³ De 2,3 GHz-band is zoals hiervoor reeds aangegeven momenteel echter aangewezen voor gebruik door de ministeries van Defensie en JenV en voor de uitgifte van vergunningen ten behoeve van ENG/OB en voor op afstand bestuurbare vliegtuigen. De 5 GHz-band is vergunningsvrij en daarmee niet geschikt voor de uitrol van missiekritische netwerken; hiermee gaat immers de betrouwbaarheid en/of beschikbaarheid waar behoefte aan is, verloren. Gemeenten geven aan dat er gesproken wordt over migratie naar hogere delen van het frequentiespectrum, bijvoorbeeld een *millimeterwave* als de 26 GHz-band. Indien de uitwisseling van gegevens lokaal plaatsvindt, kunnen in deze banden grote hoeveelheden (camera)data verstuurd worden. De apparatuur voor deze banden is er op dit moment nog niet of beperkt, maar de verwachting is dat deze apparatuur ontwikkeld zal worden in verband met de ontwikkeling van 5G in de 26 GHz-band.³⁴ Een laatste alternatief voor cameratoezicht dat is genoemd is glasvezel. Het betreft over het algemeen vaste locaties met een *point-to-point* verbinding. Glasvezel is hier een efficiënter alternatief ten opzichte van draadloze communicatie. Aangegeven wordt dat een nadeel hiervan de relatief hoge kosten voor aanleg zijn.

³⁴ Zie: De behoefte aan spectrum voor specifieke, professionele breedbandige toepassingen (Dialogic, 2017).

3.5. Breedband in het buitengebied

3.5.1. Uitkomsten behoeftepeiling

Wie

De gemeenten in het buitengebied geven aan behoefte te hebben aan toegang tot breedbandinternet via FWA voor bewoners en bedrijven. In deze gebieden is veelal (nog) geen vaste breedbandverbinding gerealiseerd, waardoor naar alternatieven gezocht moet worden.

Bandbreedte

Door de gemeenten en partijen die breedband in het buitengebied aanbieden, wordt een gewenste frequentieruimte van 40 MHz genoemd, waarbij de kanttkening wordt gemaakt dat meer frequentieruimte zorgt voor een betere breedbandaansluiting voor haar bewoners en bedrijven.

Nagenoeg alle partijen die FWA in het buitengebied aanbieden, hebben aangegeven behoefte te hebben aan ongepaard spectrum. Over het algemeen wordt aangegeven dat *downlink* en *uplink* even belangrijk zijn voor breedband in het buitengebied of dat *downlink* net belangrijker is. Om FWA te realiseren is outdoordekking belangrijker dan indoordekking (de draadloze verbinding wordt vaak gemaakt met een ontvangststation aan de buitenkant van een pand).

Geografische schaal

In deze behoefte kan worden voorzien door een lokale uitrol op basis van één of enkele opstelpunten in het buitengebied of door een regionale verdeling van het spectrum. Enkele MNO's geven aan dat zij in de toekomst in deze behoefte zouden kunnen voorzien bij de uitrol van een landelijk 5G-netwerk. Zij geven aan de ambitie te hebben om 5G in het hele land uit te rollen. De kleine gemeenten

geven echter aan dat het nog de vraag is of deze ambitie door de (landelijke) MNO's zal worden gerealiseerd.

Wanneer

De 3,5 GHz-band wordt momenteel ingezet door een aantal partijen om FWA in het buitengebied aan te bieden. De behoefte aan bandbreedte zal in de toekomst verder toenemen.

3.5.2. Analyse behoefte

Belangen

Wanneer de samenleving steeds meer wordt ingericht op digitale toepassingen, wordt het van steeds groter belang dat de digitale connectiviteit van *alle* Nederlandse bewoners en bedrijven mogelijk gemaakt wordt in het hele land.³⁵ Dit is van belang voor het gebruik van allerlei internettoepassingen, bijvoorbeeld om te kunnen inloggen op DigiD, om drones te kunnen gebruiken voor landbouwtoepassingen of om op afstand een consult te hebben met een arts.

Analyse ecosystemen

Om in de behoefte van FWA in het buitengebied te voorzien, zijn ecosystemen beschikbaar in de 3,5 GHz-band. In een deel van de plattelandsgemeenten worden buitengebieden ontsloten via de 3,5 GHz-band door kleinere mobiele operators. Tot op heden is het echter geen vanzelfsprekendheid dat het buitengebied wordt ontsloten, omdat een *businesscase* in veel gevallen moeizaam tot stand komt. Het lijkt dus niet aannemelijk dat deze gebieden snel worden ontsloten wanneer deze gemeenten afhankelijk zijn van het 5G-netwerk van grote (landelijke) MNO's. De ervaringen met de uitrol van eerdere generaties mobiele communicatiestandaarden (bijvoorbeeld 3G en 4G) bevestigen dit vermoeden.

³⁵ Zie ook het Actieplan Digitale Connectiviteit van 3 juli 2018.

Alternatieven

Als alternatief voor FWA om breedband in het buitengebied te realiseren, wordt de aanleg van glasvezel genoemd. De *businesscase* voor de aanleg van glasvezel komt echter vaak nog moeizamer tot stand dan voor FWA. FWA wordt daardoor vaak juist als alternatief voor ontsluiting via glasvezel aangedragen. Op de langere termijn is de verwachting dat er steeds meer plekken in Nederland zijn waar glasvezelinitiatieven tot stand komen. Er zijn ook ecosystemen in de 2,3 en de 5 GHz-band beschikbaar. De 2,3 GHz-band is echter in gebruik door Defensie en het ministerie van JenV ten behoeve van ENG/OB voor communicatie bij incidenten of evenementen. De 5 GHz-band kent nadelen vanwege het vergunningsvrije karakter.

3.6. Satellietcommunicatie

3.6.1. Uitkomsten behoeftepeiling

Wie

In Nederland zijn (commerciële) grondstations voor satellietcommunicatie gevestigd. Deze satellieten worden internationaal ingezet voor locatiebepaling en noodoproepen in zee- en luchtvaart en voor communicatie in afgelegen gebieden door bijvoorbeeld overheden en niet-gouvernementele organisaties (hierna: NGO's). Om deze communicatie mogelijk te maken wordt onder andere gebruik gemaakt van een grondstation voor de satelliet in Burum via een *Space to Earth feederlink*.³⁶

Bandbreedte

De satelliet maakt gebruik van 118 MHz frequentieruimte (tussen 3550 en 3674 MHz) in de regio rondom Burum. In de behoeftepeiling is aangegeven dat de 3,5

³⁶ In dit onderzoek is gesproken met twee commerciële satellietpartijen. Eén van deze partijen maakt nog steeds gebruik van de 3,5 GHz-band, de andere partij heeft aangegeven hun satellietcommunicatie recent naar een andere band te hebben verplaatst. De laagste actieve frequentie van deze partij is momenteel 3.868 MHz.

GHz-band geschikt is voor satellietcommunicatie omdat storing door weercondities in deze band beperkt is.

Geografische schaal

Momenteel wordt interferentie voorkomen door de beperkingen ten noorden van de HOL008-lijn ten behoeve van satellietinterceptie door inlichtingendiensten en Defensie. Het is nog onduidelijk hoe groot de regio rondom het grondstation zou moeten worden om interferentie met de (commerciële) satelliet te voorkomen, wanneer de HOL008-lijn zou verdwijnen.

Wanneer

Er is aangegeven dat de verwachting is dat één van de satellieten die gebruik maakt van de *feederlink* in de 3,5 GHz-band tot 2042 operationeel is.

3.6.2. Analyse behoefte

Belangen

De baten die met het gebruik van civiele satellietverbindingen gepaard gaan, liggen vooral buiten Nederland. De internationale scheepvaart gebruikt de satelliet bijvoorbeeld voor noodcommunicatie en NGO's of overheden zetten de satelliet in voor hulpverlening op plekken waar geen andere communicatienetwerken beschikbaar zijn.

Alternatieven

Het is niet mogelijk om aanpassingen aan de huidige satelliet te doen om deze op een andere frequentie te laten communiceren; daarvoor zou je naar de ruimte moeten. Het enige alternatief om met de satelliet te blijven communiceren, is het verplaatsen van het grondstation naar een andere geografische locatie. De

3,5 GHz-band is echter ook in een groot aantal andere landen bestemd voor de uitrol van 5G. De vraag is dus of dit alternatief gerealiseerd kan worden.

Nieuwe satellieten en recent gelanceerde satellieten maken naar verwachting gebruik van de Ku-band.³⁷ Ook in gebieden waar weerscondities een grote rol spelen (regenachtige gebieden) kan de Ku-band steeds beter worden ingezet omdat satellieten sterker worden.³⁸

3.7. Massive IoT: *low latency*

3.7.1. Uitkomsten behoeftepeiling

Wie

Tot slot wordt de (toekomstige) behoefte aan Massive IoT en *Machine-to-Machine*-communicatie genoemd door MNO's en leveranciers van technologie. De 3,5 GHz-band is met name geschikt voor Massive IoT-toepassingen die vragen om *low latency*, een landelijk dekkend netwerk en de beschikbaarheid van grote bandbreedtes. Het is nog onduidelijk en onzeker welke toepassingen zich in dit kader zullen ontwikkelen. Veelgenoemde sectoren zijn *automotive* (zelfrijdende auto's), zorg (sensoren in lichaam), landbouw (inspecties met drones) en industrie 4.0 (onderhoud op afstand). Voor enkele sectoren, zoals *automotive* is het belangrijk dat er zeer weinig vertraging (*low latency*) is, omdat er anders risico's ontstaan voor de veiligheid.

Bandbreedte

MNO's geven aan dat het bieden van Massive IoT-diensten onderdeel uitmaakt van de 5G behoefte. Deze behoefte is 100 MHz per MNO (zie paragraaf 3.2).

MNO's geven aan dat voor de specifieke Massive IoT-diensten waarvoor de 3,5 GHz-band geschikt is *outdoordekking* en *indoordekking* even belangrijk zijn. Ook

wordt aangegeven dat *uplink* en *downlink* even belangrijk zijn. Kanttekening daarbij is dat het zal verschillen per specifieke toepassing (binnen een *vertical*) en dat flexibiliteit daarom belangrijk is.

Geografische schaal

MNO's en technische leveranciers geven aan in de toekomst in de behoefte van Massive IoT te willen voorzien via een landelijk dekkend 5G-netwerk, waarbij de betrouwbaarheid door middel van *network slicing* wordt verhoogd.

Wanneer

De verwachting van leveranciers van technologie is dat Massive IoT *devices* tussen 2021 en 2023 op de markt komen en er op dat moment vraag zal ontstaan naar netwerken om in deze vraag te voorzien.

3.7.2. Analyse behoefte

Belangen

Het is nog onduidelijk welke toepassingen in de toekomst in de 3,5 GHz-band beschikbaar zullen zijn. Hierdoor is het voorlopig ook onbekend hoe deze behoefte zich verhoudt tot bijvoorbeeld maatschappelijke of commerciële belangen. In eerste instantie lijken de toepassingen functioneel of recreatief van aard. Het is echter niet ondenkbaar dat dit in de toekomst zal veranderen. Er wordt bijvoorbeeld geïnnoveerd met toepassingen in de gezondheidszorg. De innovatie in deze en andere *verticals* kan in de toekomst van maatschappelijk belang worden geacht.

Analyse ecosystemen

Omdat nog onzeker is welke toepassingen precies op de markt komen, kan over alternatieven voor de 3,5 GHz-band nog geen uitspraak worden gedaan. De 3,5 GHz-band is Europees benoemd als pioniersband voor 5G. Het is daarom wel

³⁷ Frequentieband tussen 12 en 18 GHz.

³⁸ Zie: <https://www.linksystems-uk.com/c-band-ku-band/>.

aannemelijk dat ecosystemen voor Massive IoT-toepassingen met een vraag naar *low latency* het eerst in deze band beschikbaar komen.

Alternatieven

De onzekerheid die met de ontwikkelingen van Massive IoT-toepassingen samenhangt, maakt het lastig om in te schatten welke alternatieve bandbreedtes voor deze behoefte passend kunnen zijn. Wanneer deze toepassingen via het 5G-netwerk en door MNO's zullen worden uitgerold, lijken er geen alternatieve frequentiebanden te bestaan. Zoals hiervoor al beschreven, zijn de karakteristieken van de 3,5 GHz-band zodanig dat deze een belangrijke rol zal spelen in de uitrol van 5G. De 3,5 GHz-band is naar verwachting de eerste band waar relatief grote blokken spectrum beschikbaar zijn waardoor in hoge datasnelheden kan worden voorzien. Naast de 3,5 GHz-band zijn de 700 MHz- en 26 GHz-band door de EU aangewezen voor 5G. De 700 MHz-band biedt een goede landelijke dekking, maar beperkte capaciteit. De 26 GHz-band is juist een capaciteitsband, die niet geschikt is voor het realiseren van landelijke dekking. De 3,5 GHz-band lijkt de brug te slaan tussen deze twee frequentiebanden om een optimaal functionerend 5G-netwerk te realiseren.

3.8. Analyse behoefte aan frequentieruimte

In dit hoofdstuk hebben we zes behoeften aan frequentieruimte gedefinieerd van huidige en potentiële vergunninghouders en gebruikers in de 3,5 GHz-band. We concluderen dat deze zes behoeften te categoriseren zijn in drie manieren voor verdeling van de beschikbare frequentieruimte: verdeling in landelijk dekkende lagen, verdeling aan de hand van lokale vergunningen en ruimte voor een beschermingszone om civiele satellietcommunicatie mogelijk te maken. In deze

³⁹ Zie: https://www.itu.int/en/ITU-T/Workshops-and-Seminars/standardization/20170402/Documents/S2_4_20Presentation_IMT%202020%20Requirements-how%20developing%20countries%20can%20cope.pdf.

⁴⁰ Zie tabel 4.2.1. op pagina 13 van Release 15 (General aspects for UE RF for NR) van 3GPP in juni 2018. Voor de banden n77 en n78 zijn bandbreedtes van 10 MHz, 15 MHz, 20 MHz, 40 MHz, 50 MHz, 60 MHz, 80 MHz en 100 MHz gedefinieerd.

paragraaf analyseren we welk type frequentieruimte nodig is om in de geïdentificeerde behoeften te voorzien.

3.8.1. Landelijke dekking

MNO's geven aan op basis van landelijk dekkende lagen te kunnen en willen voorzien in de behoefte aan EMB, Massive IoT-toepassingen en afschermdere netwerken voor bedrijfskritische communicatie door middel van *network slicing* bij de uitrol van 5G. De Internationale Telecommunicatie-unie (hierna: ITU) voorziet deze toepassingen voor 5G eveneens.³⁹ Ook geven MNO's aan met 5G te kunnen voorzien in breedband in het buitengebied en specifieke oplossingen voor de OOV-sector. MNO's geven aan behoefte te hebben aan een bandbreedte van 100 MHz per MNO om dit te kunnen realiseren. De verwachting is dat er maximaal vier MNO's zijn die op landelijke schaal 5G willen uitrollen.

De gewenste bandbreedte van 100 MHz per MNO komt overeen met de maximale bandbreedte van een blok (*carrier*) die is gedefinieerd in *release 15* van de 3GPP.⁴⁰ De mogelijkheden van 5G kunnen dus maximaal worden benut met aaneengesloten blokken van 100 MHz per MNO.⁴¹ Producenten van ecosystemen (netwerkapparatuur en *devices*) geven tevens aan 100 MHz per MNO in de 3,5 GHz-band als meest optimale bandbreedte te zien om de deels nog onbekende potentie van 5G te benutten.⁴² In report 67 van de European Conference of Postal and Telecommunications Administrations (hierna: CEPT) wordt naar aanleiding hiervan de aanbeveling aan nationale overheden gedaan om zo groot

⁴¹ Zie: J. Jeon, NR Wide Bandwidth Operations, IEEE Communications Magazine on key technologies for 5G New Radio, december 2017.

⁴² Dit blijkt uit de behoeftepeiling en bijvoorbeeld uit 5G spectrum Public Policy Position van Huawei, https://www-file.huawei.com/-/media/CORPORATE/PDF/public-policy/public_policy_position_5g_spectrum_2018.pdf?la=en&source=corp_comm.

mogelijke aaneengesloten spectrum voor 5G beschikbaar te stellen en minimaal drie keer 50 MHz aaneengesloten spectrum beschikbaar te stellen.⁴³

Die initiële uitrol van 5G in de 3,5 GHz-band zal gedreven worden door de toenemende data vraag (EMB).⁴⁴ De verwachting is dat de datavraag blijft groeien.⁴⁵ Om in deze vraag te voorzien zal er additionele spectrumcapaciteit (spectrum) nodig zijn, ten opzichte van de al beschikbare spectrumcapaciteit van MNO's. De 3,5 GHz-band is de eerste band die de mogelijkheid biedt relatief grote delen aaneengesloten spectrum beschikbaar te stellen waardoor in additionele capaciteit en een hogere datasnelheid kan worden voorzien. Om in de groeiende datavraag te voorzien zal niet direct 100 MHz per MNO nodig zijn in 2020. De benodigde capaciteit zal evenredig met de groei van de datavraag toenemen.

Naast EMB is de 3,5 GHz-band bij geschikt om te voorzien in toepassingen die vragen om hoge datasnelheden, *low latency* en een hoge betrouwbaarheid. Er zijn verschillende *verticals* waarvoor toepassingen met deze vereisten worden ontwikkeld (*automotive, health, industrie, et cetera*). Het is momenteel nog onduidelijk welke toepassingen dit precies zal betreffen en of ze daadwerkelijk om een dusdanig hoge datasnelheid vragen dat *carriers* van 100 MHz nodig of wenselijk zijn. Het is dus ook nog onduidelijk wat het gevolg zal zijn van een beschikbaarheid van aaneengesloten spectrum van minder dan 100 MHz per MNO. Mogelijk zijn complexere of dichtere netwerken nodig (wat een hogere investering vergt) en/of kan in mindere kwaliteit in bepaalde toepassingen worden voorzien. Producenten van ecosystemen en ontwikkelaars van toepassingen hebben in de behoeftepeiling aangegeven te verwachten dat

⁴³ Zie CEPT report 67: <https://www.ecodocdb.dk/download/561367fd-1ac6/CEPT%20Report%2067.pdf>.

⁴⁴ Zie: Study on Implications of 5G Deployment on Future Business Models, Body of European Regulators for Electronic Communications (BEREC), maart 2018: https://berec.europa.eu/eng/document_register/subject_matter/berec/download/0/8008-study-on-implications-of-5g-deployment-o_0.pdf.

toepassingen voor *verticals* tussen 2022 en 2023 op grote schaal op de markt komen.

MNO's geven aan dat 5G-technologie het mogelijk maakt door middel van *network slicing* of LSA in netwerken voor bedrijfskritische communicatie en OOV te voorzien. Een aantal gemeenten en bedrijven realiseert momenteel zelfstandig een netwerk vanwege de specifieke eisen aan betrouwbaarheid en afscherming. Deze bedrijven en gemeenten geven momenteel aan zelfstandig in deze netwerken te willen blijven voorzien. Mogelijk verandert dit als MNO's in de toekomst soortgelijke oplossingen kunnen bieden. De vervangbaarheid van een eigen (bedrijfs)netwerk hangt onder andere samen met de configuratie die door MNO's wordt aangeboden in termen van de verhouding tussen *uplink* en *downlink*. Een bedrijf kan bijvoorbeeld specifieke wensen hebben voor de frequentie van *uplink* of *downlink* (bijvoorbeeld een autonoom voertuig dat zich frequent moet melden om te kunnen worden gestuurd). De configuratie van de netwerken die MNO's in de toekomst kunnen bieden, zal hierop aan moeten sluiten om in de behoefte aan (bedrijfs)kritische netwerken te kunnen voorzien.

3.8.2. Lokaal frequentiegebruik

Om te voorzien in netwerken voor bedrijfskritische communicatie, lokale OOV-communicatie en breedband in het buitengebied is er momenteel behoefte aan lokale frequentieruimte in de 3,5 GHz-band. De 3,5 GHz-band wordt op dit moment ingezet om in deze behoeften te voorzien. In eerdere onderzoeken en op basis van de behoeftepeiling concluderen we dat de komende jaren een bandbreedte van 40 MHz per partij voldoende is om in de behoefte te voorzien.⁴⁶

⁴⁵ Zie: Ericsson Mobility Report, juni 2018: <https://www.ericsson.com/assets/local/mobility-report/documents/2018/ericsson-mobility-report-june-2018.pdf>.

⁴⁶ Zie: Rapport Onderzoek naar vergunningsvrij gebruik in de 2100 MHz band (Strict Consultancy, 2017). En: De behoefte aan spectrum voor specifieke, professionele breedbandige toepassingen (Dialogic, 2017).

Op de langere termijn (vijf tot tien jaar) is mogelijk meer bandbreedte nodig, omdat partijen aangeven dat de datavraag verder zal toenemen.

Er zijn een aantal locaties in Nederland waar meer dan één partij een lokale behoefte heeft. Momenteel zijn voornamelijk Amsterdam, Utrecht, Rotterdam en *mainports* locaties waar meer dan één partij behoefte heeft aan frequentiespectrum voor bedrijfskritische netwerken en lokale OOV-toepassingen. Op basis van de behoeftepeiling concluderen we dat er op dit moment geen locaties zijn waar meer dan drie partijen naast elkaar behoefte hebben aan spectrum voor lokale netwerken. Het valt echter niet uit te sluiten dat er (in de toekomst) meer partijen zijn die een dergelijke behoefte hebben.

Om meerdere partijen op dezelfde locatie in hun behoefte te voorzien zal afzonderlijk spectrum voor elke partij nodig zijn. Daarnaast hangt het van de technologie en synchronisatie af of deze blokken spectrum aaneengesloten kunnen zijn of dat er *guard bands* nodig zijn om interferentie te voorkomen. Voor bedrijfskritische communicatie geldt bijvoorbeeld dat in de behoeftepeiling is aangegeven dat *uplink* en *downlink* even belangrijk zijn, terwijl voor lokale OOV-toepassingen *uplink* belangrijker is dan *downlink*. Als de verschillende partijen de vrijheid willen hebben om zelf te kunnen kiezen voor de verhouding in *uplink* en *downlink*, heeft dit gevolgen voor de synchronisatiemogelijkheden van de netwerken en daarmee de netto beschikbare frequentieruimte.

Specifiek voor breedband in het buitengebied geldt dat het vaak niet om de locaties gaat waar behoefte is aan lokale OOV-toepassingen of bedrijfskritische communicatie. Door middel van 5G kan het buitengebied eveneens worden voorzien van breedband, maar dan zal een hoge dekking noodzakelijk zijn. Het is de vraag of (alle) MNO's deze dekking in het buitengebied zullen realiseren. In

⁴⁷ Zie voor meer informatie over het satellietgebruik in Duitsland de internationale vergelijking in bijlage III.

het verleden vond de uitrol van 3G en 4G door MNO's in eerste instantie plaats in de dichtbevolkte gebieden met een hoge datavraag.

3.8.3. Bescherming civiele satellietcommunicatie

De 3,5 GHz-band wordt in Nederland door in ieder geval één partij ingezet voor civiele satellietcommunicatie. Het gaat om een *Space to Earth feederlink* die wordt ingezet om informatie van een satelliet naar het grondstation in Burum te verzenden. De *feederlink* maakt gebruik van het banddeel tussen de 3.550 MHz en 3.674 MHz. Om het signaal te kunnen ontvangen, dient storing te worden beperkt en is een geografische beperking van het betreffende banddeel noodzakelijk. In Duitsland, waar ook civiele satellietcommunicatie plaatsvindt in de 3,5 GHz-band, wordt een beschermingszone van twintig kilometer in de hoofdstraalrichting en vijf kilometer in de andere richtingen gehanteerd. Hierbij wordt de kanttekening gemaakt dat de exacte behoefte aan bescherming voor satellietcommunicatie afhankelijk is van topografie en morfologie in het betreffende gebied.⁴⁷ Om de benodigde omvang van de beschermingszone in Nederland vast te stellen, is nader onderzoek nodig omdat de benodigde geografische spreiding, vermogensgrenzen en *guard bands* van geval tot geval verschillen.⁴⁸

3.9. Conclusie

We concluderen dat er onvoldoende spectrum beschikbaar is in de 3,5 GHz-band om in alle behoeften te voorzien (zie tabel 2). Er is zowel vraag naar landelijke lagen van 100 MHz door zeker drie MNO's, lokale frequentieruimte voor bedrijfskritische communicatie voor (voorlopig) maximaal twee bedrijven per locatie en bovendien is er een lokale vraag naar frequentieruimte voor OOV-toepassingen en FWA in het buitengebied. Hieruit kan geconcludeerd worden dat

⁴⁸ Zie: ECC report 254, pagina 12: <https://www.ecodocdb.dk/download/0202d6d9-23b1/ECCRep254.pdf>.

er in totaal vraag is naar zeker 420 MHz spectrum, waarbij eventuele *guard bands* nog buiten beschouwing zijn gelaten. Tevens bestaat behoefte aan een beschermingszone ten behoeve van commerciële satellietcommunicatie, die niet correspondeert met de hierboven beschreven behoeften aan een landelijk dekkend netwerk en de (toekomstige) lokale behoeften op enkele locaties.

Behoefte	Gewenste bandbreedte	Geografische spreiding	Aantal per locatie	Wanneer
EMB en Massive IoT	100 MHz per MNO	Landelijk	Naar verwachting maximaal vier	2020 – 2022
Bedrijfskritisch, lokale OOV en breedband buitengebied	40 MHz per netwerk (toekomst meer)	Lokaal	Enkele partijen per locatie. ⁴⁹	Momenteel
Civiele satelliet	118 MHz	Beschermingszone	Eén	Momenteel

Tabel 2. Behoefte aan frequentieruimte.

De schaarste in de 3,5 GHz-band heeft tot gevolg dat bij de verdeling van de band niet alle hiervoor beschreven behoeften vervuld kunnen worden. In het volgende hoofdstuk beschrijven we vier hoofdvarianten voor verdeling van de 3,5 GHz-band, waarna bekeken wordt hoe deze vier varianten in de in dit hoofdstuk beschreven behoeften voorzien.

⁴⁹ Op basis van de behoeftepeiling maximaal drie op een locatie.

4. Varianten

Op basis van de uitkomsten van de behoeftepeiling beschrijven we in dit hoofdstuk vier hoofdvarianten voor de toekomstige verdeling van de 3,5 GHz-band. Per variant zetten we uiteen in welke andere Europese landen voor een vergelijkbare verdeling wordt gekozen of waar een vergelijkbare verdeling wordt overwogen. We hebben deze beschrijving gebaseerd op de internationale vergelijking. In bijlage III zijn de resultaten van de internationale vergelijking opgenomen. In hoofdstuk 5 en 6 zullen de voor- en nadelen van de vier varianten geanalyseerd worden.

4.1. Beslissingskader

Uit het vorige hoofdstuk is gebleken dat verschillende behoeften aan frequentieruimte bestaan die de schaarste in de 3,5 GHz-band bevestigen: er is meer vraag dan beschikbare frequentieruimte. Bij de verdeling van de 3,5 GHz-band moeten dus een aantal belangrijke keuzes gemaakt worden. Bij het maken van deze keuzes, staan twee afwegingen centraal:

- Worden in de 3,5 GHz-band lokale, regionale of landelijke vergunningen uitgegeven?
- Wordt in de 3,5 GHz-band wel of geen ruimte gereserveerd voor satellietgebruik?





Op basis van deze afwegingen en de internationale vergelijking van tien Europese landen, hebben we vier hoofdvarianten voor verdeling opgesteld:

1. **Landelijk.** Een volledig landelijke verdeling van de 3,5 GHz-band;

2. **Landelijk – lokaal.** Een combinatie van een landelijke en lokale verdeling door middel van uitgifte van vergunningen voor individuele opstelpunten;
3. **Regionaal.** Een regionale verdeling van Nederland in twee of meer regio's waarbij vergunningen in een regio kunnen worden verworven. Daarbij is het mogelijk in een bepaald gebied beperkingen op te leggen voor civiele satellietcommunicatie;
4. **Combinatie.** Een combinatie van een landelijke en lokale verdeling met ruimte voor satellietcommunicatie. Daarbij is aangenomen dat in een bepaald gebied beperkingen worden opgelegd om civiele satellietcommunicatie te beschermen. Hoe groot dit gebied moet zijn een specifieke situatie zal moeten blijken uit vervolgonderzoek. Een aanpassing op deze variant kan een volledige landelijke verdeling zijn met geografische beperkingen voor satellietcommunicatie.

4.2. Varianten

Hieronder zijn de vier varianten nader uitgewerkt. Per variant wordt uiteengezet in welke Europese landen een vergelijkbare verdeling van de 3,5 GHz-band is of wordt gemaakt. Elke variant is schematisch weergegeven in een afbeelding. Van links naar rechts stelt deze afbeelding een horizontale dwarsdoorsnede van Nederland voor. De verschillende mogelijkheden voor verdeling van de band zijn in de afbeeldingen als volgt weergegeven.

	Een landelijke dekking bestaat uit één blok met een oranje kleur.
	Lokale vergunningverlening bestaat uit losse verticale lijnen (opstelpunten) in een blauwe kleur.
	Een regionale laag is weergegeven door middel van verschillende horizontale gedeelten (regio's) met een paarse kleur.
	Regionaal gereserveerde ruimte voor civiele satellietcommunicatie heeft een donkerblauwe kleur.

Op de verticale as is het beschikbare spectrum weergegeven. Het is van belang op te merken dat in de varianten geen exacte verdeling wordt gemaakt van hoeveelheden MHz aan frequentieruimte per landelijke, regionale of lokale laag; slechts de totale hoeveelheid beschikbaar spectrum is omschreven (390 MHz).⁵⁰ Daarnaast vertegenwoordigt het bovenste gedeelte van de afbeelding niet noodzakelijkerwijs het bovenste gedeelte van de 3,5 GHz-band.

Het is tot slot van belang op te merken dat de vier varianten uitdrukkelijk *hoofdvarianten* zijn. Variaties op deze varianten zijn uiteraard mogelijk. Zo bestaat in varianten 3 en 4 bijvoorbeeld de mogelijkheid om wel of juist geen ruimte voor satellietgebruik te reserveren.

⁵⁰ Hierbij is aangenomen dat de frequentieruimte tussen 3.400 en 3.410 MHz niet gebruikt kan worden vanwege benodigde separatie met radioplaatsbepaling. Zie ook ECC Report 281.

4.2.1. Variant 1: Landelijk

De eerste variant stelt een geheel landelijke verdeling van het spectrum voor ten behoeve van de uitrol van 5G, waarbij de beschikbare 390 MHz in verschillende blokken spectrum kan worden opgedeeld, waardoor meerdere vergunninghouders landelijk spectrum kunnen verwerven.



Figuur 1. Weergave van variant 1.

Verenigd Koninkrijk

In het Verenigd Koninkrijk is de verdeling van de 3,5 GHz-band in twee momenten opgesplitst. De 3400 – 3600 MHz-band is reeds verdeeld om de uitrol van 5G mogelijk te maken. De verdeling van de 3600 – 3800 MHz-band staat gepland in 2020. De voorwaarden voor verdeling van dit gedeelte van de band zijn nog niet gepubliceerd. In de 3400 – 3600 MHz-band is 150 MHz landelijk verdeeld door middel van een veiling. 40 MHz in deze band was reeds in bezit van een MNO. Bij de veiling zijn voorwaarden gesteld aan de totale bandbreedte die de operators mogen bezitten (zogenoeten 'spectrum caps') in de 2,3 GHz- en 3,5 GHz-band gezamenlijk. De in gebruik name staat gepland voor 2020.

4.2.2. Variant 2: Landelijk - lokaal

De tweede variant is een combinatie van een landelijke verdeling met daarnaast ruimte voor lokale vergunningen (voor één of enkele opstelpunten) in een bepaald gedeelte van de band:



Figuur 2. Weergave van variant 2.

Gezien de behoefte aan lokale vergunningen nemen we in deze variant aan dat 80 MHz aan spectrum beschikbaar wordt gesteld voor lokale vergunningen met een maximum van 40 MHz per partij. Het overige spectrum zal in deze variant landelijk beschikbaar gesteld worden. Zowel voor de behoefte aan bedrijfskritische communicatie, FWA als aan lokale OOV is aangegeven dat behoefte is aan 40 MHz. In enkele gebieden is bij meerdere partijen behoefte aan 40 MHz. De beschikbaarheid van 80 MHz voor lokale verdeling maakt het mogelijk enkele vergunningen in hetzelfde gebied naast elkaar uit te geven. Daarbij dient te worden opgemerkt dat er mogelijk een aantal gebieden zijn waar vraag is naar lokale vergunningen door meer dan twee partijen.

Duitsland

In Duitsland zijn concrete plannen voor de verdeling van de 3,5 GHz-band. Er wordt 300 MHz landelijk beschikbaar gesteld voor 5G-toepassingen tussen 3400 en 3700 MHz. Daarnaast wordt er 100 MHz beschikbaar gesteld voor lokale of regionale toepassingen in de 3700 – 3800 MHz-band. Deze ruimte kan worden ingezet voor ondernemingen of gemeenten met een frequentievraag, bedrijfskritische communicatie door middel van 5G of voor het ontsluiten van buitengebieden. De verdeling van de band is gepland in 2021, samen met de veiling van de 2 GHz-band (de voormalige UMTS-band). De frequentie kan in 2022 in gebruik worden genomen. Duitsland hanteert geen maximale hoeveelheid spectrum per mobiele operator. Daarnaast worden in Duitsland beschermingsmaatregelen getroffen voor satellietcommunicatie in de 3600 -3800 MHz-band. Hiervoor wordt voor bestaande grondstations een beschermingszone gehanteerd van 20 kilometer in de hoofdstraalrichting en 5 kilometer in de

⁵¹ Bundesnetzagentur 2018, Entscheidung der Präsidentenkammer vom 14. Mai 2018 über Anordnung und Wahl des Verfahrens zur Vergabe von Frequenzen in den Bereichen 2 GHz und 3,6 GHz für den drahtlosen Netzzugang, p. 46-48.

overige richtingen. ⁵¹ In de 3400 – 3600 GHz-band kan geen aanspraak worden gemaakt op storingsvrije ontvangst van satellietcommunicatie. ⁵²

België

In België zijn plannen gemaakt voor de verdeling van de 3,5 GHz-band. De plannen zijn nog niet definitief, maar wel concreet. België wil de gehele 3,5 GHz-band beschikbaar stellen voor 5G-toepassingen. Het spectrum wordt hiervoor opgedeeld in 40 blokken van 10 MHz. Hiervan is 40 MHz beschikbaar met een geografische beperking tot mei 2025 om te voorzien in lokale breedband in het buitengebied. 360 MHz zal landelijk beschikbaar zijn vanaf 2020. De toekomstige vergunningen kennen een looptijd van 20 jaar vanaf 1 januari 2020, steeds verlengbaar met een periode van 5 jaar. De verdeling zal begin 2019 plaatsvinden door middel van een veiling.

Zweden

Zweden is van plan de gehele 3,5 GHz-band beschikbaar te stellen voor de uitrol van 5G in 2020. De 3400 – 3500 MHz-band zal worden ingezet voor regionale toepassingen voor afgebakende, kleine regio's. De verdeling van dit spectrum zal plaatsvinden op basis van een *first come first serve*-principe. Vanwege de beperkte grootte van deze regio's is het niet aannemelijk dat dit spectrum gebruikt zal worden door MNO's. In de 3500 – 3800 MHz-band wordt een onderscheid gemaakt tussen regio's met een hoge bevolkingsdichtheid en regionale gebieden met een lage bevolkingsdichtheid. De gebieden met een hoge bevolkingsdichtheid worden aan elkaar gekoppeld en vormen daarmee een 'semi-landelijke' laag (in Zweden woont immers een groot deel van de bevolking in enkele gebieden). Deze semi-landelijke laag zal in 2019 door middel van een veiling verdeeld worden. De vergunningverlening voor frequentie in de gebieden met een lage bevolkingsdichtheid, zal verlopen zoals in de 3400 – 3500 MHz-band.

⁵² Bundesnetzagentur 2018, Entscheidung der Präsidentenkammer vom 14. Mai 2018 über Anordnung und Wahl des Verfahrens zur Vergabe von Frequenzen in den Bereichen 2 GHz und 3,6 GHz für den drahtlosen Netzzugang, p. 45.

Frankrijk

De Franse plannen voor de verdeling van de 3,5 GHz-band liggen momenteel ter consultatie voor. De band zal, wanneer de plannen ongewijzigd blijven, in twee delen worden verdeeld. De 3500 – 3800 MHz-band zal worden vrijgemaakt voor de landelijke uitrol van 5G. Frankrijk streeft ernaar deze vergunningen in 2020 in gebruik te nemen. In de 3400 – 3500 MHz-band wordt 40 MHz vrijgemaakt voor lokale verdeling, zodat het buitengebied ontsloten kan worden met breedband. Vanaf 2026 zal, vanwege het verlopen van enkele huidige vergunningen, in totaal 340 MHz beschikbaar zijn voor 5G-toepassingen.

4.2.3. Variant 3: (deels) Regionaal

De derde variant bestaat uit een regionale verdeling van de 3,5 GHz-band. In deze variant kan ruimte vrij worden gemaakt voor satelliettoepassingen in een regio.



Figuur 3. Weergave van variant 3.

De grootte van de regio's kan in deze variant nog nader worden bepaald. Er zou gedacht kunnen worden aan een verdeling naar provincies, of een verdeling die een onderscheid maakt tussen stedelijke en landelijke gebieden. Ter indicatie zijn in de figuur vijf regio's opgenomen.

Oostenrijk

De Oostenrijkse plannen zijn uitgewerkt, maar nog niet definitief vastgesteld. In de plannen wordt 315 MHz vrijgemaakt voor een regionale uitrol van 5G. Bij het definiëren van de regio's wordt een onderscheid gemaakt tussen stedelijke en regionale gebieden, waardoor frequenties in stedelijke gebieden waarschijnlijk meer zullen kosten dan in de bevolkingsarme regio's. Door te kiezen voor een regionale verdeling, hoopt Oostenrijk dat MNO's ook kosteneffectieve diensten in

⁵³ Zie: <https://futurezone.at/b2b/rtr-stellt-plan-fuer-5g-auktion-im-herbst-vor/400004561>.

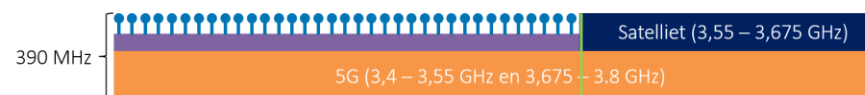
landelijke gebieden zullen aanbieden, waardoor het buitengebied zal worden ontsloten.⁵³ De veiling zal ongeveer vier maanden nadat het definitieve besluit wordt genomen, plaatsvinden. De 3400 – 3600 MHz-band zal beschikbaar zijn vanaf 1 januari 2020. De 3600 – 3800 MHz-band zal beschikbaar zijn vanaf het moment van toewijzing.

Ierland

Ierland heeft besloten 350 MHz van de 3,5 GHz-band beschikbaar te stellen voor de uitrol van 5G. Dit gedeelte van de band is in juni 2017 verdeeld onder MNO's.⁵⁴ 100 MHz is landelijk beschikbaar gesteld. De overige 250 MHz is beschikbaar besteld in negen geografische regio's. 50 MHz is niet geveild en blijft beschikbaar voor overheidsdiensten. Het spectrum werd beschikbaar gesteld in aaneengesloten blokken in veelvoud van 5 MHz. Om schaalvoordelen voor MNO's te faciliteren, werd het bieden in consortium gefaciliteerd. Daarnaast werd het door *Assignment Options* mogelijk gemaakt om hetzelfde spectrum in elke regio te verkrijgen. De verleende vergunningen hebben een looptijd van 15 jaar. Het ingebruiknamemoment is afhankelijk van de migratie van huidige vergunninghouders.

4.2.4. Variant 4: Combinatie

De vierde variant is een combinatie van de eerste drie varianten.



Figuur 4. Weergave van variant 4.

In deze variant bestaat de mogelijkheid om ruimte beschikbaar te stellen voor civiele satellietcommunicatie door beperkingen te hanteren in een bepaalde regio. Daarnaast kan een gedeelte van de band beschikbaar worden gesteld voor een landelijke uitrol van 5G. Het gedeelte van Nederland waarin de satelliet niet

⁵⁴ Zie: https://www.comreg.ie/media/dlm_uploads/2017/05/ComReg-1738.pdf.

beschermd is, kan regionaal beschikbaar worden gesteld voor de uitrol van 5G. Daarnaast kan ruimte worden gemaakt voor lokale vergunningen. Hoe de verschillende lokale, regionale, landelijke en satelliettoepassingen verdeeld worden over de band, kan nader worden bepaald. Een aanpassing zou bijvoorbeeld kunnen zijn om geen ruimte voor lokale vergunningen te reserveren en enkel een landelijke verdeling met geografische beperkingen voor satellietcommunicatie te realiseren.

Italië

Italië heeft een besluit genomen over een gedeelte van de 3,5 GHz-band.⁵⁵ De frequenties tussen 3600 – 3800 MHz zullen in september 2018 geveild worden, samen met frequenties in de 700 MHz-band en de 26 GHz-band. De 3600 – 3800 MHz-band zal geveild worden in twee blokken van 80 en twee blokken van 20 MHz, waarbij een individuele operator maximaal 100 MHz kan verkrijgen.⁵⁶ Het is voorlopig nog onduidelijk hoe het overige spectrum (3400 – 3600 MHz) in de toekomst ingezet zal worden. Italië maakt momenteel gebruik van vergelijkbare civiele satelliettoepassingen in deze band. Vooralsnog heeft Italië aangegeven de satelliettoepassingen in deze band te willen beschermen.⁵⁷

4.3. Conclusie

In dit hoofdstuk hebben we de volgende vier hoofdvarianten gedefinieerd die in (de plannen van) de onderzochte Europese landen gehanteerd worden:

1. **Landelijk.** Een volledig landelijke verdeling van de 3,5 GHz-band;
2. **Landelijk – lokaal.** Een combinatie van een landelijke en lokale verdeling door middel van uitgifte van vergunningen voor individuele opstelpunten;
3. **Regionaal.** Een regionale verdeling van Nederland in twee of meer regio's waarbij vergunningen in een regio kunnen worden verworven. Daarbij is het

mogelijk in een bepaald gebied beperkingen op te leggen voor civiele satellietcommunicatie;









4. **Combinatie.** Een combinatie van een landelijke en lokale verdeling met ruimte voor satellietcommunicatie. Daarbij is aangenomen dat in een bepaald gebied beperkingen worden opgelegd om civiele satellietcommunicatie te beschermen. Hoe groot dit gebied moet zijn een specifieke situatie zal moeten blijken uit vervolgonderzoek. Een aanpassing op deze variant kan een volledige landelijke verdeling zijn met geografische beperkingen voor satellietcommunicatie.

In acht van de tien onderzochte landen is (een deel van) de 3,5 GHz-band reeds verdeeld, zijn plannen gepubliceerd of zijn de plannen in consultatie. In alle gevallen wordt ruimte gemaakt voor de uitrol van 5G door MNO's. In tabel 3 hebben we opgenomen welk deel van het spectrum voor 5G beschikbaar is en op welk moment dit spectrum in gebruik kan worden genomen.

⁵⁵ Zie: <https://www.agcom.it/documents/10179/10216279/Documento+generico+11-04-2018/7eb2a2c6-8af9-4bc5-886e-8e36d3ac95ec?version=1.0>.

⁵⁶ Zie: <https://www.rcrwireless.com/20180525/5g/italy-confirms-plans-award-5g-spectrum-september-tag23>

⁵⁷ Zie hiervoor voetnoot 172 en 173 van de National Plan for Frequency Allocation Italy.

Land	Fase besluitvorming	Hoeveelheid spectrum voor 5G	Moment waarop verdeeld
	3,4 – 3,6 GHz-band is reeds verdeeld	190 MHz	2018
	3,6 – 3,8 GHz-band, voorwaarden onbekend	onbekend	2020 (verwacht)
	Besluit genomen, maar nog niet verdeeld	300 MHz	2021
	Plannen voorgelegd, maar nog niet definitief	360 MHz	2019
	Plannen voorgelegd, maar nog niet definitief	300 MHz	2020
	Plannen voorgelegd, maar nog niet definitief	300 MHz	2019
		340 MHz	2026
	Plannen uitgewerkt, maar nog niet definitief	315 MHz	2020 (ingebruikname)
	De band is reeds verdeeld	350 MHz	2017
	Voor de 3,4 – 3,6 GHz-band zijn de plannen uitgewerkt, maar nog niet definitief	200 MHz	2018
	Voor de 3,6 – 3,8 GHz-band zijn de plannen nog onbekend	onbekend	onbekend

Tabel 3. Overzicht landen die plannen voor de verdeling van de 3,5 GHz-band (in consultatie) hebben gepubliceerd.

Uit tabel 3 blijkt dat alle onderzochte landen die plannen voor de verdeling van de 3,5 GHz-band (in consultatie) hebben gepubliceerd of de band reeds (deels) hebben verdeeld een substantieel deel van de 3,5 GHz-band vrijmaken voor 5G:

minimaal 300 MHz voor de gehele band. Uitgaande van drie tot vier MNO's per land zal de beschikbare bandbreedte per MNO 75 MHz of meer zijn. Daarbij dient wel te worden opgemerkt dat er landen zijn waar geen cap (maximum bandbreedte per MNO) is gesteld waardoor het in die landen ook zo zou kunnen zijn dat er MNO's zijn die minder of geen bandbreedte verwerven. Vanzelfsprekend zouden er ook nieuwe MNO's kunnen toetreden. Momenteel is de verwachting dat de 3,5 GHz-band in deze landen uiterlijk in 2022 beschikbaar zal zijn.

In de hierna volgende hoofdstukken wordt een analyse gemaakt van de voor- en nadelen van de vier beschreven varianten voor de in hoofdstuk 3 onderscheiden behoeften aan frequentieruimte.

5. Analyse varianten – behoeften

In dit hoofdstuk beschrijven we de voor- en nadelen van de vier varianten in het licht van de in hoofdstuk 3 geïdentificeerde behoeften (paragraaf 5.1 tot en met paragraaf 5.4). In paragraaf 5.5 concluderen we op basis van deze analyse welke varianten het beste passen bij de verschillende behoeften.

5.1. Variant 1: Landelijk



Figuur 5. Weergave van variant 1.

De voor- en nadelen die we hierna beschrijven, zijn gebaseerd op de situatie waarin de volledig beschikbare band tussen de 3.410 en 3.800 MHz landelijk beschikbaar wordt gesteld. Bij de analyse van de voor- en nadelen nemen we aan dat de rechten voor het gebruik verworven worden door maximaal vier MNO's ten behoeve van de uitrol van 5G. Daarnaast nemen we aan dat er geen aanvullende voorwaarde(n) aan de vergunningen worden gesteld.⁵⁸ In hoofdstuk 6 gaan we in op deze mogelijke voorwaarde(n) om eventuele nadelen te mitigeren.

⁵⁸ Drie of vier MNO's afhankelijk van de goedkeuring van de Europese Commissie met betrekking tot de fusie tussen T-Mobile en Tele2.

EMB en Massive IoT *low latency*

De steeds groter wordende vraag naar mobiele data door consumenten en zakelijke gebruikers van mobiele telecomediensten zijn samengevat in de behoefte aan frequentieruimte voor EMB. Indien de MNO's de volledige bandbreedte van de 3,5 GHz-band kunnen inzetten voor 5G, is het aannemelijk dat door middel van 5G in de databehoeft van consumenten en zakelijke gebruikers zal worden voorzien. Deze variant kent ons inziens geen nadelen voor consumenten en zakelijke gebruikers met een behoefte aan EMB.

Voor Massive IoT-toepassingen waarvoor *low latency* een voorwaarde is, gelden dezelfde voor- en nadelen als voor EMB.

Bedrijfskritische communicatie en lokale OOV

Het is niet aannemelijk dat bedrijven of gemeenten vergunningen voor frequentieruimte zullen verwerven wanneer de frequentieruimte in landelijke lagen beschikbaar wordt gesteld. Bedrijven die behoefte hebben aan bedrijfskritische communicatie en decentrale overheden die behoefte hebben aan afgeschermd netwerken voor communicatie (en daarvoor momenteel de 3,5 GHz-band inzetten) zullen in deze variant afhankelijk zijn van de MNO's om in hun behoefte te voorzien, ook omdat er momenteel geen alternatieve frequentieruimte voor handen is of (naar verwachting) komt. Daardoor zullen bedrijven en gemeenten minder controle hebben over de eigenschappen van het netwerk en zijn zij afhankelijk van de beschikbare prijs/kwaliteitverhouding die MNO's bieden.

De verwachte technologische mogelijkheden van een 5G-netwerk (bijvoorbeeld *network slicing* en LSA) bieden mogelijk kansen om in deze behoefte van bedrijven en decentrale overheden te voorzien. Mogelijk biedt deze techniek kansen voor hoogwaardige communicatieoplossingen voor bedrijven. Een MNO







kan gebruik maken van de volledige range aan beschikbaar spectrum (inclusief banden buiten de 3,5 GHz-band) om in deze behoefte te voorzien.

Breedband buitengebied

Momenteel zijn er een aantal partijen die gebruik maken van de 3,5 GHz-band om breedband in het buitengebied aan te bieden door middel van FWA. Indien de volledige band landelijk beschikbaar wordt gesteld, is het niet aannemelijk dat deze partijen in een veiling ruimte zullen verwerven. Het is onzeker of de MNO's zullen voorzien in FWA-oplossingen in het buitengebied. Zij zullen een netwerk eerst uitrollen op locaties waar gebruik gemaakt kan worden van bestaande antenne-infrastructuur. De uitrol van eerdere generaties van mobiele communicatietechnologie (3G en 4G) vond bovendien in eerste instantie plaats in dichtbevolkte gebieden, vanwege de grote datavraag aldaar. Door vergunningsvoorwaarden op te nemen die eisen stellen aan de ingebruikname, dekking en datasnelheid zou kunnen worden afgedwongen dat het buitengebied wordt ontsloten.

Civiele satellietcommunicatie

Indien er geen geografisch beperkingen aan het gebruik van de 3,5 GHz-band worden gesteld, zal het niet langer mogelijk zijn de band in te zetten voor de *Space to Earth feederlink* die momenteel gebruik maakt van de 3,5 GHz-band. Bij een gebrek aan bescherming zal de ontvangst worden gestoord. Een oplossing voor civiele satellietcommunicatie zou zijn om een beschermingszone (gebied waar bepaalde frequenties niet mogen worden gebruikt) ten behoeve van satellietcommunicatie te definiëren.

	Voordelen	Nadelen
	Aannemelijk dat 5G in toekomstige databehoeftes voorziet.	
	Mogelijk alternatief via <i>network slicing</i> via 5G-netwerk MNO.	Als bedrijf afhankelijk van in de markt beschikbare prijs/kwaliteitverhouding. Minder controle over de betrouwbaarheid van het netwerk.
	Mogelijk alternatief via <i>network slicing</i> via 5G-netwerk MNO.	Afhankelijkheid van in de markt beschikbare prijs/kwaliteitverhouding. Minder controle over de betrouwbaarheid van het netwerk.
		Onzeker of FWA (tijdig) tot stand komt via 5G-netwerken MNO's.
		Gebruik van de <i>Space to Earth feederlink</i> niet langer mogelijk.
	Aannemelijk dat de uitrol van Massive IoT-diensten via het 5G-netwerk kan worden gefaciliteerd.	

Tabel 4. Analyse voor- en nadelen variant 1: landelijk.

5.2. Variant 2: Landelijk – lokaal



Figuur 6. Weergave van variant 2.

Bij het analyseren van de voor- en nadelen in deze variant nemen we aan dat het grootste deel van de 3,5 GHz-band landelijk beschikbaar wordt gesteld en er ongeveer 80 MHz gereserveerd wordt voor lokale vergunningen. We nemen aan dat de MNO's de frequentieruimte in het landelijk beschikbare deel zullen verwerven.

EMB en Massive IoT low latency

Wanneer het grootste deel van de 3,5 GHz-band landelijk beschikbaar wordt gesteld, is het aannemelijk dat nog steeds voor een belangrijk deel kan worden voorzien in de aanvullende databehoeftes. Dit geldt tevens voor Massive IoT-toepassingen waarvoor *low latency* een vereiste is. De mogelijkheden van 5G kunnen maximaal worden benut met aaneengesloten blokken van 100 MHz per MNO.⁵⁹ Het is nog onduidelijk wat de gevolgen zullen zijn als de aaneengesloten blokken per MNO kleiner dan 100 MHz zijn omdat nog onduidelijk is welke toepassingen in de toekomst zullen worden ontwikkeld die om deze hoge datasnelheden vragen. Als er minder ruimte beschikbaar is zou dit kunnen betekenen dat complexere of dichtere netwerken nodig zijn (wat een hogere investering vergt) en/of dat in mindere kwaliteit in bepaalde toepassingen kan worden voorzien.

Bedrijfskritische communicatie en lokale OOV

In deze tweede variant is er voor bedrijven en decentrale overheden frequentieruimte beschikbaar waarvoor lokale vergunningen kunnen worden aangevraagd. Hiermee ontstaat de mogelijkheid om zelf een netwerk aan te

leggen, om volledige controle over het netwerk te behouden of wanneer een MNO geen dienstverlening tot stand brengt met de gewenste prijs/kwaliteitverhouding.

De frequentieruimte voor lokaal gebruik is in deze variant echter beperkt. In de behoeftepeiling is aangegeven dat er behoefte is aan 40 MHz per gebruiker. Door 80 MHz beschikbaar te stellen kunnen op dezelfde geografische locatie maximaal twee partijen in hun behoefte worden voorzien, mits afspraken gemaakt worden over synchronisatie. Indien synchronisatie niet mogelijk is (bijvoorbeeld omdat de eisen aan de verhouding *uplink/downlink* verschillen of omdat verschillende technologieën gebruikt worden) is de beschikbare netto frequentieruimte kleiner dan 40 MHz, omdat dan rekening zal moeten worden gehouden met beperkingen aan de randen van het spectrum (*guard bands*).







Breedband buitengebied

Partijen die FWA aanbieden in het buitengebied kunnen door middel van vergunningen in het lokale deel blijven voorzien in deze behoefte. Het aantal partijen dat op één geografische locatie FWA (of andere lokale toepassingen) wil aanbieden, is beperkt, waardoor 80 MHz voor specifiek deze behoefte voldoende lijkt te zijn. Er zullen wel afspraken moeten worden gemaakt over het gebruik van frequentieblokken in aangrenzende gebieden om storing/separatie te voorkomen.

Civiele satelliet

Net als in de eerste variant is er in deze variant geen rekening gehouden met een geografische beperking ten behoeve van civiele satellietcommunicatie. Het zal daarom niet mogelijk zijn om de 3,5 GHz-band in te zetten voor de ontvangst van de *feederlink* vanuit de ruimte.

⁵⁹ Zie: J. Jeon, NR Wide Bandwidth Operations, IEEE Communications Magazine on key technologies for 5G New Radio, december 2017.

	Voordelen	Nadelen
	Mogelijk om in aanvullende databehoeftes te voorzien.	Minder ruimte voor MNO's. Toekomstige toepassingen waarvoor dit mogelijk gevolgen heeft nog onzeker
	Zowel via vergunning en eigen netwerk als via <i>network slicing</i> of LSA mogelijk om in de behoefte te voorzien.	Afhankelijk van beschikbare lokale bandbreedte is het aantal partijen met een eigen vergunning op één geografische locatie beperkt i.v.m. verstoring.
	Zowel via vergunning en eigen netwerk als via <i>network slicing</i> of LSA mogelijk om in de behoefte te voorzien.	Afhankelijk van beschikbare lokale bandbreedte is het aantal partijen op één geografische locatie beperkt i.v.m. verstoring.
	Partijen kunnen 3,5 GHz-band blijven inzetten om in vraag te voorzien.	Afhankelijk van beschikbare lokale bandbreedte is het aantal partijen op één geografische locatie beperkt i.v.m. verstoring.
		Gebruik van de <i>Space to Earth feederlink</i> niet langer mogelijk.
	Aannemelijk dat door de uitrol van 5G in behoefte Massive IoT-diensten kan worden voorzien.	

Tabel 5. Analyse voor- en nadelen variant 2: landelijk-lokaal.

5.3. Variant 3: (deels) Regionaal



Figuur 7. Weergave van variant 3.

De voor- en nadelen die we in deze variant omschrijven, gaan uit van een regionale verdeling van de 3,5 GHz-band. In andere landen waar voor een indeling in regio's wordt gekozen wordt onderscheid gemaakt tussen regio's in buitengebieden en regio's in stedelijk gebied. Door geografische beperkingen in een regio te hanteren is het gebruik civiele satellietcommunicatie mogelijk.

EMB en Massive IoT *low latency*

Afhankelijk van de indeling (bijvoorbeeld scheiding tussen buitengebied en stedelijk gebied) en het aantal regio's is het mogelijk om (in een deel van het land) in de groeiende databehoeftes en vraag naar Massive IoT-toepassingen te voorzien. Een voorwaarde hierbij is dat MNO's regio's met elkaar kunnen combineren om een (semi)landelijke dekking te realiseren. Indien het aantal regio's groot is, zal versnippering optreden en bestaat het risico dat in bepaalde regio's geen 5G wordt uitgerold. Daarnaast zal het aanbod van 5G in het gebied waar beperkingen gelden vanwege satellietbescherming mogelijk kleiner zijn. Potentieel is dit een belemmering voor Massive IoT-toepassingen waarvoor een landelijke dekking wenselijk is, zoals zelfrijdende auto's.

Bedrijfskritische communicatie en lokale OOV

Wanneer MNO's een (regionaal) 5G-netwerk uitrollen, kunnen bedrijven en decentrale overheden via *network slicing* of LSA bedrijfskritische of afgeschermdes communicatiediensten met specifieke eisen afnemen bij MNO's. Het lijkt niet voordehandliggend om als bedrijf of decentrale overheid frequentieruimte in bepaalde regio's te verwerven in verband met de grote concurrentie op de markt. Wanneer de regio's in omvang overeenkomen met de geografische behoefte voor bedrijfskritische communicatie of OOV, is dit uiteraard anders.




Breedband buitengebied

Indien de regio's zodanig worden gedefinieerd dat er regio's met stedelijk gebied en regio's met buitengebied ontstaan, dan kan in regio's met buitengebied een vergunning worden verkregen door partijen die FWA willen aanbieden. Het is in Nederland echter complex om regio's te definiëren die volledig uit buitengebied bestaan (zonder een verdeling van zeer kleine en/of complexe gebieden te hanteren), waarmee voordelen voor andere partijen verdwijnen. Ook in de regio's met relatief veel buitengebied liggen bovendien dorpskernen en middelgrote steden (bijvoorbeeld Vlissingen, Leeuwarden en Den Helder) waardoor er ook voor MNO's een *businesscase* ontstaat op basis waarvan in deze dorpskernen en middelgrote steden 5G kan worden uitgerold.

Civiele satellietcommunicatie

In deze variant is het mogelijk om in bepaalde regio's beperkingen te hanteren waardoor civiele satellietcommunicatie mogelijk blijft. Hierbij dient er rekening mee te worden gehouden dat het gebruik van frequenties aan de randen van het blok dat wordt ingezet voor satellietcommunicatie wordt beperkt om storing te voorkomen.⁶⁰

⁶⁰ Zie: ECC report 281, vastgesteld op 8 juli 2018: <https://www.ecodocdb.dk/download/5ffb56c9-9c78/ECCRep281.pdf>.

	Voordelen	Nadelen
	Mogelijk om (in een deel van het land) in de groeiende databehoeft te voorzien, mits versnippering van regio's wordt voorkomen.	Wellicht worden er delen van Nederland (lagere bevolkingsdichtheid) niet (volledig) voorzien in hun groeiende databehoeft.
	Mogelijk alternatief via <i>network slicing</i> via 5G-netwerk MNO.	Niet haalbaar voor bedrijven om regionale frequentieruimte te verwerven tenzij voor specifieke regio-indeling wordt gekozen.
	Mogelijk alternatief via <i>network slicing</i> via 5G-netwerk MNO.	Niet aannemelijk dat decentrale overheden regionaal ruimte zullen verwerven, tenzij voor specifieke regio-indeling wordt gekozen.
		Door demografische kenmerken Nederland niet aannemelijk dat er een regio-indeling ontstaat die aansluit bij gebieden waar behoefte is aan FWA. Onzeker of dienstverlening via MNO's tot stand komt.
	Mogelijk om regio te reserveren voor civiele satellietcommunicatie.	
	Mogelijk om (in een deel van het land) te voorzien in de vraag naar Massive IoT-diensten.	Toepassingen met hoge eisen aan landelijke dekking worden mogelijk belemmerd.

Tabel 6. Analyse voor- en nadelen variant 3: regionaal.

5.4. Variant 4: Combinatie



Figuur 8. Weergave van variant 4.

In deze variant nemen we aan dat er een geografisch gebied wordt gedefinieerd waarin beperkingen gelden om civiele satellietcommunicatie mogelijk te maken. In een gedeelte van de band wordt daarnaast een landelijke uitrol gerealiseerd. In de analyse nemen we bovendien aan dat lokale vergunningen mogelijk zijn in het deel van het land waar de geografische beperkingen niet gelden. Tot slot blijft er een gedeelte van de band, ter hoogte van de frequentie voor satellietcommunicatie, regionaal beschikbaar voor de uitrol van 5G.

EMB en Massive IoT low latency

De landelijk beschikbare bandbreedte zal in deze variant tussen de 200 MHz en 280 MHz betreffen, afhankelijk van de benodigde separatie tussen satellietontvangst en 5G-netwerken.⁶¹ De landelijk beschikbare bandbreedte is daarom minder dan in de varianten landelijk en landelijk-lokaal. De mogelijkheden van 5G kunnen maximaal worden benut met aaneengesloten blokken van 100 MHz per MNO.⁶² Het is nog onduidelijk wat de gevolgen zullen zijn als de aaneengesloten blokken per MNO kleiner dan 100 MHz zijn omdat nog onduidelijk is welke toepassingen in de toekomst zullen worden ontwikkeld die om deze hoge datasnelheden vragen. Als er minder ruimte beschikbaar is zou dit kunnen betekenen dat complexere of dichtere netwerken nodig zijn (wat een hogere investering vergt) en/of dat in mindere kwaliteit in bepaalde toepassingen kan worden voorzien.

⁶¹ Zie: ECC report 281, vastgesteld op 8 juli 2018: <https://www.ecodocdb.dk/download/5ffb56c9-9c78/ECCRep281.pdf>.

⁶² Zie: J. Jeon, NR Wide Bandwidth Operations, IEEE Communications Magazine on key technologies for 5G New Radio, december 2017.

Bedrijfskritische communicatie en lokale OOV

In het deel van het land waar geen beperkingen gelden, kunnen bedrijven of decentrale overheden lokale vergunningen aanvragen als alternatief voor de beschikbare dienstverlening via MNO's. Net als in de variant waarin wordt gekozen voor een combinatie van landelijk en lokaal is het maximaal aantal lokale vergunningen per locatie beperkt. In deze variant is de kans kleiner dat specifieke diensten tot stand komen via *network slicing* of LSA door een MNO, omdat de totale bandbreedte waarover MNO's beschikken kleiner is. In het deel van het land waar geografische beperkingen gelden vanwege de bescherming van satellietcommunicatie, zal het niet mogelijk zijn voor bedrijven of decentrale overheden om een eigen netwerk aan te leggen.

Breedband buitengebied

Buiten het gebied waar geografische beperkingen gelden, is het mogelijk voor partijen om een lokale vergunning aan te vragen ten behoeve van FWA. Het aantal lokale partijen dat een vergunning aan kan vragen is beperkt, waarbij de beschikbare ruimte gedeeld moet worden met eventuele andere gebruikers zoals bedrijven en decentrale overheden. In het deel van het land waar geografische beperkingen gelden, zal het niet mogelijk zijn om een lokale vergunning aan te vragen ten behoeve van FWA.

Civiele satellietcommunicatie

In deze variant is het mogelijk om in een bepaalde regio beperkingen op te leggen, waardoor civiele satellietcommunicatie mogelijk blijft. Hierbij dient er rekening mee gehouden te worden dat het gebruik van frequenties, aan de randen van het blok dat wordt ingezet voor satellietcommunicatie, wordt beperkt om storing te voorkomen.⁶³







⁶³ Zie: ECC report 281, vastgesteld op 8 juli 2018: <https://www.ecodocdb.dk/download/5ffb56c9-9c78/ECCRep281.pdf>.

	Voordelen	Nadelen
	(Gedeeltelijk) mogelijk om in de groeiende databehoeftte te voorzien.	Minder ruimte voor MNO's. Toekomstige toepassingen waarvoor dit mogelijk gevolgen heeft nog onzeker
	Zowel via vergunning en eigen netwerk als via <i>network slicing</i> of LSA mogelijk om in de behoefte te voorzien, mits beperkingen voor satellietgebruik niet in de weg staan.	Aantal partijen die per locatie een vergunning kunnen aanvragen is beperkt en in een deel van het land zal het niet mogelijk zijn lokale vergunningen aan te vragen.
	Zowel via vergunning en eigen netwerk als via <i>network slicing</i> of LSA mogelijk om in de behoefte te voorzien, mits beperkingen voor satellietgebruik niet in de weg staan.	Aantal partijen die per locatie een vergunning kunnen aanvragen is beperkt en in een deel van het land zal het niet mogelijk zijn lokale vergunningen aan te vragen.
	In het gedeelte van het land waar geen beperkingen gelden, is het mogelijk om te voorzien in behoefte aan FWA.	Aantal partijen per locatie is beperkt en in een deel van het land zal het niet mogelijk zijn lokale vergunningen aan te vragen.
	Door geografische beperkingen is civiele satellietcommunicatie mogelijk.	
	Aannemelijk dat (gedeeltelijk) in de vraag naar Massive IoT-diensten kan worden voorzien.	Minder ruimte voor MNO's. Toekomstige toepassingen waarvoor dit mogelijk gevolgen heeft nog onzeker

Tabel 7. Analyse voor- en nadelen variant 4: combinatie.

5.5. Conclusie

De vier varianten hebben ten aanzien van de geïdentificeerde behoeften voor- en nadelen. In tabel 8 is inzichtelijk gemaakt hoe de varianten voorzien in de verschillende behoeften. Daarbij hebben we de score gebaseerd op een weging van de voor- en nadelen van een variant in verhouding tot de voor- en nadelen in de andere varianten. Indien een variant voor een behoefte ++ scoort, wil dit dus niet noodzakelijkerwijs zeggen dat volledig in de behoefte wordt voorzien, maar wel dat deze variant vergeleken met de andere varianten het best in de behoefte voorziet.

	1. Landelijk	2. Landelijk - Lokaal	3. Regionaal	4. Combinatie
	++	+	-	+/-
	+/-	++	-	+
	+/-	++	-	+
	+/-	++	-	+
	--	--	++	++
	++	+	-	+/-

Tabel 8. Overzicht mate waarin verschillende varianten in de geïdentificeerde behoeften voorzien.

We concluderen dat variant 1 (landelijke lagen) het best voorziet in de behoefte aan EMB en Massive IoT. De varianten 2 (landelijk-lokaal) en 4 (combinatie) voorzien in een combinatie van behoeften waarbij er in variant 4 wel ruimte is voor civiele satellietcommunicatie en in variant 2 niet. Tot slot blijkt variant 3

(regionaal) van alle varianten het minst geschikt om in de Nederlandse behoeften te voorzien.

6. Analyse varianten – uitgangspunten

Naast de mate waarin de verschillende varianten voorzien in de geïdentificeerde behoeften, zijn er een aantal uitgangspunten voor beleid waarmee rekening dient te worden gehouden. In dit hoofdstuk analyseren we in hoeverre aan deze uitgangspunten wordt voldaan in de verschillende varianten.

6.1. Uitgangspunten

We beschrijven in dit hoofdstuk de volgende uitgangspunten voor beleid:

- **Aansluiten bij Europese ontwikkelingen.** In de 5G-Roadmap die op 4 december 2017 is vastgesteld in de Telecomraad, is bepaald dat tijdig spectrum beschikbaar moet worden gesteld voor 5G.⁶⁴ Met betrekking tot de 3,5 GHz-band zijn de volgende aanbevelingen gedaan:⁶⁵
 - Grote blokken spectrum tussen de 3,4 en 3,8 GHz beschikbaar stellen in 2020;
 - Flexibiliteit in verdeling (bijvoorbeeld met betrekking tot geografische indeling) realiseren.

⁶⁴ Zie: https://www.mkm.ee/sites/default/files/8.a_b_aob_5g_roadmap_final.pdf.

⁶⁵ Zie RSPG second opinion on 5G networks: https://circabc.europa.eu/sd/a/fe1a3338-b751-43e3-9ed8-a5632f051d1f/RSPG18-005final-2nd_opinion_on_5G.pdf.

⁶⁶ Zie: Nota Frequentiebeleid 2016, pagina 10, <https://www.rijksoverheid.nl/documenten/rapporten/2016/12/07/de-nota-frequentiebeleid-2016>.

⁶⁷ Zie: Nota Frequentiebeleid 2016, pagina 10, <https://www.rijksoverheid.nl/documenten/rapporten/2016/12/07/de-nota-frequentiebeleid-2016>.

- **Doelmatig frequentiegebruik.** Frequentieruimte is schaars. De centrale doelstelling van de Nota Frequentiebeleid 2016 is daarom “doelmatig frequentiegebruik”. Daarbij wordt in het frequentiebeleid onderscheid gemaakt tussen het economische belang en het maatschappelijke belang.⁶⁶ Bij de verdeling van de 3,5 GHz-band dient rekening te worden gehouden met een doelmatige invulling.
- **Dynamische efficiëntie en marktstructuur.** 5G biedt nieuwe technologische mogelijkheden om in communicatiebehoeften te voorzien. Zo biedt 5G in de toekomst wellicht de mogelijkheid om communicatiediensten met specifieke vereisten aan te bieden door gebruik te maken van *network slicing* of LSA en kunnen nieuwe product-marktcombinaties worden gecreëerd in de zogenoemde *verticals*. Het is nog onzeker of dit aanbod ook (voldoende) tot stand zal komen wanneer 5G door de MNO's wordt uitgerold (zie paragraaf 3.8). De overheid heeft in de Nota Frequentiebeleid 2016 als uitgangspunt geformuleerd dat een efficiënt werkende markt dient te worden gefaciliteerd.⁶⁷ Omdat onzeker is hoe de technologie en de producten zich zullen ontwikkelen, is het ook onzeker welke marktstructuur in de toekomst het meest geschikt is om een efficiënt werkende markt te faciliteren.^{68,69} Het kan daarom wenselijk zijn bij de verdeling flexibiliteit te bieden om de marktstructuur aan te passen indien de ontwikkelingen in de markt daarom vragen.

Indien in een variant niet aan een uitgangspunt wordt voldaan, beschrijven we in de volgende paragrafen mogelijke instrumenten om nadelen te minimaliseren.

⁶⁸ Zie: Study on Implications of 5G Deployment on Future Business Models, Body of European Regulators for Electronic Communications (BEREC), maart 2018: https://berec.europa.eu/eng/document_register/subject_matter/berec/download/0/8008-study-on-implications-of-5g-deployment-o_0.pdf.

⁶⁹ Zie: On regulations for 5G: Micro licensing for locally operated networks (M. Matinmikko, M. Latva-aho, P. Ahokangas en V. Seppänen, september 2017, Telecommunications Policy).

6.2. Varianten

Hierna volgt een analyse van de mate waarin aan de uitgangspunten gehoor wordt gegeven in de vier varianten.

6.2.1. Variant 1: Landelijk

Zoals eerder aangegeven, gaan we er in deze variant vanuit dat de rechten om de frequentieruimte in gebruik te nemen volledig zullen worden verkregen door MNO's.

Aansluiten bij Europese ontwikkelingen

Indien de frequentieruimte volledig landelijk beschikbaar wordt gesteld voldoet Nederland aan de 5G-Roadmap en volgt Nederland de aanbevelingen vanuit de Europese Commissie met betrekking tot 5G in de 3,5 GHz-band op.

Doelmatig frequentiegebruik

Voor MNO's is er een prikkel om de maximale economische waarde te benutten van de beschikbare frequentieruimte. Het is echter onzeker of in alle geïdentificeerde behoeften zal worden voorzien (zie paragraaf 5.1) en daarmee of in deze variant ook voldoende rekening wordt gehouden met maatschappelijke belangen. 5G is technische geëquipeerd om in de meeste van de geïdentificeerde behoeften te voorzien, maar het zal situatieafhankelijk zijn of vraag en aanbod elkaar kunnen vinden. Zo is het bijvoorbeeld onzeker of de *businesscase* voor breedband in het buitengebied via een MNO tot stand komt en zijn bedrijven afhankelijk van de prijs/kwaliteitverhouding die MNO's kunnen en willen bieden voor bedrijfskritische communicatiesystemen.

⁷⁰ Zie: ECC report 254, december 2016: <https://www.ecdocdb.dk/download/0202d6d9-23b1/ECCRep254.pdf>.

⁷¹ Zie: De behoefte aan spectrum voor specifieke, professionele breedbandige toepassingen (Dialogic, 2017).

Mogelijke instrumenten om de maatschappelijke belangen te borgen, zijn:

- Dekkingseisen stellen bij de vergunningverlening. Door eisen te stellen aan de dekking en datasnelheden (*Quality of Service*) van netwerken kan mogelijk een oplossing geboden worden voor het tot stand komen van breedband in het buitengebied.
- *Micro licensing*. Door LSA toe te passen, kunnen (geautomatiseerd) verschillende virtuele lagen van prioriteit in het netwerk worden gecreëerd.⁷⁰ Dit biedt mogelijkheden om voor dezelfde frequentieruimte verschillende vergunningen uit te geven, waarbij is vastgelegd wie op welk moment prioriteit heeft. Dit model is bijvoorbeeld toegepast bij de uitgifte van de 3,5 GHz-band in de Verenigde Staten. Daar zijn drie prioriteitslagen gecreëerd waarover afspraken zijn vastgelegd via CEPT.^{71,72} Nadeel van dit concept is de complexiteit van het systeem waardoor het uitrollen complex is.
- Partijen stimuleren voorafgaand aan vergunningverlening afspraken vast te leggen voor een gunstige samenwerking. Bijvoorbeeld door als voorwaarde te stellen dat lopende vergunningen dienen te worden gerespecteerd. Nadeel van dit instrument is dat het verhoudingsgewijs veel macht bij de afnemende partij legt die ervoor kan kiezen niet mee te werken en daardoor voorkomt dat het 5G-netwerk op de betreffende locatie kan worden uitgerold.
- Ex-post spectrum beschikbaar stellen voor lokale toepassingen. Er kan spectrum in het vooruitzicht worden gesteld dat wordt bestemd voor lokaal gebruik indien het lokale gebruik niet via de 5G-netwerken van MNO's tot stand komt. Er zou bijvoorbeeld onderzocht kunnen worden of dit de 2,3 GHz-band kan zijn.

⁷² Zie: On regulations for 5G: Micro licensing for locally operated networks (M. Matinmikko, M. Latva-aho, P. Ahokangas en V. Seppänen, september 2017, Telecommunications Policy).

Ex-ante spectrum beschikbaar stellen voor lokale toepassingen. Een deel van het spectrum kan vooraf voor specifieke toepassingen beschikbaar worden gesteld (zie paragraaf 6.2.2), waarmee je in variant 2 geraakt. Voor een deel van de partijen geldt dat MNO's niet (goed) in hun huidige behoefte kunnen voorzien, waardoor zij zelfstandig frequentieruimte in gebruik willen nemen. Dit systeem is echter nadeliger voor het streven naar efficiënt frequentiegebruik omdat er afspraken over synchronisatie van verschillende nodig zijn om het maximale netto beschikbare spectrum te maximaliseren. Daarnaast is de totale bandbreedte die beschikbaar is voor 5G via MNO's hierdoor kleiner. Mogelijk heeft dit in de toekomst gevolgen voor de kwaliteit in de dienstverlening met een zeer hoge vraag naar datasnelheid.

Dynamische efficiëntie en marktstructuur

In deze variant nemen we aan dat de frequentieruimte door MNO's zal worden verworven. Dit zal in sterke mate lijken op de bestaande marktstructuur met betrekking tot mobiele communicatie. MNO's geven aan dat innovatie in de marktstructuur plaatsvindt doordat er samenwerking wordt gezocht met nichepartijen en sectorale bedrijven, zoals bij industrie 4.0-toepassingen.⁷³

Het is echter onzeker of deze marktstructuur geschikt is om de onzekere toekomstige ontwikkelingen op een efficiënte wijze te faciliteren. Om meer flexibiliteit te bieden in de toekomst, bieden verschillende instrumenten mogelijkheden:

- Een deel van het spectrum vooraf lokaal beschikbaar stellen voor nichepartijen of nieuwkomers (zie paragraaf 6.2.2). Hierdoor kunnen partijen die nieuwe toepassingen willen aanbieden onafhankelijk van bestaande MNO's experimenteren. Nadeel van dit instrument is dat er

minder bandbreedte beschikbaar is voor MNO's waardoor zij mogelijk belemmerd worden in het ontwikkelen van innovatieve toepassingen.

- *Micro licensing* door gebruik te maken van LSA.⁷⁴ Door nichepartijen of nieuwkomers de mogelijkheid te bieden met minder prioriteit gebruik te kunnen maken van de frequentieruimte die primair door MNO's wordt gebruikt, kan experimenteren worden gefaciliteerd. Nadeel van dit concept is de complexiteit van het systeem waardoor het uitrollen complex is.

6.2.2. Variant 2: Landelijk – lokaal

In deze variant nemen we aan dat het grootste deel van de 3,5 GHz-band landelijk beschikbaar wordt gesteld en zal worden verworven door MNO's. Een kleiner deel (ongeveer 80 MHz) wordt in deze variant lokaal beschikbaar gesteld.

Aansluiten bij Europese ontwikkelingen

In deze variant wordt, conform de 5G-Roadmap, een aanzienlijk deel van de 3,5 GHz-band beschikbaar gesteld voor 5G. Bovendien maakt een aantal andere Europese landen een vergelijkbare keus om een deel van de 3,5 GHz-band landelijk beschikbaar te stellen en een deel lokaal. Het betreft bijvoorbeeld België, Duitsland, Frankrijk en Zweden (zie bijlage III).

Doelmatig frequentiegebruik

Het reserveren van een deel van de 3,5 GHz-band voor lokale vergunningen biedt mogelijkheden om in toepassingen met maatschappelijk belang te voorzien waarvan onzeker is of die voldoende tot stand komen als de volledige 3,5 GHz-band beschikbaar wordt gesteld aan MNO's (bijvoorbeeld FWA of bedrijfskritische communicatienetwerken).

⁷³ 'Industrie 4.0' is een term die wordt gebruikt voor de trend waarin automatisering en gegevensuitwisseling wordt ingezet voor industriële fabricagetechnieken.

⁷⁴ Zie: ECC report 254, december 2016: <https://www.ecodocdb.dk/download/0202d6d9-23b1/ECCRep254.pdf>.

Aan deze variant zijn echter ook nadelen voor doelmatig frequentiegebruik verbonden. Het aantal partijen dat naast elkaar over lokale vergunningen kan beschikken op een geografische locatie, is beperkt.

Door middel van aanvullende mitigatieafspraken zou efficiënter om kunnen worden gegaan met het faciliteren van meerdere lokale gebruikers in een relatief beperkt deel van de 3,5 GHz-band. Dit neemt echter niet weg dat er op één geografische locatie maximaal twee partijen in een lokale behoefte kunnen worden voorzien indien de behoefte aan bandbreedte per partij 40 MHz betreft. Er zijn enkele locaties in Nederland waar het huidige aantal vergunninghouders groter is (bijvoorbeeld het Rotterdamse havengebied en de binnensteden van Amsterdam en Utrecht), waardoor met 80 MHz niet in alle behoeften kan worden voorzien.

Dynamische efficiëntie en marktstructuur

Door ruimte te reserveren voor lokale vergunninghouders wordt meer flexibiliteit in de marktstructuur geboden dan wanneer de volledige 3,5 GHz-band beschikbaar wordt gesteld aan MNO's. Het blijft echter onzeker in hoeverre deze lokale ruimte in de toekomst voorziet om een efficiënt werkende markt te faciliteren.

6.2.3. Variant 3: (deels) Regionaal

Een regionale verdeling van Nederland in twee of meer regio's waarbij vergunningen in een regio kunnen worden verworven. Daarbij is het mogelijk in een bepaald gebied beperkingen op te leggen voor civiele satellietcommunicatie.

Aansluiten bij Europese ontwikkelingen

In deze variant wordt ruimte regionaal beschikbaar gesteld waardoor in een deel van het land beperkingen kunnen worden opgelegd om civiele satellietcommunicatie mogelijk te maken. In de rest van het land is het aannemelijk dat het spectrum zal worden ingezet voor 5G. Er wordt dus

aangesloten bij de Europese ontwikkelingen. Met betrekking tot het (mogelijk) beschermen satellietcommunicatie vormt Nederland samen met Duitsland en Italië een uitzondering; in andere Europese landen lijken geen plannen om een beschermingszone aan te wijzen en/of zijn er geen grondstations aanwezig.

Doelmatig frequentiegebruik

Een aantal andere landen kiest voor een verdeling in regio's omdat hierdoor de mogelijkheid ontstaat onderscheid te maken tussen buitengebied en stedelijk gebied. Ook in Nederland is de *businesscase* in buitengebied anders dan die in stedelijk gebied. Nadeel van een dergelijke regio-indeling in Nederland is de complexiteit van de regio's. Ook in de regio's met relatief veel buitengebied liggen namelijk dorpskernen en middelgrote steden (bijvoorbeeld Vlissingen, Leeuwarden en Den Helder), waardoor grenzen door elkaar lopen en regio's op veel plekken aan andere regio's zullen grenzen. Dit maakt het complex om netwerken te synchroniseren waardoor frequentieruimte minder efficiënt kan worden benut.

Dynamische efficiëntie en marktstructuur

Een indeling in regio's wijkt af van de huidige indeling van frequentiespectrum voor MNO's en past daardoor minder bij de huidige marktstructuur. Tegelijk is aannemelijk dat voornamelijk MNO's ruimte zullen verwerven in de regio's waardoor deze variant niet direct meerwaarde biedt ten aanzien van flexibiliteit.

6.2.4. Variant 4: Combinatie

Een combinatie van een landelijke en lokale verdeling met ruimte voor satellietcommunicatie. Daarbij is aangenomen dat in een bepaald gebied beperkingen worden opgelegd om civiele satellietcommunicatie te beschermen. Hoe groot dit gebied moet zijn een specifieke situatie zal moeten blijken uit vervolgonderzoek.

Aansluiten bij Europese ontwikkelingen

In de vierde variant worden er geografische beperkingen opgenomen om civiele satellietcommunicatie te faciliteren. Wanneer met deze beperking rekening zou worden gehouden, vormt Nederland samen met Duitsland en Italië een uitzondering binnen de Europese landen die in het kader van dit onderzoek zijn geanalyseerd (zie bijlage III).

De bandbreedte die landelijk beschikbaar is voor 5G zal in deze variant kleiner zijn dan wanneer wordt gekozen voor variant 1 of 2. Hierdoor kan de gewenste 100 MHz bandbreedte met landelijke dekking per MNO niet gerealiseerd worden. Dit heeft tot gevolg dat een deel van de MNO's in een deel van het land minder dan 100 MHz of geen bandbreedte ter beschikking heeft of dat de totale bandbreedte per MNO minder dan 100 MHz is. De bandbreedtes die in Nederland in de 3,5 GHz-band beschikbaar zijn voor 5G blijven daardoor achter bij de bandbreedtes die in een aantal andere Europese landen beschikbaar zijn. Technologieproducenten en MNO's geven aan dat Nederland achter zou blijven bij de Europese ontwikkelingen op het gebied van digitale connectiviteit.

Instrumenten om dit nadeel te beperken zijn niet beschikbaar.

Doelmatig frequentiegebruik

In deze variant wordt een deel van de 3,5 GHz-band lokaal beschikbaar gesteld (in het deel van Nederland waar geen geografische beperkingen ten behoeve van satellietcommunicatie gelden). In paragraaf 6.2: variant 2 hebben we de afwegingen met betrekking tot doelmatig frequentiegebruik van lokale vergunningen beschreven.

Een deel van de 3,5 GHz-band zal in het geografische gebied waarvoor beperkingen gelden voor satellietcommunicatie relatief beperkt worden benut (een 'dataluw' gebied). In deze regio zullen geen grote hoeveelheden data door middel van 5G kunnen worden verstuurd, omdat de ontvangst van de *feederlink* dient te worden beschermd.

Dynamische efficiëntie en marktstructuur

Met betrekking tot deze variant gelden hoofdzakelijk dezelfde afwegingen als met betrekking tot variant 2 (zie paragraaf 6.2). Daarnaast geldt voor deze variant dat de totale beschikbare landelijke bandbreedte voor 5G kleiner is, waardoor er mogelijk minder mogelijkheden voor MNO's zijn om nieuwe toepassingen met nieuwe samenwerkingspartijen op te zetten.

6.3. Conclusie

Als we de varianten toetsen aan de uitgangspunten voor beleid, concluderen we dat variant 3 (regionaal) minder voor de hand ligt in Nederland vanwege de demografische kenmerken. Voor de andere varianten geldt dat ze allen voor- en nadelen hebben met betrekking tot de uitgangspunten. Het is aannemelijk dat variant 1 (landelijk) het gunstigst is om in de huidige marktstructuur het maximale economische belang te faciliteren. We constateren echter ook dat de toekomst met betrekking tot de ontwikkeling van vraag en 5G-aanbod onzeker is en dit om enige mate van flexibiliteit van de marktstructuur vraagt. Ook is onzeker of een landelijke verdeling door middel van *network slicing* of LSA zal leiden tot een *businesscase* voor alle maatschappelijke belangen waarin de 3,5 GHz-band momenteel voorziet. We concluderen dat er verschillende kansrijke instrumenten zijn om flexibiliteit te bieden en maatschappelijke belangen te borgen:

- *Een deel van het spectrum lokaal beschikbaar stellen.* Hierdoor kunnen partijen waarvoor dienstverlening niet via MNO tot stand komt zelfstandig lokaal een vergunning aanvragen. Nadeel is dat aanvullende afspraken nodig zijn over het naast elkaar gebruiken van lokale netwerken. Daarnaast is het aantal lokale partijen dat op dezelfde locatie een netwerk kan uitrollen beperkt.
- *Micro licensing.* Door virtuele gereguleerde prioriteitslagen te creëren kunnen in de toekomst mogelijk meerdere partijen van dezelfde frequentieruimte gebruik maken door middel van LSA. Een dergelijk model

wordt in de Verenigde Staten gebruikt om de 3,5 GHz-band te verdelen.
Nadeel van dit concept is de relatieve complexiteit van het systeem en de kosten die gepaard gaan met het neerzetten hiervan.

7. Conclusies en aanbevelingen

7.1. Conclusies

Europees is de 3,5 GHz-band benoemd als de band tussen de 1 en 6 GHz voor de initiële uitrol van 5G. Bepaald is dat tijdig spectrum beschikbaar dient te komen voor de uitrol van 5G. In acht van de tien landen onderzochte landen is (een deel van) de frequentieruimte reeds verdeeld, zijn plannen voor de verdeling vastgesteld of zijn de plannen in consultatie. Het is dan ook zeer aannemelijk dat ecosystemen voor 5G als eerste in de 3,5 GHz-band beschikbaar zullen komen.

In de 5G-Roadmap die op 4 december 2017 is vastgesteld in de Telecomraad is bepaald dat tijdig spectrum beschikbaar wordt gesteld voor 5G.⁷⁵ Met betrekking tot de 3,5 GHz-band is aanbevolen grote blokken spectrum tussen de 3,4 en 3,8 GHz beschikbaar te stellen in 2020.⁷⁶

Naast de 3,5 GHz-band zijn de 700 MHz-band en de 26 GHz-band aangewezen voor de uitrol van 5G. Voor (toekomstige) toepassingen met hoge eisen aan betrouwbaarheid, een vraag naar *low latency*, behoefte aan veel bandbreedte en behoefte aan een hoge mate van landelijke dekking is de 3,5 GHz-band de meest geschikte kandidaat. Het is de eerste band waar relatief grote blokken spectrum beschikbaar zijn.

⁷⁵ Zie: https://www.mkm.ee/sites/default/files/8.a_b_aob_5g_roadmap_final.pdf.

⁷⁶ Zie RSPG second opinion on 5G networkds: https://circabc.europa.eu/sd/a/fe1a3338-b751-43e3-9ed8-a5632f051d1f/RSPG18-005final-2nd_opinion_on_5G.pdf.

Acht van de tien onderzochte Europese landen maken plannen om frequentieruimte in de 3,5 GHz-band beschikbaar te stellen voor 5G of is reeds (een deel van) de 3,5 GHz-band geveild.⁷⁷ In twee landen is reeds (een deel van) de 3,5 GHz-band geveild. In zes landen zijn de plannen voor de verdeling van (een deel van) de band rond of liggen ze ter laatste consultatie aan marktpartijen voor. Twee landen hebben nog geen concrete plannen. De acht landen die plannen hebben voor de verdeling van de 3,5 GHz-band of de band reeds (deels) hebben verdeeld maken een substantieel deel van de 3,5 GHz-band vrij voor de uitrol van 5G: minimaal 300 MHz van de gehele band. Uitgaande van drie tot vier MNO's per land zal de beschikbare bandbreedte per MNO 75 MHz of meer zijn. Daarbij dient wel te worden opgemerkt dat er landen zijn waar geen *cap* (maximum bandbreedte per MNO) is gesteld waardoor het in die landen ook zo zou kunnen zijn dat er MNO's zijn die minder of geen bandbreedte verwerven. Vanzelfsprekend zouden er ook nieuwe MNO's kunnen toetreden. Momenteel is de verwachting dat de 3,5 GHz-band in deze landen uiterlijk in 2022 beschikbaar zal zijn.

Gegeven de eigenschappen van de 3,5 GHz-band (eerste band met relatief grote bandbreedtes) en de internationale ontwikkelingen, is het aannemelijk dat ecosystemen voor 5G als eerste in de 3,5 GHz-band beschikbaar zullen komen. De verwachting is dat mobiele *devices* tussen 2020 en 2022 geschikt zullen zijn voor 5G en dat IoT-*devices* tussen 2021 en 2023 zullen volgen.

In Nederland is de 3,5 GHz-band momenteel in gebruik voor bedrijfskritische communicatie, lokale OOV-netwerken, breedband in het buitengebied en civiele satellietcommunicatie.⁷⁸ De behoefte om de 3,5 GHz-band in te zetten voor deze doeleinden blijft bestaan. Daarnaast willen de huidige MNO's de 3,5 GHz-band inzetten voor 5G.

⁷⁷ Het betreft België, Duitsland, Frankrijk, Ierland, Italië, Oostenrijk, Verenigd Koninkrijk en Zweden. In bijlage III is de internationale vergelijking opgenomen.

⁷⁸ Het gebruik van de 3,5 GHz-band door het ministerie van Defensie en inlichtingendiensten valt buiten de scope van dit onderzoek en is hier buiten beschouwing gelaten.

MNO's geven aan landelijk 5G te willen uitrollen in de 3,5 GHz-band om te voorzien in de behoefte aan EMB, Massive IoT-toepassingen en afschermd netwerk voor bedrijfskritische communicatie door middel van *network slicing*. Ook geven MNO's aan met 5G te kunnen voorzien in breedband in het buitengebied en specifieke oplossingen voor de OOV-sector. MNO's geven aan behoefte te hebben aan een bandbreedte van 100 MHz per MNO om dit te kunnen realiseren. Zij geven aan dat deze behoefte er tussen 2020 en 2022 is. De verwachting is dat er maximaal vier MNO's zijn die op landelijke schaal 5G willen uitrollen.

De gewenste bandbreedte van 100 MHz per MNO komt overeen met de maximale bandbreedte van een blok (*carrier*) die is gedefinieerd in *release 15* van de 3GPP.⁷⁹ De mogelijkheden van 5G kunnen dus maximaal worden benut met aaneengesloten blokken van 100 MHz per MNO. De European Conference of Postal and Telecommunications Administrations heeft naar aanleiding hiervan de aanbeveling aan nationale overheden gedaan om zoveel mogelijke aaneengesloten spectrum voor 5G beschikbaar te stellen en minimaal drie keer 50 MHz aaneengesloten spectrum beschikbaar te stellen.

Initieel zal de 3,5 GHz-band worden ingezet om te voorzien in de toenemende datavraag (EMB). De behoefte aan spectrumcapaciteit om in EMB te voorzien zal dus niet direct 100 MHz zijn, maar evenredig met de groei van de datavraag toenemen. Naast EMB is de 3,5 GHz-band bij geschikt om te voorzien in toepassingen die vragen om hoge datasnelheden, *low latency* en een hoge betrouwbaarheid. Er zijn verschillende *verticals* waarvoor toepassingen met deze vereisten worden ontwikkeld (automotive, *health*, industrie, et cetera). Producenten van ecosystemen en ontwikkelaars van toepassingen hebben in de behoeftepeiling aangegeven te verwachten dat toepassingen voor *verticals* tussen 2022 en 2023 beschikbaar zullen zijn. Het is momenteel nog onduidelijk

⁷⁹ Zie tabel 4.2.1. op pagina 13 van Release 15 (General aspects for UE RF for NR) van 3GPP in juni 2018. Voor de banden n77 en n78 zijn bandbreedtes van 10 MHz, 15 MHz, 20 MHz, 40 MHz, 50 MHz, 60 MHz, 80 MHz en 100 MHz gedefinieerd.

welke toepassingen dit precies zal betreffen en of ze daadwerkelijk om een dusdanig hoge datasnelheid vragen dat *carriers* van 100 MHz nodig of wenselijk zijn. Het is dus ook nog onduidelijk wat het gevolg zal zijn van een beschikbaarheid van aaneengesloten spectrum van minder dan 100 MHz per MNO. Mogelijk zijn complexere of dichtere netwerken nodig (wat een hogere investering vergt) en/of kan in mindere kwaliteit in bepaalde toepassingen worden voorzien.

De 3,5 GHz-band is in Nederland in gebruik. Het betreft gebruik op basis van de uitgifte van lokale vergunningen voor de plaatsing van een opstelpunt. Daarmee wordt in verschillende behoeften voorzien:

- Bedrijven hebben vergunningen om mobiele netwerken voor bedrijfskritische communicatie aan te leggen;
- Gemeenten hebben vergunningen om camerabeelden ten behoeve van toezicht uit te wisselen;
- Er zijn verschillende partijen die vergunningen in de 3,5 GHz-band hebben om bedrijven en bewoners in het buitengebied van breedbandverbindingen te voorzien door middel van FWA.

Voor deze drie behoeften geldt dat ze in de toekomst blijven bestaan. Een realistische inschatting is dat per individuele partij 40 MHz lokale bandbreedte nodig is om in een behoefte te voorzien. Deze behoefte zal verder toenemen als er een grotere vraag ontstaat naar dataverkeer. Alternatieven om in deze behoeften te voorzien zijn niet direct beschikbaar (2,3 GHz-band), voldoen niet aan de vereisten voor betrouwbare communicatie (5 GHz-band), voorzien nog onvoldoende in ecosystemen (bijvoorbeeld de 26 GHz-band waar standaarden wel beschikbaar zijn maar netwerkkapparatuur en *devices* nog ontbreken) of zijn relatief kostbaar (bijvoorbeeld glasvezel). Wel kunnen 5G-netwerken van MNO's

in potentie een alternatief bieden om in deze behoeften te voorzien door gebruik te maken van *network slicing*. Onzeker is echter of vraag en aanbod elkaar weten te vinden.

Tot slot wordt de 3,5 GHz-band momenteel ingezet voor de ontvangst van *feederlinks* van satellieten in de ruimte. Deze civiele satellietcommunicatie is ondersteunend aan communicatie door overheden, NGO's, bedrijven in afgelegen gebieden en noodcommunicatie op zee. Aangegeven is dat de vraag om deze *feederlink* te gebruiken naar verwachting tot 2042 bestaat. Een alternatieve frequentie voor deze communicatie is niet mogelijk, omdat dit een fysieke aanpassing aan de satelliet (in de ruimte) vergt. Wel zou een alternatieve locatie voor het grondstation gezocht kunnen worden. Als er in Nederland geen regionale bescherming voor satellietcommunicatie zal worden geboden, zal dit een locatie buiten Nederland moeten zijn.

De beschikbare bandbreedte in de 3,5 GHz is onvoldoende om in alle geïdentificeerde behoeften naast elkaar te voorzien. We hebben vier hoofdvarianten gedefinieerd die verschillen in de geografische opdeling (landelijk, regionaal en/of lokaal) en de ruimte voor civiele satellietcommunicatie. Een analyse van de voor- en nadelen van deze varianten laat zien dat er geen duidelijke voorkeursvariant is om in de geïdentificeerde behoeften te voorzien.

We concluderen dat er onvoldoende spectrum beschikbaar is in de 3,5 GHz-band om in alle behoeften te voorzien (zie tabel 2). Indien er op een locatie bijvoorbeeld vraag is naar landelijke lagen van 100 MHz door drie of vier MNO's, er twee bedrijven zijn die een netwerk voor bedrijfskritische communicatie willen aanleggen en er vraag is naar frequentieruimte voor lokale OOV-toepassingen, is er in totaal vraag naar 420 MHz of 520 MHz spectrum, waarbij eventuele *guard bands* nog buiten beschouwing zijn gelaten.

Om tot een toekomstige verdeling te kunnen komen, staan er twee afwegingen centraal:

- Worden in de 3,5 GHz-band lokale, regionale of landelijke vergunningen uitgegeven?
- Wordt in de 3,5 GHz-band wel of geen ruimte gereserveerd voor satellietgebruik?

Op basis van de opties die uit deze afwegingen voortvloeien, hebben we vier hoofdvarianten gedefinieerd:

- 1. Landelijk.** Een volledig landelijke verdeling van de 3,5 GHz-band;
- 2. Landelijk – lokaal.** Een combinatie van een landelijke en lokale verdeling door middel van uitgifte van vergunningen voor individuele opstelpunten;
- 3. Regionaal.** Een regionale verdeling van Nederland in twee of meer regio's waarbij vergunningen in een regio kunnen worden verworven. Daarbij is het mogelijk in een bepaald gebied beperkingen op te leggen voor civiele satellietcommunicatie;
- 4. Combinatie.** Een combinatie van een landelijke en lokale verdeling met ruimte voor satellietcommunicatie. Daarbij is aangenomen dat in een bepaald gebied beperkingen worden opgelegd om civiele satellietcommunicatie te beschermen. Hoe groot dit gebied moet zijn een specifieke situatie zal moeten blijken uit vervolgonderzoek. Een aanpassing op deze variant kan een volledige landelijke verdeling zijn met geografische beperkingen voor satellietcommunicatie.

Op basis van een analyse van voor- en nadelen van de varianten op de verschillende behoeften concluderen we dat er geen variant is die duidelijk de beste is (zie tabel 8). Variant 1 (landelijke lagen) voorziet het best in de behoefte aan EMB en Massive IoT. Dit zijn twee van de meest genoemde toepassingen voor 5G (naast de mogelijkheid om in communicatie waarvoor hoge

betrouwbaarheid en *low latency* vereist zijn, te voorzien).⁸⁰ De varianten 2 (landelijk-lokaal) en 4 (combinatie) voorzien in een combinatie van behoeften. In variant 4 is ruimte voor civiele satellietcommunicatie, in variant 2 niet. Tot slot blijkt variant 3 (regionaal) van alle varianten het minst geschikt om in de Nederlandse behoeften te voorzien vanwege de relatief hoge bevolkingsdichtheid en de verwevenheid van rurale en stedelijke gebieden.

Vanwege de schaarste aan frequentieruimte en het ontbreken van een variant die duidelijk de beste is, zal bij de keuze voor een verdeling rekening moeten worden gehouden met doelmatig (effectief en efficiënt) frequentiegebruik. Daarbij dienen zowel economische als maatschappelijke belangen te worden afgewogen. Het is aannemelijk dat een landelijke verdeling in de huidige marktstructuur economische de meest efficiënte verdeling is. Echter, het is onzeker of in alle maatschappelijke belangen waarin momenteel wordt voorzien in de 3,5 GHz-band, kan worden blijven voorzien via 5G-netwerken. Daarnaast is het nog onzeker welke technologieën zullen worden ontwikkeld die in de toekomst gebruik maken van 5G. Het is daarom ook niet met zekerheid vast te stellen of de marktstructuur die momenteel het meest efficiënt is ook in de toekomst de meest efficiënte is.

De centrale doelstelling in de Nota Frequentiebeleid 2016 is 'doelmatig frequentiebeleid'. Daarbij dient zowel oog te zijn voor economische belangen als voor maatschappelijke belangen.⁸¹ We hebben verschillende varianten voor de toekomstige verdeling van de 3,5 GHz-band gedefinieerd en geanalyseerd. We concluderen dat het in de huidige marktstructuur aannemelijk is dat maximaal in de economische belangen wordt voorzien als de frequentieruimte in landelijk dekkende lagen wordt verdeeld. Wanneer de frequentieruimte landelijk wordt verdeeld, zal de ruimte waarschijnlijk worden verworven door MNO's die een commerciële prikkel hebben om de maximale waarde van het beschikbare

⁸⁰ Zie: https://www.itu.int/en/ITU-T/Workshops-and-Seminars/standardization/20170402/Documents/S2_4.%20Presentation_IMT%202020%20Requirements-how%20developing%20countries%20can%20cope.pdf.

⁸¹ Zie: Nota Frequentiebeleid 2016, pagina 10, <https://www.rijksoverheid.nl/documenten/rapporten/2016/12/07/de-nota-frequentiebeleid-2016>.

spectrum te realiseren. Dit betekent dat ze voor een zo efficiënt mogelijke indeling van het beschikbare spectrum kiezen om een maximaal aantal klanten in een vraag naar mobiele communicatie te kunnen accommoderen.

Er zijn een aantal behoeften geïdentificeerd waarmee maatschappelijke belangen samenhangen, zoals de continuïteit van *mainports* (economisch belang) en het realiseren van aanbod van breedband in het buitengebied, waardoor bewoners en bedrijven die nu geen toegang hebben tot verbindingen van 100 mbps, toegang hebben tot breedbandinternet (maatschappelijk belang). Het is onzeker of in deze economische en maatschappelijke belangen wordt voorzien als de 3,5 GHz-band in landelijke lagen beschikbaar wordt gesteld. 5G biedt technologisch de mogelijkheid om door middel van *network slicing* of LSA in de geïdentificeerde behoeften te voorzien, maar het is onzeker of een *businesscase* in alle gevallen tot stand zal komen en of vraag en aanbod elkaar zullen vinden.

Tevens is onzeker waarvoor 5G in de toekomst precies zal worden ingezet. De belofte van 5G is dat verticaal productaanbod tot stand komt in bijvoorbeeld de *automotive*, de *zorg*, de industrie of de landbouwsector. Uitgangspunt in de Nota Frequentiebeleid 2016 is het faciliteren van een efficiënt werkende markt.⁸² Omdat niet duidelijk is wat de vraag en het aanbod is dat via 5G tot stand komt, is ook onzeker welke marktstructuur het meest passend is om deze situatie te faciliteren.

Om te verzekeren dat maatschappelijke belangen ook in de toekomst geborgd zijn, om padafhankelijkheid te voorkomen en om efficiëntie in de marktstructuur te behouden, onderscheiden we twee kansrijke mogelijkheden: een deel van de band lokaal uitgeven en het toepassen van gereguleerde virtuele prioriteitslagen.

⁸² Zie: Nota Frequentiebeleid 2016, pagina 10, <https://www.rijksoverheid.nl/documenten/rapporten/2016/12/07/de-nota-frequentiebeleid-2016>.

Het is dus onzeker of de economisch meest efficiënte verdeling in landelijke lagen ook in de toekomst de meest efficiënte marktstructuur blijft om toekomstige toepassingen te faciliteren en in alle maatschappelijke behoeften te voorzien. In het onderzoek hebben we verschillende instrumenten geïdentificeerd die de nadelen kunnen mitigeren. De in potentie meest kansrijke instrumenten zijn:

- *Een deel van de 3,5 GHz-band reserveren voor lokaal gebruik.* Hierdoor krijgen partijen de mogelijkheid door middel van vergunningen voor een of enkele lokale opstelpunten in een behoefte te voorzien indien de dienstverlening via het 5G-netwerk van een MNO niet tot stand komt. Daarnaast biedt dit flexibiliteit in de marktstructuur waardoor mogelijke nieuwe product-marktcombinaties kunnen ontstaan. In een aantal andere Europese landen wordt ook voor een dergelijke verdeling gekozen. Een lokale vergunning zou voor een relatief beperkte looptijd (enkele jaren) of in combinatie met een *use-it or lose-it* voorwaarde kunnen worden uitgegeven om te borgen dat frequentieruimte opnieuw beschikbaar komt als een partij de frequenties niet benut. Nadelen van het beschikbaar stellen van een deel van de band voor lokaal gebruik zijn:
 - Het aantal partijen dat op dezelfde geografische locatie een eigen netwerk in gebruik kan nemen is beperkt (maximaal twee als 80 MHz lokaal beschikbaar wordt gesteld);
 - Er is minder ruimte beschikbaar voor MNO's, wat hen mogelijk belemmert in de ontwikkeling van innovatieve toepassingen waar een zeer hoge bandbreedte voor vereist is;
 - Er zal een groter aantal partijen met een netwerk zijn in een relatief beperkte bandbreedte. Aanvullende afspraken over synchronisatie (van TDD-netwerken), uniform gebruik van technologieën (LTE, 5G, WiFi, et cetera), filters en *guard bands* zijn daarom nodig.
- *Micro licensing.* Door middel van gereguleerde LSA is het mogelijk voor (delen van) de 3,5 GHz-band afspraken te maken over verschillende prioriteitslagen in gebruik. Dit biedt mogelijkheden om vergunningen uit te geven aan partijen met die gebruik kunnen maken van het spectrum op

het moment dat degene met meer prioriteit minder spectrum nodig heeft. In de Verenigde Staten wordt een dergelijk model ingezet voor de uitgifte van vergunningen in de 3,5 GHz-band. Nadelen van dit model zijn de relatieve complexiteit en de hoge toezichtslasten die aan het vastleggen van gereguleerde LSA's en de naleving daarvan verbonden zijn.

7.2. Aanbevelingen

Op basis van deze conclusies komen we tot een aantal aanbevelingen:

1. **We bevelen aan een substantieel deel van de 3,5 GHz-band landelijk beschikbaar te stellen.** De 3,5 GHz-band zal in Europa de eerste frequentieband zijn waar grote bandbreedtes beschikbaar komen en waarvoor ecosystemen voor 5G (zowel voor EMB als Massive IoT) in ontwikkeling zijn. We bevelen aan de Europese ontwikkelingen te volgen zodat 5G ook in Nederland in de 3,5 GHz-band kan worden uitgerold. Voor 5G heeft in Nederland een landelijke verdeling de voorkeur boven een regionale indeling vanwege de relatief hoge bevolkingsdichtheid in Nederland en de verwevenheid van rurale en stedelijke gebieden. Op basis van de internationale vergelijking en de aanbevelingen van Europese en internationale organisaties, constateren we dat een verdeling in aaneengesloten bandbreedtes van tussen de 80 MHz en 100 MHz het meest gebruikelijk is. Technisch is een aaneengesloten bandbreedte van 100 MHz de optimale verdeling om het maximale potentieel van 5G te benutten. Dat blijkt ook uit de reacties op de behoeftepeiling van technologiebedrijven, die netwerkapparatuur en *devices* produceren. Aaneengesloten blokken van 50 MHz per MNO wordt beschouwd als het minimum om een uitrol van 5G mogelijk te maken. Het is raadzaam om het spectrum uiterlijk in 2021 beschikbaar te stellen, zodat toepassingen in 2022 in gebruik kunnen worden genomen.

- 2. We bevelen aan om aanvullende instrumenten in te zetten om te borgen dat in maatschappelijke belangen wordt voorzien en zodat flexibiliteit in de marktstructuur kan worden geboden.** Het is onzeker hoe 5G-toepassingen zich in de toekomst zullen ontwikkelen en het is onzeker of maatschappelijke belangen maximaal worden geborgd als de 3,5 GHz-band volledig landelijk beschikbaar wordt gesteld. Daarom adviseren we te onderzoeken of het in Nederland mogelijk is de 3,5 GHz-band door middel van LSA in verschillende prioriteitslagen beschikbaar te stellen of een deel van de 3,5 GHz-band te reserveren voor lokaal gebruik dat niet tot stand komt via het 5G-netwerk van MNO's (tweede variant).
- 3. We bevelen aan nader onderzoek te doen om de omvang van een beschermingszone voor civiele satellietcommunicatie in Nederland vast te stellen.** De impact van het beschermen van civiele satellietcommunicatie hangt in grote mate af van de omvang van de beschermingszone. Er is nader onderzoek nodig om vast te stellen welke bescherming (bijvoorbeeld welk geografische gebied) nodig is om civiele satellietcommunicatie mogelijk te maken. Daarbij merken we op dat de baten van civiele satellietcommunicatie internationaal zijn en het daarom aan te bevelen is om in internationaal verband naar oplossingen te zoeken.

Bijlage I. Overzicht betrokkenen

In deze bijlage hebben we opgenomen welke organisaties op welk moment betrokken zijn geweest in het onderzoek.

Begeleidingscommissie:

- Ministerie van EZK;
- Agentschap Telecom.

Gesprekspartners verkennende gesprekken:

- Agentschap Telecom;
- Branchevereniging ICT en Telecommunicatie Grootgebruikers (BTG);
- Gemeente Bronckhorst als vertegenwoordiger van de plattelandsgemeenten (P10);
- Huawei;
- Inmarsat Solutions BV;
- Ministerie van EZK;
- Nederland ICT.

Aanwezigen eerste stakeholderbijeenkomst:

- Agentschap Telecom;
- Branchevereniging ICT en Telecommunicatie Grootgebruikers (BTG);
- Gemeente Amsterdam;
- Gemeente Eindhoven;
- Huawei;
- Inmarsat;
- Ministerie van EZK;

- Nederland ICT.

Aanwezigen tweede stakeholderbijeenkomst:

- KPN;
- Ministerie van EZK;
- Tele2;
- T-Mobile;
- VodafoneZiggo.

Partijen die gereageerd hebben op behoeftepeiling:

- Access Communications;
- Alcadis;
- Brightfiber;
- Delta;
- Ericsson;
- Eurofiber;
- Gemeente Aa en Hunze;
- Gemeente Amsterdam;
- Gemeente Bronckhorst;
- Gemeente Eindhoven;
- Gemeente Peel en Maas;
- Gemeente Utrecht;
- Greenet;
- Hillsafety;
- Huawei;
- Hutchinson Ports ECT Rotterdam;
- Inmarsat Solutions BV;
- KLM;
- Koning & Hartman;
- KPN;
- Nokia;
- Provincie Noord-Holland;

- Provincie Zeeland;
- Rodin Group;
- Rotterdam World Gateway;
- Samsung Electronics Benelux;
- Schiphol Nederland BV;
- Sitech Services BV;
- SURFnet;
- Tele2;
- T-Mobile;
- TomTom;
- VCS Observations;
- Venus en Mercury Telecom;
- VodafoneZiggo;
- WiFi4ALL BV.

Bijlage II. Lijst met afkortingen

- ARCEP - Autorité de Regulation des Communications Electroniques et des Postes
- BIPT - Belgisch Instituut voor postdiensten en telecommunicatie
- BnetzA – Bundesnetzagentur
- BTG - Branchevereniging ICT en Telecommunicatie Grootgebruikers
- DEA – Danish Energy Agency
- CEPT – *European Conference of Postal and Telecommunications Administrations*
- ComCom – Communications Commission
- ComReg – Commission for Communications Regulations
- ECC - *European Communication Committee*
- EMB – *Enhanced Mobile Broadband*
- ENG/OB – *Electronic News Gathering/Outside Broadcasting*
- EU – Europese Unie
- FSS – *Fixed Satellite Services*
- FWA – *Fixed Wireless Access*
- ITU – Internationale Telecommunicatie-unie
- LSA – *Licensed Shared Access*
- Massive IoT – *Massive Internet of Things*
- MFCN – *Mobile/Fixed Communication Networks*
- Ministerie van BZK – Ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties
- Ministerie van EZK – Ministerie van Economische Zaken en Klimaat
- Ministerie van JenV – Ministerie van Justitie en Veiligheid
- MNO – Mobiele Netwerk Operator
- NGO – Niet-gouvermentele organisatie
- Ofcom – Office of Communications
- PTS – Post and Telcom Authority
- RTR – Rundfunk und Telekom Regulierungs-GmbH
- TDD - *Time Division Duplex*
- OOV – Openbare Orde en Veiligheid

Bijlage III.

Internationale vergelijking

Voor dit onderzoek hebben we een internationale vergelijking uitgevoerd tussen 10 Europese landen: België, Denemarken, Duitsland, Frankrijk, Ierland, Italië, Oostenrijk, Verenigd Koninkrijk, Zweden en Zwitserland. Deze landen zijn geselecteerd op basis van een aantal uitgangspunten:

- Landen binnen de EU met een vergelijkbare geografie;
- Landen binnen de EU met een vergelijkbare marktordening;
- Landen binnen de EU met een alternatieve marktordening;
- Landen in de regio die (binnenkort) geen deel uitmaken van de EU.

In deze bijlage wordt per onderzocht land de huidige en toekomstige situatie beschreven. Om de toekomstige situatie te beschrijven, hebben we gezocht naar informatie over de geplande bestemming, de bandindeling die daarbij gehanteerd wordt en of er voorwaarden en/of beperkingen gelden. Daarnaast is, wanneer bekend, het verdeelmoment, het verdeelinstrument en het geplande moment van ingebruikname beschreven. Deze bijlage sluit af met een conclusie.

⁸³ Voor informatie over het huidige gebruik is steeds gebruik gemaakt van de informatie op www.efis.dk en het (interne) onderzoek van het ministerie van EZK aangaande het huidige gebruik van de 3,5 GHz-band in een aantal Europese landen.

Situatie in onderzochte landen

België

Huidige situatie

- Het grootste deel van de 3400 – 3600 MHz-band wordt regionaal ingezet voor *Mobile/Fixed Communication Networks* (hierna: MFCN). Deze vergunningen verlopen veelal in 2019 of 2025.
- De 3600 – 3800 MHz-band is op dit moment niet actief in gebruik. Wel is de 3625 – 4200 MHz-band bestemd voor *Fixed Satellite Services* (hierna: FSS).⁸³

Toekomst

Het Belgisch Instituut voor postdiensten en telecommunicatie (hierna: BIPT) heeft in de zomer van 2017 in een publieke consultatie haar plannen voor de verdeling van de 3,5 GHz-band uiteengezet.⁸⁴ De Belgische plannen zijn dus nog niet definitief, maar de plannen geven reeds een duidelijk beeld van de uitgangspunten in de toekomst.

Het BIPT heeft de volgende doelstellingen geformuleerd die aan de plannen voor de toekomstige verdeling ten grondslag liggen:⁸⁵

- Het spectrum toewijzen aan de meest efficiënte gebruikers;
- De ontwikkeling van draadloze breedbandnetwerken aanmoedigen en de digitale kloof in België verder dichtten;
- Erop toezien dat het hele spectrum wordt toegewezen in het kader van de gunningsprocedure (vermijden dat er niet-toegewezen spectrum overblijft);
- Een zo efficiënt mogelijk gebruik van het spectrum waarborgen;
- De concurrentie op de mobiele markt maximaliseren;

⁸⁴ Zie: http://www.bipt.be/public/files/nl/22256/Raadpleging_3600.pdf.

⁸⁵ Zie: http://www.bipt.be/public/files/nl/22256/Raadpleging_3600.pdf, p. 9.

- Toezien op eerlijke inkomsten voor de overheden, aangezien het een kostbaar en schaars openbaar goed betreft;
- Het spectrum toewijzen op basis van een objectieve, transparante, evenredige en niet-discriminerende procedure;
- De complexiteit en de kosten in verband met de toewijzingsprocedure beperken.

Wanneer de plannen die nu voorliggen gerealiseerd worden, zal de gehele 3,5 GHz-band beschikbaar worden gesteld voor 5G-toepassingen. Het spectrum wordt hiervoor opgedeeld in 40 blokken van 10 MHz.⁸⁶

- Hiervan is 40 MHz beschikbaar met een geografische beperking tot mei 2025 vanwege lopende vergunningen;
- Hiervan is 360 MHz landelijk beschikbaar vanaf 2020.

De toekomstige vergunningen kennen in de plannen van het BIPT een looptijd van 20 jaar vanaf 1 januari 2020, steeds verlengbaar met een periode van 5 jaar, om de voorspelbaarheid van de ontwikkelingen van de activiteiten van MNO's op lange termijn te vergroten. De verdeling zal plaatsvinden door middel van een veiling. Het geplande verdeelmoment is begin 2019.⁸⁷

⁸⁶ Zie: http://www.bipt.be/public/files/nl/22256/Raadpleging_3600.pdf.

⁸⁷ Zie: http://www.bipt.be/public/files/nl/22256/Raadpleging_3600.pdf.

⁸⁸ Voor informatie over het huidige gebruik is steeds gebruik gemaakt van de informatie op www.efis.dk en het (interne) onderzoek van het ministerie van EZK aangaande het huidige gebruik van de 3,5 GHz-band in een aantal Europese landen.

⁸⁹ Zie: <https://hoeringsportalen.dk/Hearing/Details/62060>.

⁹⁰ Zie: <https://ens.dk/en/our-responsibilities/spectrum/frequency-regulation>.

Denemarken

Huidige situatie

- De Deense 3,5 GHz-band wordt voor verschillende doeleinden ingezet. De band is zowel bestemd voor MFCN als voor FSS, door middel van individuele transmitters.⁸⁸

Toekomst

De Danish Energy Agency (DEA) heeft in juli 2018 een publieke consultatie geopend waarin vragen zijn gesteld over de behoefte aan toekomstig frequentiegebruik in de 3,5 GHz-band.⁸⁹ Over de concrete plannen van de DEA is tot op heden nog niets bekend. De DEA biedt wel reeds mogelijkheden om 5G-testen uit te voeren in deze band.⁹⁰

De verdeling van de 700, 900 en 1800 MHz-banden staat overigens wel gepland in september 2018.⁹¹

Duitsland

Huidige situatie

- De Duitse 3,5 GHz-band wordt voornamelijk ingezet voor MFCN. Er wordt in deze band ook gebruik gemaakt van FSS-toepassingen voor *space to earth*-verbindingen.
- In de 3400 – 3600 MHz-band zijn voornamelijk landelijke vergunningen uitgegeven die verlopen rond 2021.

⁹¹ Zie: <https://www.telegeography.com/products/commsupdate/articles/2018/03/09/dea-consults-on-a-draft-auction-for-700mhz-900mhz-and-2300mhz-airwaves/> en <https://www.telecompaper.com/news/danish-auction-plans-for-700-mhz-900-mhz-and-2300-mhz-bands-go-out-for-consultation--1235554>.

- In de 3600 – 3800 MHz-band zijn uitsluitend regionale vergunningen uitgegeven die verlopen rond 2025.⁹²

Toekomst

De Duitse Bundesnetzagentur (BnetzA) heeft in mei 2018 een besluit genomen over de toewijzing van frequentie in de 2 GHz en 3,5 GHz-band.⁹³ Duitsland heeft als uitgangspunt dat de frequenties in de 3,5 GHz-band snel toegekend dienen te worden. Door een vroege landelijke beschikbaarheid van de 3,5 GHz-band, kan maximaal worden gewaarborgd dat het potentieel van de band voor 5G volledig wordt benut. Ondanks het feit dat de huidige vergunningen in 2021 of 2022 aflopen, wil de BnetzA daarom al eerder een veiling starten, zodat de toekomstige vergunninghouders zo snel mogelijk in staat zijn om het netwerk te bouwen. Naast het economische potentieel, wordt in de Duitse plannen rekening gehouden met het belang van satellietradio, radioastronomie en de belangen van regionale netwerkexploitanten.

De 3,5 GHz-band wordt als volgt verdeeld:⁹⁴

- Er wordt 300 MHz landelijk beschikbaar gesteld voor 5G-toepassingen tussen 3400 en 3700 MHz. Er worden geen *guard bands* gehanteerd;
- Er wordt 100 MHz beschikbaar gesteld voor (5G-)toepassingen op lokale of regionale schaal in de 3700 – 3800 MHz-band. Deze ruimte kan worden ingezet voor ondernemingen of gemeenten met een frequentievraag, bedrijfskritische communicatie door middel van 5G of voor het ontsluiten van buitengebieden. Hierbij wordt opgemerkt dat de

toewijzingsprocedure zodanig moet worden opgezet dat de frequenties efficiënt kunnen worden gebruikt en dat aan toekomstige frequentie-eisen kan worden voldaan.

De verdeling van de band is gepland in 2021, samen met de veiling van de 2 GHz-band. De frequentie kan in 2022 in gebruik worden genomen. Voor nieuwe marktdeelnemers die deelnemen aan de veiling, is het mogelijk een bijzondere regeling te treffen. Er wordt geen beperking gesteld aan het maximum aantal MHz per operator.

Daarnaast worden in Duitsland beschermingsmaatregelen getroffen voor satellietcommunicatie in de 3600-3800 MHz-band. De grondstations en bandbreedtes die dit betreft, zijn afgebakend in het besluit van de BnetzA.⁹⁵ Duitsland hanteert voor bestaande grondstations een beschermingszone van 20 kilometer in de hoofdstraalrichting (100 tot 260 graden vanaf het noorden) en 5 kilometer in de andere richtingen. Hierbij wordt de kanttekening gemaakt dat de exacte behoefte aan bescherming voor satellietcommunicatie afhankelijk is van topografie en morfologie in het betreffende gebied. In de 3400 – 3600 GHz-band kan geen aanspraak worden gemaakt op storingsvrije ontvangst van satellietcommunicatie.⁹⁶

⁹² Voor informatie over het huidige gebruik is steeds gebruik gemaakt van de informatie op www.efis.dk en het (interne) onderzoek van het ministerie van EZK aangaande het huidige gebruik van de 3,5 GHz-band in een aantal Europese landen.

⁹³ Bundesnetzagentur 2018, Entscheidung der Präsidentenkammer vom 14. Mai 2018 über Anordnung und Wahl des Verfahrens zur Vergabe von Frequenzen in den Bereichen 2 GHz und 3,6 GHz für den drahtlosen Netzzugang.

⁹⁴ Bundesnetzagentur 2018, Entscheidung der Präsidentenkammer vom 14. Mai 2018 über Anordnung und Wahl des Verfahrens zur Vergabe von Frequenzen in den Bereichen 2 GHz und 3,6 GHz für den drahtlosen Netzzugang.

⁹⁵ Bundesnetzagentur 2018, Entscheidung der Präsidentenkammer vom 14. Mai 2018 über Anordnung und Wahl des Verfahrens zur Vergabe von Frequenzen in den Bereichen 2 GHz und 3,6 GHz für den drahtlosen Netzzugang, p. 46-48.

⁹⁶ Bundesnetzagentur 2018, Entscheidung der Präsidentenkammer vom 14. Mai 2018 über Anordnung und Wahl des Verfahrens zur Vergabe von Frequenzen in den Bereichen 2 GHz und 3,6 GHz für den drahtlosen Netzzugang, p. 45.

Frankrijk

Huidige situatie

- De Franse 3400 – 3600 MHz-band wordt voornamelijk ingezet voor MFCN. Dit betreft zowel landelijke als regionale vergunningen. De looptijd van deze vergunningen verschilt, maar de meesten hebben nog een lange looptijd tot bijvoorbeeld 2025. Enkele delen van de band zijn nog vrij.
- De Franse 3600 – 3800 MHz-band wordt geheel ingezet voor regionale FSS. Deze vergunningen verlopen voor een groot deel in 2018. Enkel verlopen in 2025.⁹⁷

Toekomst

De Autorité de Regulation des Communications Electroniques et des Postes (ARCEP) heeft in januari 2018 een consultatie gehouden voor de toekomst van de 3,5 GHz-band. De uitslag van deze consultatie wordt binnenkort verwacht. Op dit moment is het in een aantal steden in Frankrijk al mogelijk om pilot-vergunningen aan te vragen voor experimenten met 5G.

ARCEP is, zo blijkt uit de documenten die ter consultatie voorliggen, van plan de huidige vergunninghouders te migreren naar de onderkant van de 3,5 GHz-band. De frequenties zullen, wanneer de plannen ongewijzigd blijven, als volgt worden verdeeld:⁹⁸

- Er zal in de 3400 – 3500 MHz-band 40 MHz vrijgemaakt worden voor ontsluiting van het buitengebied;
- De gehele 3500 – 3800 MHz-band zal vrijgemaakt worden voor de uitrol van 5G;

⁹⁷ Voor informatie over het huidige gebruik is steeds gebruik gemaakt van de informatie op www.efis.dk en het (interne) onderzoek van het ministerie van EZK aangaande het huidige gebruik van de 3,5 GHz-band in een aantal Europese landen.

⁹⁸ Zie: [https://www.arcep.fr/index.php?id=8571&no_cache=0&L=1&no_cache=1&tx_gsactualite_pi1\[uid\]=2026&tx_gsactualite_pi1\[annee\]=&tx_gsactualite_pi1\[theme\]=&tx_gsactualite_pi1\[motscl\]=&tx_gsac](https://www.arcep.fr/index.php?id=8571&no_cache=0&L=1&no_cache=1&tx_gsactualite_pi1[uid]=2026&tx_gsactualite_pi1[annee]=&tx_gsactualite_pi1[theme]=&tx_gsactualite_pi1[motscl]=&tx_gsac)

- Vanaf 2026 zal in totaal 340 MHz beschikbaar zijn voor de 5G-toepassingen. De gemigreerde vergunningen zijn dan verlopen.

ARCEP streeft ernaar dat de vergunningen in 2020 in gebruik genomen kunnen worden. Een definitief besluit over de verdeling van de 3,5 GHz-band in Frankrijk wordt binnenkort verwacht.

Ierland

Huidige situatie

- De Ierse 3,5 GHz-band is recentelijk verdeeld volgens de Europese afspraken voor de uitrol van 5G.
- 350 MHz is beschikbaar gesteld voor de uitrol van 5G. Deze vergunningen hebben een looptijd tot en met juli 2032.

Toekomst

De Commission for Communications Regulations (ComReg) heeft besloten 350 MHz van de band beschikbaar te stellen voor de uitrol van 5G. Een groot deel van de band is reeds in juni 2017 verdeeld onder mobiele operators:⁹⁹

- 100 MHz is landelijk beschikbaar gesteld aan *Three*;
- 250 MHz is beschikbaar besteld in 9 geografische regio's voor *Airspan*, *Imagine*, *Meteor* en *Vodafone*;
- 50 MHz is niet geveild en blijft beschikbaar voor overheidsdiensten.

Het spectrum werd beschikbaar gesteld in aaneengesloten blokken in veelvoud van 5 MHz. Om schaalvoordelen voor operators te faciliteren, werd het bieden in

[tualite_pi1\[backID\]=26&cHash=4591898503b8f9d255f564e759d02457](https://www.arcep.fr/uploads/tx_gspublication/consult-frequences-terr-entreprises-5G-innov.pdf) en https://www.arcep.fr/uploads/tx_gspublication/consult-frequences-terr-entreprises-5G-innov.pdf.

⁹⁹Zie: https://www.comreg.ie/media/dlm_uploads/2017/05/ComReg-1738.pdf.

consortium gefaciliteerd. Daarnaast werd het door *Assignment Options* mogelijk gemaakt om hetzelfde spectrum in elke regio te verkrijgen.¹⁰⁰

De verleende vergunningen hebben een looptijd van 15 jaar. Het ingebruiknamemoment lijkt nog afhankelijk van de migratie van huidige vergunninghouders.

Italië

Huidige situatie

- De Italiaanse 3,5 GHz-band wordt zowel ingezet voor FSS als voor MFCN.
- De meeste vergunningen zijn op regionale schaal vergeven tot 2023.

Toekomst

De Italiaanse Agcom heeft reeds een besluit genomen over een deel van de 3,5 GHz-band.¹⁰¹ De frequenties tussen 3600 – 3800 zullen reeds in september 2018 geveild worden, samen met frequenties in de 700 MHz- band en de 26 GHz-band.

De 3600 – 3800 MHz-band zal geveild worden in twee blokken van 80 en twee blokken van 20 MHz, waarbij een individuele operator maximaal 100 MHz kan verkrijgen.¹⁰²

Het is voorlopig nog onduidelijk hoe het overige spectrum (3400 – 3600 MHz) in de toekomst ingezet zal worden. Vooral nog heeft Italië aangegeven dat FSS in deze band worden beschermd.¹⁰³

¹⁰⁰ https://www.comreg.ie/media/dlm_uploads/2017/05/ComReg-1738.pdf.

¹⁰¹ Zie: <https://www.agcom.it/documents/10179/10216279/Documento+generico+11-04-2018/7eb2a2c6-8af9-4bc5-886e-8e36d3ac95ec?version=1.0>.

¹⁰² Zie: <https://www.rcwireless.com/20180525/5g/italy-confirms-plans-award-5g-spectrum-september-tag23>

¹⁰³ Zie hiervoor voetnoot 172 en 173 van de National Plan for Frequency Allocation Italy.

Oostenrijk

Huidige situatie

- De Italiaanse 3,5 GHz-band wordt zowel ingezet voor FSS als voor MFCN.
- De vergunningen in de 3400 – 3600 MHz-band zijn regionaal uitgegeven en lopen tot 2019.
- De vergunningen in de 3600 – 3800 MHz-band zijn nationaal uitgegeven. De looptijd van deze vergunningen is ons onbekend.¹⁰⁴

Toekomst

De toekomstplannen van de Rundfunk und Telekom Regulierungs-GmbH (RTR) zijn in een vergevorderd stadium. Het aanbestedingsdocument waarin de plannen zijn opgenomen, is naar de minister gestuurd, maar deze heeft nog geen toestemming gegeven.¹⁰⁵

In deze plannen wordt 315 MHz vrijgemaakt voor een regionale uitrol van 5G. Bij het definiëren van de regio's wordt een onderscheid gemaakt tussen stedelijke en regionale gebieden, waardoor frequenties in stedelijke gebieden waarschijnlijk meer zullen kosten dan de bevolkingsarme regio's. Door te kiezen voor een regionale verdeling, hoopt de RTR dat mobiele operators ook kosteneffectieve diensten aan land zullen aanbieden, waardoor het buitengebied zal worden ontsloten.¹⁰⁶

De veiling zal ongeveer 4 maanden nadat de minister heeft getekend, plaatsvinden. De 3400 – 3600 MHz-band zal beschikbaar zijn vanaf 1 januari 2020. De 3600 – 3800 MHz-band zal beschikbaar zijn vanaf het moment van toewijzing.

¹⁰⁴ Voor informatie over het huidig gebruik is steeds gebruik gemaakt van de informatie op www.efis.dk en het (interne) onderzoek van het ministerie van EZK aangaande het huidige gebruik van de 3,5 GHz-band in een aantal Europese landen.

¹⁰⁵ Zie: https://www.rtr.at/de/tk/FRO5G_2018.

¹⁰⁶ Zie: <https://futurezone.at/b2b/rtr-stellt-plan-fuer-5g-auktion-im-herbst-vor/400004561>.

Verenigd Koninkrijk

Huidige situatie

- Een deel van de 3,5 GHz-band van het Verenigd Koninkrijk is reeds verdeeld volgens de Europese afspraken voor de uitrol van 5G. Dit betreft 150 MHz in de 3400 – 3600 MHz-band, 40 MHz in deze band was reeds in bezit van een mobiele telecomoperator.
- De 3600 – 3800 MHz-band wordt nog ingezet voor mobiel breedband en FSS. Dit betreft regionale vergunningen en vergunningen voor lokale transmitters met een ongespecificeerde looptijd.

Toekomst

De Office of Communications (Ofcom) heeft de verdeling van de 3,5 GHz-band in twee momenten opgesplitst. De 3400 – 3600 MHz-band is reeds verdeeld om de uitrol van 5G mogelijk te maken. De verdeling van de 3600 – 3800 MHz-band staat gepland in 2020. De voorwaarden voor verdeling van dit gedeelte van de band, zijn nog niet gepubliceerd.

Ofcom maakte in april 150 Mhz in de 3400 – 3600 MHz-band landelijk beschikbaar. 40 MHz in deze band was reeds in (landelijk) bezit van telecomaandbieder *Three*. Deze verdeling werd gekoppeld aan de verdeling van de 2,3 GHz-band. Er is een maximum hoeveelheid bandbreedte van 340 MHz gedefinieerd die een operator in beide banden gezamenlijk mocht verkrijgen.¹⁰⁷

¹⁰⁷ Zie: <https://5g.co.uk/guides/5g-uk-auction/>

¹⁰⁸ Zie: <https://5g.co.uk/news/5g-auction-set-to-start/4280/>.

¹⁰⁹ Zie: <https://5g.co.uk/guides/5g-uk-auction/>.

¹¹⁰ Voor informatie over het huidige gebruik is steeds gebruik gemaakt van de informatie op www.efis.dk en het (interne) onderzoek van het ministerie van EZK aangaande het huidige gebruik van de 3,5 GHz-band in een aantal Europese landen.

De prijs voor 5 MHz in de 3,5 GHz-band werd vooraf vastgesteld op 1 miljoen pond. In de praktijk is veel hoger geboden.¹⁰⁸ De volgende partijen hebben frequentie verkregen:

- Vodafone: 50 MHz;
- Three: 20 MHz nieuwe frequentie en 40 MHz reeds in bezit;
- O2: 40 MHz;
- EE: 40 MHz.

In het Verenigd Koninkrijk niet voorzien dat de 3,5 GHz-band ruimte biedt voor de ontsluiting van het buitengebied. Hiervoor zal de 700 MHz-band worden ingezet.¹⁰⁹

Zweden

Huidige situatie

- De Zweedse 3,5 GHz-band is regionaal vergund voor MFCN en FSS.
- Deze vergunningen verlopen rond 2023.¹¹⁰

Toekomst

De Swedish Post and Telcom Authority (PTS) wil de gehele 3,5 GHz-band beschikbaar stellen voor de uitrol van 5G in 2020.

De 3400 – 3500 MHz-band zal in Zweden worden ingezet voor regionale toepassingen voor afgebakende kleine regio's. De verdeling van dit spectrum zal plaatsvinden op basis van een *first come first serve*-principe.¹¹¹

¹¹¹ Zie: <https://pts.se/en/news/radio/2018/preliminary-study-of-future-assignment-of-frequencies-for-5g-deployment2/>

In de 3500 – 3800 MHz-band wordt door De SPTA een onderscheid gemaakt tussen regio's met een hoge bevolkingsdichtheid en regionale gebieden met een lage bevolkingsdichtheid. De gebieden met een hoge bevolkingsdichtheid worden aan elkaar gekoppeld en vormen daarmee een 'semi-landelijke' laag. Deze semi-landelijke laag zal door middel van een veiling verdeeld worden in 2019. De vergunningverlening voor frequentie in de gebieden met een lage bevolkingsdichtheid, zal verlopen zoals in de 3400 – 3500 MHz-band.¹¹²

Zwitserland

Huidige situatie

- De Zwitserse 3,5 GHz-band wordt ingezet voor MFCN en FSS. De vergunningen zijn regionaal verleend.¹¹³

Toekomst

De Zwitserse Communications Commission (ComCom) heeft een tweede ontwerp ter consultatie voorgelegd in april 2018. Na deze consultatie zal de ComCom beslissen over de verdere gang van zaken.¹¹⁴

Voorzien is dat de 3500 – 3800 Mhz-band vanaf 2019 beschikbaar komt voor de uitrol van 5G.¹¹⁵ De 3400 – 3500 MHz-band wordt gereserveerd voor PMSE. De voorwaarden waaronder deze banden beschikbaar komen, zijn nog niet bekend.

¹¹² Zie: <https://pts.se/en/news/radio/2018/preliminary-study-of-future-assignment-of-frequencies-for-5g-deployment2/>

¹¹³ Voor informatie over het huidig gebruik is steeds gebruik gemaakt van de informatie op www.efis.dk en het (interne) onderzoek van het ministerie van EZK aangaande het huidige gebruik van de 3,5 GHz-band in een aantal Europese landen.

Conclusie internationale vergelijking

Alle onderzochte Europese landen zijn bezig een aanzienlijk gedeelte van de 3,5 GHz-band vrij te maken voor 5G-toepassingen. Ierland en het Verenigd Koninkrijk hebben reeds een nieuwe verdeling gemaakt om de realisatie van 5G te bespoedigen. Landen als Duitsland en België hebben reeds concrete plannen gemaakt. In enkele landen worden de bestemmingen van de 3,5 GHz-band in verschillende delen bekend gemaakt of verdeeld. In enkele landen is nog veel onduidelijkheid; met name in Zwitserland en Denemarken zijn nog geen concrete plannen. Ook in Italië is de toekomst van een groot gedeelte van de band nog onzeker.

¹¹⁴ Zie: <https://www.bakom.admin.ch/bakom/de/home/frequenzen-antennen/konsultation-zum-entwurf-der-ausschreibungsunterlagen.html>.

¹¹⁵ Tätigkeitsbericht 2017 der Eidg. Kommunikationskommission, p. 23.

KWINK groep B.V.
Nassaulaan 1
2514 JS Den Haag

www.kwinkgroep.nl