

## ***Flächendeckende Versorgung mit 5G-Mobilfunk in Deutschland***

Diskussionspapier des 5G Lab Germany Dresden – initiiert durch die Verbände DIHK, DLT, ZDH und DBV

Datum: 22.10.2018

Der neue Mobilfunkstandard 5G ermöglicht zahlreiche neue Anwendungen in der Wirtschaft (Wirtschaft 4.0, Landwirtschaft, Handwerk), im Bereich der Mobilität, bei der Entwicklung von Smart Cities und Smart Regions oder beim E-Government. Die neuen und verbesserten Anwendungen versprechen enormen volkswirtschaftlichen Nutzen. Der Koalitionsvertrag der neuen Bundesregierung sieht vor, dass „neue Frequenzen nur gegen flächendeckende Versorgung“ vergeben werden sollen.

Unter einer flächendeckenden Versorgung verstehen wir die Gleichwertigkeit der Lebensverhältnisse. Das bedeutet für uns: in ländlichen Räumen müssen die gleichen Anwendungen/Dienste funktionieren wie im städtischen oder halbstädtischen Bereich, wo der Wettbewerb die besten Marktergebnisse hervorbringt. In den sog. ländlichen Räumen, in denen der Markt allein zu keinen volkswirtschaftlich befriedigenden Ergebnissen führt, müssen die Rahmenbedingungen (Versteigerungsdesign, Versorgungsaufgaben, Förderung, Regulierung) so ineinandergreifen, dass Gleichwertigkeit auch im Hinblick auf Gigabit-Internetzugänge gewährleistet wird.

Wichtig ist, dass aus den Versäumnissen der Vergangenheit gelernt wird. Eine Orientierung der Versorgungsaufgaben allein an der Versorgung von Haushalten ist bei Weitem nicht ausreichend und grenzt weite Flächen Deutschlands, die bspw. land- und forstwirtschaftlich oder auch touristisch genutzt werden, aus. Und auch die im Koalitionsvertrag oder in Verlautbarungen der Bundesnetzagentur bzw. deren Beirat formulierten Versorgungsaufgaben in Bezug auf Bahnstrecken und bestimmte Straßenkategorien sind nicht hinreichend.

Der Koalitionsvertrag und zum Teil die öffentliche Diskussion suggerieren eine hohe Einnahmeerwartung in Bezug auf die Versteigerung der Frequenzen in den Bereichen 2 GHz und 3,6 GHz. Die kurzfristige staatliche Gewinnmaximierung sollte aber hinter der Perspektive einer flächendeckenden Versorgung zurückstehen. Denn bei der flächendeckenden Versorgung mit 5G-Funktechnologie geht es auf mittlere Sicht um die künftige Wirtschaftskraft unseres Landes. Die Umverteilung der Einnahmen in Form von Fördermitteln für den festnetzgebundenen Glasfaserausbau in der Fläche könnte im Endeffekt zu einer weiteren Marktkonzentration mit negativen Effekten für die Marktversorgung insgesamt führen.

Das vorliegende Papier soll einen Beitrag für die Diskussion darüber leisten, wie in Deutschland flächendeckend Anwendungen auf Basis der 5G-Mobilfunktechnologie ermöglicht werden können. Dabei werden Maßnahmen für die Ausgestaltung der kurzfristig anstehenden Frequenzvergabe in den Bereichen 2 GHz und 3,6 GHz ebenso umrissen, wie für die langfristige Ausgestaltung der Frequenzpolitik.

### **Der Ansatz in Kürze:**

Für eine tatsächlich flächendeckende Versorgung mit hochleistungsfähigen 5G Mobilfunk wird der anstehenden Versteigerung von Mobilfunkfrequenzen eine zusätzliche Versteigerungsstufe vorgeschaltet. In dieser vorgeschalteten Versteigerung sollen die wirtschaftlich

nicht lukrativen ländlichen Gebiete unter den Netzbetreibern zu „negativen Preisen“ versteigert werden. Die vorgeschaltete Versteigerung endet erst, wenn alle (zuvor definiert und abgegrenzten) ländlichen Gebiete auf die drei Netzbetreiber verteilt sind, so dass je ein Netzbetreiber für den Netzaufbau in einem definierten Gebiet unter vollständiger Nutzung der neuen Frequenzbänder und der eigenen vorhandenen Frequenzbänder verantwortlich ist. Die Netzbetreiber erhalten für die so ersteigerten Gebiete Betreiberschutz über mindestens 5 Jahre. Der damit verbundene Vorsprung macht die Versorgung der Gebiete für die Betreiber wirtschaftlich attraktiv. Um den Ausbau im ländlichen Raum weiterhin zu befördern, werden dem Netzbetreiber alle Ausgaben für den 5G-Ausbau in seinen Vorsprungregionen zurückerstattet, und zwar – abzüglich Abschreibungen – bis zu dem Betrag, den der jeweilige Netzbetreiber für die von der Bundesnetzagentur vorgesehene und zeitlich nachfolgende Versteigerung in den Frequenzbereichen 2 GHz und 3,6 GHz ausgeben musste (Cash-Back). Zusätzlich erhält er künftig freiwerdende Frequenzbänder aus der sog. Digitalen Dividende 3. Im Gegenzug verpflichten sich die Netzbetreiber in den von ihnen exklusiv versorgten Gebieten zu Roaming und dazu, binnen drei Jahren (bis Anfang 2023) 98 Prozent der Fläche mit mehr als 10 Mbit/s sowie 5 ms Latenz zu versorgen. Für die Folgejahre werden weitere Verbesserungen vereinbart.

## Ein Ansatz für die Ausgestaltung der Frequenzvergabe in den Bereichen 2 GHz und 3,6 GHz

In ländlichen Bereichen ist – im Gegensatz zu städtischen oder halbstädtischen Gebieten – zunächst jeweils nur ein einziges Netz erforderlich. Unter dieser Annahme bekommt der jeweils im ländlichen Raum vorhandene Netzbetreiber für das zu versorgende ländliche Gebiet die volle Bandbreite von 300 MHz (3400–3700MHz) der neuen 5G-Frequenzen, was die Ausbaukosten senkt und die Netzperformance erheblich steigert. Er muss im Gegenzug Nationales Roaming der anderen beiden nationalen Netzbetreiber zulassen. An dieser Maßgabe sollte sich das Versteigerungsdesign orientieren.

Der hier diskutierte Ansatz basiert auf folgender Abschätzung: Unter der Annahme der Nutzung der vorhandenen Infrastruktur sowie des 300 MHz breiten Frequenzbandes von 3.400–3.700 MHz und unter Nutzung neuer technologischer Verfahren (z. B. massive MIMO) und Infrastrukturen (z. B. Türme von Windkraftanlagen) ergibt sich folgende Hochrechnung: Es wird von ca. 240.000 km<sup>2</sup> ländlichem Raum ausgegangen, von dem ca. 114.000 km<sup>2</sup> Waldgebiete sind, deren Versorgung mit 5G Mobilfunk technisch bedingt kaum zu bewältigen wäre. Die verbliebenen ca. 125.000 km<sup>2</sup> benötigen unseren Schätzungen zufolge maximal einen zusätzlichen neuen Basisstationsstandort pro 10 km<sup>2</sup>. Daraus ergibt sich ein maximaler Bedarf von 12.500 neuen Basisstationsstandorten. Bei angenommenen 600.000 Euro Kosten pro Standortbau inkl. Glasfaseranbindung würden maximal 7,5 Mrd. Euro für den flächendeckenden Netzausbau im ländlichen Raum entstehen. Zusätzlich müssten die Netzbetreiber die bereits dort existierende Infrastruktur auf 5G migrieren.

## Versteigerungsdesign

Die Versteigerung der Frequenzen sollte in zwei Schritten erfolgen. In einem ersten Schritt sollten alle ländlichen Gebiete „zu negativen Preisen versteigert“ werden, in einem zweiten Schritt die lukrativen Gebiete zu Marktpreisen.

### Erster Schritt – die „Investitionsverpflichtungsversteigerung“ für „nicht lukrative“ Gebiete

Die nationalen Netzbetreiber sollten im ersten Schritt ausschließlich die nicht lukrativen ländlichen Räume „ersteigern“. Der gesamte ländliche Raum sollte hierfür in eine durch 3 teilbare Anzahl von sog. „Vorsprungregionen“ aufgeteilt werden. Diese „Ersteigerung“ kommt dabei einer Verpflichtung zum flächendeckenden Ausbau von 5G-Netzen in den „ersteigerten Vorsprungregionen“, unter Beachtung von Mindestauflagen, und damit einer verpflichtenden Investition der nationalen Betreiber in den 5G-Netzausbau in nicht lukrativen Regionen gleich. Aus diesem Grund wird diese erste Versteigerungsphase auch „Investitionsverpflichtungsversteigerung“ genannt.

Hier ein erster Vorschlag zu einer möglichen Ausführung:

In einem ersten Versteigerungslauf kann durch Losverfahren jedem Netzbetreiber eine (oder mehrere) Vorsprungregion(en) zugeteilt werden. Danach „bietet“ in jeder weiteren Runde jeder Netzbetreiber für je eine weitere Vorsprungregion. Bei gleicher Wahl der Vorsprungregion zweier (oder dreier) Netzbetreiber erhält der Netzbetreiber die Region, dessen geographischer Mittelpunkt am nächsten zu seinen bisherigen Vorsprungregionen ist (Abstandsprinzip). Hierdurch soll eine Konzentration von benachbarten Regionen pro Netzbetreiber erzielt werden. Bei Gleichheit der Abstände entscheidet das Los. Der hierbei verlierende Netzbetreiber darf dann eine Vorsprungregion aussuchen, die nicht weiter entfernt liegt zu seinem bisherigen Portfolio, als der Abstand durch den der in der Runde gewinnende Netzbetreiber die Vorsprungregion erhielt. Bei zwei verlierenden Netzbetreibern, weil alle drei für dieselbe Vorsprungregion boten, dürfen beide Verlierer nach diesem Prinzip eine neue Vorsprungregion auswählen und bei Gleichheit der ausgewählten Region startet für sie dasselbe Verfahren.

Diese Investitionsverpflichtungsversteigerung endet erst, wenn alle (zuvor definiert und abgegrenzten) ländlichen Gebiete (Vorsprungregionen) auf die drei Netzbetreiber verteilt sind, so dass je ein Netzbetreiber für den Netzaufbau in einem definierten Gebiet verantwortlich ist.

Die Netzbetreiber verpflichten sich mit der vorgeschalteten „Ersteigerung“, im jeweiligen Gebiet das Netz mit Vorrang auszubauen. Die Versorgungsgarantie hierfür könnte wie folgt ausgestaltet sein: 98 Prozent der geografischen Fläche (Waldflächen ausgenommen) innerhalb von 3 Jahren (bis Anfang 2023) mit mindestens 10 Mbit/s und 5 ms Latenz<sup>1</sup> zu versorgen. Bis 2025 muss dann ein weiterer Ausbau erfolgen, durch den 99 Prozent der geografischen Fläche (Waldflächen ausgenommen) mit mindestens 30 Mbit/s und 1 ms

---

<sup>1</sup> Latenz: Ping Ende-zu-Ende-Laufzeit zum nächsten Mobile Edge Cloud Server und zurück.

Latenz versorgt werden. Die Versorgung soll dabei explizit durch den Aufbau von 5G-Netzen erfolgen, nicht durch den Aufbau von 2G bis 4G Netzen. Existierende und erweiterbare Infrastruktur sollte allerdings hierfür genutzt werden können.

Die Versorgungsgarantie muss von den Betreibern einfach messbar und nachprüfbar umgesetzt werden, damit für alle relevanten Akteure stets nachvollziehbar ist, ob die Kapazität des 5G-Netzes in der Vorsprungregion ausreichend dimensioniert ist. So sollen mobile Nutzer, bspw. mit Hilfe einer Mobile-App der BNetzA, die Breitbandkompetenzzentren der Länder, wie auch die BNetzA selbst jederzeit überprüfen können, wie die Versorgungsqualität effektiv in einer Vorsprungregion ist.

Als mögliche Strafe für Verletzung der Versorgung wird vorgeschlagen:

- Es wird eine empfindliche Geldstrafe fällig (z.B. EUR 50T pro km<sup>2</sup> der unterversorgten Vorsprungregion pro Jahr) und die Lizenz auf die Frequenzen der Digitalen Dividende 3 der unterversorgten Vorsprungregion erlischt, falls der Versorgungsmangel nicht innerhalb von 6 Monaten behoben wird.

## Zweiter Schritt – die Versteigerung der „lukrativen“ Gebiete

In einem zweiten Versteigerungsschritt werden die lukrativen städtischen und halbstädtischen Bereiche nach üblichem (bereits in Vorbereitung befindlichen) Verfahren versteigert. Hierbei fließen die Lizenzeinnahmen nur vorübergehend dem Bund zu, da die Netzbetreiber das im Folgenden dargestellte Rückforderungsrecht erhalten. Am Ende der Versteigerung hat jeder Netzbetreiber „seine“ deutschlandweiten 5G-Frequenzen.

Ausgenommen sind hiervon die Vorsprungregionen. Hier erhält ein Netzbetreiber, der nach Versteigerungsschritt 1 nicht exklusiver Netzbetreiber der jeweiligen Vorsprungregion ist, erst ab 2025 das Recht der Einforderung seiner deutschlandweit ersteigerten Frequenzen, wenn er die dann zu diesem Zeitpunkt geltende Versorgungsaufgabe (siehe Erläuterung der Versorgungsaufgabe unter Schritt 1) in der gesamten zu berücksichtigenden Vorsprungregion einhalten kann. Jeder Netzbetreiber erhält somit einen zeitlichen „Vorsprung“ bis Anfang 2025 in seinen jeweiligen „Vorsprung“-Regionen.

## Rückforderungsrecht der Lizenzausgaben der Netzbetreiber

Um die Netz-Güte im ländlichen Raum zu verbessern, werden die Vorsprungregionen eingerichtet, in denen jeweils ein Netzbetreiber mindestens 5 Jahre Vorsprung erhält.

Um den Ausbau im ländlichen Raum weiterhin zu befördern, werden dem Netzbetreiber alle Ausgaben für den 5G-Ausbau in seinen Vorsprungregionen – abzüglich Abschreibungen – zurückerstattet bis zu dem Betrag, den der jeweilige Netzbetreiber für den 2. Schritt der Versteigerung ausgeben musste (Cash-Back).

Hierbei werden quartalsweise Abrechnungen vorzulegen sein (z.B. äquivalent der Abrechnung zur Projektförderung beim BMBF oder BMWi). Es werden nur die entstandenen Ausgaben rückerstattet, die in Vorsprungregionen für den 5G-Netzausbau relevant waren, und nur für bis Ende 2023 verausgabte Kosten. Mit Kosten sind sowohl die für das Funkzugangnetz als auch die für die (Glasfaser) Anbindung der Basisstationen entstandene Ausgaben gemeint.

Eine Verzinsung der Lizenzausgaben durch den Bund wird es nicht geben.

## Rahmenbedingungen für die Vergabe

Die Rahmenbedingungen für die Frequenzversteigerung sollten den Marktteilnehmern ausreichend Investitions- und Planungssicherheit bieten, Anreize für den flächendeckenden Netzausbau setzen und gleichzeitig offen genug sein, um künftige Marktentwicklungen zu unterstützen. Die folgenden Rahmenbedingungen sollten bei der Vergabe der Frequenzen in den Bereichen 2 GHz und 3,6 GHz berücksichtigt werden:

- Nationales Roaming in den Vorsprungregionen. Dieses Recht auf nationales Roaming ist rein auf die Netzbetreiber begrenzt, die an der Versteigerung teilnehmen: Der Netzbetreiber, der das initiale Netz in seiner Vorsprungregion aufbaut, muss es zeitlich unbegrenzt den anderen für nationales Roaming zur Verfügung stellen. Hierdurch wird garantiert, dass jeder Kunde deutschlandweit drei Netzbetreiber „sieht“. Das Recht und die Verpflichtung auf nationales Roaming in einer Vorsprungregion erlischt allerdings gegenüber einem konkurrierenden Netzbetreiber, sobald dieser (frühestens ab 2025) die Vorsprungregion selbst mit den 5G-Frequenzbändern versorgt, die er im 2. Versteigerungsschritt „deutschlandweit“ erworben hat. Hierbei gilt für den Netzbetreiber, der die Herausgabe „seiner“ Frequenzen vom Vorsprungbetreiber erwirken möchte, dass er die oben beschriebene Regelung zur Mindestversorgung im Vorsprungsgebiet selbst auch einhalten muss.
- Randwettbewerb wird durch den Aufbau „lokaler und regionaler Netze“ ermöglicht. Für diese gibt es keine nationale Roaming-Verpflichtung der nationalen Mobilfunkbetreiber. Lokale/regionale Netzbetreiber, die eine Lizenz in den Bändern 3.700–3.800 MHz oder 26 GHz zugeteilt bekommen, bekommen den Zugang zum Telekommunikationsnetz/Internet äquivalent einem Festnetzbetreiber. Lokale/regionale Netzbetreiber bieten lokale bzw. regionale Mobilfunk- und Festnetze an, deren Anschluss ans Internet und „Einspeisungsgebühren“ wie bei lokalen Festnetzanschlüssen erfolgen. Nationales Roaming ist nicht verpflichtend, um das Businessmodell der drei nationalen Mobilfunkbetreiber für den Ausbau des ländlichen Raums nicht zu unterwandern. Die Abdeckung des ländlichen Raums ist höchste Priorität.
- Zur Einhaltung der Versorgungsaufgabe in den Vorsprungregionen dürfen auch Frequenzbänder verwendet werden, die dem jeweiligen Netzbetreiber bereits zur Verfügung stehen.
- Die temporäre Mitnutzung der Frequenzen im 3.400–3.800MHz Band, wie im Vorschlag der „Anhörung zur lokalen und regionalen Bereitstellung des Frequenzbereichs 3.700 MHz bis 3.800 MHz für den drahtlosen Netzzugang“ der BNetzA, wird befürwortet.
- Nach Ablauf einer 5-Jahres-Frist (Anfang 2025) dürfen auch die anderen Netzbetreiber in den Vorsprungregionen eigene Netze bauen, die zuvor einer der drei Netzbetreiber „ersteigert“ hat. Diese Netze dürfen aber erst dann ihren Betrieb aufnehmen bzw. Angebote am Markt machen, wenn sie die dann dort geltende Versorgungsaufgabe in der jeweiligen gesamten Vorsprungregion erfüllen.
- Eine Erhöhung der Anzahl nationaler Mobilfunkbetreiber auf vier unterwandert deren Profitabilität und damit die finanzielle Möglichkeit, den Netzausbau im ländlichen Raum prioritär durchzuführen. Eine Verringerung auf zwei Mobilfunkbetreiber erzeugt ein Duopol bzw. Oligopol und verringert damit wiederum die Chance des Wettbewerbs um den ländlichen Raum.



- Die Mitnutzung vorhandener Infrastrukturen (wie bspw. Windräder/-türme oder Strommasten) muss die Regel, nicht die Ausnahme sein. Dafür müssen Bund, Länder und Kommunen die bestmöglichen Voraussetzungen schaffen. Dies muss allen Netzbetreibern zur Verfügung stehen, sowohl den nationalen Mobilfunkbetreibern als auch Betreibern lokaler bzw. regionaler Netze (z.B. im 3.700-3.800 MHz Band). Eine Begrenzung der Mast- oder Antennenhöhe in lokalen und regionalen Netzen ist nicht sinnvoll. Ein Beispiel für den Aufbau eines regionalen Netzbetreibers könnte eine Baustelle sein, wobei z.B. auf einem dort vorhandenen Baukran die Antenne montiert wird. Die Kran-Höhe wird durch die „Lufthöhe“ der Baustelle bestimmt, und garantiert damit auch eine gute lokale Funkversorgung. Ein weiteres Beispiel könnte ein Bauernhof sein, der die Versorgung seiner Felder selbst in die Hand nehmen möchte und seinen Füttersilo zur Antennenmontage nutzen möchte. In beiden Fällen ist die Beschränkung der Mast- bzw. Antennenhöhe, auf bspw. maximal 10m, kontraproduktiv.
- Während der ersten 5 Jahre (bis Anfang 2025) erhält der initiale Netzbetreiber in der jeweiligen ländlichen Vorsprungregion alle neuen 5G-Frequenzbänder im Bereich 3.400-3.700 MHz. Davon ausgeschlossen sind Frequenzbänder, die für die lokale und regionale Zuteilung festgelegt werden, denn diese Bänder bleiben dem Betrieb lokaler und regionaler Netze vorbehalten.
- Vorsprungregionen dürfen nach vollständiger Beendigung der zwei Versteigerungsschritte unter den drei nationalen Netzbetreibern getauscht werden. Hierbei dürfen auch Zahlungen untereinander erfolgen.
- Für die Nutzung der Frequenzen und Absprache an der Grenze benachbarter Vorsprungregionen unterschiedlicher Netzbetreiber soll dieselbe Regelung gelten, wie heute an nationalen Ländergrenzen.
- Die Bundesländer und der Bund müssen sich verpflichten, eine „Digitale Dividende 3“ mit mindestens 100 MHz Bandbreite im Band unter 700 MHz ab 2025 zur Verfügung zu stellen.
- Alle hier genannten Datenraten beziehen sich auf die Downlink-Datenrate. Für die zu erzielende Uplink-Datenrate gilt jeweils die Hälfte.

## Kontakt

5G Lab Germany Dresden  
Prof. Dr.-Ing. Dr. h.c. Gerhard Fettweis  
[Gerhard.Fettweis@tu-dresden.de](mailto:Gerhard.Fettweis@tu-dresden.de)

Dr.-Ing. Norman Franchi  
[Norman.Franchi@tu-dresden.de](mailto:Norman.Franchi@tu-dresden.de)