



WHITE PAPER

Emotionales 5G

PADERBORN 2019

| VERSION 5.1



01 Fünf Themen, die 5G bewegen:

Gestaltung, Gewinner, Gesundheit, Grün, Gesellschaft 4

02 Gestaltung..... 6

03 Gewinner..... 8

04 Gesundheit 10

05 Grün 12

06 Gesellschaft..... 14

07 Impressum..... 19

Autoren:

Michael Kemkes | InnoZent OWL e.V.

Rafael Mielech | Universität Paderborn / SICP

Dr. Simon Oberthür | Universität Paderborn / SICP

Dr. Lutz Stobbe | Fraunhofer IZM

Hinweis:

Das diesem Bericht zugrunde liegende Vorhaben wurde mit Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung unter dem Förderkennzeichen **16KIS0564K** gefördert.

Die Inhalte wurden im Rahmen der Fachgruppen der „Informationsplattform für 5G“ und des Forschungsschwerpunktes „5G – Industrielles Internet“ des BMBF-Förderprogramms „IKT 2020 – Forschung für Innovationen“ erörtert. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei den Autoren.

Fünf Themen, die 5G bewegen:

Gestaltung, Gewinner,

01 Gesundheit, Grün, Gesellschaft

Die Medien sind aktuell gefüllt mit Beiträgen zur bevorstehenden Einführung der fünften Mobilfunkgeneration. Google Trends zeigt ein sprunghaft steigendes Interesse seit Ende 2018 an. Mit der aktuellen Huawei-Kontroverse im Kontext der Handelsstreitigkeiten zwischen den USA und der VR China hat die Berichterstattung deutlich an Emotionalität gewonnen. 5G bewegt Politik, Wirtschaft und Öffentlichkeit in einem immer breiteren Themenspektrum. Wurde anfänglich über die technischen Möglichkeiten und Anwendungspotentiale berichtet, so ändert sich die thematische Ausrichtung der Berichterstattung in Richtung nicht technischer Themen.

Hier einige Beispiele:

- **Gestaltung:** Viele neue 5G Technologieanwender in vertikalen Sektoren werden in Zukunft den Umgang mit der Lizenzierung und rechtmäßigen Nutzung von geistigem Eigentum (IPs) lernen müssen. Wie internationale Beispiele im Umfeld von Intel, Apple und Qualcomm zeigen, können durch Fehlverhalten hohe Markteinbußen und finanzielle Lasten entstehen.
- **Gewinner:** Die Börsenkurse von 5G relevanten Chipherstellern, Geräteausrüstern und Netzbetreibern schwanken aktuell mit jeder neuen Investition und Auftragsvergabe. Wer im 5G Markt Erfolg hat, wird an der Börse belohnt. Ob die privaten und kommerziellen Nutzer auch mögliche Profiteure sind, steht zur Debatte. Größere 5G Tests zeigen aber schon jetzt, dass Kommunen und Gemeinden einen starken Hebel bei der Ausgestaltung von 5G Netzen haben werden.
- **Gesundheit:** Vor dem Hintergrund des vermehrten Aufbaus von Testinfrastrukturen in urbanen Umgebungen kommt das Thema elektromagnetische Verträglichkeit erneut in betroffenen Städten und Gemeinden auf. Selbst der Bundestag befasst sich nun wieder mit dem Thema Gesundheitsrisiko Mobilfunk.
- **Grün:** Das technologische Ziel der 5G Standardisierung ist eine um Faktor Tausend verbesserte Effizienz. Dieser Anspruch beinhaltet auch die Energiebilanz. Klar ist, dass sich die relative Energieeffizienz mit den neuen Technologien substantiell verbessern wird. Doch unter Fachleuten bleibt die Frage nach dem absoluten Energie- und Rohstoffverbrauch von 5G bislang noch unbeantwortet.
- **Gesellschaft:** Weltweit wird eine breitbandige mobile Kommunikation als Grundlage einer modernen digitalen Gesellschaft betrachtet. Die unterschiedlichen Bevölkerungsgruppen innerhalb der Gesellschaft haben das Recht auf soziale, kulturelle und wirtschaftliche Teilhabe. Offen ist, welche Auswirkungen 5G hierauf haben wird und wie diese zu steuern sind.

Mit diesem Diskussionspapier möchte die IP45G Begleitforschung auf ein erweitertes Themenspektrum aufmerksam machen, welches über die technisch- und anwendungsgeprägte Auseinandersetzung mit dem Thema 5G deutlich hinausgeht, aber aus Sicht der Autoren einen maßgeblichen Einfluss auf den Grad und die Geschwindigkeit einer 5G Implementierung und Nutzung hat. Ziel ist es, aktuelle Kontroversen von der Emotionalität zu trennen und faktenorientiert zu beleuchten. Diese sachliche Auseinandersetzung mit Themen, die zurzeit die 5G Community und Öffentlichkeit bewegen, soll insbesondere den Gestaltern in Industrie und Gesellschaft die wesentlichen Zusammenhänge erläutern und weiterführende Fachliteratur bereitstellen. Schlussendlich sollte auch der mögliche Handlungsbedarf dargelegt werden.

02 Gestaltung

Mit dem Begriff Gestaltung bzw. Gestaltungsmöglichkeiten wird auf ein ganzes Spektrum marktwirtschaftlicher und industriepolitischer Randbedingungen verwiesen. Diese beeinflussen die aktuelle Entwicklung und anstehende Implementierung von 5G im positiven wie auch im negativen Sinne.

Im Fokus der Diskussion stehen folgende Themen:

- Der freie marktwirtschaftliche Zugang zu Kerntechnologien, Komponenten und Produkten wird aufgrund politischer Auseinandersetzungen zunehmend wieder erschwert. Diese Situation verhindert eine langfristige Planung und Geschäftsgestaltung.
- Wenige große Unternehmen besitzen das nötige finanzielle Potential und geistige Eigentum, um 5G relevante Hardware und Software zu produzieren. Es entstehen hoch spezialisierte Zuliefermärkte, die sich auf Massenkonsumprodukte konzentrieren. Wartezeiten für individuelle Komponenten und Produkte steigen. Die Einflussnahme auf die Qualität sinkt.
- Neben der lange andauernden und teuren Komponentenbeschaffung (z. B. bei Filtern und Verstärkern) gibt es auch das verstärkte Problem einer frühzeitigen Abkündigung von Software und Hardware. Das Thema Obsoleszenz betrifft in erster Linie Anwenderfirmen. Die Abhängigkeit von internationalen Märkten wächst. Von technologischer Souveränität kann bei in Deutschland ansässigen Unternehmen kaum gesprochen werden.
- Wirtschaftspolitische Maßnahmen einschließlich der Frequenzversteigerung wirken sich nicht immer positiv auf die Marktentwicklung aus. Finanzierungsstrategien für einen schnellen und flächendeckenden 5G Netzausbau, insbesondere auch in den ländlich geprägten Regionen, fehlen.

Die hier angesprochen Themen werfen die Frage auf, ob ein strategisch so wichtiger Markt wie 5G sich selbst überlassen werden kann, oder ob nicht doch, wie in anderen Industrienationen auch, politisch regulierende Maßnahmen zur Stärkung der heimischen Industrie und des Anwendermarktes ergriffen werden sollten. Es geht in diesem Zusammenhang nicht um extreme industriepolitische Maßnahmen wie eine Planwirtschaft, Verstaatlichung oder ein Streben nach wirtschaftlicher Autarkie. Vielmehr geht es um eine nüchterne Betrachtung der aktuell sich verschlechternden Marktsituation, der zunehmenden Zulieferprobleme und der generellen Technologieverfügbarkeit.

Um 5G für die industrielle Kommunikation gut gestaltbar zu machen, ist es erforderlich, sich nicht nur technisch und frequenzvergaberechtlich mit dem Thema 5G zu befassen, sondern auch mit der zunehmenden Unsicherheit und den geänderten Marktbedingungen. An dieser Stelle sollen einige Fragen aufgeworfen werden, die im Kontext der Gestaltbarkeit von 5G stehen.

- Welche technischen und monetären Strategien gibt es und welche sind zielführend für einen schnellen und gerechten Netzausbau in Deutschland?
- Welche Informationen und Schulungen sind notwendig, damit Unternehmen sicher mit der Lizenzierung und rechtmäßigen Nutzung von geistigem Eigentum umgehen können?
- Welche Kernkompetenzen und Fertigungsbasis werden bei uns benötigt, damit die deutsche Anwenderindustrie ihre technologische Souveränität behält?
- Welche formalen Regulierungsmöglichkeiten gibt es, um Sicherheit, Qualität und Echtheit von international beschafften Komponenten und Produkten sicherzustellen?
- Wie kann man wirtschaftsrechtlich die frühzeitige Abkündigung von Hardware und Software unterbinden und so den Unternehmen eine etwas bessere Planungssicherheit garantieren?

03 Gewinner

Die hardware- und softwarebezogene Wertschöpfungskette im Kontext von 5G ist lang und teilweise breit gefächert. Sie reicht von den Material- und Komponentenherstellern über die Geräte- und Systemausrüster sowie Softwareentwickler bis hin zu den Netzbetreibern und Dienstleistern. Diese Wertschöpfungskette wird verstärkt durch den Endkunden beeinflusst. Im Falle von 5G nehmen die nutzerseitigen Stakeholder stetig zu. Neben dem massenkonsumorientierten Privatkundenbereich partizipieren verstärkt hoch spezialisierte Industriekunden am Markt. IoT-Systeme gelten als neue Multiplikatoren am Markt. Da sich der Markt stetig weiterentwickelt, diversifiziert und konsolidiert, profitieren über die Zeit meist unterschiedliche Marktteilnehmer. Es bilden sich jedoch Trends heraus, die auch begründet werden können.

Hier einige Beispiele:

- Im Bereich der vorgelagerten Zulieferkette, d. h. bei den Chip- und Komponentenherstellern, findet aufgrund der hohen Investitionskosten für Forschung und Entwicklung eine sehr starke Marktkonsolidierung statt. Diese trägt teilweise den Charakter einer Monopolstellung. Aktuelles Beispiel ist die Lösung des Patentstreites zwischen Qualcomm und Apple, was in der Konsequenz zum Rückzug von Intel aus dem 5G Modemmarkt führte.
- Ausrüster, Softwareentwickler und Netzbetreiber möchten nicht mehr nur passiv Produkte herstellen und Infrastrukturen anbieten. Sie wollen vielmehr aktiv an der Nutzung ihrer Produkte (und den damit erzeugten Inhalten) finanziell partizipieren. Sie wollen Dienstleister werden und ändern immer konsequenter ihre Geschäftsmodelle. Dies beinhaltet beispielsweise Lizenz- und Leasingverträge, Wartungsverträge und Ähnliches.
- Hohe Kosten entstehen für Netzbetreiber in der Akquisition und im operativen Betrieb von Antennenstandorten. Da zu erwarten ist, dass für millimeterwellenbasiertes 5G die Anzahl der Antennenstandorte deutlich zunehmen wird (um Faktor 4 bis 10), ist die Reduzierung der Standortkosten für einen profitablen Netzbetrieb äußerst wichtig. So leisten beispielsweise eine präzise Netzplanung und lastadaptive Steuerung einen hohen Beitrag zur Profitabilität.
- Im Zusammenhang mit dem notwendigen Ausbau von Antennenstandorten werden Städte und Gemeinden verstärkt zu Marktteilnehmern. Sie stellen Forderungen als Gegenleistung für die Rauminanspruchnahme und den Installationsaufwand.

Wie diese Beispiele zeigen, können viele Unternehmen und Anwender von der 5G Funktionalität (mehr mobile Bandbreite, Echtzeitfähigkeit und hohe Nutzerdichte) deutlich profitieren. Doch wie bilanziert man den funktionalen Nutzen einer Smart City, des autonomen Fahrens und einer mobil verfügbaren virtuellen Realität auf Basis von 5G? Damit 5G eine Erfolgsgeschichte wird, sind sozio-ökonomische Studien dringend erforderlich. Diese sollten die Aufgabe haben, die Grundlagen für nachhaltige Geschäftsmodelle und bei Bedarf auch Regulierungsmaßnahmen zu erarbeiten. Wichtige Aspekte sind ein Recht auf breitbandige Kommunikation und Gerechtigkeit bei der Netzressourcennutzung.

Vor diesem Hintergrund werden folgende Themen zur Debatte gestellt:

- Wo es Gewinner gibt, gibt es auch immer Verlierer. Wer sind die Verlierer und warum werden sie zu Verlierern?
- Wie können 5G Installationen einschließlich Edge Cloud Kapazitäten auch für Dritte nutzbar gemacht werden, um maximale Auslastung der installierten Systeme zu erreichen?
- Welche Merkmale zeichnen nachhaltige Geschäftsmodelle aus und wie kann man deren Verbreitung unterstützen?
- Welche Arten von Testbeds werden benötigt, um Geschäftsmodelle und die Nachhaltigkeit von Dienstleistungen zu überprüfen?

04 Gesundheit

Das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) und die deutsche Strahlenschutzkommission (SSK) halten die geltenden Grenzwerte für nichtionisierende elektromagnetische Strahlung im Kontext des Mobilfunks für ausreichend, um den Schutz der Bevölkerung zu gewährleisten. Jedoch empfahl das Bundesamt für Strahlenschutz (BfS) im März 2019 einen umsichtigen 5G Ausbau. Obwohl aus Sicht des BfS viele Erkenntnisse zu früheren Mobilfunkgenerationen auf 5G übertragbar seien, verwies es auf nach wie vor offene wissenschaftliche Fragen. Das Thema Gesundheitsrisiko bewegt immer mehr Menschen in Zusammenhang mit 5G.

Hier einige Erkenntnisse:

- Die Weltgesundheitsorganisation (WHO) berichtet, dass zur Gesundheitswirkung der nichtionisierenden Strahlung des Mobilfunks bis heute mehr als 25.000 Artikel veröffentlicht wurden.
- Die Informations- und Kenntnislage wird von Wissenschaftlern kontrovers beurteilt, da neuere Studien zu dauerhaften Millimeterwellenexpositionen scheinbar biologisch-medizinische Effekte aufzeigen.
- Bereits 2015 haben sich über 240 Experten aus 40 Ländern an die Vereinten Nationen (UN) mit dem sogenannten „International Appeal: Scientists call for protection from non-ionizing electromagnetic field exposure“ gewandt, mit der dringenden Bitte die elektromagnetische Strahlung zu reduzieren.
- Fokussierte Millimeterwellen im Kontext von Massive MIMO Beamforming erzeugen eine vergleichsweise hohe thermische Wirkung auf Haut und Augen, welche die photonische Energie absorbieren.
- Eine groß angelegte 30-Millionen-Dollar-Studie des US-amerikanischen National Toxicology Program (NTP) zum Thema Mobilfunkstrahlung, in der die Grundlage für Sicherheitsgrenzwerte des Bundes (NIEHS) geprüft wurden, bestätigte Hinweise auf Krebserkrankungen, Herz- und DNA-Schäden.
- Der sogenannte Nocebo-Effekt trägt dazu bei, dass die Bevölkerung dem Ausbau mit weiteren Funkmasten kritisch gegenübersteht.

Die öffentliche Diskussion zum Thema elektromagnetische Strahlung ist in vollem Gange. Sie wird teilweise recht polemisch geführt. Es gibt Verschwörungstheorien, die beinhalten, dass beispielsweise die Gesundheitsdiskussion von Russland initiiert werde, um wirtschaftspolitisch Einfluss zu nehmen. Diese teilweise absurden Ausmaße der Diskussion dürfen aber von der Relevanz der Problematik nicht ablenken. Da die Bevölkerung, wie auch immer motiviert, diesem Thema aktuell erhöhte Aufmerksamkeit schenkt, muss es ernst genommen werden. Auch wenn es in der aktuellen Forschung lediglich schwache Hinweise auf reale Gesundheitsprobleme gibt, sollte das Thema weiterhin konsequent untersucht werden. In diesem Zusammenhang müssen die teilweise recht alten Grenzwerte auf den Prüfstand gestellt werden. Darin sind sich Experten und Behörden zunehmend einig.

Nachfolgend einige Themen und Fragen zur weiterführenden Diskussion:

- Wie können komplizierte Fakten und Fachwissen als allgemein verständliche Information aufgearbeitet werden, um auf dieser Basis in der Öffentlichkeit eine sachliche Diskussion führen zu können?
- Welche Maßnahmen können und sollten ergriffen werden, um die Echtheit und Qualität von Forschungsergebnissen noch besser zu prüfen?
- Sind die existierenden Grenzwerte aussagekräftig und reichen sie für die Gefahrenbeurteilung aus?

05 Grün

Mobile Kommunikation hat ein hohes Potential für den Klima- und Umweltschutz. Durch mobil und fast in Echtzeit verfügbare Informationen, z. B. von Sensoren, können unter anderem Verkehr und Logistik besser gesteuert, Schäden frühzeitig erkannt und die Wartung von hoch verteilten Systemen effektiv organisiert werden. Damit werden Transportkilometer gespart und schlussendlich klimaschädliche Emissionen reduziert. Diesem umweltbezogenen Nutzen muss aber auch der infrastrukturelle Aufwand und Betrieb der Mobilfunknetze gegenübergestellt werden.

Die neue 5G Technik muss umweltseitig in einem Gesamtzusammenhang betrachtet werden. Aufgrund der technischen Leistungsparameter von 5G, insbesondere der Erhöhung der spektralen Effizienz durch Massive MIMO und Beamforming, wird angenommen, dass sich die relative Energieeffizienz, also die übertragene Datenmenge pro aufgewendetes Watt, in Zukunft deutlich verbessern wird. Es besteht jedoch Unklarheit bezüglich des absoluten Energiebedarfs, der aufgrund der Netzverdichtung durch immer kleinere Funkzellen in Summe ansteigen könnte. Unklar ist auch der elektrische Energiebedarf von 5G Netzen im Kontext der benötigten Rechenleistung. In diesem Zusammenhang sollte bedacht werden, dass die in der Vergangenheit in regelmäßigen Intervallen erfolgten Leistungsgewinne der halbleiterbasierten Mikroelektronik (Moore's Law) bei gleichbleibendem Energieaufwand mit kleineren Strukturen immer schwieriger zu realisieren sind.

Nachfolgend einige relevante Themen im Kontext der umweltbezogenen Wirkung von 5G:

- Die relative Energieeffizienz wird durch ein Bündel von technischen Maßnahmen wie Massive MIMO, Beamforming, Small Cells und ein größeres Frequenzspektrum deutlich verbessert. Der noch immer inhärente technische Fortschritt im Bereich der Halbleiterindustrie wirkt sich ebenfalls positiv auf die Energieeffizienz aus.
- Dieser relativen Energieeffizienz (Watt pro übertragenes Bit) ist der absolute Energieverbrauch gegenüberzustellen. Der reale Strombedarf resultiert aus der Verdichtung des Netzes, dem Koordinationsaufwand der kooperierenden Antennenstandorte, der massiv wachsenden Anzahl aktiver Antennen (auch wenn diese wenig Sendeleistung haben), dem digitalen Beamforming und anderen Faktoren.

- Da ein nationales Roaming nicht vorgesehen ist, werden in Deutschland auch weiterhin mehrere parallele Netze betrieben. Dies stellt einen nicht unerheblichen Ressourcen- und Energieaufwand dar, der optimiert werden kann.
- Neben dem Energiebedarf muss auch der in den Produkten durch Rohstoffgewinnung und Herstellungsprozesse eingebettete Ressourcenaufwand berücksichtigt werden. Gerade die Herstellung von integrierten Schaltkreisen hat eine vergleichsweise hohe Umweltwirkung.
- Der verstärkte Einsatz von Edelmetallen und kritischen Rohstoffen ist ebenfalls als bedenklich einzustufen. Gerade die aufgrund höherer Frequenzen verstärkt eingesetzten III-V Halbleiter auf Gallium-, Germanium- und Indium-Basis sind derzeit noch kaum untersucht.

Der reale Energie- und Materialaufwand von 5G ist noch ungewiss und die Forschung zu diesem Thema läuft. Auch die Quantifizierung des funktionalen Nutzens von 5G wird noch viel zu wenig in der Forschung betrachtet. Wie hoch darf der materielle Aufwand sein, um die Latenz von 10 ms auf 1 ms zu drücken? Gleichzeitig muss der funktionale Nutzen dieser Latenzverbesserung für konkrete Anwendungen quantifiziert werden. Was spart man? Welchen qualitativen Effekt erreicht man? Entstehen möglicherweise Rebound-Effekte?

Diese Fragen sollen einen Eindruck von der komplexen und methodisch schwierigen Umweltbewertung der 5G Technologie vermitteln. Klima- und Umweltschutz sind hoch aktuelle politische Ziele. Die „Fridays for Future“-Kampagne zeigt, welche immense Massen- und Medienwirksamkeit das Thema hat. Die umweltbezogenen Potentiale und Lasten von 5G sind in dem aktuellen Stadium der Entwicklung noch gut zu steuern. Sie sollten quantifiziert und genau analysiert werden.

06 Gesellschaft

Das fünfte „G“ steht für Gesellschaft und subsumiert alle gesellschaftlichen Themen und Fragestellungen, die sich mit den Wirkungen und Potentialen neuer Technologien, in diesem Fall von 5G, in Bezug auf die Bewältigung aktueller und absehbarer gesellschaftlicher Herausforderungen verbinden lassen. Im Groben geht es um ihren Einfluss auf die soziale, politische, wirtschaftliche und kulturelle Teilhabe unterschiedlicher Bevölkerungsgruppen. Für eine differenzierte Betrachtung können die siebzehn Nachhaltigkeitsziele der UN herangezogen werden. Sie ermöglichen darüber hinaus sowohl eine nationale als auch eine internationale Sicht auf die Wirkungen und Potentiale von 5G in Bezug auf die Gesellschaft.

Ziele und Fragenstellungen sind beispielsweise:

- Muss der Zugang zu (mobilen) Breitbandnetzen als Grundrecht verankert werden, um so eine Grundlage für soziale, politische, wirtschaftliche und kulturelle Teilhabe zu schaffen?
- In welchem Umfang wird zukünftig der technische und wirtschaftliche Zugang zu Breitbandnetzen über die Qualität von Gesundheitsdienstleistungen insbesondere im ländlichen Raum bestimmen? (Ziel 3 „Ein gesundes Leben für alle Menschen jeden Alters gewährleisten und ihr Wohlergehen fördern“)
- Wie kann Bildung und wie können Bildungsprozesse mit Hilfe von 5G individueller und effektiver gestaltet werden, um die soziale, wirtschaftliche und kulturelle Situation der unterschiedlichen Bevölkerungsgruppen zu verbessern? (Ziel 4 „Inklusive, gerechte und hochwertige Bildung gewährleisten und Möglichkeiten des lebenslangen Lernens für alle fördern“)
- Welche Rolle spielt der Mensch noch in der modernen Fertigung oder auch im Dienstleistungsbereich, wenn durch neue Kommunikationstechnologien und Künstliche Intelligenz viele Aufgaben entfallen? (Ziel 8: „Dauerhaftes, inklusives und nachhaltiges Wirtschaftswachstum, produktive Vollbeschäftigung und menschwürdige Arbeit für alle fördern“)
- In welchen konkreten Bezügen und in welcher Form macht sich eine Gesellschaft abhängig von 5G und ist die Gesellschaft bereit dazu? Welche Alternativen bestehen in den einzelnen Bezügen?

Erst die Verbindung gesellschaftlicher Herausforderungen und der damit verbundenen Fragestellungen mit den Möglichkeiten und Effekten einer Technologie wie 5G kann dafür sorgen, dass zum einen Verständnis und Akzeptanz für 5G in der Breite der Gesellschaft entsteht und zum anderen klare Anforderungen für die technische (Weiter-)Entwicklung und Implementierung aus Sicht der Gesellschaft formuliert werden können.

Der gesellschaftliche Diskurs zu 5G wird aufgrund der vielfältigen Beeinflussungen und Abhängigkeiten zwischen gesellschaftlicher und technologischer Entwicklung zu einem erfolgskritischen Faktor bei der Einführung und Nutzung von 5G. Die bisherigen Aktivitäten (wie z. B. die 5G Dialogforen) zu einer Auseinandersetzung mit den gesellschaftlichen Fragestellungen legten den Fokus verstärkt auf wirtschaftliche Bezüge wie z. B. Industrie 4.0, Automobilindustrie oder auch Energiewirtschaft. Die Ausweitung auf die sozialen, politischen und kulturellen Fragestellungen sollte kurzfristig erfolgen. Die Plattform des Digital-Gipfels hat hierzu sehr gute Voraussetzungen geschaffen.

