

# Exposition der Bevölkerung durch 5G Mobilfunk

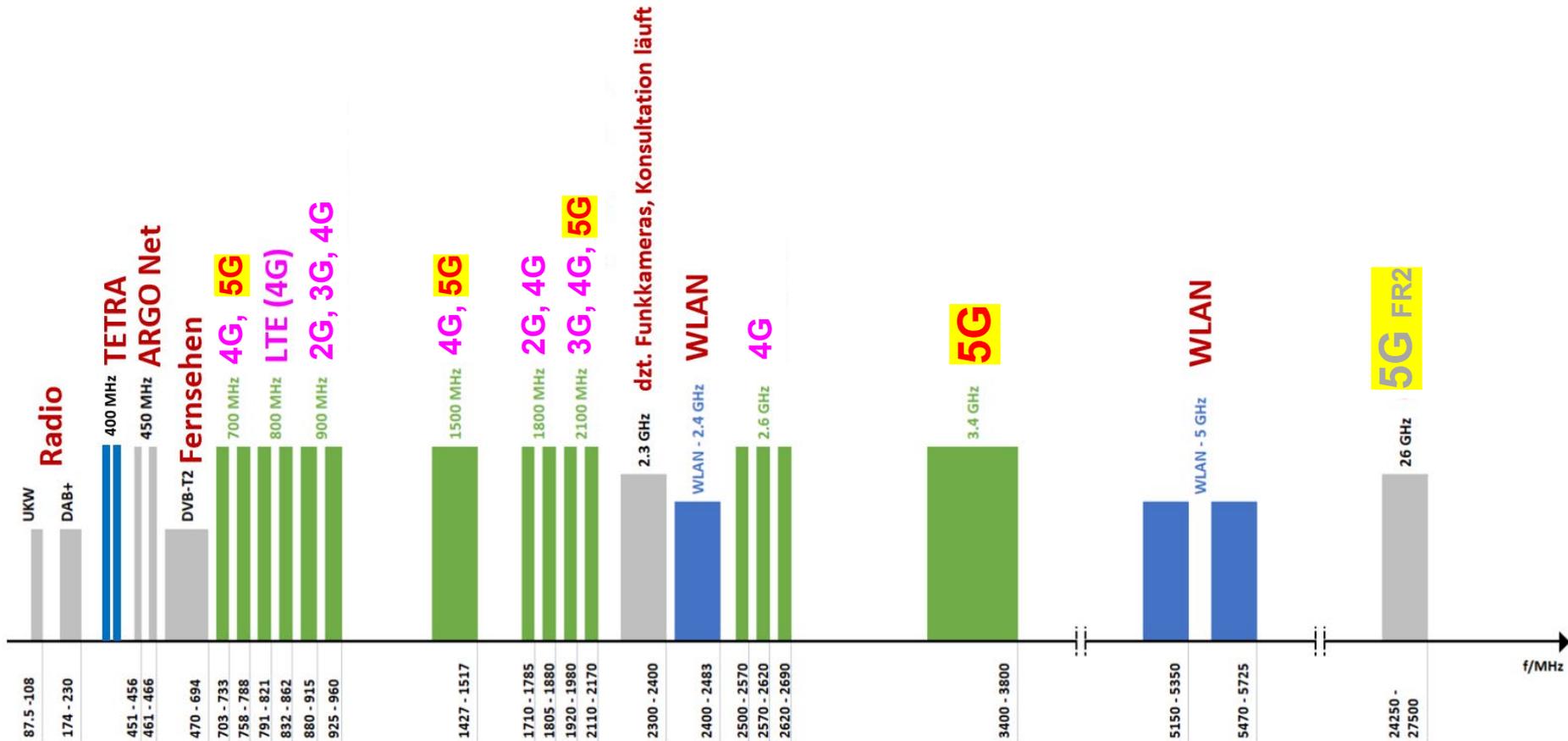
Gernot Schmid

---

# Mobilfunktechnologien in Österreich

Technologie	Einführung in AT	Max. Übertragungsraten
2G (GSM, DCS)	~ 1994	~ 10 kBit/s (~ 50 / ~ 200 kBit/s)
3G (UMTS)	~ 2004 vorauss. Abschaltung 2024	~ 400 kBit/s (~ 40 Mbit/s)
4G (LTE)	~ 2011	~ 100 MBit/s (~ 1 Gbit/s)
<b>5G (NR) – FR1</b>	<b>2019</b>	<b>~ 1 GBit/s</b>
5G (NR) – FR2	~ 2025+	~ 10 Gbit/s

# Mobilfunk-Frequenzen in Österreich



# 5G Mobilfunk



# 5G Mobilfunk

## Unterschiede zu 2G/3G/4G

### Signalform

Technologie	Duplex / Zugriffsverfahren	Signalform
2G (GSM, DCS)	FDD / TDMA	gepulst
3G (UMTS)	FDD / CDMA	stochastisch
4G (LTE)	FDD / OFDMA	stochastisch
<b>5G (NR)</b>	<b>TDD / OFDMA</b>	<b>gepulst</b>

# 5G Mobilfunk

## Unterschiede zu 2G/3G/4G

### Sendeleistungen

**Mobiltelefone:** **maximale** (zeitlich gemittelte) **Sendeleistung** von 5G Endgeräten: **200 mW**  $\Rightarrow$  ähnlich wie bei 2G/3G/4G

**mittlere Sendeleistung** im Betrieb (zufolge Leistungsregelung) bei 3G/4G/5G deutlich geringer als bei 2G

**Basisstationen:** **spektrale Leistungsdichte**, je nach Frequenzband ähnlich wie bei 2G/3G/4G

**abgestrahlte (EIRP) Leistungen** können aufgrund höherer Bandbreiten und höherem Antennengewinn bei 5G größer sein

**Sendeleistung im „Standby“** (ohne / bei wenig Verkehr) geringer als bei 2G/3G/4G (weniger „always on“-Signale)

# 5G Mobilfunk

## Unterschiede zu 2G/3G/4G

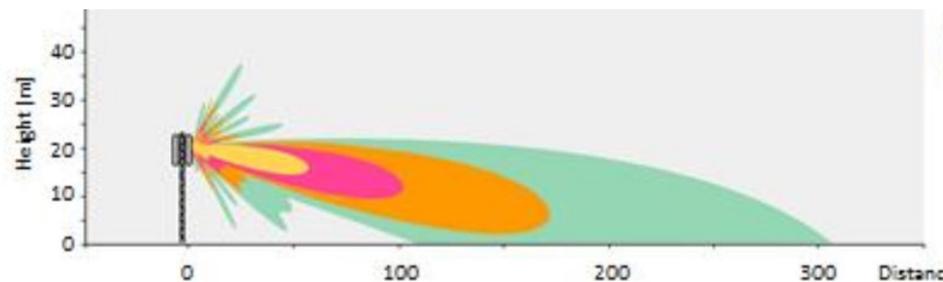
### Massive MIMO-Antennen

- Sendeleistung wird mittels adaptiver Antennen dorthin gestrahlt, wo sie tatsächlich gebraucht wird

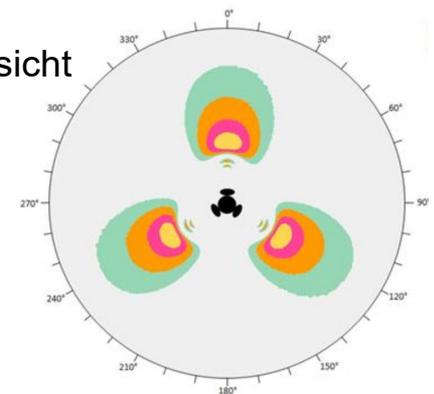
### 2G/3G/4G: Abstrahlcharakteristik statisch



Seitenansicht



Draufsicht



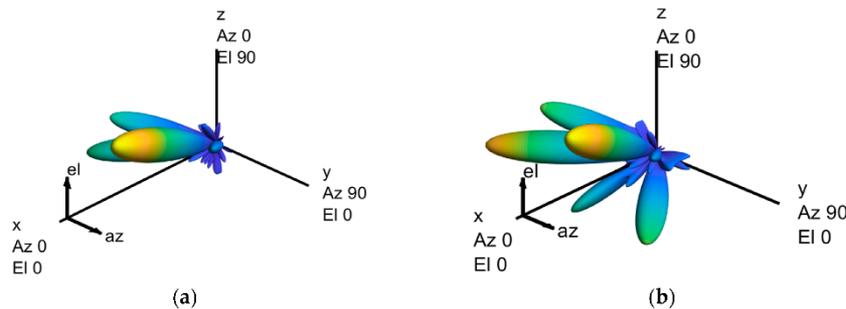
# 5G Mobilfunk

## Unterschiede zu 2G/3G/4G

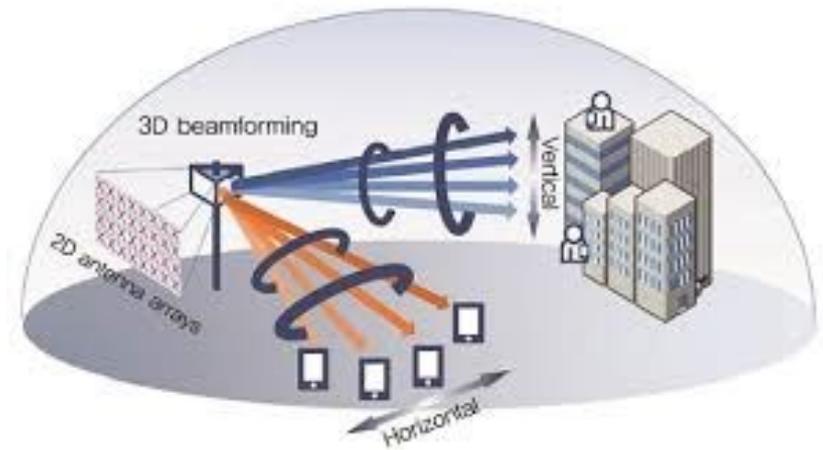
### Massive MIMO-Antennen

- Sendeleistung wird mittels adaptiver Antennen dorthin gestrahlt, wo sie tatsächlich gebraucht wird

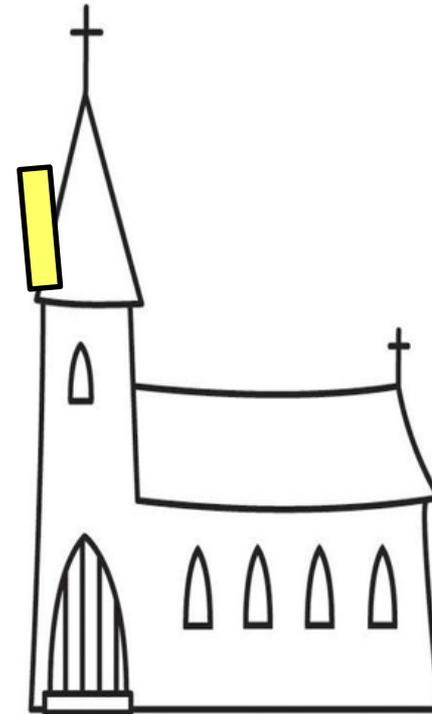
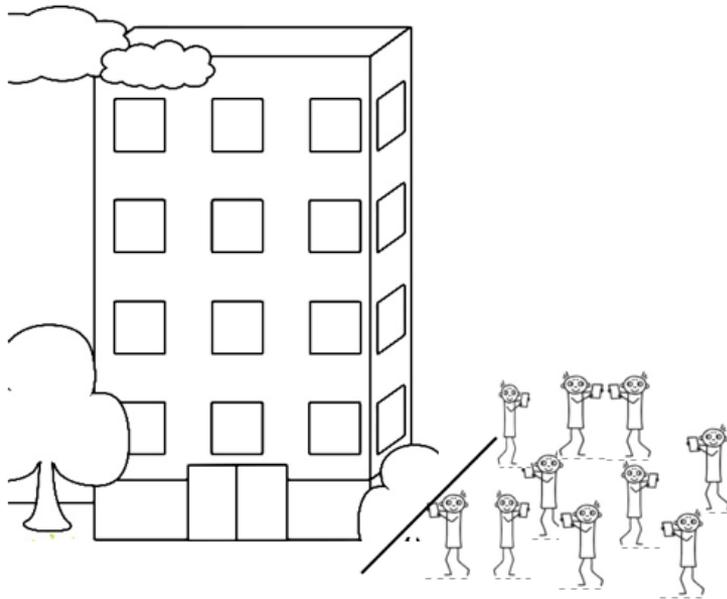
**5G:** Antennen mit **dynamisch veränderlicher komplexer** Richtcharakteristik



<https://www.mdpi.com/2079-9292/8/2/133>

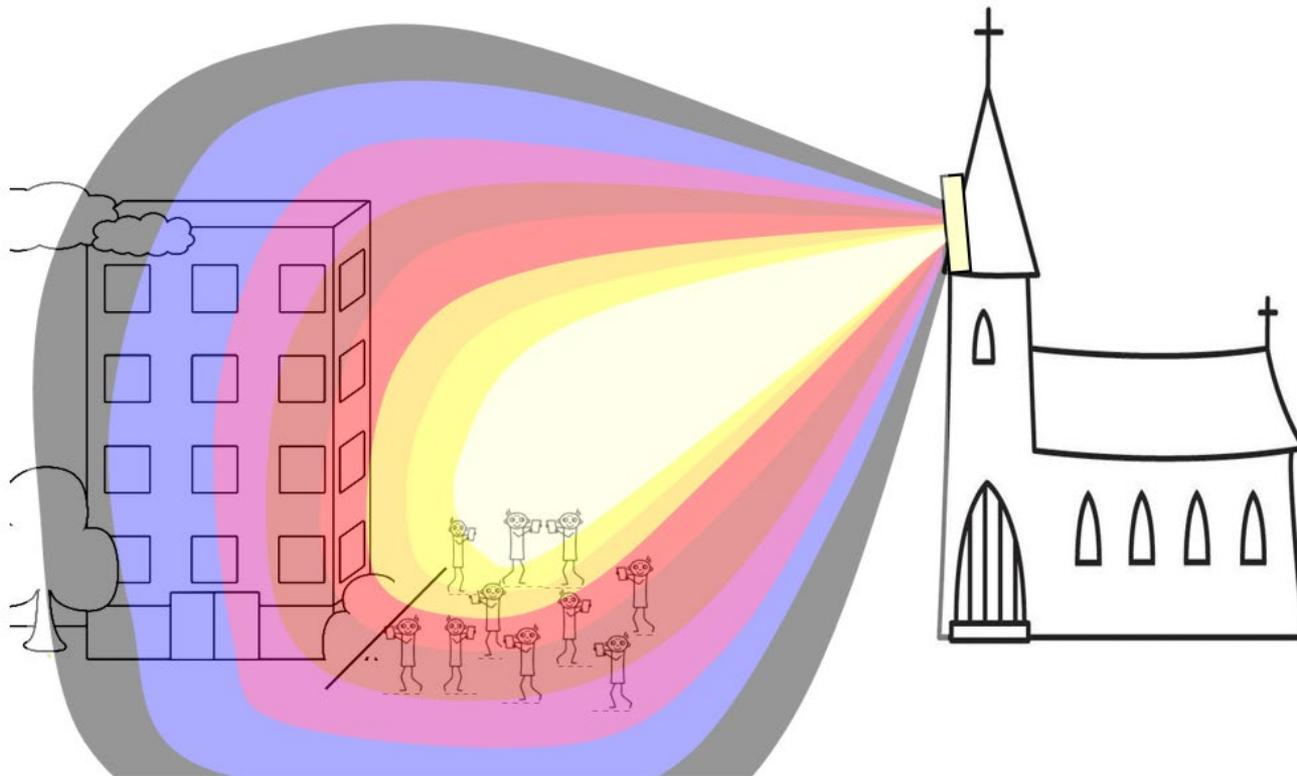


# ad mMIMO-Antennen



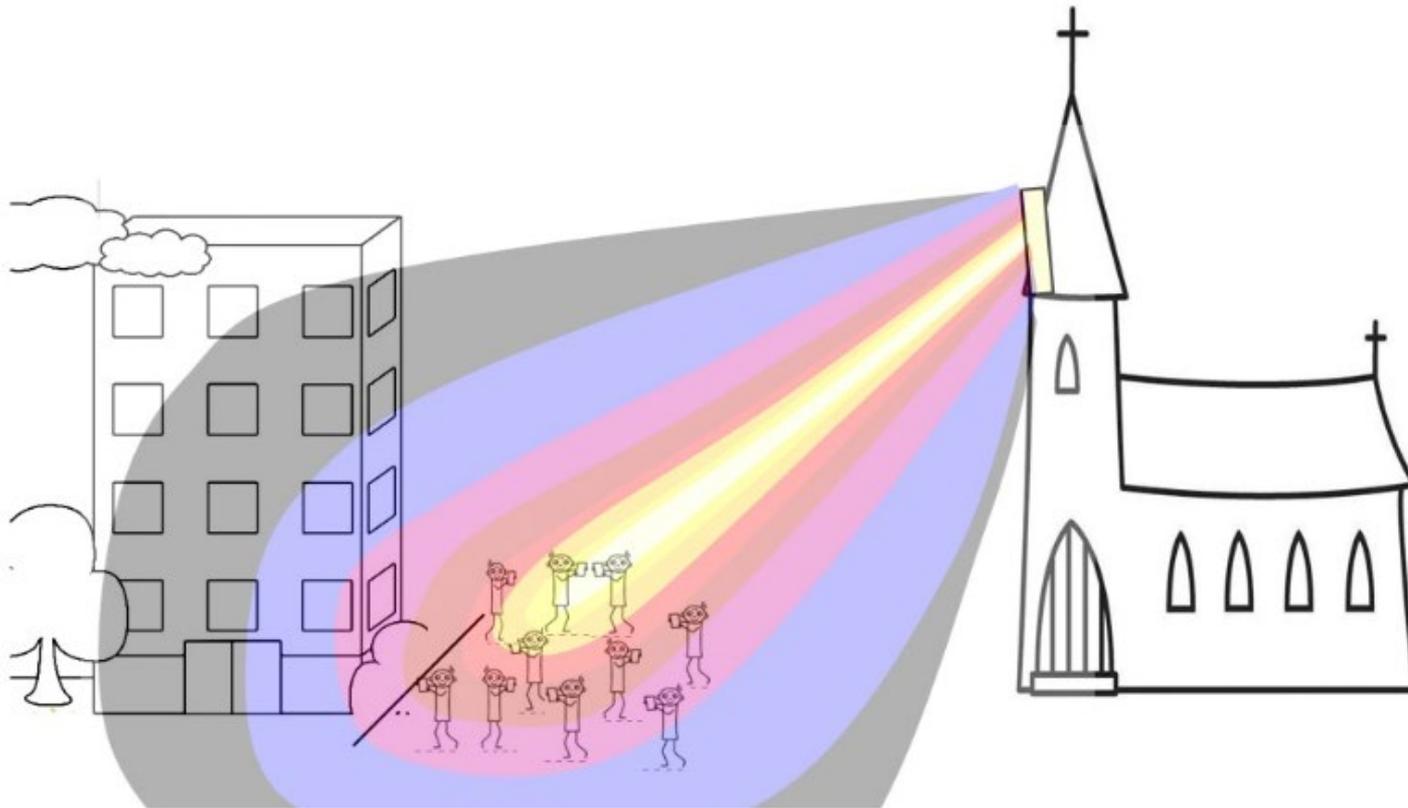
# 2G/3G/4G-Antennen

## statischer Beam



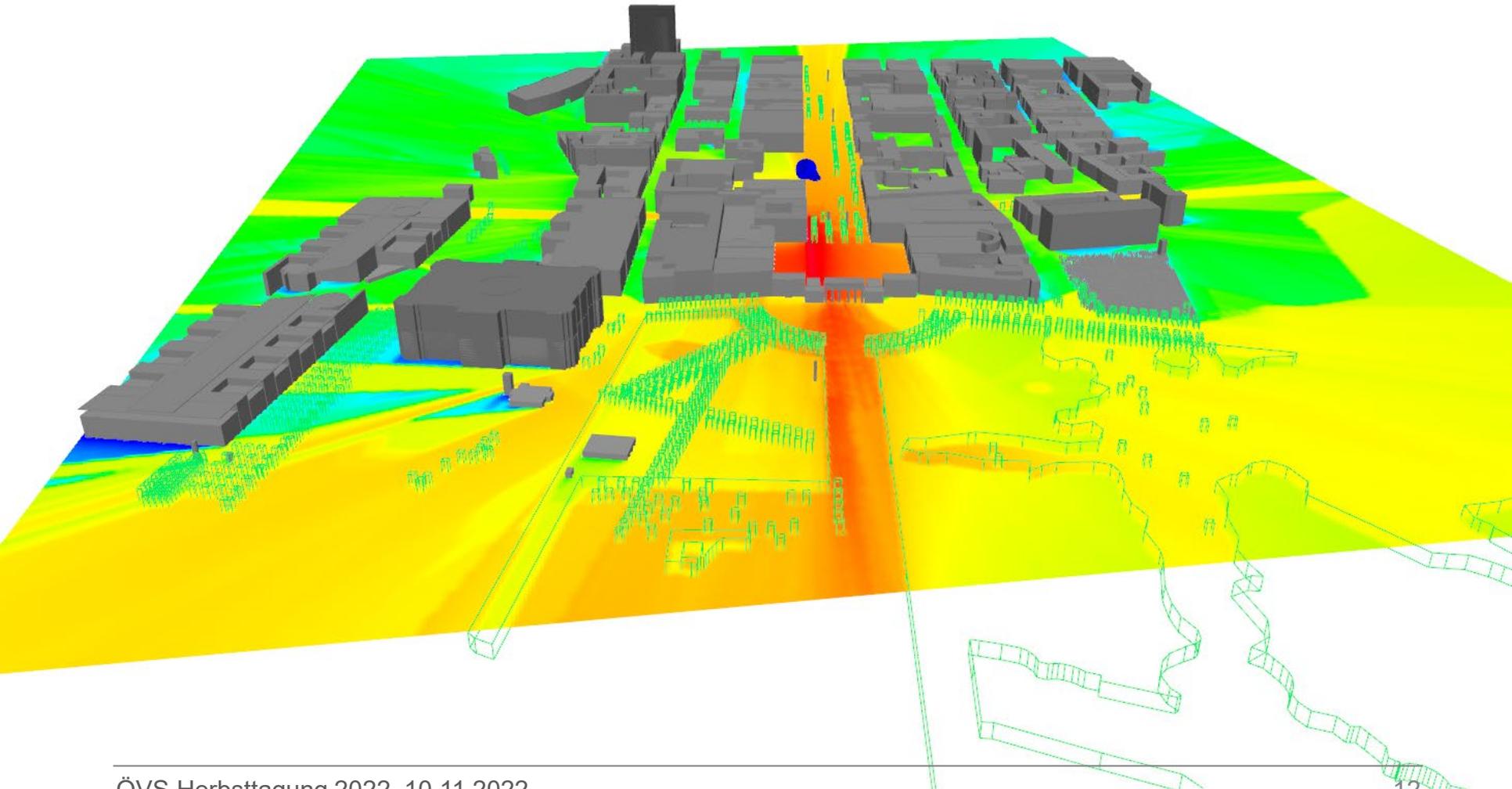
# 5G-Antennen

## 5G-Antenne (Beamforming, Beamsweeping)



# 5G-Antennen

## Beispiel Feldausbreitungs-Simulation



# 5G Mobilfunk

## Unterschiede zu 2G/3G/4G

### Massive MIMO-Antennen

- Sendeleistung wird mittels adaptiver Antennen dorthin gestrahlt, wo sie tatsächlich gebraucht wird
- Höhere Feldstärken in Bereichen mit vielen aktiven Usern
- Geringere Feldstärken in Bereichen, in denen sich keine aktiven Endgeräte befinden
- Bei 5G-FR1 nur im 3.6 GHz Frequenzband und nur bei der Basisstation
- Bei 5G-FR2 auch im Mobiltelefon vorgesehen

# 5G Mobilfunk

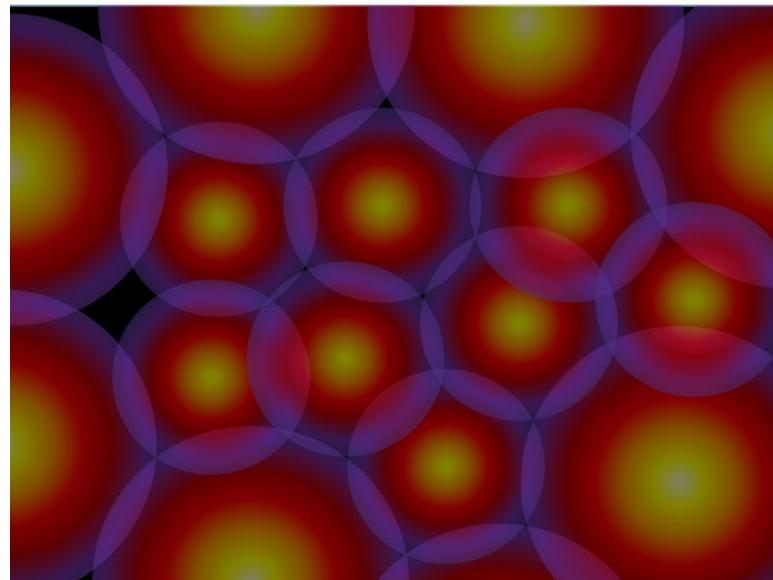
Unterschiede zu 2G/3G/4G

## Netzverdichtung mittels Small Cells

- Im urbanen Bereich mit hoher User-Dichte teilweise notwendig

**Vorher** (Prinzipschema, stark vereinfacht)

- viele Bereiche mit relativ hohen Feldstärken
- viele Bereiche mit relativ geringen Feldstärken



hohe Feldstärke  
(Immissionen)



geringe Feldstärke  
(Immissionen)

# 5G Mobilfunk

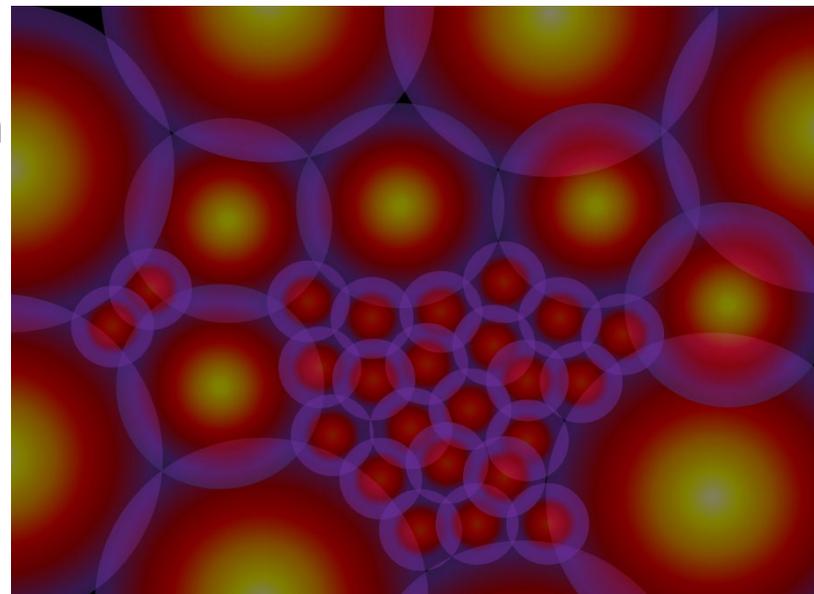
Unterschiede zu 2G/3G/4G

## Netzverdichtung mittels Small Cells

- Im urbanen Bereich mit hoher User-Dichte teilweise notwendig

**Nachher** (Prinzipschema, stark vereinfacht)

- Bereiche mit hohen Feldstärken, als auch Bereich mit geringen Feldstärken werden weniger / kleiner
- „Homogenisierung“ der Feldverteilung

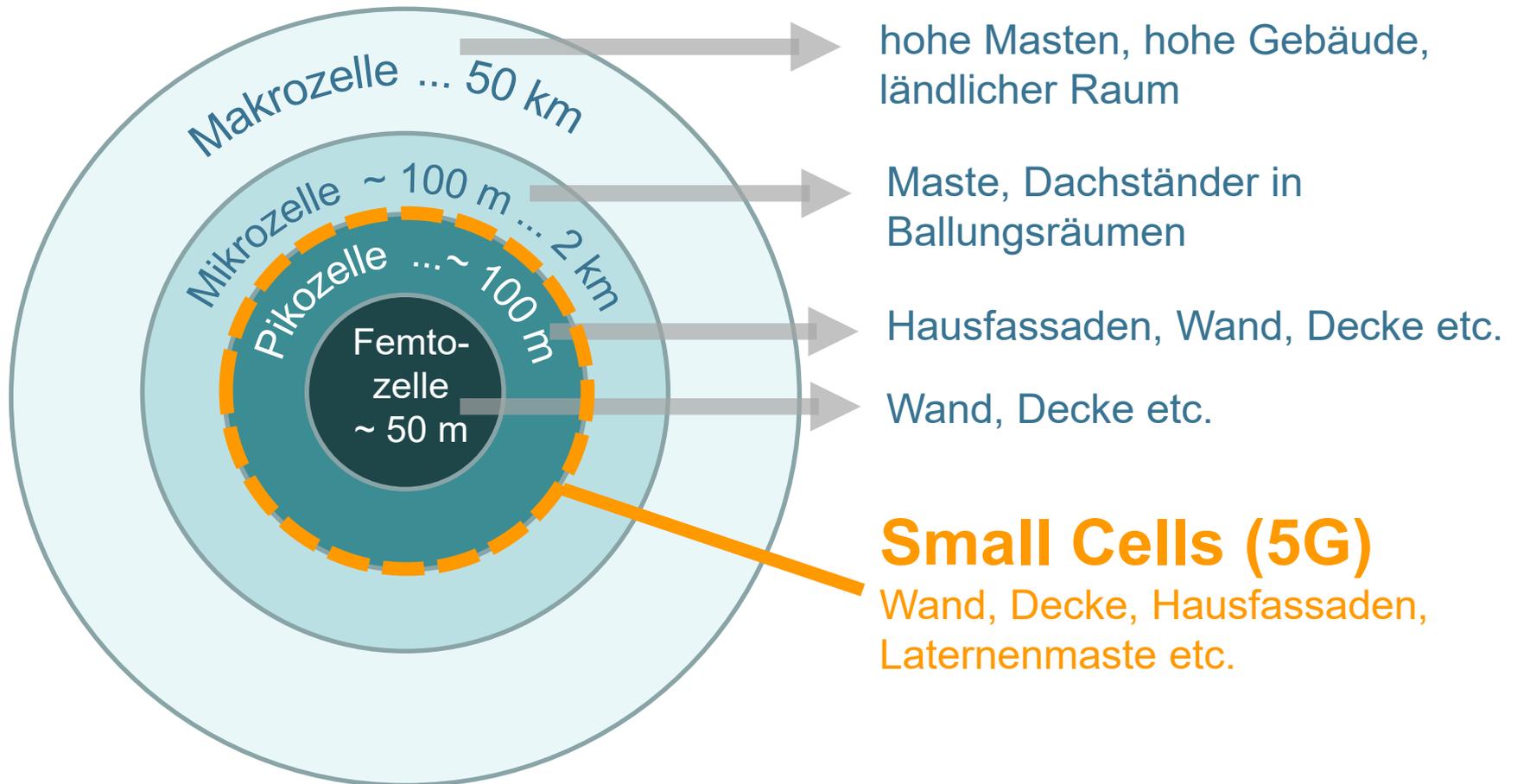


hohe Feldstärke  
(Immissionen)



geringe Feldstärke  
(Immissionen)

# 5G-Funkzellen (auch 2G,3G,4G)



# 5G Fazit

- Erhöhter (mobiler) Bandbreitebedarf und neue Anwendungen erfordern effizientere und flexiblere Mobilfunktechnik, für die 5G NR einen ersten Schritt darstellt
- Absehbare Steigerung der zu übertragenden Datenraten lässt eine Erhöhung der mittleren Mobilfunkimmissionen erwarten
- Durch geringere „always on“-Signale und Konzentration der Sendeleistung dort, wo sie gebraucht wird (durch mMIMO-Antennen), wird diese Erhöhung wahrscheinlich nur sehr moderat sein
- Abhängig davon, wieviel 2G/3G/4G-Stationen durch 5G ersetzt werden

# 5G Fazit

- Anteil körpernaher Quellen (eigenes Mobiltelefon) an der Gesamtexposition ist mindestens genauso groß wie Anteil der Basisstationen
- Realisierung des prognostizierten künftigen Bedarfs an mobilen Datenübertragungsraten mit 2G/3G/4G würde zu deutlich größere Immissionszunahmen führen
- Detaillierte Daten der tatsächlich beobachtbaren Änderungen der Immissionen liegen noch nicht vor
- Derzeit laufend: Versuch einer Expositions-Abschätzung für unterschiedliche Ausbauszenarien auf Basis von Feldausbreitungssimulationen im Rahmen eines Forschungsprojektes im Auftrag des deutschen Bundesamtes für Strahlenschutz

# Vielen Dank!

**Kontakt:**

DI. Gernot Schmid

Fachbereich Elektromagnetische Verträglichkeit

**Seibersdorf Laboratories**

[gernot.schmid@seibersdorf-laboratories.at](mailto:gernot.schmid@seibersdorf-laboratories.at)

---