

Amt für Umwelt, 8510 Frauenfeld

An die Politischen Gemeinden
des Kantons Thurgau

Aktuelles zu 5G im Kanton Thurgau

5G ist momentan ein sehr präsent Thema. Daher informiert das Amt für Umwelt des Kantons Thurgau die politischen Gemeinden des Kantons über den aktuellen Stand des 5G-Ausbaus. Zusätzlich erhalten Sie auch einige technische Hintergrundinformationen zum Thema Mobilfunk und 5G. Wir hoffen, mit diesen Informationen den Gemeinden in der zurzeit durchaus emotional geführten öffentlichen Diskussion eine sachliche Orientierungshilfe bieten zu können.

Um die 5G-Technologie wie vorgesehen nutzen zu können, werden die Mobilfunk-Anbieter 5G in Zukunft vor allem in den im Februar 2019 neu vergebenen Frequenzen um 3500 MHz senden (hohe Bandbreite, schnellere Ausbreitung). Grundsätzlich ist aber 5G auf allen Frequenzen einsetzbar. Für 5G werden neu adaptive Antennen eingesetzt, die das sogenannte Beamforming ermöglichen sollen. Auch diese adaptiven Antennen sind für alle Dienste einsetzbar, also auch für 3G oder 4G.

Um schnell ein flächiges Netz für 5G zu erhalten, verbreitet nun Swisscom das 5G-Signal auch über die Frequenz um 2100 MHz.

Auf dieser Frequenz wird bisher üblicherweise das 3G-Netz (UMTS) betrieben. Da die NISV frequenzabhängig, aber technologieneutral verfasst ist, kann eine solche Umstellung ohne Baubewilligung oder Bagatelländerung, also ohne vorgängige Information des Amtes für Umwelt oder der Standortgemeinden, vollzogen werden. Eine solche Umstellung ist rechtlich erlaubt. Die Anzahl der aktiven 5G-Antennen steigt dadurch im Kanton Thurgau von 28 (bisher auf 3500 MHz) auf 70 (auf 2100 MHz) Antennen an.

Folgendes ist jedoch sichergestellt:

Für die Exposition der Bevölkerung gegenüber nichtionisierender Strahlung ändert sich auch durch die Einführung von 5G nichts.

Eine Liste mit den betroffenen Stationen befindet sich im Anhang.

2/12

Hintergrundwissen

Kernaussagen:

- **5G kann auf allen für den Mobilfunk bewilligten Frequenzen betrieben werden.**
- **Mobilfunk ist dynamisch, 2G und 3G verschwinden, 5G kommt.**
- **Adaptive Antennen können mit allen Diensten (2G bis 5G) betrieben werden.**
- **Die NISV ist frequenzabhängig, aber technologieneutral.**
- **Hauptunterschied zwischen 4G und 5G ist die Modulation (Software).**
- **Es gibt keinen technischen Grund, 5G anders zu behandeln als 3G oder 4G.**
- **5G benötigt bei gleicher Datenmenge weniger Sendeleistung.**

Rückblick Einführung 5G (New Radio):

Anfang Februar 2019 ersteigerten Swisscom, Salt und Sunrise jene Mobilfunkfrequenzen, die Mobilfunkanlagen mit der Technologie 5G ermöglichen sollen. Dabei wurden dem Mobilfunk neue Frequenzen (700 MHz, 1400 MHz und 3500 MHz) zugewiesen.

Der Schutz gegenüber elektromagnetischen Feldern wird in der Schweiz in der NISV (Verordnung über den Schutz vor nichtionisierender Strahlung, SR 817.710) geregelt. Diese Verordnung, zuletzt revidiert per 1. Juni 2019, stützt sich auf das Umweltschutzgesetz (USG) und das Raumplanungsgesetz (RPG). Es legt die maximal zulässigen Feldstärken von ortsfesten Anlagen im Spektrum zwischen 0 Hz und 300'000 MHz fest. Für den Frequenzbereich um 1400 MHz existierte jedoch bisher kein Anlagegrenzwert für Mobilfunkanlagen. Diese Lücke hat der Bundesrat mit der Ordnungsänderung am 17. April 2019 geschlossen (seit 1. Juni 2019 in Kraft). Mit der gleichen Ordnungsänderung wurde auch der Begriff "adaptive Antennen"¹ im Gesetz verankert.

Die NISV ist frequenzabhängig, aber technologieneutral verfasst, weshalb die Begriffe 3G, 4G, 5G nirgends in den gesetzlichen Grundlagen auftauchen.

Um den Vollzug zu harmonisieren, wurde 2002 vom BAFU (damals BUWAL) eine Vollzugsempfehlung herausgebracht, die bis heute ihre Gültigkeit besitzt. 2013 wurde ein Nachtrag zur Vollzugsempfehlung veröffentlicht, die den Mobilfunkbetreibern Flexibilität bei der Zuweisung der bewilligten Sendeleistungen ermöglichen soll. Zusammen mit anderen Empfehlungen (z. B. BPUK, Cercl'Air) und Bundesgerichtsentscheiden sind diese Vollzugsempfehlungen Grundlagen für den Vollzug bei Mobilfunkanlagen.

¹ NISV, Anhang 1 Ziff. 62: Sendeantennen gelten als adaptiv, wenn ihre Senderichtung oder ihr Antennendiagramm automatisch in kurzen zeitlichen Abständen angepasst werden.

3/12

Ausbau des 5G-Netzes:

Die Mobilfunkbetreiber haben sich mit dem Erwerb der Konzession für 5G auch verpflichtet, ein qualitativ hochwertiges und flächiges Netz für 5G aufzubauen. Grundsätzlich kann die Umrüstung auf 5G auf drei Arten vollzogen werden:

1. Baugesuch
2. Bagatelländerung
3. Umstellung ohne Baugesuch und Bagatelländerung

1) Baugesuch:

Soll eine neue Mobilfunkanlage entstehen oder soll eine bestehende Anlage aus- oder umgebaut werden, so muss dafür ein Baugesuch eingereicht werden. Für Baubewilligungen von Anlagen innerhalb von Bauzonen sind die Gemeinden zuständig, für Baubewilligungen ausserhalb der Kanton. Das Amt für Umwelt, Abteilung Luftreinhaltung, prüft die Baugesuche (Standortdatenblatt) auf NISV-Konformität.

2) Bagatelländerungen:

In Abweichung zum Baubewilligungsverfahren können sich die Betreiber bei Einhaltung bestimmter Kriterien (Antennentausch, Umverteilung von Sendeleistung, etc.) Änderungen an einer bestehenden Anlage vereinfacht bewilligen lassen. Solche sogenannten Bagatelländerungen, definiert gemäss Nachtrag zur Vollzugsempfehlung vom 28.3.2013, Empfehlung der BPUK v. 7.3.2013 und der Cercle Air-Empfehlung vom 12.08.2015, werden direkt beim Amt für Umwelt eingereicht und von dieser Stelle bei Erfüllung der Kriterien (siehe unten) bewilligt. Dieses vereinfachte Verfahren geht – wie häufig bei Bagatellfallregelungen – zu lasten allfällig betroffener Kreise, da die entsprechenden Entscheide nicht über einen Rekurs angefochten werden können. Das Amt für Umwelt orientiert die Standortgemeinden über solche Änderungen der Sendeanlagen.

Bagatellkriterien gem. BAFU:

Eine Umverteilung der Sendeleistung in Frequenzbändern, in denen mit einer bestehenden Multibandantenne gesendet werden kann, die aber bisher nicht beansprucht wurde, gilt dann nicht als Änderung im Sinne der NISV nach Anhang 1 Ziffer 62 Absätze 1 bis 4 NISV, wenn

- für jede Sendeantenne die über die Frequenzbänder 700/800/900/1400/1800/2100/2600 MHz summierte Sendeleistung nicht erhöht wird; und*
- die elektrische Feldstärke der gesamten Anlage an den Orten mit empfindlicher Nutzung (OMEN), die im bisherigen massgebenden Standortdatenblatt dokumentiert sind, nicht zunimmt.*

Die BPUK führt dazu aus, dass Modifikationen dann als Bagatelländerungen zu behandeln sind und auf eine (ordentliche) Baubewilligung zu verzichten ist, wenn

- an OMEN, an denen der Anlagegrenzwert vor der Änderung im massgebenden Betriebszustand bereits mehr als 50% ausgeschöpft war, die berechneten elektrischen Feldstärken nicht zunehmen und*
- an den übrigen OMEN die berechneten elektrischen Feldstärken im massgebenden Zustand mindestens 50% unter dem Anlagegrenzwert liegen und im Vergleich zur vorherigen Situation um weniger als 0,5 V/m zunehmen.*

3) Umstellung ohne Baugesuch und Bagatelländerung:

5G kann u. U. auch ohne baulichen Veränderungen einer bestehenden Sendeanlage gesendet werden. Voraussetzung dazu ist ein 5G-fähiges Radiomodul am Sendemast. Der Betreiber nimmt dafür einen bestehenden Dienst, z. B. 3G (UMTS) vom Netz und sendet auf der gleichen Frequenz maximal mit der gleichen bewilligten Sendeleistung das 5G-Signal.

- **Die Begriffe 3G, 4G oder 5G werden weder in Standortdatenblättern noch in Baugesuchunterlagen noch in Gesuchen zu Bagatelländerungen erwähnt.**
- **Die in der NISV festgelegten Grenzwerte sind in jedem Fall eingehalten und das Schutzniveau der Bevölkerung bleibt erhalten. Die im Standortdatenblatt durchgeführten Berechnungen basieren auf worst-case-Betrachtungen.**

Ausblick/Herausforderungen:

Am 28. November 2019 veröffentlichte das UVEK den Bericht der von der Alt-Bundesrätin Doris Leuthard eingesetzten Arbeitsgruppe Mobilfunk und Strahlung. Neben einer Auslegeordnung über den aktuellen Vollzug und der Gesundheitsforschung wurden auch Szenarien/Optionen entworfen, wie sich der Mobilfunk und vor allem die Regulierung in Zukunft entwickeln könnte. Wegen der heterogenen Zusammensetzung der Arbeitsgruppe konnte kein einheitlicher Vorschlag zur Ausgestaltung der Gesetzgebung ausgearbeitet werden. Während die Stossrichtung der Industrie auf die Erhöhung des Anlagegrenzwerts setzt, werden auch zwei Optionen genannt, die den Anlagegrenzwert auf aktuellem Stand halten wollen. Eine Reduktion des Anlagegrenzwerts wird von keinen der beteiligten Parteien als gangbare Lösung angesehen.

Die Herausforderungen liegen in Zukunft unter anderem die Anpassung gesetzlicher Grundlagen, die Ausarbeitung passender Messmethoden, die Einführung von Millimeterwellen (> 20 GHz) sowie aus unserer Sicht vor allem die sachliche und frühzeitige Information der Bevölkerung sein.

Frequenzen über 20 GHz (Millimeterwellen) stehen momentan und wohl auch die nächsten paar Jahre in der Schweiz nicht für den Mobilfunk zur Verfügung. In den USA wird 5G aber bereits auf ca. 24 GHz betrieben.

6/12

Links

www.umwelt.tg.ch
www.bafu.admin.ch
www.bakom.admin.ch
www.uvek.admin.ch
www.emf.ethz.ch
www.cerclair.ch

Für Auskünfte stehen zur Verfügung:

Amt für Umwelt, Abteilung Luftreinhaltung
Andreas Hafner, andreas.hafner@tg.ch, 058 345 52 02
Armin Gresch, armin.gresch@tg.ch, 058 345 52 06

7/12

Anhang

Liste der Swisscom Mobilfunkstationen mit Aufschaltung von 5G auf 2100 MHz

Gemeinde	Bezeichnung Anlage Swisscom	Code Swisscom	Datum der Um- stellung
Aadorf	Aadorf KIFA	AAKI	12.12.2019
Affeltrangen	Affeltrangen Chrüzegg	AFCH	12.12.2019
Amriswil	Amriswil West	AMWE	09.12.2019
Amriswil	Amriswil	AMWI	09.12.2019
Arbon	Arbon	ARON	09.12.2019
Arbon	Arbon Scheidweg	ARSC	09.12.2019
Arbon	Arbon Süd	ARSD	09.12.2019
Arbon	Arbon Schöntal	ARSL	09.12.2019
Bischofszell	Bischofszell	BIZL	09.12.2019
Scherzingen	Bottighofen	BOTI	09.12.2019
Braunau	Braunau	BRAN	12.12.2019
Bürglen TG	Bürglen Holcim	BUGL	12.12.2019
Eschlikon TG	Eschlikon	EKON	12.12.2019
Felben-Wellhau- sen	Felben	FELB	12.12.2019
Frauenfeld	Frauenfeld Bahnhofstrasse	FFBH	12.12.2019
Frauenfeld	Frauenfeld Sandbüel	FFSA	12.12.2019
Frauenfeld	Frauenfeld Spital BEO	FFSB	12.12.2019
Frauenfeld	Frauenfeld Zürcherstrasse	FFSI	12.12.2019
Frauenfeld	Frauenfeld Schaffhauserplatz	FFSP	12.12.2019
Frauenfeld	Frauenfeld Talbach	FFTA	12.12.2019
Frauenfeld	Frauenfeld Kaserne	FKAS	12.12.2019
Frauenfeld	Frauenfeld Aumühle	FRAU	12.12.2019
Frauenfeld	Frauenfeld Ost	FROS	12.12.2019
Frauenfeld	Frauenfeld West	FRWE	12.12.2019
Gerlikon	Gerlikon	GERK	12.12.2019

8/12

Gemeinde	Bezeichnung Anlage Swisscom	Code Swisscom	Datum der Um- stellung
Wängi	Heiterschen	HEIN	12.12.2019
Horn	Horn Bad	HORB	09.12.2019
Lengwil-Oberhofen	Lengwil Oberhofen	LEGO	12.12.2019
Schlatt TG	Mett-Schlatt	MESC	12.12.2019
Münsterlingen	Münsterlingen Spital	MSPI	09.12.2019
Müllheim-Wigoltingen	Müllheim Autobahnkreuz	MUAK	12.12.2019
Scherzingen	Münsterlingen Heizzentrale	MUHZ	09.12.2019
Neukirch (Egnach)	Neukirch-Egnach	NEEG	09.12.2019
Oberaach	Oberaach	OBAA	09.12.2019
Münchwilen TG	Oberhofen (Tannhof Münchwilen)	OBEF	12.12.2019
Romanshorn	Romanshorn	ROHN	09.12.2019
Sirnach	Sirnach TZ	SIRT	12.12.2019
Sulgen	Sulgen	SULG	09.12.2019
Ettenhausen TG	Tänikon	TANI	12.12.2019
Weinfelden	Weinfelden Industrie	WEII	12.12.2019
Weinfelden	Weinfelden	WEIN	12.12.2019
Wuppenau	Wuppenau	WUPN	12.12.2019

Liste der Mobilfunkstationen bei denen 5G auf 3500 MHz bereits aufgeschaltet ist

Gemeinde	Bezeichnung Anlage	Stations-Code
Steckborn	Hasenweid	Sunrise SH 454-6
Kemmental	Neuwilen	Sunrise SH 427-2
Tägerwilen	Girsbergtunnel	Sunrise SH 954-1
Lengwil	Steinstrasse	Sunrise SH 420-3
Kreuzlingen	Coop Ziil Center	Sunrise SH 422-6
Romanshorn	Arbonerstrasse 4	Swisscom ROHN
Egnach	Bucherstrasse 3	Sunrise SH 030-4
Arbon	Stachen	Sunrise TG 446-1
Amriswil	Poststrasse 43	Sunrise SH 440-2
Erlen	Im Dreispitz	Sunrise TG 020-2
Zihlschlacht	Prestenegg	Sunrise TG 455-2
Bischofszell	Obere Bisrütistrasse 3	Sunrise TG 490-1

Bischofszell	Industriestrasse 1	Swisscom BZKO
Sulgen	Waldstrasse 17	Sunrise TG 007-1
Bürglen	Weinfelderstrasse 33	Sunrise TG 019-2
Weinfelden	Wilerstrasse 2	Swisscom WEIN
Weinfelden	Industriestrasse 55	Sunrise SH 417-1
Weinfelden	Fichtenstrasse 18	Swisscom WEII
Sirnach	Sirnachberg	Sunrise SH 622-1
Sirnach	Frauenfelderstrasse 51	Swisscom SIRT
Aadorf	Guntershausen	Sunrise SH 463-2
Wängi	Murgstrasse 29	Sunrise TG 005-1
Aadorf	Wittenwil	Sunrise SH 410-4
Frauenfeld	Metzgerstrasse 5	Swisscom FRFG
Frauenfeld	Grundstrasse 1	Sunrise SH 400-2
Frauenfeld	Kreisel Ost-, Langfeldstrasse	Swisscom FFMO
Frauenfeld	Im Alexander 4	Swisscom FWME
Felben-Wellhausen	Bäumliackerstrasse 10	Sunrise TG 018-1

Technische Grundlagen/Begriffe

Mobilkommunikation: Soll Information (Bild, Musik, Sprachnachrichten etc.) nicht über das Kabel, sondern über die Luft übertragen werden, so muss die Information so aufbereitet werden, damit sie übermittelt werden kann. Dazu wird eine Trägerfrequenz (im Mobilfunk 700 bis 3600 MHz) so verändert, dass die Information darauf abgebildet wird. Diese Aufbereitung nennt sich Modulation (siehe Begriff Modulation) und wird bei allen gängigen Funkanwendungen verwendet (Radio, TV, WLAN, Bluetooth, Mobilfunk, etc.). **5G nutzt grundsätzlich die gleiche Modulationstechnik wie 4G.**

Frequenzen: Bis Februar 2019 waren Frequenzen in den Frequenzbereichen um 800, 900, 1800, 2100 und 2600 Megahertz (MHz) bewilligt. Neu wurden im Februar auch Bereiche um 700, 1400 und 3500 MHz vergeben. Zwei der drei neu vergebenen Frequenzbereiche liegen inmitten der bisherigen Mobilfunkfrequenzen. Der Bereich um 3500 MHz (3.5 GHz) liegt über den bisher benutzten Frequenzen (im Vergleich: WLAN 2400 und 5000 MHz). Der Frequenzbereich des Mobilfunks wird also erweitert, liegt aber im Bereich anderer bereits genutzter Frequenzen. **Grundsätzlich können alle Dienste (2G, 3G, 4G, 5G) über alle Frequenzen gesendet werden.**

Millimeterwellen: Frequenzen über 20 GHz (20'000 MHz), sogenannte Millimeterwellen stehen momentan in der Schweiz nicht für den Mobilfunk zur Verfügung bzw. sind nicht zugelassen. In den USA wird 5G aber bereits auf ca. 24 GHz betrieben.

10/12

Standortdatenblatt: Soll eine Mobilfunkanlage mittels Baugesuch oder Bagatelländerung neu- oder umgebaut werden, so ist vom Betreiber mit dem Gesuch ein Standortdatenblatt abzugeben. Dieses enthält Angabe zum Standort der Anlage und technische Angaben, die nachweisen sollen, dass die Anlage die Grenzwerte an allen Orten einhält, an denen sich Menschen kurz- oder langfristig aufhalten können. Wie eine solche Modellrechnung (NIS-Prognose) auszusehen hat, wird in der Vollzugsempfehlung zur NISV beschrieben.

Antennendiagramme: Jede Mobilfunkantenne hat eine eigene Abstrahlcharakteristik. Diese variiert je nach Frequenz und eingestelltem Sendewinkel (Tilt). Diese werden verwendet, um die NIS-Prognose im Standortdatenblatt durchführen zu können. Werden mehrere Frequenzen und verschiedene Tilts bewilligt, sind für die Berechnung oftmals mehrere hundert Diagramme notwendig. Für adaptive Antennen werden momentan Worst-Case-Diagramme verwendet, die davon ausgehen, dass die Antenne jederzeit mit der vollen Sendeleistung in alle Richtungen sendet.

Adaptive Antennen: Während bisher verwendet Mobilfunkantennen passiv sind, d. h. gleichmässig und beständig eine flächige Strahlung abgeben, können adaptive (aktive Antennen ihr Signal gerichtet auf einen engen Bereich abgeben. Bereiche, die keine Sendeleistung verlangen, weil keine Endgeräte vorhanden sind, werden gegenüber passiven Antennen weniger bestrahlt. Solche Antennen sind hauptsächlich für die optimale (zukünftige) Nutzung von 5G vorgesehen. Aber auch herkömmliche, passive Antennen können mit entsprechender Steuerung adaptiv betrieben werden. **Ebenfalls können auch 3G- oder 4G-Signale mit adaptiven Antennen gesendet werden.**

Modulation: Abbildung einer Information (niederfrequent) auf einer höheren Frequenz. Abbildung 1 zeigt das Schema einer solchen Modulation. Die Information liegt als niederfrequentes Signal vor (blaue Linie) und soll auf einer höheren Frequenz (grüne Linie) übertragen werden. Dazu wird die grüne Linie so verändert, dass die Information abgebildet wird. Übertragen wird dann effektiv die rote Linie. In diesem Beispiel wird die Frequenz mittels unterschiedlicher Intensität verändert, daher nennt sich diese Art der Modulation Amplitudenmodulation

11/12

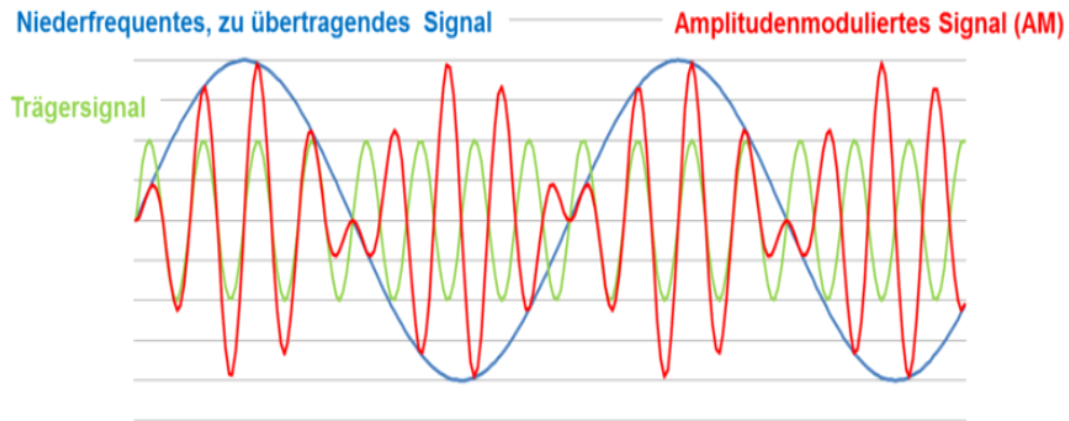


Abb. 1. Amplitudenmodulation (AM)

Grafik: FSM

Nach exakt diesem Prinzip funktioniert das Kurz- und Mittelwellenradio. UKW-Radio funktioniert mittels Frequenzmodulation, bei der die Frequenz verändert wird.

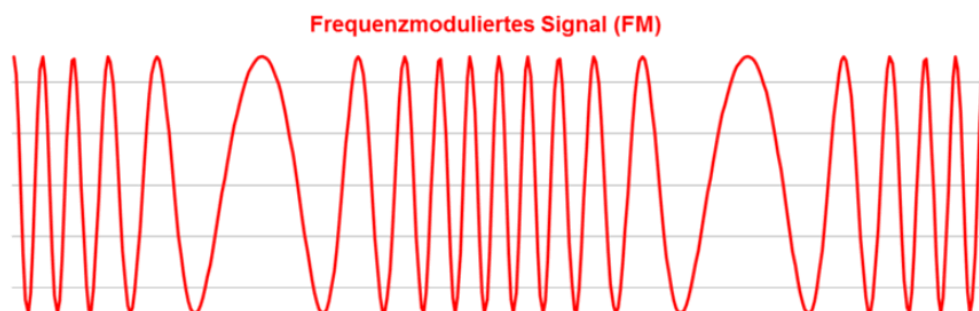


Abb. 2: Frequenzmodulation (FM)

Grafik: FSM

Beim Mobilfunk wird die Trägerfrequenz pulsmoduliert, d. h. die Frequenz bleibt konstant, wird aber in sogenannte Phasen unterteilt.

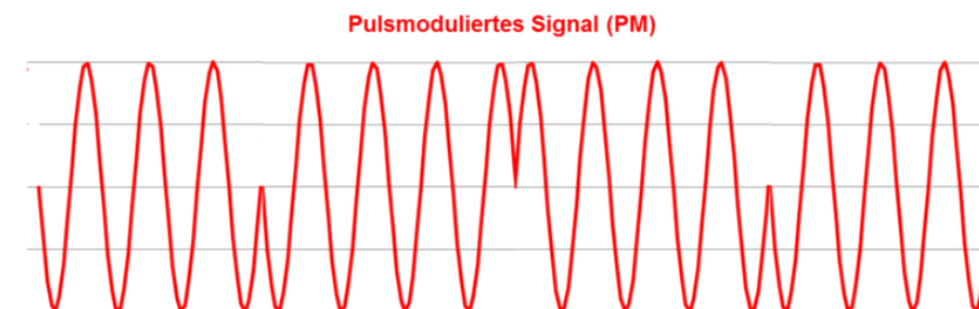


Abb. 3. Pulsmodulation (PM)

Grafik: FSM

12/12

Die Modulationstechnik von 5G beruht auf der gleichen Technik wie 4G.

Radiomodul: Das niederfrequente Signal wird im Radiomodul in ein hochfrequentes Signal umgewandelt (moduliert). Bei bisherigen, passiven Antennen, liegt dieses Radiomodul unterhalb der Sendeantenne. Das Signal wird vom Radiomodul mittels Kabel an die Sendeantenne übertragen. Bei neueren, adaptiven Antennen ist das Radiomodul direkt hinter der Sendeantenne eingebaut. Abbildung 4 zeigt einen "klassischen" Antennenmast mit Radiomodul unten (roter Kreis) und Sendeantenne (blauer Kreis).



Abb. 4. Sendeantenne Grafik:www.1815.ch