



# Investitionen in die Zukunft.

Informationen zur  
Mobilfunkinfrastruktur

**swisscom**



# Inhaltsverzeichnis

<b>Mobilfunk ist allgegenwärtig</b>	<b>4</b>
Voraussetzung für zukünftige Entwicklungen	4
Herausforderungen	4
<b>Das Netz der Zukunft</b>	<b>8</b>
Nutzen und Vorteile	8
Technologiemix für eine optimale Verbindung	9
Anwendungsmöglichkeiten	10
2G macht Platz für die Zukunft	11
<b>Gesundheit/Grenzwerte</b>	<b>12</b>
NISV modernisieren	14
<b>Warum 5G?</b>	<b>15</b>
<b>Vom Baugesuch zur Inbetriebnahme</b>	<b>16</b>
Qualitätssicherung	16
Der Standortwahl geht eine aufwendige Planung voraus	17
Keine Aufwände für Standorteigentümer	17
<b>Weitere Informationen</b>	<b>19</b>

# Liebe Leserinnen Liebe Leser

Mobilfunk ist in Beruf und Freizeit allgegenwärtig. Das Smartphone ist ein Alleskönner und das mobile Internet ein Standbein der Digitalisierung. Der Trend zur noch intensiveren Nutzung der drahtlosen Technologie hält daher ungebrochen an. Natürlich will Swisscom ihren Kundinnen und Kunden weiterhin das Maximum an Netzqualität, Abdeckung und Kapazität bieten.

Mehrere Tausend Antennen sorgen in der Schweiz dafür, dass wir von unterwegs kommunizieren und uns vielfältig informieren können. Dafür ist die Antennenplanung und -errichtung sowie -inbetriebnahme enorm wichtig.

Der vorliegende Flyer vermittelt Fakten zum Mobilfunknetz, zu seinen Herausforderungen, seiner Relevanz, den Anwendungsmöglichkeiten und Prozessen. Wir richten uns dabei in erster Linie an Liegenschaftsbesitzer, Verwaltungen und Landeigentümer, möchten aber auch alle übrigen Interessierten über die genannten Themen informieren.

# Mobilfunk ist allgegenwärtig

## Voraussetzung für zukünftige Entwicklungen

Heute ist kaum ein Bereich mehr denkbar, in dem das Mobilfunknetz nicht eine zentrale Rolle einnimmt. Es ist Grundlage und Voraussetzung für die technologischen Entwicklungen und die Digitalisierung. Und es verbindet uns nicht nur lokal, sondern auch global und ermöglicht allen, die Vorteile der Informationsgesellschaft zu nutzen. Das Mobilfunknetz ist längst fester Bestandteil der Gesellschaft und die Nutzung nimmt weiter stark zu.

Swisscom investiert jährlich rund 1.6 Mia. Franken in ihre Netze und die IT. Mit diesen Investitionen sichern wir über 100 000 Arbeitsplätze in der Schweiz. Das Swisscom Mobilfunknetz ist eines der besten weltweit und wir setzen alles daran, dass es auch in Zukunft so bleibt. Daher wird das Mobilfunknetz ständig optimiert.

## Herausforderungen

Es gibt unterschiedliche Bedingungen, die das Mobilfunknetz vor besondere Herausforderungen stellen. Die wichtigsten Herausforderungen, mit denen wir uns als Netzbetreiber intensiv beschäftigen, sind:

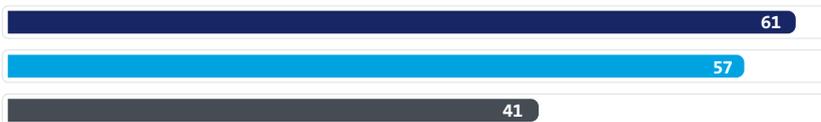
- > Das Mobilfunknetz ist ein geteiltes Medium. Die Datenrate pro Mobilfunkzelle verteilt sich auf die Kunden, die gleichzeitig über diese Mobilfunkzelle online sind. Ballungszentren wie Städte, Bahnhöfe, Flughäfen, aber auch Grossanlässe und Züge sind deshalb eine grosse Herausforderung für das Mobilfunknetz.



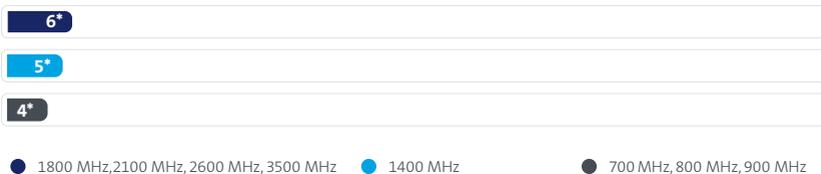
**Abbildung 1:** Das Mobilfunknetz ist ein geteiltes Medium; die zur Verfügung stehende Kapazität wird auf die Anzahl Nutzer aufgeteilt.

- > Neben den in Europa üblichen allgemeinen Grenzwerten für Mobilfunkanlagen gelten in der Schweiz in Wohnungen, Schulen, Arbeitsstätten etc. noch zehnfach strengere vorsorgliche Grenzwerte. Mobilfunktelefone sowie Schnurlostelefone und WLAN-Router nutzen elektromagnetische Felder als Transportmittel zur drahtlosen Übertragung von Informationen. Die tiefen Grenzwerte schränken die Sendeleistung der einzelnen Mobilfunkantennen ein (siehe auch Gesundheit/NISV Grenzwerte).

### WHO, EU-Ratsempfehlung, Deutschland, Österreich, Australien, USA



### Schweiz



**Abbildung 2:** Die Grenzwerte (V/m) in der Schweiz im Vergleich zu anderen Ländern und der Empfehlung der Weltgesundheitsorganisation (WHO).

\* Swisscom hat fast ausschliesslich Mobilfunkanlagen in Betrieb, die verschiedene Frequenzen nutzen. Bei solchen Anlagenkonfigurationen gelten gemäss NISV Ziffer 64 gemittelte Anlagengrenzwerte von 5 V/m.

- > Moderne und gut isolierte Gebäude wirken häufig wie Barrieren auf den Mobilfunkempfang. Die Lösung dafür ist unser WiFi Calling. Dabei telefonieren Swisscom Kunden bei schwachem Mobilfunksignal mit ihrem Handy einfach über das WLAN-Netz.
- > Die Baubewilligungsverfahren können den Ausbau der Netzinfrastruktur verzögern. Deshalb pflegen wir den Dialog mit Gemeinden, Behörden, Grundstückseigentümern und weiteren Beteiligten, um rasch und transparent möglichst gute Lösungen zu finden.
- > Die abwechslungsreiche alpine Topografie der Schweiz stellt das Netz vor besondere Herausforderungen. Mit unserem Technologiemix in der Infrastruktur versuchen wir auch an abgelegenen Orten eine schnelle Verbindung zu ermöglichen.



- |   |                                    |
|---|------------------------------------|
| <b>1</b> Antenne im Kabelschacht              | <b>2</b> Internet Booster          |
| <b>3</b> Antennen für die Inhouse-Verstärkung | <b>4</b> Makroantenne              |
| <b>5</b> Mikroantenne                         | <b>6</b> Mobilfunksignalverstärker |

**Abbildung 3:** Technologiemix für eine optimale Verbindung. Diese Möglichkeiten sind technologieneutral, sprich, es kann das eingesetzt werden, was den Kunden den meisten Nutzen bringt.



### **Antenne im Kabelschacht**

Eine Antenne im Kabelschacht ist eine Kleinzelle, die nicht mehr als 6 Watt Leistung hat. Sie wird bei bestehenden Kabelschächten von Swisscom bodeneben eingebaut. So kann die Mobilfunknetzkapazität an stark frequentierten Orten zusätzlich ergänzt werden.



### **Internet Booster**

Ein Internet Booster kombiniert die Kapazität des Mobilfunknetzes mit derjenigen des Festnetzes und bringt so mehr Leistung. Dies vor allem in ländlichen Gebieten oder in Gebieten mit zu kleiner Festnetzbandbreite.



### **Antennen für die Inhouse-Verstärkung**

Geschäftsgebäude benötigen meist grosse Mobilfunkkapazitäten. Damit diese gewährleistet werden können, gibt es die Möglichkeit, in Häusern kleine Antennen zu montieren.



### **Makroantenne**

Eine Makroantenne ist eine Antenne an einem Mast. Makroantennen sind für die grossflächige Mobilfunkversorgung zuständig. Ohne Makroantennen ist es nicht möglich, ein Mobilfunknetz aufrechtzuerhalten.



### **Mikroantenne**

Mikroantennen sind Kleinzellen, die nicht mehr als 6 Watt Leistung haben. Typischerweise werden diese an Hauswänden, in Leuchtreklamen, an Laternenmasten etc. angebracht. Mikroantennen verdichten das Mobilfunknetz, damit an stark frequentierten Orten genügend Mobilfunkkapazität zur Verfügung steht.



### **Mobilfunksignalverstärker**

Mobilfunksignalverstärker, auch Repeater genannt, nehmen das vorhandene Signal auf und verstärken es. Sie kommen vor allem in Zügen oder in Tunnels zum Einsatz.

# Das Netz der Zukunft

**Das mobile Internet hat den Firmen- und Privatalltag in wenigen Jahren umgekrempelt wie nur wenige Entwicklungen zuvor. Vom Zug oder von der Berghütte aus zu arbeiten, war vor nicht allzu langer Zeit Zukunftsmusik – heute ist es Normalität. Nun ist es an der Zeit, einen Schritt weiter zu gehen: Mit 5G wird sich die Art und Weise verändern, wie Gebäude, Fabriken, Tourismusregionen, Landwirtschaft oder gar ganze Städte funktionieren.**

## Nutzen und Vorteile

Die nächste Mobilfunkgeneration verspricht viel: 5G ermöglicht nicht nur die Verbindung des Menschen mit dem Internet, sondern neu auch die Verbindung der Dinge mit dem Internet und auch untereinander (Internet of Things). Geräte und Maschinen sind mit Sensoren ausgestattet und kommunizieren miteinander. Mit 5G schaffen wir neue Anwendungsmöglichkeiten, die den Wirtschaftsstandort Schweiz noch produktiver und effizienter machen werden. Unsere Welt wird sich mit 5G in allen Bereichen extrem vernetzen.

5G wird künftig neben massiv mehr Geschwindigkeit, höherer Kapazität, extrem niedriger Reaktionszeit auch noch mehr Zuverlässigkeit sowie Stabilität garantieren. In Zukunft können ganze Produktionsprozesse digital optimiert und vernetzt werden, die in Echtzeit riesige Datenmengen übermitteln. Das ist nicht nur für die Industrie von grossem Vorteil, sondern auch für Städte. So ist 5G auch überall dort ein Gewinn, wo sich Tausende Mobilfunkteilnehmer auf engem Raum ballen.

Weitere Vorteile sind ein deutlich tieferer Energieverbrauch im Betrieb und bei den Endgeräten. Mit 5G soll einerseits das stark steigende Datenvolumen bewältigt werden können und andererseits sollen neue Anwendungen ermöglicht werden. Beispiele sind die Industrie 4.0 oder die extreme Vernetzung im Bereich IoT – Internet of Things (z.B. Müllcontainer, Ampeln, Licht, Wärmesteuerung, aber auch Car-sharing, E-Health oder Logistik). Mit 5G bietet Swisscom daher individuelle Lösungen für verschiedene Anwendungen. Wir sind auch sicher: Auf Basis der Verfügbarkeit von 5G werden viele innovative Ideen verwirklicht werden können, von denen wir heute noch keine Ahnung haben.

# Technologiemix für eine optimale Verbindung



## Surfspeed

Mit 5G sind zunächst bis zu 2 Gbit/s, später sogar bis 10 Gbit/s möglich. Das ist zwei- bis zehnmal schneller als aktuelle Upload- und Down-load-speeds auf dem Glasfasernetz.



## Reaktionszeit

Mit 5G sinkt die Reaktionszeit von heute 25 bis 35 Millisekunden auf einige wenige Millisekunden. Das ermöglicht die praktisch verzögerungsfreie Kommunikation in Echtzeit.



## Kapazität

Mit 5G können viel mehr Geräte gleichzeitig viel mehr Daten übertragen. Das ist wichtig, denn es werden heute in einem halben Tag so viel Daten übermittelt wie vor fünf Jahren in einer Woche.



## Effizienz

Mit 5G wird das Netz nachhaltiger: Es benötigt nur noch 0.2 Watt für die Übertragung von einem Megabyte Daten. Mit 2G sind es 5400 Watt. Ein Umstieg, der sich lohnt.



## Dezentrale Cloud

Mit 5G werden dezentrale, mobil miteinander verbundene Clouds möglich, die Anwendungen agiler und flexibler sowie die benötigten Ressourcen werden zur Verfügung gestellt.



## Network Slicing

Mit 5G können einzelnen Anwendungen flexibel Netzkapazitäten garantiert werden. Zum Beispiel Rettungsdiensten während eines Grossanlasses.

# Anwendungsmöglichkeiten

**Enorme Bandbreite, kurze Reaktionszeit, Energieeffizienz und Kapazität machen 5G zur Schlüsseltechnologie in vielen Anwendungsgebieten.**



## Internet der Dinge

5G ermöglicht Sensoren und eingebetteten Kleinstcomputern die Übermittlung von grossen Datenmengen in Echtzeit über dedizierte Netzbereiche (Slices).

---

### Beispiele

Neuartige Logistiksysteme, Optimierung Agrarproduktion, smarte Kleidung und Wearables



## Virtuelle Realität

Höchste Verfügbarkeit, minimale Reaktionszeiten und riesiger Datendurchsatz: 5G ermöglicht Virtual- und Augmented-Reality-Anwendungen der nächsten Generation. Das sind erweiterte und virtuelle Realitäten, die beispielsweise für neue Spielformen im Medienkonsum sorgen.

---

### Beispiele

Reisen: Planung mit virtuellen Vor-Ort-Besuchen  
Sport: frei wählbare Kameraperspektiven  
Games: neue Multiplayer-Erlebnisse  
Gesundheit: Sehhilfe für Sehbehinderte



## Smart Grids

5G ermöglicht die kabellose Übertragung von Verbrauchs- und Lastinformationen in Echtzeit und so den Aufbau von kosteneffizienteren intelligenten Stromnetzen.

---

### Beispiele

Kontrolle von Anlagen und Infrastruktur, Unterhalt und Steuerung der Netze, Schutz von Stromnetzkomponenten



### **Unterstützende Mobilität**

Dank 5G können Fahrzeuge in Echtzeit miteinander kommunizieren, was die Sicherheit autonomer Navigationssysteme massiv erhöhen wird.

---

#### **Beispiele**

Vermeidung von Staus, Unfallverhütung



### **E-Health**

Mit 5G werden komplett neue personalisierte Gesundheitsdienstleistungen möglich – von einem elektronischen Patientendossier bis hin zur Diagnostik.

---

#### **Beispiele**

Fernkontrolle von Patienten, robotergestützte Chirurgie

## 2G macht Platz für die Zukunft

2G wird heute noch für SMS, Telefonie und beschränkt für die Übertragung kleinerer Datenmengen verwendet. 2G ist inzwischen nicht mehr zeitgemäss und beansprucht überproportional viel Antennenkapazität, obwohl der Standard weniger als ein halbes Prozent des mobilen Datenverkehrs abwickelt. Somit wird 2G den heutigen Anforderungen nicht mehr gerecht und macht daher nach über einem Vierteljahrhundert Platz für die neuen Technologien 4G, 4G+ und 5G: Damit das Swisscom Netz auch in Zukunft das beste Netz der Schweiz bleibt, garantiert Swisscom nur noch bis Ende 2020 die 2G-Verbindung.

# Gesundheit/Grenzwerte

Man weiss heute sehr viel über die Wirkung von Funktechnologien auf Mensch und Umwelt. Offene Fragen wurden in grossen Forschungsprogrammen geklärt, wenige sind noch unbeantwortet. Was gemäss Weltgesundheitsorganisation (WHO) gewiss ist:

*«Berücksichtigt man die sehr niedrigen Feldstärken und die bisher vorhandenen Forschungsergebnisse, lässt sich kein überzeugender wissenschaftlicher Beleg finden, dass sich die schwachen [Hochfrequenz-] Signale von Basisstationen und drahtlosen Netzwerken nachteilig auf die menschliche Gesundheit auswirken.»*

Quelle: WHO-Faktenblatt Nr. 304

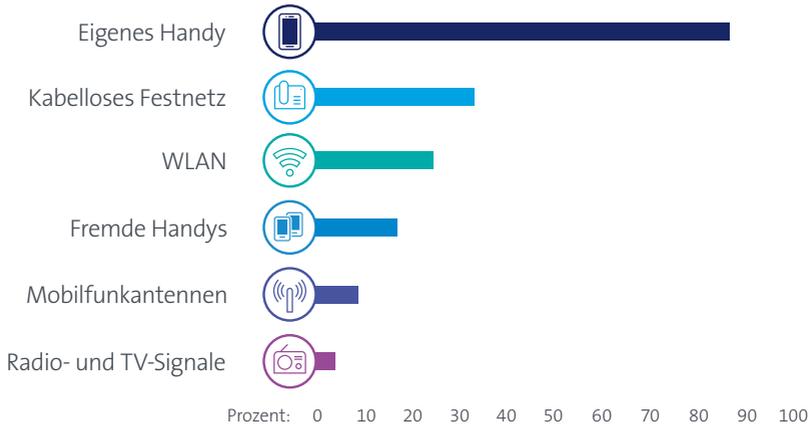
Um den Fortschritt der Forschung zu sichern, unterstützt Swisscom die Forschungsstiftung Strom und Mobilkommunikation an der ETH Zürich. Wichtig zu wissen: Die Verordnung über den Schutz vor nichtionisierender Strahlung (NISV) verlangt in der Schweiz zehnmal strengere vorsorgliche Grenzwerte, als diese die WHO empfiehlt. Für den 5G-Ausbau hat dies zur Folge, dass viele bestehende Mobilfunkanlagen nicht weiter ausgebaut werden können. Denn Swisscom hält die Grenzwerte (bei 3G, 4G, 5G) jederzeit ein. Deshalb braucht es viele zusätzliche Standorte, um 5G flächendeckend anbieten zu können. 5G wird zuerst Frequenzen bei 3.5 GHz nutzen, die analog zu den heutigen Mobilfunkfrequenzen vom Körper absorbiert werden. Die Forschung wird sich aber künftiger Signalformen und Expositionsszenarien durch 5G annehmen und zusätzliche Risikoabschätzungen vornehmen.

## Frequenzbereich von Mobilfunk



**Abbildung 4:** Die Mobilfunkfrequenzen liegen zwischen gängigen Frequenzen, die bereits für Fernsehen oder WLAN genutzt werden.

## Exposition im Alltag



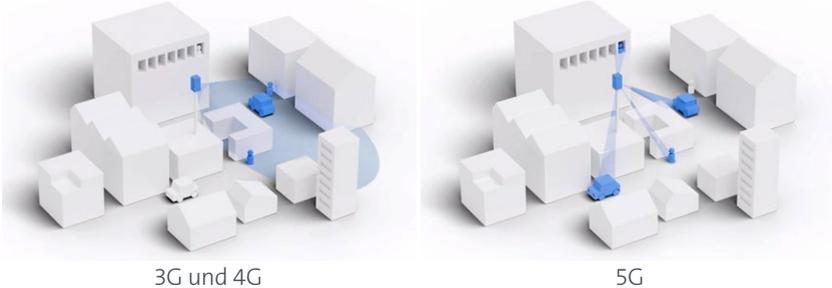
**Abbildung 5:** Gut 90 Prozent der Strahlung, der wir täglich ausgesetzt sind, stammt von körpernahen Quellen, allen voran dem eigenen Handy. Der Anteil der Mobilfunkantennen ist dagegen in der Regel unbedeutend.

## Grenzwertempfehlung vs. reale Exposition



**Abbildung 6:** Die Leistungsempfehlung der Weltgesundheitsorganisation im Vergleich zu den gesetzlichen Grenzwerten der Schweiz und der tatsächlichen Belastung durch die Felder der Funktechnologien.

# NISV modernisieren



**Abbildung 7:** Mit 5G kann das Mobilfunksignal genau dem Nutzer zur Verfügung gestellt werden und muss nicht wie mit einem Sprinkler an alle verteilt werden.

Die Regelungen sind in der Schweiz vor 20 Jahren festgelegt worden und sehr strikt. Sie regeln die maximale Sendeleistung pro Standort und gelten für alle Technologien an diesem Standort gemeinsam. Wir setzen uns dafür ein, dass sie modernisiert werden. Dies aus drei Gründen: Erstens haben die besonders strengen Grenzwerte zur Folge, dass an über 90 Prozent unserer Standorte in städtischen Gebieten kein 5G aufgeschaltet werden kann und wir zahllose weitere Antennen aufstellen müssen. Zweitens gibt es keine neuen Erkenntnisse aus der Forschung, die ein so scharfes Vorsorgeprinzip begründen würden. Drittens berücksichtigt die bestehende Verordnung das sogenannte Beamforming nicht. Mit diesem Verfahren werden die Mobilfunkfelder präzise an die aktiven Endgeräte gesendet statt gleichmässig über die ganze Mobilfunkzelle verteilt. Das ist wie beim Gärtnern: Ich will die einzelne Pflanze giesen, nicht den ganzen Rasen bewässern mit einem Sprinkler. Beamforming bedeutet also auch, dass Menschen, die den Mobilfunk nicht nutzen, kaum befeldet werden.

# Warum 5G?

Die Echtzeitdaten und die vielen Dinge, die zusätzlich auf das Netz kommen, werden das Datenvolumen auf dem Mobilfunknetz nochmals explodieren lassen. Und die unter 25-Jährigen konsumieren acht Mal mehr mobile Daten als über 25-Jährige.

Wirtschaftlicher Erfolg wird in Zukunft noch stärker von einer sehr leistungsfähigen mobilen Dateninfrastruktur abhängen. Schliesslich steht und fällt die datengetriebene Wirtschaft mit einer übermittlungsstarken Infrastruktur. Dabei ist davon auszugehen, dass die Anforderungen an die Netze auch betreffend Stabilität, Sicherheit und Reaktionszeit weiter steigen.

Das Mobilfunknetz ist elementar für die technologische Entwicklung und die Digitalisierung. Daher ist es für Swisscom grundlegend, dass wir unser Netz ausbauen und bereit für die Zukunft sind:

- > Für zufriedene Kunden
- > Für einen starken Wirtschaftsstandort
- > Für eine vernetzte Gesellschaft
- > Für innovative Formen der Mobilität
- > Für eine nachhaltige Energiezukunft
- > Für einen Spitzenplatz in der Forschung
- > Für neue Perspektiven der alpinen Regionen

# Vom Baugesuch zur Inbetriebnahme

Es gibt keinen Antennenbau auf Vorrat – Swisscom plant und baut Antennen und Basisstationen nur da, wo ein ausgewiesenes Kundenbedürfnis besteht. Ein Bau auf Vorrat wäre sehr unwirtschaftlich und würde von der Bevölkerung nicht akzeptiert werden. Die Bedarfsanalysen für neue Standorte werden von unseren routinierten Funknetzplanern erstellt. Die folgenden Faktoren werden hierbei besonders berücksichtigt:

- > Kundenbedürfnisse
- > Verkehrsvolumen (Sprache und Daten)
- > physikalische Gesetzmässigkeiten des Mobilfunks
- > topografische Gegebenheiten
- > gesetzliche Vorschriften von Bund, Kantonen und Gemeinden

Ziel der Abklärungen und Berechnungen ist immer, eine qualitativ hochstehende Funkversorgung realisieren zu können.

## Qualitätssicherung

Swisscom hält sich zu jederzeit an die gesetzlich vorgeschriebenen Grenzwerte und kontrolliert diese Einhaltung mittels einem nach der ISO-Norm 33002 zertifizierten Qualitätssicherungssystem rund um die Uhr.

## Der Standortwahl geht eine aufwendige Planung voraus

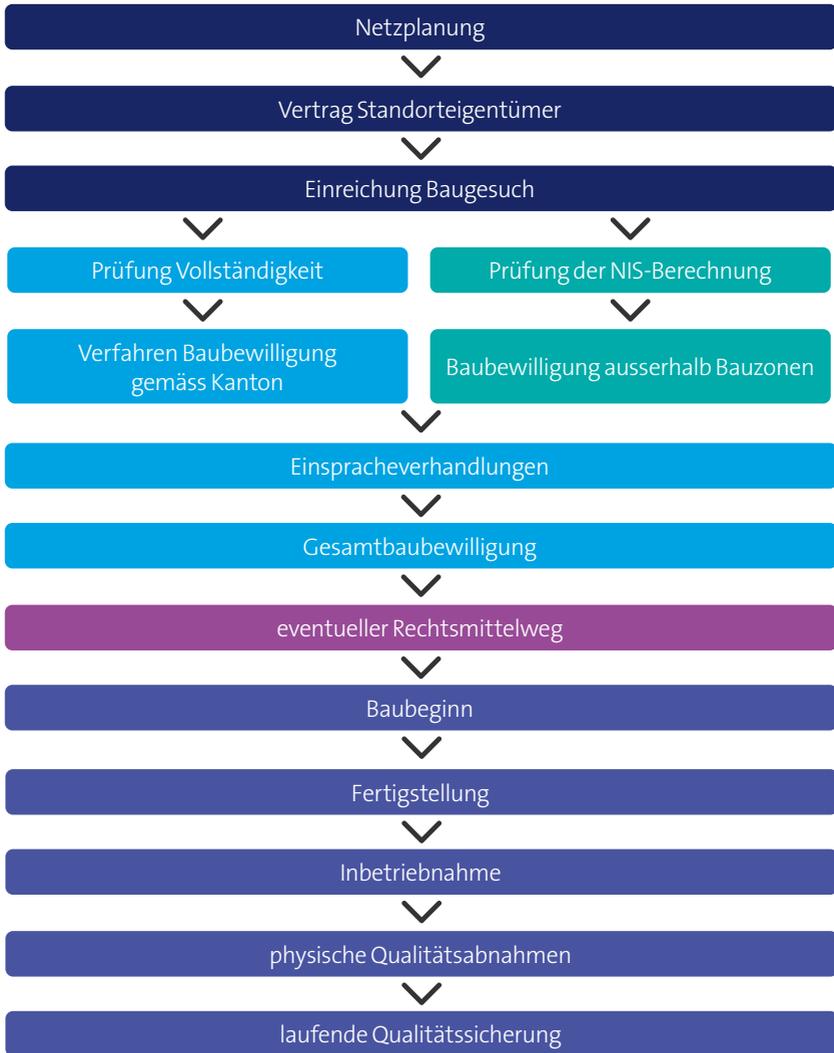
Wenn feststeht, wo die Basisstation mit den Antennen platziert werden soll, werden mit dem Eigentümer einer infrage kommenden Liegenschaft Gespräche über die Errichtung und den Betrieb einer Basisstation geführt. Einigen sich die Parteien, sorgt Swisscom für die erforderlichen Genehmigungen und reicht schliesslich das Baugesuch ein. Dieses hat alle Auflagen des jeweils geltenden kantonalen und kommunalen Baurechts zu erfüllen und auch auf rechtlich verbindliche Sonderregelungen Rücksicht zu nehmen (z.B. Standorte unter Denkmalschutz). Da Swisscom über grosse Erfahrung und kompetente Mitarbeitende in diesem Tätigkeitsfeld verfügt, sind unsere Baugesuche rechtsfähig. Ferner besteht für die projektierte Anlage ein ausgewiesenes Kundenbedürfnis und ihr Standort wurde nach aufwendigen Planungsarbeiten festgelegt.

## Keine Aufwände für Standorteigentümer

Können sämtliche Genehmigungsverfahren mit Erfolg abgeschlossen werden, beginnt die Detailplanung und danach der Bau der Anlage. Konkret bedeutet dies: Mast, Betriebsraum, Klima- und Elektroanlage der Basisstation werden installiert und die Antennen montiert, wobei der Betriebsraum mit einem Flächenbedarf von 3 bis 8 m<sup>2</sup> entweder im Gebäude oder im Freien zu stehen kommt. Ferner werden Blitzschutz und Erdungsanlagen auf Kosten von Swisscom überprüft und die Masten sowie technischen Anlagen gemäss den kantonalen Vorschriften angeschlossen.

Sobald das Netz in Betrieb ist, werden die Einhaltung der Grenzwerte für die Strahlung sowie die Netzqualität kontrolliert. Während des ganzen Prozesses erwächst dem Standortgeber selbstverständlich keinerlei Aufwand.

## Schematischer Realisierungsprozess eines Mobilfunkstandorts



 Betreiber

 Gemeinde

 Kanton

Abbildung 8: Prozess vom Plan bis zur Realisierung (Hinweis: kantonale Unterschiede vorhanden).

# Weitere Informationen

## **Swisscom/Mobilfunk und Gesundheit**

<https://www.swisscom.ch/de/about/unternehmen/portraet/netz/mobilfunk-antennen-umwelt-gesundheit.html>



## **Forschungstiftung Strom und Mobilkommunikation**

<https://www.emf.ethz.ch>



## **Bundesamt für Umwelt**

<https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/elektrosmog/fachinformationen/elektrosmog-quellen/mobilfunk-als-elektrosmog-quelle.html>



## **Bundesamt für Gesundheit**

<https://www.bag.admin.ch/bag/de/home/gesund-leben/umwelt-und-gesundheit/strahlung-radioaktivitaet-schall.html>



## **Weltgesundheitsorganisation** (auf Englisch)

<https://www.who.int/peh-emf/en/>



## **Internationale Kommission für den Schutz vor nichtionisierender Strahlung** (auf Englisch)

<https://www.icnirp.org>



**Kontakt für Privatpersonen**

mobile.umwelt@swisscom.com

**Kontakt für regionale und kommunale Behörden**

meine.gemeinde@swisscom.com

**Impressum**

Swisscom AG

Group Communications & Responsibility

Alte Tiefenastrasse 6

3050 Bern