

Breitbanderschliessung in den Zielgebieten der Neuen Regionalpolitik

Hanser Consulting AG

Fachhochschule Nordwestschweiz FHNW

Dezember 2019



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für
Wirtschaft, Bildung und Forschung WBF
Staatssekretariat für Wirtschaft SECO
Direktion für Standortförderung



Neue Regionalpolitik **npr**
Nouvelle politique régionale **npr**
Nuova politica regionale **npr**

Impressum

Auftraggeber und Herausgeber

Staatssekretariat für Wirtschaft SECO, Direktion für Standortförderung, Regional- und Raumordnungspolitik

Begleitgruppe

Annette Spoerri, SECO
Jacqueline Hofer, SECO
Adrian Künzi, SECO

Auftragnehmerin

Hanser Consulting AG
Fachhochschule Nordwestschweiz FHNW

Autoren

Dr. Jürg Kuster
Lorenz Bösch
Prof. Dr. Fabian Heimsch
Markus Rach

Adresse

Hanser Consulting AG
Lagerstrasse 33
8021 Zürich

Fachhochschule Nordwestschweiz FHNW
Hochschule für Wirtschaft
Institut für Competitiveness and Communication ICC
Riggenbachstrasse 16
4600 Olten



Fachhochschule Nordwestschweiz
Hochschule für Technik

Inhaltsverzeichnis

Abkürzungsverzeichnis	5
Management Summary	7
Résumé	17
1 Einleitung	27
1.1 Ausgangslage	27
1.2 Ziele und Aufbau der Studie	29
2 Digitale Transformation der Schweizer Wirtschaft	31
3 Nachfrage der Betriebe nach Breitbandinfrastruktur	39
3.1 Qualitative Anforderungen an die Datenübertragung	39
3.2 Grobe Abschätzung der für die Betriebe erforderlichen Datenübertragungsgeschwindigkeiten	40
4 Angebot an Breitbandinfrastruktur in den NRP-Zielgebieten	47
4.1 Technische Ausgangslage	47
4.2 Regionale Grössen- und Branchen-Struktur der Betriebe	61
4.3 Breitbanderschliessung der Betriebe in der Schweiz und ihren Regionen	77
5 «Erschliessungslücken» in den NRP-Zielgebieten	90
5.1 Erschliessungslücken auf gesamtschweizerischer Ebene	92
5.2 Erschliessungslücken auf regionaler Ebene	93
5.3 Erschliessungslücken einzelner Branchen oder in Unternehmen unterschiedlicher Grösse	101
6 Ansatzpunkte für Massnahmen des Bundes	103
6.1 Erweiterung des Angebots an Breitbandinfrastruktur im NRP-Zielgebiet	104
6.2 Stärkung der digitalen Kompetenz der Betriebe im NRP-Zielgebiet	115
Materialienverzeichnis	121

Abkürzungsverzeichnis

ADSL	Asymmetric Digital Subscriber Line (asymmetrischer DSL)
B2B	Business-to-Business (Unternehmen zu Unternehmen; Geschäftsbeziehungen zwischen zwei Unternehmen)
B2C	Business-to-Consumer (Unternehmen zu Kunden; Geschäftsbeziehungen zwischen Unternehmen und Kunden)
BAKOM	Bundesamt für Kommunikation
BFS	Bundesamt für Statistik
BUR	Betriebs- und Unternehmensregister des Bundesamtes für Statistik
CAD	Computer Aided Design (Rechnerunterstütztes Konstruieren)
CAM	Computer Aided Manufacturing (Rechnerunterstützte Fertigung)
CNC	Computerized Numerical Control (Rechnergestützte Numerische Steuerung)
CPE	Customer Premises Equipment (Teilnehmernetzgerät)
CRM	Customer Relationship Management (Kundenbeziehungsmanagement/Kundenpflege)
DSL	Digital Subscriber Line (Digitaler Teilnehmeranschluss)
DSLAM	Digital Subscriber Line Access Multiplexer (DSL Zugangsmultiplexer)
ERP	Enterprise-Resource-Planning (Unternehmensressourcenplanung)
EU	Europäische Union
FHNW	Fachhochschule Nordwestschweiz
FMG	Fernmeldegesetz
FTTB	Fibre to the Basement (Glasfaserkabel bis zum Gebäude)
FTTC/FTTN	Fibre to the Curb/Node (Glasfaserkabel bis zum Verteiler)
FTTD	Fibre to the Desktop (Glasfaserkabel bis zum Schreibtisch)
FTTH	Fibre to the Home (Glasfaserkabel bis zur Wohnung)
FTTO	Fibre to the Office (Glasfaserkabel bis zum Büro)
FTTP	Fibre to the Premise (Glasfaserkabel bis zum Standort)
FTTR	Fibre to the Router (Glasfaserkabel bis zum Router)
FTTX	Fibre to the ... (Sammelbegriff für verschiedene Kategorien von Glasfaseranschlüssen)
FWA	Fixed-Wireless-Access
G	Generation für Mobilfunkstandard
Gbit/s	Gigabit pro Sekunde
GSM	Groupe Spécial Mobile / Global System for Mobile Communications
GWE	Gesetz über die Förderung der wirtschaftlichen Entwicklung in Graubünden
GWR	Eidgenössisches Gebäude und Wohnungsregister
IDS	Industrial Data Space (industrielle Dateninfrastruktur)
IKT	Informations- und Kommunikationstechnologien
IoT	Internet of Things (Internet der Dinge)
IP	Internet Protocol (Netzwerkprotokoll)
IT	Informationstechnik
KMU	Kleine und mittlere Unternehmen
KOF	Konjunkturforschungsstelle der ETH
LTE	Long Term Evolution (langfristige Entwicklung des Mobilfunkstandards)

MA	Mitarbeitende
Mbit/s	Megabit pro Sekunde
NGO	Non Governmental Organization (Nichtregierungsorganisation)
NISV	Verordnung über den Schutz vor nichtionisierender Strahlung
NOGA	Nomenclature générale des activités économiques (Allgemeine Systematik der Wirtschaftszweige)
NRP	Neue Regionalpolitik
OECD	Organisation for Economic Co-operation and Development (Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung)
ONT	Optical Network Termination (Optischer Netzabschluss)
PLC	Programmable Logic Controllers (Speicherprogrammierbare Steuerung)
PoP	Point of Presence (Knotenpunkt innerhalb Kommunikationssystem)
RFID	Radio Frequency Identification (Hochfrequenzidentifikation)
RIS	Regionale Innovationssysteme
SCM	Supply Chain Management (Versorgungsketten-Management)
SECO	Staatssekretariat für Wirtschaft
UMTS	Universal Mobile Telecommunications System (Mobilfunkstandard)
uvB	und verwandte Berufe
VDSL / VDSL2	Very High-Speed Digital Subscriber Line (DSL Technik)
VoIP	Voice over IP (Stimmübertragung über Internetprotokoll)
VPN	Virtual Private Network (Virtuelles privates Netzwerk)
WiMax	Worldwide Interoperability for Microwave Access (drahtlose Zugangstechnik)
WLAN	Wireless Local Area Network (Drahtloses lokales Netzwerk)

Management Summary

Die Digitalisierung ist heute allgegenwärtig. Neue digitale Anwendungen eröffnen der Wirtschaft in rascher Folge eine Vielzahl neuer Möglichkeiten (z.B. Videokonferenzen, Cloud Computing, Internet der Dinge, künstliche Intelligenz, Blockchain, Industrie 4.0, 3D-Druck, Smart Farming, Big Data, Navigationssysteme etc.).

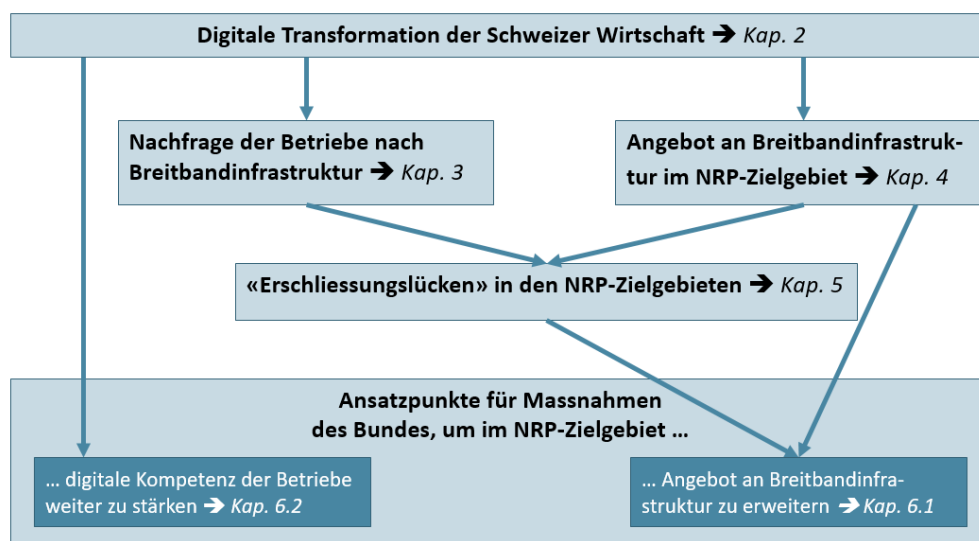
Damit die Betriebe die Chancen der Digitalisierung nutzen können,

- benötigen sie für viele Anwendungen einen Internetanschluss mit ausreichender Leistungsfähigkeit (Breitbandanschluss)
- müssen sie über ausreichende «digitale Kompetenzen» verfügen, d.h. über die Fähigkeit, die Chancen und Herausforderungen der digitalen Technologien für ihren Betrieb zu erkennen und die erfolgversprechenden Optionen in die Praxis umzusetzen¹.

Die Aufgabe der vorliegenden Studie ist zu prüfen, wieweit diese Voraussetzungen in den Zielgebieten der Neuen Regionalpolitik (NRP) bzw. in den Betrieben in diesen Regionen gegeben sind. Sollten diese Voraussetzungen nicht überall gegeben sein, so sind Ansatzpunkte aufzuzeigen, wie der Bund bzw. die NRP zur Minderung allfälliger «Erschliessungslücken» in der Breitbandinfrastruktur bzw. zur Erhöhung der «digitalen Kompetenzen» der Betriebe in den Zielgebieten der NRP beitragen könnten.

Die nachfolgende Abbildung zeigt den Aufbau der Studie:

Aufbau der Studie



Quelle: Darstellung Hanser Consulting / FHNW

Nachfrage der Betriebe nach Breitbandinfrastruktur

Im öffentlichen Diskurs wird davon ausgegangen, dass der Einsatz digitaler Anwendungen in der Wirtschaft rasch weiter zunehmen wird. Daraus wird abgeleitet, dass ein Breitbandanschluss für jeden Betrieb wichtig sei und dass die Erfordernisse an die Leistungsfähigkeit des Breitbandanschlusses (z.B. gemessen in Mbit/Sekunde) in Zukunft rasch steigen würden.

In allgemeiner Form ist dieser Befund wohl gültig. Eine genauere Betrachtung des Bedarfs der Betriebe in Sachen Breitbandanbindung zeigt aber das Folgende:

- Der Grad der Digitalisierung ist in den einzelnen Betrieben sehr unterschiedlich.

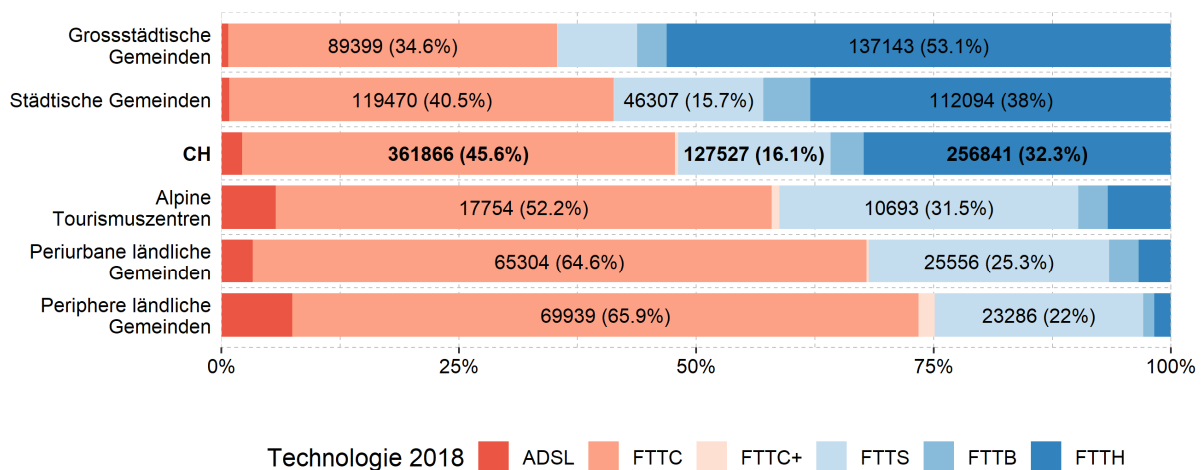
¹ Wichtig sind ausserdem ausreichende finanzielle Ressourcen, um mit der Digitalisierung verbundene Investitionen zu realisieren.

- Aus dem Grad der Digitalisierung eines Betriebes kann nicht direkt auf die erforderliche Leistungsfähigkeit des Breitbandanschlusses geschlossen werden, denn es gibt zahlreiche (auch hochwertige) Anwendungen der Digitalisierung, die
 - nicht zu grossen zu übertragenden Datenmengen führen.
 - innerhalb betriebsinterner Netze implementiert sind (z.B. 3D-Druck, CAD, CAM, aber auch schon seit vielen Jahren existierende Systeme zur Steuerung des Raumklimas).
- Ein Breitbandanschluss mit hoher Kapazität ist insbesondere dann notwendig, wenn ein umfangreicher, kontinuierlicher Datenfluss (z.B. bewegte Bilder) zu übermitteln ist.
- Mit wachsender Zahl der Mitarbeitenden eines Betriebes steigt in der Regel die benötigte Kapazität des Breitbandanschlusses, da verschiedene weit verbreitete digitale Anwendungen (z.B. Home Office, Videokonferenzen, Cloud Computing²) von den einzelnen Mitarbeitenden oft gleichzeitig genutzt werden.
- Aus der Branchenzugehörigkeit eines Betriebes sind keine allgemeingültigen Aussagen zum Breitbandbedarf möglich, da die Heterogenität zwischen den Betrieben einer Branche gross ist.

Erschliessung der Zielgebiete der Neuen Regionalpolitik

Die Erschliessung der Regionen der Schweiz mit Breitbandinfrastruktur weist deutliche Unterschiede auf. Entscheidend hierfür sind die unterschiedlichen Anschlusstechnologien, die lokal zur Verfügung stehen (analysiert wurden die Anschlüsse der Betriebsgebäude, nicht aber der Wohngebäude). Die nachfolgende Abbildung zeigt, dass die Betriebe in grosstädtischen und städtischen Gemeinden wesentlich häufiger mit der leistungsstärksten Technologie, d.h. mit Glasfasern bis in den Betrieb (FTTH) bzw. bis zum Gebäude (FTTB) angebunden sind als die Betriebe in den alpinen Tourismuszentren, den periurbanen ländlichen Gemeinden und den peripheren ländlichen Gemeinden. In den drei letztgenannten Gemeindekategorien dominieren Anschlusstechnologien, die aufgrund der mit Kupferleitungen zu überbrückenden Distanzen wesentlich tiefere Bandbreiten ermöglichen als FTTH oder FTTB.

Verteilung der Unternehmen nach angebotener Anschlusstechnologie in den Gemeindetypen gemäss Gemeindetypologie Regiosuisse (2018)



Anschlusstechnologie 2018 der Betriebe in % der Gesamtzahl
Die Gemeindetypologien sind nach % Betriebe der Anschlusstechnologie 2018 'FTTS bis FTTH' sortiert

Quelle: Darstellung Hanser Consulting / FHNW

Gemäss den zur Verfügung stehenden Daten stehen den Betrieben in der Schweiz 2018 im Durchschnitt eine Download-Kapazität von 388 Mbit/s und eine Upload-Kapazität von 339 Mbit/s zur Verfügung. Dabei bleibt zu beachten, dass die tatsächlichen Bandbreiten in den meisten Betrieben deutlich von diesen Mittelwerten abweichen. Entweder liegen sie deutlich höher, weil die Betriebe über einen Glasfaseranschluss bis in den Betrieb

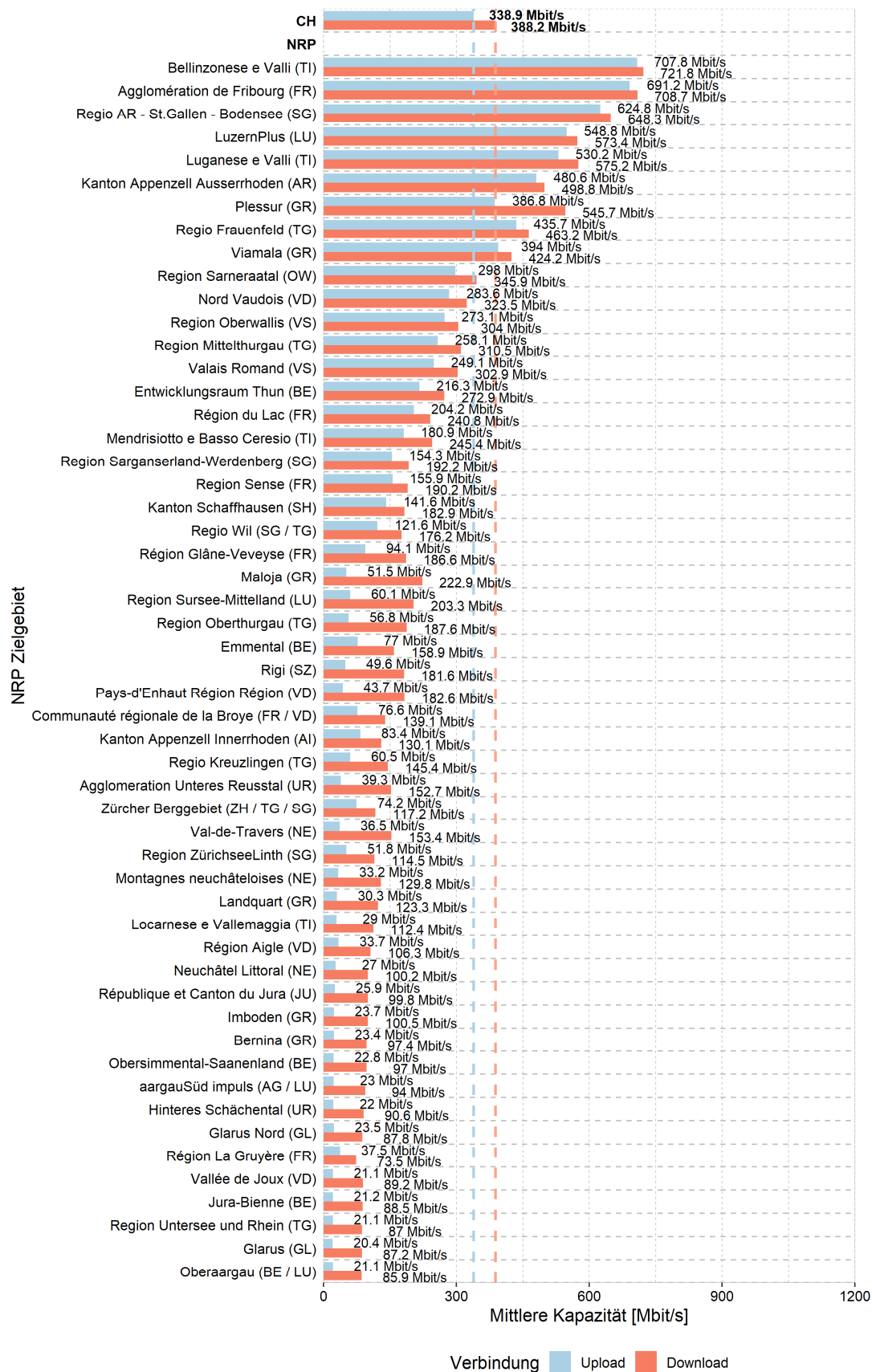
² Alle diese Anwendungen erfordern symmetrische Download- und Upload-Geschwindigkeiten.

verfügen, oder sie liegen wesentlich unter dem Durchschnitt, weil Kupferleitungen «auf der letzten Meile» die Übertragungskapazität pro Sekunde begrenzen.

Angesichts dieser räumlichen Disparitäten bei den Anschlusstechnologien erstaunt es nicht, dass die mittleren Bandbreiten, die den Betrieben in den einzelnen Regionen³ zur Verfügung stehen, ebenfalls deutliche Unterschiede aufweisen. In der folgenden Abbildung sind die Regionen nach der mittleren verfügbaren Download- und Upload-Kapazität im Jahr 2018 sortiert. In beinahe der Hälfte der Regionen steht den Betrieben im Durchschnitt eine Download-Kapazität von weniger als 100 Mbit/s zur Verfügung.

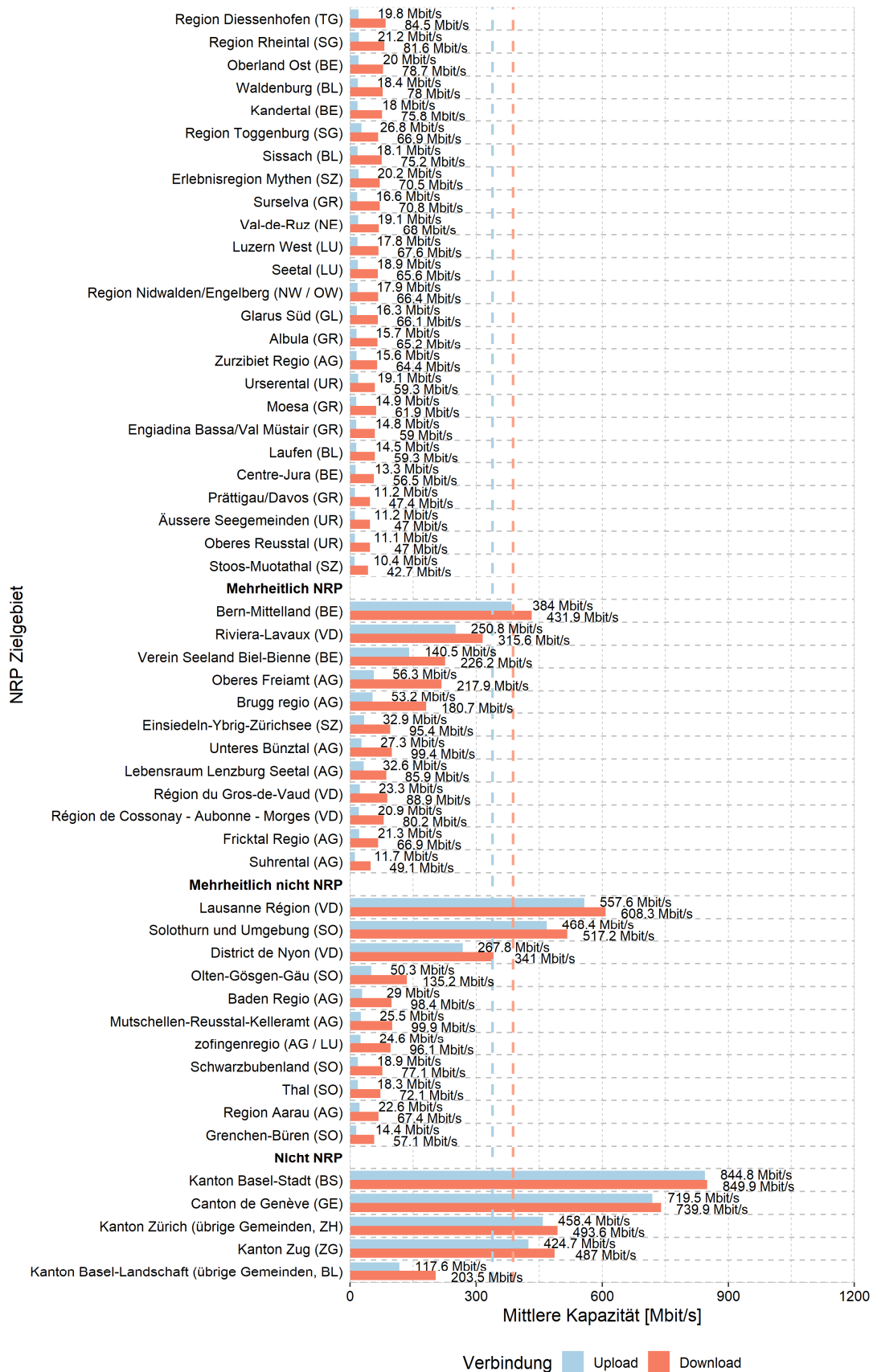
³ Betrachtet werden 106 vom SECO definierte Gebietseinheiten. Mehrheitlich handelt es dabei um Regionen, die vollständig im Zielgebiet der Neuen Regionalpolitik (NRP) liegen. Daneben gibt es Regionen, die nur teilweise im NRP-Zielgebiet liegen, sowie fünf Gebiete, die vollständig ausserhalb des NRP-Zielgebietes liegen. Auch diese Gebiete werden im Bericht dargestellt, um Vergleiche zu ermöglichen.

Durchschnittliche Upload- und Download-Kapazitäten der Unternehmen nach Regionen im Vergleich zum Schweizer Mittel (1/2) (2018)



Quelle: Darstellung Hanser Consulting / FHNW

Durchschnittliche Upload- und Download-Kapazitäten der Unternehmen nach Regionen im Vergleich zum Schweizer Mittel (2/2) (2018)



Quelle: Darstellung Hanser Consulting / FHNW

Erschliessungslücken in den Zielgebieten der Neuen Regionalpolitik

Von einer «Erschliessungslücke» wird hier gesprochen, wenn das Breitbandangebot in einer Region den Breitbandbedarf der Betriebe in dieser Region nicht zu decken vermag. Zum Breitbandangebot liegen detaillierte regionale Angaben vor (vgl. oben). Zum Breitbandbedarf fehlen empirische Erhebungen auf regionaler oder gar betrieblicher Ebene. Zur Identifikation allfälliger regionaler Erschliessungslücken wurde deshalb geprüft, welcher Anteil der Betriebe in einer Region (bzw. in der Schweiz) im Jahr 2018 unzureichend erschlossen ist, wenn sie eine Anschlussleistung von mindestens 10 Mbit/s, mindestens 30 Mbit/s, mindestens 80 Mbit/s, mindestens 100 Mbit/s, mindestens 300 Mbit/s oder mindestens 1'000 Mbit/s benötigen.

Die folgende Tabelle zeigt die entsprechenden Erschliessungslücken für die Gesamtheit der Betriebe in der Schweiz sowie für die beiden Schwerpunktbranchen der NRP, den Tourismus und die Industrie. Mehr als die Hälfte der Betriebe sind mit einer Erschliessungslücke konfrontiert, wenn sie eine Download-Kapazität von mehr als 100 Mbit/s bzw. eine Upload-Kapazität von mehr als 30 Mbit/s benötigen. Dabei sind die Erschliessungslücken der Tourismus-Betriebe eher kleiner und die Erschliessungslücken der Industriebetriebe eher grösser als im Durchschnitt aller Betriebe.

Erschliessungslücken gemäss Nachfrage-Szenarien (2018)

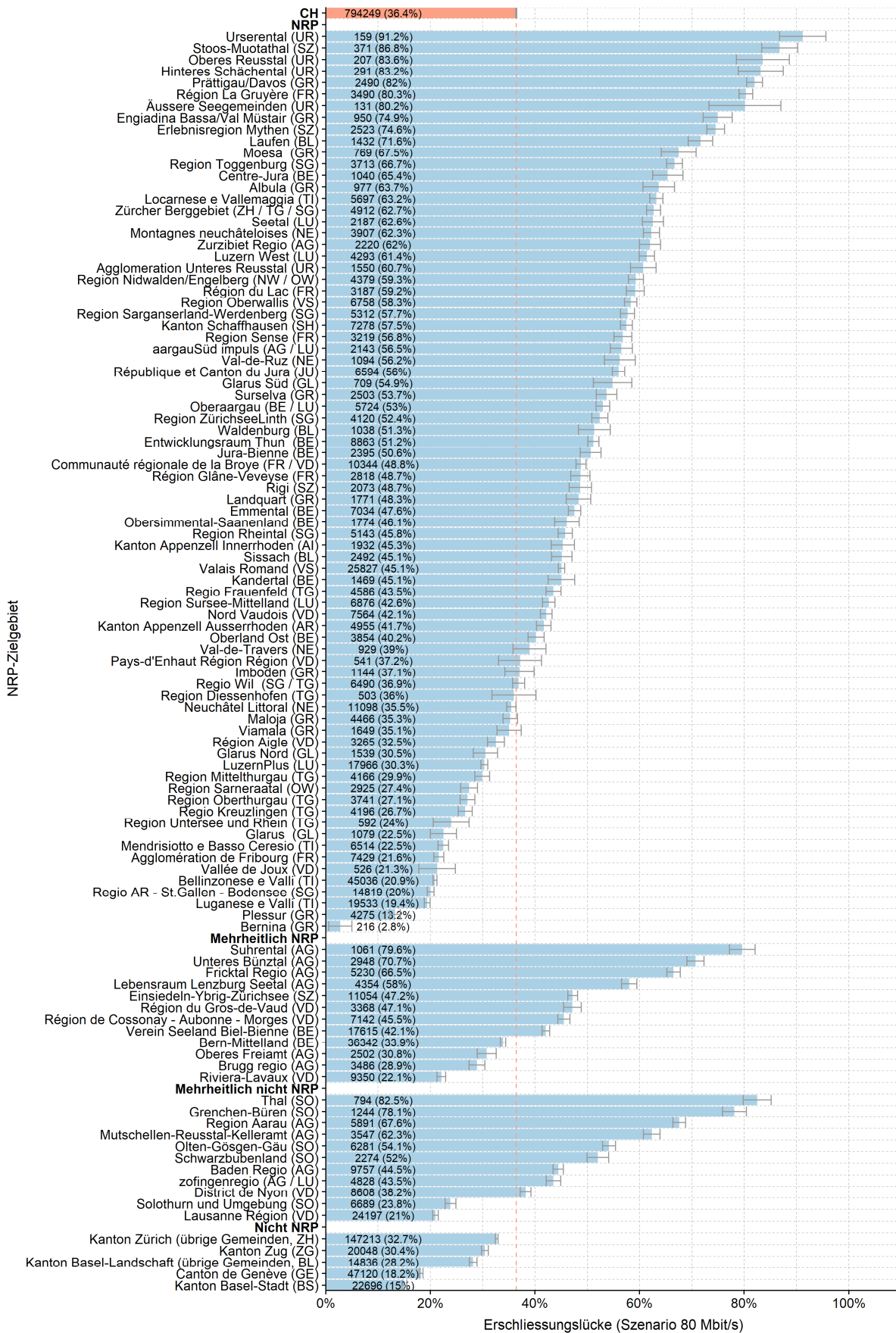
Breitbandnachfrage	Erschliessungslücke (% der unversorgten Betriebe am Total der Betriebe in der Schweiz)		
	Alle Betriebe	Betriebe der Schwerpunktbranche «Tourismus»	Betriebe der Schwerpunktbranche «Industrie»
Mindestens 10 Mbit/s Download	2.2%	1.3%	2.3%
Mindestens 30 Mbit/s Download	8.7%	6.5%	9.9%
Mindestens 80 Mbit/s Download	36.4%	35.2%	41.2%
<i>Mindestens 80 Mbit/s UPLOAD</i>	<i>62.6%</i>	<i>59.5%</i>	<i>73.9%</i>
Mindestens 100 Mbit/s Download	43.0%	40.6%	49.6%
Mindestens 300 Mbit/s Download	62.3%	59.3%	73.5%
Mindestens 1'000 Mbit/s Download	67.7%	65.0%	79.7%
Download-Geschwindigkeiten von mindestens <ul style="list-style-type: none"> ▪ 75 Mbit/s für Betriebe mit 1-4 MA ▪ 100 Mbit/s für Betriebe mit 5-19 MA ▪ 200 Mbit/s für Betriebe mit 20-49 MA ▪ 400 Mbit/s für Betriebe mit 50-99 MA ▪ 1'000 Mbit/s für Betriebe mit mehr als 100 MA 	38.6%	37.0%	47.3%

Quelle: Darstellung Hanser Consulting / FHNW

Die nachfolgende Grafik zeigt, welcher Anteil der Betriebe in den einzelnen Regionen nicht über eine Download-Kapazität von mindestens 80 Mbit/s verfügt. Am ausgeprägtesten sind die Erschliessungslücken in den drei Regionen Urserental (UR), Stoos-Muotathal (SZ) und im Oberen Reusstal (UR), die alle im NRP-Zielgebiet liegen. Bei den 14 Regionen mit einer Erschliessungslücke von mehr als 70% handelt es sich ausnahmslos um eher ländliche, aber nicht in allen Fällen um besonders periphere Regionen (z.B. Grenchen-Büren (SO)). So sind auch 5 der 14 Regionen mit einer Erschliessungslücke grösser 70% Regionen, die nicht vollständig im NRP-Zielgebiet liegen. Unter den Regionen mit einer unter dem Schweizer Durchschnitt liegenden Erschliessungslücke – d.h. mit einer besonders guten Erschliessung – finden sich neben manchen städtischen Regionen auch verschiedene ländliche, z.T. eher periphere Regionen (z.B. Vallée de Joux (VD), Glarus (GL) oder die Region Sarneraatal (OW)).

Verschiedene detaillierte kartografische Darstellungen zu den Erschliessungslücken und Angaben zu jeder Region finden sich im Kapitel 5 des Berichtes.

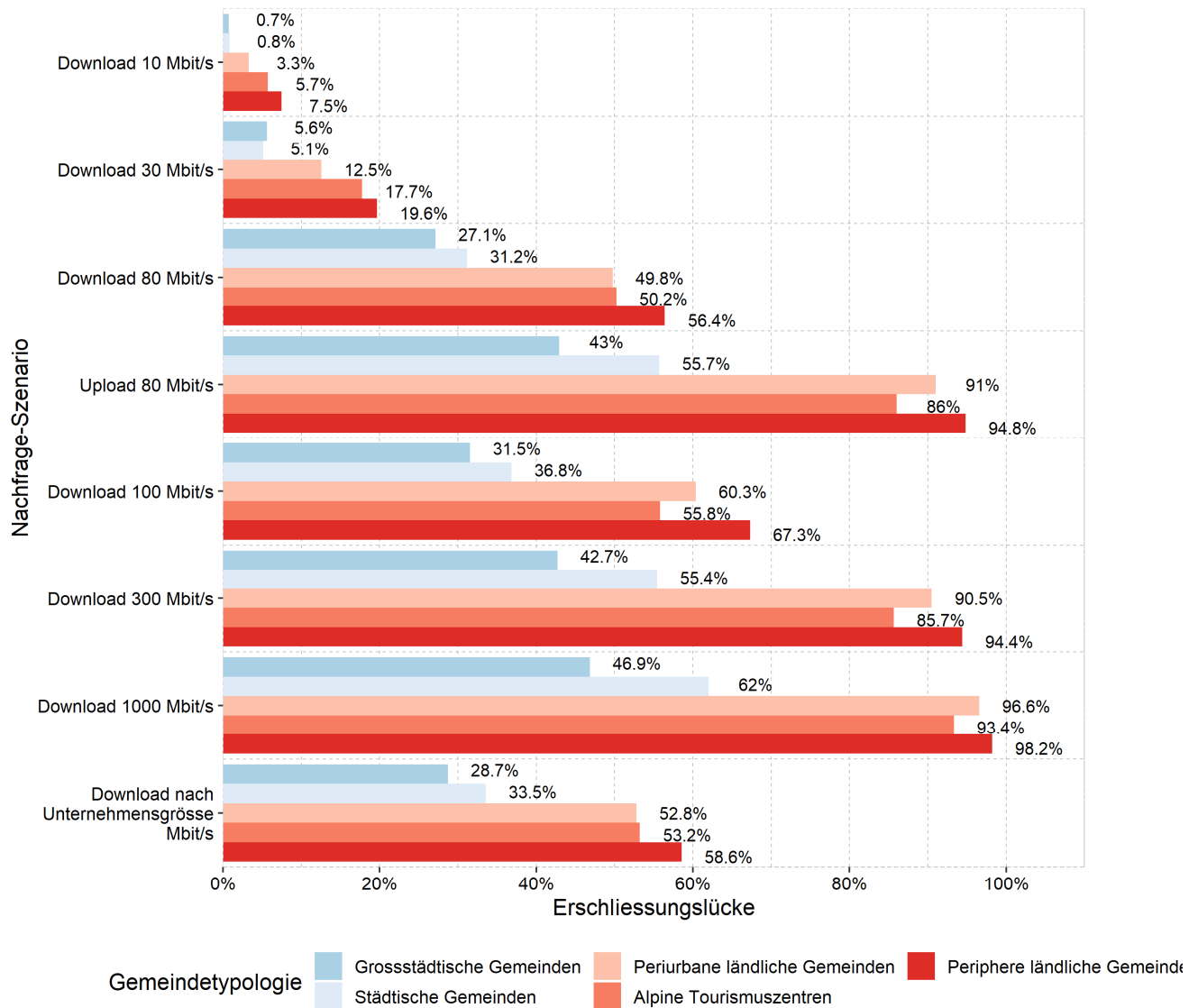
Erschliessungslücken in den Regionen gemäss Nachfrage-Szenario 80 Mbit/s im Vergleich zur Schweiz (2018)



Quelle: Darstellung Hanser Consulting / FHNW

Die folgende Grafik zeigt zusammenfassend, dass die Erschliessungslücken in den grosstädtischen und städtischen Gemeinden wesentlich geringer sind als in den periurbanen ländlichen Gemeinden, den alpinen Tourismuszentren und den peripheren ländlichen Gemeinden. Aus diesen Lücken können für Betriebe in den weniger gut erschlossenen Gebieten - je nach ihren betriebspezifischen Erfordernissen an die Breitbandanbindung - standortspezifische Wettbewerbsnachteile resultieren.

Erschliessungslücken in den Gemeindetypen gemäss Gemeindetypologie Regiosuisse (2018)



Quelle: Darstellung Hanser Consulting / FHNW

Festzuhalten bleibt abschliessend, dass

- die Breitbanderschliessung in den städtischen Gebieten in der Regel leistungsstärker ist als in den ländlichen Räumen. Die Wettbewerbsfähigkeit der suboptimal erschlossenen Räume als Unternehmensstandort kann dadurch beeinträchtigt werden.
- im Jahr 2018 auch im Mittelland noch Gebiete mit vergleichsweise tiefen verfügbaren Bandbreiten konfrontiert sind

- aber zahlreiche ländliche, eher periphere Regionen bereits über eine leistungsstarke Breitbanderschliessung und damit über eine günstige Voraussetzung für den digitalen Transfer der Wirtschaft verfügen.

Ansatzpunkte für Massnahmen des Bundes zur Erweiterung des Breitbandangebots im NRP-Zielgebiet

Detaillierte Modellrechnungen zeigen, dass die Erschliessung der periphereren, dünn besiedelten Teile des NRP-Zielgebietes mit einer leistungsstarken Datenübertragungsinfrastruktur nicht kostendeckend möglich ist. In verschiedenen Ländern engagiert sich der Staat finanziell in bedeutendem Ausmass, um eine hochwertige Datenübertragungsinfrastruktur zu gewährleisten. In der Schweiz ist dies auf Bundesebene rechtlich nicht möglich. Vor diesem Hintergrund erscheinen auf Bundesebene die folgenden Ansatzpunkte prüfenswert, um Impulse für den Aufbau einer leistungsfähigen Breitbanderschliessung in den periphereren, dünn besiedelten Teilen des NRP-Zielgebietes zu geben:

- Analysieren der aktuellen und zukünftigen potenziellen Nachfrage nach einer leistungsfähigen Datenübertragungsinfrastruktur in den periphereren Regionen
- Weitere Modellvorhaben unterstützen, welche bestehende Leitungsnetze (z.B. Strom) als «Leerrohre» für die Glasfasererschliessung nutzen, um die bedeutenden Tiefbaukosten bei der Verlegung der Glasfaserleitungen zu reduzieren
- Einfügen einer neuen Bestimmung in das nationale Recht, welche die Eigentümer bestehender Leitungsnetze verpflichtet, die Mitbenutzung ihrer Leitungen als «Leerrohre» für den Glasfaserausbau zu ermöglichen
- Regionale Projekte unterstützen, welche eine Breitbanderschliessung in dünn besiedelten Gebieten mittels kostenoptimaler Kombination von Fest- und Mobilnetz realisieren
- Unterstützung des Breitbandausbaus in peripheren Gebieten mittels finanzieller Beiträge an die nicht amortisierbaren Kosten des Baus und Betriebs einer leistungsfähigen Datenübertragungsinfrastruktur z.B. im Rahmen eines Impulsprogramms «Breitband»
- Erhöhung des Niveaus der zu gewährleistenden Grundversorgung im Bereich Breitbandinfrastruktur

Ansatzpunkte für Massnahmen des Bundes zur Stärkung der «digitalen Kompetenzen» der Betriebe im NRP-Zielgebiet

Die digitale Transformation findet nicht in allen Betrieben mit der gleichen Intensität und im gleichen Tempo statt. Verschiedene Studien zeigen, dass mangelnde «digitale Kompetenzen» eine bedeutende Ursache hierfür sein können. Im Zentrum stehen dabei fehlendes Know-how infolge eines Mangels an entsprechenden Fachkräften und/oder eine unzureichende Veränderungsbereitschaft der Unternehmen.

Will der Bund im Sinne der Strategie «Digitale Schweiz» zur Stärkung der digitalen Kompetenzen der Betriebe im NRP-Zielgebiet beitragen, so sind die folgenden Ansatzpunkte prüfenswert:

- Um die Rekrutierung von IKT-Fachleuten zu erleichtern und damit die «digitalen Kompetenzen» der Betriebe in den periphereren Teilen des NRP-Zielgebiets zu stärken, ist dem Ausbau der IKT-Ausbildungsangebote auch in den periphereren Teilen des NRP-Zielgebiets das notwendige Gewicht zu geben. Dies gilt für die Angebote auf der Sekundarstufe II (Berufslehre) und insbesondere für die Angebote auf der tertiären Stufe (Hochschulstudium).
Absolvieren IKT-Fachleute ihre Ausbildung im NRP-Zielgebiet, so steigt die Chance, dass diese Fachleute schliesslich für eine Stelle im NRP-Zielgebiet zur Verfügung stehen. Absolvieren sie ihre Ausbildung hingegen in einem grossen städtischen Zentrum, so steigt die Gefahr eines «Brain Drain», d.h. dass diese Fachleute nach Abschluss ihrer Ausbildung nicht mehr in ihren Herkunftskanton zurückkehren.
- Um mit der Forcierung der Ausbildung die angestrebte Wirkung zu erzielen, ist es wichtig, dass die NRP-Zielgebiete für die IKT-Fachleute auch als Wohnorte attraktiv sind. Eine Herausforderung ist dies insbesondere für die periphereren Teile des NRP-Zielgebietes. Notwendig sind
 - gute Verkehrsverbindungen in die übergeordneten Zentren

- eine leistungsfähige Breitbandinfrastruktur
- ein Angebot an haushaltorientierten Dienstleistungen (Schulen, Gesundheitswesen, Kinderbetreuung, Detailhandel etc.), das mit demjenigen in grösseren Orten des Mittellandes vergleichbar ist, so dass die regionalen Zentren im NRP-Zielgebiet zu attraktiven Wohnorten für Familien mit Kindern werden.

Die Stärkung der peripheren Regionen als Wohnorte für Arbeitskräfte, d.h. die sog. residenzielle Ökonomie steht heute nicht im Fokus der NRP. Mit Blick auf die Erhöhung der Verfügbarkeit von IKT-Fachleuten in den periphereren Teilen des NRP-Zielgebietes scheint eine diesbezügliche Erweiterung der regionalpolitischen Aktivitäten prüfenswert. Damit können auch die Chancen erhöht werden, dass das NRP-Zielgebiet von den vielfältigen neuen Möglichkeiten profitieren kann, welche die Digitalisierung für das Arbeiten abseits von fixen Betriebsstandorten bietet bzw. bieten wird.

- Dem Wissenstransfer zum Thema «Digitalisierung» kommt im NRP-Zielgebiet eine besondere Bedeutung zu, denn den oft kleinen Betrieben und öffentlichen Verwaltungen in diesen Räumen wird es oft nicht möglich sein, IKT-Fachleute zu rekrutieren und auch auszulasten. Die NRP hat im Bereich des Wissenstransfers bereits verschiedene Massnahmen implementiert, die in Zukunft noch vermehrt für die Stärkung der digitalen Kompetenzen der Betriebe eingesetzt werden können:
 - Regionale Innovationssysteme (RIS)
 - Coaching und Moderation von überbetrieblichen Projekten, mit welchen in den NRP-Zielgebieten neue Möglichkeiten der Digitalisierung genutzt werden
 - regiosuisse

Résumé

La numérisation est partout. Les nouvelles applications numériques ouvrent une foule d'opportunités, et ce à un rythme soutenu, aux acteurs économiques (vidéoconférence, informatique en nuage, internet des objets, intelligence artificielle, *bloc chain*, industrie 4.0, impression 3D, *smart farming*, *big data*, systèmes de navigation, etc.).

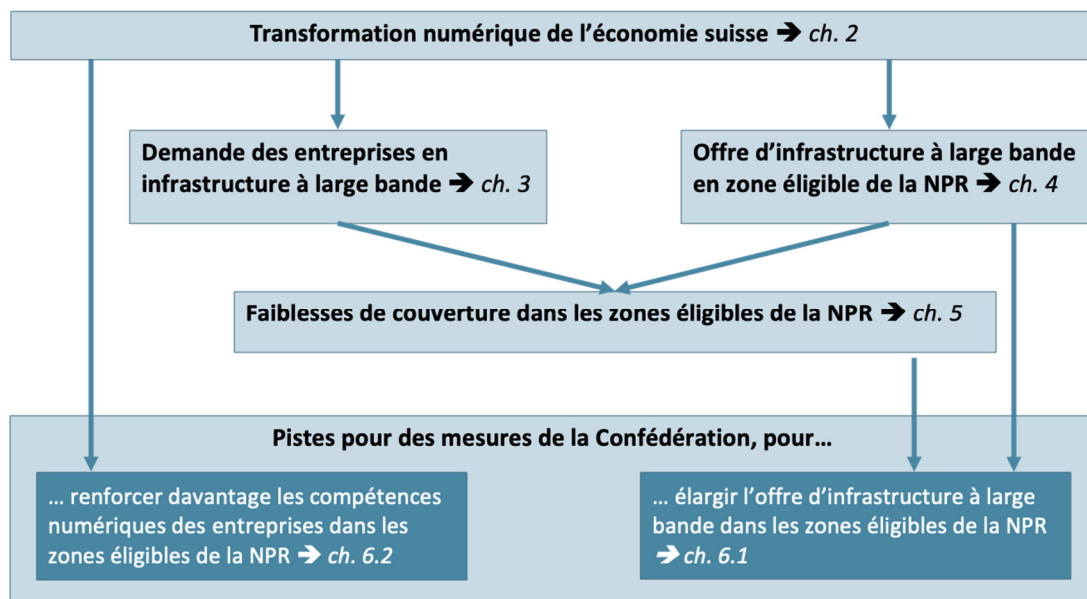
Pour que les entreprises puissent les saisir,

- elles ont besoin, pour un grand nombre d'applications, d'une connexion internet suffisamment performante (raccordement à large bande) ;
- elles doivent posséder suffisamment de « compétences numériques », c'est-à-dire savoir identifier les opportunités et les défis que recèlent les technologies numériques pour elles, et concrétiser les options prometteuses⁴.

Le but de la présente étude est d'examiner à quel point ces conditions sont remplies dans les régions éligibles de la nouvelle politique régionale (NPR) et dans les entreprises de ces régions. Selon les lacunes identifiées, il convient de proposer des pistes de réflexion à la Confédération ou à la NPR pour contribuer à atténuer les éventuelles « lacunes dans la couverture » dans l'infrastructure à large bande et à augmenter les « compétences numériques » des entreprises dans les régions éligibles de la NPR.

Le graphique ci-après présente la structure de l'étude :

Structure de l'étude



Source : Hanser Consulting / FHNW

Demande des entreprises en infrastructure à large bande

Tout le monde convient, dans le débat public, que les acteurs économiques auront toujours plus recours aux applications numériques à l'avenir. Partant, disposer d'un raccordement à large bande est un enjeu de taille pour les entreprises, et les besoins en haut débit (mesuré en Mbit/s p. ex.) devraient rapidement progresser à l'avenir.

⁴ Il est également important de disposer des ressources financières suffisantes pour réaliser les investissements liés à la numérisation.

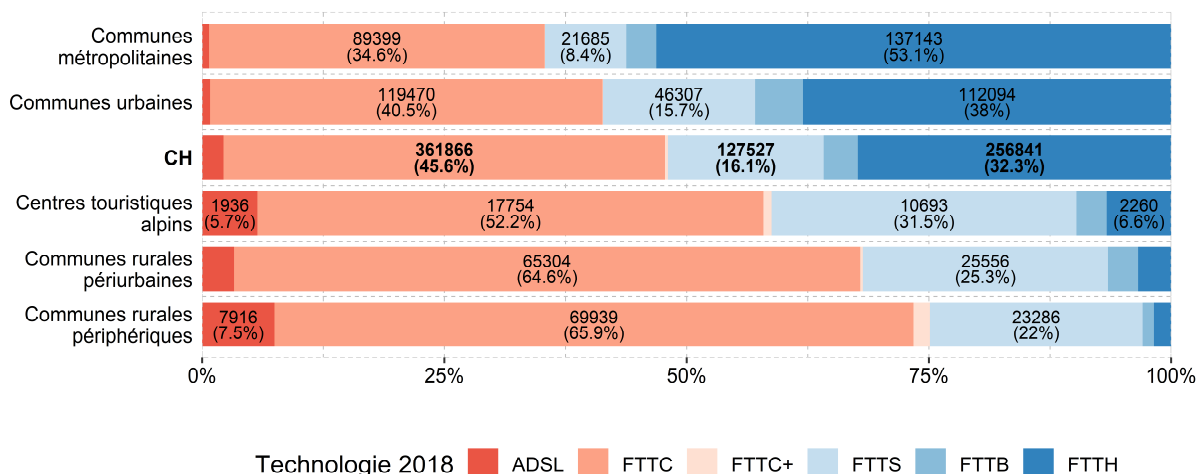
Pris globalement, c'est sans doute vrai. Toutefois, en examinant plus en détail les besoins des entreprises en connectivité à large bande, il apparaît que :

- Le degré de numérisation varie fortement d'une entreprise à l'autre.
- Le degré de numérisation d'une entreprise ne va pas automatiquement de pair avec des exigences élevées en bande large, car de nombreuses applications numériques (y compris haut de gamme)
 - ne nécessitent pas la transmission de grands flux de données ;
 - sont déployées au sein de réseaux internes à l'entreprise (p. ex. impression 3D, CAO [conception assistée par ordinateur], FAO [fabrication assistée par ordinateur], mais aussi – depuis de nombreuses années – systèmes de ventilation contrôlée).
- Un raccordement à large bande de haute capacité est surtout nécessaire pour la transmission continue d'importants flux de données (vidéos par exemple).
- Plus les collaborateurs d'une entreprise sont nombreux, plus le raccordement à large bande doit être performant, étant donné que les collaborateurs ouvrent souvent en parallèle plusieurs applications numériques largement répandues (télétravail, vidéoconférences, informatique en nuage⁵, etc.).
- Généralement, l'appartenance d'une entreprise à une branche ne permet pas de conclure à un besoin en large bande spécifique, compte tenu de la forte hétérogénéité existant entre les entreprises d'une même branche.

Raccordement des zones éligibles de la nouvelle politique régionale

On constate de grandes disparités de raccordement à l'infrastructure à large bande entre les différentes régions de Suisse. Les différences dans les technologies de raccordement disponibles localement sont ici déterminantes (l'analyse a porté sur le raccordement des entreprises, pas sur celui des logements). Le graphique ci-après montre que les entreprises situées dans communes métropolitaines ou urbaines sont souvent bien mieux connectées à la technologie de pointe (fibre optique jusqu'à l'entreprise [FTTH] ou jusqu'au bâtiment [FTTB]) que celles situées dans les centres touristiques alpins, les communes rurales périurbaines et les communes rurales périphériques. Pour ces trois dernières catégories de communes, les technologies de raccordement dominantes autorisent des débits bien moindres que le FTTH ou le FTTB, compte tenu des importantes distances à couvrir au moyen des lignes de cuivre.

Ventilation des entreprises selon la technologie de raccordement proposée et le type de commune d'après la typologie des communes de Regiosuisse (2018).



Technologie de raccordement de 2018 des entreprises en % du nombre total
 Les catégories de communes sont classées selon le % d'entreprises utilisant la technologie de raccordement 2018 FTTS à FTTH.

Source : Hanser Consulting / FHNW

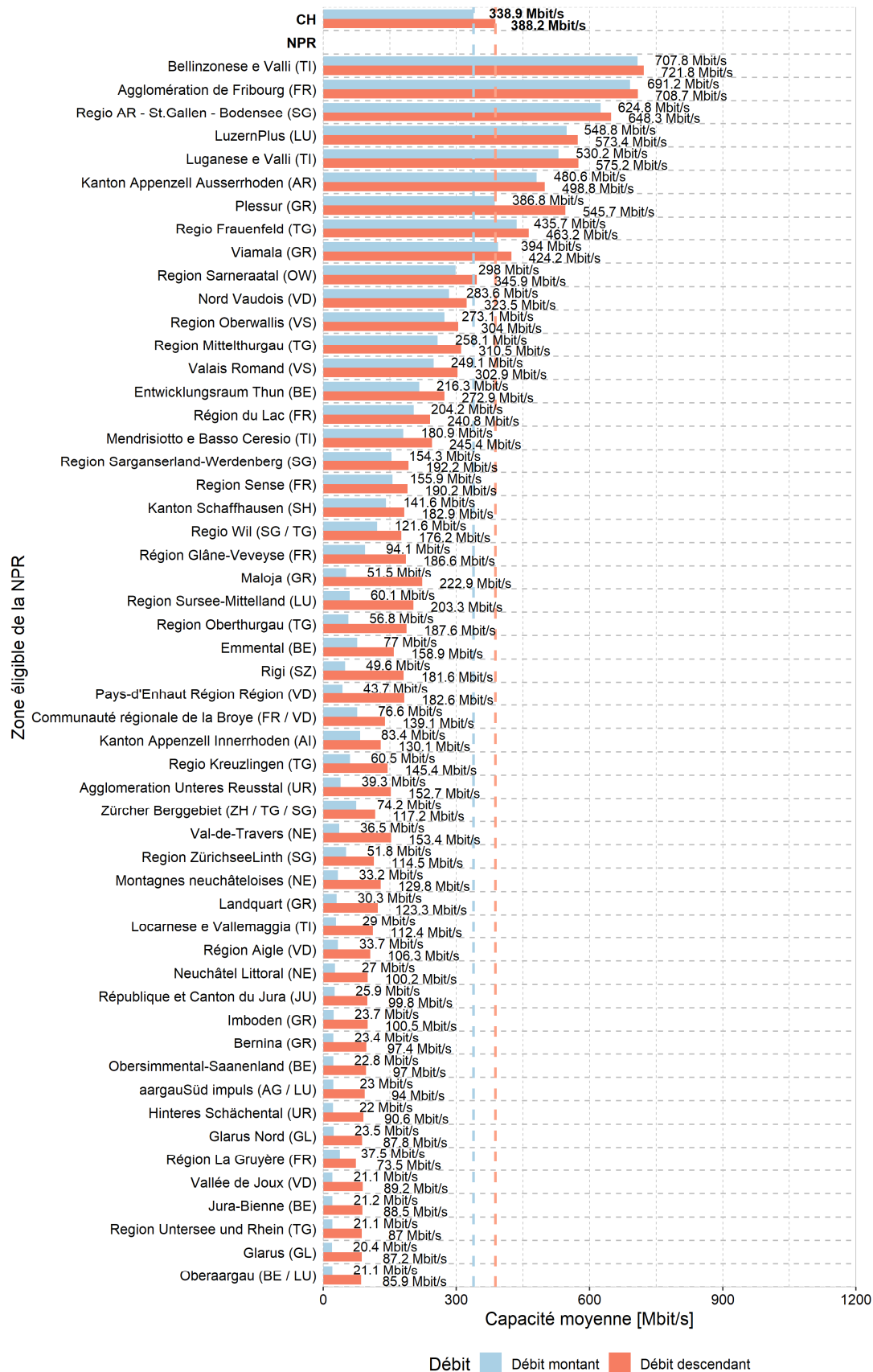
⁵ Toutes ces applications requièrent des débits montants et descendants symétriques.

Il ressort des données disponibles que les entreprises suisses disposaient en 2018 en moyenne d'un débit descendant de 388 Mbit/s et d'un débit montant de 339 Mbit/s. Il convient de préciser que, pour la plupart des entreprises, les débits effectifs divergent fortement de ces valeurs moyennes. Soit ils sont beaucoup plus élevés, du fait que les entreprises disposent d'un raccordement à la fibre optique jusqu'au domicile, soit ils sont bien inférieurs à la moyenne du fait que les lignes de cuivre limitent le débit de transmission par seconde « au dernier kilomètre ».

Il n'est pas étonnant, au vu de telles disparités territoriales en matière de technologie de raccordement, que les largeurs de bande moyennes disponibles pour les entreprises dans les différentes régions⁶ présentent également de fortes disparités. Le graphique ci-après établit un classement des régions en fonction des débits montants et descendants moyens disponibles en 2018. Les entreprises disposent en moyenne, dans près de la moitié des régions, d'un débit descendant inférieur à 100 Mbit/s.

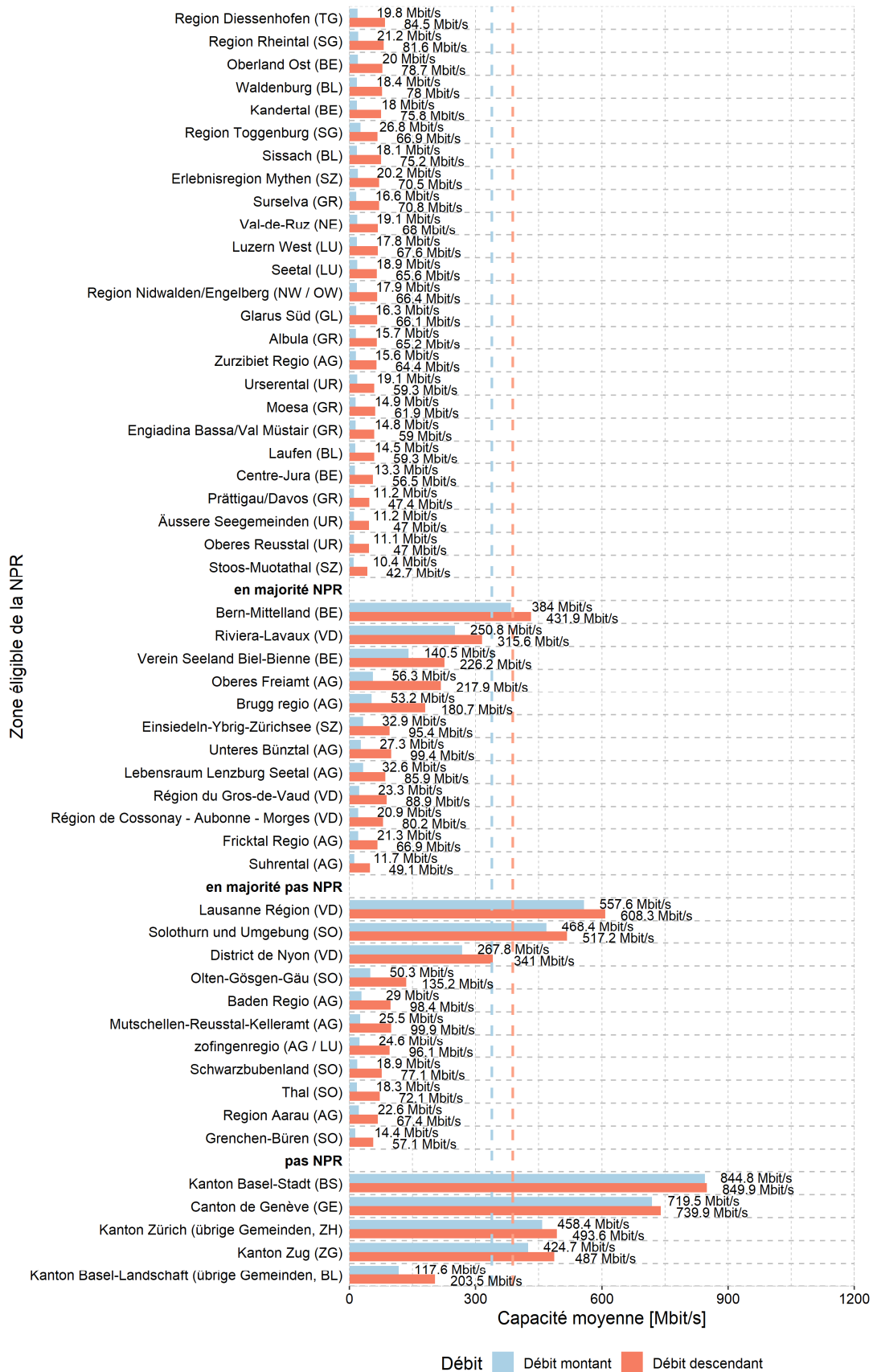
⁶ L'examen porte sur 106 unités territoriales définies par le SECO. Il s'agit majoritairement de régions situées pleinement dans le périmètre d'éligibilité de la nouvelle politique régionale (NPR). Par ailleurs, certaines régions ne s'inscrivent que de manière partielle dans ce périmètre, et cinq zones sont entièrement situées en dehors. Ces zones sont également prises en compte dans le rapport pour permettre des comparaisons.

Débits montants et descendants moyens dont bénéficient les entreprises selon les régions, en comparaison avec la moyenne nationale (1/2) (2018)



Source : Hanser Consulting / FHNW

Débits montants et descendants moyens dont bénéficient les entreprises selon les régions, en comparaison avec la moyenne nationale (2/2) (2018)



Source : Hanser Consulting / FHNW

Lacunes dans la couverture dans les régions éligibles de la nouvelle politique régionale

Lorsque l'offre en large bande d'une région ne couvre pas le besoin des entreprises qui y sont implantées, on parle alors de « lacune dans la couverture ». Des informations régionales détaillées concernant l'offre en large bande sont disponibles (voir ci-dessus). Il manque des données empiriques au niveau des régions voire des entreprises sur le besoin en large bande. C'est pourquoi, afin d'identifier les éventuelles faiblesses de couverture au niveau régional, les auteurs de l'étude ont examiné le pourcentage d'entreprises d'une région (ou de Suisse) insuffisamment raccordées en 2018 si on part du principe qu'elles ont besoin d'un débit minimum de respectivement 10, 30, 80, 100, 300 ou 1000 Mbit/s.

Le tableau ci-dessous montre les lacunes dans la couverture correspondante pour l'ensemble des entreprises en Suisse et pour les deux branches prioritaires pour la NPR que sont le tourisme et l'industrie. Plus de la moitié des entreprises connaissent une lacune dans la couverture à partir du moment où elles ont besoin d'un débit descendant supérieur à 100 Mbit/s ou d'un débit montant supérieur à 30 Mbit/s. À cet égard, les lacunes dans la couverture des entreprises touristiques sont souvent inférieures à la moyenne de l'ensemble des entreprises tandis que celles des entreprises industrielles y sont souvent supérieures.

Lacunes dans la couverture selon les scénarios de demande (2018)

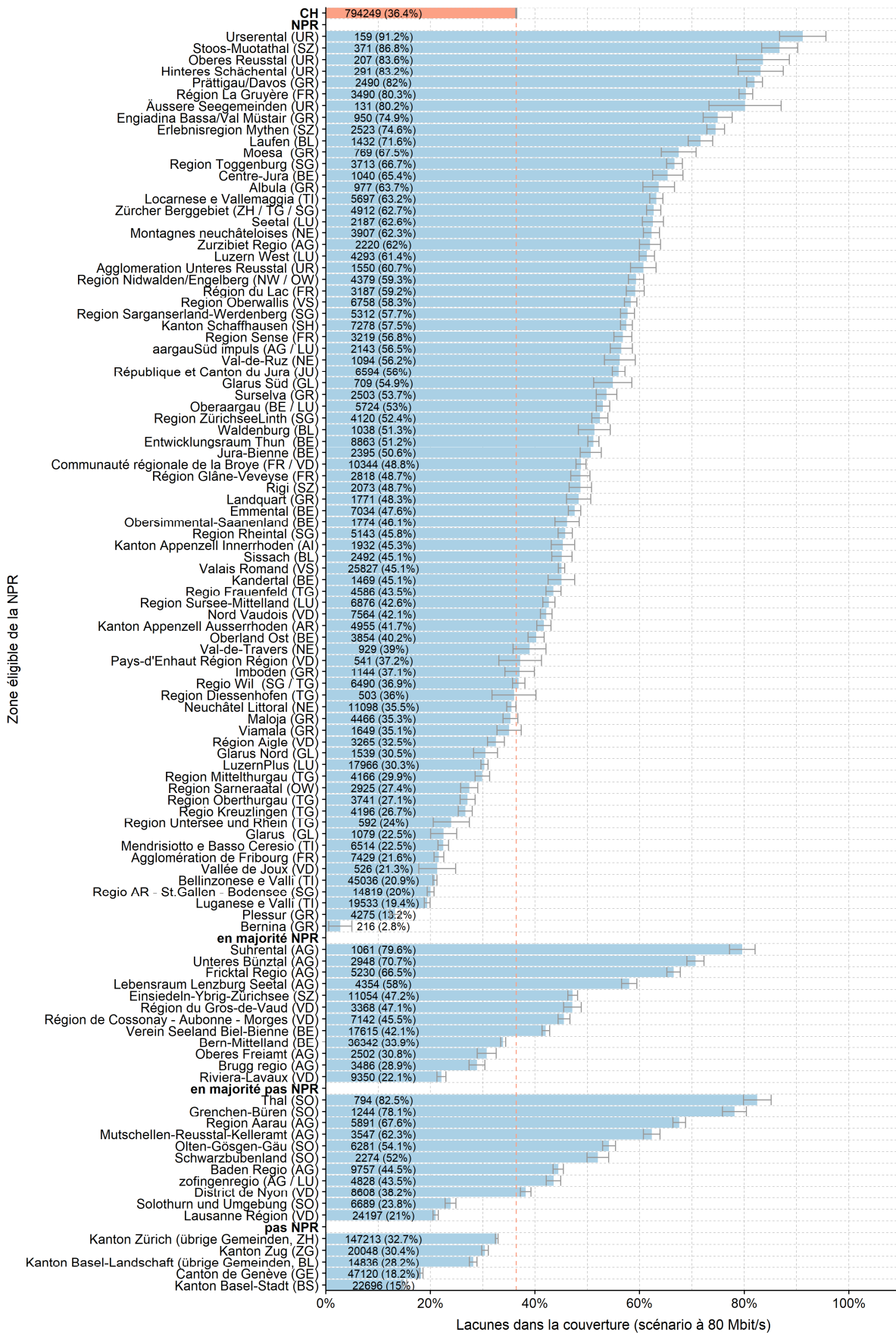
Demande en large bande	Lacunes dans la couverture (% des entreprises mal desservies rapporté au total des entreprises en Suisse)		
	Ensemble des entreprises	Entreprises de la branche prioritaire Tourisme	Entreprises de la branche prioritaire Industrie
Au moins 10 Mbit/s descendants	2,2 %	1,3 %	2,3 %
Au moins 30 Mbit/s descendants	8,7 %	6,5 %	9,9 %
Au moins 80 Mbit/s descendants	36,4 %	35,2 %	41,2 %
<i>Au moins 80 Mbit/s montants</i>	<i>62,6 %</i>	<i>59,5 %</i>	<i>73,9 %</i>
Au moins 100 Mbit/s descendants	43,0 %	40,6 %	49,6 %
Au moins 300 Mbit/s descendants	62,3 %	59,3 %	73,5 %
Au moins 1000 Mbit/s descendants	67,7 %	65,0 %	79,7 %
Débit descendant d'au minimum <ul style="list-style-type: none"> ▪ 75 Mbit/s pour les entreprises de 1 à 4 collab. ▪ 100 Mbit/s pour les entreprises de 5 à 19 collab. ▪ 200 Mbit/s pour les entreprises de 20 à 49 collab. ▪ 400 Mbit/s pour les entreprises de 50 à 99 collab. ▪ 1000 Mbit/s pour les entreprises de plus de 100 collab. 	38,6 %	37,0 %	47,3 %

Source : Hanser Consulting / FHNW

Le graphique ci-après montre le pourcentage d'entreprises, de différentes régions, qui ne disposent pas d'un débit descendant d'au moins 80 Mbit/s. Les lacunes dans la couverture les plus marquées sont constatées dans la vallée d'Urseren (UR), à Stoos-vallée de la Muota (SZ) et dans la vallée supérieure de la Reuss (UR), trois régions situées entièrement en zone éligible de la NPR. Les 14 régions affichant une lacune dans la couverture supérieure à 70 % sont toutes, sans exception, plutôt rurales, mais pas systématiquement très périphériques (Granges-Büren [SO], p. ex.). Par ailleurs, 5 de ces 14 régions ne sont pas entièrement situées en zone éligible NPR. Parmi les régions présentant une lacune dans la couverture inférieure à la moyenne suisse, c'est-à-dire particulièrement bien raccordées, on trouve, outre des régions urbaines, plusieurs régions rurales, parfois plutôt périphériques (p. ex. Vallée de Joux [VD], Glaris [GL] ou Vallée de la Sameraa [OW]).

Le ch. 5 du présent rapport présente plusieurs cartes détaillant les lacunes dans la couverture et des informations sur chaque région.

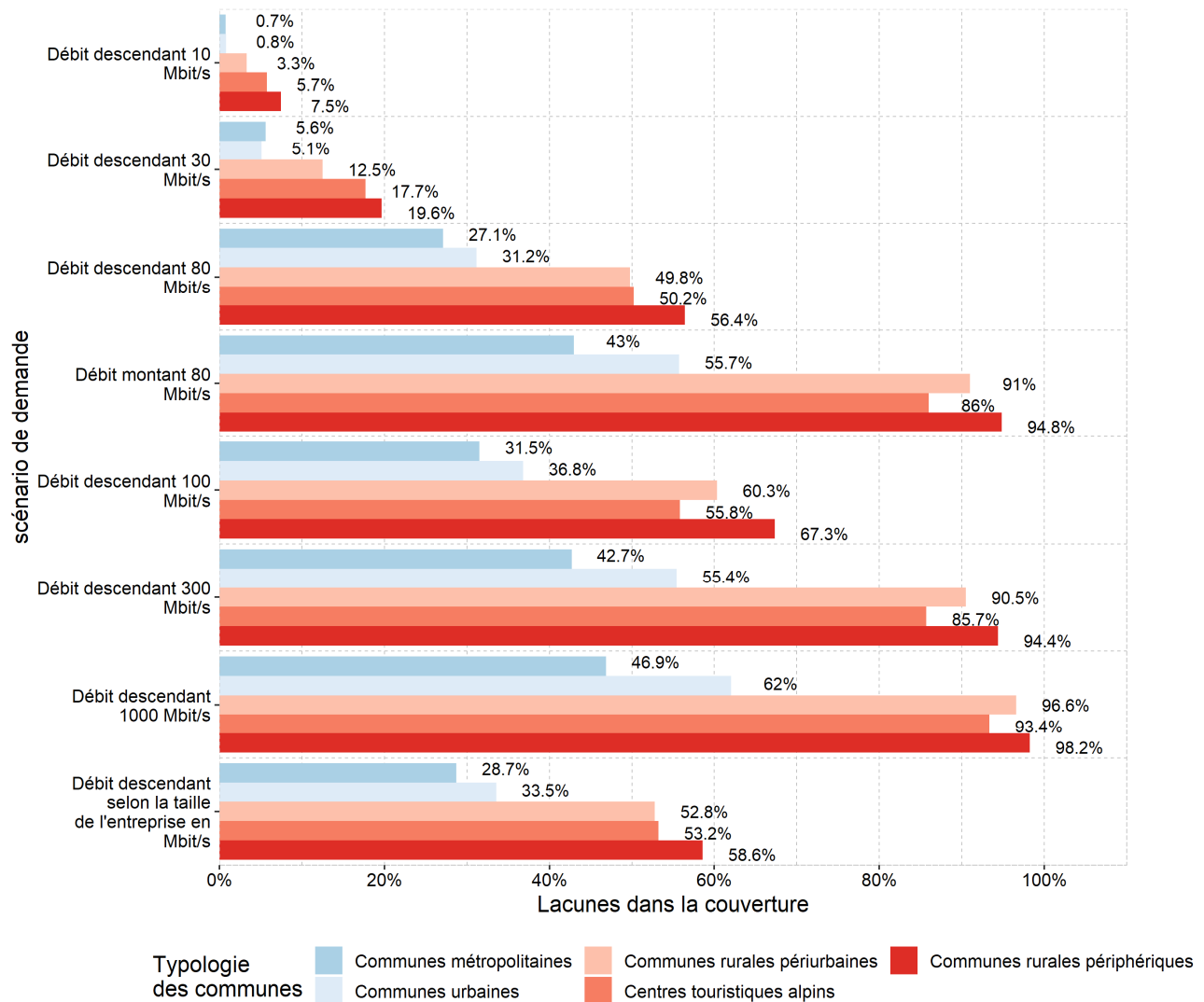
Lacunes dans la couverture dans les régions selon le scénario de demande de 80 Mbit/s en comparaison suisse (2018)



Source : Hanser Consulting / FHNW

Le graphique ci-après montre, de manière synoptique, que les lacunes dans la couverture des communes métropolitaines et urbaines sont nettement moins importantes que dans les communes rurales périurbaines, les centres touristiques alpins et les communes rurales périphériques. Ces lacunes peuvent entraîner, lorsque les entreprises sont situées dans des zones mal desservies et ont des besoins spécifiques en raccordement à large bande, des désavantages concurrentiels liés à l'implantation géographique.

Lacunes dans la couverture selon les types de commune conformément à la typologie des communes de Regiosuisse (2018).



Source : Hanser Consulting / FHNW

En conclusion :

- Les communes urbaines ont généralement plus facilement accès au haut débit que les communes rurales. La compétitivité des espaces mal desservis comme places économique peut s'en ressentir.
- En 2018, on trouve, même dans le Plateau, encore des zones où le débit proposé est relativement faible.
- Toutefois, de nombreuses régions rurales, plutôt périphériques, disposent déjà d'un accès au haut débit et bénéficient donc de conditions favorables pour négocier le virage numérique.

Pistes pour des mesures de la Confédération visant à développer l'offre en large bande en zone éligible de la NPR

Les modélisations poussées montrent qu'il n'est pas possible de financer de façon rentable le raccordement en haut débit les zones périphériques peu peuplées situées en zone éligible NPR. Dans plusieurs pays, l'État s'engage massivement, sur le plan financier, pour un tel déploiement. En Suisse, la législation fédérale ne le permet pas. Dans ce contexte, les pistes suivantes méritent d'être explorées au niveau fédéral pour aider à promouvoir le haut débit dans les zones périphériques peu peuplées situées en zone éligible NPR :

- analyser la demande potentielle, tant actuelle que future, en infrastructure à haut débit dans les régions périphériques
- soutenir d'autres projets-modèles qui utilisent les réseaux de câbles existants (d'électricité, p. ex.) comme « gaines vides » pour réduire les coûts significatifs d'installation de la fibre optique.
- introduire une nouvelle disposition dans la législation nationale obligeant les propriétaires de réseaux de câbles à partager leurs gaines (« gaines vides ») pour développer la fibre optique
- soutenir les projets régionaux visant à raccorder en haut débit les zones peu peuplées en combinant, pour limiter les coûts, les réseaux fixe et mobile
- soutenir le développement du haut débit dans les zones périphériques par des contributions financières aux coûts de construction et d'exploitation d'une infrastructure à haut débit, qui ne peuvent pas être amortis, par exemple dans le cadre d'un programme d'impulsion « Large bande »
- relever le niveau du service universel à garantir en matière d'infrastructure à large bande

Pistes pour des mesures de la Confédération visant à renforcer les « compétences numériques » des entreprises situées en zone éligible de la NPR

La transformation numérique ne se manifeste pas dans toutes les entreprises au même rythme et avec la même intensité. Plusieurs études montrent que des « compétences numériques » lacunaires peuvent constituer un frein non négligeable en la matière. Le manque de savoir-faire faute de main-d'œuvre qualifiée et/ou la résistance des entreprises au changement sont ici déterminants.

Si la Confédération veut contribuer, au titre de la Stratégie Suisse numérique, au renforcement des compétences numériques des entreprises situées en zone éligible NPR, les pistes ci-après méritent d'être explorées :

- Pour faciliter le recrutement de spécialistes TIC et, par là même, les « compétences numériques » des entreprises implantées en périphérie de zone éligible NPR, il convient de donner tout le poids nécessaire au développement des offres de formation TIC dans ces régions. Cela vaut pour les offres de formation du degré secondaire II (apprentissage) et, en particulier, pour les offres du degré tertiaire (haute école/université).
Si des spécialistes TIC achèvent leur formation dans une zone éligible NPR, les chances augmentent qu'ils soient disponibles pour occuper un poste dans cette zone. Par contre, s'ils l'achèvent dans un grand centre urbain, le risque de « fuite des cerveaux » augmente, c'est-à-dire le risque que ces spécialistes ne regagnent plus leur canton d'origine au terme de leur formation.
- Il est important, pour que la promotion de la formation ne rate pas sa cible, que les zones éligibles de la NPR restent aussi attrayantes comme lieu de vie pour les spécialistes TIC. C'est un défi, en particulier en périphérie de zone éligible NPR. Sont indispensables :
 - un bon réseau de transport vers les centres interrégionaux
 - une infrastructure à large bande performante
 - une offre de services favorables aux ménages (écoles, système de santé, prise en charge des enfants, commerces de détail, etc.) analogue à celles des grandes localités du Plateau, de sorte que les centres régionaux situés en zone éligible NPR deviennent des lieux de vie attractifs pour les familles avec enfants.

Actuellement, le renforcement des régions périphériques comme lieu de vie pour les travailleurs – ce qu'il est convenu d'appeler l'économie résidentielle – n'est pas une priorité de la NPR. Vu la disponibilité accrue de spécialistes TIC dans les régions périphériques situées en zone éligible NPR, une extension

ad hoc des activités de la politique régionale mérite d'être examinée. Cela pourrait augmenter les chances de la zone éligible NPR de tirer profit des nouvelles – et nombreuses – opportunités qu'offre ou offrira la numérisation pour les entreprises hors des centres d'activité.

- Le transfert de connaissances dans le domaine de la numérisation revêt une importance particulière en zone éligible de la NPR, car les entreprises et administrations publiques de ces espaces n'ont souvent pas la possibilité, du fait de leur petite taille, de recruter des spécialistes TIC et de leur donner suffisamment de travail. La NPR a déjà déployé plusieurs mesures en matière de transfert de connaissances susceptibles de renforcer davantage les compétences numériques des entreprises :
 - systèmes régionaux d'innovation (RIS)
 - coaching et animation de projets interentreprises permettant d'exploiter, dans les zones éligibles de la NPR, les nouvelles opportunités offertes par la numérisation
 - regiosuisse

1 Einleitung

Kapitel 1 für eilige Leserinnen und Leser:

Die Aufgabe der vorliegenden Studie ist, zwei wichtige Voraussetzungen für die Nutzung digitaler Anwendungen in den Zielgebieten der Neuen Regionalpolitik (NRP) zu untersuchen:

- **Breitbanderschliessung der Betriebe im NRP-Zielgebiet:** Identifikation allfälliger regionaler «Erschliessungslücken» durch den Vergleich der Nachfrage der Wirtschaft nach einer leistungsfähigen Datenübermittlung mit dem Breitbandangebot → Aufzeigen von Ansatzpunkten für den Bund und insbesondere für die Neue Regionalpolitik (NRP), um das Angebot an Breitbandinfrastruktur für die Betriebe bei Bedarf zu erweitern
- **«Digitale Kompetenzen» der Betriebe:** Identifikation der bedeutendsten Herausforderungen für die Betriebe im Prozess der digitalen Transformation → Aufzeigen von Ansatzpunkten, wie der Bund und insbesondere die NRP zur weiteren Stärkung der digitalen Kompetenzen der Betriebe beitragen kann

Der Schwerpunkt des Berichtes liegt auftragsgemäss beim ersten genannten Punkt, d.h. bei der Breitbanderschliessung im NRP-Zielgebiet.

1.1 Ausgangslage

Die Digitalisierung ist heute allgegenwärtig. Neue digitale Anwendungen eröffnen den privaten Haushalten und der Wirtschaft in rascher Folge eine Vielzahl neuer Möglichkeiten (z.B. Videokonferenzen, Cloud Computing, Internet der Dinge, künstliche Intelligenz, Blockchain, Industrie 4.0, 3D-Druck, Smart Farming, Big Data, Navigationssysteme etc.).

Damit die Betriebe die Chancen der Digitalisierung nutzen können, benötigen sie für viele Anwendungen einen Internetanschluss mit ausreichender Leistungsfähigkeit. Von Bedeutung sind dabei (vgl. ausführlicher in Kapitel 2.2.1)

- die Datenübertragungsgeschwindigkeit⁷ gemessen als Datenmenge, die pro Sekunde über einen Übertragungskanal übermittelt werden kann (z.B. 100 Mbit/s)
- die Symmetrie der Infrastruktur, d.h. eine identische Datenübertragungsgeschwindigkeit für Download- und Upload-Funktionen
- die Latenzzeit, d.h. die Zeit, die ein Datenpaket tatsächlich benötigt (z.B. 0.002 Sekunden), um von einem Ort zu einem anderen zu gelangen.

Bezeichnungen für unterschiedliche Datenübertragungsgeschwindigkeiten⁸:

- Breitband: 1 Mbit/s bis 30 Mbit/s
- Hochbreitband: 30 Mbit/s bis 100 Mbit/s
- Ultrahochbreitband: > 100 Mbit/s

Im vorliegenden Bericht wird auf die Verwendung der obigen Begriffe verzichtet. Mit der voranschreitenden Digitalisierung steigen die erforderlichen Bandbreiten der Internetverbindungen an. Deshalb sind auch die Klassierungen und Bezeichnungen der Datenübertragungsgeschwindigkeiten im Fluss.

Eine Untersuchung des Bedarfs von Glasfaseranschlüssen der Wirtschaft im Land Baden-Württemberg⁹ zeigt beispielhaft, was eine unzureichende Breitbanderschliessung für Konsequenzen für die Wirtschaft haben kann.

⁷ Elektrischer Strom und damit digitale Daten fließen in jedem Fall mit Lichtgeschwindigkeit durch das Netz. Die umgangssprachlich als «DatenübertragungsgESCHWINDIGKEIT» bezeichnete Leistungsfähigkeit entspricht faktisch einer «DatenübertragungskAPAZITÄT pro Zeiteinheit»

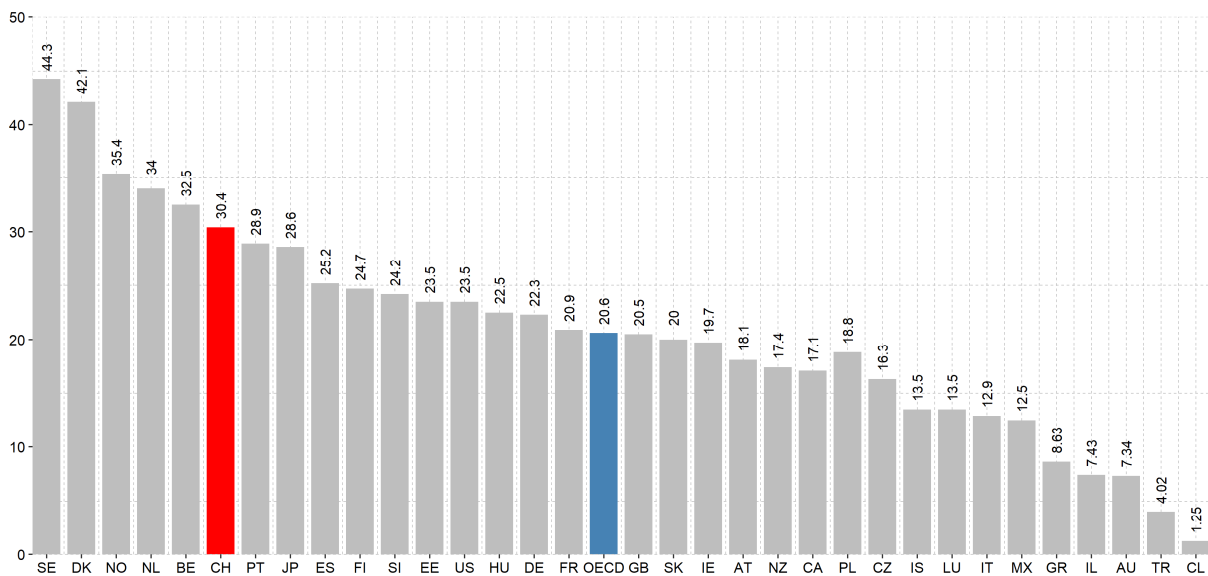
⁸ Vgl. z.B. Bundesrat (2014): Fernmeldebericht 2014 zur Entwicklung im schweizerischen Fernmeldemarkt und zu den damit verbundenen gesetzgeberischen Herausforderungen; Amt für Wirtschaft und Tourismus des Kantons Graubünden (2018): Förderkonzept Ultrahochbreitband Graubünden, S.5.

⁹ Gebauer, I., Anders, J., Luley, T. (2014): Untersuchung des Bedarfs von Glasfaseranschlüssen der Wirtschaft im Land Baden-Württemberg, S. 36 – 39.

95% der 750 befragten Unternehmen gaben an, dass für sie Konsequenzen wie beispielsweise Produktivitätsverluste oder erschwerte Kundenakquise aus einer unzureichenden Breitbanderschliessung resultieren. Jedes fünfte der unterversorgten Unternehmen stellte deshalb seinen Standort in Frage.

Wie die Abbildung 1 zeigt, belegt die Schweiz mit einer durchschnittlichen Datenübertragungsgeschwindigkeit von rund 30 Mbit/s einen Spitzenrang unter den OECD-Ländern. Auch ein im internationalen Vergleich hoher Mittelwert schliesst nicht aus, dass es in der Schweiz Orte oder ganze Regionen mit einer Breitbanderschliessung geben könnte, welche den Bedürfnissen der Wirtschaft nicht genügt. Würde dies zutreffen, so würden der Wirtschaft in diesen Gebieten Wettbewerbsnachteile drohen. Vor diesem Hintergrund strebt die Strategie «Digitale Schweiz» des Bundesrates¹⁰ an, den gesellschaftlichen Zusammenhalt der Regionen und die chancengleiche Entwicklung der digitalen Schweiz zu gewährleisten. In der Botschaft zur Standortförderung 2020 – 2023 erklärt der Bundesrat die Digitalisierung auch zu einem Fokusthema der Neuen Regionalpolitik (NRP)¹¹.

Abb. 1 Mittlere gemessene Übertragungsraten in Mbit/s der Internetanschlüsse in den OECD-Ländern (2017)



Quelle: BAKOM (2017): Der Schweizer Fernmeldemarkt im internationalen Vergleich, Bern, S.45. Eigene Darstellung Hanser Consulting / FHNW

Um die Chancen der Digitalisierung optimal zu nutzen, sind in den Unternehmen neben einem Breitbandanschluss mit ausreichender Leistungsfähigkeit auch vielfältige weitere Voraussetzungen erforderlich. So müssen die Betriebe die Optionen und Chancen kennen und beurteilen können, welche digitale Technologien bieten. Sie müssen über das technologische sowie das betriebswirtschaftliche Know-how und damit über die erforderlichen personellen Kapazitäten verfügen, um die für ihren Betrieb geeigneten Optionen in die Praxis umzusetzen. Wie die Abbildung 2 zeigt, ist der Anteil der Personen mit einer Tertiärbildung in manchen peripheren Regionen deutlich tiefer als in den städtischen Regionen. Die Rekrutierung von Mitarbeitenden mit den erforderlichen Qualifikationen dürfte deshalb für Betriebe in peripheren Regionen der Schweiz schwieriger sein als für Betriebe in den städtischen Regionen. Ähnlich wie eine unzureichende Breitbanderschliessung kann ein Mangel an Fachleuten die Nutzung digitaler Technologien in den betroffenen Regionen erschweren bzw. verzögern. Für die Wirtschaft in den betreffenden Regionen resultieren Wettbewerbsnachteile. Um dies zu vermeiden, ist die Stärkung der «digitalen Befähigung» der Menschen denn auch ein Kernziel der Strategie «Digitale Schweiz»¹² des Bundesrates.

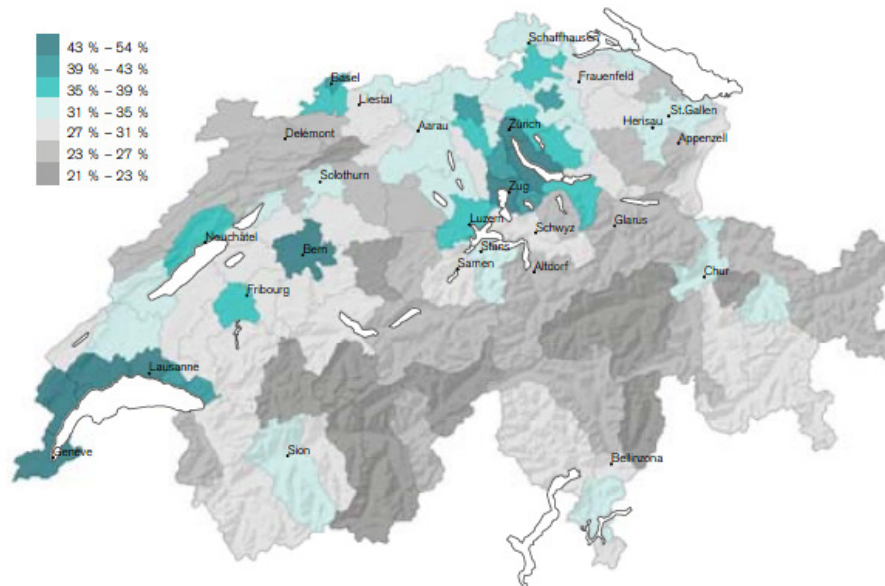
¹⁰ Bundesrat (2018): Strategie «Digitale Schweiz», S.3.

¹¹ Bundesrat (2019): Botschaft zur Standortförderung 2020 – 2023, S.2414

¹² Bundesrat (2018): Strategie «Digitale Schweiz», S.4.

Abb. 2 Verfügbarkeit von Hochqualifizierten

Anteil der Personen im Erwerbsalter mit einer Tertiärausbildung, 2012 – 2016, in %



Quelle: Credit Suisse (2018): Standortqualität 2018, S.5.

1.2 Ziele und Aufbau der Studie

Angesichts der oben genannten Herausforderungen für die Nutzung der Chancen der Digitalisierung ist es Aufgabe der vorliegenden Studie, zwei wichtige Voraussetzungen für die Nutzung digitaler Anwendungen in den Zielgebieten der Neuen Regionalpolitik zu untersuchen:

- **Breitbanderschliessung für Betriebe im NRP-Zielgebiet:** Vergleich der Breitbanderschliessung der Betriebe mit dem Breitbandbedarf der Betriebe → Identifikation allfälliger regionaler «Erschliessungslücken», d.h. von Regionen, in welchen das Breitbandangebot dem Breitbandbedarf der Betriebe nicht zu genügen vermag → Aufzeigen von Ansatzpunkten, um das Angebot an Breitbandinfrastruktur für die Betriebe bei Bedarf zu erweitern
- **«Digitale Kompetenzen» der Betriebe:** Identifikation der bedeutendsten Herausforderungen für die Betriebe im Prozess der digitalen Transformation → Aufzeigen von Ansatzpunkten, wie der Bund und insbesondere die NRP zur weiteren Stärkung der digitalen Kompetenzen der Betriebe beitragen kann

Der Schwerpunkt des Berichtes liegt auftragsgemäss bei der ersten genannten Voraussetzung, d.h. bei der Breitbanderschliessung im NRP-Zielgebiet.

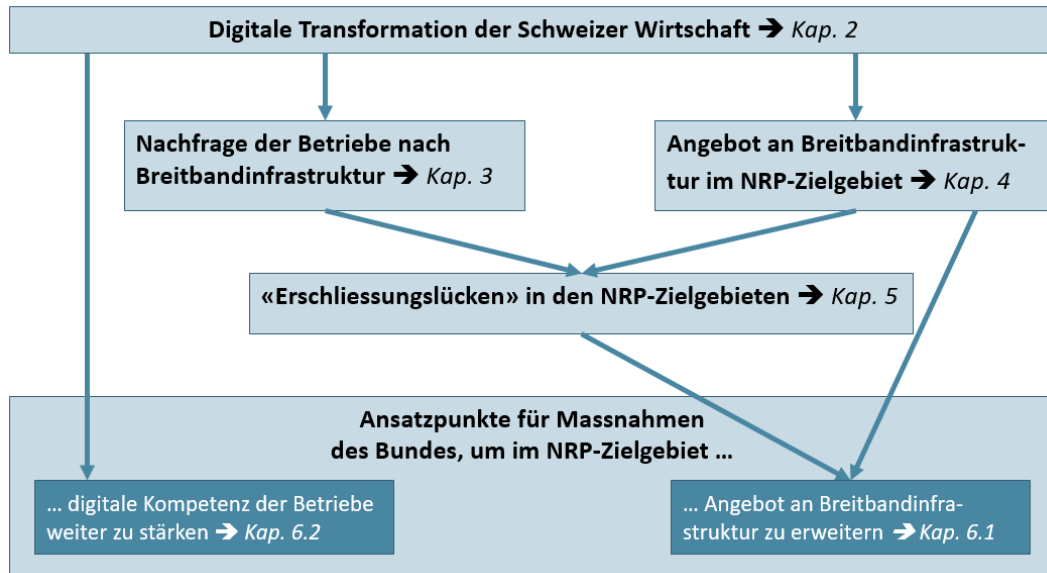
Der Bericht ist wie folgt aufgebaut (vgl. Abb. 3):

- Das **Kapitel 2** gibt eine knappe Übersicht über den Stand der digitalen Transformation der Schweizer Wirtschaft. Der Fokus liegt dabei bei den Wirtschaftszweigen «Tourismus» und «Industrie» als Schwerpunktbranchen der NRP.
- Das **Kapitel 3** zeigt, welche Nachfrage nach einer Breitbandinfrastruktur von Seiten der Betriebe aufgrund des voranschreitenden Einsatzes digitaler Technologien resultiert.
- In **Kapitel 4** wird der aktuelle Stand der Breitbanderschliessung der Betriebe in den NRP-Zielgebieten ermittelt. Auftragsgemäss steht die Festnetzerschliessung im Zentrum der Analyse. Gleichwohl werden im Bericht in verschiedenen Kapiteln Hinweise zum Mobilfunk (5G) gemacht.
- Durch den Vergleich der Nachfrage der Wirtschaft nach Breitbandanschlüssen (vgl. Kap. 3) mit dem aktuell bestehenden Angebot an Breitbandinfrastruktur (vgl. Kap. 4) kann in **Kapitel 5** beurteilt werden, ob - und wenn ja, in welchem Ausmass - in den NRP-Zielgebieten Erschliessungslücken bestehen, die

zu Wettbewerbsnachteilen der dort ansässigen Unternehmen führen können. Von besonderem Interesse sind dabei der Tourismus und die Industrie, die im Fokus der Neuen Regionalpolitik stehen.

- Im abschliessenden **Kapitel 6** wird in knapper Form zur Diskussion gestellt, wie der Bund und insbesondere die Neue Regionalpolitik zur Verringerung allfälliger regionaler Erschliessungslücken und zur Stärkung der «digitalen Kompetenzen» der Betriebe beitragen könnte.

Abb. 3 Aufbau des Berichtes



Quelle: Darstellung Hanser Consulting / FHNW

2 Digitale Transformation der Schweizer Wirtschaft

Kapitel 2 für eilige Leserinnen und Leser:

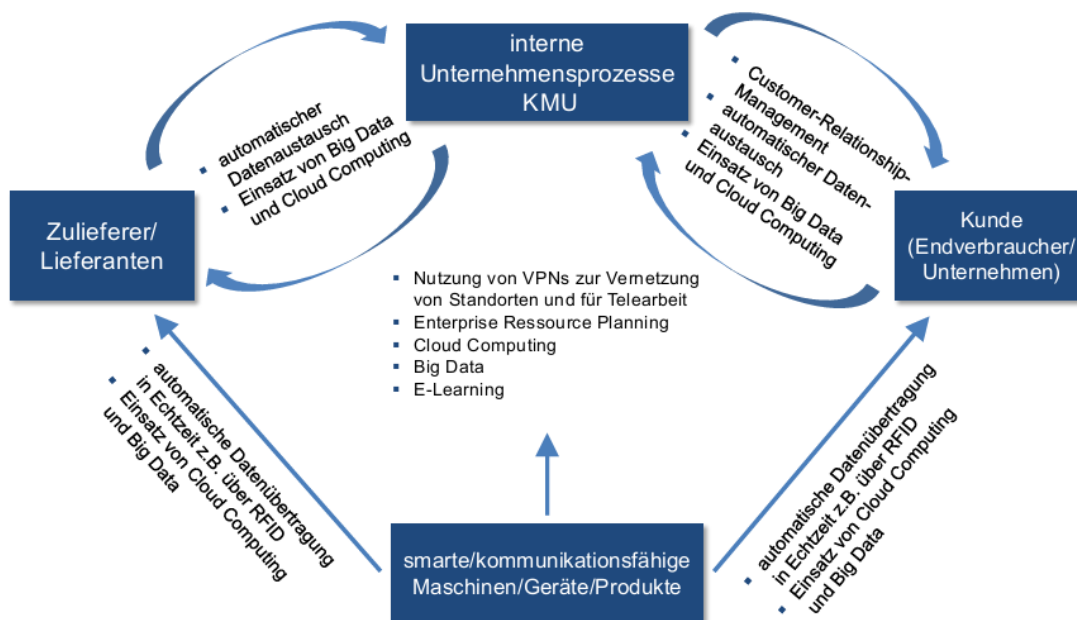
Die digitale Transformation der Schweizer Wirtschaft ist ein wichtiger Treiber der Entwicklung der Nachfrage nach einer leistungsfähigen Datenübertragung. Umgekehrt ist eine leistungsfähige Datenübertragungsinfrastruktur auch eine Voraussetzung für die digitale Transformation.

Das Kapitel 2 gibt eine Übersicht über die Nutzung digitaler Technologien in der Schweizer Wirtschaft:

- Der Grad der Nutzung digitaler Technologien weist grosse Unterschiede zwischen einzelnen Betrieben auf.
- Die digitale Transformation ist in grösseren Betrieben im Mittel etwas weiter fortgeschritten als in kleineren Betrieben.
- Eher über dem Durchschnitt liegt der Grad der Digitalisierung in den Branchen Immobilien, Informatik, Telekommunikation, Beratung sowie Finanzdienstleistungen. Vergleichsweise tief ist der Digitalisierungsgrad in den Branchen Medizin und Gesundheit sowie Verwaltung und Schulen. Der Digitalisierungsgrad des Wirtschaftszweiges Tourismus und Gastronomie liegt eher über dem Durchschnitt, jener des Wirtschaftszweiges Industrie eher unter dem Durchschnitt aller Betriebe.

Die Digitalisierung eröffnet der Wirtschaft eine Vielzahl neuer Optionen. Sowohl Beziehungen von Unternehmen zu Unternehmen (B2B) als auch von Unternehmen zu Kunden (B2C) sind betroffen. Auch für interne Unternehmensprozesse sind digitale Anwendungen und Technologielösungen bereits weit verbreitet. Haupttreiber für einen Einsatz von digitalen Anwendungen und Lösungen sind dabei zum einen die Steigerung der Effizienz (z.B. durch einen schnelleren Informationsaustausch) und zum anderen die Verbesserung der Arbeitsprozesse. Zudem bietet die Digitalisierung für Unternehmen die Chance, sich neue Geschäftsfelder und Kundengruppen zu erschliessen und neuartige Produkte und Dienstleistungen anbieten zu können (vgl. Abb. 4).

Abb. 4 Einsatzgebiete von digitalen Diensten und Anwendungen



RFID: *radio-frequency identification* bezeichnet eine Technologie für Sender-Empfänger-Systeme zum automatischen und berührungslosen Identifizieren und Lokalisieren von Objekten und Lebewesen mit Radiowellen.

Quelle: WIK Wissenschaftliches Institut für Infrastruktur und Kommunikationsdienste (2016): Markt- und Nutzungsanalyse von hochbitratigen TK-Diensten für Unternehmen der gewerblichen Wirtschaft in Deutschland

Die Nutzung der digitalen Anwendungen ist in den einzelnen Betrieben unterschiedlich. Der Digital Maturity & Transformation Report 2017 der Universität St. Gallen¹³ beurteilt den «digitalen Reifegrad» eines Unternehmens anhand der folgenden neun Dimensionen:

Dimensionen mit Bedeutung für die digitale Reife eines Unternehmens	
1	Customer Experience: Unternehmen verstehen die Anforderungen und Bedürfnisse ihrer digitalen Kunden und sind in der Lage, ihr Kundenerlebnis konsequent auf das veränderte Verhalten auszurichten.
2	Produktinnovation: Unternehmen nutzen digitale Technologien, um neue Services und Produkte zu entwickeln und durch ein innovatives Angebot einen Wettbewerbsvorteil zu schaffen.
3	Strategie: Die Geschäftsstrategie ist konsequent darauf ausgerichtet, neue Möglichkeiten von digitalen Technologien zu nutzen und das Unternehmen wettbewerbsfähig in der digitalen Welt zu machen.
4	Organisation: Das Unternehmen hat die strategische Aufstellung der Organisation an die neuen Herausforderungen angepasst und kann digitale Kompetenzen effizient im Unternehmen zur Verfügung stellen.
5	Prozessdigitalisierung: Alle Prozesse rund um Kommunikation, Transaktion und Führung sind auf digitale Strukturen ausgerichtet und werden, wo möglich, automatisiert.
6	Zusammenarbeit: Digitale Technologien werden innerhalb des Unternehmens genutzt, um die Kollaboration, Kommunikation sowie mobile und flexible Arbeitsformen der Mitarbeitenden zu unterstützen.
7	Informationstechnologie: Betrieb und Entwicklung von digitalen Technologien sind auf die neuen Herausforderungen der digitalen Transformation ausgerichtet, so dass sowohl IT-Infrastruktur als auch Informationssysteme neue digitale Produkte, Services, Kommunikation und Transaktion ermöglichen.
8	Kultur & Expertise: In der Unternehmenskultur besteht Offenheit und Verständnis gegenüber digitalen Technologien. Ausserdem sind Fähigkeiten und Verhaltensweisen verankert, welche Veränderungsprozesse im Unternehmen unterstützen.
9	Transformationsmanagement: Die digitale Transformation des Unternehmens ist ein von der obersten Führungsebene unterstützter, geplanter und gesteuerter Prozess, der durch eine klare Roadmap geführt wird.

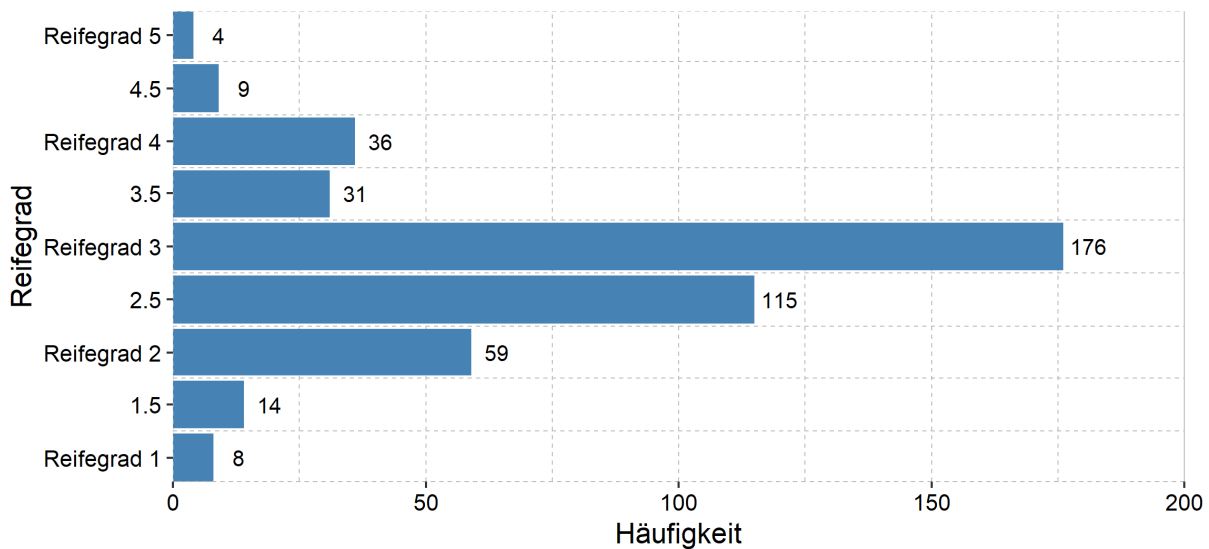
Gemäss Abbildung 5 liegt der mittlere digitale Reifegrad der befragten Betriebe bei 2.82 auf einer Skala von 1 bis 5. Dabei weisen grössere Unternehmen im Durchschnitt einen etwas höheren digitalen Reifegrad aus als kleinere Unternehmen.

Bei der Interpretation dieser Werte und aller weiteren im vorliegenden Kapitel vorgelegten Ergebnisse von Befragungen ist zu vermuten, dass der erreichte Grad der digitalen Transformation eher überschätzt als unterschätzt wird, weil wohl Betriebe mit einer überdurchschnittlichen Affinität zu digitalen Technologien eher an den Umfragen teilgenommen haben als Betriebe mit einer geringen Affinität zu digitalen Technologien und weil manche Befragte wohl dazu neigen, den tatsächlich erreichten Grad der Digitalisierung eher zu hoch als zu tief einzustufen¹⁴.

¹³ Universität St. Gallen / Crosswalk (2017): Digital Maturity & Transformation Report 2017. Die Ergebnisse basieren auf einer Befragung von 662 Personen in 452 Unternehmen. Zwei Drittel der Befragten stammen aus der Schweiz, die übrigen überwiegend aus Deutschland oder Österreich.

¹⁴ Man bezeichnet dies als self-selection bias, welcher entstehen kann, wenn Personen selber die Wahl treffen können, an einer Umfrage teilzunehmen oder nicht teilzunehmen. Der self-selection bias führt dazu, dass Personen in überproportionalem Mass an einer Umfrage teilnehmen, die glauben, die betreffende Thematik gut zu kennen oder sich mindestens stark dafür zu interessieren. Es resultiert eine nicht zufällige Stichprobenziehung, die zu einer gewissen Verzerrung der Untersuchungsergebnisse führen kann (Krebs, D. (1995): Selbstselektion: Demographisches und attitudinales Problem, in: ZA-Information/Zentralarchiv für empirische Sozialforschung, (36), S. 114 – 125; Hudson, D. et al. (2004): Telephone presurveys, self-selection and non-reponse bias to mail and internet surveys in economic research, in: Applied Economics Letters, 11(4), S. 237 – 240)

Abb. 5 Digitaler Reifegrad der Unternehmen (Digital Maturity Check 2017, 452 befragte Unternehmen)



Der Reifegrad 1 entspricht einer sehr geringen Digitalisierung, der Reifegrad 5 einer sehr hohen Digitalisierung.

Quelle: Universität St. Gallen / Crosswalk (2017): Digital Maturity & Transformation Report 2017, S.18. Eigene Darstellung Hanser Consulting / FHNW.

Wie die Tabelle 1 zeigt, weist der durchschnittliche Grad der Digitalisierung branchenspezifische Unterschiede auf. Überdurchschnittlich hoch ist der Digitalisierungsgrad in den Branchen Immobilien, Informatik, Telekommunikation, Beratung sowie Finanzdienstleistungen. Vergleichsweise tief ist der Digitalisierungsgrad in den Branchen Medizin und Gesundheit sowie Verwaltung und Schulen. Der Digitalisierungsgrad des Wirtschaftszweiges Tourismus und Gastronomie liegt mit einem Reifegrad von 3.15 über dem Durchschnitt aller untersuchten Betriebe; der Wirtschaftszweig Industrie weist einen Reifegrad von 2.74 auf. Die Studie «KMU-Transformation» der FHNW (Sample: 2'590 Betriebe in der Schweiz) und der deutsche Monitoring-Report Wirtschaft DIGITAL 2018 (Sample: 1'061 Betriebe) zeigen – basierend auf teilweise anderen Definitionen des Digitalisierungsgrades – ähnliche branchenspezifische Unterschiede¹⁵.

Tab. 1 Branchenspezifischer Digitalisierungsgrad in der Schweiz 2017 (452 befragte Unternehmen)

Branche	Durchschnittlicher Grad der Digitalisierung
Immobilien	3.30
IT, Telekommunikation und Beratung	3.20
Tourismus und Gastronomie (a)	3.15
Banken und Versicherungen	3.03
Alle untersuchten Branchen	2.82
Industrie	2.74
Transport und Logistik	2.72
Handel und Konsumgüter	2.61
Medizin und Gesundheit	2.55
Verwaltung, Schulen, NGOs	2.46

(a) Es bleibt zu beachten, dass das Sample nur 11 Betriebe aus der Branche Tourismus und Gastronomie umfasst.

Quelle: Darstellung Hanser Consulting / FHNW auf Basis von Universität St. Gallen / Crosswalk (2017): Digital Maturity & Transformation Report 2017, S.19 und 46

¹⁵ FHNW (2017): KMU-Transformation, Als KMU die Digitale Transformation erfolgreich umsetzen, Olten, S. 37; Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (2018): Monitoring Report Wirtschaft DIGITAL 2018, S. 13

Die Tabelle 2 zeigt den Reifegrad der Wirtschaft sowie der beiden Wirtschaftszweige Tourismus/Gastronomie sowie Industrie in den einzelnen betrachteten Dimensionen. Der Wirtschaftszweig Tourismus/Gastronomie weist in allen betrachteten Dimensionen der Digitalisierung einen zum Teil deutlich höheren mittleren Erfüllungsgrad auf als die Gesamtheit der Wirtschaft. Besonders ausgeprägt sind die konsequente Ausrichtung der Geschäftsstrategie (Dimension 3) und der Unternehmenskultur (Dimension 8) auf die neuen Möglichkeiten der digitalen Technologien. Die Werte für den Wirtschaftszweig Industrie liegen hingegen stets leicht unter den Mittelwerten aller betrachteten Betriebe.

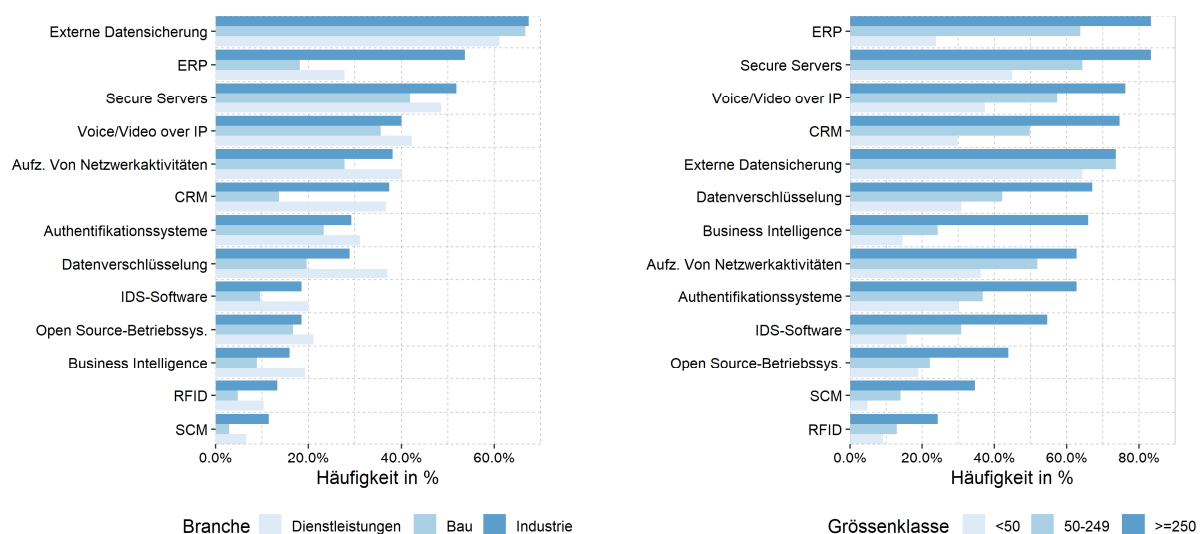
Tab. 2 Erfüllungsgrad der verschiedenen betrachteten Dimensionen der digitalen Reife (622 befragte Fachpersonen aus 452 Unternehmen)

Dimensionen mit Bedeutung für die digitale Reife eines Unternehmens		Durchschnittlicher Erfüllungsgrad der Dimension durch die Unternehmen des Wirtschaftszweigs ...		
		Tourismus / Gastronomie	Industrie	Alle Branchen
1	Customer Experience	53%	33%	37%
2	Produktinnovation	57%	45%	49%
3	Strategie	71%	48%	54%
4	Organisation	59%	43%	47%
5	Prozessdigitalisierung	62%	38%	44%
6	Zusammenarbeit	60%	44%	49%
7	Informationstechnologie	54%	46%	50%
8	Kultur & Expertise	72%	46%	50%
9	Transformationsmanagement	55%	44%	48%

Quelle: Darstellung Hanser Consulting / FHNW auf Basis von Universität St. Gallen / Crosswalk (2017): Digital Maturity & Transformation Report 2017, S.23-39 und S.47 und S.55.

Die «Innovationserhebung 2016» in der Schweizer Privatwirtschaft arbeitet mit einer weniger detaillierten Branchentypologie als der oben dargestellte Digital Maturity Check. Sie zeigt, dass sich der Digitalisierungsgrad zwischen den drei Wirtschaftszweigen Dienstleistungen, Bau und Industrie nur wenig unterscheidet. Der Anteil der Betriebe, welche die verschiedenen untersuchten IKT-Technologien nutzen, ist jeweils ähnlich gross (vgl. linke Grafik in Abb. 6). Wesentlich ausgeprägter ist der Zusammenhang zwischen der Betriebsgrösse und dem Digitalisierungsgrad (vgl. rechte Grafik in Abb. 6). So liegt der Anteil der Betriebe mit mindestens 250 Mitarbeitenden bei den meisten betrachteten IKT-Technologien mindestens doppelt so hoch wie bei den Betrieben mit weniger als 50 Mitarbeitenden. Die einzige deutliche Ausnahme bildet der Einsatz einer externen Datensicherung, welche sowohl rund 70% der grösseren als auch der kleineren Betriebe nutzen.

Abb. 6 Anteile der Unternehmen, die 2016 IKT-Technologien nutzen (1'505 befragte Unternehmen)
Linke Grafik: Betriebe nach Wirtschaftszweigen
Rechte Grafik: Betriebe nach Anzahl der Mitarbeitenden



Quelle: KOF ETHZ (2018): Innovation in der Schweizer Privatwirtschaft, Ergebnisse der Innovationserhebung 2016, S.39. Eigene Darstellung Hanser Consulting / FHNW.

Zur digitalen Transformation in den beiden Wirtschaftszweigen Tourismus und Industrie, die im Fokus der Neuen Regionalpolitik¹⁶ stehen, sind - ergänzend zu den obigen Ausführungen – die folgende Aussagen möglich:

- **Tourismus¹⁷:** Im Zentrum der Digitalisierung im Wirtschaftszweig Tourismus steht die Interaktion mit den Kunden. Nicht nur die Information der Kunden über digitale Kanäle (Website etc.), sondern auch die Interaktion zwischen dem Betrieb und seinen (potenziellen) Gästen z.B. bei Buchungen oder Bewertungen sowie bei den Bestrebungen zur Gästebindung sind heute weit verbreitet (CRM-Systeme). Wie die Abbildung 7 zeigt, setzen rund 80% der Betriebe im Gastgewerbe diese digitalen Anwendungen ein. Dabei verschiebt sich das Buchungsverhalten zunehmend weg von den Webseiten einzelner Anbieter hin zu Buchungsplattformen (z.B. booking, airbnb). Digitale Tools zur Warenbewirtschaftung etc. werden hingegen erst von einer Minderheit der Gastrobetriebe genutzt. Zu erwähnen sind ausserdem die – oft schon seit längerer Zeit existierenden – digitalen Systeme zur Steuerung des Raumklimas in Hotels und Restaurants oder zur Überwachung von Publikumsanlagen (z.B. Videoüberwachung bei Seilbahnen, Rauchmelder in Parkhäusern).

Im Bereich der Vermarktung ist davon auszugehen, dass der Einsatz von Anwendungen im Bereich der Augmented Reality¹⁸ und der Virtual Reality¹⁹ dank neuer Technologien im Hard- und Software-Bereich zunehmen werden. Ausserdem werden die Möglichkeiten zur Vernetzung zwischen verschiedenen touristischen Betrieben in einer Destination vermehrt genutzt werden, um buchbare Angebote für touristische Leistungspakete von mehreren Betrieben (z.B. Übernachtung, Bergbahn, lokaler ÖV, kulturelle Veranstaltung etc.) digital anbieten zu können. Wertvolle Informationen zur Konzeption attraktiver Angebotsbündel könnten aus Big-Data-Analysen gewonnen werden, die heute noch kaum durchgeführt werden (vgl. Abb. 7).

Neue Möglichkeiten zeichnen sich auch im Bereich der Überwachung und «Steuerung» der Aussenräume ab (z.B. Besucherlenkung, Parkraumbewirtschaftung, digitalisierte Analyse der Schnee- und Pistenqualität mit Rückkoppelung auf Sicherungsmassnahmen, Beschneigung etc.). Es ist zu erwarten, dass künftig sogenannte Chatbots eine wichtige Rolle für den Kundendialog spielen²⁰. Solche Bots sind textbasierte Dialogsysteme, die Kunden in allen Servicefragen schnell und effizient unterstützen können (z.B. bei Flug- oder Hotelbuchungen und Einkäufen).

Die Digitalisierung erlaubt es zudem, dass der Kunde nicht nur Konsument der Marken, sondern auch Gestalter entlang der gesamten Wertekette wird. Er kann sich aktiv an der Markenfindung (Open Innovation, Crowdsourcing), der Markenentwicklung (Beta-Testing) oder der Markenkommunikation (Social Media) beteiligen, indem er sich an entsprechenden Dialogsystemen beteiligt.

Zu beobachten ist auch der Trend, dass der Gast vermehrt Aufgaben selbst übernimmt (z.B. beim Check-in). Die Digitalisierung wird aber die Menschen, die sich um ihre Gäste kümmern, auch in Zukunft nicht ersetzen. Dies zeigt das Beispiel des weltweit ersten Roboterhotels, das 2015 in Japan eröffnet wurde. Das Hotel hat nahezu alle Angestellten durch Roboter ersetzt. Nach vielen Problemen mit den Robotern und Gästereklamationen musste ein bedeutender Teil der Roboter wieder durch Menschen ersetzt werden.²¹

¹⁶ Bundesbeschluss zur Festlegung des Mehrjahresprogramms des Bundes 2016-2023 zur Umsetzung der Neuen Regionalpolitik (NRP), 22.09.2015

¹⁷ Vgl. z.B. Laesser, Ch. et al (2018): Digitalisierung im Schweizer Tourismus: Chancen, Herausforderungen, Implikationen; HTW Chur (2018): Digitale Transformation in Graubünden, S.17-19 und S.49-52; FHS St.Gallen (2017): KMU-Spiegel, S.41-44; Universität St. Gallen / Crosswalk (2017): Digital Maturity & Transformation Report 2017, S.46-49; Bieger, Th., Beritelli, P., Laesser, Ch. (2019): Neue Technologien und Kommunikation im alpinen Tourismus, Schweizer Jahrbuch für den Tourismus, S.85ff.

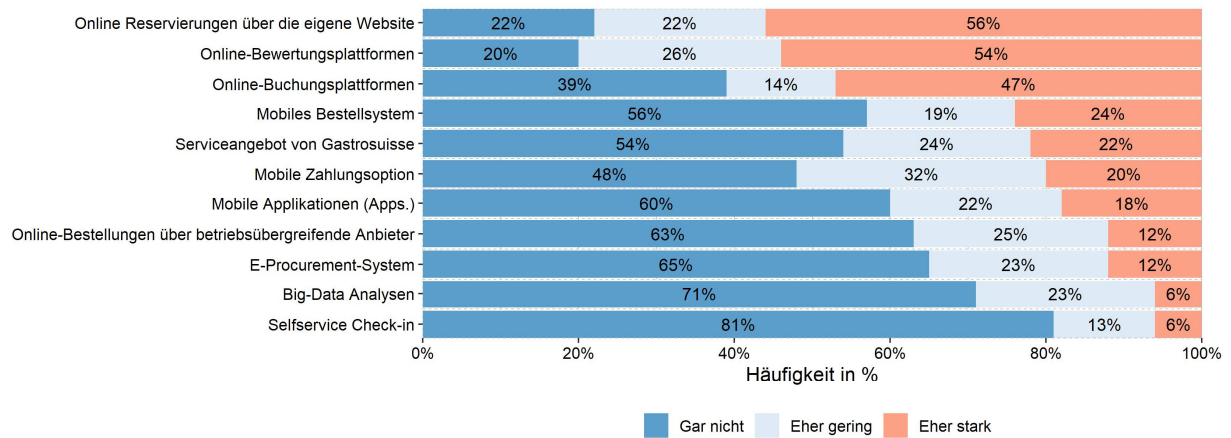
¹⁸ Beispiel eines denkbaren Einsatzes einer Augmented Reality im touristischen Bereich: Der Gast betrachtet von seinem Hotelbalkon aus durch eine digitale Brille das reale Gebirgs Panorama. Als Augmented Reality werden die Namen der betrachteten Berge und der sichtbaren Bergrestaurants eingeblendet.

¹⁹ Beispiel des Einsatzes einer Virtual Reality im touristischen Bereich: Der potenzielle Gast betrachtet zuhause durch eine digitale Brille die Skiabfahrt im 3D-Format, die er in den bevorstehenden Ferien machen möchte.

²⁰ KMU Magazin Nr. 9, 09/2016

²¹ Tages-Anzeiger: Das erste Roboterhotel entlässt Roboter (18.01.2019)

Abb. 7 Nutzung digitaler Technologien im Gastgewerbe (2017)

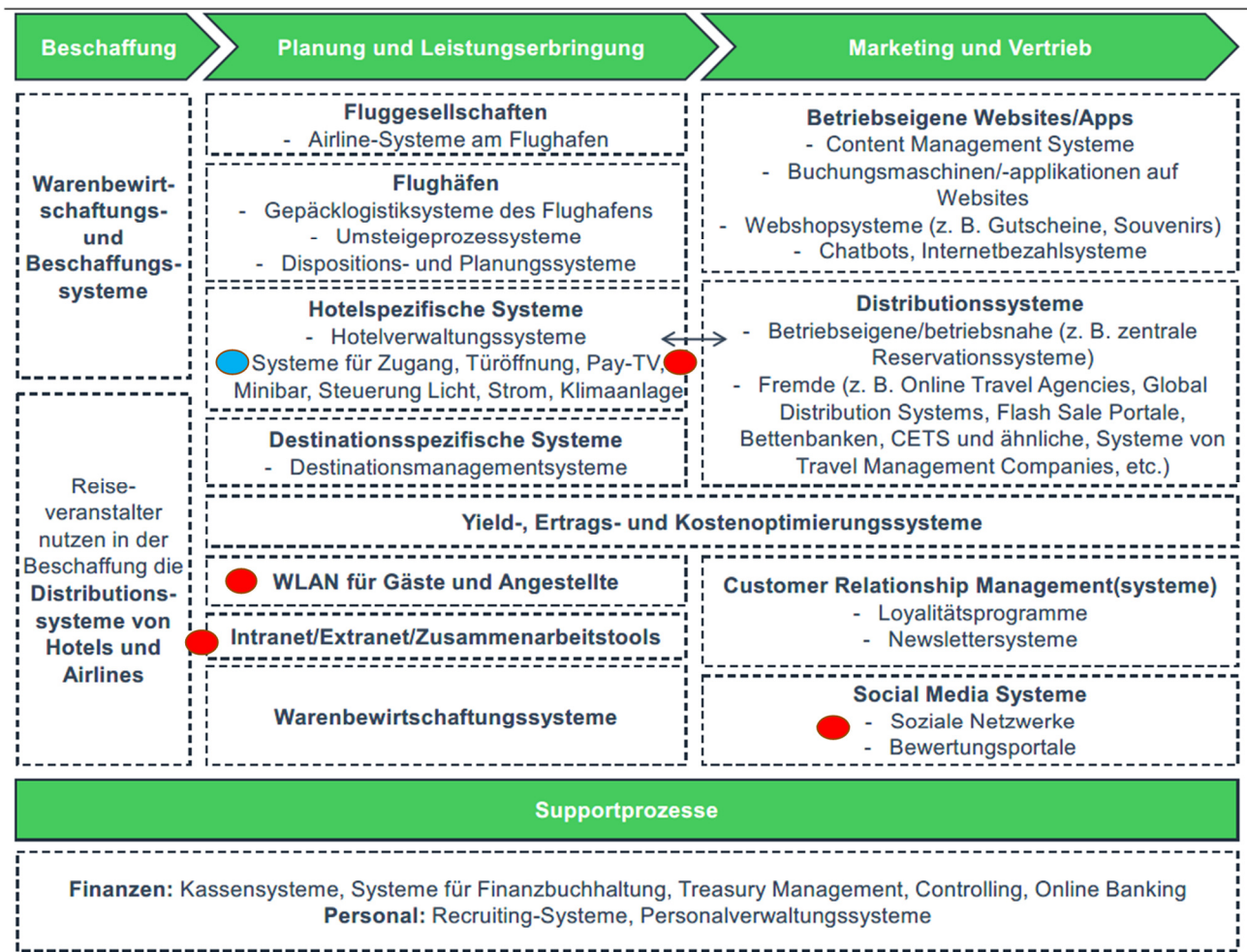


n=70

Quelle: FHS St. Gallen (2017): KMU-Spiegel 2017, Digitalisierung in Schweizer Klein- und Mittelunternehmen, S.43. Eigene Darstellung Hanser Consulting / FHNW

Mit Blick auf den Bedarf an Breitbanderschliessung sind diejenigen Technologien von besonderer Bedeutung, welche mit bewegten Bildern (360°-Webcam, Augmented Reality, Videoüberwachung etc. des touristischen Betriebs) arbeiten. Wichtig ist, zusätzlich auch den Breitbandbedarf der Gäste (Streaming, TV-Nutzung) zu beachten. Werden die bewegten Bilder via Internet übermittelt, ist der Breitbandbedarf hoch. Diese Anwendungen sind in der Abbildung 8 mit einem roten Punkt markiert. Bei anderen Technologien mit bewegten Bildern (z.B. Videoüberwachungen) ist die Art der Übermittlung der Bilder betriebspezifisch. Sie kann via Internet oder auf betriebsinternen Netzen, d.h. ohne Bedarf nach Breitbandanbindung erfolgen. Diese Anwendungen sind in Abbildung 8 mit einem blauen Punkt markiert.

Abb. 8 Digitale Systeme im Tourismus



Quelle: Laesser, Ch. et al (2018): Digitalisierung im Schweizer Tourismus: Chancen, Herausforderungen, Implikationen, S.131

- **Industrie²²:** Digitale Technologien schaffen in der Industrie die Möglichkeit,
 - neuartige Produkte zu entwickeln
 - industrielle Planungs- und Fertigungsprozesse in zunehmendem Masse digital zu steuern. Die Unternehmensbefragungen der KOF/FHNW (vgl. Tab. 3) und der Hochschule Luzern (vgl. Abb. 9) zeigen übereinstimmend, dass etwa drei Viertel der Betriebe digitale Systeme zur Produktionsplanung und –steuerung (ERP-Systeme) einsetzen. Recht weit verbreitet sind ausserdem der Einsatz von CAD-Systemen sowie von CAM-Applikationen (vgl. auch Verwendung von CNC-Maschinen, Robotern, 3D-Druck etc.). in Zukunft ist mit einer voranschreitenden automatisierten Koordination und Steuerung der verschiedenen Teilprozesse (Internet of things, künstliche Intelligenz, Industrie 4.0) zu rechnen.
 - das Funktionieren der gelieferten Produkte (Maschinen, Autos, Haushaltgeräte etc.) am Einsatzort vom Standort des Herstellers aus zu überwachen und daraus sowohl Schlussfolgerungen für notwendige Serviceleistungen etc. zu ziehen als auch Ansatzpunkte für neue Produkt- und Dienstleistungsangebote zu gewinnen.

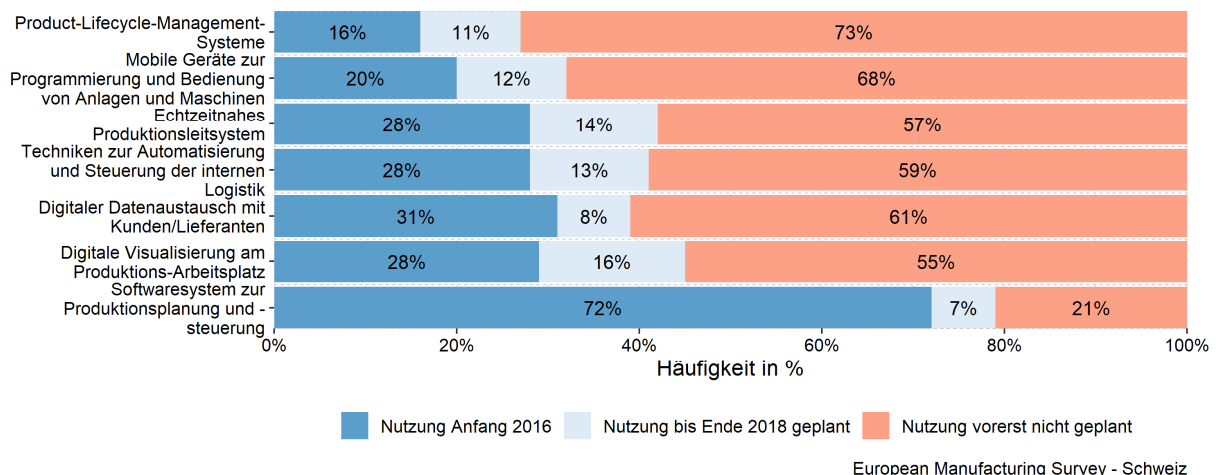
²² Vgl. z.B. HTW Chur (2018): Digitale Transformation in Graubünden, S.10-12 und S.38-41; FHS St.Gallen (2017): KMU-Spiegel, S.30-32; Universität St. Gallen / Crosswalk (2017): Digital Maturity & Transformation Report 2017, S.54-57; KOF / FHNW (2017): Digitalisierung in der Schweizer Wirtschaft, Ergebnisse der Umfrage 2016; Waser, B., Hanisch, Ch., Zöllner, S. (2018): Digitalisierung in der Schweizer Industrie, in: Hochschule Luzern – Wirtschaft /micronews Nov. 2018, S.7-10.

Tab. 3 Nutzung digitaler Technologien in der Industrie 2016 (Anteil der Firmen am Total der 613 befragten Industriebetriebe)

Technologie	Anteil der Industriebetriebe, die Technologie nutzen	Technologie	Anteil der Industriebetriebe, die Technologie nutzen
ERP (Enterprise Resource Planning)	78%	CAD (Computer Aided Design)	63%
E-Beschaffung	59%	CRM (Customer Relationship Management)	45%
CNC-Maschinen (Maschinen mit rechnergestützter numerischer Steuerung)	45%	Telework	40%
Social Media	39%	Business Analytics	33%
Roboter	30%	Cloud Computing	29%
CAM (Computer Aided Manufacturing)	25%	E-Verkauf	25%
Computerized Automated Control System	21%	Collaboration Support System	20%
PLC (Programmable Logic Controllers)	20%	SCM (Supply Chain Management)	19%
3-D-Printing	12%	Internet of Things	10%
Rapid Prototyping Simulation	9%	RFID (Radio Frequency Identification)	8%

Quelle: KOF / FHNW (2017): Digitalisierung in der Schweizer Wirtschaft, Ergebnisse der Umfrage 2016, S.10

Abb. 9 Einsatz digitaler Technologien in der Schweizer Industrie anfangs 2016 und geplant bis Ende 2018



Quelle: Waser, B., Hanisch, Ch., Zöllner, S. (2018): Digitalisierung in der Schweizer Industrie, in: Hochschule Luzern – Wirtschaft /micronews Nov. 2018, S.7. Eigene Darstellung Hanser Consulting / FHNW.

Mit Blick auf die Breitbanderschliessung ist zu beachten, dass weit verbreitete digitale Anwendungen in der Industrie (z.B. CAD, CAM, CNC, aber auch Roboter oder 3D-Drucker) in vielen Fällen auf betriebsinternen Netzen basieren, d.h. keinen namhaften Breitbandbedarf auslösen. Betriebsinterne Netze sind dem Internet bezüglich der für die Steuerung industrieller Prozesse wichtigen Kürze der Latenzzeit sowie der Verhinderung von Datenverlusten heute tendenziell überlegen. Veränderungen könnten sich mit der Einführung von 5G ergeben, da damit insbesondere kostengünstige, leistungsfähige Vernetzungen mit beweglichen Dingen (z.B. Fahrzeuge vernetzt mit Fahrzeughersteller) oder mit räumlich dispers verteilten Gegenständen (z.B. Haushaltgeräte in Wohnungen vernetzt mit Herstellerfirma) geschaffen werden können.

3 Nachfrage der Betriebe nach Breitbandinfrastruktur

Kapitel 3 für eilige Leserinnen und Leser:

Im öffentlichen Diskurs wird von einer raschen Zunahme des Digitalisierungsgrades der Wirtschaft ausgegangen. Daraus wird abgeleitet, dass ein Breitbandanschluss für jeden Betrieb wichtig sei und dass die Erfordernisse an die Leistungsfähigkeit des Breitbandanschlusses in Zukunft rasch steigen würden. Das Kapitel 3 zeigt, dass die Realität komplexer ist:

- Für viele digitale Anwendungen werden leistungsfähige Internetverbindungen benötigt. Es gibt aber auch zahlreiche Anwendungen der Digitalisierung, die nicht zu grossen Datenmengen führen oder die auf betriebsinternen Netzen basieren und somit unabhängig vom Internet funktionieren (z.B. 3D-Drucker, Roboter). Besonders hohe Datenübertragungsgeschwindigkeiten sind notwendig, wenn ein umfangreicher, kontinuierlicher Datenfluss (z.B. bewegte Bilder) zu übermitteln ist.
- Mit wachsender Zahl der Mitarbeitenden eines Betriebes steigt ceteris paribus die benötigte Kapazität des Breitbandanschlusses, da verschiedene weit verbreitete digitale Anwendungen (z.B. Home Office, Videokonferenzen, Cloud Computing) von den einzelnen Mitarbeitenden oft gleichzeitig genutzt werden.
- Aus der Branchenzugehörigkeit eines Betriebes sind keine allgemeingültigen Aussagen zum Breitbandbedarf möglich, da die Heterogenität zwischen den Betrieben einer Branche gross ist.

Für den Vergleich der Breitbandnachfrage der Betriebe mit dem Breitbandangebot in den Betriebsgebäuden, d.h. für das Identifizieren allfälliger «Erschliessungslücken» in Kapitel 5 werden angesichts der Heterogenität der Breitbandnachfrage der Betriebe unterschiedliche Nachfrage-Varianten betrachtet:

- Verschiedene Niveaus der nachgefragten Download- bzw. Upload-Leistung (10 Mbit/s bis 1'000 Mbit/s)
- Nachgefragte Datenübertragungsleistung in Abhängigkeit von Mitarbeitendenzahl eines Betriebs

Wovon hängt der Bedarf der Betriebe nach Breitbandinfrastruktur ab? Der zentrale Treiber der Nachfrage eines Betriebes nach einem Internetanschluss mit entsprechender Leistungsfähigkeit sind die Art und der Umfang der digitalen Anwendungen im betreffenden Betrieb. Wie das Kapitel 2 zeigt, ist die Palette der zur Verfügung stehenden digitalen Anwendungen breit. Gewisse Anwendungen können von Betrieben aus verschiedensten Branchen genutzt werden (z.B. mehr oder weniger differenzierte ERP- oder CRM-Systeme, Cloud-Computing, Steuerung des Klimas und/oder der Beleuchtung der Räumlichkeiten, Zugangssysteme). Andere Applikationen sind nur für bestimmte Branchen oder sogar nur für einzelne Betriebskategorien einer Branche von Bedeutung (z.B. 3D-Druck, Virtual Reality). Entsprechend unterschiedlich sind die Anforderungen der Betriebe an die Breitbandinfrastruktur.

Vor diesem Hintergrund gibt das Kapitel 3.1 eine Übersicht über die verschiedenen qualitativen Anforderungen, welche von Seiten der Betriebe an die Qualität der Datenübertragung gestellt werden. Im Kapitel 3.2 wird eine grobe Abschätzung der für die Betriebe erforderlichen Datenübertragungsgeschwindigkeiten vorgenommen.

3.1 Qualitative Anforderungen an die Datenübertragung

Bei der Debatte über die Leistungsfähigkeit der Breitbandinfrastruktur steht die **Datenübertragungsgeschwindigkeit** im Zentrum. Die Datenübertragungsgeschwindigkeit bezeichnet die digitale Datenmenge, die innerhalb einer Zeitspanne über einen Übertragungskanal übermittelt wird (z.B. 20 Mbit/s). Umgangssprachlich werden auch die Begriffe Verbindungsgeschwindigkeit sowie Bandbreite oder Kapazität gleichbedeutend verwendet. Die maximal mögliche Datenübertragungsrate, die fehlerfrei über einen Kanal übertragen werden kann, wird als Kanalkapazität bezeichnet. Ein Kanal kann beispielsweise eine Verbindung im Rechnernetz, die Verbindung zum Internetdienstanbieter oder die Schnittstelle zu einem Datenspeicher sein.

Wie die Abbildung 10 zeigt, sind für die Nachfrager noch weitere Eigenschaften der Datenübertragungsinfrastruktur von Bedeutung:

- **Symmetrie:** Zu unterscheiden ist zwischen der symmetrischen und der asymmetrischen Technologie einer Datenübertragung. Die Datenleitungen, durch die der Datenstrom üblicherweise transportiert wird, lassen nur eine gleichbleibende Menge an Volumen zu. Weil private Internetnutzer in der Regel deutlich

mehr Daten runter- als hochladen, etwa zum Streamen von Videos, wurden die konventionellen Leitungen so aufgebaut, dass die Geschwindigkeit beim Download deutlich höher ist als beim Upload, d.h. eine asymmetrische Architektur aufweisen. Für viele Unternehmen ist dieser Zustand inakzeptabel. Sie brauchen einen steten, gleichbleibend fließenden Datenverkehr in beide Richtungen (z.B. für Cloud-Services, für Videokonferenzen oder für Mitarbeitende im Home-Office), d.h. eine symmetrische Anbindung.

- **Paketverlust:** Als Paketverlust wird bezeichnet, wenn bei einer Übertragung ein oder mehrere übertragene Pakete nicht am gewünschten Ziel ankommen. Ein derartiges Ereignis kann gravierende Auswirkungen auf das Funktionieren digitaler Anwendungen haben.
- **Latenz:** Die Latenz von Netzwerken gibt an, wie viel Zeit (z.B. 0.002 Sekunden) ein Datenpaket benötigt, um von einem Ort zu einem anderen zu kommen. Für viele digitale Anwendungen (z.B. Industrie 4.0, Steuerung eines Roboters) sind ultrakurze Latenzzeiten in der Grösse von Millisekunden notwendig, die heutige Netze meist nicht gewährleisten können. Dies führt dazu, dass Steuerungen von Robotern, 3D-Druckern etc. in der Regel auf betriebsinternen Netzen basieren. Es wird sich weisen, wieweit 5G solche ultrakurzen Latenzzeiten in Zukunft in der Praxis gewährleisten kann.

Abb. 10 Anforderungen der Betriebe an die Datenübertragungsinfrastruktur

Anwendungskategorie	Hochbitratige Bandbreiten	Symmetrie	Paketverlust	Latenz
E-Commerce	++	++	0	0
ERP/CRM	+	+	+	+
Big Data	++	++	+	+
VPN	++	++	+	+
Cloud Computing	++	++	+	+
Industrie 4.0	+	+	++	++
Agrar 4.0	+	+	++	++
Smart Home	+	+	++	++
Hochauflösende Videokommunikation	++	++	++	++
E-Health/Telemedizin	++	++	++	++
E-Learning	++	+	+	+

- 0 = Geringe Bedeutung/Wichtigkeit
 + = Hohe Bedeutung/Wichtigkeit
 ++ = Sehr hohe Bedeutung/Wichtigkeit

ERP (Enterprise Resource Planning): System zur zeit- und bedarfsgerechten Planung und Steuerung des Einsatzes der betrieblichen Ressourcen (Material, Betriebsmittel, Personal etc.)

CRM (Customer Relationship Management): Kundenpflege

VPN (Virtual Private Network): Anbindung von Teilnehmern an bestehendes Netz

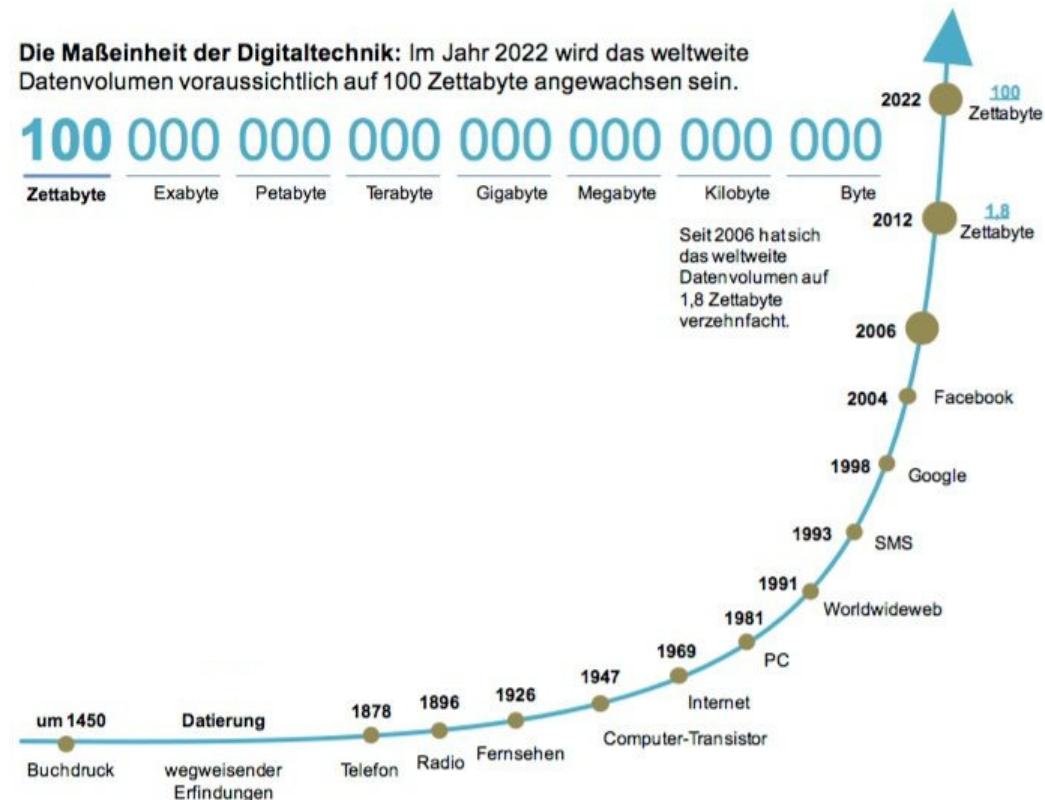
Quelle: WIK (2016): Gigabitnetze für Deutschland, S. 10

3.2 Grobe Abschätzung der für die Betriebe erforderlichen Datenübertragungsgeschwindigkeiten

3.2.1 Vorbemerkungen

Im öffentlichen Diskurs wird davon ausgegangen, dass der Digitalisierungsgrad der Wirtschaft rasch weiter zunehmen wird. Daraus wird abgeleitet, dass ein Breitbandanschluss für jeden Betrieb wichtig sei und dass die Erfordernisse an die Leistungsfähigkeit des Breitbandanschlusses (z.B. gemessen in Mbit/Sekunde) in Zukunft rasch steigen würden (vgl. Abb. 11).

Abb. 11 Entwicklung des weltweiten Datenvolumens



Quelle: Digital Society (2018): Technologien als Treiber der digitalen Transformation

Die Realität ist komplexer. Für viele digitale Anwendungen werden leistungsfähige Internetverbindungen benötigt. In diese Kategorie fallen z.B. Videokonferenzen, Home Office, Cloud Computing, Internet der Dinge, Blockchain-Anwendungen etc. Es gibt aber auch zahlreiche Anwendungen der Digitalisierung, die auf betriebsinternen Netzen basieren und somit unabhängig vom Internet funktionieren. In diese Kategorie fällt z.B. die – schon seit Jahrzehnten praktizierte – automatisierte Steuerung von Heiz- und Kühlsystemen in Gebäuden auf der Basis von Temperatursensoren in den verschiedenen Räumen und im Freien. In diese Kategorie fallen auch neuere know-how-intensive Anwendungen wie z.B. der 3D-Druck oder Roboter. Die Steuerung derartiger Fertigungstools als Elemente von Industrie 4.0 erfolgt in der Regel über betriebsinterne Netze, da die Latenzzeiten der Internetverbindungen für einen optimalen Betrieb oft zu gross sind. Hochentwickelte CAD-Tools werden aus Gründen der Datensicherheit (Sicherung des geistigen Eigentums) oft lokal betrieben. Vor diesem Hintergrund wird klar, dass vom Grad der Digitalisierung eines Betriebes nicht direkt auf die erforderliche Leistungsfähigkeit des Internetanschlusses geschlossen werden kann.

Zusätzlich erschwert wird die Abschätzung des aus der Digitalisierung resultierenden Breitbandbedarfs der Wirtschaft, weil viele Studien zu digitalen Anwendungen in einzelnen Branchen oder Betrieben keine systematische Übersicht über alle eingesetzten digitalen Technologien geben, sondern sich auf ein Set von exemplarischen Beispielen zur Beurteilung des digitalen Reifegrades beschränken²³. Dies kann zu falschen Schlussfolgerungen führen. Ein Beispiel: Bei der Ermittlung des Breitbandbedarfs der Hotellerie genügt es nicht, die von den Betrieben eingesetzten digitalen Anwendungen zu betrachten. Entscheidend sind auch die Bedürfnisse der Gäste aufgrund ihrer persönlichen Nutzung digitaler Dienste während ihres Aufenthaltes in der Feriendestination wie z.B. TV-Nutzung oder Download von Streaming-Plattformen, die zu einem Breitbandbedarf des Hotels führen, der wesentlich grösser ist als der Breitbandbedarf aufgrund von CRM- oder ERP-Systemen des Hotels.

Gemäss den für die vorliegende Studie durchgeführten Recherchen mangelt es an systematischen empirischen Analysen zum resultierenden Breitbandbedarf aufgrund des Einsatzes unterschiedlicher digitaler Anwendungen

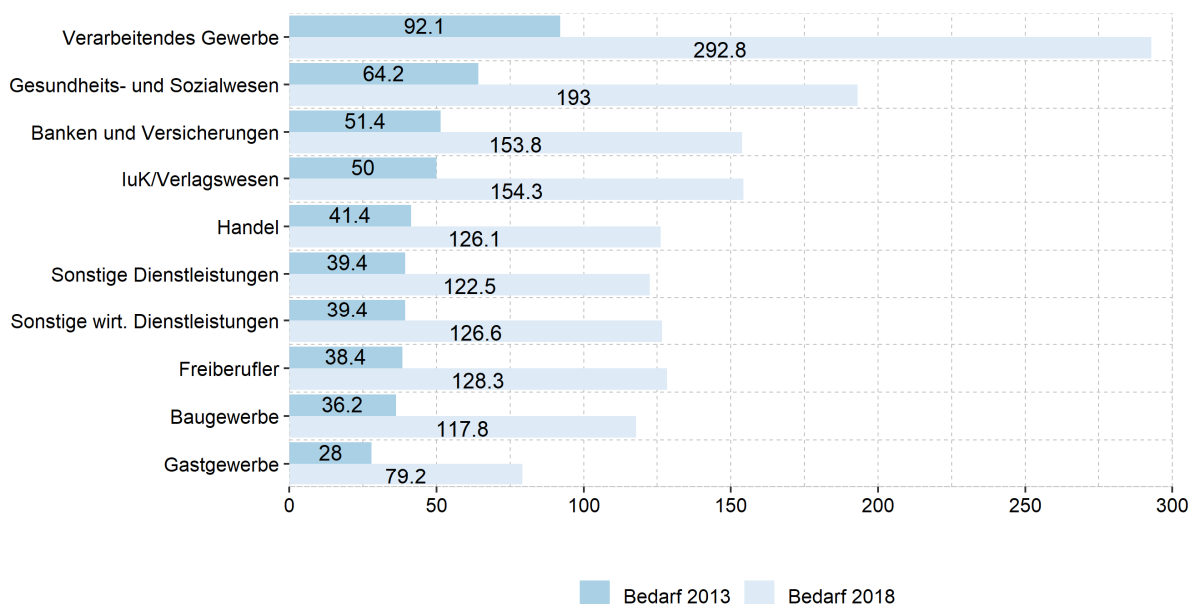
²³ Vgl. Kapitel 2

in den Betrieben²⁴. Dies erklärt, warum es hier nicht möglich ist, ähnlich detaillierte Angaben zum betriebsspezifischen Breitbandbedarf wie zum branchenspezifischen Digitalisierungsgrad zu machen. Nachfolgend wird soweit möglich dargestellt, wieweit die Grössenordnung des Breitbandbedarfs eines Betriebs von der Branchenzugehörigkeit und/oder von der Betriebsgrösse abhängen.

3.2.2 Abhängigkeit des Breitbandbedarfs von der Branchenzugehörigkeit eines Betriebs

Die Abbildung 12 zeigt den branchenspezifischen Breitbandbedarf auf Basis einer Online-Befragung von 1'378 Unternehmen in Baden-Württemberg. Erhoben wurden nicht nur die Leistungsfähigkeit des vorhandenen Breitbandanschlusses, sondern auch die eingesetzten digitalen Technologien (z.B. Videokonferenzen, Cloud-Computing, 3D-Druck etc.). Ausgehend von diesen Angaben wurden die Anforderungen der Betriebe an die Breitbandinfrastruktur mittels Modellrechnungen ermittelt.

Abb. 12 Errechneter Breitbandbedarf 2013 und 2018 in Mbit/s nach Branche



Anmerkung n = 1'090 (Mittelwerte / nur Branchen mit n>20)

Quelle: Gebauer, I; Anders, J; Luley, T (2014): Untersuchung des Bedarfs von Glasfaseranschlüssen der Wirtschaft im Land Baden-Württemberg, S. 56. Eigene Darstellung Hanser Consulting / FHNW

Gemäss Abbildung 12 lag der mittlere errechnete Breitbandbedarf 2013 zwischen 28 Mbit/s (Gastgewerbe) und 92 Mbit/s (Verarbeitendes Gewerbe). Für das Jahr 2018 wurden Werte zwischen 79 Mbit/s und 292 Mbit/s²⁵ prognostiziert. Alle übrigen betrachteten Branchen verzeichnen einen recht ähnlichen Breitbandbedarf zwischen 100 Mbit/s und 200 Mbit/s.

Gemäss der Projektleiterin der Studie aus Baden-Württemberg²⁶ weisen die seit der Durchführung der Studie gewonnenen neuen Erkenntnisse darauf hin, dass Angaben zum branchenspezifischen Breitbandbedarf meist wenig aussagekräftig sind, weil die Unterschiede innerhalb einer Branche oft grösser sind als die Unterschiede zwischen den Branchen. Ein Beispiel: Wie in Kapitel 3.2.1 gezeigt wurde, verursacht das Übertragen bewegter

²⁴ Gemäss vorliegenden Informationen verfügt auch die Swisscom als grösster Datennetzbetreiber in der Schweiz nicht über systematische diesbezügliche Angaben (Mail der Swisscom, Access Network Solution Management vom 6. Feb. 2019).

²⁵ Die hohen Werte des Verarbeitenden Gewerbes sind zu wesentlichen Teilen auf die überdurchschnittlichen Betriebsgrössen in dieser Branche zurückzuführen.

²⁶ Fachgespräch vom 28. Jan. 2019 mit Frau Dr. I. Gebauer, indicatus, Stuttgart

Bilder über das Internet einen erheblichen Breitbandbedarf. Es liegt auf der Hand, dass bezüglich dieses Bestimmungsfaktors zwischen Betrieben derselben Branche bedeutende Unterschiede bestehen können.

Die in Tabelle 4 aufgelisteten Erfahrungswerte eines Rechenzentrums und Cloud-Anbieters im NRP Zielgebiet²⁷ und der «Breitbandrechner»²⁸ des Breitbandbüros des deutschen Bundesministeriums für Verkehr und digitale Infrastruktur bestätigen die Ergebnisse der Studie aus Baden-Württemberg: Die branchenspezifischen Unterschiede des mittleren Breitbandbedarfs sind relativ gering.

Tab. 4 Erfahrungswerte eines Rechenzentrums und Cloud-Betreibers zum Breitbandbedarf von Betrieben aus unterschiedlichen Wirtschaftszweigen im NRP-Zielgebiet (Basis ca. 75 Betriebe)

Branche	Erforderliche Bandbreite PRO BETRIEB mit ca. 10 Mitarbeitenden		Bemerkungen
	Download-Geschwindigkeit	Upload-Geschwindigkeit	
Verarbeitendes Gewerbe	100 Mbit/s	20 Mbit/s	Der Erfahrungswert zum Breitbandbedarf basiert auf dem Einsatz von CAD, CAM etc. basierend auf betriebsinternen Netzen
Baugewerbe	100 Mbit/s	20 Mbit/s	
Gastgewerbe	100 bis 300 Mbit/s	Mindestens 30 Mbit/s	Die grosse Spannweite des Download-Bedarfs ergibt sich daraus, ob der Betrieb seinen Gästen ein betriebsinternes, leistungsfähiges WLAN sowie Festnetz anbietet. Welche Leistung das WLAN bieten muss, hängt von der Gästezahl und der Gästestruktur ab.
IKT	Mindestens 150 Mbit/s	Mindestens 30 Mbit/s	Bei grösseren Rechenzentren etc. muss die Upload-Geschwindigkeit symmetrisch zur Downloadgeschwindigkeit mindestens 150 Mbit/s betragen.
Dienstleistungen, die zu wesentlichen Teilen durch öffentliche Hand angeboten werden (Bildung, Gesundheits- und Sozialwesen)	100 bis 300 Mbit/s	20 bis 50 Mbit/s	Die Spannweite des Breitbandbedarfs ist erheblich. Hohe Bandbreiten werden insbesondere dann benötigt, wenn eine grössere Zahl von Nutzern via Internet mit bewegten Bildern arbeitet. (z.B. E-Learning in grösseren Schulen)

Quelle: Erfahrungswerte von EWL DIGITAL (früher Elektrizitätswerk Lauterbrunnen), welche in den Bereichen Cloud Services, Informatik, Telekommunikation, Gebäudeautomation und Fernwartung der IT-Infrastruktur tätig ist

3.2.3 Abhängigkeit des Breitbandbedarfs von der Grösse eines Betriebs

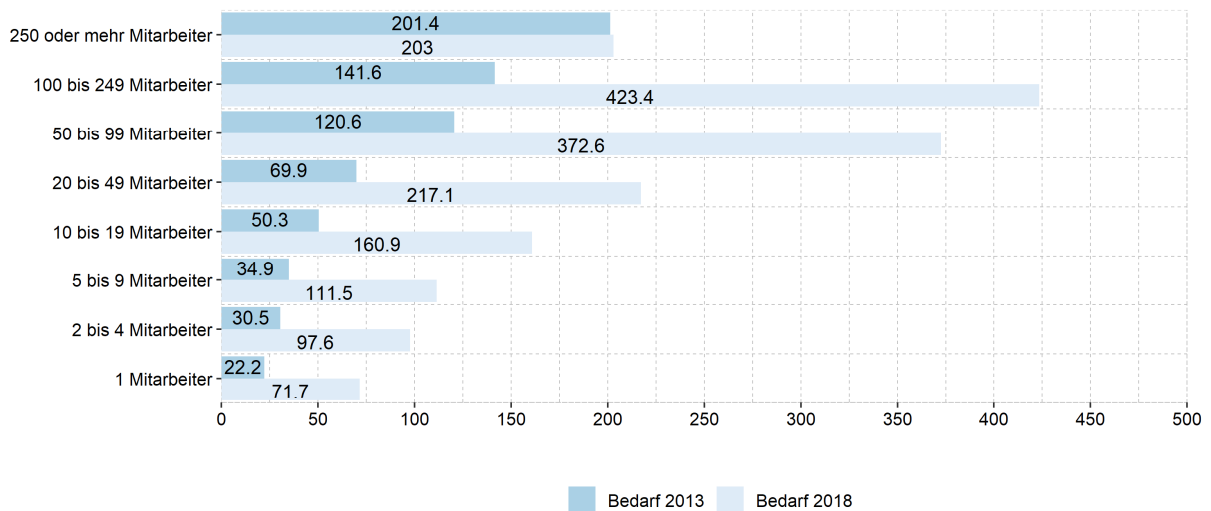
Wie die Abbildung 13 zeigt, steigt der durchschnittliche Breitbandbedarf pro Betrieb mit zunehmender Mitarbeitendenzahl an. Massgebend hierfür ist, dass viele digitale Anwendungen von den einzelnen Mitarbeitenden eingesetzt werden (z.B. Home Office²⁹, Videokonferenz, Cloud Computing), womit der Breitbandbedarf mit zunehmender Mitarbeitendenzahl wächst.

²⁷ EWL DIGITAL (früher Elektrizitätswerk Lauterbrunnen), welche in den Bereichen Cloud Services, Informatik, Telekommunikation, Gebäudeautomation und Fernwartung der IT-Infrastruktur insbesondere für Betriebe im Berner Oberland tätig ist

²⁸ www.atenekom-portal.de

²⁹ Voraussetzung ist, dass auch die betreffenden privaten Haushalte über einen Breitbandanschluss mit der erforderlichen Leistung verfügen.

Abb. 13 Errechnerter Breitbandbedarf 2013 und 2018 in Mbit/s nach Anzahl der Mitarbeitenden

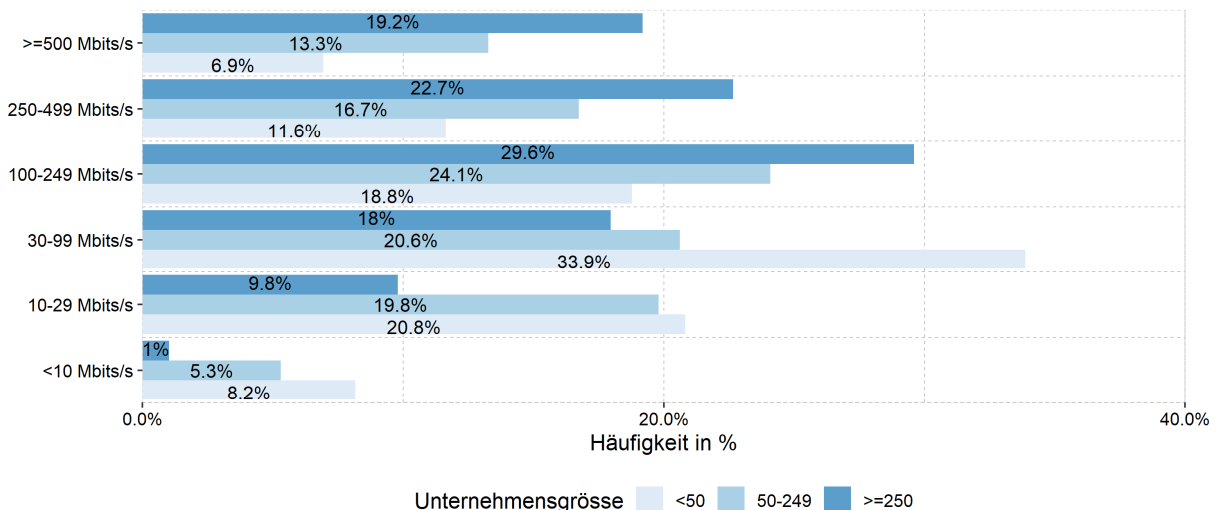


Anmerkung n = 1'121 (Mittelwerte)

Quelle: Gebauer, I; Anders, J; Luley, T (2014): Untersuchung des Bedarfs von Glasfaseranschlüssen der Wirtschaft im Land Baden-Württemberg, S. 54. Eigene Darstellung Hanser Consulting / FHNW

Die Innovationserhebung 2016 in der Schweizer Privatwirtschaft zeigt ebenfalls, dass die vorhandene Datenübertragungskapazität mit zunehmender Mitarbeitendenzahl eines Unternehmens anwächst (vgl. Abb. 14). Während etwa 60% der Betriebe mit weniger als 50 Mitarbeitenden eine Breitbandanbindung mit einer Leistung von weniger als 100 Mbit/s aufweisen, sind es bei Betrieben mit mehr als 250 Mitarbeitenden nur etwa 30% der Betriebe. Mehr als 40% der Betriebe mit mehr als 250 Mitarbeitenden verfügen über einen Breitbandanschluss mit einer Leistung von mehr als 250 Mbit/s.

Abb. 14 Breitbandanbindung der Unternehmen mit unterschiedlicher Mitarbeitendenzahl 2016 (1'505 befragte Unternehmen)



Quelle: KOF ETHZ (2018): Innovation in der Schweizer Privatwirtschaft, Ergebnisse der Innovationserhebung 2016, Bern, S.48. Eigene Darstellung Hanser Consulting / FHNW

Das Breitbandbüro des deutschen Bundesministeriums für Verkehr und digitale Infrastruktur bietet ein Tool an, mit welchem ein Betrieb seinen Breitbandbedarf anhand weniger Parameter grob abschätzen kann³⁰. Die bedeutendsten Treiber des Breitbandbedarfs eines Betriebs sind gemäss dem «Breitbandrechner» die Zahl der Mitarbeitenden und die Intensität der externen Vernetzungen der Mitarbeitenden (vgl. Tab. 5). Ein besonders grosser Download- und Upload-Breitbandbedarf resultiert in Betrieben, die häufig Videokonferenzen abhalten, die zahlreiche mobile Mitarbeitende bzw. Mitarbeitende im Home Office aufweisen oder die mit Cloud Computing arbeiten.

Eine Grössenordnung für den Breitbandbedarf eines Betriebes ergibt sich durch die Multiplikation der Zahl der Mitarbeitenden mit der Summe des Breitbandbedarfs aufgrund der von den Mitarbeitenden typischerweise verwendeten digitalen Anwendungen.

Tab. 5 Kennziffern zum Breitbandbedarf gemäss dem Breitbandrechner des Bundesbreitbandbüros

Digitale Anwendungen	Breitbandbedarf PRO MITARBEITENDEM Spitzenbitrate (Durchschnittlicher Bedarf) in Mbit/s			
	Aktueller Bedarf (2017)		Erwarteter Bedarf (2025)	
	Download-Geschwindigkeit	Upload-Geschwindigkeit	Download-Geschwindigkeit	Upload-Geschwindigkeit
Internetnutzung Klassisch	0.3 (0.03)	0.03 (0)	0.6 (0.06)	0.06 (0.01)
Internetnutzung: Neue Medien	0.5 (0.08)	0.05 (0.01)	1.0 (0.15)	0.1 (0.02)
Internetnutzung: Webserver	0.8 (0.2)	0.8 (0.2)	1.6 (0.4)	1.6 (0.4)
Home Office	1.0 (0.15)	0.5 (0.08)	2.0 (0.3)	1.0 (0.15)
Mobiler Mitarbeitender	2.0 (0.1)	1.0 (0.05)	2.0 (0.1)	1.0 (0.05)
IT-Auslagerung	0.18 (0.02)	0.18 (0.02)	0.72 (0.07)	0.72 (0.07)
Cloud	1.0 (0.2)	0.5 (0.1)	4.0 (0.8)	2.0 (0.4)
Vernetzte Anwendungen: ERP-Systeme	0.6 (0.3)	0.06 (0.03)	1.2 (0.6)	0.12 (0.06)
Vernetzte Anwendungen: Austausch von Daten	0.6 (0.3)	0.06 (0.03)	1.2 (0.6)	0.12 (0.06)
Vernetzte Anwendungen: Telefonkonferenz	0.1 (0.01)	0.1 (0.01)	0.2 (0.02)	0.2 (0.02)
Vernetzte Anwendungen: Videokonferenz	0.5 (0.05)	0.5 (0.05)	2.0 (0.2)	2.0 (0.2)
Vernetzte Anwendungen: Software-Entwicklung	1.0 (0.25)	0.1 (0.03)	2.0 (0.5)	0.2 (0.05)
Vernetzte Anwendungen: Voice over IP	0.1 (0.05)	0.1 (0.05)	0.1 (0.05)	0.1 (0.05)

Lesehilfe: Im Jahr 2025 ist für einen Mitarbeitenden im Home Office mit einem Download-Breitbandbedarf von 2 Mbit/s (= Spitzenbitrate) zu rechnen. Da ein solcher Mitarbeitender nicht immer im Home Office tätig ist und bei seiner Tätigkeit im Home Office auch nicht pausenlos Download-Aktivitäten durchführt, liegt der durchschnittliche Breitbandbedarf pro Mitarbeitendem mit Home Office-Aktivitäten jedoch nur bei 0.3 Mbit/s.

Quelle: Auswertung Hanser Consulting / FHNW auf Basis des Breitbandrechners www.atenekom-portal.de

3.2.4 Schlussfolgerungen für die Identifikation allfälliger Erschliessungslücken im NRP-Zielgebiet

Für den Vergleich der Breitbandnachfrage der Betriebe mit dem Breitbandangebot in den Betriebsgebäuden, d.h. für das Identifizieren allfälliger «Erschliessungslücken» in Kapitel 5 werden angesichts der Heterogenität der Breitbandnachfrage der Betriebe unterschiedliche Nachfrage-Varianten betrachtet.

Die Tabelle 6 gibt eine Übersicht über die in Kapitel 5 zu prüfenden Nachfrage-Varianten:

- Mit den Varianten V0 bis V6 wird geprüft, welchem Anteil der Betriebe welche minimale Datenübertragungsgeschwindigkeit zur Verfügung steht bzw. nicht zur Verfügung steht.

³⁰ www.atenekom-portal.de. Gemäss den Angaben des Betreibers des Tools wurde der Breitbandrechner mit dem Ziel entwickelt, die Betriebe für die digitale Transformation zu sensibilisieren. Der Breitbandrechner liefert deshalb nur grobe Grössenordnungen zum Breitbandbedarf eines Betriebs (Fachgespräch vom 12. Dez. 2018 mit Herr U. Freienstein, atene KOM, Projektträger des Bundesministeriums für Verkehr und digitale Infrastruktur, Berlin).

- Die Variante V7 geht von einem unterschiedlich grossen Breitbandbedarf je nach Betriebsgrösse aus und prüft, ob die mindestens erforderliche Datenübertragungskapazität vorhanden ist.
- Neben der Gesamtheit der Betriebe werden jeweils separate Betrachtungen für die beiden Schwerpunktbranchen der NRP «Tourismus» (Varianten V0.t bis V7.t) und «Industrie» (Varianten V0.i bis V7.i) durchgeführt.

Tab. 6 Zu prüfende Nachfragevarianten

Breitbandnachfrage	Betrachtete Nachfrage-Varianten			Bemerkungen
	Alle Betriebe	Betriebe der Schwerpunktbranche «Tourismus» (a)	Betriebe der Schwerpunktbranche «Industrie» (a)	
Mindestens 10 Mbit/s Download	V0	V0.t	V0.i	Zu gewährleistende Grundversorgung ab 1.1.2020 (Art. 15 Abs. 1 Verordnung über Fernmeldedienste)
Mindestens 30 Mbit/s Download	V1	V1.t	V1.i	Bandbreiten von mehr als 30 Mbit/s werden als «Hochbreitband» bezeichnet.
Mindestens 80 Mbit/s Download	V2	V2.t	V2.i	Bandbreite entspricht der Zielsetzung der Swisscom für die Erschliessung bis 2021: In 100% der Gemeinden sollen rund 90% der Gebäude eine Bandbreite von mindestens 80 Mbit/s zur Verfügung haben (b)
<i>Mindestens 80 Mbit/s UPLOAD</i>	V3	V3.t	V3.i	<i>UPLOAD wird immer wichtiger (z.B. für Cloud oder Home-Office).</i>
Mindestens 100 Mbit/s Download	V4	V4.t	V4.i	Bandbreiten von mehr als 100 Mbit/s werden als «Ultrahochbreitband» bezeichnet.
Mindestens 300 Mbit/s Download	V5	V5.t	V5.i	
Mindestens 1'000 Mbit/s Download	V6	V6.t	V6.i	Richtlinie «Förderung zur Unterstützung des Breitbandausbaus in der Bundesrepublik Deutschland» strebt bis 2025 in allen Gewerbegebieten in allen Gebäuden eine Bandbreite von 1 Gigabit/s an.
Download-Geschwindigkeit von mindestens <ul style="list-style-type: none"> • 75 Mbit/s für Betriebe mit 1 - 4 Mitarbeitenden • 100 Mbit/s für Betriebe mit 5 - 19 Mitarbeitenden • 200 Mbit/s für Betriebe mit 20 - 49 Mitarbeitenden • 400 Mbit/s für Betriebe mit 50 - 99 Mitarbeitenden • 1'000 Mbit/s für Betriebe mit mehr als 100 Mitarbeitenden 	V7	V7.t	V7.i	Abstufung des Breitbandbedarfs nach Betriebsgrösse, da Anzahl der Mitarbeitenden gemäss obigen Analysen wichtiger Bestimmungsfaktor des Breitbandbedarfs

(a) Abgrenzung der Schwerpunktbranchen gemäss NOGA-Branchentypologie vgl. Kapitel 4.2

(b) Swisscom (2019): Geschäftsbericht 2018, S. 24

Quelle: Hanser Consulting / FHNW

4 Angebot an Breitbandinfrastruktur in den NRP-Zielgebieten

Das Kapitel 4.3 liefert eine detaillierte Bestandsaufnahme zur Breitbandanbindung der Betriebe in den einzelnen NRP-Regionen. Als Grundlage hierfür gibt das Kapitel 4.1 eine Übersicht über die verschiedenen Breitbandtechnologien. Das Kapitel 4.2 zeigt die regionale Grössen- und Branchenstruktur der Betriebe in der Schweiz.

4.1 Technische Ausgangslage

Kapitel 4.1 für eilige Leserinnen und Leser:

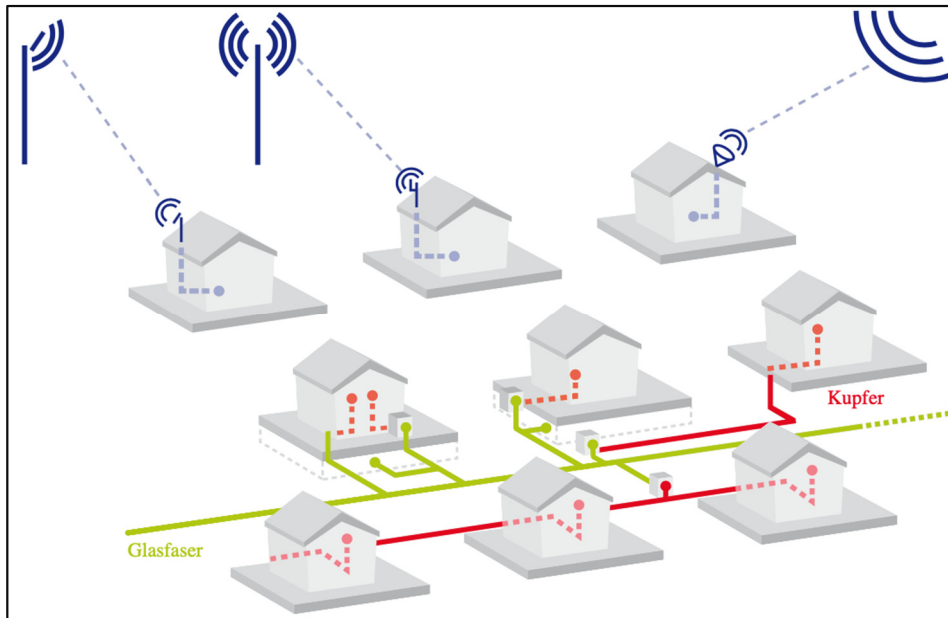
Das Kapitel 4.1 bietet eine Übersicht über die bedeutendsten Übertragungstechnologien und deren Leistungsfähigkeit. Zu unterscheiden ist dabei zwischen leitungsbasierten und funkbasierten Technologien. Im vorliegenden Bericht stehen die leitungsgebundenen Technologien im Zentrum des Interesses:

- FTTH: Fibre to the Home bezeichnet die durchgängige Verlegung von Glasfaser bis in die Wohnung (bzw. ins Büro). FTTH bietet symmetrische Datenraten und Geschwindigkeiten von bis zu 1Gbit/s im Download als auch im Upload. Damit bietet FTTH den höchsten technischen Ausbaustandard.
- FTTB, FTTS, FTTC: Diese Ausbauformen basieren auf einem Glasfasernetz, jedoch wird die sogenannte «letzte Meile» meist auf «bestehenden» Kupferleitungen überbrückt. Somit sind bei FTTB (Fibre to the Building) noch symmetrische Datenraten von 1Gbit/s möglich, abhängig vom Innenausbaustandard des Gebäudes. Bei FTTS (Fibre to the Street) und bei FTTC (Fibre to the Curb) sinken diese Raten deutlich ab und variieren stark, abhängig von der Distanz des Innenanschlusses bis zum nächsten Glasfaserpunkt. Mit Vectoring können jedoch trotzdem noch Datenraten von bis zu 250 Mbit/s erreicht werden. Es gilt anzumerken, dass FTTB im Innenausbau hohe Kosten verursachen kann. Damit ist ein FTTO (Fibre to the office) als Pendant zu FTTH für KMU's in den wenigsten Fällen wirtschaftlich vertretbar. Dies hängt an den Ausbau- aber auch Administrationskosten eines allfälligen hausinternen Netzes.

Ausserdem finden sich im Kapitel 4.1 Hinweise zu funkbasierten Datenübertragungstechnologien wie 4G, 5G, Satellit und Richtfunk. Speziell Richtfunk und 5G bieten – in Abhängigkeit vom konkreten Standort – eine interessante Alternative zum rein leitungsgebundenen Breitbandnetz. Erforderlich sind ein Ausbau des Antennennetzes und ein Anschluss jeder Antenne an das Glasfasernetz. Richtfunk ermöglicht je nach Distanz mehrere Gbit/s an Datendurchlauf; 5G bis zu 10 Gbit/s; wobei die tatsächlichen Durchsatzraten im flächendeckenden Einsatz noch nicht bekannt sind.

In Abbildung 15 sind alle momentan verfügbaren Breitbandtechnologien dargestellt. Im Groben wird zwischen leitungsgebundenen und funkbasierten Technologien unterschieden. Diese sind in Abbildung 15 farblich unterschiedlich dargestellt: Blau steht für Funktechnologien und grün / rot für leitungsgebundene Übertragungstechnologien.

Abb. 15 Breitbandtechnologien im Überblick



Quelle: Ministerium für Wirtschaft, Innovation, Digitalisierung und Energie des Landes Nordrhein-Westfalen (2016)

Die in Abbildung 15 dargestellten Übertragungstechnologien lassen sich zusätzlich nach technologischen Standards unterteilen (vgl. Tabelle 7).

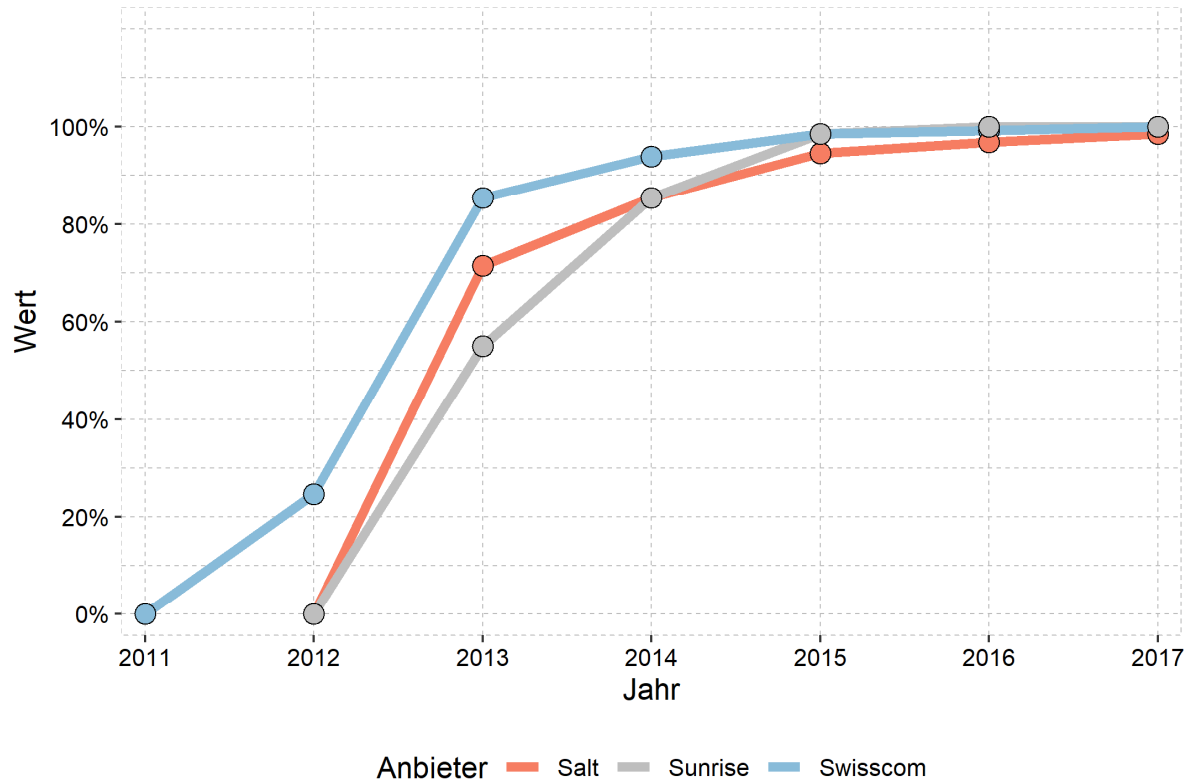
Tab. 7 Zuordnung von Übertragungstechnologien im Breitbandbereich

Technologietyp	Leitungsbasiert	Funkbasiert
	FTTH	5G
	FTTB	4G (LTE / WiMax)
	FTTC / FTTN	3G (UMTS)
	Kabel	2G (GSM)
	VECTORING	Satellit
	XDSL	Richtfunk

Quelle: Ministerium für Wirtschaft, Innovation, Digitalisierung und Energie des Landes Nordrhein-Westfalen (2016)

Die funkbasierten Übertragungstechnologien 3G (UMTS) und 2G (GSM) sind in der obigen Tabelle nur aus Gründen der Vollständigkeit aufgeführt. Aufgrund der bereits vorhandenen hohen 4G (LTE / WiMax) Mobilfunkabdeckung von über 98% Ende 2017 (s. Abbildung 16), bezogen auf die Netze von Swisscom, Sunrise und Salt, werden nachfolgend nur die bestehende 4G (LTE / WiMax)-Technologie und der zukünftige Mobilfunkstandard 5G genauer dargestellt.

Abb. 16 4G (LTE / WiMax) Abdeckung der Schweiz, Stand 2017

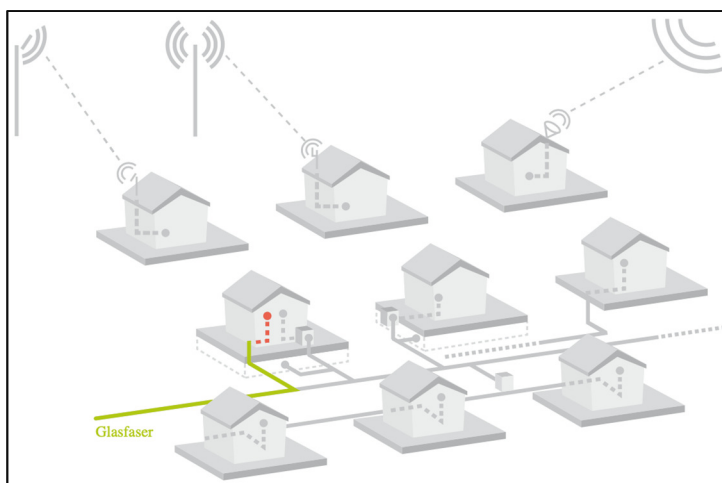


Quelle: Eidgenössische Kommunikationskommission ComCom (2019) / Eigene Darstellung Hanser Consulting / FHNW

Nachfolgend werden die Technologien anhand der Übersicht in Abbildung 15 einzeln vorgestellt.

4.1.1 FTTH – Fibre To The Home

Abb. 17 FTTH – Fibre To The Home



Quelle: Ministerium für Wirtschaft, Innovation, Digitalisierung und Energie des Landes Nordrhein-Westfalen (2016)

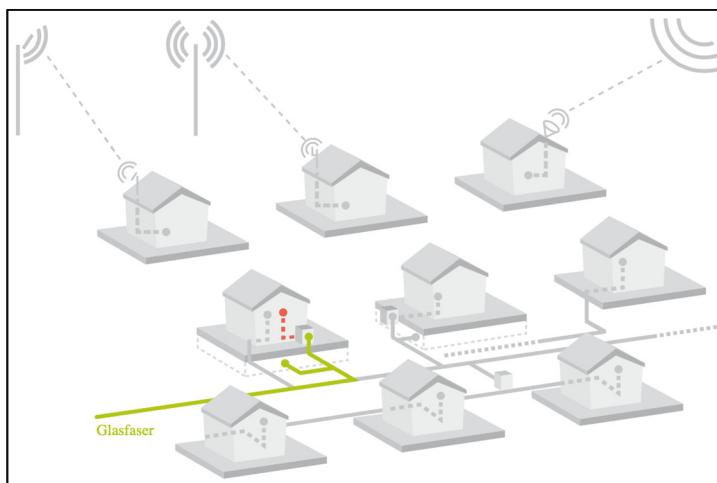
Bei einer FTTH Breitbandverbindung führt das Glasfasernetz bis in die Wohnung bzw. bis in den Betrieb (vgl. Abb. 17). Aufgrund der Unternehmensstruktur der Schweiz ist bei einer Vielzahl der Klein- resp. Einmann-Unternehmen die Wohnung als Betriebsstätte anzusehen. Die FTTH-Leitung endet am sogenannten Optical Network Termination (ONT) und wird von dort über Kupfer oder WLAN weiter im Haus oder in der Wohnung verteilt. Mit FTTH sind heute Datenraten von 1 Gbit/s üblich³¹.

Als technische Besonderheit gilt bei Glasfaser-Anschlüssen der oft in Angebotsdarstellungen zu findende Begriff der „symmetrischen“ Datenrate. Dieser Zusatz bedeutet, dass Upload- und Downloadgeschwindigkeiten nicht künstlich begrenzt werden, sondern die gleiche Datenübertragungsrate, z.B. 1Gbit/s Upload und 1Gbit/s Download, aufweisen. Eine asymmetrische Datenübertragungsrate begrenzt Download und Upload meist in einem Verhältnis von 8:1, da man generell von mehr Datenanfragen als von Datenbereitstellungen ausgeht. Seit der Einführung von Glasfaser-Angeboten ist jedoch eine stetige Ausweitung von symmetrischen Angeboten zu beobachten, sowohl auf der Privatkunden- als auch der Geschäftskundenseite. Zum Zeitpunkt der Erstellung dieses Berichtes gilt es festzuhalten, dass die führenden Schweizer Internetanbieter wie Swisscom, Sunrise und andere bereits für Privatkunden symmetrische Datenraten im Glasfaser-Bereich anbieten. Nur Angebote, welche sich auf Kupfer- und Koaxialleitungen beziehen, zeigen weiterhin eine asymmetrische Datenraten-Angebotsstruktur auf.

FTTH zeichnet sich vor allem durch die erzielbaren Bandbreiten, die Sicherheit der Übertragung und durch die Einsatzmöglichkeit in elektrifizierten Umgebungen durch die Lichtsignaltechnologie aus. Somit entfallen Potentialausgleiche, Abschirmung und Überspannungsschutz. Als nachteilig sind vor allem die Ausbaurkosten bis zum Gebäude und im Gebäudeinneren zu nennen oder die mechanische Anfälligkeit der Glasfaserleitung (so gelten beispielsweise 90 Grad Winkel in der Verlegung der Leitung als nicht realisierbar).

4.1.2 FTTB – Fibre To The Building

Abb. 18 FTTB – Fibre To The Building



Quelle: Ministerium für Wirtschaft, Innovation, Digitalisierung und Energie des Landes Nordrhein-Westfalen (2016)

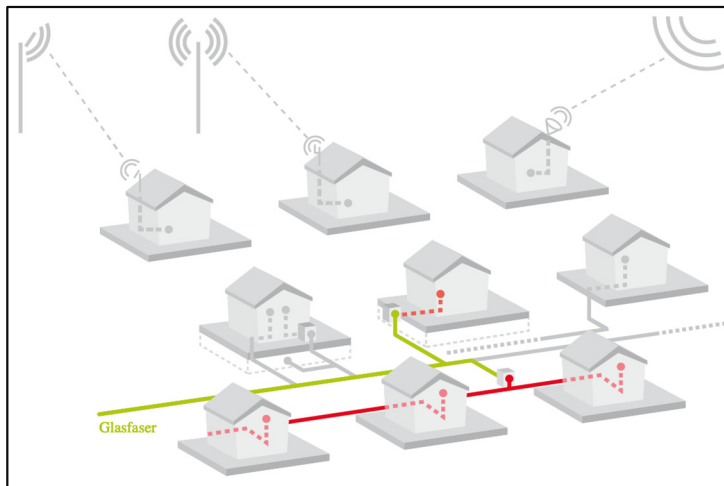
Ähnlich wie bei FTTH wird bei FTTB die Glasfaserleitung bis zum Gebäude, aber nicht ins Innere des Gebäudes verlegt. Somit ist technisch ein Bandbreitenanschluss bis 1 Gbit/s möglich. Allerdings müsste in diesem Fall besonders der Leitungsinnausbau betrachtet werden. Im Allgemeinen nimmt man bei FTTB-Anschlüssen Datenraten von 200 Mbit/s an.³² Die Vor- und Nachteile von FTTB ähneln stark denen von FTTH. Als besonderer Nachteil ist der notwendige Innenausbau zur Nutzung der FTTB-Anbindung zu nennen.

³¹ Technisch wären noch höhere Datenraten möglich.

³² Sekundärquellen mit verlässlichen Schätzungen konnten diesbezüglich nicht identifiziert werden.

4.1.3 FTTC / FTTN – Fiber To The Curb / Fiber To The Node

Abb. 19 FTTC / FTTN – Fiber To The Curb / Fiber To The Node

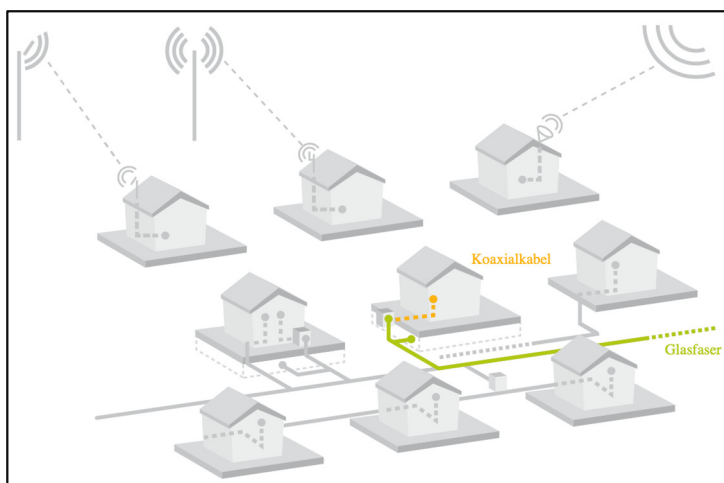


Quelle: Ministerium für Wirtschaft, Innovation, Digitalisierung und Energie des Landes Nordrhein-Westfalen (2016)

Die Verlegung von Glasfaser bis zum Randstein oder dem nächsten Verteilkasten (FTTC / FTTN) stellt eine der günstigsten Ausbaustufen dar dank der Nutzung bestehender Kupferleitungen vom Verteilkasten ins Haus. Hierbei ist zu beachten, dass die Beschränkung der Übertragungsgeschwindigkeit wieder von der Kupferleitung ausgeht, welche ohne Vectoring Bandbreiten über 50 Mbit/s schwierig macht. Im Vergleich zu FTTH und FTTB ist diese Anschlussvariante vergleichsweise günstig, jedoch ebenso bandbreitenlimitierend.

4.1.4 Kabel

Abb. 20 Kabel



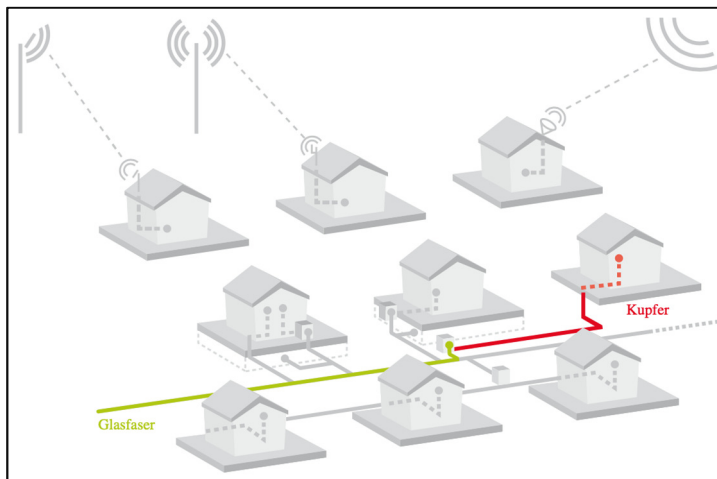
Quelle: Ministerium für Wirtschaft, Innovation, Digitalisierung und Energie des Landes Nordrhein-Westfalen (2016)

Die Breitbandanbindung über Kabel, d.h. Koaxialkabel (TV-Kabel), weist im Schnitt Datenraten von bis zum 400 Mbit/s im Downstream und 20 Mbit/s im Upstream auf. Koaxialkabel bieten eine wesentlich geringere Signaldämpfung als herkömmliche Kupferkabel, was deutlich längere Übertragungswege ermöglicht. Im Neubau werden Koaxialnetze meist durch einen reinen Glasfaserkabelverbund ersetzt, d.h. es erfolgt die Angleichung an FTTH Standards. In der Nachrüstung werden Glasfaserkabel bis zu Verstärkerpunkten der Betreiber verlegt.

Damit findet nur der finale Anschluss über Koaxialkabel statt. Die Vorteile des Koaxialausbaus, speziell mit einem Glasfaserbackbone, sind die vergleichsweise geringen Ausbaurkosten durch die Nutzung vorhandener Kabelnetze, die hohen Datenraten bis 1Gbit/s je nach Ausbaustandard und die geringe Störanfälligkeit. Nachteilig sind vor allem die niedrigen Upstream-Datenraten, welche über Koaxialkabel erzielt werden können und die fehlende flächendeckende Erschließung von Regionen und Hausanschlüssen über Koaxialverbindungen. Ein weiterer Ausbau auf Koaxialstandards kann in etwa mit den Kosten des FTTB-Ausbaus gleichgesetzt werden, was deutlich gegen die Wirtschaftlichkeit dieses Standards spricht.

4.1.5 Vectoring

Abb. 21 Vectoring

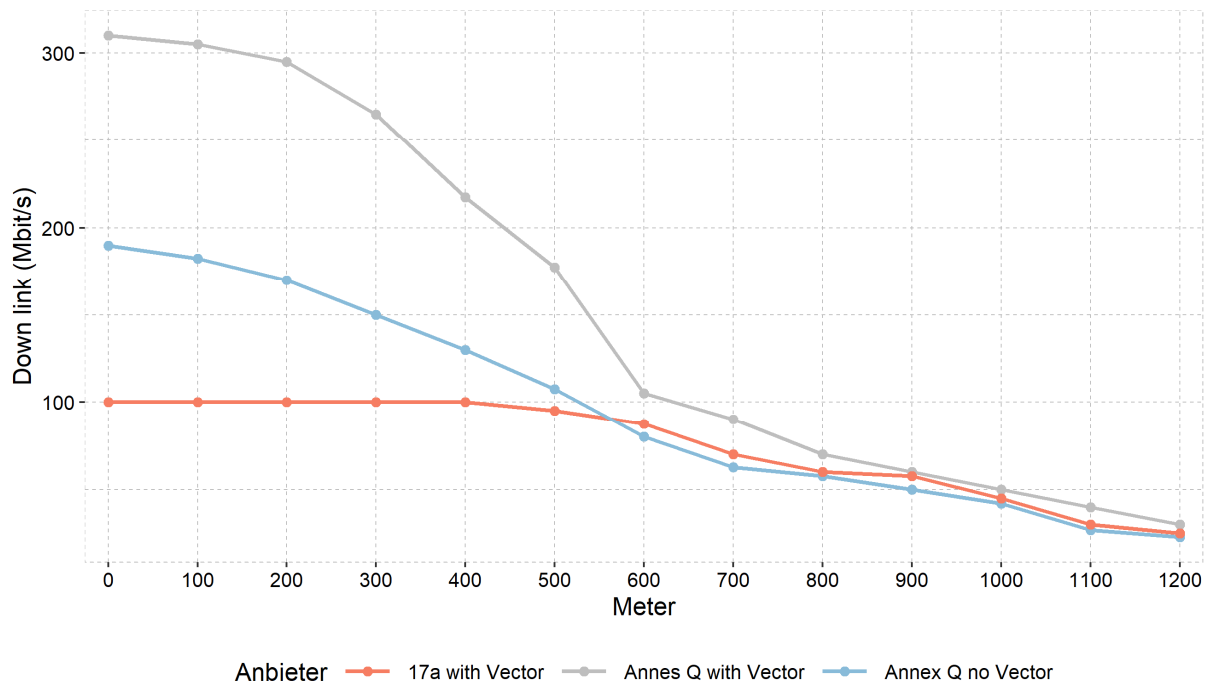


Quelle: Ministerium für Wirtschaft, Innovation, Digitalisierung und Energie des Landes Nordrhein-Westfalen (2016)

Vectoring erlaubt den FTTC-Standard durch eine spezielle Störsignalunterdrückung in der Durchgangsdatenrate zu erhöhen. Wichtig zu beachten ist hierbei, dass Vectoring nur von einem Betreiber pro Kabelverzweiger betrieben werden kann. Somit basiert Vectoring auf einer exklusiven Kontrolle der Kabelverzweigung. Vectoring bietet Geschwindigkeiten bis 100Mbit/s. Der VDSL2-Standard, auch als Super-Vectoring bezeichnet, soll Datenübertragungsraten bis 250 Mbit/s erlauben, allerdings wird dies in der Realisierbarkeit zuweilen in Frage gestellt.

Die Distanz-Limitation von Vectoring zeigt die Abbildung 22. Somit sind beim Vectoring nicht nur die Exklusivität der Kontrolle notwendig, sondern auch die Leistung in Abhängigkeit von der zur überbrückenden Distanz vom Kabelverzweiger hin zum Hausanschluss.

Abb. 22 Bandbreiten von VDSL in Abhängigkeit von Distanzen zum Kabelverzweiger

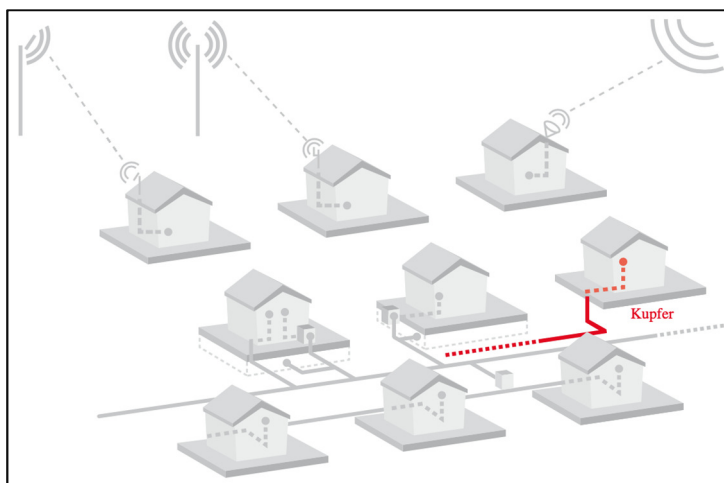


Quelle: WIK (2016) / Eigene Darstellung Hanser Consulting / FHNW

Wichtig zum Verständnis ist die Farbgebung in Abbildung 22: Die orange Linie bezieht sich auf VDSL, die blaue auf VDSL2 ohne Vectoring und die graue auf VDSL2 mit Vectoring. Es gilt festzustellen, dass sich die Bandbreiten der Profile ab einer Anschlussweite von ca. 600m angleichen und somit der technologische Fortschritt von VDSL2, aufgrund von Störanfälligkeiten, nicht mehr zum Tragen kommt.

4.1.6 xDSL

Abb. 23 xDSL



Quelle: Ministerium für Wirtschaft, Innovation, Digitalisierung und Energie des Landes Nordrhein-Westfalen (2016)

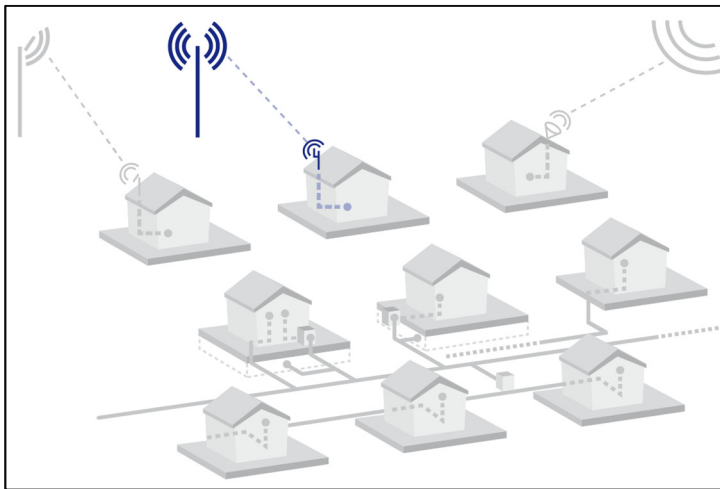
xDSL stellt eine der schwächsten Breitbandverbindungen am Markt dar. xDSL kann weiter in SDLS, ADSL und VDSL gegliedert werden. VDSL und VDSL2 bedeuten DSL unter Zuhilfenahme von Vectoring. SDLS findet keine Anwendung mehr. ADSL ist die momentan langsamste noch verwendete Technologie, welche ca. 8-10

Mbit/s im Download erlaubt und im Upload etwa im Verhältnis 1:10 begrenzt ist. Wie beim Vectoring ist anzumerken, dass die Länge der Kupferleitung massgebend für die erreichbare Bandbreite ist. Lange Zulaufleitungen korrelieren mit einem Abfall der Bandbreite. Alle xDSL Verbindungen basieren auf einem Kupferkabel, das vom Hauptverteiler oder von zwischengeschalteten Kabelverteilern ausgeht. Als vorteilhaft erweist sich beim xDSL-Ausbau die Nutzung von bestehenden Telefonleitungen ohne grosse Investitionsaufwendungen. Als nachteilig sind geringe Datenraten, Verzerrungs- oder Resonanzeffekte und die Abnahme der Bandbreite aufgrund der Distanz und der Anzahl der Teilnehmer zu nennen. Im Neu- oder Zubau wird ADSL aus wirtschaftlichen und technologischen Gründen kaum mehr eingesetzt. Die Nutzung von betrieblichen Server-Infrastrukturen ist unter ADSL so gut wie ausgeschlossen, da die Upload-Raten kaum eine sinnvolle Nutzung zulassen würden.

4.1.7 5G

Die Schweiz war eines der ersten europäischen Länder, welches bereits die Vergabe von 5G-Lizenzen abgeschlossen und mit dem Ausbau der Infrastruktur begonnen hat. So haben Salt, Sunrise und Swisscom anfangs 2019 Lizenzen im Wert von 380 Millionen Franken vom Bund erworben.³³ Der 5G-Standard zeichnet sich vor allem durch eine im Vergleich zu 4G erhöhte Übertragungsgeschwindigkeit von bis zu 10 Gbit/s aus. Weiter sollen die Latenzzeiten gegenüber 4G um den Faktor 30 bis 50 verkürzt werden und somit eine Latenz von etwa 1 Millisekunde erreicht werden. Zusätzlich soll die Zahl der an eine Zelle anbindbaren Endgeräte um den Faktor 100 steigen, um somit eine Million vernetzte Gegenstände pro km² zu ermöglichen.³⁴ 5G wird somit als infrastrukturelle Grundlage für autonomes Fahren, flächendeckende IoT Applikationen und für viele weitere Applikationsfälle gesehen (vgl. Abb. 25).

Abb. 24 5G









Quelle: Ministerium für Wirtschaft, Innovation, Digitalisierung und Energie des Landes Nordrhein-Westfalen (2016)

³³ Bundesamt für Kommunikation BAKOM 2019

³⁴ Bundesamt für Kommunikation BAKOM 2019

Abb. 25 Entwicklung der Anwendungen von 4G zu 5G

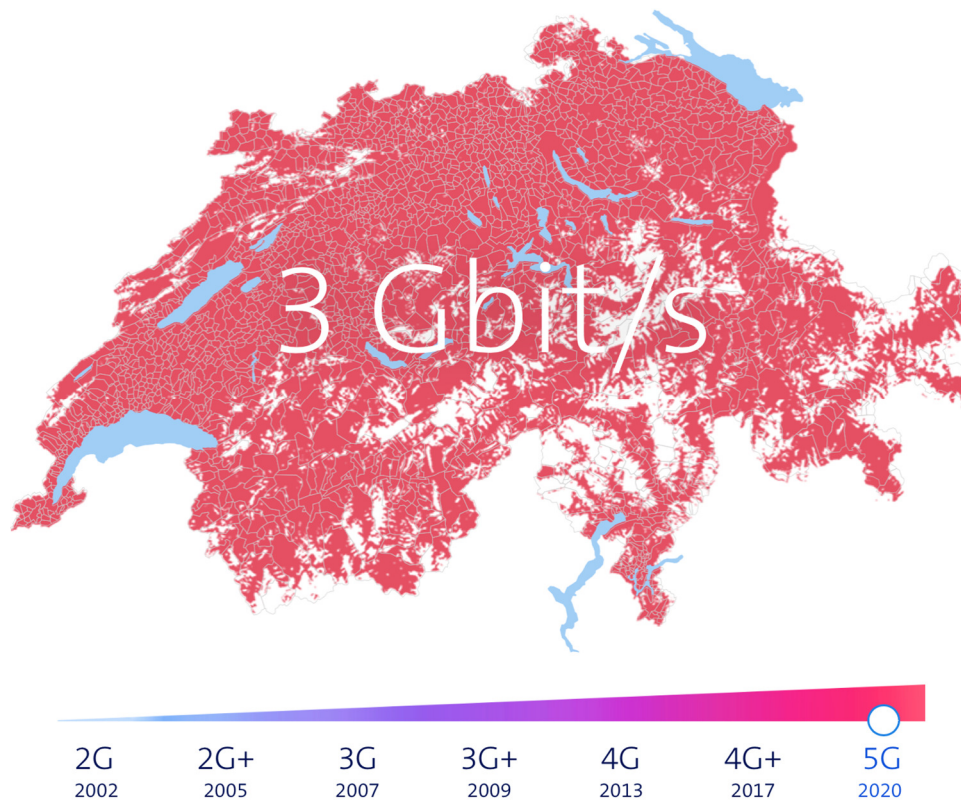
	Heute	Auf dem Weg zu 5G	mit 5G
 Breitband Mobilfunknetz	Internet, Audio und Video überall	Zusätzliche Tools	lebensechte Erfahrungen mit 4K, AR und VR
 Mobilität, Transport & Logistik	Informationen auf Anfrage	Echtzeit-Informationen, Vernetzung der Fahrzeuge	Autonome Steuerung
 Öffentliche Sicherheit	Datenkommunikation	Übermittlung von Gebäudeplänen, Fotos und Videos	Echtzeitanalyse von hochauflösenden Videos, Drohnen
 Produktion	Prozessautomatisierung	Fernüberwachung	Fernsteuerung und Robotersteuerung aus der Cloud
 Energie	Messgeräte und intelligentes Stromnetz	Ressourcenmanagement und Automatisierung	Maschinenintelligenz und Echtzeit-Kontrolle
 Gesundheit	Vernetzung der Ärzte und Patienten	E-Pflege: Überwachung sowie Medikamentenverabreichung	Fernoperationen

Quelle: Bundesamt für Kommunikation BAKOM (2019)

Im Frühjahr 2019 hatte Sunrise (2019) bereits einen Ausbauplan zur 5G-Abdeckung von 150 Orten / Städten bis Ende März 2019. Die Swisscom plante eine Abdeckung von 60 Orten bis Ende 2019³⁵. 2020 will die Swisscom eine nahezu flächendeckende Abdeckung durch den 5G-Standard (mit 3Gbit/s) erreichen (vgl. Abb. 26).

³⁵ Lieberherr, M., 2018

Abb. 26 5G Abdeckung: Ausbauplan Swisscom



Quelle: Swisscom (2019)

Als restriktives Ausbaukriterium werden vor allem politische Rahmenbedingungen genannt. Durch die bereits erfolgte Frequenzauktion ist die erste Hürde genommen, offen bleibt jedoch die Auslegung der Verordnung über den Schutz vor nichtionisierender Strahlung (NISV), welche von Seiten der Mobilfunkanbieter als sehr restriktiv angesehen wird. Politisch wurde diese Diskussion in der Kommission für Verkehr und Fernmeldewesen des Nationalrates bereits aufgegriffen. Ende 2018 wurde daher eine Arbeitsgruppe Mobilfunk und Strahlung seitens UVEK gebildet. Der Bericht wurde am 28.11.2019 publiziert. Bericht weist aus, dass die gesundheitlichen Effekte von 5G-Antennen resp. deren Strahlung noch unklar ist. In der Bevölkerung ist ein Widerstand bezüglich des Ausbaus des 5G-Funknetz spürbar. Der Bericht errechnet in fünf unterschiedlichen Optionen aber, dass eine Verschärfung der Anlagegrenzwerte zu Mehrkosten zwischen 7.7 und 13 Milliarden Franken führen würde. Die fünf Varianten sind die folgenden:

- Variante 1: Werden die heutigen Grenzwerte (aktuell 5 V/m) nicht erhöht, so müssten 26'000 zusätzliche Antennenstandorte gebaut und 5'000 Anlagen nachgerüstet werden. Unter dieser Variante ist eine 5G-Flächendeckung erst in 20-30 Jahren möglich.
- Variante 2: Keine Änderung der Grenzwerte aber strengere Anforderungen für Mikro-Zellen (Klein-Antennen, siehe Abbildung 60): Bei dieser Option wären rund 46'500 neue Anlagen nötig und die Versorgung innerhalb von Gebäuden wäre nicht gewährleistet.
- Variante 3: Eine Erhöhung des Grenzwertes auf 6 V/m. Es bräuchte dann 7'500 neue Antennen und 11'000 müssten nachgerüstet werden. Der Ausbau würde 10-20 Jahre dauern und die Kosten sich auf 3,2 Milliarden Franken belaufen.
- Variante 4 erhöht den Grenzwert auf 11.5 V/m. Es müssten dann nur 3'000 Anlagen nachgerüstet werden und die Kosten beliefen sich auf 0.9 Milliarden Franken (Dauer 0 – 10 Jahre).
- Variante 5 erhöht den Grenzwert auf 20 V/m. Der Ausbau würde unter diesem Szenario 0 – 10 Jahre dauern, jedoch kürzer als Variante 4.

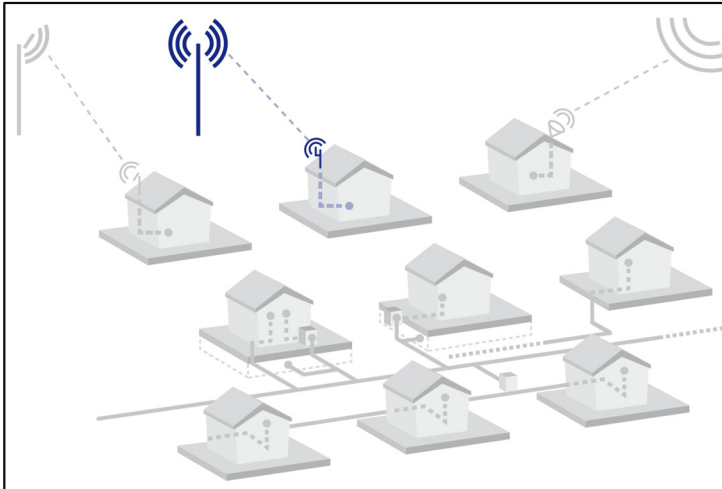
Für Vertreter der Telekommunikationsbranche (Sunrise, Swisscom und Salt) sind aber nur die zwei Varianten 4 und 5 denkbar: Nur das Belassen der aktuellen Grenzwerte oder gar eine mögliche Zulassung einer Erhöhung

der Grenzwerte würde einen landesweiten 5G Ausbau innert fünf bis zehn Jahre ermöglichen. Der Ständerat hat bislang jedoch Erhöhungen der Grenzwerte abgelehnt, die Wirtschaftsverbände fordern hingegen einen schnellen, landesweiten Ausbau Richtung 5G. Die 5G-Gegner reagieren aber mit einer Blockierung des Netzausbaus durch Einsprachen und es sind aktuell zwei Volksinitiativen lanciert, welche den Bau von Mobilfunkanlagen erschweren oder die Betreiber der Anlagen im Falle von Gesundheitsschäden in der Bevölkerung finanziell haftbar machen will. Die Expertengruppe ist der Meinung, dass die aktuellen Grenzwerte der Anlagen weniger schädlich sei, als über ein Mobil-Telefon (direkt am Ohr) zu kommunizieren. Die weitere Entwicklung der Rahmenbedingungen zur nichtionisierenden Strahlung sind daher zum jetzigen Zeitpunkt offen³⁶.

³⁶ Häberli, S., 2019

4.1.8 4G (LTE/WiMax)

Abb. 27 4G (LTE/WiMax)

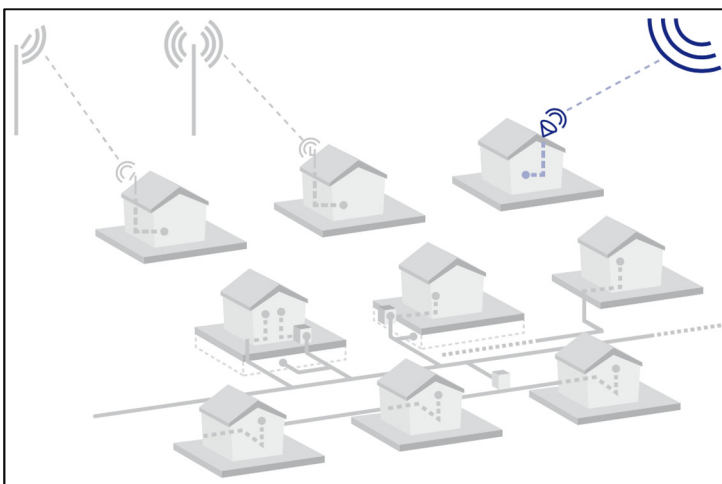


Quelle: Ministerium für Wirtschaft, Innovation, Digitalisierung und Energie des Landes Nordrhein-Westfalen (2016)

Breitband via 4G oder Long-Term-Evolution (LTE) wird als der Mobilfunkstandard der vierten Generation bezeichnet. Mit LTE sind grundsätzlich Datenraten von 100 Mbit/s bis 300 Mbit/s im Downstream und ca. 80 Mbit/s im Upstream möglich. Analog zum 5G-Standard wurden im 4G-Standard Frequenzen über Lizenzen vergeben. Die LTE-Abdeckung ist in der Schweiz bereits seit Ende 2017 auf einem sehr hohen Niveau und damit nur noch in geringen Massen ausbaufähig. Die Hauptvorteile von LTE sind der kostengünstige Ausbau durch die Erschließung grosser Gebiete durch eine Infrastrukturmassnahme, z.B. Ausbau bestehender UMTS-Basisstationen. Als Nachteil ist die „shared Medium“ Problematik anzuführen, d.h. die vorhandene Bandbreite wird auf die angebundenen Nutzer pro Funkzelle aufgeteilt.

4.1.9 Satellit

Abb. 28 Satellit



Quelle: Ministerium für Wirtschaft, Innovation, Digitalisierung und Energie des Landes Nordrhein-Westfalen (2016)

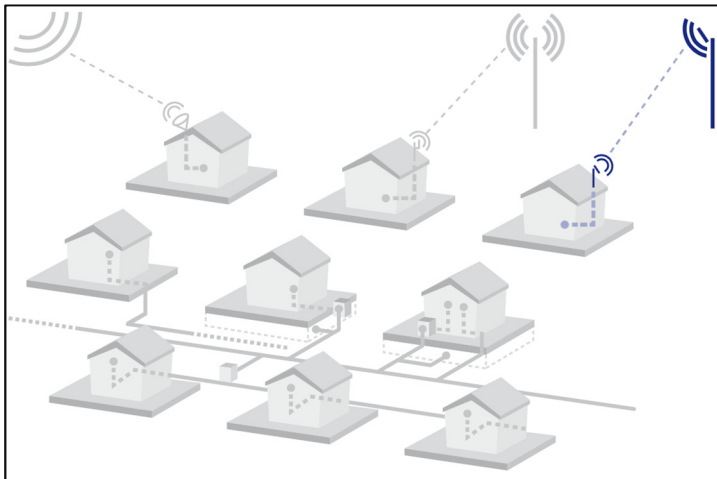
Der Breitbandzugang über Satelliten gewährt standortunabhängig einen Breitbandzugang über geostationäre Satelliten. Pro Kanal können im Schnitt 20 Mbit/s erreicht werden. Allerdings ist eine Bündelung von Kanälen

zur Erreichung höherer Bandbreiten möglich. Es gilt festzuhalten, dass Satellitenapplikationen in der Schweiz bisher einem sehr begrenzten Markt gegenüberstehen und vor allem im militärischen Bereich zum Einsatz kommen³⁷. Auf dem Weltmarkt kann jedoch ein Satellitenwettbewerb festgestellt werden, vorrangig getrieben durch Anbieter aus den USA. Die zwei Anbieter, welche zumindest durch die Ambition, ein erdumschliessendes low-orbit Satellitennetzwerk aufzubauen, auffallen, sind SpaceX und OneWeb (2019). Kumuliert wollen beide Konkurrenten um die 16'000 Satelliten bis 2025 in den Low-Orbit Bereich schiessen, um damit eine Datenrate bis zu 500 Mbit/s zu gewährleisten³⁸. Dabei ist festzuhalten, dass das Kosten-Nutzenverhältnis im Vergleich zu terrestrischen Lösungen noch nicht als bewiesen gilt und somit eine kurz- bis mittelfristige Realisierbarkeit aus wirtschaftlichen Gründen in Frage gestellt ist.

Zusammenfassend ist festzuhalten, dass der Breitbandzugang über Satelliten in der Schweiz noch eine Sonderform mit einem sehr begrenzten Applikationsspektrum darstellt. Als Vorteil dieser Technologie wäre im jetzigen Ausbaustandard die Überbrückung von terrestrischer Infrastruktur und der Zugang auch in entlegenste Gebiete zu erwähnen. Als Nachteil gilt insbesondere die hohe Latenzzeit von ca. 700 Millisekunden, welche durch die Überbrückung der Distanz Sender – Satellit – Empfänger zustande kommt. Ausserdem wird eine spezielle Satellitenantenne benötigt und durch den «shared Medium»-Charakter des Satelliten muss mit einer Bandbreitenverteilung auf mehrere Teilnehmer gerechnet werden. Ob die Low-Orbit Varianten diese Nachteile durch die hohe Abdeckung und die deutliche Verkürzung der Latenz überbrücken können, bleibt abzuwarten.

4.1.10 Richtfunk

Abb. 29 Richtfunk



Quelle: Ministerium für Wirtschaft, Innovation, Digitalisierung und Energie des Landes Nordrhein-Westfalen (2016)

Eine Sonderform der Breitbandbereitstellung ist Richtfunk. Richtfunk stellt den Breitband-Zugang über eine fokussierte Funkverbindung bereit. Im Gegensatz zum Mobilfunknetz, welches als Streuung verstanden werden muss, findet im Richtfunkbereich eine Strahlfokussierung statt, welche eine Datenrate von mehreren Gbit/s über eine zweistellige Kilometer-Distanz zulässt.

Richtfunk bietet insbesondere bei langen Anlaufstrecken einen Investitionskostenvorteil gegenüber leitungsbundenen Technologien. Des Weiteren bietet Richtfunk hohe symmetrische Datenraten und im Ausbau kaum Einschränkungen der öffentlichen Infrastruktur durch Tiefbauarbeiten. Nachteilig erweisen sich jedoch die unter Umständen langen Genehmigungszeiten für den Mastaufbau, den Antennenaufbau beim Empfänger und die Beantragung von Sendefrequenzen. Überdies muss ein Sichtverhältnis zwischen Sender und Empfänger bestehen, was gegebenenfalls den Einsatzbereich beeinträchtigen kann.

³⁷ Haupt, R., Villiger, B., Hammerich, K. 2018

³⁸ Sullivan, M., 2018

In der Schweiz sind zahlreiche Anbieter von Richtfunklösungen zu finden, welche Datenraten bis 1Gbit/s anbieten (vgl. Beispiele in Tabelle 8). Die Anbieter sind exemplarisch aus angegebener Quelle gewählt worden.

Tab. 8 Ausgewählte Richtfunkanbieter in der Schweiz

Anbieter	Webadresse
Antares Kommunikationstechnik AG, Hinwil	www.antanet.ch
GAO, Ossingen	www.gao.ch
Immensys AG, Brugg	www.immensys.ch
Mojolan SARL, Les Ponts-de-Martel	www.mojolan.ch
Smaro GmbH, Uffikon	www.smaro.ch
swiss-wlan GmbH, Appenzell	www.swiss-wlan.com
Tele Alpin AG	www.tep.ch

Quelle: www.hochbreitband.ch (2018)

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass die technologischen Begrenzungen in Bezug auf leistungsrelevante Aspekte der Breitbandabdeckung zunehmend verschwinden. Sowohl leitungsgebundene Technologien als auch funkgebundene Technologien erlauben symmetrische Datenraten im 1 Gbit/s-Bereich und darüber hinaus.

4.2 Regionale Grössen- und Branchen-Struktur der Betriebe

Kapitel 4.2 für eilige Leserinnen und Leser:

Der Abschnitt 4.2.1 informiert über die verwendeten Datengrundlagen.

- Swisscom-Daten zu maximal möglichen Up- und Download-Kapazitäten pro Gebäude (Wohn – und Betriebsgebäude): Der Swisscom-Datensatz wurde mit dem Betriebs- und Unternehmensregister (BUR) des BFS sowie dem Gebäude- und Wohnungsregister (GWR) des BFS abgeglichen, um die Betriebsgebäude (**Betriebsstätten**) zu isolieren. Alle Analysen sind nur für Betriebsstätten erstellt und klammern reine Wohngebäude aus.
- Das SECO hat **geografische** Stratifikatoren geliefert, welche, nebst üblichen wie Gemeinde, Bezirke und Kantone auch die **Zielgebiete der Neuen Regionalpolitik (NRP)** beinhalten. Von diesen 106 Regionen, welche in den meisten Analysen (nebst z.B. Kantone) benutzt wurden, sind 78 Regionen ganzheitlich im Wirkungsbereich der NRP (z.B. die Region Valais Romand (VS)), 14 Regionen mehrheitlich im Fokus der NRP (Anteil Gemeinden > 50%, z.B. die Region Bern-Mittelland), 11 Regionen mehrheitlich nicht im Fokus der NRP (Anteil Gemeinden mit NRP-Fokus < 50% z.B. die Region Solothurn und Umgebung) und 5 Regionen sind nicht im Wirkungsbereich der NRP (Ballungszentren wie Genf, Baselstadt (ganzer Kanton) oder Kanton Zürich (ohne Berggebiet)). Es wurden bewusst auch die Regionen analysiert, die nicht oder nur teilweise im Fokus der NRP liegen, um ein ganzheitliches Bild für die Schweiz zeichnen zu können.
- Im finalen Datensatz gibt es 794'000 Betriebsstätten mit Angaben zu maximal möglichen Down- und Upload-Kapazitäten, Branche und Wirtschaftssektor der Betriebe, Anzahl Mitarbeitende und geografische Angaben wie Kanton oder Zielgebiete der NRP.

Der Abschnitt 4.2.2 zeigt die Verteilung der Betriebe nach Wirtschaftssektor (primär, sekundär, tertiär) und nach Grössenklassen regional und für die gesamte Schweiz. Zusätzlich zur Branchenstruktur definieren wir in diesem Abschnitt «industrie-nahe» Branchen und «tourismus-nahe» Branchen. Die hierfür verwendeten NOGA-Codes finden sich in diesem Kapitel.

- Bezüglich Branchen und Wirtschaftssektor der Unternehmen ergibt sich: Schweizer Unternehmer sind Dienstleister: über 80% entfallen auf den tertiären Sektor, und nur gut 5% auf den primären Sektor (Landwirtschaft). Die Wirtschaftsstruktur unterscheidet sich nach NRP-Region oder nach Kanton sehr deutlich. Zusätzlich wird als regionaler Faktor auch die Gemeindetypologie der regionsuisse verwendet (5 Gemeindetypen wie grossstädtische Gemeinden, städtische Gemeinden, periurbane Gemeinden usw.). Auch für die Gemeindetypologie sind die Unterschiede in der Wirtschaftsstruktur sehr deutlich ausgeprägt. Der finale Datensatz weicht hinsichtlich Struktur der Wirtschaftszweige nicht signifikant von den offiziellen Zahlen des BFS ab.
- Grössenstruktur: Die Schweiz ist ein KMU – Land (1 – 250 Beschäftigte). Nur 0.3% der Betriebsstätten weisen mehr als 250 Beschäftigte auf. Auch bei der Grössenstruktur gibt es regionale Unterschiede, aber nicht so deutlich wie bei der Wirtschaftsstruktur. Grosse Betriebe finden sich primär in den Ballungszentren.

4.2.1 Überblick über die zur Verfügung stehenden Datenstämme

Im Projektverlauf wurden diverse Daten aus unterschiedlichen Quellen bezogen. Ziel der Analyse ist ein Bild über die Breitbandversorgung der Schweiz zu geben, jedoch beschränkt auf die Schweizer Betriebsgebäude – das heisst, es werden ausschliesslich Versorgungsdaten von Betrieben und nicht von privaten Haushalten ausgewertet. Insbesondere soll die Erschliessung mittels der Anschlussgeschwindigkeit bezüglich Download- und Upload-Speed nach den folgenden Faktoren ausgewertet werden:

- nach Grossregionen, Kantonen, Zielgebieten der Neuen Regionalpolitik (NRP) und Gemeinden
- nach Wirtschaftssektor des Betriebs (Branche)
- nach Grössenklasse des Betriebs (in Anzahl Mitarbeitenden)

- nach zur Verfügung stehender Anschluss-Technologie der Betriebsgebäude bzw. nach geplanter zur Verfügung stehender Anschluss-Technologie der Betriebsgebäude im Jahr 2021

Die folgenden Abschnitte geben einen Kurzüberblick über die genutzten Datenstämme.

Swisscom-Daten

Ursprünglich war die Nutzung der Daten des Breitband-Atlas des Bundesamtes für Kommunikation BAKOM geplant. Wegen zeitlichen Restriktionen und aus Gründen des Datenschutzes hat sich das Projektteam jedoch im Verlauf der Arbeiten und auf Grund der sehr guten Zusammenarbeit mit Swisscom entschieden, die von Swisscom gelieferten Daten zum Hochbreitband-Angebot in der Schweiz zu nutzen. Diese Beschränkung ist methodisch vertretbar, weil die Swisscom im Netzausbau in der Schweiz führend ist und die anderen Anbieter sehr häufig Konzessionen auf dem Swisscom-eigenen Netz erhalten und somit den gleichen Restriktionen unterliegen, wie die Swisscom selbst. Dies bestätigt der Swisscom-Datensatz: Der Datensatz enthält 2'072'322 Beobachtungen und liefert somit Angaben zu 98.3% der in der Schweiz gemäss Eidgenössischem Gebäude- und Wohnungsregister (GWR) gelisteten Gebäude. Wie erwähnt werden hier aber nur Daten für die Betriebsgebäude ausgewertet

Die Tabelle 9 zeigt die Variablen, die im Swisscom-Datensatz enthalten sind.

Tab. 9 Inhalt des von Swisscom gelieferten Datensatzes zum Breitband-Angebot

Variable	Ausprägungen und Beschreibung
Eidg.ID	Identifikationsnummer der Gebäude entsprechend dem schweizerischen Gebäude- und Wohnungsregister (GWR)
idbfs	Gemeinde ID des Bundesamtes für Statistik BFS
Num_WE	Anzahl der Wohneinheiten (WE) im betreffenden Gebäude
Num_GE	Anzahl der Geschäftseinheiten (GE) im betreffenden Gebäude
max_ds	Maximal zur Verfügung stehender Download-Speed
max_us	Maximal zur Verfügung stehender Upload-Speed
Fttx_Typ	Im entsprechenden Gebäude verfügbare Technologie mit Ausprägungen ADSL, FTTS, FTTC, FTTC+, FTTB, FTTH
Fttx_2021	Geplant verfügbare Technologie bis 2021 in entsprechendem Gebäude

Quelle: Darstellung Hanser Consulting / FHNW auf Basis der Datenlieferung Swisscom (2019)

Eidgenössisches Gebäude- und Wohnungsregister (GWR)

Die Daten des GWR werden einerseits zur Abschätzung des Erschliessungsgrades der Swisscom benötigt und andererseits, um die Koordinaten der Gebäude für räumliche Analysen und Darstellungen zur Verfügung zu haben. Der Datensatz enthält 2'107'970 Gebäude (vgl. Tab. 10).

Tab. 10 Inhalt des Gebäude- und Wohnungsregisters (GWR)

Variable	Ausprägungen und Beschreibung
Eidg.ID	Identifikationsnummer der Gebäude entsprechend dem schweizerischen Gebäude- und Wohnungsregister (GWR)
idbfs	Gemeinde ID des Bundesamtes für Statistik BFS
canton	Kanton (26 Kantone)
Adresse	Adresse bestehend aus Strasse, Strassennummer, Postleitzahl und Gemeindename
long	Geografische Länge des Gebäudes
lat	Geografische Breite des Gebäudes

Quelle: Eigene Darstellung Hanser Consulting / FHNW auf Basis des GWR (Bundesamt für Statistik, 2019)

Das Betriebs- und Unternehmensregister (BUR) des BFS

Durch Lieferung der Daten des Betriebs- und Unternehmensregisters (BUR) besteht die Möglichkeit, aus den eingangs erwähnten Datenquellen die Betriebsgebäude zu identifizieren. Zusätzlich beinhalten die BUR-Daten Informationen zu den Wirtschaftsbranchen (NOGA-Branchen) und der Grössenklasse der Betriebe (Anzahl Mitarbeitende).

Tab. 11 Inhalt des Unternehmensregisters (BUR)

Variable	Ausprägungen und Beschreibung
Eidg.ID	Identifikationsnummer der Gebäude entsprechend dem schweizerischen Gebäude- und Wohnungsregister (GWR)
idbfs	Gemeinde ID des Bundesamtes für Statistik BFS
canton	Kanton (26 Kantone)
adress	Adresse bestehend aus Strasse, Strassennummer, Postleitzahl und Gemeindename
NOGA08	NOGA-Codierung A-U gemäss Branchenkatalog des Bundesamtes für Statistik
groessenkl_MA	Betriebsgrösse gemessen in Anzahl der Mitarbeitenden in 13 Klassen.

Quelle: Eigene Darstellung Hanser Consulting / FHNW auf Basis des BUR (Bundesamt für Statistik, 2019)

Das Betriebs- und Unternehmensregister enthält in der aktuell gelieferten Form 907'163 Einträge, wobei nur Einträge mit sämtlichen Informationen zu Branche und Grössenklasse des Betriebes genutzt werden.

Gemäss Vereinbarung mit dem SECO werden die Betriebe für die regionale Analyse gemäss Tabelle 12 zu zwölf Branchengruppen zusammengefasst.

Tab. 12 Branchen-Einteilung in der vorliegenden Analyse

NOGA	Branchen-Definition	Branchen-Bezeichnung für die Analyse
A	Land- und Forstwirtschaft, Fischerei	Land- und Forstwirtschaft, Fischerei,
B	Bergbau und Gewinnung von Steinen und Erden	Bergbau
C	Verarbeitendes Gewerbe / Herstellung von Waren	Verarbeitendes Gewerbe
D	Energieversorgung	Energie- und Wasserversorgung
E	Wasserversorgung, Abwasser- und Abfallentsorgung, Beseitigung von Umweltverschmutzung	
F	Baugewerbe / Bau	Baugewerbe, Bau
G	Handel, Instandhaltung und Reparatur von Motorfahrzeugen	Handel, Erbringung von sonstigen Dienstleistungen
H	Verkehr und Lagerei	Verkehr und Lagerei
I	Gastgewerbe / Beherbergung und Gastronomie	Gastgewerbe / Beherbergung und Gastronomie
J	Information und Kommunikation	Information und Kommunikation
K	Erbringung von Finanz- Versicherungsdienstleistungen	Handel, Erbringung von sonstigen Dienstleistungen
L	Grundstücke und Wohnungswesen	
M	Erbringung von freiberuflichen, wissenschaftlichen und technischen Dienstleistungen	
N	Erbringung von sonstigen wirtschaftlichen Dienstleistungen	
O	Öffentliche Verwaltung, Verteidigung, Sozialversicherung	Öffentliche Verwaltung, Verteidigung, Sozialversicherung
P	Erziehung und Unterricht	Erziehung und Unterricht
Q	Gesundheits- und Sozialwesen	Gesundheits- und Sozialwesen
R	Kunst, Unterhaltung und Erholung	Handel, Erbringung von sonstigen Dienstleistungen
S	Erbringung von sonstigen Dienstleistungen	
T	Private Haushalte mit Hauspersonal	
U	Exterritoriale Organisationen u. Körperschaften	

Quelle: Eigene Darstellung Hanser Consulting / FHNW

Zusätzlich zur Branchenstruktur liefert das BUR auch Angaben zur Mitarbeitendenzahl der Betriebe³⁹. Im vorliegenden Bericht werden die folgenden vier Grössenklassen unterschieden⁴⁰:

- Mikro-Unternehmen: 1 – 9 Mitarbeitende
- Klein-Unternehmen: 10 - 49 Mitarbeitende
- Mittelgrosse Unternehmen: 50 – 249 Mitarbeitende
- Grossunternehmen: >250 Mitarbeitende

Geografische Daten und NRP-Zielgebiete

Zur Visualisierung der Daten und für Karten werden Datensätze von SWISSTOPO zur Erstellung des Schweizer Gebirgsreliefs zusammen mit Raumgliederungs-Daten auf Stufe Gemeinde und Kanton herangezogen.

Zusätzlich wurde durch das SECO eine Liste der 106 (NRP-) Regionen⁴¹ mit zugehörigen Gemeinden geliefert. Um einen detaillierten Überblick über die Branchen- und Grössenstruktur der Betriebe zu erhalten, werden diese

³⁹ Die Begriffe Betriebe und Unternehmen werden hier synonym verwendet

⁴⁰ Es gilt anzumerken, dass diese Kategorisierung auch seitens BFS Verwendung findet.

⁴¹ In den erwähnten 106 Regionen sind auch solche enthalten, die nicht eigentliche NRP-Regionen sind, so zum Beispiel der Grossteil des Kantons Zürich, welcher in der Analyse als 'Kanton Zürich (übrige Gemeinden, ZH)' bezeichnet wird. Diese Regionen werden in der Analyse aber beibehalten, um die Vergleichbarkeit mit der gesamten Schweiz zu ermöglichen.

für die gesamte Schweiz (CH – NUTS 1: eine Einheit)⁴², nach Kanton (NUTS 3 – 26 Einheiten) und nach NRP-Zielgebieten (106 Einheiten) analysiert. Für ausgewählte Analysen werden auch die Verteilungen nach Gemeinde analysiert respektive geografisch aufgezeigt.

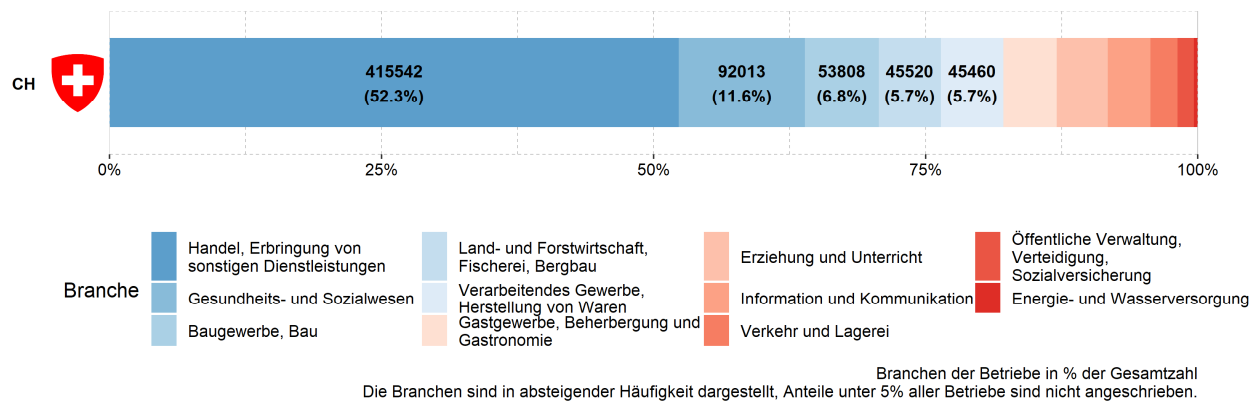
4.2.2 Analyse der regionalen Grössen- und Branchen-Strukturen

Das Kapitel 4.2.2 verfolgt das Ziel, die Verteilung der Betriebe nach Grösse und Branche aufzuzeigen. Insbesondere durch die in diesem Bericht verwendete Branchentypologie und Grössenklassen der Unternehmungen können leichte Verzerrungen zu publizierten Zahlen des Bundesamtes für Statistik auftreten. Der aggregierte Datensatz betrachtet ausserdem nur Beobachtungen, in welchen den Betrieben alle Variablen wie Betriebsgebäude, Adresse, Koordinaten, Anzahl Mitarbeitende und Branche, Anschluss-Technologie, Download- und Upload-Speed zugewiesen werden konnten. Somit verbleiben im Datensatz nach zusätzlichem Entfernen von einigen Duplikaten 794'294 Betriebe, welche sich auf insgesamt 366'825 Betriebsgebäude in der Schweiz verteilen.

Situation Schweiz

Die Abbildung 30 zeigt die Verteilung der 794'000 zu analysierenden Betriebe über die Schweiz. Mit Abstand am grössten ist der tertiäre Sektor, gefolgt vom sekundären Sektor bestehend aus den Branchen verarbeitendes Gewerbe zur Herstellung von Waren, Baugewerbe und Bau, sowie Energie- und Wasserversorgung. 5.7% der Betriebe gehören dem primären Sektor an (Land- und Forstwirtschaft, Fischerei und Bergbau). Für die NRP-Zielgebiete wichtige Wirtschaftszweige wie Tourismus und Gastronomie betreffen je weniger als 5% der Betriebe. Wichtig ist jedoch zu erwähnen, dass sich die Rangfolge der Wirtschaftszweige nach relativer Anzahl der Betriebe deutlich nach geografischer Region unterscheidet. Zum Beispiel befindet sich in der NRP – Region «Maloja (GR)» ein 40%-Anteil an tourismusnahen Betriebsstätten, während es schweizweit nur 21% sind.

Abb. 30 Verteilung der Wirtschaftszweige in Prozent der analysierten Betriebe über die gesamte Schweiz

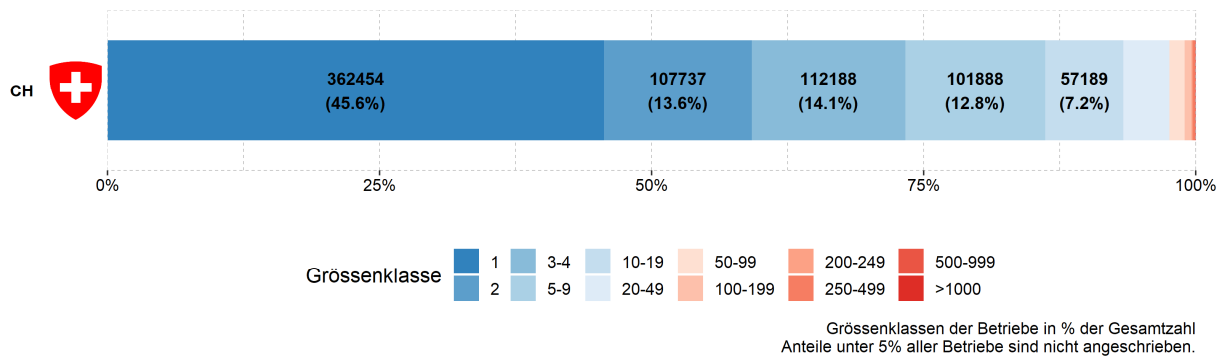


Quelle: Darstellung Hanser Consulting / FHNW

Dass die Schweiz ein «KMU-Land» ist, wird aus untenstehender Abbildung 31 ersichtlich: So sind 86.1% der Betriebe in der Grössenklasse der Mikro-Unternehmen (1 - 9 Mitarbeitende), 11.4% der Betriebe in der Klasse der Klein-Unternehmen (10 - 49 Mitarbeitende), 2.2% in der Klasse der mittelgrossen Unternehmen (50 - 249 Mitarbeitende) und 0.28% Grossunternehmen. Die vom BFS für das Jahr 2016 publizierten Zahlen weichen von diesen aktuellen Zahlen nicht stark ab (89.8%, 8.5%, 1.5% und 0.27%). Die Median-Grössenklasse stellen Betriebe mit 2 Mitarbeitern dar (50%-Schwelle in Abbildung 31).

⁴² NUTS bedeutet «Unités territoriales statistiques» und stellt somit die Systematik der Gebietseinheiten eines Landes zur Erstellung von Statistiken dar.

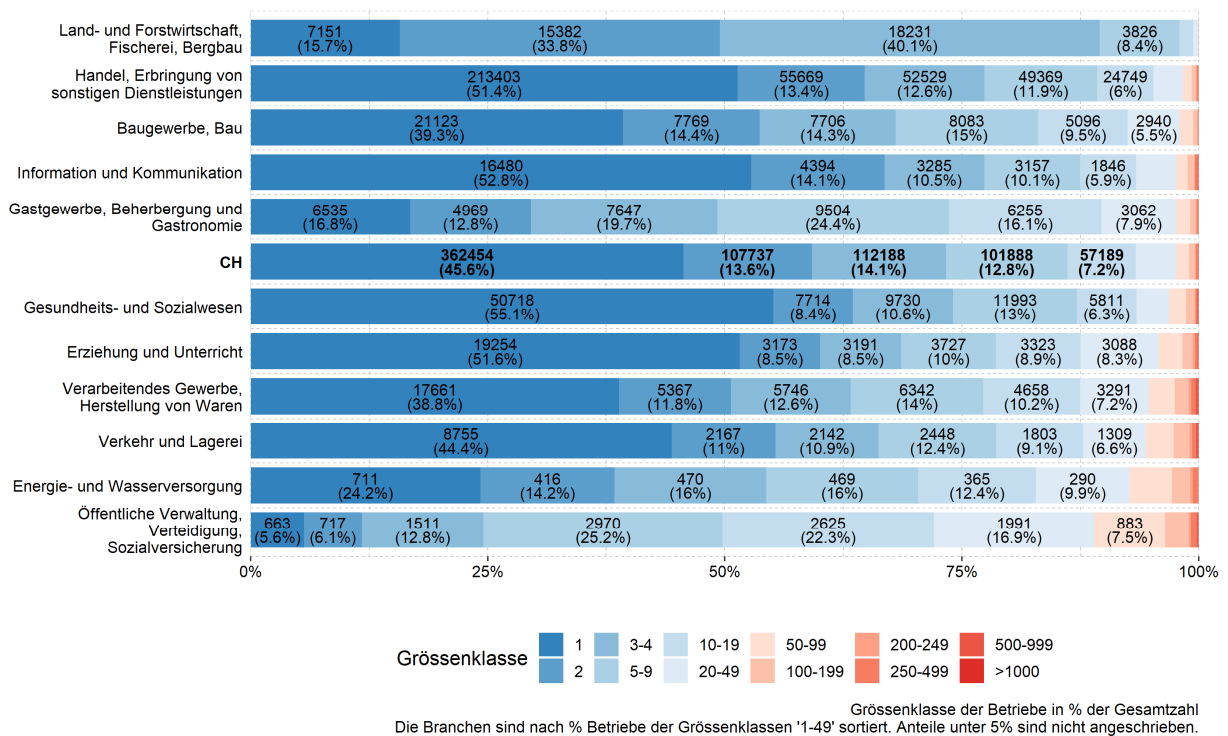
Abb. 31 Verteilung der Grössenklassen in Prozent der analysierten Betriebe über die gesamte Schweiz



Quelle: Darstellung Hanser Consulting / FHNW

Die Grössenverteilung der Betriebe ist keineswegs unabhängig von den Branchen, wie in Abbildung 32 ersichtlich wird: In Branchen oberhalb des Balkens für die Schweiz («CH») bestehen mehr Mikro- und Klein-Unternehmen als im Schweizer Durchschnitt und für Branchen unterhalb weniger Mikro- und Klein-Unternehmen, jedoch vermehrt Mittel- und Gross-Unternehmen. Prozentual am häufigsten sind Grossunternehmen im Wirtschaftssektor der öffentlichen Verwaltung zu finden, gefolgt von der oft ebenfalls staatlich organisierten Energie- und Wasserversorgung. Mikro-Unternehmen sind prozentual am häufigsten in der Landwirtschaft, im Handel, sowie im Baugewerbe.

Abb. 32 Verteilung der Grössenklassen der Betriebe nach Anzahl Betriebe pro Branche über die gesamte Schweiz

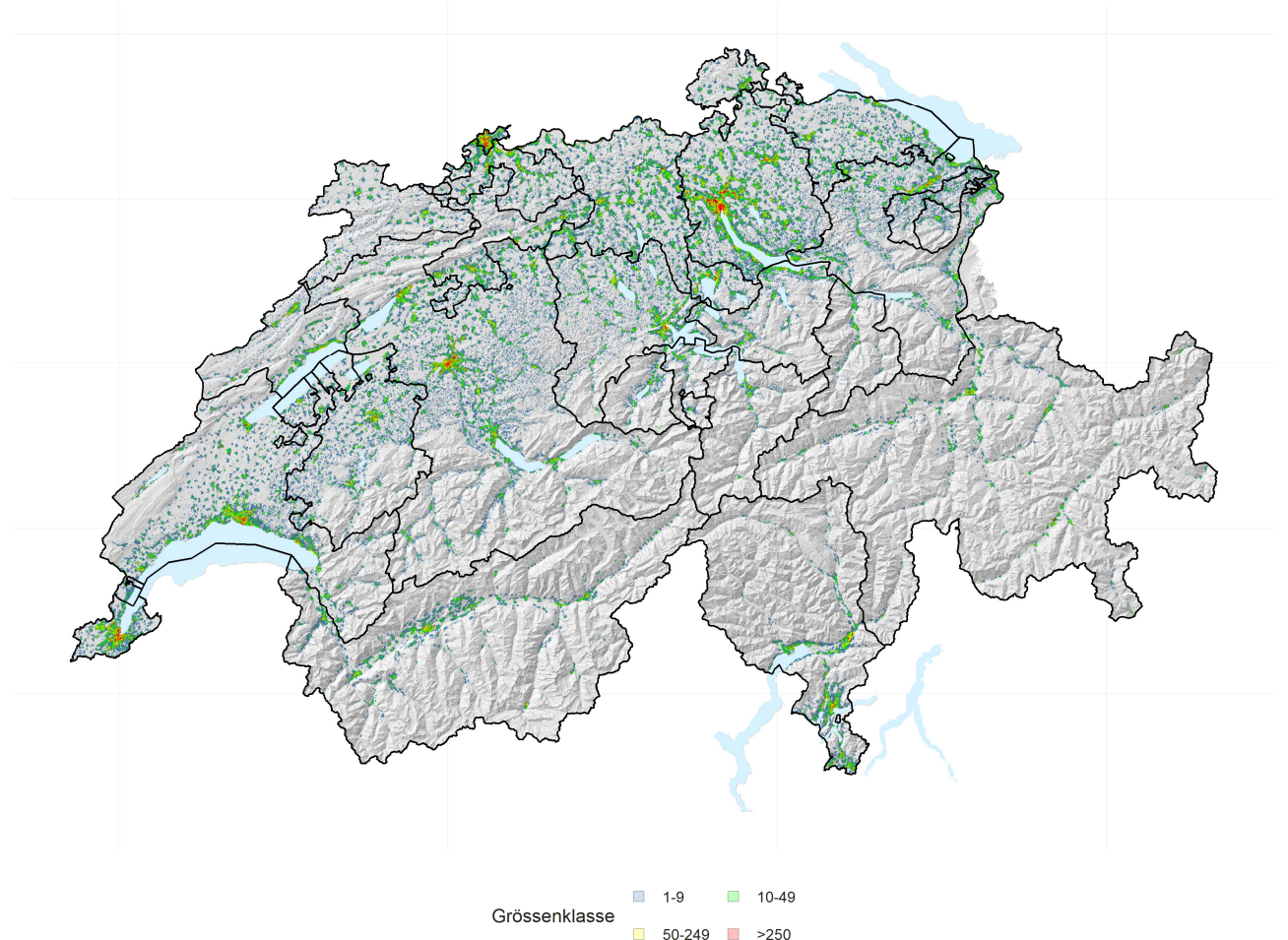


Quelle: Darstellung Hanser Consulting / FHNW

Folgende Abbildung 33 zeigt die regionale Betriebsverteilung nach Grösse (blau Mikro-Unternehmen, grün Klein-Unternehmen, gelb, Mittलगrosse-Unternehmen und rot Gross-Unternehmen). Insbesondere mittlere und Gross-Unternehmen sind fast ausschliesslich in den Ballungszentren angesiedelt. Markant stechen etwa die Städte St. Gallen, Zürich, Luzern, Basel, Bern, Lausanne und Genf heraus. In den alpinen Regionen ist zudem

gut ersichtlich, dass sich die Betriebe fast ausschliesslich in den Tälern befinden. Wiederum sei an dieser Stelle erwähnt, dass die Abbildung 33 die Betriebsgebäude zeigt und keine Wohngebäude.

Abb. 33 Verteilung der Betriebe nach der Zahl der Mitarbeitenden in der Schweiz



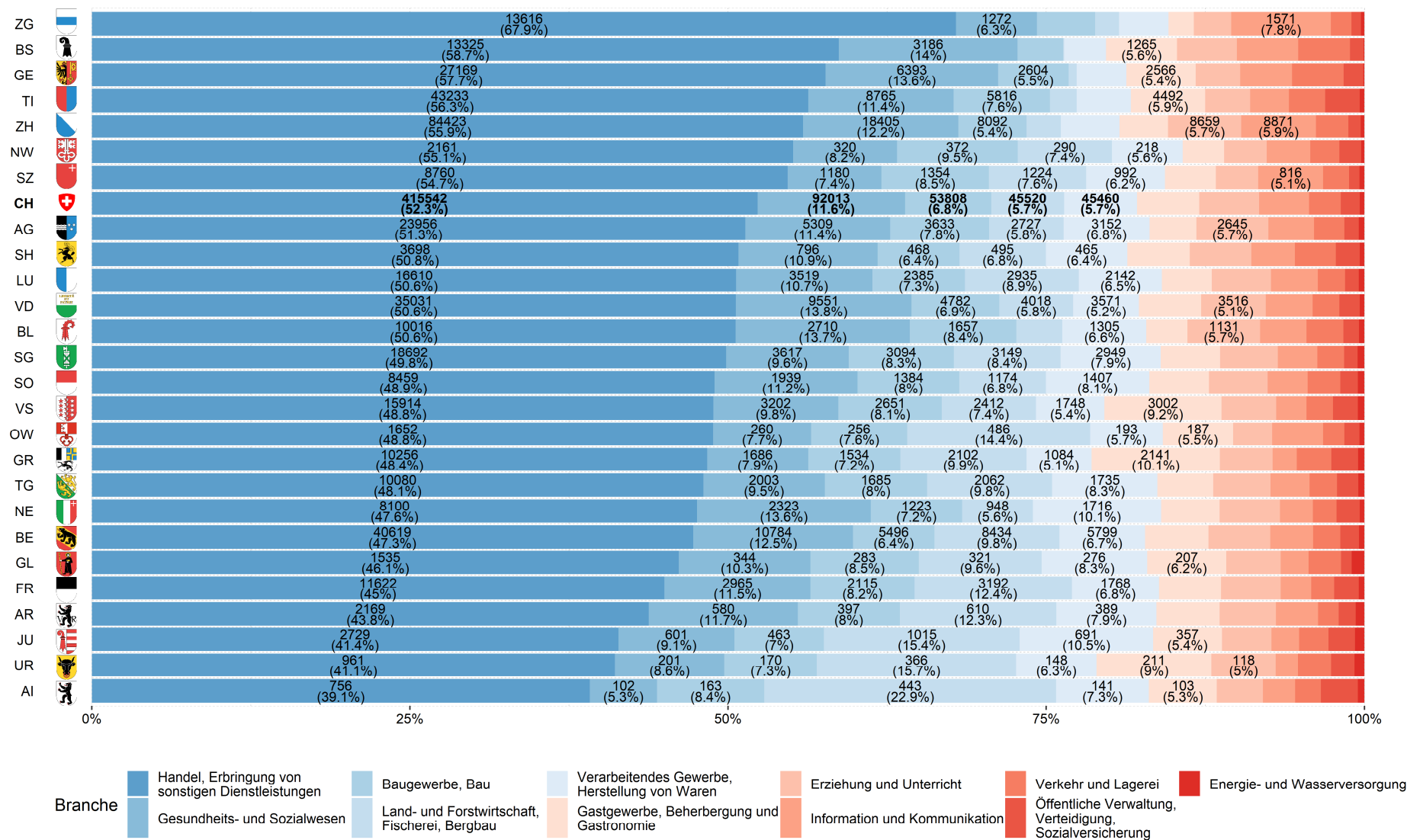
Quelle: Darstellung Hanser Consulting / FHNW

Vergleich von Branchen-Struktur und Unternehmensgrösse über die Kantone

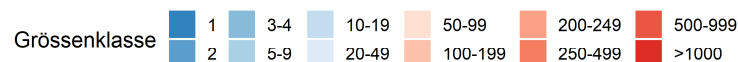
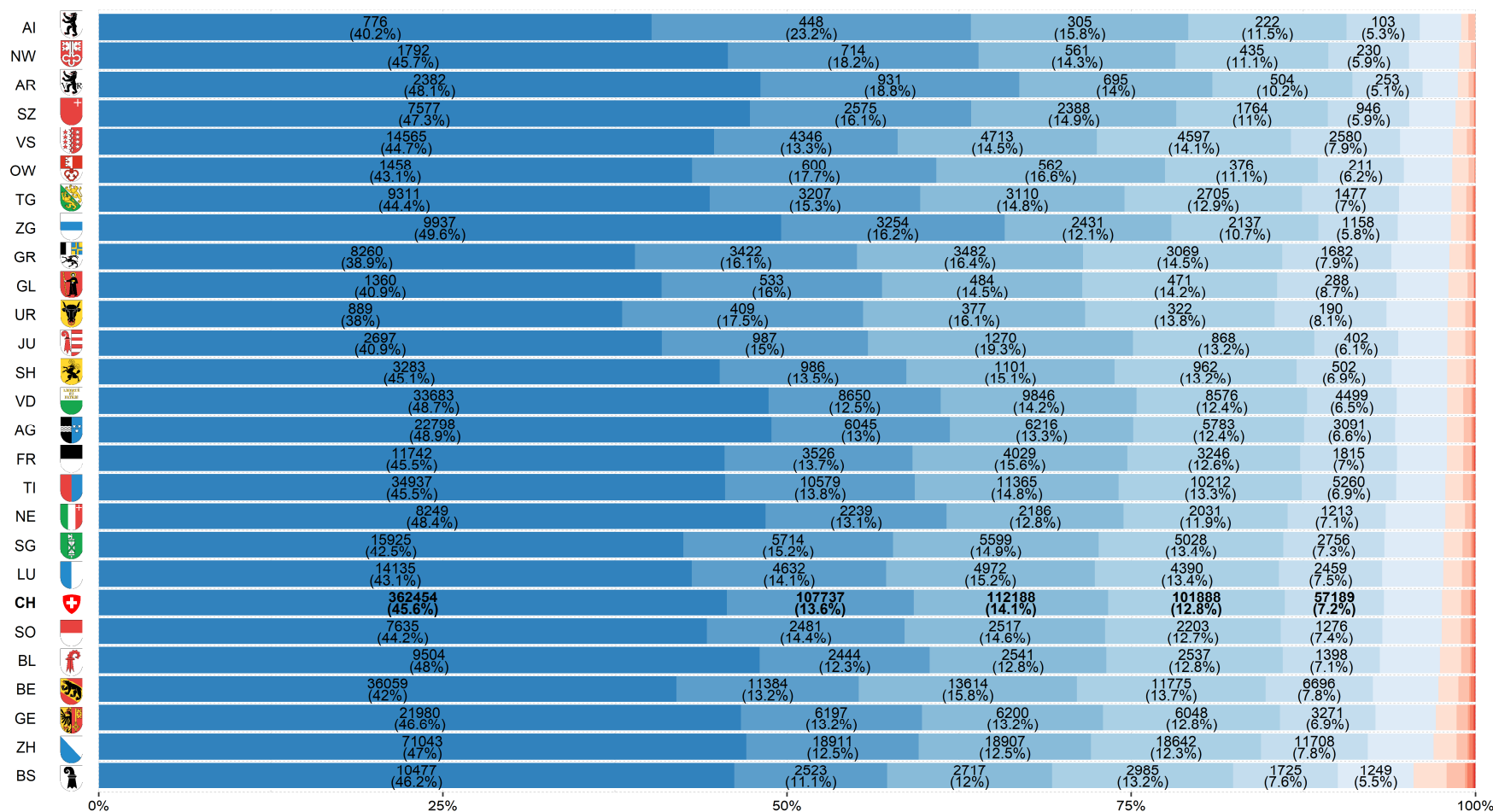
Auf tieferem räumlichem Aggregationslevel werden die Unterschiede hinsichtlich Branchen-Struktur der Betriebe und hinsichtlich Betriebsgrösse zunehmend deutlicher. So ist gemäss Abbildung 34 (erste Grafik) der Kanton Zug der Kanton mit dem höchsten Anteil an Betrieben, die im Handel und der Erbringung von sonstigen Dienstleistungen tätig sind; der Kanton Appenzell-Innerrhoden entsprechend jener mit dem kleinsten Anteil. Die Unterschiede im Branchen-Mix nach Kanton sind statistisch signifikant. Mit zunehmend kleineren Anteilen an Betrieben im tertiären Sektor (wie z.B. die genannte Branche Handel und Dienstleistung) sind Betriebe vermehrt im primären Sektor tätig (vor allem die ländlicheren Kantone wie Glarus, Uri oder Thurgau).

Ähnlich starke regionale Abhängigkeiten zeigen sich auch über die Grössenklassen-Verteilung der Betriebe nach Kanton (vgl. Abb. 34 zweite Grafik). Diese Unterschiede sind einerseits den oben geschilderten Unterschieden im Branchen-Mix geschuldet. Andererseits gibt es eine regionale Komponente, welche die Verteilung der Betriebsgrösse erklärt. Gross-Unternehmen sind prozentual am wenigsten häufig in kleinen ländlichen Kantonen vertreten, am häufigsten jedoch in den Kantonen Bern (Öffentliche Verwaltung), Genf, Zürich (Banken und Versicherungen) und Basel-Stadt (Pharma-Unternehmen).

Abb. 34 Verteilung der Wirtschaftszweige und Grössenklassen nach Kantonen (NUTS 3) in Prozent der analysierten Betriebe



Branche der Betriebe in % der Gesamtzahl
 Kantone sind nach % Betriebe der Branche 'Handel, Erbringung von sonstigen Dienstleistungen' sortiert
 Anteile unter 5% sind nicht angeschrieben.



Grössenklasse der Betriebe in % der Gesamtzahl
 Kantone sind nach % Betriebe der Grössenklassen '1-49' sortiert.
 Anteile unter 5% sind nicht angeschrieben.

Quelle: Darstellung Hanser Consulting / FHNW

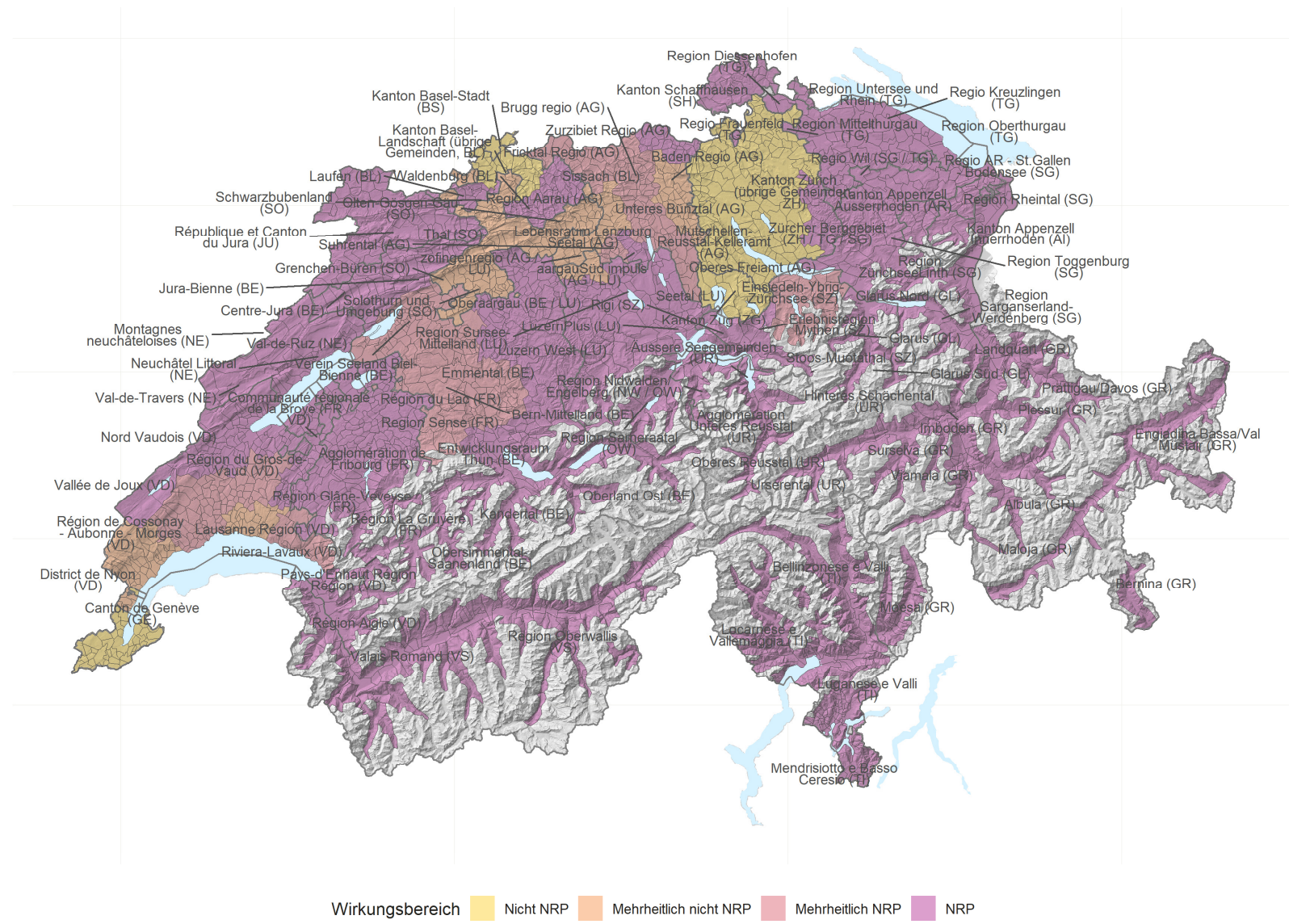
Vergleich von Branchen-Struktur und Betriebsgrösse über die NRP-Zielgebiete

Bedeutende Unterschiede der Branchen- und Gröszenstruktur bestehen auch zwischen den Zielgebieten der Neuen Regionalpolitik (NRP). Die Abbildung 35 zeigt die geografische Lage der 106 Regionen. Die «Durchschnittsregion» umfasst somit ein Gebiet von ca. 21 Gemeinden. Einige Regionen sind deutlich grösser, andere wiederum viel kleiner. Es sei darauf hingewiesen, dass die Ballungsregionen Genf, Zürich und einige andere Regionen nicht Zielgebiete der NRP sind. Diese Gebiete sind in den nachfolgenden Abbildungen jeweils mit «Kanton ...» bezeichnet. In den Analysen wollen wir diese Gebiete trotzdem berücksichtigen. Der Grund für dieses Vorgehen ist die Möglichkeit von Vergleichen zwischen den einzelnen NRP-Zielgebieten und der Situation in der gesamten Schweiz. Zweitens sind z.B. in der Region «Kanton Zürich (übrige Gemeinden, ZH)» 18.5% der erfassten Unternehmen lokalisiert, in der Region «Canton de Genève» 5.9%. Um sämtliche zur Verfügung stehende Daten zu nutzen, werden diese Gebiete in die Analyse einbezogen. Dieses Vorgehen ermöglicht Vergleiche der Erschliessungsqualität von spezifischen Zielgebieten der NRP zur gesamten Schweiz (und nicht etwa nur einen Vergleich zur mittleren Erschliessungsqualität der NRP Zielgebiete). Die Gebietsnennungen in Abbildung 35 bezeichnen, welcher Regionalorganisation eine Gemeinde angehört. Es sind aber nicht alle Gemeinden solcher Regionalorganisationen automatisch im Wirkungsbereich der Neuen Regionalpolitik NRP. Für die folgenden Auswertungen wird daher unterschieden, ob die Gemeinden dieser Regionalorganisationen

- vollständig im Wirkungsbereich der NRP liegen («NRP»)
- mehrheitlich (>50%) im Wirkungsbereich der NRP liegen («mehrheitlich NRP»)
- mehrheitlich nicht (<50% der Gemeinden) im Wirkungsbereich der NRP liegen («mehrheitlich nicht NRP»)
- nicht im Wirkungsbereich der NRP liegen («nicht NRP»)

Abb. 35 Geografische Lage der Zielgebiete der Neuen Regionalpolitik (NRP) in der Schweiz

Örtlicher Wirkungsbereich NRP



Quelle: Darstellung Hanser Consulting / FHNW

Von besonderem Interesse sind hier die beiden Schwerpunktbranchen der NRP:

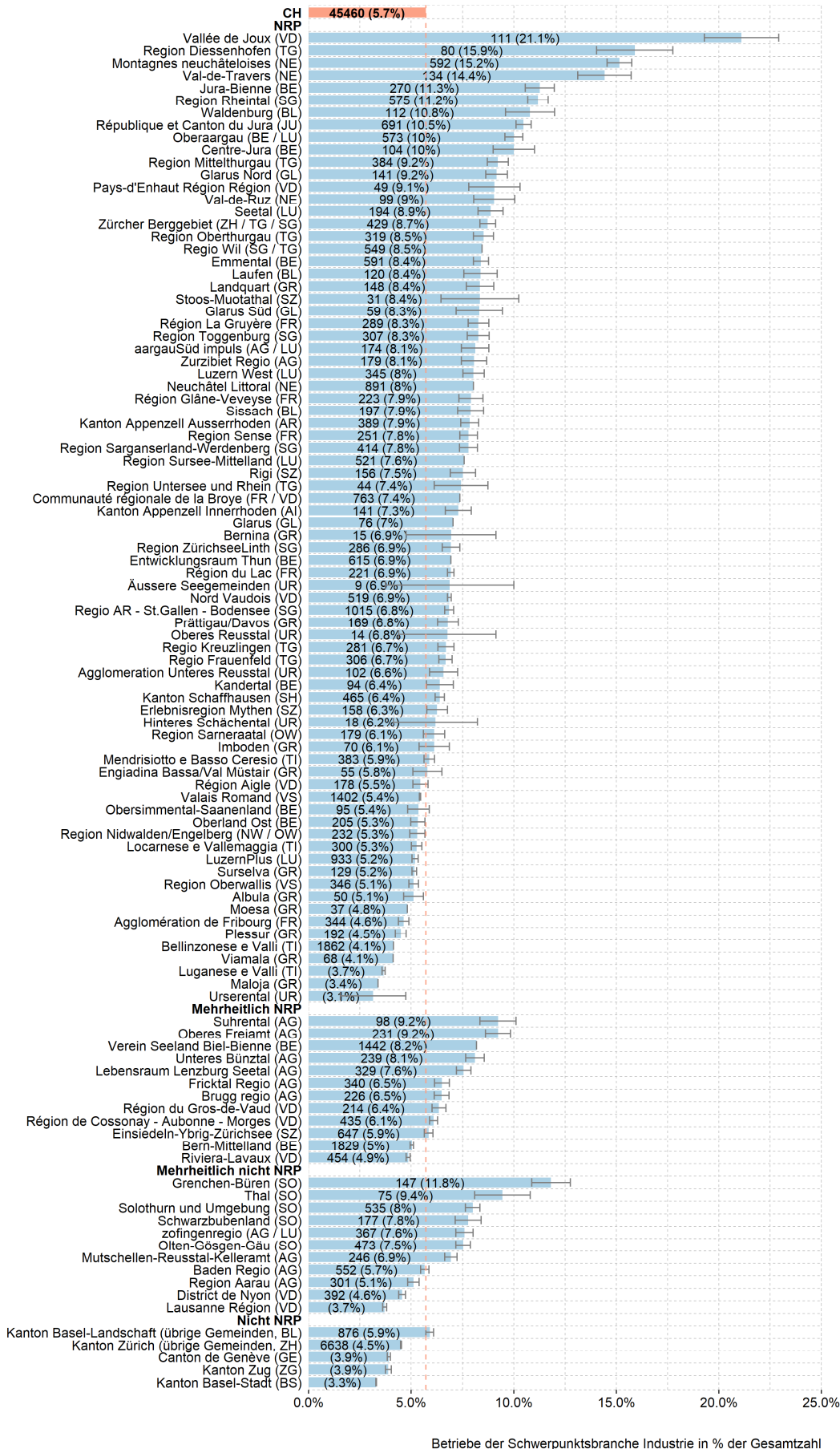
- «Tourismus»⁴³ (Beherbergung, Verpflegung, Eisen- und Bergbahnen, Schifffahrt und Luftverkehr, Hilfsdienste, Vermietung von Fahrzeugen, Reisebüros und Branchen aus darstellender Kunst und Kultur, Sport und Unterhaltung, diverse touristische Dienstleistungen) und
- «Industrie»⁴⁴

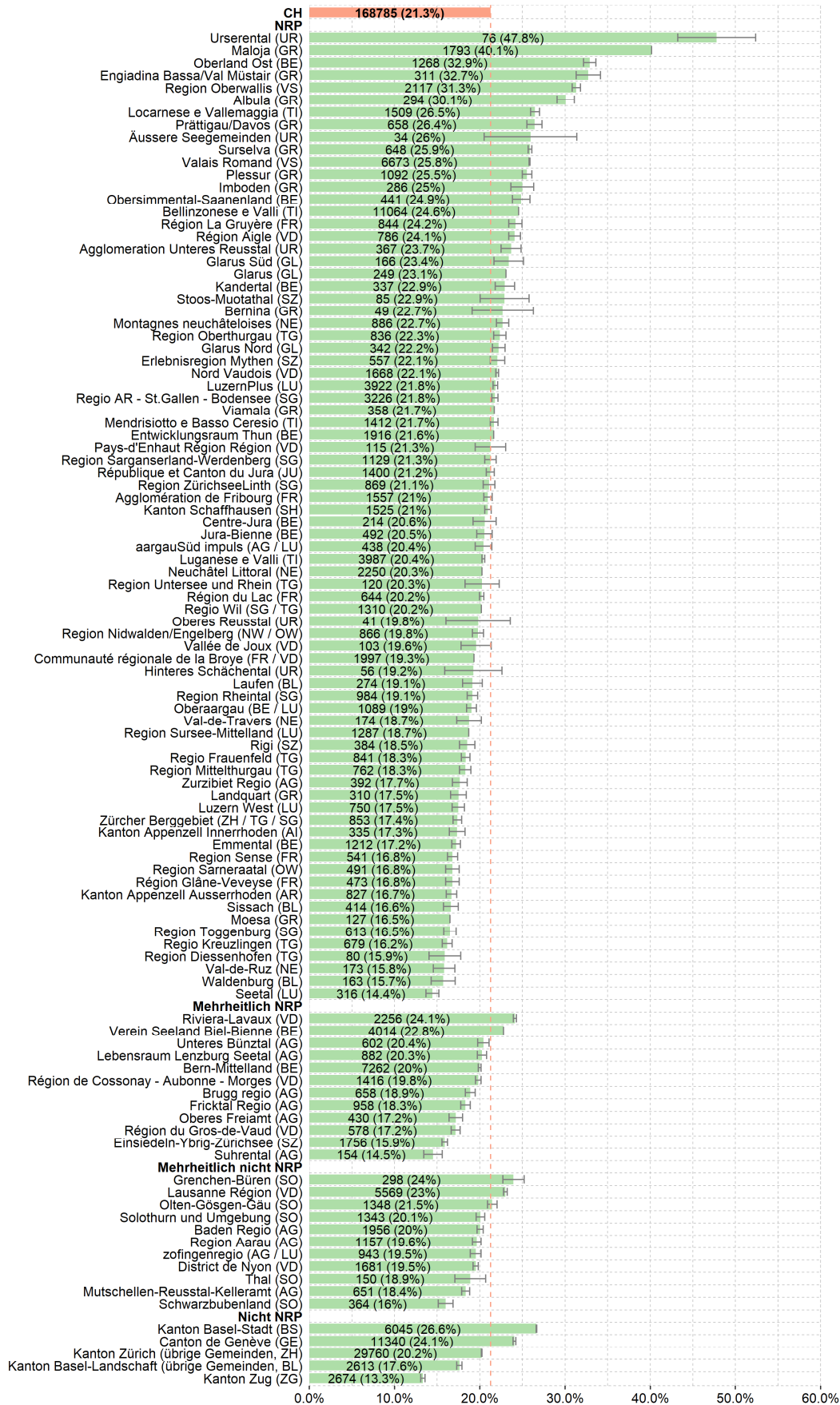
Die Abbildung 36 zeigt den Stellenwert der beiden Schwerpunktbranchen in den einzelnen Regionen. Schweizweit sind 21.3% der analysierten Betriebe in der Schwerpunktbranche Tourismus und 5.7% der Unternehmen in der Schwerpunktbranche Industrie tätig. Der Anteil der Betriebe in der Schwerpunktbranche Tourismus ist im Zielgebiet Urserental mit einem Anteil 47.8% der Betriebe am höchsten (zusätzlich ist das 95% Vertrauensintervall eingezeichnet, um signifikante Unterschiede zum Schweizer Durchschnitt abzubilden). Ausgeprägt tourismusorientierte Regionen sind beispielsweise der Kanton Graubünden mit den Regionen Maloja, Val Müstair, Albula, Prättigau/Davos oder der Kanton Wallis mit der Region Oberwallis oder das Tessin mit der Region Locarnese e Vallemaggia. Als stark industrieorientierte Regionen fällt die Westschweiz mit dem Vallée de Joux, Montagnes neuchâteloises oder dem Val-de-Travers auf. Vergleichsweise geringe Bedeutung hat die Industrie in Regionen, welche im tertiären Sektor sehr stark sind, so zum Beispiel im Kanton Zürich oder in der Genfersee-Region, welche aber nicht Zielgebiete der neuen Regionalpolitik sind (Nicht NRP).

⁴³ Folgende NOGA-Kodierungen wurden der Schwerpunktbranche Tourismus zugeordnet: 471101, 471102, 471103, 471104, 471105, 471901, 471902, 472100, 472200, 472300, 472401, 472402, 472500, 472600, 472901, 472902, 473000, 474100, 474200, 474300, 475100, 475300, 475400, 475901, 475902, 475903, 476100, 476201, 476202, 476300, 476401, 476402, 476500, 477101, 477102, 477103, 477104, 477105, 477201, 477202, 477300, 477400, 477501, 477502, 477602, 477603, 477700, 477801, 477802, 477803, 477804, 477805, 477806, 477901, 478100, 478200, 478900, 479900, 491000, 493100, 493200, 493902, 493903, 503000, 511000, 522300, 551001, 551003, 552002, 552003, 553002, 559000, 561001, 561002, 561003, 563001, 563002, 591400, 612000, 651202, 661900, 682002, 771100, 771200, 773400, 773500, 791100, 791200, 799001, 799002, 842100, 861001, 900101, 900102, 900200, 900400, 910200, 910300, 910400, 920000, 931100, 931200, 931300, 931900, 932100, 932900, 960101, 960102, 960201, 960202, 960401

⁴⁴ Folgende NOGA-Kodierungen wurden der Schwerpunktbranche Industrie zugeordnet: 101100, 101200, 101300, 102000, 103100, 103200, 103900, 104100, 104200, 105101, 105102, 105103, 105200, 106100, 106200, 107100, 107200, 107300, 108100, 108201, 108202, 108300, 108400, 108500, 108600, 108900, 109100, 109200, 110100, 110200, 110300, 110500, 110700, 120000, 131001, 131002, 131003, 131004, 132001, 132002, 132003, 133000, 139100, 139201, 139202, 139203, 139300, 139400, 139500, 139600, 139901, 139902, 139903, 141100, 141200, 141301, 141302, 141303, 141401, 141402, 141403, 141900, 142000, 143100, 143900, 151100, 151200, 152000, 161001, 161002, 161003, 162100, 162200, 162301, 162302, 162303, 162400, 162900, 171200, 172100, 172200, 172300, 172900, 181100, 181201, 181202, 181203, 181204, 181301, 181302, 181400, 182000, 192000, 201100, 201200, 201300, 201400, 201500, 201600, 202000, 203000, 204100, 204200, 205100, 205200, 205300, 205900, 206000, 211000, 212000, 221100, 221900, 222100, 222200, 222300, 222900, 231100, 231200, 231300, 231400, 231900, 232000, 233100, 233200, 234100, 234200, 234400, 234900, 235100, 235200, 236100, 236200, 236300, 236400, 236500, 236900, 237000, 239100, 239901, 239902, 241000, 242000, 243100, 243200, 243300, 243400, 244100, 244200, 244300, 244400, 244500, 245100, 245200, 245300, 245400, 251100, 251200, 252100, 252900, 253000, 254000, 255000, 256100, 256201, 256202, 256203, 257100, 257200, 257300, 259100, 259200, 259300, 259400, 259900, 261100, 261200, 262000, 263000, 264000, 265100, 265201, 265202, 265203, 265204, 265205, 266000, 267000, 268000, 271100, 271200, 272000, 273100, 273200, 273300, 274000, 275100, 275200, 279000, 281100, 281200, 281300, 281400, 281500, 282100, 282200, 282300, 282400, 282500, 282900, 283000, 284100, 284900, 289100, 289200, 289300, 289400, 289500, 289600, 289901, 289902, 291000, 292000, 293100, 293200, 301100, 301200, 302000, 303000, 304000, 309100, 309201, 309202, 309900, 310100, 310200, 310300, 310900, 321100, 321201, 321202, 321300, 322000, 323000, 324000, 325001, 325002, 325003, 325004, 329100, 329900, 331100, 331200, 331300, 331400, 331500, 331600, 331700, 331900, 332000

Abb. 36 Stellenwert der Schwerpunktbranchen Industrie (UNTEN) und Tourismus (FOLGENDE SEITE) in den Regionen





Betriebe der Schwerpunktsbranche Tourismus in % der Gesamtzahl

Quelle: Darstellung Hanser Consulting / FHNW

Schweizer Gemeinden

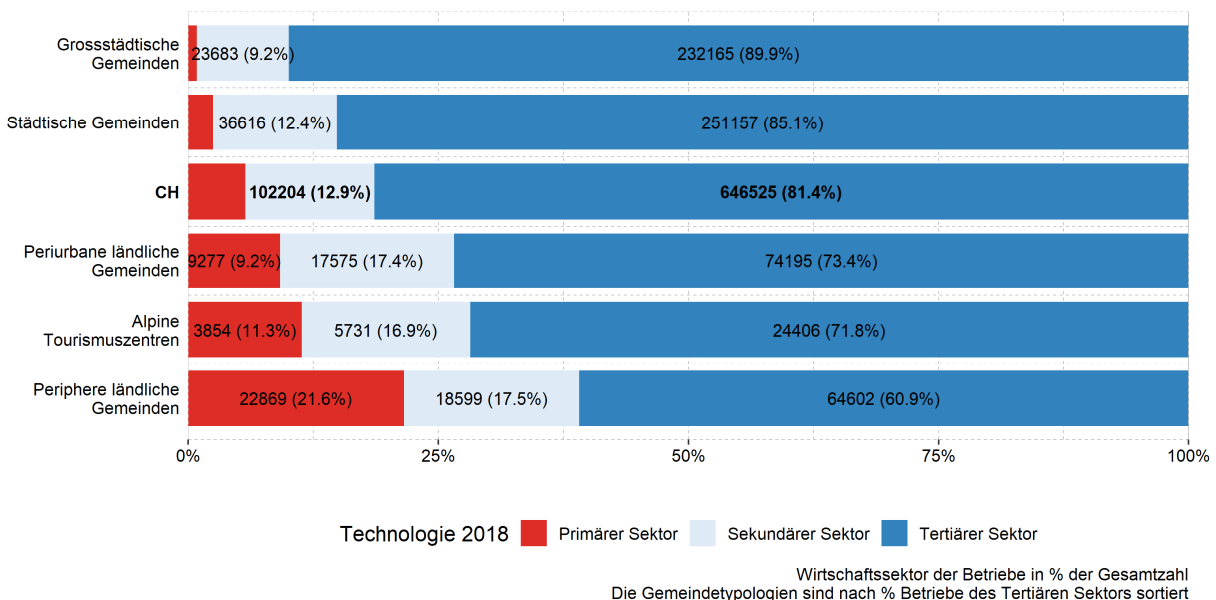
Regiosuisse teilt die Schweizer Gemeinden in 5 Typen ein. Diese sind:

- Grossstädtische Gemeinden (32.5% der Betriebe befinden sich in einer grossstädtischen Gemeinde)
- Städtische Gemeinden (37.1% der Betriebe befinden sich in einer städtischen Gemeinde)
- Periurbane ländliche Gemeinden (12.7% der Betriebe)
- Alpine Tourismuszentren (4.3% der Betriebe)
- Periphere ländliche Gemeinden (13.4% der Betriebe).

Das BFS definiert 9 (bzw. 25) Gemeindetypen in der neuen Gemeindetypologie 2017. Unseres Erachtens ist es hier aber zielführender, (nur) 5 unterschiedliche Typen aufzuzeigen, die aber klarer voneinander abgrenzbar sind.

Die Abbildung 37 zeigt die deutlich unterschiedliche Sektoralstruktur dieser fünf Gemeindetypen. Während in grossstädtischen Gemeinden der tertiäre Sektor fast 90% ausmacht, sind es in ländlichen Gemeinden nur 60%.

Abb. 37 Gemeindetypologie regiosuisse nach Wirtschaftssector

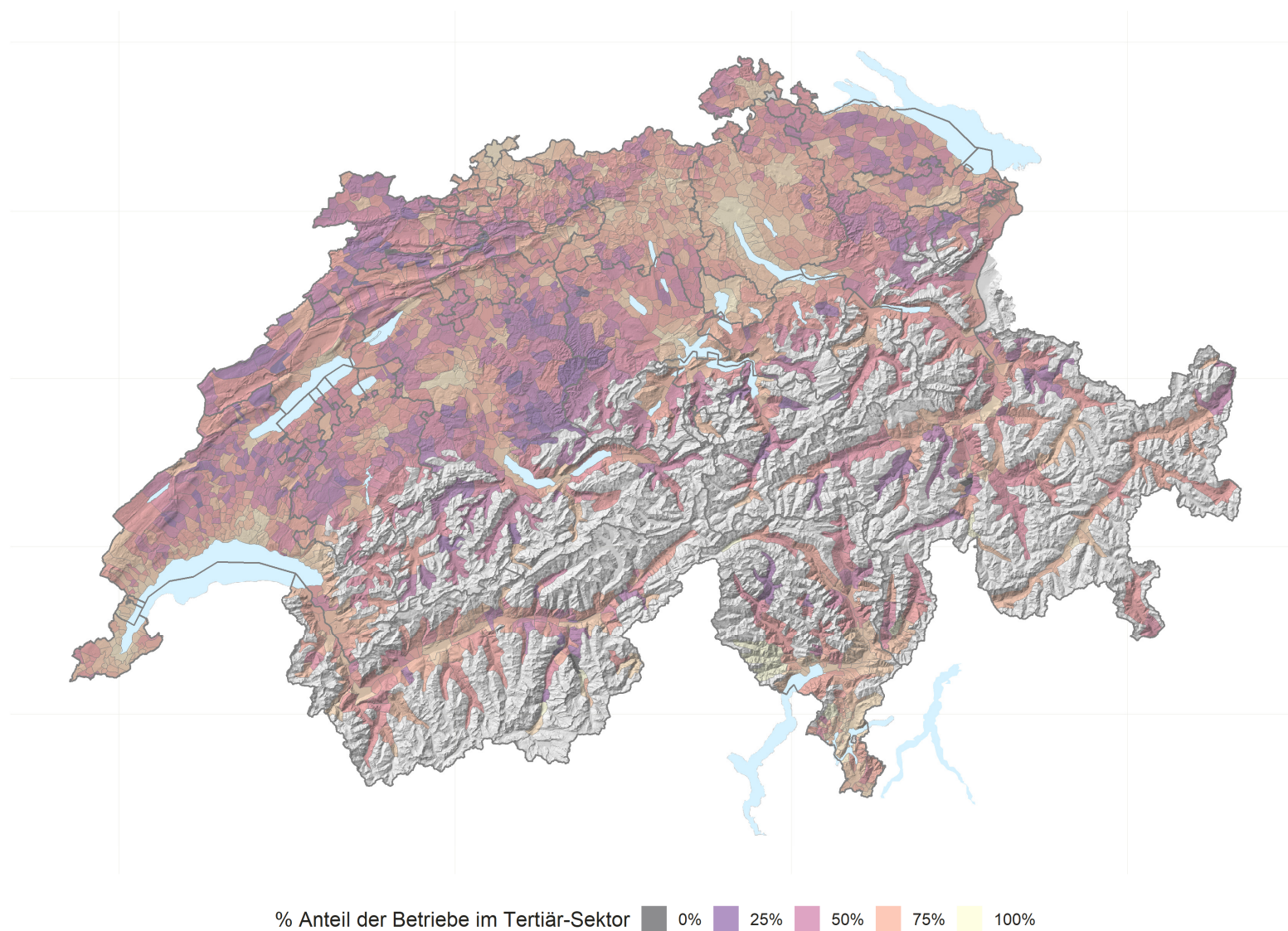


Quelle: Darstellung Hanser Consulting / FHNW

Dass die geografische Verteilung der Unternehmensgrössen nach Gemeinde sehr heterogen ist, kann aus Abbildung 33 (Schweizer Karte der Grössenverteilung der Betriebe) entnommen werden. Die Abbildung 38 zeigt den prozentualen Anteil an Betrieben im Tertiär-Sektor pro Gemeinde – heller eingefärbte Regionen haben einen höheren Anteil, dunkler eingefärbte einen tieferen Anteil. Zusätzlich wurden die Gemeinden in den Berggebieten auf die Grösse der Siedlungsflächen verkleinert. Hohe Anteile am Dienstleistungs-Sektor finden sich vor allem in den Ballungszentren des Mittellandes und der Westschweiz, tiefe Anteile vor allem in ländlichen Gebieten wie Appenzell, dem Jura, in Tälern der Inner-Schweiz und insbesondere in den Tälern des Tessin und Graubündens.

Detaillierter soll hier nicht auf die Stufe Gemeinde eingegangen werden, da die Zielgrösse der Analyse die NRP-Zielgebiete sind.

Abb. 38 Stellenwert des tertiären Sektors in den Gemeinden



Quelle: Darstellung Hanser Consulting / FHNW

4.3 Breitbanderschliessung der Betriebe in der Schweiz und ihren Regionen

Kapitel 4.3 für eilige Leserinnen und Leser:

Kapitel 4.3 analysiert die Breitbanderschliessung der Schweizer Betriebsstätten nach Unternehmensgrösse, Branchen und geografischen Regionen.

- 32.3% der Betriebe sind mit der schnellsten Anschlusstechnologie Fibre to the home (FTTH) erschlossen. Diesen Unternehmen steht sowohl eine Down- als auch Upload-Kapazität von 1 Gbit/s zur Verfügung. 2.2% der Betriebe verfügen nur über eine VDSL / ADSL Verbindung, was durchschnittlich eine Download-Kapazität von ca. 8 Mbit/s und eine Upload-Kapazität von 0.6 Mbit/s ermöglicht. 45.6% der Betriebe sind mit Fibre to the curb erschlossen, welche im Vergleich zu FTTB- und FTTH-Anschlüssen deutlich weniger Kapazität aufweisen.
- Von Betrieben mit 10 oder mehr Mitarbeitenden sind in der Schweiz 93% mit einer Kapazität von 30 Mbit/s oder mehr versorgt. Der EU-28 Durchschnitt beträgt hingegen «nur» knapp 50%.
- Der mit Abstand schlechtest erschlossene Sektor ist der primäre Sektor (Landwirtschaft), der best erschlossene Sektor ist der tertiäre (Dienstleistung). Während schweizweit nur 2.2% der Betriebe mit der langsamsten Technologie VDSL / ADSL versorgt sind, sind es im primären Sektor 17.5%. Betriebe der Schwerpunktsbranche Tourismus sind tendenziell besser versorgt als der Schweizer Durchschnitt. Die Betriebe der Schwerpunktsbranche Industrie sind eher schlechter versorgt als der Schweizer Durchschnitt. Best erschlossene Branche ist 'Handel, Erbringung von Dienstleistungen', schlechtest erschlossene Branche ist die 'Land- und Forstwirtschaft, Fischerei und Bergbau'.
- Die Versorgungslage (Anschlusstechnologie resp. Down- und Uploadkapazität) ist in der Tendenz umso besser, je höher die Mitarbeitendenzahl eines Betriebes ist.
- Die grössten Unterschiede zwischen Betrieben zeigen sich regional. Von den 5 Gemeindetypen von regionsuisse sind die 'Grossstädtischen Gemeinden' am besten erschlossen, es verfügen 53.1% der Betriebe über FTTH – Anschlüsse. Am schlechtesten erschlossen sind 'Alpine Tourismuszentren', 'Periurbane ländliche Gemeinden' und 'Periphere ländliche Gemeinden'. In allen drei Gemeindekategorien sind weniger als 10% der Betriebe mit FTTH erschlossen. Best erschlossener Kanton ist der Kanton Basel-Stadt (BS) mit einem Anteil von 84% der Betriebe mit FTTH-Anschlüssen. Schlechtest erschlossener Kanton ist der Kanton Uri (UR). Mit einer feineren Regionalisierung werden die Unterschiede markanter. Zwischen den 106 Analyseregionen der NRP-Zielgebiete gibt es grosse Unterschiede in der Erschliessungsqualität, die grössten jedoch auf Stufe Gemeinde.
- Die Regionalität erklärt den grössten Anteil der Unterschiede in der Erschliessungsqualität, gefolgt von Branche und Grössenklasse der Betriebe. Landwirtschaftliche Betriebe sind somit nicht in erster Linie schlecht erschlossen, weil sie landwirtschaftliche Betriebe sind, sondern vor allem wegen ihres Standortes.
- Per 2021 plant die Swisscom, über 90% der Betriebe mit FTTH (38.5%) oder FTTS bzw. FTTB (53.3%) zu versorgen. Die relativen Unterschiede bezüglich Wirtschafts-Sektoren und Regionen bleiben aber bestehen.

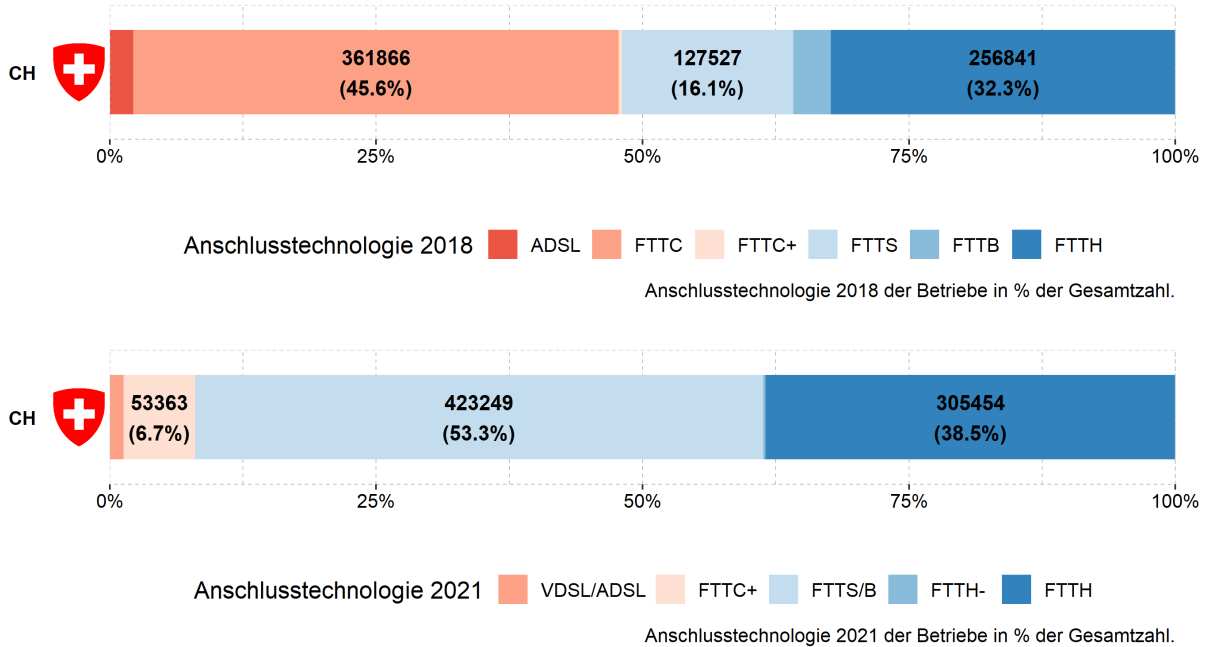
In folgenden Abschnitten werden die aktuelle Anschluss-Technologie (2018), die geplante Anschluss-Technologie (2021) und die aktuell verfügbaren maximalen Down- und Upload-Geschwindigkeiten analysiert.

Bis anhin (Stand 2018) weist die Swisscom sechs unterschiedliche Anschlusstechnologien aus (vgl. technische Erläuterungen in Kapitel 4.1):

- ADSL (Asymmetric Digital Subscriber Line, Kupferleitung)
- FTTC und FTTC+ (Fibre to the Curb): Glasfaser bis zum Quartier, dann über Vectorizing an Kupfer angeschlossen
- FTTS (Fibre to the Street): Glasfaser bis zur Wohnstrasse, Kupferkabel über Vectorizing zum Haushalt
- FTTB (Fibre to the Building): Glasfaser bis zum Gebäude
- FTTH (Fibre to the Home): Glasfaser bis in die Wohnung bzw. in den Betrieb

Die Abbildung 39 zeigt die Verteilung der zur Verfügung stehenden Anschlusstechnologie (Stand 2018) für alle Unternehmen in der Schweiz. So verfügen 2.2% der Unternehmen nur über Kupfer-Kabel-Anbindung (ADSL), 45.6% über FTTC, 0.3% über FTTC+, 16.1% über FTTS, 3.5% über FTTB und 32.3% über FTTH.

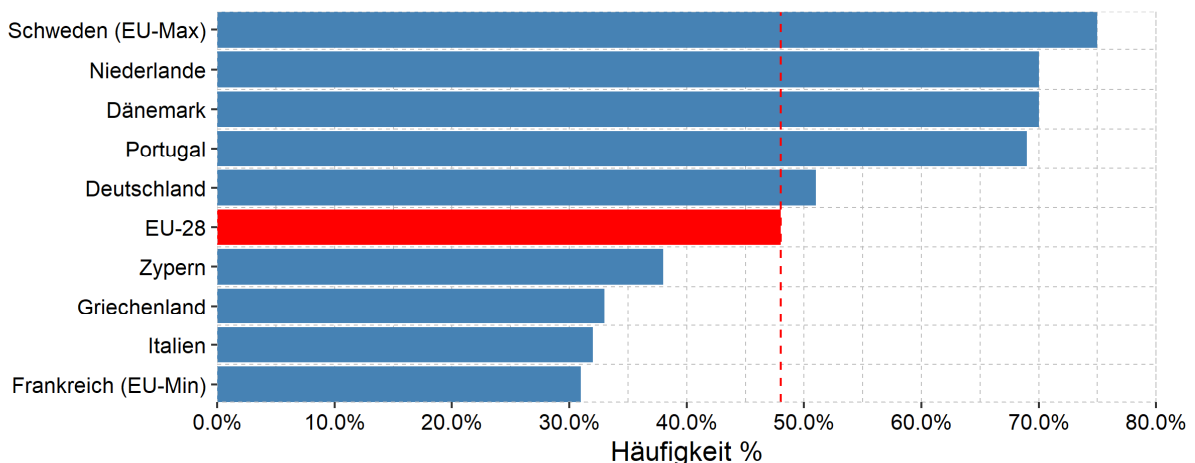
Abb. 39 Verteilung der Unternehmen nach Anschlusstechnologie 2018 und nach geplanter Anschlusstechnologie 2021 über die Schweiz



Quelle: Darstellung Hanser Consulting / FHNW

Es gilt festzuhalten, dass die Schweiz sowohl bezüglich der Abdeckung nach Anschlussarten im Jahr 2018 als auch im Jahr 2021 im internationalen Vergleich eine gute Position einnimmt. Gemäss Abbildung 40 sind in Deutschland etwa 51% der Unternehmen (nach Mitarbeitern > 10) mit Internetverbindungen >30 Mbit/s ausgerüstet, in der EU-28 nur 48% (Statistisches Bundesamt DESTATIS, 2019). Nach den Median-Downloadgeschwindigkeiten hat die Schweiz damit selbst mit hoher FTTC-Dichte im NRP-Zielgebiet eine deutlich bessere Bandbreitenabdeckung als die EU-28. Mit FTTC allein werden im Median Bandbreiten von 50 Mbit/s (Download) ausgewiesen. Somit hat ein Grossteil der Schweizer Unternehmen im NRP-Zielgebiet Zugang zu Bandbreiten, welche im Median bereits über den EU-28 30 Mbit/s liegen.

Abb. 40 Anteil der Unternehmen (>10 MA) mit Bandbreiten > 30 Mbit/s (2018)



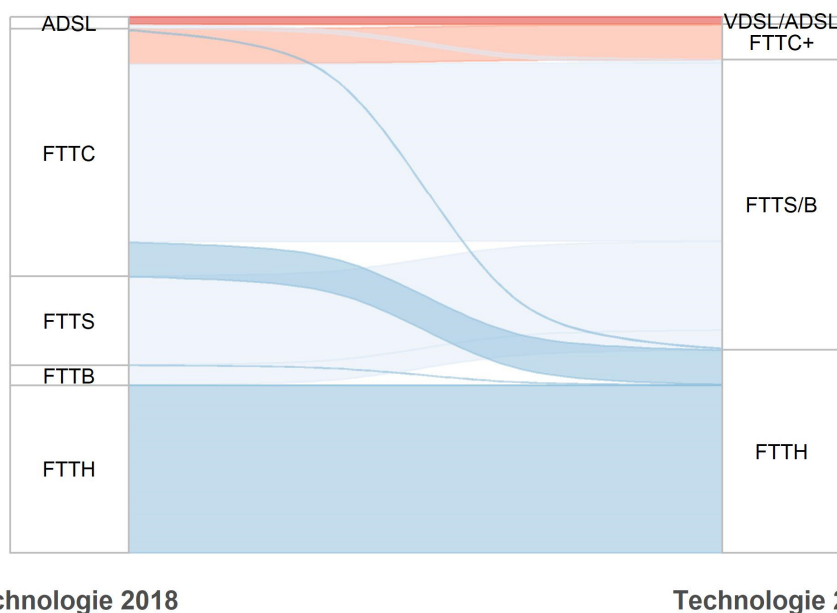
Quelle: Statistisches Bundesamt, Eigene Darstellung Hanser Consulting / FHNW

Im vorliegenden Datensatz für die Schweiz sind 109'982 Unternehmen mit 10 oder mehr Mitarbeitern vorhanden. Von diesen weisen 101'887 eine Download-Kapazität von 30 Mbit/s oder mehr aus, was 92.6% dieser Unternehmen entspricht. Bis 2021 soll gemäss Abbildung 41 ein erheblicher Teil der Unternehmen (resp. der Gemeinden, da der Ausbau jeweils auf Stufe Gemeinde geplant ist) mit FTTS/FTTB versorgt sein. Der kumulierte Anteil von VDSL/ADSL und FTTC-Anschlüssen wird damit auf unter 9% sinken. Es ist zu erwarten, dass die mit FTTH versorgten Unternehmen um 6.3 Prozentpunkte steigen werden (von 31% auf 37.3%).

Gemäss Abbildung 41 sind die folgenden geplanten Veränderungen besonders bedeutsam, da hohe Anteile von weniger leistungsfähigen Anschlüssen zu leistungsfähigeren Technologien migriert werden:

- 59.2% der ADSL-Anschlüsse werden zu VDSL/ADSL migriert. 5.3% zu FTTC+, 30% zu FTTS/B, 0.5% zu FTTH- und 5 % zu FTTH.
- 72.5% der FTTC-Anschlüsse werden zu FTTS/B-Anschlüssen migriert, 13.4% zu FTTH und ca. 13.9% zu FTTC+.

Abb. 41 Verteilung der Unternehmen nach Anslusstechologie 2018 und nach geplanter Anslusstechologie 2021 über die Schweiz



Quelle: Darstellung Hanser Consulting / FHNW

Wie im Kapitel 4.1 beschrieben, sind ADSL, VDSL bzw. xDSL im Allgemeinen stark durch die Länge der Zuleitung von den Knotenpunkten (Glasfaser) begrenzt. Durch die Einwirkung von Störquellen und Signalabschwächungen fällt die Durchlaufrate selbst mit Vectoring ab wenigen hundert Meter auf ein Minimum. Wichtig zu nennen bei ADSL ist der Zusatz «A», welcher für asymmetrisch steht. Dies bedeutet, dass im Gegensatz zu symmetrischen Bandbreiten wie FTTH die Downloadraten deutlich über den Uploadraten stehen. Dies ist in der nachfolgenden Tabelle ebenfalls ersichtlich. Somit kann ADSL im Privatgebrauch noch Einsatz finden, im betrieblichen Sinne ist jedoch die Führung eines Servers oder von Cloud-Applikationen kaum sinnvoll einsetzbar.

Die Tabelle 13 zeigt die 5%-, 50%- und 95%-Quantile der Down- und Upload-Geschwindigkeiten nach aktuell verbauter Technologie (2018). So haben beispielweise 5% der Unternehmen mit ADSL-Anschluss eine Download-Geschwindigkeit von 2.4 Mbit/s oder weniger, 95% der Unternehmen eine von bis zu 9.0 Mbit/s. Zudem zeigt die Tabelle einen klaren Anstieg der Mediane der Upload- und Download-Geschwindigkeiten in Abhängigkeit von der Anslusstechologie. Mit weiterentwickelter Anschluss-Technologie wird die Diskrepanz bezüglich Download- und Upload-Kapazität zunehmend ausgeglichen.

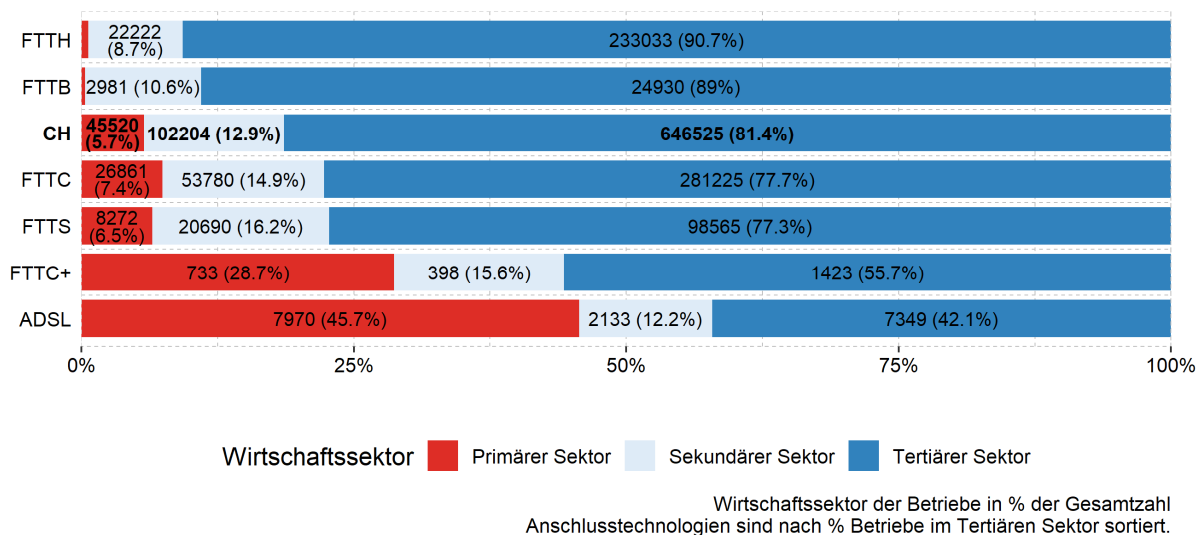
Tab. 13 Hochbreitband-Kapazitäten nach Anschluss-Technologie (2018)

Technologie (2018)	Maximaler Download-Speed [Mbit/s]				Maximaler Upload-Speed [Mbit/s]			
	5%-Quantil	Median	Arith. Mittel	95%-Quantil	5%-Quantil	Median	Arith. Mittel	95%-Quantil
ADSL	2.4	9.0	7.90	9.0	0.5	0.6	0.56	0.6
FTTC	12	50	56.4	100	1.0	15	13.9	24
FTTC+	18	100	101.0	500	2.0	22	24.1	120
FTTS	25	100	178.0	500	10	24	42.4	120
FTTB	100	100	285.0	550	25	28	68.1	120
FTTH	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000

Quelle: Darstellung Hanser-Consulting / FHNW

Die verfügbare Anschluss-Technologie (das Angebot) variiert in der Schweiz stark nach Wirtschafts-Sektor: Gemäss Abbildung 42 verfügen 45.7% der Landwirtschaftsbetriebe (approximiert über den primären Sektor) über die langsamste Anschluss-Technologie «VDSL/ADSL». Nur knapp ein halbes Prozent der Betriebe des primären Sektors sind hingegen mit den potentesten Technologien (FTTB und FTTH) erschlossen. Die multivariate Analyse des Technologie-Standards nach Geografie, Branche und Grössenklasse zeigt, dass sich der Ausbaustandard fast ausschliesslich regional erklären lässt und nur äusserst geringe Branchen- und/oder Grössenklassen-spezifische Abhängigkeiten ausweist.⁴⁵ Trotzdem sind natürlich die Unternehmen unterschiedlicher Branchen und Grössen in verschiedenem Mass von dieser regionalen Variation bezüglich Ausbaustandard betroffen, da Abhängigkeiten der Branchen- und Grössen-Verteilung in der Schweiz hinsichtlich Geografie bestehen. Es ist aber nicht so, dass Netzanbieter Unternehmen nach Grösse oder Branche im Ausbau bevorzugen.

Abb. 42 Verteilung der Unternehmen nach Anslusstechologie 2018 und Wirtschafts-Sektor über die Schweiz



Quelle: Darstellung Hanser Consulting / FHNW

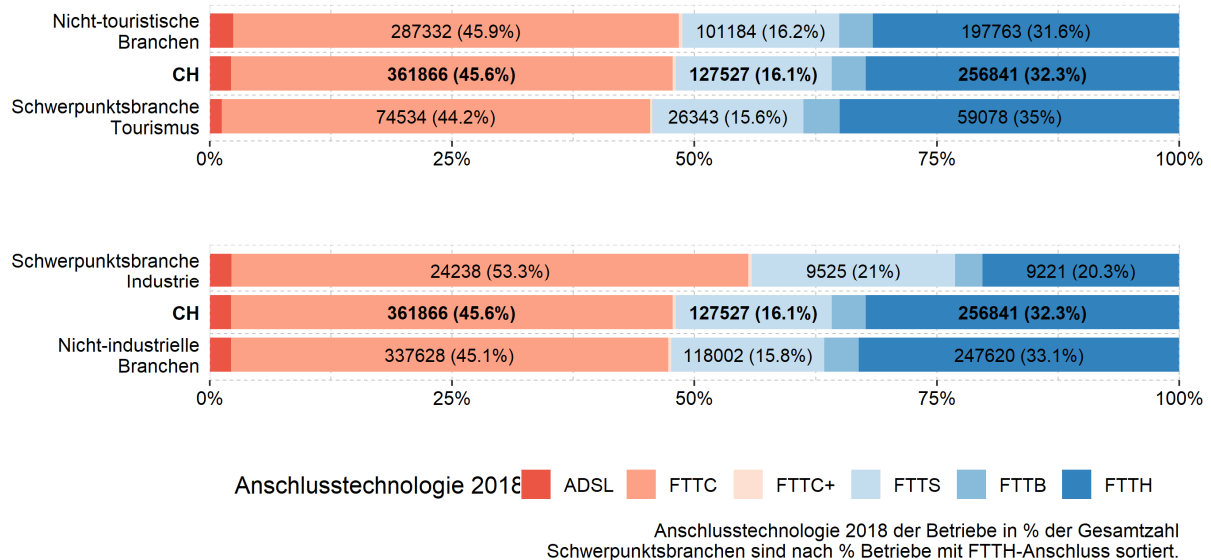
Die Abbildung 43 zeigt die Unterschiede der Anschluss-Technologien 2018 und 2021 für die Schwerpunktbranchen Tourismus und Industrie im Vergleich zur gesamten Schweiz. Unternehmen der Schwerpunktbranche

⁴⁵ Der FTTH-Ausbaustandard (Angebotsseite) über die gesamte Schweiz erklärt sich zu über 95% regional (NRP-Zielgebiete bzw. Gemeinden), zu 4.5% über die Branchen-Struktur und zu weniger als 0.5% über die Unternehmensgrösse – es liefern aber alle Variablen einen signifikanten Erklärungsanteil zum Ausbaustandard. Natürlich können für einzelne Regionen (Gemeinden oder NRP-Zielgebiete) trotzdem Unterschiede bezüglich Branchen und Unternehmensgrössen bestehen. Schweizweit gesehen ist jedoch die Regionalität der zentrale Erklärungsfaktor.

Tourismus verfügen über signifikant leicht erhöhte Anteile der Hochgeschwindigkeitstechnologien FTTH (sowie FTTB und FTTS). Umgekehrt und stärker ausgeprägt verhält es sich für die Schwerpunktbranche Industrie, welche signifikant weniger häufig über Hochgeschwindigkeitsanschlüsse FTTH verfügt im Vergleich zum Schweizer Durchschnitt.

Die gezeigten Verhältnisse verändern sich laut Ausbauplan 2021 der Anschlusstechnologien gleichläufig mit der gesamten Schweiz (wie gezeigt in Abbildung 39) – die relativen Unterschiede in den Schwerpunktb Branchen Tourismus und Industrie zur gesamten Schweiz bleiben aber bezüglich Ausbau der Hochgeschwindigkeitstechnologie bestehen.

Abb. 43 Verfügbare Anschlusstechnologie 2018 der Unternehmen nach Schwerpunktb Branchen Tourismus und Industrie

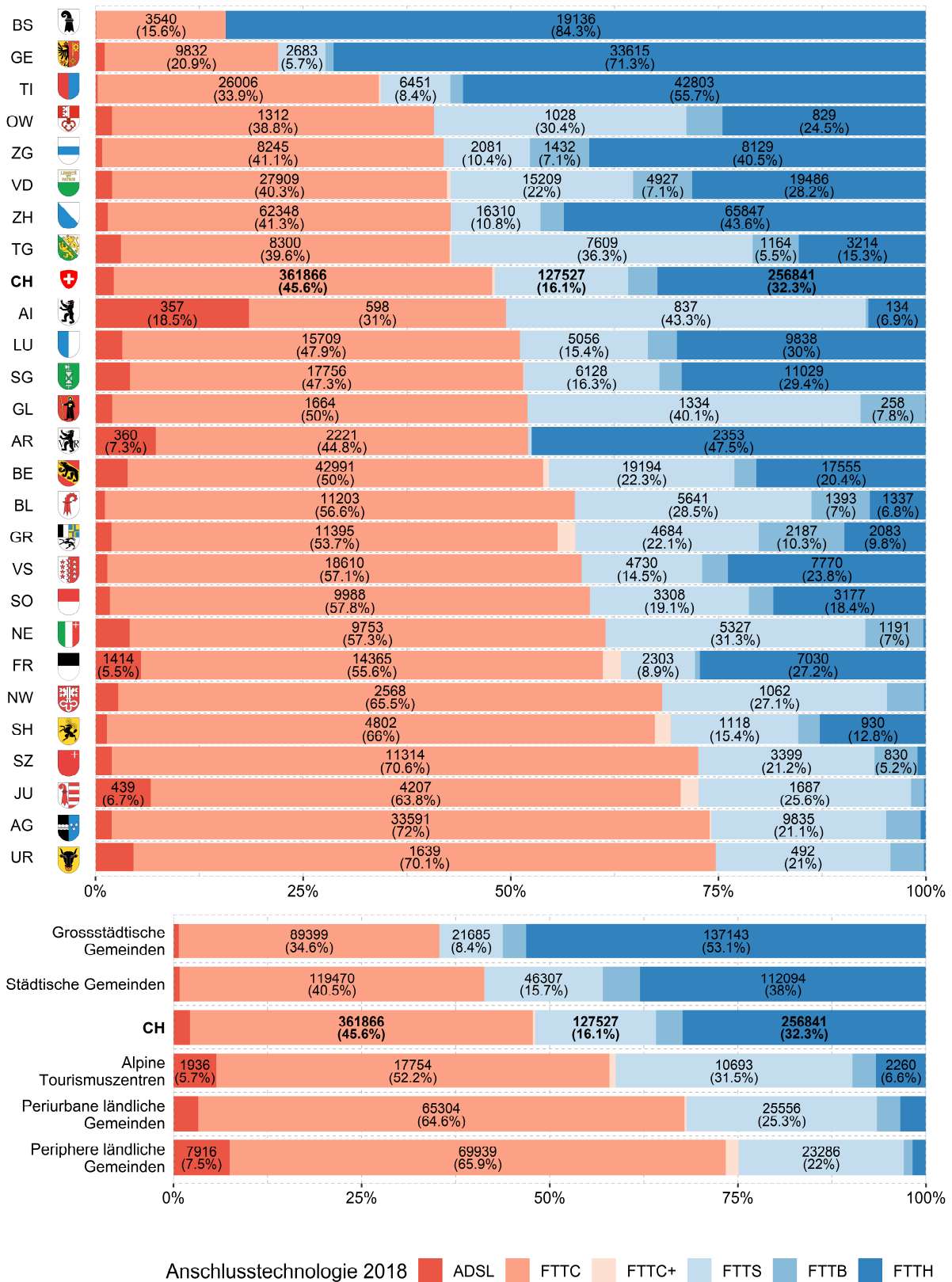


Quelle: Darstellung Hanser Consulting / FHNW

Die regionale Variation des Breitbandangebots ist ausgeprägt. Die Abbildung 44 zeigt den Ausbaustandard 2018 nach Kanton, wobei diese nach prozentualer Anzahl der Unternehmen mit Anschluss FTTS oder höher sortiert wurden. Vor allem ländliche/gebirgige Kantone wie Uri, Schwyz oder Jura sind tendenziell schlechter angebunden als zum Beispiel Zürich, Genf oder Basel-Stadt. Zusätzlich zeigt Abbildung 44 im unteren Teil die Unterschiede in den Anschlüssen gemäss Raumtypologie regionsuisse. Grosstädte sind massiv stärker mit FTTH-Anschlüssen versorgt als zum Beispiel ländliche Gemeinden.

Die Abbildung 45 zeigt die regionale Variation der Anschlusstechnologie 2018 über die Gemeinden nach der besten verfügbaren Anschluss-Technologie. Die grösseren Städte wie Zürich, Winterthur, St. Gallen, Basel, Luzern, Genf, Lausanne, Bern, Chur, Lugano und Locarno sind tendenziell mit FTTH versorgt. Zurzeit nur mit FTTC erschlossen ist ein Grossteil der Gemeinden in den Kantonen Aargau, Jura, Schaffhausen, Solothurn, Graubünden und Wallis.

Abb. 44 Verteilung der Unternehmen nach angebotener Anschlusstechnologie 2018 pro Kanton über die Schweiz und nach Raumtypologie Regiosuisse

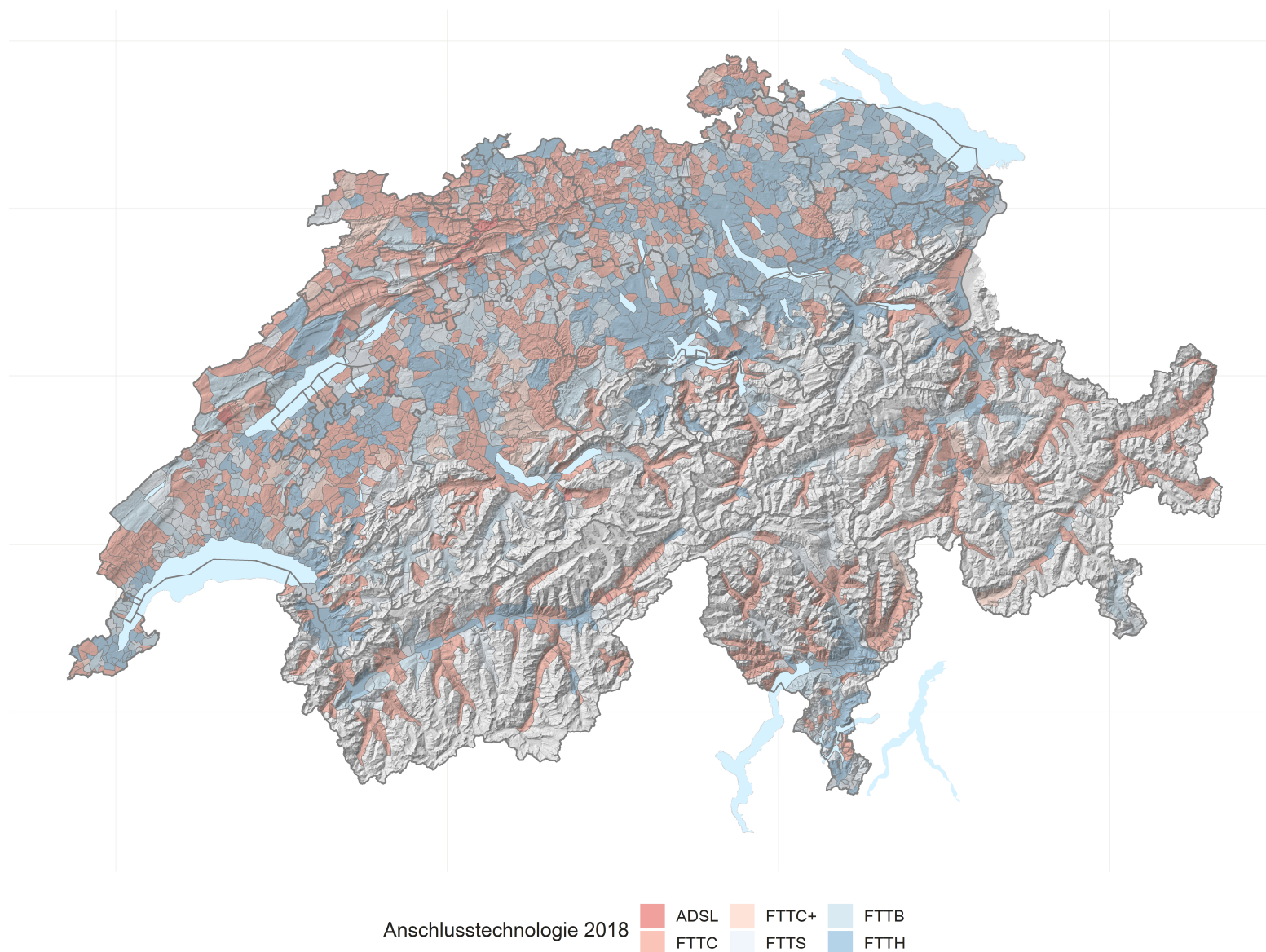


Anschlusstechnologie 2018 ■ ADSL ■ FTTC ■ FTTC+ ■ FTTS ■ FTTB ■ FTTH

Anschlusstechnologie 2018 der Betriebe in % der Gesamtzahl
 Gemeindetypologien und Kantone sind nach % Betriebe mit Anschlusstechnologie 2018 'FTTS bis FTTH' sortiert.

Quelle: Darstellung Hanser Consulting / FHNW

Abb. 45 Beste verfügbare Anschluss-technologie 2018 nach Gemeinde



Quelle: Darstellung Hanser Consulting / FHNW

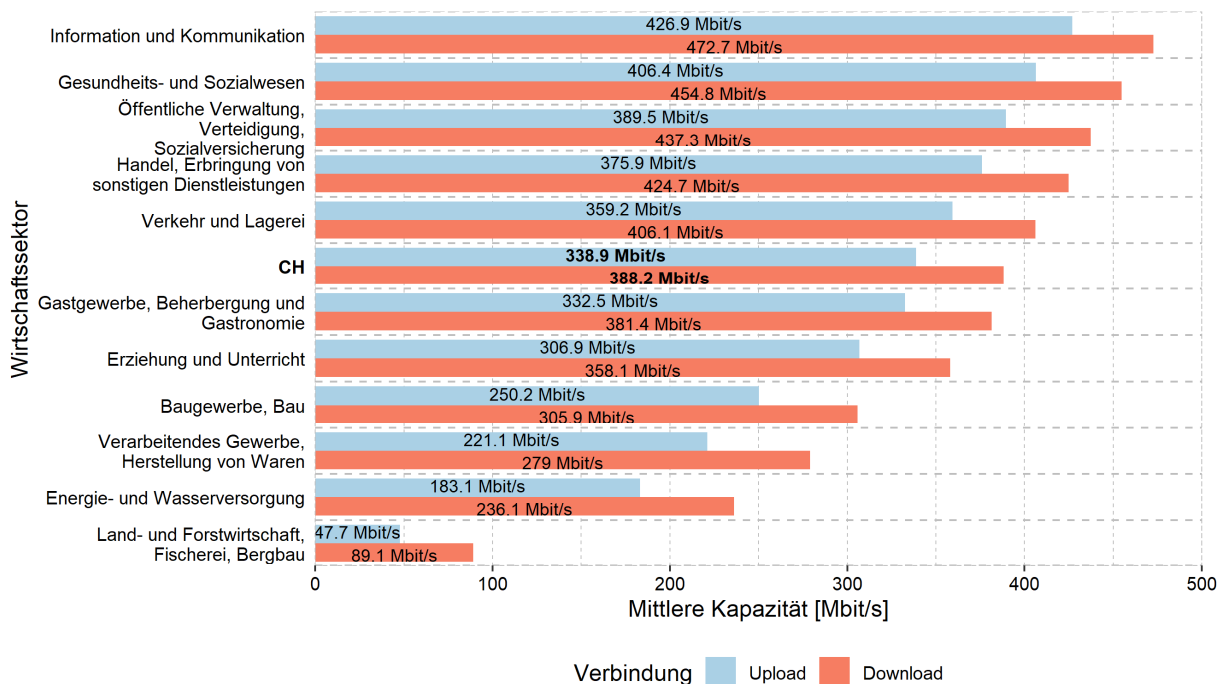
Aufgrund der sehr heterogenen Verteilung der Anschlusstechnologien 2018 sowohl regional als auch über die Wirtschaftssektoren wird klar, dass die Unternehmen auf sehr unterschiedliche Down- und Upload-Kapazitäten zurückgreifen können, je nach

- Region (NRP-Zielgebiet, regionsuisse-Gemeindetypologie oder Kanton) und
- Branche (u.a. Schwerpunktbranchen Industrie und Tourismus),

in welchen die Unternehmen tätig sind. Die nach Region oder Branchen teilweise unterschiedliche Anschluss-technologie wird bei Aufzeigen der verfügbaren Down- und Uploadkapazitäten nicht explizit berücksichtigt, da die Unternehmen die Versorgung als exogene Grösse nicht kontrollieren können, daraus aber notwendigerweise für einzelne Wirtschaftszweige, Grössenklassen der Unternehmen oder Branchen unterschiedliche Kapazitäten zur Verfügung stehen.

Die Abbildung 46 zeigt die Angebotssituation bezüglich durchschnittlichem⁴⁶ Down- und Upload-Speed nach Branchenzugehörigkeit und Grössenklassen der Unternehmen. Die vier Branchen oberhalb des Schweizer Durchschnittes entstammen alle dem tertiären Sektor, in welchem gemäss Abbildung 42 der Ausbau mit Hochgeschwindigkeitstechnologien am höchsten ist. Der Schweizer Durchschnitt weist eine Upload-Kapazität von 339 Mbit/s und eine Download-Kapazität von 388 Mbit/s aus. Verglichen mit Tabelle 13 liegen diese Werte nahe beisammen. Der Grund dafür liegt darin, dass 32% der Schweizer Unternehmen mit FTTH-Technologie ausgerüstet sind, bei welcher Upload- und Download-Kapazität identisch bei 1000 Mbit/s liegen (vgl. Abb. 39). Mit absteigender Qualität der Anschluss-Technologie wird die Diskrepanz zwischen Up- und Download-Kapazität jeweils höher (vgl. Tab. 13). Aufgrund der regionalen Unterschiede der Verfügbarkeit der Anschluss-technologie sind die Unterschiede zwischen Branchen und Unternehmensgrösse teilweise frappant. So weist die Branche Information und Kommunikation im Mittel 472.7 Mbit/s Download-Kapazität auf; in der Branche Land- und Forstwirtschaft liegt dieser Wert bei 89.1 Mbit/s. Dasselbe gilt sinngemäss auch für die Upload-Kapazitäten.

Abb. 46 Durchschnittliche Verbindungsgeschwindigkeit nach Wirtschaftssektor (2018)

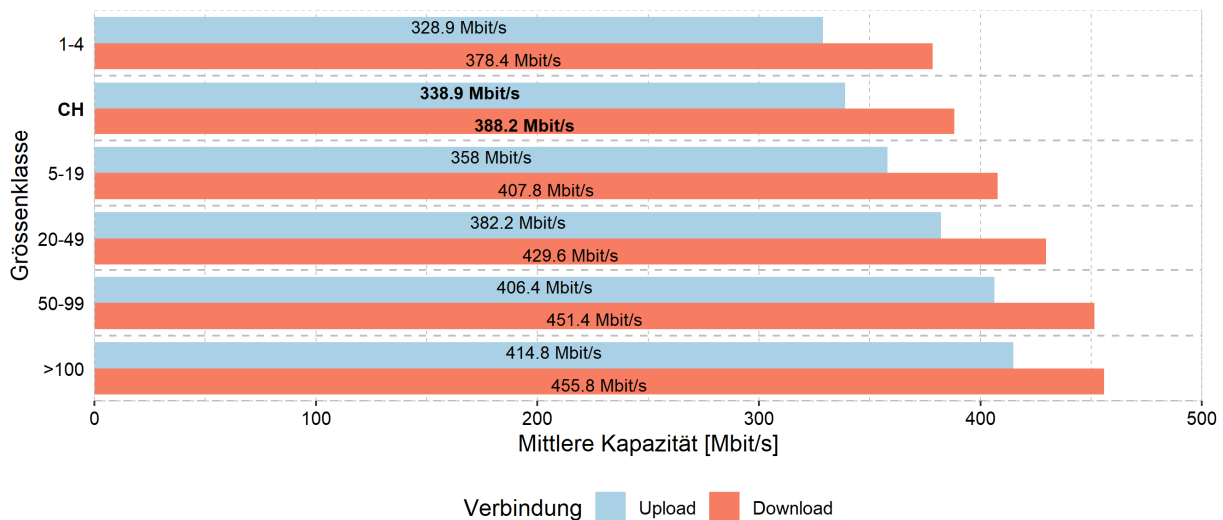


Quelle: Darstellung Hanser Consulting / FHNW

⁴⁶ Die Kapazitäten weisen eine stark rechtsschiefe Verteilung aus (es gibt «Ausreisser nach oben», da die mit FTTH erschlossenen Betriebsgebäude mit einer Kapazität von 1'000 Mbit/s über eine weit höhere Kapazität als die anderen Anschluss-technologien verfügen). Bei solchen Verteilungen bieten sich deskriptive Masse an, die robust gegen Ausreisser sind – Allerdings ist es gerade Ziel dieser Auswertungen, die Unterschiede unter Einbezug dieser Werte zu zeigen.

Die Abbildung 47 zeigt die Verbindungsraten nach Grössenklasse der Unternehmen in Anzahl Mitarbeitende. Die Durchschnittswerte liegen für alle Betriebsgrössenklassen relativ hoch, da der Mittelwert durch die Anschluss-technologie FTTH mit einer Kapazität Up- und Download von 1000 Mbit/s deutlich über dem Medianwert liegt. Gleichwohl sind die Unterschiede auch über die Grössenklassen sehr deutlich⁴⁷. Der Schweizer Durchschnitt von 339 Mbit/s Upload und 388 Mbit/s Download wird nur durch die Grössenklasse von Unternehmen mit 1 - 4 Mitarbeitenden unterschritten (73% der Unternehmen stammen aus dieser Grössenklasse).

Abb. 47 Durchschnittliche Verbindungsgeschwindigkeit nach Unternehmensgrösse (2018)



Quelle: Darstellung Hanser Consulting / FHNW

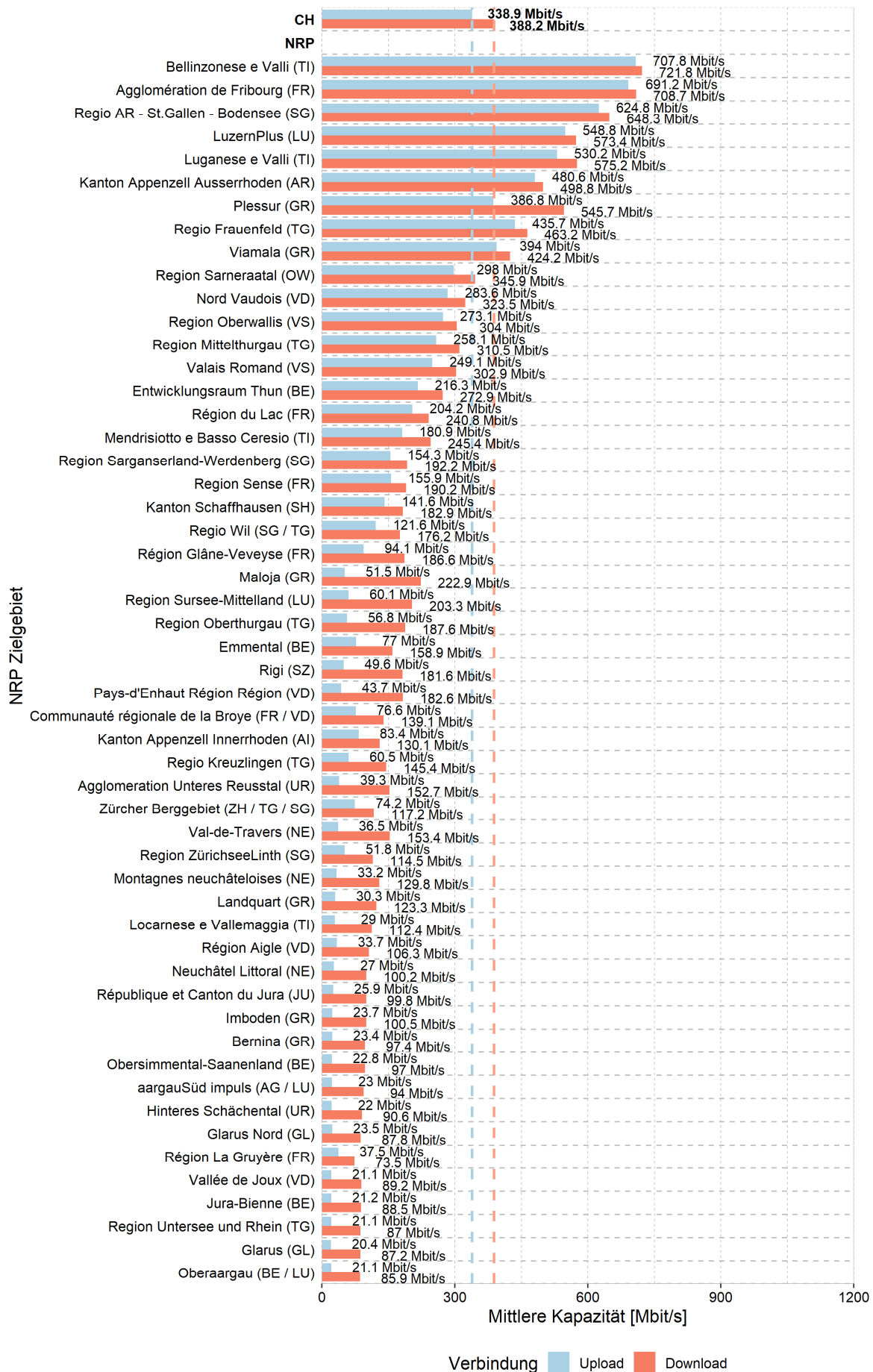
Die regionale Variation über die NRP-Zielgebiete resp. über die Gemeinden ist in den folgenden Abbildungen dargestellt. Die Abbildung 48 zeigt die durchschnittlichen Down- und Upload-Kapazitäten der Unternehmen in den NRP-Zielgebieten in Mbit/s. Die Zielgebiete sind dabei nach durchschnittlicher Kapazität (Summe von Down- und Upload-Kapazität der Unternehmen) sortiert. Stark über dem Schweizer Durchschnitt, begründet durch einen hohen FTTH-Anteil, liegen die NRP-Zielgebiete Bellinzonese e Valli, Agglomération de Fribourg, Regio AR – St. Gallen - Bodensee, Luganese e Valli und LuzernPlus. In diesen Regionen haben die Betriebe ihren Standort vor allem in den gut erschlossenen städtischen und grossstädtischen Gemeinden, was zusammen mit Abbildungen 42, 44 und 45 die gute Versorgung dieser Regionen erklärt. Zudem sind in diesen Regionen tendenziell grössere Unternehmen vertreten, welche im tertiären Wirtschaftssektor tätig sind.

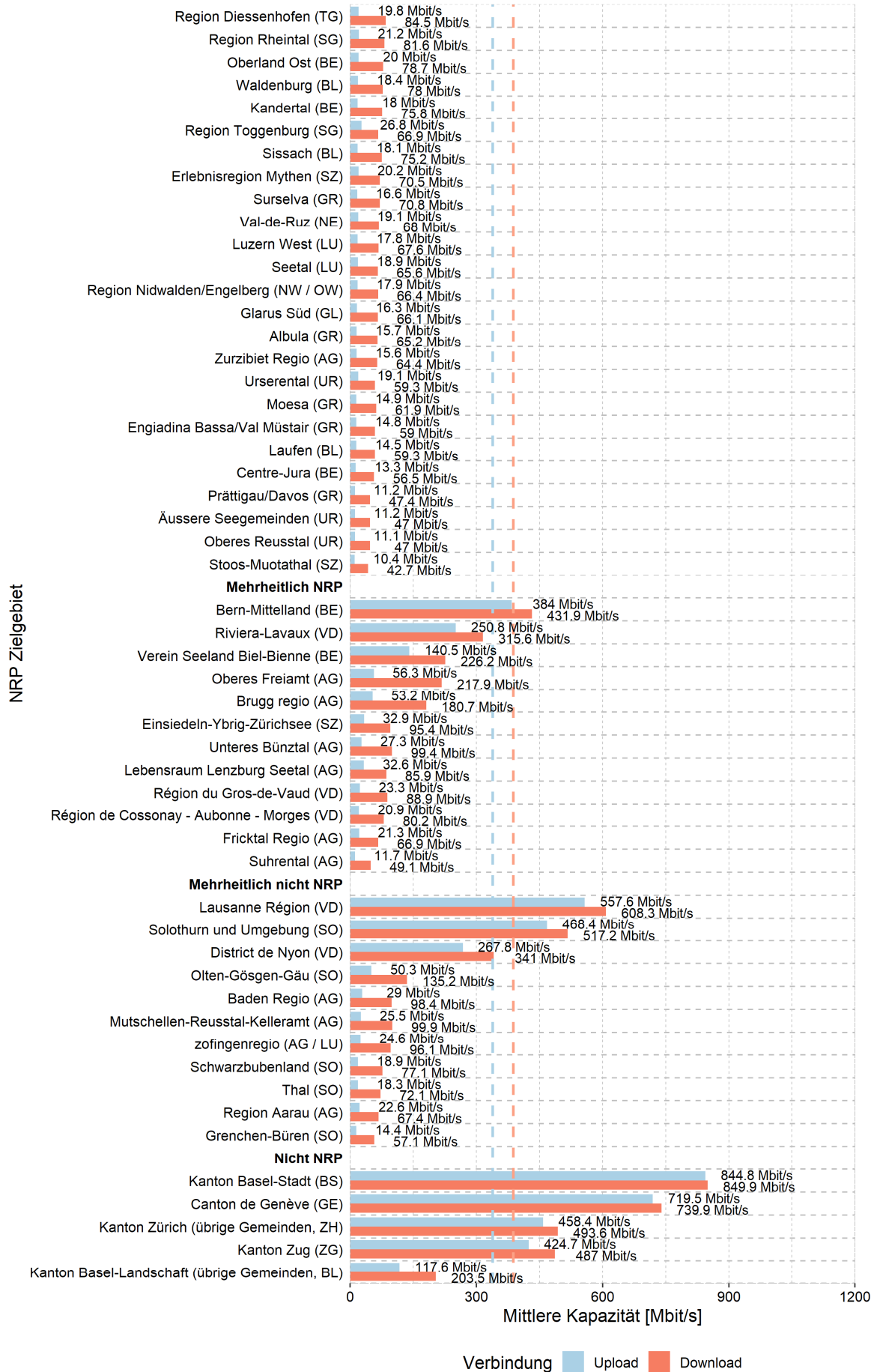
Im Gegenzug sind in Regionen wie dem Toggenburg oder dem Val Müstair, welche stark unter dem Schweizer Durchschnitt liegen, die Unternehmen vermehrt in ländlichen Gemeinden angesiedelt. Nimmt man als Referenzgrösse eine Download-Rate vom 80 Mbit/s, um keine Versorgungslücke an Hochbreitbandgeschwindigkeit auszuweisen, so sind gemäss Abbildung 48 in 30 Regionen (Oberland-Ost (BE) bis Stos-Muotathal (SZ), sowie die Région la Gruyère der NRP-Zielgebiete, Fricktal Regio (AG) und Suhrental (AG) der Gebiete, die mehrheitlich im Fokus NRP liegen, Schwarzbubenland (SO) bis Grenchen-Büren (SO) mit Regionen, in welchen die Gemeinden mehrheitlich nicht im Fokus NRP liegen) die 'durchschnittlichen' Unternehmen unterversorgt – eine genauere Analyse erfolgt in Kapitel 5. Mit Ausnahme der Gemeinden des Kantons Baselland sind alle Gebiete, die nicht im Fokus NRP liegen, signifikant besser erschlossen als der Schweizer Durchschnitt.

Die Abbildung 49 zeigt zusätzlich die aggregierten durchschnittlichen Kapazitäten (Down- und Upload aggregiert) der Unternehmen pro Gemeinde. Auch hier fallen die Unterschiede zwischen den Ballungszentren wie Zürich, Winterthur, Genf, Winterthur, St. Gallen, Lugano und Locarno, Region Genfersee, Luzern und Bern auf der einen Seite und den ländlichen resp. alpinen Gebieten in den Kantonen Graubünden, Tessin, Wallis und der Innerschweiz auf der anderen Seite auf.

⁴⁷ Die gezeigten Unterschiede sind für Kapazitätsunterschiede über die Branchen, Grössenklassen, Regionen und auch Raumtypologien Regiosuisse statistisch signifikant auch mittels nicht-parametrischen Tests, welche die Schiefe der Verteilungen von Down- und Upload-Kapazitäten berücksichtigen.

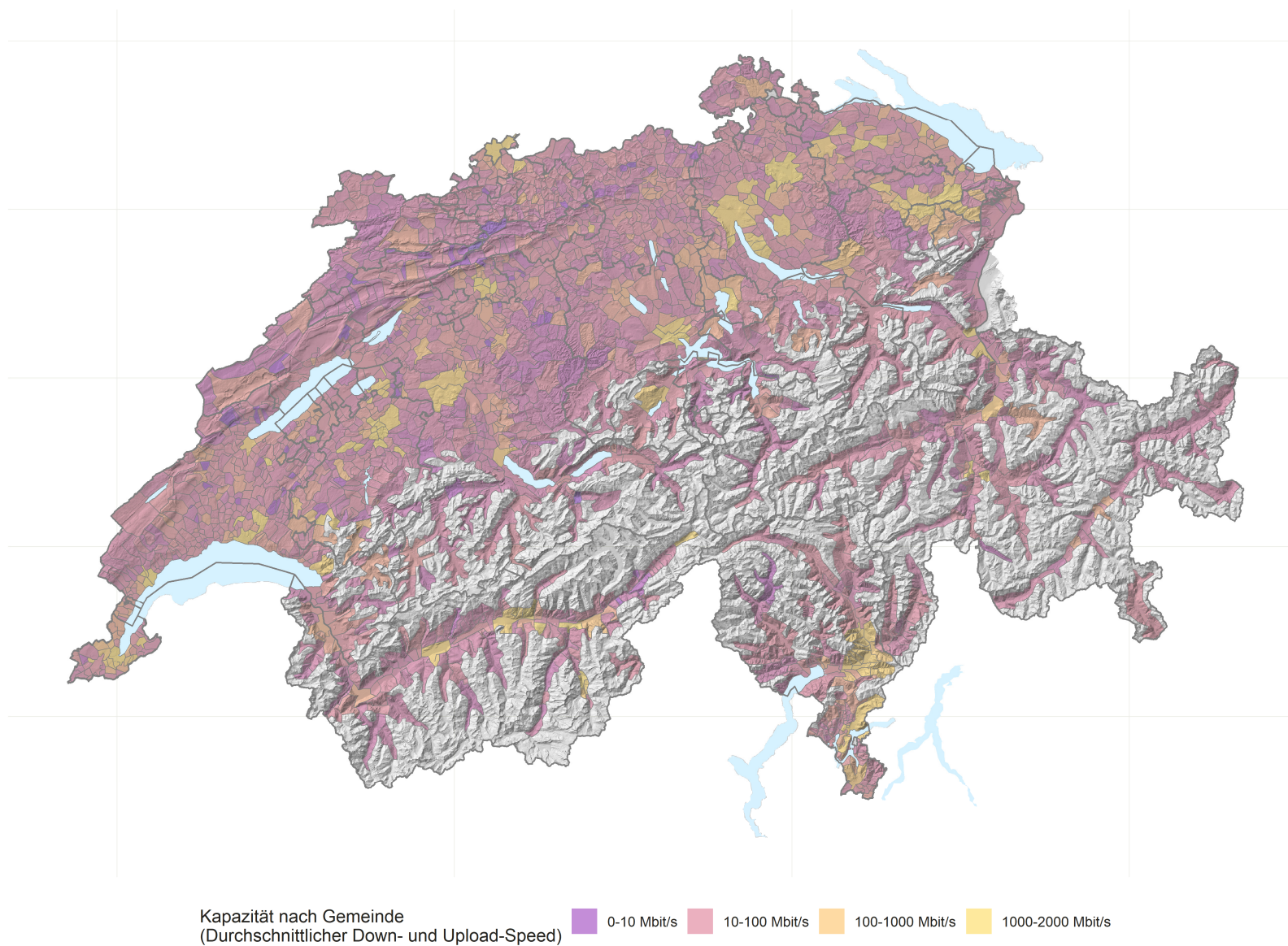
Abb. 48 Durchschnittliche Upload- und Download-Kapazitäten der Unternehmen nach Regionen im Vergleich zum CH-Mittel (2018)





Quelle: Darstellung Hanser Consulting / FHNW

Abb. 49 Durchschnittliche Down- und Upload-Kapazität der Unternehmen nach Gemeinde (2018)



Quelle: Darstellung Hanser Consulting / FHNW

Zusammenfassend ist festzuhalten, dass das Hochbreitband-Angebot in der Schweiz seitens des Datenlieferanten Swisscom primär regional bestimmt ist. Da sich die Unternehmensstruktur hinsichtlich Branchen und Unternehmensgrösse auch regional unterscheidet, ergibt sich auch ein unterschiedlicher Ausbaustandard nach Branchen und Grössenklassen. Die Unterschiede in der Erschliessung sind aber nicht primär durch die Wirtschafts-Struktur oder Unternehmensgrösse bestimmt, sondern vor allem regional gegeben.

Bezüglich Branche ist der tertiäre Sektor tendenziell am stärksten mit der schnellsten Technologie FTTH erschlossen, der primäre Sektor am schwächsten. So sind rund 45.7% der Betriebe mit ADSL-Anschlüssen solche aus dem primären Sektor, d.h. die durchschnittliche Down- und Upload-Kapazität dieser Anschlusstechnologie liegt nur bei 7.9 Mbit/s resp. 0.56 Mbit/s (vgl. Tab. 13). Die Durchschnittswerte liegen – verursacht durch die Landwirtschaftsbetriebe mit FTTH-Anschluss - deutlich höher (vgl. Abb. 46). Wichtig zu erwähnen ist, dass auch nach dem geplanten Netzausbau 2021 der primäre Sektor im Vergleich zu anderen Sektoren resp. zum Schweizer Durchschnitt signifikant schwächer mit FTTH Technologie erschlossen sein wird. Die Betriebe der Schwerpunktsbranche Tourismus sind tendenziell etwas besser erschlossen als der Schweizer Durchschnitt. Umgekehrt sind Betriebe der Schwerpunktsbranche Industrie schlechter erschlossen als der Schweizer Durchschnitt – auch hier spielt die Regionalität der Branchenstruktur die zentrale Rolle.

Hinsichtlich Grössenklasse der Betriebe ist die Download-Kapazität tendenziell höher je grösser die Mitarbeitendenzahl der Betriebe ist.

Regional gesehen sind Unternehmen besser erschlossen, je eher sie in städtischen oder grossstädtischen Gemeinden angesiedelt sind resp. in Ballungszentren wie Zürich, St. Gallen, Basel, Genferseeregion, Bern oder Luzern. Dasselbe gilt auch für die Regionen, was im folgenden Kapitel 5 näher untersucht wird.

5 «Erschliessungslücken» in den NRP-Zielgebieten

Kapitel 5 für eilige Leserinnen und Leser:

Dieses Kapitel analysiert die «Erschliessungslücken» nach Wirtschaftssektoren, Betriebsgrössen und v.a. geografischen Stratifikatoren. Eine Erschliessungslücke wird dann konstatiert, wenn nicht alle Betriebe eine bestimmte Download- bzw. Upload-Leistung zur Verfügung haben. Angegeben wird jeweils der Prozentanteil der Betriebe, die NICHT über eine bestimmte Datenübertragungsgeschwindigkeit verfügen.

- Es werden 8 Nachfrageszenarien (V0 – V7) zur Identifikation von Erschliessungslücken definiert: Eine hypothetische Nachfrage nach 10 Mbit/s (hypothetische Nachfrage nach Download wenn nicht anders erwähnt), 30 Mbit/s, 80 Mbit/s, 80 Mbit/s Upload, 100 Mbit/s, 300 Mbit/s, 1'000 Mbit/s und eine Nachfrage, welche die Mitarbeitendenzahl der Betriebe berücksichtigt.

Breitbandnachfrage	Erschliessungslücke (% der unterversorgten Betriebe am Total der Betriebe in der Schweiz)		
	Alle Betriebe	Betriebe der Schwerpunktbbranche «Tourismus»	Betriebe der Schwerpunktbbranche «Industrie»
Mindestens 10 Mbit/s Download	2.2%	1.3%	2.3%
Mindestens 30 Mbit/s Download	8.7%	6.5%	9.9%
Mindestens 80 Mbit/s Download	36.4%	35.2%	41.2%
<i>Mindestens 80 Mbit/s UPLOAD</i>	<i>62.6%</i>	<i>59.5%</i>	<i>73.9%</i>
Mindestens 100 Mbit/s Download	43.0%	40.6%	49.6%
Mindestens 300 Mbit/s Download	62.3%	59.3%	73.5%
Mindestens 1'000 Mbit/s Download	67.7%	65.0%	79.7%
Download-Geschwindigkeiten von mindestens <ul style="list-style-type: none"> ▪ 75 Mbit/s für Betriebe mit 1-4 MA ▪ 100 Mbit/s für Betriebe mit 5-19 MA ▪ 200 Mbit/s für Betriebe mit 20-49 MA ▪ 400 Mbit/s für Betriebe mit 50-99 MA ▪ 1'000 Mbit/s für Betriebe mit mehr als 100 MA 	38.6%	37.0%	47.3%

- Betriebe der Schwerpunktbbranche Tourismus weisen relativ tiefe Erschliessungslücken auf, Betriebe der Schwerpunktbbranche Industrie relativ hohe (im Vergleich zum Schweizer Durchschnitt).
- Der tertiäre Sektor ist tendenziell besser erschlossen als der primäre und der sekundäre Sektor.
- Grosse Betriebe sind besser versorgt als kleine Betriebe.

Im Kapitel 5 wird geprüft, ob in bestimmten Regionen «Erschliessungslücken» bestehen, d.h. dass der Bedarf der Betriebe nach leistungsfähigen Breitbandanbindungen durch das vorhandene Angebot an Anschlusstechnologien in der betreffenden Region nicht ausreichend abgedeckt werden kann. Wir beschränken uns in der aktuellen Studie auf die Ermittlung von Erschliessungslücken für die Anschlusstechnologien Stand 2018, da nur für jene auch Angaben zu den aktuellen Down- und Upload-Kapazitäten zur Verfügung stehen. Diese nach geplanter Ausbautechnologie 2021 zu imputieren würde kein akkurates Bild zeichnen, da sich auch für die Ausbaustandards 2021 die Kapazitäten stark regional unterscheiden werden.

In Kapitel 3.2.4 wurde ausgeführt, für welche Breitband-Nachfragevarianten der Betriebe geprüft werden soll, ob in einzelnen Regionen Angebotsengpässe bestehen (vgl. Tabelle 14). Diese Nachfrage-Varianten werden der in Kapitel 4 analysierten Angebotssituation (Anschlusstechnologie, Leistungsfähigkeit) in den einzelnen Regionen gegenübergestellt.

Tab. 14 Nachfrage-Szenarien zur Prüfung allfälliger Erschliessungslücken

Breitbandnachfrage	Nachfrage-Szenarien			Bemerkungen
	Alle Betriebe	Betriebe der Schwerpunktsbranche «Tourismus»	Betriebe der Schwerpunktsbranche «Industrie»	
Mindestens 10 Mbit/s Download	V0	V0.t	V0.i	Zu gewährleistende Grundversorgung ab 1.1.2020 (Art. 15 Abs. 1 Verordnung über Fernmeldedienste)
Mindestens 30 Mbit/s Download	V1	V1.t	V1.i	Bandbreiten von mehr als 30 Mbit/s werden als «Hochbreitband» bezeichnet
Mindestens 80 Mbit/s Download	V2	V2.t	V2.i	Bandbreite entspricht der Zielsetzung der Swisscom für die Erschliessung bis 2021: In 100% der Gemeinden sollen rund 90% der Gebäude eine Bandbreite von mindestens 80 Mbit/s zur Verfügung haben (a)
<i>Mindestens 80 Mbit/s UPLOAD</i>	V3	V3.t	V3.i	<i>UPLOAD wird immer wichtiger (z.B. für Cloud oder Home Office)</i>
Mindestens 100 Mbit/s Download	V4	V4.t	V4.i	Bandbreiten von mehr als 100 Mbit/s werden als «Ultrahochbreitband» bezeichnet
Mindestens 300 Mbit/s Download	V5	V5.t	V5.i	
Mindestens 1'000 Mbit/s Download	V6	V6.t	V6.i	Richtlinie «Förderung zur Unterstützung des Breitbandausbaus in der Bundesrepublik Deutschland» strebt bis 2025 in allen Gewerbegebieten in allen Gebäuden eine Bandbreite von 1 Gbit/s an.
Download-Geschwindigkeiten von mindestens <ul style="list-style-type: none"> ▪ 75 Mbit/s für Betriebe mit 1-4 MA ▪ 100 Mbit/s für Betriebe mit 5-19 MA ▪ 200 Mbit/s für Betriebe mit 20-49 MA ▪ 400 Mbit/s für Betriebe mit 50-99 MA ▪ 1'000 Mbit/s für Betriebe mit mehr als 100 MA 	V7	V7.t	V7.i	Abstufung des Breitbandbedarfs nach Betriebsgrösse, da Anzahl Mitarbeitende (MA) gemäss obigen Analysen wichtigster Bestimmungsfaktor des Breitbandbedarfs ist.

(a) Swisscom (2019): Geschäftsbericht 2018, S. 24

Das Kapitel 5.1 eruiert allfällige Erschliessungslücken auf gesamtschweizerischer Ebene, das Kapitel 5.2 auf regionaler Ebene. Im Kapitel 5.3 finden sich Angaben zu allfälligen Erschliessungslücken der Betriebe in einzelnen Branchen bzw. in Betrieben unterschiedlicher Grösse.

5.1 Erschliessungslücken auf gesamtschweizerischer Ebene

Ausgehend von den Nachfrageszenarien in Tabelle 14 wird der Prozentsatz der Unternehmen für die gesamte Schweiz ermittelt, welche den genannten Upload- und Download-Varianten nicht genügen. Gemäss Tabelle 15 erreichen 2.2% der Unternehmen eine Mindest-Download-Anforderung von 10 Mbit/s nicht. Wird dieser Wert auf 30 Mbit/s erhöht, so sind 8.7% der Unternehmen von einer Erschliessungslücke betroffen. Das seitens Swisscom genannte Ziel einer flächendeckenden Erschliessung mit einer Download-Rate von 80 Mbit/s genügen heute 36.4% der Unternehmen nicht. Zudem wird ersichtlich, dass die Anforderung einer Upload-Rate von ebenfalls 80 Mbit/s von 62.6 % der Unternehmen nicht erreicht wird – fast doppelt so viele wie in Bezug zur gleichen Download-Rate. Wird die Anforderung bezüglich Download-Speed bis auf 1000 Mbit/s gesetzt, so wären 67.7% der Unternehmen von einer Erschliessungslücke betroffen (Stand 2018/19 sind 32.3% der Unternehmen mit FTTH erschlossen). Die Grenze bezüglich Ultrahochbreitbandversorgung (ab 100 Mbit/s) erzeugt eine Erschliessungslücke von 43.0% der Betriebe, was im Umkehrschluss auch heisst, dass 57.0% der analysierten Unternehmen zum Zeitpunkt 2018 mit Ultrahochbreitband versorgt waren.

Das letzte Szenario in Tabelle 15 berücksichtigt die Grössenklasse der Unternehmen in Anzahl Mitarbeitende. Gemäss Abbildung 47 steigt die durchschnittlich verfügbare Kapazität mit zunehmender Grösse der Unternehmen an, d.h. dass die grösseren Unternehmen tendenziell stärker mit FTTH versorgt sind und die Nachfragelücken nach Berücksichtigung der Grössenklassen tendenziell kleiner wird.

Tendenziell weisen Unternehmen der Schwerpunktbranche Tourismus leicht tiefere Erschliessungslücken über die Nachfrageszenarien auf als die Gesamtheit der Betriebe. Aufgrund der hohen Fallzahlen sind die Unterschiede statistisch signifikant, obwohl sie klein sind (Um die genauen Gründe zu eruieren müsste u.a. mit einer repräsentativen Umfrage nach Branche und NRP-Regionen die eingesetzten Technologien der Betriebe erfragt werden, was nicht im Rahmen von diesem Forschungsmandat lag). Massiv höher ist die Erschliessungslücke in der Schwerpunktbranche Industrie. Während z.B. schweizweit 32.3% der Unternehmen schon über eine Download-Kapazität von 1000 Mbit/s verfügen, sind es in der Industrie 20.3% (79.7% der Betriebe der Schwerpunktbranche Industrie weisen bezüglich einer hypothetischen Nachfrage von 1'000 Mbit/s eine Unterdeckung auf).

Tab. 15 Erschliessungslücken gemäss Nachfrage-Szenarien 2018

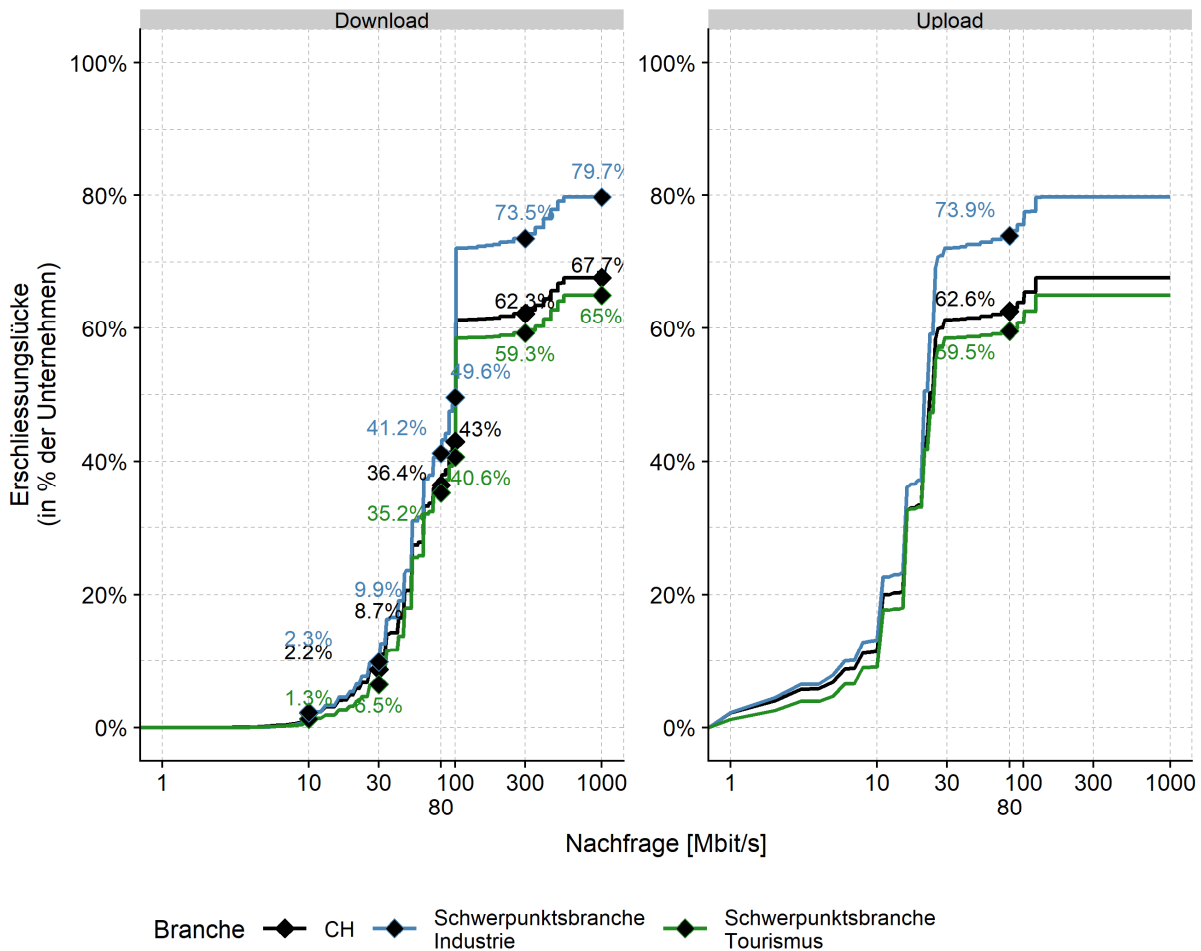
Breitbandnachfrage	Erschliessungslücke (% der unterversorgten Betriebe am Total der Betriebe in der Schweiz)		
	Alle Betriebe	Betriebe der Schwerpunktbranche «Tourismus»	Betriebe der Schwerpunktbranche «Industrie»
Mindestens 10 Mbit/s Download	2.2%	1.3%	2.3%
Mindestens 30 Mbit/s Download	8.7%	6.5%	9.9%
Mindestens 80 Mbit/s Download	36.4%	35.2%	41.2%
<i>Mindestens 80 Mbit/s UPLOAD</i>	<i>62.6%</i>	<i>59.5%</i>	<i>73.9%</i>
Mindestens 100 Mbit/s Download	43.0%	40.6%	49.6%
Mindestens 300 Mbit/s Download	62.3%	59.3%	73.5%
Mindestens 1'000 Mbit/s Download	67.7%	65.0%	79.7%
Download-Geschwindigkeiten von mindestens <ul style="list-style-type: none"> ▪ 75 Mbit/s für Betriebe mit 1-4 MA ▪ 100 Mbit/s für Betriebe mit 5-19 MA ▪ 200 Mbit/s für Betriebe mit 20-49 MA ▪ 400 Mbit/s für Betriebe mit 50-99 MA ▪ 1'000 Mbit/s für Betriebe mit mehr als 100 MA 	38.6%	37.0%	47.3%

Quelle: Darstellung Hanser Consulting / FHNW

In Abbildung 50 sind die Ergebnisse der Tabelle 15 zusätzlich grafisch dargestellt. Für die Nachfrage nach Download-Kapazität unter 100 Mbit/s sind die Unterschiede bezüglich Grösse der Erschliessungslücke der Schwerpunktbranchen relativ gering; sie steigen jedoch sprunghaft an für Kapazitäten über 100 Mbit/s. Gemäss Tabelle 11 ist die Deckung einer Nachfrage über 100 Mbit/s nur mit Anschlusstechnologien FTTS, FTTB oder FTTH möglich. Gemäss Abbildung 39 sind in der Schweiz aktuell nur etwa die Hälfte der Betriebe mit diesen

Technologien erschlossen. Die ausgewiesenen Download- und Upload-Kapazitäten variieren aber nicht nur über die Anschluss-Technologie sondern auch regional. So ist die maximal gemessene Kapazität pro Technologie zum Beispiel nicht in allen Gemeinden gleich, da verschiedene weitere Einflussgrössen eine Rolle spielen können (z.B. Störsignale Topografie).

Abb. 50 Erschliessungslücken 2018 über die Nachfrageszenarien V0 – V6 für die Schweiz und nach Schwerpunktsbranchen



Quelle: Darstellung Hanser Consulting / FHNW

5.2 Erschliessungslücken auf regionaler Ebene

Die Abbildung 51 zeigt die Erschliessungslücken für die verschiedenen betrachteten Nachfrage-Szenarien in den Regionen. Hell eingefärbte Gebiete bedeuten dabei eine tendenziell kleine Erschliessungslücke (in % der Anzahl Unternehmen des jeweiligen Gebietes), dunkel eingefärbte eine tendenziell hohe Lücke.

Für eine Nachfrage nach Download-Kapazität von 10 Mbit/s ist der grösste Teil der Schweiz hellgelb eingefärbt (Grafik links oben), die meisten NRP-Zielgebiete weisen demnach eine Erschliessungslücke um 0% auf (%-Anteil der Unternehmen, welche die betrachtete Download-Kapazität nicht erreichen). Die grösste Erschliessungslücke von 18.6% weist das Zielgebiet Region Toggenburg (SG) und der Kanton Appenzell-Innerrhoden (AI) mit 18.6% aus. Etwas kleinere aber noch signifikante Erschliessungslücken zwischen 10%-15% weisen zum Beispiel das Stoa-Muotathal (SZ), die Region Sense (FR), die Region Äussere Seegemeinden (UR) und das Hintere Schächental (UR), das Emmental (BE), die Region Centre-Jura (BE) oder das Zürcher Berggebiet (ZH/TG/SG) aus. Einige wenige Gebiete zeigen somit Erschliessungslücken, die deutlich über dem Schweizer Durchschnitt von 2.2% liegen.

Beim Nachfrage-Szenario 30 Mbit/s (Grafik rechts oben) erhöht sich die Lücke im Schweizer Durchschnitt auf 8.7%. Entsprechend stark erhöhen sich beim Nachfrage-Szenario 30 Mbit/s die Nachfragerlücken für die vorher

genannten NRP-Regionen – die grösste weisen die Regionen Hinteres Schächental mit 37.5% und die Region Toggenburg (SG) mit 35.2% aus. Zudem gibt es bei diesem Szenario keine Zielgebiete mit Nachfragerückstand von exakt 0%.

Bei weiterer Erhöhung der Nachfrage auf potentielle 80 Mbit/s erhöht sich die durchschnittliche Schweizer Erschliessungslücke auf 36.4% (Grafik links unten). Die grösste Lücke lokalisiert sich dabei in den Regionen Urserental (UR), Stoos-Muotathal (SZ), Oberes Reusstal (UR), Hinteres Schächental (UR), Thal (SO), Prättigau/Davos (GR), Région La Gruyère (FR) und in den Äusseren Seegemeinden (UR) mit über 80% der Unternehmen. Fast identisch sieht es bezüglich dem Nachfrage-Szenario nach Upload-Kapazität von 80 Mbit/s aus – nur liegen die Levels der Erschliessungslücken höher – aggregiert für die Schweiz auf einem Niveau von 62.6%. Über die Hälfte aller NRP-Zielgebiete weisen eine Erschliessungslücke von 90% oder mehr aus, relativ viele Regionen wie Äussere Seegemeinden (UR), Bernina (GR), Centre-Jura (BE), Engiadina Bassa/Val Müstair (GR), Glarus (GL), Glarus Süd (GL), Moesa (GR), das Obere Reusstal (UR) oder das Stoos-Muotathal (SZ) haben sogar eine Erschliessungslücke von 100%. Die niedrigste Erschliessungslücke findet sich wiederum für die Regionen Kanton Basel-Stadt (BS), Canton de Genève (GE), Plessur (GR), Bellinzonese e Valli (TI) oder für die Agglomération de Fribourg (FR). Wie eingangs des Abschnittes erwähnt hat die Swisscom zum Ziel, in 100% der Gemeinden mindestens 90% der Betriebsgebäude mit 80 Mbit/s zu erschliessen. Gemäss dem aktuellen Datensatz (Stand 2018) trifft dies für 303 Gemeinden zu (14% der Gemeinden). Wird eine Kapazitätsgrenze von 80 Mbit/s Down- und Upload-Speed zusammen als Grenzwert genommen, so verfügen 423 Gemeinden oder gut 19% der Gemeinden über eine höhere Kapazität.

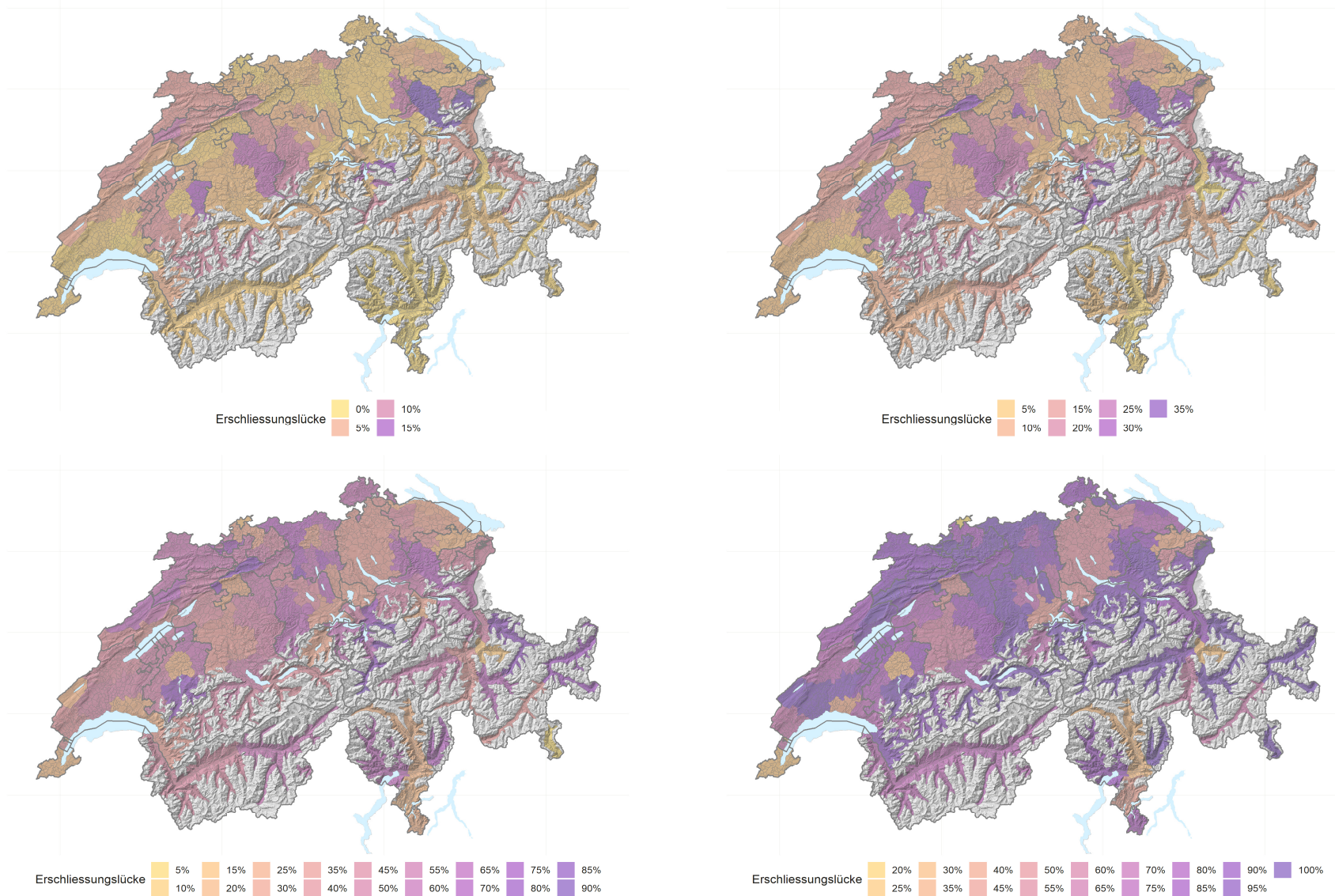
Bei weiterem Anstieg der Nachfrage nach Download-Kapazität kristallisieren sich auf den Karten in Abbildung 51 immer mehr die Ballungszentren Lugano, Genf, Lausanne, Basel, Luzern, Zug, Zürich und St. Gallen heraus. Best erschlossene Region bei einer hypothetischen Nachfrage von 1'000 Mbit/s sind mit einer Nachfragerückstand von 15.7% der Kanton Basel-Stadt (BS), der Canton de Genève mit 28.7%, Bellinzonese e Valli (TI) mit 29.7% und die Agglomération de Fribourg (FR) mit 31.5%.

Die Abbildung 52 zeigt die exakten Prozentwerte der Erschliessungslücke für das Nachfrage-Szenario 80 Mbit/s Download in den einzelnen Regionen. Wie erwähnt weist das eine Erschliessungslücke von über 90% aus. Zusätzlich eingezeichnet sind die 95%-Fehlerbalken. Überstreicht der Fehlerbalken die senkrechte, rot gestrichelte Linie (= Erschliessungslücke der gesamten Schweiz von 36.4%) nicht, so kann der Unterschied der angezeigten Erschliessungslücke im Vergleich zur Schweiz als signifikant angesehen werden.

Die Abbildung 53 zeigt die Erschliessungslücken für das Nachfrage-Szenario 80 Mbit/s Download in den Regionen für die Schwerpunktbereiche Industrie und Tourismus. So werden zum Beispiel im Urserental fünf Unternehmen der Schwerpunktbereiche Industrie zugeordnet, welche allesamt eine Erschliessungslücke aufweisen. Zur Schwerpunktbereiche Tourismus zählen 76 Unternehmen der insgesamt 159 Betriebe. Sie weisen eine Erschliessungslücke von 85.5% auf.

Ein Vergleich von Abbildung 36 (Stellenwerte der Schwerpunktbereiche Tourismus und Industrie in den NRP-Zielgebieten) und Abbildung 53 (Erschliessungslücken zum Nachfrage-Szenario 80 Mbit/s in den Zielgebieten nach Schwerpunktbereiche) lässt folgende Schlüsse zu: Folgende Regionen weisen einen überdurchschnittlich hohen Anteil an Unternehmen der Schwerpunktbereiche Tourismus aus (im Vergleich zur Schweiz) und gleichzeitig eine signifikant höhere Erschliessungslücke zum Nachfrageszenario 80 Mbit/s (im Vergleich zu jener der Schweiz): Agglomération unteres Reusstal (UR), Albula (GR), Engiadina Bassa/Val Müstair (GR), Grenchen-Büren (SO), Locarnese e Vallemaggia (TI), Montagnes neuchâtelaises (NE), Prättigau/Davos (GR), Région La Gruyère (FR), Region Oberwallis (VS), Surselva (GR), Urserental (UR), Valais Romand (VS) und Verein Seeland Biel-Bienne (BE). 34 Regionen weisen einen signifikant erhöhten Anteil an Unternehmen der Schwerpunktbereiche Industrie und gleichzeitig eine signifikant höhere Erschliessungslücke als die Schweiz aus: aargauSüd impuls (AG/LU), Centre-Jura (BE), Communauté régionale de la Broye (FR/VD), Entwicklungsraum Thun (BE), Fricktal Regio (AG), Grenchen Büren (SO), Jura-Bienne (BE), Kanton Schaffhausen (SH), Landquart (GR), Laufen (BL), Lebensraum Lenzburg Seetal (AG), Luzern West (LU), Montagnes neuchâtelaises (NE), Mutschellen-Reusstal-Kelleramt (AG), Nord-Vaudois (VD), Oberaargau, Olten-Gösgen-Gäu (SO), Prättigau/Davos (GR), Regio Frauenfeld (TG), Région du Lac (FR), Région Glâne-Veveyse (FR), Région la Gruyère (FR), Region Sarganserland-Werdenberg (SG), Region Sense (FR), Region Sursee-Mittelland (LU), Region Toggenburg (SG), République et Canton du Jura (JU), Seetal (LU), Suhrental (AG), Thal (SO), Unteres Bünztal (AG), Val-de-Ruz (NE), Zürcher Berggebiet (ZH/TG/SG) und Zuzibiet Regio (AG).

Abb. 51 Verteilung der Erschliessungslücken 2018 zu den Nachfrage-Szenarien V0 – V7 (Nachfrage Downloadkapazität von 10 Mbit/s, 30 Mbit/s, 80 Mbit/s und Upload 80 Mbit/s)



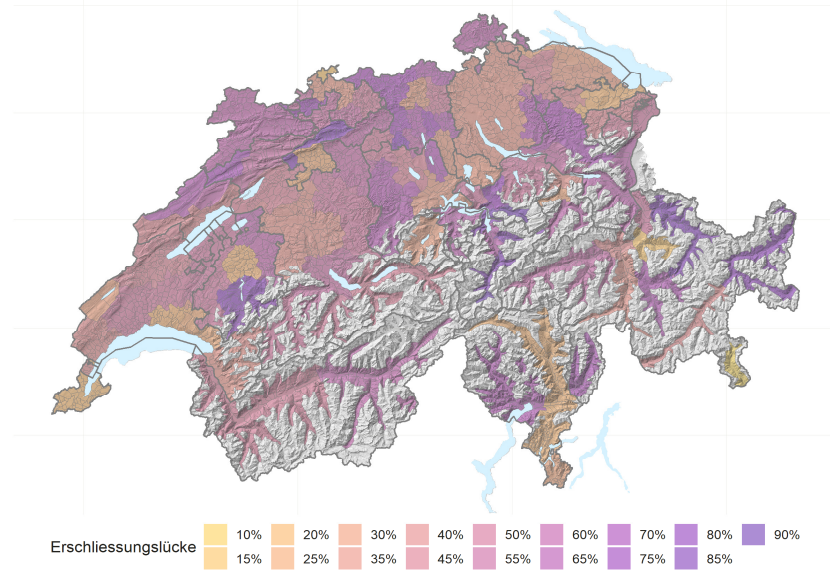
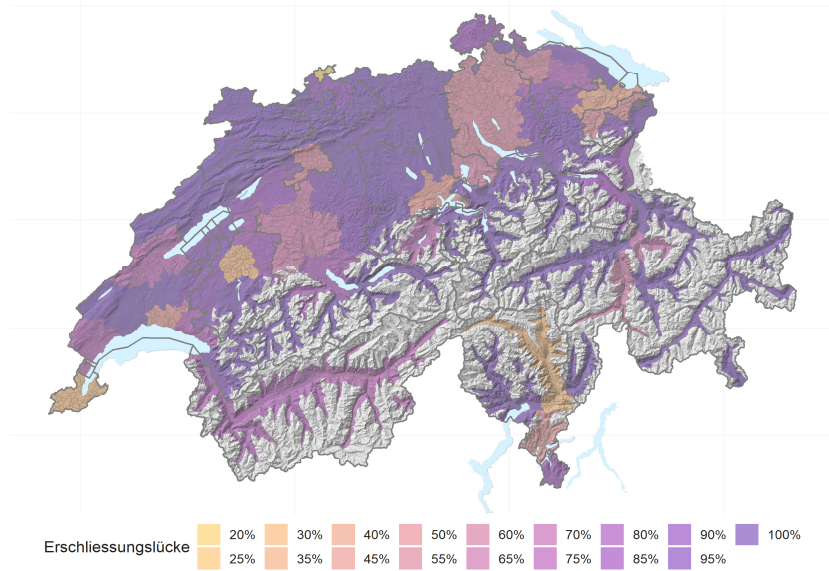
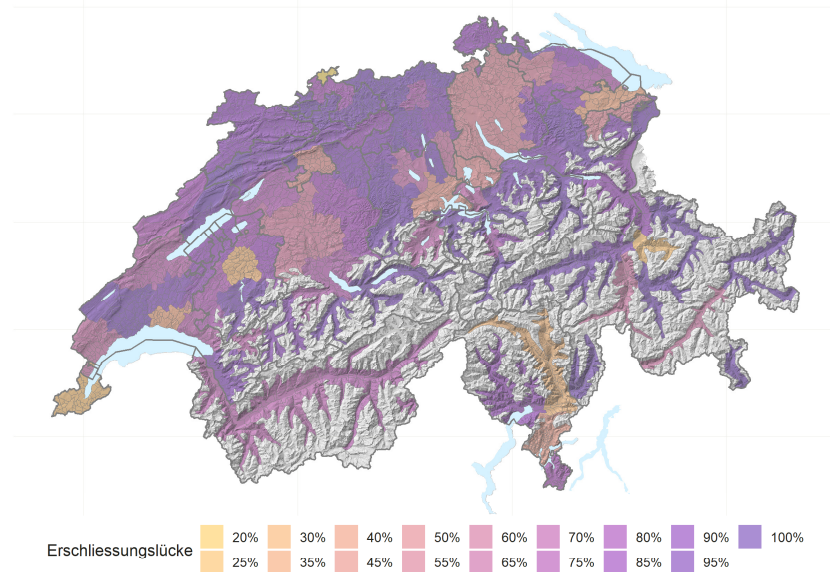
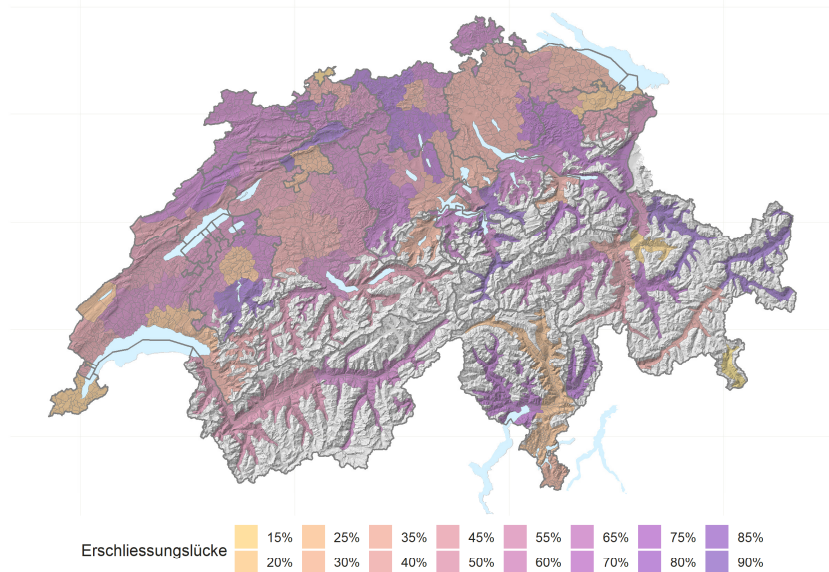
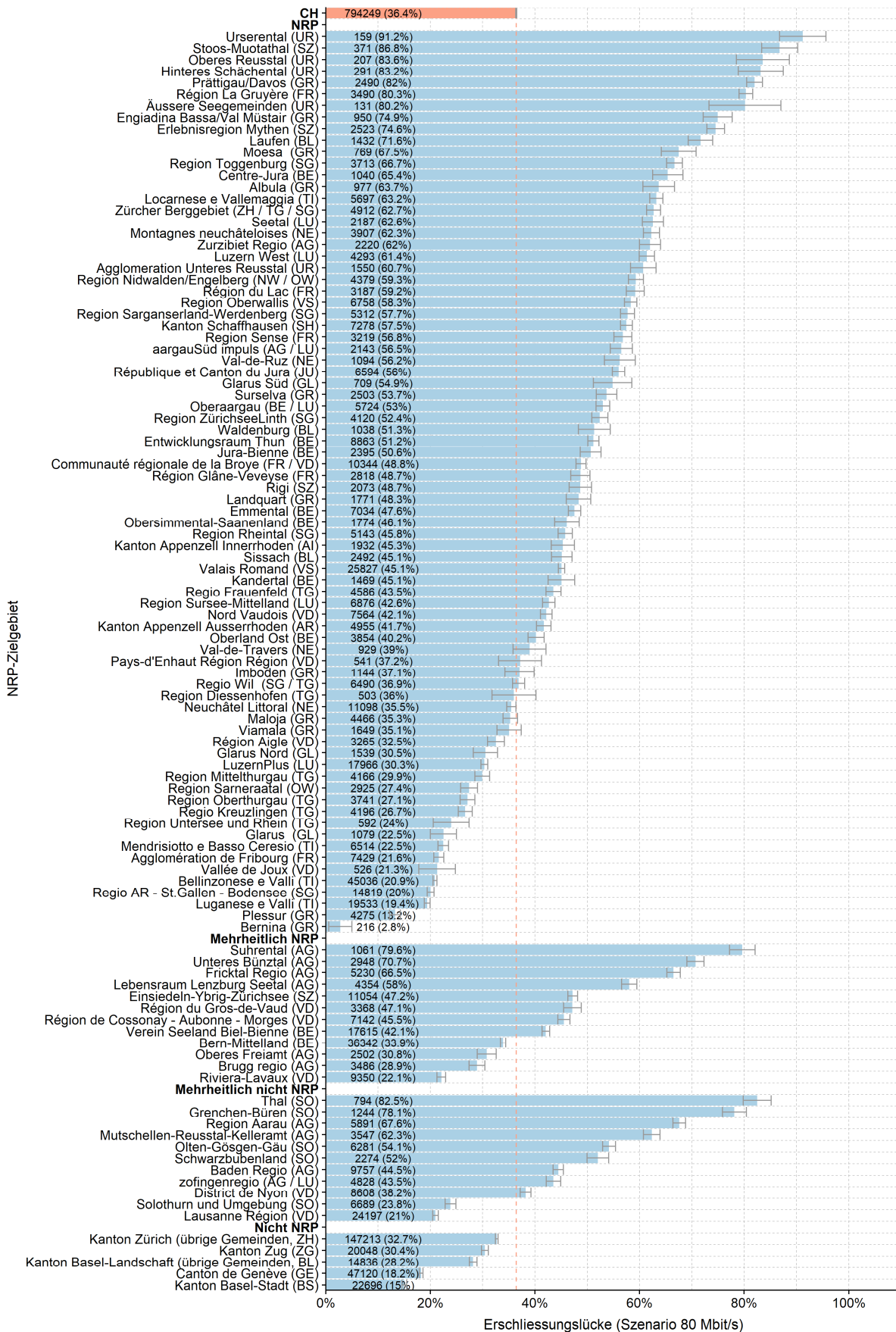
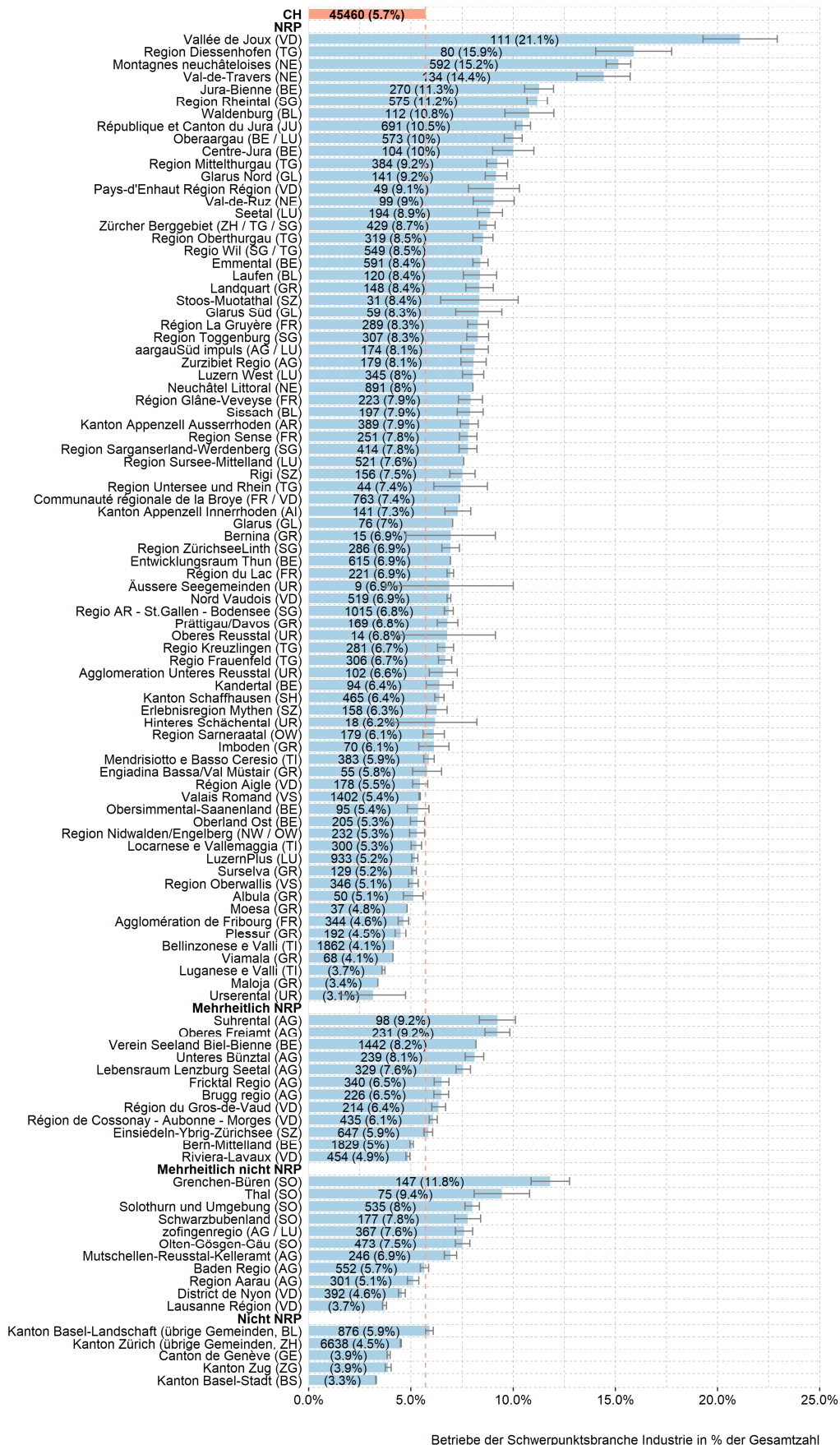


Abb. 52 Erschliessungslücken 2018 in den NRP-Zielgebieten gemäss Nachfrage-Szenario 80 Mbit/s im Vergleich zur Schweiz

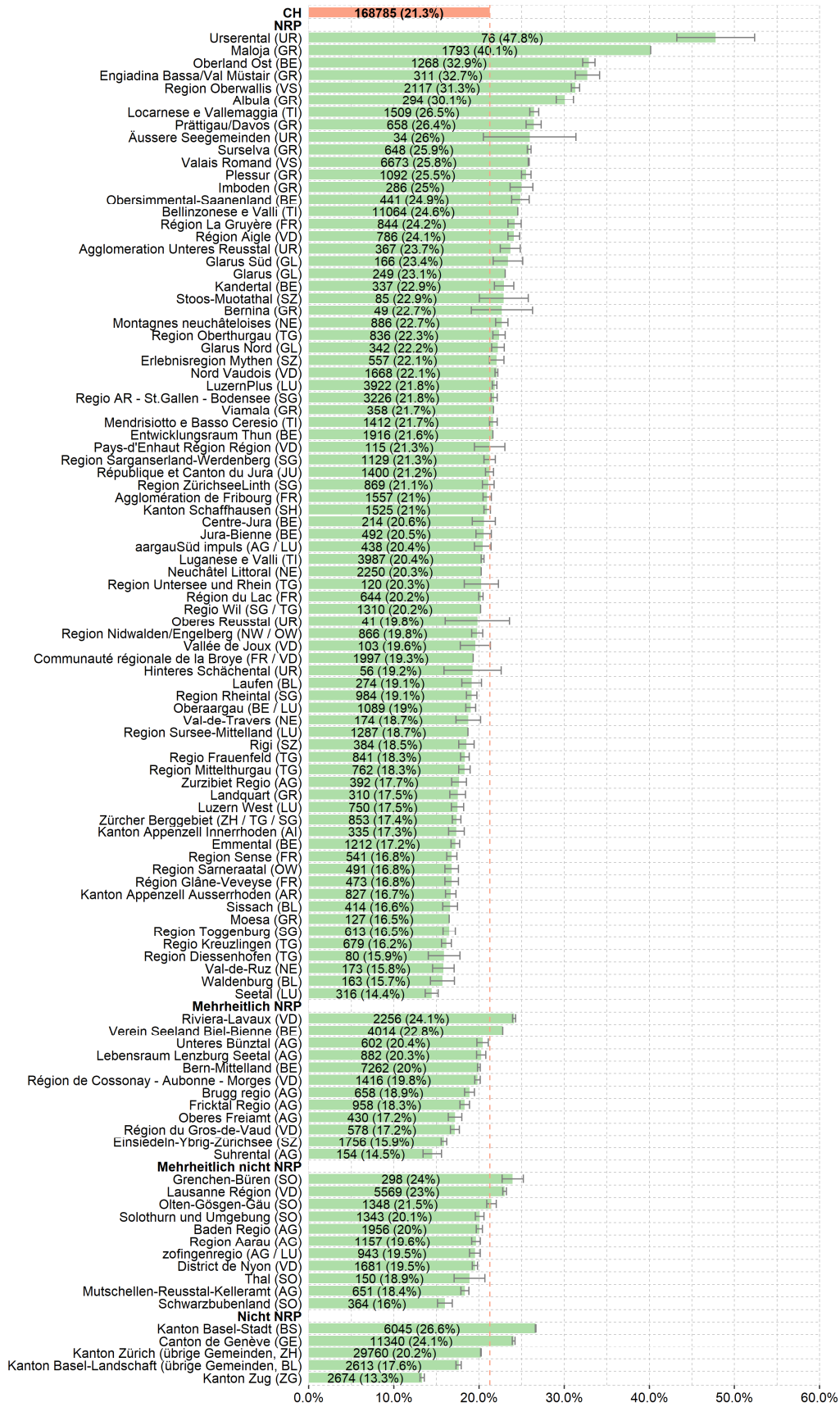


Quelle: Darstellung Hanser Consulting / FHNW

Abb. 53 Erschliessungslücken 2018 in den NRP-Zielgebieten gemäss Nachfrage-Szenario 80 Mbit/s der Schwerpunktsbranchen Industrie (UNTEN) und Tourismus (NÄCHSTE SEITE) im Vergleich zur Schweiz



Betriebe der Schwerpunktsbranche Industrie in % der Gesamtzahl

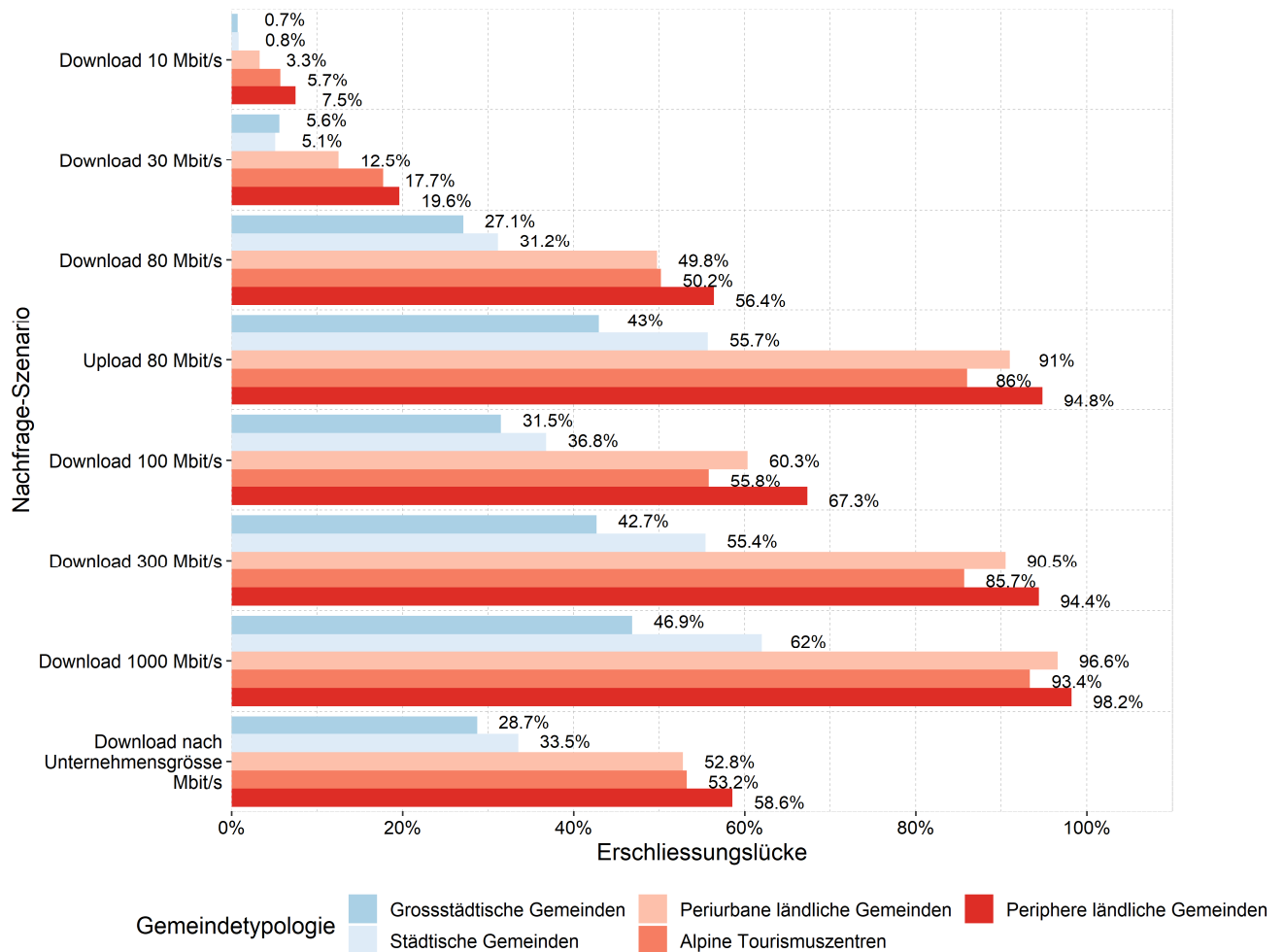


Betriebe der Schwerpunktsbranche Tourismus in % der Gesamtzahl

Quelle: Darstellung Hanser Consulting / FHNW

Eine gute zusammenfassende Übersicht zur regionsbezogenen Analyse erlaubt die Identifikation der Erschliessungslücken für Gemeindekategorien gemäss Gemeindetypologie Regiosuisse. Die Abbildung 54 zeigt die regionalen Unterschiede der Erschliessung im (Ultra-)Hochbreitband-Angebot in der Schweiz deutlich. Über sämtliche Nachfrage-Szenarien sind Unternehmen in grossstädtischen und städtischen Gemeinden mit massiv kleineren Erschliessungslücken konfrontiert als solche in periurbanen ländlichen Gemeinden, alpinen Tourismuszentren oder peripheren ländlichen Gemeinden.

Abb. 54 Unterschiede in den Erschliessungslücken der Nachfrage-Szenarien in den Gemeindetypen gemäss Gemeindetypologie Regiosuisse (2018)



Quelle: Darstellung Hanser Consulting / FHNW

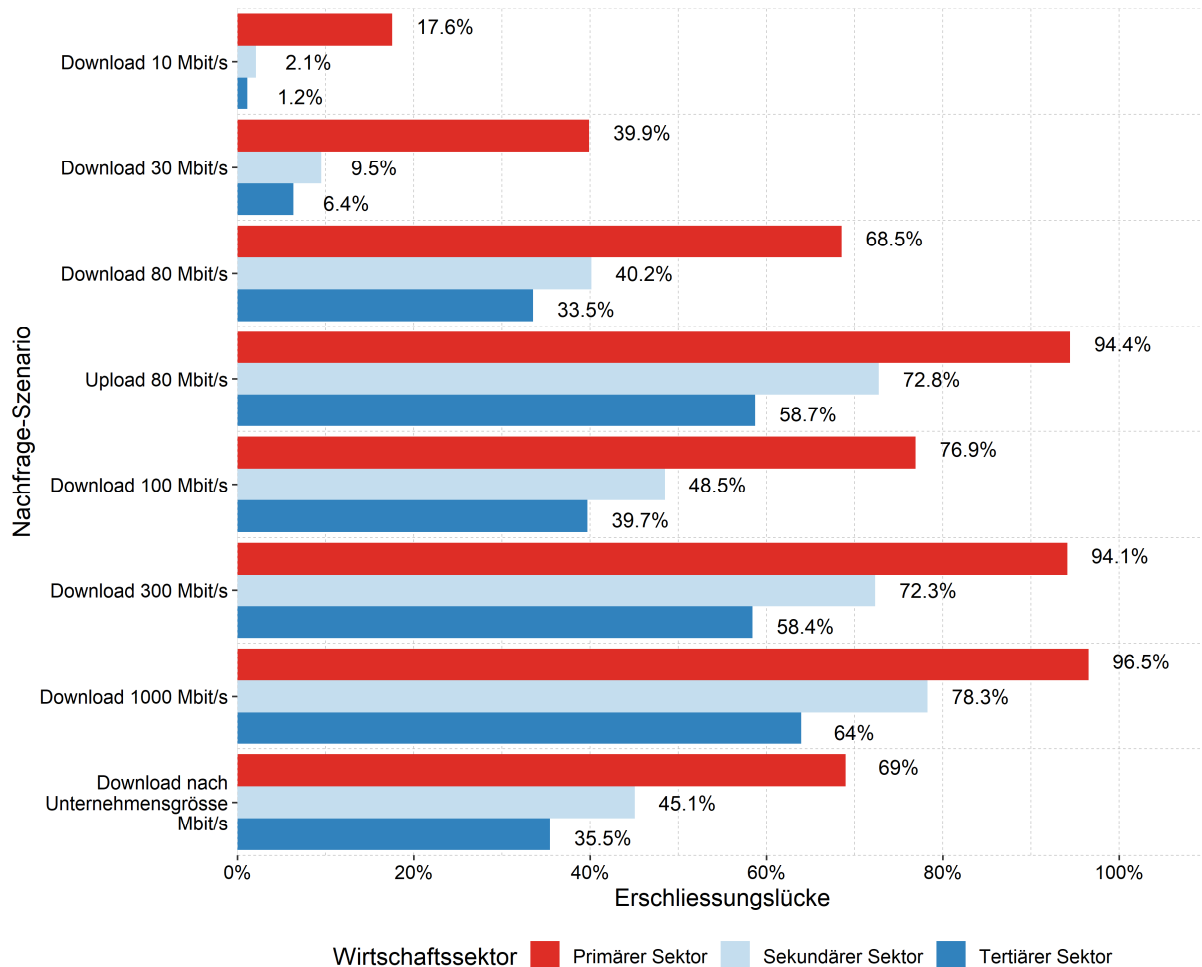
Festzuhalten bleibt abschliessend, dass

- die Breitbanderschliessung in den städtischen Gebieten in der Regel leistungsstärker ist als in den ländlichen Räumen. Die Wettbewerbsfähigkeit der suboptimal erschlossenen Räume als Unternehmensstandort kann dadurch beeinträchtigt werden.
- aber auch zahlreiche ländliche, eher periphere Regionen bereits über eine leistungsstarke Breitbanderschliessung und damit über eine günstige Voraussetzung für den digitalen Transfer der Wirtschaft verfügen.
- Teile des Mittellandes 2018 noch mit vergleichsweise tiefen verfügbaren Bandbreiten konfrontiert sind.

5.3 Erschliessungslücken einzelner Branchen oder in Unternehmen unterschiedlicher Grösse

In diesem Abschnitt sollen die Erschliessungslücken zusätzlich zu den Schwerpunktbereichen Industrie und Tourismus für die drei Wirtschaftssektoren sowie für die Grössenklassen der Unternehmen beleuchtet werden. Gemäss Abbildung 55 weist der tertiäre Sektor die kleinsten Erschliessungslücken auf, gefolgt vom sekundären Sektor. Mit Abstand am grössten sind die Erschliessungslücken im primären Sektor.

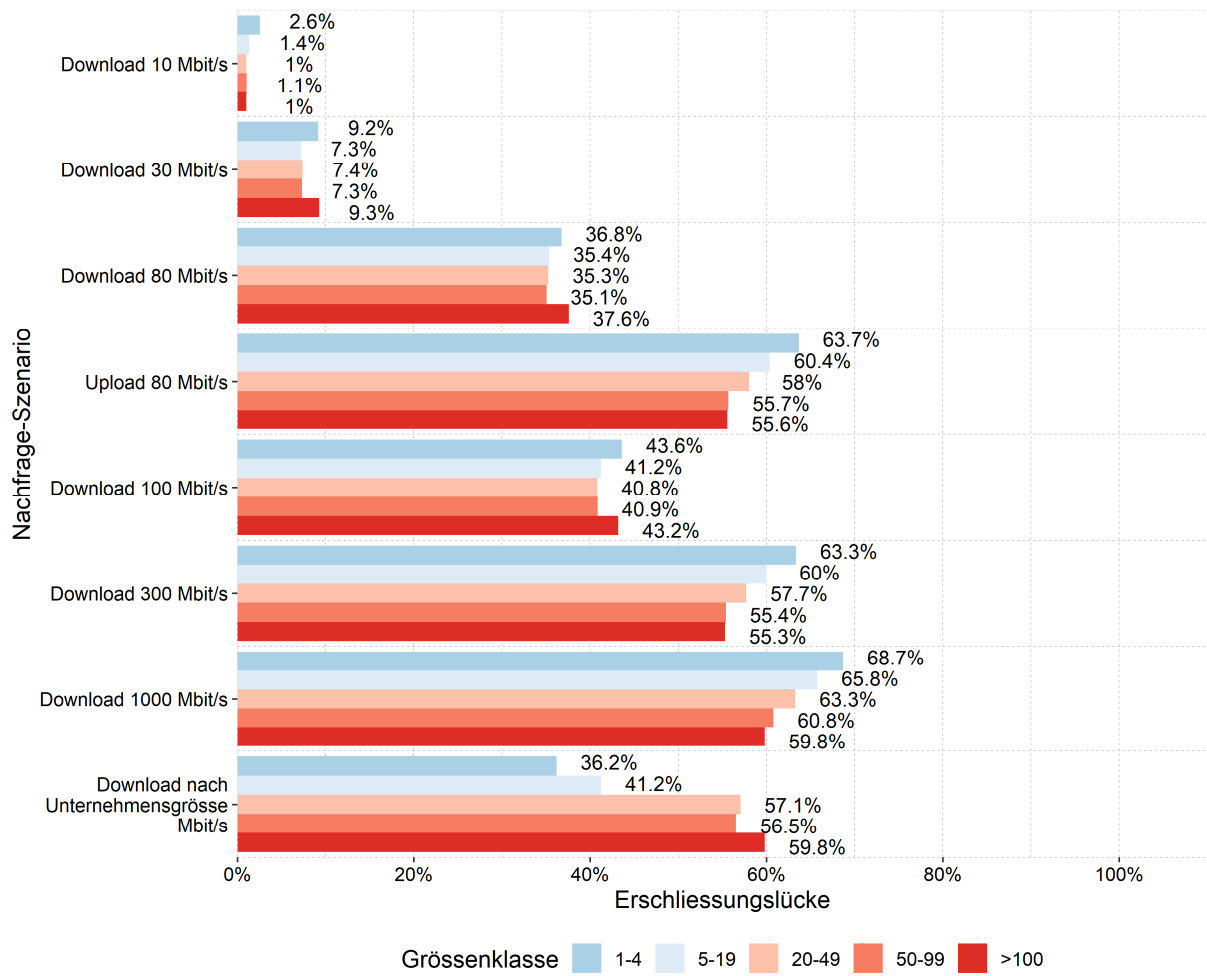
Abb. 55 Unterschiede in den Erschliessungslücken der Nachfrage-Szenarien und Wirtschafts-Sektor (2018)



Quelle: Darstellung Hanser Consulting / FHNW

Die in Abbildung 56 dargestellten Unterschiede der Erschliessungslücken nach Grösseklasse der Unternehmen sind vergleichsweise gering. Eine Ausnahme bildet das unterste dargestellte Szenario (V7 – Download nach Unternehmensgrösse), welches die Anzahl Mitarbeitenden in die Modellierung der Nachfrage mit einbezieht. Gemäss Abbildung 56 weist die Grösseklasse von 1 - 4 Mitarbeitenden die kleinste Unterdeckung auf, während Betriebe mit mehr als 20 Mitarbeitenden mit höheren Erschliessungslücken konfrontiert sind.

Abb. 56 Unterschiede in den Erschliessungslücken der Nachfrage-Szenarien und Grössenklassen der Unternehmungen (2018)



Quelle: Eigene Darstellung Hanser Consulting / FHNW

6 Ansatzpunkte für Massnahmen des Bundes

Kapitel 6 für eilige Leserinnen und Leser:

Detaillierte Modellrechnungen zeigen, dass die Erschliessung der periphereren, dünn besiedelten Teile des NRP-Zielgebietes mit einer leistungsstarken Datenübertragungsinfrastruktur nicht kostendeckend möglich ist. Vor diesem Hintergrund skizziert das Kapitel 6.1 verschiedene prüfungswürdige Ansatzpunkte, wie der Bund bzw. die NRP **Impulse zur Erschliessung dieser Regionen mit einer hochwertigen Breitbandinfrastruktur** geben könnten:

- Analysieren der aktuellen und zukünftigen potenziellen Nachfrage nach einer leistungsfähigen Datenübertragungsinfrastruktur in den periphereren Regionen
- Weitere Modellvorhaben unterstützen, welche bestehende Leitungsnetze (z.B. Strom) als «Leerrohre» für die Glasfasererschliessung nutzen, um die bedeutenden Tiefbaukosten bei der Verlegung der Glasfaserleitungen zu reduzieren
- Einfügen einer neuen Bestimmung in das nationale Recht, welche die Eigentümer bestehender Leitungsnetze verpflichtet, die Mitbenutzung ihrer Leitungen als «Leerrohre» für den Glasfaserausbau zu ermöglichen
- Regionale Projekte unterstützen, welche eine Breitbanderschliessung in dünn besiedelten Gebieten mittels kostenoptimaler Kombination von Fest- und Mobilnetz realisieren
- Unterstützung des Breitbandausbaus in peripheren Gebieten mittels finanzieller Beiträge an die nicht amortisierbaren Kosten des Baus und Betriebs einer leistungsfähigen Datenübertragungsinfrastruktur z.B. im Rahmen eines Impulsprogramms «Breitband»
- Erhöhung des Niveaus der zu gewährleistenden Grundversorgung im Bereich Breitbandinfrastruktur

Wichtig für die erfolgreiche Bewältigung des digitalen Wandels sind neben einer leistungsfähigen Breitbandinfrastruktur auch entsprechende **«digitale Kompetenzen» in den Betrieben und in den öffentlichen Institutionen** im NRP-Zielgebiet. Das Kapitel 6.2 zeigt mögliche Ansatzpunkte, um die Rekrutierung von IKT-Fachleuten in periphereren Regionen zu erleichtern:

- Ausbau der IKT-Ausbildungsangebote im NRP-Zielgebiet
- Förderung der residenziellen Ökonomie

Ausserdem gibt das Kapitel 6.2 einen Überblick über die bestehenden Massnahmen der NRP zur Stärkung der digitalen Kompetenzen, die weitergeführt und bei Bedarf verstärkt werden sollen:

- Regionale Innovationssysteme (RIS)
- Finanzielle Unterstützung für regionale Projekte mit einem Bezug zur Digitalisierung
- regionsuisse

Die Strategie «Digitale Schweiz» des Bundesrates⁴⁸ strebt an, den gesellschaftlichen Zusammenhalt der Regionen und die chancengleiche Entwicklung der digitalen Schweiz zu gewährleisten. Die vorliegende Studie zeigt aber unter anderem, dass

- die Erschliessung der Betriebe mit Breitbandinfrastruktur noch nicht im ganzen NRP-Zielgebiet den Erfordernissen entspricht, welche für eine vielfältige Nutzung der Chancen der Digitalisierung erforderlich sind (vgl. Kapitel 5).
- zwischen den Betrieben bedeutende Unterschiede bezüglich dem Grad der digitalen Transformation bestehen (vgl. Kapitel 2).

Die mit der Strategie «Digitale Schweiz» angestrebte chancengleiche Teilhabe aller an den neuen Möglichkeiten, welche die Digitalisierung bietet, scheint damit noch nicht vollständig gewährleistet zu sein.

Vor diesem Hintergrund werden nachfolgend Ansatzpunkte skizziert, wie der Bund vermehrt zur Erweiterung des Breitbandangebots im NRP-Zielgebiet (vgl. Kap. 6.1) und zur Stärkung der digitalen Kompetenzen der Betriebe (vgl. Kap. 6.2) beitragen könnte. Ein spezielles Augenmerk gilt dabei der Neuen Regionalpolitik. Die Förderinhalte des NRP-Mehrjahresprogramms 2016 bis 2023 schaffen den Rahmen für diesbezügliche Massnahmen:

⁴⁸ Bundesrat (2018): Strategie «Digitale Schweiz», S.3f.

- Wissenstransfer und Innovation fördern
- Regionale Qualifizierungsmassnahmen umsetzen
- Überbetriebliche Vernetzung und Kooperation voranbringen
- Wertschöpfungsketten schliessen und verlängern
- Infrastrukturen sichern bzw. realisieren

Mit der Erklärung der «Digitalisierung» zu einem Fokusthema der NRP unterstreicht der Bundesrat in der Botschaft zur Standortförderung 2020 – 2023 die hohe Bedeutung der Thematik für die Regionalpolitik ⁴⁹.

6.1 Erweiterung des Angebots an Breitbandinfrastruktur im NRP-Zielgebiet

Den Ausgangspunkt für die Überlegungen zum Ausbau des Breitbandangebots im NRP-Zielgebiet bildet eine Analyse der wirtschaftlichen Rahmenbedingungen für den Breitbandausbau in Kapitel 6.1.1. Darauf aufbauend werden in Kapitel 6.1.2 Ansatzpunkte für denkbare Massnahmen des Bundes bzw. der NRP skizziert. Im abschliessenden Kapitel 6.1.3 wird das Förderkonzept Ultrahochbreitband Graubünden vorgestellt, um das Zusammenspiel zwischen der NRP und kantonalen Massnahmen im Sinne eines Fallbeispiels zu illustrieren.

6.1.1 Wirtschaftliche Rahmenbedingungen für den Breitbandausbau

Artikel 1 des Fernmeldegesetzes (FMG) legt fest, dass der Bevölkerung und der Wirtschaft vielfältige, preiswerte, qualitativ hochstehende sowie national und international konkurrenzfähige Fernmeldedienste angeboten werden. Gemäss der Verordnung über die Fernmeldedienste hat die für die Grundversorgung zuständige Konzessionärin (Swisscom) ab dem 1. Januar 2020 eine minimale Internet-Geschwindigkeit von 10 Mbit/s im Download und 1 Mbit/s im Upload zu gewährleisten. Wie in Kapitel 3 gezeigt wurde, liegt diese Bandbreite weit unterhalb der von den meisten Betrieben heute geforderten Übertragungsgeschwindigkeiten.

Der Ausbau der Breitbandinfrastruktur, der über die genannten 10 Mbit/s im Download und 1 Mbit/s im Upload hinausgeht, erfolgt in der Schweiz marktgetrieben durch die verschiedenen Netzbetreiberinnen (Swisscom, Salt, Sunrise etc.). Aus Sicht der Regionalpolitik stellt sich die Frage, ob auch in periphereren, meist eher dünn besiedelten Regionen ein marktgetriebener Ausbau der Breitbandinfrastruktur erwartet werden kann. Denn neben dem in Kapitel 3 dargestellten Bedarf der Betriebe sind die Investitions- und Betriebskosten ein wichtiger Bestimmungsfaktor des Breitbandausbaus. Dies gilt nicht nur für leitungsgebundene Technologien, sondern auch für funkbasierte Technologien, denn auch die Mobilfunkantennen (4G, 5G) benötigen eine Glasfaseranbindung. Vor diesem Hintergrund hat das Bundesamt für Kommunikation BAKOM 2017 beim WIK Wissenschaftliches Institut für Infrastruktur und Kommunikationsdienste eine Studie zur Modellierung der Kosten eines flächendeckenden Hochbreitbandnetzes in der Schweiz in Auftrag gegeben⁵⁰. Dabei wurden die folgenden Investitionskosten für eine flächendeckende Versorgung in der ganzen Schweiz ermittelt⁵¹:

- Fibre to the curb (FTTC): 3.6 Mrd. CHF
- Fibre to the street (FTTS): 9.4 Mrd. CHF
- Fibre to the home (FTTH): 28.2 Mrd. CHF

Für die Abschätzung der Investitionskosten wurde von WIK eine räumliche Clusterbildung nach der Zahl der Anschlüsse pro km² vorgenommen (vgl. Abb. 57). In der am dichtesten besiedelten Clusterkategorie 1 ist mit mehr als 7'000 Anschlüssen pro km² zu rechnen. In der Schweiz gibt es insgesamt 15 Gebiete (= Anschlussbereiche in Abb. 57) mit einer derart hohen Anschlussdichte. In der am dünnsten besiedelten Clusterkategorie 16

⁴⁹ Bundesrat (2019): Botschaft zur Standortförderung 2020 – 2023, S.2414

⁵⁰ WIK (2017): Modellierung der Kosten eines flächendeckenden Hochbreitbandnetzes in der Schweiz

⁵¹ Investitionskosten unter Berücksichtigung der bereits bestehenden Glasfasernetze (WIK (2017): Modellierung der Kosten eines flächendeckenden Hochbreitbandnetzes in der Schweiz, S. 84 - 97

ist mit weniger als 30 Anschlüssen pro km² zu rechnen. In den 33 Gebieten, die zu dieser Clusterkategorie zählen, finden sich insgesamt 333'641 Anschlüsse, d.h. 6% aller Anschlüsse in der Schweiz.

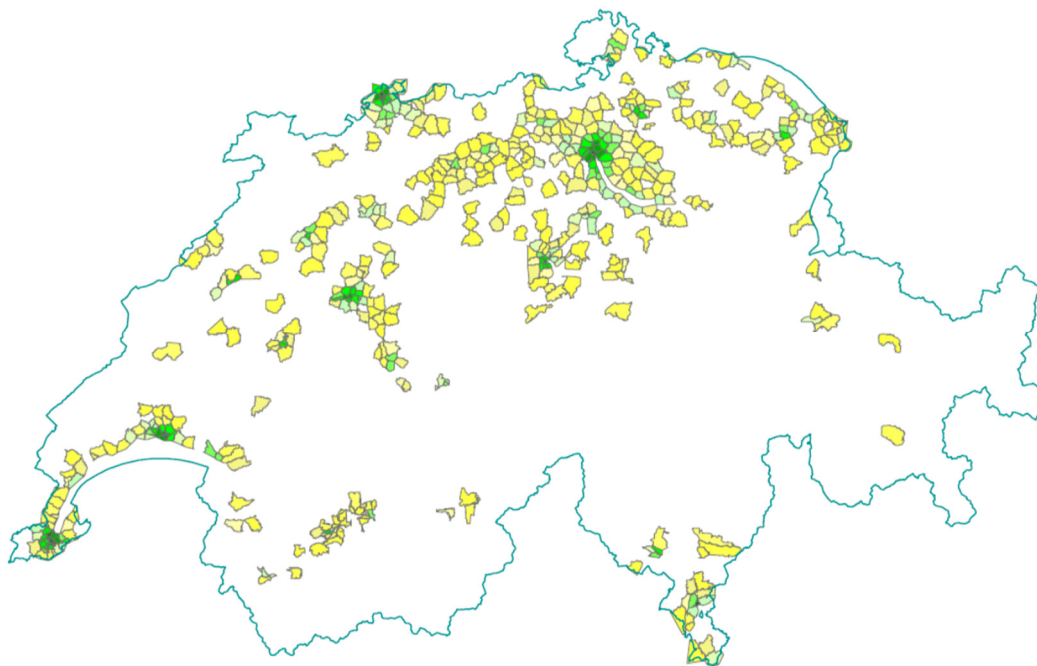
Abb. 57 Clusterung nach Anschlussdichte (Werte pro Cluster)

Cluster	Clusterdichte (pot. Anschlüsse pro km ²)	Anzahl (pro Cluster)			
		Potentielle Anschlüsse	in %	Anschlussbereiche	in %
1	7.000	159.153	3%	15	1%
2	4.000	270.729	5%	17	1%
3	2.500	235.814	5%	22	1%
4	1.600	290.004	6%	27	2%
5	1.150	346.506	7%	34	2%
6	800	333.740	6%	42	3%
7	600	323.514	6%	43	3%
8	470	276.336	5%	42	3%
9	370	335.124	7%	56	4%
10	280	306.115	6%	64	4%
11	220	284.540	6%	72	5%
12	150	403.159	8%	123	8%
13	100	427.831	8%	168	11%
14	60	412.701	8%	186	12%
15	30	397.187	8%	267	18%
16	<30	333.641	6%	313	21%
		5.136.094	100%	1.491	100%

Quelle: WIK (2017): Modellierung der Kosten eines flächendeckenden Hochbreitbandnetzes in der Schweiz, S. 48

Die Abbildung 58 zeigt, dass nur ein kleiner Teil der Fläche der Schweiz auf die relativ dicht besiedelten Clusterkategorien 1 bis 12 entfällt. In der übrigen Schweiz (= weisse Fläche in Abbildung 58) liegt die Zahl der Anschlüsse bei weniger als 150 pro km².

Abb. 58 Flächenabdeckung der Cluster 1-12 (>150 potenzielle Anschlüsse/ km²)



Quelle: WIK (2017): Modellierung der Kosten eines flächendeckenden Hochbreitbandnetzes in der Schweiz, S. 50

Je geringer die Zahl der Anschlüsse pro km² ist, desto höher sind die Investitions- und Betriebskosten pro Anschluss. Unter der Annahme einer räumlich einheitlichen Abonnementsgebühr pro Anschluss ergibt die Analyse von WIK, dass ein FTTH-Ausbau in den Clusterkategorien 13 bis 16, d.h. im ganzen weiss gefärbten Gebiet in Abbildung 58 und damit in weiten Teilen des NRP-Zielgebietes, nicht profitabel möglich ist (vgl. Tabelle 16).

Beschränkt man sich auf eine Erschliessung mit FTTS oder gar FTTC, so lassen sich weitere Clusterkategorien rentabel erschliessen. Allerdings führt dies im Vergleich zur FTTH-Erschliessung zu wesentlichen Einbussen der mittleren Download- und Upload-Geschwindigkeiten (vgl. Tabelle 16). Besonders einschneidend für Betriebe dürften die vergleichsweise tiefen Upload-Geschwindigkeiten sein, welche für verschiedene digitale Anwendungen (z.B. Cloud-Computing, Videokonferenzen) von grosser Bedeutung sind.

Tab. 16 Wirtschaftliche Erschliessungsmöglichkeiten der verschiedenen Raumeinheiten

Technologie	Profitable Erschliessung möglich (a)	Profitable Erschliessung nicht möglich (a)	Erreichte Download-Geschwindigkeit (Mittelwert in der Schweiz) (b)	Erreichte Upload-Geschwindigkeit (Mittelwert in der Schweiz) (b)
FTTH	Clusterkategorien 1 bis 12	Clusterkategorien 13 bis 16	1'000 Mbit/s	1'000 Mbit/s
FTTS	Clusterkategorien 1 bis 14	Clusterkategorien 15 und 16	178 Mbit/s	42 Mbit/s
FTTC	Clusterkategorien 1 bis 15	Clusterkategorie 16	56 Mbit/s	14 Mbit/s

Quelle: Darstellung Hanser Consulting / FHNW

(a) auf Basis WIK (2017): Modellierung der Kosten eines flächendeckenden Hochbreitbandnetzes in der Schweiz, S. 84 – 97

(b) vgl. Kapitel 4.3, Tabelle 13

Gemäss den Analysen der WIK besteht für eine rentable Erschliessung der Clusterkategorien 13 bis 16 mit FTTH eine Wirtschaftlichkeitslücke von 7.3 Mrd. CHF, d.h. Investitionskosten von 7.3 Mrd. CHF können unter den getroffenen betriebswirtschaftlichen Annahmen nicht amortisiert werden. Die Hälfte dieser Wirtschaftlichkeitslücke entfällt auf die FTTH-Erschliessung der am dünnsten besiedelten Clusterkategorie 16. Wird eine FTTC-Erschliessung als ausreichend erachtet, so ist die Wirtschaftlichkeitslücke wesentlich geringer. Sie beträgt noch 0.2 Mrd. CHF.

Offen bleibt, wie sich der optimale Technologiemix in Anbetracht von funkbasierten Abdeckungsvarianten gestalten wird. Speziell im Hinblick auf den erwarteten Ausbau des 5G-Netzes würde es sich anbieten, den Technologiemix erneut aus Kosten-Sicht zu betrachten, um eventuell weniger dicht besiedelte Gebiete nicht mit FTTH zu erschliessen. Dies würde z.B. in der Clusterkategorie 16 pro Anschluss Kosten in Höhe von ungefähr 18'100 CHF vermeidbar machen. Gegebenenfalls würde mit 5G eine Option bestehen, um einen flächendeckenden Hochbreitbandausbau in der Schweiz mit wesentlich geringeren Investitionskosten zu gewährleisten.

Gleichwohl bleibt anzumerken, dass aktuelle Studien in EU-Ländern einen hohen Wechseldruck zu FTTH-Anbindungen aufzeigen (Arnold, Kroon & Tenbrock, 2018). Auch wenn man die Nachfrage auf der privaten Seite nicht mit jener auf der betrieblichen Seite vergleichen kann, gilt es festzuhalten, dass damit zumindest ein Druck von der Nachfrageseite nach hohen Datenübertragungsgeschwindigkeiten zu bestehen scheint.

6.1.2 Ansatzpunkte für Massnahmen des Bundes

In verschiedenen Ländern engagiert sich der Staat wesentlich, um eine hochwertige Datenübertragungsinfrastruktur zu gewährleisten. So hat z.B. Deutschland auf Bundesebene EUR 12 Mrd. bereitgestellt mit dem Ziel, dass bis 2025 landesweit eine Übertragungsleistung von mindestens 1'000 Mbit/s verfügbar sein soll⁵². Umfassende staatliche Breitband- und Digitalisierungsstrategien finden sich z.B. auch in Singapur, Südkorea oder Japan:

⁵² Richtlinie «Förderung zur Unterstützung des Breitbandausbaus in der BRD» des Bundesministeriums für Verkehr und digitale Infrastruktur vom 22. Oktober 2015

Singapur

Singapur ist eines der ersten Länder der Welt, wenn auch mit einer geringen Bevölkerung von 5.3 Millionen Einwohnern, welches eine annähernde Breitbandvollerschliessung der Bevölkerung (FTTB/H) erreicht hat. Laut IMDA (IMD, 2019) basieren 96% aller privaten Anschlüsse in Singapur auf Glasfaser. Dies ist unter anderem auf die «iNation 2015»-Strategie mit öffentlichen Investitionen von insgesamt S\$ 1 Milliarde zurückzuführen. Diese Strategie hatte zum Ziel, alle privaten Haushalte, alle Unternehmen und alle öffentlichen Einrichtungen mit Glasfaseranschlüssen und Bandbreiten von mindestens 1 Gbit/s zu versorgen (Infocomm Development Authority of Singapore, 2010). Dabei ist festzuhalten, dass der Telekommunikationsmarkt in Singapur seit dem Jahr 2000 vollständig liberalisiert ist und seitdem von der Regulierungsaufsicht überwacht und somit durch Verordnungen und Leitlinien gesteuert wird. So wurden unter anderem Lizenzen für Festnetze vergeben, welche an Separierungsaufgaben, Universalverpflichtungen für eine flächendeckende Versorgung mit Glasfaser und eine ex-post Preiskontrolle geknüpft sind (Kin & Ting, 2019). So herrscht im Bereich der Service Provider eine wettbewerbsorientierte Anbieterstruktur; die passive (Netzausbau) und aktive Infrastruktur (Netzbetrieb) werden jedoch von jeweils nur einem Anbieter beherrscht. Dabei besteht jedoch grundsätzlich keine Exklusivität. Auf der Nachfrageseite bietet Singapur ebenfalls eine Fülle an Förderprogrammen, welche speziell auf kleine- und mittelständische Unternehmen ausgerichtet sind (Infocomm Development Authority of Singapore, 2019). Somit ist festzuhalten, dass Singapur den Breitbandausbau sowohl von der Nachfrager- als auch von der Anbieterseite ankurbelt und getrieben durch eine übergeordnete Digitalisierungsstrategie den Ausbau und die Nutzung strategisch fördert. Gleichzeitig erlaubt Singapur den freien Markt, schafft die notwendigen Rahmenbedingungen und führt Missbrauchskontrollen durch.

Südkorea

Südkorea zeichnet sich vor allem durch einen frühen und strukturierten Ausbau der Breitbandinfrastruktur, getrieben durch Programme der Regierung aus. So wurden bereits ab dem Jahr 1996 erste Programme wie «First National Information Promotion Plan», «Cyber Korea 21», «e-Korea Vision 2006», «Broadband IT Korea Vision 2007» und der «U-Korea Masterplan» formuliert (Fetzer et al., 2018). So wurden dank einer ganzheitlichen Betrachtung bereits in 2005 Verfügbarkeiten von 50-100 Mbit/s als Zielsetzung formuliert und ab 2010 bereits Zielerreichungsgrade bis 1Gbit/s (Hyong-Soon, 2013). Um diese Ziele zu erreichen, hat Südkorea nach Angaben von WIK Consulting bis zum Jahr 2015 ca. 26 Milliarden EUR an öffentlichen Geldern investiert (Fetzer et al, 2018). Diese wurden sowohl in die Ausbauförderung als auch in die Intensivierung der Nachfrage investiert. Die Regierung trat dabei in eine Vorbild- und Vorreiterfunktion durch die Einführung von E-Government Lösungen. Besonders hervorzuheben sind dabei die Zertifizierung von Gebäuden nach ihrem Inhaus-Infrastruktur Standard, dem «Cyber-build certification», wie auch die Bereitstellung von zinsgünstigen Krediten für Unternehmen für den Ausbau der Infrastruktur. Weiterhin wurden innovative Regulierungsinstrumente wie das «Local Loop Unbundling» eingesetzt. Hierdurch sollten Mehrfachinvestitionen vermieden werden (Organisation for Economic Co-operation and Development, 2003). «Local Loop Unbundling» oder «Entbündelung» bezeichnet das Separieren von Leistungen, welche zuvor nur gebündelt erhältlich waren. Ein Beispiel wäre das Entbündeln eines Festnetzanschlusses vom Betrieb des Breitbandangebots. Somit soll der Wettbewerb auf der letzten Meile gefördert werden. Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass Südkorea durch einen intensiven Infrastrukturwettbewerb und eine ganzheitliche digitale Strategie der Regierung eine hohe Breitbandabdeckung erreicht hat. Die Rolle von Regulierungsbehörden ist in den letzten Jahren im Stellenwert deutlich gesunken.

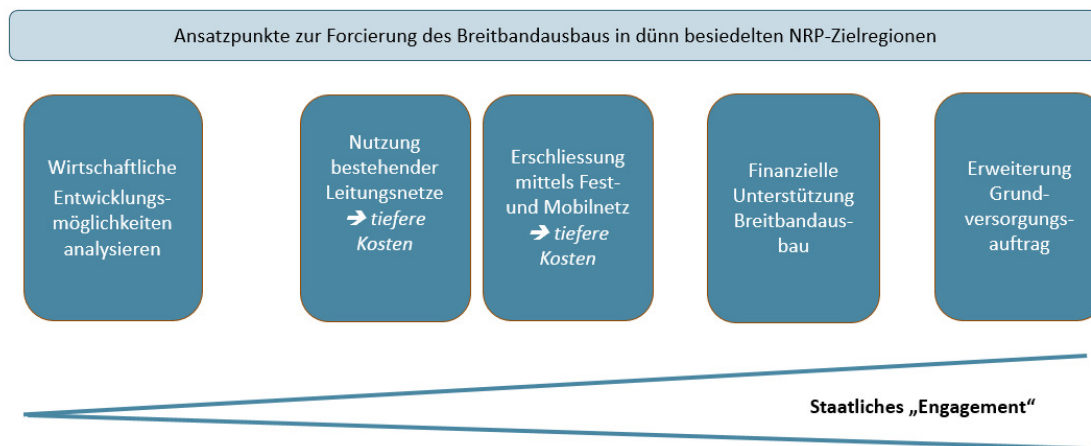
Japan

Wie Singapur und Südkorea zeichnet sich Japan durch die frühe Einführung einer digitalen Strategie, welche ebenfalls den Breitbandausbau vorsieht, aus. So verabschiedete Japan 2001 die «e-Japan Strategie», welche im Rahmen von Prioritätsfeldern unter anderem den Ausbau von Breitbandinfrastrukturen und die Implementierung von adäquaten Wettbewerbsformen vorsah (IT Strategy Headquarters, 2001). Diese Strategie wurde durch kontinuierliche Updates und Neuformulierungen an den Stand der Technik und an die Entwicklung des Landes angepasst. Im Rahmen dieser Strategie setzte Japan unter anderem auf Subventionen zum Netzausbau, steuerliche Anreize und Niedrigzinsdarlehen. Gleichzeitig erhielten Unternehmen, welche selbst den infrastrukturellen Ausbau innerhalb der Betriebsstätte vorantrieben, Steuernachlässe. Weiterhin regulierte Japan die Entbündelung von Netzanschlüssen, um somit ebenfalls für Wettbewerb und damit eine Selbstregulierung am Markt zu sorgen.

Die rechtliche und politische Ausgangslage in der Schweiz unterscheidet sich deutlich von den oben genannten Staaten. Weder das Fernmeldegesetz des Bundes noch das Bundesgesetz über Regionalpolitik geben dem Bund die Möglichkeit, sich beim Aufbau von Breitbandnetzen finanziell zu engagieren.

Vor dem rechtlichen Hintergrund in der Schweiz zeigt die Abbildung 59 Ansatzpunkte, wie der Bund bzw. die Neue Regionalpolitik allenfalls zu einer leistungsfähigen Datenübertragungsinfrastruktur auch in den peripheren, dünn besiedelten Teilen des NRP-Zielgebietes beitragen könnten, denn gemäss den in Kapitel 6.1.1 präsentierten Modellrechnungen ist davon auszugehen, dass in den dünn besiedelten Teilen des NRP-Zielgebietes nicht mit einer baldigen marktgetriebenen FTTH-Erschliessung gerechnet werden kann. Der Grad des staatlichen «Engagements» ist umso höher, je weiter rechts der Ansatzpunkt in der Abbildung 59 platziert ist. Die einzelnen Ansatzpunkte werden nachfolgend genauer erläutert.

Abb. 59 Prüfwerte Ansatzpunkte des Bundes bzw. der NRP zur Unterstützung des Aufbaus einer leistungsfähigen Datenübertragungsinfrastruktur in den NRP-Zielgebieten



Quelle: Darstellung Hanser Consulting / FHNW

Analyse der wirtschaftlichen Entwicklungspotenziale in Abhängigkeit von der Breitbanderschliessung einer Region

Die Digitalisierung erlaubt, dass manche Arbeiten ortsunabhängig erledigt werden können, sofern zwischen dem Erstellungsort und dem Erfüllungsort der Dienstleistung eine Datenübertragungsinfrastruktur mit ausreichender Leistungsfähigkeit besteht. Diese Möglichkeit schafft neue Chancen für die wirtschaftliche Entwicklung von Randregionen. Um einen Impuls für die Ausschöpfung dieser Chancen zu geben, könnten die folgenden Analysen einen Beitrag leisten:

- **Möglicher Ansatzpunkt für die NRP: Analysieren der aktuellen und zukünftigen potenziellen Nachfrage nach einer leistungsfähigen Datenübertragungsinfrastruktur in den peripheren Regionen.** Wie in Kapitel 3 des Berichtes gezeigt wurde, fehlen systematische Angaben zur Nachfrage der Betriebe nach einer Breitbandinfrastruktur in den verschiedenen Regionen. Um den Netzbetreibern, der Wirtschaft in den betreffenden Regionen und der Politik einen Impuls zu einem vermehrten Engagement für den Ausbau der Breitbandinfrastruktur zu geben, könnten die folgenden Analysen beitragen:
 - Analyse des aktuellen betriebsspezifischen Breitbandbedarfs und Vergleich mit der tatsächlich vorhandenen Breitbanderschliessung der Betriebe in Randregionen
 - Analyse des zukünftigen Breitbandbedarfs der Wirtschaft. Es ist denkbar, dass ein grosser Teil der ansässigen Betriebe in den Randregionen erwartet, dass ihr zukünftiger Bedarf an Datenübertragungskapazität nicht wesentlich zunehmen wird. Daraus könnte die Schlussfolgerung gezogen werden, dass kein Bedarf für einen (namhaften) Ausbau der Breitbanderschliessung besteht.

schliessung in diesen Regionen besteht. Eine solche Schlussfolgerung wäre für die peripheren Teile des NRP-Zielgebietes verhängnisvoll, weil sie damit von der zukünftigen Nutzung mancher Chancen der Digitalisierung zumindest teilweise ausgeschlossen werden. Es erscheint deshalb wichtig, bei der Analyse des zukünftigen Breitbandbedarfs auch die Entwicklungspotenziale der periphereren Teile des NRP-Zielgebietes aufzuzeigen, wenn diese Gebiete über eine leistungsstarke Breitbanderschliessung verfügen würden. Dabei ist eine überbetriebliche Optik angezeigt, denn verschiedene zukunftsweisende Anwendungen der Digitalisierung lassen sich oft nicht einem bestimmten Betrieb zuordnen, sondern werden erst durch die überbetriebliche Vernetzung möglich (z.B. bestimmte Anwendungen des Internet of Things, Product as a Service-Konzepte). Mit einer solchen Analyse kann die NRP an einzelne Betriebe und an Betriebe, die in Wertschöpfungsketten miteinander verflochten sind, aber auch an die Netzbetreiberinnen wichtige Impulse für zukunftsweisende Aktivitäten bzw. Ausbauten geben.

Senkung der Kosten für die Breitbanderschliessung

Für eine Datenübertragungsinfrastruktur mit hohen Bandbreiten ist in jedem Fall ein glasfaserbasiertes Backbone-Netz erforderlich (vgl. z.B. Fibre to Home Council Europe (Mau et al.)). Für die leitungsbasierte Breitbandanbindung wird zudem ein Glasfasernetz für die Feinverteilung benötigt. Wie in Kapitel 6.1.1 gezeigt wurde, erfordert der schweizweite Ausbau des Glasfasernetzes Investitionen von mehreren Milliarden Franken. Der Hauptgrund für diese hohen Investitionskosten sind die Baukosten, die bei der Verlegung der Glasfaserkabel entstehen:

- 80% - 90% der Kosten der Erstellung eines Glasfasernetzes entfallen auf den Tiefbau⁵³. Die durch das WIK ermittelten durchschnittlichen Tiefbaukosten betragen CHF 237 pro Laufmeter⁵⁴.
- 10% - 20% der Kosten entfallen auf den Bereich der eigentlichen Glasfaser-Infrastruktur

Die folgenden Stossrichtungen könnten einen Beitrag zur Senkung der Investitionskosten für eine leistungsstarke Datenübertragungsinfrastruktur in den dünner besiedelten Teilen des NRP-Zielgebietes leisten:

- **Möglicher Ansatzpunkt für die NRP: Impulse geben für die Nutzung bestehender Leitungsnetze als «Leerrohre» für die Glasfasererschliessung.** Da 80% bis 90% der Kosten einer Glasfasererschliessung auf den Tiefbau entfallen, kann eine wesentliche Reduktion der Erschliessungskosten erreicht werden, wenn bestehende Leitungsnetze (z.B. Strom, Telekomm etc.) als «Leerrohre» genutzt werden können, in welche die Glasfaserleitungen mit vergleichsweise geringen Baukosten gelegt werden können. Anzustreben ist, dass bei Leitungsbauten bereits vorsorglich Leerrohre für eine allfällige zukünftige Glasfasererschliessung verlegt werden (Rutz 2018). Das Finden optimaler Lösungen gestaltet sich in jeder Region wieder anders. Von Bedeutung sind insbesondere die vorhandenen regionsspezifischen Leitungsnetze (Art der Leitungen, Topologie des Leitungsnetzes etc.), allfällige aktuelle Umbau- oder Ausbauplanen im bestehenden Leitungsnetz sowie die Eigentumsverhältnisse des bestehenden Leitungsnetzes. So konnten in Adelboden bestehende Strom- und Wasserleitungen sowie das Leitungsnetz für eine neue Beschneidungsanlage, in Entremont ein Kabel-TV-Netz oder in Nesslau ein bestehendes Stromnetz sowie ein neu aufzubauendes Fernwärmenetz als «Leerrohre» für die Glasfaserleitungen genutzt werden⁵⁵

Für die NRP erscheint es erfolgversprechend, in verschiedenen Regionstypen weitere Impulse für möglichst unterschiedliche Modellvorhaben zur Nutzung bestehender Leitungsnetze zu geben⁵⁶.

⁵³ WIK (2017): Ansätze zur Glasfasererschliessung unterversorgter Gebiete, S. 8

⁵⁴ WIK (2017): Modellierung der Kosten eines flächendeckenden Hochbreitbandnetzes in der Schweiz, S. 56

⁵⁵ Vgl. Bundesamt für Kommunikation BAKOM u.a. (Hrsg.) (Stand 2019): Wege zur Datenautobahn. Hochwertiges Breitband – ein Leitfa- den für Gemeinden, Regionen und Kantone, S. 16f und 24f und 30f.

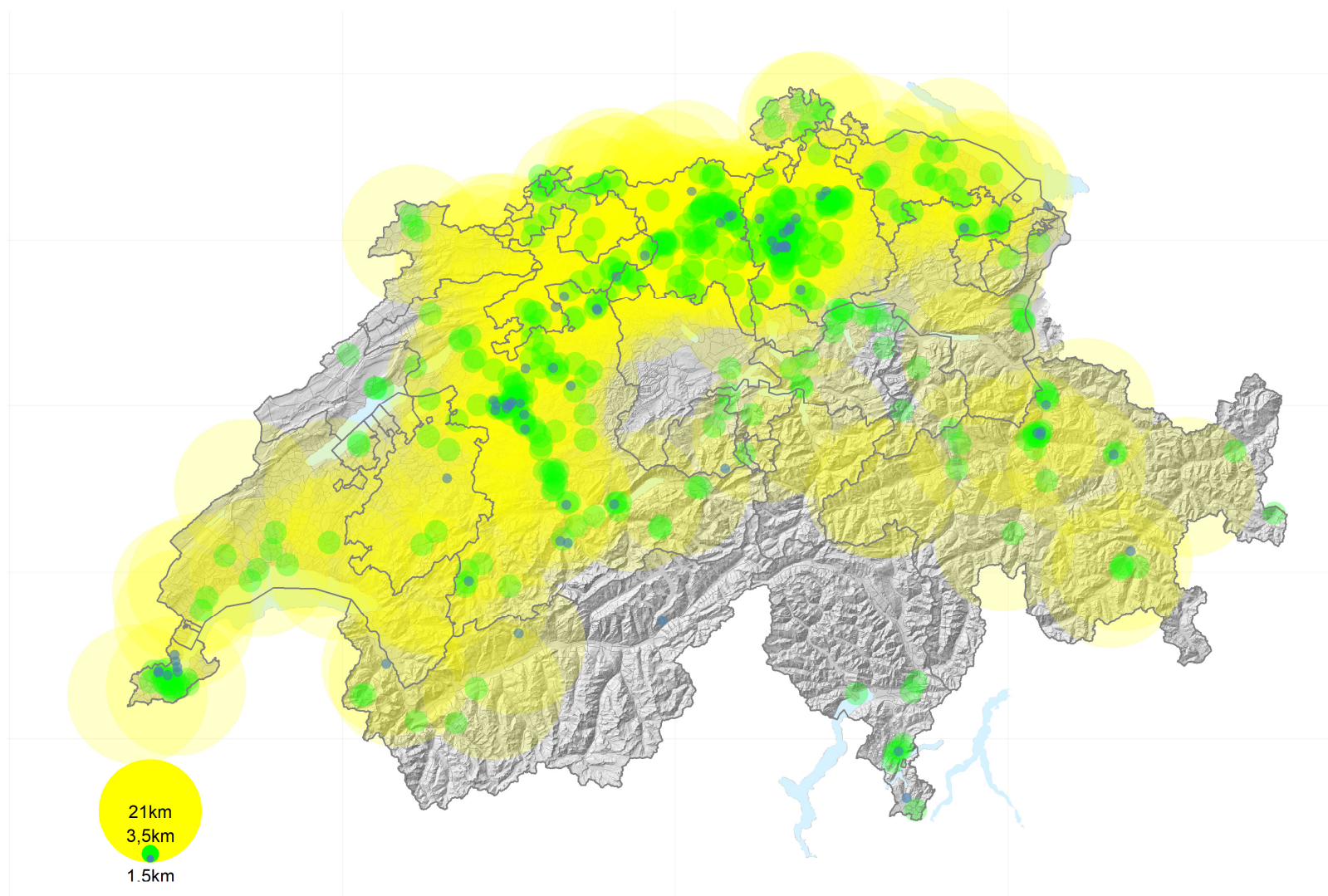
⁵⁶ Schon bisher hat die NRP einzelne Vorhaben unterstützt, die u.a. auch die Nutzung anderer Leitungen für den Glasfaserausbau um- fassten (z.B. «Mia Engiadina»: <https://www.miaengiadina.ch>).

- **Möglicher Ansatzpunkt für den Bund: Verpflichtung der Eigentümer von bestehenden Leitungsnetzen, ihre Leitungen für den Einbau von Glasfaserleitungen zur Verfügung zu stellen.** Angesichts der bedeutenden erreichbaren Reduktion der Investitionskosten für den Ausbau der Glasfaserinfrastruktur hat die EU ihre Mitglieder verpflichtet⁵⁷, im nationalen Recht festzuschreiben, dass die Mitbenutzung bestehender Leitungsnetze für den Einbau von Glasfaserkabeln ab dem 1. Juli 2016 zu gewährleisten ist.
Es gilt auf Seiten des Bundes zu prüfen, ob eine ähnliche Regelung auch in der Schweiz Sinn machen würde.
- **Möglicher Ansatzpunkt für die NRP: Impulse geben für Breitbanderschliessung in dünn besiedelten Regionen mittels Kombination von Fest- und Mobilnetz.** Im Rahmen des 5G-Ausbaus ist zu prüfen, ob eine Mischform zwischen Kabel und Funk wirtschaftlich attraktive Möglichkeiten für die Erschliessung eher dünn besiedelter NRP-Zielgebiete darstellt. So wird die Breitbanderschliessung entlegener Gebäude z.B. in Engelberg (OW) oder Luzern / St. Antönien (GR) mittels Mobilfunk gewährleistet⁵⁸. Eine Studie der Swiss Fibre Net belegt die Möglichkeit der Koexistenz von 5G-Funknetzen mit kabelgebundenen Glasfasernetzen (Fischer 2018). Die branchengängige technische Lösung in diesem Bereich wird als 5G-Fixed-Wireless-Access (FWA) bezeichnet. Diese Lösung könnte es ermöglichen, auch in dünnbesiedelten Gebieten hohe Bandbreiten ohne den teuren FTTH-Ausbau im Glasfasernetz zu ermöglichen. Dabei ist zu beachten, dass 5G-FWA für die Anbindung der 5G-Antennen auf das physische Glasfasernetz aufbaut und damit einen Minimum-Ausbaustandard benötigt, um auch dünn besiedelte Gebiete zu erschliessen. Zum Zeitpunkt der Erstellung der vorliegenden Studie sind bereits 300 5G Antennen in der Schweiz installiert (Bundesamt für Kommunikation, 2019) (siehe Abbildung 60).

⁵⁷ Richtlinie 2014/61/EU über Massnahmen zur Reduzierung der Kosten des Ausbaus von Hochgeschwindigkeitsnetzen für die elektronische Kommunikation. Vgl. insbesondere Artikel 3: Zugang zu bestehenden physischen Infrastrukturen

⁵⁸ Vgl. Bundesamt für Kommunikation BAKOM u.a. (Hrsg.) (Stand 2019): Wege zur Datenautobahn. Hochwertiges Breitband – ein Leitfa- den für Gemeinden, Regionen und Kantone, S. 22f und 28f.

Abb. 60 Antennenstandorte 5G in der Schweiz (Stand 30.11.2019)



Quelle: BAKOM (2019) / Darstellung Hanser Consulting / FHNW

Die Abbildung 60⁵⁹ zeigt, dass der momentane 5G-Antennenausbaustand noch nicht genügt, um die NRP-Zielgebiete flächendeckend mit Funknetzen zu versorgen. Hierbei ist gesondert auf die verschiedenen Frequenzbänder des 5G-Angebotes zu achten, welche sich in der Schweiz auf drei Frequenzbänder mit unterschiedlichen Reichweiten aufteilen. In der Schweiz sind bisher folgende 5G Frequenzen in der Einsatzplanung: 700 MHz, 1'400 MHz und 3'500MHz⁶⁰. Aus den Frequenzbändern und der BAKOM-Spezifizierung der Sendeleistung kann die ungefähre Antennenreichweite abgeleitet werden:

- 3'500 MHz: ca. 1.5 km (68 blaue Punkte in Abbildung 60)
- 1'400 MHz: ca. 3.5 km (456 grüne Kreise in Abbildung 60)
- 700 MHz: ca. 21 km (138 gelbe Kreise in Abbildung 60)

Die Topographie in weiten Teilen des NRP-Zielgebiets vereinfacht den grossflächigen 5G Einsatz nicht. Daher könnten sich ähnliche wirtschaftliche Bedenken zum Antennenausbau wie zum kabelgebundenen Breitbandausbau ergeben, welche dann ebenfalls unter Beachtung des politischen Handlungsrahmens erörtert werden müssten.

Für die NRP erscheint es prüfenswert,

- Impulse für Basisabklärungen zu geben, welche die Kombinationsmöglichkeiten der Erschliessung mittels Fest- und Mobilnetz in dünner besiedelten Regionen aus technischer und finanzieller Sicht ausleuchten.
- Modellvorhaben in einzelnen Regionen zu unterstützen, welche kombinierte Erschliessungen mittels Fest- und Mobilnetz aufbauen wollen. Ausgehend von den Ergebnissen der oben genannten Basisabklärungen gilt es, Erschliessungsmodelle zu entwickeln, welche der regionalen Siedlungsstruktur, der Topografie, den bereits bestehenden Leitungsnetzen, der Zahl der Kunden etc. Rechnung tragen. Im Dialog mit den Kommunikationsnetzbetreibern sind massgeschneiderte Lösungen zu entwickeln.

Finanzielle Unterstützung des Breitbandausbaus

Die Modellierung der Kosten eines flächendeckenden Hochbreitbandnetzes in der Schweiz durch das WIK (vgl. Kapitel 6.1.1) im Jahr 2017 zeigt, dass eine kommerzielle FTTH-Erschliessung in bedeutenden Teilen des NRP-Zielgebietes nicht erwartet werden kann. In den am dünnsten besiedelten Gebieten ist gemäss den Berechnungen des WIK selbst eine FTTC-Erschliessung nicht kostendeckend möglich. Durch kombinierte Erschliessungen mittels Fest- und Mobilnetz sowie mittels Nutzung bestehender Leitungsnetze als «Leerrohre» für die Glasfaserleitungen (vgl. oben) können in den periphereren, dünn besiedelten Teilen des NRP-Zielgebietes gewisse Reduktionen der Investitionskosten für eine leistungsfähige Datenübertragungsinfrastruktur erwartet werden. Es ist zu vermuten⁶¹, dass in dünn besiedelten Gebieten trotz Ausschöpfung dieser Möglichkeiten zur Senkung der Investitionskosten nicht amortisierbare Kosten für den Aufbau einer leistungsfähigen Kommunikationsinfrastruktur verbleiben.

Es stellt sich damit die Frage nach einer finanziellen Unterstützung des Breitbandausbaus durch die öffentliche Hand. Zur Diskussion stehen dabei insbesondere die beiden folgenden Ansätze⁶²:

- **Wirtschaftslückenmodell:** Die öffentliche Hand gewährt eine finanzielle Unterstützung zur teilweisen oder vollständigen Deckung der nicht amortisierbaren Kosten des Baus und Betriebs einer leistungsstarken Datenübertragungsinfrastruktur. Dabei übernimmt ein einziges vertikal integriertes Unternehmen den Infrastrukturausbau und den Netzbetrieb.
- **Betreibermodell:** Beim Betreibermodell erfolgt eine separate finanzielle Unterstützung für den Aufbau der Netzinfrastruktur und für den Betrieb des Netzes. Die Aufgaben für den Netzausbau richten sich

⁵⁹ Abb. 60 ignoriert topographisch bedingte Reichweiteneinschränkungen von Mobilfunkantennen. Die tatsächliche 5G Mobilfunk-Abdeckung kann daher von Abb. 60 abweichen.

⁶⁰ <https://www.admin.ch/gov/de/start/dokumentation/medienmitteilungen.msg-id-73916.html>; <https://www.5g-anbieter.info/ratgeber/reichweite.html>

⁶¹ Es ist im Rahmen des vorliegenden Berichtes nicht möglich und auch nicht die Aufgabe, diese Vermutung empirisch zu prüfen.

⁶² Vgl. diesbezügliche Modelle in der Stadt Gallen, im Oberwallis oder in der Gemeinde Buchegg (Bundesamt für Kommunikation BAKOM u.a. (Hrsg.) (Stand 2019): Wege zur Datenautobahn. Hochwertiges Breitband – ein Leitfadens für Gemeinden, Regionen und Kantone, S. 18f und 32f und 34f).

somit an Tiefbauunternehmungen, kommunale Bauämter etc.; die Aufgaben für den Netzbetrieb an Telekommunikationsanbieter. Der Vorteil dieses Modells ist die Zuordnung der Aufgaben an darauf spezialisierte Organisationen.

Leistet die öffentliche Hand eine finanzielle Unterstützung, so ist der Sicherung des Wettbewerbs die notwendige Beachtung zu schenken. So muss gewährleistet werden, dass der freie Wettbewerb im Dienstleistungsangebot an die Endverbraucher gewährt ist und nicht durch eine Monopolstellung der unterstützten Telekommunikationsunternehmung beim Zugang zur Infrastruktur oder bei der Preisbildung gehemmt wird⁶³. Dies erfordert unter anderem einen Multistakeholder-Ansatz und koordinierten Abstimmungsbedarf zwischen den verschiedenen Anspruchsgruppen. Gleichzeitig erfordert es eine Koordination, um den zwei- oder dreifachen Netzausbau zu vermeiden und einen volkswirtschaftlich sinnvollen Ausbau zu fördern. In einigen Kantonen sind bereits subsidiäre Modelle zu finden, so zum Beispiel im Kanton Zürich, was unter anderem für reichlich medialen Gesprächsstoff sorgt (Müller, 2017).

Angesichts der vorhandenen finanziellen Engpässe bei der Erschliessung von peripheren, dünn besiedelten Teilen des NRP-Zielgebietes mit einer leistungsstarken Datenübertragungsinfrastruktur erscheint der folgende Ansatz für die NRP prüfenswert:

- **Möglicher Ansatzpunkt für die NRP: Gewährung von finanziellen Beiträgen zur Verringerung der Wirtschaftlichkeitslücke bei der Erschliessung von peripheren, dünn besiedelten Teilen des NRP-Zielgebietes mit einer leistungsfähigen Datenübertragungsinfrastruktur.** Heute ist es im Rahmen der NRP nicht möglich, finanzielle Unterstützungen für Investitionen in die Grundversorgungs-Infrastruktur zu gewähren. Gemäss Art. 7 Bundesgesetz über Regionalpolitik kann der Bund Darlehen für Infrastrukturvorhaben nur gewähren, wenn diese Infrastrukturvorhaben «in einem direkten Zusammenhang mit der Realisierung und der Weiterführung von Vorhaben nach Artikel 4 [des Bundesgesetzes über Regionalpolitik] stehen, das heisst zum Beispiel, «die Innovationsfähigkeit in einer Region stärken». Es gilt zu prüfen, ob eine finanzielle Unterstützung zur (teilweisen) Deckung der nicht amortisierbaren Kosten des Breitbandausbaus im NRP-Zielgebiet den Anforderungen des Gesetzes genügen würde, wenn durch den Breitbandausbau ein namhafter Impuls für eine günstige regionalwirtschaftliche Entwicklung und eine vermehrte Ausschöpfung der Potenziale der Digitalisierung bewirkt werden kann.

Ersteller der Breitbandinfrastruktur sind entweder Telekommunikationsfirmen oder allenfalls Institutionen der öffentlichen Hand bzw. mit Beteiligung der öffentlichen Hand (z.B. kommunale Elektrizitätswerke, Zweckverbände von Gemeinden). Diese Akteure benötigen keine Darlehen zur Finanzierung ihrer Investitionen, da sie sich auf dem (Kapital)Markt finanzieren können. Auch günstige Zinskonditionen können in Zeiten der Niedrigzinspolitik kaum einen Anreiz zum Ausbau der Breitbandinfrastruktur geben. Um die angestrebte Wirkung zu erreichen, müssten deshalb à fonds perdu-Beiträge an die potenziellen Investoren gewährt werden können, wie dies heute im Rahmen des Impulsprogramms «Tourismus» möglich ist. Offensichtlich ist auch, dass die heute pro Jahr für die NRP verfügbaren finanziellen Mittel keine Grundlage bilden können, um einen namhaften finanziellen Beitrag an die Schliessung der Wirtschaftlichkeitslücke von 7.3 Mrd. CHF (vgl. Kapitel 6.1.1) für den FTTH-Ausbau in den dünner besiedelten Gebieten der Schweiz zu leisten.

Erweiterung des Grundversorgungsauftrags

Gemäss der Verordnung über die Fernmeldedienste hat die für die Grundversorgung zuständige Konzessionärin (Swisscom) ab dem 1. Januar 2020 eine minimale Internet-Geschwindigkeit von 10 Mbit/s im Download und 1 Mbit/s im Upload zu gewährleisten. Diese Internet-Geschwindigkeiten liegen deutlich unter den heute von den meisten Betrieben geforderten Übertragungsgeschwindigkeiten.

Um die Wettbewerbsfähigkeit der peripheren, dünn besiedelten Teile des NRP-Zielgebietes als Wirtschaftsstandorte und als Wohnorte zu stärken, gilt es das Folgende zu prüfen:

⁶³ Vgl. z.B. Modell der Stadt St. Gallen Bundesamt für Kommunikation BAKOM) u.a. (Hrsg.) (Stand 2019): Wege zur Datenautobahn. Hochwertiges Breitband – ein Leitfadens für Gemeinden, Regionen und Kantone, S. 34f.

- **Möglicher Ansatzpunkt für den Bund: Erhöhung des Niveaus der zu gewährleistenden Grundversorgung im Bereich Breitbandinfrastruktur.** Die Europäische Kommission hat 2010 das Ziel gesetzt, bis 2020 eine Grundversorgung mit einer Übertragungsleistung von mindestens 30 Mbit/s zu erreichen. 2017 wurde dieser Wert für das Jahr 2025 auf 100 Mbit/s erhöht⁶⁴. Für die Schweiz stellt sich die Frage nach einer weiteren Erhöhung des Niveaus der garantierten Grundversorgung. Würde die Grundversorgung mit einer leistungsstarken Breitbandinfrastruktur zu einem Element des «service public», so wären vorgängig insbesondere die damit verbundenen finanziellen Aspekte zu klären (Deckung der Wirtschaftlichkeitslücke, soziale und regionale Verteilungseffekte einer entsprechend angepassten Tarifgestaltung etc.).

6.1.3 Fallbeispiel: Förderkonzept Ultrahochbreitband Graubünden

Nachfolgend wird das Förderkonzept Ultrahochbreitband Graubünden vorgestellt, welches eine bedarfsgerechte, wirtschaftsorientierte Breitbanderschliessung im Kanton anstrebt.

Damit soll die Bedeutung der NRP für das Auslösen von Impulsen an der Schnittstelle zwischen dem Kanton, den Gemeinden den Infrastruktureigentümern und den Service Providern illustriert werden.

Aufgrund der Aktualität der Initiativen und Massnahmen ist es noch nicht möglich, die Wirkungen des Förderkonzepts abschliessend zu beurteilen. Dennoch lässt sich bereits heute erkennen, dass sowohl die Regionen (Gemeinden) als auch die Infrastruktureigentümer und Service Provider an einer markt- und wettbewerbsgetriebenen Umsetzung interessiert sind. Ein Teilziel hinsichtlich der Wirkung wurde somit bereits erreicht.

Eine Übersicht über die aktuellen Massnahmen im Zusammenhang mit der Breitbanderschliessung und die digitale Transformation des Kantons Graubünden ist auf der Website des Department für Volkswirtschaft und Soziales Graubünden zu finden.⁶⁵ Zu beachten sind dabei:

- Gesetz über die Förderung der wirtschaftlichen Entwicklung in Graubünden (GWE, Wirtschaftsentwicklungsgesetz)
- Förderkonzept Ultrahochbreitband Graubünden
- Richtlinie betreffend Gewährung von Beiträgen an Infrastrukturen zur Erschliessung des Kantons Graubünden mit Ultrahochbreitband

Im Kanton Graubünden erfolgt die Förderung des Breitbandausbaus vorrangig durch den Kanton im Rahmen des Wirtschaftsentwicklungsgesetzes (GWE). Dabei macht der Kanton Graubünden für die konzeptionellen Arbeiten in den Regionen auch von den heute verfügbaren Förderinstrumenten der NRP Gebrauch (vgl. Abbildung 61).

⁶⁴ Vgl. BAKOM (2018): Bericht zur Umsetzung der Standesinitiative des Kantons Tessin, S. 12

⁶⁵ <https://www.gr.ch/DE/institutionen/verwaltung/dvs/ds/Projekte/Digitalisierung/Seiten/default.aspx>

Abb. 61 Übersicht Vorgehen und Grundlagen zur Ultrahochbreitbandförderung im Kanton Graubünden.

Vorgehen	Grundlagen	Förderinstrument
«Kantonsteam» Konstituierung sowie Auftragserteilung an ein kantonales Strategie- und Koordinationsteam	<ul style="list-style-type: none"> • Art. 9 Abs. 1 GWE → Förderung von im Rahmen der Regionalpolitik des Bundes geförderten Projekten • Art. 6 Abs. 1 VWE → Beiträge aufgrund von Programmvereinbarungen zur Regionalpolitik • NRP-Umsetzungsprogramm 2016-2019 resp. 2020-2023: → Digitalisierung als Fokusthema im neuen Umsetzungsprogramm • SECO-Studie «Digitalisierung und Neue Regionalpolitik (NRP)» → bessere Erschliessung von NRP-Zielregionen mit Hochbreitbandnetzen (z.B. Pilotprojekte für innovative Erschliessungsansätze, Projekte zur Verbesserung der regionalen (Grund)-Versorgung) • Richtlinie zum NRP-UP 2016-2019 → eigene Aktivitäten 	<p style="text-align: right;">NRP</p> → Auftrag an das Kantonsteam
«Regionalteams» Konstituierung, Antragsstellung und Beauftragung von regionalen Koordinations- und Umsetzungsteams	Gleiche Grundlagen wie «Kantonsteam»	<p style="text-align: right;">NRP</p> → Beiträge an die Regionen zur Beauftragung der Regionalteams
Schritt 1: rSES Aufnahme in die regionale Standortentwicklungsstrategie (rSES)	<ul style="list-style-type: none"> • Art. 18 Abs. 2 GWE: → Systemrelevante Infrastruktur basiert auf regionaler Standortentwicklungsstrategie • Art. 7 Abs. 1 VWE: → Regionale Standortentwicklungsstrategie für abgestimmte, priorisierte Massnahmen betr. Infrastrukturen 	Unterstützung der Regionen durch das AWT und die Regionalentwickler. Es sind keine zusätzlichen Förderbeiträge vorgesehen
Schritt 2: rEK Erarbeitung des regionalen Erschliessungskonzepts (rEK)	Gleiche Grundlagen wie «Kantonsteam»	<p style="text-align: right;">NRP</p> → Auftrag Kantonsteam und Beitrag an die Regionalteams
Schritt 3: Umsetzung Umsetzung nach Vorliegen des Förderentscheids	<ul style="list-style-type: none"> • Art. 18 Abs. 2 lit. b GWE: → Förderung systemrelevanter Infrastrukturen, sofern sie einem gesamtwirtschaftlichen Bedürfnis entsprechen. • Art. 15 Abs. 1 und 2 VWE: → gemeinwirtschaftliches Bedürfnis 	<p style="text-align: right;">GWE</p> Rahmenverpflichtungskredit Systemrelevante Infrastrukturen → Beiträge an die Investitionskosten

Quelle: Amt für Wirtschaft und Tourismus des Kantons Graubünden (2018)

Wie in Abbildung 61 ersichtlich ist, unterstützt die NRP die übergeordneten Analyse- und Konzeptarbeiten durch finanzielle Beiträge für das «Kantonsteam» und die «Regionalteams».

Die Umsetzung und die Unterstützung der Investitionen wird dann durch kantonale Beiträge im Rahmen des GWE gesteuert und finanziert. Interessant gestalten sich hierbei die Förderungsgrundsätze und -ziele.

So definiert der Kanton die Wirtschaftlichkeit, die bedarfsgerechte Massnahmenplanung, das Subsidiaritätsprinzip wie auch die Wettbewerbsorientierung, um die Standortattraktivität zu gewährleisten und den Kanton im nationalen Vergleich zu stärken. Der Kanton gewährt gemäss den rechtlichen Grundlagen die folgenden à fonds perdu-Beiträge:

- I. Überregionaler Backbone: maximal 50% für Investitionen zur Schliessung von Lücken der Grundinfrastruktur
- II. Regionales Netz: maximal 50% für Investitionen zur Schliessung von Lücken zwischen dem Backbone und den zentralen Übergabepunkten der Gemeinden
- III. Ortsnetz: maximal 50% für die Erschliessung von für die wirtschaftliche Entwicklung, die Steigerung der Wettbewerbsfähigkeit und die Erhöhung der Standortattraktivität relevanten Objekten (Gewerbe/KMU, Tourismus, Bildung, Gesundheit, Verwaltung etc.)
 maximal 25% für weitere Anschlüsse zur Erreichung einer kritischen, wirtschaftlichen Grösse, damit privatwirtschaftliche Investitionen ausgelöst werden können.

6.2 Stärkung der digitalen Kompetenz der Betriebe im NRP-Zielgebiet

Den Ausgangspunkt für die Überlegungen zur Stärkung der digitalen Kompetenzen der Betriebe im NRP-Zielgebiet bildet eine Übersicht über typische Hemmnisse für die digitale Transformation in Kapitel 6.2.1. In Kapitel 6.2.2 werden Ansatzpunkte für denkbare Massnahmen des Bundes bzw. der NRP skizziert.

6.2.1 Ausgangslage

Die in Kapitel 2 beschriebene digitale Transformation der Wirtschaft findet nicht in allen Betrieben mit der gleichen Intensität und im gleichen Tempo statt. Aufgrund verschiedener empirischer Studien⁶⁶ lassen sich verschiedene Ursachen für einen unterschiedlichen Digitalisierungsgrad in den Betrieben erkennen (vgl. Tab. 17).

Tab. 17 Hemmnisse für die digitale Transformation

Hemmnisse für digitale Transformation in der Wirtschaft	Bedeutung der Hemmnisse (Anteil der Befragten, welche das Hemmnis genannt haben; Mehrfachnennungen möglich)			
	KMU-Transformation (a)	Digitale Transformation in Graubünden (b)	KMU-Spiegel 2017 (c)	Digitalisierung der Schweizer Wirtschaft (d)
Geringer erwarteter Nutzen	<ul style="list-style-type: none"> Kein Zugang zu Technologien / Lösungen (10%) 	<ul style="list-style-type: none"> Unausgereifte Technologie (mässige Bedeutung) 	<ul style="list-style-type: none"> <i>Nicht untersucht</i> 	<ul style="list-style-type: none"> Arbeitsablauf eignet sich nicht (32%) Unausgereifte Technologien (21%)
Unzureichende Breitbandanbindung	<ul style="list-style-type: none"> <i>Nicht untersucht</i> 	<ul style="list-style-type: none"> Unzureichende Netzabdeckung (geringe Bedeutung) 	<ul style="list-style-type: none"> <i>Nicht untersucht</i> 	<ul style="list-style-type: none"> <i>Nicht untersucht</i>
Vorbehalte wegen Datenschutz und -sicherheit	<ul style="list-style-type: none"> Datenschutz / Datensicherheit (32%) Fehlende Normen und Standards (18%) 	<ul style="list-style-type: none"> Datensicherheit / Datenschutz (mässige Bedeutung) Regulierungen (mässige Bedeutung) 	<ul style="list-style-type: none"> Datensicherheit (44%) 	<ul style="list-style-type: none"> Sicherheitsbedenken (20%)
Finanzielle Engpässe	<ul style="list-style-type: none"> Zu hohe Kosten (31%) 	<ul style="list-style-type: none"> Finanzierungsproblem (geringe Bedeutung) 	<ul style="list-style-type: none"> Hoher Investitionsbedarf (40%) Fehlende finanzielle Ressourcen (16%) 	<ul style="list-style-type: none"> Finanzielle Mittel (29%)
Fehlende digitale Kompetenzen	<ul style="list-style-type: none"> Fehlendes Know-how der Führungskräfte (48%) Hoher Zeitaufwand (42%) Fehlendes Know-how der Mitarbeitenden (42%) Fehlende Veränderungsbereitschaft (32%) Kein Anpassen der Unternehmensstruktur möglich (9%) 	<ul style="list-style-type: none"> Fachkräftemangel (grosse Bedeutung) 	<ul style="list-style-type: none"> Fehlende Kompetenz der Mitarbeitenden (36%) Fehlende technische Voraussetzungen (28%) Veränderung des Kerngeschäfts (23%) 	<ul style="list-style-type: none"> Verfügbare Qualifikationen (35%) Technische Komplexität (29%) Organisatorische Komplexität (26%) Unternehmenskultur (21%)

Quelle: Darstellung Hanser Consulting / FHNW auf Basis von

(a) FHNW (2017): KMU-Transformation, S.46

(b) HTW Chur (2018): Digitale Transformation in Graubünden, S.24

(c) FHS St.Gallen (2017): KMU-Spiegel 2017, Digitalisierung in Schweizer Klein- und Mittelunternehmen, S.24

(d) KOF / FHNW (2017): Digitalisierung in der Schweizer Wirtschaft, Ergebnisse der Umfrage 2016, S.26

Die verschiedenen Ursachen für den unterschiedlichen Digitalisierungsgrad lassen sich wie folgt umschreiben:

- **Geringer erwarteter Nutzen der digitalen Transformation:** Digitale Anwendungen bieten dem Betrieb nur geringe Chancen zur Verbesserung seiner Produkte und Dienstleistungen sowie zur Erhöhung der Effizienz seiner internen Prozesse. Dies gilt z.B. für Betriebe, bei welchen der persönliche Kontakt

⁶⁶ Ähnliche Befunde ergibt auch die Studie der Hochschule für Wirtschaft Zürich (HWZ) (2017): Digital Switzerland 2017, S.3. Einen Vergleich mit der Situation in Deutschland erlaubt der Monitoring Report Wirtschaft DIGITAL 2018 des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie.

zu den Kunden das zentrale Element ist (z.B. Pflege, Psychiatrie, persönliche Dienstleistungen wie Kosmetik, Coiffeur, Reinigung etc.) oder für Personen, die im künstlerischen Bereich tätig sind (Musik, Tanz, Malerei etc.). Ähnlich gilt dies auch für gewisse handwerkliche Tätigkeiten (z.B. Gartenpflege). Selbstverständlich ist es aber auch für diese Betriebe nützlich, für ihr Rechnungswesen, ihre Materialbeschaffung, ihre Kundenpflege etc. digitale Tools einzusetzen.

- **Unzureichende Breitbandanbindung:** Viele digitale Anwendungen erfordern leistungsfähige Internetverbindungen. Ist die Breitbandanbindung eines Betriebs zu wenig leistungsfähig, so kann dies die Nutzung digitaler Anwendungen einschränken (vgl. Kapitel 3 bis 5).
- **Vorbehalte wegen Datenschutz und -sicherheit:** Fehlende Normen und Standards, Befürchtungen hinsichtlich Datenschutz und Datensicherheit oder vermutete rechtliche Grauzonen können zu Barrieren für die digitale Transformation führen.
- **Finanzielle Engpässe:** Für manche digitale Anwendungen bedarf es namhafter Anfangsinvestitionen, die zu einer Hürde für die digitale Transformation werden können, selbst wenn die Investitionsrechnung ein positives Ergebnis erwarten liesse.
- **Fehlende digitale Kompetenzen:** Die Nutzung vieler digitaler Anwendungen erfordert auf betrieblicher Ebene vielfältige Kompetenzen. Sind diese sogenannten digitalen Kompetenzen in einem Betrieb nicht im erforderlichen Umfang vorhanden, so kann dies die Nutzung digitaler Anwendungen einschränken. Wie die Tabelle 17 zeigt, stellen fehlende digitale Kompetenzen ein weit verbreitetes, bedeutendes Hemmnis für die digitale Transformation dar. Genannt werden insbesondere
 - fehlendes Know-how infolge eines Mangels an entsprechenden Fachkräften
 - eine unzureichende Veränderungsbereitschaft in den Unternehmen.

6.2.2 Ansatzpunkte für Massnahmen des Bundes

Wie kann der Bund zur Stärkung der digitalen Kompetenzen der Betriebe beitragen? Die Strategie «Digitale Schweiz» des Bundesrates fokussiert hierfür auf das Aktionsfeld «Bildung, Forschung und Innovation»⁶⁷. Für die Stärkung der digitalen Kompetenzen in den Betrieben stehen dabei die Forcierung der diesbezüglichen Aus- und Weiterbildung sowie des Wissenstransfers im Zentrum⁶⁸.

Forcierung der Aus- und Weiterbildung im Bereich der Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT)

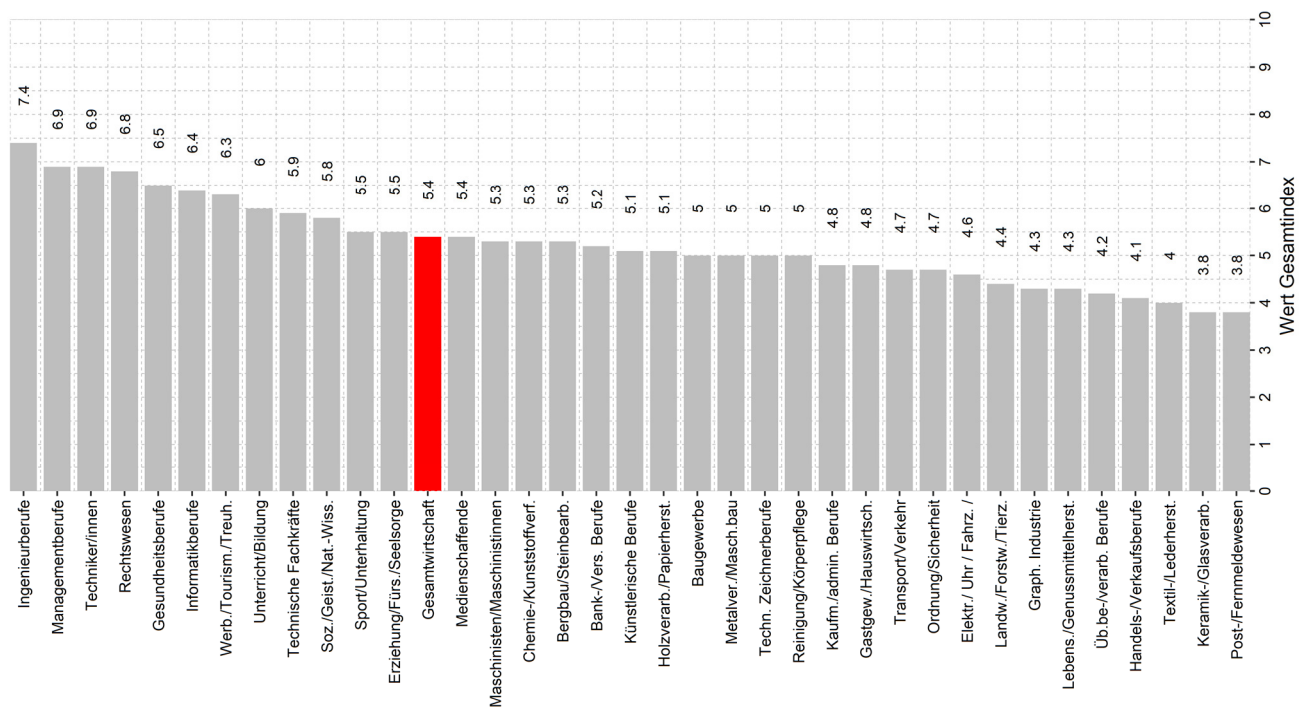
Die Zahl der jährlichen Abschlüsse von IKT-Studiengängen an universitären Hochschulen und Fachhochschulen hat zwischen 2005 und 2015 von 1'681 auf 2'037, d.h. um 21% zugenommen⁶⁹. Die Zahl der Erwerbstätigen ist in dieser Zeitperiode in der Schweiz hingegen nur um 18% gewachsen. Trotz dieses Zuwachses zählen die IKT-Berufe gemäss Abbildung 62 zu den Berufen mit dem ausgeprägtesten Fachkräftemangel. Ingenieurberufe verzeichnen im Ranking des SECO den höchsten Fachkräftebedarf aller Berufsfelder mit einem Wert von 7.4. Der Wert für die Teilkategorie der Informatikingenieure liegt gar bei 7.8. Auch der Bedarf an Fachleuten aus Informatikberufen liegt mit einem Wert von 6.4 deutlich über dem Mittelwert aller Berufe.

⁶⁷ Bundesrat (2018): Strategie «Digitale Schweiz», S.4ff.

⁶⁸ Staatssekretariat für Bildung, Forschung und Innovation (2017): Herausforderungen der Digitalisierung für Bildung und Forschung in der Schweiz, S.54 – 73. Vgl. auch Bundesrat (2017): Bericht über die zentralen Rahmenbedingungen für die digitale Wirtschaft.

⁶⁹ Berechnung auf Basis von Daten aus Bundesrat (2017): Bericht über die zentralen Rahmenbedingungen für die digitale Wirtschaft, S.84

Abb. 62 Fachkräftebedarf in der Schweiz in den verschiedenen Berufsfeldern



Lesehilfe: Die Höhe des Gesamtindex ist ein Mass für den Fachkräftemangel bzw. den Fachkräftebedarf in einem Berufsfeld

Quelle: SECO (2017): Fachkräftemangel in der Schweiz, Indikatorensystem zur Beurteilung der Fachkräftenachfrage, S. 7. Eigene Darstellung Hanser Consulting / FHNW

Es ist davon auszugehen, dass die Rekrutierung von IKT-Fachleuten mit einer Hochschulausbildung für Betriebe in den peripheren Teilen des NRP-Zielgebietes mit zusätzlichen Herausforderungen verknüpft ist. Massgebend hierfür sind insbesondere die folgenden Fakten:

- Die meisten Hochschulen haben ihren Standort nicht in den peripheren Teilen des NRP-Zielgebietes.
- Die peripheren Teile des NRP-Zielgebietes sind mit einem bedeutenden «Abfluss von Wissen» konfrontiert. Eine Analyse der Absolventen eines Hochschulstudiums in den Jahren 1998 bis 2004⁷⁰ zeigt z.B. für Graubünden, dass von 100 Studienanfängern mit Wohnort Graubünden ein Jahr nach Studienabschluss nur noch 55% der Absolventen im Kanton Graubünden wohnen⁷¹. Dieser Abfluss von Wissen wird als Brain Drain bezeichnet. Eine empirische Studie aus Graubünden zeigt, dass es den Bündner Betrieben nur selten gelingt, IKT-Fachleute zu rekrutieren, die ihr Studium im Mittelland absolviert haben. Am Studienort bauen die meisten Studierenden ein persönliches Beziehungsnetz auf und finden vielleicht ihre erste (Praktikums)Stelle. Damit sinkt das Interesse dieser Fachleute an einer Rückkehr in den ursprünglichen Wohnkanton⁷².
- Betrieben im NRP-Zielgebiet fällt es im Vergleich zu Betrieben in urbanen Räumen auch schwerer, einen «Zufluss von Wissen» (Brain Gain) durch die Zuwanderung von IKT-Fachleuten aus dem Ausland oder aus anderen Regionen der Schweiz zu erzielen.

⁷⁰ Zurzeit führt das Bundesamt für Statistik eine Aktualisierung dieser Analyse durch. Die Resultate werden aber erst in einigen Jahren vorliegen.

⁷¹ Wirtschaftsforum Graubünden (2016): Made in Graubünden, S.27.

⁷² Wirtschaftsforum Graubünden (2016): Made in Graubünden, S.27f.

Vor diesem Hintergrund gilt es, die folgenden Ansatzpunkte zur Erhöhung der Verfügbarkeit von IKT-Fachleuten im NRP-Zielgebiet näher zu prüfen:

- **Möglicher Ansatzpunkt für den Bund: Ausbau der IKT-Ausbildungsangebote im NRP-Zielgebiet.** Um die Rekrutierung von IKT-Fachleuten zu erleichtern und damit die «digitalen Kompetenzen» der Betriebe in den peripheren Teilen des NRP-Zielgebiets zu stärken, ist dem Ausbau der IKT-Ausbildungsangebote auch in den peripheren Teilen des NRP-Zielgebiets das notwendige Gewicht zu geben. Dies gilt für die Angebote auf der Sekundarstufe II (Berufslehre) und insbesondere für die Angebote auf der tertiären Stufe (Hochschulstudium). Sinngemäss gilt dies auch für die Weiterbildungsangebote. Absolvieren IKT-Fachleute ihre Ausbildung im NRP-Zielgebiet, so steigt die Chance, dass diese Fachleute schliesslich für eine Stelle im NRP-Zielgebiet zur Verfügung stehen.
- **Möglicher Ansatzpunkt für die NRP: Förderung der residenziellen Ökonomie.** Um mit der Forcierung der Ausbildung die angestrebte Wirkung zu erzielen, ist es wichtig, dass die NRP-Zielgebiete für die IKT-Fachleute auch als Wohnorte attraktiv sind. Eine Herausforderung ist dies insbesondere für die peripheren Teile des NRP-Zielgebietes. Notwendig sind insbesondere
 - gute Verkehrsverbindungen in die übergeordneten Zentren
 - eine leistungsfähige Breitbandinfrastruktur
 - ein Angebot an haushaltorientierten Dienstleistungen (Schulen, Gesundheitswesen, Kinderbetreuung, Detailhandel etc.), das mit demjenigen in grösseren Orten des Mittellandes vergleichbar ist, so dass die regionalen Zentren im NRP-Zielgebiet zu attraktiven Wohnorten für Familien mit Kindern werden⁷³

Die Stärkung der peripheren Regionen als Wohnorte für Arbeitskräfte, d.h. die sog. residenzielle Ökonomie steht heute nicht im Fokus der NRP. Mit Blick auf die Erhöhung der Verfügbarkeit von IKT-Fachleuten in den peripheren Teilen des NRP-Zielgebietes scheint eine diesbezügliche Erweiterung der regionalpolitischen Aktivitäten prüfenswert. Damit können auch die Chancen erhöht werden, dass das NRP-Zielgebiet von den vielfältigen neuen Möglichkeiten profitieren kann, welche die Digitalisierung für das Arbeiten abseits von fixen Betriebsstandorten bietet bzw. bieten wird.

Verstärkung des Wissenstransfers

Der Wissenstransfer ist eine weitere Möglichkeit zur Stärkung der digitalen Kompetenzen eines Betriebs. Voraussetzung ist, dass ein gewisses Mass an fachlichen Kompetenzen im Betrieb vorhanden ist, um das «transferierte Wissen» für den Betrieb nutzbar zu machen.

Der Bund, zahlreiche Kantone und die Hochschulen haben spezifische Instrumente geschaffen und Strukturen entwickelt, um den Transfer von Wissen in die betriebliche Praxis zu erleichtern und zu institutionalisieren. Neue digitale Tools und Problemlösungen haben dabei – je nach fachlichem Schwerpunkt der Transferaktivitäten – ein mehr oder weniger grosses Gewicht.

Im Bereich der Digitalisierung setzt der Bund flankierend zu den Aktivitäten der Hochschulen auf den Aufbau eines nationalen Verbunds von Technologietransferzentren für Fertigungstechnologien, um den Wissenstransfer in diesem Teilbereich der digitalen Technologien zu verstärken⁷⁴. Im Mittelpunkt der Technologietransferzentren sollen Pilotanlagen stehen, auf welchen sowohl die Hochschulen wie interessierte Industriebetriebe neue digitale Fertigungstechnologien entwickeln, erproben und die gewonnenen Erkenntnisse austauschen können.

Neben diesem auf den Hightech-Bereich ausgerichteten Wissenstransfer besteht auch ein Bedarf für einen thematisch breiteren Wissenstransfer zu Fragen rund um die Digitalisierung für Adressaten aus verschiedensten Branchen aber auch in öffentlichen Institutionen (z.B. Gemeindeverwaltungen, Schulen). Dem Wissenstransfer zum Thema «Digitalisierung» kommt im NRP-Zielgebiet eine besondere Bedeutung zu, denn den oft kleinen Betrieben und öffentlichen Verwaltungen ist es oft nicht möglich, eigene IKT-Fachleute zu rekrutieren und auch auszulasten.

Die diesbezüglichen Massnahmen der NRP sollen weitergeführt und bei Bedarf gezielt verstärkt werden:

⁷³ Wirtschaftsforum Graubünden (2018): AlpTraum, S.42f.

⁷⁴ Staatssekretariat für Bildung, Forschung und Innovation (2017): Herausforderungen der Digitalisierung für Bildung und Forschung in der Schweiz, S.73.

- **Massnahme der NRP: Regionale Innovationssysteme (RIS).** Mit den RIS besteht bereits ein etablierter Rahmen, der auch für den Wissenstransfer zu Fragen rund um die Digitalisierung genutzt werden kann. Die von den RIS angebotenen Dienstleistungen (Information, Coaching, Vernetzung) bieten hierfür die Instrumente⁷⁵. Mit dem RIS-Konzept 2020+ hat der Bund die Zielsetzungen der RIS-Strategie der NRP präzisiert, ohne einzelne potenzielle Innovationsquellen wie die Digitalisierung speziell zu thematisieren⁷⁶.
- **Massnahme der NRP: Finanzielle Unterstützung für regionale Projekte mit einem Bezug zur Digitalisierung.** Das Coaching bzw. die Moderation von überbetrieblichen Projekten, mit welchen in den NRP-Zielgebieten neue Möglichkeiten der Digitalisierung genutzt werden sollen, soll weitergeführt und gezielt ausgebaut werden⁷⁷.
- **Massnahme der NRP: regiosuisse.** regiosuisse ist die Drehscheibe für den Wissenstransfer und die Vernetzung in den Bereichen Regionalpolitik, Regionalentwicklung und kohärente Raumentwicklung der NRP. Für den Wissenstransfer zum Themenkreis der Digitalisierung stehen insbesondere die regiosuisse-Leistungsbereiche «Formation regiosuisse» (Leistungsbereich L5) sowie «Plattformen Wissensaustausch» (Leistungsbereich L7) zur Verfügung.
Gemäss der Zwischenevaluation zu regiosuisse⁷⁸ ist regiosuisse bestrebt, bei ihren Informations-, Bildungs- und Vernetzungsaktivitäten die neuen (didaktischen) Möglichkeiten digitaler Anwendungen vermehrt zu nutzen. Punktuell wird auch die «Digitalisierung» als Chance und Herausforderung für die Betriebe thematisiert. Ein Beispiel hierfür ist die Wissensgemeinschaft Digitalisierung (Leistungsbereich L7), welche sich seit 2017 im Rahmen verschiedener Veranstaltungen mit den Chancen und Risiken der Digitalisierung für die NRP-Regionen und die Bevölkerung und Wirtschaft in diesen Regionen auseinandersetzt. Zum Themenkreis der Digitalisierung empfiehlt die Zwischenevaluation, die digitalen Tools in Zukunft noch vermehrt für die (didaktische) Optimierung des Wissenstransfers zu nutzen. Der «Management Response» des SECO, des Bundesamtes für Raumentwicklung und der regiosuisse-Geschäftsstelle zur Zwischenevaluation hält zusätzlich fest, dass auch die thematischen Chancen und Herausforderungen der Digitalisierung für die Betriebe einen hohen Stellenwert beim Wissenstransfer haben sollen⁷⁹.

⁷⁵ SECO (2018): Regionale Innovationssysteme (RIS), Evaluation und RIS-Konzept 2020+, S. 71 – 73.

⁷⁶ SECO (2018): RIS-Konzept 2020+.

⁷⁷ Vgl. Übersicht über die laufenden und abgeschlossenen NRP-Projekte mit Bezug zur Digitalisierung (<https://regiosuisse.ch/projects-nrp>)

⁷⁸ SECO (2019): Zwischenevaluation der Netzwerkstelle Regionalentwicklung regiosuisse 2016-2018, Schlussbericht.

⁷⁹ SECO (2019): Zwischenevaluation der Netzwerkstelle Regionalentwicklung regiosuisse, Management Response und Schlussbericht, S. 9.

Materialienverzeichnis

- Amt für Wirtschaft und Tourismus des Kantons Graubünden (2018). Förderkonzept Ultrahochbreitband Graubünden.
- Arnold, R., Kroon, P., Tas, S., Tenbrock, S., (2018). The socio-economic impact of FTTH.
- Beckert, B., Schulz, W., Lose, M., (2017). Ausbaustrategien für Breitbandnetze in Europa Was kann Deutschland vom Ausland lernen?
- Bieger, Th., Beritelli, P., Laesser, Ch. (2019). Neue Technologien und Kommunikation im alpinen Tourismus, Schweizer Jahrbuch für den Tourismus.
- Bundesamt für Kommunikation BAKOM (2017). Der Schweizer Fernmeldemarkt im internationalen Vergleich.
- Bundesamt für Kommunikation BAKOM u.a. (Hrsg.) (Stand 2019): Wege zur Datenautobahn. Hochwertiges Breitband – ein Leitfaden für Gemeinden, Regionen und Kantone.
- Bundesamt für Kommunikation BAKOM (2018). Bericht zur Umsetzung der Standesinitiative des Kantons Tessin: Gewährleistung eines landesweit dichten (Ultra-)Hochbreitbandangebots (16.306).
- Bundesamt für Kommunikation BAKOM (2018). FAQ Grundversorgung im Fernmeldebereich.
- Bundesamt für Kommunikation BAKOM. (2018). Strategie „Digitale Schweiz“.
- Bundesamt für Kommunikation BAKOM. (2019). Antennenstandorte 5G.
- Bundesamt für Kommunikation BAKOM. (2019). Breitbandatlas.
- Bundesamt für Kommunikation BAKOM. (2019). Mobile Kommunikation: Auf dem Weg zu 5G.
- Bundesamt für Kommunikation BAKOM. (2019). Mobilfunkfrequenzen für 5G in der Schweiz vergeben.
- Bundesamt für Statistik. (2019). Allgemeine Systematik der Wirtschaftszweige (NOGA).
- Bundesamt für Statistik. (2019). Gebäude- und Wohnungsregister.
- Bundesamt für Statistik. (2019). Unternehmensregister.
- Bundesbeschluss zur Festlegung des Mehrjahresprogramms des Bundes 2016-2023 zur Umsetzung der Neuen Regionalpolitik (NRP), vom 22.09.2015.
- Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur BMVI. (2015). Mit 5 Schritten zum superschnellen Internet Breitbandförderprogramm des Bundes für Kommunen.
- Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (2018). Monitoring Report Wirtschaft DIGITAL 2018.
- Bundesrat (2014). Fernmeldebericht 2014 zur Entwicklung im Schweizerischen Fernmeldemarkt und zu den damit verbundenen gesetzgeberischen Herausforderungen.
- Bundesrat (2017). Bericht über die zentralen Rahmenbedingungen für die digitale Wirtschaft.
- Bundesrat (2018). Strategie «Digitale Schweiz».
- Bundesrat (2019). Botschaft zur Standortförderung 2020-2023.
- Credit Suisse (2018). Standortqualität 2018.
- Das Schweizer Parlament. (2016). Erhöhung der Internet-Mindestgeschwindigkeit in der Grundversorgung auf 10 Megabit pro Sekunde.
- Das Schweizer Parlament. (2018). Arbeitsgruppe Mobilfunk und Strahlung. Auftrag und Zusammensetzung der Arbeitsgruppe.
- Department für Volkswirtschaft und Soziales (2019). RICHTLINIE betreffend Gewährung von Beiträgen an Infrastrukturen zur Erschliessung des Kantons Graubünden mit Ultrahochbreitband (UHB).
- Die Bundesversammlung der Schweizerischen Eidgenossenschaft. (2010). Fernmeldegesetz (FMG).
- Digital Society (2018). Technologien als Treiber der digitalen Transformation.
- Eidgenössische Kommunikationskommission ComCom. (2019). Mobilfunkabdeckung in der Schweiz.
- Ernie, J., Koller, W., Osterwalder, S., Stieger, H. (2018). Projektgruppe «Breitband Graubünden».
- Europäischer Rechnungshof. (2018). Der Breitbandausbau in den EU-Mitgliedstaaten: Trotz Fortschritten werden nicht alle Ziele der Strategie Europa 2020 erreicht.
- Europäisches Parlament. (2014). RICHTLINIE 2014/61/EU DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES vom 15. Mai 2014 über Maßnahmen zur Reduzierung der Kosten des Ausbaus von Hochgeschwindigkeitsnetzen für die elektronische Kommunikation.
- Fellenbaum, A., (2017). Broadband Coverage in Europe 2016: Coverage in Switzerland.

- Fetzer, T., Gries, C., Martins, S., Queder, F., Tenbrock, S., Wernick, C., (2018). Rahmenbedingungen für die Gigabitwelt 2025+ (RaGiga).
- FHNW (2017). KMU-Transformation, Als KMU die Digitale Transformation erfolgreich umsetzen.
- FHS St. Gallen (2017). KMU-Spiegel 2017, Digitalisierung in Schweizer Klein- und Mittelunternehmen.
- Fischer, K. (2018). 5G und FTTH-Glasfasernetze werden sich ergänzen.
- Gebauer, I., Anders, J., Luley, T. (2014). Untersuchung des Bedarfs von Glasfaseranschlüssen der Wirtschaft im Land Baden-Württemberg, Untersuchung des Bedarfs von Glasfaseranschlüssen der Wirtschaft im Land Baden-Württemberg.
- Häberli, S. (2019). 5G und die Debatte um Strahlung: Der Glaubenskrieg geht in die nächste Runde.
- Haupt, R., Villiger, B., Hammerich, K. (2018). Division Defence erneuert das Breitband-Übertragungssystem (BBUS) der Schweizer Armee.
- Hochbreitband. (2018). Breitbandabdeckung in der Schweiz.
- Hochbreitband. (2019). Die wichtigsten Begriffe.
- Hochschule für Wirtschaft Zürich HWZ (2017). Digital Switzerland 2017.
- HTW Chur (2018). Digitale Transformation in Graubünden.
- Hudson, D. et al. (2004). Telephone presurveys, self-selection and non-reponse bias to mail and internet surveys in economic research, in: Applied Economics Letters, 11(4), S. 237 – 240.
- Hyong-Soon, K., (2013). Korean Broadband Policies and Recommendations for the Asian Information Super Highway.
- IMD. (2019). The IMD World Digital Competitiveness Ranking 2018 results.
- Infocomm Development Authority of Singapore (2019). Fibre Ready Scheme.
- IT Strategy Headquarters. (2001). e-Japan Strategy.
- Kin, L.C., Ting, S., (2019). Telecoms and Media.
- KMU Magazin Nr. 9, 09/2016.
- KOF / FHNW (2017). Digitalisierung in der Schweizer Wirtschaft, Ergebnisse der Umfrage 2016.
- KOF ETHZ (2018). Innovation in der Schweizer Privatwirtschaft, Ergebnisse der Innovationserhebung 2016.
- Konzeptionelle Grundlage für die Erschliessung der Regionen mit zukunftsfähigen Ultrahochbreitband-Infrastrukturen.
- Krebs, D. (1995). Selbstselektion: Demographisches und attitudinales Problem, in: ZA-Information/Zentralarchiv für empirische Sozialforschung, (36), S. 114 – 125.
- KVF-N Sekretariat der Kommissionen für Verkehr und Fernmeldewesen. (2018). KOMMISSION FORDERT PRAXIS-TAUGLICHE UMSETZUNG DER NISV.
- Laesser, Ch. et al. (2018). Digitalisierung im Schweizer Tourismus, Chancen, Herausforderungen, Implikationen.
- Lieberherr, M. (2018). Interview mit Patrick Weibel.
- Mau, J., Salgado, J., Timmers, M., Zhao, R., (NA). Migrating from Copper to Fibre: THE TELCO PERSPECTIVE. A WHITE PAPER BY THE DEPLOYMENT & OPERATIONS COMMITTEE.
- Ministerium für Wirtschaft, Innovation, Digitalisierung und Energie des Landes Nordrhein-Westfalen. (2016). Breitbandtechnologien und Ausbauszenarien: Überblick über die Technologien.
- Müller, A., (2017). Glasfaser ist keine Grundversorgung.
- NA (2015). Gesetz über die Förderung der wirtschaftlichen Entwicklung in Graubünden (GWE, Wirtschaftsentwicklungsgesetz).
- OneWeb. (2019). OneWeb One World.
- Organisation for Economic Co-operation and Development. (2003). Working Party on Telecommunication and Information Services Policies: DEVELOPMENTS IN LOCAL LOOP UNBUNDLING.
- Rutz, K., (2018). Grabs: Sanierte Strassen erneut öffnen.
- SECO (2017). Fachkräftemangel in der Schweiz, Indikatorensystem zur Beurteilung der Fachkräftenachfrage.
- SECO (2018). Regionale Innovationssysteme (RIS), Evaluation und RIS-Konzept 2020+.
- SECO (2019). Zwischenevaluation der Netzwerkstelle Regionalentwicklung regionsuisse 2016-2018, Management Response und Schlussbericht.
- Sperlich, T., (2018). Swisscom muss Glasfasernetz nicht für Wettbewerber öffnen.
- Staatssekretariat für Bildung, Forschung und Innovation (2017). Herausforderungen der Digitalisierung für Bildung und Forschung in der Schweiz.

- Statistisches Bundesamt DSTATIS. (2019). Schnelles Internet bei Unternehmen: Deutschland 2018 weiter im EU-Mittelfeld.
- Stoessinger, E., (2018). Studie zum Glasfaser-Ausbau: Wachstumsmotor sind die kleinen Unternehmen.
- Sullivan, M. (2018). This New Wave of Satellite Broadband Could Challenge Cable and Fiber.
- Sunrise. (2019). 5G von Sunrise.
- Swisscom (2019): Geschäftsbericht 2018.
- Tages-Anzeiger (2019). Das erste Roboterhotel entlässt Roboter.
- Universität St. Gallen / Crosswalk (2017). Digital Maturity & Transformation Report 2017.
- Uvek (2017): Bericht Mobilfunk und Strahlung
- Wasser, B., Hanisch, Ch., Zöllner, S. (2018). Digitalisierung in der Schweizer Industrie, in: Hochschule Luzern – Wirtschaft / micronews, Nov. 2018, S. 7-10.
- Wernick, C., (2016). Ökonomie und Kostenstrukturen des Glasfaserausbaus.
- WIK (2016). Gigabitnetze für Deutschland.
- WIK (2016). Markt- und Nutzungsanalyse von hochbitratigen TK-Diensten für Unternehmen der gewerblichen Wirtschaft in Deutschland.
- WIK (2017). Modellierung der Kosten eines flächendeckenden Hochbreitbandnetzes in der Schweiz.
- WIK (2017). Ansätze zur Glasfasererschliessung unterversorgter Gebiete
- Wirtschaftsforum Graubünden (2016). Made in Graubünden.
- Wirtschaftsforum Graubünden (2018). AlpTraum.

Links:

<https://kmu-transformation.ch>

<https://regiosuisse.ch/projects-nrp>

<https://regiosuisse.ch/inhalte-und-schwerpunkte-was-foerdert-die-nrp>

<https://regiosuisse.ch/was-unterstuetzt-die-nrp-der-industrie>

<https://regiosuisse.ch/was-unterstuetzt-die-nrp-im-tourismus>

<https://www.parlament.ch/de/ratsbetrieb/suche-curia-vista/geschaefft?AffairId=20163336>

www.atekom-portal.de

Staatssekretariat für Wirtschaft SECO

Regional- und Raumordnungspolitik

Holzikofenweg 36, 3003 Bern

Tel. +41 58 462 28 73, Fax +41 58 462 27 68

www.seco.admin.ch,

info.dsre@seco.admin.ch