

# DER GROSSE MOBILFUNK-NETZTEST 2020



Mit unserem langjährigen Netztest-Partner umlaut haben wir im 26. Jahr ermittelt, welche Mobilfunknetze und -anbieter in Deutschland, Österreich und der Schweiz vorne liegen.

**A**uch im 26. Jahr unserer Mobilfunk-Netztests gibt es viel Neues zu berichten. Dies beginnt damit, dass unser bislang unter dem Namen P3 communications bekannter Netztest-Partner sich neu aufgestellt hat und nun unter dem Namen umlaut firmiert. An seiner uneingeschränkten Kompetenz und Neutralität hat dies natürlich nichts geändert – vielleicht sogar im Gegenteil: Getreu dem neuen Firmenmotto, „immer noch etwas obendrauf zu setzen“, ließen sich die Netztest-Teams von umlaut nicht entgehen, auch schon erste Messungen in den neuen 5G-Netzen vorzunehmen. Was sie dabei herausgefunden haben, lesen Sie ab Seite 20.

Damit nicht genug: Das im vergangenen Jahr erstmals in die Wertung mit aufgenommene Crowdsourcing haben wir in diesem Jahr noch aussagekräftiger gemacht. Crowdsourcing ergänzt die Ergebnisse unserer Messfahrten und Touren um Langzeitbeobachtungen einer großen Zahl von Mobilfunknutzern.

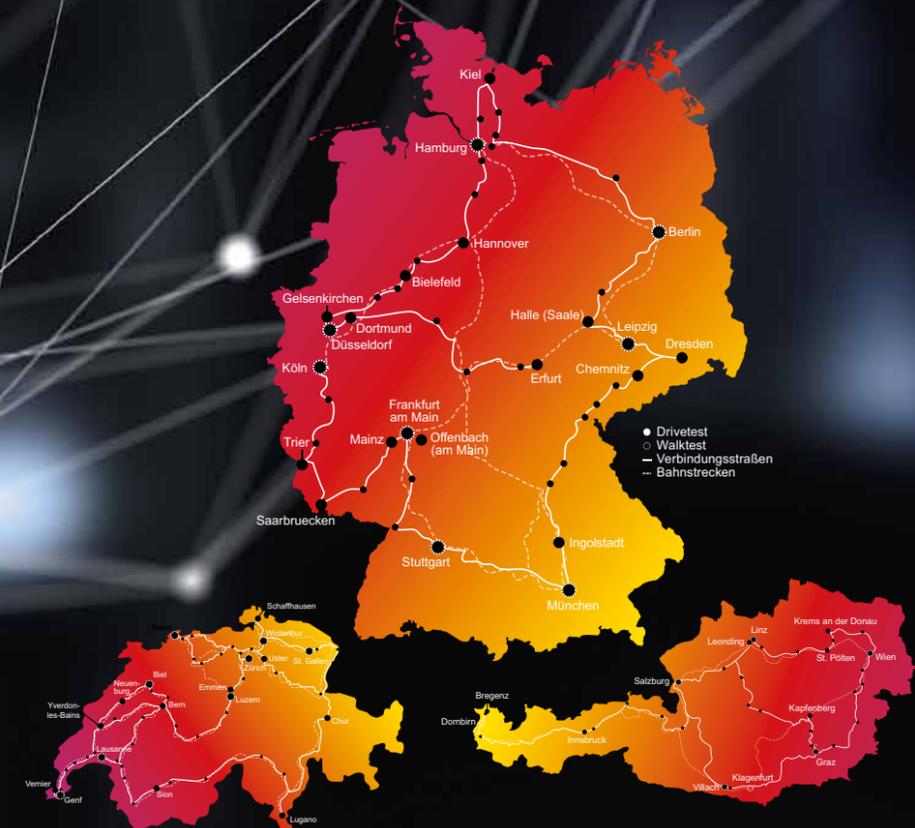
### Verfeinertes Crowdsourcing

Zu diesen Verfeinerungen der Crowdsourcing-Ergebnisse zählt, dass wir bei den Datendurchsatzermittlungen nun auch Uploads berücksichtigen. Außerdem schlüsseln wir die Darstellung der Versorgung mit verschiedenen Mobilfunkdiensten noch detaillierter auf (siehe auch „So testen wir“ auf Seite 16/17).

Unverändert blieb dabei für jeden Aspekt der extrem hohe Aufwand, den wir in die Ermittlung unserer Testergebnisse und die Absicherung ihrer statistischen Relevanz stecken. Die unten aufgeführten Kennzahlen belegen dies auch in diesem Jahr wieder eindrucksvoll.

Doch diese Mühe lohnt sich. Das bestätigen uns jedes Jahr nicht zuletzt die Reaktionen der getesteten Betreiber: Ob sie gewonnen oder verloren haben – jeder von ihnen macht deutlich, dass er den Ergebnissen unserer ausgefeilten Bewertungen eine höhere Bedeutung beimisst als der wachsenden Zahl von Versuchen anderer, mit „Netztests“ ebenfalls Aufmerksamkeit im Markt zu erzielen.

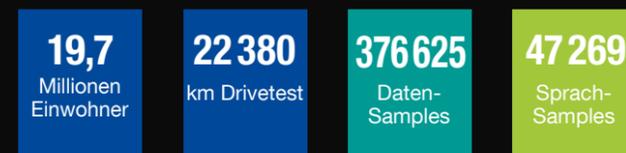
Hannes Rügheimer



### 360-Grad-Blick auf die Netzqualität

Im Rahmen der ständigen Weiterentwicklung unserer Testmethodik haben wir den Anteil der verfeinerten Crowdsourcing-Ergebnisse an der Gesamtnote auf 20 Prozent erhöht. Die Gewichtung von Sprach- und Datenmessungen berücksichtigt, dass Datenkommunikation für viele Nutzer heute einige wichtigere Rolle spielt als Telefonieren. Doch wenn man sie benötigt, soll auch letztere Funktion uneingeschränkt zur Verfügung stehen.

### DRIVETESTS UND WALKTESTS



### CROWDSOURCING



Angegeben sind hier die kombinierten Werte für Deutschland, Österreich und die Schweiz. Einzelwerte pro Land siehe „So testen wir“ auf Seite 64.

## Sprache

► Bereits seit mehreren Jahren unterstützen alle drei deutschen Mobilfunknetze VoLTE („Voice over LTE“) – sie müssen zum Telefonieren also nicht auf 3G oder 2G herunterzuschalten, sondern transportieren die Sprachinformationen in Datenpaketen via LTE.

Die mit dieser Technik erzielbaren Verbesserungen sind aus den Messwerten unserer Drivetests und Walktests deutlich abzulesen: Die Rufaufbauzeiten liegen bei Telekom und Vodafone im Durchschnitt signifikant unter 2 Sekunden, auch bei Telefónica/O2 bleiben die ermittelten Durchschnittswerte zwischen 2,2 Sekunden

Die Qualität mobiler Sprachtelefonate fließt mit 32 Prozent in unsere Gesamtwertung ein. Telefonieren ist zwar nur noch eine von vielen Smartphone-Anwendungen – muss aber bei Bedarf funktionieren.

(Walktests in Großstädten) und 2,6 Sekunden (Drivetests in Kleinstädten) angenehm kurz.

Auch die gemessene Sprachqualität gibt Anlass zur Freude: Durchschnittliche MOS-Werte zwischen 4,4 und 4,5 kennzeichnen hochwertige Verbindungen, die in vielen Fällen über den für höhere Sprachbandbreiten ausgelegten EVS-Codec (Enhanced Voice Services) stattfinden.

Die von uns 2019 erstmals mitgemessene MultiRAB-Konnektivität sagt aus, ob ein Smartphone bei laufendem Telefonat Kontakt zu mehreren „Radio Access Bearers“

hält – in der Praxis also gleichzeitig Datenkommunikation handhaben kann. Auch die dafür ermittelten Erfolgsraten sind insgesamt sehr gut.

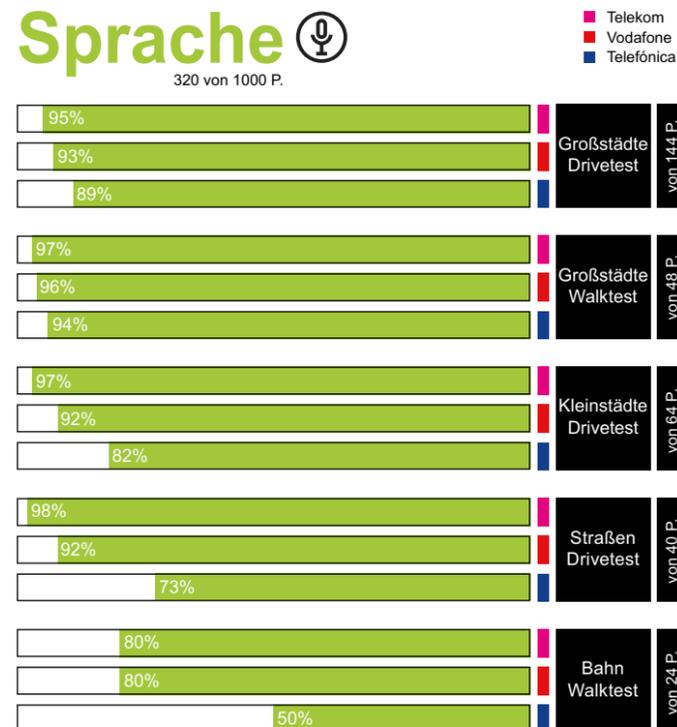
### Verbesserungen bei O2

Der Anbieter Telefónica beziehungsweise O2, der in den letzten Jahren wegen der laufenden Zusammenlegung sei-

ner eigenen Netzinfrastruktur mit der von E-Plus beschäftigt war, zeigt klare Fortschritte: In den Großstädten kann er schon fast zum Führungsduo Telekom und Vodafone aufschließen, in Kleinstädten und auf Verbindungsstraßen folgt er zwar mit einigem Abstand, konnte sich aber auch hier spürbar verbessern.



Anbieter	Telekom	Vodafone	Telefónica
<b>Sprache Großstädte (Drivetest)</b>			
Erfolgsquote (%)	99,3	99,0	98,4
Rufaufbauzeit Ø (s) / P90 (s)	1,5/1,8	1,5/2,0	2,3/2,6
Sprachqualität Ø / P10 (MOS-LQO)	4,6/4,3	4,5/4,2	4,5/3,9
MultiRAB-Konnektivität (%)	99,0	99,6	99,0
<b>Sprache Großstädte (Walktest)</b>			
Erfolgsquote (%)	99,6	99,4	99,1
Rufaufbauzeit Ø (s) / P90 (s)	1,5/1,8	1,4/1,9	2,2/2,5
Sprachqualität Ø / P10 (MOS-LQO)	4,6/4,5	4,6/4,5	4,6/4,3
MultiRAB-Konnektivität (%)	99,7	99,3	99,8
<b>Sprache Kleinstädte (Drivetest)</b>			
Erfolgsquote (%)	99,6	98,9	97,7
Rufaufbauzeit Ø (s) / P90 (s)	1,5/1,8	1,5/2,1	2,6/4,0
Sprachqualität Ø / P10 (MOS-LQO)	4,6/4,3	4,5/4,2	4,3/3,4
MultiRAB-Konnektivität (%)	99,8	98,8	97,9
<b>Sprache Verbindungsstraßen (Drivetest)</b>			
Erfolgsquote (%)	99,5	98,2	94,3
Rufaufbauzeit Ø (s) / P90 (s)	1,6/1,9	1,6/2,2	2,7/4,9
Sprachqualität Ø / P10 (MOS-LQO)	4,5/4,1	4,4/3,8	4,3/3,2
MultiRAB-Konnektivität (%)	99,3	95,1	91,2
<b>Sprache Bahn (Walktest)</b>			
Erfolgsquote (%)	94,3	94,4	87,8
Rufaufbauzeit Ø (s) / P90 (s)	1,8/2,1	1,8/2,4	2,8/4,9
Sprachqualität Ø / P10 (MOS-LQO)	4,3/3,4	4,4/3,6	4,1/3,0
MultiRAB-Konnektivität (%)	99,6	98,1	93,3



## Daten

Web surfen, Up- und Downloads oder Video-Streaming – die Messergebnisse aus der Datendisziplin machen 48 Prozent der Gesamtwertung aus.

► Die diesjährige Rangfolge unter den deutschen Anbietern ist in allen Datendisziplinen eindeutig abzulesen: Die Telekom führt, Vodafone folgt mit einigem Abstand, und Telefónica/O2 liegt wieder auf Platz drei mit abermals Distanz zur Nummer zwei. Dennoch ist es O2 gelungen, sich in einigen Bereichen gegenüber dem Vorjahr zu verbessern, und in anderen seine Leistungen zumindest konstant zu halten.

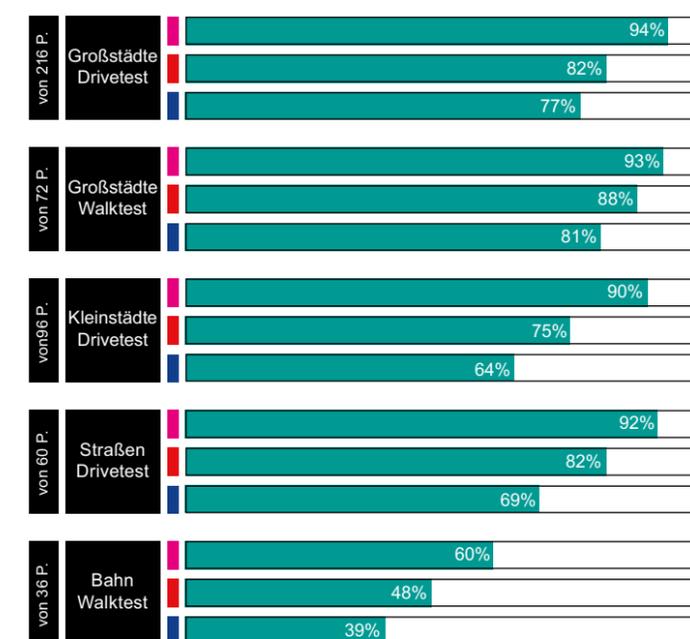
### Telekom liegt bei Daten vorn

Diese Rangfolge zieht sich auch durch so gut wie alle Anwendungen – ob Websurfen, Downloads, Uploads oder Youtube-Wiedergabe. Vor allem das mobile Abspielen von Videos verdeutlicht in schwierigeren Szenarien, wo noch Defizite bestehen: So erzielt Vodafone

bei den Drivetests in Großstädten dabei nur Erfolgsquoten um 95 Prozent – fünf Prozent der Videoabrufe führen zu Abbrüchen. In Kleinstädten sinkt dieser Wert bei Vodafone unter 93, bei O2 auf 92 Prozent. Nur die Telekom bleibt hier konstant über 98 Prozent.

Bei den Download- und Upload-Messungen insbesondere in Großstädten wird deutlich, dass alle Anbieter die „Carrier Aggregation“ in ihren Netzen weiter ausbauen. Vodafone und Telefónica/O2 kombinieren bis zu vier LTE-Trägerfrequenzen pro Verbindung, die Telekom bis zu drei. Das treibt bei Telekom und Vodafone die Datenraten in den 10 Prozent mit den schnellsten Messungen über 150 Mbit/s. Auch hier bleibt zwar Verbesserungspotenzial, aber die Richtung stimmt.

## Daten



Anbieter	Telekom	Vodafone	Telefónica
<b>Daten (Großstädte; Drivetest)</b>			
Internet-Seitenaufwurf			
Erfolgsquote (%)	99,7	99,2	98,6
Gesamtsitzungszeit (s)	1,0	1,1	1,2
<b>Datei-Download (5MB)</b>			
Erfolgsquote/Ø Session-Dauer (%/s)	99,9/1,7	99,7/3,3	99,5/4,5
90%/10% schneller als (Mbit/s)	17,5/90,3	5,6/84,2	3,9/70,5
<b>Datei-Upload (2,5MB)</b>			
Erfolgsquote/Ø Session-Dauer (%/s)	99,9/1,2	99,7/2,2	99,6/2,5
90%/10% schneller als (Mbit/s)	11,3/41,4	4,5/36,4	4,2/31,9
<b>Datei-Download (7 Sekunden)</b>			
Erfolgsquote (%)	99,7	99,6	98,8
mittlerer Durchsatz (Mbit/s)	86,3	66,3	40,5
90%/10% schneller als (Mbit/s)	24,0/168,7	6,4/152,1	4,1/92,0
<b>Datei-Upload (7 Sekunden)</b>			
Erfolgsquote (%)	99,5	99,3	98,9
mittlerer Durchsatz (Mbit/s)	37,8	22,4	21,5
90%/10% schneller als (Mbit/s)	12,7/58,6	4,9/50,8	4,1/44,2
<b>Youtube Videos</b>			
Erfolgsquote/Startzeit (%/s)	98,9/1,0	95,2/1,2	94,4/1,4
Ø Videoauflösung (p)	918	905	889
<b>Youtube Live</b>			
Erfolgsquote/Startzeit (%/s)	98,7/1,3	95,4/1,4	94,5/1,6
Ø Videoauflösung (p)	1038	1022	995
<b>Daten (Großstädte; Walktest)</b>			
Internet-Seitenaufwurf			
Erfolgsquote (%)	99,8	99,7	99,1
Gesamtsitzungszeit (s)	1,0	1,0	1,2
<b>Datei-Download (5MB)</b>			
Erfolgsquote/Ø Session-Dauer (%/s)	100,0/1,7	99,9/2,2	99,1/3,5
90%/10% schneller als (Mbit/s)	18,3/99,9	14,1/94,1	5,4/76,2
<b>Datei-Upload (2,5MB)</b>			
Erfolgsquote/Ø Session-Dauer (%/s)	99,7/1,3	99,6/1,8	99,1/1,9
90%/10% schneller als (Mbit/s)	11,3/41,4	6,1/38,8	6,1/34,5
<b>Datei-Download (7 Sekunden)</b>			
Erfolgsquote (%)	99,9	99,9	99,1
mittlerer Durchsatz (Mbit/s)	85,5	78,7	52,9
90%/10% schneller als (Mbit/s)	21,2/173,3	15,0/165,6	6,1/119,7
<b>Datei-Upload (7 Sekunden)</b>			
Erfolgsquote (%)	99,1	99,1	98,5
mittlerer Durchsatz (Mbit/s)	35,4	29,7	27,4
90%/10% schneller als (Mbit/s)	10,9/56,1	6,3/54,1	5,4/50,8
<b>Youtube Videos</b>			
Erfolgsquote/Startzeit (%/s)	98,8/1,0	97,8/1,1	96,2/1,3
Ø Videoauflösung (p)	916	910	898
<b>Youtube Live</b>			
Erfolgsquote/Startzeit (%/s)	98,8/1,3	96,1/1,4	95,0/1,5
Ø Videoauflösung (p)	1035	1031	1005
<b>Daten (Kleinstädte; Drivetest)</b>			
Internet-Seitenaufwurf			
Erfolgsquote (%)	99,7	98,8	98,0
Gesamtsitzungszeit (s)	1,0	1,4	1,5
<b>Datei-Download (5MB)</b>			
Erfolgsquote/Ø Session-Dauer (%/s)	100,0/2,3	99,5/6,5	98,0/6,1
90%/10% schneller als (Mbit/s)	8,3/78,9	2,8/57,7	3,1/59,4
<b>Datei-Upload (2,5MB)</b>			
Erfolgsquote/Ø Session-Dauer (%/s)	99,8/1,7	100,0/2,4	99,0/4,3
90%/10% schneller als (Mbit/s)	6,2/37,9	4,4/25,3	1,7/25,1
<b>Datei-Download (7 Sekunden)</b>			
Erfolgsquote (%)	99,5	98,1	97,4
mittlerer Durchsatz (Mbit/s)	62,3	26,9	30,2
90%/10% schneller als (Mbit/s)	15,3/118,3	3,2/74,0	3,3/78,9
<b>Datei-Upload (7 Sekunden)</b>			
Erfolgsquote (%)	99,8	99,8	96,3
mittlerer Durchsatz (Mbit/s)	33,0	17,0	15,0
90%/10% schneller als (Mbit/s)	6,6/56,7	4,1/30,5	1,9/32,8
<b>Youtube Videos</b>			
Erfolgsquote/Startzeit (%/s)	98,3/1,1	92,7/1,6	92,0/1,7
Ø Videoauflösung (p)	913	876	853
<b>Youtube Live</b>			
Erfolgsquote/Startzeit (%/s)	98,5/1,3	95,5/1,6	92,3/1,7
Ø Videoauflösung (p)	1030	973	972

# Verbindungsstraßen

Internet-Verbindungen werden auch im Auto immer wichtiger. Wie steht es im Jahr 2019 um die Datenkonnektivität auf deutschen Straßen?

Die Anforderungen an die Datenkonnektivität auf Straßen sind in den letzten Jahren gestiegen – mit dem Internet vernetzte Navigationssysteme oder Streaming-Apps in den Infotainment-Systemen treiben Erwartungen und Bedarf der Nutzer in die Höhe. Auf ihren Fahrten zwischen den im Test berücksichtigten Groß- und Kleinstädten (siehe Routenkarte auf Seite 52) haben die Drivetest-Autos von umlaut deshalb die Güte von Datenverbindungen auf insgesamt rund 6300 Kilometern erfasst.

**Klare Rangfolge auf Straßen**  
Das Ergebnis bestätigt die bereits in den anderen Daten-

disziplinen festgestellte Rangfolge: Die Telekom liegt klar vorn, Vodafone folgt auf einem guten Mittelplatz und konnte im Vorjahresvergleich wieder zulegen. O2 bleibt Dritter und hält hier im Wesentlichen sein Vorjahresergebnis.

Dieses Bild zieht sich durch alle getesteten Einzelkategorien: Die höchsten Erfolgsquoten und Datenraten stellten wir im Telekom-Netz fest, Vodafone folgt mit etwas Abstand und O2 in größerer Distanz. Wer auf Autobahnen und Landstraßen stabile und performante Mobilfunk-Verbindungen sucht, fährt gemäß unseren Testergebnissen mit der Telekom am besten.

Anbieter	Telekom	Vodafone	Telefónica
<b>Daten (Verbindungsstraßen; Drivetest)</b>			
<b>Internet-Seitenaufwurf</b>			
Erfolgsquote (%)	99,6	98,7	95,8
Gesamtsitzungszeit (s)	1,1	1,3	1,4
<b>Datei-Download (5MB)</b>			
Erfolgsquote/Ø Session-Dauer(%/s)	99,7/3,1	99,8/5,1	97,2/5,9
90%/10% schneller als (Mbit/s)	5,5/79,3	3,7/59,1	2,9/50,7
<b>Datei-Upload (2,5MB)</b>			
Erfolgsquote/Ø Session-Dauer(%/s)	99,7/2,1	99,2/2,7	96,8/4,1
90%/10% schneller als (Mbit/s)	5,4/36,4	3,8/25,0	2,1/24,6
<b>Datei-Download (7 Sekunden)</b>			
Erfolgsquote (%)	99,9	97,8	96,0
mittlerer Durchsatz (Mbit/s)	49,0	31,1	23,4
90%/10% schneller als (Mbit/s)	7,6/118,3	3,3/82,1	3,2/54,8
<b>Datei-Upload (7 Sekunden)</b>			
Erfolgsquote (%)	98,8	98,5	93,3
mittlerer Durchsatz (Mbit/s)	25,0	16,2	15,1
90%/10% schneller als (Mbit/s)	5,4/52,8	4,0/27,1	2,0/30,3
<b>Youtube Videos</b>			
Erfolgsquote/Startzeit (%/s)	97,7/1,3	91,8/1,5	87,1/1,7
Ø Videoauflösung (p)	906	880	862
<b>Youtube Live</b>			
Erfolgsquote/Startzeit (%/s)	96,2/1,4	92,3/1,6	90,0/1,7
Ø Videoauflösung (p)	1020	994	971

# Crowd

Auch im Crowdsourcing zeigt sich die aus anderen Kategorien vertraute Rangfolge. Doch Telefónica punktet in dieser Disziplin überraschend hoch.

Die in den vorherigen Kategorien festgestellte Rangfolge findet sich auch in den Gesamtergebnissen unseres Crowdsourcings wieder: Die Telekom liegt vorn, Vodafone im Mittelfeld und Telefónica/O2 auf Platz drei.

Schon bei den stärkeren Anbietern Telekom und Vodafone zeigt die 4G-Abdeckung in Städten ein gewisses Verbesserungspotenzial. Bei Telefónica/O2 fällt es noch um einiges deutlicher aus und betrifft zudem die Datenabdeckung (in der wir auch die 3G-Versorgung mitzählen) in nicht-städtischen Gebieten. Bemerkenswert ist hingegen, dass O2-Kunden in Städten laut Crowdsourcing die höchsten Datenraten bei Download und auch Uploads erzielten.

Die Analysen zur Netzstabilität zeigen über unseren sechsmonatigen Beobachtungszeitraum einen Tag mit Anomalien im Netz der Telekom, zwei Tage bei Telefónica und drei bei Vodafone. Über ein halbes Jahr betrachtet, ist das aber noch zu verschmerzen.

Anbieter	Telekom	Vodafone	Telefónica
<b>Crowd Land – Netzstabilität</b>			
Anzahl eingeschränkter Tage(d)	1	3	2
Anzahl eingeschränkter Stunden (h)	2	7	4
<b>Crowd städtisch</b>			
Sprachabdeckung (%)	99,4	99,3	99,5
Datenabdeckung (%)	98,2	98,1	97,9
4G Abdeckung (%)	93,0	92,2	88,8
DL Datengeschwindigkeit (Mbit/s)	48,9	51,3	52,8
UL Datengeschwindigkeit (Mbit/s)	7,9	11,9	16,7
<b>Crowd nicht-städtisch (Benchmark-Ansicht)</b>			
Sprachabdeckung (%)	99,9	99,9	99,9
Datenabdeckung (%)	99,3	98,5	93,9
4G Abdeckung (%)	99,1	97,9	85,1
DL Datengeschwindigkeit (Mbit/s)	24,3	23,2	23,2
UL Datengeschwindigkeit (Mbit/s)	3,4	3,9	4,6
<b>Crowd nicht-städtisch (Eigene Netzwerksicht)</b>			
Sprachabdeckung (%)	99,9	99,9	99,9
Datenabdeckung (%)	99,1	98,3	92,9
4G Abdeckung (%)	98,7	97,6	84,1
DL Datengeschwindigkeit (Mbit/s)	22,4	21,4	22,2
UL Datengeschwindigkeit (Mbit/s)	3,2	3,5	4,0

# Daten in der Bahn

Auf Zugreisen Webseiten aufrufen, Dateien übertragen oder Youtube-Videos anschauen – wie gut klappt das wirklich? Die Ergebnisse unserer Messungen bleiben ernüchternd.

Das langjährige Sorgenkind unserer Mobilfunk-Netztests sind Verbindungen in deutschen Fernzügen. Auch wenn sich dies im Kern kaum geändert hat, stellten unsere Walktest-Teams auf ihren Bahnfahrten doch Verbesserungen gegenüber den Vorjahresergebnissen fest. Dies gilt recht deutlich fürs Telefonieren (siehe Messwerte und Grafik auf Seite 52), aber auch für die Datenkommunikation.

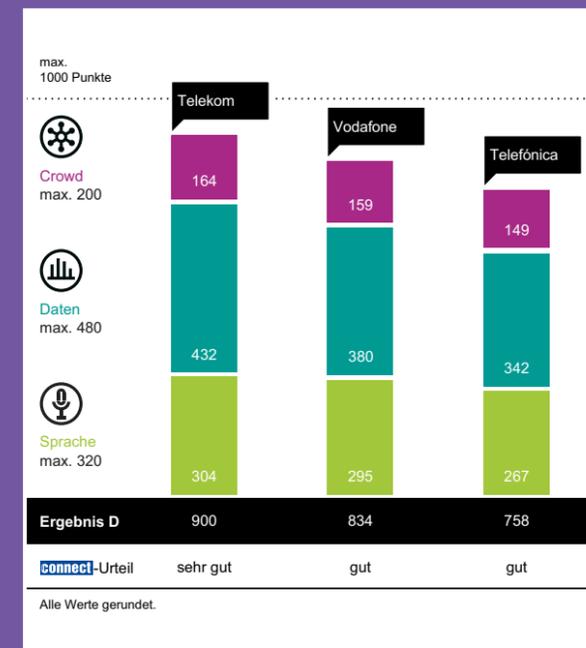
**Leichte Verbesserungen, aber noch viel zu tun**  
Der direkte Vergleich zur Konnektivität auf den Straßen zeigt, dass auf der Schiene nach wie vor einiges an Ver-

besserungsbedarf besteht. Erfolgsquoten von 93 bis 88 Prozent bei Webseitenaufrufen und Datei-Downloads zeichnen ein klares Bild, was Bahnfahrer auf ihren Notebooks, Tablets und Smartphones erwarten dürfen – und was nicht. Wer sich auf Zugreisen gar mit Videostreaming die Zeit vertreiben möchte, wird damit nur in 60 bis 80 Prozent der Fälle Erfolg haben.

Bei allem Klagen wollen wir aber anerkennen, dass Ergebnisse und Erfüllungsgrade bei allen drei Kandidaten im Vergleich zum Vorjahr nach oben zeigen. Bahnkunden bleibt zu wünschen, dass dieser Trend auch künftig anhält.

Anbieter	Telekom	Vodafone	Telefónica
<b>Daten (Bahn; Walktest)</b>			
<b>Internet-Seitenaufwurf</b>			
Erfolgsquote (%)	93,1	87,1	88,0
Gesamtsitzungszeit (s)	2,0	2,2	2,2
<b>Datei-Download (5MB)</b>			
Erfolgsquote/Ø Session-Dauer(%/s)	97,8/14,6	92,8/16,0	89,3/13,0
90%/10% schneller als (Mbit/s)	1,0/30,9	0,8/24,0	1,3/25,0
<b>Datei-Upload (2,5MB)</b>			
Erfolgsquote/Ø Session-Dauer(%/s)	98,7/4,3	98,4/3,3	91,3/5,7
90%/10% schneller als (Mbit/s)	2,0/24,5	3,3/20,0	1,3/18,0
<b>Datei-Download (7 Sekunden)</b>			
Erfolgsquote (%)	93,3	86,7	90,0
mittlerer Durchsatz (Mbit/s)	13,6	11,0	9,8
90%/10% schneller als (Mbit/s)	1,6/32,3	1,0/23,0	1,2/23,6
<b>Datei-Upload (7 Sekunden)</b>			
Erfolgsquote (%)	97,2	96,3	84,7
mittlerer Durchsatz (Mbit/s)	13,4	9,7	9,9
90%/10% schneller als (Mbit/s)	2,8/27,1	2,1/19,3	1,5/20,3
<b>Youtube Videos</b>			
Erfolgsquote/Startzeit (%/s)	73,9/2,0	60,2/2,4	64,3/2,3
Ø Videoauflösung (p)	804	759	761
<b>Youtube Live</b>			
Erfolgsquote/Startzeit (%/s)	74,5/2,1	73,9/2,6	79,7/2,5
Ø Videoauflösung (p)	880	820	843

# Einzelkritik



Bereits zum neunten Mal in Folge gewinnt die Telekom den connect-Mobilfunknetztest in Deutschland. Im Vergleich zum Vorjahr konnte sie sich dabei in der Sprachdisziplin und beim Crowdsourcing abermals verbessern, ihre Leistungen in der Datenkommunikation blieben im Wesentlichen konstant. Im Konkurrenzvergleich führen die Bonner jedoch in allen Teildisziplinen.

Der Vergleich mit den Vorjahresergebnissen zeigt, dass sich auch Vodafone verbessern konnte – ausgeprägter in der Sprachtelefonie und beim Crowdsourcing, geringfügiger auch in der Datendisziplin. Da wir unsere Anforderungen von Jahr zu Jahr verschärfen, ist auch dies eine Leistung, die ohne große Anstrengungen der Techniker und ohne umfangreiche Investitionen nicht möglich wäre.

Die Verbesserungen sind klar zu sehen: Von der Note „ausreichend“ vor zwei Jahren über „befriedigend“ im Vorjahr hat sich Telefónica nun auf die Note „gut“ hochgekämpft. Unter den drei deutschen Anbietern fällt der Sprung nach vorn bei O2 am deutlichsten aus. Dies zeigt sich auch in sehr guten Crowdsourcing-Ergebnissen. Auf dem Land und in der Bahn ist der Abstand zu den Mitbewerbern allerdings noch ausgeprägt.

# Österreich

In der Alpenrepublik findet der Wettstreit der Anbieter auf sehr hohem Niveau statt. Das gilt auch dieses Jahr – dabei konnten sich alle drei Kandidaten sogar klar verbessern.

► Traditionell schneiden die Anbieter in der Alpenrepublik in unserem Netztest auf sehr hohem Niveau ab – regelmäßig erzielten sie in den letzten Jahren deutlich höhere Gesamtpunktzahlen als ihre deutschen Pendanten, mussten sich aber doch mit einigem Abstand den nochmals stärkeren Anbietern aus der Schweiz geschlagen geben. Wenn wir nun schon mal durchblicken lassen, dass die Abstände in der Spitzengruppe in diesem Jahr deutlich geschrumpft sind, wollen wir auch gleich dazu verraten, dass diese Entwicklung nicht zum Nachteil der österreichischen Kunden ausgefallen ist.

Der nächste Grund zur Freude für österreichische Mobil-

funkkunden bleibt dagegen ein Klassiker: Nach wie vor liegen die Mobilfunktarife in Austria deutlich unter denen in Deutschland. Ein Ärgernis bleiben allerdings die hohen Roamingkosten, die alle österreichischen Anbieter für die Mobilfunknutzung im Nicht-EU-Nachbarland Schweiz verlangen. Immerhin: Das auch auf diese Weise eingenommene Geld haben die alpenländischen Anbieter offensichtlich zu guten Teilen weiter in ihren Netzausbau investiert. Denn anders wäre die



abermals deutliche Verbesserung aller drei Anbieter gegenüber ihren Vorjahresergebnissen kaum zu erklären.

### Sprachverbindungen

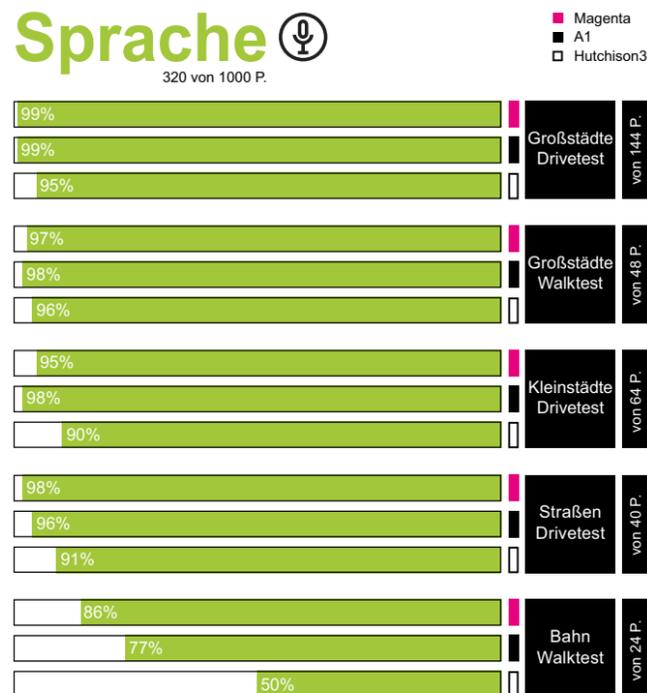
Dass seit 2018 alle drei Netzbetreiber in Österreich die schnelle und qualitativ hochwertige Sprachtelefonie per VoLTE (Voice over LTE) unterstützen und diese Technik seither auch kontinuierlich ausgebaut haben, ist den Messwerten deutlich anzusehen. Dabei überzeugt vor allem Magenta mit sehr kurzen Verbindungsaufbauzeiten, die nicht nur in Großstädten, sondern auch in den kleineren

Städten und auf den Verbindungsstraßen im Durchschnitt unter einer Sekunde liegen.

Auch die Erfolgsquoten bewegen sich auf erfreulich hohem Niveau – selbst auf den Verbindungsstraßen liegen sie bei Magenta deutlich über 99 Prozent, und bei den beiden Mitbewerbern A1 und Drei nur knapp darunter. Dass im Dreinetz auch in Kleinstädten nur 98,6 Prozent aller Test-Telefonate gelangen, ist Klagen auf schon extrem hohem Niveau.

Die bei unseren Drivetests und Walktests in großen und kleinen österreichischen Städten sowie auf den Verbindungsstraßen erfassten Werte

Anbieter	Magenta	A1	Hutchison3
<b>Sprache Großstädte (Drivetest)</b>			
Erfolgsquote (%)	99,9	99,9	99,3
Rufbaufbauzeit Ø (s) / P90 (s)	0,9/1,0	1,5/1,7	2,3/3,2
Sprachqualität Ø / P10 (MOS-LQO)	4,6/4,3	4,5/4,2	4,5/4,2
MultiRAB-Konnektivität (%)	99,9	99,8	99,8
<b>Sprache Großstädte (Walktest)</b>			
Erfolgsquote (%)	99,5	99,7	99,5
Rufbaufbauzeit Ø (s) / P90 (s)	1,0/1,1	1,6/1,8	2,3/2,8
Sprachqualität Ø / P10 (MOS-LQO)	4,6/4,5	4,6/4,4	4,6/4,4
MultiRAB-Konnektivität (%)	99,6	99,9	98,5
<b>Sprache Kleinstädte (Drivetest)</b>			
Erfolgsquote (%)	99,2	99,7	98,6
Rufbaufbauzeit Ø (s) / P90 (s)	0,9/1,0	1,5/1,7	2,3/3,1
Sprachqualität Ø / P10 (MOS-LQO)	4,6/4,4	4,5/4,2	4,5/4,2
MultiRAB-Konnektivität (%)	100,0	99,4	97,4
<b>Sprache Verbindungsstraßen (Drivetest)</b>			
Erfolgsquote (%)	99,5	98,9	98,5
Rufbaufbauzeit Ø (s) / P90 (s)	0,9/1,0	1,6/1,8	2,5/4,4
Sprachqualität Ø / P10 (MOS-LQO)	4,5/4,2	4,4/4,0	4,4/3,8
MultiRAB-Konnektivität (%)	100,0	98,6	97,5
<b>Sprache Bahn (Walktest)</b>			
Erfolgsquote (%)	96,0	93,3	87,3
Rufbaufbauzeit Ø (s) / P90 (s)	1,1/1,2	1,7/2,0	2,7/4,8
Sprachqualität Ø / P10 (MOS-LQO)	4,4/3,9	4,4/3,9	4,2/3,1
MultiRAB-Konnektivität (%)	97,7	98,9	93,3



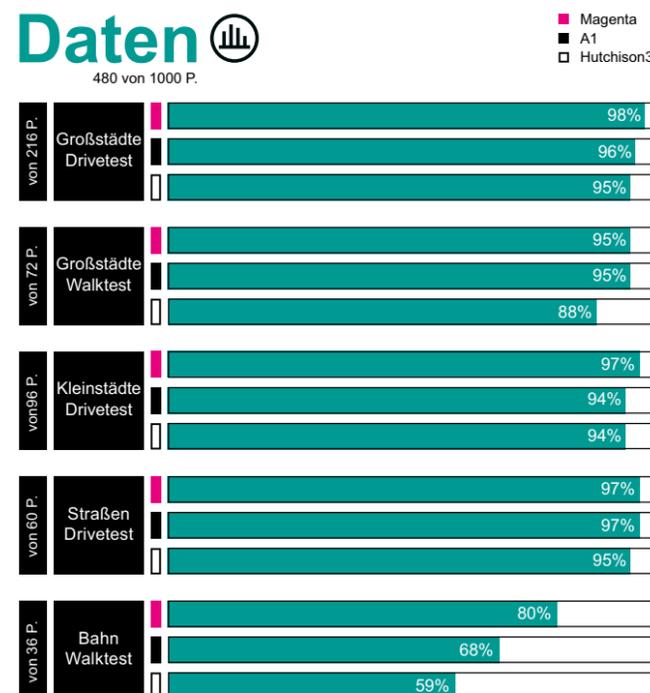
für die Sprachqualität sind ohnehin über jeden Zweifel erhaben. Und der von uns in diesem Jahr erstmals untersuchte Prüfpunkt „MultiRAB-Konnektivität“ belegt, dass in der überwiegenden Zahl der Fälle gleichzeitig zur Sprachverbindung auch Datenkommunikation möglich war.

### Datenverbindungen

Das überzeugende Bild setzt sich bei den Datenmessungen fort. Mit dem kürzlich erfolgten Rollout von 4CA in den LTE-Netzen (Kombination von bis zu vier Frequenzbändern) hat Magenta in dieser Hinsicht die Nase vorn. Auch A1 nutzt 4CA in seinem Netz, allerdings

unterstützt die Firmware des für unsere Messungen verwendeten Samsung Galaxy S9 die von diesem Anbieter eingesetzte spezifische Frequenzkombination nicht vollständig. In größeren und auch kleineren Städten erreicht Magenta mittlere Datendurchsätze von über 100 Mbit/s, in zehn Prozent

der Fälle sogar über 200 Mbit/s. Die Werte von A1 liegen nur knapp dahinter, und auch Drei bietet seinen Kunden hohe Datenraten und stabile Verbindungen. Nur bei den Uploads in den Walktests zeigt Drei noch Raum für Verbesserungen – führt dafür aber mit leichtem Vorsprung bei Youtube-Abfragen



Anbieter	Magenta	A1	Hutchison3
<b>Daten (Verbindungsstraßen; Drivetest)</b>			
<b>Internet-Seitenaufruf</b>			
Erfolgsquote (%)	99,6	99,7	99,5
Gesamtsitzungszeit (s)	0,8	0,9	0,9
<b>Datei-Download (5MB)</b>			
Erfolgsquote/Ø Session-Dauer (%/s)	99,4/1,3	99,8/1,5	99,6/1,3
90%/10% schneller als (Mbit/s)	18,6/104,9	16,5/111,0	18,3/102,6
<b>Datei-Upload (2,5MB)</b>			
Erfolgsquote/Ø Session-Dauer (%/s)	99,8/1,3	99,6/1,7	99,2/2,2
90%/10% schneller als (Mbit/s)	10,3/42,8	8,1/39,5	6,4/30,4
<b>Datei-Download (7 Sekunden)</b>			
Erfolgsquote (%)	99,8	99,8	99,8
mittlerer Durchsatz (Mbit/s)	89,1	83,3	84,0
90%/10% schneller als (Mbit/s)	21,9/173,5	20,2/166,8	23,6/155,0
<b>Datei-Upload (7 Sekunden)</b>			
Erfolgsquote (%)	99,6	99,8	99,2
mittlerer Durchsatz (Mbit/s)	32,8	31,3	27,2
90%/10% schneller als (Mbit/s)	9,5/57,9	9,9/51,8	6,7/41,8
<b>Youtube Videos</b>			
Erfolgsquote/Startzeit (%/s)	99,6/0,9	99,8/1,1	99,4/1,0
Ø Videoauflösung (p)	918	916	916
<b>Youtube Live</b>			
Erfolgsquote/Startzeit (%/s)	99,2/1,3	97,2/1,7	98,7/1,5
Ø Videoauflösung (p)	1040	1034	1038



Anbieter	Magenta	A1	Hutchison3
<b>Daten (Bahn; Walktest)</b>			
<b>Internet-Seitenaufwurf</b>			
Erfolgsquote (%)	96,1	94,6	91,5
Gesamtsitzungszeit (s)	1,1	1,3	1,4
<b>Datei-Download (5MB)</b>			
Erfolgsquote/Ø Session-Dauer (%/s)	97,5/2,9	95,3/2,8	94,2/3,3
90%/10% schneller als (Mbit/s)	7,9/70,3	6,7/74,9	7,2/70,5
<b>Datei-Upload (2,5MB)</b>			
Erfolgsquote/Ø Session-Dauer (%/s)	95,9/2,9	95,3/4,8	90,7/3,8
90%/10% schneller als (Mbit/s)	5,4/31,2	1,6/21,5	2,9/23,3
<b>Datei-Download (7 Sekunden)</b>			
Erfolgsquote (%)	96,1	93,0	93,2
mittlerer Durchsatz (Mbit/s)	50,3	38,3	39,6
90%/10% schneller als (Mbit/s)	8,4/109,9	6,1/90,1	7,4/85,5
<b>Datei-Upload (7 Sekunden)</b>			
Erfolgsquote (%)	93,6	89,3	85,2
mittlerer Durchsatz (Mbit/s)	20,7	12,7	14,8
90%/10% schneller als (Mbit/s)	4,7/38,8	2,0/29,3	2,5/28,8
<b>Youtube Videos</b>			
Erfolgsquote/Startzeit (%/s)	92,1/1,2	91,2/1,6	88,3/1,6
Ø Videoauflösung (p)	884	906	900
<b>Youtube Live</b>			
Erfolgsquote/Startzeit (%/s)	97,8/1,6	90,9/1,8	83,5/1,8
Ø Videoauflösung (p)	992	1029	1030

in Kleinstädten. Insgesamt können sich die Ergebnisse der Videotests bei allen drei Anbietern sehen lassen.

### Mobilfunk in der Bahn

Die schwierigste Disziplin sind Mobiltelefonate und Datenabrufe während Zugreisen. Auch hier entsprechen die von umlaut ermittelten Werte dem langjährigen Gesamtbild: Die drei österreichischen Anbieter liegen vor den deutschen, aber hinter den Schweizer Netzbetreibern. Im Vergleich zum Vorjahr konnten sie ihre Ergebnisse jedoch verbessern. Deutlich fällt dieser Sprung beim mobilen Telefonieren in der Bahn aus – zumindest für Magenta und A1. Sie steigen

ten sowohl Erfolgsquoten als auch Sprachqualität. Drei liegt in dieser Teildisziplin insgesamt auf Vorjahresniveau.

Bei den Datenmessungen im Zug erzielt Magenta insgesamt die besten Ergebnisse. Auch hier haben Magenta und A1 im Vergleich zum Vorjahr deutlich zugelegt, Drei konnte sich ebenfalls um einige Prozentpunkte verbessern. Insgesamt zeigen die in Zügen durchgeführten Tests jedoch das meiste Verbesserungspotenzial für die österreichischen Anbieter. Aber auch diesmal gilt wieder: Im Vergleich zu Deutschland dürfen Nutzer in Österreich mit der Mobilfunkversorgung in ihren Zügen durchaus zufrieden sein.

Anbieter	Magenta	A1	Hutchison3
<b>Daten (Großstädte; Drivetest)</b>			
<b>Internet-Seitenaufwurf</b>			
Erfolgsquote (%)	100,0	99,9	99,8
Gesamtsitzungszeit (s)	0,7	0,9	0,9
<b>Datei-Download (5MB)</b>			
Erfolgsquote/Ø Session-Dauer (%/s)	100,0/1,0	100,0/1,2	99,8/1,3
90%/10% schneller als (Mbit/s)	28,8/120,1	25,2/114,6	21,1/106,7
<b>Datei-Upload (2,5MB)</b>			
Erfolgsquote/Ø Session-Dauer (%/s)	100,0/0,9	99,8/1,2	99,9/1,4
90%/10% schneller als (Mbit/s)	15,9/46,0	12,4/42,1	11,7/31,3
<b>Datei-Download (7 Sekunden)</b>			
Erfolgsquote (%)	100,0	100,0	99,8
mittlerer Durchsatz (Mbit/s)	113,9	94,8	85,9
90%/10% schneller als (Mbit/s)	36,6/207,3	28,5/175,5	23,1/166,3
<b>Datei-Upload (7 Sekunden)</b>			
Erfolgsquote (%)	99,9	99,8	99,7
mittlerer Durchsatz (Mbit/s)	43,9	37,9	30,3
90%/10% schneller als (Mbit/s)	17,2/60,6	14,0/56,1	14,4/42,0
<b>Youtube Videos</b>			
Erfolgsquote/Startzeit (%/s)	100,0/0,9	99,9/1,1	99,6/1,0
Ø Videoauflösung (p)	920	919	920
<b>Youtube Live</b>			
Erfolgsquote/Startzeit (%/s)	99,5/1,2	98,5/1,6	99,0/1,5
Ø Videoauflösung (p)	1039	1039	1039
<b>Daten (Kleinstädte; Drivetest)</b>			
<b>Internet-Seitenaufwurf</b>			
Erfolgsquote (%)	99,8	99,9	99,2
Gesamtsitzungszeit (s)	0,8	0,9	1,0
<b>Datei-Download (5MB)</b>			
Erfolgsquote/Ø Session-Dauer (%/s)	99,8/1,0	99,8/1,5	99,5/1,6
90%/10% schneller als (Mbit/s)	31,7/104,4	22,1/116,4	18,0/103,9
<b>Datei-Upload (2,5MB)</b>			
Erfolgsquote/Ø Session-Dauer (%/s)	99,6/1,1	99,5/1,7	98,8/2,1
90%/10% schneller als (Mbit/s)	11,3/43,7	7,6/42,5	6,0/30,9
<b>Datei-Download (7 Sekunden)</b>			
Erfolgsquote (%)	99,8	99,8	99,5
mittlerer Durchsatz (Mbit/s)	107,2	98,1	78,4
90%/10% schneller als (Mbit/s)	34,2/202,3	30,8/174,2	18,4/143,5
<b>Datei-Upload (7 Sekunden)</b>			
Erfolgsquote (%)	99,3	99,5	97,7
mittlerer Durchsatz (Mbit/s)	37,1	35,9	27,7
90%/10% schneller als (Mbit/s)	9,4/59,4	11,9/56,1	8,4/41,2
<b>Youtube Videos</b>			
Erfolgsquote/Startzeit (%/s)	99,8/0,9	99,8/1,0	98,8/1,1
Ø Videoauflösung (p)	921	918	916
<b>Youtube Live</b>			
Erfolgsquote/Startzeit (%/s)	98,1/1,2	99,4/1,6	100,0/1,6
Ø Videoauflösung (p)	1036	1037	1033
<b>Daten (Kleinstädte; Drivetest)</b>			
<b>Internet-Seitenaufwurf</b>			
Erfolgsquote (%)	100,0	99,9	99,8
Gesamtsitzungszeit (s)	0,7	0,9	0,9
<b>Datei-Download (5MB)</b>			
Erfolgsquote/Ø Session-Dauer (%/s)	100,0/1,0	100,0/1,5	100,0/1,3
90%/10% schneller als (Mbit/s)	29,5/112,7	16,0/106,7	21,4/95,6
<b>Datei-Upload (2,5MB)</b>			
Erfolgsquote/Ø Session-Dauer (%/s)	100,0/1,0	100,0/1,7	99,7/1,3
90%/10% schneller als (Mbit/s)	14,7/43,6	7,3/36,0	12,6/30,5
<b>Datei-Download (7 Sekunden)</b>			
Erfolgsquote (%)	100,0	100,0	99,7
mittlerer Durchsatz (Mbit/s)	103,1	78,3	84,1
90%/10% schneller als (Mbit/s)	33,7/188,0	17,6/143,4	26,0/151,9
<b>Datei-Upload (7 Sekunden)</b>			
Erfolgsquote (%)	100,0	100,0	98,8
mittlerer Durchsatz (Mbit/s)	40,9	29,4	28,4
90%/10% schneller als (Mbit/s)	14,9/59,8	9,3/49,9	12,6/41,2
<b>Youtube Videos</b>			
Erfolgsquote/Startzeit (%/s)	99,7/0,9	99,4/1,1	99,7/1,0
Ø Videoauflösung (p)	920	915	920
<b>Youtube Live</b>			
Erfolgsquote/Startzeit (%/s)	99,4/1,3	99,4/1,6	100,0/1,5
Ø Videoauflösung (p)	1040	1035	1040

# Crowd

Alle drei Anbieter schneiden beim Crowdsourcing sehr gut ab – am deutlichsten kann hier Drei zulegen.

Wie schon im Vorjahr weisen die Ergebnisse unserer Crowdsourcing-Analysen einen Vorsprung für A1 aus. Doch auch Magenta und Drei schneiden in dieser Kategorie sehr gut ab.

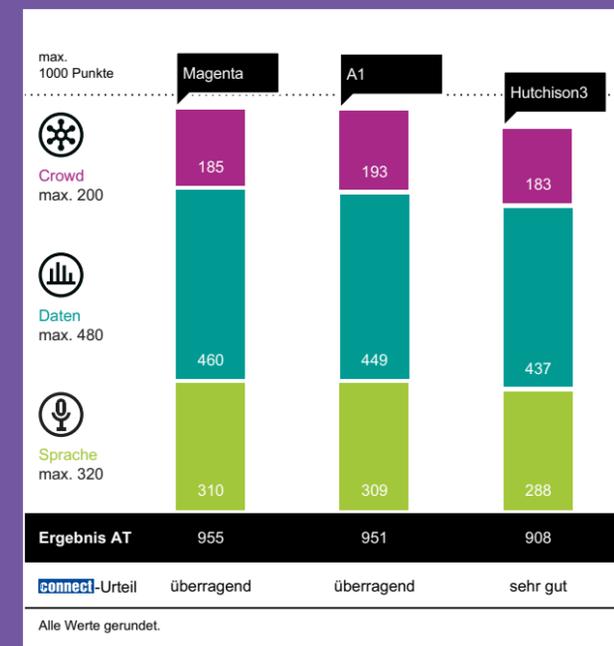
Bei den auf diese Weise ermittelten Netzabdeckungen erzielen alle drei Anbieter sehr gute Ergebnisse für Sprache. Magenta liegt bei der Datenabdeckung (also Netzversorgung mit 3G oder 4G) vorn, mit jeweils vergleichsweise kleinem Abstand folgen A1 und dann Drei. Bei der 4G-Abdeckung ist der Rückstand auf Drei auf das Führungsduo etwas ausgeprägter.

In städtischen Gebieten liegt Drei bei den Datenraten hingegen vorn. Auf dem Land hat A1 sowohl in der Download-Disziplin als auch bei Uploads die Nase vorn.

Und während wir bei Drei kleinere und bei Magenta etwas umfangreichere Anomalien im sechsmonatigen Auswertungszeitraum feststellten, waren während dieser Zeit im A1-Netz keinerlei Beeinträchtigungen zu beobachten.

Anbieter	Magenta	A1	Hutchison3
<b>Crowd Land – Netzstabilität</b>			
Anzahl eingeschränkter Tage(d)	3	0	1
Anzahl eingeschränkter Stunden (h)	14	0	2
<b>Crowd städtisch</b>			
Sprachabdeckung (%)	99,7	99,9	99,9
Datenabdeckung (%)	99,8	99,0	98,5
4G Abdeckung (%)	98,2	97,8	97,0
DL Datengeschwindigkeit (Mbit/s)	104,2	129,4	135,0
UL Datengeschwindigkeit (Mbit/s)	29,8	34,7	39,7
<b>Crowd nicht-städtisch (Benchmark-Ansicht)</b>			
Sprachabdeckung (%)	99,7	99,9	99,7
Datenabdeckung (%)	99,6	99,5	95,1
4G Abdeckung (%)	98,4	98,9	93,6
DL Datengeschwindigkeit (Mbit/s)	37,8	51,1	48,8
UL Datengeschwindigkeit (Mbit/s)	7,8	12,4	11,7
<b>Crowd nicht-städtisch (Eigene Netzwerkansicht)</b>			
Sprachabdeckung (%)	99,5	99,8	99,6
Datenabdeckung (%)	99,3	98,8	94,5
4G Abdeckung (%)	97,4	97,6	92,7
DL Datengeschwindigkeit (Mbit/s)	36,0	47,4	47,1
UL Datengeschwindigkeit (Mbit/s)	7,2	10,4	10,7

# Einzelkritik



**Magenta** Wie auch im Vorjahr erzielt Magenta (ehemals T-Mobile Austria) den Gesamtsieg in Österreich. Den knappen Vorsprung von vier Punkten gegenüber dem Verfolger A1 verdankt der Gewinner den im Vergleich besten Ergebnissen sowohl in der Sprach- als auch in der Datenkategorie. Mit deutlichen Verbesserungen gegenüber dem Vorjahr erzielt Magenta die Bestnote „überragend“.

**A1** Auch A1 Telekom schneidet „überragend“ ab – und liegt im Kopf-an-Kopf-Rennen um den Gesamtsieg nur vier Punkte hinter Magenta. Um dieses Niveau zu erreichen, hat sich auch dieser Anbieter im Vergleich zum Vorjahr erheblich verbessert. Zu den überzeugenden Ergebnissen zählt auch die exzellente Zuverlässigkeit, die wir im sechsmonatigen Crowdsourcing-Auswertungszeitraum beobachten konnten.

**3** In der Gesamtwertung konnte sich der kleinste österreichische Anbieter gegenüber dem Vorjahr am deutlichsten verbessern. Dabei liegen die Leistungen bei den Sprach- und Datenmessungen trotz verschärfter Kriterien leicht über Vorjahresniveau, klar zugelegt hat Drei beim Crowdsourcing-Ergebnis. Ein Achtungserfolg sind zudem die besten Resultate bei den in Kleinstädten durchgeführten Youtube-Tests.

# Schweiz

Im Land der Eidgenossen wird die Luft an der Spitze traditionell besonders dünn. Wer schafft es also diesmal aufs eidgenössische Siebertreppchen?

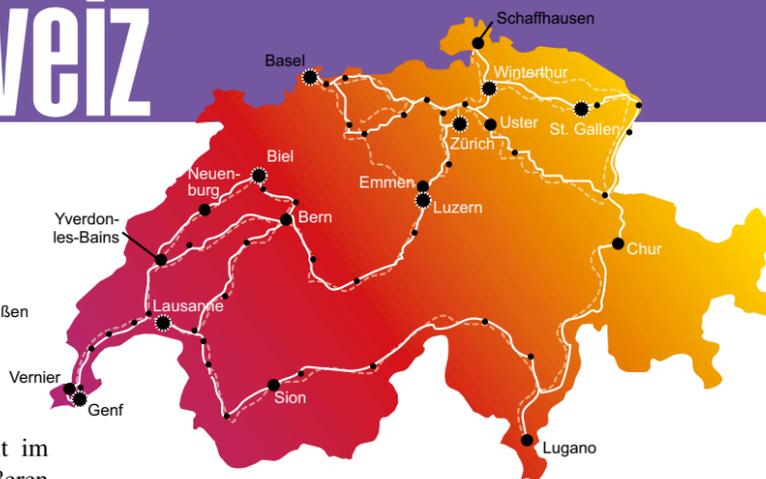
► Auch das hat seit mehreren Jahren Tradition: Wenn wir die Leistungen der Netzbetreiber in Deutschland, Österreich und der Schweiz vergleichen, zeigen die eidgenössischen Anbieter, wo ganz oben ist. Liefert unser Bewertungsschema in anderen Ländern eine breit gespreizte Notenverteilung, ergattern die besten Schweizer Anbieter regelmäßig das von connect nur selten vergebene Urteil „übertrend“.

Dennoch bleibt auch dieser Schlagabtausch auf höchstem Niveau immer wieder spannend: Welches Schweizer Netz heimst den Gesamtsieg ein? Wie deutlich ist der Abstand zu den besten Anbietern in Deutschland und Österreich? Und wie punktet der kleinste

Schweizer Provider Salt im Vergleich mit seinen größeren Konkurrenten Swisscom und Sunrise? Schauen wir es uns im Detail an.

## Sprachverbindungen

Nachdem kürzlich auch Salt den moderneren Telefonmodus VoLTE (Voice over LTE) in seinem Netz gestartet hat, ist das Telefonieren über Datenpakete und ohne den „Circuit-Switched Fallback“ auf 3G- oder 2G-Verbindungen nun auch bei allen drei Schweizer Anbietern Standard. Und das lohnt



sich: Der kleinste Schweizer Anbieter Salt rückt bei den Rufaufbauzeiten und der Sprachqualität nun deutlich näher an seine beiden starken Mitbewerber heran, auch wenn er noch nicht ganz auf ihrem hohen Niveau landet. Vor allem in Kleinstädten ist der Abstand noch etwas ausgeprägter – allerdings hat sich Salt auch dort sowie auf den Schweizer Straßen gegenüber dem Vorjahr verbessert. Bemerkenswert sind die hohen Erfolgsquoten, die Sunrise und Swisscom in großen und kleinen Städten sowie auf den Verbindungsstraßen erreichen. Bei Sunrise gelingen wirklich

100 Prozent der Testanrufe bei den Walktests in Groß- und Kleinstädten, Swisscom schafft dasselbe in den Großstädten und verpasst die 100-Prozent-Marke in kleineren Städten nur knapp. Ebenfalls rekordverdächtig: Die deutlich unter einer Sekunde liegenden Rufaufbauzeiten bei Sunrise in wirklich allen getesteten Szenarien – inklusive den Schweizer Bahnen.

## Datenverbindungen

Was sich bei den Sprachmessungen schon abzeichnete, wird auch in der Daten-Disziplin deutlich: Swisscom und

Sunrise liefern sich ein Kopf-an-Kopf-Rennen auf höchstem Niveau, Salt folgt mit relativ geringem Abstand dahinter.

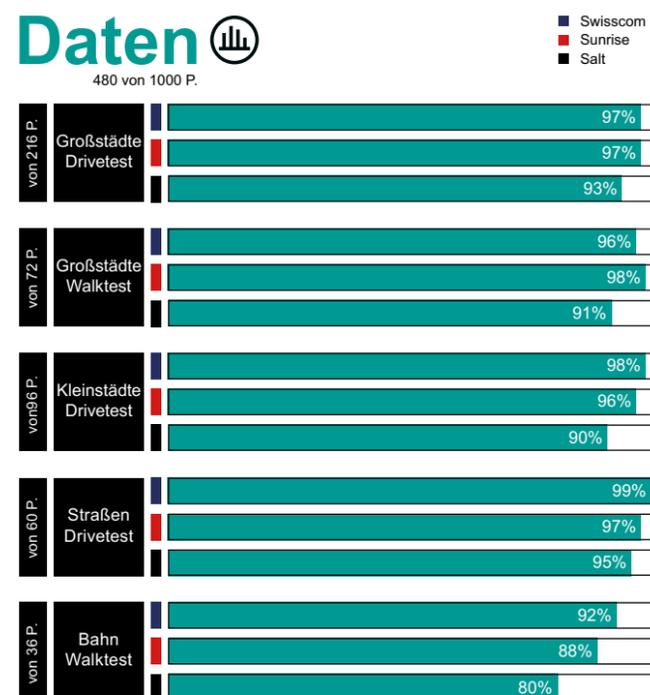
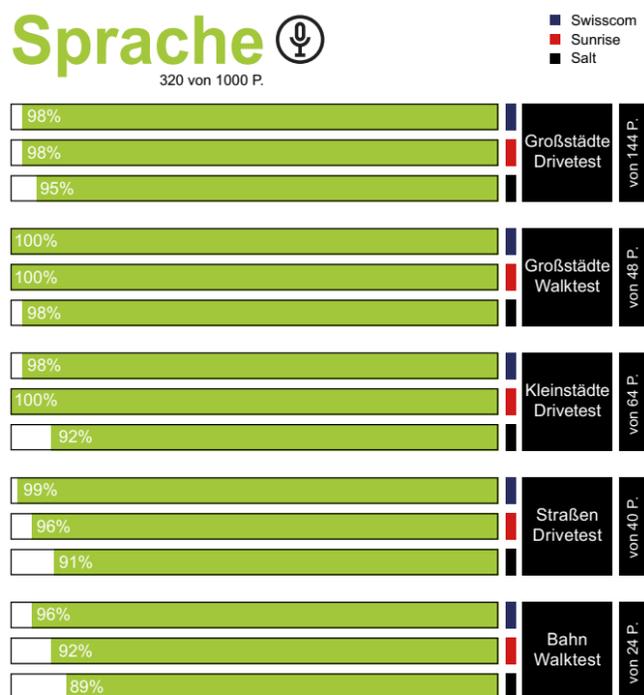
Fast vollständige LTE-Versorgung an allen von den umlaut-Teams besuchten Orten sowie ein hoher Anteil an Datenverbindungen mit „4 Carrier Aggregation“ – der Kombina-

tion von vier LTE-Trägerfrequenzen zu geeigneten Endgeräten – in den Großstädten zeichnen die Messwerte von Swisscom und Sunrise aus. In großen und kleinen Städten sowie auf den Verbindungsstraßen zeigen die beiden kundenreichsten Schweizer Anbieter Toperfolgsquoten für

alle Datenverbindungen, aber auch der etwas kleinere Mitbewerber Salt braucht sich mit seinen Ergebnissen nicht zu verstecken. Wie knappes es beim Schlagabtausch um die Spitzenposition im Land der Eidgenossen zugeht, illustrieren die Teilergebnisse in den einzelnen Kategorien: Bei den

Drivetests in Großstädten liegen Sunrise und Swisscom praktisch gleichauf. Bei den Walktests in den großen Städten hat Sunrise knapp die Nase vorn, bei den Drivetests in den kleineren Städten und auf den Straßen liegt wiederum Swisscom vorn. Die Ergebnisse der Datenmessungen auf

Anbieter	Swisscom	Sunrise	Salt
<b>Sprache Großstädte (Drivetest)</b>			
Erfolgsquote (%)	99,7	99,6	99,3
Rufaufbauzeit Ø (s) / P90 (s)	1,1/1,3	0,7/0,7	1,7/1,9
Sprachqualität Ø / P10 (MOS-LQO)	4,5/4,2	4,5/4,3	4,4/4,0
MultiRAB-Konnektivität (%)	99,9	99,9	99,9
<b>Sprache Großstädte (Walktest)</b>			
Erfolgsquote (%)	100,0	100,0	99,8
Rufaufbauzeit Ø (s) / P90 (s)	1,1/1,3	0,7/0,7	1,6/1,8
Sprachqualität Ø / P10 (MOS-LQO)	4,6/4,5	4,7/4,6	4,5/4,2
MultiRAB-Konnektivität (%)	100,0	100,0	99,8
<b>Sprache Kleinstädte (Drivetest)</b>			
Erfolgsquote (%)	99,6	100,0	98,8
Rufaufbauzeit Ø (s) / P90 (s)	1,1/1,3	0,7/0,8	1,9/3,0
Sprachqualität Ø / P10 (MOS-LQO)	4,5/4,2	4,5/4,3	4,4/3,7
MultiRAB-Konnektivität (%)	100,0	100,0	100,0
<b>Sprache Verbindungsstraßen (Drivetest)</b>			
Erfolgsquote (%)	99,6	98,9	97,6
Rufaufbauzeit Ø (s) / P90 (s)	1,1/1,4	0,7/0,7	1,9/2,6
Sprachqualität Ø / P10 (MOS-LQO)	4,5/4,2	4,5/4,2	4,4/3,8
MultiRAB-Konnektivität (%)	100,0	99,9	99,6
<b>Sprache Bahn (Walktest)</b>			
Erfolgsquote (%)	98,8	97,7	96,9
Rufaufbauzeit Ø (s) / P90 (s)	1,2/1,5	0,7/0,8	1,8/2,0
Sprachqualität Ø / P10 (MOS-LQO)	4,4/3,8	4,4/3,8	4,4/3,7
MultiRAB-Konnektivität (%)	100,0	100,0	100,0



Anbieter	Swisscom	Sunrise	Salt
<b>Daten (Verbindungsstraßen; Drivetest)</b>			
<b>Internet-Seitenaufwurf</b>			
Erfolgsquote (%)	100,0	99,6	99,5
Gesamtsitzungszeit (s)	0,7	0,7	0,7
<b>Datei-Download (5MB)</b>			
Erfolgsquote/Ø Session-Dauer (%/s)	100,0/0,9	99,8/1,2	99,4/1,6
90%/10% schneller als (Mbit/s)	30,3/125,0	20,9/114,3	15,3/109,2
<b>Datei-Upload (2,5MB)</b>			
Erfolgsquote/Ø Session-Dauer (%/s)	100,0/1,0	99,8/1,2	99,8/1,5
90%/10% schneller als (Mbit/s)	14,6/47,4	10,4/43,7	9,8/39,6
<b>Datei-Download (7 Sekunden)</b>			
Erfolgsquote (%)	100,0	99,8	99,6
mittlerer Durchsatz (Mbit/s)	123,0	84,6	72,2
90%/10% schneller als (Mbit/s)	33,6/215,1	22,7/159,6	17,7/139,3
<b>Datei-Upload (7 Sekunden)</b>			
Erfolgsquote (%)	100,0	99,6	99,6
mittlerer Durchsatz (Mbit/s)	44,4	32,6	35,0
90%/10% schneller als (Mbit/s)	20,1/62,1	9,0/55,4	11,6/57,7
<b>Youtube Videos</b>			
Erfolgsquote/Startzeit (%/s)	100,0/0,8	99,2/0,9	97,8/0,9
Ø Videoauflösung (p)	921	919	918
<b>Youtube Live</b>			
Erfolgsquote/Startzeit (%/s)	99,6/1,1	98,4/1,2	97,2/1,3
Ø Videoauflösung (p)	1036	1034	1027



Anbieter	Swisscom	Sunrise	Salt
<b>Daten (Bahn; Walktest)</b>			
<b>Internet-Seitenaufwurf</b>			
Erfolgsquote (%)	99,2	98,7	97,0
Gesamtsitzungszeit (s)	1,0	1,1	1,1
<b>Datei-Download (5MB)</b>			
Erfolgsquote/Ø Session-Dauer (%/s)	99,3/3,3	99,3/3,9	98,3/4,4
90%/10% schneller als (Mbit/s)	6,2/81,8	5,5/62,9	4,9/62,0
<b>Datei-Upload (2,5MB)</b>			
Erfolgsquote/Ø Session-Dauer (%/s)	99,7/1,7	100,0/2,2	98,0/2,2
90%/10% schneller als (Mbit/s)	5,9/36,9	4,9/32,1	6,5/32,6
<b>Datei-Download (7 Sekunden)</b>			
Erfolgsquote (%)	99,7	98,0	96,9
mittlerer Durchsatz (Mbit/s)	45,6	38,9	28,7
90%/10% schneller als (Mbit/s)	7,1/94,0	8,0/77,8	4,0/59,2
<b>Datei-Upload (7 Sekunden)</b>			
Erfolgsquote (%)	99,0	98,3	96,9
mittlerer Durchsatz (Mbit/s)	25,5	22,6	23,2
90%/10% schneller als (Mbit/s)	6,9/44,4	5,0/40,4	7,0/39,6
<b>Youtube Videos</b>			
Erfolgsquote/Startzeit (%/s)	97,4/1,3	95,7/1,5	90,1/1,3
Ø Videoauflösung (p)	912	910	900
<b>Youtube Live</b>			
Erfolgsquote/Startzeit (%/s)	96,6/1,4	95,3/1,5	93,1/1,4
Ø Videoauflösung (p)	1020	1030	1026

den Verbindungsstraßen fallen aber auch bei Salt überzeugend aus – Schweizer Autofahrer fahren mit allen drei Netzen sehr gut.

### Top-Mobilfunk in Schweizer Zügen

Mit nur geringen Abstrichen gilt dies auch für die Schweizer Bahnen – womit die eidgenössischen Netzbetreiber ihren Nachbarn (ein Stück weit Österreich, vor allem aber Deutschland) vormachen, wie Mobilfunkversorgung in Zügen aussehen sollte. Schon beim Telefonieren überzeugt der beste Anbieter (Swisscom) mit 96 Prozent der erzielbaren Punkte, der schlechteste (Salt) erreicht immer noch 89 Pro-

zent. Bei den Datenverbindungen ist das Niveau noch etwas höher – angesichts von Erfolgsquoten zwischen 90 und über 99 Prozent beim Websurfen oder Videoabrufen von „leichtem Verbesserungspotenzial“ zu sprechen, erscheint in Anbetracht der Ergebnisse aus Österreich und Deutschland schon fast albern.

Dennoch soll nicht unerwähnt bleiben, dass bei insgesamt sehr hohem Niveau Swisscom im Konkurrenzvergleich leicht die Nase vorn hat. Sunrise liegt im Mittelfeld und Salt am Schluss – mit Ergebnissen, die in den anderen Ländern für den Categoriesieg gereicht hätten. Das mussten wir jetzt doch nochmal erwähnen.

Anbieter	Swisscom	Sunrise	Salt
<b>Daten (Großstädte; Drivetest)</b>			
<b>Internet-Seitenaufwurf</b>			
Erfolgsquote (%)	99,9	99,8	99,8
Gesamtsitzungszeit (s)	0,7	0,7	0,7
<b>Datei-Download (5MB)</b>			
Erfolgsquote/Ø Session-Dauer (%/s)	100,0/1,2	100,0/1,1	99,9/2,0
90%/10% schneller als (Mbit/s)	24,2/115,9	22,9/116,6	10,5/98,4
<b>Datei-Upload (2,5MB)</b>			
Erfolgsquote/Ø Session-Dauer (%/s)	100,0/0,8	100,0/1,0	99,9/1,1
90%/10% schneller als (Mbit/s)	19,2/47,8	13,1/45,1	13,5/39,6
<b>Datei-Download (7 Sekunden)</b>			
Erfolgsquote (%)	99,9	100,0	99,9
mittlerer Durchsatz (Mbit/s)	110,7	101,5	59,9
90%/10% schneller als (Mbit/s)	30,8/208,1	26,0/195,7	13,3/128,9
<b>Datei-Upload (7 Sekunden)</b>			
Erfolgsquote (%)	99,9	99,9	99,9
mittlerer Durchsatz (Mbit/s)	48,4	38,2	38,7
90%/10% schneller als (Mbit/s)	21,1/62,4	13,7/58,7	13,3/58,9
<b>Youtube Videos</b>			
Erfolgsquote/Startzeit (%/s)	99,7/0,8	99,6/0,9	99,5/0,9
Ø Videoauflösung (p)	920	918	917
<b>Youtube Live</b>			
Erfolgsquote/Startzeit (%/s)	99,0/1,1	99,6/1,1	98,1/1,2
Ø Videoauflösung (p)	1033	1032	1032
<b>Daten (Kleinstädte; Walktest)</b>			
<b>Internet-Seitenaufwurf</b>			
Erfolgsquote (%)	99,7	99,9	99,8
Gesamtsitzungszeit (s)	0,7	0,6	0,8
<b>Datei-Download (5MB)</b>			
Erfolgsquote/Ø Session-Dauer (%/s)	99,8/1,1	100,0/1,1	99,6/2,1
90%/10% schneller als (Mbit/s)	22,0/133,4	24,8/124,6	11,2/89,5
<b>Datei-Upload (2,5MB)</b>			
Erfolgsquote/Ø Session-Dauer (%/s)	99,6/0,8	100,0/0,9	99,8/1,2
90%/10% schneller als (Mbit/s)	23,0/47,9	14,0/45,6	14,8/39,7
<b>Datei-Download (7 Sekunden)</b>			
Erfolgsquote (%)	99,8	100,0	99,8
mittlerer Durchsatz (Mbit/s)	118,5	106,8	53,2
90%/10% schneller als (Mbit/s)	25,0/240,5	29,6/204,2	12,1/110,7
<b>Datei-Upload (7 Sekunden)</b>			
Erfolgsquote (%)	99,6	99,8	99,6
mittlerer Durchsatz (Mbit/s)	49,6	39,4	38,2
90%/10% schneller als (Mbit/s)	26,4/62,5	15,6/58,5	15,5/58,5
<b>Youtube Videos</b>			
Erfolgsquote/Startzeit (%/s)	99,8/0,8	100,0/0,9	98,5/1,0
Ø Videoauflösung (p)	920	920	915
<b>Youtube Live</b>			
Erfolgsquote/Startzeit (%/s)	99,2/1,1	100,0/1,1	97,4/1,3
Ø Videoauflösung (p)	1038	1039	1037
<b>Daten (Kleinstädte; Drivetest)</b>			
<b>Internet-Seitenaufwurf</b>			
Erfolgsquote (%)	99,9	99,8	99,5
Gesamtsitzungszeit (s)	0,7	0,7	0,8
<b>Datei-Download (5MB)</b>			
Erfolgsquote/Ø Session-Dauer (%/s)	100,0/0,9	100,0/1,1	99,3/1,9
90%/10% schneller als (Mbit/s)	30,3/113,9	23,7/106,8	10,8/95,5
<b>Datei-Upload (2,5MB)</b>			
Erfolgsquote/Ø Session-Dauer (%/s)	100,0/0,7	100,0/1,2	99,6/1,2
90%/10% schneller als (Mbit/s)	20,0/47,7	11,3/44,3	11,6/39,4
<b>Datei-Download (7 Sekunden)</b>			
Erfolgsquote (%)	100,0	100,0	99,8
mittlerer Durchsatz (Mbit/s)	107,1	88,6	57,8
90%/10% schneller als (Mbit/s)	34,0/195,2	27,8/152,1	13,7/119,9
<b>Datei-Upload (7 Sekunden)</b>			
Erfolgsquote (%)	100,0	100,0	98,9
mittlerer Durchsatz (Mbit/s)	47,8	35,1	33,8
90%/10% schneller als (Mbit/s)	23,9/62,4	10,6/56,1	9,7/56,0
<b>Youtube Videos</b>			
Erfolgsquote/Startzeit (%/s)	100,0/0,9	99,8/1,0	99,1/1,0
Ø Videoauflösung (p)	921	920	912
<b>Youtube Live</b>			
Erfolgsquote/Startzeit (%/s)	99,1/1,1	99,1/1,1	98,6/1,2
Ø Videoauflösung (p)	1034	1034	1028

# Crowd

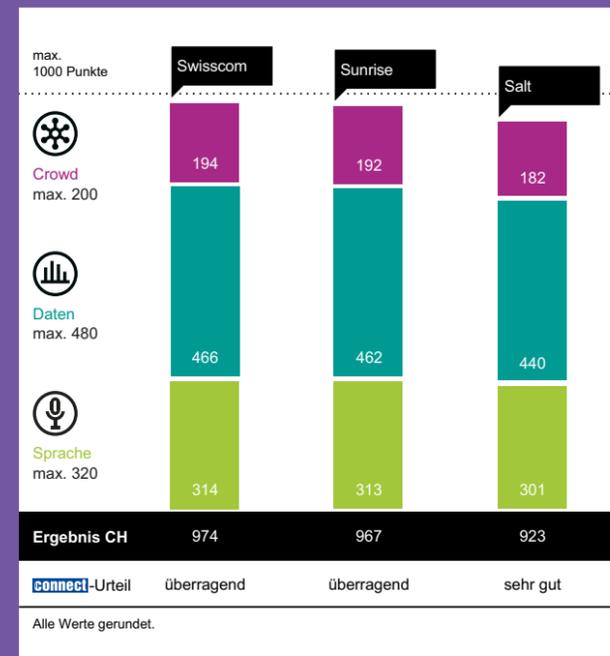
Auch im Crowdsourcing zeigen die drei Schweizer Netze Topergebnisse. Knapp die Nase vorn hat aber auch hier Swisscom.

► Auch in den Ergebnissen unserer Crowdsourcing-Analysen liegen Swisscom und Sunrise sehr knapp beinander – gerade mal zwei Punkte trennen die auch in dieser Disziplin führende Swisscom von ihrem Verfolger Sunrise. Da fällt der zehn Punkte betragende Rückstand von Salt gegenüber Sunrise schon etwas deutlicher aus.

Die ermittelten Abdeckungen sind bei Swisscom und Sunrise in Städten wie auch auf dem Land sehr hoch. Salt überzeugt mit guter Abdeckung in ländlichen Regionen, fällt bei 4G- und Daten-Abdeckung (3G+4G) jedoch etwas hinter seine Konkurrenten zurück. Bei den ermittelten Datenraten für Downloads und Uploads liegt Swisscom sowohl in den Städten als auch auf dem Land noch ein Stück vor den schon sehr guten Werten der beiden anderen Anbieter und macht damit den Gesamtsieg klar. Und zum Thema Netzstabilität gibt es nur zu vermelden, dass keines der drei Schweizer Netze im halbjährigen Beobachtungszeitraum irgendwelche Auffälligkeiten zeigte.

Anbieter	Swisscom	Sunrise	Salt
<b>Crowd Land – Netzstabilität</b>			
Anzahl eingeschränkter Tage(d)	0	0	0
Anzahl eingeschränkter Stunden (h)	0	0	0
<b>Crowd städtisch</b>			
Sprachabdeckung (%)	99,7	99,8	99,8
Datenabdeckung (%)	99,4	99,7	97,5
4G Abdeckung (%)	98,0	98,2	94,5
DL Datengeschwindigkeit (Mbit/s)	112,0	92,7	74,5
UL Datengeschwindigkeit (Mbit/s)	36,5	26,5	24,5
<b>Crowd nicht-städtisch (Benchmark-Ansicht)</b>			
Sprachabdeckung (%)	100,0	100,0	100,0
Datenabdeckung (%)	100,0	100,0	99,9
4G Abdeckung (%)	100,0	99,9	99,3
DL Datengeschwindigkeit (Mbit/s)	60,0	38,4	36,7
UL Datengeschwindigkeit (Mbit/s)	13,5	6,9	5,8
<b>Crowd nicht-städtisch (Eigene Netzwerkansicht)</b>			
Sprachabdeckung (%)	99,9	99,9	100,0
Datenabdeckung (%)	99,7	99,9	99,9
4G Abdeckung (%)	99,6	99,8	99,1
DL Datengeschwindigkeit (Mbit/s)	52,7	36,5	35,6
UL Datengeschwindigkeit (Mbit/s)	10,1	6,1	5,2

# Einzelkritik



Unter den beiden überragenden Schweizer Netzbetreibern setzt sich auch in diesem Jahr und somit zum zweiten Mal in Folge der Marktführer Swisscom an die Spitze. Dabei überflügelt der Anbieter seinen Verfolger Sunrise in allen drei Testkategorien – zum Teil nur um einen Punkt wie in der Sprachwertung, insgesamt aber doch mit einigem Abstand.

## Sunrise

„Überragend“ schneidet auch Sunrise ab – auch wenn die Differenz zum Testsieger nicht ganz so knapp ist wie im Vorjahr (da betrug sie nur einen Punkt). Insgesamt hat Sunrise in der Crowd-Bewertung leicht zugelegt, bei den Drivetests und Walktests liegen die Erfüllungsgrade etwa auf Vorjahresniveau. Angesichts verschärfter Methodik dürfte sich somit auch Sunrise zumindest leicht verbessert haben.

## Salt.

Der dritte Platz in der Schweiz wäre immer noch der erste in Deutschland. Aber solche Vergleiche braucht es für den mit der Note „sehr gut“ bewerteten Anbieter gar nicht. Für ihn und seine Kunden interessanter: Salt erzielte unter den Schweizer Anbietern die größte Score-Verbesserung gegenüber dem Vorjahr. Sie erklärt sich mit deutlichem Zuwachs in der Sprach-Disziplin und beim Crowdsourcing.

## So testen wir

Die Messungen in Deutschland fanden vom 1.10. bis 1.11.2019 statt, die in Österreich vom 3.10. bis 18.10.2019 und die in der Schweiz vom 10.10. bis 30.10.2019. Pro Land schickte der connect-Netztestpartner umlaut jeweils zwei Messfahrzeuge auf die Strecke. Jedes Fahrzeug war mit sechs Smartphones vom Typ Samsung Galaxy S9 bestückt. Dabei nahm jeweils ein Smartphone pro Netzbetreiber die Sprachmessungen und ein weiteres die Datenmessungen vor. Zusätzlich zu den Drivetests führte in jedem Land ein Walktest-Team Messungen zu Fuß durch – und zwar in Zonen mit ausgeprägtem Publikumsverkehr wie Bahnhofshallen, Flughafen-Terminals, Cafés und Museen sowie öffentlichen Verkehrsmitteln. Zum Programm der Walktests zählten zudem Fahrten auf Fernverkehrsstrecken der Bahn. Auch für die Walktests wurden Galaxy S9 genutzt, die in mit starken Akkus bestückten Rucksäcken oder Trolleys steckten. Die in den Test-Smartphones verwendete Firmware entsprach jeweils der originalen Netzbetreiberversion. Gab es eine solche nicht, nutzten wir die aktuelle Firmware von Samsung.



Jedes Drivetest-Fahrzeug transportierte sechs Smartphones vom Typ Samsung Galaxy S9.

### Logistik

Die Drivetests und Walktests wurden zwischen 8 und 22 Uhr durchgeführt. Während der Drivetests befanden sich zwei Fahrzeuge zwar in derselben Stadt, jedoch nicht am selben Ort, damit nicht ein Auto die Messungen des anderen verfälscht. Auf den Verbindungsstraßen führen die Fahrzeuge die gleichen Strecken ab, jedoch mit geringem zeitlichem und räumlichem Abstand nacheinander. In Deutschland fanden die Drivetests in 20 Großstädten und 24 Kleinstädten statt, die Walktests führten durch zehn Städte. Die Drivetests umfassten rund 9780 km und deckten rund 14,4 Millionen Einwohner ab, was etwa 17,5% der deutschen Bevölkerung entspricht. In Österreich führen die Tester durch 11 Groß- und 20 Kleinstädte und legten rund 6010 km zurück. Hinzu kamen Walktests in sieben Städten. So wurden insgesamt rund 3,1 Millionen Einwohner (ca. 35,3% der Bevölkerung) abgedeckt. Die Drivetests in der Schweiz umfassten 18 Groß- und 33 Kleinstädte, die Walktests fanden in acht Städten statt. Die Testroute in der Schweiz war ca. 6590 km lang, was rund 2,2 Millionen Einwohnern bzw. 26,1% der Bevölkerung entsprach. Für die Auswahl der Testrouten erstellte umlaut für jedes Land vier unterschiedliche Vorschläge, aus denen connect dann blind eine Route auswählte.

### Sprachverbindungen

Die Telefoniemessungen fanden von Fahrzeug zu Fahrzeug statt („mobile-to-mobile“). Die Smartphones der Walktest-Teams telefonierten für die Sprachtests



Kompetent und kritisch: Bernd Theiss, Leiter Test und Technik connect (links), und Hakan Ekmen, Geschäftsführer von umlaut (rechts).

mit einer stationären Gegenstelle. Um realistische Bedingungen sicherzustellen, wurde im Hintergrund gleichzeitig Datenverkehr abgewickelt. Als neuen KPI 2019 erfassen wir auch sogenannte MultiRAB-Konnektivität: Nutzung mehrerer „Radio Access Bearer“ stellt Datenverbindungen im Hintergrund der Sprachtelefonate zur Verfügung. Die Übertragungsqualität der gesendeten Sprach-Samples wurde mit dem für HD-Voice geeigneten POLQA-Wideband-Verfahren bewertet. Auf allen Telefonen war „LTE bevorzugt“ konfiguriert.

### Datenverbindungen

Bei den Datenmessungen wurden mehrere nach dem Alexa-Ranking populäre Live-Seiten (dynamisch) heruntergeladen. Zusätzlich kam die als Kepler-Seite (statisch) bekannte ETSI-Referenz-Seite (Europäisches Institut für Telekommunikationsnormen) zum Einsatz. Daneben wurden 5 MB und 2,5 MB große Dateien herunter- bzw. hochgeladen, um die Leistung bei kleineren Datenübertragungen zu ermitteln. Zudem bestimmten wir die Datenrate innerhalb einer 7-Sekunden-Periode beim Upload und Download großer Dateien. Die Youtube-Messungen trugen der „adaptiven Auflösung“ der

Videoplattform Rechnung: Um ein durchgehendes Videoerlebnis zu bieten, passt Youtube die ausgespielte Auflösung dynamisch an die verfügbare Bandbreite an. Die Bewertung berücksichtigt daher die Erfolgsquote, die Zeit bis zum Wiedergabe-start sowie die durchschnittliche Bildauflösung der Videos.

### Crowdsourcing

Zu 20% fließen zudem die Ergebnisse der von umlaut durchgeführten Crowdsourcing-Analysen in die Gesamtwertung ein. Dazu wurden in allen drei Ländern von Mitte Mai bis Mitte Oktober 2019 die dort jeweils erhobenen Samples ausgewertet. Für Deutschland wurden rund 2,8 Milliarden Einzelmesswerte analysiert, die 476 000 Nutzer beigetragen hatten. Damit wurden 99,3% der bebauten Fläche in städtischen Gebieten und 91,5% der restlichen bebauten Fläche berücksichtigt. Für Österreich wertete umlaut 902 Millionen Samples von insgesamt 99 800 Mobilfunknutzern aus, was 100% der bebauten Fläche in Städten und außerhalb 92,1% der bebauten Fläche abdeckt. Die Zahlen für die Schweiz: 41 400 Nutzer trugen 200 Millionen Samples bei. Damit wurden 100% der bebauten Fläche in



Städten abgedeckt, außerhalb waren es 88,4%. Um die Datenbasis für diese Analysen zu erhalten, erfassen mehr als 800 populäre Apps im Hintergrund, ob Kontakt zum Netz besteht, welche Netztechnologien zur Verfügung stehen und mit welchen Datenraten Downloads und Uploads stattfinden – sofern der Nutzer dieser vollkommen anonymen Datenerhebung zugestimmt hat. Diese Messwerte werden im 15-Minuten-Raster erfasst und einmal täglich an die umlaut-Server übertragen. Solche Reports umfassen nur wenige Bytes, sodass sie das Datenvolumen des Nutzers kaum belasten. Leser, die uns bei unseren Netztests aktiv unterstützen möchten, können dies am besten durch Installation und Nutzung der connect-App (siehe Kasten unten) tun. Sie ist aber nur eine von vielen

Apps, die über die beschriebene Hintergrundfunktionalität verfügen.

### Netzabdeckung

Zur Ermittlung der Abdeckungen für 4G, „Daten“ (4G und 3G) sowie Telefonie legt umlaut ein Raster von 2 x 2 km großen Kacheln über das Testgebiet. Diese „Evaluation Areas“ werden nochmals in 16 kleinere Kacheln unterteilt. Um die statistische Relevanz der Ergebnisse sicherzustellen, muss für jede Kachel eine Mindestanzahl an Nutzern und Messwerten vorliegen. Neu in 2019 ist, dass wir zwischen zwei Betrachtungsweisen unterscheiden: In der „Benchmark-Ansicht“ werden nur Evaluation Areas berücksichtigt, für die valide Ergebnisse für alle verglichenen Anbieter vorliegen. In der „eigenen Netzwerk-Ansicht“ zählen auch Evaluation Areas, in denen die Mitbewerber nicht präsent sind.

Außerdem unterschieden wir bei den Bewertungen zwischen urbanen und ländlichen Gebieten. Dies trägt der Tatsache Rechnung, dass die Mobilfunkabdeckung in städtischen Gebieten meist besser ist.

### Datengeschwindigkeit

Pro „Evaluation Area“ ermittelt umlaut die maximalen Download- und Upload-Geschwindigkeiten, die jeder teilnehmende Nutzer innerhalb von 15-Minuten-Abschnitten erreichte. Für diese Zeitscheiben wird dann in 4-Wochen-Rastern der Maximalwert ermittelt, und daraus über den 6-Monates-Zeitraum der „P90-Wert“ – die Schwelle in der statistischen Verteilung, unterhalb derer 90% der Messwerte liegen.

### Netzstabilität

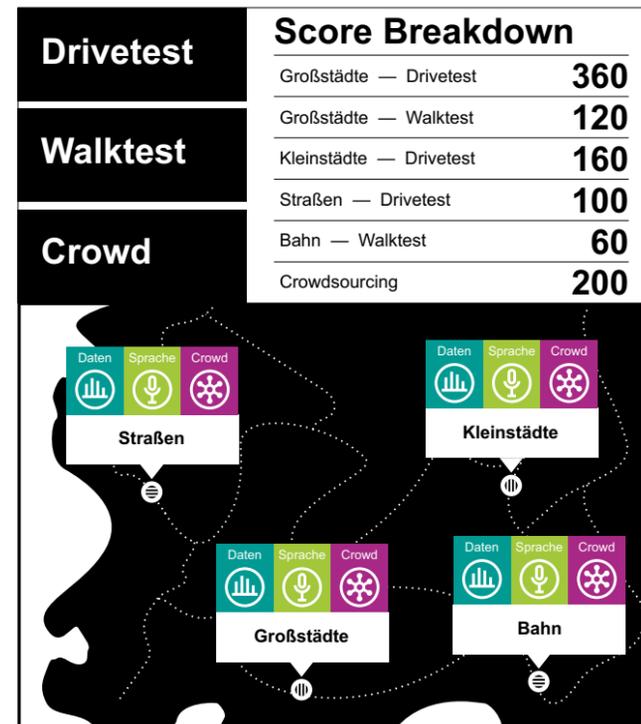
Zudem erfassen wir Störungen beziehungsweise Anomalien in



In den Heck- und Seitenscheiben der Fahrzeuge montierte Boxen beinhalten die Test-Smartphones.

der (Daten-)Netzversorgung. Ein ausgeklügelter Algorithmus unterscheidet dabei normale Verbindungsverluste (etwa in Aufzügen, Tiefgaragen oder unversorgten Innenräumen) von echten Ausfällen. Zudem werden Vorfälle in den Nachtstunden zwischen 22 und 8 Uhr nicht berücksichtigt. Bei der Auswertung führen die Anzahl der Tage, an denen Servicebeeinträchtigungen auftraten, sowie die Anzahl der betroffenen Stunden jeweils zu Punktabzug.

Noch detailliertere Beschreibungen zum Testverfahren finden Sie online unter [www.connect-testlab.com](http://www.connect-testlab.com). >>



### Machen Sie mit!

Mit der **connect-App** können Sie nicht nur an unserem Crowdsourcing teilnehmen, Sie erhalten auch News aus dem Telekommunikationsmarkt und können die Geschwindigkeit Ihres Netzes mit einem informativen Speed-Test checken. Die Android-Version liefert zudem interessante Details wie Datenverbrauch oder Nutzungszeit pro App. Nur wenn Sie der Teilnahme zustimmen, führt die App im Hintergrund und völlig anonym Verbindungstests durch. Das dafür benötigte Datenvolumen beträgt weniger als 2 MB im Monat.

Alles im Blick: Die „History“ zeigt, wann Sie wo über welche Technologie wie schnell im Netz waren.

Android-Version

iOS-Version

Die entsprechenden Downloads in den App-Stores von Google oder Apple finden Sie mit den nebenstehenden QR-Codes.

SERVICE-TEST

SERVICE-TEST

## Fairness und Transparenz

Der Ablauf unseres Mobilfunknetztests beginnt schon lange vor der eigentlichen Durchführung der Messungen. Dabei hilft uns die jahrzehntelange Erfahrung von connect und umlaut, auch Vorwürfen in letzter Sekunde angemessen nachzugehen.

Um eine faire und transparente Durchführung unseres Netztests zu garantieren, haben sich bestimmte Abläufe in den letzten Jahren bewährt. Dazu zählt auch, dass connect und umlaut die Netzbetreiber frühzeitig über die Rahmenbedingungen unseres Tests informieren.

Zu diesem „Framework“ zählen unter anderem die für unsere Messungen genutzten Smartphones und die darauf eingesetzten Firmware-Stände, die bei den Messungen und Auswertungen berücksichtigten Parameter, das grundsätzliche Bewertungsschema sowie der exakte Zeitplan in allen drei Ländern. Diese Rahmenbedingungen legten connect und umlaut für unseren diesjährigen Mobilfunknetztest Anfang des

Jahres 2019 fest und informierten dann die Technikchefs der Netzbetreiber darüber. Für Rückmeldungen und Anregungen sind wir offen, prüfen sie aber kritisch und müssen dann manchen Vorschlag auch ablehnen.

Doch auch untereinander beäugen sich die Konkurrenten argwöhnisch. So konfrontierte uns kurz vor Redaktionsschluss ein Netzbetreiber mit dem Vorwurf, dass ein Mitbewerber uns zur Messung SIM-Karten zur Verfügung gestellt habe, die ihren Nutzern einen größeren Teil der zur Verfügung stehenden Bandbreite zukommen lassen, als es der leistungsstärkste Tarif dieses Netzbetreibers eigentlich vorsieht. Diesem Vorwurf sind wir

nachgegangen, wobei eine Kontrolle der Tarifbedingungen des betroffenen Anbieters zunächst uneindeutig blieb. Doch der im Netztest obligatorische Vergleich der geliehenen Test-SIM-Karten mit einer regulär gekauften zeigte bei beiden SIMs auch unter starker Netzauslastung identisches Verhalten. Das legt den Schluss nahe, dass hier kein Betrugsversuch vorliegt, sondern der Verdächtige seine Vertragsbedingungen nicht klar kommuniziert hat.

Dass solche Diskussionen und Auseinandersetzungen sehr intensiv und bis zur letzten Sekunde geführt werden, beweist aber wieder, wie ernst die Netzbetreiber sowohl unsere Methodik als auch unsere Ergebnisse nehmen.

## Fazit

Hannes Rügheimer, connect-Autor



Dass die Rankings in allen drei getesteten Ländern sich nicht gegenüber dem Vorjahr unterscheiden, zeigt auch, auf welchem hohem Niveau der Wettstreit der Anbieter mittlerweile stattfindet.

Denn um sicherzustellen, dass unser Netztest auch im 26. Jahr der De-facto-Industriestandard bleibt, passen wir unsere Testmethoden und die Bewertungsschlüssel regelmäßig an die fortschreitende technische Entwicklung an. Dazu erhöhen umlaut und connect von Jahr zu Jahr die Schwellenwerte und Anforderungen. Wenn sich dann, wie in diesem Jahr, wirklich alle getesteten Anbieter im Vergleich zu ihren Vorjahresergebnissen steigern können, freut uns das ganz besonders. Denn es zeigt, dass wir mit unserem anspruchsvollen Netztest letztlich zur Verbesserung

der Netze beitragen – zum Vorteil aller Kunden.

In Deutschland erringt eine starke Telekom zum neunten Mal in Folge den Gesamtsieg. Dabei konnten sich die Bonner in der Sprach-Disziplin und beim Crowdsourcing abermals leicht steigern. Auch Vodafone auf Rang zwei gelingt Verbesserungen. Deutlich legen die Düsseldorfer bei Sprache und Crowdsourcing zu, etwas geringer auch in der Daten-Disziplin. Den eindeutig größten Sprung nach vorne macht in Deutschland aber Telefónica/O2. Die insgesamt guten Messwerte, aber auch überzeugende Crowdsourcing-Noten beweisen, dass der Münchner Anbieter beim Zusammenschluss der ehemals getrennten Netze von E-Plus und O2 im letzten Jahr ein großes Stück vorangekommen ist.

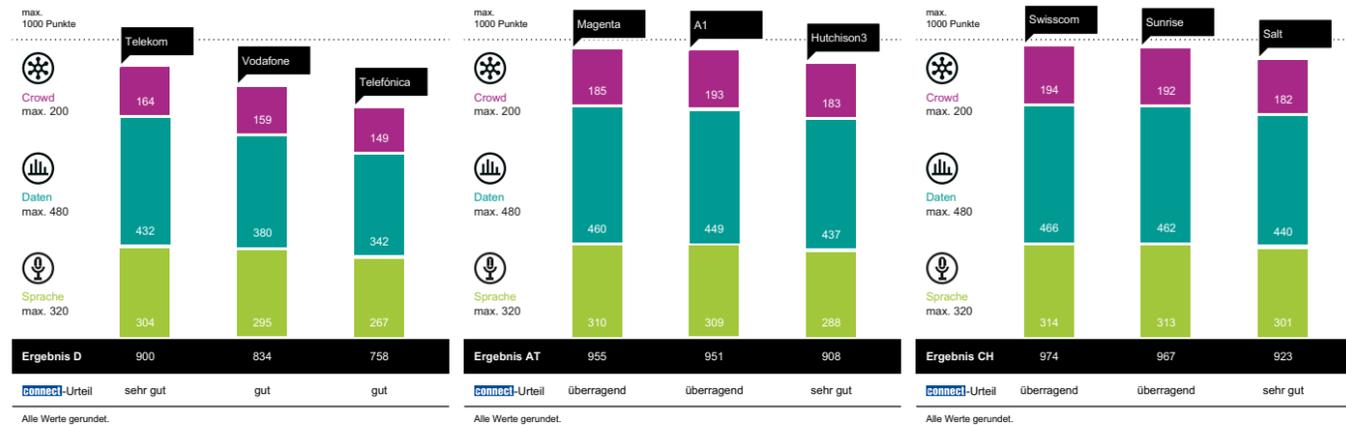
Doch das insgesamt unter den beiden Nachbarländern liegende Leistungsniveau sowie insbesondere die mauen Ergebnisse unserer Messungen in der Bahn zeigen, dass es für alle deutschen Anbieter noch eine Menge zu tun gibt.

In Österreich fährt Magenta (ehemals T-Mobile Austria) auch dieses Jahr wieder den Gesamtsieg ein – und erzielt erstmals die Bestnote „überragend“. Wie eng es an der Spitze zugeht, bekommt die ebenfalls als überragend bewertete A1 Telekom zu spüren – mit nur vier Punkten Abstand zum Testsieger landet sie auf Platz zwei. Der kleinste Netzbetreiber in der Alpenrepublik, die Hutchison3, bekommt die Gesamtnote „sehr gut“, wohinter jedoch die deutlichste Verbesserung gegenüber dem Vorjahr unter den österreichischen Anbietern steht.

Auf noch etwas höherem Niveau geht das Kopf-an-Kopf-Rennen in der Schweiz aus – allerdings mit größerem Abstand. Swisscom verteidigt seine Spitzenposition und erzielt die Gesamtnote „überragend“. Sunrise liegt sieben Punkte



dahinter, schneidet aber ebenfalls „überragend“ ab. Salt, der kleinste Schweizer Anbieter bekommt die Note „sehr gut“ und darf sich über den größten Punktezuwachs gegenüber dem Vorjahr freuen.



Gesamtergebnisse Sprache, Daten & Crowd	Deutschland			Österreich			Schweiz			
	Telekom	Vodafone	Telefónica	Magenta	A1	Hutchison3	Swisscom	Sunrise	Salt	
<b>Sprache</b> max. 320 Punkte	304	295	267	310	309	288	314	313	301	
Großstädte Drivetest	144	95%	93%	89%	99%	99%	95%	98%	98%	95%
Großstädte Walktest	48	97%	96%	94%	97%	98%	96%	100%	100%	98%
Kleinstädte Drivetest	64	97%	92%	82%	95%	98%	90%	98%	100%	92%
Verbindungsstraßen Drivetest	40	98%	92%	73%	98%	96%	91%	99%	96%	91%
Bahn Walktest	24	80%	80%	50%	86%	77%	50%	96%	92%	89%
<b>Daten</b> max. 480 Punkte	432	380	342	460	449	437	466	462	440	
Großstädte Drivetest	216	94%	82%	77%	98%	96%	95%	97%	97%	93%
Großstädte Walktest	72	93%	88%	81%	95%	95%	88%	96%	98%	91%
Kleinstädte Drivetest	96	90%	75%	64%	97%	94%	94%	98%	96%	90%
Verbindungsstraßen Drivetest	60	92%	82%	69%	97%	97%	95%	99%	97%	95%
Bahn Walktest	36	60%	48%	39%	80%	68%	59%	92%	88%	80%
<b>Crowd</b> max. 200 Punkte	164	159	149	185	193	183	194	192	182	
Land	60	97%	90%	93%	88%	100%	97%	100%	100%	100%
Städtisch	84	71%	71%	69%	95%	94%	93%	94%	95%	84%
Nicht-städtisch (Benchmark-Ansicht)	44	84%	81%	62%	93%	96%	85%	99%	95%	93%
Nicht-städtisch (Eigene Netzwerksansicht)	12	81%	79%	59%	90%	93%	83%	96%	94%	92%
<b>Summe</b> max. 1000 Punkte	900	834	758	955	951	908	974	967	923	
<b>connect</b> -Urteil	sehr gut	gut	gut	überragend	überragend	sehr gut	überragend	überragend	sehr gut	



Alle Werte auf ganze Zahlen gerundet. Die interne Berechnung von Punkten und Prozentwerten erfolgte mit drei Nachkommastellen. Zwischenergebnisse können daher von den angegebenen Werten leicht abweichen.

# ERSTE MESSUNGEN

Viele Netzbetreiber sprechen laut über ihren 5G-Ausbau, doch reif für den Netztest ist der neue Standard noch nicht. Was die fünfte Mobilfunkgeneration schon jetzt bringt, zeigen hier umlaut-Messungen für connect.



Wohin wir auch blicken, sehen wir 5G in den Startlöchern. Auch unser langjähriger Netztest-Partner umlaut und wir sind bereit, dem 5G-Ausbau messtechnisch zu bewerten. Die dazu nötigen Endgeräte und das Fachwissen stehen bereit. Wobei Österreich und Deutschland mit dem Netzausbau noch am Anfang stehen, während

in der Schweiz mit Sunrise ein Betreiber schon mit dem großflächigen Ausbau begonnen hat.

Doch der Ausbau des jungen Mobilfunkstandards ist von Abhängigkeiten und Problemen begleitet. Nicht immer sind die Funktionen der neuen Netze mit denen der neuen Smartphones kompatibel, nicht zu jedem leistungssteigernden Feature im Netz ist ein Smartphone mit den

passenden Funktionen verfügbar. Daher ist der frische Rollout nicht bewertbar – und wurde darum konsequenterweise nicht ins Netztest-Setup dieses Jahres aufgenommen.

Doch da Vodafone und Telekom in Deutschland fleißig 5G-Mobilfunkzellen bauen und damit erste wichtige Erfahrungen sammeln, wollen auch wir uns einen ersten Eindruck holen, was 5G unter Netz-

test-Bedingungen leistet. Mit einigen 100 von etlichen 10 000 Mobilfunkzellen hätten die umlaut-Testfahrzeuge aber nur bei einem verschwindend kleinen Teil der Messungen 5G erfasst. Darum haben wir uns vorerst mit Messungen an 5G-versorgten, festen Standorten begnügt. In Österreich darf der Netzbetreiber A1 Telekom Austria seine ersteigerten Frequenzblöcke zudem erst ab Ende des Jahres einsetzen, für unsere Messung hat er einen Standort mit Testlizenz freigeschaltet. So war es uns möglich, schon genau zu schauen, welchen Vorteil 5G gegenüber LTE bringt.

## Die Messungen

In Österreich war nur ein eingeschränkter Blick möglich, da 5G noch nicht in allen Netzen kommerziell verfügbar ist. In Absprache mit den Netzbetreibern galt es, neben den vorgegebenen Standorten in Alpbach bei der A1 Telekom, Linz bei Drei und Klausen Leopoldsdorf bei Magenta noch weitere Besonderheiten zu berücksichtigen. So verwendeten wir statt des üblichen umlaut-Benchmark-Setups nur einfache Smartphones mit Speedtest-Apps. Dabei kam für A1 das Samsung S10 5G, für Magenta das Huawei Mate 20X 5G und für Drei das ZTE Axon 10 Pro 5G als jeweils bevorzugtes Endgerät zum Einsatz.

In den Messungen trumpfte 5G mit Downlink-Geschwindigkeiten zwischen 500 und 1100 Mbit/s auf. Das ist im Schnitt fünfmal schneller, als es die Smartphones bei 4G-Vergleichsmessungen waren und auch deutlich schneller als das, was man gemeinhin aus dem Festnetz gewohnt ist.

Auch wenn man bedenken muss, dass sich die Ressourcen im LTE-

Schweiz	Sunrise		Swisscom	
Anzahl Messwerte				
5G	778		69	
Mixed	372		965	
4G	15028		14970	
Anteil nur 5G	4,80%		0,43%	
Anteil mit 5G	7,10%		6,50%	
	<b>5G</b>	<b>4G</b>	<b>5G</b>	<b>4G</b>
<b>Download</b>				
Zuverlässigkeit	100,0%	99,9%	100,0%	100,0%
mittlerer Durchsatz (Mbit/s)	405	86	219	107
90%/10% schneller als (Mbit/s)	226/571	23,2/166	144/253	27,5/204
Session-Time (s)	0,4	1,1	0,5	0,9
<b>Upload</b>				
Zuverlässigkeit	98,4%	99,8%	100,0%	99,8%
mittlerer Durchsatz (Mbit/s)	51,3	33,6	30,6	46,3
90%/10% schneller als (Mbit/s)	22,6/83,1	8,6/56,8	11,5/61,9	21,0/61,5
Session-Time (s)	0,7	1,2	1,5	0,7
<b>Internet-Seitenaufruf</b>				
erste 500 Kilobit (s)	0,53	0,67	0,51	0,63

Netz auf mehr Nutzer verteilen, ist das ein ordentlicher Geschwindigkeitsvorteil für 5G.

In Deutschland konnten die umlaut-Netztester schon tiefer in die Materie einsteigen. Mit dem auf Samsung S10 5G umgebauten umlaut-Messwagen (siehe connect-Netztest ab Seite 50) fuhr ein Team je drei empfohlene Standorte pro Netzbetreiber an. Diese lagen bei der Telekom in Berlin, Köln und Darmstadt, während Vodafone Orte in Ratingen, Düsseldorf und Offenbach am Main empfahl. Telefónica ist – wie es aussieht erfolgreich – dabei, sein LTE-Netz zu optimieren und nahm am 5G-Vergleich nicht teil.

Beim über alle Messungen gemittelten Durchschnitt ging 5G mit mehr als der dreifachen Geschwindigkeit von LTE aus dem Rennen hervor, erneut eine bemerkenswerte Leistungssteigerung. Der Unterschied schrumpfte beim Vergleich des maximalen Durchsatzes. Hier lag die jüngste Mobilfunkgeneration mit 695 Mbit/s nicht mehr ganz so weit vor LTE, das seine 401 Mbit/s auch dem – besonders in unbelasteten Netzen – sehr effektiven Carrier Aggregation genannten Bündeln mehrerer Frequenzbänder verdankt.

Interessant ist, dass der neue Mobilfunkstandard beim Upload LTE noch etwas hinterherhinkt. Das liegt beim bisherigen Ausbaustand auch daran, dass bei Non-Standalone-5G immer auch eine 4G-Verbindung nötig ist, die die 5G-Datentransfers steuert. Im Moment finden nach Auskunft eines Telekom-Spezialisten die Transfers nur im Download über 5G statt. Uploads laufen weiter über 4G, aber mit erhöhtem Protokoll-Overhead. Mit Einführung von 5G für den Upload und mehr noch mit Standalone-5G, das keine LTE-Verbindung mehr braucht, dürften sich auch beim Hochladen von Daten die Geschwindigkeitsverhältnisse deutlich drehen.

In der im Mobilfunk-Europa vorseilenden Schweiz gingen wir aufs Ganze. Parallel zum Netztest schickten wir ein weiteres mit Samsung Galaxy S10 5G bestücktes Fahrzeug los. Dieses fuhr die für den

Deutschland*		5G	4G
<b>Marke</b>			
<b>Download</b>			
mittlerer Durchsatz (Mbit/s)		516	164
maximaler Durchsatz (Mbit/s)		695	401
<b>Upload</b>			
mittlerer Durchsatz (Mbit/s)		49,2	58
maximaler Durchsatz (Mbit/s)		61,2	86,8

\*Telekom und Vodafone an von den Netzbetreibern vorgegebenen Standorten gemittelt

## Generationenkonflikt

Jede Einführung eines neuen Mobilfunkstandards gleicht einem Weckruf für die Gegner der drahtlosen Kommunikation. Das gilt nun auch für die fünfte Generation, die mit neuen Eigenschaften den längst überwunden geglaubten Widerstand neu anfacht.

■ Zu den Argumenten, die Mobilfunkgegner gegen 5G ins Feld führen, zählen die steigende Zahl von Mobilfunkzellen, die zum Einsatz kommenden höheren Frequenzen und das als Beamforming bezeichnete Versorgen von Nutzern mit gerichteten Strahlen.

Dass die Strahlenbelastung durch die wachsende Zellenzahl geringer wird, übersehen die Kritiker oft. Denn die Intensität eines Sendesignals nimmt mit steigender Entfernung stark ab. Um das auszugleichen, muss der Sender seine Leistung umso höher einstellen, je weiter er vom Empfänger entfernt steht. Schon um die Ausdauer zu erhöhen und in der Basisstation Energie zu sparen, reduzieren Station und Smartphone ihre Leistung separat für jede Verbindung auf ein Mindestmaß und strahlen umso weniger, je näher sie sich sind. So bringt ein dichteres Sendernetz eine

geringere Strahlungsbelastung mit sich – sowohl für den Nutzer durch sein Smartphone als auch für Unbeteiligte durch Basisstationen.

Die ins Feld geführten höheren Frequenzen der Millimeterwellen spielen noch keine Rolle, denn zunächst beginnt der Ausbau nur im Sub-6-GHz-Bereich, hierzu um die 3,6 GHz. Dieser liegt im erprobten Spektrum zwischen 2,6 GHz für LTE und 5 GHz für WLAN. Im Bereich der Millimeterwellen wird daneben die Forschung vorangetrieben. Wobei schon jetzt klar ist, dass höhere Frequenzen weniger tief ins Gewebe eindringen, was etwa das Gehirn noch besser gegen Millimeterwellen abschirmt

Das Beamforming, den scharf auf den Empfänger gerichteten Sendestrahls als Gefahr zu sehen, liegt nahe. Doch auch hier gilt, dass das Signal so stark in seiner



Leistung reduziert wird, bis nur noch das nötige Minimum beim Empfänger ankommt. Die maximale Strahlenexposition für den Nutzer bleibt etwa gleich. An der Übertragung unbeteiligte Personen bekommen deutlich weniger bis praktisch gar nichts ab, da sie sich ja außerhalb des gerichteten Strahls aufhalten.

Auch nach nunmehr knapp 20 Jahren, in denen mehr als 50% der Bevölkerung in Europa ein Smartphone nutzen, gibt es in den sorgfältig geführten offiziellen Krebsregistern keine Hinweise auf durch Mobilfunk steigende Krebszahlen. Das sollte auch den Mobilfunkgegnern zu denken geben.

Netztest vorgegebene Route nach, wobei der Abstand zwischen 5G- und 4G-Messfahrzeugen jederzeit so groß war, dass eines nicht die Übertragungen des anderen beeinflusste. So erfolgten die Messungen im 5G-Musterland nach connect-Netztest-Standards. In diesem reklamiert Swisscom den kommerziellen 5G-Einstieg mit acht Städten für den 17. April 2019. Sunrise bekundet bereits am 30. März 2019, 152 Orte mit 5G abgedeckt zu haben.

Von den Messungen lagen bei Sunrise bereits 4,8% komplett im 5G-Netz, bei der Swisscom waren es mit 0,43% spürbar weniger. Berücksichtigt man auch Messungen mit 5G-Anteil, so lagen die Anteile mit 7,1% zu 6,5% näher beisammen. Der Vorsprung von Sunrise erstaunt umso mehr, als der Betreiber den Ausbau zunächst als Festnetz-Ersatz auf die Dörfer konzentriert, während

der Netztest bevölkerungsreiche Städte bevorzugt, um repräsentativ zu sein. Bemerkenswert sind die erzielten Geschwindigkeiten, besonders beim erwartbaren Mindestdurchsatz („90% schneller als“) im Download. Dabei zeigt Sunrise eine um den Faktor 10 gesteigerte Geschwindigkeit und ist in den langsamsten 10% schneller als mancher DSL-Anschluss in Deutschland im Maximum. Auch die Mindestgeschwindigkeit bei Swisscom ist mit 5G um den Faktor 5 schneller, obwohl sie schon bei 4G im DACH-Gebiet das Maß der Dinge markiert. Sunrise zeigt auch im Upload ein Geschwindigkeitsplus bei minimal reduzierter Zuverlässigkeit von 5G gegenüber LTE. Bei der Swisscom ist der gleiche bremsende Effekt wie in Deutschland zu sehen.

Dies ist nur ein Zwischenstand, des in der Schweiz durch wieder auf-

flammende Proteste der Mobilfunkgegner (siehe Kasten oben) etwas gebremsten Ausbaus. Der nimmt weiter Fahrt auf, zumal die Swisscom plant, über Dynamic Spectrum Sharing (DSS) gegen Jahresende per Software-Update Teile des LTE-Spektrums nach Bedarf für 5G freizugeben. Dann könnte, DSS-fähige Phones vorausgesetzt, schnell die ganze Schweiz mit 5G versorgt sein.

Sunrise beobachtet diese Technik intensiv und baut einstweilen weiter auf konventionellem Wege aus. Bei Beendigung dieser Artikel am 20.11., sollen es 331 Gemeinden gewesen sein, und täglich werden es mehr.

Das ist auch gut so, denn bald kommen umlaut und connect wieder in die Schweiz, um ein komplettes 5G-Netz zu messen. Und auch in Deutschland schauen wir gespannt auf die weitere Entwicklung.

Hakan Ekmen, Bernd Theiss