

Deutsche Netze auf dem Prüfstand



MARKUS MANDAU

EXPERTE FÜR MOBILFUNK BEI CHIP

Vom 5G Ausbau bis zu Funklöchern – wie gut oder schlecht sind die deutschen Mobilfunknetze? Mit unserem Partner NET CHECK gehen wir der Frage nach. Neu mit dabei: Newcomer 1&1



8.028 km

mit dem Auto unterwegs



2.300 km

mit dem Zug unterwegs

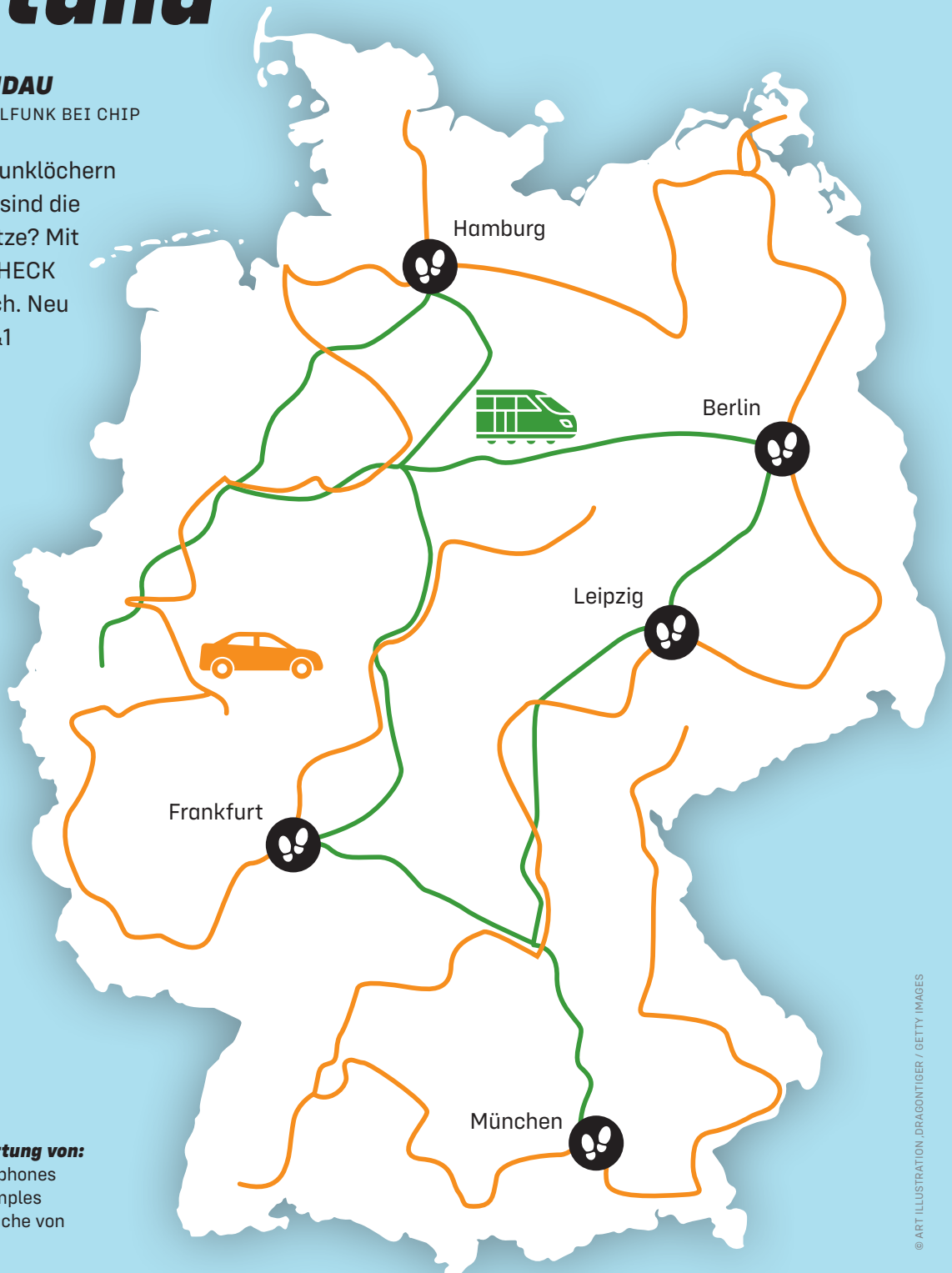


78 Stunden

zu Fuß in den Innenstädten

Plus Crowdsourcing-Auswertung von:

- Mehr als 1,9 Millionen Smartphones
- Knapp 2 Milliarden Datensamples
- Netzabdeckung auf einer Fläche von 235.055 Quadratkilometern



Jedes Jahr untersuchen wir zusammen mit unserem Partner NET CHECK die Qualität der deutschen Mobilfunknetze im wohl aufwendigsten Test dieser Art. Dabei spielen viele Probleme, welche die Netze früher hatten, heute keine große Rolle mehr – aber ein paar wichtige Baustellen bleiben nach wie vor offen, darunter der 5G-Ausbau, das Netz in den Fernzügen und die Versorgung entlang Autobahnen und Landstraßen.

Hinzu kommt, dass mit 1&1 ein weiterer Netzanbieter den Markt betreten hat. Da sich das 1&1-Netz noch voll im Aufbau befindet, haben wir es nicht als Teilnehmer in den Test aufgenommen, sondern in drei Großstädten eine Stichprobe an den Orten durchgeführt, an denen 1&1 schon eigene Standorte hat – mehr auf Seite 61.

Deutschland durchgemessen

Zur Durchführung unseres Tests hat NET CHECK mehrere Teams von Messtechnikern quer durch die Republik geschickt, um die Qualität der Netze vor Ort zu überprüfen (siehe links). Gleichzeitig haben Datenspezialisten Milliarden Samples von rund 1,9 Millionen Smartphones ausgewertet, die uns deren Nutzer per Crowdsourcing im Rahmen der DSGVO zur Verfügung gestellt haben. Dadurch erhalten wir ein Bild vom Zustand der Netze auf einer Fläche von 235.000 Quadratkilometern der Bundesrepublik – wichtig vor allem für Gebiete auf dem Land abseits der heute gut versorgten Städte und Gemeinden.

Egal, ob wir die Ergebnisse aus den Messungen auf der Fahrt durch die Republik oder aus den Crowdsourcing-Daten nehmen: Die Deutsche Telekom liegt

jeweils vor Vodafone und O₂. Sie untermauert damit einmal mehr ihren ersten Platz unter den Mobilfunknetzen Deutschlands mit der sehr guten Note von 1,2. Aber auch Vodafone mit einer 1,4 und O₂ mit einer 1,7 können sich im Vergleich zum Vorjahr steigern. Die Qualität aller Netze reicht locker aus, um Alltagsaufgaben wie Websurfen oder das Abspielen von YouTube-Clips zu gewährleisten. Das zeigt die Auswertung unserer Download-Messungen auf der Fahrt durch Deutschland (siehe unten). Aber wenn es darum geht, welches Netz am häufigsten echten Highspeed zur Verfügung stellt, dann hat die Telekom einen klaren Vorsprung, und Vodafone

kann sich bei einem Tempo von 100 MBit/s und mehr ebenso von O₂ absetzen.

Diese Werte gelten zwar nur entlang unserer Fahrtstrecke, aber hält man die Crowdsourcing-Messungen daneben (siehe nächste Seite oben), bestätigt sich der Eindruck auch in der Fläche. Bei diesen Messungen haben wir für die Downloads das typische Szenario des Websurfens analysiert. Hier erwartet der Nutzer, dass der Inhalt der Webseite flott geladen wird, sodass er innerhalb von wenigen Sekunden in der Seite scrollen und sie lesen kann. Die Telekom hat auch in diesem Szenario einen Vorsprung vor der Konkurrenz. Selbst auf dem Land landen 2 MByte

Moderne Messtechnik im Einsatz

Die Techniker von NET CHECK waren mit dem Auto, zu Fuß in den Innenstädten sowie in Fernzügen fast 11.000 Kilometer unterwegs. Die Messungen haben Sie direkt auf den Smartphones vom Typ Samsung Galaxy S23+ durchgeführt.

→ **Auf der Autofahrt:** Hier hat der Benchmark 3 von Rohde & Schwarz Mobile Network Testing (MNT), dem größten Hersteller von Mobilfunk-Benchmarking-Systemen, die Daten von je neun Smartphones pro Fahrzeug eingesammelt. Ein TSME6-Scanner prüften entlang unserer Fahrtstrecke kontinuierlich die Verfügbarkeit des neuen Funkstandards 5G.

→ **In den Zügen:** Die Messungen haben die Techniker mit einem Rucksacksystem vom Typ Freerider 4 von Rohde & Schwarz MNT vorgenommen. Dieses wurde auch eingesetzt, wenn sie in den Städten zu Fuß oder in öffentlichen Verkehrsmitteln unterwegs waren.



NET CHECK

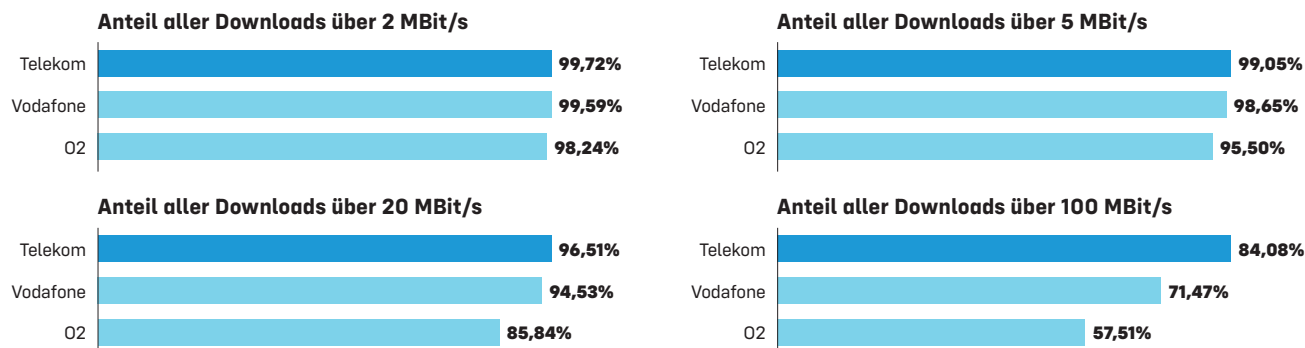


Messungen mit Auto und Rucksack

Alle Tests wurden auf den Handys direkt durchgeführt. Sie waren in der Dachbox des Autos oder im Rucksack untergebracht

Ein klarer Sieger bei hohen Geschwindigkeiten

Wir haben überprüft, wie gut sich die Netze bei verschiedenen Anforderungen schlagen. Für Surfen und YouTube reichen oft 5 MBit/s aus – das können alle. Aber wer Highspeed braucht, wird vor allem mit der Telekom glücklich



Zuverlässige Netze in der Fläche

Erstmals haben wir per Crowdsourcing ermittelt, wie gut die Netze normale Alltags-Tasks meistern wie z.B. kleine Down- und Uploads. Auch hier: Vorteil Telekom

Downloads von 2 MByte unter 3 Sekunden in der Stadt

Telekom	96,43%
Vodafone	92,87%
O ₂	93,64%

Uploads von 1 MByte unter 3 Sekunden in der Stadt

Telekom	95,12%
Vodafone	91,94%
O ₂	92,32%

Downloads von 2 MByte unter 3 Sekunden auf dem Land

Telekom	93,97%
Vodafone	90,38%
O ₂	90,90%

Uploads von 1 MByte unter 3 Sekunden auf dem Land

Telekom	93,17%
Vodafone	90,11%
O ₂	90,14%

an Daten zu fast 94 Prozent in weniger als drei Sekunden auf dem Handy. Diese Quote schaffen Vodafone und O₂ im Schnitt gerade mal in den Städten, wobei O₂ in diesem Test noch knapp vor Vodafone landet.

Züge bleiben ein Schwachpunkt

Während wir für das Land einen größeren Vorsprung der Telekom sehen, überzeugt Vodafone bei den Messungen, die wir in den Innenstädten zu Fuß mit dem Rucksacksystem gemacht haben. Hier haben sich die Messtechniker von NET CHECK an Orten aufgehalten, die von vielen Menschen besucht werden wie etwa Einkaufszentren, Bahnhöfen und touristischen

Sehenswürdigkeiten. In dem Szenario leistet sich Vodafone am wenigsten Fehler bei Telefonaten oder WhatsApp-Calls. Auch der Schnitt der erfolgreichen Datentransfers liegt über dem der Telekom. Nur wenn es auf Highspeed ankommt, schiebt sich die Telekom nach vorne.

Die größte Baustelle in den Mobilfunknetzen bleiben nach wie vor die Züge – trotz aller Maßnahmen der Deutschen Bahn und der Netzbetreiber. Der Vergleich mit den Messungen des Vorjahres ist nicht ganz fair, denn wir wählen immer andere Routen. Aber es bleibt der Eindruck, dass in den Fernzügen schon ein wenig Stillstand herrscht. Typische Schwächen wie ein hoher Anteil an Telefonaten mit schlechter Sprachqualität und viele Fehler bei Datentransfers sind auch in diesem Jahr sichtbar. Die Telekom liegt in den

Zügen wieder vorne, aber die Konkurrenz hat etwas aufgeholt – O₂ beim Telefonieren und Vodafone bei den Datentransfers.

Mehr 5G – bessere Netze

Die Verfügbarkeit ist eines der großen Themen rund um Mobilfunknetze – Stichwort Funklöcher und schlechter Empfang. In diesem Jahr haben wir die Analyse der Crowdsourcing-Daten optimiert, um auch Gebiete zu erfassen, in denen sich Handynutzer selten aufhalten. Trotz der Ausweitung liegt die Verfügbarkeit der modernen Funktechniken (LTE, 5G) selbst auf dem Land sehr hoch – alle drei Netzbetreiber erreichen rund 99 Prozent Abdeckung auf der Fläche, für die uns genügend Daten zur Auswertung vorliegen. Aber für einen guten Empfang zum Telefonieren oder High-speed-Surfen muss auch die Signalqualität stimmen, und hier hat die Telekom auf dem Land einen klaren Vorsprung mit rund 95 Prozent Verfügbarkeit für High-speed, während Vodafone nur 91,4 und O₂ bloß 90,1 Prozent erreichen.

Im Gegensatz dazu machen die Netzbetreiber gute Fortschritte beim 5G-Ausbau mit teils überraschenden Ergebnissen: Entlang der Fahrtstrecke auf dem Land haben wir mit dem Scanner eine höhere 5G-Verfügbarkeit für O₂ (86,7 Prozent) festgestellt als für Telekom (82 Prozent) oder Vodafone (76,3 Prozent). Das gilt aber nicht für die Crowdsourcing-Messungen: O₂ liegt hier zurück, da längst nicht alle Handys das 5G unterstützen, das O₂ über 700 MHz im ländlichen Raum anbietet. Klar ist, dass die Unterschiede beim 5G-Ausbau schwinden – in den Städten liegen alle Netze schon auf demselben Niveau.

Stillstand im ICE

Auch in diesem Jahr schwächeln die Netze in den Zügen erkennbar. O₂ hat im Vergleich mehr Probleme beim Telefonieren und Surfen

Anteil der Telefonate mit schlechter Sprachqualität in den Fernzügen

Telekom	3,2%
Vodafone	4,1%
O ₂	8,4%

Erfolgsquote bei den Downloads in den Fernzügen

Telekom	96,9%
Vodafone	93,6%
O ₂	88,9%

Schnelles 5G abseits der Metropolen

Das schnelle 5G auf 3,6 GHz kommt auch immer mehr in die mittelgroßen Städte, wie die Scannermessungen entlang unserer Fahrtstrecke zeigen

Erfurt

Telekom	77,0%
Vodafone	78,4%
O ₂	66,2%

Regensburg

Telekom	80,5%
Vodafone	75,2%
O ₂	86,9%

Fürth

Telekom	74,5%
Vodafone	61,7%
O ₂	90,2%

Trier

Telekom	69,8%
Vodafone	64,0%
O ₂	54,7%

Bei 5G ist es aber fast noch wichtiger, auf welchem Band die Technik zur Verfügung gestellt wird. Nur 5G auf Band N78 bei 3,6 GHz ermöglicht sehr viel höhere Geschwindigkeiten, als sie mit LTE möglich sind. Und 5G auf Band N78 kann auch Lastspitzen an stark besuchten Orten wie etwa Fußgängerzonen besser abfangen. Im Vergleich zu den Scannermessungen des Vorjahres haben sich alle Netzbetreiber bei der Verfügbarkeit von 5G auf Band N78 gesteigert, wobei aber O₂ nach wie vor den größten Nachholbedarf hat und die Telekom klar führt. Dieses schnelle 5G erreicht auch immer mehr mittelgroße und kleinere Städte. Es beschränkt sich längst nicht mehr auf ein paar Metropolen.

5G-Sieger Telekom: Unsere 5G-Wertung gewinnt die Telekom, denn sie hat nicht nur die beste Verfügbarkeit, sondern liegt auch bei fast allen anderen 5G-Messungen auf Band N78 gleichauf oder vor den Konkurrenten. Das 5G-Netz der Telekom weist keine Schwachstellen auf und erhält in jeder Kategorie die bessere Bewertung als die Konkurrenz.

1&1 als Neueinsteiger

Mit 1&1 betritt ein vierter Netzbetreiber die Bühne. Das Netz des Newcomers befindet sich noch im Aufbau (der längst nicht immer so läuft wie geplant) und ist daher

nicht direkt mit den anderen Netzen vergleichbar – das dürfte erst Ende des nächsten Jahres anders werden, wenn die rund 12 Millionen 1&1-Kunden nahezu vollständig in das eigene Netz transferiert sein sollten. Zudem hat 1&1 erst wenige eigene aktive Standorte, sodass die Kunden sich fast immer im Netz eines der Roaming-Partner aufhalten. Für Bestandskunden heißt dieser in der Regel O₂ und für Neukunden ist es Vodafone. Erst nach und nach werden alle Bestandskunden zum Roaming ins Vodafone-Netz wechseln – das soll laut 1&1 bis Ende 2025 dauern.

Um zu testen, wie gut es sich aktuell im 1&1-Netz telefonieren und surfen lässt, haben wir mit demselben Equipment wie im Netztest Stichproben in drei Großstädten genommen, in denen 1&1 mit seinem eigenen Netz schon präsent ist: Kunden in Berlin, Frankfurt und Leipzig dürften schon heute ab und zu vom Netz des Roaming-Partners ins 1&1-Netz wechseln und umgekehrt – abhängig davon, wo sie sich aufhalten. Gemessen haben wir mit SIM-Karten, wie sie auch Neukunden erhalten, mit Vodafone als Roaming-Partner.

Verglichen mit den Werten, die wir für die anderen Netze in diesen Städten ermittelt haben, schlägt sich 1&1 mit Vodafone-Roaming in vielen Disziplinen nicht schlecht: Das Telefonieren funktioniert oft



Stichprobe in drei Städten

Im Netz des Newcomers 1&1 läuft es noch nicht immer rund. Das zeigen die Messungen zu den Datentransfers, bei denen die Erfolgsquoten unter den Erwartungen liegen. Für Großstädte sind die Downloadwerte über wichtigen Temposchwellen normal

Erfolgreiche Datentransfers

Downloads	94,9%
Uploads	92,6%
Webseiten	98,0%

Anteil der Downloads über...

2 MBit/s	99,6%
5 MBit/s	99,2%
20 MBit/s	98,8%
100 MBit/s	90,4%

fehlerfrei und liegt etwa auf dem Niveau der etablierten Netzbetreiber. Die Sprachqualität ist einen Tick schlechter und der Verbindungsaufbau dauert etwas länger. Größere Probleme hatten wir bei der Zuverlässigkeit von Datentransfers und beim Aufrufen der Test-Webseiten in Leipzig

5G-Wertung im Detail

	Telekom	Vodafone	O ₂
Gesamtnote	1,1	1,2	1,3
Performance (60 %)	1,0	1,1	1,2
Verfügbarkeit (40 %)	1,2	1,3	1,4
PERFORMANCE (3,6 GHZ)			
Erfolgreiche Downloads	100,00%	99,98%	99,86%
Erfolgreiche Uploads	100,00%	99,94%	99,83%
10% aller 5G-Downloads auf 3,6 GHz sind langsamer als...	189,60 MBit/s	100,77 MBit/s	80,58 MBit/s
5G mittlere Transferrate Download auf 3,6 GHz	438,19 MBit/s	325,45 MBit/s	276,22 MBit/s
10% aller 5G-Downloads auf 3,6 GHz sind schneller als...	731,01 MBit/s	602,00 MBit/s	497,99 MBit/s
10% aller 5G-Uploads auf 3,6 GHz sind langsamer als...	29,29 MBit/s	23,07 MBit/s	18,72 MBit/s
5G mittlere Transferrate Upload auf 3,6 GHz	81,36 MBit/s	75,25 MBit/s	64,03 MBit/s
10% aller 5G-Uploads auf 3,6 GHz sind schneller als...	143,08 MBit/s	135,42 MBit/s	119,70 MBit/s
Zeit für Webseitenaufruf (für das erste MByte)	972,99 ms	912,02 ms	971,09 ms
Erfolgreich Test-Webseiten aufrufen (Durchschnitt)	99,95%	99,93%	99,87%
Erfolgreich abgespielte YouTube-Streams	100,00%	100,00%	100,00%
Anteil sehr lange Anfangsverzögerung (über 10s)	0,00%	0,02%	0,00%
YouTube-Streams mit sichtbaren Fehlern	0,02%	0,00%	0,06%
Anteil von Paketfehlern bei der Übertragung	0,53%	0,79%	1,20%
Reaktionszeit (RTT Median)	21,44 ms	28,20 ms	30,87 ms
VERFÜGBARKEIT			
5G-Verfügbarkeit in den Städten*	93,02%	92,54%	92,63%
5G-Verfügbarkeit in den Städten auf 3,6 GHz*	77,59%	71,96%	68,82%
5G-Verfügbarkeit außerhalb der Städte*	82,00%	76,26%	86,65%
5G-Verfügbarkeit außerhalb der Städte auf 3,6 GHz*	27,99%	26,83%	16,43%
5G-Verfügbarkeit in den Städten laut Crowdsourcing	92,31%	76,72%	73,42%
5G-Verfügbarkeit auf dem Land laut Crowdsourcing	76,96%	61,57%	52,80%



Samsung Galaxy S23+ im Einsatz

Die Messungen für unseren Netztest wurden allesamt auf dem etablierten Highend-Smartphone von Samsung durchgeführt

und Berlin, während in Frankfurt alles glatt lief. Auffällig ist in Berlin zum Beispiel, dass der Anteil der erfolgreichen Downloads nur bei 93,4 Prozent liegt. Ein Wert von rund 99 Prozent wäre normal.

Eine Analyse der fehlgeschlagenen Datentransfers zeigt, dass die Fehler immer dann auftraten, wenn die Smartphones nach einem Wechsel aus dem Vodafone-Netz direkt mit dem 1&1-Netz verbunden waren. Dass im 1&1-Netz alles so rund läuft wie in den etablierten Netzen, darf man heute wohl noch nicht erwarten. Ob der Newcomer später mal mithalten kann, werden wir im nächsten Jahr sehen.

„Je besser der Mobilfunk wird, umso stärker fallen seine Defizite in den Zügen der Deutschen Bahn auf.“

MARKUS MANDAU

hat den Ausbau von LTE und 5G im Rahmen des Netztests ein Jahrzehnt lang begleitet und muss Lesern wie Kollegen heute nicht mehr so oft erklären, warum der Mobilfunk in Deutschland nicht so übel ist wie sein Ruf. Es geht in der Tat aufwärts.



CHIP So testet CHIP Mobilfunknetze

Alle Infos im Detail zu unserem Testverfahren finden Sie auf chip.de/netztest



Die Mobilfunknetze im Überblick

	1 TESTSIEGER Telekom	2 Vodafone	3 O ₂
Gesamtnote	1,2	1,4	1,6
Internet (50 %)	1,2	1,3	1,6
Telefonie (25 %)	1,2	1,2	1,4
Verfügbarkeit (25 %)	1,3	1,7	1,9
INTERNET			
Erfolgreiche Downloads	99,75 %	99,48 %	98,73 %
Durchschnittliche Übertragungszeit der Download-Dateien	1,90 s	1,62 s	3,38 s
Erfolgreiche Uploads	99,78 %	99,35 %	99,12 %
Durchschnittliche Übertragungszeit der Upload-Dateien	1,90 s	2,47 s	2,78 s
Anteil der Downloads über 2 MBit/s	99,72 %	99,59 %	98,24 %
Anteil der Downloads über 5 MBit/s	99,05 %	98,65 %	95,50 %
Anteil der Downloads über 20 MBit/s	96,51 %	94,53 %	85,84 %
Anteil der Downloads über 100 MBit/s	84,08 %	71,47 %	57,51 %
10% aller Downloads sind schneller als...	646,11 MBit/s	533,01 MBit/s	421,27 MBit/s
Anteil der Uploads über 1 MBit/s	99,59 %	99,46 %	98,89 %
Anteil der Uploads über 3 MBit/s	98,77 %	97,70 %	96,76 %
Anteil der Uploads über 10 MBit/s	95,68 %	90,94 %	88,61 %
Anteil der Uploads über 20 MBit/s	90,00 %	81,30 %	75,28 %
10% aller Uploads sind schneller als...	135,81 MBit/s	125,11 MBit/s	102,52 MBit/s
Erfolgreich Test-Webseiten aufrufen (Durchschnitt)	99,81 %	99,59 %	99,29 %
Zeit für Webseitenaufruf (für das erste MByte)	1.086 ms	1.054 ms	1.277 ms
Erfolgreich abgespielte YouTube-Streams	99,90 %	99,78 %	99,61 %
YouTube-Streams mit sichtbaren Fehlern	0,08 %	0,22 %	0,49 %
Reaktionszeit (RTT Median)	22,76 ms	30,79 ms	33,96 ms
Anteil von Paketfehlern bei der Übertragung	1,33 %	2,61 %	3,84 %
Download-Datendurchsatz in der Stadt*	129,06 MBit/s	118,57 MBit/s	103,20 MBit/s
Download-Datendurchsatz auf dem Land*	119,72 MBit/s	109,01 MBit/s	89,56 MBit/s
TELEFONIE			
Erfolgreich verbundene Gespräche	99,91 %	99,93 %	99,76 %
Abgebrochene / gestörte Gespräche	0,12 % / 0,14 %	0,12 % / 0,38 %	0,21 % / 0,42 %
Erfolgreich Telefonieren und Surfen gleichzeitig	99,96 %	99,78 %	99,78 %
Zeit für Rufaufbau	1,48 s	1,46 s	1,59 s
Durchschnittliche Sprachqualität**	4,59	4,57	4,52
Anteil schlechter Sprachsamples (unter 1,6 POLQA-MOS**)	0,38 %	0,56 %	0,99 %
Erfolgreiche Whats-App-Calls	100,00 %	100,00 %	100,00 %
Abgebrochene / gestörte Whats-App-Calls	0,06 % / 0,32 %	0,06 % / 0,13 %	0,06 % / 0,51 %
Durchschnittliche Sprachqualität bei Whats-App-Calls**	4,27	4,18	4,22
Anteil schlechter Whats-App-Samples (unter 1,6 POLQA-MOS**)	0,74 %	0,54 %	0,86 %
VERFÜGBARKEIT			
LTE bzw. 5G verfügbar (Stadt / Land)	99,94 % / 99,69 %	99,70 % / 98,84 %	99,75 % / 99,00 %
Highspeed & hohe Qualität verfügbar (Stadt / Land)	98,23 % / 95,04 %	96,71 % / 91,41 %	95,26 % / 90,14 %
Telefonie verfügbar (Stadt / Land)	98,36 % / 95,39 %	97,38 % / 92,71 %	96,07 % / 91,45 %
Kein Netz verfügbar (Stadt / Land)	0,20 % / 0,96 %	0,29 % / 1,58 %	0,50 % / 2,18 %

Netzqualität in den Fernzügen

Vodafone und O₂ haben sich in den Fernzügen verbessert, kommen aber nicht in die Telekom heran

FERNZÜGE		
1	Telekom	1,7
2	Vodafone	1,9
3	O ₂	2,6

Mobilfunk in den Metropolen

Wie im letzten Jahr gewinnt die Telekom in allen fünf der von uns genauer untersuchten Großstädte

BERLIN		
1	Telekom	1,1
2	Vodafone	1,2
3	O ₂	1,3

HAMBURG		
1	Telekom	1,1
2	Vodafone	1,2
3	O ₂	1,3

MÜNCHEN		
1	Telekom	1,1
2	O ₂	1,2
3	Vodafone	1,2

FRANKFURT		
1	Telekom	1,1
2	Vodafone	1,1
3	O ₂	1,3

LEIPZIG		
1	Telekom	1,1
2	Vodafone	1,1
3	O ₂	1,1

* Ermittelt aus den Crowdsourcing-Daten

** POLQA: Perceptual Objective Listening Quality Assessment; Skala von 1 (schlecht) bis 5 (exzellent)