

# FESTNETZ-SPIELE

Auch in seinem zwölften Jahr warten Leser und Netzbetreiber mit Hochspannung auf die Ergebnisse unseres Breitband- und Festnetztests. Und für Spannung ist in der Tat wieder gesorgt!

Nicht nur im Alltag, sondern auch im Hinblick auf die Auswirkungen von Homeschooling und Homeoffice auf die heimischen Internetanschlüsse hat sich nach einem Jahr Pandemie vieles eingespielt. Somit konnten wir in dieser Hinsicht die Vorbereitungen für

unseren jährlichen Breitband- und Festnetztest vergleichsweise beruhigt angehen.

Für Aufregung sorgten dann allerdings Querschüsse eines der Netzbetreiber (siehe Seite 91). Dennoch können wir den connect-Lesern auch im zwölften Jahr in Folge vollständige Ergebnisse unseres Breitband- und

Festnetztests präsentieren. Nicht umsonst gilt er in der Branche als aussagekräftigster und renommiertester Vertreter seiner Art – und seine Resultate werden von den Testteilnehmern mit entsprechend großer Spannung erwartet. Daher nun: Vorhang auf für die Ergebnisse. **Hannes Rügheimer**

## Anbieter und Produkte im Test



Die Auswahl der getesteten Anschlüsse spiegelt die Verteilung der Angebote wider. Dabei messen wir die Anbieter an ihren eigenen Versprechungen.

■ Bei unseren Testkandidaten unterscheiden wir zwischen überregionalen, also bundesweit aktiven Anbietern und Regionalanbietern, deren Anschlüsse nur in bestimmten Bundesländern oder Regionen erhältlich sind. Überregionale Anbieter nehmen mit insgesamt 16 Testanschlüssen teil, regionale Anbieter mit vier.

Bei der Auswahl der Zugangsprodukte pro Anbieter verfolgen connect und zafaco das Ziel, sich der tatsächlichen Verteilung im Markt anzunähern. Denn nicht jeder Kunde nutzt die schnellsten und teuersten Leitungen. Deshalb berücksichtigt die Verteilung der Anschlüsse über verschiedene Bandbreitenklassen das Angebots-

spektrum der Netzbetreiber. Die komplette Aufstellung der im Testfeld berücksichtigten Anschlussstypen finden Sie unter [www.connect.de/festnetztest](http://www.connect.de/festnetztest).

Für die Zuordnung zu Bandbreitenklassen und für die Bewertung einiger Messwerte müssen wir prüfen, welche Leistungen ein Anbieter seinen Kunden tatsächlich zusagt. Dabei checken wir aus Fairnessgründen auch, ob die getesteten Anschlussstypen wirklich so vermarktet werden. Beides prüfen wir anhand der von der Bundesnetzagentur vorgeschriebenen Produktinformationsblätter. Diese technischen Beschreibungen muss jeder Anbieter öffentlich bereitstellen – per Google-Suche lassen sie sich schnell finden.



### Deutschlandweit verteilt

Die 42 Teststandorte von zafaco sind über ganz Deutschland verteilt. Insgesamt 80 im Test berücksichtigte Telefon- und Breitbandanschlüsse bauen hier untereinander Verbindungen auf und führen Daten- sowie Videotests durch.

# SPRACHE

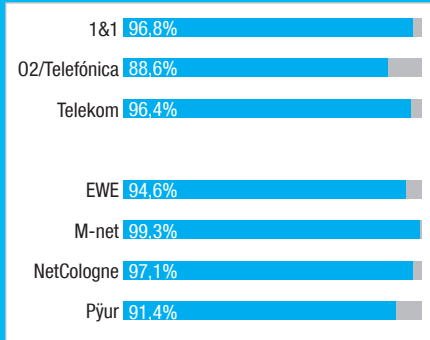
Maximal 280 von 1000 Gesamtpunkten können die Kandidaten in der Disziplin Sprachtelefonie holen.

Auf Basis von 117 309 bewerteten Messungen ermitteln wir die Teilergebnisse in der Disziplin Sprache. Dabei wird die Ende-zu-Ende-Sprachqualität von Telefonverbindungen von und ins eigene Netz (max. 100 Punkte) sowie von und in andere All-IP-Netze (max. 180 Punkte) bewertet.

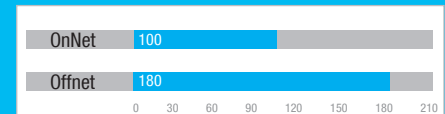
Die Testsysteme versuchen dabei zunächst, Telefonate im höherwertigen HD-Voice-Modus (Codec G.722) durchzuführen. Kann die Verbindung damit nicht aufgebaut werden, erfolgt sie über den älteren Schmalband-Codec G.711.

Ein weiteres Testszenario ist gleichzeitiges Telefonieren über zwei Kanäle bei gleichzeitiger Datenübertragung durch Up- und Downloads. Solche Lastsituationen entsprechen der typischen Nutzung einer Leitung etwa durch Familien oder Wohngemeinschaften.

Wie die obere der beiden nebenstehenden Balkengrafiken zeigt, haben M-net, NetCologne, 1&1 und Telekom in der Telefonie-Disziplin die Nase vorn. Doch auch der Rest des Testfelds erzielt in dieser Kategorie insgesamt sehr gute oder gute Ergebnisse.



Die obere Grafik zeigt die prozentuale Verteilung der erreichten Punkte bei der Untersuchung der Sprachqualität, die untere die in den einzelnen Teildisziplinen erreichbaren Gesamtpunkte.

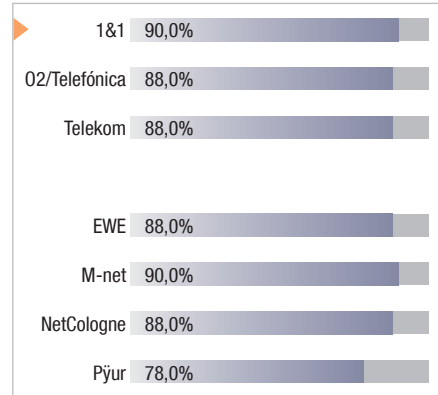


## 1&1

In dem seit einigen Jahren andauernden Kampf um die Spitzenposition der überregionalen Anbieter muss sich 1&1 diesmal wieder der Telekom geschlagen geben – jedoch mit nur knappem Abstand. Das Montabaurer Unternehmen, das 2015, 2017 und 2020 unseren Test gewonnen hat, ist mit rund 4,4 Millionen Festnetzkunden (12,3% Marktanteil) der drittgrößte deutsche Breitbandanbieter nach Telekom und Vodafone. Zwar mietet 1&1 Anschlussleitungen von diesen und anderen Anbietern, betreibt aber ein eigenes Kernnetz, eigene „Carrier Interconnects“ sowie seit 2014 ein eigenes Glasfasernetz. Der getestete Produktmix

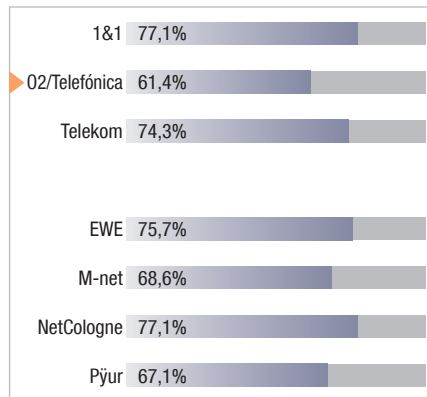
enthält sowohl eigene als auch angemietete Leitungen. In der Telefonie-Disziplin sind die Verbindungsaufbauzeiten im eigenen Netz sehr gut, Sprachlaufzeiten von ankommenden Verbindungen aus anderen IP-Netzen aber etwas erhöht. In den Datentests schneidet 1&1 überragend ab, auch im Crowdsourcing erzielt der Anbieter gute Leistungen. Bei den Web-Services stehen schnellen Webseiten-Ladezeiten etwas langsamere Uploads zu Hosting-Anbietern in den unteren Bandbreitenklassen gegenüber. Bei Web-TV zeigt 1&1 sehr gute Leistungen.

**connect -Urteil**  
sehr gut (912 von 1000 P.)



Prozentuale Verteilung der Punkte bei den Messungen der Ladezeiten von Webseiten.

## O2/Telefónica



Prozentuale Punkteverteilung bei den Reaktions- und Pufferzeiten in den Web-TV-Messungen.

**Das O2-Festnetzangebot von Telefónica landet auf einem sehr guten dritten Platz. Gegenüber dem Vorjahresergebnis verliert der Anbieter aber Punkte.**

Mit 2,2 Millionen Festnetzkunden (Marktanteil 6,2%) liegt O2/Telefónica auf Platz vier bei den Kundenzahlen der deutschen Anbieter. Seit 2014 vermarktet O2 Vorleistungsprodukte der Telekom – dahinter betreibt das Unternehmen jedoch sein eigenes Kernnetz. Obwohl seine Telefonie-Ergebnisse insgesamt gut sind, erzielt O2 die geringste Teilnote dieser Disziplin – wenn man von der außer Konkurrenz teilnehmenden Vodafone absieht. Auch in der Daten-Disziplin schneidet

der Anbieter zwar absolut gesehen sehr gut, in der Rangfolge aber als Schlusslicht ab. Dies erklärt sich unter anderem durch zu geringe Upload-Datenraten unter Last bei einem Anschluss und spiegelt sich auch im Crowdsourcing wider: Hier erzielt O2 nur ein befriedigendes Teilergebnis. Auch bei den Web-Services und beim Web-TV ist das Bild gemischt: Schnellen Ladezeiten stehen langsamere DNS-Auflösungszeiten gegenüber. Gute initiale Video-Pufferzeiten sind bei den Produkten mit 50 und 25 Mbit/s im Download zu beobachten, nicht aber in den beiden anderen Bandbreitenklassen.

**connect -Urteil**  
sehr gut (859 von 1000 P.)

# HIGHSPEED-INTERNET

Maximal 180 der 1000 insgesamt möglichen Punkte können die Kandidaten in der Disziplin Highspeed-Internet erzielen.

142.234 bewertete Einzelmessungen sind die Grundlage für die Punktevergabe in der Disziplin Highspeed-Internet. Standardisierte Upload- und Downloadmessungen zu Messservern bei den Anbietern bestimmen dabei die verfügbaren Bandbreiten.

Die Messungen der Highspeed-Internet-Verbindungsqualität wurden primär über IPv6 durchgeführt. Konnte zwischen Messclient und -server beziehungsweise Datenreferenzsystem keine IPv6-Kommunikation hergestellt werden, erfolgte ein Fallback auf IPv4. Unterstützt ein getestetes Produkt generell kein IPv6, wurden die Messungen über IPv4 durchgeführt.

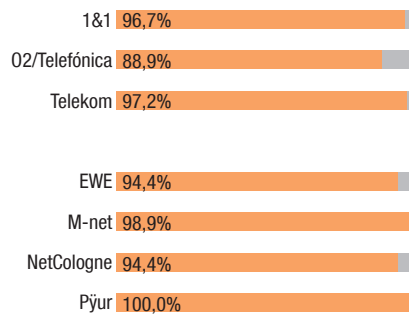
Bei Anbieterprodukten mit Datenraten von 1 Gbit/s erfolgte eine Mehrfachverkabelung zwischen dem Router und der zafaco-Messeinheit. Zur Bestimmung der verfügbaren Down- und Upstream-Bandbreiten erfolgten dann Multi-LAN-Durchsatzmessungen. Bei Produktbandbreiten von 1 Gbit/s wurden dafür zwei Ports des IADs (Routers) genutzt. Voraussetzung für solche Multi-LAN-Messungen ist eine valide IPv6-Adresse, auf der eine Datenübertragung in Hin- und Rückrichtung unterstützt werden muss.

Die Messungen führen wir auch mit gleichzeitigem Datenverkehr in der jeweiligen Gegenrichtung sowie parallel zu laufenden Sprachverbindungen durch. Das Ziel ist hier, das Verhalten der Anschlüsse bei zeitgleicher Auslastung der

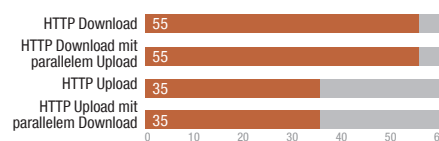
Gesamtbandbreite zu ermitteln. Bei den Datenlast-Messungen gilt, dass die Störgröße (Last) mindestens fünf Sekunden vor dem Start der Messgrößen aufgebaut und erst nach Beendigung der Messung wieder abgebaut wird. Ausschließlich die Qualitätskennwerte der Messgrößen fließen dann in die Ergebnisse ein.

Auch Spitzenleistungen in den Netzen werden berücksichtigt. Dazu haben wir aber nicht den maximalen HTTP-Download und -Upload des schnellsten Anschlusses bewertet, sondern das 90%-Quantil. Ein Quantil ist eine Größe aus der Statistik – ein bestimmter Anteil der Werte ist kleiner als das Quantil, der Rest größer. Das 90%-Quantil ist somit derjenige Wert, für den gilt, dass 90% aller Messwerte kleiner sind als er. Je höher er ist, desto schneller sind die schnellsten 10% der Messwerte. Gegenüber dem Spitzenwert hat das 90%-Quantil den Vorteil, dass es auch bei einzelnen Ausreißern in den Messwerten ein sehr stabiles Maß für die Höchstleistung liefert.

Zusätzlich bewerten wir, von welchem Anteil der Messwerte 90% (beziehungsweise bei gleichzeitiger Last 85%) der im Vertrag zugesicherten Bandbreite des jeweiligen Anschlusses unterschritten werden. Der angegebene Wert zeigt das Verhältnis von reduzierten HTTP-Downloads beziehungsweise -Uploads zu den insgesamt im Rahmen des Tests durchgeführten Downloads respektive Uploads.



Oben die prozentualen Teilergebnisse der Up- und Download-Messungen, unten die Gewichtung der Punkte in den einzelnen Teildisziplinen.



Sind alle HTTP-Streams des Downloads beziehungsweise Uploads fehlerhaft, oder überschreitet der Minimalwert der erfassten Antwortzeiten eine Sekunde, wird der HTTP-Download beziehungsweise -Upload als nicht erfolgreich gewertet.

Wie sich die in der Highspeed-Internet-Kategorie erzielbaren Gesamtpunkte auf die beschriebenen Test- und Nutzungsszenarien verteilen, zeigt die untere der beiden in diesem Kasten abgebildeten Balkengrafiken.

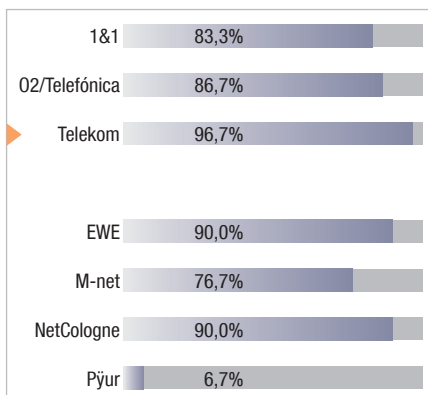
Die Grafik ganz oben zeigt wiederum das Abschneiden der Kandidaten in dieser Teildisziplin. Dabei erreicht Pÿur/Tele Columbus überzeugende 100% der hier möglichen Punkte. Auch M-net und die Deutsche Telekom erzielten sehr hohe Punktzahlen, dicht gefolgt von 1&1, EWE und NetCologne.

## Telekom

Den zweiten Platz unter den Überregionalen konnten die Bonner nicht auf sich sitzen lassen: Nach 2012 bis 2014, 2016 und 2018 steht die Telekom 2021 wieder ganz oben auf der Siegertreppe. Mit 13,9 Millionen Festnetzkunden (Marktanteil 38,9%) ist die Deutsche Telekom bei den Kundenzahlen klar die Nummer eins in Deutschland. Dank einer offenbar starken Qualitätsoffensive in Folge der Vorjahresergebnisse kann sie nun wieder den ersten Platz in unserem Festnetztest belegen – allerdings mit gerade mal zwei Punkten Vorsprung vor dem Erzrivalen 1&1. Dies zeigt sich schon an überragenden Leistungen in

der Sprach-Disziplin – nur Verbindungen ins eigene All-IP-Netz benötigen etwas längere Aufbauzeiten. Die Datentests zum Testserver im eigenen Netz liefern ein überragendes Resultat. Im Crowdsourcing zeigen die Bonner sehr hohe absolut gemessene Datenraten im Download und Upload. Bei den Web-Services liegen sie auf Platz zwei hinter NetCologne und M-net, wobei sie hier gemeinsam mit 1&1 die kürzeste Ladezeit bei allen getesteten Webseiten erreichen. Die Web-TV-Leistungen sind sehr gut, aber dennoch steigerungsfähig.

**connect-Urteil**  
sehr gut (914 von 1000 P.)



Punkteverteilung der absolut gemessenen Upload- und Download-Datenübertragungsraten im Crowdsourcing.

# Vodafone

**AUSSER KONKURRENZ**

**Weil Vodafone vermutlich den direkten Vergleich mit seinen Mitbewerbern vermeiden wollte, mussten wir für die Bewertung der Düsseldorfer auf einen vorgezogenen Auswertungszeitraum zurückgreifen. Deshalb tritt der Netzbetreiber dieses Jahr außer Konkurrenz an. Unsere Analyse zeigt Schwächen vor allem im Bereich Sprache sowie auch beim Crowdsourcing, in den Daten-Disziplinen schneidet der Anbieter durchschnittlich ab. Insgesamt reicht es zur Note gut, aber dennoch nur zum letzten Platz.**

Anfang 2021 informierte Vodafone (10,8 Millionen Breitbandkunden, Marktanteil rund 30,3%) zafaco und connect schriftlich darüber, dass der Anbieter bis auf Weiteres nicht mehr am connect-Breitband- und Festnetztest teilnehmen wolle. Als Begründung führte er an, dass unser Test die Erfolge des Kommunikationskonzerns beim Gigabit-Ausbau nicht angemessen widerspiegeln. Über weitere Motivationen hinter dieser Entscheidung möchten wir nicht öffentlich spekulieren.

Allerdings ist es – wie schon in früheren, vergleichbaren Fällen – klare Position von connect, dass es nicht in der Entscheidungshoheit marktrelevanter Anbieter liegt, ob sie an unseren Tests teilnehmen oder nicht. Denn würden Kandidaten nur noch dann antreten, wenn sie sich gerade überdurchschnittlich leistungsfähig fühlen, könnten wir unsere Leser nicht mehr ausgewogen über alle zur Wahl stehenden Angebote informieren.

Seither unternahmen die Düsseldorfer jedoch eine Reihe von Schritten, mit der sie unserer Meinung nach ihre Testteilnahme verhindern wollten. Insbesondere drohten sie Sonderkündigungen der für den Festnetztest vorgesehenen Anschlüsse an. Diese wurden allerdings nicht durchgesetzt, da zafaco der Aufforderung nachkam, die Messungen an diesen Anschlüssen auszusetzen. Somit war es uns nicht mehr möglich, Vodafone im geplanten und vorab an alle Teilnehmer kommunizierten Zeitrahmen (siehe auch Kasten „Fairness und Transparenz“ auf Seite 92) zu bewerten. Als Notlösung entschieden wir uns, die Bewertung des Vodafone-Netzes nach wie vor auf Basis von Messdaten aller vorgesehenen 16 Vodafone-Anschlüsse durchzuführen – jedoch mit vorgezogenem Auswertungszeitraum. Die bewerteten Messwerte wurden für Vodafone deshalb ausnahmsweise vom 15. Februar bis zum 14. März 2021 erfasst. Weil somit keine hundertprozentige Vergleichbarkeit zu den zwischen dem 17. Mai und dem 13. Juni 2021 erfassten Messwerten der anderen Anbieter mehr gegeben ist, stellen wir die Ergebnisse von Vodafone außer Konkurrenz dar. Da aber ansonsten die gleichen Testbedingungen galten und an den Testanschlüssen erfahrungsgemäß sehr zeitstabile Messwerte zu beobachten sind, sind dennoch tendenzielle Einordnungen und Vergleiche möglich.

Um die Ergebnisse unserer Analysen mit weiteren Vergleichswerten gegenzuprüfen, betrachteten wir zudem den Verlauf der Voda-

fone-Ergebnisse in den öffentlich zugänglichen Resultaten der Breitbandmessung der Bundesnetzagentur (BNetzA). Die Grafik unten zeigt den Verlauf seit 2015 für das Kriterium „50% aller Messungen waren kleiner als x% der vertraglich vereinbarten maximalen Datenübertragungsrate“ – und somit, wie sich dieser Erfüllungsgrad bei den von Vodafone vertriebenen Anschlüssen in den letzten Jahren entwickelt hat. Dabei ist zu berücksichtigen, dass Vodafone und Unitymedia bis Februar 2020 noch als getrennte Unternehmen auftraten. Die abgebildete Entwicklung legt nahe, dass erst die Integration von Unitymedia zu einer Trendwende bei diesem wichtigen Kriterium führte.

Bei den Auswertungen der im genannten Zeitraum im Rahmen des connect-Breitband- und Festnetztests erfassten Messwerte zeigen sich in der Sprach-Kategorie erhöhte Aufbauzeiten bei allen Verbindungen zum und aus dem ehemaligen Unitymedia-Netz, was auf eine nicht vollständige Netzintegration schließen lässt. Hinzu kommen leichte Überschreitungen der Schwellenwerte für Sprachqualität (MOS) bei Verbindungen im eigenen IP-Netz sowie von und zu anderen IP-Netzen.

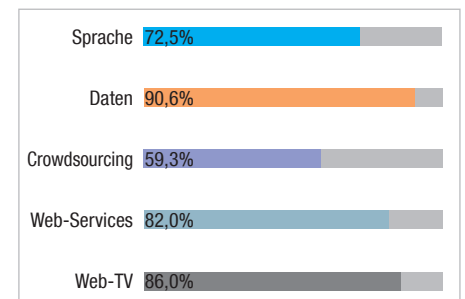
Sehr gute Leistungen erzielt Vodafone bei den Datentests zum Testserver im eigenen Netz. Doch analog zu den Ergebnissen der BNetzA-Breitbandmessung sehen auch wir einen erhöhten Anteil von Messungen, bei denen die ermittelte Upload-Bandbreite unter 85% des vertraglich vereinbarten Werts sinkt – besonders ausgeprägt bei zwei Anschlüssen mit 175/40 sowie 250/40 Mbit/s. Dabei handelt es sich wohl nicht um Einzelfälle: In den Crowdsourcing-Analysen erzielt Vodafone ein insgesamt nur ausreichendes Ergebnis.

Die Ergebnisse in der Disziplin Web-Services sind gut, liegen im Testumfeld jedoch auf eher niedrigerem Niveau. Auffällig waren hier lange DNS-Auflösungszeiten –

besonders deutlich zu sehen bei einem Kabelanschluss mit 1000/50 Mbit/s.

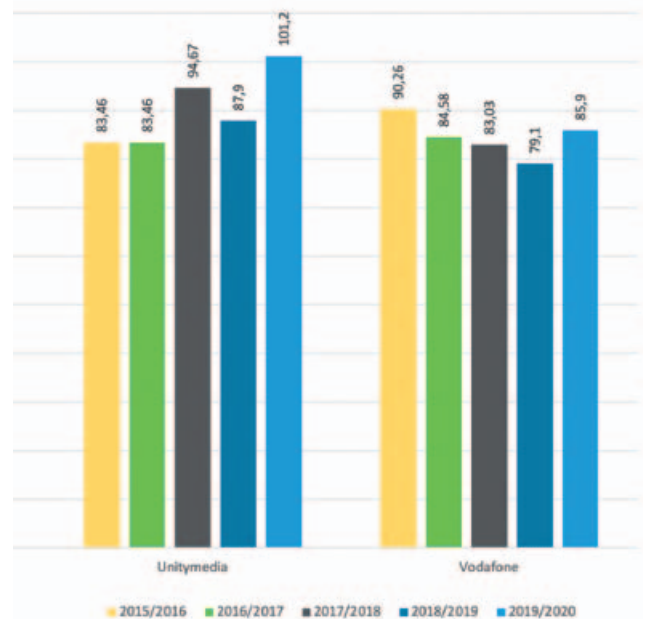
Ähnliches gilt auch für die Kategorie Web-TV: Die Ergebnisse sind gut, liegen im Testumfeld aber im hinteren Bereich. Hier fielen vor allem erhöhte Youtube-Antwortzeiten und erhöhte Pufferzeiten auf.

**connect-Urteil**  
gut (785 von 1000 P.)



Die prozentualen Teilergebnisse der Bewertung von Vodafone zeigen vor allem Schwächen bei Sprache und im Crowdsourcing. Wegen der unterschiedlichen Testzeiträume sind diese Ergebnisse nicht zu 100% mit denen der anderen Kandidaten vergleichbar.

HOME CONNECT



Blick der Bundesnetzagentur: Beim Kriterium „50 % aller Messungen waren kleiner als x% der vertraglich vereinbarten maximalen Datenübertragungsrate“ leitete erst der im Februar 2020 abgeschlossene Zukauf von Unitymedia eine Trendwende für Vodafone ein. Auswertungszeitraum: Jeweils 1. Oktober bis 31. September des Folgejahres.

# CROWDSOURCING

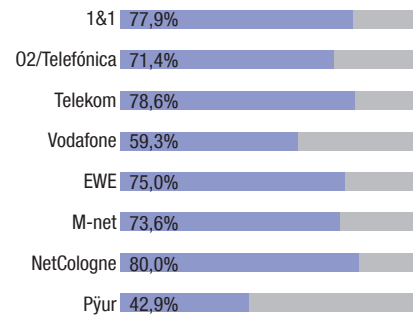
**Bis zu 140 der 1000 möglichen Gesamtpunkte können die Testkandidaten in der Teildisziplin Crowdsourcing erreichen.**

Um neben den Kernnetzen und ihren Peerings (Netzübergängen) auch die Leistungen der Zugangsnetze zu berücksichtigen, fließen in diesem Jahr wieder die Ergebnisse von Crowdsourcing-Analysen in die Gesamtwertung ein. Dazu hat zafaco die öffentlich zugänglichen Ergebnisse der Breitbandmessung der Bundesnetzagentur berücksichtigt. Die Auswertung basiert auf Daten, die zwischen dem 1. April 2020 und dem 31. März 2021 gesammelt wurden. Die Analysen wurden für die 107 Stadtkreise und kreisfreien Städte Deutschlands durchgeführt, da dort jeweils mehrere Anbieter mit in der Regel mehreren Produktkategorien vertreten sind.

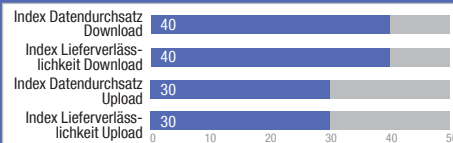
Dabei werden Ergebnisse für die maximale Download-Rate, die maximale Upload-Rate und die Lieferverlässlichkeit (Verhältnis der gemessenen zu den laut Tarif vereinbarten Datenraten) pro Stadt bzw. Stadtkreis in Punkte umgerechnet. Anschließend erfolgen eine Verrechnung und Gewichtung der Ergebnisse nach der

Anzahl der jeweils erfassten Messungen. Da somit verschiedene Einzelwerte zu einem Gesamtergebnis führen, bezeichnen wir die resultierenden Werte als „Indizes“. Vor diesem Hintergrund wäre eine Darstellung der Durchschnitte oder Medianwerte pro Anbieter über alle Messergebnisse einer Kategorie irreführend – in der Tabelle der Messwerte auf Seite 96 haben wir deshalb darauf verzichtet. Wer sich für die durchschnittlichen Ergebnisse pro Anbieter auf Ebene der jeweiligen Städte bzw. Stadtkreise interessiert, findet diese Daten in der Kartendarstellung unter <https://breitbandmessung.de>.

Bei den Auswertungen sorgte ein mehrstufiger Validierungsprozess dafür, dass etwa Messungen über WLAN, an gedrosselten Anschlüssen, technisch oder tariflich ungültige Messungen oder Mehrfachmessungen aus dem analysierten Datenbestand ausgefiltert wurden. So flossen insgesamt 68929 per Crowdsourcing vorgenommene Messungen in das Gesamtergebnis ein.



**Oben die prozentuale Verteilung der Punkte für die Crowdsourcing-Messungen, unten die Gewichtung der Punkte in den einzelnen Teildisziplinen.**



Die untere Grafik in diesem Kasten zeigt, in welchem Verhältnis wir Maximalpunkte für die Datendurchsätze beim Download und Upload sowie für den jeweiligen Zuverlässigkeitsindex vergeben haben. Letzterer gibt an, wie nah die gelieferten Datenraten an den von den Anbietern zugesagten Werten lagen. Eine ausführliche Beschreibung von Messkonzept und Ergebnisdarstellung steht unter <https://bit.ly/2UvIdX3> als PDF zum Download bereit.

## FAIRNESS UND TRANSPARENZ

**connect und zafaco gewährleisten mit hohem Aufwand und einem detaillierten Vorbereitungs-, Test- und Auswertungsprozess maximale Fairness und Transparenz. Hier die Antworten auf einige dazu öfters gestellte Fragen:**

### ■ Wie repräsentativ ist der connect Breitband- und Festnetztest?

Ein repräsentativer Test im statistischen Sinne würde voraussetzen, dass jeder Besitzer eines Breitbandanschlusses mit derselben Wahrscheinlichkeit als Teilnehmer in die Stichprobe aufgenommen wird. Eine solche Zufallsstichprobe würde erfordern, dass alle Internetzugangsanbieter Daten über ihre Kunden zur Verfügung stellen. Die zufällige Auswahl würde weiterhin verlangen, dass die dann ausgewählten Privathaushalte ihre Breitbandanschlüsse zur Messung bereitstellen müssten. Da dies in der Praxis nicht realisierbar ist, besteht unser Test aus einem Mix von verteilten Referenzanschlüssen und einem Crowdsourcing-Ansatz basierend auf der eigeninitiierten Teilnahme von Endnutzern. Bei den komplexen Messungen an verteilten Referenzanschlüssen liegt der Fokus auf den Leistungen des Kernnetzes und den Peerings (Übergabepunkten) zwischen den Netzen. Die Leistung an den Zugangsanschlüssen bildet vor allem das in

der Breite erhobene Crowdsourcing (Breitbandmessung der Bundesnetzagentur) ab.

### ■ Wie sind die Anbieter in den Test eingebunden, und kennen die Teilnehmer die Testanschlüsse?

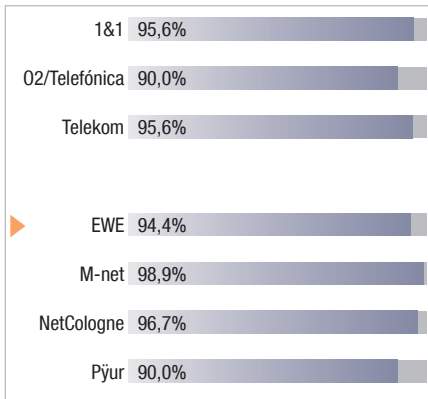
Eine aktive Teilnahme und somit eine Unterstützung unseres Tests durch die Anbieter ist nicht erforderlich. Prinzipiell können Netzbetreiber sowohl im Festnetz als auch im Mobilfunk Testanschlüsse oder Test-SIM-Karten ermitteln – etwa durch das spezifische Messprofil oder auch schon über die Messziele. Dies gilt übrigens ebenso für das Crowdsourcing, da auch dort zu dedizierten Zielen gemessen werden muss. Allerdings erkennen verschiedene Maßnahmen wie ein dauerhaftes Langzeitmonitoring aller Testanschlüsse, Messvergleiche zwischen Crowdsourcing und Testanschlüssen oder auch zusätzliche Messungen an Anschlüssen außerhalb des Tests Auffälligkeiten wie beispielsweise Überprovisionierung oder verdächtige Leistungssprünge. Außerhalb des Zeitraums, in dem der connect Breitband- und Festnetztest durchgeführt wird,

erhalten die Anbieter Rohdaten und Reports mit den Ergebnissen des kontinuierlichen Benchmarks, damit sie ihre Produkte und Dienstleistungen nachhaltig und langfristig verbessern können.

### ■ Wie wird maximale Transparenz sichergestellt?

Jährlich tauschen sich connect, zafaco und alle getesteten Anbieter im Rahmen eines Workshops über die Testmethodik aus. Zielsetzung ist, dass unser Test die Leser bestmöglich informiert, dabei aber auch den Anbietern – mit zum Teil sehr unterschiedlicher Technik – gerecht wird. Als Resultat stellen wir den Anbietern ein umfassendes Infopaket zur Verfügung, das alle wichtigen Informationen zu Testaufbau und -ablauf sowie alle Termine enthält. Nach dem Test informiert zafaco jeden Anbieter in einer Analyse über die Stärken und Schwächen seiner Produkte. Das unter [www.zafaco.de/de/whitepaper](http://www.zafaco.de/de/whitepaper) öffentlich verfügbare Whitepaper ergänzt dieses Informationspaket und beschreibt detailliert alle erhobenen Kennwerte.

# EWE



Punkteverteilung bei den Sprachqualitätsmessungen von und zu den anderen All-IP-Netzen.

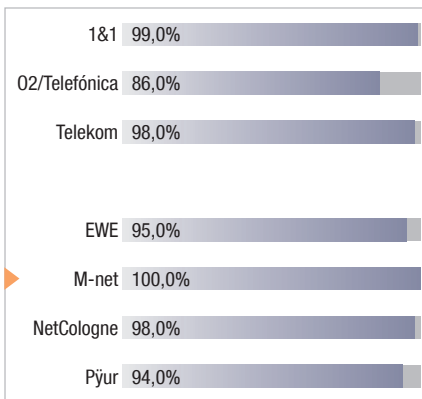
**Auch dieses Jahr zeigt sich die Dynamik des Wettkampfs um die Spitze bei den Regionalanbietern: Nachdem sich EWE im Vorjahr auf Platz Eins gekämpft hatte, fällt es nun wieder hinter NetCologne und M-net zurück.**

Die „Energieversorgung Weser-EMS“ zählt 0,7 Millionen Kunden und hat damit rund 2% Anteil am deutschen Breitbandmarkt. Zwischen Ems und Elbe, in Brandenburg und auf Rügen ist der Anbieter mit VDSL- und Glasfaserleitungen vertreten. Bei den Telefonie-Tests überzeugt der Anbieter mit sehr kurzen Verbindungsaufbauzeiten von und zu anderen All-IP-Netzen. Ausbaufähig sind allerdings die Sprachlaufzeiten zu an-

deren IP-Netzen. In der Daten-Disziplin sind seine Leistungen absolut betrachtet sehr gut, aber dennoch zusammen mit NetCologne die vorletzten im Testumfeld. Dies zeigt sich auch im Crowdsourcing: Das Ergebnis liegt auf hohem Niveau, zeigt aber etwa Verbesserungspotenzial bei den absolut gemessenen Download-Datenraten. Ähnliches gilt auch für die Web-Services: Hier stehen kurze DNS-Auflösungszeiten langsameren Downloads bei Test-Webseiten und leicht verzögerten Gaming-Pings gegenüber. Die Ergebnisse beim Web-TV sind trotz kleinerer Mängel sehr gut.

**connect-Urteil**  
sehr gut (901 von 1000 P.)

# M-net



Verteilung der Punkte für die Sprachqualitätsmessungen ins eigene All-IP-Netz.

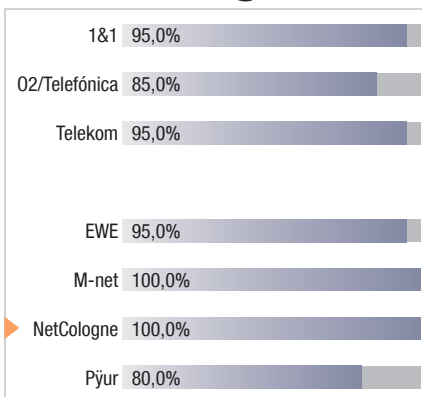
**Der Münchener Netzbetreiber, der von 2016 bis 2019 den Sieg in der Kategorie der regionalen Anbieter abonniert hatte, hat sich kräftig ins Zeug gelegt. Gegenüber dem Vorjahr verbessert er sich massiv – landet aber diesmal einen Punkt hinter NetCologne.**

Mit einer halben Million Kunden beziehungsweise 1,4% Marktanteil liegt M-net bei den Kundenzahlen zwar hinter EWE und Pÿur/Tele Columbus, aber noch leicht vor dem diesjährigen knappen Regional-Sieger NetCologne. In den Großräumen München und Ulm, vielen Regionen in Bayern sowie im Main-Kinzig-Kreis in Hessen bietet er Glasfaser- und auch VDSL-Leitungen an.

In der Telefonie erzielt M-net das beste Ergebnis im Testumfeld und bietet Topverbindungsaufbau- und Sprachlaufzeiten. Bei den Datentests zum Testserver im eigenen Netz liegt der Anbieter hinter Pÿur auf einem satten zweiten Platz. Im Crowdsourcing sind die Ergebnisse befriedigend – hier besteht insbesondere Verbesserungspotenzial bei den Upload-Datenraten. Gemeinsam mit NetCologne führt M-net bei den Web-Services-Tests und bietet hier kurze Download- und DNS-Auflösungszeiten. Mit geringfügigen Einschränkungen überzeugen zudem auch die Leistungen beim Web-TV.

**connect-Urteil**  
sehr gut (921 von 1000 P.)

# NetCologne



Prozentuale Verteilung der Punkte bei den Messungen der Antwortzeit von Gaming-Servern.

**Schon im Vorjahr hatte sich der Kölner Anbieter klar gesteigert – diesmal gelingt es ihm sogar, sich knapp an die Spitze der Regionalanbieter und des gesamten Testfelds zu kämpfen.**

NetCologne wurde von Rheinenergie, der Sparkasse Köln/Bonn und den Kölner Verkehrsbetrieben gegründet, seit 2004 ist das Unternehmen eine 100-prozentige Tochter der Holding GEW Köln AG. Es versorgt rund 400 000 Festnetzkunden mit Glasfaser- und VDSL-Leitungen, was einem Marktanteil von 1,1% entspricht. In der Telefonie-Disziplin hat sich NetCologne hinter M-net zum zweitstärksten Anbieter im

Testumfeld gemausert. Bei den Datentests sind die Leistungen zwar insgesamt sehr gut, aber wegen Schwächen bei den Upload-Bandbreiten dennoch gemeinsam mit EWE die vorletzten im Test. Dafür führt der Anbieter im Crowdsourcing dank hoher absolut gemessener Datenraten. Gemeinsam mit M-net ist NetCologne zudem Nummer eins in der Disziplin Web-Services, wo es kurze Download-Zeiten und Top-Gaming-Pings bietet. In der Disziplin Web-TV überzeugt NetCologne mit sehr guten Videoantwortzeiten bei Youtube-Abfragen.

**connect-Urteil**  
sehr gut (922 von 1000 P.)

# WEB-SERVICES + WEB-TV

200 der 1000 Gesamtpunkte entfallen auf die Disziplin Web-Services – den Aufruf von Webseiten, Zugriff auf DNS- und Gaming-Server sowie Webhosting-Uploads. Weitere 200 Punkte gibt es in der Kategorie Web-TV.

Am deutlichsten zeigt sich für die Nutzer die Qualität ihrer Internetanbindung bei konkreten Anwendungen – etwa beim Zugriff auf Webseiten, den Antwortzeiten von Gaming-Servern, Uploads zu Webhosting-Diensten oder dem Abruf von Videos. Deshalb befassen sich mehr als 1,7 Millionen unserer Messungen mit der Qualität von Web-Services und weitere 293612 mit der Qualität von Web-TV.

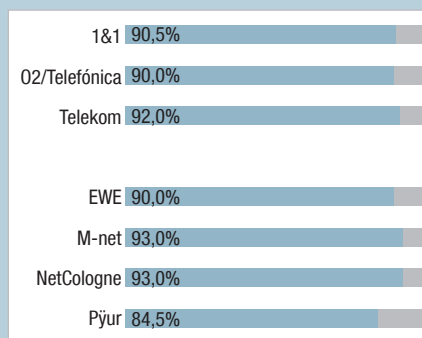
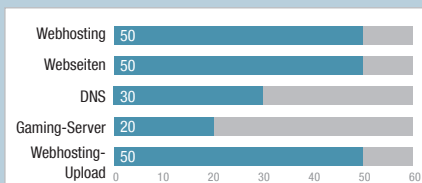
Zum Test der Performance bei Webseitenaufrufen wurden mit dem Browser Chrome standardisierte Testseiten (ETSI-Kepler-Referenz) von deutschen und internationalen Webhosting-Anbietern abgerufen. Außerdem analysieren wir den Abruf unterschiedlicher, häufig genutzter Webseiten mit dem Browser Firefox.

Da beim Abruf von Webseiten die DNS-Auflösung (die Übersetzung von URLs in IP-Adressen) einen wichtigen Anteil an der Reaktionszeit hat, liegt unser Augenmerk auch darauf. Um Caching-Mechanismen etwa im Router weitestgehend auszuschließen und Messungen zu den DNS-Servern im Netz des jeweiligen Anbieters zu forcieren, wurden jede Stunde wechselnd 20 DNS-Anforderungen aus der Liste von 500 deutschen Topwebseiten (gemäß der anerkannten „Alexa-Liste“) ausgewählt. Die Liste der Top-500-URLs wurde einmal pro Woche neu bestimmt und täglich in eine zufällige Reihenfolge sortiert. Um die für Gamer wichtigen Reaktionszeiten zu Gaming-Servern zu ermitteln, wurden die Laufzeiten zu meh-

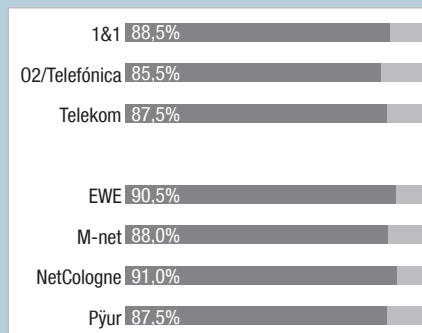
renen Gaming-Anbietern gemessen. Zudem erfassen wir Dauer und Fehlerraten von Uploads zu unterschiedlichen Hosting-Anbietern – wie sie im Weballtag etwa beim Pflegen von Blogs oder Webseiten, aber auch bei Cloud-Backups vorkommen.

In der Rubrik Web-TV führten wir „Over-the-top“-Messungen zu verschiedenen Video-Content-Providern durch. Zudem riefen wir jede Stunde zehn Youtube-Videos ab. Um auch hier Caching-Mechanismen zu vermeiden, wurden dafür einmal pro Tag die insgesamt 500 beliebtesten Videos aus zehn Kategorien auf Youtube abgefragt und in eine zufällige Reihenfolge gebracht. In jeder Stunde wurde ein Video je Kategorie abgerufen. Tritt bei einem Test ein Fehler auf, oder überschreiten ein oder mehrere Messwerte eine vorher festgelegte Zeit, wird dieser Test als nicht erfolgreich gewertet.

Die Gewichtung der Punkte in beiden Disziplinen zeigen die Balkengrafiken unten. Die Teilergebnisse sehen Sie rechts: Spitzenreiter bei den Web-Services sind NetCologne, M-net und die Telekom. Besonders überzeugende Leistungen beim Web-TV zeigen NetCologne und EWE.



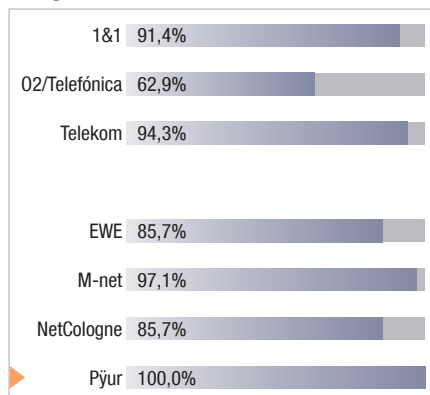
Oben die prozentualen Teilergebnisse bei den Web-Services, unten die Teilergebnisse der Testkandidaten in der Disziplin Web-TV.



Links: Gewichtung der Punkte in den Teildisziplinen der Kategorie Web-Services. Rechts: Gewichtung der Punkte bei den Messungen in der Kategorie Web-TV.



## Pÿur/Tele Columbus



Punkteverteilung für Uploads zum Testserver im eigenen Netz bei Last durch gleichzeitigen Download.

Seit 2018 nimmt Pÿur an unserem Festnetztest teil – und steigert sich seither von Jahr zu Jahr. So auch diesmal – 2021 ist das Netz von Tele Columbus nicht mehr weit von der Note „sehr gut“ entfernt.

Der in Berlin ansässige Anbieter Tele Columbus entstand aus dem Zusammenschluss mehrerer regionaler Kabelprovider. Unter dem Markennamen Pÿur versorgt er rund 600000 Haushalte mit Festnetzleitungen – das entspricht einem Marktanteil von 1,7%. Die Angebote sind in Bayern, NRW, Niedersachsen, Thüringen, Sachsen, Sachsen-Anhalt, Berlin, Brandenburg und weiteren Bun-

desländern erhältlich – dennoch ist Pÿur angesichts seiner Größe und Verbreitung ein Regionalanbieter. Verbesserungspotenzial gibt es in der Telefonie-Disziplin – vor allem bei Verbindungs- und Sprachlaufzeiten. Das gleicht Pÿur aber ein Stück weit aus, indem es die besten Leistungen bei den Datentests zum Testserver im eigenen Netz liefert. Wiederum weniger überzeugend sind allerdings die Crowdsourcing-Ergebnisse, und auch bei den Web-Services gibt es noch einiges Verbesserungspotenzial. Dafür können sich die Resultate der Web-TV-Disziplin sehen lassen.

**connect-Urteil**  
gut (840 von 1000 P.)

Messwerte

Anbieter	Telekom	1&1	O2/ Telefónica	Net-Cologne	M-net	EWE	Pÿur/Tele Columbus	Vodafone
<b>MESSWERTE SPRACHE</b>								
<b>MESSWERTE VERBINDUNGEN IN EIGENE IP-NETZE</b>								
Rufaufbauzeit (s) / davon über 1 s (%) / nicht erfolgreich (%)	0,43 / 0,06 / 0,03	0,31 / 0,01 / 0,00	0,58 / 1,70 / 0,07	0,37 / 0,12 / 0,00	0,28 / 0,00 / 0,00	0,40 / 0,36 / 0,13	0,40 / 0,00 / 0,00	0,51 / 1,40 / 0,23
Sprachqualität (POLQA MOS) / davon unter 4,0 (%)	4,47 / 0,05	4,47 / 0,20	4,46 / 0,98	4,46 / 0,29	4,47 / 0,10	4,47 / 0,24	4,46 / 0,66	4,44 / 2,30
Sprachlaufzeit (ms) / davon über 100 ms (%)	38 / 0,00	47 / 0,05	53 / 0,01	39 / 0,05	31 / 0,01	45 / 0,00	61 / 0,19	56 / 0,03
<b>MESSWERTE VERBINDUNGEN IN ANDERE IP-NETZE</b>								
A-Seite Rufaufbauzeit (s) / davon über 1 s (%)	0,59 / 0,56	0,60 / 0,61	0,61 / 1,15	0,56 / 1,06	0,48 / 0,09	0,54 / 0,22	0,76 / 0,44	0,61 / 4,77
B-Seite Rufaufbauzeit (s) / davon über 1 s (%)	0,61 / 0,53	0,55 / 0,51	0,65 / 1,32	0,55 / 0,48	0,50 / 0,13	0,53 / 0,19	0,73 / 0,85	0,75 / 10,52
nicht erfolgreiche Verbindungen A-Seite (%) / B-Seite (%)	0,12 / 0,07	0,04 / 0,04	0,01 / 0,02	0,00 / 0,00	0,00 / 0,00	0,10 / 0,19	0,06 / 0,13	0,40 / 0,24
A-Seite Sprachqualität (POLQA MOS) / davon unter 4,0 (%)	4,46 / 0,48	4,46 / 0,36	4,46 / 0,58	4,46 / 0,48	4,46 / 0,36	4,46 / 0,73	4,46 / 0,84	4,45 / 1,51
B-Seite Sprachqualität (POLQA MOS) / davon unter 4,0 (%)	4,47 / 0,35	4,46 / 0,37	4,46 / 0,75	4,46 / 0,53	4,47 / 0,28	4,46 / 0,75	4,45 / 0,71	4,45 / 1,41
A-Seite Sprachlaufzeit (ms) / davon über 100 ms (%)	59 / 0,02	59 / 0,02	62 / 0,18	54 / 0,02	53 / 0,06	62 / 0,06	63 / 0,09	61 / 0,26
B-Seite Sprachlaufzeit (ms) / davon über 100 ms (%)	58/0,02	62/0,17	61/0,03	53/0,02	55/0,05	57/0,13	63/0,06	60/0,18
<b>MESSWERTE DATEN</b>								
<b>HTTP-DOWNLOAD</b>								
HTTP-Download-Durchsatz < 90% der Bandbreite (%)	0,00	0,00	0,18	0,00	0,00	0,13	0,00	0,04
HTTP-Download 90%-Quantil** (Mbit/s)	929,51	929,54	921,64	1.100,32	1.203,93	934,69	942,38	934,66
fehlerhafter HTTP-Download (%)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,00	0,02
<b>HTTP-DOWNLOAD MIT PARALLELEM UPLOAD</b>								
HTTP-Download-Durchsatz < 85% der Bandbreite (%)	0,00	0,00	1,18	0,00	0,00	0,00	0,22	0,70
HTTP-Download 90%-Quantil** (Mbit/s)	927,18	920,09	911,18	1.095,35	1.195,85	930,23	933,41	927,17
fehlerhafter HTTP-Download (%)	0,05	0,01	0,06	0,00	0,00	0,00	0,04	0,02
<b>HTTP-UPLOAD</b>								
HTTP-Download-Durchsatz < 90% der Bandbreite (%)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,09
HTTP-Download 90%-Quantil** (Mbit/s)	266,00	261,14	228,64	109,98	362,12	108,99	521,50	257,96
fehlerhafter HTTP-Download (%)	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02
<b>HTTP-UPLOAD MIT PARALLELEM DOWNLOAD</b>								
HTTP-Download-Durchsatz < 85% der Bandbreite (%)	0,00	0,00	6,21	0,27	0,00	0,00	0,13	8,13
HTTP-Download 90%-Quantil** (Mbit/s)	261,21	256,56	223,21	104,73	361,55	105,00	512,96	245,32
fehlerhafter HTTP-Download (%)	0,01	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,04	0,01
<b>MESSWERTE CROWDSOURCING</b>								
Siehe hierzu Erläuterung im Kasten „Crowdsourcing“ auf Seite 92								
<b>MESSWERTE WEB-SERVICES</b>								
<b>DNS</b>								
DNS-Auflösung (ms) / davon über 25 ms (%) / fehlerhaft (%)	11 / 0,08 / 0,03	9 / 0,23 / 0,08	12 / 0,10 / 0,07	8 / 0,13 / 0,04	6 / 0,48 / 0,08	8 / 0,99 / 0,06	15 / 4,57 / 0,16	14 / 7,27 / 0,24
<b>ETSI KEPLER-REFERENZSEITE</b>								
HTTP-Ladezeit (s) / davon über 5 s (%) / fehlerhaft (%)	1,37 / 0,46 / 0,11	1,42 / 0,52 / 0,12	1,51 / 1,59 / 0,11	1,30 / 0,53 / 0,09	1,32 / 0,32 / 0,14	1,49 / 1,11 / 0,21	1,44 / 1,58 / 0,13	1,53 / 2,58 / 0,15
<b>10 WEBSEITEN</b>								
Webseiten-Ladezeit (s) / davon über 7,5 s (%) / fehlerhaft (%)	2,98 / 2,13 / 0,30	2,98 / 1,68 / 0,31	3,00 / 2,20 / 0,28	3,02 / 2,47 / 0,29	3,00 / 2,16 / 0,26	3,04 / 2,44 / 0,29	3,11 / 2,94 / 0,60	3,13 / 2,03 / 0,36
<b>GAMING-SERVER</b>								
durchschn. Ping-Zeit (ms) / davon über 25 ms (%) / fehlerhaft (%)	12 / 0,08 / 0,08	12 / 0,08 / 0,11	15 / 1,00 / 0,08	6 / 0,00 / 0,04	9 / 0,01 / 0,23	13 / 0,00 / 0,06	13 / 2,76 / 0,05	13 / 2,78 / 0,07
<b>WEBHOSTING-UPLOAD (Bandbreitenklassen BB: BB1 = bis &lt;10 Mbit/s; BB2 = 10 Mbit/s bis &lt;100 Mbit/s; BB3 = ab 100 Mbit/s)</b>								
HTTP-Upload-Durchsatz BB1 / BB2 / BB3 (Mbit/s)	2,80 / 36,80 / 167,70	2,60 / 28,80 / 153,30	7,20 / 30,10 / 206,30	5,40 / 43,60 / 102,60	6,40 / 42,00 / 178,50	4,90 / 40,60 / 103,90	7,60 / -* / 214,30	3,00 / 28,60 / 145,70
HTTP-Upload 90%-Quantil** BB1 / BB2 / BB3 (Mbit/s)	2,95 / 51,59 / 245,04	2,70 / 40,90 / 237,59	10,50 / 39,79 / 235,98	6,09 / 52,29 / 109,80	7,45 / 47,35 / 310,30	5,41 / 46,05 / 105,70	11,30 / -* / 412,98	4,47 / 42,04 / 209,85
fehlerhafter HTTP-Upload BB1 / BB2 / BB3 (%)	0,00 / 0,01 / 0,13	0,04 / 0,01 / 0,04	0,02 / 0,00 / 0,00	0,00 / 0,00 / 0,00	0,00 / 0,00 / 0,00	0,00 / 0,00 / 0,07	0,00 / -* / 0,07	0,00 / 0,01 / 0,13
<b>WEB-TV (Bandbreitenklassen BB: BB1 = bis &lt;20 Mbit/s; BB2 = 20 Mbit/s bis &lt;100 Mbit/s; BB3 = ab 100 Mbit/s)</b>								
Youtube-Videoantwortzeit BB1 / BB2 / BB3 (ms)	9 / 14 / 11	13 / 15 / 8	18 / 14 / 15	-* / 5 / 6	-* / 9 / 9	-* / 10 / 6	13 / -* / 15	16 / 9 / 15
Youtube-Videoantwortzeit über 25 ms BB1 / BB2 / BB3 (%)	2,45 / 5,23 / 0,83	1,39 / 1,52 / 1,63	12,25 / 5,38 / 5,00	-* / 2,02 / 2,27	-* / 0,77 / 13,38	-* / 1,82 / 2,61	3,57 / -* / 5,47	9,42 / 1,31 / 7,57
fehlerhafte Youtube-Videoantwortzeit BB1 / BB2 / BB3 (%)	0,09 / 0,62 / 0,17	0,13 / 0,18 / 0,23	1,75 / 1,07 / 0,33	-* / 0,13 / 0,10	-* / 0,28 / 0,68	-* / 0,23 / 0,25	0,38 / -* / 0,32	0,18 / 0,43 / 0,74
Pufferzeit am Anfang BB1 / BB2 / BB3 (s)	2,10 / 1,73 / 1,59	2,18 / 1,78 / 1,57	2,11 / 1,69 / 1,62	-* / 1,87 / 1,60	-* / 1,87 / 1,56	-* / 2,05 / 1,57	2,06 / -* / 1,57	2,47 / 2,12 / 1,56
Pufferzeit am Anfang über 3,6 s (BB1) / 3,1 s (BB2) / 2,6 s (BB3) (%)	4,39 / 3,08 / 6,59	6,20 / 3,61 / 5,39	6,34 / 2,76 / 7,78	-* / 2,65 / 5,57	-* / 2,59 / 4,05	-* / 4,88 / 4,98	5,46 / -* / 3,98	7,75 / 15,97 / 3,62
Bildqualität initial (PEVQ-S MOS) BB1 / BB2 / BB3	3,54 / 3,57 / 3,57	3,54 / 3,57 / 3,58	3,56 / 3,57 / 3,58	-* / 3,57 / 3,58	-* / 3,56 / 3,58	-* / 3,56 / 3,58	3,56 / -* / 3,57	3,72 / 3,77 / 3,74
Bildqualität stabil (PEVQ-S MOS) BB1 / BB2 / BB3	3,91 / 3,91 / 3,91	3,90 / 3,91 / 3,91	3,91 / 3,91 / 3,91	-* / 3,91 / 3,91	-* / 3,91 / 3,91	-* / 3,91 / 3,91	3,91 / -* / 3,91	3,91 / 4,01 / 3,98
fehlerhafter Web-TV-Abwurf BB1 / BB2 / BB3 (%)	3,55 / 0,64 / 0,48	3,54 / 0,40 / 0,23	0,35 / 0,12 / 0,09	-* / 0,11 / 0,11	-* / 0,09 / 0,02	-* / 0,17 / 0,04	0,23 / -* / 0,12	0,29 / 0,31 / 0,35

Messwerte für übersichtlichere Darstellung gerundet. \* Zum Zeitpunkt der Auswahl der Testanschlüsse hat der Netzbetreiber kein Produkt in dieser Bandbreitenklasse angeboten. \*\* 90%-Quantil: 90% der Messwerte liegen unter, 10% liegen über dem angegebenen Wert



## Testergebnisse

Anbieter	Telekom	1&1	O2/ Telefónica	Net- Cologne	M-net	EWE	Pÿur/Tele Columbus	Vodafone
Verbindungen ins eigene All-IP-Netz (max. 100)	98	99	86	98	100	95	94	76
Verbindungen ins andere All-IP-Netz (max. 180)	172	172	162	174	178	170	162	127
<b>SUMME SPRACHE (max. 280)</b>	<b>270</b>	<b>271</b>	<b>248</b>	<b>272</b>	<b>278</b>	<b>265</b>	<b>256</b>	<b>203</b>
HTTP-Downloads ohne/mit parallelem Upload (max. 55/55)	55/55	55/55	55/51	55/55	55/55	55/55	55/55	55/54
HTTP-Uploads ohne/mit parallelem Download (max. 35/35)	32/33	32/32	32/22	30/30	34/34	30/30	35/35	32/22
<b>SUMME DATEN (max. 180)</b>	<b>175</b>	<b>174</b>	<b>160</b>	<b>170</b>	<b>178</b>	<b>170</b>	<b>180</b>	<b>163</b>
Index Datendurchsatz Download/Upload (max. 40/30)	23/29	23/25	20/26	22/27	22/23	20/27	16/2	22/12
Lieferverföhllichkeit Download/Upload (max. 40/30)	28/30	31/30	26/28	33/30	28/30	28/30	14/28	24/25
<b>SUMME CROWDSOURCING (max. 140)</b>	<b>110</b>	<b>109</b>	<b>100</b>	<b>112</b>	<b>103</b>	<b>105</b>	<b>60</b>	<b>83</b>
DNS-Auflösung (max. 30)	30	30	29	30	30	29	23	22
ETSI-Kepler-Referenzseiten (max. 50)	49	48	46	49	49	47	46	43
Webseiten Top-Kategorien (max. 50)	44	45	44	44	45	44	39	43
Gaming-Server (max. 20)	19	19	17	20	20	19	16	16
Webhosting-Upload (max. 50)	42	39	44	43	42	41	45	40
<b>SUMME WEB-SERVICES (max. 200)</b>	<b>184</b>	<b>181</b>	<b>180</b>	<b>186</b>	<b>186</b>	<b>180</b>	<b>169</b>	<b>164</b>
Reaktions- u. Pufferzeiten/Bildqualität u. Fehlerraten (max. 70/130)	52/123	54/123	43/128	54/128	48/128	53/128	47/128	42/130
<b>SUMME WEB-TV (max. 200)</b>	<b>175</b>	<b>177</b>	<b>171</b>	<b>182</b>	<b>176</b>	<b>181</b>	<b>175</b>	<b>172</b>
<b>connect URTEIL max. 1000</b>	<b>914 sehr gut</b>	<b>912 sehr gut</b>	<b>859 sehr gut</b>	<b>922 sehr gut</b>	<b>921 sehr gut</b>	<b>901 sehr gut</b>	<b>840 gut</b>	<b>785 gut</b>

## So testen connect und zafaco



■ Bereits seit 2009 führt connect seinen anspruchsvollen Festnetztest in enger Kooperation mit der zafaco GmbH mit Sitz in Ismaning aus. Sie betreibt Testanschlüsse in insgesamt 42 Stödtten. Wie sich die von den Netzbetreibern bereitgestellten Breitbandleitungen darauf verteilen und eine noch ausführlichere Darstellung unserer Testmethodik finden Sie online unter [www.connect.de/festnetztest](http://www.connect.de/festnetztest). An den Standorten nahmen automatisierte Testsysteme vom 17.5. bis zum 13.6.2021 (Ausnahme Vodafone, siehe Seite 91) insgesamt rund 2,4 Millionen Messungen vor. Damit unaufschiebbare Wartungsarbeiten nicht zu Nachteilen führen, berücksichtigte zafaco ein nächtliches Wartungsfenster und bewertete keine Messwerte aus der Zeit von 2 bis 6 Uhr morgens.

Automatisiert wurden rund um die Uhr Messungen von Telefonie, Datenübertragungen, Web-Services und Web-TV durchgeführt. Um Einflüsse außerhalb ihrer eigenen Netze auszuschließen, konnten die Netzbetreiber den Referenzserver für einige Datenmessungen in ihrem eigenen Netz aufstellen. Die Ende-zu-Ende-Sprachqualität wurde netzintern sowie zu den All-IP-Netzen anderer Testteilnehmer ermittelt.

An den getesteten Anschlüssen kamen dabei jeweils die von den Anbietern offiziell angebotenen Endgeräte mit aktueller Firmware zum Einsatz. connect und zafaco haben dabei den Grundsatz, dass nur Konfigurationen am Test teilnehmen, die auch wirklich für die Kunden verfügbar sind. Aus diesem Grund wurde in Abstimmung mit den Netzbetreibern bereits vor Testbeginn festgelegt, mit welchem Firmwarestand die Router daran teilnehmen durften.

Zur Bestimmung der Sprachqualität wurden POLQA-Werte (**P**erceptual **O**bjective **L**istening **Q**uality **A**ssessment), zur Bestimmung der Web-TV-Videoqualität PEVQ-S-Werte (**P**erceptual **E**valuation of **S**treaming **V**ideo **Q**uality) ermittelt. Für die Crowdsourcing-Analysen wurden die öffentlich zugöhllich aggregierten Messergebnisse der Kartendarstellung der Breitbandmessung berücksichtigt, die zwischen dem 1.4.2020 und dem 31.3.2021 erfasst wurden. Das Wartungsfenster gilt nicht für die Crowdsourcing-Ergebnisse. Ein Whitepaper mit der ausführlichen Dokumentation unseres Testverfahrens steht unter [www.zafaco.de/de/whitepaper](http://www.zafaco.de/de/whitepaper) zum Download bereit.



**Messen rund um die Uhr: Die automatisierten Testsysteme enthalten die Router der Testanschlüsse, Rechner zur Steuerung und Auswertung sowie eine Firewall.**

## Fazit

Hannes Rügheimer,  
connect-Autor



Den langjährigen Wettstreit um den Spitzenplatz unter den überregionalen Anbietern kann diesmal wieder die Telekom für sich entscheiden. Mit zwei Punkten ist der Abstand zum Erzwirkalen 1&1 ausgesprochen knapp. O2/Telefónica fällt zwar im Vorjahresvergleich leicht zurück, erreicht jedoch einen souveränen dritten Platz und dort ebenfalls die Note „sehr gut“. Mit nur einem Punkt Abstand noch knapper ging das Rennen diesmal bei den regional aktiven Netzbetreibern aus. Mit einer überraschend deutlichen Steigerung zum Vorjahresergebnis setzt sich NetCologne auf den ersten Platz, um Haaresbreite vor der ebenfalls sehr überzeugenden M-net. Vorjahres-Regionalsieger EWE hält im Wesentlichen sein Niveau, landet damit diesmal aber auf Platz drei. Erfreulich ist auch das Abschneiden von Pÿur, das sich gegenüber dem Vorjahr abermals deutlich steigern konnte und nur noch knapp die Note „sehr gut“ verfehlt. Bei Vodafone erkennen wir hingegen einigen Verbesserungsbedarf. Vor allem möchten wir in Richtung dieses Anbieters aber betonen, dass uns an einer Rückkehr zu einem konstruktiven Umgang sehr gelegen ist.